



Potasyum ve Humik Asit Uygulamalarının Yağlık Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Bitkisinin Gelişimine Etkisi

Bülent YAĞMUR*, Bülent OKUR

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bornova-İzmir, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 30.01.2017

Kabul Tarihi/Accepted: 23.08.2017

ORCID ID (Yazar sırasına göre / by author order)

orcid.org/0000-0002-7645-8574 orcid.org/0000-0002-6829-3749

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: bulent.yagmur@ege.edu.tr

Özet: Bu çalışmada; farklı potasyumlu gübre dozları ile birlikte humik asit uygulamalarının yağlık ayçiçeği bitkisinin, verim ve verim öğeleri (bitki boyu, sap kalınlığı, tabla çapı, tabla ve tane verimi, bin tane ağırlığı, iç-kabuk oranı, tane yağ ve protein oranı) ile bitki besin maddesi (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn) içeriğine etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırma; Aydın ili Söke ilçesinde üretici tarlasında, 2014-2015 yıllarında yürütülmüş olup; denemeler tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Sanay MR hibrit ayçiçeği çeşidinin bitkisel materyal olarak kullanıldığı çalışmada; 5 farklı potasyumlu gübre dozu (0, 4, 8, 12 ve 16 kg K₂O da⁻¹) ve 4 farklı humik asit dozu (0, 10, 20 ve 30 kg da⁻¹) faktör olarak ele alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre artan miktarlarda uygulanan potasyumlu gübre ve humik asit dozlarının verim ve verim öğeleri ile bitkinin mineral madde içeriği üzerine önemli etkileri saptanmıştır. Ayçiçeği tarımında özellikle pH değeri yüksek, organik madde ve makro besin maddeleri bakımından fakir olan topraklarda, potasyumlu gübrelere ilave olarak toprağa humik asit uygulamasının da yapılması bitki besin maddelerinin yararlılığını artırarak verim ve kalite üzerine de olumlu etkide bulunacaktır.

Anahtar Kelimeler: Ayçiçeği, potasyum, humik asit, bitki besin maddesi

The Effect of Humic Acid and Potassium Applications on Growth of Oil Seed Sunflower (*Helianthus annuus* L.)

Abstract: In this study, it was aimed to determine the effects of different doses of K fertilizer and humic acid applications on yield, yield parameters (plant height, stem thickness, head diameter, 1000 grain weight, yield of grain and head, the ratio of oil in grain and protein, the ratio of hull-kernel) and on plant nutrient contents (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn and Mn) of sunflower. The experiment was carried out in a farmer's field in Söke, Aydın in 2014 and 2015 as a randomized blocks split plot design with three replications. Seeds of Sanay MR sunflower hybrid variety were evaluated under five different K fertilizer (0, 4, 8, 12 and 16 kg K₂O da⁻¹) and four different humic acid doses (0, 10, 20 and 30 kg da⁻¹). According to the results; the increasing doses of K fertilizer and humic acid had significant effects on yield, yield parameters and on the content of plant nutrients of sunflower. In sunflower farming, application of humic acid in addition to the K fertilizers on high pH, low organic matter and low macro nutrient soils would increase the benefits of plant nutrients and positively affect yield and quality.

Keywords: Sunflower, potassium, humic acid, plant nutrient

1. Giriş

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), günümüzün en önemli yağ bitkilerinden birisidir. Ayçiçeği yağı

yemelik kalitesi yönünden tercih edilen bitkisel yağlar arasında ilk sırayı almaktadır. Dünyada yıllık 85 milyon ton civarındaki yağ tüketiminin % 75'ten fazlası bitkisel yağlardan karşılanırken,

% 25'i hayvansal yağlardan karşılanmaktadır. Türkiye'de ise tüketilen yağın % 90'ını bitkisel yağlar, % 10'u da hayvansal yağlardan karşılanmaktadır. Diğer yandan, Türkiye'de kişi başına 18 kg civarında bitkisel sıvı yağ tüketimi mevcut iken; Avrupa Birliği ülkelerinde, kişi başına yıllık yağ tüketimi 24 kg civarındadır (Aysu, 2010).

Dünyada birçok ülkede tarımı yapılan ayçiçeği bitkisel yağ sanayisinin başlıca hammaddesi olup, ekonomik değeri yüksek bir yağ bitkisidir. Türkiye'de ekimi yapılan yağlı tohumlu bitkiler arasında, gerek ekim alanı gerekse yağ üretimi bakımından ayçiçeği ilk sırayı almaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2014 yılı verilerine göre Türkiye'de 5.524.651 da ayçiçeği ekim alanı bulunmakta olup; üretim 1.480.002 bin ton, ortalama verim ise 265 kg da⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Aydın ili Söke ilçesinde 2014 verilerine göre 4000 da alanda ikinci ürün ayçiçeği ekimi yapılmış, toplam 1200 ton verim elde edilmiş, dekara verim ise ortalama 300 kg da⁻¹ olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2015).

