

Humik Asit ve Azotlu Gübrelemenin Marulun Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi

Ceyhan Tarakçıoğlu¹ , Merve Baş Odabaş¹ 

¹Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu

Geliş Tarihi / Received Date: 19.04.2022

Kabul Tarihi / Accepted Date: 24.05.2022

Öz

Bu araştırmada, humik asit ve azotlu gübrelemenin iki farklı marul bitkisinin besin element içerikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla iki sıvı humik asidin 0-400-800-1200 mg kg⁻¹ dozları ile üre ve amonyum nitrat gübresi uygulanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, Model marul çeşidinde amonyum nitrat gübre uygulaması ile humik asidin 800 mg kg⁻¹ dozundan en yüksek yaş ve kuru ağırlık elde edilirken; Carmesi marul çeşidinde üre ve amonyum nitrat gübresi ile humik asidin 800 ve 400 mg kg⁻¹ dozundan elde edilmiştir. Bitkinin K içeriğinin 800 mg kg⁻¹, Fe içeriği ise 800 ile 1200 mg kg⁻¹ humik asit dozlarına kadar artmıştır. Bitkinin toplam N ve nitrat ile Ca, Mn, Zn ve Cu içeriklerinin dozla birlikte genellikle düzenli bir şekilde arttığı; Mg içeriğinin düzenli bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: humik asit, azotlu gübre, besin elementi, nitrat, marul

The Effect of Humic Acid and Nitrogen Fertilization on Nutrient Content of Lettuce

Abstract

In this study, effects of humic acid and nitrogen fertilizations on the nutrient contents of two different lettuce plants were investigated. For this purpose, 0-400-800-1200 mg kg⁻¹ doses of two liquid humic acids and ammonium nitrate and urea fertilizers were applied. According to the results of the investigation, while the highest fresh and dry weight in Model lettuce cultivar was obtained from 800 mg kg⁻¹ humic acid and ammonium nitrate fertilizer application, in Carmesi lettuce cultivar 800 and 400 mg kg⁻¹ was obtained from urea and ammonium nitrate fertilizer. The K content of the plant generally increased until 800 mg kg⁻¹, and Fe content increased until 800-1200 mg kg⁻¹ humic acid doses. It was determined that the total N and nitrate and Ca, Mn, Zn and Cu contents of the plant increased regularly with the dose, while the Mg content decreased regularly.

Keywords: humic acid, nitrogen fertilizer, nutrient, nitrate, lettuce

Giriş

Ülkemiz topraklarının organik madde içerikleri bakımından %88'inin yetersiz düzeyde olduğu bildirilmiş (Anonim, 2018) olup; bu durum tarım topraklarımızın yüksek verim alınmasını sınırlandıracak düzeyde olduğunu göstermektedir. Ülkemizin tarımsal üretimini artırmak için topraklarımızın organik madde miktarının artırılması gerektiği, fakat yeteri kadar organik gübrenin bulunmadığı, organik maddenin aktif fraksiyonu olan fulvik ve humik asitlerin organik gübrelere göre az miktarlarda kullanılarak topraklarımızın verimliliğinin arttırılabileceği belirtilmiştir (Gezgin vd., 2012). Kolloidal özelliklere sahip olan humik ve fulvik asitlerin kil, silt ve kum fraksiyonlarını bağlayarak agregatlaşmayı arttırdığı, toprak yapısını iyileştirdiği, erozyonla toprak kaybını önlediği, sonuç olarak toprak sıkışması ve kaymak tabakası oluşumunun azaldığı, hava ve suyun topraktaki hareketini düzenlediği, toprağın su tutma kapasitesinin arttığı, bitkilerin su alımını arttırdığı Gezgin vd. (2012) tarafından bildirilmiştir. Yüksek iyon değiştirme gücüne sahip olan humik ve fulvik asitlerden açığa çıkan amino asitler ve organik asitler, toprağın tamponlama ve katyon değişim kapasitesini artırarak besin maddelerinin kaybını azaltırken yararlılığını ve bitkiler tarafından alımını arttırmakta, toprakta reaksiyon değişimine ve toprağın tuzluluğuna karşı tamponlama özelliğini artırarak bitkilerin tuzdan daha az zarar görmesini sağlamaktadırlar. Aynı zamanda topraktaki mikrobiyal aktiviteyi arttırarak toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine olumlu etkide bulunduğunu, tohumun çimlenmesini, kök ve gövde gelişimini ve çiçeklenmeyi arttırdığı, inorganik gübrelere etkinliğini artırarak gübrelere aşırı kullanımını engellediği ve bu nedenden dolayı toprağın korunmasına katkıda bulunduğunu bildirilmiştir (Gezgin vd., 2012).

Humik asitler (HA) kireci çözerek pH'yı düzenlemekte, iyon değişimi ve organik-metal kompleksi oluşturma özelliği ile toprakta karbonat, klorit, sülfat, oksit ve silikatlı bileşikler şeklindeki minerallerin yapısını bozarak serbest kalan bu metal iyonlarını organik forma dönüştürmekte, bitki kökleri tarafından alımını kolaylaştırmakta ve böylece bitkilerin daha sağlıklı, strese dayanıklı, meyvelerin daha büyük ve gösterişli, olgun ve canlı renkte olmasını sağlamaktadır (Ay, 2015).

Fahramand vd. (2014), humik asitlerin bitki büyümesini uyardığını ve sonuç olarak hücre solunumu, fotosentez, protein sentezi, su ve besin alımı, enzim aktiviteleri ile ilgili mekanizmalar üzerinde hareket ederek verim artışı sağladığını ifade etmişlerdir. Ayrıca HA'ların hücre duvarında, membran veya sیتoplazmada hormonal etkisiyle çeşitli biyokimyasal olaylarda direkt; toprakta besin elementlerinin zenginleşmesi, mikrobiyal popülasyonun artması, daha yüksek katyon değişim kapasitesi, toprak yapısının iyileştirilmesi, kök gelişimini artırması gibi dolaylı etkileriyle bitki gelişimini teşvik ettiğini, doğrudan humik maddelerin bitki dokuları içerisine alınması ve taşınması ile ilgili süreçleri de etkilediklerini bildirmişlerdir. Humik asitlerin kök ve bitki gelişimi üzerine etkilerini gösteren araştırmalar da mevcuttur (De Hita vd., 2020; Karaman vd., 2012; Nardi, 2002; Olk vd., 2018; Wages vd., 2014).

