



# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



## Kuzey Irak Duhok'ta elma ağaçlarının (*Malus domestica*) beslenme durumu<sup>†</sup>

Bekas Yousif HUSSEIN<sup>1</sup>, Füsun GÜLSER<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Duhok Polytechnic Üniversitesi, Technical College of Administration, Duhok, IRAK

<sup>2</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Van, TÜRKİYE

### Öz

Bu araştırma Irak'ın kuzeyindeki Duhok ilinde elma bahçelerinde bir saha çalışması olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma Duhok ilinin dört farklı köyünde (Bagira, Babire, Dillia ve Kanimassi), her bir köyde seçilen üç elma bahçesi olmak üzere on iki adet bahçede yürütülmüştür. Her bir örnekleme noktasının koordinatlarını belirlemek için GPS sistemi kullanılmıştır. Elma ağaçlarının beslenme durumunu belirlemek amacıyla, her bir bahçeden seçilen beş adet elma ağacından yaprak örnekleri alınmış ve toplamda 60 elma ağacından alınan yaprak örneklerinde bitki besin element (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn ve Zn) içerikleri belirlenmiştir. Farklı lokasyonlardan alınan yaprak örneklerinin N ve Fe içerikleri sırası ile %1.9 – 2.1 ve 129 – 135 mgkg<sup>-1</sup> aralığında ve yeterli düzeyde bulunmuştur. Yaprak örneklerinde K, Zn ve Cu içerikleri sırası ile % 1.1 - 1.2, 12.3 - 17.1 mgkg<sup>-1</sup> ve 2.1 - 3.5 mgkg<sup>-1</sup> aralığında bulunmuş ve noksan olarak değerlendirilmiştir. En yüksek P içerikleri Kanimassi'de %0.3-0.4 aralığında belirlenirken Dilia 2 ve Bagera 3 bahçelerindeki %0.2 P içerikleri yeterli seviyede bulunmuştur. Yaprak Mg içerikleri Babire 2 hariç bütün örnekleme noktalarında yeterli düzeyde belirlenirken, Ca içerikleri sadece Kanimassi 2' den alınan yaprak örneklerinde yeterli olarak belirlenmiştir. Mn içerikleri Bagera dışındaki köylere ait örneklerde yeterli düzeyde bulunmuştur. Genel olarak farklı lokasyonlardan alınan yaprak örneklerinde K, Ca, Zn ve Cu element noksanlığı saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Elma ağacı, yaprak, makro besin elementi, mikro besin elementi.

### Nutritional status of apple trees (*Malus domestica*) in Duhok, Northern Iraq

#### Abstract

This research was conducted as a field study in apple orchards in Duhok province in northern Iraq. The study was carried out in twelve orchards, three apple orchards selected in each of four different villages (Bagira, Babire, Dillia, and Kanimassi) in Duhok province. A GPS system was used to determine the coordinates of each sampling point. To determine the nutritional status of apple trees, leaf samples were taken from five apple trees selected from each orchard, and the plant nutrient element contents (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, and Zn) were determined in leaf samples taken from a total of 60 apple trees. The N and Fe contents of leaf samples taken from different locations were found as adequate, ranging from 1.9% to 2.1% and 129 mgkg<sup>-1</sup> to 135 mgkg<sup>-1</sup>, respectively. The K, Zn, and Cu contents in the leaf samples were found as deficient, ranging from 1.1% to 1.2%, 12.3 mgkg<sup>-1</sup> to 17.1 mgkg<sup>-1</sup>, and 2.1 mgkg<sup>-1</sup> to 3.5 mgkg<sup>-1</sup>, respectively. The highest P content was determined in Kanimassi at 0.3-0.4%, while the 0.2% P content in Dilia 2 and Bagera 3 gardens was found to be at a sufficient level. Mg content was determined as at sufficient levels in plant leaves at all sampling points except Babire 2, while Ca content was determined as sufficient only in leaf samples taken from Kanimassi 2. Mn content was found as at sufficient levels in samples from villages other than Bagera. In general, deficiencies in the elements K, Ca, Zn, and Cu were detected in leaf samples taken from different locations.

