



The Effects of Zeolite Application on Nitrate Quantity in Soil and The Growth of Maize Plant (*Zea Mays* L.)[#]

Sezer Şahin^{1,a,*}, Gamze Uçar Tutar^{1,b}, Naif Geboloğlu^{2,c}

¹Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, 60250 Tokat, Turkey

²Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, 60250 Tokat, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
[#]This study was presented as an oral presentation at the 5th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress (Tokat, TARGID 2020) Research Article Received : 17/11/2020 Accepted : 27/11/2020 Keywords: Zeolite Maize Nitrogen uptake Soil nitrate amount Fertilizer	Nitrogen losses in agricultural areas cause environmental pollution. At the same time, it reduces the yield in crop production. The aim of this study is to investigate the effects of zeolite and nitrogen applications on the development of maize plant. Another aim is to reveal nitrate changes in soil. Everest maize variety was used in the study. Zeolite doses of 0, 125, 250 and 500 kg/da were applied to the soil. Nitrogen doses were applied to the soil at 5, 10, 15 and 20 kg/da. In this study, zeolite and nitrogen applications increased the plant height, cob weight and green forage yield of maize plant statistically. The highest green weed yield was 6563 kg/da in Z3N3 application and the lowest green forage yield was 4021 kg/da in Z0N0 application. Increased nitrogen doses increased the amount of nitrate in soil by significantly 1% and zeolite applications increased by significantly 5%. The results of this study would be beneficial in the application of zeolite to the soil in order to reduce nitrogen losses and to make the plant benefit more from nitrogen.

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(sp1): 187-191, 2020

Zeolit Uygulamasının Toprakta Nitrat Miktarı ve Mısır Bitkisinin (*Zea Mays* L.) Gelişimi Üzerine Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
Araştırma Makalesi Geliş : 17/11/2020 Kabul : 27/11/2020 Anahtar Kelimeler: Zeolit Mısır Azot alımı Toprak nitrat miktarı Gübreleme	Tarım alanlarında azot kayıpları çevre kirliliğine neden olmaktadır. Aynı zamanda bitkisel üretimde verimi düşürmektedir. Bu çalışmanın amacı zeolit ve azot uygulamalarının mısır bitkisinin gelişimi üzerine etkilerini araştırmaktır. Bir diğer amaç topraktaki nitrat değişimlerini ortaya koymaktır. Çalışmada Everest mısır çeşidi kullanılmıştır. Zeolit dozları olarak 0, 125, 250 ve 500 kg/da toprağa uygulama yapılmıştır. Toprağa azot dozları olarak 5, 10, 15 ve 20 kg/da uygulamalar yapılmıştır. Çalışmada zeolit ve azot uygulamaları mısır bitkisinin bitki boyu, koçan ağırlığı ve yeşil ot verimi istatistiksel olarak artırmıştır. En yüksek yeşil ot verimi Z3N3 uygulamasında 6563 kg/da iken en düşük yeşil ot verimi 4021 kg/da Z0N0 uygulamasında tespit edilmiştir. Azot dozlarının artışı topraktaki nitrat miktarını istatistiksel olarak %1, zeolit uygulamaları ise istatistiksel olarak %5 artırmıştır. Bu çalışmanın sonuçları azot kayıplarının azaltılmasında ve bitkinin azottan daha fazla yararlanması için toprağa zeolit uygulaması yapılması faydalı olacaktır.

^a sezer.sahin@gop.edu.tr
^c naif.gebologlu@gop.edu.tr

^{ID} <https://orcid.org/0000-0002-0520-3945>
^{ID} <https://orcid.org/0000-0003-2495-7088>

