

HUMİK ASİDİN PAMUK (*Gossypium hirsutum* L.) GELİŞİMİ VE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Mustafa Ali KAPTAN^a, Mehmet AYDIN^a

^a Adnan Menderes Üni. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Aydın
makaptan@adu.edu.tr

ÖZET

*Bu çalışmada toprağa farklı seviyelerde uygulanan humik asidin, pamuk gelişimine, verim- verim komponentlerine olan etkileri ile toprağın besin elementi içeriklerine olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Katı formdaki humik asit (% 65 HA) uygulamaları 0 – 200 - 400 kg ha⁻¹ şeklinde olup ekim öncesi toprağa karıştırılmıştır. Humik asit kaynağı olarak Agrolig ticari isimli materyal ve pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) tohumluğu olarak Carmen çeşidi kullanılmıştır. Toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile bitkinin beslenme dengesi üzerinde çeşitli analizler yapılmıştır. Humik asidin bitki gelişimi üzerinde olan etkisi ve pratiğe yansması değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, bitkinin morfolojik, verim ve bazı lif kalite parametreleri üzerine humik asidin etkisi olumlu bulunmuştur.*

Anahtar Kelimeler: Humik asit, Pamuk, Morfolojik özellikler, Lif kalitesi

EFFECT OF HUMIC ACID ON COTTON (*Gossypium hirsutum* L.) GROWTH AND QUALITY PARAMETERS

ABSTRACT

*The aim of this study was to investigate the application of humic acid in different concentration levels on the cotton growth, the yield and yield-components and on the soil nutrient content. The solid form of humic acid (65 % HA) was applied in 0 – 200 - 400 kg ha⁻¹ doses before sowing. The source of humic acid application was one of the trade marks “Agrolig” and as a variety of cotton “Carmen” (*Gossypium hirsutum* L.) was used. Some analysis were performed on soil physical and chemical properties besides the plant nutrient status. The effects of the humic acid on the plant growth and its practical useability were evaluated. As a results,*

morphological characters, yield and some fiber quality parameters were positively affected by the humic acid applications.

Key Words: *Humic acid, Cotton, Morphological properties, Fiber quality,*

1. Giriş

Akdeniz iklim kuşağı içerisinde yer alan ve genel ekolojik özellikleri itibariyle zengin bir tarımsal potansiyele sahip olan Aydın yöresinde, tarımsal üretimin bugün için geniş anlamda buğday, pamuk ve mısır üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Pamuğun tekstil sanayisi başta olmak üzere birçok farklı sanayi kollarındaki kullanılabilirliği, hem ekonomik hem de sosyal açıdan birçok ülke ekonomisi için stratejik bir ürün olduğunun göstergesidir. Ülkemizde pamuk üretimi en çok GAP, Ege, Çukurova ve Akdeniz bölgelerinde yapılmaktadır. Dünya pazarında ülkemiz için stratejik öneme sahip olan pamuğun, özellikle bölgemizdeki üretimi gittikçe azalmış ancak son yıllarda tekrar artışa geçmiştir (Anonim a, b 2011). Bu dalgalanmaların temel nedenleri, pamuk üretim maliyetlerinin yüksek olması ve destekleme fiyatlarının yeterli olmaması olarak değerlendirilmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Aydın ili pamuk yetiştiriciliğine ait bazı veriler (Anonim a, b 2011).

Yıl	Ekilen Alan	Üretim Miktarı	Verim
	da	ton	kg da ⁻¹
2005	476.950	190.123	405
2006	595.182	226.860	381
2007	576.500	198.948	348
2008	483.075	144.908	430
2009	508.401	188.678	455
2010	530.860	237.691	448

Topraklardaki tuz ve sodyum varlığı bitki gelişimini engellemekte ve Çukurova ve Söke ovasında tuzluluk son yıllarda problem oluşturmaya başlamıştır (Ekinci ve Yüksel 2000). Ancak Söke ovası gibi tuzluluk, yaşlık, mikro element noksanlıkları ve B toksitesinin yaygın görüldüğü bölgelerde pamuk üretimine devam edildiği görülmektedir (Aydın ve ark., 2006). Söke başta olmak üzere yoğun pamuk tarımı yapılan bölgelerde toprakta var olan besin elementlerinin

yarayışlılığının arttırılması ve besin elementlerinin alınımı ve taşınımını kolaylaştırmak amacıyla humik asit, pamuk yetiştiricileri tarafından son yıllarda yaygın bir şekilde yapılmaktadır (Ören ve Başal, 2006).