**Keywords:** Apple tree, leaf, macronutrient, micronutrient.

© 2026 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

Rosaceae familyasının bir üyesi olan elma, yüksek adaptasyon yeteneğinden dolayı ılıman bölgelerde en yaygın olarak yetiştirilen meyve ağaçlarından biridir. Elma meyveleri, besin değerleri bakımından insan sağlığıyla doğrudan ilişkilendirilmiştir (El-Boray, 2015). Elma ağaçlarında (*Malus domestica*), güçlü büyüme,

<sup>†</sup> Bu çalışma Bekas Yousif HUSSEIN'in Yüksek Lisans tez çalışmasından üretilmiş, herhangi bir kurum tarafından desteklenmemiştir.

\* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 444 5065 / 61  
E-posta : [fgulser@yyu.edu.tr](mailto:fgulser@yyu.edu.tr)

Makale Türü: **ARAŞTIRMA MAKALESİ**

Geliş Tarihi : 8 Haziran 2026  
Kabul Tarihi : 23 Haziran 2026

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.1960792

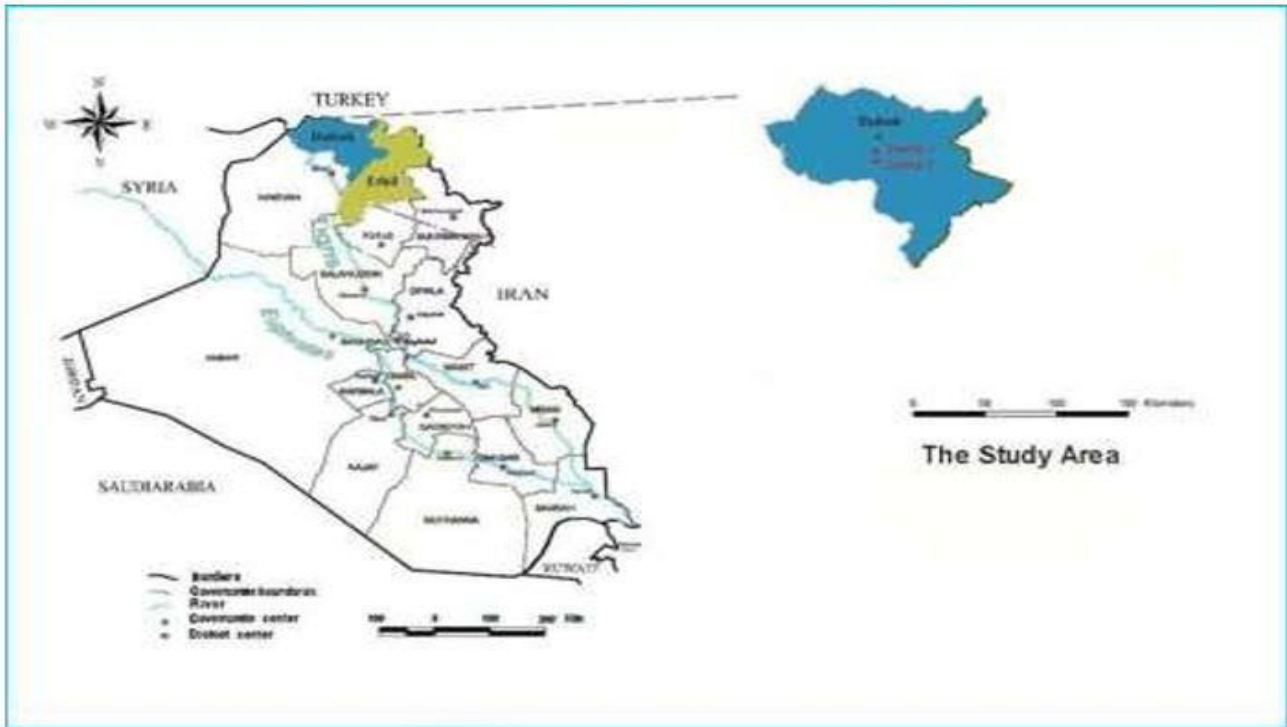
verim ve meyve kalitesinin sürdürülebilirliği için makro besin ve mikro besin elementlerinin dengeli bir şekilde sağlanması gereklidir.

