

Bitki ve İnsan Sağlığına Yansımaları ile Toprakta Çinko Eksikliği



Toprakta çinko (Zn) eksikliği dünyada yaygın olarak ortaya çıkan bir sorundur. Bu eksiklik, bitkisel üretimi sınırlamakta ve böylece ciddi boyutta ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu soruna ek olarak, bitkisel kökenli besinlerin tek yönlü bir şekilde fazlasıyla tüketilmesi sonucunda çinko eksikliği, hayvan ve insanlarda da görülmekte ve bu durum birçok sağlık sorununa yol açmaktadır. Topraklarında çinko eksikliği en yüksek oranda olan ülkelerden biri de Türkiye'dir. Türkiye'de çinko eksikliğinin neden olduğu sorunları gidermede en hızlı çözüm toprakların çinko ile gübrenmesinin teşvik edilmesidir. Tarım ve Sağlık Bakanlıkları, topraklarımızda, bitkilerimizde, bitkisel kökenli besinlerimizde, hayvan ve insanlarınımızda yaygın olarak görülen ve güncelliğini hâlen koruyan çinko eksikliği sorununu çözebilmek için çinko gübrenmesini teşvik edici önlemler almalıdır.

CINKO, bitki, hayvan ve insanların, çok düşük miktarlarda gereksinim duyduğu ve alınmasının kesin olarak gerekli olduğu bir mikroelementtir. Sağlıklı bir bitkinin yapraklarında, 1 kilogram kuru maddede en az 20 miligram çinko olmalıdır. Bu miktar 10 miligramın altına indiğinde, bitkinin büyümesinde, dolayısıyla veriminde büyük ölçüde düşmeler ortaya çıkar. Örneğin, çinko eksikliğinin ülkesimizde çok yaygın olduğu Orta Anadolu Bölgesi'nde, buğdaylarda yapraktaki çinkonun 1 kilogramda 10 miligramın altında olması durumunda, verimde anormal düşmelerin ortaya çıktığı saptanmıştır.

Yetişkin ve sağlıklı bir insanın vücudunda toplam çinko miktarı 2 gram dolayında olup, günlük çinko gereksinimi ortalama 15-20 miligramdır. İnsanlarda çinko eksikliği sorunu, çinko bakımından çok fakir olan tahıl kökenli besin tüketiminin süreklilik gösterdiği kırsal kesimlerde daha çarpıcı bir şekilde görülmektedir.

Türkiye topraklarında çinko eksikliği, hem bitkisel üretimde hem besin kalitesinde hem de hayvan ve insan sağlığında ciddi sorunları beraberinde getirmektedir. Ülkemizde çinko eksikliğine yönelik sorunları bütün yönleriyle orta-

ya koyma ve bu sorunlara tarımsal stratejilere dayalı çözümler üretmek amacıyla 1993 yılı Mart ayından beri bir proje yürütülmektedir. Bu proje, TÜBİTAK'ın koordinasyonunda, NATO-SFS (Science For Stability) programı tarafından finanse edilmekte ve Çukurova Üniversitesi ile Tarım Bakanlığı'na bağlı bazı araştırma kuruluşlarıyla (özellikle Konya Bahri Dağdaş Milletlerarası Kışlık Hububat Araştırma Merkezi, Eskişehir Ge-

çit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü ve Şanlıurfa Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlükleriyle) ortak bir proje şeklinde yürütülmektedir.

Bu yazıda, hem NATO-SFS projesinden elde edilen önemli sonuçlara yer verilecektir hem de çinko eksikliği sorununa ilişkin Türkiye'de ve dünyada yaşanan sorunlara ve öngörülen çözümlere genel hatlarıyla değinilecektir.

Türkiye'deki Durum

Gerçekte topraklar toplam çinko miktarı yönünden fakir olmayıp, bitkilerin yüzlerce yıllık gereksinimini karşılayacak kadar zengindir. Buradaki sorun, çinkonun, toprağın sahip olduğu birtakım kimyasal ve fiziksel özelliklerden dolayı bitki köklerinin alınamamasıdır. Çinko toprakta bulunduğu halde, bitki kökleri tarafından alımının engellenmesi çoğunlukla şu durumlarda ortaya çıkar:

- Toprağın kireç içeriğinin ve pH değerinin (alkaliliğinin) yüksek olması. Bu tür topraklarda çinkonun çözünürlüğü ve bitkilerce alınabilirliği sınırlanmaktadır. Yapılan bazı çalışmalarda, toprak pH'sının 6'dan 7'ye yükseltilmesiyle bitkilerin topraktan çinko alımının 100 ile 150 kez bir azalma gösterdiği bulunmuştur.



Buğday yaprağında çinko eksikliği belirtileri



Bitkilerde çinko eksikliği ortaya çıktığında yapraktan çinko gübrelemesinde, çok pahalı sentetik çinko şelatları yerine aynı derecede etkin ve daha ucuz olan $ZnSO_4$ kullanılabilir. Konya Milletlerarası Kışlık Hububat Araştırma Merkezi'nde değişik buğday çeşitleri üzerinde çinko gübreleme denemeleri (sağda üstte) ve çinko miktarı 1 kilogram toprakta 0,10-0,15 miligram olduğunda, yapraktan gübreleme yapılan alanlar (sağda altta).



- Toprağın çinkoyu kuvvetlice bağlayarak tutma özelliğine sahip olan kil mineralleri bakımından zengin olması.

- Toprakta çinkonun kolaylıkla hareket etmesine ve çözünür formda kalmasına katkıda bulunan organik maddenin az olması. Türkiye toprakları genel olarak organik maddeler bakımından çok fakirdir.

- Çinkonun bitki köklerine taşınmasında ve dolayısıyla köklerle alımında belirleyici bir rol oynayan toprak neminin çok az olması veya yağışların kısıtlı olması. Ülkemizde Orta Anadolu Bölgesi bir üretim dönemi boyunca kuraklığı en fazla yaşayan topraklara sahiptir.

- Toprağın, çinkonun sulama suyu veya yağışlarla çok çabuk yıkanmasına neden olabilecek kadar kumlu olması.