^b gamze.tutar@tkdk.gov.tr ^{ID} <https://orcid.org/0000-0002-5984-0210>



Giriş

Zeolit, alkali toprak katyonları içeren, kristal yapıda, kolay ve bol bulunan alüminyum silikattır. Zeolit 1756 yılında İsveçli mineralog Fredrick Cronstedt tarafından bulunmuştur. Zeolitin kelime anlamı kaynayan taştır. Isıtıldığında patlayarak dağılması nedeni ile bu isim verilmiştir. Zeolitin yapı birimi AlO_4 veya SiO_4 dörtlüsüdür (Mumpton, 1978). Zeolitler alkali ve toprak alkali katyonlarının K^+ , Na^+ , Ca^{+2} ve Mg^{+2} gibi elementleri içeren sulu aminosilikatlar olup, kristaller halinde üç boyutlu bir yapıya sahiptirler (Yalçın ve ark., 1987; Balevi ve ark., 1999). Dünyada çıkartılan zeolitlerin sekiz tanesi ticari önem sahiptir. Bunlar; Klinoptilolit, Çabasite, Analsim, Eriyonit, Ferrierit, Hoylandit, Laumontit, Mordenit, ve Fillipsit'dir. Klinoptilolit, bu sayılan zeolitler arasında çok miktarda bulunması, içeriğinin homojenliği nedeniyle, uygulama alanlarının genişliği gibi nedenlerle doğal zeolitlerin en önemli mineral gruplarından birisidir.

Zeolitin geniş izomorfik yer değiştirme özelliği nedeniyle katyon değişim kapasitesi yüksektir. Mineralde divalent katyonlardan daha çok monovalent katyonlar ve özellikle NH_4^{+} 'un alınıldığı kaydedilmiştir. Toprağa atılan zeolit fosforun tutunmasını sağlayarak alına bilirliliğini artırmakta, NH_4-N ve NO_3-N azotunun tutunma ve kullanımını artırmakta ve değişebilir katyonlardan potasyumun toprakta tutunma yüzdesini artırarak besin elementlerinin bitkiler tarafından kullanım etkinliğinin artmasını sağlamaktadır (Barbarick ve ark., 1990; Pickering ve ark., 2002; Bernardi ve ark., 2008; Omar ve ark., 2015). Azapour ve ark. (2011), bürülenin yetiştirildiği toprağa 0 ve 5 ton/ha zeolit uygulamasının bitkinin tohum ağırlığı, bitki ağırlığı ve 100 tohum ağırlığı üzerine %1 önem düzeyinde artışlar gerçekleştirdiğini bildirmişlerdir. James ve ark. (2011), zeolitin toprakta NH_4-N ve NO_3-N üzerine etkilerinin araştırıldığı saksı çalışmasında zeolitin amonyumu absorbe etmesinden dolayı nitrifikasyon miktarının düştüğünü bildirmişler. Zheng ve ark. (2018), 0 ve 5 ton/ha zeolit uygulamasının baş pirinç oranını arttırdığı, tebeşir pirinç oranını ve tebeşirlenmeyi ise azalttığını bildirmişlerdir. Zeolitlerin bünyesinde katyonları tutma özelliğinin yanında topraktaki suyu bünyesinde tutma özelliği nedeniyle toprak düzenleyici maddeler olarak kullanılması gerçekleşmektedir (Susana ve ark., 2015). Zeolitlerin özelliklerinin yüksek olması toprak düzenleyicisi olması yanında inşaat, fizik, kimya alanlarında kullanılmaktadır. (Wang and Peng, 2010).

Doğal zeolit kaynakları bakımından Türkiye'nin zengin bir ülke olduğu belirtilmektedir (Altan ve ark., 1998). Mevcut zeolit rezervlerinin 45.8 milyar ton gibi büyük hacimlerde olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2001; Kocakuşak ve ark., 2001; Köksaldı, 1999). Türkiye'de de Klinoptilolit minerali, rezervi, oluşumu, homojenliği ve yüksek mineral kalitesi ile önem taşımaktadır. Türkiye'de yaygın olarak bulunan zeolit, hayvancılıkta yem katkı maddesi, hayvan altlığı, bitki üretiminde yetiştirme ortamı, gübre katkısı olarak, ayrıca toksik atıkların tutulması, atık ve kullanma suyu arıtımında geniş kullanım alanı bulmaktadır. Bu çalışmanın amacı; zeolitin farklı dozlarda bitki kök bölgesine uygulanması ile mısır bitkisine uygulanacak farklı azot miktarlarının toprakta hareketi üzerine ve bitki gelişimi üzerine etkilerini ortaya koymaktır.