Birçok araştırmada, elma ağaçlarında güçlü ve dengeli bir büyüme ile yüksek verimin sağlanmasında azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve bor (B) temel besin elementleri olarak ön çıkmaktadır. Ayrıca, demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn), bakır (Cu) ve molibden (Mo) gibi mikro besin elementleri; enzim aktivitesi, fotosentez ve genel ağaç sağlığının korunmasında kritik işlevlere sahiptir. Her bir besin elementinin ağacın büyümesi ve gelişiminde kendine özgü işlevi vardır. Optimum ağaç gelişimi, verim ve meyve kalitesi için, her bir besin elementinin yeterli miktarda temin edilmesi ile birlikte besin elementleri arasındaki dengenin sağlanması gerekmektedir (Marschner, 1995). Besin yönetimi, potansiyel verim ve ürün kalitesi üzerindeki etkisinden dolayı maliyet paylaşımında önemli bir rol oynar (Bhat vd., 2017). Mineral besin durumu hakkında bilgi edinmek ağaçların gübre gereksinimlerinin belirlenmesine yardımcı olur. Bu amaçla yapılan bitki besin elementleri analizleri olası besin elementi noksanlıklarını ve toksisitelerini belirlemek ve ayrıca gübre uygulamalarının ne kadar etkili olduğunu tahmin etmek için kullanılan bir yöntemdir.

Bitki, belirli koşullar altında toprağın besin elementi tedarikinin en iyi göstergesidir ve yaprak, bitkinin beslenmesinin merkezi olduğundan, yaprak analizinin temelini oluşturur (Milošević vd., 2015). Yaprak analizleri, beslenme durumunu teşhis etmek, yaprak ve toprak gübrelemesini yönlendirmek ve farklı büyüme aşamalarındaki besin gereksinimlerini tahmin etmek için kullanılır (Świetlik, 2002, Veberič vd., 2005. Nagy vd., 2012, Savita vd., 2016). Elma ağaçlarının yaprak besin bileşimi, meyve bahçesi besin yönetiminin temel bir bileşenidir. Irak'ın kuzeyindeki Duhok şehrinde elma ağaçlarının beslenme durumu hakkında daha önce bir araştırma yapılmamıştır. Bu çalışmada Kuzey Irak, Duhok'ta yaygın olarak yetiştirilen elma ağaçlarının beslenme durumunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Bu saha çalışması, 2018-2019 büyüme mevsimi boyunca Irak'ın kuzeyindeki Duhok vilayetinin dört farklı kırsal bölgesindeki elma bahçelerinde gerçekleştirilmiştir. Örnek almak için Irak'ın kuzeyindeki Duhok vilayetinin dört farklı köyünde üç farklı elma bahçesi seçilmiştir. Her örnekleme noktasının GPS koordinatları kaydedilmiştir. Duhok vilayeti, 42,988° Doğu boylamı ile 36,867 Kuzey enleminde yer almakta olup, deniz seviyesinden yüksekliği 445 m ile 1215 m arasında değişmektedir (Şekil 1). Irak'ın kuzeyi yarı kurak iklim (Akdeniz tipi iklim) ile karakterize edilir. Çalışma döneminde Duhok Meteoroloji Müdürlüğü'nden elde edilen toplam yağış değeri 193,1 mm'dir (DMD, 2008).



Şekil 1. Çalışma alanı (Duhok, Iraq).

Araştırma Duhok ilinin dört farklı köyünde (Bagira, Babire, Dillia ve Kanimassi), her bir köyde seçilen üç elma bahçesi olmak üzere on iki adet bahçede yürütülmüştür. Elma ağaçlarının beslenme durumunu belirlemek amacı ile her bir elma bahçesindeki beş adet ağaçtan yaprak örnekleri alınarak toplam altmış takım yaprak örneğinde bitki besin elementi (N, P, K, Ca, Mg, K, Fe, Cu, Mn, Zn) içerikleri belirlenmiştir. Yaprak örnekleri 2019 mart ayında, çiçeklenme öncesi dönemde, her bir ağacın omuz yüksekliğinde dört yönünden toplam 20 adet yaprak olacak şekilde toplanmıştır. Besin elementi içerikleri Kacar ve İnal (2008) tarafından bildirilen yöntemlere göre kurutulmuş ve öğütülmüş yaprak örneklerinde analiz edilmiştir. Fe, Mn, Zn, Cu, K, Ca ve Mg içerikleri atomik absorpsiyon spektrofotometresi (Thermo ICE 3000 series) kullanılarak belirlenmiştir. N ve P içerikleri sırasıyla Kjeldahl yöntemi ve spektrofotometrik yöntem kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin istatistiksel analizleri için MINITAB 16 programı kullanılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

Kuzey Irak Duhok ilinin Bagira, Babire, Dillia ve Kanimassi köylerinin farklı lokasyonlarındaki 12 elma bahçesinden alınan yaprak örneklerinin makro ve mikro besin elementi içeriklerine ait istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Farklı lokasyonlardaki elma bahçelerinden alınan yaprak örneklerinin makro ve mikro besin elementi içeriklerinin istatistiksel analiz sonuçlarına ait F değerleri.

	sd	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Fe	Mn	Cu
Lokasyon	11	17.3**	110.1**	51.24**	23.82	8.89**	177.8**	10.32***	843.9***	27.9***

F değeri \*\*: %1, \*\*\*%0.1 düzeyinde önemlidir.