Bitkiler için mutlak gerekli besin elementleri arasında yer alan potasyum (K), yüksek verimli ve kaliteli ayçiçeği üretimi yönünden besleme programının anahtar bir unsuru olarak bilinmektedir (Bennett ve ark., 1965). Potasyum, bitkide en fazla bulunan katyon olup; bitkilerin dengeli beslenmesinde önemli bir öğe olmakla beraber, bitki su tüketiminde, CO₂ özümlemesinde, enerji metabolizmasında ve yüksek molekül ağırlıklı bileşiklerin sentezlenmesindeki özel fonksiyonları nedeniyle bitkinin başta tuz ve su stresi olmak üzere çevresel stres türlerine karşı koyabilme yeteneğini ve toleransını arttırmaktadır. Potasyum noksanlığı; kurağa ve hastalıklara duyarlılıkta artış, azalan azot kullanımı etkinliği ve düşük verim ile sonuçlanmaktadır.

Yüksek verim ve kaliteli ürün elde edilmesinde sertifikalı tohum kullanımının yanı sıra gübreleme, ayçiçeği tarımında dikkat edilmesi gereken en önemli unsurlar arasındadır. Ayçiçeğinin pek çok kültür bitkisine göre topraktan, başta potasyum olmak üzere çok fazla bitki besin maddesi kaldırması, gübrelemenin önemini daha da arttırmaktadır. Yıllardır kimyasal gübrelerin kullanımı ile verim arttırılmış, fakat bu uygulamalar uzun yıllar sonra toprak yorgunluğuna hatta çoraklaşmasına ve canlılığın azalmasına neden olmuştur. Bu durumu önlemek amacıyla tarımda organik gübre kullanımı önem kazanmıştır. Organik gübre, bitki besin maddelerini bünyesinde organik bileşikler halinde bulduran, asıl amacı toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını düzelterek bitki besin

maddelerinin alımını kolaylaştıran, canlılara ait atık veya yan ürünlerinden hazırlanmış ürünlerdir. Bu gübreler, yüksek organik madde içerikleri ile; sentetik gübre kullanımı sonucunda ortaya çıkan olumsuz etkilerin giderilmesi ve toprakların veriminin artırılmasında kullanılabilirler.

Yapılan bir araştırmada, organik toprak düzenleyicilerin bazı toprak özelliklerine ve ayçiçeğinin verim ve verim öğeleri üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; en yüksek organik madde, 30 kg ha⁻¹ humik asit + kimyasal gübre uygulanmış topraklarda belirlenmiştir. Farklı organik materyal ilavesi toprakların pH, elektriksel iletkenlik (EC), kireç, K ve fosfor (P) üzerine istatistiksel olarak önemli etkide bulunmamıştır. Ayçiçeğinde, tüm organik materyal uygulamalarının bitki boyu, bin tane ağırlığı, hektara verimi önemli düzeyde etkilediğini belirlemişlerdir (Tamer ve ark., 2016).

Son yıllarda yapılan birçok çalışmada humik maddelerin tohum çimlenmesinde, kök gelişiminde, makro ve mikro besin elementlerinin alınımında etkili olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte yapraktan uygulanan humik asidin bitkilerin kuru madde kapsamalarını ve kimi besin elementlerinin alınımını arttırdığı belirlenmiştir. Humik asit kullanımının doğrudan etkisi yanında, dolaylı olarak toprak organik maddesine katkıları ve organik maddenin toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerinde yarattığı olumlu etkiler üzerinden de katkılar sağlamaktadır (Tan ve Nopamornbodi, 1979; Delfine ve ark., 2005; Cavalcante ve ark., 2011).

Toprak düzenleyici maddelerde kullanılan organik madde kaynaklarından biri olan leonardit; önemli bir humik ve fulvik asit kaynağıdır. Üretimde kullanılan leonarditin organik madde düzeyi % 50 üzerinde olup, % 40 düzeyinde humik asit içermektedir. Leonarditin pH düzeyinin uygun olması (% 6.5) ve tuzsuz yapıda olması, tarımsal açıdan kullanımı için büyük avantaj sağlamaktadır. Tamamen organik kökenli olan bu madde toprağa organik madde dışında humik ve fulvik asit sağlayarak toprağın fiziksel ve kimyasal kalitesini olumlu yönde etkilemektedir.

Bu çalışmada; ayçiçeği bitkisine farklı dozlarda uygulanan potasyumlu gübre ve humik asidin, bitkinin gelişimi ve besin elementi alımı ile verim ve bazı verim parametreleri üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırma, Aydın ili Söke ilçesindeki bir üretici arazisinde 2014-2015 yıllarında yürütülmüştür.

Çalışmada, Sanay MR hibrit ayçiçeği çeşidi bitkisel materyal olarak; özel bir firmadan temin edilen % 85 humik asit içeren leonardit de (Toplam organik madde: % 90, toplam humik+fulvik asit: % 85, nem % 15, pH= 5-7, hammadde: Leonardit) humik asit materyali olarak ve potasyum sülfat (% 50 K₂O) da gübre materyali olarak kullanılmıştır.

