

## ERZURUM'DA KÜLTÜREL ÇEVRENİN GÜZELLEŞTİRİLMESİNDE KULLANILABİLECEK SÜS AĞAÇ VE AĞAÇCIKLARIN YETİŞTİRİLMESİ

Kamuran GÜÇLÜ (1)

**ÖZET :** *Gelişmiş ülkelerde teknolojik gelişmeler birbirini izlerken, ekonomik sosyal ve kültürel yaşam standardı artmakta ve refah seviyesi yükselmektedir.*

*Erzurum Doğu Anadolu Bölgesinin en büyük ve gelişmiş şehirlerinden biridir. Kamu kurum ve kuruluşlarının bölge müdürlükleri Erzurum'da bulunmaktadır. İlk imar planı yapılan iller arasında yer alan Erzurum kenti planlı ve programlı gelişme sürecindedir. Kentin güzellik unsurlarından olan süs ağaç ve ağaçcıkların sayısı son derece sınırlıdır. Yeterli sayıda süs ağacının yetişmesi durumunda, Erzurum bölgenin en modern görünümlü şehirleri arasında yer alacaktır.*

*Soğuk bölgelerde süs ağaç ve ağaçcıklarının yetişmesinde birçok faktör etkilidir. Arazinin morfolojik yapısı ile karasal iklimin etkisi, bitki yetişmesini sınırlayan en önemli etmendir. Yüksek rakımlı alanlarda odunsu bitkiler yetiştirilirken, ekolojik koşulların yanısıra ekonomik faktörler de göz önüne alınmakta ve odunsu süs bitkilerinin yetiştiriciliği arzulanmaktadır.*

*Erzurum 2000 metrede kurulmuş, dünyanın sayılı büyük yerleşim merkezlerinden biri olup, doğal orman üst sınırındadır. Bu nedenle ağaçlandırma çalışmaları büyük önem arzeder. Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü ağaçlandırma çalışmalarına önem vermesine rağmen arzulan sonuca ulaşamamıştır. Kent merkezinde bulunan kamu kuruluşları ile park ve rekreasyon alanlarında bulunan ağaç çeşitleri son derece sınırlıdır.*

*Atatürk Üniversitesinde yapılan birçok araştırmada ekolojik faktörlerin meydana getirdiği olumsuzluklar ortaya çıkarılmış ve yörede yetişebilecek bitkiler tesbit edilmeye çalışılmıştır. Araştırmalar devam ettikçe yörede yetişebilen süs ağaç ve ağaçcık sayısının artacağı tahmin edilmektedir. Erzurum'da süs ağaçlarına olan talep her geçen gün artış gösterdiğinden, ağaçlandırma çalışmalarına ve araştırmalara hız verilmektedir.*

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Erzurum.

## Erzurum'da En Düşük Sıcaklıklar

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sıcaklık	-30.1	-27.5	-24.8	-18.5	-6.4	-3.2	-1.0	-1.2	-3.8	-12.0	-25.6	-28.0
Yılları	13/40.	3/47.	5/33.	8/33.	4/33.	5/67.	4/57.	28/41.	30/26.	23/41.	28/67.	24/53

Aralık, ocak ve şubat aylarında bazı günlerde günlük ortalama sıcaklık -9 ila +4.0 °C arasında değişir. Havanın açık olduğu günlerde güneşin batmasıyla sıcaklık değişimi ani olmaktadır. Bu da havanın çok değişken olduğunun bir belirtisidir, süs ağaç ve ağaçcıklarının yetiştirilmesinde bitkilerin soğuğa dayanmada sıcaklığın yavaş ya da ani değişimi önemli bir etkidir. Sıcaklığın yavaş yavaş düşmesi durumunda bitki hücrelerinde buz kristalleri -40 °C'ye kadar meydana gelmez. Hızlı sıcaklık düşmesinde ise hücre içerisinde buz kristalleri oluşur. Geriye kalan sıvıdaki tuzun konsantrasyonu yükseldiğinde hücre içerisinde kristaller stoplazmik yapıyı mekanik olarak parçalar. Yine aynı şekilde çözülmenin ani oluşu, havanın lodosa dönüşü olumsuz şekilde etkiler. Minimum soğukları ılık bir lodosun takip etmesi durumunda soğuk zararları aniden etkili olur. Erzurum'da en düşük sıcaklık -30.1 °C olarak bilinmesine rağmen yapmış olduğum gözlemler sonucu bunun çok daha düşük derecelerde olduğu tarafımdan tesbit edilmiştir.

Bitki yetiştiriciliğinde çevre faktörlerinden biri de ışık miktarıdır. Işığın miktarı ağacın gövde ve tepesinin şekillenmesinde etkili olur. Yükseklerle çıktıkça ışığın olumsuz etkisi artar. 1800 m yükseklikte bulunan bitkiler, güneşten Dünyaya gelen ışığın % 75'ini kullanır. Yüksekliğin daha fazla olduğu yerlerde ışığın olumsuz etkisi bariz bir şekilde görülür.