Humik maddeler genelde koyu renkli ve yüksek moleküler ağırlığa sahip olup, toprakta kolaylıkla parçalanmayan dayanıklı, toprak organik maddesinin temelini oluşturan maddeler olarak tanımlanmaktadır. Humik asit ve türevleri, hücre zarının geçirgenliğini arttırarak, bitkilerin besin elementlerini almalarını kolaylaştırdığını tespit edilmiştir. (Stevenson, 1982). Yapılarında bulunan önemli kimyasal gruplar (karboksilik asitler, fenolik ve alkolik bileşikler vd.) humik maddelere negatif (-) elektriksel yük kazandırmak suretiyle katyonları absorbe edebilirler ve böylece topraklarda şelatlayıcı madde olarak görev yapabilirler. Kil minerallerine göre daha yüksek katyon değişim kapasitesine sahip olan humik maddeler toprakların katyon değişim kapasitesini arttırarak toprak verimliliğini yükseltirler (Stevenson, 1994). Topraklarda bulunan humik maddelerin, bitkilerin beslenmesinde doğrudan ve dolaylı olarak etkili olduğunu bildirilmiştir (Lobartini ve ark., 1997).

Bu çalışmanın amacı toprağa uygulanan olan humik asidin, topraktan besin elementlerinin alınımı arttırması ve buna paralel olarak bitki gelişimi üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve lif kalitesine olan etkisinin değerlendirilmesidir.

2. Materyal ve Metot

Çalışma, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi çiftliğinde, 2011 yetiştirme periyodunda üç farklı humik asit dozunun (0 {kontrol} – 20 – 40 kg HA da⁻¹) toprağa uygulanması ile Carmen pamuk çeşidi kullanarak tesadüf blokları deneme deseninde 4 tekrarlı olarak yürütülmüştür.

Deneme alanına ait toprak analiz sonuçlarına göre toprağın bünyesi tınlı kum, toprak reaksiyonu alkali, organik maddesi çok düşük ve kireçli olduğu bulunmuştur. Öte yandan toprağın besin elementi içeriklerine bakıldığında, değişebilir potasyum ve sodyum (sırasıyla 173, 10 mg kg⁻¹) düşük olduğu, alınabilir fosfor, değişebilir kalsiyum, magnezyum, yarayışlı demir, çinko, mangan ve bakır değerlerinin (sırasıyla 26, 3399, 255, 18, 1.28, 5.90, 2.92 mg kg⁻¹) yeterli ve bor içeriğinin (0,92 mg kg⁻¹) ise kritik olduğu görülmektedir. Humik asit, toprağa ekimden önce 16 Mayıs 2011 tarihinde toprağa karıştırılarak uygulanmıştır. Ticari bir firmadan temin edilen Agrolig isimli, leonarditten elde edilen granüler humik asite ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 2’de verilmiştir

AGRO LIG	
Toplam Organik Madde	75 (% w/w)
Toplam Humik ve Fulvik Asit	65 (% w/w)
Maksimum Nem Oranı	22 (% w/w)
Üründe Kullanılan Hammadde	Leonardit
pH	3.5-5.0

Oluşturulan her bir parsel sekiz sıra bitki olacak şekilde, 10 m uzunluğunda olup bitkiler 70 cm sıra arası, 20 cm sıra üzeri mesafelerle 20 Mayıs 2011 tarihinde ekilmiştir. Elde edilen toprak analiz sonuçlarına göre toprak altına gübre atılmamıştır ve sadece üst gübreleme olarak 15 kg da⁻¹ dozunda Amonyum Nitrat (% 33 N) gübresi kullanılmıştır. Pamuğun sulaması, damla sulama yöntemi ile (taraklanma döneminin başlangıcından- hasat başına kadar gün aşırı olarak günlük buharlaşma kaybı dikkate alınarak) yapılmış olup her parselde eşit miktarda su verilmiştir. Diğer kültürel işlemler arazi şartlarına göre yapılmış olup pamuklar 30 Eylül ve 25 Ekim 2011 tarihlerinde hasat edilmiştir.

