

İç Mekan Süs Bitkileri Yetiştiriciliğinde Karşılaşılan Toprak Sorunları

Soil Problems in Ornamental Plant Breeding

 Ramazan MERAL^{1,*},  Yasin DEMİR²

Özet

Bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılan organik menşeli toprağın veya karışımların su tutma, havalanma, bitki besin maddesi kapsamı, kation değişim kapasitesi gibi özellikleri büyük önem taşımaktadır. Başlangıçta ideal olan bu topraklar; bitki besin element içeriğinin azalması yanı sıra, sulama ve drenaj uygulamalarındaki yanlışlıklar nedeniyle sorunlu hale gelebilmektedir. Yetersiz drenaj koşullarında sürekli ıslak veya doyma noktası koşullarında topraktaki havanın yerini suyun alması yeter miktarda havalanmış bir toprak oluşumu yanı sıra hava bileşenlerini de olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca tekrarlanan sulama-buharlaştırma döngüsünde, sulama suyu içeriğine bağlı olarak toprakta tuz birikmeye başlamaktadır. Bu durum saksı toprağında; yeterli drenaj açıklıklarının olmayışı veya zamanla tıkanması sonucu sürekli ıslaklık, yüzeyde tuzlanma ve bitki gelişmesinin yavaşlaması şeklinde kendini göstermektedir. Şebeke sularının kullanılması durumunda ise klor içeriği önem taşımakta olup; en sık rastlanan toksisite kaynaklarından biridir. Diğer önemli bir sorun ise toprak pH değerinin sulama suyu ve uygulanan ticari gübreler nedeniyle değişimidir. Bu durum bitki besin elementlerinin yararlılığını ve toprakta oluşan toksit maddelerin miktarı ve etki düzeylerini doğrudan etkilemektedir. Çözüm olarak; drenaj için bırakılan açıklıklar serbest drenaj koşullarında suyun tahliyesine olanak verecek yeterlilikte olmalıdır. İlerleyen süreçlerde açıklıkların kapanmaması için uygun dane dağılım çapına sahip filtre malzemesi kullanılmalıdır. Böylece dren açıklıklarının kil, bitki atıkları ve köklerden zarar görmesi engellenmiş olacaktır. Gerek tuzluluk oluşmaması gerekse mevcut tuzların uzaklaştırılabilmesi için sulama suyuna ek olarak yıkama suyu ilavesi gerekmektedir. Sorun oluşmuş topraklarda bu önlemlerin yanı sıra hem bitkiler için uygun pH seviyesinin sağlanması hem de tuzluluk giderimi için ıslah uygulamalarının da yapılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Saksı Toprağı, Torf, Tuzluluk, Toprak Reaksiyonu, Drenaj

Abstract

The characteristics of the organic origin soil or peats used as a plant growing medium, such as water retention, aeration, plant nutrient content, cation exchange capacity properties are of great importance. A soil that was initially ideal may become problematic due to a decrease in the content of plant nutrient elements, as well as unusefully irrigation and drainage practices. In conditions of insufficient drainage, constant wet or saturation point water replaces the air in the soil pores. An insufficiently aerated soil, as well as air components, also negatively affects. In addition, in the repeated irrigation-evaporation cycle, salt begins to accumulate in the soil depending on the irrigation water content. This salinity can be observed with white color on the soil surface and decreasing the plant development. In the case of using tap water, the chlorine content is important and is one of the most common sources of toxicity. Another important problem is the change of soil pH value due to irrigation water and commercial fertilizers applied. This situation directly affects the usefulness of plant nutrients and the amount and effect levels of toxic substances formed in the soil. As a solution; Holes drilled for drainage should be sufficient to allow the discharge of water under free drainage conditions. Drainage holes should be covered with gravel envelope material to prevent closing their in the following processes. Thus, damage to the drain openings from clay, plant waste and roots will be prevented. In addition to irrigation water, it is necessary to add leaching water in order to prevent salinity. Some soil conditioner can be used for reclamation of salinity and to supply the pH level for plants.

Keywords: Pot soil, Peats, Salinity, pH, Drainage

Geliş Tarihi: 05.11.2024, Düzeltme Tarihi: 26.11.2024, Kabul Tarihi: 26.11.2024

Adres: ¹Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü

E-mail: ramazan.meral@bilecik.edu.tr

Adres: ²Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak ve Bitki Besleme Bölümü

E-mail: ydemir@bingol.edu.tr

1. Giriş

Saksı ortamında süs bitkisi yetiştiriciliğinde toprak kalitesi en önemli faktörlerden biridir. Kısıtlı bir toprak hacminde yapılan yetiştiricilik, zamanla oluşan kalite problemleri nedeniyle bitki gelişmesini ve sağlığını olumsuz etkilemektedir. Saksı toprağı olarak genelde su tutma kapasitesi yüksek, havadar, organik madde ve besin içeriğı yüksek karışımlar kullanılmaktadır. Organik maddenin kolloidal yapısı nedeniyle, genel bir görüş olarak, organik maddesi fazla olan torfların kation değışim kapasitesi yüksek olduğı kabul edilmektedir (Roig ve ark., 1988). Bununla birlikte torfun kimyasal ve fiziksel özellikleri, bileşimindeki bitkisel kalıntıların ayrışma derecesi ve orijinine bağlıdır. Torfta ayrışma düzeyini değerlendirmek için organik materyallerdeki humifikasyon derecesi ve humifikasyon hızının (HR) kullanılmasını önermiştir Ciavatta ve ark., (2003). Karbon ve azot arasındaki oran (C / N) humifikasyon işleminin bir indeksi olarak değerlendirilebilir (Brady ve Weil 2002; Miller ve Gardiner, 1998). Bu oran ayrıca organik topraklarda ayrışmanın bir ölçüsü olarak da kullanılabilir. Bitki yetiştirme ortamı olarak pazarlanan ve kullanılan organik toprağın su tutma ve havalanma kapasitesi, bitki besin maddesi kapsamı, kation değışim kapasitesi gibi temel özelliklerinin belirtilmiş olması ve belirli bir standarda uygunluğu beklenirken bu konuda bir eksiklik görülmektedir.

