

MOR ÇİÇEKLİ ORMANGÜLÜ TOPRAKLARININ HUMİK MADDE İLE BESİN ELEMENT İÇERİĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Ayhan HORUZ¹ M.Rüştü KARAMAN² Ahmet KORKMAZ¹
Mumin DİZMAN³ Ahmet TUTAR³ Selçuk KARAKAYA³

¹OMU Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139-Samsun

²GOP Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 60240-Tokat

³SÜ Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 54187-Sakarya

ÖZET

Bu çalışmada Batı Karadeniz ormanlarında yetişen mor çiçekli ormangülü (Rododendron Ponticum L) topraklarının humik madde ile besin element içeriği arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Bu amaçla mor çiçekli ormangülü plantasyonlarından 27 toprak örneği alınmıştır. Toprakların humik madde (HM), humik asit (HA), fulvik asit (FA), HA/FA oranı ile toplam N, yarıyışlı P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, Cu, B besin element içerikleri arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Bu ilişkilerden humik madde (HM) ile yarıyışlı P, Mg ve Cu arasında önemli ($P<0,05$), humik asit (HA) ile toplam N arasında çok önemli ($P<0,01$), Fe, Zn ve Cu arasında ise önemli ($P<0,05$) pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Ayrıca fulvik asit (FA) ile yarıyışlı P ve Cu arasında önemli ($P<0,05$), HA/FA ile Zn arasında çok önemli ($P<0,01$), toplam N, Fe, ve B arasında önemli ($P<0,05$) olan pozitif ilişkiler bulunmuştur. Sonuçta toprakta yarıyışlı besin elementlerinin, toprak organik maddesinin mineralizasyonu ile humik maddelere dönüşmesine bağlı olduğu ve bunun da bazı fizikokimyasal toprak özellikler tarafından farklı derecede etkilendiği bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Orman toprakları, humik madde, humik-fulvik asit, besin element içeriği

THE RELATIONSHIP BETWEEN HUMIC SUBSTANCES AND NUTRIENT ELEMENT CONTENTS OF RHODODENDRON PONTICUM SOILS GROWING UP IN THE WESTERN BLACK SEA FORESTS

ABSTRACT

In this study, the relationships between humic substances of soils containing the purple flowered Rhododendron (Rododendron Ponticum L.) growing up in the forests of the Western Black Sea and the nutrient element contents was

investigated. For this purpose, 27 soil samples were collected from the *rhododendron ponticum* plantations. Humic substances (HS), humic acid (HA), fulvic acid (FA), HA/FA ratio and the nutrient elements of total N, available P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, Cu, B were analysed and then the relationships between them were established. It was obtained that there was a significant positive relation between HS and available P, Mg and Cu ($P<0,05$). In addition, the positive relationship between HA and total N was found as very significant ($P<0,01$), and between HA and Fe, Zn and Cu was determined as significantly ($P<0,05$). On the other hand, the relationships between FA and P and Cu ascertained as significantly positive ($P<0,05$), and that between HA/FA and Zn as very significantly positive ($P<0,01$), and total N, Fe, and significantly positive ($P<0,05$). Ultimately, it was found that the available nutrients in the soils depend on the transformation of the soil organic matter to the humic substances via mineralization and they were also affected in the different levels by some of the physicochemical soil characteristics.

Key word: Forest soil, humic material, humic-fulvic acid, nutrient element content

1. GİRİŞ

Toprak organik maddesinin ana kaynağını (% 90'ı) yaprak olan ölü örtü oluşturmaktadır (Stevenson, 1982). Ölü örtü çoğu ekosistemde N, P, Ca ve Mg'un toprağa dönüşü için en önemli aşamadır. Bu dönüşümün büyüklüğü elementlerin konsantrasyonu ve döküntü miktarına bağlıdır. Karasal bitki komünitelerinde, toprak yüzeyindeki organik maddeler besin maddelerinin yeniden mineralizasyonunda temel bir role sahiptir. Bu nedenle organik maddenin ayrışması ile ilgili çalışmalar ekosistemde humik madde ve besin element döngüsünün anlaşılabilmesi için çok gerekli ve önemlidir (Gray ve Schlesinger, 1981).

Orman gülleri (*Rhododendron Ponticum L.*) Karadeniz bölgesinde dağların kuzey yamaçları boyunca yayılış gösterirler (Avcı, 2004). Bu plantasyonlardaki topraklar üzerinde farklı kalınlıkta litter ve humik madde birikimi gözükmektedir. Humik maddeler ileri derecede değişime uğramış yüksek molekülü ve içinde doku strüktürü belirlenemeyen maddelerdir (Schachtschabel ve ark., 1993).