Nardi vd. (2016), humik asitlerin bitki gelişimini ve fizyolojisini pozitif yönde etkilediğini, hormon benzeri (oksin, gibberellin, sitokinin) etkide bulunarak lateral kök oluşumunu arttırdığını, özellikle kökte H⁺-ATPase aktivitesini ve nitratın kök gövdedeki dağılımını etkileyerek bitkinin gövde gelişimini arttırdığını belirtmişlerdir. Yine, Nardi vd. (2021), düşük moleküllü humik materyallerin (HM) kök hücrelerine girdiğini, HM'nin asıl hedefinin besin elementi taşıyıcısı olduğunu, plazma membranında H⁺-ATPase, azotun asimilasyonunda hormon ve enzim etkisi, hücre bölünmesi ve gelişiminde HM'nin bitkide önemli rolünün olduğunu, toprağın kimyası, fiziği ve biyolojisini düzenlemesiyle direkt, besin elementlerinin taşınımında indirek etkisinin olduğunu, özellikle azotlu gübre kullanımında %30-50 oranında tasarruf sağladığını açıklamışlardır.

Olk vd. (2018), humik asitlerin farklı toprak faktörlerini kontrol ederek mikrobiyal dönüşümlerle (N), pH ve difüzyon oranlarıyla (P, Fe, Mn), toprak mineralleriyle kimyasal etkileşimle bazı besinlerin (K) alımının arttığını bildirmiştir. Humik bileşikler bitkinin daha iyi kök sistemi oluşturmasına, iyi tohum çıkışı ve kuvvetli filiz oluşumuna yardım ederek verimi arttırmakta, sebze ve meyvelerde şeker miktarını

yükseltmektedir. Toprağın biyolojik aktivitesini yükselmekte, toprak strüktürünü geliştirmekte ve toprağın su tutma kapasitesini artırmaktadır (Kunç, 2002).

Kimyasal ürünlerin aşırı miktarda ve bilinçsiz kullanımı bitkilerde nitrit, nitrat birikimiyle birlikte toprak, su ve bitkilere de bulaşmaktadır (Saber, 2001). Özellikle aşırı miktarda azotlu gübrelerin kullanılması ile sebzelerin nitrit ve nitrat miktarının arttığı, insan sağlığını olumsuz etkilediği bildirilmiştir. Kimyasal gübrelerin organik gübreye göre bitkilerde daha fazla nitrat birikimine neden olduğu araştırmalarda ortaya konulmuştur (Özgen ve Sekerci, 2011). Garcia-Mina vd. (2012), humik asitlerin kökteki etilen, IAA, ABA ve NO konsantrasyonunu etkilediğini, kökten gövdeye sitokinin aktivitesini artırarak nitratin kökten alınımını ve gövdeye taşınımını sağlayarak bitki gelişimini teşvik ettiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, humik asit çeşit ve dozları ile iki farklı azotlu gübrelerin (amonyum nitrat ve üre) yeşil ve kırmızı yapraklı marul bitkisinin yaş ve kuru ağırlığı ile bitkinin nitrat ve bazı bitki besin maddesi içerikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü alçak tünel serasında 3 kg toprak alan saksılarda yürütülmüştür. Denemede kullanılan toprak kumlu tınlı bünyeye sahip olup, pH'sı (1:2.5 saf su) 7.80, kireç kapsamı %2.89, organik madde ve toplam N içeriği %1.62 ve %0.053, bitkiye yararlı P 5.70 mg kg⁻¹ 'dir. Toprakta ekstrakte edilebilir K, Ca, Mg içeriği 0.183, 9.02, 2.32 cmol kg⁻¹, yine ekstrakte edilebilir Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri sırasıyla 5.05, 2.30, 0.79 ve 6.07 mg kg⁻¹ bulunmuş olup, toprak analizleri Kacar (2009) tarafından aktarılan yöntemlerle Atomik Absorpsiyon Spektrometresi'nde (AAS)'de belirlenmiştir.

Denemede farklı pH'ya sahip (AHA: pH=4.8-6.8, toplam humik-fulvik asit=%26, toplam organik madde %40, toplam P₂O₅= %0.1, suda çözünebilir K₂O= %3 ve BHA: pH= 11-13, toplam humik-fulvik asit= %12, suda çözünebilir K₂O=%2) iki humik asit (HA) çeşidi kullanılmış; humik asidin 0-400-800-1200 mg kg⁻¹ dozları ayrı ayrı 1:5 oranında sulandırılarak her bir saksıya sıvı şekilde verilmiştir. Ayrıca deneme planına göre toprağa amonyum nitrat (ANT, %33) ve üre (ÜRE, %46) gübrelerinden azot 150 mg kg⁻¹, 100 mg kg⁻¹ P ve 125 mg kg⁻¹ K ise KH₂PO₄ 'ten uygulanmıştır.

Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Bitki materyali olarak, *Lactuca sativa L.* var. *Crispa* cv. olup Model (kıvırcık yeşil yapraklı) ve Carmesi Lollo Rossa (kıvırcık koyu kırmızı yapraklı) marul çeşitleri kullanılmış; fideler 25 Ekim 2016 tarihinde saksılara ekilip 90 günlük gelişimden sonra hasat edilmiştir. Saf su ile yıkanan bitki örnekleri 65-70 °C de kurutulduktan sonra öğütülmüştür. Bitkide toplam N Kjeldahl yöntemine (Bremner, 1965) göre belirlenirken; nitrik asit ile kuru yakılan bitkilerde toplam P molibdo fosforik sarı renk yöntemine (Kitson ve Mellon, 1944) göre spektrofotometrede, toplam K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn değerleri Kacar ve İnal (2008) tarafından aktarılan metotlarla Atomik Absorpsiyon Spektrometresi'nde (AAS)'de belirlenmiştir. Kuru bitkide nitrat analizi Cataldo vd. (1975), toplam B ise Azomethine-H ile renklendirilerek spektrofotometrede belirlenmiştir (John vd., 1975). Bitki besin elementi referans aralıkları John vd. (1991)'e göre değerlendirilmiştir.