- Toprağa her yıl yüksek dozlarda fosfor veya fosfor içerikli gübreler verilmesi. Yüksek dozlarda uygulanan fosfor, bitkilerin köklenme etkinliğini azaltarak bitkinin toprakla yeterince bağlantı kurmasını ve dolayısıyla bitkinin toprağın çinkosundan yararlanmasını sınırlar. Yüksek dozlardaki fosfor ayrıca, bitki köklerinde ortak yaşayan ve bitkilerin topraktan çinko alımında büyük bir rol oynayan mikoriza mantarının etkinliğinin azalmasına neden olmaktadır.

Bitkilerin topraktan çinko alımını engelleyen etmenler, başta Türkiye olmak üzere dünyada birçok ülkenin topraklarında varlığını ve etkinliğini sürdürmektedir. FAO tarafından desteklenen bir çalışmada, içinde Türkiye'nin de bulunduğu 25 ülkeden toplanan toprak örneklerinin yarısında bitkilerce alınabilir çinko miktarının çok düşük olduğu bulunmuştur. Toprakta çinko eksik-

liği sorunu, dünyada buğday üretim alanlarının büyük bir bölümünde ortaya çıkmaktadır.

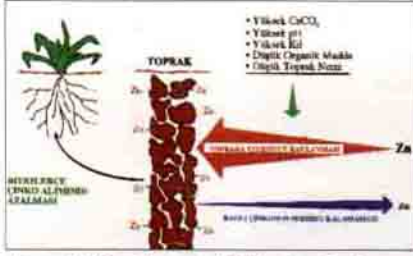
Türkiye'de çinko eksikliği, kültür altındaki topraklarımızdaki mikroelement eksikliklerinden en yaygın olanıdır. Ankara Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü tarafından Dr. Fikret Eyüpoğlu başkanlığında yürütülen bir çalışmaya göre, tüm illerimizden toplanan 1511 toprak örneğinin % 49,8'inde bitkilerce alınabilir çinkonun, kritik olarak kabul edilen değer (0,5 mg çinko/kg) altında olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, ülkemizde yaklaşık 14 milyon hektar tarım alanında çinko eksikliği bulunmaktadır. NATO-SFS projesi çerçevesinde yürütülen toprak analizlerine göre, Konya Havzası'nda ve Harran Ovası'nda toprağın % 80'inde bitkilerce alınabilir çinko miktarı optimum sınırın altında bulunmaktadır. Özellikle, Orta Anadolu Bölgesi'nin bazı kesimlerinde toprağın bitkilerce alınabilir çinko miktarı 1 kilogram toprakta 0,2 miligramın altına düşmektedir. Oysa, böyle yerlerde toprağın toplam çinko miktarı 1 kilogram toprakta 80 miligram ulaşmaktadır. Topraklarımızın toplam çinko içerikleri yüksek olduğu halde, arzu edilmeyen birtakım fiziksel ve kimyasal özelliklerden dolayı, bitkiler çinkoyu gereksinim duydukları oranda alamamaktadır. Bu sorun, günümüzde en fazla Orta Anadolu Bölgesi'nde buğday üretim alanlarında yaşanmaktadır.

NATO-SFS projesi çerçevesinde Orta Anadolu Bölgesi'nde yürütülen çinko gübreleme denemeleri, bu bölgenin bazı kesimlerinde buğdayın çinkoya şiddetli bir gereksinimi olduğunu gös-

termiştir. Örneğin, Konya Bahri Dağdaş Milletlerarası Kışlık Hububat Araştırma Merkezi tarafından Konya Ovası'nda 1994-1995 üretim döneminde yürütülen çinko gübrelemesi denemelerinde, buğday verimi Konya-Çomaklı köyünde % 548, Araştırma Merkezi'nde % 110, Sarayönü'nde % 20 ve Cumra'da % 5 oranında artış göstermiştir. Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından enstitü sahasında yürütülen denemede ise buğday verimi % 31 oranında bir artış göstermiştir. DTPA (diethylentriaminpentaasetikasit) yöntemiyle ölçülen bitkilerce alınabilir çinko miktarı, 1 kilogram toprakta 0,2 miligramın altında olduğunda, buğday çinko gübrelemesine çok önemli bir karşılık vermekte ve verim en az % 30 dolayında bir artma göstermektedir. Elimizdeki sonuçlara göre, eğer bitkilerce alınabilir çinko miktarı 1 kilogram toprakta 0,4 miligram ve altındaysa, bu tür toprakların çinko ile gübrelenmesinde büyük yarar vardır. Çiftçiler, en yakın bir toprak analiz laboratuvarında toprağı çinko miktarı yönünden test ettirmeli ve yukarıda verilen oranlara göre, toprağın çinkoyla gübrelenmesine gerek olup olmadığını belirlemelidirler.

Çinko eksikliği altındaki bitkilerde önce boyuna büyümede önemli bir azalma ortaya çıkmakta ve bitki kısa boylu kalmaktadır. Ayrıca, çinko eksikliğinde buğday yapraklarında (daha çok orta yaşlı yapraklarda) gri ve açık kahve renkte lekesele zonlar (nekrotik yani ölü alanlar) oluşmaktadır.

Bitkilere çinkonun uygulanmasında topraktan, yapraktan ve tohumdan olmak üzere değişik yöntemler denenmiş



Topraktaki çinkonun bitkiler tarafından alınımı sınırlayan etmenler

olup, bu uygulamalardan en ekonomik ve uzun süreli etkin olanının topraktan verilen çinko olduğu belirlenmiştir. Öte yandan toprağa uygulanan çinkonun olumlu etkisi birkaç yıl süreyle devam etmekte ve çinko ile gübrelemeye her yıl gerek olmamaktadır.

Çinko gübrelemesine gereksinim olduğunda, bir hektar alana $ZnSO_4$ formunda veya kompoze gübrelere birlikte yaklaşık 5 kilogram dolayında saf çinko uygulanmalıdır.

