



Bitki Beslenmesi ve Bitki Hastalıkları İlişkisi

Zeliha Küçükkyumuk^{1*}, Ümit Bayındır¹

¹ Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü – Isparta-Türkiye

*Sorumlu yazar: zelihakucukyumuk@isparta.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 25/10/2022

Kabul tarihi: 30/12/2022

Anahtar Kelimeler: Besleme ve hastalık ilişkisi, Bitki besleme, Hastalık

DOI: 10.55979/tjse.1192093

Bitki, bitki besin elementleri ve hastalık oluşumuna sebep olan patojenler arasındaki ilişki çok karmaşıktır. Bitki besleme ve bitki hastalıkları arasındaki ilişki çoğunlukla gündeme gelme de bitki besleme, her zaman bitki hastalıklarının kontrolünde birincil bileşen olmuştur. Bitkilerin yetiştirildiği çöğü toprak ve ortam, bol miktarda hastalık patojeni içerir. Besin elementi eksikliği görülen bitkiler daha az dirençlidir ve çeşitli hastalıklara karşı daha duyarlıdır. Bu bakımdan tüm bitki besin elementleri bitki hastalıklarına etki eder. Bazı bitki besin elementlerinin diğer besin elementlerine göre bitki hastalıkları üzerine doğrudan ve daha fazla etkisi vardır. Bu çalışmada bazı bitki besin elementlerinin (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, B) bazı fungal ve bakteriyel hastalıklara karşı gösterdiği direnç ile ilgili çalışmalar derlenmiş, ayrıca bitki hastalıklarına karşı önemli bitki besin maddeleri ve bunların bitki hastalıklarıyla olan ilişkileri incelenmiştir. İyi planlanmış bir gübreleme programı; sağlıklı üretim, optimum verim ve maksimum kazanç için gereklidir. Verim artışı ve hastalıklara direnç göstermede besin elementlerinin varlığı önemlidir. Bitkilerin beslenmesini iyileştirmenin tüm bitki hastalıklarına olmasa da birçok bitki hastalığına karşı yardımcı olacağı söylenebilir. Bunun yanında, çöğü hastalığın şiddeti azaltılabilir ve birçok bitki patojeninin kimyasal, biyolojik veya genetik kontrolü uygun beslenme ile artırılabilir.

The Relationship between Plant Nutrition and Plant Diseases

ARTICLE INFO

Received: 25/10/2022

Accepted: 30/12/2022

Keywords: Nutrient disease relation, Plant nutrition, Disease

DOI: 10.55979/tjse.1192093

ABSTRACT

The relationship between plant, plant nutrients and disease pathogens is very complex. Plant nutrition has always been the primary component of disease control, although the relationship between plant nutrition and disease is often not on the agenda. Most soils and environments in which plants are grown contain abundant disease pathogens. Plants with nutrient deficiencies are less resistant and more susceptible to diseases. In this respect, all plant nutrients affect plant diseases. Some plant nutrients have a direct and greater effect on plant diseases than other nutrients. In this study, studies on the resistance of some plant nutrients (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, B) against some fungal and bacterial diseases are given. In addition, important plant nutrients against diseases and relations with diseases were examined. A well-planned fertilization program is essential for healthy production, optimum yield and maximum profit. The presence of nutrients is important in increasing yield and resisting diseases. It can be said that improving the nutrition of plants will help against not all diseases but many of diseases. The severity of most diseases can be reduced, and the chemical, biological, or genetic control of many plant pathogens can be enhanced by appropriate nutrition programme.

1. Giriş

Bitki hastalıkları tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilemektedir. Bitki hastalıklarıyla pestisit kullanarak mücadele edilmesi kolay ve etkili olmasına rağmen, tüketilen gıdaların güvenliği açısından son derece endişe vericidir ve bu pestisitlerin patojen üzerindeki etkinliği giderek azalmaktadır. Hastalıklarla mücadele için yeni çözümler arayışları gündeme gelmektedir. Bitkilerin mineral beslenme düzeyi, hastalık etmenlerinden etkilenme derecesi üzerinde çok yönlü etkiler yapmaktadır. Yeterli besin elementi içeriğine sahip bitkilerin hastalıklara karşı dirençleri varken, besin elementi yetersiz durumdaki bitkilerin hastalıklara karşı duyarlılıkları artmaktadır. Besin elementi, bitkinin beslenme durumu, bitkinin türü ve hastalık etmeni, bitkinin hastalığa göstermiş olduğu direnci etkileyen faktörlerdir. Mikro besin elementleri hem hücre duvarı sağlamlığını hem de membranların yapısal bütünlüğünü etkileyerek ve doğrudan patojen üzerinde toksik etki yaparak patojenlerin hücreye penetrasyonunu ve enfeksiyonunu azaltmaktadır (Çakmak vd., 2008).

Bu çalışmada bazı bitki besin elementlerinin (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, B) bazı fungal ve bakteriyel hastalıklara karşı gösterdiği direnç ile ilgili çalışmalar derlenmiş, ayrıca hastalıklara karşı önemli bitki besin maddeleri ve bunların hastalıklarla olan ilişkileri incelenmiştir.

Bu çalışmanın ana materyalini konu ile ilgili çalışmalardan elde edilen ve daha önce yayınlanan çeşitli kaynaklardan elde edilen bilgiler oluşturmaktadır. Azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, mangan, bakır ve bor elementlerinin bazı fungal ve bakteriyel hastalıklara karşı gösterdikleri direnç ile ilgili çalışmalar derlenmiş ve hastalıklarla olan ilişkileri incelenmiştir. Elde edilen veriler çalışma içerisinde hem çizelgeler halinde hem de yorumlarla sunulmuştur.

