

## Elma Ağaçları ve Çinko

Kadir UÇGUN 

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Karaman  
kadirucgun@gmail.com

### Öz

Bitkiler için mutlak gerekli bir besin elementi olan çinko, meyve bahçelerinde eksikliğine en sık rastlanan elementlerden birisidir. Bu elementin toprak içerisinde hareket kabiliyeti sınırlı olup onun yarayışlılığını ve bitkiler tarafından alınımını pH, kireç, fosfor, silisyum ve organik madde gibi toprak özellikleri etkilemektedir. Ayrıca bitki bünyesine alınsa bile kök yüzeyinde, yaprak, sürgün ve gövdenin iletim demetlerinde çözünemez çinko fosfat şeklinde çökelmiş olduğundan yarayışlılığı azalır. Elma ağaçlarında ileri derecede eksiklik belirtileri bir yıllık sürgünlerin ucundaki yapraklarda rozetleşme şeklinde kendini gösterir. Eksiklik şiddetinin belirlenmesinde yaprak analizlerinden faydalanılır. Yaprak analiz sonuçları değerlendirilirken özellikle yapraklarda P/Zn arasındaki orana dikkat edilmelidir. Eksiklik belirlenen elma bahçelerinde yeterli performansın elde edilmesi için mutlaka çinko gübrelenmesi yapılmalıdır. Gübrelenmede gerek çinko tuzları gerekse şelatlı çinkolar kullanılmaktadır. Tuz formunda olanlar dormant dönem ve hasat sonrasında kullanıldığı gibi şelat formunda olanlar yeşil aksam oluşuktan sonra uygulanır.

**Anahtar Kelimeler:** Çinko, elma, gübreleme, eksiklik, şelat

## Apple Trees and Zinc

### Abstract

Zinc which is vital for plants is one of the most common nutrient deficiencies in orchards. The mobility of this element in the soil is limited and its availability and absorption by plants are affected soil properties such as pH, lime, phosphorus, silicon and organic matter. Furthermore, even if it is absorbed into the plant structure, its usefulness is reduced because of precipitating in the form of insoluble zinc phosphate in the root surface, leaf, shoot and xylem. Severely deficient symptoms in apple trees manifest themselves as in rosette formation of leaves at the tip of one-year shoot. Leaf analysis is used to determine the level of deficiency. When evaluating leaf analysis results, attention should be paid to the ratio between P/Zn especially in the leaves. Zinc fertilization must be done in order to achieve adequate performance in apple orchards where deficiency is determined. Both zinc salts and chelated zincs are used in fertilization. While those in salt form are used at the dormant period and postharvest, those in the chelate form are applied after vegetation begins.

**Keywords:** Zinc, apple, fertilizing, deficiency, chelate

### 1. Giriş

Dünyanın birçok yerinde elmanın yetişiyor olması çoğu toprak ve iklim tipine uyabilecek özellikte olduğunu gösterir. Dünya elma üretimi yaklaşık 83 139 000 ton olup Türkiye ise 3 000 000 ton ile 3. sırada yer almaktadır (FAO, 2019). Ülkemizde elma üretiminin en çok yapıldığı Isparta (717 400 ton), Karaman (588 400 ton) ve Niğde (429 000 ton) illeri ise toplam üretimin %58'sini oluşturmaktadır (TUİK, 2019).

Genel olarak elma için iyi drene olabilen, hafif asidik-nötr reaksiyonlu (6.5-6.7 pH), tınlı, 45 cm ve daha derin topraklar uygundur (Mitra, 2003). Elma ağaçlarının kökleri genel olarak 1-2 m'de gelişirken, kılcal köklerin büyük bir kısmı 5-80 cm arasında yoğunlaşır (Barden ve Neilsen, 2003). Türkiye topraklarının %80'i pH 7'nin üzerinde olup hafif veya kuvvetli alkali özellik taşımaktadır. Karadeniz ve Marmara Bölgesinin bir bölümü ile diğer

bölgelerdeki bazı lokal bölgeler dışında ülkenin tüm iç ve geçit bölgeleri alkali toprak yapısına sahiptir. Kireç içerikleri açısından Türkiye toprakları incelendiğinde ülke topraklarının yaklaşık %60'ının orta düzeyde, %30'unun ise yüksek miktarda kireç içerdikleri görülmektedir (Güçdemir, 2006). Bu toprak özellikleri diğer mikro elementlerde olduğu gibi çinko (Zn) eksikliğine de neden olmaktadır. Özellikle iç bölgelerde elma ağaçlarında çinko eksikliği yoğun olarak görülmektedir.