Çinko Gübrelemesi

NATO-SFS projesinin başlatıldığı 1992-1993 dönemine kadar Orta Anadolu'da ne çiftçiler ne de tarımsal kuruluşlar tarafından buğdaya çinko gübrelemesi pek yapılmazdı. Tarla koşullarında buğdaya çinko vererek verimin çarpıcı bir şekilde arttığı ilk kez 1991-1992 döneminde Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü mühendislerinden Müfit Kalaycı tarafından gösterilmiştir. Ayrıca, bir merkezi Ankara'da bulunan Uluslararası Mısır ve Buğday

Geliştirme Merkezi'nin (CIMMYT) uzmanlarının aynı dönemdeki tarla gözlemleri Orta Anadolu Bölgesi'nin genelinde çinko eksikliğinin gerçekten önemli bir sorun olduğu yönündeydi. Bu bulgular ve gözlemler, NATO projesinin hazırlanmasına neden olan önemli gerekçelerdendi.

Gözlemlerimize ve duyularımıza göre bugün Orta Anadolu Bölgesi'nde çinko gübrelemesi hızla yaygınlık kazanmaktadır. Bunu gören bazı gübre üreticileri ürettikleri azot, fosfor ve potasyum içerikli kompoze gübrelere çinko ilave ederek piyasaya sürmeye başlamışlardır. Edinilen bilgilere göre çinko içerikli bu yeni kompoze gübreler, piyasaya sürüldükleri ilk yılda yalnızca Orta Anadolu Bölgesi'nde buğdayda değil, aynı zamanda diğer bölgelerimizde de çeltik, tütün, patates, pamuk ve mısır gibi bitkilerin büyümelerinde ve verimlerinde çiftçiler tarafından büyük bir memnuniyetle karşılanan artışlara neden olmuştur.

Çinko gübrelemesiyle bitkisel verimden sağlanan artışların ülke ekonomisine katkısı oldukça yüksektir. Örneğin, yalnızca Orta Anadolu Bölgesi'nde 4,5 milyon hektarlık tahıl üretim alanının yalnızca % 25'lik bir bölümünde, çinko gübrelemesiyle yalnızca % 25'lik bir verim artışı olsa, gübre masrafları çıktıktan sonra elde edilecek ekonomik kazanç 150 milyon Amerikan doları dolayındadır. Bu rakama Orta Anadolu dışındaki bölgelerimizden de sağlanacak kazanım-

lar ilave edildiğinde çinko eksikliğinin neden olduğu ekonomik kayıpların önemi daha açık bir şekilde anlaşılacaktır. Yukarıda değinildiği gibi, toprağa uygulanan çinkonun olumlu etkisi birkaç yıl sürmektedir ve toprağın her yıl çinko ile gübrelenmesine gerek yoktur.

Çinko gübrelemesi ile bir yandan bu denli ekonomik kayıpların önüne geçilirken, hayvan ve insan sağlığı açısından da önemli kazanımlar sağlanacaktır. Çinko gübrelemesi ile bitkilerde çinko miktarı artacağından bitkisel kökenli besinler yoluyla hayvan ve insanların da çinko alımında iyileşmeler olacaktır. Nitekim NATO-SFS projesi çerçevesinde Orta Anadolu Bölgesi'nde yapılan çinko gübrelemesi denemelerinde buğdayda çinko miktarı, yapılan çinko gübrelemesiyle % 100'e varan oranlarda artmıştır.

Bitki sağlığı için gereksinilen çinko miktarı çok düşük olup, tercihen kilogram başına en az 15-20 miligram dolayında ya da üzerinde olmalıdır. Orta Anadolu'da yürüttüğümüz çalışmalarda, çiftçi tarlalarından toplanan 136 buğday yaprağı örneğindeki çinko analizlerine göre örneklerin yaklaşık % 80'inde çinko miktarının 1 kilogram maddede 10 miligram dolayında ve altında olduğu bulunmuştur. Orta Anadolu Bölgesi'nde hayvanların tükettiği yem bitkilerinde veya otlatıldığı alanlardaki mevcut bitkilerde çinko miktarının buğdaydaki gibi çok düşük olduğu güçlü bir olasılıktır. Avustralya'da yürütülen çalışmalara göre, koyun ve sığırlarda çinko eksikliği

İnsan Sağlığında Çinkonun Önemi

Ayten Arcasoy

Prof. Dr., Emekli Öğretim Üyesi

Çinkonun bitkiler ve hayvanlar için temel bir element olduğu yüzyılı aşkın bir zamandan beri bilinmektedir. İnsan sağlığı açısından önemi ise, 1963 yılında ilk kez Prasad tarafından beslenmeye dayalı çinko eksikliğinin tanımlanmasından sonra anlaşılmıştır.

Çinko eksikliğinin en önemli belirtileri; gelişme ve cinsel olgunlaşmada gerilik, iştahsızlık, zihinsel durgunluk, tat duyusunda azalma, deri değişiklikleri, yara iyileşmesinin gecikmesi ve enfeksiyonlara karşı direnç azalmasıdır. Günlük çinko gereksinimi, yenidoğan ve ilk altı ayda 3 mg/gün, 1-10 yaş arasında 10 mg/gün, ergenlikte 15 mg/gün, hamile kadınlarda 20 mg/gün'dür. Hamileliği sırasında çinko eksikliği gösteren kadınların çocuklarında konjenital malformasyonlar (organlara ait bozukluklar gibi) uzun zamandan beri bilinmektedir. Çinko eksikliği, belirtilerin ağırlığı açısından üç gruba ayrılır.

1- Yaşamı tehdit eden ağır çinko eksikliği: Çinko emiliminin kalıtsal bozukluğudur,

2- Orta derecede çinko eksikliği: Beslenme bozukluklarında ve bazı hastalıklarda ikincil belirti olarak görülür.

3- Marjinal çinko eksikliği: Çinko eksikliğinin en sık görülen şeklidir. Marjinal çinko eksikliği için risk grupları; okulöncesi çocuklar, hamile kadınlar ve yaşlılardır.