1.1. Azot (N)

Azotun bitki hastalıklarına dayanıklılık üzerine etkisi vardır. Yeterli N alımı hem büyüme hem de hastalık direncinde ihtiyaç duyulan çeşitli yapıların, proteinlerin ve

enzimlerin oluşumu için esastır. N'nin hastalıkla en yaygın olarak kabul edilen ilişkilerinden biri, yüksek N oranlarının daha fazla hastalığa yol açmasıdır. Bazı bitkilerde N içeriği yeterli seviyelerin üzerine çıktıkça fungus önleyici bileşik miktarının azaldığı gözlemlenmiştir. N ile aşırı gübreleme, çeşitli hastalıkların etkisini artırabilen aşırı ve zayıf vejetatif büyümeyi artırmaktadır. Fazla azotun hastalıklara karşı hassas olmasının sebebi; sulu büyümeyi ve daha ince hücre duvarlarını destekleyerek bitkileri enfeksiyona karşı daha duyarlı hale getirmesinden; bitki yoğunluğunun artacağından bitkilerin çevresinde hastalıklara neden olabilecek daha nemli hava olabileceğinden; olgunluğu gecikeceği için enfeksiyon ve hastalık gelişimi mevcut süreyi uzatabileceğinden kaynaklanabilir (Anonim, 2015). Fazla azot, arpada kahverengi pas, çeltikte kahverengi

yaprak lekeli, buğdayda kök boğaz ve başak çürüklüğü gibi fungal hastalıklara neden olmaktadır (Kacar & Katkat, 2015). Fide hastalıkları, kök çürüklüğü, damar solgunluğu, yaprak hastalıkları, virüs hastalıkları konusunda azotun farklı formlarının etkisi belirgin bir şekilde gözlemlenmiştir. Azot, hastalığı azaltabileceği gibi *Verticillium* (solgunluk) ve patates *Rhizoctonia* (pamukçuk) hastalıklarının artmasına neden olabilir (Huber & Thompson, 2009). N eksikliği olan patateslerde erken yanıklık (*Alternaria solani*) daha fazla görülmektedir. Azot bitkilerin en fazla ihtiyaç duyduğu besin elementidir, dolayısıyla bitki hastalıklarına karşı önemli bir rolü vardır. Daha önce yapılan çalışmalarda bazı bitki hastalıklarında azotun olumlu etkisi Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Bazı bitki hastalıklarında azotun etkisi (Huber & Thompson, 2009)

Table 1. The effect of nitrogen on some plant diseases (Huber & Thompson, 2009)

Bitki	Hastalık	Patojen
Mısır, fıstık	Aflatoksin	<i>Aspergillus flavus</i>
Tütün	Siyah kök çürüklüğü	<i>Thielaviopsis basicola</i>
Çilek	Siyah kök çürüklüğü	<i>Rhizoctonia fragariae</i>
Pirinç	Çeltik yanıklık hastalığı	<i>Magnaporthe grisea</i>
Domates	Kök ve kök boğazı çürüklüğü	<i>Fusarium oxysporum</i>
Üzüm	Kurşuni küf	<i>Botrytis cinerea</i>
Marul	Mantarimsi kök çürüklüğü	<i>Rhizomonas suberifaciens</i>
Patates	Erken yanıklık hastalığı	<i>Alternaria solani</i>
Buğday	Kök ve kök boğazı çürüklüğü	<i>Pseudocercospora herpotrichoides</i>
Pamuk	Yaprak leke hastalığı	<i>Alternaria macrospora</i>

1.2. Fosfor (P)

Fosfor, patojenlere karşı koruma sağlamak için, dokunun içeriğini artırarak veya dokunun olgunlaşmasını hızlandırarak bitkilerin farklı hastalıklara karşı direncini artırır. P uygulanması, kök sisteminin hacmini ve bitki dokularının protein sentezi ve hücrel aktivitesini artırarak nematodlara karşı daha dirençli olmasını sağlamaktadır (Prabhu vd., 2009).

Fasulye ve hıyarda kök ur nematodu (meloidogyne) popülasyonları, toprağa yüksek dozlarda fosfor

uygulanmasıyla kontrol altına alınabilir. Fosfor, bitkilerin virüslere karşı duyarlılığını artırabilir. P gübresiyle domates ve tütünde mozaik virüsü artarken fasulyede azaldığı belirlenmiştir. Patojen enfeksiyonu sırasında, bitkinin savunma tepkilerinin aktivasyonu için gen ekspresyonunun büyük transkripsiyonel yeniden programlanması meydana gelir. Çeltikte aşırı fosfor gübrelmesi ve fosfor birikimi fungal patojen *Magnaporthe oryzae* enfeksiyonuna duyarlılığı artırır (Campos-Soriano, 2020). Bazı bitki fungal hastalıklarında fosforun olumlu etkisi Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Bazı mantari hastalıklarda fosforun etkisi (Prabhu vd., 2009a)

Table 2. The effect of phosphorus on some fungal diseases (Prabhu vd., 2009a)

Bitki	Hastalık	Patojen
Pancar	Çürüklük	<i>Phoma spp.</i>
Lahana	Mildiyö	<i>Peronospora parasitica</i>
Kereviz	Pas	<i>Puccinia spp.</i>
Turunçgil	Kök çürüklüğü	<i>Thielaviopsis basicola</i>
Mısır	Sap çürüklüğü	<i>Gibberella zeae</i>
Pamuk	Kök çürüklüğü	<i>Phymatotrichum omnivorum</i>
Hıyar	Çökerten	<i>Rhizoctonia solani</i>
Mercimek	Solgunluk	<i>Fusarium oxysporum f. sp. lentis</i>
Üzüm	Mildiyö	<i>Plasmopara viticola</i>
Patates	Mildiyö	<i>Phytophthora infestans</i>
Pirinç	Kök çürüklüğü	<i>Sclerotium oryzae</i>
Tütün	Kök çürüklüğü	<i>Thielaviopsis basicola</i>
Domates	Erken yanıklık	<i>Alternaria solani</i>
Buğday	Sürme	<i>Urocystis tritici</i>