Ayçiçeği ekiminden önce deneme alanını temsil edecek şekilde 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde, araştırma alanı topraklarının killi tın bünyeli ve hafif alkalın karakterli olduğu, orta derecede tuzluluk probleminin görüldüğü belirlenmiştir. Orta derecede kireç, az düzeyde organik madde içeren araştırma alanı topraklarının; toplam azot (N) içeriklerinin az, alınabilir P ve K kapsamalarının düşük (fakir), alınabilir kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) miktarlarının iyi, alınabilir sodyum (Na) ve demir (Fe) orta, alınabilir bakır (Cu), çinko (Zn) ve mangan (Mn) kapsamalarının ise yeterli düzeyde oldukları saptanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Araştırma alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak özelliği	Birim	Değeri
Kum	%	35.44
Mil	%	20.96
Kil	%	43.60
Toplam tuz	%	0.42
pH		7.52
Kireç	%	13.5
Organik madde	%	1.50
Toplam N	%	0.065
Alınabilir P	mg kg ⁻¹	3.56
Alınabilir K	mg kg ⁻¹	123
Alınabilir Ca	mg kg ⁻¹	4560
Alınabilir Mg	mg kg ⁻¹	203
Alınabilir Na	mg kg ⁻¹	211
Alınabilir Fe	mg kg ⁻¹	4.02
Alınabilir Cu	mg kg ⁻¹	1.90
Alınabilir Zn	mg kg ⁻¹	1.05
Alınabilir Mn	mg kg ⁻¹	24.62

2.2. Yöntem

2.2.1. Tarla deneme tekniği ve tarımsal işlem uygulamaları

Araştırma, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çalışmada, 5 farklı potasyum dozu (0, 4, 8, 12 ve 16 kg K₂O da⁻¹) ve 4 farklı humik asit dozu (0, 10, 20 ve 30 kg da⁻¹) araştırma konusu olarak ele alınmış; potasyum dozları ana parsellere, humik asit dozları ise alt parsellere yerleştirilmiştir. Denemede; humik asit

uygulanması ekimden önce, potasyumlu gübre (Potasyum sülfat, % 50 K₂O) ise ekim esnasında sıra arasına olacak şekilde elle serpilerek uygulanmıştır.

Deneme parsellerinde ayçiçeği bitkisi 6 sıra halinde ekimi yapılmış olup; sıra aralığı 70 cm, sıra üzeri mesafe ise 20 cm olarak tutulmuştur. Her bir deneme parsellerinin boyutları, 5.0 m x 4.2 m'dir.

Araştırmada, tüm parsellere eşit olacak şekilde; 10 kg da⁻¹ N, 8 kg da⁻¹ P₂O₅ ve 80 kg da⁻¹ elementel kükürt (S) uygulanmıştır. Taban gübresi olarak dekara ekimden önce 17 kg DAP (Diamonyum fosfat, % 18 N, % 46 P); ara çapadan sonra dekara 15 kg üre (% 46 N) sıra arasına verilmiştir. Toprak pH'sını bir miktar düşürmek amacıyla Longstroth (2015) tarafından önerilen dozda ve dekara 80 kg olacak şekilde ekimden önce serpme olarak elementel toz kükürt (% 99.9 S) uygulaması yapılmış ve toprakla karıştırılmıştır.

Ayçiçeği bitkisi Haziran ayının ilk haftasında ekilmiş, çıkıştan sonra tekleme ve çapalama işlemleri yapılmıştır. Hasat ise, Ağustos ayının sonuna doğru yapılmıştır.

2.2.2. Yaprak örneklerinin analizlerinde kullanılan yöntemler

Yaprak örnekleme; tabla oluşumu esnasında sap ortasındaki gelişimini henüz tamamlamış olgun yapraklar sapı ile birlikte her parselden, parsel konusunu temsil edecek sayıda (20 adet) alınarak yapılmıştır. Alınan örnekler etiketlenmiş, torbalara konulduktan sonra laboratuvara getirilmiş; önce pamuk ile silinmiş, sonra çeşme suyu ve saf su ile yıkanmış, kurutma kâğıdı ile fazla nemleri alındıktan sonra 65 °C'de 48 saat süreyle kurutulmuşlardır. Daha sonra yaprak örnekleri öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Yaprak örneklerinde toplam N, modifiye makro kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Toplam P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn analizleri için, yaş yakma yöntemi uygulanarak ekstraktlar çıkarılmış ve elde edilen ekstraktlarda; fosfor, Vanada-Molibdo fosforik sarı renk yöntemine göre Eppendorf Kolorimetresinde; K ve Ca miktarları Flamme Fotometrede; Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn miktarları ise Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre (AAS) cihazında okunarak saptanmıştır (Kacar ve İnal, 2008).

2.2.3. Verim ve verim bileşenleri

Araştırmada; tabla ve tane verimi ile bitki boyu, sap kalınlığı, tabla çapı, bin tane ağırlığı, iç-kabuk oranı, tanede yağ ve protein oranı gibi verim ve verim bileşenleri aşağıda belirtilen yöntemlere göre belirlenmiştir.

Bitki boyu (cm): Hasat sırasında her parselden seçilen 10 adet bitkinin kök boğazı ile sapın tablaya bağlandığı nokta arası uzunluk ölçülerek belirlenmiştir.

Tabla çapı (cm): Hasat sırasında parsellerde örnek olarak seçilen 10 bitkide tablalar en geniş yerinden dıştan ölçülerek belirlenmiştir.

Sap kalınlığı (cm): Hasat sırasında her parselden seçilen 10 adet bitkinin sapsarı tablayla birleştiği noktadan kesilerek dip, orta ve uç kısımlarından ölçümleri yapılmış ve ortalamaları alınarak bitkinin sap kalınlığı belirlenmiştir.