Materyal ve Metot

Bu çalışma 2018 yılında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Araştırma ve Uygulama alanında arazi koşullarında Ağustos-Kasım ayları içerisinde yürütülmüştür. Denemede bitkisel materyal olarak May tohum firmasına ait at dişi Everest Mısır (*Zea mays* L.) çeşidi kullanılmıştır. Deneme başlangıcı toprak özellikleri hakkında bilgi sahibi olmak ve gübreleme programının yapılması için toprak örnekleme yapılmış ve kaydedilmiştir (Tablo 1). Denemede zeolit uygulama miktarları kontrol (0 kg/da zeolit), 125 kg/da, 250 kg/da ve 500 kg/da olacak şekilde parsellere uygulanmıştır. Azot dozları N0: kontrol 5 kg/da N, N1: 10 kg/da N, N2: 15 kg/da N, N3: 20 kg/da N şeklinde olup potasyum 14 kg/da K_2O ve fosfor 12 kg/da P_2O_5 şeklinde potasyum nitrat, monoamonyumfosfat, amonyumsülfat ve fosforik asit gübrelerinden farklı dönemlerde uygulanmıştır.

Tablo 1. Deneme arazine ait toprak örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (0-25 cm)

Table 1. Some physical and chemical properties of the soil sample of the experiment land (0-25 cm)

Toprak Özellikleri	Sonuçlar
pH (1:2.5)	7,45
Kireç (%)	6,80
Organik madde (%)	1,63
EC mmhos/cm	0,58
KDK me/100g	45,7
Kil %	36,30
Silt %	33,50
Kum %	30,20
Tekstür sınıfı	Killi-Tın
Toprak Özellikleri	Sonuçlar
Toplam N (%)	0,16
Yarayışlı P_2O_5 (kg/da)	6,80
Yarayışlı K_2O (kg/da)	21,46
Demir (ppm)	1,31
Bakır (ppm)	1,27
Mangan (ppm)	2,21
Çinko (ppm)	1,32

Deneme 4 zeolit dozu, 4 azot dozu ve 4 tekerrür olmak üzere 64 parselden oluşmaktadır. Mısır bitkilerinin sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 20 cm'dir. Her parselde 4 sıra mısır tohumu ekilmiş ve her sırada 10 bitki olarak dizayn edilmiştir. Her parselde 40 mısır bitkisi mevcut olup örneklemelerde parselin dış kenarı dikkate alınmamıştır. Uygulama alanından dikim öncesi toprak örneği alınıp analizleri yapılmış olup daha sonra hasat sonrası uygulanan azot ve zeolit dozlarının topraktaki azot kaybı üzerine etkilerini araştırmak için her parselden 0-20 cm örneği alınarak; Topraktaki nitrat konsantrasyonu Potasyum klorür ile ekstrakte edilen toprak örneklerinde değişebilir şekilde bulunan nitrat tayini yapılmıştır (Bremner, 1965). Yarayışlı fosfor: Sodyum bikarbonat ($NaHCO_3$) ile ekstrakte edilen çözeltide spektrofotometrik olarak ölçülmüştür (Olsen ve ark., 1954). Ekstrakte edilebilir potasyum topraktan 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilen çözeltideki potasyum ICP cihazında ölçülmüştür (Knudsen ve ark. 1982).

Bitkiler dikimden 100 gün sonra toprak üstünden hasat edilmiştir ve bazı özelliklerine bakılarak veriler alınmıştır. Mısır bitkisinin koçan ağırlığı (g) ve yeşil ot verimi (kg/da). Bitkide nitrat analizi: Cataldo ve ark. (1975)'e göre spektrofotometrik yöntemle yapılmıştır. Spad değerleri: Bir klorofil metre yardımı ile hasat döneminde yapraklarda spad değerleri tespit edilmiştir. Bitkide mineral madde analizi: Mısır bitkisinin yaprakları etüvde 68°C'de kurutulmuştur.

Denemeden elde edilen veriler MSTATC istatistik programından yararlanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli çıkan ortalamalar arası farklılıklara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

Bulgular

Bitkiler için en önemli bitki besin elementi olan azotun mısır bitkisinin kök bölgesine uygulandığı bu çalışmada mısır bitkisinin verim ve verim öğelerine bakılmıştır. Buna ilave olarak deneme yapılan parsellerden hasat sonunda 0-20 cm derinliğinden toprak örnekleri alınarak topraktaki nitrat miktarına bakılmıştır.