Süs ağaç ve ağaçcıklarının yetiştirilmesinde yağış miktarı önemlidir. İlkbahar ve sonbahar aylarında yağışın bir kısmı yağmur olarak düşerken, büyük bir bölümü de kar şeklindedir. 2000 m yükseklikte yağışın % 50'si kar şeklinde düşerken, daha yüksek alanlarda bu oran % 50'den fazladır. Bu nedenle yağmur olarak düşen yağışın azlığı, yaz aylarında belirgin olarak ortaya çıkar. Kuraklığın hakim olduğu yaz mevsiminde toplam yağış miktarı kafi gelmemesi yanında yağışların ilkbahar ve sonbaharda toplanması sonucu yaz kuraklığı meydana gelir. Böylece ağaçlar yaz aylarında ilave sulanmaya ihtiyaç duyarlar.

Erzurum'da potansiyel buharlaşma oldukça önemlidir. Kışın bile sıfır derecenin altında buharlaşma en yüksek seviyeye yani 211.9 mm'ye yükselir. Kışın donlu geçmesine rağmen, buharlaşma meydana gelir. Haziran-ekim aylarında

potansiyel buharlaşma fazladır. Ortalama buharlaşma miktarı olan 1059 mm'nin % 80'i bu devrede meydana gelir. Buharlaşmanın artmasında rol oynayan en önemli etkenler sıcaklığın yanında havanın rüzgarlı oluşu ve rakımın yüksekliğidir.

Bitki yetiştiriciliğinde diğer önemli unsurlardan biri de nemdir. Sıcaklığın nisbi nem üzerinde belirgin şekilde etkisi vardır. Sıcaklığın artışı ile nem oranı düşer. Özellikle ağustos ve eylül aylarında en düşük nisbi nem % 2 ve % 1'i bulmaktadır. Bu nedenle bitkilerin sulanma ihtiyacı çok belirgin şekilde ortaya çıkar. Sulamanın yapılmadığı alanlarda kurakcıl bitkiler devreye girer. *Artemisia*, *Astragalus*, *Silene* ve *Xeranthemum* bunların en önemli temsilcileridir. Erzurum ve yakın çevresinde ilkbahardan itibaren yaz aylarında oldukça şiddetli sayılacak kuraklığın ortaya çıkması ve aralık-mart ayları arasındaki şiddetli soğukların hüküm sürmesi ağaçların yetişmesini engelleyerek kserofit karakterdeki step vejetasyonunun gelişmesine imkan verir.

Odunsu bitkilerin gelişmesinde, çap ve gövde oluşturmasında ortam sıcaklığının büyük etkisi vardır. Genel olarak  $\pm 10$  °C sıcaklığın ilkbaharda başlayıp sonbaharda  $\pm 10$  °C'ye düşüncüye kadar geçen zaman ağaçların vejetatif ve generatif gelişmesinde çok önemli olduğundan, vejetasyon periyodu olarak kabul edilir. Bu devre Erzurum'da oldukça sınırlı olup sadece beş aydır.

Ekvator'dan kutuplara ve deniz seviyesinden dağlara doğru yükseldikçe ortalama sıcaklık düştüğünden vejetasyon periyodu kısalmır. Erzurum 40. paralelde 2000 metre yükseklikte orman üst sınırında bulunmaktadır. Morfolojik yapısı nedeniyle ağaç yetiştirilmesi ayrı bir öneme sahiptir. Yetiştirilen materyal süs ağacı olduğunda koşullar daha belirgin olarak ortaya çıkmakta ve ağacın dayanıklılığı azalmaktadır. Ancak, kültürel bakım tedbirlerine özen gösterilmesiyle bitkilerin yaşama şansı artmaktadır.

Süs ağaçlarının yetiştiriciliğinde etkili olan birçok faktör vardır. Faktörlerin bitkiler üzerine yaptığı etkiler birbirinden kolaylıkla ayrılmaz. Bunlar kendi aralarında bir bütünlük gösterir. Faktörlerden herhangi birinin bulunmaması, eksik ya da fazlalığı diğer faktörlerin etkisini temelde değiştirebilme özelliğindedir. Bu nedenle faktörler birbirlerinden bağımsız olarak düşünülemez.

Erzurum'da doğal bir bitki örtüsü son derece zayıftır. Yöre genelde çıplak olup, ağaç ve çalı gruplarına nadiren rastlanır. Vadilerde ve su kıyılarında *Hippophae rhamnoides*, *Tamarix tetrandra* ve *Salix spp'*lere rastlanır. İlkbaharda kar kalktıktan sonra kırsal alanlar doğal olarak yetişen çiçeklerle kaplanır. Çayır alanları geniş yer tutar. Dağların yayvan tepelerinde çok seyrek olarak *Pinus sylvestris'*lere rastlanır.