Okulöncesi çocukların diyetinde birinci sırayı bitkisel kaynaklı besinler daha sonra süt ve süt ürünleri almakta, et ve et ürünleri ise en son sırada bulunmaktadır. Süt ve süt ürünlerinde görece olarak fazla miktarda bulunan kalsiyum ve fosfat çinkonun bilyoyarlığını azaltmaktadır. Yaşlılarda diyetle ilgili çinko eksikliği sıklıkla görülmektedir ve tahıl ağırlıklı beslenme nedeniyle çinko alımı azalmıştır. ABD'inde yapılan bir çalışmada sağlıklı yaşlılarda % 30 oranında marjinal çinko eksikliği saptanmış, tat duyusunda azalma, bağırsıklık bozukluğundan çinko tedavisinden sonra belirgin şekilde düzelmiştir. Ülkemizde görülen toprak yeme alışkanlığının neden olduğu çinko eksikliğinden söz etmek yerinde olacaktır. Canlılar için son derece önemli olan toprağın sanki bir besin maddesi gibi insanlar tarafından sürekli veya yaşamlarının bir döneminde yerimesi kansizlik yanında çinko eksikliğine neden olmaktadır. Toprak, demir ve çinkonun bağırsaklardan emilimini önlemektedir. Geophagia ismini verdiğimiz toprak yeme alışkanlığı Türkiye'de özellikle kırsal bölgelerde yaygındır. Çocuklarda 2-3 yaşlarında, kadınlarda ise hamilelik döneminde yüksek oranda görülmektedir.

Bu çocuklarda gelişme geri kalmakta, dalak ve karaciğer büyümekte, cinsel gelişimde gerilik görülmektedir. Demir ve çinko tedavisinden sonra bütün bu belirtiler kaybolmaktadır. Son zamanlarda bazı ülkelerde çinko eksikliği bir halk sağlığı problemi olarak ele alınmaktadır. Çin'de yapılan kapsamlı bir çalışmaya göre Çinli çocukların % 30'unda çinko eksikliğine bağlı boy kısalığı saptanmıştır. Bu çocuklar, çinko ile tedavi edildikten sonra tedavi edilmeyen gruba göre anlamlı olarak uzamıştır. Türkiye'de marjinal çinko eksikliği gösteren okulöncesi çocuklarda yapılan bir çalışmada, çinko tedavisinden sonra çok olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmada, Türkiye'de çinko ekenmesinin boy gelişimi üzerine etkisini incelemek amacıyla, düşük boy gelişimi gösteren 2-6 yaş grubundan 16 çocuğa çinko içeren şurup verilmiştir. Bu tedavi 12 ay sürmüş ve çinko tedavisi uygulanan çocukların boyları, kontrol grubu (çinko tedavisi uygulanmayan) çocukların boylarına göre anlamlı derecede uzama göstermiştir. Gelişmeleri geri kalan okulöncesi çocuklarda marjinal çinko eksikliği olabileceğini akıldan tutmak gerekmektedir.

Sonuç olarak; çinko, insan sağlığı için büyük önem taşıyan bir elementtir, risk altındaki grupların (çocuklar, hamileler, yaşlılar) bu bakımdan dikkatle izlenmesi ve gerektiğinde çinko tedavisi yapılması gerekmektedir.

sorunu, tüketimde kullanılan yem bitkilerinde veya otlatılan alanlardaki bitkilerde çinko miktarı 1 kilogramda 20 miligramın altına düştüğünde ortaya çıkmaktadır. Çinko eksikliği hayvanlarda iştahsızlığa, ağırlıkça büyümede azalmalara, kıl ve yapağı dökülmelerine, vücut savunma sisteminde zayıflamalara ve deri yüzeyinde birtakım dejenerasyonların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Çinko eksikliğinin çok şiddetli olması durumunda hayvan ölümleri görülebilir.

İnsanda Çinko Eksikliği

Yetişkin bir insanın vücudundaki çinko miktarı yukarıda da değinildiği gibi 2 gram dolayındadır. Yaklaşık 70 yıllık bir yaşam süresi boyunca insan vücuduna besinlerle 400 gram dolayında çinko girişi olmaktadır. Vücut ağırlığı temel alındığında, çinkoya gereksinimin en fazla olduğu dönem çocukluk dönemidir. Hamilelik dönemlerinde ve çocuklarda büyümenin ilk 12-18 ayında vücudun çinkoya olan gereksinimi bir hayli yüksektir. Sosyo-ekonomik yapısı zayıf olan ülkelerde (veya ailelerde) çocuklarda görülen gelişme bozukluklarının, çocukların yetersiz düzeyde çinko ile beslenmelerine bağlanabileceği ileri sürülmüştür.

Tüketilen besinlerde hem çinko miktarının düşük olması hem de var olan çinkonun vücutta biyolojik olarak kullanılabilirliğinin sınırlı olması, insanlarda çinko eksikliğinin ortaya çıkmasını hızlandırır. Bu durum, daha çok bitkisel (özellikle tahıl) kökenli beslenme durumlarında söz konusudur. Çinko eksikliği insanlarda, tıpkı bitkilerde olduğu gibi, boyca büyümede ve ağırlık kazanmada önemli düşümlere yol açar. Ayrıca çinko eksikliği, zekâ gelişiminde ve cinsel organların oluşumunda yetersizliklere, merkezi sinir sisteminde anormal oluşumların ortaya çıkmasına, saç dökülmesine, vücut savunma sisteminin zayıflamasına ve birtakım deri hastalıklarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Çinkonun ayrıca üremede de önemli rolü olduğu belirtilmiştir. Örneğin, erkeklerde iktidarsızlıkta, kadınlarda cinsel rahatsızlıklarda, cinsel organların yetersiz büyüme göstermesinde ve kısırlığın ortaya çıkmasında çinko eksikliğinin rolü olduğu ileri sürülmektedir. İnsanda çinkonun en zengin olarak bulunduğu yer sperm olup, bir boşalma sırasında



Çavdar, çinko eksikliğine en dayanıklı tahıl türüdür. Makarnalık buğday ise çinko eksikliğine en duyarlı bitkidir. Konya'da çinko eksikliğinin şiddetli olduğu bir alanda, soldan sağa makarnalık buğday, ekmeçlik buğday ve çavdarın büyümesi. Sağda ise, buğdaylar arasında çavdar bitkisi.

yaklaşık 1 miligram dolayında çinkonun vücuttan ayrıldığı bildirilmiştir.