Zeolit ve azot dozlarının mısır bitkisinin koçan ağırlığı üzerine etkisi Tablo 2'de verilmiştir. Koçan ağırlığı üzerine azot uygulamaları ile istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde etkili olmuştur. Zeolit uygulamaları ise koçan ağırlığı üzerine %5 önem seviyesinde etkili olmuştur.

Mısır bitkisinin yeşil ot verimi üzerine zeolit ve azot dozlarının etkisi Tablo 3'de verilmiştir. Bitkiler toprak üstü aksamından kesilerek 10 bitkinin toplam ağırlık ile dekara gelecek bitki ağırlıkları hesaplanarak yeşil ot verimi hesaplanmıştır. Mısır bitkisinin yeşil ot verimi üzerine azot uygulamalarının etkisi %1 önem seviyesinde olurken zeolit uygulamalarının etkisi %5 önem seviyesinde olmuştur. En yüksek yeşil ot verimi Z3N3 uygulamasından 6563 kg/da olarak tespit edilmiştir. Ortalamalar dikkate alındığında yeşil ot verimi Z0 uygulamasında 5015 kg/da iken Z3 uygulamasında 5338 kg/da olarak tespit edilmiştir. N0 uygulamasında yeşil ot verimi 4193 kg/da iken en yüksek azot dozunda 6401 kg/da olarak tespit edilmiştir.

Toprak nitrat içerikleri üzerine azot dozları %1 önem seviyesinde etkili olurken zeolit dozları %5 önem seviyesinde etkili olmuştur (Tablo 4). En yüksek toprak nitrat içeriği N3 azot uygulamasının Z2 zeolit uygulanan parselindeki topraklardan elde edilmiştir. Bu parselde örneklenen topraklara nitrat içeriği 36,8 mg NO₃/kg çıkarken en düşük nitrat içeriği 15,4 mg NO₃/kg ile Z0N0 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4). Ortalamalar dikkate alındığında azot dozu arttıkça toprak nitrat içeriği en yüksek seviyelerde bulunmuştur.

Zeolit toprak içerisinde besin elementlerinin tutunma yüzeyini artırmaktadır. Bu nedenle topraktaki özellikle nitrat şeklinde kayıp olan azot formlarının tutunması için alternatif bir materyaldir. Çalışmamızda azot dozlarının artışı ile topraktaki nitrat miktarı artmaktadır. Ortalamalar dikkate alındığında kontrol de toprak nitrat miktarı 17,4 mg kg⁻¹ iken N2 uygulamasında ortalamalarda 27,7 mg kg⁻¹ ve N3 uygulamasında 34,9 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Zeolit dozları arttıkça toprakta tespit edilen nitrat miktarı artmaktadır.

Tablo 2. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının mısır bitkisinin koçan ağırlığı üzerine etkileri (g)

Table 2. The effects of zeolite and nitrogen doses applied in different doses on the cob weight of the corn plant (g)

Uygulamalar	N0	N1	N2	N3	Ort.*
Z0	202	243	263	291	250 ^c
Z1	212	248	269	293	255 ^{bc}
Z2	218	243	279	299	260 ^b
Z3	221	251	283	305	265 ^a
Ortalamlar**	229 ^d	251 ^c	291	309 ^a	

*: değerler dört tekrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir, Ö.D: Önemli Değil; *P<0,05; **P<0,01 önemlidir

Tablo 3. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının mısır bitkisinin yeşil ot verimi üzerine etkisi (kg/da)

Table 3. Effect of zeolite and nitrogen doses applied in different doses on green grass yield of corn plant (kg/da)

Uygulamalar	N0	N1	N2	N3	Ort.*
Z0	4021	4482	5345	6210	5014 ^d
Z1	4171	4592	5525	6343	5157 ^c
Z2	4268	4618	5656	6490	5283 ^b
Z3	4315	4734	5742	6563	5338 ^a
Ortalamlar**	4193 ^d	4606 ^c	5567 ^b	6401 ^a	