Araştırmada sonucunda elde edilen verilerin varyans analizi (ANOVA) Minitab istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arasında farklar Tukey testi (p<0.05) kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Model marul (yeşil) çeşidinin yaş ağırlığı üzerine HA çeşidi x Azot çeşidi x HA doz interaksyonları %1 düzeyinde önemli etkide bulunurken, kuru ağırlık üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Yeşil marulda ANT gübresinde AHA'nın 800 mg kg⁻¹ dozunda en yüksek yaş ağırlık (100.8 g) elde edilirken; ÜRE gübresinde BHA'nın 400 mg kg⁻¹ dozundan (99.3 g) elde edilmiştir. Bu çeşitte istatistiksel olarak önemsiz olmakla birlikte en yüksek kuru ağırlık her iki HA'de 800 mg kg⁻¹ dozunda benzer düzeyde etkili olduğu görülmüştür (Tablo 1). Carmesi marul çeşidinin (kırmızı) hem yaş hem de kuru ağırlığı üzerine üçlü interaksyonun etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek yaş ağırlık (56.5 g) ÜRE'de

BHA'nın 800 mg kg⁻¹ dozunda, en yüksek kuru ağırlık (6.4 g) ANT gübresinde ve BHA'nın 400 mg kg⁻¹ dozundan elde edilmiştir. BHA'nın ve ÜRE gübresinin yaş ve kuru ağırlık üzerine daha fazla etkili olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Mora vd. (2010), humik maddelerin kökteki özel bitki hormonlarını etkileyerek besin elementlerinin alınması, taşınması ve asimilasyonundaki rolü ile bitki gelişimini teşvik ettiğini ifade etmişlerdir. Benzer olarak, Aşık vd. (2012), humik maddelerin bitkilerin çimlenmesine ve büyümesine uyarıcı etki yaptığını, bitki besin elementlerinin kök ve bitki içerisinde taşınmasını teşvik ettiğini ve bitkilerde büyüme hormonlarına benzer davranışlar sergileyebildiği bildirmişlerdir. Li (2020), topraktaki ürenin bitkiler tarafından üreaz enzimi vasıtasıyla amonyağa dönüştürdüğünü, yüksek miktardaki amonyağın tamamen fikse olarak bitkiye yararlılığının azaldığını ve humik asitin ürenin stabilizasyonunu sağlayarak üreli gübrenin alımını kolaylaştırdığını bildirmiştir.

Tablo 1. Humik Asit ve Azotlu Gübre Çeşitlerinin Marul Bitkisinin Yaş ve Kuru Ağırlıklar ile Bazı Bitki Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi

HA çeşidi	Model Marul Çeşidi				Carmesi Marul Çeşidi				
	AHA		BHA		AHA		BHA		
HA dozu, mg kg ⁻¹	ÜRE	ANT	ÜRE	ANT	ÜRE	ANT	ÜRE	ANT	
Yaş Ağırlık, g	0	92.8abc	92.8abc	81.0e	83.7de	43.7de	41.9e	47.1cd	44.4de
	400	93.9abc	98.3ab	99.3a	87.4cde	54.7ab	51.3bc	49.9bc	51.8abc
	800	97.5ab	100.8a	93.4abc	94.8abc	49.8bc	44.0de	56.5a	46.8cde
	1200	91.0bcd	90.3bcd	83.4de	87.8cde	44.5de	43.1de	51.7abc	44.1de
	Ort.	93.8A	95.5A	89.3B	88.4B	48.2B	45.0C	51.3A	46.8BC
Kuru Ağırlık, g	0	9.2	9.8	10.3	9.9	4.4cd	4.6bcd	4.7bcd	4.7bcd
	400	9.8	10.1	10.8	10.2	5.4b	5.2bc	5.0bcd	6.4a
	800	11.3	11.3	11.4	11.5	5.2bc	4.6bcd	5.5ab	4.7bcd
	1200	10.1	10.0	10.4	10.6	4.7bcd	4.2d	5.3bc	4.4cd
	Ort.	10.1	10.3	10.7	10.5	4.9AB	4.7B	5.1A	5.0A
Bitkide K, %	0	5.60cd	5.72c	4.18h	4.59g	6.11e-h	5.85hı	5.66ı	5.97gh
	400	6.12d-h	6.40b	4.64g	4.86fg	6.58bc	6.06fgh	6.44cd	6.04fgh
	800	6.32b	6.88a	5.03ef	5.53cd	6.97a	6.31c-f	6.87ab	6.42cde
	1200	6.17b	6.22b	4.73fg	5.30de	6.20d-g	6.11e-h	6.46cd	6.23d-g
	Ort.	6.05B	6.30A	4.65D	5.07C	6.47A	6.08B	6.36A	6.16B
Bitkide Zn, mg kg ⁻¹	0	59.8def	61.6c-f	39.4ı	55.9fg	50.7hı	52.9ghı	46.4ı	52.4ghı
	400	64.8cd	66.8bcd	44.9hı	56.6fg	55.1c-g	53.9d-h	50.4ı	53.9e-h
	800	67.8abc	64.3cde	52.1gh	57.3efg	57.4bcd	55.7b-g	53.5f-ı	57.1b-e
	1200	73.1ab	75.0a	54.5fg	55.2fg	58.8ab	56.6b-f	62.0a	58.3bc
	Ort.	66.4A	66.9A	47.7C	56.2B	55.5A	54.8A	53.1B	55.4A
Bitkide Mn, mg kg ⁻¹	0	25.2de	19.9f	29.1bc	26.4cd	23.2de	20.6e	23.2de	24.2cde
	400	26.8cd	21.1f	31.3b	27.4cd	24.4cd	23.1e	24.1cde	25.1bcd
	800	27.2cd	22.3ef	32.4ab	27.4cd	26.3bcd	31.0a	26.5bcd	28.5ab
	1200	26.4cd	22.6ef	35.1a	27.8cd	23.1de	27.2bc	24.0cde	24.9bcd
	Ort.	26.4	21.5	32.0	27.2	24.3	25.5	24.5	25.7
Bitkide Cu, mg kg ⁻¹	0	8.27def	7.07ghı	5.60j	6.27ij	14.87ab	11.47ef	7.50g	8.83g
	400	9.70bc	8.73cde	5.77j	7.43fgh	15.47a	13.33cd	8.00g	10.73f
	800	10.43 ab	9.10cd	6.47hij	7.90efg	15.60a	13.83bd	8.07g	12.73de
	1200	10.97a	10.57ab	7.17f-ı	7.27f-ı	14.73ac	10.97f	11.60ef	15.03ab
	Ort.	9.84A	8.87B	6.25D	7.21C	15.17A	12.40B	8.79D	11.83C

Man-hang vd. (2020), humik asitlerin çevresel faktörleri düzenleyerek toprak ıslahını sağladığını, besin elementlerin alımını düzenleyerek stomal iletkenlik, net fotosentez oranı, transpirasyon oranı, hücreler arası CO₂ konsantrasyonu gibi fotosentetik parametreleri artırarak bitki gelişimini ve verimi teşvik ettiğini bildirmiştir. Uğur vd. (2014) artan dozlarda uygulanan azotlu gübreye humik asidin iki farklı marul çeşidinin verimini artırdığını, humik asidin etkisinin ise önemsiz olduğunu; Köse (2015) humik asitin artan uygulama dozunun verimi artırdığını tespit etmişlerdir.