1.3. Potasyum (K)

Potasyum yalnızca büyüme, gelişme ve metabolik işlevler üzerine değil bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık kazanmalarında da önemli etkiye sahip bir elementtir. Bitki hastalıklarının ve zararlılarının etkileyen K, diğer besin elementlerinden muhtemelen en etkili olanıdır. Enzim aktivitesinin mobil düzenleyicisi olarak K, hastalığın şiddetini etkileyen tüm hücrel fonksiyonlarda yer alır. Bitkilerde potasyumun hastalık ve zararlı etmenleri üzerine etkinlik durumunun incelendiği bir çalışmada (Perrenoud, 1977) fungal hastalıklar, böcekler, nematodlar, virüs enfeksiyonu, bakteri gibi binin üzerinde vakada potasyumun %65 oranında hastalık ve zararlıların azalmış olduğunu belirtmiştir. Aynı araştırmacı farklı bir çalışmada (Perrenoud, 1990) farklı potasyumlu gübrelerin hastalık ve zararlılara karşı etkilerini karşılaştırmış potasyum klorürün potasyum sülfata göre olumlu yönde daha etkili olduğunu belirtmiştir.

Potasyum, metabolik aktiviteler üzerine etkilidir, eksikliğinde enzim aktivitesi geriler ve organik bileşikler yeterince sentezlenemez dolayısıyla bitkiler özellikle fungal hastalıklara karşı daha hassas olurlar (Marschner,

1995). Verim artışı ve hastalık enfeksiyonlarına direnç göstermede potasyum önemli bir besin elementidir. Bergmann (1992), bitkilerin çözünebilir şeker ve aminoasit konsantrasyonları normalin üzerinde olduğu zaman yani bitkiler göreceli olarak yüksek N ve düşük K'ya sahip oldukları zaman patojenlerin faaliyetlerinde artış meydana geldiğini vurgulamıştır. Bir bitkide yüksek N veya şeker seviyeleri olduğunda hastalık ve enfeksiyonlar genellikle daha şiddetlidir. Aşırı N veya şeker birikimi, genellikle bitkinin N'yi proteinlere veya şekeri enerjiye verimli bir şekilde dönüştürmediğinin bir göstergesidir. Potasyum bu süreçlerde kritik bir rol oynar. Çoğu bitkide, düşük K seviyelerinde inorganik N biriktikçe, fungus öldürücü özelliklere sahip bitki bileşikleri hızla parçalanır. Aynı bitki türünün farklı çeşitlerinin hastalık direncini artırması, bazen dirençli çeşidin daha fazla K alma kabiliyeti ile ilişkilidir. Yüksek N:K oranı, hastalığa daha duyarlı hale getirebilirken, yüksek bir K:Ca oranı daha fazla hastalık hasarına yol açabilir. Patates ve narenciye ağaçları ile yapılan çalışmalar, patateslerde adi uyuz (*Streptomyces scabies*) ve turunçgillerde *Phytophthora* kök çürüklüğü (*P. parasitica*) enfeksiyonunun olduğunu göstermiştir. Bazı bakteri ve fungus hastalıklarında potasyumun olumlu etkisi Çizelge 3-5'de verilmiştir.

Çizelge 3. Bazı bakteri hastalıklarında potasyumun etkisi (Prabhu vd., 2009b)

Table 3. The effect of potassium on some bacterial diseases (Prabhu vd., 2009b)

Bitki	Hastalık	Patojen
Elma	Ateş yanıklığı	<i>Erwinia amylovora</i>
Fasulye	Bakteriyel yanıklık	<i>Pseudomonas syringae</i>
Karanfil	Bakteriyel solgunluk	<i>Pseudomonas caryophylli</i>
Pamuk	Köşeli yaprak leke hastalığı	<i>Xanthomonas malvacearum</i>
Hıyar	Köşeli yaprak leke hastalığı	<i>Pseudomonas lachrymans</i>
Mısır	Bakteriyel solgunluk	<i>Erwinia tracheiphila</i>
Şeftali	Bakteriyel leke	<i>Xanthomonas pruni</i>
Patates	Adi uyuz hastalığı	<i>Streptomyces scabies</i>
Pirinç	Bakteriyel yanıklık	<i>Xanthomonas oryzae</i>
Tütün	Köşeli yaprak leke hastalığı	<i>Pseudomonas angulata</i>
Domates	Bakteriyel solgunluk	<i>Pseudomonas solanacearum</i>
	Domates solgunluk hastalığı	<i>Corynebacterium michiganense</i>

Çizelge 4. Bitki mantari hastalıklarda potasyumun etkisi (Prabhu vd., 2009b)

Table 4. The effect of potassium on some fungal diseases (Prabhu vd., 2009b)

Bitki	Hastalık	Patojen
Elma	Meyve çürüklüğü	<i>Pezizula malicorticis</i>
Kayısı	Meyve monilyası	<i>Sclerotinia fructicola</i>
Avokado	Kök çürüklüğü	<i>Phytophthora cinnamomi</i>
Muz	<i>Fusarium</i> solgunluğu	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i>
Arpa	Ağbenek hastalığı	<i>Helminthosporium teres</i>
	Tahıl küllemesi	<i>Erysiphe graminis</i>
Fasulye	Cercospora yaprak lekesi	<i>Mycosphaerella cruenta</i>
Fasulye	Kök çürüklüğü	<i>Rhizoctonia solani</i>
Pancar	Çökerten	<i>Pythium ultimum</i>
Karanfil	Solgunluk	<i>Fusarium</i> spp.
Kereviz	<i>Fusarium</i> sararması	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>apii</i>
Turunçgil	Kahverengi meyve çürüklüğü	<i>Phytophthora parasitica</i>
Pamuk	Kök çürüklüğü	<i>Phymatotrichum omnivorum</i>

Çizelge 5. Bazı viral hastalıklarda potasyumun etkisi (Prabhu vd., 2009b)

Table 5. The effect of potassium on some viral diseases (Prabhu vd., 2009b)

Bitki	Hastalık	Patojen
Arpa	Sarı cücelik virüsü	<i>Barley yellow dwarf virus</i>
Fasulye	Mozaik	<i>Tobacco mosaic virus</i>
Yulaf	Sarı cücelik virüsü	<i>Barley yellow dwarf virus</i>
Patates	Mozaik	<i>Potato mosaic virus</i>
	Yaprak kıvrıkcılığı virüsü	<i>Potato leafroll virus</i>
İspanak	Mozaik	<i>Cucumber virus</i>
Kabak	Halkalı leke	<i>Tobacco ringspot virus</i>
Tütün	Mozaik	<i>Tobacco mosaic virus</i>
Domates	Mozaik	<i>Tobacco mosaic virus</i>

1.4. Magnezyum (Mg)

Magnezyumun en önemli görevi, klorofil moleküllerinde merkezi atom olarak yer almasıdır. Bitki yapraklarında yeterli magnezyum bulunması, magnezyumun klorofil molekülüne bağlanma oranı ile ilişkilidir.