*: değerler dört tekrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir, Ö.D: Önemli Değil; *P<0,05; **P<0,01 önemlidir

Tablo 4. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının topraktaki nitrat miktarı üzerine etkileri NO₃-N miktarları, mg kg⁻¹

Table 4. The effects of zeolite and nitrogen doses applied in different doses on the nitrate amount in the soil NO₃-N amounts, mg kg⁻¹

Uygulamalar	N0	N1	N2	N3	Ort.*
Z0	15,4	20,4	25,3	31,5	23,1 ^d
Z1	16,4	21,4	27,6	35,1	25,1 ^c
Z2	18,5	22,3	28,4	36,3	26,3 ^b
Z3	19,3	22,5	29,8	36,8	27,1 ^a
Ortalamlar**	17,4 ^d	21,6 ^c	27,7 ^b	34,9 ^a	

*: değerler dört tekrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur, Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir, Ö.D: Önemli Değil; *P<0,05; **P<0,01 önemlidir

Sonuç

Bu çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Çiftliği deneme arazisinde yürütülmüştür. Mısır yetiştiriciliğinde zeolit dozlarının ve azot dozlarının mısır bitkisinin verimi ve topraktaki nitrat miktarı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada; toprağa ilave edilen zeolit mısır bitkisinin verimi üzerine %5 önem seviyesinde etkili olurken uygulanan azot dozları arttıkça mısır bitkisinin oluşturduğu yeşil ot verimi üzerine %1 önem seviyesinde etkili olmuştur. Mısır bitkisinin yeşil ot verimi üzerine azot uygulamalarının etkisi %1 önem seviyesinde olurken zeolit uygulamalarının etkisi %5 önem seviyesinde olmuştur. En yüksek yeşil ot verimi Z3N3 uygulamasından 6563 kg/da olarak tespit edilmiştir. Ortalamalar dikkate alındığında yeşil

ot verimi Z0 uygulamasında 5015 kg/da iken Z3 uygulamasında 5338 kg/da olarak tespit edilmiştir. Zeolitin bitkinin kök bölgesine verildiği ve azot dozlarının yapıldığı çalışmalarda denemeden çıkan sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Uher (2004), zeolit ve azot dozlarının biber verimini arttırdığını, Azapour ve ark. (2011), zeolit ve azot dozlarının börülce bitkisinin tohum, bitki ağırlığı ve 100 tohum ağırlığı üzerine %1 önem seviyelerinde artışlara neden olduğunu bildirmiştir. Kavooşi ve ark. (2007), pirincin tane veriminde zeolit ve azot uygulamaları ile artışların yaşandığı ve artışların zeolitin azot özellikle nitrati absorbe etmesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar bitkide azot kullanım etkinliğinin kontrol şartlarına göre arttığını tespit etmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçları Harland ve ark. (1999) yaptıkları zeolit biber çalışmasında da görülmektedir. Harland ve ark. (1999), zeolit materyalinin bitki kök ortamında besinlerin depolanması ve tutulmasında etkili olduğunu ve besinleri yavaş bir şekilde substrat içerisine bıraktığını bildirmişlerdir.