Bitkinin K içeriği üzerine üçlü interaksiyon her iki çeşitte istatistiki olarak önemli (%5 ve %1) etkide bulunmuş olup, yeşil marulda en yüksek K içeriği HA uygulamalarının 800 mg kg⁻¹ dozundan ve ANT uygulamasından elde edilmiştir. Kırmızı marulda ise yine aynı dozda ve ÜRE formundan elde edilmiştir (Tablo 1). Li (2020), kumlu topraklarda humik asitin K iyonlarının kaybını önlediğini, sıcak ve nemli topraklarda K fiksasyonunu azaltarak değişebilir K miktarını arttırdığını, humik asitin korozif etkisiyle K minerallerini ve K-silikatlarını çözümlenmesini artırarak K miktarını arttırdığını, K'lu gübre kullanım oranını artırarak kök gelişimini teşvik ettiğini bildirmiştir. Humik asit uygulamalarının marulda (Cimrin ve Yılmaz, 2005; Köse, 2015), domateste (Asri vd., 2016; Şahin vd., 2014) bitkilerin K içeriğini arttırdıklarını tespit etmişlerdir.

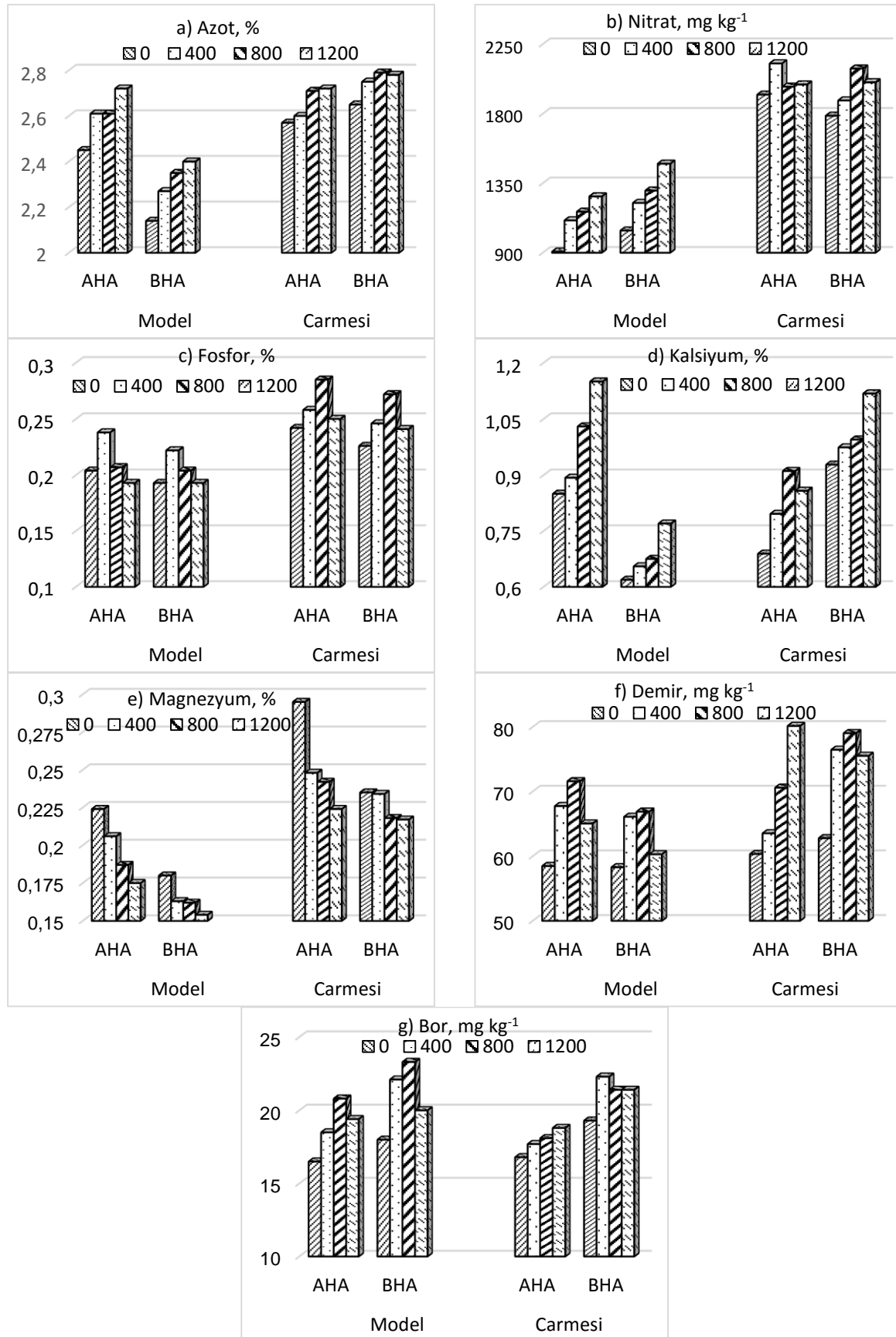
Bitkinin Zn içeriği üzerine üçlü interaksiyon istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli etkide bulunmuş olup, yeşil marulda en yüksek Zn içeriği AHA uygulamalarının 1200 mg kg⁻¹ dozundan ve ANT uygulamasından elde edilirken; kırmızı marulda ise BHA'nın aynı dozunda ÜRE'den elde edilmiştir (Tablo 1). Bohme ve Thi Lua (1997), humik asitlerin özellikle mikro elementlerin taşınması ve yayılabilirlikleri bakımından bitkilerin besin alımını olumlu etkilediklerini belirtmişlerdir. Garcia-Mina vd. (2012), Mora vd. (2010) ile Nunes vd. (2019), geleneksel olarak humik maddelerin demir ve çinko gibi düşük çözünürlüğe sahip mikro elementler ile metal iyon kompleksi oluşturarak bitkilere yayılabilirliğini etkilediğini, bitki gelişimini teşvik ettiğini rapor etmiştir. Çalışkan vd. (2014) organik gübrelerin marul bitkisinin çinko içeriğini kimyasal gübreye göre arttırdığını; Asri vd. (2015, 2016) humik asitin domates yaprağının Zn içeriğini artırdığını tespit etmişlerdir.