Bitki örnekleri, pamuğun fenolojik dönemlerine uyacak şekilde alınmıştır (Dağdelen ve ark., 2005). Her bir parselde ve her dönemde bitki örneklerinin gözlemleri ve analizleri için rastgele 6 bitki seçilmiştir (Oosterhuis et al. 1983). Bitki analizleri, bitki komponentlerine ayrılarak yapılmış olup lif kalite kriterleri için örnekleme hasat zamanında yapılmıştır.

Yaprak örneklerindeki analizler, azot besin elementi hariç tümü kuru yakma yöntemiyle elde edilen örneklerde gerçekleştirilmiştir. 48 saat 65°C de Etüvde kurutulup, öğütülen örneklerden 0,5'er gram alınarak kuru yakma işlemi yapılmış ve yıkama işleminde 10 ml 1N H₂SO₄ kullanılmıştır. Toplam N analizi modifiye Kjeldahl yöntemi ile, fosfor tayini, kuru yakma uygulanarak analize hazır hale getirilen örneklerde, Vanadomolibdo fosforik sarı renk yöntemi ile, Spektrofotometrede ölçülmüş, K, Ca, ve Na analizleri Flame Fotometrede ve Mg, Fe, Zn, Mn, Cu analizleri ise Atomik Absorbsiyon Spektrophotometre de okunarak belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Yaprak örneklerinin analiz sonuçları bilgisayar ortamında değerlendirilmiş ve tablolar oluşturulmuştur.

Hasat sonrasında alınan toprak örnekleri kurutulmuş, öğütülmüş, 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra belirtilen yöntemler kullanılarak(% Toplam eriyebilir tuz (Richards, 1954); (Soil Survey Staff, 1951); Toprak reaksiyonu (Jackson, 1958); % Toplam Azot (Bremner, 1965); Alınabilir P (Olsen ve Dean, 1965); Değişebilir K, Ca, Na ve Mg (Kacar, 1972); Yarayışlı Fe, Cu, Zn ve Mn Miktarı

(Lindsay ve Norvell, 1978) ve Yarayışlı Bor (Wolf, 1971) değerlendirmeye esas olan kimyasal özellikler saptanmıştır.

Lif kalite parametrelerini belirlemek için alınan kütlü pamuk örnekleri Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü Laboratuvarına gönderilmiş ve burada aşağıdaki özellikler HVI (High Volume Instrument) cihazında yöntemlerine göre saptanmıştır. Lif Uzunluğu (%2.5 Span Length) (mm), Mukavemet (Lif Kopma Dayanıklılığı, Strength, Str, g/tex), Yeknesaklık (Lif Uzunluk Uyum İndeksi Uniformity Index, Unf, %), Olgunluk (Maturity Index, Mat Ratio, %) ve Çırcır randımanı (%)

3. Araştırma Bulguları ve Tartışma

Üç farklı humik asit dozunun (0, 200 ve 400 kg ha⁻¹) uygulandığı çalışmada toprağın azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve mikro besin elementlerinin (Fe, Mn, Zn, Cu ve B) konsantrasyonları, bitkinin bazı morfolojik özellikleri (boy, tarak sayısı, koza sayısı, toplam kuru ağırlığı), bitkide kütlü verimi, kuru madde verimi, birim alandan kaldırılan besin elementi miktarları ve bazı lif kalite özellikleri (lif uzunluğu, yeknesaklık, mukavemet, olgunluk indeksi ve çırcır randımanı incelenmiştir.