Günümüzde 6 milyarın üzerinde olan dünya nüfusunun yaklaşık % 40'ında başta demir ve çinko olmak üzere mikroelement eksikliği olduğu belirtilmiştir. Yukarıda vurgulandığı gibi insanlarda çinko eksikliği, sosyo-ekonomik koşulların kötü ve tahıl kökenli besin tüketiminin yoğun olduğu ülkelerde daha yaygındır. Dünyada besin tüketiminde buğday, çeltik (pirinç) ve mısır gibi tahılların payı % 54 olup, bu oranın gelişmekte olan ülkelerde % 90'lara ulaştığı tahmin edilmektedir.

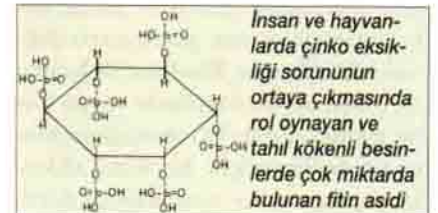
Türkiye'de toprak ve bitkilerde çinko eksikliğinin yaygınlığına paralel olarak başta çocuklarda olmak üzere, insanlarda da bu problem yaygınlık göstermektedir. Türkiye'de insanlarda çinko eksikliğinin önemi ve bunun beraberinde getirdiği sağlık sorunları, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi öğretim üyelerinden Prof. Dr. Ayhan O. Çaydar ve arkadaşları tarafından 1960'lı yıllardan başlayarak hem ulusal hem de uluslararası bilimsel dergilerde sıkça işlenmiş bir konu olmuştur. Halen yürütülmekte olan NATO-SFS projesi çerçevesinde Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden Prof. Dr. Turgay İspir (şimdi İstanbul Üniversitesi'nde), Prof. Dr. Yurdanur Kılıç ve çalışma arkadaşları tarafından Güneydoğu Anadolu ve Orta Anadolu Bölgeleri'nde ilkökul öğrencileri üzerinde yürütülen yoğun saç ve kan analizleri, anılan bölgelerde çocuklarda çinko eksikliğinin gerçekten büyük boyutlarda olduğunu bir kez daha ortaya koymuştur. Bu çalışmalar sırasında yapılan anketler, sosyo-ekonomik durumu zayıf olan ve bitkisel kökenli besin tüketimi yüksek olan ailelerin çocuklarında çinko eksikliğinin daha fazla görüldüğünü ortaya koymuştur.

Çinko İçeren Besinler

Başta tahıllar olmak üzere, ağırlıklı olarak bitkisel kökenli besinlerle beslenmek çinko alımını olumsuz yönde etkilemektedir. Tahıllar, hem çinko yönünden fakirdir hem de içerdikleri çinkonun insan ve hayvan vücudunda biyolojik anlamda kullanılabilirliğini engelleyen maddelerce zengindir. Bu maddelerin başında fitin asidi, lignin, selüloz ve hemiselüloz gelmektedir.

Tahıl kökenli besinler ayrıca, vücutta çinkonun biyolojik yararlılığını artıran sitrik asit, askorbik asit, elma asidi, kükürt içeren amino asitler ve uzun zincirli yağ asitlerince fakirdir. Bu tür besin kaynakları, çinkonun dışında, insan sağlığında yine çok önemli olan demir, kalsiyum ve magnezyum gibi katyonların da biyolojik yararlılığını sınırlamaktadır.

Fitin asidi, insan ve hayvanlarda çinko eksikliğinin ortaya çıkmasını hızlandıran bir bileşik olarak bilinmektedir. Fitin asidinin çinkoyu bağlama afinitesi çok yüksektir. Tüketilen besinlerde çinko bulursa da, eğer besin fitin asidince zenginse, vücudun çinkodan yararlanmasını önemli ölçüde kısıtlanmaktadır. Yaygın bir kaniya göre, diyetle fitin asidinin çinkoya oranı (mol bazında) 25-30 üzerinde ise, çinkonun biyolojik olarak kullanılabilirliği çok düşüktür. Fitin asidi/çinko oranı yüksek olan diyetlerle beslenen hayvan ve insanlarda çinko eksikliği belirtilerinin çok çabuk ortaya çıktığı saptanmıştır. NATO-SFS projesi



çerçevesinde yapılan analizlere göre, Türkiye'deki buğdaylarda fitin asidinin çinkoya oranı aşırı derecede yüksektir. Bu oran, Güneydoğu Anadolu ve Çukurova Bölgesi'nde 50-60 dolayındadır. Orta Anadolu'da çinko eksikliğinin fazla olduğu alanlarda yetiştirilen buğdaylarda ise oran 120'ye kadar çıkmaktadır. Oranların bu denli yüksek olması, Türkiye'de insanlarda (özellikle kırsal kesimlerde) çinko eksikliğinin gerçekten çok yaygın olduğunun ayrı bir işaretidir.

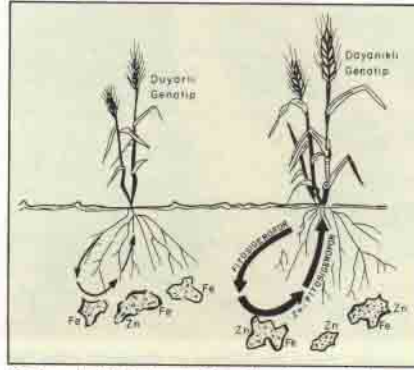
Yüksek olan fitin asidi/çinko oranlarını kısa vadede aşağı çekmenin en hızlı yöntemi bitkilerin çinko ile gübrenmesidir. Orta Anadolu'da yürüttüğümüz denemelerden elde edilen sonuçlara göre, danede fitin asidi/çinko oranı, çinko gübrenmesiyle 100-120'den 50'nin altına kadar düşmektedir.

Tahıl ürünlerinin tersine çinko yönünden en zengin besin kaynakları deniz ürünleri ve siğir etidir.