Bitkinin Mn içeriği üzerine üçlü interaksiyon istatistiki olarak %5 ve %1 düzeyinde önemli etkide bulunmuş olup, yeşil marulda en yüksek Mn içeriği BHA uygulamalarının 1200 mg kg⁻¹ dozundan ve ÜRE uygulamasından elde edilmiştir. Kırmızı marulda ise 800 mg kg⁻¹ AHA uygulaması ile ANT gübresinden elde edilmiştir. (Tablo 1). Kulikova vd. (2005) bitki köklerinin sahip oldukları negatif yüklerin humik asitlerinkinden daha büyük olduğunu, humik asitin mikro elementlerin topraktan bitkiye geçişinde ortam koşullarını iyileştirdiğini, humik asitlere bağlanan mikro elementlerin kök hücre zarından bitkiye daha kolay geçtiğini bildirmişlerdir. Köse (2015) marul bitkisinin Mn içeriğinin humik asit uygulama dozu ile arttığını; Asri vd. (2015, 2016) topraktan ve yapraktan humik asit uygulamalarının domates yaprağının Mn içeriğini artırdığını tespit etmişlerdir.

Bitkinin Cu içeriği üzerine üçlü interaksiyon istatistiki olarak her iki çeşitte %1 düzeyinde önemli etkide bulunmuştur. Bitkinin Cu içeriği her iki çeşitte en yüksek AHA ve ÜRE uygulamalarından elde edilmiş olup; yeşil marulda 1200 mg kg⁻¹, kırmızı marulda ise 800 mg kg⁻¹ HA dozundan en yüksek Cu içeriği tespit edilmiştir (Tablo 1). Nardi vd. (2021), humik maddelerin fonksiyonel gruplarının, inorganik ve organik iyonlar için yüksek affinite sergilediğini, toprakta bulunan Zn, Mn, Cu, Fe gibi metallere ve inorganik P ile kompleksler oluşturarak hem yıkanmasını önlediğini ve hemde bitkiler için yararlı formlarda tuttuğunu bildirmişlerdir. Çalışkan vd. (2014) farklı organik gübrelerin, Köse (2015) humik asidin marul bitkisinin Cu içeriğini artırdığını; Asri vd. (2015) ise domates yaprağının Cu içeriğini kontrolün üzerinde önemsiz düzeyde artırdığını tespit etmişlerdir.

Bitkinin N içeriği üzerine humik asit çeşidi ve dozlarının birebir etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuş olup, humik asit dozu arttıkça genellikle bitkinin azot içeriğinde düzenli bir artış gözlenmiştir. Yeşil marulun toplam N içeriği %2.14-2.72, kırmızı marulun ise %2.57-2.79 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Bitkilerin en yüksek N içeriği her iki HA çeşidinde genellikle 1200 mg kg⁻¹ dozunda yeşil marulda AHA uygulamasında, kırmızı marulda BHA uygulamalarında elde edilmiştir (Şekil 1a). Humik asidin bitkinin hücre zarı geçirgenliğini artırarak besin elementlerinin alınımına yardım ettiği (Valdrighi

vd. 1996); humik asit ve gübre uygulamalarının tohumun çimlenmesine olumlu katkıda bulunduğu, besin elementi alımını ve içeriğini etkileyerek bitki kuru ağırlığını arttırdığı bildirilmiştir (Lobartini vd., 1997). Çimrin ve Yılmaz (2005), HA uygulama dozlarına bağlı olarak marul bitkisinin toplam N içeriğinin düzensiz bir şekilde arttığını; Çalışkan vd. (2014) ile Liu vd. (2014) organik gübre uygulamasının marul bitkisinin N içeriğini kimyasal gübreden daha fazla miktarda artırdığını; Şahin vd. (2014) aynı bileşime sahip humik asitin uygulamasının (BHA) domatesin çeşitlerinin N içeriğini genellikle artırdığını saptamışlardır.



a: Azot, b: Nitrat, c: Fosfor, d: Kalsiyum, e: Magnezyum, f: Demir, g: Bor

Şekil1. Humik Asit Dozu ve Azotlu Gübre Çeşitlerinin Model ve Carmesi Marul Çeşidinin Toplam Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi

Humik asit dozlarındaki artışla yeşil marulda bitkinin nitrat içeriğinde önemsiz ve düzenli bir artış gözlenirken; kırmızı marulda en yüksek azot içeriği AHA'da 800 mg kg^{-1} , BHA'da 1200 mg kg^{-1} dozundan elde edilmiştir. Yeşil marulun nitrat içeriği $907-1477 \text{ mg kg}^{-1}$, kırmızı marulun ise $1787-2125 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değiştiği ve kırmızı marulun nitrat içeriğinin diğerine göre yaklaşık 2 kat fazla olduğu saptanmıştır. (Şekil 1b). Piccola vd. (1992) humik asitin bitkilerin nitrat alımını etkilediğini, Parente vd. (2006) ile Chohura ve Kolota (2009) kırmızı yapraklı marulun nitrat içeriğinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Boroujerdnia vd. (2007) azotlu gübrelemeyle marulun nitrit ve nitrat kapsamını arttığını, günün erken saatlerinde hasat edilen bitkilerin nitrat içeriğinin akşam hasat edilenden düşük olduğunu rapor etmişlerdir. Awaad vd. (2016) artan gübre uygulamasının marulun nitrat içeriğini artırdığını, Pitura ve Michalajc (2015) ANT gübre dozuyla birlikte marulun azot ve nitrat içeriğinin arttığını, nitrattaki artışın %0.74 ile %1.15 arasında değiştiğini saptamışlardır. Ozgen vd. (2014) kırmızı yapraklı marulun yeşil yapraklıdan daha fazla nitrat içerdiğini, kimyasal gübre uygulamasının organik gübrelere göre çeşitlerin nitrat içeriklerinin önemli düzeyde artırdığını saptamışlardır.