Hasattan sonra yapılan toprak analiz sonuçları genel olarak incelendiğinde, toprak reaksiyonunun (pH) azaldığı ve % toplam tuz içeriğinin arttığı görülmektedir. Öte yandan toprağın toplam % N, alınabilir P, değişebilir K, Ca, Mg, içeriğinde yükselme ve azalmalar olmakla birlikte çoğunlukla bitki gelişimine paralel olarak azalma olduğu ancak toprağın Na, Fe, Zn, Mn, Cu ve B içeriklerinde ise artışlar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Elde edilen bulguların (Katkat ve ark., 2006) yaptıkları bir çalışmada uygulanan humik asidin topraktan kaldırdığı besin elementi miktarları üzerine etkilerinin değişken olduğu sonucu ile uyumludur.

Çizelge 3. Hasat sonrasında deneme alanına ait toprağın analiz sonuçları

	pH	Toplam Tuz %	N %	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	Cu	B
									mg kg ⁻¹				
0 kg HA da ⁻¹	7,54	0,0151	0,21	15	165	3155	258	51	34,97	1,22	31,42	3,91	1,40
20 kg HA da ⁻¹	7,48	0,0168	0,20	22	169	3105	280	54	42,21	1,37	33,19	4,13	1,20
40 kg HA da ⁻¹	7,49	0,0136	0,19	12	140	2954	259	49	28,30	1,34	30,13	3,63	1,09
Ortalama	7,50	0,0152	0,20	16	158	3071	266	51	35,16	1,31	31,58	3,89	1,23

Hasat öncesi alınan yaprak örneklerine ait analiz sonuçları incelendiğinde, genel olarak dalgalanma söz konusu olmakla birlikte, humik asit uygulamalarının bitki besin elementi içeriklerini etkilediği görülmektedir. Bitkilerin K, Fe, Mn, Cu ve B konsantrasyonları kontrole göre yükselmiş N, P, Ca, Mg ve Zn içerikleri ise azalmıştır (Çizelge 4). Yaprakların N, P, içerikleri Anonymous, (2012) belirttiği değerlerin altında, K ‘ un ise üzerinde olduğu belirlenmiştir. Besin elementi içeriklerindeki değişimler araştırmadan araştırmaya farklılık göstermekle birlikte Şeker ve Ersoy, (2005), humik asit uygulamaları bitkinin K, Ca ve Mg alımlarını istatistiksel olarak önemsiz olmasına karşın azalttığı. (Erdal ve ark., 2000) mısırdaki humik asidin etkilerini araştırdıkları çalışmada benzer değişimlerin görüldüğü, öte yandan Dormaar, (1985) fasulye ve yumak otu ile yaptığı çalışmada uygulanan humik asit dozlarının bitki besin elementi içeriklerinde değişimler olmasına rağmen bitki besin elementlerinin alınımına dair etkisinin olmadığını bildirmiştir.

Çizelge 4. Hasat öncesi alınan yaprakların besin elementi içerikleri

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	%			mg kg ⁻¹						
0 kg HA da ⁻¹	1,82	0,18	2,65	1,34	0,86	183	70	21	8	361
20 kg HA da ⁻¹	1,77	0,18	2,94	1,24	0,80	197	82	19	9	573
40 kg HA da ⁻¹	1,68	0,16	2,88	1,24	0,76	194	93	18	10	343
Ortalama	1,76	0,17	2,82	1,27	0,81	191	82	19	9	426

Humik asit uygulamalarının pamuğun bazı morfolojik özellikleri ile verim-verim unsurlarına olan etkisi Çizelge 5’ de verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda artan humik asit dozlarının bitki gelişimine, kuru madde birikimine ve pamuk kütlü verimine etkisi olumlu bulunmuştur. En yüksek bitki boyu, kuru madde ve kütlü verimi 40 kg HA da⁻¹ dozunda elde edilmiştir. Elde edilen bulgular (Day ve ark., 2011) ayçiçeğinde yaptıkları çalışmada humik asit uygulamasının bitki boyu ile tane verimini arttırdığı; (Butler and Ladd, 1971) pamukta yapraklardan humik asit uygulamasının verimi arttırdığı sonuçlarını desteklemektedir.