Yapılan çalışmalarda (Sugawara vd., 1998; Rogan vd., 2000) magnezyuma hassas ve dirençli bitkilerde magnezyum konsantrasyonları karşılaştırılarak veya magnezyum yarayırlılığına etki eden koşulları ilişkilendirilerek hastalık şiddeti ile magnezyumun bitki hastalıkları üzerine etkisi gözlemlenmiştir. Magnezyum uygulaması ile domates ve biberde bakteriyel leke artarken (Woltz & Jones, 1979), domateste bakteriyel yumuşak çürüklüğün azaldığı (Jones vd., 1988) belirlenmiştir. Pamuk bitkisinde yapılan bir çalışmada vaskülerin görevinin bozulmasından dolayı *fusarium* ile enfekte olmuş bitkiye Mg, K ve Ca uygulamalarının hastalığı azalttığı bildirilmiştir (Sharoubeem vd., 1967). Magnezyum uygulamasında, uygulama oranı, uygulama zamanı, kaynağı, bitkinin beslenme durumu ve diğer elementlerle ilişkisi magnezyumun hastalık karşısında dirençli veya hassas olduğunu göstermektedir. Bitkinin kalsiyum alımındaki rekabet ve bitki dokularının bozunmaya karşı gösterdiği direncinin azalması hastalıklara karşı hassasiyeti artırır (Jones & Huber, 2007).

Patateste verim kaybına sebep olan *Erwinia* spp.'den kaynaklanan bakteriyel yumuşak çürüklüklere Mg ve Ca un önemli ölçüde çürümeyi azalttığı yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (McGuire & Kelman 1986; Kelman vd., 1989). Magnezyumun tahıllarda, *G. graminis* var. *triticeum* sebep olduğu fungal hastalığı azalttığı belirlenmiştir (Duffy vd., 1997). Diğer besin elementleri ile birlikte dengeli magnezyum gübrelemesi, hastalığı kontrol altına almak veya azaltmak için gerekmektedir.

1.5. Kalsiyum (Ca)

Kalsiyum, hem hücre duvarlarının hem de organelleri çevreleyen bitki zarlarının önemli bir yapısal bileşendir. Kalsiyum eksikliği, küf ve külleme dahil olmak üzere hastalık organizmaları tarafından enfeksiyona fiziksel olarak daha az direnebilen hastalıklara neden olur. Hücre duvarları sadece enfeksiyona karşı bir engel değildir, hücre duvarları, hücreler ve diğer bitki kısımları arasındaki şeker ve diğer bileşiklerin geçişini düzenler. Ca düşük olduğunda, şekerlerin hücre içinden bitki dokusundaki

hücreler arası boşluklara daha fazla taşınmasına izin verir. Bu bölgelerdeki daha yüksek şeker seviyeleri, enfeksiyon ve hastalık patojenlerini artırma eğilimindedir (Anonim, 2015). Kalsiyum sadece bitki zarlarının uygun yapısı ve işlevi, hastalıkların oluşumunu veya şiddetini azaltmada rol oynamaz. Funguslar ve bakteriler bitki dokusunu istila ederken, bitki dokusunun parçalarını çözen pektolitik enzimler salgırlar. Bu enzimler, bitkiye zarar verir ve enfeksiyonun yayılmasını artırır ve enzimlerin aktivitesi kalsiyum iyonu tarafından inhibe edilir.

Kalsiyum, meyvelerin depolama süresi üzerine önemli bir rol oynar. Elmada depo ömrünü artırmakta eksikliğinde ise daha çok hasat sonrasında görülen küçük, kahverengi, biraz kuru, hafif acı tadında, meyve etinde 3-5 mm çaplı lezyonlar şeklinde "acı benek" olarak adlandırılan belirti ortaya çıkmaktadır. Patates yumrularının Ca içeriği ile yumuşak bakteri çürümesi arasında ve domateste bakteriyel kanser arasında bir ilişki vardır (Rahman & Punja, 2009). Bazı bitki hastalıklarında kalsiyumun olumlu etkisi Çizelge 6'da verilmiştir.

1.6. Demir (Fe)

Demirin bazı hastalıklara karşı aktif olduğuna dair bazı çalışmalar olsa da, diğer besin elementleri ile aynı kategoride değerlendirilmemektedir. Bitkilerin Fe için rekabeti hastalığa karşı bir savunma mekanizması olarak kullanıp kullanmadığı açık değildir (Anonim, 2015).

Demirin antagonistik özellik gösterdiği Mn, Cu ve Zn'nin önemli hastalık önleyici özelliklere sahip olması sebebiyle, fazla Fe, bu diğer elementlerden birinin aktivitesini baskılayabilmektedir.

1.7. Çinko (Zn)

Bitkilerde önemli metabolik işlevlere sahip olan çinko, azot metabolizması ile yakından ilgilidir. Çinko eksikliğinin ilk belirtisinin RNA sentezinde azalma olduğu, bu durumun da protein oluşumunu engellediği, protein türünden olmayan azot ve DNA düzeylerinin oransal olarak artmasını sağladığı bildirilmiştir (Çakmak vd., 1996). Yapılan çalışmalarda, Indol Asetik Asitin (IAA) bitki büyüme organlarında sentezlenmesi için çinkonun gerekli olduğu, bu hormonun eksikliğinde, bitkinin boğumlar arası mesafesinin kısalarak büyümede gerileme meydana geldiği, aynı zamanda çinko eksikliği gösteren bitkilerde düşük seviyede gibberellik asit

oluşumlarının gözlemlendiği bildirilmektedir (Marschner, 1996).