Tarihi devirlerde Erzurum'un daha yeşil olduğu bilinmektedir. Evliya Çelebi

eserinde Erzurum'da gül bağlarının fazla sayıda olduğunu belirtmektedir:

Atatürk Üniversitesinde yapılan araştırma ve adaptasyon çalışmaları sonucunda Erzurum'da yetişebilen süs ağaç ve ağaçcıkları tesbit edilerek bir liste oluşturulmuştur. Çalışmaların yeterli olduğunu söylemek mümkün değildir. Kültürel çevrenin güzelleştirilmesinde kullanılmaya değer çok sayıda bitkinin yetişeceği inancı mevcuttur. Bu nedenle çalışmalara teşvik edilerek Erzurum ve yakın illerde kültürel alanların çevreleri süs bitkileri ile dekore edilmelidir. Çevremizin güzelleşmesi ve korunmasında, ağaç sevgisinin yaygınlaşmasında süs bitkileri kullanılarak estetik anlayışın gelişmesinde katkıda bulunulmalıdır.

### **Erzurum'da Peyzaj Planlamada Kullanılan Bitkiler**

#### **Ağaç ve Ağaçcıklar**

*Pinus sylvestris*

*Acer negunda*

*Aesculus hippocastanum*

*Amygdalus communis*

*Betula verrucosa*

*Elaeagnus angustifolia*

*Fraxinus excelsior*

*Fraxinus americana*

*Hippophae rhamnoides*

*Malus communis*

*Malus floribunda atropurpurea*

*Populus alba*

*Populus balsamifera*

*Populus canadensis*

*Populus nigra*

*Prunus sinensis var. flore alba pleno*

*Prunus cerasus*

*Pirus communis*

*Robinia pseudoacacia*

*Salix alba vitellina pendula*

*Syringa vulgaris*

*Sorbus aucuparia*

*Tamarix tetrandia*

*Ulmus glabra*

## **Çalılar**

*Cornus alba*

*Crataegus monogyna*

*Forsythia intermedia*

*Lonicera tatarica*

*Philadelphus grandiflorus*

*Ribes aureum*

*Ribes petraeum*

*Rosa canina*

*Sambucus nigra*

*Spiraea vanhouttei*

## **Gelişip Büyümeyen Ancak Tamamen Yok Olmayan Türler**

*Picea abies*

*Pinus nigra*

*Juniperus sabina*

*Thuja orientalis*

*Acer pseudoplatanus*

*Acer platanoides*

*Buddleia davidii*

*Laburnum vulgare*

*Rosa polyantha*

*Quercus rubra*

*Mohonia aquifolium*

*Tilia argantha*

*Wisteria sinensis*

## **KAYNAKLAR**

Anonymous, 1974. Meteoroloji Bülteni

Çelebi, E., Seyahatname Cilt II.

Davis, P.H., 1956-1985. Flora of Turkey and the Aegean Island. University Press of  
Edinburg.

Giese, A.C., 1968. Cell Physiology Third ed. London.

Canlı dokudaki mikro besin elementlerinin optimum biyolojik gücü, genellikle mikro besin elementi konsantrasyonunun belli bir konsantrasyon aralığında meydana gelir. Toprak yönetimi ve gübrelemede önemli bir amaç, iz elementlerin topraktan bitkiye, bitkiden hayvana ve insana taşınma mekanizması konusunda daha iyi bir denetim sağlamaktır. Bu tür kontroller, gıda ya da gıda ürünlerindeki mikro besin elementleri konsantrasyonunun artış ya da azalışlarını gerektirebilir. Mikro besin elementi etkileşimlerini araştırmanın ve değerlendirmenin önemli bir nedeni de, bitkilerdeki mikro besin elementi konsantrasyonu üzerinde denetim sağlayarak, tarımsal uygulamaları geliştirmektir (Allaway, 1968).

## **ETKİLEŞİMLERİN MEKANİZMALARI**

### **Tanım**

Etkileşim (i) bitki büyümesi ile ilgili bir elementin diğeri üzerine iki taraflı veya karşılıklı etkisi olarak tanımlanabilir. (ii) Uygulanan ikinci bir elementin değişik seviyelerine bağlı olarak kombinasyon halinde bir diğere elemente farklı tepkisi olarak tanımlanabilir. Yani iki elementten yalnızca biri değil ikisi birlikte ilave bir etki yaratır. Örneğin P ya da Zn uygulandığında, bir verim tepkisi ölçülebilir. Ancak bireysel tepkilerin toplamı, ikisi birlikte uygulandığındaki tepkiden, önemli ölçüde daha az olabilir.

### **Etkileşim Çeşitleri**

Etkileşimler daha iyi bitki büyümesi ve daha sağlıklı bitki gelişmesine neden olabilirler. Örneğin, asit toprakta zayıf bir şekilde büyüyen bir baklagil bitkisi, toprak kireçlendikten sonra normal olarak büyüyebilir. Kireçlemenin yararlı besin elementleri üzerinde daha başka faydalı etkileri olabilmesine karşın kireçli toprakta yararlı Mo'deki artış daha iyi büyümenin nedeni olabilir.