Tabla verimi (g): Hasat sırasında her parselden seçilen 10 bitkinin tablaları sapla birleştiği noktalardan kesilerek tartılmıştır.

Tane verimi (kg da⁻¹): Parsellerden hasat edilen tanelerin tartılması ile parsel verimleri belirlenmiş, elde edilen verim değerleri hasat alanı dikkate alınarak dekara tane verimleri hesaplanmıştır.

Bin tane ağırlığı (g): Her parselden alınan 4 adet 100'er tohum ağırlıkları tartılmış, ortalamaları alınmış ve 10 ile çarpılmıştır.

İç-kabuk oranı (%): İç-kabuğu ayrılmış 4 tane 100 adet tohum 105 °C'de 3 saat kurutulduktan sonra tartılarak ortalama ağırlıkları belirlenmiş ve iç-kabuk oranı % olarak hesaplanmıştır.

Yağ oranı (%): Her parselden 3-4 g tohum içleri çıkartılarak havanda ezilmiş, bundan 2 g numune alınarak Sokslet yöntemi ile analiz edilmiştir (Akyıldız, 1968).

Tanede protein oranı (%): Her parselden alınan tohum örneklerinde Kjeldahl yöntemine göre azot analizi yapılmıştır. Tohumda azot analizi sonucunda bulunan değerler 6.25 ile çarpılarak tohumda protein miktarı belirlenmiştir (Akyıldız, 1968).

Elde edilen bulgular, TARİST istatistik paket programı yardımı ile tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre birleştirilmiş varyans analizlerine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testi ile kontrol edilmiştir (Açıkgöz ve ark., 1994).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Potasyum ve humik asit uygulamalarının ayçiçeği yapraklarının besin maddesi içeriği üzerine etkisi

Farklı dozlarda potasyum ve humik asit uygulamaları sonucunda elde edilen yağlık ayçiçeği yapraklarının bazı makro ve mikro besin maddesi içeriklerine ilişkin değerler Tablo 2'de verilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda;

yaprakların toplam N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu ve Mn içeriği üzerine potasyumlu gübre dozlarının etkisi istatistiksel anlamda $p < 0.01$ düzeyinde, toplam Zn kapsamı üzerine etkisi ise $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı humik asit uygulamalarında ise; yaprakların içerdiği toplam N ve Cu miktarları arasında istatistiksel olarak $p < 0.01$, toplam Fe miktarları arasında ise $p < 0.05$ düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Yaprakların içerdiği toplam Fe ve Cu kapsamı yönünden potasyumlu gübre x humik asit etkileşimini de istatistiksel olarak çok önemli çıkmıştır. Genel olarak potasyumlu gübre ve humik asit uygulamalarının artış dozuna paralel olarak bitkinin yaprak bitki besin element içerikleri de düzenli olarak artışlar göstermiştir (Tablo 2). Araştırma sonucunda elde edilen veriler birçok araştırmacı tarafından belirlenen bulgularla benzerlik göstermektedir (Samui ve Bhattacharyya, 1984; Samui ve ark., 1987; Izsaki, 2006; Szulc, 2010).

Araştırma sonucunda, ayçiçeği bitkisi yapraklarında belirlenen makro ve mikro besin maddesi miktarları; Reuter ve Robinson (1986), Salama ve Buzas (1987), Jones ve ark. (1991), Anonymous (1992), Mills ve Jones (1996), Bozkurt ve Karaçal (2000), Varol (2004), Demir (2009) ve Ertiftik (2012) tarafından ayçiçeği bitkisi için bildirilen sınır değerleri karşılaştırıldığında, ayçiçeği yapraklarının araştırmada ele alınan bitki besin maddeleri yönünden yeterli düzeyde oldukları ve bitki beslenmesi ile ilgili bir sorunun olmadığı belirlenmiştir.

3.2. Potasyum ve humik asit uygulamalarının ayçiçeği bitkisinin verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkisi

Farklı dozlarda potasyum (K) ve humik asit (HA) uygulaması yapılan araştırmada, uygulamaların verim ve verim öğeleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlar Tablo 3'te sunulmuştur.

Ayçiçeği bitkisinin bitki boyu üzerine K ve HA uygulamalarının etkileri istatistiksel açıdan $p < 0.05$ düzeyinde etkisi görülmüş; KxHA etkileşimi ise istatistiksel anlamda $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Buna göre, en yüksek bitki boyu 4 ve 12 kg K₂O da⁻¹ potasyumlu gübre ile 30 kg da⁻¹ HA uygulamalarında (sırasıyla, 174.50 ve 174.52 cm) saptanmıştır (Tablo 3).

Araştırmada potasyumlu gübre uygulamalarının ayçiçeği bitkisinin sap kalınlığı ve tabla çapı üzerine etkileri istatistiksel açıdan $p < 0.01$, tabla verimi üzerine etkisi ise $p < 0.05$; HA uygulamalarının sap kalınlığı ve tabla verimi üzerine etkisi $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 3).