Organik maddeler mikrobiyal olarak anorganik maddelere (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu,) kadar ayrışarak bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementlerine dönüşürler (Schachtschabel ve ark. (1993; Petit, 2012). Böylece hem humik maddeler ve hem de besin maddelerince zengin bir toprak horizonu oluşur. Humik ve fulvik asitler humik maddelerin en önemli kısımlarıdır. Toprakta toprağa çok farklı olmasına rağmen organik madde içeriği yüksek olan topraklarda daha yüksek

oranlarda bulunur (Tan ve Binger, 1986). Genelde humik asit C ve N bakımından fulvik asitten daha zengin iken O ve S açısından daha fakirdir. Fulvik asitlerin humik asitlerden daha asidik olduğu rapor edilmiştir (Tan, 2000).

Humik maddeler bitki besin maddelerini yavaş bir şekilde ortama vermesi ve yüksek KDK içeriğine sahip olması yanında ortam pH'sının, tamponlama kapasitesinin, ağır metal ve zararlı endüstriyel bileşiklerin yükselmesini engellemesi gibi toprak özelliklerini düzenlemede önemli bir role sahiptir (Amir et al., 2006).

Humik maddelerin içerdiği humik ve fulvik asit gibi organik asitler üzerindeki elektrik yüklü alanlar ile mikro elementleri çözer ve onları kendine bağlayarak organo-metal şelatları oluştururlar. Bu şelatlar toprakta primer ve sekonder minerallerin çözünmesini artırır. Katyonların şelatlanması (K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu) bitkilere olan toksik etkilerini ve yıkanarak toprak profilinden uzaklaşmasını engeller (Akıncı, 2011; Pettit, 2012). Ayrıca humik maddeler fosfor ile kompleks oluşturarak asit topraklarda kil ve Fe-Al tarafından P-fiksasyonu azaltırken, alkali topraklarda da kalsiyum ile fosfor ve demir arasındaki bağı çözerek fosfor ve demirin yayılsız formlarını artırır (Stevenson, 1994). Bu sayede toprağın yayılsız besin elementlerince zenginleşmesini sağlarlar (Kacar ve Katkat, 2009). Azot ise bütün hümin maddelerinin en önemli kısmıdır (Schachtschabel ve ark. 1993). Akıncı ve ark., (2009), Bedegain ve ark. (2000) gibi bir çok araştırmacı humik asitlerin hem toprakta hem de bitkide (bitkilerin kök hücrelerinin geçirgenliğini artırma ve taşınım ile) Na, K, Ca, Fe, ve Mn yayılsızlığını artırdığını bildirmişlerdir. Humik maddeler ile bitkilerin N, P, S, Fe, Zn, Cu ve Mn alımı arasında yüksek bir ilişki olduğu belirtilmiştir (Chen ve Aviad, 1990; Chen ve ark., 1999).

Bu çalışmanın amacı Batı Karadeniz ormanlarında yetişen mor çiçekli ormangülü topraklarının humik madde ile besin element içeriği arasındaki ilişkileri belirlemektir.

2. MATERYAL ve METOD

2.1. Toprak Örneklerinin Alındıkları Yerler

Batı Karadeniz bölgesi ormanlarında yetişen Mor Çiçekli Ormangülü (*Rhododendron Ponticum*) plantasyonlarına ait toprak örnekleri Webster ve Oliver (1990)'in bildirdiği şekilde humus katmanının bittiği yerden itibaren 15-20'lik cm mineral toprak derinliğinden alınmıştır. Toprak örneklerinin alındıkları yerler Şekil 1'de, bu yerlerin koordinatları Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Toprak örneklerinin alındıkları yerler