Çizelge 6. Bazı bitki hastalıklarında kalsiyumun etkisi (Rahman & Punja, 2009)

Table 6. The effect of calcium on some plant diseases (Rahman & Punja, 2009)

Bitki	Hastalık	Patojen
Elma	Alternaria çürüklüğü	<i>Alternaria spp.</i>
	Acı çürüklük	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>
	Botrytis çürüklüğü	<i>Botrytis cinerea</i>
Avokado	Kök çürüklüğü	<i>Phytophthora cinnamomi</i>
Brokoli	Kök uru	<i>Plasmodiophora brassicae</i>
Lahana	Kök uru	<i>Plasmodiophora brassicae</i>
Havuç	Güney yanıklığı	<i>Sclerotium rolfsi</i>
	Kavite lekesi	<i>Pythium coloratum</i>
	Siyah kök çürüklüğü	<i>Chalara elegans</i>
Turunçgil	Phytophthora kök çürüklüğü	<i>Phytophthora nicotianae</i>
Kahve	Yaprak lekesi	<i>Mycena citricolor</i>
Hıyar	Kök çürüklüğü	<i>Pythium splendens</i>
	Kurşuni küf	<i>Botrytis cinerea</i>
Patlıcan	Kurşuni küf	<i>Botrytis cinerea</i>
Üzüm	Penicillium çürüklüğü	<i>Penicillium digitatum</i>
Kavun	Meyve çürüklüğü	<i>Myrothecium roridum</i>
Nektarin	Rhizopus çürüklüğü	<i>Rhizopus stolonifer</i>
Şeftali	Leucostoma kanseri	<i>Leucostoma persoonii</i>
	Meyve monilyası	<i>Monilinia fructicola</i>
Fıstık	Kapsül çürüklüğü	<i>Pythium myriotylum</i>
	Aflatoksin	<i>Aspergillus flavus</i>
Armut	Köşe çürüklüğü	<i>Phialophora malorum</i>
Biber	Kurşuni küf	<i>Botrytis cinerea</i>
Patates	Yumuşak çürüklük	<i>Erwinia carotovora</i>
Pirinç	Kılıf çürüklüğü	<i>Sarocladium oryzae</i>
Gül	Kurşuni küf	<i>Botrytis cinerea</i>
Domates	Külleme	<i>Erysiphe orontii</i>
Buğday	Çizgi hastalığı	<i>Cephalosporium gramineum</i>

Çinko eksikliğinde köklerden çinko alımında önemli derecede azalma olmaktadır. Bitkilerde çinko eksikliği olan bitkiler, çinko eksikliği görülmeyen bitkilere göre fungal kök hastalıklarına daha duyarlıdır (Marschner, 1995; Streeter vd., 2001). Bitkideki besin elementi olarak çinko eksikliği sonucu fungal ve bakteriyel hastalıklar daha kısa sürede ve artan şiddette ortaya çıkmaktadır (Adam vd., 1995; Doke vd., 1996; Kawano vd., 2002). Bitkinin savunma mekanizmasını harekete geçirmede, çinko gübrelemesi önemli bir role sahiptir (Çakmak, 2000). Çinko bileşikleri pek çok fitopatojen bakterinin de gelişimini engeller veya sınırlar (Adaskaveg & Hine, 1985). Çinko, patojenik *Fusarium* türlerinin ürettiği virülenslik faktörlerinden biri olan fusarik asitin üretimini engelleyerek hastalık gelişimini azaltır (Duffy vd., 2003). Zn, oksijen radikallerinin ve hidrojen peroksitin hem üretimine hem de detoksifikasyonuna yardımcı olur, böylece bitki hücrelerine verilen zararı sınırlar. Çinkonun bazı fungusitlerde etken madde olması, bazı patojenler için doğrudan toksik olduğunun kanıtıdır, çözünür Zn içeriği düşük toprakların, bazı hastalıklara neden olan organizmaların daha yüksek popülasyonlarını destekleme olasılığı daha yüksektir. Bazı *Fusarium* türlerinin (*F. oxysporum* ve *F. lycopersici*), birçok mahsul türünden daha fazla Zn ihtiyacı vardır ve çinko eksikliğinde daha az

hastalık görülür. Bir bitki bir fungus tarafından enfekte olduğunda, doğal savunması tetiklenir ve enfeksiyon hem enfeksiyon bölgesinde hem de bitkinin diğer bölümlerinde fungus önleyici fenolik bileşiklerin ve flavonoidlerin üretimini artmasına neden olur. Bu bileşiklerin üretimi ve taşınması, büyük ölçüde bitkinin beslenmesi ile kontrol edilir, bu nedenle, K, Mn, Cu, Zn ve B gibi temel besin maddelerinin eksikliği, enfeksiyon bölgesindeki bitkilerin doğal fungus önleyici bileşiklerinin miktarını azaltır. Çinko, bitki zarlarının bütünlüğü için gereklidir ve bitki hücrelerinden temel elementlerin veya bileşiklerin sızmasını önlemeye yardımcı olduğu düşünülmektedir. Çinko eksikliğinde, kullanılmayan şekerler birikir ve bu fazla şeker bitki yüzeylerine bir miktar şeker sızdırarak fungus ve bakterilerin başarılı bir şekilde yayılmasını artırabilir (Anonim, 2015). Yapılan çalışmalarda Zn, bazı *Fusarium* türlerinin etkilerini azaltmıştır. Küçükyumuk vd. (2014), artan dozlarda çinkonun *Pythium* çürüklüğüne karşı gösterdiği direnci belirlemişlerdir. Sonuç olarak çinko uygulamalarının bitki yaş ve kuru ağırlıklarını artırdığı tespit edilmiştir. Belli dozlarda çinkonun hastalık etmenleri üzerinde olumlu etkisinin olduğu, hastalığı baskıladığı aynı zamanda biyolojik mücadele için kullanılabileceği görülmüştür. Bazı bitki hastalıklarında çinkonun olumlu etkisi Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Bazı bitki hastalıklarında çinkonun etkisi (Duffy, 2009)