Uçgun ve Gezgin (2013), 2 yıllık yaptığı bir çalışmada Isparta ilinde elma ağaçlarının yoğun olarak bulunduğu ilçelerden 150 bahçeden aldığı yaprak örneklerinde 1. yılda örnek alınan bahçelerin %67'sinde az, %27'sinde yeterli, %6'sında fazla olarak tespit edilen Zn seviyeleri, 2. yılda %54'ünde az, %41'inde yeterli, %5'inde fazla olduğunu tespit etmiştir. En çok eksiklik görülen bölgeler sırasıyla Senirkent (%89), Isparta merkez (%67) ve Gelendost (%65) ilçeleri olmuştur. Uçgun ve Gezgin (2012), yukarıda bahsedilen bölgenin toprak özelliklerini de incelemiş ve örnekleme bahçelerinin 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde Zn değerleri 0.16-8.28 ppm arasında değişmiştir. Toprakta olması gereken referans değerlere göre sınıflandırıldığında (Sillanpaae, 1990) Zn değerleri alınan toprakların %1'inde çok az (<0.2 ppm), %11'inde az (0.2-0.5 ppm), %17'sinde orta (0.5-1.0 ppm), %67'sinde yeterli (1-8 ppm), %4'ünde fazla (>8 ppm) düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Örnekleme yapılan alanların 0-30 cm derinliğindeki toprakların büyük çoğunluğunda bitki ihtiyacını karşılayacak düzeyde Zn bulunmuş, fakat yaprak analiz sonuçlarına göre elma bahçelerinin büyük çoğunluğunda Zn eksikliği tespit edilmiştir. Herrera (2001), pH'sı 7.5'den büyük olan kireçli topraklarda Zn, bitkilerin alamayacağı formlara dönüştüğünü bildirmiştir. Aynı bölgenin pH ve kireç değerleri incelendiğinde pH yönünden Gelendost, Isparta Merkez ve Senirkent; kireç yönünden Gelendost ve Senirkent ilçelerinin diğer yerlere göre Zn alımını daha çok sınırlandıracak toprak özelliklerine sahip olduğu görülmüştür.

Sonuçlardan da görüldüğü gibi çinko eksikliği Isparta ilindeki bahçelerde ciddi problemler oluşturmaktadır. Bu problemler Isparta ilinde olduğu gibi tüm iç ve geçit bölgelerinde de bulunmaktadır. Derlenen bu makalede Zn'nun toprakta bulunuş şekilleri, toprakta bitkilere yarayışlı formda bulunan miktarını etkileyen faktörler, bitki fizyolojisindeki rolü, meyve bahçelerinde eksikliğin tespiti edilmesi ve giderilmesi konuları tartışılmıştır.

## 2. Toprakta Zn'nun Bulunuş Şekilleri ve Diğer Toprak Özellikleri ile Arasında Bulunan Etkileşimler

Topraklarda Zn primer mineraller halinde ve toprak komplekslerine bağlanmış şekilde bulunur. Zn kapsayan primer mineraller arasında blende (ZnS), simitsonit (ZnCO<sub>3</sub>), kalamın (Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O), franklinit [Zn(FeO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] ve willemit [Zn<sub>2</sub>(FeO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] yer alır. Topraklarda Zn, suda çözünebilir şekilde, değişebilir şekilde ve bitkiler tarafından yararlanılamaz şekilde bulunur. Normal tarım topraklarında toplam Zn miktarı 10-300 ppm arasında değişir ve genelde toprakların toplam Zn miktarları ile bitkiye yarayışlı miktarları arasındaki ilişki yok denecek düzeydedir (Kacar, 1995). Çinko, Zn<sup>+2</sup>, ZnOH<sup>+</sup> ve ZnCl<sup>+</sup> şeklinde toprağın kil mineralleri ile organik ögeleri tarafından sıkıca adsorbe edilir ve alkalın topraklarda hidroksit, fosfat, karbonat ve silikatlar halinde çöker. Sonuç olarak kireçli, organik (peat) topraklar ve/veya organik madde içeriği düşük ya da yüksek topraklar, toprak havalanması yetersiz olan topraklar ile fosfor (P) ve silisyum (Si) içeriği yüksek olan topraklarda eksikliği beklenir (Stiles, 2004; Hafeez ve ark., 2013). Bitkiler Zn'yi Zn<sup>+2</sup> olarak alırlar. Toprakta hareketliliğinin sınırlı olması ve toprak solüsyonunda konsantrasyonun düşüklüğü nedeniyle Zn, kökler tarafından genellikle kontak yoluyla alınır. Kil yüzeyinde tutulan ZnCl<sup>+</sup> ve Zn(OH)<sup>+</sup> iyonlarından bitkilerin yararlanabilmesi

dereceleri tam olarak bilinmemektedir. Bitkilerin Zn'yu alabilme dereceleri türlere göre büyük oranda değişmektedir. Bitki içinde Zn'nun hareketliliği molibden (Mo), bor (B) ve demir (Fe)'den daha iyi olmakla birlikte düşüktür. Bu yüzden Zn konsantrasyonu yaprak ve gövdelere doğru kökten uzaklaştıkça azalmaktadır (Bergmann, 1992).