Çizelge 1. Toprak örneklerinin alındıkları yerler ve koordinatları

No	Örnek Alınan Yer*	Koordinatlar	Rakım m	No	Örnek Alınan Yer*	Koordinatlar	Rakım m
1	Melen	Y:36T 321474 X:4517210	450	15	Geyve	Y:36T 289056 X:4492385	940
2	Düzce-Gümüşova	Y:36T 307766 X:4491375	807	16	Demirköy (Kadınkale)	Y:36T 339520 X:4625620	700
3	Sakarya-Akyazı	Y:36T 2966825 X:4495360	775	17	Kınıkleri-Demirköy	Y:36T 266146 X:4504957	435
4	Taşbuğun	Y:36T 275779 X:4506673	780	18	Sapanca	Y:36T 266146 X:4504957	435
5	Sakarya-Akyazı	Y:36T 289893 X:4497868	378	19	Sakarya-Sapanca	Y:36T 329463 X:4508095	845
6	Doğançay	Y:36T 310547 X:4526745	700	20	Gölyaka (Karadüzü)	Y:36T 748835 X:4498378	1000
7	Sakarya-Karapürçek	Y:36T 287266 X:4498666	715	21	Düzce-Gölkaya	Y:36T 363716 X:4528462	530
8	Hendek Merkez	Y:36T 345445 X:4541078	500	22	Yuvacık	Y:36T 318068 X:4498950	900
9	Sakarya-Hendek	Y:36T 309583 X:4527267	751	23	Kocaeli-Adapazarı	Y:36T 236422 X:4497920	1215
10	Düzce-Akyakoca	Y:36T 338750 X:4105300	290	24	Pamukova	Y:36T 363716 X:4528462	530
11	Kocaeli-Sakarya	Y:36T 236630 X:4497173	1170	25	Sakarya-Pamukova	Y:36T 318068 X:4498950	900
12	Gümüşdere	Y:36T 315334 X:4532496	630	26	Karadere	Y:36T 399000 X:4539940	530
13	Sakarya-Pamukova			27	Çayroğlu	Y:36T 361620 X:4627565	610
14	Kocaeli				Akyazın	Y:36T 306590 X:4573056	280
	Sakarya-Kocaeli				Sakarya-Akyazı	Y:36T 308112 X:4546130	340
					Karadere	Y:36T 321632 X:4509671	1130

*: Orman işletme müdürlüklerine bağlı orman işletme şefliklerini göstermektedir.

2.2. Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri

Batı Karadeniz bölgesi mor çiçekli ormangülü plantasyonlarının humus altı katmandan (A_1) alınan mineral toprak örneklerinde tekstür bouyoucos hidrometre yöntemine göre (Kurucu ve ark., 1990), STK (su tutma kapasitesi) toprağın su ile doygun hale getirilmesinden sonra fazla suyun yerçekimi ile süzülmesinin ardından toprak + tutulan su miktarı gravimetrik olarak ölçülmüştür (Labuschagne ve ark., 1995). pH ve EC (tuz) saturasyon çamurunda Richard (1954); KDK (katyon değişim kapasitesi) sodyum asetat metodu ile organik madde Walckley Black metoduna göre (Kacar, 1994) belirlenmiştir (Çizelge 2). Toplam azot kjeldahl yakma ve destilasyon metoduna göre, yarayışlı fosfor Bray Kurtz No.1 metoduna göre (Kacar, 1994); değişebilir katyonlar 1N amonyum asetat ile çıkartılan toprak ekstraktlarında Na ve K atomik absorpsiyon spektrofotometresi (AAS) ile, Ca ve Mg ise EDTA ile titrasyon metoduna göre (Sağlam, 1997) belirlenmiştir. Yarayışlı Fe, Mn, Zn ve Cu DTPA ekstraksiyon metoduna göre AAS ile (Lindsay ve Norwell, 1978); B Azometin-H metoduna göre (Kacar, 1994) belirlenmiştir (Çizelge 3).

Humus örneklerinin humik madde ve humik asit kapsamı uluslar arası humik maddeler birliği (IHSS) tarafından bildirilen ekstraksiyon, fraksiyonlara ayırma ve saflaştırma teknikleri kullanılarak (Schnitzer ve Khan, 1972; Stevenson, 1982); fulvik asit kapsamı XAD ile saflaştırma ve soğuk kurutma metodu (Thurman ve Malcolm, 1981) ile belirlenmiştir.

Toprakların humik madde ve diğer toprak özellikleriyle yarayışlı besin element içeriği arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları MİNİTAB paket programı ile belirlenmiştir (Çizelge 4; Minitab V. 13.20, 2000).

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Toprakların humik madde ile makro besin element içeriği arasındaki ilişkiler

Toprak örneklerinin toplam azot kapsamı % 0,62 (çok az) - 0,590 (çok yüksek) arasında değişmekte olup ortalama % 0,255 (iyi)'dir (Rodriguez ve ark., 1993). Çoğu topraklarda azotun büyük bir bölümünün organik maddenin yapısında bulunan azot olduğu bildirilmiştir (Aktaş, 1994). Toprak azotunun önemli bir kısmı üst toprakta humin maddeler, bitki artıkları, biyokütle ve ölü organizmalarla organik formda (genellikle %95'den fazla) bulunmaktadır (Schachtschabel ve ark., 1993).