Bazı besinlerin içerdiği çinko miktarı	mg Zn/100 g
Ringa balığı	>100
Istiridye	>100
Karides	5-15
Siğir eti	4-6
Peynir	3-4
Çavdar danesi	3
Ceviz/Fındık/Badem	3
Yumurta	2
Çavdar Ekmeği	1,3
Buğday Ekmeği	1,0
Çeltik (pirinç)	0,4
Patates	0,3

Çinko Eksikliğine Dayanıklı Bitki Genotipleri

İnsanlarda ve topraklarda yaygın olan çinko eksikliğine karşı alınabilecek önlemler olarak a) toprağın çinko ile gübrenmesi, b) tüketilen besinlere (örneğin ekmeğe) dışardan çinko ilave edilmesi ve c) doğrudan çinko tabletlerinin kullanılması sayılabilir. Ancak, bu yöntemlerin her biri kendine özgü önemli ekonomik maliyetler getirmekte, işgücüne ve enerjiye gereksinim doğurmakta ve en önemlisi her yıl veya belli dönemlerde sürekli bir şekilde uygulanma/yinelenme gereksinimi doğmaktadır. Örneğin, Hindistan'da kansızlık çeken hamile kadınlarda yaygın olarak görülen demir (Fe) eksikliği sorununun giderilmesi için, bir demir eklenmesi programının uygulanması duru-



Çinko eksikliği altında fitosiderofor sentezleme ve toprağa salgılama kapasitesi çok düşük olan bir makarnalık buğday (solda) ve çok yüksek olan bir ekmeklik buğday (sağda)

munda, yılda yaklaşık 40 milyon Amerikan dolarna gereksinim olabileceği belirtilmiştir.

Çinko eksikliği sorununun çözümü yönünde, yukarıda sözü geçen yaklaşımlara alternatif olarak daha doğal, daha pratik ve daha ucuz olan yaklaşım şekli, toprakta gerçekte bolca bulunan ama bitkilerce kolaylıkla alınamayan çinkoyu, geliştirdiği birtakım adaptasyon mekanizmalarıyla topraktan kolaylıkla alabilen yeni bitki genotiplerinin ıslah edilmesidir. NATO-SFS projesinin temel hedeflerinden biri de budur.

Aslında toplam çinko miktarı yönünden zengin olan topraklarımızda, bu çinkonun büyük bir bölümü bitki köklerine alınması zor olan kimyasal yapılarda bulunmaktadır. Çinko eksikliğine dayanıklılığı, yüksek olan bitki genotipleri geliştirdikleri birtakım mekanizmalarla bu tür çinko kaynaklarından kolaylıkla yararlanabilmekte ve topraktan alıp bünyesinde biriktirebilmektedir.

Bugüne değin, NATO-SFS projesi çerçevesinde 600'ün üzerinde buğday çeşidi/hattı test edilmiştir. Bu çeşitler arasından çinko eksikliğine dayanıklılık yönünden büyük farklılıklar çıkmıştır. Öncelikle, makarnalık grubu buğday çeşitlerinin ekmeklik grubu buğday çeşitlerine göre çinko eksikliğine karşı çok daha fazla duyarlı olduğunu belirtmek gerekir. Çinko eksikliği koşullarında makarnalık buğdayların büyümesi ve verim oluşturma kapasitesi çok önemli bir düşüş göstermektedir. Onun içindir ki, çinko eksikliğinin şiddetli olduğu koşullarda ya makarnalık buğday ekilmemeli ve bunun yerine çinko eksikliğine dayanıklı bir ekmeklik buğday ekilmeli ya da makarnalık buğday ekimi zorunlu ise, o zaman toprağın çinko ile gübrenmesi gerekmektedir.

Bitkiler Çinko Eksikliği Sorununu Nasıl Çözüyor?

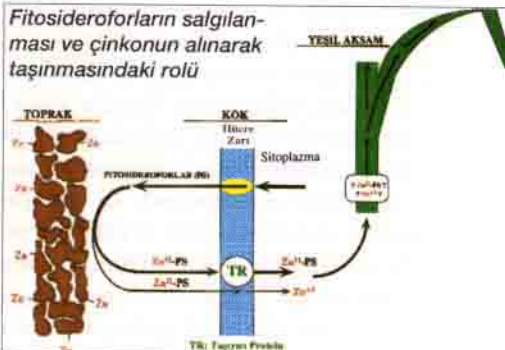
Çinko eksikliğine dayanıklılıkta ekmeklik buğday çeşitleri/hatları arasında çarpıcı farklılıklar görülmektedir. Bitkilerce alınabilir çinkonun yetersiz olduğu toprak koşullarında bazı buğday çeşitlerinin çok duyarlı olması ve büyümesinin sınırlanması, bazılarının ise dayanıklılık göstermesi ve dışarıdan çinko gübresine gerek duymadan sağlıklı bir büyüme sürecinde olması, birtakım morfolojik ve fizyolojik bitkisel etmenlere bağlıdır. Aşağıda verilen bu etmenler, bitkilerin çinko eksikliğine süper bir dayanıklılık göstermesinde karar verici bir rol oynamaktadır.

- Bitki, çinko eksikliği çekerken, daha yoğun bir kök sistemi oluşturarak, toprakla daha fazla bağlantı kurmak ve dolayısıyla toprağın çinkosundan daha fazla yararlanmak yoluna gitmektedir.

- Çinko eksikliği baş gösterince bitki, köklerden toprağa (rizosfere) artan oranlarda asidik karakterde organik bileşikler ve hidrojen iyonları salgılamaktadır. Bu tür kök salgıları sonucu, toprağın pH'sı düşmekte, yani asitliği artmaktadır. Sonuçta, bitki köklerinde düşük pH'larda çok kolay olan çinkonun alımı artmaktadır.