Araştırma sonunda elde edilen bulguların istatistiksel analizleri sonucunda lokasyon farklılıklarının elma ağaçlarının besin elementi içerikleri üzerinde %1 önem seviyesinde değişim meydana getirdiği belirlenmiştir. Farklı lokasyonlardan alınan yaprak örneklerinin besin elementi içerikleri ve ortalamalara ait Duncan farklılaştırma grupları Çizelge 2’de verilmiştir.

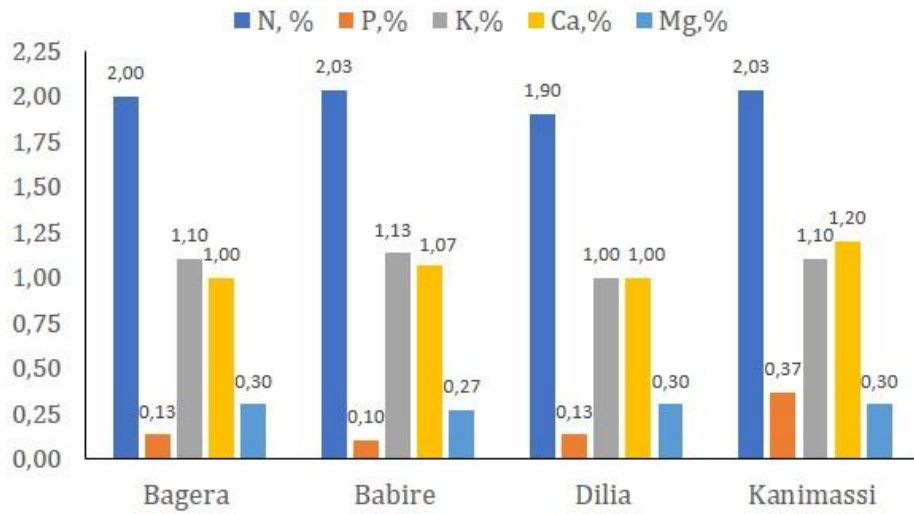
Çizelge 2. Yaprak örneklerinin N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn ve Cu içerikleri.

Lokasyon	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn mg kg <sup>-1</sup>	Fe mg kg <sup>-1</sup>	Mn mg kg <sup>-1</sup>	Cu mg kg <sup>-1</sup>
Bagera 1	2.0bcd	0.1b	1.1def	1.0bc	0.3ab	12.9cdef	134.0ab	23.4d	3.2a
Bagera 2	2.0bc	0.1b	1.1cde	1.0c	0.3a	13.1cde	135.0ab	24.0d	3.5a
Bagera 3	2.0bc	0.2b	1.1cd	1.0c	0.3ab	13.0cde	134.5ab	23.9d	3.5a
Babire 1	2.0ab	0.1b	1.1bc	1.0bc	0.3bc	12.4ef	130.0bc	36.2a	2.0b
Babire 2	2.0ab	0.1b	1.2a	1.1bc	0.2c	12.3f	138.0a	37.1a	2.3b
Babire 3	2.1a	0.1b	1.1b	1.1b	0.3ab	12.6def	129.1c	36.9a	2.1b
Dilia 1	1.9d	0.1b	1.0g	1.0bc	0.3ab	13.0cde	132.0abc	25.3c	2.1b
Dilia 2	1.9cd	0.2b	1.0efg	1.0bc	0.3a	13.0c	130.0bc	25.4c	2.3b
Dilia 3	1.9cd	0.1b	1.0fg	1.0bc	0.3ab	13.2cd	134.0ab	26.1c	2.2b
Kanimassi 1	2.0b	0.3a	1.1b	1.2a	0.3ab	16.4b	128.0c	28.3b	2.3b
Kanimassi 2	2.0ab	0.4a	1.1b	1.2a	0.3ab	17.1a	129.0c	28.4b	2.3b
Kanimassi 3	2.1a	0.4a	1.1b	1.2a	0.3a	16.9ab	130.0bc	28.3b	2.1b