Bitkinin P içeriği üzerine humik asit çeşidi ve dozlarının birebir etkisi istatistiki bakımdan önemli fakat ikili interaksiyon önemsiz bulunmuş olup, yeşil marulda 400 mg kg^{-1} dozunda, kırmızı marulda 800 mg kg^{-1} dozunda AHA uygulamasında bitkinin P içeriği en yüksek düzeyde tespit edilmiştir (Şekil 1c). Marul bitkisinin P içeriği yeşil çeşitte %0.193-0.238, kırmızı çeşitte %0.226-0.285 arasında değişim göstermiştir (Şekil 1c). Mora vd. (2010), humik asit uygulama dozlarının artışı ile hıyar köklerinin P, K, Ca, Fe, Zn, Mn, Cu ve B içeriklerinin azalarak gövdedeki miktarının arttığını tespit etmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre humik asitin öncelikle kök plazma membranının H^+ -ATP-az aktivitesini etkileyerek kök-gövdedeki nitrat ve NRA dağılımının değişmesi sonucunda kök ve gövdedeki bazı sitokin ve poliaminlerin aktivasyonu ile bitki büyümesinin teşvik edilerek besin maddesi taşınımını arttırdığını araştırma bulgularıyla ve literatürlerle ilişkilendirmişlerdir. Nunes vd. (2019), domates köküne uygulanan humik maddelerin protein sentezindeki olağandışı etkisiyle fosfat konsantrasyonundan bağımsız olarak bitkide noksanlığında bile fosfat taşınımını teşvik ettiğini belirtmişlerdir. Li (2020), humik asitin toprakta fosforla direk reaksiyona girdiğini, topraktaki yarayışlı P'un fiksasyonunu azaltarak bitkiler tarafından P alımını teşvik ettiğini bildirmiştir. Humik asit uygulamalarının bitkinin P içeriğini arttırdığı ile ilgili Cimrin ve Yılmaz, (2005) ve Köse (2015) marulda; Asri vd. (2015, 2016) domateste; yine Şahin vd. (2014) humik asitin (BHA) domates çeşidine göre artıp azaldığını tespit etmişlerdir.

Bitkinin Ca içeriği üzerine humik asit çeşidi ve dozlarının birebir etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuş olup, HA uygulama dozları ile birlikte bitkinin Ca içeriği genellikle düzenli bir artış göstermiştir (Şekil 1d). Yeşil marulun Ca içeriği %0.62-1.15, kırmızı marulun %0.69-1.12 arasında değişim göstermiş olup; yeşil marulda AHA, kırmızı marulda ise BHA uygulamasında bitkilerin Ca içeriği yüksek bulunmuştur (Şekil 1d). Cimrin ve Yılmaz, (2005) humik asit dozu ile birlikte marulun Ca içeriğinin düzensiz ve önemsiz bir şekilde arttığını, Köse (2015) ise genellikle artırdığını belirtmişlerdir. Şahin vd. (2014) artan düzeylerde uygulanan humik asitin (BHA) domates çeşitlerine göre artıp azaldığını; Asri vd. (2015,2016) humik asit uygulamalarının domates yapraklarının Ca içeriğini kontrolün üzerinde artış sağladığını saptamıştır.

Bitkinin Mg içeriği üzerine humik asit çeşidi ve dozlarının birebir etkisi ve ikili interaksiyon istatistiki olarak önemli (%1) bulunmuş olup, HA dozu arttıkça bitkilerin Mg içeriğinde düzenli bir azalma gerçekleşmiştir (Şekil 1e). Kırmızı marul çeşidinin Mg içeriği daha yüksek olup (%0.15-0.22, %0.22-0.30); her iki çeşitte AHA uygulamalarında en yüksek Mg içeriği tespit edilmiştir (Şekil 1e). Marul bitkisinin Mg içeriğindeki azalmayı Mg'un Ca ve K ile antagonistik etkileşimiyle açıklayabiliriz. Cimrin ve Yılmaz (2005) humik asit uygulamasıyla birlikte marul, Asri vd. (2015, 2016) ise domates bitkisinin Mg içeriğinin düzensiz bir şekilde artıp azaldığını tespit etmişlerdir.

Bitkinin Fe içeriği üzerine humik asit çeşidi ve dozlarının birebir etkisi istatistiki olarak önemli (%1), fakat ikili interaksiyon önemsiz bulunmuş olup, her iki çeşitte genellikle 800 mg kg^{-1} HA dozunda bitkinin Fe içeriğinin yüksek olduğu ve kırmızı marulun daha fazla Fe içerdiği tespit edilmiştir (Şekil 1f). Marul bitkisinin Fe içeriği yeşil çeşitte $58.3-71.6$, kırmızı çeşitte $60.3-80.1 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değiştiği belirlenmiştir. Karaman vd. (2012), humik maddelerin yüksek miktarda oksijen içeren fonksiyonel

grupların demirle kararlı kompleksler oluşturduğu zaman humik polimerlerinin Fe'in biyoelverişliliğini arttırmak suretiyle bitkiler için kullanılabilir bir demir havuzu sağladığını, bu durumda demirin çözültüde çözülmüş şekilde kalmasını sağlayarak bitkilere geçişi gerçekleştirdiğini; özellikle organik madde ve alınabilir besin elementi düşük, kireç kapsamı yüksek topraklara organik materyallerin uygulanmasıyla Fe, Zn gibi bitki besin maddelerinin alınabilirliğinin artırılabilceğini rapor etmişlerdir. Cimrin ve Yılmaz (2005) humik asitin, Çalışkan vd. (2014) organik gübrelerin marul bitkisinin; Asri vd. (2015, 2016) humik asit uygulamalarının domates yaprağının demir içeriğini düzensiz bir şekilde artırdığını tespit etmişlerdir.

Bitkinin B içeriği üzerine humik asit çeşidi ve dozlarının birebir etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuş olup, yeşil marulda 800 mg kg^{-1} kırmızı marulda 400 mg kg^{-1} dozunda BHA uygulamasında bitkinin B içeriğinin en yüksek olduğu belirlenmiştir. (Şekil 1g). Yeşil marul çeşidinin B içeriği $16.5-23.2 \text{ mg kg}^{-1}$, kırmızı marulun ise $16.8-22.3 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değiştiği saptanmıştır. Köse (2015) humik asit uygulamalarının marul bitkisinin bor içeriğinin genellikle arttığını; Yılmaz vd. (2012) 500 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının ıspanak bitkisinin bor içeriğini artırdığını saptamışlardır.

Sonuç

Humik asidin çeşidi ve dozlarının marul bitkisinin element içerikleri bakımından Jones vd. (1991)'e göre değerlendirildiğinde; genellikle N, P, Ca, Mg ve B bakımından yetersiz, K bakımından kısmen iyi, Fe, Zn, Cu ve Mn bakımından yeterli düzeyde beslendiği tespit edilmiştir. Genel değerlendirmeye göre; yaş ve kuru ağırlık ile makro ve mikro element içerikleri dikkate alındığında üre gübresi ile bazik özellikli humik asidin BHA'nın 800 mg kg^{-1} dozu önerilmektedir.

Destek ve Teşekkür

Bu çalışma, Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Koordinasyon Birimi (BY-1730) tarafından desteklenmiştir. Bu çalışma, Prof. Dr. Ceyhan Tarakçıoğlu danışmanlığında Merve Baş Odabaş tarafından tamamlanan "*Farklı humik asit uygulama dozları ve azotlu gübrelerin marulun gelişimi ile bazı toprak özellikleri üzerine etkisi*" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir (Tez No. 556741).