Toprağa P gübresinin uygulanması halinde etkileşimler, bitki büyümesini artırabilirler. Ama bitkiler büyümenin son aşamasında Zn yönünden noksanlık gösterebilirler. Böyle durumlarda kültür bitkisi tarafından Zn alımı genellikle artar, ama bitkide Zn konsantrasyonu noksanlık düzeyinde azalır. Bitkide Zn noksanlığı meyve ya da dane verimini azaltabilir. Bir bitki, yararlı besin elementini başka bir besin elementinin normal metabolik işlevini engelleyecek kadar aşırı veya zehirli düzeyde aldığı zaman, bitkide etkileşimler artabilir. Örneğin, bir bitki tarafından aşırı Zn alımı, Fe'nin metabolik işlevini alt üst eder ve bitkide Fe normal konsantrasyonda olsa bile, bitki Fe klorozundan zarar görür.

Donald (1963), etkileşim çalışmalarında sebep-sonuç ilişkilerini belirlemek sorununa dikkat çekmiştir. Bir araştırma, bitki büyümesi konusunda iki besin elementinin etkileşimini göstermek için planlanabilir. Ancak bu tür araştırmalar, ışığa rekabet konusunda, genellikle bu besin elementlerinin etkisini hesaba katmaz.

## MİKRO BESİN ELEMENTLERİ ARASI ETKİLEŞİMLER

### Çinko - Demir

Fe'in bitkilerdeki metabolik fonksiyonu, bazı mekanizmalarla Zn'nun sağlanmasıyla ilişkilidir. Örneğin, Rosell ve Ulrich (1964) düşük Zn durumlarında şeker pancarı yapraklarında 917 ppm Fe olduğunu bildirmişlerdir. O ppm'den 12 ppm'e kadar uygulanan Zn yapraklardaki Fe'i 94 ppm'e düşürmüştür. Watanabe ve ark. (1965) mısırın Fe düzeyi FeEDDHA olarak 40  $\mu$ M iken Zn düzeyi 0.75 mM'dan 2.25  $\mu$ M'a çıkarıldığında mısır veriminin 2 kat azaldığını ortaya koymuşlardır. Besin çözeltisinde yetiştirilen bitkiler bu yüksek Zn düzeyinde tüm P düzeylerinde Fe klorozu göstermişlerdir. Ancak Fe düzeyi 80  $\mu$ M'a artıldığında noksanlık belirtileri ortadan kalkmıştır. Mısır bitkisinin Fe konsantrasyonu ve alımı Zn tarafından azaltılmamıştır. Bu veriler uygun bir besin elementi dengesinin iyi bir bitki gelişmesi için gerekli olduğunu gösterir ama Fe ve Zn arasındaki etkileşim mekanizmasının ne ile ilgili olduğunu göstermez. Eğer alım sürecinde Fe<sup>2+</sup> oluşursa, Zn<sup>2+</sup>, kilyet yapıcı maddeler ve diğer tepkimeler için Fe<sup>2+</sup> ile rekabete girebilir. Fakat Zn<sup>2+</sup>'nin Fe<sup>3+</sup> - sitrat ile rekabete girmesi olası değildir.

Amber ve Brown (1969), 2 fasulye çeşidinin Zn noksanlığına farklı hassasiyet durumunu test etmişlerdir. "Salinac" çeşidi Zn noksanlığına "Saginaw" çeşidinden daha hassas bulunmuştur. Zn noksanlığı gösteren topraklarda artan düzeylerde Zn uygulanarak 2 bitki çeşidi yetiştirilmiştir. Zn noksanlık belirtileri altındaki varyetelerin Fe ve P alımının denetimine bağlı olarak, farklı bir şekilde Zn noksanlık belirtileri gösterdiklerini gözlemişlerdir.

Warnock (1970), mısırdaki P'un yol açtığı Zn noksanlığı ile Fe ve Mn'in bitkideki hareket ve konsantrasyonları arasında bir ilişki belirlemiştir. Fe konsantrasyonları Zn noksanlığı gösteren mısır bitkisinin yaprak ve gövdelerinde yüksek bulunmuştur. Mn aynı şekilde fakat daha az etkilenmiştir. Fe ve Mn'in nispi hareketliliği, Zn hareketliliği ile ters orantılı bulunmuştur.