Tablo 2. Potasyum (K) ve humik asit (HA) uygulamalarının ayçiçeği bitkisinin makro ve mikro bitki besin element içeriğine etkisi¹

Potasyum (kg K ₂ O da ⁻¹)	Humik asit (kg da ⁻¹)	Element İçeriği (%)							Element İçeriği (mg kg ⁻¹)			
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn		
0	0	2.40	0.25	2.92	1.95	0.40	145.65 st	10.55 t	62.52	65.78		
	10	2.80	0.28	3.02	1.96	0.38	149.56 r	11.01 r	71.12	67.20		
	20	2.75	0.30	2.96	1.99	0.36	148.72 s	11.06 p	65.49	66.69		
	30	2.59	0.27	3.02	2.10	0.40	155.45 b-p	11.00 rs	67.07	72.12		
Ortalama	2.63 C	0.27 C	2.98 C	2.00 B	0.38 C	149.84 B	10.90 B	66.55 B	67.94 B			
4	0	3.26	0.34	3.78	2.01	0.48	159.65 a	11.87 a-m	78.54	86.95		
	10	3.27	0.35	3.80	2.12	0.48	159.63 ab	11.92 a-e	71.97	94.08		
	20	3.33	0.36	3.81	2.16	0.49	159.60 a-c	11.92 a-f	82.10	91.34		
	30	3.42	0.39	3.98	2.17	0.49	159.29 a-e	11.95 a-c	87.00	80.89		
Ortalama	3.32 B	0.36 B	3.84 B	2.11 A	0.48 B	159.54 A	11.91 A	79.90 A	88.31 A			
8	0	3.43	0.36	3.63	2.05	0.50	157.07 b-m	11.87 a-l	79.44	79.35		
	10	3.52	0.38	3.76	2.20	0.49	159.08 a-i	11.88 a-j	88.30	79.74		
	20	3.67	0.43	3.91	2.12	0.50	158.07 b-l	11.97 ab	85.48	86.19		
	30	3.56	0.40	4.10	2.12	0.48	159.50 a-d	11.94 a-d	77.94	80.51		
Ortalama	3.54 A	0.39 A	3.85 B	2.12 A	0.49 AB	158.43 A	11.91 A	82.79 A	81.44 A			
12	0	3.43	0.36	3.94	2.09	0.49	156.65 b-o	12.00 a	66.43	83.41		
	10	3.49	0.40	4.12	2.14	0.49	159.11 a-h	11.88 a-k	76.23	78.99		
	20	3.78	0.38	4.39	2.10	0.48	157.02 b-n	11.91 a-g	80.64	87.47		
	30	3.61	0.41	4.24	2.11	0.48	163.61 a	11.86 a-n	89.93	95.09		
Ortalama	3.57 A	0.38 AB	4.17 A	2.11 A	0.48 AB	159.09 A	11.91 A	78.30 A	86.24 A			
16	0	3.41	0.39	4.03	2.11	0.49	158.54 a-k	11.89 a-i	83.47	84.62		
	10	3.46	0.39	3.95	2.19	0.51	159.25 a-f	11.86 a-o	69.55	89.10		
	20	3.57	0.38	3.98	2.13	0.50	159.01 a-j	11.91 a-h	89.93	92.79		
	30	3.49	0.39	3.92	2.16	0.49	159.15 a-g	12.02 a	80.26	93.82		
Ortalama	3.48 A	0.38 AB	3.97 AB	2.14 A	0.49 A	158.98 A	11.92 A	80.80 A	90.08 A			
HA ortalamaları	0	3.18 b	0.34	3.66	2.04	0.47	155.51 b	11.63 b	74.08	80.02		
	10	3.30 ab	0.36	3.73	2.12	0.47	157.32 a	11.71 ab	75.43	81.82		
	20	3.42 a	0.37	3.81	2.1	0.46	156.48 a	11.75 a	80.72	84.89		
	30	3.33 a	0.37	3.85	2.13	0.46	159.40 a	11.75 a	80.44	84.48		
K	0.138**	0.031**	0.282**	0.058**	0.011**	2.624**	0.090**	10.650*	9.907**			
HA	0.123**	öd	öd*	öd	öd	1.754*	0.080**	öd	öd			
KxHA	öd	öd	öd	öd	öd	5.249**	0.179**	öd	öd			

¹: Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir, *; p<0.05 düzeyinde önemli farklılık, **; p<0.01 düzeyinde önemli farklılık, ö.d: Önemli değil

Tablo 3. Farklı dozlarda potasyumlu gübre ve humik asit uygulamalarına bağlı olarak hasat döneminde ayçiçeği bitkisinin verim ve verim parametreleri¹