Yazar Katkısı

Ceyhan Tarakçıoğlu, araştırma için gerekli materyallerin ve ortamın sağlanması, denemenin yürütülmesi, kimyasal analizlere rehberlik, verilerin istatistiksel yorumlanması ve makalenin yazılması konularında katkıda bulunmuştur. *Merve Baş Odabaş*, denemenin kurulması, yürütülmesi ve laboratuvarında analizlerin yapılması konularında katkıda bulunmuştur.

Etik

Bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını belirtmektedir.

ORCID

Ceyhan Tarakçıoğlu  <https://orcid.org/0000-0003-1846-2097>

Merve Baş Odabaş  <https://orcid.org/0000-0002-9700-6585>

Kaynaklar

Anonim. (2018). Türkiye topraklarının bazı verimlilik ve organik karbon (tok) içeriğinin coğrafi veri tabanının oluşturulması (Proje Sonuç Raporu: TAGEM/TSKAD/11/A13/P03). Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü.

- Asri, F. O., Demirtas, E. I. ve Arı, N. (2015). Changes in fruit yield, quality and nutrient concentrations in response to soil humic acid applications in processing tomato. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21(3), 585-591. <https://www.agrojournal.org/21/03-17.pdf>
- Asri, F. Ö., Demirtaş, E. I. ve Arı, N. (2016). Açıkta domates yetiştiriciliğinde yaprakтан uygulanan humik asitin bitkinin beslenme durumu, verimi ve kalitesi üzerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 29(1), 21-25. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/343630>
- Aşık, B. B., Çelik, H., Turan, M. A. ve Katkat, A. V. (2012). Yapraktan humik asit uygulamasının tuzlu ve Kireçli toprak koşullarında buğday bitkisi gelişimi ve kimi besin elementi alımı üzerine etkisi. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi*, 2012 (1), 541-548. http://www.fed.sakarya.edu.tr/arsiv/yayinlenmis_dergiler/2012_1/makale_49.pdf
- Awaad, M. S., Badr, R. A. Badr, M. A. ve Abd-elrahman, A. H. (2016). Effects of different nitrogen and potassium sources on lettuce yield in a sandy soil. *Eurasian Journal of Soil Science*, 5(4), 299-306. <https://doi.org/10.18393/ejss.2016.4.299-306>
- Ay, F. (2015). Hümik asit ve hümik asit kaynaklarının jeolojik ve ekonomik önemi. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 36(1), 28-51. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/48892>
- Bohme M. ve Thi Lua, H (1997). Influence of mineral and organic treatments in the rhizosphere on the growth of tomato plants. *Acta Horticulturae*, 450, 161-168. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.450.18>
- Boroujerdnia, M., Ansari, N.A. ve Dehcordie, F.S. (2007). Effect of cultivars, harvesting time and level of nitrogen fertilizer on nitrate and nitrite content, yield in Romaine lettuce. *Asian J. Plant Science*, 6(3), 550-553. <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/ajps/2007/550-553.pdf>
- Cataldo, D. A., Haroon, M., Chramer, L. E. ve Youngs, V. L. (1975). Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communication of Soil Science and Plant Analysis*, 6(1), 71-80. <https://doi.org/10.1080/00103627509366547>
- Chohura, P. ve Kolota, E. (2009). Effect of fertilization with chelates on the state of iron nutrition of greenhouse tomato. *Journal of Elementoloji*, 14(4), 657-664. <https://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.dl-catalog-31ddbc59-8baf-42f8-b113-92b98b801040/c/jelem.2009.14.4.03.pdf>
- Cimrin, K. M. ve Yılmaz, I. (2005). Humic acid applications to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant*, 55, 58-63. <https://doi.org/10.1080/09064710510008559>
- Çalışkan, S., Yetişir, H. ve Karanlık, S. (2014). Combined use of green manure and farmyard manure allows better nutrition of organic lettuce. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42(1), 248-254. <https://doi.org/10.15835/nbha4219328>
- De Hita, D., Fuentes, M., Fernández, V., Zamarreño, A. M., Olaetxea, M. ve García-Mina, J. M. (2020). Discriminating the short-term action of root and foliar application of humic acids on plant growth: Emerging role of jasmonic acid. *Frontiers in Plant Science*, 11, 493. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00493>
- Fahramand, M., Moradi, H., Noori, M., Sobkhizi, A., Adibian, M., Abdollahi, S. ve Rigi, K. (2014). Influence of humic acid on increase yield of plants and soil properties. *Int. Journal of Farming and Allied Sciences*, 3(3), 339-341. <https://ijfas.com/wp-content/uploads/2014/03/339-341.pdf>
- Garcia-Mina, J. M., Mora, V., Olaetxea, M., Baigorri, R., Fuentes, M., Garnica, M., San Francisco, S., Erro, J., Urrutia, O., Casanova, E., Lemenager, D. ve Yvin, J. C. (2012). Main mechanisms involved in the effects of humic substances on soil-plant systems. *Agrociencia Uruguay*, 16(3), 188-190. <https://doi.org/10.31285/AGRO.16.668>