Bu çalışmada gerek hazırlanışı gerekse kullanımı sırasında zamanla oluşabilen başlıca sorunlar; toprak havası, tuzluluk- drenaj, pH ve problemleri başlıkları altında incelenmiştir.

2. Toprak Havası

Toprakta bulunan hava miktarı ve hava içeriğı; köklerin sonulumu ve mikroorganizma faaliyetleri açısından önem taşımakta olup verimi sınırlandırıcı bir etkidir. Topraklar hacim olarak %50 oranında organik ve inorganik materyalden oluşan katı kısım, %50 oranında ise hava ve su ile kaplı boşluklardan oluşmaktadır. Toprağın havalanma kapasitesi belirleyen en önemli faktör boşlukların boyut dağılımı, toplam hacmi ve birbiri aralarındaki bağlanma yollarının şeklidir . Ancak uygulamada en öne çıkan faktör büyük değışkenlik gösteren suyun boşlukları doldurarak havanın yerini almasıdır. Sulama sonrası tarla kapasitesinin üzerinde verilen su zamanla yerçekiminin etkisiyle aşağılara sızar ve boşalan yeri oksijence zengin taze hava alır. Toprakta suyun hareketini azaltan bazı drenaj sorunlarının bulunması durumunda veya sürekli tarla kapasitesinin üzerinde sulama suyu uygulanması durumunda yetersiz havalanma koşulları oluşmaktadır (Blum ve ark., 2017; Ergene, 1982 ;Akalan, 1987). Sulanan

toprakların, sulanmayan (kuru alan) topraklara göre daha yüksek hacim ağırlığına ve daha düşük makro gözenekliliğe sahip olma eğiliminde olduğunu bildirilmiştir. (Demir ve Demir, 2021) Bu durum suyun agregat stabilesini bozma, çözülme ve gözenek hacmini düşürme eğilimi ile açıklanabilir. Düşük gözenekliliğe sahip malzemeler, köklerin gaz alışverişini, su hareketini ve drenajını olumsuz etkileyerek kök ve bitki gelişimini olumsuz yönde etkileyebilir. Buna karşılık, daha yüksek gözenekliliğe sahip karışımlar, havalanma sağlama ve kök gelişimini destekleme açısından faydalı olacaktır (Pego ve ark., 2017). Aynı zamanda Singh ve ark. (2012) süs bitkileri hastalık yönetiminde en yaygın kültürel yöntemin, drenaj ve toprak havalandırması olduğunu belirtmişleridir

Yeterli toprak havalanması kadar toprak içerisindeki havanın bileşenleri de önem taşımaktadır. Toprak havası bileşim bakımından atmosfer havasına benzemekte ve azot, oksijen, karbondioksit ve su buharı toprak havasının önemli ögelerini oluşturmaktadır (Çizelge 1). Toprak havası atmosfer havasına oranla daha fazla karbondioksit daha az oksijen içermektedir. Toprak havası ile atmosfer havası arasında sürekli değişim söz konusudur. Havanın basınç farkından oluşan kütle hareketi ve gazların kısmi basınç farklarından oluşan difüzyon hareketi ile bu değişim gerçekleşmektedir. Toprak içinde nispeten fazla miktarda bulunan karbondioksitin kısmi basıncı atmosferindekinden daha yüksek olduğundan, atmosferden toprak havasına oksijen ve toprak havasından da atmosfere karbondioksit geçişi olmaktadır (Akalan, 1987; Carvalho ve ark., 2019)

Çizelge 1. Toprak ve atmosfer havasının bileşimleri (Ergene, 1982)

	Oksijen,%	Karbondioksit,%	Nitrojen,%
Toprak havası	20.60	0.25	79.2
Atmosfer havası	20.97	0.03	79.0

Toprak organik maddesi toprakta bulunan mikroorganizma tarafından ayrıştırılır. Mikrobiyolojik ayrışma, karbondioksit üretimine yol açar ve toprak havasındaki CO₂ içeriği artar. Bu nedenle organik madde bakımından zengin topraklar, daha yüksek oranda karbondioksit içerirler. Ayrıca toprakta yeterli oksijenin bulunmaması durumunda anaerobik koşulda organik madde ayrışması sonucu; alkol, aldehit veya metana indirgenir ve hidrojen gazı açığa çıkabilir. Sülfatlar sülfitle ve nitratlar toksik etkileri olan nitritlere ya da serbest azot gazına indirgenirler. Bu durum aynı zamanda toprağın pH dengesini ve diğer kimyasal özelliklerini olumsuz etkilemektedir (Foth, 1991).