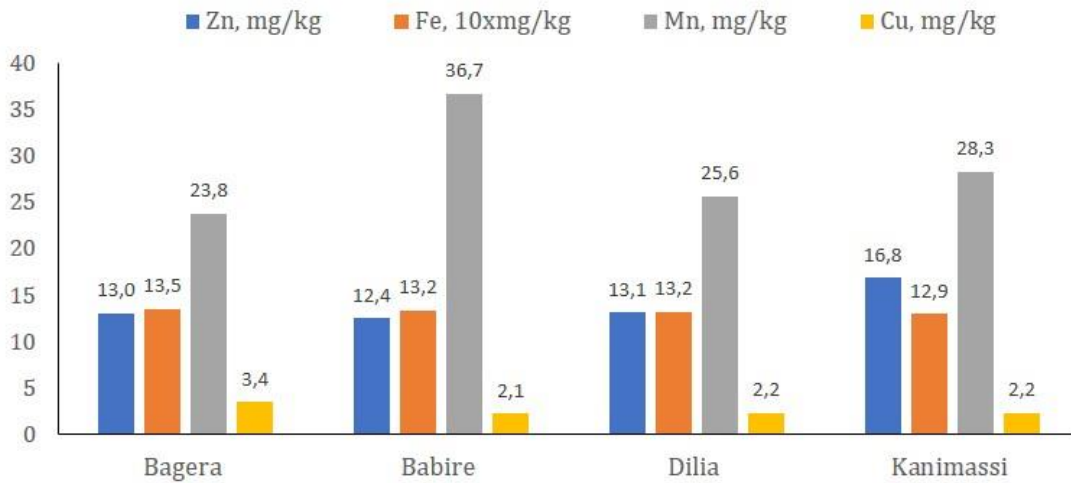
Farklı harfle gösterilen ortalamalar anlamlı derecede farklıdır (p < 0.01).

Elma ağaçları için bildirilen (Jones vd., 1991) sınır değerleri dikkate alındığında, farklı lokasyonlardan alınan yaprak örneklerinin N ve Fe içerikleri sırası ile %1.9 – 2.1 ve 129– 135 mgkg<sup>-1</sup> aralığında ve yeterli düzeyde bulunmuştur. Yaprak örneklerinde K, Zn ve Cu içerikleri sırası ile % 1.1 -1.2 , 12.3 - 17.1 mgkg<sup>-1</sup> ve 2.1 - 3.5 mgkg<sup>-1</sup> aralığında bulunmuş ve noksan olarak değerlendirilmiştir. En yüksek P içerikleri Kanimassi’de % 0.3 - 0.4 aralığında belirlenmiş ve P içerikleri % 0.2 olarak belirlenen Dilia 2 ve Bagera 3 ‘le birlikte yeterli olarak değerlendirilmiştir. Mg içerikleri Babire 2 hariç bütün örnekleme noktalarındaki bitki yapraklarında yeterli düzeyde belirlenirken, Ca içerikleri sadece Kanimassi 2’ den alınan yaprak örneklerinde yeterli olarak

belirlenmiştir. Mn içerikleri Bagera dışındaki köylere ait örneklerde yeterli düzeyde bulunmuştur ( Çizelge 2, Şekil 2 ve 3).



Şekil 2. Farklı lokasyonlardaki elma bahçelerine ait yaprak örneklerinin ortalama N, P, K, Ca ve Mg içerikleri.



Şekil 3. Farklı lokasyonlardaki elma bahçelerine ait yaprak örneklerinin ortalama Zn, Fe, Mn ve Cu içerikleri.