Çizelge 2. Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimi

Toprak No.	Kum	Mii	Kil	STK	pH	EC	KDK	OM	HM	HA	FA	HA/FA
Minimum	22,47	18,59	15,87	154,59	4,24	0,051	25,32	3,92	1,19	0,35	0,74	0,23
Maksimum	66,31	54,48	43,00	220,92	5,75	0,254	61,97	11,66	4,75	2,09	4,69	1,16
Ortalama	35,89	37,89	26,22	176,89	4,75	0,138	44,51	8,00	3,21	1,03	2,18	0,52

OM:Organik madde, HM:Humik madde, HA:Humik asit, FA:Fulvik asit,

Çizelge 4. Toprakların humik madde ve diğer toprak özellikleriyle besin element içeriği arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları (r)

Ozellik	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	B
HM	0,347	0,481*	0,205	0,010	0,430*	-0,058	0,086	-0,254	-0,018	0,475*	-0,081
HA	0,575**	0,130	0,048	-0,150	0,372	-0,022	0,383*	-0,007	0,431*	0,453*	0,297
FA	0,175	0,534**	0,232	0,078	0,368	-0,060	-0,063	-0,311	-0,210	0,387*	-0,230
HA/FA	0,431*	-0,192	-0,075	-0,113	-0,061	0,079	0,431*	0,258	0,538**	0,182	0,457*
pH	0,678**	-0,118	0,343	0,241	0,462*	0,298	-0,117	-0,212	0,298	0,413*	0,483*
EC	0,849**	-0,206	0,206	0,123	0,468*	0,073	0,275	-0,001	0,496**	0,771**	0,574**
OM	0,828**	0,110	0,243	0,121	0,286	-0,046	0,337	-0,154	0,403*	0,794**	0,488**
KDK	0,063	-0,074	-0,256	-0,161	0,322	-0,221	0,173	-0,079	-0,164	0,143	-0,183
Kum	-0,441*	0,260	-0,262	-0,240	-0,387*	-0,253	0,131	-0,060	-0,146	-0,448*	-0,442*
Silt	0,423*	-0,070	0,209	0,079	0,253	-0,041	-0,062	0,060	0,131	0,418*	0,305
Kil	0,271	-0,351	0,205	0,309	0,363	0,458*	-0,148	0,035	0,100	0,287	0,397*
STK	0,141	0,120	0,570**	0,502**	0,198	0,334	-0,773**	-0,726**	-0,560**	0,144	-0,031

** (P<0.01); * (P<0.05)

Çizelge 3. Toprak örneklerinin besin element içeriği

Toprak No:	N %	P mg kg ⁻¹	K	Ca mek 100 g ⁻¹	Mg mek 100 g ⁻¹	Na	Fe	Mn	Zn mg kg ⁻¹	Cu	B
1	0,18	9,90	1,87	1,87	4,36	2,68	150,70	109,72	3,56	4,01	2,25
2	0,29	5,21	1,29	1,29	5,65	3,22	435,24	203,04	7,56	5,68	2,47
3	0,13	5,74	0,48	0,48	1,68	0,95	512,28	273,28	5,19	3,21	1,45
4	0,17	43,78	0,70	0,57	4,30	1,35	736,67	344,08	9,40	4,21	1,83
5	0,37	6,00	1,18	1,18	5,12	2,95	313,27	210,92	5,08	6,87	2,27
6	0,34	17,98	1,51	1,51	3,55	1,61	321,03	178,24	8,36	5,53	2,36
7	0,32	6,26	0,77	0,77	8,42	3,67	519,57	229,43	9,30	7,31	3,45
8	0,25	5,74	1,29	1,29	6,68	2,44	387,83	101,12	6,54	4,33	2,31
9	0,39	99,54	1,47	1,47	3,68	1,79	570,96	155,87	5,13	8,59	1,69
10	0,29	8,34	1,70	1,49	7,85	2,01	357,47	148,8	8,69	8,58	2,23
11	0,11	7,04	0,20	0,20	3,15	1,22	579,20	259,56	7,79	3,58	1,07
12	0,68	6,00	0,67	0,67	7,00	1,61	756,34	237,36	15,91	8,27	3,82
13	0,22	11,73	2,86	2,87	3,98	2,21	447,85	305,32	12,10	5,51	2,66
14	0,56	8,34	1,65	1,65	7,54	2,41	598,28	249,08	11,14	9,18	3,74
15	0,13	12,77	0,37	0,37	4,98	1,37	569,71	241,68	8,09	4,12	3,53
16	0,37	9,12	0,70	0,59	8,85	1,81	409,91	274,88	7,61	7,22	2,27
17	0,39	6,52	0,47	0,43	7,57	1,60	548,46	379,28	9,11	4,79	1,22
18	0,25	9,90	1,53	1,43	10,69	3,12	337,57	71,04	2,96	6,54	1,66
19	0,43	10,95	1,04	1,04	8,44	1,64	607,39	183,12	7,64	9,36	1,58
20	0,18	5,21	0,44	0,44	3,65	0,89	571,11	334,8	6,93	4,14	2,19
21	0,24	64,10	0,78	0,78	6,58	1,49	279,04	122,24	2,55	4,45	1,43
22	0,28	6,52	0,45	0,45	6,25	1,13	752,80	253,16	7,65	3,79	2,36
23	0,33	13,29	0,77	0,77	7,98	1,31	292,64	86,82	5,12	4,36	1,74
24	0,36	7,04	1,29	1,21	6,39	1,62	425,56	102,44	5,06	7,35	2,40
25	0,28	7,56	0,69	1,87	4,36	2,68	474,84	386,68	8,93	4,76	1,87
26	0,18	12,51	0,41	1,29	5,65	3,22	365,74	144,36	7,72	2,97	1,44
27	0,38	15,64	0,89	0,48	1,73	0,95	706,68	176,64	8,14	5,73	2,77
Min.	0,11	5,21	0,20	0,20	1,68	0,95	150,70	71,04	2,55	2,97	0,85
Mak.	0,68	99,50	2,86	2,87	10,69	3,67	736,67	386,68	12,10	9,36	3,96
Ort.	0,30	15,66	1,02	1,05	5,78	1,96	482,52	213,44	7,53	5,72	2,22