Çizelge 5. Bitkilerin bazı morfolojik özellikleri ile verim ve verim komponentleri

	Bitki Boyu cm	Tarak Sayısı adet bitki ⁻¹	Koza Sayısı	Toplam Kuru Madde g bitki ⁻¹	Kütlü Verim kg da ⁻¹
0 kg HA da ⁻¹	79,23	28,26	14,81	165,22	448,29
20 kg HA da ⁻¹	81,95	26,98	14,19	165,63	450,68
40 kg HA da ⁻¹	87,53	29,46	16,88	174,18	458,42
Ortalama	82,90	28,23	15,29	168,34	452,46

Bazı lif kalite özelliklerine ait değerler incelendiğinde, lif uzunluğu ile çırçır randımanı parametrelerinde artan humik asit dozlarına paralel olarak artışlar olduğu ve en yüksek artışın 40 kg HA da⁻¹ uygulaması ile elde edildiği görülmektedir. Öte yandan liflerin mukavemet ile yeknesaklık özelliklerinde en yüksek değerlerin 20 kg HA da⁻¹ uygulaması ile elde edildiği görülmektedir (Çizelge 6). Liflerin olgunluk indeksine bakıldığında anlamlı bir farklılığın olmadığı ortaya çıkarılmıştır.

Çizelge 6. Bazı Lif Kalite kriterlerine ait özellikler

	Uzunluk mm	Yeknesaklık %	Mukavemet g tex ⁻¹	Olgunluk	Çırçır Randımanı %
0 kg HA da ⁻¹	28,33	85,10	33,00	0,94	41,15
20 kg HA da ⁻¹	28,61	85,40	33,45	0,93	41,78
40 kg HA da ⁻¹	28,71	83,95	33,08	0,94	41,84
Ortalama	28,55	84,82	33,18	0,94	41,59

4. Sonuç

Humik asit uygulama dozlarının bazı besin elementi içerikleri ile bazı lif kalite özelliklerinde kontrole göre azalmalar olmasına rağmen en yüksek kuru madde ve kütlü verim değerine 400 kg ha⁻¹ uygulama dozunda ulaşıldığı görülmüştür. Toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının bitki gelişimini sınırladığı alanlarda (tuzluluk, alkalilik, yaşlık, bor toksitesi vd.) humik asit uygulamasının yararlı etkilerinin olabileceği görülmüş ve bu konuda daha çok çalışmanın yapılması gerektiği kanaatine varılmıştır.