Saksı toprağında aşırı sulama ile birlikte yetersiz drenaj koşullarında sürekli ıslak veya doyma noktası koşullarında havanın yerini su almaktadır. Organik maddece zengin ortamda özellikle tam ayrılmamış materyalin anaerobik ayrışma sonucu söz konusu olumsuzlukların meydana gelmesi sıklıkla gözlemlenmektedir.

3. Toprak Tuzluluğu

Toprak ve sulama suyu tuz içerikleri farklı kriterler kullanılarak sınıflandırılmaktadır. Genel olarak başlangıç sürecinde bu değerler uygun sınırlarda olmakla birlikte; tekrarlanan sulama-buharlaştırma döngüsünde, sulama suyu içeriğine bağlı olarak toprakta tuz birikmeye başlamaktadır. Bu durum kendini, saksı toprağı yüzeyinde beyazlaşma ve bitki gelişmesinin yavaşlaması şeklinde kendini göstermektedir.

Toprak tuzluluğu; çimlenme, vejetatif büyüme ve tohum gelişimi evrelerinin tamamını etkiler. Toprakta su alımını sınırlayarak bitkilerde iyon toksisitesi, ozmotik stres, besin maddesi eksikliği ve oksidatif stres gibi olumsuzluklara neden olur. Tuzlar toprak suyu içerisinde bir ozmotik basınç oluşturur. Bu basınç bitkinin kökleri ile topraktan suyu alırken yenmek zorunda olduğu bir kuvvet olup; yüksek tuzluluk durumunda bitki suyu almakta zorlanır ve mevcut sudan yararlanamaz. Bu durum mineral besin elementlerinin alımını engellerken diğer taraftan bitki yapraklarında dehidrasyona, turgor kaybına ve ilerleyen aşamalarda yaprak hücrelerinin ve dokularının ölümüne sebep olur. Diğer yandan Topraktaki yüksek tuz konsantrasyonu, toprak gözenekliliğini, toprak suyu potansiyelini, su ve hava geçirgenliğini de olumsuz etkiler (Isayenkov, 2012, Hasanuzzaman ve Fujita, 2022).

Bitki bünyesinde biriken sodyum ve klor iyonları, mutlak bitki besin elementi olan potasyum, kalsiyum, magnezyum, azot ve fosfor gibi diğer mineral besin elementleriyle rekabet ederek alımlarını sınırlar ve bitkide besin eksikliğine neden olur. Fosfat iyonları kalsiyum iyonlarıyla çöktüğü için bitki fosfor alımını önemli ölçüde azaltır. Ayrıca, sodyum ve klor gibi artan iyon seviyeleri, iyon homeostazındaki bozulma ve bitki büyümesi ve metabolizması için gerekli olan temel besinlerin bulunmaması nedeniyle bitkilerde iyonik toksisiteyi artırır. Ozmotik stres ve iyon toksisitesinin birlikte etkisi ile etkisi, bitkilerin çimlenmesini, büyümesini ve gelişimini bozabilecek ikincil stresler oluşmaktadır. Stoma iletkenliğini azaltması, böylece bitkilerin fotosentetik aktivitelerinin azalması ve zararlı reaktif oksijen türlerinin birikimini söz konusu olmaktadır (Mums, 2011; Mums ve Tester 2008; Zhao ve ark., 2021).

Sulama sularında klor problemlili bir anyon olup toksisitenin en sık rastlanan kaynağıdır. Klor toprakta adsorbe edilmez ve bu nedenle toprak suyunda kolaylıkla alınabilir nitelikte bulunur. Kökler tarafından absorbe edilen klor, bitki iletim organları ile özsuyu içerisinde iletilir ve yapraklara kadar taşınır, buharlaşma sonucu burada biriktirilir. Yapraklarda biriken klor miktarı bitki dayanım sınırını aştığında, yapraklarda yanma ve kuruma gibi belirtiler kendini göstermeye başlar. Zararlanma belirtileri öncelikle yaprak uçlarında görülür ve buradan yaprak sapına doğru artarak ilerler. Aşırı zararlanma görülen yapraklar tamamen kuruyarak kopabilir ve yaprak dökümü görülür (Zelm, 2020; Yurtseven, 2024). Özellikle süs bitkileri yetiştiriciliğinde şebeke sularının kullanılması durumunda klor içeriği önem taşımaktadır.

Tuzların bitki büyümesi üzerindeki olumsuz etkilerinin yanı sıra süs bitkilerinin önemli bir işlevi olan estetik değer üzerindeki etkileri de dikkate alınmalıdır. Sonuç olarak yapraklarda renk değişikliği, kloroz, nekrotik alanlar, yaprak uç dönmesi, deformasyon, solma, ve dökülme dekoratif değer üzerindeki etkileri nedeniyle ayrı önem taşımaktadır. Süs bitkileri tuza dayanımları bakımından; yüksek dayanıklı, dayanıklı, orta derecede hassas ve hassas olmak üzere dört grup altında toplanmıştır (Çizelge 2) Süs bitkileri genellikle orta derecede hassas ve hassas grupta yer almaktadır (Cassaniti ve ark., 2012).

Çizelge 2. Süs bitkilerinin tuzlu su ve toprak koşullarında tuza dayanımları.