Lingle ve ark. (1963), Zn'nun Mn, Cu, Ca, Mg ve K'a kıyasla FeEDDHA olarak Fe absorpsiyonunu ve Fe'in HA soya bitkilerinin taçlara taşınmasını daha çok engellediğini ortaya koymuşlardır. HA soya bitkileri tarafından Fe alımı ve taşınımı

üzerine Zn'nun önemli etkisi Tablo 1'deki verilerle gösterilmiştir.  $5 \times 10^{-8}$  M Fe içeren besin çözeltisinde yapılan bir denemede Zn, Fe alımını % 15'e yakın azaltmıştır. Bununla birlikte  $Fe^{3+}$ 'nin  $Fe^{2+}$ 'ya indirgenmesi Zn'dan etkilenmemiştir. 14 bitki türü ile yapılan bir çalışmada Brown ve Tiffin (1962) ilave edilen Zn'nun darı ve mısırdaki

Tablo 1. Besin Çözeltisinde Zn Konsantrasyonu Tarafından Etkilenmiş Sararan Hawkeye Soya Bitkilerinde  $^{59}Fe$  ve  $^{65}Zn$  Konsantrasyonları (Lingle ve ark., 1963).

ZnSO <sub>4</sub> *	İzotop alımı			
	$^{59}Fe$		$^{65}Zn$	
	Kök	Taç	Kök	Taç
M x 10 <sup>-6</sup>	sayım/sn.g			
0	9.890	5.235	-	-
0.5	8.260	2.100	467	31
1.0	6.535	790	1.147	50
5.0	1.820	15	5.952	35

\* Besin çözeltisindeki Fe,  $2 \times 10^{-6}$  M FeEDDHA. Absorpsiyon süresi 10 saat.

Fe klorozuna neden olduğunu ama diğerlerinde böyle bir etkiye rastlanmadığını ortaya koymuşlardır. İlave edilen P hem Fe hem de Zn noksanlıklarını artırmıştır.

Jackson, Hay ve Moore (1967), tatlı mısırın P ihtiyaçları giderildiği zaman, Zn noksanlığının egemen olduğunu ve bitkilemi çok yüksek düzeylerde Fe içerdiklerini ortaya koymuşlardır. Zn ilavesi büyümeyi artırmış ve bitki Fe konsantrasyonunda önemli bir azalmaya yol açmıştır. P ve pH gibi büyümeyi sınırlandıran diğer bazı etkenler mevcut olduğunda bitkideki Fe düzeyleri olağandışı bir yükselme göstermiş ve Zn uygulaması Fe içeriğini çok az etkilemiştir.

### Demir-Mangan

Sararma gösteren bitkiler, fazla miktarlarda yarayışlı Mn içeren asidik topraklarda da gözlenmiştir (Somers & Shive, 1942). Sararma, Fe püskürtülerek düzeltilmiştir. Yüksek Mn konsantrasyonları içeren besin çözeltisinde Fe noksanlığı nedeniyle tipik sararma gösteren soya bitkileri yetiştirilmiştir. Bu sonuçlar Fe ve Mn'in metabolik fonksiyonlar yönünden birbirleri ile ilgili olduğunu ve bu bağlantıda birinin etkililiğinin diğerinin oransal varlığı tarafından etkilendiğini göstermiştir. Hanger (1965) kırmızı üçgülde yüksek Mn konsantrasyonlarının benzer bir etkisini



gözlemiştir. Bitkilerin bodur büyümesi ve uç kısımlardaki sararmalar besin çözeltisinin Fe konsantrasyonu artırılarak önlenmiştir. Grasmanis ve Leeper (1966) elma bitkisi yapraklarında zehir Mn düzeylerini, ağaca Fe sitrat sırtına ederek ya da toprağı FeEDTA uygulayarak 100 ppm'den 35 ppm'e indirmişlerdir. Yukarıdakinin tersine Wallihan ve Miller (1968) 2 yaşındaki avokado ağaçlarına, ağaç başı 50 ya da 100 g FeEDDHA uygulayarak bitkide Mn noksanlık belirtilerinin görülmesine neden olmuşlardır.

Epstein ve Stout (1951) Mn'in bitki köklerinden sürgünlere Fe taşınmasını engellediğini önermişlerdir. Bitki kökleri tarafından Fe absorpsiyonu kil süspansiyonunda Mn konsantrasyonunun artması ile artmıştır.

Knezek ve Greinert (1971) pH'sı 6.5 olan ve Mn noksanlığı gösteren Houghton makına (muck) inorganik ve kileyleşmiş Fe ve Mn formları uygulamışlardır. FeEDTA, MnEDTA ya da her ikisinin uygulanması, büyümeyi ve Mn alamını azaltmış ve fasulyede (*Phaseolus vulgaris*) Fe : Mn oranını artırmıştır. MnEDTA ya da FeEDTA uygulaması Mn noksanlık belirtilerini gözle görülür derecede keskinleştirmiştir. Araştırmacıların verileri MnEDTA'daki Mn'in Fe tarafından yerini hızla değiştirdiğini ve serbestlenmiş Mn'in inorganik toprakta organik bir kompleks olarak inaktive edildiğini göstermiştir. Organik toprağa MnSO<sub>4</sub> uygulaması bitkilerin Mn noksanlığını düzeltmiştir.