5. Teşekkür

Bu araştırma, doktora tez çalışmasının bir bölümünden hazırlanmış ve ADÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden ötürü ADÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anonymous, 2012. <http://www.fertilizer.org/ifa/content/download/8994/133861/version/1/file/cotton.pdf>. Erişim tarihi: 25.02.2012.
- Anonim a, 2011. Tarım İl Müdürlüğü, Proje İstatistik Şubesi, Aydın.
- Anonim b, 2011. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). Erişim tarihi 28.03.2011, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=8470>
- Aydın, G., L., Atatanır ve A., Yorulmaz, 2006. ADÜ Bilimsel Araştırma Projeleri. Proje No: ZRF 06005, Aydın.
- Bremner, J.M. 1965. Total nitrogen. In: C.A. Black et al. (ed). Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy 9:1179-1237. Am.Soc.of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Butler, J. H. A. and J. N. Ladd. 1971. Importance of the molecular weight of humic and fulvic acids in determining their effects on protease activity. Soil. Biol. Biochem., 3, 249-257.
- Dağdelen, N., E. Yılmaz, F. Sezgin ve S. Baş, 2005. Aydın Ovası Koşullarında Yağmurlama Sulama Yöntemiyle Sulanan Pamuğun Su-Verim İlişkileri. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi; 2(1):29 – 38
- Day, S., O. Kolsarıcı ve M. D. Kaya, 2011. Humik asit uygulama zamanı ve dozlarının ayçiçeğinde (*Helianthus annuus*) verim, verim öğeleri ve yağ oranına etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24 (1): 33-37.
- Dormaar, J. F., 1985. Effects of Humic Substances from Chernozemic Ah Horizons on Nutrient Uptake by Phaseolus Vulgaris and Festuca Scabrella. Can. J., Soil Sci. 55:111-118.
- Ekinci, H. and O. Yüksel. 2000. A Research on Salinity and Alkalinity Problems in Soils of Great Menderes Delta. Proceedings of International Symposium on Desertification. 13-17 June, Konya Turkey, 535-536.
- Erdal, İ., M. A. Bozkurt ve K. M. Çimrin, 2000. Hümik Asit ve Fosfor Uygulamalarının Mısır Bitkisinin (*Zea mays* L.) Fe, Zn, Mn ve Cu İçeriği Üzerine Etkisi, A. Ü. Z. F. Tarım Bilimleri Dergisi 6 (3), 91-96
- Jackson, M. 1958. Soil Chemical Analysis. P. 1-498. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ, USA.
- Jones, Jr. J.B., B. Wolf and H. A. Mills, 1991. Plant Analysis Handbook, Micro Macro Publishing, Inc.

- Kacar, B., İnal A., 2008. Bitki Analizleri Nobel yayını No: 1241. ISBN 978-605-395-036-3
- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, II. Bitki Analizleri, A:Ü: Zir. Fak. Yayınları, 453.
- Katkat, A. V. , Aşık, B. B., Turan, M. A. ve Çelik, H., 2006. Farklı Kireç Dozları ve Tuz Konsantrasyonlarında Artan Miktarlarda Toprakta ve Yaprakta Uygulanan Humik Maddelerin Mısır ve Buğday Bitkilerinin Gelişimi ve Kimi Besin Elementleri İçeriği Üzerine Etkisi. Tübitak Proje No: TOVAG-105 0 345.
- Lindsay, W.L. and W. A. Norvell, 1978. Development of DTPA soil test for Zn, Fe, Mn, and Cu Soil Sci. Amer. Journal 42. 421-428.
- Lobartini, J. C., G. A. Orioli, and K. H. Tan, 1997. Characteristics of Soil Humic Acid Fractions Separated by Ultrafiltration. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 28(9&10), 787-796.
- Olsen, S.R. and L.A. Dean.1965. Phosphorus (Ed. C. A. Black) Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy. Inc. Publisher Madison Wisconsin U.S.A.
- Oosterhuis, D. M., J. Chipamaunga and G. C. Bate, 1983. Nitrogen Uptake of Field-Grown Cotton. I. Distribution in Plant Components in Relation to Fertilization and Yield. Expl Agric., vol:19, pp. 91-101
- Ören, Y. Ve H. Başal, 2006. Humik asit ve Çinko (zn) Uygulamalarının Pamukta (Gossypium hirsutum L.) Verim, Verim Komponentleri ve Lif Kalite Özelliklerine Etkisi. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 2006; 3(2) : 77 – 83.
- Richards, L.A Ed. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. United States Department of Agriculture Handbook 60:94.
- Soil Survey Staff, 1951. Soil Manual. Washington D.C. 339-363.
- Stevenson, F. J., 1994. “Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions”, 2nd. Edition, John Wiley and Sons, Inc, New York s: 285
- Stevenson, F. J., 1982. Humus Chemistry, Wiley, New York.
- Şeker, C. ve İ. ERSOY, 2005. Değişik Organik Gübreler ve Leonarditin Toprak Özellikleri ve Mısır Bitkisinin (Zea mays l.) Gelişimi Üzerine Etkileri. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 19 (35): 46-50.
- Wolf, R.; 1971. The Determination of Boron in Soil Extracts Plant Materials Compost, Manures, Waters and Nutrient Solutions. Soil Science and Plant Analysis. 2 (5): 263-374.