- Gezgin, S., Dursun, N. ve Yılmaz, F. G., (2012). Bitki yetiştiriciliğinde humik ve fulvik asit kaynağı olan TKİ-Humas'ın kullanımı. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi*, 14 (1), 159-163. <https://kutuphane.dogus.edu.tr/mvt/pdf.php>
- John, M. K., Chuah, H. H. ve Neufeld, J. H. (1975). Application of improved Azomethine-H method to the determination of boron in soil and plants. *Anal. Letter*, 8, 559-568. <https://doi.org/10.1080/00032717508058240>
- Jones, Jr. J. B., Wolf, B. ve Mills, H. A. (1991). *Plant analysis handbook*. Micro-Macro Publishing.
- Kacar, B. ve İnal, A. (2008). *Bitki analizleri* (Yayın No:1241). Nobel Yayın Dağıtım.
- Kacar, B. (2009). *Toprak analizleri* (Yayın No:1387). Nobel Yayın Dağıtım.
- Karaman, M. R., Turan. M., Tutar. A. ve Dizman, M. (2012). Bitkisel üretimde hümik madde ve mikro besin elementi yayırlılığının ilişkileri, *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi*, 2012 (1), 165-175. http://www.fed.sakarya.edu.tr/arsiv/yayinlenmis_dergiler/2012_1/makale_13.pdf
- Kunç, Ş. (2002). Humik asitlerin tarımda kullanımı, *Hasad Dergisi* (7),46-58.
- Kulikova, N. A., Stepanova, E. V. ve Koroleva, O. V. (2005). Mitigating activity of humic substances direct influence on biota. *Use of humic substances to remediate polluted environments: From theory to practice* (pp. 285-309) içinde. https://doi.org/10.1007/1-4020-3252-8_14
- Köse, M. (2015). Humus ve hümik asit uygulamalarının marulda besin elementi alımı ve verim üzerine etkileri. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ordu Üniversitesi.
- Li, Y.2020. Research progress of humic acid fertilizer on the soil. *Journal of Physics: Conference Series*, 1549, 022004. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1549/2/022004>
- Liu, C. W., Sung, Y., Chen, B. C. ve Lai, H. Y. (2014). Effects on nitrogen fertilizers on the growth and nitrate content of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *International J.of Environmental Research and Public Health*, 11, 4427-4440. <https://doi.org/10.3390/ijerph110404427>
- Lobartini, J.C., Orioli, G. A. ve Tan, K. H. (1997). Characteristics of soil humic acid fractions separated by ultrafiltration. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 28 (9-10), 787-796, <https://doi.org/10.1080/00103629709369830>
- Man-hong, Y., Lei, Z., Sheng-tao, X., McLaughlin, N. B. ve Jing-hui, L. (2020). Effect of water soluble humic acid applied to potato foliage on plant growth, photosynthesis characteristics and fresh tuber yield under different water deficits. *Scientific Reports*, 10, 7854. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63925-5>
- Mora, V., Bacaicoa, E., Zamarreño, A. M., Aguirre, E., Garnica, M., Fuentes, M. ve García-Mina J. M. (2010). Action of humic acid on promotion of cucumber shoot growth involves nitrate- related changes associated with the root-to-shoot distribution of cytokinins, polyamines and mineral nutrients. *Journal Plant Physiology*, 167(8),633-642. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2009.11.018>
- Nardi, S. Pizzeghello, D. Muscolo, A. ve Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology Biochemistry*, 34, 1527-1536. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00174-8](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8)
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Schiavon, M. ve Ertani, A. (2016). Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. *Scientia Agricola*, 73(1), 18-23. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0006>
- Nardi, S., Schiavon, M. ve Francioso, O. (2021). Chemical Structure and Biological Activity of Humic Substances Define Their Role as Plant Growth Promoters. *Rewiev. Molecules*, 26, 2256. <https://doi.org/10.3390/molecules26082256>

- Nunes, R. O., Domiciano, G. A., Alves, W. S., Melo, A. C. A., Nogueira, F. C. S., Canellas, L. P., Olivares, F. L., Zingali, R. B. ve Soares, M. R. (2019). Evaluation of the effects of humic acids on maize root architecture by label-free proteomics analysis. *Scientific Reports*, 9, 12019. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48509-2>
- Olk, D. C., Dinnes, D. L., Scoresby, J. R., Callaway, C. R. ve Darlington, J. W. (2018). Humic products in agriculture: Potential benefits and research challenges—a review. *Journal of Soils and Sediments*, 18, 2881–2891. <https://doi.org/10.1007/s11368-018-1916-4>
- Özgen, S., Sekerci, S. ve Kaya, C. (2014). Nitrate and phytochemicals: May these vary in red and green lettuce by application of organic and inorganic fertilizers? *Biological Agriculture & Horticulture*, 30(3), 173-182. <https://doi.org/10.1080/01448765.2014.888523>
- Ozgen, S. ve Sekerci S. (2011). Effect of leaf position on the distribution of phytochemicals and antioxidant capacity among green and red lettuce cultivars. *Spanish Journal Of Agricultural Research*, 9, 801- 809. <https://doi.org/10.5424/sjar/20110903-472-10>
- Parente, A., Gonnella, M., Santamaria, P., Abbate, P. L., Conversa, G. ve Elia, A. (2006). Nitrogen fertilization of new cultivars of lettuce. *Acta Hort.* 700, 137-139. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.700.21>
- Piccola, A., Nardi S. ve Concheri, G. (1992). Structural characteristics of humic substances as related to nitrate uptake and growth regulation in plant systems. *Soil Biology and Biochemistry*, 24(4), 373-380. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(92\)90197-6](https://doi.org/10.1016/0038-0717(92)90197-6)
- Pitura, K. ve Michałojć, Z. (2015). Influence of nitrogen doses on the chemical composition and proportions of nutrients in selected vegetable species. *Journal of Elementoloji*, 20(3), 667-676. <https://doi.org/10.5601/jelem.2015.20.1.760>
- Saber, M. S. M. (2001). Clean biotechnology for sustainable farming. *Engineering in Life Science*, 1(6), 217-223. [https://doi.org/10.1002/1618-2863\(200112\)1:6<217::AID-ELSC217>3.0.CO;2-Y](https://doi.org/10.1002/1618-2863(200112)1:6<217::AID-ELSC217>3.0.CO;2-Y)
- Şahin, S., Karaman M. R. ve Gebeloğlu N. (2014). The effects of humic acid application upon the phosphorus uptake of the tomato plant (*Lycopersicon esculentum L.*). *Scientific Research and Essays*, 9(12), 586-590. <https://doi.org/10.5897/SRE2014.5819>
- Uğur, A., Ekbiç, E., Zambı, O., Uyar, M. ve Aksoy, R. (2014, Eylül, 2-4). Azot ve humik asit uygulamalarının marulda verim ve kalite üzerine etkileri [Sözlü sunum]. 10. Sebze Tarımı Sempozyumu, Tekirdağ, Türkiye.
- Valdrighi, M. M., Pera, A., Agnolucci, M., Frassinetti, S., Lunardi, D. ve Vallini, G. (1996). Effects of compost-derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (*Cichorium intybus*)-soil system: A comparative study. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 58, 133-144. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(96\)01031-6](https://doi.org/10.1016/0167-8809(96)01031-6)
- Waqas, M., Ahmad, B., Arif, M., Munsif, F., Khan, A. L., Amin, M., Kang, S. M., Kim, Y.H. ve Lee, I.J. (2014). Evaluation of humic acid application methods for yield and yield components of mungbean. *American Journal of Plant Sciences*, 5(15), 2269-2276. <https://doi.org/10.4236/ajps.2014.515241>
- Yılmaz, F. G., Harmankaya, M. ve Gezgin, S. (2012). Farklı demir bileşikleri ve Tki-hümas uygulamalarının ıspanak bitkisinin demir alımı ve gelişimine etkileri. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi*, 2012(1), 217-231. http://www.fed.sakarya.edu.tr/arsiv/yayinlenmis_dergiler/2012_1/makale_19.pdf