Camp ve Fudge (1945), toprağa artan miktarlarda verilen azot (N)'un Zn noksanlığına yol açtığını rapor etmiştir. Toprakta fazla miktarda uygulanan Zn, bitkilerin B (Rajaie ve ark., 2009), bakır (Cu) ve Fe alımını engellemektedir (Aydemir, 1992; Bindraban ve ark., 2015). Alkali tepkimeli topraklarda Zn'nun yarayırlılığının az olması kesin olmamakla beraber çinkohidroksit ( $ZnOH^+$ ) halinde Zn'nun çökmesi şeklinde açıklanmıştır. Udo ve ark. (1970) kireçli alkalın topraklarda Zn'nun toprak kompleksleri ve karbonatlar ile zor çözünen bileşikler oluşturduğunu ve böylece yarayırlılığının azaldığını ileri sürmüşlerdir. Kalbası ve ark. (1976) ise kireçli topraklarda toprağa uygulanan çinko sülfatın ( $ZnSO_4$ ) çinko karbonat ( $ZnCO_3$ ) şeklinde çökeldiğini fakat kireç olmayan ortamlarda amonyum fosfat ile beraber verildiğinde çinko fosfat şeklinde çökeldiğini tespit etmiştir. Toprağın P kapsamı ile Zn'nun yarayırlılığı arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Saeed (1977) yaptığı çalışmada artan P gübrelemesi ile Zn'nun çözürlülüğünün arttığını, topraklarda çinko fosfat şeklinde çözünemez bileşikler halinde çinkonun çökeldiği konusunun açıklanamadığını veya tanımlanamadığını bildirmiştir. Ashraf ve ark. (2008) toprakta Zn adsorpsiyonunun toprakların kil ve kireç içeriklerine göre değiştiğini bildirmiştir. Neilsen ve Neilsen (1994) çoğu topraklarda Zn'nun alınabilirliğinin toprak nem içeriği tarafından etkilendiğini ve aynı şartlarda her gün sulamanın yapıldığı elma ağaçları, aynı miktarda su ile haftada iki kez sulamanın yapıldığı ağaçlarla karşılaştırıldığında yaprak Zn konsantrasyonunun arttığını belirlemişlerdir. Sonuç olarak toprakta Zn'un davranışı karmaşık bir durumdur ve tam olarak anlaşılmamıştır.

### 3. Bitki Bünyesinde Zn'nun Görev ve İşlevleri

Zn bitki, hayvan ve insanların gelişimi için zorunludur. Çeşitli enzimatik reaksiyonlar, metabolik işlemler, oksidasyon-redüksiyon reaksiyonlarında gerekli olduğundan bitki beslemede çok önemlidir. Zn ayrıca N metabolizması, enerji transferi ve protein sentezi için gerek duyulan birçok enzim için zorunlu bir elementtir (Hafeez ve ark., 2013). Zn, nükleik asit sentezinin önemli bir bölümünde rol oynar, RNA üretiminde direk görev almaktadır. Bu yüzden protein sentezini direk olarak etkiler. Zn eksikliği proteinlerin sentezini ve taşınmasını engellemektedir. Bu durum enzim üretimi ve reaksiyonlarını azaltır. Bu yüzden Zn ve N eksikliği arasında benzerlik vardır. Fizyolojik işlemlerin detayları henüz tam olarak açıklanamasa da "triptofan amino asidi sentezini etkilemek yolu ile" Zn bitkilerin oksin metabolizmasında da görev almaktadır (Bergmann, 1992).

Meyve bahçelerinde Zn eksikliği en yaygın görülen besin elementi eksikliklerinden biridir (Stiles, 2004). Birçok bahçede optimum performans elde edilmesinde yaprakta yıllık Zn uygulaması gereklidir. Zn, meyve gözlerinde hormon üretimi üzerine etkili olduğundan "Gelişim" elementi olarak değerlendirilir. Zn eksikliğinde meyve rengi, meyve büyüklüğü, çiçeklenme, meyve tutumu, yaprak ve sürgün gelişiminde azalma ile özellikle ağaçların toprak üstü organları etkilenir. Ağaç içerisinde gelişimi düzenleyen hormonların üretiminde zorunlu bir element olan Zn, meyve tutumunun ve büyümenin düzenlenmesinde, çim borusu gelişiminde ve kalsiyum (Ca) metabolizmasında görev almaktadır (Hoying ve ark., 2004). Ayrıca Zn'nun potasyum (K) ile birlikte çiçeklerin ve ağaçların soğuklara dayanımlarını da etkilediği bildirilmiştir (Schupp ve ark., 2001). Ayrıca Zn, Ca'un ağaç içerisindeki hareketinde etkilidir. Zn bitkideki konsantrasyonları düşük ve genelde 100 ppm'den daha azdır. Meyvelerin çoğu Zn eksikliğine oldukça hassastır. Zn birçok bitki enzim sisteminde co-faktör olarak, bitki hücrelerinde pH

düzenleme dahil birçok bitki biyokimyasal fonksiyonlarda, bitki gövdelerinin devam etmesinde gerekli olan bir indol asetik asit başlangıcı olan triptofan ve RNA sentezinde görev alır (Neilsen ve Neilsen, 1994).