Potasyum (kg K ₂ O da ⁻¹)	Humik asit (kg da ⁻¹)	Tane verimi (kg da ⁻¹)	Bitki boyu (cm)	Tabla çapı (cm)	Sap kalınlığı (cm)	Bın tane ağırlığı (g)	Tabla verimi (g)	Yağ oranı (%)	İç-kabuk oranı (%)	Tanede protein oranı (%)
0	0	186.51p-t	162.61 k-s	20.64	1.85	56.93	55.11	44.36	27.81	22.59
	10	195.58 n-r	168.82 a-l	21.55	1.86	59.25	60.51	51.90	27.92	25.43
	20	200.12 n-p	171.01 a-i	22.41	1.92	59.22	60.37	52.00	28.14	29.32
	30	195.04 n-s	166.06 d-o	23.77	1.91	59.11	69.58	52.94	28.61	28.31
Ortalama	194.31 D	167.12 BC	22.09 B	1.88 E	58.62 C	61.39 C	50.30 B	52.94	28.12	26.41
4	0	203.41 m-o	165.66 f-p	23.78	1.96	58.62	52.83	50.40	28.48	24.26
	10	216.67 j-m	169.89 a-j	22.05	2.04	62.22	63.05	50.28	29.30	26.34
	20	226.41 i-k	173.05 a-e	23.16	2.13	64.51	70.03	52.04	29.08	27.53
	30	230.30 ij	174.50 a	24.86	2.09	66.37	71.41	52.39	29.92	26.28
Ortalama	219.19 C	170.77 AB	23.46 AB	2.05 D	62.93 BC	64.33 BC	51.27 AB	52.39	29.19	26.10
8	0	215.08 j-n	171.29 a-h	22.91	2.13	61.51	60.46	51.58	28.25	23.68
	10	247.30 gh	169.87 a-k	23.82	2.21	66.33	71.52	56.52	28.78	23.99
	20	263.64 ef	173.17 a-d	23.14	2.27	68.31	70.45	53.54	29.75	24.27
	30	277.78 cd	173.46 a-c	23.12	2.24	72.01	74.43	53.00	30.24	25.43
Ortalama	250.95 B	171.94 AB	23.24 B	2.21 C	67.04 B	69.21 B	53.66 A	53.00	29.25	24.34
12	0	221.94 j-l	172.84 a-f	23.51	2.26	67.70	66.54	52.09	28.21	22.02
	10	255.80 fg	172.17 a-g	22.92	2.46	81.04	71.70	53.51	30.19	24.60
	20	322.63 a	173.90 ab	21.11	2.36	81.86	77.27	55.13	30.68	25.20
	30	314.46 a	174.52 a	21.16	2.42	78.78	76.76	56.98	30.68	29.41
Ortalama	278.70 A	173.35 A	22.17 B	2.37 A	77.34 A	73.06 A	54.42 A	54.42 A	29.94	25.30
16	0	232.94 i	165.43 g-r	24.35	2.20	66.53	59.49	49.24	29.84	24.17
	10	299.23 b	168.69 a-m	26.11	2.26	76.74	69.79	52.02	30.01	26.79
	20	286.25 c	168.16 a-n	25.69	2.34	82.25	77.43	55.03	28.26	26.04
	30	269.99 de	160.06 p-t	24.90	2.30	79.67	72.71	52.09	28.53	28.81
Ortalama	272.10 A	165.58 C	25.26 A	2.27 B	76.29 A	69.85 B	52.09 AB	52.09 AB	29.16	26.45
HA ortalamaları	0	211.97 c	167.56 b	23.03	2.08 c	62.25 b	58.88 c	49.53 b	28.51	23.34 b
	10	242.91 b	169.88 ab	23.29	2.16 b	69.11 a	67.31 b	52.84 ab	29.24	25.43 ab
	20	259.81 a	171.85 a	23.10	2.19 a	71.23 a	71.11 a	53.55 a	29.18	26.47 a
	30	257.51 a	169.72 b	23.56	2.20 a	71.18 a	72.97 a	53.48 a	29.59	27.64 a
K	10.86**	3.71*	1.81**	0.039**	5.61**	5.01*	3.22**	3.22**	öd	öd
HA	9.71**	3.32*	öd	0.035**	5.02**	6.00**	2.87**	2.87**	öd	2.24**
KxHA	21.72**	7.42**	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd

¹: Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir; *, p<0.05 düzeyinde önemli farklılık; **, p<0.01 düzeyinde önemli farklılık; ö.d: Önemli değil

Farklı potasyumlu gübre ve humik asit uygulamalarının bağımsız ve birlikte uygulanmaları (KxHA) ayçiçeği tane verimini, istatistiki anlamda $p < 0.01$ önemlilik düzeyinde etkilediği saptanmıştır. Buna göre, en yüksek tane verimi istatistiki anlamda aynı grupta yer alan, 12 kg K_2O da⁻¹ potasyumlu gübre ile 20 ve 30 kg da⁻¹ humik asitin birlikte uygulandığı parsellerden (sırasıyla, 322.63 ve 314.46 kg da⁻¹) elde edilmiştir. En düşük tane verimi ise, K ve HA uygulanmayan kontrol konusunda saptanmıştır (Tablo 3).

Araştırmada ele alınan faktörlerin bin tane ağırlığı ve tane yağ oranı üzerine etkileri $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek bin tane ağırlığı, istatistiki açıdan aynı grupta yer alan potasyumlu gübrenin 12 ve 16 kg K_2O da⁻¹ uygulamalarından (sırasıyla, 77.34 ve 76.29 g) elde edilmiştir. HA uygulamalarında ise, bin tane ağırlığı yönünden istatistiki açıdan çok önemli farklılık kontrol konusu ile diğer HA dozları arasında gerçekleşmiştir. Yağ oranı bakımından ise, en yüksek değerler; potasyumlu gübre uygulamalarında 8 ve 12 kg K_2O da⁻¹ (sırasıyla, % 53.66 ve % 54.42); HA uygulamalarında ise humik asitin 20 ve 30 kg da⁻¹ uygulamalarında (sırasıyla, % 53.55 ve % 53.48) tespit edilmiştir (Tablo 3).