Dayanım Derecesi	Tuzluluk	
	Su	Toprak
Yüksek dayanıklı	Bitkiler 600 mg.L ⁻¹ sodyum ve 900 mg.L ⁻¹ klorür içeren suyla sulandığında belirgin bir tuz stresi belirtisi gözlenmez	Kabul edilebilir toprak elektrik iletkenliği (EC) 6 dS.m ⁻¹ 'den büyüktür. Toprak tuzluluğu bu seviyeyi aşsa bile herhangi bir tuz stresi belirtisi gözlenmeyebilir.
Dayanıklı	Bitkiler 200 mg.L ⁻¹ sodyum ve 400 mg.L ⁻¹ klorür içeren su ile sulandığında belirgin bir tuz stresi belirtisi gözlenmez	Elektriksel iletkenlik 4-6 dS.m ⁻¹ arasında tuz stresi belirtisi gözlenmez
Orta derecede hassas	Bitkiler 200 mg.L ⁻¹ sodyum ve 400 mg.L ⁻¹ klorür içeren su ile sulandığında yaprakların %10 veya daha azında tuz stresi semptomları gözlenebilir.	Elektriksel iletkenlik 2-4 dS.m ⁻¹ arasında yıkama önlemleri alınması gerekir.
Hassas	Bitkiler 200 mg.L ⁻¹ sodyum ve 400 mg.L ⁻¹ klorür içeren su ile sulandığında yaprakların % 20'sinde veya daha fazlasında tuz stresi semptomları gözlenebilir.	Elektriksel iletkenlik sınırı 2 dSm ⁻¹ 'den azdır ve bu kategorideki bitkiler toprak tuzluluğuna karşı çok hassastır

Bazı süs bitkilerinin tolerans düzeyleri farklı kaynaklarda listelenmiştir. Burada örneğin <3 dS m⁻¹ den daha az düzeydeki tuzluluk toleransına sahip *Rosa sp*, *Nandina domestica*, *Photinia fraseri*, *Sophora japonica*, *Chilopsis linearis*, *Sabal palmetto* türleri dikkat çekmektedir. Buna karşın >10 dS m⁻¹ den daha fazla tuzluluğa dayanıklı olan *Allenrolfea*

occidentals, *Prosopis pubescens*, *Muhlenbergia asperifolia* türleri listede yer almaktadır. (Miyamoto, 2004; Ayers ve Wescot, 1985).

Tuzlu koşullarda büyüme, bitki besinleri ile tuzlu iyonlar arasındaki antagonizma nedeniyle beslenme dengesizliğine, stomatal sınırlamalar yoluyla fotosentetik kapasitenin azalmasına, dolayısıyla yapraklarda olumsuz etkilere neden olmaktadır. Süs bitkileri özelinde bu durum; bitkinin görünümündeki estetik problemler nedeniyle pazarlanabilirliğini kısıtlamaktadır (Garcia ve Lao 2018). Tuzluluğa verilen tepkiler süs bitkileri arasında olduğu gibi, aynı zamanda bir bitkinin farklı organları arasında da değişiklik göstermektedir. Ozmotik dengenin bozulmasına bağlı olarak, stomatal iletkenlik, terleme, fotosentez, klorofil içeriği ve kök ile yaprak aktivitelerinde bazı fizyolojik değişiklikler meydana gelmektedir. Sonuç olarak, süs bitkilerinde önemli olan; renk, boyut, sap kalınlığı ve uzunluğu gibi kalite parametrelerinde ve verimde azalma gözlemlenebilmektedir (Küçükahmetler, 2002). Davoudi ve Bayat (2024) yaptıkları çalışmada tuzluluk koşullarında, test edilen tüm süs bitkilerinde, tohum çimlenme yüzdesinin ve hızının azaldığını tuzluluk seviyesinin artmasıyla da bu düşüş arttığını belirtmişlerdir.

Saksı toprağında tuzlulaşma süreci; kullanılan suyun elektriksel iletkenlik değeri, yıkama suyu ve drenaj ile doğrudan ilgilidir. Sularda EC değeri 0-250 micromhos/cm olan sular her bitki ve toprak koşulunda elverişli iken, 250-750 micromhos/cm arasında sularda tuza hassas süs bitkilerinde yıkanmaya önem verilmelidir. Bunun dışında her bir iyonunda sınır değerlerini aşmaması istenir. Yıkama suyu ihtiyacı, toprak tuzluluğunu bitki kök bölgesi derinliğinde belirli bir düzeyde tutmak için sulama suyuna ek olarak verilen su miktarı olarak tanımlanmaktadır. Yıkama ihtiyacı, sulama suyunun tuz konsantrasyonuna ve bitki gelişmesi ile ilgili olarak toprak suyunda izin verilecek en yüksek tuz konsantrasyonuna bağlıdır. Yıkamanın zamanı, bitkinin tuza dayanımı göz önüne alındığında eğer dayanım sınırları açısından bir sorun olacağına inanılmadığı sürece, önemli olmayacaktır. Ancak bu yıkama nisbeten önemsizdir olarak algılanmamalıdır. Yıkama gereksinimi, fazla tuz birikimini önlemede yeterli olmalıdır. Yıkama uygulamaları her sulamada, alternatif sulamalar sırasında ya da daha seyrek olmak üzere yıllık ya da daha uzun aralıkta, verim yeteri kadar azalmadan tuzluluğu eşik değerinin altında tutmak için yapılabilir (Ayyıldız, 1993).