#### 4. Elma Bahçelerinde Çinko Eksikliğinin Belirlenmesi

Elma bahçelerinde Zn eksikliğinin belirlenmesinde öncelikle görsel belirtiler kullanılabilir. Zn bitki içerisinde hareketsiz bir element olduğundan eksiklik belirtileri ilk olarak sürgün uçlarında kendini gösterir (Taiz ve Zaiger, 2007). Zn eksikliği, daha çok kökleri etkiler ve yaşlı kök dokularının ölümüne sebep olur. Meyve ağaçlarının hepsinde Zn noksanlığının tipik belirtisi; daralmış, küçülmüş yapraklar ve rozetleşmedir (Şekil 1). Zn eksikliğinde 1 yaşlı sürgünlerin boğum araları oldukça kısalmış ve zamanla kamçılılaşma ortaya çıkar (Uçgun ve Akgül, 2011). Noksanlık şiddetli değilse sadece yaprakları etkiler. Şiddetli ise sürgün gelişimi tamamen durur. Sürgünlerde meyve tomurcuğu sayısı azalır, hatta tamamen yok olur (Aktaş ve Ateş, 1998).



**Şekil 1.** Elma ağaçlarında Zn eksikliğinden kaynaklanan kamçılılaşma ve rozet oluşumu

Zn eksikliğinin belirlenmesinde yaprak analizleri diğer önemli bir metottur. Yaprak analizleri ile görsel olarak çok belirgin olmayan eksiklikler tespit edilebildiği Zn'un diğer besin elementleri ile arasındaki etkileşimden kaynaklanan eksiklikler de belirlenebilir. Yaprak analizleri için örnekler tam çiçeklenmeden 65-70 gün sonra alınır (Leece ve Gilmour, 1974; Hoying ve ark., 2004; Johnson ve ark., 2006). Elma ağaçları için yaprak analizlerinin değerlendirilmesinde kullanılan referans değerler çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Yaprak analizlerinin değerlendirilmesinde kullanılan referans değerler

Besin elementi	Jones ve ark. (1991)	Rom (1994)	Aichner ve Stimpfl (2002)	Hoying ve ark. (2004)	Rosen (2005)	Uçgun ve ark. (2013)
N (%)	1.90-2.69	1.50-3.00	2.30-2.60	1.80-2.60	1.90-2.30	2.45-2.85
P (%)	0.14-0.40	0.11-0.30	0.16-0.26	≥0.13	0.09-0.40	0.18-0.23
K (%)	1.50-2.00	1.20-2.00	1.20-1.70	1.30-1.80	1.20-1.80	1.57-1.99
Ca (%)	1.20-1.60	1.50-2.00	1.20-2.00	1.30-2.00	0.80-1.60	1.10-1.41
Mg (%)	0.25-0.40	0.20-0.35	0.20-0.30	0.35-0.50	0.25-0.45	0.32-0.43
Mn (ppm)	25-200	25-150	40-100	50-150	25-135	39-80
Zn (ppm)	20-100	15-200	20-50	35-50	20-50	13-26
B (ppm)	25-50	20-50	30-50	30-50	30-50	33-42

Yapraktaki Zn seviyesinin yorumlanmasını Zn içeren yaprak gübrelerinin uygulanıp uygulanmadığı ve P ile arasındaki etkileşim karışık bir hale getirmektedir. Zn’li yaprak gübresi uygulanmadıysa 35-50 ppm yeterli, 20-35 ppm düşük, 20 ppm’den daha düşük olduğunda eksik olarak değerlendirilir. Yukarıda belirtilen sınır değerlerini Zn durumunu değerlendirirken kullanmak bizi iki nedenden dolayı yanıltır; a) Zn sınırlı olduğunda gelişim azalır. Bu sınırlı gelişim normal gelişim gösteren ağaçlardan daha yüksek oranlarda Zn birikmesine neden olur. b) yüksek miktarlardaki P, Zn ile birleşerek inaktif olan çinkofosfat oluşturduğundan Zn’nun bitki bünyesindeki hareketliliği azalmaktadır. Zn sınırlı olduğunda azalan gelişme daha yüksek konsantrasyonlarda P birikmesine neden olur. Yapraklardaki P/Zn oranının değerlendirilmesi Zn durumunun belirlenmesinde kolaylık sağlar. Bu oran ppm P’un ppm Zn’ya bölünmesinden elde edilir. Bu oran 150’den daha büyük olduğunda Zn’nun eksik olduğunu gösterir. Yapraklarda Zn 35 ppm iken P/Zn oranının 100’den daha düşük olması Zn’nun yeterli olduğunu göstermektedir (Hoying ve ark., 2004). Ağustos ayında yapılan yaprak analizlerinde yaprak Zn içeriğinin 15 ppm’den daha az olması bir sonraki ilkbaharda Zn eksikliğinin yaşanacağını bir göstergesi olabilir (Righetti ve ark., 1998). Elma ağaçlarının beslenme durumunun değerlendirilmesinde besin elementlerinin toplam miktarları yanında besin elementlerinin aralarındaki oranlar da önemli olmaktadır. Besin elementlerinin toplam miktarları yeterlilik düzeyinde olsa bile diğer elementlerle arasındaki oranlara göre eksiklik belirtileri oluşabilir (Stiles, 1994; Anonim, 2006). Yapraktaki P seviyesinin yüksek olması, Zn eksikliğine sebep olabilir. P:Zn oranı 150 veya daha büyük olduğunda çinko eksikliği meydana gelir (Stiles, 1994; Hoying ve ark., 2004).