Table 7. The effect of zinc on some plant diseases (Duffy, 2009)

Bitki	Hastalık	Patojen
Buğday	Kök çürüklüğü Göçerten	<i>Rhizoctonia solani</i> <i>Gaeumannomyces graminis</i>
Turunçgil	Turunçgil mat solgunluğu	Bilinmeyen neden*
Börülce	Rhizoctania kök çürüklüğü	<i>Rhizoctonia solani</i>
Yonca	Kök çürüklüğü	<i>Rhizoctonia solani</i>
Mısır	Rastık	<i>Ustilago maydis</i>
Patates	Adi uyuz	<i>Streptomyces scabies</i>
Tütün	Tütün mozaik virüsü	<i>Tobacco mosaic virus</i>
Fasulye	Tütün mozaik virüsü	<i>Tobacco mosaic virus</i>

1.8. Mangan (Mn)

Mangan, hastalıklara karşı savunmada iki ana madde olan fenolik bileşiklerin üretiminde ve lignin oluşumunda önemli bir rol oynar. Bitkide fungal hastalıklar karşısında, fenolik maddeyi inhibe eden mantar üretimini artırır. Hem enfeksiyon bölgesinde hem de bitkinin diğer bölümlerinde bileşikler ve flavonoidler salgılanır. Bu bileşiklerin üretimi ve taşınması, büyük ölçüde bitkinin beslenmesi ile kontrol edilir. Bu nedenle, K, Mn, Cu, Zn ve B gibi temel besin maddelerinin eksikliği, enfeksiyon bölgesindeki bitkilerin doğal fungus önleyici bileşiklerinin miktarını azaltır. Fenolik bileşikler birçok hastalık patojeni için toksiktir ve lignin, hastalık organizmalarının penetrasyonuna karşı fiziksel bir engeldir. Bitkiler fungal enfeksiyonlara karşı oksijen radikalleri (O⁻ ve OH⁻) ve hidrojen peroksit (H₂O₂) oluşturarak hastalık organizmalarına ve konukçu bitkinin dokusuna zarar verir.

Hastalıklı bitkilerle sağlıklı bitkiler karşılaştırıldığında, hastalıklı bitkilerin daha az Mn konsantrasyonuna sahip olduğu tespit edilmiştir bunun sebebi bazı toprak kaynaklı fungusların, topraktaki Mn'yi oksitlemesinden ve bitkilerin yararlanamamasından kaynaklanmaktadır. Bitki manganı alamaz ve hastalık direnci düşer (Anonim, 2015).

Yapılan çalışmalarda, manganın buğday ve arpada çökerten hastalığına karşı şiddetinin azalttığını bildirmişlerdir (Reis vd., 1982; Graham vd., 1984; Brennan, 1992). Toprak veya yapraktan uygulanan Mn ile bezelye ve fasulyede fusarium solgunluğu ve Fusarium domates solgunluğu (*F. oxysporum* f. sp. *lycopersica* (Sacc.)) azaldığı bildirilmiştir (Mehrotra & Claudius, 1973).

1.9. Bakır (Cu)

Bakırın hastalıklara karşı kullanılması (1900), mutlak gerekli element olarak kabul edilmesinden 30 yıl öncesine dayanmaktadır. Ayrıca bakırın doz aşımında zehir etkisi belirtileri görülmektedir (Anonim, 2015). Birçok yaygın hastalık ve bozukluk Cu ile ilişkilendirilmiştir. Cu'nun mikroorganizmalar üzerindeki biyosidal etkilerinin uzun zamandır tanınması onu birçok böcek ilacının ortak bir bileşeni haline getirmiştir. Cu içeren pestisitlerin etkinliği oldukça çeşitlidir. Bordo bulamacı, bağlarda ve meyve

ağaçlarında fungusit olarak kullanılan bakır (II) sülfat ve sönmüş kirecin bir karışımıdır. *Plasmopara viticola* fungusunun neden olduğu bağ mildiyösü hastalığı başta olmak üzere özellikle bahçe, fidelik ve tarla bitkilerinde görülen fungal hastalıklara karşı kullanılır. Bakırlı preparatlar armut ve elmada ateş yanıklığı hastalığının mücadelesinde kullanılır. Bakır patojen üzerine doğrudan etki etmesiyle beraber, bitkinin direncini artırıcı etki sağlar.

1.10. Bor (B)

Bor, metal olmayan tek mikro elementtir. Bor genellikle kökler tarafından borik asit formunda alınır. Hücre duvarlarındaki anormal yapısal değişiklikler genellikle B eksikliği ile ilişkilendirilir. Hücre duvarı bileşenleriyle tepkimeye giren bor, polihidroksil bileşikleri oluşturarak hücre duvarlarının ince yapılı olmasında ve sentezlenmesinde görev yapar. Bitkilerde düşük miktarda bor konsantrasyonu bulunması durumunda hücre duvarlarında şekil bozuklukları görülür bu durumda da çatlak gövde ve mantarlaşmış gövde oluşmaktadır. Karbonhidratlar cis-hidroksil gruplarına sahip olduğunda bor, boro-karbonhidrat kompleksleri oluşturabilir. Bunun da glikoliz ve pentoz fosfat yolu arasındaki substrat akışı üzerinde etkisi vardır, bu da fenollerin ve lignifikasyonun, kinonların ve serbest radikal üretiminin düzenlenmesiyle sonuçlanır (Stangoulis & Graham, 2009).