Bitkiye yararlı toprak azotu çoğunlukla organik maddenin yapısında bulunan protein kökenli olduğu ve amino asitlerin yapısındaki azotun NH_4 ve NO_3 'e dönüşmesinden karşılanmaktadır (Sezer, 1991; Elinç, 2007). Toprakların organik madde (OM) ve humik asit (HA) içeriği ile toplam N arasında çok önemli ($P<0,01$), HA/FA arasında önemli ($P<0,05$) pozitif ilişkiler bulunmuştur. Toprakların humik madde kaynağını toprak organik maddesi oluşturmaktadır. Toprak organik maddesinin humifikasyona uğrayarak mineralize olması sonucu besin elementleri yarayışlı durumu geçerken, bu esnada humik ve fulvik asitler de oluşurlar (Schnitzer, 1982, Andriese, 1988).

Toprak örneklerinin yarayışlı fosfor kapsamı 5,21 ppm (az) - 99,5 ppm (çok yüksek) arasında değişmekte olup ortalama 15,66 ppm (iyi)'dir (Yurtsever ve Alkan, 1975). Fosfor asit reaksiyonlu topraklarda Fe ve Al fosfatlar halinde bulunur. Düşük fosfor içeriği Fe ve Al iyonları ile fosforun fiksasyona uğrayarak yarayışlılığının azalmasına; yüksek fosfor içeriği ise organik maddeye bağlı olarak oluşan humin asitleri ve fulvo asitlerinin Fe ve Al iyonlarını bağlayarak fosforun yarayışlılığının artmasına neden olması şeklinde açıklanmaktadır (Helal ve Sauerbeck, 1984; Aktaş, 1994). Toprakların yarayışlı fosfor içeriği ile FA arasında çok önemli ($P<0,01$), HM arasında önemli ($P<0,05$) pozitif ilişkiler bulunmuştur. Akıncı (2011) toprak fosforu ile organik madde ve humik maddeler arasında pozitif ilişkiler olduğunu bildirmiştir.

Toprak örneklerinin yarayışlı potasyum içeriği 0,20 (az) - 2,86 me/100 g toprak (çok fazla) arasında değişmekte olup ortalama 1,02 me/100 toprak (fazla)'dır (FAO, 1990). Kilce fakir, kumlu topraklarda ve turbalıklarda K yıkanması nedeniyle potasyum noksanlığı gözükmemektedir. Çünkü potasyum iyonları organik maddeye çok gevşek bağlanmaktadır (Schachtschabel ve ark., 1993). Dolayısıyla toprak örneklerinin yıkanma ve yüksek humus nedeniyle potasyum değeri düşük olabilir. Toprakların humik maddeleri artarken yarayışlı K içeriği artmış, HA/FA oranı ise azalmıştır. Ancak bu ilişkiler istatistiki bakımdan önemli bulunmamıştır.

Toprak örneklerinin kalsiyum içeriği 0,20 (çok az) - 2,87 me/100 g toprak (az) arasında değişmekte olup ortalama 1,05 me/100 g toprak (az)'dır (FAO, 1990). Bölge topraklarının fazla yağış alması ve toprakların fazla asit reaksiyonlu olması kalsiyum noksanlığına sebep olabilir. Nitekim, Aktaş, 1994 yağışlı bölgelerde asit reaksiyonlu pit topraklarda yıkanma nedeniyle Ca miktarının nispeten düşük olduğunu belirtmiştir. Toprakların humik madde ve fulvik asit ile yarayışlı Ca içeriği arasında pozitif, humik asit ve HA/FA arasında önemli olmayan negatif ilişkiler bulunmuştur.