- Bitki, çinko eksikliğinden kurtulmak için toprağa fitosideroforlar (phytosiderophore) bir başka tanımlamaya göre, "phytometallophore" (bitkiye metal taşıyıcı) adı verilen şelatlar (metalleri bağlayarak çözünürlüklerini artıran organik bileşikler) salgılamaktadır. Mucineik asit, deoksi-mucineik asit gibi değişik bileşimleri olan fitosideroforlar, bitkinin normal koşullarda kolaylıkla alamadığı çinkoyu, rahatlıkla almasını sağlayan organik bileşiklerdir.

Fitosideroforlar, eğer bitki çinko eksikliğinin etkisi altındaysa köklerden



toprağa salgılanmaktadır. Çinko sorunu yoksa, bitki toprağa fitosiderofor salgılamamaktadır. İlginçtir ki, fitosideroforlar yalnızca güneş doğduktan 2-3 saat sonra toprağa salgılanır ve bu salgılanma işi öğleye kadar devam eder ve ertesi sabah yeniden salgılanana kadar durur. Fitosideroforlar yalnızca buğday, arpa, çavdar gibi buğdaygıl grubu bitkiler tarafından salgılanabilmektedir. Bu bileşikler, toprağa salgılandığında toprakta bağlanmış, oksitlenmiş veya yüksek derecede hidrokstilenmiş durumdaki çinkoyu şelatlayarak, onun çözünürlüğünü ve hareketliliğini artırmakta ve bitkinin alımına sunmaktadır. Fitosideroforlar, bitki köklerinin çinko alımını kolaylaştırdığı gibi, bitki içindeki çinko taşınımını da, örneğin kökten yapraklara veya yapraklardan çinko gereksiniminin yüksek olduğu böyüme noktalarına taşınmasını da kolaylaştırmaktadır. Fitosideroforların bu etkinlikleri her genotipte görülebilmektedir. Bu mekanizmaların yalnızca çinko eksikliğine dayanıklılığı yüksek olan genotiplerde etkin olarak çalıştığına inanılmaktadır.

Fitosideroforlar, bitkiler demir eksikliği çektğinde de kökten toprağa salgılanmakta ve bitkinin demir eksikliği sorununu çözmektedir. Çok iyi bir demir ve çinko şelatı olan fitosideroforlar, bitkinin beslenmesinde, ticari amaçla satılan demir ve çinko şelatlarından (örneğin Zn-EDTA veya Fe-EDDHA'dan) yüzlerce kez daha etkindir. Çiftçiler tarafından bitkilerde demir eksikliği (Fe klorozu) sorununu gidermek için kullanılan ve çok pahalı olan Fe-EDDHA şelatına göre, örneğin mucineik asit (MA) fitosideroforu en az 1000 kez daha düşük miktarlarda bile bitkiye uygulandığında, bitkinin demir eksikliğinin yarattığı sorunlardan kurtulması ve sağlıklı bir büyüme sürecine girmesi daha hızlı olmaktadır.

Halen sürmekte olan araştırmalarımıza göre, çinko eksikliğine dayanıklılı-



Sorgum bitkisine su kültüründe farklı demir kaynakları (Fe-Desferal, Fe-EDDHA ve Fe-MA) verildiğinde bitkilerin büyümesi (Fotoğraf: V. Frenkel)



Buğday çeşitlerinin çinko eksikliğine dayanıklılığında rol alan fizyolojik mekanizmaların araştırıldığı tamamen bilgisayar kontrollü bitki yetiştirme odaları

ğı yüksek olan buğday genotipleri, kökten toprağa yüksek miktarlarda fitosiderofor salgılamakta ve topraktan da yüksek miktarlarda çinko alımı yapmaktadır. Çinko eksikliğine duyarlılığı oldukça fazla olan makarnalık buğdayların ise fitosiderofor sentezleme ve toprağa salgılama kapasitesi çok düşüktür.

Çinko Eksikliğine Dayanıklılığı Belirleyen Genler

Tahıl türleri içerisinde çinko eksikliğine dayanıklılığı en yüksek olan tahıl çavdardır. Çavdar çinko eksikliğinde toprağa yüksek miktarlarda fitosiderofor salgıladığı gibi, diğer tahıllara göre topraktan çok yüksek oranlarda da çinko alım kapasitesine sahiptir. Radyoaktif çinko ile yürüttüğümüz çinko alım deneylerinde çavdarın ortamdan hem çok yüksek miktarda çinko aldığı hem de almış olduğu çinkoyu kökten yapraklara çok hızlı bir şekilde taşıdığı görülmüştür.

Çavdardan sonra çinko eksikliğine dayanıklılığı en yüksek olan tahıl türü tiritikaledir. Çinko eksikliğine dayanıklılıkta çavdar ve tiritikaleyi arpa, ekmeçlik buğday, yulaf ve makarnalık buğday izlemektedir. Bir çavdar-buğday meze olması nedeniyle tiritikalenin çinko eksikliğine karşı gösterdiği yüksek dayanıklılık özelliğini ve bu özelliği belirleyen genleri çavdardan aldığı söylenebilir.

Çukurova Üniversitesi'nde tamamen bilgisayar kontrollü modern bitki yetiştirme odalarında ve seralarda buğdayın değişik hatlarıyla deneyler yü-



rütülerek hangi kromozomların çinko eksikliğine dayanıklılıkta belirleyici olduğu sorusuna yanıt aranmıştır. İki yıldır sürdürülen bu çalışmalarda, çinko eksikliğine dayanıklılığı son derece yüksek olan yeni buğday hatları/çeşitleri bulunmuştur.

Ayrıca, çinko eksikliğine karşı dayanıklılığın belirleyicisi olan genlerin hangi kromozomlar tarafından taşındığı da belirlenmiştir. Bu hatlarla ilgili deneyler ve moleküler düzeydeki fizyolojik testler İngiltere, Bulgaristan, Meksika ve Amerika'daki bazı bitki ıslahı ve genetiği araştırma kuruluşlarıyla ortaklaşa sürdürülmektedir. Bu tür genetik araştırmalar halen yürütülmekte olan proje çalışmalarının odak noktasını oluşturmaktadır.