Konukçu-patojen etkileşiminde bitkilerde bor çok önemli olup merak uyandırıcı sonuçlara sahiptir. Bor eksikliği patojenlerin artmasına yol açar. Kerevizde çatlak gövde (cracked stem), karnabaharda sap çürümesi veya kahverengi çürüklük (stalk rot), pancarda kalp çürüklüğü ve siyah nokta (heart rot, internal black spot), tütünde üst çürüklük (top rot), elmada içsel mantarlaşma (internal cork), yoncada uç yapraklarda sararma, patatesten kahverengileşme bor eksikliğinin belirtilerindedir (Blevins & Lukaszewski, 1998). Ali vd. (2016), soğan bitkisinde çinko ve borun birlikte kullanılmasıyla *Alternaria porri* and *Stemphylium vesicarium* hastalıklarının şiddetini azalttığını ve soğan verimini artırdığını belirtmişlerdir. Bazı bitki hastalıklarında borun olumlu etkisi Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Bazı bitki hastalıklarında borun etkisi (Stangoulis & Graham, 2009)

Table 8. The effect of boron on some plant diseases (Stangoulis & Graham, 2009)

Bitki	Hastalık	Patojen
Fasulye	Tütün mozaik virüsü	<i>Tobacco mosaic virüs</i>
	Lezyon	<i>Pseudomonas putida</i>
	Lezyon	<i>Fusarium solani</i>
Fasulye Bezelye Börülce	Kök çürüklüğü	<i>Rhizoctonia solani</i>
Karnabahar	Kök uru	<i>Plasmodiophora brassicae</i>
Patates	Siğil hastalığı	<i>Synchytrium endobioticum</i>
Tütün	Tütün mozaik virüsü	<i>Tobacco mosaic virüs</i>
Domates	Fusarium solgunluğu	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp.
		<i>Lycopersici</i>
Buğday	Sarı pas	<i>Puccinia striiformis</i>

2. Sonuç

Bitkilerin besin elementi eksikliği göstermesi, ürün miktarındaki düşüğe bağlı olarak ekonomik kayıp olarak karşımıza çıksa da kalite kaybına bağlı olarak beslenme sorunlarını da beraberinde getirecektir. Bu nedenle bitkilerin besin elementi eksikliklerinin giderilmesi için gerekli uygulamaların yapılması son derece önemlidir.

Uygulanan gübre miktarı ve çeşidi bitkilerde hastalık oluşumları üzerine etkilidir. Çoğu bitki hastalığının şiddetinin azaltılabileceği ve birçok bitki patojeninin kimyasal, biyolojik veya genetik kontrolünün doğru beslenmeyle artırılabilirliği açıktır. Bitki Hastalıkları ayrı ayrı incelenerek besin elementi ile ilişkisi yönünden değerlendirilmelidir, bu konuda genel bir ifade kullanmak güçtür. Bitkilerin beslenmesini iyileştirmenin tüm bitki hastalıklarına olmasa da birçok bitki hastalığına karşı yardımcı olacağı söylenebilir. Gübre önerileri, besin elementi alımını optimize etmek ve bitki optimum gelişmesi ve verim için geliştirilmelidir. Bitki çeşidi, daha önce yetiştirilen bitki, uygulanan gübre dozu, gübre uygulama zamanı, toprak mikroflorası gibi çeşitli etmenler hastalık üzerinde etkilidir. Bu konunun çalışılması bitki hastalığı ve bitki besleme uzmanları tarafından iş birliği yapılarak ulusal ve uluslararası çalışmalara daha fazla önem verilmesi gerekmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

3. Kaynaklar

- Adam, A. L., Bestwick, C. S., Barna, B., & Mansfield, J. W. (1995). Enzymes regulating the accumulation of active oxygen species during the hypersensitive reaction of bean to *Pseudomonas syringae* pv. *Phaseolicola*. *Planta*, 197, 240-249.
- Adaskaveg, J. E., & Hine, R. B. (1985). Copper tolerance and zinc sensitivity of Mexican strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, causal agent of bacterial spot of pepper. *Plant Disease*, 69, 993-996.
- Ali, H., Nisha, H. A. C., Hossain, Md. B., & Islam, Md. R. (2016). Evaluation of combined effect of micronutrients (ZnSO₄ + Borax)

- and fungicides to control the purple blotch complex of onion (*Allium cepa*). *American Journal of Plant Sciences*, 7, 715-723. <http://doi.org/10.4236/ajps.2016.75065>
- Anonim (2015). Spectrum Analytic. The Relationship between nutrients and other elements to plant diseases. Washington C.H., Ohio.
- Bergmann, W. (1992). Nutritional disorders of plants: developments, visual and analytical diagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena, New York.
- Blevins, D. G., & Lukaszewski, K. M. (1998). Boron in plant structure and function. *Annual Review of Plant Plant Physiology Plant Molecular Biology*, 49, 481-500.
- Brennan, R.F. (1992). The role of manganese and nitrogen nutrition in the susceptibility of wheat plants to take-all in Western Australia. *Fertilizer Research*, 31(1), 35-41.
- Campos-Soriano, L., Bundó, M., Bach-Pages, M., Chiang, S.F., Chiou, T.J., & San Segundo, B. (2020). Phosphate excess increases susceptibility to pathogen infection in rice. *Molecular Plant Pathology*, 21(4), 555-570. <https://doi.org/10.1111/mpp.12916>
- Çakmak, İ. (2000). Tansley Review No. 111 Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species, *New Phytologist*, 146, 185-205.
- Çakmak, İ., Torun, B., Erenoğlu, B., Kalaycı, M., Yılmaz, A., Ekiz, H., & Braun, H. (1996). Türkiye'de toprak ve bitkilerde çinko eksikliği ve bitkilerin çinko eksikliğine dayanıklılık mekanizmaları. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 20(Special Issue), 13-23.
- Çakmak, Ö., Aysan, Y., & Erdem, H. (2008). Farklı Düzeylerde Çinko Beslenmesi Altındaki Domates Bitkilerinde Bakteriyel Solgunluk Hastalığı Üzerine Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin Etkisinin Araştırılması. 1070273 no'lu Tübitak Araştırma Projesi Sonuç Raporu. 49s. Adana.
- Doke, N., Miura, Y., Sanchez, L. M., Park, H-J., Noritake, T., Yoshioka, H., & Kawakita, K. (1996). The oxidative burst protects plants against pathogen attack: Mechanism and role as an emergency signal for plant bio-defence - a review. *Gene*, 179, 45-51.
- Duffy, B. K., Ownley, B. H., & Weller, D. M. (1997). Soil chemical and physical properties associated with suppression of take-all of wheat by *Trichoderma koningii*. *Phytopathology*, 87, 1118-1124.
- Duffy, B. K., Schouten, A., & Raaijmakers, J. M. (2003). Pathogen self-defense: Mechanisms to counteract microbial antagonism. *Annual Review Phytopathology*, 41, 501-538.
- Duffy, B. K. (2009). Zinc and plant diseases. In *Mineral nutrition and plant disease*. (pp.155-175)
- Graham, R. D., & Rovira, A. D. (1984). A role for manganese in the resistance of wheat plants to take-all. *Plant Soil*, 78, 444-446.
- Huber, D. M., & Jones, J. B. (2012). The role of magnesium in plant disease. *Plant Soil*, 368, 1-20. <http://doi.org/10.1007/s11104-012-1476-0>
- Huber, D. M., & Thompson, I. A. (2009). Nitrogen and plant disease. In *Mineral nutrition and plant disease*. In *The American Phytopathological Society*. (pp. 55-75)
- Jones, J. B., & Huber, D. M. (2007). Magnesium and plant disease. In *Mineral nutrition and plant disease* (pp. 95-100)
- Jones, J. B., Stanley, C. D., Csizinszky, A. A., Kovach, S. P., & McGuire, R. G. (1988). K and N fertilization rates influence susceptibility of trickle-irrigated tomato plants to bacterial spot. *HortScience*, 23, 1013-1015.