Toprak örneklerinin yarayışlı magnezyum 1,68 (yeterli) - 10,69 me/100 g toprak (fazla) arasında değişmekte olup ortalama 5,78 me/100 toprak (fazla)'dır (FAO, 1990). Toprakta Mg değerinin fazla çıkmış olması K ve Ca iyonlarının yıkanarak ortamdan uzaklaşması ile Mg oranının artmış olmasına bağlayabiliriz. Schachtschabel ve ark. (1993) toprak çözeltisindeki K/Mg ve Ca/Mg oranı düştüğünde Mg miktarının artacağını belirtmişlerdir. Toprakların humik madde ile

yarayışlı Mg arasında önemli ($P<0,05$), HA ve FA arasında ise önemli olmayan pozitif ilişkiler bulunmuştur.

Toprak örneklerinin yarayışlı sodyum 0,95 - 3,67 me/100 g toprak arasında değişmekte olup ortalama 1,96 me/100 toprak'dır. Marschner, 1986 tarım ve orman topraklarının Ap horizonunda toprak çözültisinin Na konsantrasyonunu 2-70 mg/L (0,09-3,04 me/100 g) olduğunu belirtmiştir. Toprakların humik madde içerikleri ile yarayışlı Na arasında genelde önemli olmayan negatif ilişkiler bulunmuştur.

3.2. Toprakların humik madde ile mikro element içeriği ve arasındaki ilişkiler

Toprak örneklerinin yarayışlı demir içeriği 150,70 ppm - 736,67 ppm (çok yüksek) arasında değişmekte olup ortalama 482,52 ppm (çok yüksek)'dir (FAO, 1990). Toprak örneklerinin düşük pH ve yüksek organik madde içeriğine bağlı olarak yarayışlı Fe içeriğinin yüksek olduğu bulunmuştur. pH 3,5'in üzerine çıktığı zaman çözünebilir organik Fe-komplekslerinin varlığı artar (Özbek ve ark., 1993). Benckiser ve ark. (1983) orman topraklarında ve sülfatlı asit topraklarda inorganik Fe indirgen ortam koşullarında yarayışlılığı artarak konsantrasyonunun yükselebileceğini belirtmişlerdir.. Ayrıca Fe toprakta ve bitkide kolaylıkla kilyet denilen organik kompleksler oluşturarak bitkiye yarayışlılığı artmaktadır (Lindsay and Norvell, 1978). Toprakların humik asit içeriği ve HA/FA oranı ile yarayışlı Fe içeriği arasında önemli ($P<0,05$) pozitif ilişkilerin bulunması bu teorileri desteklemektedir.

Toprak örneklerinin yarayışlı mangan içeriği 71,04 ppm (yeterli) - 386,68 ppm (çok yüksek) arasında değişmekte olup ortalama 213,44 ppm (çok yüksek)'dir (FAO, 1990). Toprak örneklerinin pH değerlerinin düşük olması yarayışlı Mn değerlerinin de yüksek olmasına neden olmuştur. Jaurengi ve Reisenauer, 1982 ve Lindsay, 1972 pH'nın düşmesiyle birlikte H iyonları yükseldiğinde fazla miktarda Mn^{+2} iyonlarının oluştuğunu ve pH değerindeki 1 birim düşüşün çözültideki Mn^{+2} konsantrasyonunu yaklaşık 100 misli artmasına sebep olacağını belirtmişlerdir. Ayrıca bitki köklerinin çıkarmış oldukları ve organik maddelerin mineralizasyonu sonucu açığa çıkan organik anyonlar ve H iyonları Mn-oksitlerin çözünlülüğünü önemli derecede etkileyerek yarayışlı Mn'in artmasına neden olabilmektedir (Godo ve Reisenauer, 1980). Toprakların humik maddeleri ile yarayışlı Mn arasında önemli olmayan negatif ilişkiler bulunmuştur.

Toprak örneklerinin yarayışlı çinko içeriği 2,55 ppm (fazla) - 12,10 ppm (çok fazla) arasında değişmekte olup ortalama 7,53 ppm (çok fazla)'dir (FAO, 1990). Schachtschabel ve ark. (1993) pH değeri 5'in altına düştüğü zaman Zn humin maddelerinin arttığını ve Zn iyonlarının en yüksek değere ulaştığını bildirmişlerdir. Aktaş, 1994 çözünebilir organik Zn kompleksleri esas olarak amino asitleri, organik asitler ve fulvo asitlerine bağlı olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle toprak örneklerinin pH değerlerinin düşük ve organik madde kapsamının yüksek olması yarayışlı Zn kapsamının yüksek olmasına neden olmuştur. Toprakların

humik asit içeriği ile yarayışlı Zn arasında önemli ($P<0,05$), HA/FA oranı arasında çok önemli ($P<0,01$) ilişkiler bulunmuştur.