## 5. Elma Bahçelerinde Çinko Eksikliğinin Giderilmesi

Elma bahçelerinden Zn eksikliğinin giderilmesinde inorganik tuzlar ve şelatlı gübreler kullanılabilir. Şelatlı gübreler, inorganik yapıları olanlardan en az 10 kat daha etkilidir. Ancak çok pahalı olduklarından kullanılmaları her zaman ekonomik olmayabilir (Marschner, 1995). Bu gübrelerin ticarete konu olanları genellikle ağır metal kleytleridir (Aktaş ve Ateş, 1998). Zn gübrelemesinde hem topraktan hem de yapraktan uygulamalar yapılabilir. Toprak analiz sonuçlarına göre toprakta bitkiye elverişli Zn içeriği yeterli olmasına rağmen yaprak analiz sonuçlarına göre herhangi bir eksiklik tespit edildi ise eksikliğin giderilmesinde yaprak uygulaması tercih edilmelidir. Stiles (2004), elma bahçelerinde yapraklardaki eksiklik durumuna bakılmaksızın optimum verim ve kalitenin elde edilebilmesi için rutin olarak yapraktan Zn uygulaması yapılması gerektiğini ve uygulamaların dormant dönemde ( $ZnSO_4$ ), gelişme dönemi içinde (şelatlı Zn) ve hasat sonrasında (şelatlı Zn,  $ZnSO_4$  veya diğer Zn içeren yaprak gübreleri) olmak üzere 3 dönemde yapılabileceğini belirtmiştir. Farklı kaynaklarda standart olarak özellikle hasat sonrasında uygulanan N, Zn ve B; çiçeklenme öncesi uygulanan Zn ve B ile çiçeklenmeden hemen sonra uygulanan üre formundaki N, ağaçların daha sağlıklı

gelişmesini sağladığı ve meyve tutumunu artırdığı bildirilmiştir (Sanchez ve Rigetti, 2005; Peryea ve Willemsen, 2000). Yaprak uygulamalarında eksikliğin olmadığı ve  $ZnSO_4$  kullanıldığı durumlarda 1.0 kg Zn/ton dozu kullanılabilir. Eksiklik şiddetine göre bu oran dormant dönemde 2.5 kg Zn/ton'a kadar çıkabilir. Şiddetli Zn eksiliği varsa yaprak uygulamalarına ilave olarak topraktan da Zn verilmesi gerekir. Bu amaçla eksiklik şiddetine göre dekara 100-600 g Zn uygulanabilir (Neilsen ve Neilsen, 1994; Anonim, 2006). Zn içeren fungusitler kurulu bahçelerde kısmen etkili olmaktadır. Fakat ne Zn eksikliğinin düzeltilmesinde ne de gerekli miktarların karşılanmasında yeterli olmamaktadır (Stiles, 2004). Yaprak uygulamalarında tam çiçeklenmeden sonra  $ZnSO_4$  kaynaklı gübrelerin kullanılması özellikle Golden Delicious gibi pasa hassas çeşitlerde pas gelişimini arttırdığı unutulmamalıdır (Wooldridge ve Schutte, 2002; Neilsen ve Neilsen, 1994).