Ayçiçeği bitkisinde, iç kabuk oranı yönünden araştırmada ele alınan faktörlerin etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Tanede protein oranı bakımından ise, HA uygulamalarının etkisi istatistiki açıdan $p < 0.01$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Buna göre en yüksek protein oranı % 26.47 ve % 27.64 ile humik asitin 20 ve 30 kg da⁻¹ uygulamalarında belirlenmiştir (Tablo 3).

Samui ve Bhattacharyya (1980), Grove ve Summer (1982) ve Orlovius (1990), potasyumun ayçiçeğinde verime pozitif etki yaptığını; Samui ve Bhattacharyya (1980) ise, potasyumun tanedeki yağ oranını olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Romanya'da 2005-2007 yılları arasında yapılan bir araştırmada; kireçli toprakta yetiştirilen ayçiçeğine 0, 8 ve 16 kg N da⁻¹ azot, 0, 4 ve 8 kg P_2O_5 da⁻¹ fosfor ve 0, 4, 6 ve 12 kg K_2O da⁻¹ potasyum dozları uygulanmıştır. Araştırma sonucunda en iyi verim 8 kg K_2O da⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir (Ciobanu ve ark., 2008). Ankara koşullarında 2003 yılında yapılan bir araştırmada, farklı humik asit uygulama zamanı ve dozlarının (0, 60, 120 ve 180 g da⁻¹) ayçiçeğinde yağ oranını ve dekara tane verimini arttırdığı belirlenmiştir (Day, 2005). Ayçiçeği bitkisine humik asit ve leonardit uygulaması yapılan bir başka çalışmada (Ergönül, 2011); ayçiçeği bitkisinde en yüksek tane verimi (198.61

kg da⁻¹), en geniş tabla çapını (19.43 cm), en yüksek bin tane ağırlığı (64.96 g), en yüksek kabuk oranı (% 30.89) humik asit + gübre ve leonardit + gübre uygulamalarından elde edilmiştir.

Yapılan bilimsel bir araştırma, humik madde uygulaması ve humik maddelerin topraktaki kimyasal etkileşimlerine bağlı olarak makro besin elementi yarayırlılığını artırdığını ve bitkilerin mikro besin element absorpsiyonunu ayarladığını, bunun da verim ve kalite üzerine etkili olduğunu ortaya koymuştur (Karaman ve ark., 2012).

4. Sonuçlar

Araştırmada; en yüksek verim, bin tane ağırlığı, tabla verimi, yağ oranı, bitki boyu ve sap kalınlığı 12 kg K_2O da⁻¹ potasyumlu gübre ile 20 kg da⁻¹ humik asit uygulanan parsellerden elde edilmiş, en düşük sonuçlar ise kontrol uygulamasında saptanmıştır.

Organik madde fraksiyonlarından olan humik asitin potasyumlu gübre ile birlikte uygulanması durumunda bitki biyokütlesini arttırdığı ve bu olumlu etkinin de verim ve kaliteyi arttırdığı belirlenmiştir. Humik asitin bitki gelişimini doğrudan veya dolaylı olarak etkilediği, doğrudan etkinin bitki bünyesinde besin dağılımını değiştirebilecek olan humik madde bileşenlerinin bitki tarafından alınması şeklinde olabileceği; dolaylı etkinin ise, sentetik iyon değiştiricilerin yaptığı gibi bitki besin maddelerinin sağlanması ve düzenlenmesi şeklinde olabileceği ileri sürülmektedir. Humik asitin bitki gelişimini uyarıcı etkisinin makro besin maddelerinin alımını artırması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Humik maddeler geçiş metal katyonları ile bileşik oluşturabilirler. Bu olay bazen besin maddesi alımını artırıcı etki gösterirken, kimi durumlarda köklerle rekabete girerek alımı engelleyici etki de gösterebilmektedir. Ayrıca, humik maddelerin düşük molekül ağırlıklı bileşenlerinin bitkiler tarafından alınabildiği ve bu bileşenlerin hücre zarının geçirgenliğini artırarak hormon benzeri etki gösterdiği sanılmaktadır. Humik asitin N, P ve K'lu gübreler ile birlikte verilmesi durumunda elde edilen verim artışının, humik asitin tek başına verilmesinden elde edilen artıştan daha fazla olduğu birçok araştırma ile de belirlenmiştir.