Toprak örneklerinin yarayışlı bakır içeriği 2,97 ppm (fazla) - 9,36 ppm (çok yüksek) arasında değişmekte olup ortalama 5,72 ppm (çok fazla)'dir (FAO, 1990). Toprak örneklerinin asit ve yüksek humus içeriği yarayışlı Cu miktarını yükseltmiştir. Keza, Özbek ve ark., 1993 toprak reaksiyonu $pH<6$ olduğu zaman organik bağlı Cu fraksiyonunun maksimum değere ulaştığını ve asit orman topraklarında değişebilir Cu miktarının yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bakır diğer mikro element katyonlara göre (Zn, Mn) organik maddeye çok daha sıkı bağlanabilmekte ve organik Cu kompleksleri toprakta bakırın hareketini ve alınabilirliğini düzenler (Aktaş, 1994). Toprakların humik maddeleri (HM, HA, ve FA) ile yarayışlı Cu içeriği arasında önemli ($P<0,05$) pozitif ilişkiler bulunmuştur.

Toprak örneklerinin yarayışlı bor içeriği 0,85 ppm (az) - 3,96 ppm (çok fazla) arasında değişmekte olup ortalama 2,22 ppm (fazla)'dir (Kacar, 1994). Genellikle toprak organik maddesinin yüksek olduğu toprak örneklerinde nispeten daha yüksek B kapsamının olduğu bulunmuştur. Schachtschabel ve ark. (1993) toprak organik madde değerlerinin yüksek olması Bor'un humin maddelerine özellikle alkollerin OH gruplarına ve diğer fonksiyonel gruplara bağlanarak yarayışlılığının arttığını belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar bor noksanlığının yağışlı ılıman bölgelerin asit topraklarında görülebileceğini belirtmişlerdir. Toprakların HA/FA oranı ile yarayışlı B arasında önemli ($P<0,05$) pozitif ilişki bulunmuştur. Yarayışlı B ile HA arasında pozitif, FA ile negatif ilişkiler bulunmuştur.

Sonuçta toprakta yarayışlı besin elementlerinin toprak organik maddesinin mineralizasyon ile humik maddelere dönüşmesine bağlı olduğu, bunun süreklilik arz etmesi için humifikasyon koşullarının uygun olması gerektiği ve bu özelliklerin de pH, KDK ve tekstür gibibazı fizikokimyal toprak özellikleri tarafından Farklı oranlarda etkilendiği bulunmuştur.

4. KAYNAKLAR

- Akıncı, Ş., 2011. Hüyük Asitler, Bitki Büyümesi ve Besleyici Alımı. M.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 23(1): 46-56.
- Akıncı, Ş., Büyükeskin, T., Eroğlu, A., Erdoğan, B. E. 2009. The Effect of Humic Acid on Nutrient Composition in Broad Bean (*Vicia faba* L.) Roots. *Notulae Scientia Biologicae* 1(1):81-87
- Aktaş, M. 1994. Bitki besleme ve toprak verimliliği. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yay. No:1361, ders Kitabı:395. 344s, Ankara.
- Amir, S., Hafidi, M., Lemee, L., Merlina, G., Giuresse, M., Pinelli, E., Revel, J.C., Bailly, J.R., Ambles, A. 2006. Structural characterization of humic acids, extracted from sewage sludge during composting, by thermochemolysis-gas chromatography-mass spectrometry *Process Biochem.*, (41): 410-422
- Andriessse, J.P. 1988. Nature and Management of tropical Peat soils. Rome, FAO soils Bulletin, 59, 165.