Saksılarda drenaj için bırakılan açıklıklar serbest drenaj koşullarında tarla kapasitesi üzerinde suyun tahliyesine olanak verecek yeterlilikte olmalıdır. Böylece yıkama amaçlı verilen ilave su her uygulamada bir miktar tuzu bünyesine alarak drenaj yoluyla topraktan uzaklaştırılacaktır. Drenaj sistemlerinin planlanmasında kapasite hesapları yanı sıra etkin bir

drenaj için drenlerin izlenmesi bakım ve onarımlarının yapılması son derece önemli bir konudur. Tıkanan drenlerin tespiti ve açılması için yeni sonar ve hidrolik teknolojilerin kullanımı artmaktadır. Benzer şekilde süs bitkileri yetiştiriciliğinde drenlerin aktif çalışabilmesi için gerekli önlemler alınmalıdır. İlk tesiste dren açıklıkları uygun büyüklükte zarf malzemesi ile kapatılmalıdır. Böylece dren açıklıklarının kil, bitki atıkları ve köklerden zarar görmesi engellenmelidir (Ünlükara ve ark., 2008; Boyacı ve ark., 2023; Doğan Demir ve Demir, 2024).

4. Toprak Reaksiyonu (pH)

Toprak reaksiyonu (pH), sayısız toprak özelliklerinin bir göstergesi olup, toprağın birçok fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkileyen önemli özelliklerden birisidir. Herhangi bir toprağın bitki gelişme ortamı olarak uygun olup olmaması ve mikroorganizma faaliyetlerine uygunluğu, o toprağın asit, nötr ya da alkalik karakterde olup olmamasıyla ilişkilidir (Karaman ve ark., 2007). Toprak pH'sının bitki yetiştirme ortamındaki en önemli etkisi bitkiler için gerekli olan besin elementlerin yarayışlılığı ve yine bu ortamda meydana gelen biyokimyasal reaksiyonların oluşum süreçleridir (Alam ve ark., 1999). Çoğu mineral besin maddesi, toprak pH'ı nötre yakın olduğunda (pH = 6.5-7.5) bitkiler tarafından kolayca alınabildiğinden, bu tür nötr topraklarda tür zenginliği yüksektir ve birçok bitki türü için optimum yetiştirme ortamı özelliği taşır. Ancak hem asidik hem de alkali topraklarda bitki çeşitliliği azalır (Gould ve Walker 1999; Pausas ve Austin 2001). Bugüne kadar yapılmış olan araştırmalar, tür çeşitliliğinin çoğu asidik toprakta düşük olduğunu göstermiştir (Dupré ve ark., 2002), bunun nedeni düşük pH'da, temel besin maddeleri (Ca, Mg, K, PO₄ ve Mo gibi) bitkiler tarafından alınamayan formlarda bulunur ve bu da besin eksikliğine neden olur (Larcher, 2003). Dahası düşük pH'da nitrat bakterilerinin daha yüksek hassasiyeti nedeniyle nitrifikasyon önemli ölçüde yavaşlar ve nitritin oksidasyonundan daha hızlı amonyak oksidasyon oranları görülür. Bu durum, asidik toprakta bitkiler ve mikroorganizmalar için toksik olabilen nitritin birikmesine neden olur (Shen ve ark., 2003). Araştırmacılar güçlü asidik topraklarda, belirli iyonların (Al³⁺, Cu²⁺, Fe³⁺, Mn²⁺) bitkilerin çoğunluğu için toksik seviyelere yükseldiğini bildirmiştir (Foy 1992; Silva 2012). Buna ek olarak, asidik topraklar yüksek kation değişim kapasitesine sahip olabileceğinden ve besin maddelerinin yıkanmasını teşvik ederek bitki büyümesi için elverişsiz yetiştirme ortamlarının oluşmasına olanak sağlar (Johnson, 2002). Yüksek pH'daki alkali topraklar ise bitki büyümesi için yine elverişsiz olma eğilimindedir; bu topraklarda demir, manganez ve fosfat eksikliği (Marschner 1995; Tyler 1999) bitki büyümesi için elverişsiz bir koşul yaratır. Marschner (1995), alkali topraklarda borun fitotoksik konsantrasyonlara yükselebileceğini öne sürmektedir. pH arttıkça çözültideki alüminyum, demir ve manganez

çökerek miktarları gittikçe azalır. Bu durum bitki besin elementi noksanlığı ve toprak fizikokimyasal özelliklerinin bozulmasıyla sonuçlanır (Ergene, 1995). Benzer durum çinko ve bakır besin elementleri içinde geçerli olup artan pH ile birlikte bitki yarayışılık düzeyleri azalır. Yüksek pH (8-8.5) derecelerinde de çözünmez durumda kompleks kalsiyum fosfatlar meydana gelir. Bitkilerin bunlardan faydalanması azalır. Fazlaca değişebilir Ca veya CaCO_3 içeren alkali topraklarda faydalı fosfatlar bunlarla çeşitli reaksiyona girerek, çözünmez trikalsiyum fosfat'a dönüşür (Korkmaz ve İbrikçi, 2010).