- Kacar, B., & Katkat, A. V. (2015). *Bitki Besleme*. Uludağ Üniversitesi Yayın.
- Kawano, T., Kawano, N., Muto, S., & Lapeyrie, F. (2002). Retardation and inhibition of the cation-induced superoxide generation in BY-2 tobacco cell suspension culture by Zn^{2+} and Mn^{2+} . *Physiologia Plantarum*, 114, 395-404. <http://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2002.1140309.x>
- Kelman, A., McGuire, R. G., & Tzeng, K. C. (1989). Reducing the severity of bacterial soft rot by increasing the concentration of calcium in potato tubers. In *Soilborne plant pathogens: management of diseases with macro and microelements*. (pp. 102-123)
- Küçükyumuk, Z., Özgönen Özkaya, H., Erdal, İ., & Eraslan, F. (2014). Effect of zinc and glomus intraradices on control of pythium deliense plant growth parameters and nutrient concentrations of cucumber. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42(1), 138-142.
- Marschner, H. (1996). *Mineral nutrition of higher plants*. Second Edition. Academic Press.
- Marschner, H., & Dell, B. (1995). Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant Soil*, 159, 89-102.
- McGuire, R. G., & Kelman, A. (1986). Calcium in potato tuber cell walls in relation to tissue maceration by *Erwinia carotovora* pv. *atroseptica*. *Phytopathology*, 76, 401-406.
- Mehrotra, R. S., & Claudius, G. R. (1973). Effect of chemical amendments and foliar application on lentil wilt. *Plant Soil*, 39, 695-698. <https://doi.org/10.1007/BF00264186>
- Perronoud, S. (1977). *Potassium and Plant Health*. Publ. Int. Potassium Institute, Bonn, Worblaufen, Schweiz.
- Perronoud, S. (1990). *Potassium and Plant Health*. Publ. Int. Potassium Institute Research Topics. No:3. 2nd ed. Basel, Switzerland.
- Prabhu, A. S., Fageria, N. D., Berni, R. F., & Rodrigues, F. A. (2009a). Phosphorous and plant disease. In *Mineral Nutrition and Plant Disease*. (pp. 45-55)
- Prabhu, A. S., Fageria, N. K., & Huber, D. M. (2009b). Potassium Nutrition and Plant Diseases. In *Mineral Nutrition and Plant Disease*. (pp. 57-78)
- Rahman, M., & Punja, Z. K. (2009). Calcium and plant disease. In *Mineral nutrition and plant disease*. (pp.79-94)
- Reis, E. M., Cook, R. J., & McNeal, B. L. (1982). Effect of mineral nutrition on take-all of wheat. *Phytopathology*, 72, 224-233.
- Rogan, G. J., Bookout, J. T., Duncan, D. R., Fuchs, R. L., Lavrik, P. B., Love, S. L., Mueth, M., Olson, T., Owens, E. D., Raymond, P. J., & Zalewski, J. (2000). Compositional analysis of tubers from insect and virus resistant potato plants. *Journal of Agriculture Food and Chemistry*, 48, 5936-5945.
- Sharoubeem, H. H., Naim, M. S., & Habib, A. A. (1967). Combined effect of nitrogen supply and *Fusarium* infection on the chemical composition of cotton plants. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 2, 40-48.
- Stangoulis, J., & Graham, R. (2007). Boron and Plant Disease. In *Mineral Nutrition and Plant Disease*. (pp. 207-214)
- Streeter, T. C., Rengel, Z., Neate, S. M., & Graham, R. D. (2001). Zinc fertilization increases tolerance to *Rhizoctonia solani* (AG 8) in *Medicago truncatula*. *Plant Soil*, 228, 233-242.
- Sugawara, K., Singh, U. P., Kobayashi, K., & Ogoshi, A. (1998). Scanning electron microscopical observation and X-ray microanalysis of Erysiphe pisi infected leaves of pea (*Pisum sativum* L.). *Phytopathology*, 146, 223-229.
- Woltz, S. S., & Jones, J. P. (1979). Effects of magnesium on bacterial spot of pepper and tomato and on the in vitro inhibition of *Xanthomonas vesicatoria* by streptomycin. *Plant Disease Reporter*, 63, 182-184