Yapraktan kullanılan Zn'nun bir sonraki yıl için bakiye etkisi bulunmamaktadır. Dormant dönemde kullanılan  $ZnSO_4$ 'tan çiçeklenme döneminden sonra uygulanan organik çinkolar daha etkili bulunmuştur (Peryea, 2007). Yıl içinde çiçeklenmeden sonra 2 defa yapılan yapraktan Zn uygulamasının yıllık Zn ihtiyacının karşılanmasında yeterli olduğu bildirilirken, ağaç içinde sonraki yıllar için yeterince biriktirilmediğini bildirilmiştir (Peryea, 2006). Swietlik (2002), meyve ağaçlarının kök gelişiminin derin katmanlarda gerçekleşmesi ve Zn'nun toprakta hareket kabiliyetinin yetersiz oluşu nedeniyle topraktan uygulamanın etkili olmadığını bildirmiştir. Yaprak uygulamalarının etkili olmasına rağmen bitki içinde Zn kolaylıkla hareket etmediğinden bitkinin tüm bölümlerinde Zn eksikliğinin giderilmesi için yaprak uygulamalarının tekrarlanması gerektiğini bildirmiştir. Sadaghiani ve ark. (2002), elma ağaçlarında yapraktan Zn uygulamaları yaprakların çinko içeriğini arttırmakla beraber alınan bu çinko bitkinin diğer organlarına taşınmadığını ve büyük bir bölümünün yaprak epidermisinde biriktirildiğini tespit etmiştir. Ağacın 4 tarafına 40-50 cm derine açılarak verilen  $ZnSO_4$ 'ın ağaçların taç iz düşümüne yüzeye uygulayarak verilen gübreden daha etkili olduğunu tespit etmiştir.

Orphanos (1982), meyve gözlerinin patlaması döneminde gövde içine yerden 30-60 cm yüksekliğindeki kısma doğrudan  $ZnSO_4$  enjekte edilmesinin erken ilkbaharda yaprak Zn içeriğini önemli derecede arttırdığını belirlemiştir. Fakat böyle bir etkinin oluşması için uygulamadan sonra mutlaka ağaçların sulanması gerektiğini belirtmiştir. Wooldridge ve Schutte (2002) tam çiçeklenmeden 10 gün sonra yapılan yapraktan Zn gübrelemesinin tomurcuk patlaması döneminde yapılan uygulamalara göre daha etkin olduğunu ve çinko oksit ve çinkoya aminoasitin (Zinc metalosate) ve karbonhidratın (Zinc Max) eşlik ettiği yaprak gübrelerinin düşük dozlarda uygulandığı zaman meyve pası üzerine olumsuz etkisi olmadığını tespit etmiştir. Fakat uygulama dozları arttırıldığında çinko oksit ağ biçiminde pas oluşumuna neden olmuştur.

## 6. Sonuç ve Öneriler

Bitki fizyolojisinde önemi bir yere sahip olan Zn elma üretiminin yoğun olarak yapıldığı alanların toprak şartları nedeniyle ciddi bir problem oluşturmaktadır. Ağaçların gelişimi üzerinde N ile benzer etkiye sahip olan Zn, bitkiye gerekli miktarlar yönünden N'a göre çok düşük miktarlarda ihtiyaç duyulmasına rağmen eksikliğinde bitkiler şiddetli etkilenmektedir. Bir önceki yılda sezon içinde bitki dokusuna alınan Zn'nun bir sonraki yıla bakiye etkisi olmadığından her yıl ağaçların ihtiyaç duyduğu miktarın karşılanması için yıllık uygulamaların yapılması gerekmektedir. Zn bitki bünyesinde ve toprakta hareketsiz bir element olduğundan gübrelemesinde bazı zorluklar vardır. Tüm bitki dokularının Zn ihtiyacının karşılanması için yapraktan yapılan uygulamalar tekrarlanmalıdır. Yaprak uygulamalarında uygulama zamanı ve kullanılan çinkonun

formuna dikkat edilmelidir. Köklerin Zn ihtiyacının karşılanması için topraktan gübreleme mutlaka yapılmalıdır. Toprak şartları Zn alınımını direk olarak etkilediğinden meyve ağaçlarında taç iz düşümünde 20-40 cm derinliğe yani köklere yakın bölgeye banda uygulama şeklinde gübrelemenin yapılması etkinliği artırır. Toprak uygulamalarında meyve gözlerinin patlamaya yakın olduğu dönem tercih edilmelidir. Yaprak uygulamaları gözler patlamadan hemen önce ZnSO<sub>4</sub>, çiçekler açtıktan 10-20 gün sonra şelatlı çinko ve hasattan sonra (Eylül-Ekim) ZnSO<sub>4</sub> ya da şelatlı Zn kullanılarak yapılmalıdır. Toprak uygulamalarında toprakların bitkiye elverişli Zn miktarlarına göre 100-600 g Zn/da ZnSO<sub>4</sub> uygulaması yapılabilir. Toprakta yeterli miktarda bitkiye elverişli Zn'un bulunduğu durumlarda Zn'un bitkiler tarafından alınımını kolaylaştıracak pH gibi toprak özelliklerini iyileştirici uygulamaların yapılması önem kazanmaktadır. Elma ağaçlarının Zn durumlarını erken dönemde tespit ederek gerekli tedbirlerin zamanında alınması için Uçgun ve Gezgin (2017) önerdiği erken dönem bitki analizleri metodunun üreticiler tarafından kullanılması önem kazanmaktadır.