Saksı topraklarında; sulama, gübreleme ve tarımsal ilaçlama gibi faaliyetlerin pH'nın değişimine neden olabilecek başlıca faktörlerdir. Yine saksı topraklarında yüksek oranda bulunan organik maddenin ayrışması ile ortaya çıkan organik asitler pH ın düşmesine neden olur. Yeterince ayrışmamış torfların kullanımı durumunda toprak hava içeriğinin olumsuz etkilenmesi yanı sıra toprak pH dengesi de bozulma gösterecektir. Aşırı sulama nedeniyle bazik katyonların topraktan uzaklaşması ile beraber yetiştirme ortamındaki hidrojen iyonları konsantrasyonu artar. Bu durum topraklarda pH'nın düşmesi ve asitleşme ile sonuçlanır (Slessarev ve ark., 2016).

Bununla birlikte asit karakterli maddelerin (gübre ilaç) toprağa uygulanması toprak pH'sının düşmesine neden olur. Asidik topraklarda pH'nın yükseltilmesi için günümüzde en fazla uygulanan yöntem değişim kompleksindeki hidrojenin kalsiyum iyonu ile yer değiştirmesidir. Bunun için kireçleme yöntemi toprak pH'sının stabilizasyonu için yaygın olarak kullanılmaktadır (Fernández ve Hoef, 2009). Günümüzde kireçleme ile birlikte toprağa uygulanan bazı düzenleyici maddeler (poliakrilamid, zeolit, biyoatık) besin elementlerinin yarayışılığını attırmaktadır (Yakupoğlu ve ark., 2010). Gübreleme, katkı maddesi veya çeşitli atıkların uygulanmasıyla topraklarda biriken bazik katyonların kolloid yüzeylerinde ve toprak çözeltisindeki konsantrasyonu artar. Bazik katyonlar, kolloidlerdeki H^+ iyonları yer değiştiklerinde OH^- iyonu oluşturur. Artan OH^- , H^+ iyonlarında azalmaya neden olur. Bu durum topraklarda pH'nın artmasına neden olur. Alkali toprakların genellikle verimsiz olmasının ana nedeni özellikle fosfor ve mikro besin maddelerinin (Fe, Cu, Zn, Mn) diğer elementlerle çözünmez bileşikler oluşturarak hareketsiz hale gelmesi ve ya çökmesidir (Akalan, 1987). Alkali toprakların ıslahında kükürt maddesi topraklara uygulanmaktadır. Özellikle kükürt katkılı gübreler alkali toprakların ıslahında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Toprak pH'sının süs ve peyzaj bitkilerinin üzerine olan etkilerini konu alan sınırlı sayıda araştırma yapılmıştır. Daniel (2018) çalışmasında toprak pH'sının süs bitkilerinin besin elementi alımını etkilediğini ve en uygun pH aralığının ise 6.5-7.5 olduğunu ileri sürmüştür.

Benzer ifade Kelly ve Crouse (2016), tarafından yayınlanan bir raporda da vurgulanmıştır. Araştırmacılar çoğu süs bitkisinin 6.0-7.0 pH aralığında optimum bir gelişme gösterdiğini bildirmiştir. Bununla birlikte aşırı sulama ve gübreleme nedeniyle pH'nın değişebildiğini vurgulanmıştır. Çalışmada Amonyum sülfat ve Alüminyum sülfat gübresinin pH'nın hızlı yükselmesine neden olduğu kireç ve dolomit uygulamalarının ise pH'nın yavaş azalmasına neden olduğu bildirilmiştir. Deepika, ve Haritash (2023) çalışmalarında süs bitkilerinin Cd birikim kapasitesini etkileyen ana çevresel faktörün toprak pH'ı olduğunu tespit etmiştir. Bu nedenle, pH'nın fitoremediasyon sürecinde dikkate alınması gereken önemli faktör olduğunu ileri sürmüşlerdir. Araştırmacılar alt grup meta-analizinin sonuçlarına dayanarak, süs bitkileri tarafından Cd birikiminin toprak pH'ı, SOM ve toprak CEC ile negatif korelasyonlu olduğunu bulmuşlardır. Symonds ve ark., (2001) çalışmalarında 35 farklı okaliptüs türünün 5.1-8.9 pH aralığındaki büyüme göstergelerini araştırmıştır. Çalışmada türlerin asidik koşullarda alkali koşullara göre daha iyi bir büyümenin görüldüğü rapor edilmiştir.