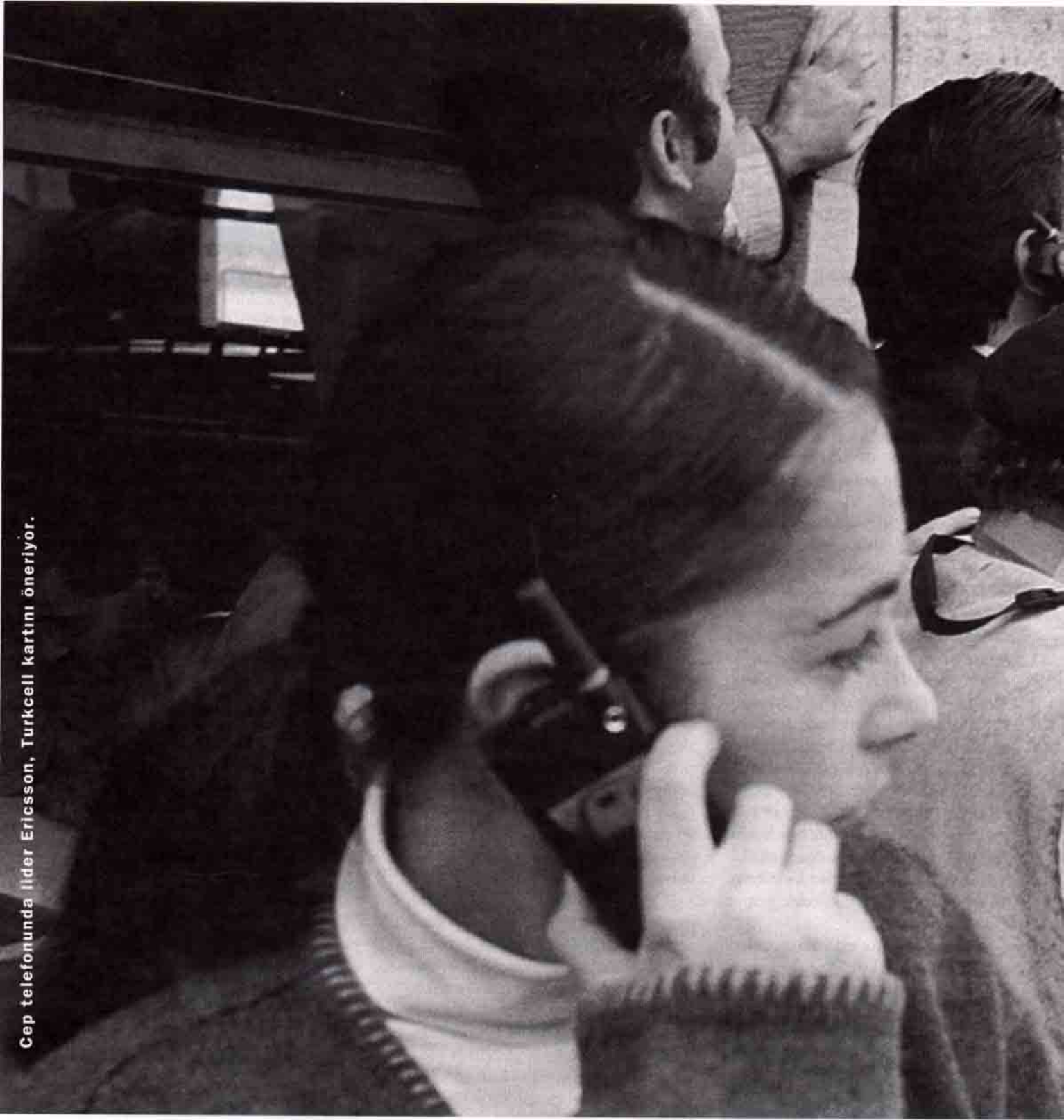
Bu yazının hazırlanmasında katkılarını olan NATO-SFS projesinin GAP ve Orta Anadolu Bölgeleri'ndeki katılımcı kuruluşlara ve elemanlarına; Fikirler Geyik Kurşun Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde Mustafa Kalaycı ve Konya Bahri Dağdağ Müberrerası Kıyık Akubat Araştırma Merkezi'nde Dr. Ahmet Yılmaz ve Dr. Hasan Ekiz'e; CIMMYT Türkiye temsilcisi Dr. Hans Braun'a teşekkür ederim.

Ismail Çakmak
Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Kaynaklar

- Bonin, H., "Enrichment of food staples through plant breeding: A new strategy for fighting micronutrient malnutrition", *Nutrition Rev.*, 1996.
- Çakmak, I., Yılmaz, A., Kalaycı, M., Ekiz, H., Torun, B., Frenkoğlu, B. and Braun, H.J., "Zinc deficiency as a critical problem in wheat production in Central Anatolia", *Plant and Soil*, 1996.
- Çakmak, I., Torun, B., Frenkoğlu, B., Kalaycı, M., Yılmaz, A., Ekiz, H. ve Braun, Hans J., "Türkiye'de toprak ve bitkilerde çinko eksikliği ve bitkilerin çinko eksikliğine dayanıklılık mekanizmaları", *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 1996.
- Çavdar, A.O., Arasoy, A., Çin, S., Balıncan, S. and Gondaoglu, S., "Geophagy in Turkey: Iron and zinc deficiency, iron and zinc absorption studies and response to treatment with zinc in geophagy cases", *Zinc Deficiency in Human Subjects*, Alan R. Liss, New York, 1983.
- Graham, R.D., and Welch, R.M., "Breeding for staple food crops with high micronutrient density", *Working Papers on Agricultural Strategies for Micronutrients*, No. 3, International Food Policy Research Institute, Washington, D.C., 1996.
- Graham, J., Odent, M., Ziskinapfel, *Wenn Eltern Körper ein wichtiges Spurenelement fehlt*, Hippokrates Verlag GmbH, Stuttgart, 1988.
- Tamura, T. and Goldenberg, R.L., "Zinc nutrient and pregnancy outcome", *Nutrition Rev.*, 1996.

Ericsson tutkusu



Cep telefonunda lider Ericsson, Turkcell kartını öneriyor.

...liderliğin garantisine, gücüne ve üstün kalitesine sahip



İlmaktır.



ERICSSON 