Kanimassi'de diğer köylerdeki bahçelere göre genellikle ortalama yaprak besin elementi içerikleri daha yüksek düzeylerde bulunmuştur (Şekil 2 ve 3). Deneme alanında toprak özellikleri bakımından köyler arasında istatistiksel anlamda önemli farklılıklar bulunduğu, Kanimassi'de araştırmanın yürütüldüğü diğer köylerden farklı olarak toprakların tınlı bünyeli, daha yüksek organik madde ve daha düşük pH, tuz ve kireç içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir (Hussein and Gülser, 2023). Olumsuz toprak koşullarının bitki besin elementlerinin yarayışlılığını ve bitki besin elementi alımını sınırlandırdığı bilinmektedir (Marschner, 1995). Farklı köylerde yaprakların besin elementi içeriklerindeki farklılıklar, toprak özelliklerindeki farklılıklar ile ilişkilendirilmiştir. Genel olarak farklı lokasyonlardan alınan yaprak örneklerinde K, Ca, Zn ve Cu noksanlığı belirlenmiştir. Gülser ve ark. (2020) Kuzey Irak'ın Duhok İli farklı lokasyonlarında yaptıkları çalışmada toprak örneklerine ait pH değerlerinin 8,25-8,60 arasında, kireç içeriklerinin %17,25 ile %21,15 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Genel olarak kireç içeriği ve pH değeri yüksek topraklarda yarayışlı P ve mikro besin elementlerinin noksanlığına rastlanılmaktadır. Potasyum elma da dahil olmak üzere meyve bitkileri için temel besin maddelerinden biridir. Potasyum fotosentezin düzenlenmesi (Tränker vd., 2018), stoma aktivitesi ve terlemenin (transpirasyon) ozmotik kurallarla düzenlenmesi (Talbot and Zeiger, 1996, Cochrane and Cochrane, 2009), büyüme ve gelişme (Jung vd., 2009), abiyotik streslere (Wang vd., 2013, Araujo vd., 2015, Jia vd., 2018). ve biyotik streslere (Perrenoud, 1990, Gülser vd., 2014, Peng vd., 2016) verilen tepkiler de dahil olmak üzere bitki organizmasının hayati fonksiyonlarında doğrudan işlev görmektedir. Elma ağacının K

ihtiyacı, büyüme mevsimi boyunca değişiklik gösterir ve meyve gelişimi ve olgunlaşması sırasında en yüksek seviyeye ulaşır. Bitkinin potasyum durumu, ozmotik ve metabolik süreçleri etkilediği için genellikle meyve kalitesiyle ilişkilendirilir. Potasyum (K), ozmoregülasyon, karbonhidratların taşınması ile meyve büyüklüğü ve kalitesinin belirlenmesinde kritik bir role sahiptir. Ayrıca, iklim koşulları ile ürün tarafından kaldırılan potasyum miktarı arasındaki etkileşimler, fenolojik gelişim süreci boyunca bitkinin K gereksinimini belirlemektedir. (Veberič, 2005, Кузин and Solovchenko, 2021). Bitki külündeki K içeriği %50'ye kadar çıkabildiğinden, elma ağaçlarının en iyi performansı göstermesi için K gübrelemesi önerileri ile ilgili araştırmalar yaygınlaşmaktadır (Kuzin ve Solovchenko, 2021). Potasyum ve kalsiyum arasındaki antagonizm dolayısı ile, potasyum kaynaklı kalsiyum alımının baskılanmasını ve bunun sonucunda meyvelerde ortaya çıkabilecek olan hasat sonrası depolama bozukluklarını önlemek için K gübrelemesi Ca ile dengelenmelidir (Leonel ve Reis, 2012, Кузин ve Solovchenko, 2021). Kalsiyum bitkilerde hücre duvarı ve hücre zarı fonksiyonunu etkileyen önemli bir makro besin elementidir. Yapraftan uygulanan kalsiyumun yaprak ve meyvede Ca içeriği ile hasat sonrası meyve kalitesini artırdığı, potansiyel olarak acı çürüklüğü riskini azalttığı ve meyve dokusunu etkilediği bildirilmiştir (Yu vd., 2018, Amado vd., 2019, Hong-fu vd., 2025). Aşırı azot veya asitleştirici girdilerin elma ağaçlarında çinko ve bakır eksikliğine neden olduğu bildirilmiştir. Mikro besin maddesi eksikliklerini gidermek için toprak ve yaprak gübrelemesi, anaç seçimi ve modifikasyonları önerilmiştir (Gülser ve Karaçal, 2015, Matsuoka, 2020, Milošević ve Milošević, 2019; Jakhro vd., 2025). Araştırma sonucunda elma ağaçlarında noksan olduğu belirlenen bu besin elementlerinin noksanlığının giderilmesi için yapılacak olan gübreleme programları yanında toprak özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik uygulamalar da yararlı olabilecektir. Toprak organik maddesinin artırılmasına yönelik biyokömür, kompost vb, organik girdilerin toprak reaksiyonu, toprak organik karbon düzeyi ve mikrobiyal aktivitesi, toprak hacim ağırlığı gibi bazı biyolojik fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerine etki ederek toprak kalitesini iyileştirdiği ve elma ağaçlarının bitki besin elementini alımını artırdığı bildirilmiştir (Khorram vd, 2018; Jakhro vd,2025).