5. Sonuç ve Öneriler

Saksı ortamında yapılan süs bitkileri yetiştiriciliğinde gerek bitki gelişimi gerekse estetik açıdan sağlıklı bir yetiştiricilik için toprak temel unsurdur. Bu konuda öncelik yetiştiricilik başlangıcında kullanılacak toprağın iyi seçilmesidir. Bu amaçla kullanılan bitkisel materyallerin iyice ayrılmış olması, yeterince havadar, su tutma kapasitesi yüksek ve bitki besin elementi içeriği belirlenmiş olması tercih edilmelidir. Yetiştiricilik süresince meydana gelen sorunların önemli bir bölümü buharlaşma-sulama-drenaj döngüsünde yer almaktadır. Yeterli toprak hava miktarı ve toprak hava kalitesi sağlanması yanı sıra tuzluluk ve pH dengesizliklerinin oluşmaması için iyi bir sulama yönetimi uygulanmalıdır. Uçar ve ark., (2017) ve Uçar ve ark., (2017) benzer şekilde uygulanacak su miktarının ve sulama aralığının gül ve karanfil bitkisinde verim ve kalite parametrelerine etkili olduğunu; bu etkinin azot uygulama değişimlerine göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. İyi bir sulama yönetiminin yanısıra drenaj etkinliğinde süreklilik sağlanarak destek verilmelidir. Bu süreçte toprak verimlilik ve tuzluluk analizlerinin yapılması çözüm için öncelik taşımaktadır. Özellikle toprağın birçok fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkileyen pH dengesinin sağlanması için sulama ve gübreleme uygulamalarının olumsuz etkileri dikkate alınmalıdır. Gerekli durumlarda düzenleyici olarak kireçleme ve diğer ıslah uygulamaları yapılmalıdır. Sonuç olarak saksı toprağı verimliliğinin devamı ve olumsuz koşulların önlenmesi için; başlangıçta uygun bir toprak hazırlığı, devamında gözlem ve planlı gübreleme, sulama-drenaj uygulamaları ve son olarak ise ihtiyaca göre ıslah maddelerinin kullanılması çözüm olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma VIII. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi'nde poster bildiri olarak sunulmuştur.

Kaynaklar

- Akalan, İ. (1987). Toprak Bilgisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders notları:1086, Ankara
- Alam, S. M., Naqvi, S. S. M., & Ansari, R. (1999). Impact of soil pH on nutrient uptake by crop plants. Handbook of plant and crop stress, 2, 51-60.
- Ayers, R. S., & Westcot, D. E. W. (1985). Water. Quality for Agriculture, FAO.
- Ayyıldız M. (1993). Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları:1196, Ankara.
- Blum, W. E., Schad, P., & Nortcliff, S. (2017). Essentials of Soil Science: soil formation, functions, use and classification (World Reference Base, WRB). Gebr. Borntraeger Science Publishers.
- Boyacı, S., Ertugrul, O., Ertuğrul, G. Ö., & Gökalp, D. D. (2023). Kırşehir ilinde seralarda kullanılan sulama sularının kalite parametrelerinin belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 26(5), 1178-1185.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2002). The nature and properties of soils. 13th edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. Miller ve Gardiner.
- Braschi, I., Ciavatta, C., Giovannini, C., & Gessa, C. E. (2003). Combined effect of water and organic matter on phosphorus availability in calcareous soils. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 67, 67-74.
- Carvalho, I., Brito, A., Matos, K., & Jesus, M. (2019). Actual and relative soil air permeability as soil physical quality index. Journal of Agricultural Science. 11. 1. 10.5539/jas.v11n14p1.
- Cassaniti, C., Romano, D., Flowers, T. (2012). The response of ornamental plants to saline irrigation water. 10.5772/31787.
- Daniel, K. (2018). Common Abiotic Problems of Ornamentals: Soil pH Effects on Fertility. Purdue Landscape Report. 18-(14).
- Davoudi, M., & Bayat, H. (2024). Salinity tolerance of five ornamental species from the Asteraceae family in seed germination and early seedling growth stages. Journal of Horticulture and Postharvest Research, 7(Issue 1), 31-44. doi: 10.22077/jhpr.2024.6778.1332
- Deepika, & Haritash, A. K. (2023). Cadmium uptake from soil by ornamental metallophytes: a meta-analytical approach. Environmental Management, 71(5), 1087-1097.
- Demir, Y., & Demir, A. D. (2021). Türkiye’de organik tarım ve agro-ekolojik gelişmeler. Cahpter 18-Organik tarım uygulamalarında toprak ve su yönetimi. Publisher: Iksad Publications.

- Demir A. D., & Demir, Y. (2024). Ziraat Alanında Yapılmış Bazı Bilimsel Araştırmalar. Chapter 4 Büyük Sulama Projelerinde Toprak Tuzluluğu Sorunu: GAP Bölgesi Örneği. Publisher: Gece Publications. pp 93-110.
- Dupré, C., Wessberg, C., & Diekmann, M. (2002). Species richness in deciduous forests: effects of species pools and environmental variables. *J Veg Sci* 13(4):505–516.
- Ergene, A. (1982). Toprak Biliminin Esasları, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yayınları, Yayın, 289.
- Ergene, A. (1995). Toprak Biliminin Esasları (Genişletilmiş 5. Baskı). Atatürk Üniversitesi Yayın, (586).
- Fernández, F. G., & Hoef, R. G. (2009). Managing soil pH and crop nutrients. *Illinois Agronomy Handbook*, 24, 91-112.
- Foth, H. D. (1991). *Fundamentals of soil science* (No. Ed. 8, pp. xv+-360).
- Garcia-Caparrós, P., & Lao, M. T. (2018). The effects of salt stress on ornamental plants and integrative cultivation practices. *Scientia horticultrae*, 240, 430-439.
- Gould, W. A., & Walker, M. D. (1999). Plant communities and landscape diversity along a Canadian Arctic River. *J Veg Sci* 10:537–548.
- Hasanuzzaman, M., & Fujita, M. (2022). Plant responses and tolerance to salt stress: physiological and molecular interventions. *International Journal of Molecular Sciences*. 23. 4810. 10.3390/ijms23094810.
- Isayenkova, S. V. (2012). Physiological and molecular aspects of salt stress in plants. *Cytology and Genetics*, 46(5): 302-318.
- Johnson, C. (2002). Cation exchange properties of acid forest soils of the northeastern USA. *Eur J Soil Sci* 53:271–282
- Karaman, M. R., Brohi, A. R., Müftüoğlu, N. M., Öztaş, T., & Zengin, M. (2007). Sürdürülebilir toprak verimliliği. *Koyulhisar Ziraat Odası Kültür Yayınları*, 1, 159-161.
- Kelly, S. L., Crouse, K. (2016). *Soil pH for Landscape Plants*. Soil pH for Landscape Plants. Publication 2571 (POD-02-16)
- Korkmaz, K., İbrikçi, H. (2010). Kireçli topraklarda fosfor dinamiğinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(1), 44-52.
- Küçükahmetler, O. (2002). "The effects of salinity on yield and quality of ornamental plants and cut flowers". ed. U. Aksoy vd., *Proceedings of the International Symposium on Techniques to Control Salination for Horticultural Productivity*, 573, 407-414.
- Larcher, W. (2003). *Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups*. Springer, Berlin