- Avcı, M., 2004. Ormangülleri (*Rhododendron L.*) ve Türkiye'deki Doğal Yayılışları, İstanbul Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Coğrafya Dergisi, 12; 13-29,
- Bidegain, R.A.; Kaemmerer, M., Guiresse, M., Hafidi, M., Rey, F., Morard, P., Revel, J.C. 2000.“Effects of Humic Substances from Composted or Chemically Decomposed Poplar Sawdust on Mineral Nutrition of Ryegrass”, *Journal of Agricultural Science*, 134-259.
- Chen, Y., Aviad, T., 1990. Effects of Humic Substance on Plant Growth. In MacCarthy, C.E. Clapp, R.L. Malcolm, and P.R. Bloom (eds.), *Humic Substances in soil and Crop Sciences: Selected Readings*. Soil Sci. Society of America, Madison, Wisconsin. pp. 161-186.
- Chen, Y., Clapp, C.E., Magen, H., Cline, V.W., 1999. Stimulation of Plant Growth by Humic Substances: Effects on Iron Availability. In: Ghabbour, E.A. and Davies, G. (eds.), *Understanding Humic Substances: Advanced Methods, properties and Applications*. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.. pp. 255-263.
- Elinç, F. 2007. Bitki besleme ve toprak verimliliği. OMU, Zir. Fak. Ders Kitabı No:57 1-268s Samsun
- FAO. 1990. Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study. FAO Soil Bulletin by Sillanpaa. Rome.
- Godó, G.H., Reisenauer, H.M. 1980. Plant effect on soil manganese availability. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44:993-995.
- Gray, J.T., Schlesinger, W. H., 1981. Nutrient Cycling in Mediterranean Type Ecosystems. Resource use by Chaparral and Matorral. New York Heidelberg Berlin, p: 259-285.
- Helal, H.M., Sauerbeck, D.R. 1984. *Plant and Soil*. 75, 175-182.
- Kacar, B. ve Katkat, A.V. 2009. Bitki Besleme. 4. Baskı, Nobel Yayın No:849, 659 s.
- Kacar, B.,1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri:III. Toprak Analizleri. Ankara üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı yayınları No.3,
- Kurucu, N., Börekçi, M., Gedikoğlu, İ., Sönmez, B., Eyüpoğlu, F. ve Açar, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. (Editor: Aslan Tüzüner) TC. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müd. s. 375 Ankara
- Labuschagne, P., Eicker A., Van Greuning, M. 1995. Casing Mediums for *Agaricus Bisporus* Cultivation in South Africa. A preliminary report. In: Elliott, T.J. (Ed), *Mushroom Science XIV, Science and Cultivation of Edible Fungi*, Balkema Rotterdam (1):339-344.
- Lindsay, W.L., Norwell, W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of American Journal* 42: 421-428.
- MINITAB, 2000. MINITAB Statistical Software, Release 13.20, Minitab Inc. State College, PA, USA.
- Pettit, R.E., 2012. Organic Matter, Humus, Humate, Humic Acid, Fulvic Acid, and Humın. www.calciumproducts.com/articles/Dr._Pettit_Humate.pdf.
- Richard, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *US Dept. Agr. Handbook* 60: 105-106.
- Rodriguez, J.B., Peterson, G.A., Westfell, D.G. 1993. Calibration of nitrogen and phosphorus soil test with yield of proso millet. *Soil science society America J.* 53:1737-1741.
- Sağlam, T., 1997. Toprak ve Suyun Kimyasal Analizleri. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No:189 Sayfa:1-164.

- A.HORUZ, R.KARAMAN, v.d. SAÜ Fen Edebiyat Dergisi (2012-1)
- Schachtschabel, P., Blume, H.P., Brümmer, G.B., H.Hartge, K., Schwertmann, U., 1993. Toprak Bilimi. Çevirenler (Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H.). Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yay. No. 73. Adana, s. 816
- Schnitzer M. 1982. Organic matter characterization. In: Page A.L., Miller R.H., Keeney D.R. (eds): Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Ed. Soil Science Society of America, Madison, 581–594.
- Schnitzer M., Khan S.U. 1972. Humic substances in the environment. Marcel Dekker. NewYork, 317.
- Sezer, Y. 1991. Toprak Kimyası. Atatürk Üniv. Ziraat. Fak. Yay. No:127:1-250.
- Stevenson, F. J. 1982. Humus Chemistry. Genesis, Composition, Reactions. John Wiley andSons, New York. 443 p.
- Stevenson, F.J. 1994. Humus Chemistry: Genesis, composition, reactions, 2nd edition, John Wiley and Sons, Inc, New York.
- Stevenson, F.J., 1982. Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reactions. University of Illinois, Department of Agronomy, America, p: 26-50.
- Tan, K. H., A. Binger. 1986. Effect of humic acid on aluminum toxicity in corn plants. Soil Sci. 141: 20-25.
- Tan, K.H., 2000. Environmental Soil Science, 2nd ed. Marcel Dekker, New York.
- Thurman, E.M., R.L. Malcolm. 1981. Preparative isolation of aquatic humic substances. *Environ. Sci. Technol.* 15:463-466.
- Webster, R., Oliver, M.A., 1990. Statistical methods in soil and lands Resource Survey, Oxford university Press, U.K. 319 p.
- Yurtsever, N.ve Alkan, B., 1975. Karadeniz bölgesi topraklarının fosfor ihtiyaçlarının tayininde kullanılan bazı toprak analiz metodlarının tarla denemeleriyle kalibrasyonu üzerinede araştırma. S.1-105. Tübitak Yayınları 220, TOAG seri No.36, Ankara