### **Demir-Molibden**

Fe-Mo etkileşimleri genellikle Mn düzeyleri değişen bitkilerde gözlenmiş olup her nedense sonuçlar çok az değişken olmuştur. Gerloff, Stout ve Jones (1959) Mo ve Mn'in domates bitkisinde Fe yarayırlılığını etkilemeye yetenekli olduklarını ortaya koymuşlardır. Besin kültürü çözeltisinde Mo 0.067 ppm'den 6.70 ppm'e kadar artırıldığında domates verimi 3.28 g'dan 0.39 g'a düşmüştür. Bitki tacında Fe içeriğı yaklaşık 30 ppm'de sabit kalmasına rağmen verimdeki bu azalmalar Fe klorozundaki artış ile ilişkili olmuştur. Araştırmacılar bitki köklerinde Fe molibdat bileşiğinin oluşması nedeniyle, Mo'in Fe noksanlığını artırdığını ileri sürmüşlerdir.

Kirsch, Larward ve Petersen (1963) tarafından besin kültüründe yetiştirilen domates bitkisinde Fe ve Mo arasında belirgin bir etkileşim gözlemiştir. Düşük Fe düzeylerinde Mo uygulandığı zaman verim azalmıştır. Yüksek Fe düzeylerinde Mo uygulaması verimi artırmıştır. Araştırmacılar yalnızca düşük Fe düzeylerinde Mo'in Mn'in neden olduğu Fe sararmasını artırdığını gözlemiştir. Böylece Mo ve Fe'in biri yararlı birer zararlı olmak üzere 2 etkisi önerilmiştir. Mekanizmalar anlaşılamamıştır.

Hanger (1965) aşırı Mo'in kırmızı üçgülde Fe sararmasına neden olduğunu ortaya koymuştur. Besin çözeltilisinde Mo artırıldıkça Fe konsantrasyonunda artırılarak belirtiler yok edilmiş ve normal bitkiler gözlenmiştir. Araştırmacı Mo'in Fe'in metabolik fonksiyonunu engellediğini ileri sürmüştür.

Berry ve Reisenauer (1967) domates bitkisi tacında Fe birikmesinin besin çözeltilisindeki Mo düzeyine bağlı olduğunu göstermiştir. Sınır düzeyde yeterli Mo, Fe alımını artırmış, ama daha yüksek düzeyde, Fe alımını azaltmıştır. Mo yönünden noksan bitkilerde Fe alımı en düşük düzeyde olmuştur. Ca, K ve Mg alımı Mo düzeyi tarafından etkilenmemiştir. Bu etkilenmeme, Fe ve Mo arasında doğrudan bir ilişkinin varlığını önerir durumdadır. Merkezi damardan yaprak kenarlarına ve daha uç kısımlara Fe taşınması Mo noksanlığı gösteren bitkilerde daha az olmuştur.

Şayet bitkide Fe indirgenmesi, Fe taşınmasında rol alırsa o zaman taşınma, Mo noksanlığı gösteren yapraklarda yeterli olmayan bir indirgenme kapasitesi tarafından engellenebilir. Berry ve Reisenauer (1967) Mo düzeyi arttıkça, köklerde daha büyük bir indirgeme kapasitesi belirlemişlerdir. Berry ve Reisenauer (1967) domates kökleri veya yaprakları tarafından daha az Fe alımını açıklamak için yüksek Mo düzeylerinin katı faz bileşiklerinde Fe indirgemelerini engellediğini gösteren veriler sunmuşlardır. Onlar engelleme mekanizmasına katı  $Fe_2O_3$  fazında indirgeyici bileşiklerin  $Fe_2O_3$  yüzeyine ulaşmasını engelleyen Mo absorpsiyonunun neden olduğunu ileri sürmüşlerdir.

### **Bakır-Demir**

Bir besin çözeltilisindeki yüksek Cu ya da Zn konsantrasyonunun turuncgillerde Fe klorozuna neden olacağı görülmüştür (Chapman, Liebig, & Vanselow, 1940). Reuther ve Smith (1953) kum ve toprak kültüründe yüksek Cu'nun turuncgillerde Fe klorozuna neden olduğu gözlemlerini doğrulamışlardır. Spencer (1966) toprağa uygulanan yüksek Cu düzeylerinin turuncgil yapraklarında Fe içeriğini azalttığını göstermiştir. Moore ve ark. (1957) herhangi bir Cu düzeyinde salatalık büyümesinin Fe miktarı tarafından etkilendiğini gözlemişlerdir. Yüksek düzeydeki Cu'nun zehir etkileri Fe ilavesi ile azaltılmış, ama asla yüksek Cu'nun ters etkisi Fe uygulaması ile tümünden ortadan kaldırılamamıştır.