## Sonuç

Bu araştırmada farklı lokasyonlardaki elma bahçelerinden alınan yaprak örneklerinde genel olarak K, Ca, Zn ve Cu noksanlığı belirlenmiştir. Bu besin elementlerinin noksanlıklarını gidermek için yapılması gereken gübreleme programları besin elementleri arasındaki interaksiyonlar dikkate alınarak hazırlanmalıdır. Tekstür, pH, kireç içeriği vb. toprak özelliklerinden kaynaklanan bitki besin elementi yarayışlılığının sınırlandığı durumlarda kısa vadeli ve hızlı çözümler için yaprak gübrelemesi önerilebilir. Ancak Zn gibi bazı besin elementleri yapraftan uygulandığında yeni büyüme noktalarına veya meyve dokularına sınırlı taşınma gösterir. Bu nedenle, tüm ağacın beslenmesi için toprak gübrelemesiyle entegre edilmesi gerekir. Ayrıca, kompost, biyokömür, örtü bitkileri, ahır gübresi vb. toprak organik maddesini ve organik karbon düzeyini, mikrobiyal aktiviteyi artıran uygulamalar toprak kalitesinin iyileşmesine ve sürdürülebilirliğine olanak sağlayacaktır. Toprak sağlığını destekleyen bu uygulamalar, uzun vadede besin elementlerinin yarayışlılığına ve bitki tarafından alınımına olumlu etki yapacaktır. Kuzey Irak, Duhok'ta yaygın olarak bulunan elma bahçelerinde, elma ağaçlarının beslenme durumu ilgili bir çalışma gerçekleştirilmemiş olduğundan bu araştırmanın sonuçları bilinçli gübreleme programlarına olanak sağlaması bakımından yararlı olacaktır. Ayrıca bu çalışma bu yörede meyvecilik alanında yapılacak bilimsel çalışmalara aydınlatıcı bir araştırma niteliği taşımaktadır.

## Kaynaklar

- Amado J, Pérez-Cutillas P, Cejudo LCA, Alarcón JJ. 2019. A study of the nutritional diagnosis on apple crops using multispectral indices in a semi-arid environment (Chihuahua, Mexico). *Esp. Tiempo Forma Ser. VI Geogr.* 12:17.
- Araujo L, Bispo WS, Rios VS, Fernandes SA, Rodrigues FA. 2015. Induction of the phenylpropanoid pathway by acibenzolar-S-methyl and K phosphite increases mango resistance to *Ceratocystis fimbriata* infection. *Plant Dis.* 99:447-459.
- Bhat ZA, Padder SA, Ganaie AQ, Dar NA, Rehman HU, Wani MY. 2017. Correlation of available nutrients with physico-chemical properties and nutrient content of grape orchards of Kashmir. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 6(2):181-185.
- Cochrane TT, Cochrane TA. 2009. The vital role of K in the osmotic mechanism of stomata aperture modulation and its links with K deficiency. *Plant Signal. Behav.* 4:240-243.
- DMD 2008. Meteorology of Duhok City. Duhok Meteorological Directorate, Duhok Province, Iraq.