### Kaynaklar

- Aichner, M., Stimpfl, E. (2002). Seasonal pattern and interpretation of mineral nutrient concentrations in apple leaves. *Acta Hort.*, 594: 377-382. DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.594.47.
- Aktaş, M., Ateş, M. (1998). *Bitkilerde Beslenme Bozuklukları, Nedenleri ve Tanınmaları*. Engin Yayınevi, 247 s, Ankara.
- Anonim, (2006). Fertilizing apples. *Spectrum Analytic Inc.*, 1-23, Washington. [http://www.uvm.edu/~orchard/Archived/PSS195\\_Apples/Readings/fertilizing\\_apple\\_trees.pdf](http://www.uvm.edu/~orchard/Archived/PSS195_Apples/Readings/fertilizing_apple_trees.pdf).
- Ashraf, M. S., Ranjha, A. M., Yaseen, M., Ahmad, N., Hannan, A. (2008). Zinc adsorption behavior of different textured calcareous soils using freundlich and langmuir models. *Pak. J. Agri. Sci.*, 45(1), 6-10.
- Aydemir, O. (1992). *Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği*. Atatürk Üniversitesi Yayınları. No: 734, 247 s. Erzurum.
- Barden, J. A., Neilsen G. H. (2003). *Selecting the orchard site, site preparation and orchard planning and establishment*. Apples, Botany, Production and Uses. (Ed. Ferree, D. C., Warrington, I. J.). Cambridge, MA, USA, CABI Publishing. 237-266.
- Bergmann, W. (1992). *Nutritional disorders of plants, development, visual and analytical diagnosis*. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, 741 p, New York.
- Bindraban, P. S., Dimkpa, C., Nagarajan, L., Roy, A., Rabbing, R. (2015). Revisiting fertilisers and fertilisation strategies for improved nutrient uptake by plants. *Biol Fertil Soils*, 51: 897-911.
- Camp, A. F., Fudge, B. R. (1945). Zinc as a nutrient in plant growth. *Soil Sci.*, 60: 157-64.
- FAO, (2019). *Production, trade and producer price statistics, food and agriculture organization of the United Nations*. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (Ziyaret tarihi: 18 Eylül 2019).
- Güçdemir, İ. H. (2006). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi*. (Güncelleştirilmiş ve genişletilmiş 5. Baskı). Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 231, Ankara.
- Hafeez, B., Khanif, Y. M., Saleem, M. (2013). Role of zinc in plant nutrition-A Review. *American Journal of Experimental Agriculture*, 3(2), 374-391. DOI: 10.9734/AJEA/2013/2746.
- Herrera, E. A. (2001). *Fertilization Programs for Apple Orchards*. Guide H-319. Extension Horticulturist College of Agriculture and Home Economics, New Mexico State University.
- Hoying, S., Fargione, M., Iungerman, K. (2004). Diagnosing apple tree nutritonal status, leaf analysis interpretation and deficiency symptoms. *New York Fruit Quarterly*, 12(1), 16-19.
- Johnson, R. S., Andris, H., Day, K., Bede, R. (2006). Using dormant shoots to determine the nutritional status of peach trees. *Acta Hort.*, 721: 285-290. DOI: 10.17660/ActaHortic.2006.721.39.
- Jones, J. R., Wolf, B., Mills, H. A. (1991). *Plant Analysis Handbook*. Micro Macro Publishing, Inc. US.
- Kacar, B. (1995). *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları. No: 3, Ankara.
- Kalbası, M., Racz, G. J., Leven-Rudgers, L. A. (1978). Reaction products and solubility of applied zinc compounds in some Manitoba soils. *Soil Science*, 125(1), 55-64.