Cheshire, DeKock ve Inkson (1967) Fe ve Cu ile ilgili besin etkileşimlerini Cu noksanlığının Cu'nun kimyasal bir fiksasyondan ziyade, organik maddece zengin topraklarda, çok sık görülmesi ile açıkladığını göstermiştir. Peat topraklarda yetiştirilen yulaf bitkisinde uygulanan Fe, sadece Cu'nun uygulandığı durumlarda Cu alımı ve konsantrasyonunun azaltmıştır. Cu, yulaf bitkisine hem uygulandığı ve hem

de uygulanmadığı yerde Fe konsantrasyonunu azaltmıştır. Cu ve Fe uygulamaları, yulaf ürünüde artışı neden olmuş fakat bu iki elementten hiçbiri ürünü artırmada yalnız başlarına etkili olmamıştır.

### **Bakır-Molibden**

Hayvan beslenmesinde Cu ve Mo arasındaki antagonistik etki bitkilerde bu iki element arasında önemli bir etkileşimi önerir durumdadır (Giordana, koontz, & Rubins, 1966; MacKay, Clipman, & Gupta, 1966). Moore ve ark. (1957)  $\text{NO}_3^-$  içeren besin çözeltilerinde yetiştirilen marul bitkisinde  $\text{CuMo}$ ,  $\text{CuFe}$  ve  $\text{MoFe}$  etkileşimlerinin  $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$  içeren besin çözeltilerinden daha fazla olduğunu gözlemişlerdir. Moore ve ark. (1957) Mo'in bitkilerdeki  $\text{NO}_3^-$  indirgenmesinde rol aldığı için bu etkinin beklenebileceğini önermişlerdir. Giordano ve ark. (1966) Cu'in domates bitkilerindeki enzimatik  $\text{NO}_3^-$  indirgenmesinde Mo'in rolünü engellediğini gösteren kanıt elde etmişlerdir. MacKay ve ark. (1966) 5 farklı bitkiler ile yaptıkları araştırmada Cu ve Mo arasında karşılıklı bir antagonistik etki olduğunu bulmuşlardır. Bir elementin varlığı fazla olduğunda, zehirlilik değerinin uygulanması ile azaltmıştır. Başka bir farklı koşul Cu ve Mo arasında gözlenmiştir. Cu uygulaması ıspanak ve karnabaharda Mo noksanlığını şiddetlendirmiş ve Mo uygulaması havuç, ıspanak ve marulda Cu noksanlığını gözle görülür derecede artırmıştır.

### **Bakır-Çinko**

Yonca ve üçgüldeki Zn noksanlığı bitkilerde Zn konsantrasyonunu düşürmüş ve Cu konsantrasyonunu önemli derecede artırmıştır. (Millikan, 1953). Cu noksanlığı, normal bitkilere göre Cu konsantrasyonunun çok az azalmasına neden olmuş ve Zn konsantrasyonu Cu noksanlığı tarafından etkilenmemiştir. Arpa, Zn noksanlığına yoncadan daha duyarlı olmasına karşın yonca Cu noksanlığına daha duyarlı olmuştur.

Cu ve Zn noksanlığı gösteren bölgelerde, özellikle kaba tekstürlü topraklarda, Zn uygulama oranı dikkatli bir kontrole ihtiyaç duyar. Buğday ve arpada, tavsiye edilenden daha fazla Zn uygulandığında Cu noksanlığına neden olmuştur.

### **Gelecek Araştırma Eğilimleri ve İhtiyaçları**

Bu kaynak derlemesi, besin çözeltilesindeki besin konsantrasyonu ve bitkinin besin konsantrasyonu arasındaki ilişkilerin karmaşık doğasını vurgular. Büyüme; besin elementi sağlama, besin elementi absorpsiyon oranı, fonksiyonel yerlerdeki

besin elementinin dağılımı ve bitkideki besin elementi hareketliliği gibi kendi aralarındaki etkileşimler birçok etkene bağlıdır. Özellikle problemlerin doğasına ve etkileşen etkenler arasındaki ilişkilerin açıklanmasına yönelik önemli ilerlemeler kaydedilmiştir.

Gelecek eğilimler muhtemel moleküler ve hücresele düzeylerdeki mikro besin elementleri arasındaki etkileşimlerle ilgili mekanizmaları aydınlatmaya yönelecektir. Örneğin, bitkide Fe ve Zn'nun metabolik olarak aktif olduğu ve aşırı P konsantrasyonlarının, bu besin elementlerinin maksimum aktivitelelerini engellediği yerleri veya bölgeleri tanımlamaya ihtiyaç vardır. Fe ve Cu için toplam kök, gövde ve yaprak analizleri P ile etkileşimleri yorumlamada muhtemelen yeterli olmayacaktır. Kök yüzeylerinde absorpsiyon süreci, kök ve toprak arasındaki etkileşimlerle bağlantılıdır ve bu ilişki bu konudaki araştırma yaklaşımlarına iyi bir ipucu oluşturacaktır. Muhtemelen  $\text{HCO}_3^-$  iyonunun besin elementi absorpsiyon sürecindeki rolü hakkında kazanılması gereken daha önemli bilgiler vardır.