- El-Boray MSS, Mostafa MFM, Abd El-Galel MM, Soma IAI. 2015. Effect of humic acid, fulvic acid with some nutrients at different time of application on yield and fruit quality of Anna apple trees. *J. Plant Prod.* 6(3):307-321.
- Gülser E, Tüfenkçi Ş, Demir S. 2014. Domateste potasyum, salisilik asit ve humik asit uygulamalarının fide çıkışı ve *Fusarium solgunluğuna* (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*) etkileri. *YYÜ Tarım Bil. Derg.* 24(1):16-22.
- Gülser F, Karaçal İ. 2015. Organik ve inorganik yapıları demir ve çinko bileşiklerinin elma ağaçlarında meyve kalitesine etkilerinin karşılaştırılması. *Toprak Bil. Bitki Besleme Derg.* 3(2):64-68.
- Gülser F, Salem S, Gülser C. 2020. Changes in some soil properties of wheat fields under conventional and reduced tillage systems in Northern Iraq. *Eurasian Journal of Soil Science*, 9(4), pp.314-320.
- Hong-fu X, Li S, Ma W, Lu S, Bian Z, Liang G, Chen B. 2025. Spraying foliar fertilizer affect the physiological function of leaf and improve the quality of 'Snick' apple. *Plants* 14(18):2926.
- Hussein BY, Gülser F. 2023. Determination of soil properties of apple orchard in Duhok Province, Northern Iraq. *EJONS Int. J. Math. Eng. Nat. Sci.* 7(4):672-678.
- Jakhro MI, Habib M, Zhai B, Li Z. 2025. Advancing apple orchard management through soil organic carbon: A systems-based review. *Soil Use Manag.* 41(1).
- Jia Q, Zheng C, Sun S, Amjad H, Liang K, Lin W. 2018. The role of plant cation/proton antiporter gene family in salt tolerance. *Biol. Plant.* 62:617-629.
- Jung J, Shin R, Schlachtman DP. 2009. Ethylene mediates response and tolerance to K deprivation in *Arabidopsis*. *Plant Cell.* 21:607-621.
- Kacar B, İnal A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Khorram MS, Zhang G, Fatemi A, Kiefer R, Maddah K, Baqar M, Zakaria MP, Li G. 2018. Impact of biochar and compost amendment on soil quality, growth and yield of a replanted apple orchard in a 4-year field study. *J. Sci. Food Agric.* 99(4):1862-1869.
- Kuzin AI, Solovchenko A. 2021. Essential role of potassium in apple and its implications for management of orchard fertilization. *Plants* 10(12):2624.
- Marschner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Ed. Academic Press, London.
- Matsuoka K. 2020. Methods for nutrient diagnosis of fruit trees early in the growing season by using simultaneous multi-element analysis. *Hortic. J.* 89(3):197-207.
- Milošević T, Milošević N. 2015. Apple fruit quality, yield and leaf macronutrients content as affected by fertilizer treatment. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 15(1):76-83.
- Milošević T, Milošević N. 2019. Tree vigor, yield, fruit quality, and antioxidant capacity of apple (*Malus × domestica* Borkh.) influenced by different fertilization regimes: Preliminary results. *Turk. J. Agric. For.* 43(1):48-57.
- Minitab® 2014. Minitab 16 English (30-Day Trial) for Windows. Minitab Inc., State College, PA, USA.
- Nagy PT, Ambrus A, Nyéki J, Soltész M, Szabó Z. 2012. Effect of foliar spraying with algae suspension on leaf and fruit quality parameters of apple varieties. *Int. J. Hortic. Sci.* 18(1).
- Peng HX, Wei XY, Xiao YX, Sun Y, Biggs AR, Gleason ML, Shang SP, Zhu MQ, Guo YZ, Sun GY. 2016. Management of valsa canker on apple with adjustments to K nutrition. *Plant Dis.* 100:884-889.
- Perrenoud S. 1990. Potassium and Plant Health. International Potash Institute, Bern, Switzerland.
- Savita S, Rangappa K, Ngangom B, Devi MT, Mishra G, Rawat D, Srivastava PC. 2016. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) approach on nutritional diagnosis in fruit crops: A review. *J. Appl. Nat. Sci.* 8(4):2337-2345.
- Świetlik D. 2002. Zinc nutrition of fruit crops. *HortTechnology* 12(1):45-50.
- Talbot LD, Zeiger E. 1996. Central roles for K and sucrose in guard-cell osmoregulation. *Plant Physiol.* 111:1051-1057.
- Tränker M, Tavakol A, Jáklı B. 2018. Functioning of K and magnesium in photosynthesis, photosynthate translocation and photoprotection. *Physiol. Plant.* 163:414-431.
- Veberič R, Vodnik D, Štampar F. 2005. Influence of foliar-applied phosphorus and potassium on photosynthesis and transpiration of 'Golden Delicious' apple leaves (*Malus domestica* Borkh.). *Acta Agric. Slov.* 85(1).
- Wang M, Zheng Q, Shen Q, Guo S. 2013. The critical role of K in plant stress response. *Int. J. Mol. Sci.* 14:7370-7390.
- Yu XM, Wang J, Nie P, Xue X, Wang G, An M. 2018. Control efficacy of Ca-containing foliar fertilizers on bitter pit in bagged 'Fuji' apple and effects on the Ca and N contents of apple fruits and leaves. *J. Sci. Food Agric.* 98(14):5435-5443.