- Leece, D. R., Gilmour, A. R. (1974). Diagnostic leaf analysis for stone fruit, 2. seasonal changes in the leaf composition of peach. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 14(71), 822-827.
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, 887 p, London.
- Mitra, S. K. (2003). *Apple, Temperate Fruits*. (Ed. Mitra, S.K., Bose, T.K., Rathore, D.S.). Horticulture and Allied Publishers, 27/3, Chakraberia Lane, Calcutta 700 020, India, 1-122.
- Neilsen, G. H., Neilsen, D. (1994). *Tree Fruit Zinc Nutrition*. Tree fruit nutrition (Ed. Peterson, A. B., Stevens, R. G.), Published by Good Friut Grower, Yakima, Washington.
- Orphanos, P. I. (1982). Spray and Soil Application of Zinc to Apples. *Journal of Horticultural Science*, 57(3), 259-266.
- Peryae, F., Willemsen, K. (2000). *Nutrient Sprays*. Washington State University Tree Fruit Research & Extension Center. Washington.
- Peryea, F. J. (2006). Phytoavailability of zinc in postbloom zinc sprays applied to “Golden Delicious” apple trees. *Hort Technology*, 16(1), 60-65. DOI: 10.21273/HORTTECH.16.1.0060.
- Peryea, F. J. (2007). Comparison of dormant and circum-bloom zinc spray programs for Washington apple orchards. *Journal of Plant Nutrition*, 30(1), 1903-1920. DOI: 10.1080/01904160701629112.
- Rajaie, M., Ejraieb, A. K., Owliaiee, H. R., Tavakolid, A. R. (2009). Effect of zinc and boron interaction on growth and mineral composition of lemon seedlings in a calcareous soil. *International Journal of Plant Production*, 3(1), 39-50. DOI: 10.22069/IJPP.2012.630.
- Righetti, T., Wilder, K., Stebbins, R., Burkhart, D., Hart, J. (1998). *Nutrient Manegement, Apples*. Oregon State University Extension Service, 1-4.
- Rom, C. (1994). *Tree Fruit Zinc Nutrition*. Tree fruit nutrition (Ed. Peterson, A.B., Stevens, R.G.), Published by Good Friut Grower, 1-18 p. Yakima, Washington.
- Rosen, C. J. (2005). *Leaf Analysis as a Guide to Apple Orchard Fertilization*. Minnesota Fruit and Vejetable, IPM NEWS, 2(7), 1-2.
- Sadaghiani, M. H. R., Malakouti, M. J., Samar, S. M. (2002). *The effectiveness of different application methods of zinc sulfate on nutritional conditions of apple in calcareous soils of Iran*. 17th WCSS, 14-21 August 2002, Paper no, 2151, Thailand.
- Saeed, M. (1977). Phosphate fertilization reduces zinc adsorption by calcareous soils. *Plant and Soil*, 48: 641-649.
- Sanchez, E. E., Righetti, T. L. (2005). Effects of postharvest soil and foliar application of boron fertilizer on the partitioning of boron in apple trees. *HortScience*, 40(7), 2115-2117. DOI: 10.21273/HORTSCI.40.7.2115.
- Schupp, J. R., Cheng, L., Stiles, W. C., Stover, E., Iungerman, K. (2001). Mineral nutrition as a factor in cold tolerance of apple trees. *New York Fruit Quarterly*, 9(3), 9-12.
- Sillanpaae, M. (1990). *Micronutrient assessment at the country level, an international study*. FAO soils bulletin no.63. Land and Water Development Div., 214 p, Rome.
- Stiles, W. C. (1994). *Phosphorus, Potassium, Magnesium and Sulfur Soil Management*. Tree Fruit Nutrition, Good Fruit Grower, 63-70 p, Yakima, Washington.
- Stiles, W. C. (2004). Micronutrient management in apple orchards. *New York Fruit Quarterly*, 12(1), 5-8.
- Swietlik, D. (2002). Zinc nutrition of fruit trees by foliar sprays. *Acta Horti.*, 594: 123-129. DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.594.11.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2007). *Bitki Fizyolojisi (Çeviri)*. Palme Yayıncılık. ISBN, 9944341615. 690 s.
- TUIK (2019). *Bitkisel üretim istatistikleri*. Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2019).
- Uçgun, K., Akgül, H. (2011). *Gübreleme*. (Ed. Akgül, H., Kaçal, E., Öztürk, F. P., Özongun, Ş., Atasay, A., Öztürk, G.). Elma kültürü. Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Yayın No: 37, 189-242 s, Isparta.
- Uçgun, K., Gezgin, S. (2012). Isparta ilinde yoğun olarak elma yetiştirilen bölgelerin bazı toprak özellikleri. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(4), 42-49.
- Uçgun, K., Gezgin, S. (2013). Isparta ilinde bulunan elma bahçelerinin bitki besleme yönünden değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(2), 59-65.
- Uçgun, K., Gezgin, S., Akgül, H., Harmankaya, M., Atasay, A., Altındal, M., İlban, B., Cansu, M., Seymen, T. (2013). Elma ağaçlarında yaprak analizlerinin değerlendirilmesinde kullanılan referans değerlerin Isparta bölgesi için kalibrasyonu. *Derim*, 30(2), 54-61.



- Uçgun, K., Gezgin, S. (2017). Interpretation of leaf analysis performed in early vegetation in apple orchards. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 48(14), 1719-1925. DOI: 10.1080/00103624.2017.1383415.
- Udo, E. J., Bohn, H. L., Tucker, T. C. (1970). Zinc adsorption by calcareous soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 34: 405-410.
- Wooldridge, J. J., Schutte, C. C. (2002). Effect of early-season zinc sprays on 'Golden Delicious' apple. *South African Journal of Plant and Soil*, 19(3), 162-164. DOI: 10.1080/02571862.2002.10634458.