Bu sonuçlar doğrultusunda araştırmanın yürütüldüğü pH değeri yüksek, organik madde ile N, P ve K gibi makro besin maddelerince fakir olan topraklarda; potasyumlu gübrelemeye ilave olarak, toprağa humik asit uygulamasının da yapılmasının besin maddeleri yarayırlılığını arttırarak verim ve kaliteyi de arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Açıkgöz, N., Akbaş, M. E., Özcan, K. ve Moghaddam, A.F., 1994. Tarımsal araştırmaların değerlendirilmesi için PC Paketi TARİST. *Tarla Bitkileri Kongresi, Bildiriler Kitabı*, 25-29 Nisan, İzmir, s.156-167.
- Akyıldız, A.R., 1968. Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 358, Ankara.
- Anonim, 2015. Bitkisel Üretim İstatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=45 (Erişim tarihi: 24.10.2015).
- Anonymous, 1992. IFA, World Fertilizer Use Manuel, pp.211-214.
- Aysu, A., 2010. Türkiye’de Ayçiçeği Tarımı. <http://www.karasaban.net/aycicegi-bitkisel-yag/> (Erişim tarihi: 15.10.2015).
- Bennett, B.L., Rouse, R.D., Ashley, D.A., Doss, B.D., 1965. Yield, fiber quality and potassium content of irrigated cotton plant as affected by rates of potassium. *Argonomy Journal*, 57: 296-299.
- Bozkurt, M.A., Karaçal, İ., 2000. Farklı azotlu gübre doz ve formlarının ayçiçeğinde besin elementi içeriğine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 6(1): 99-105.
- Cavalcante, I.H.L., Da Silva, R.R.S., Albano, F.G., De Lima, F.N., Marques, A.De.S., 2011. Foliar spray of humic substances on seedling production of papaya (Pawpaw). *Journal of Agronomy*, 10(4): 118-122.
- Ciobanu, G., Vuscan, A., Cosma, C., 2008. The influence of potassium fertilizers applied on different NP background on sunflower yield in pre luvo soil conditions from north-west of Romania. *Protectia Mediului*, 13: 44-49.
- Day, S., 2005. Humik asit uygulama zamanı ve dozlarının ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.)’nde verim, verim öğeleri ve yağ oranına etkisi. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., Alvino, A., 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy Sustainable Development*, 25: 183-191.
- Demir, İ., 2009. Azot ve kükürdün ayçiçeğinde (*Helianthus annuus* L.) verim ve verim öğeleri ile bazı kalite özelliklerine etkisi. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ergönül, U., 2011. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerine uygulanan humik asit ve leonarditin verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ertiftik, H., 2012. Farklı miktarlarda uygulanan potasyum ve magnezyumun ayçiçeğinde verim ve verim unsurlarına etkisi. Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Grove, J., Summer, M., 1982. Yield and leaf composition of sunflower in relation to N, P, K and lime treatments. *Fertilizer Research*, 3(4): 367-378.
- Izsaki, Z., 2006. Relationship between potassium supplies of the soil and the nutrient concentration of maize (*Zea mays* L.) leaves. *Cereal Research Communications*, 34(1): 501-504.
- Jones, J.R., Wolf, B.J., Mills, H.A., 1991. Plant Analysis Handbook Methods and Plant Analysis and Interpretation. Micro-Macro Publishing, USA.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın No: 1241, Ankara.
- Karaman, M.R., Şahin, S., Geboloğlu, N., Turan, M., Güneş, A., Tutar, A., 2012. Humik asit uygulaması altında farklı domates çeşitlerinin (*Lycopersicon esculentum* L.) demir alım etkinlikleri. *Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Dergisi*, 14(1): 301-308.
- Longstroth, M., 2015 Lowering the Soil pH with Sulfur. Extension Small Fruit Educator, Michigan State University Extension Service.
- Mills, H.A., Jones, J.B., 1996. Plant Analysis Handbook-II. Micro- Macro Publishing, Georgia, USA, pp. 422.
- Orlovius, D., 1990. Dungung von Sonnenblumen. Pflug und Spaten, pp. 3.
- Reuter D., Robinson, J. B., 1986. Plant Analysis an Interpretation Manual. Melbourne, Sydney, pp. 211.
- Salama, A.M., Buzas, I., 1987. Effect of growth regulators and NPK fertilizers on the trace elements contents of sunflower in calcareous soils. *Acta Agronomica Hungarica*, 36(1-2): 37-42.
- Samui, R.C., Bhattacharyya, P., 1980. Effect of soil and foliar application of nitrogen, potassium and molybdenum on oil content and yield and chemical composition of sunflower. *Journal of Indian Society of Soil Science*, 28(1): 293-298.
- Samui, R.C., Bhattacharyya, P., 1984. Effect of nutritional and cultural treatment on oil content, oil yield and nutrient uptake by sunflower. *Journal of Indian Society of Soil Science*, 32(1): 110-114.
- Samui, R.C., Bhattacharyya, P., Roy, A., 1987. Effect of nutrients and spacing on oil yield and uptake of nutrients by kharif sunflower. *Journa of Indian Society of Soil Science*, 35(1): 69-73.
- Szulc, P., 2010. Response of maize hybrid (*Zea mays* L.), stay-green type to fertilization with nitrogen, sulphur, and magnesium. Part I. Yields and chemical composition. *Acta Science Polish Universities of Agriculture*, 9(1): 25-29.
- Tamer, N., Başalma, D., Türkmen, C., Namlı, A., 2016. Organik toprak düzenleyicilerin toprak parametreleri ve ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4(1) : 11-21.
- Tan, K.H., Nopamornbodi, V., 1979. Effect of different levels of humic acids on nutrient content and growth of corn (*Zea mays* L.). *Plant and Soil*, 51: 283-287.
- Varol, F., 2004, Tekirdağ ilinde ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) tarımı yapılan toprakların ve bu bölgelerde yetiştirilen ayçiçeği bitkisinin mikro element kapsamının saptanması. Yüksek lisans tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.