Bitki tür ve çeşitlerinin Fe ve Zn noksanlıklarına duyarlılıklarının farklı olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla bitki tür ve çeşitleri arasında Fe ve Zn'nun etkileşimlerde ve Fe ve diğer mikrobesein elementleri ile Zn arasında eğilim farklılıklarında rol oynamaktadır. Üniform koşullar altında ya da çevresel etkilere bağlı olarak tür ve çeşit farklılıklarına ilişkin dikkatli çalışmalar yapılmamıştır. Bu tür dikkatli çalışmalar bitkilerin toprak koşullarına göre seçimine ya da bitkinin daha iyi büyümesini sağlayacak değiştirilmiş toprak koşulları yaratılmasına ilişkin ümitleri ortaya koyacaktır.

#### KAYNAKLAR

- Allaway, W.H., 1968. Agronomic Controls Over The Environmental Cycling of Trace Elements. *Advance, Agron.* 20 : 235-274.
- Ambler, J.E., and J.C. Brown, 1969. Cause of Diferential Susceptibility to Zinc Deficiency in Two Varieties of Navy Beans (*Phaseolus vulgaris* L.), *Agron J.* 61:41-43.
- Berry, J. A., and H.M. Reisenauer, 1967. The Influence of Molybdenum on Iron Nutrition of Tomato. *Plant Soil* 27 : 303-313.
- Brown, J.C., and L.O. Tiffin, 1962. Zinc Deficiency and Iron Chlorosis Dependent on The Plant Species and Nutrient - Element Balance in Tulare Clay. *Agron. J.* 54 : 356-358.

- Chapman, H. D., G.F. Leibig, Jr., and A.P. Vanselow, 1940. Some Nutritional Relationships as Revealed by a Study of Mineral Deficiency and Excess Symptoms on Citrus. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 4:196-200.
- Cheshire, M.V., P.C. DeKock, and R.H. E. Inkson, 1967. Factors Affecting The Copper Content of Oats Grown in Peat. *J. Sci. Food Agr.* 18 : 156-160.
- Donald, C. M., 1963. Competition Among Crop and Pasture Plants. *Advance. Agron.* 15 : 1-118.
- Epstein, E., and P.R. Stout, 1951. The Micronutrient Cations Iron, Manganese, Zinc, and Copper; Their Uptake by Plants from the Adsorbed State. *Soil Sci.* 72 : 47-65.
- Gerloff, G. C., P.R. Stout, and L.H.P. Jones, 1959. Molybdenum-Manganese-Iron Antagonism in the Nutrition of Tomato Plants. *Plant Physiol.* 34 : 608-613.
- Giardona, P. M., H.V. Koontz, and E.J. Rubins, 1966. C<sup>14</sup> Distribution in Photosynthate of tomato as Influenced by Substrate Copper and Molybdenum Level and Nitrogen Sources. *Plant. Soil* 24 : 437-446.
- Grasmanis, V.O., and G. W. Leeper, 1966. Toxic Manganese in Near-Neutral Soils. *Plant Soil* 25 : 41-48.
- Hanger, B.C., 1965. The Influence of Iron Upon The Toxicity of Manganese, Molybdenum, Copper, and Boron in Red Clover (*Trifolium paratense* L.). *J Aust. Inst. of Agr. Sci.* 31 : 315-317.
- Jackson, T.L., J. Hay, and D.P. Moore, 1967. The Effect of Zn on Yield and Chemical Composition of Sweet Corn in The Willamette Valley. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 91 : 462-471.
- Kirsch, R.K., M.E. Harward, and R.G. Petersen, 1963. Interrelationships Among Iron, Manganese, and Molybdenum in The Growth and Nutrition of Tomatoes Grown in Culture Solution. *Plant Soil* 12 : 259-275.
- Knezek, B.D., and H. Greinert, 1971. Influence of soil Fe and MnEDTA Interactions Upon The Fe and Mn Nutrition of Bean Plants. *Agron J.* 63 : 617-619.
- Lingle, J.C., L.O. Tiffin, and J.C. Brown, 1963. Iron Uptake-Transport of Soybeans as Influenced By Other Cations. *Plant Physiol.* 38 : 71-76.
- MacKay, D.C., E.W. Chipman, and U.C. Gupta, 1966. Copper and Molybdenum Nutrition of Crops Grown on Acid Sphagnum Peat Soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 30 : 755-759.
- Millikan, C.R., 1953. Relative Effects of Zinc and Copper Deficiencies on Lucerne and Subterranean Clover. *Aust. J. Biol. Sci.* 6 :164-177.

- Moore, D.P., M.E. Harward, D.D. Mason, R.J. Hader, L.Loth, and W.A. Jackson, 1957. An Investigation of Some of The Relationships Between Copper, Iron, and Malybdenum in The Growth and Nutrition of Lettuce ; II. Responce Surfaces of Growth and Accumulations of Cu and Fe. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 21 : 56-74.
- Reuther, W., and P.F. Smith, 1953. Effects of High Copper Content of Sandy Soil on Growth of Citrus Seedlings. Soil Sci. 75 : 219-224.