- Le Mer, J., & Roger, P. (2001). Production, oxidation, emission, and consumption of methane by soils: A review. *European Journal of Soil Biology*, 37(1), 25-50.
- Marschner, H., (1995). *Mineral nutrition of higher plants*, 2nd edn. Academic Press, Boston
- Miller, R. W., & Gardiner., D. T. (1998). *Soil in our environment*. 8th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Miyamoto, S., Martinez, I., Padilla, M., Portillo, A., & Ornelas, D. (2004). Landscape plant lists for salt tolerance assessment. USDI Bureau of Reclamation, Texas Agricultural ExperimentStation, El Paso.
- Munns, R. (2011). Plant adaptations to salt and water stress: Differences and commonalities. *Adv. Bot. Res.*,57, 1–32.
- Munns, R., &Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Ann. Rev. Plant Biol.*, 59, 651–681.
- Pausas, J. G., & Austin, M. P. (2001). Patterns of plant species richness in relation to different environments: an appraisal. *J Veg Sci* 12:153–166.
- Pego, R. G., Fiorini, C. V. A., Machado, A. F. L., &Gomes, M. V. S. (2019)Vigor of zinnia seedlings produced in alternative substrate in trays with different cell size, *Ornamental Horticulture*. 25(4), 417-424
- Roig, A., Lax, A., Cegarra, J. Costa, F., & Hernandez. M. T. (1988). Cation exchange capacity as a parameter for measuring the humification degree of manures. *Soil Sci*.146 (5):311-316.
- Santos, M. A., Reis, N. C., & Silva, J. F. (2012). Hydrogen sulfide: Environmental impacts and remediation techniques. *Environmental Engineering Science*, 29(5), 343-349.
- Singh, V. K., Singh, Y., & Kumar, P. (2012). Diseases of ornamental plants and their management. Eco-friendly innovative approaches in plant disease management, 543-572.
- Shen, J. B., Yuan, L. X., Zhang, J. L., Li, H. G., Bai, Z. H., Chen, X. P., Zhang, W. F. & Zhang, F. S. (2011). Phosphorus Dynamics: From Soil to Plant. *Plant Physiology*, 156, 997-1005.
- Slessarev, E. W., Lin, Y., Bingham, N. L., Johnson, J. E., Dai, Y., Schimel, J. P., & Chadwick, O. A. (2016). Water balance creates a threshold in soil pH at the global scale. *Nature*, 540(7634), 567-569.
- Symonds, W. L., Campbell, L. C., & Clemens, J. (2001). Response of ornamental Eucalyptus from acidic and alkaline habitats to potting medium pH. *Scientia Horticulturae*, 88(2), 121-131.
- Tyler, G. (1999). Plant distribution and soil-plant interactions on shallow soils. *Acta Phytogeogr Suec* 84:21–32

- Ucar, Y., Kazaz, S., Eraslan, F., & Baydar, H. (2017). Effects of different irrigation water and nitrogen levels on the water use, rose flower yield and oil yield of *Rosa damascena*. *Agricultural Water Management*, 182, 94-102.
- Ucar, Y., Kazaz, S., Askin, M. A., Aydinsakir, K., Kadayifci, A., & Senyigit, U. (2011). Determination of irrigation water amount and interval for carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) with pan evaporation method. *Hortscience*, 46(1), 102-107.
- Ünlükara, A., & Öztürk, Y. Ç. A. (2008). Farklı Yıkama Oranlarında Sulama Uygulamalarının Fasulyenin (*Phaseolus vulgaris*) Gelişimine ve Besin Maddesi İçeriğine Etkisi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 2008(2), 51-60.
- Yakupoğlu, T., Öztürk, E., Özdemir, N., & Özkaptan, S. (2010). Asit topraklarda düzenleyici uygulamaları mısır bitkisi mikro element içeriğine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2), 100-105.
- Yurtseven, E. (2024). Toksikite problemleri ve giderilmesi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders notu.
- Zelm., E., Zhang., Y., & Christa T. (2020). Salt tolerance mechanisms of plant . *Annu Rev. Plant Biol.* 2020. 71:403–33.
- Zhao, S., Zhang, Q., Liu, M., Zhou, H., Ma, C., & Wang, P. (2021). Regulation of plant responses to salt stress. *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22, 4609.