Zeolit kafes yapısı nedeniyle topraktaki katyonları absorbe etme ve tutma yeteneğine sahiptir. Bu yüzden toprağa ilave edildiğinde ek tutunma yüzeyi yaratmakta ve besin elementlerinin tutunmasını artırmaktadır. Latifah ve ark. (2017), üredekı azot kaybının zeolit uygulamaları azaltılabileceğini ve Soudejani ve ark. (2019), magnezyumla zenginleştirilmiş zeolitin topraktaki nitrat kaybını azalttığını çalışmalarında bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada mısır bitkisinin kök bölgesine besin elementlerinin verilmesi ile özellikle azotlu bileşiklerin verilmesi ile topraktaki nitrat miktarı artmaktadır. James ve ark. (2011), farklı zeolit dozları ve farklı azot dozları uygulamalarının $\text{NH}_4\text{-N}$ ve $\text{NO}_3\text{-N}$ üzerine etkilerini araştıran bir saksı çalışması yürütmüşler. Araştırma sonuçlarına göre zeolitin amonyumu absorbe etmesinden dolayı nitrifikasyon miktarının düştüğünü bildirmişler. Bernardi ve ark. (2008), Zeolit topraktaki fosfor kaynaklarından fosforun alınabilirliğini artırmasıyla, $\text{NH}_4\text{-N}$ ve $\text{NO}_3\text{-N}$ azotunun kullanımı artırmasıyla ve özellikle K gibi değişebilir katyonların yıkanma kayıplarını azaltmasıyla besin elementi kullanım etkinliğini artırdığını bildirmiştir. Torma ve ark. (2014), çalışmalarında toprağa zeolit uygulamalarının (0, 600, 900 ve 1200 kg ha⁻¹) toprak amonyum dinamiğinde amonyumu zeolit miktarı arttıkça daha fazla tutarken, ilk aylara göre zeolit uygulamanın 3, 4 ve 5. aylarında kontrole kıyasla daha fazla amonyum fikse ettiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışma doğal zeolitin mısır bitkisinin gelişiminde etkilerini görebilmek ve uygulanan azotlu gübrelerden zeolit ile yararlanma durumunu belirlemek için yapılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları zeolit uygulaması ile mısır bitkisinin yeşil ot verimi ve koçan ağırlığı da bitkinin kök bölgesine zeolit uygulaması ile %5 önem seviyesinde bir artış yaşanmıştır. Mısır topraktan yüksek miktarda azot kaldırmaktadır. Azot dozlarının artışı ile verimde artışlar yaşanmıştır. Azot ile zeolitin bir arada olması ile verimde artış devam etmiştir. Bu durum zeolitin uygulanan azotlu gübrelerden bitkinin yararlanmasını artırarak bitkinin biomas üretmesini sağladığını göstermektedir. Literatür çalışmalarında da belirtildiği gibi zeolit sadece azot ile bir absorbe etme yeteneğine sahip değildir. Diğer besin elementler içinde bir tutunma yüzeyi sağlamıştır. Ülkemizde üretiminin bol olması özellikle zeolitin kullanılabileceği topraklarda iyi bir toprak düzenleyici olarak kullanılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Kaynaklar

- Altan Ö, Çabuk M, Bozkurt M, Altan A, Özkan K, Alçiçek A. 1998. Tavukçulukta doğal zeolit kullanımı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35(1-2-3)25-32, ISSN 1018-6651, İzmir.
- Anonim, 2001. www.mining-eng.org.tr/7,BYKP/_ekutup96/o480/zeolit.html
- Balevi T, Coskun B, Seker E, Kurtoglu V. 1999. Yumurta tavuğu rasyonlarına katılan zeolitin verim performansı üzerine etkisi. VI, Poultry YUTAV'99 Uluslar Arası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı, 3-6/1999, 418-425.
- Barbarick KA, Lai TM, Eberl DD. 1990. Exchange fertilizer (Phosphate Rock plus ammonium-zeolite) effects on sorghum-Sudangrass. Soil Science Society, America Journal, 54: 911- 916.
- Bernardi ACC, Werneck CG, Haim PG, Rezende PRP, Paiva ACC, Monte MBM. 2008. Crescimento e nutrição mineral do porta-enxerto limoeiro 'cravo' cultivado em substrato com zeólita enriquecida com NPK, R. Bras, Frutic, 30: 794-800.
- Bremner JM. 1965. Total Nitrogen. In Methods of Soil analysis, Black, C.A.(Eds). American Society of Agronomy, Madison, WI, Agronomy No:9, Part 2, 1149- 1178.
- Cataldo DA, Haroon M, Schrader LE, Youngs VL. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 6(1): 71-80.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II), Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayınları, No: 1021, 381 s., Ankara.
- Harland J, Lane S, Price D. 1999. Further experiences with recycled zeolite as a substrate for the sweet peper crop. Acta Hort., 481:187-194pp.
- Kocakuşak S, Savaşçı ÖT, Ayok T. 2001. Doğal Zeolitler ve Uygulama Alanları. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi, Malzeme ve Kimya Teknolojileri Araştırma Enstitüsü, Rapor No: KM 362, Proje No: 5015202, Nisan 2001, P.K.21, Gebze Kocaeli.
- Köksaldı V. 1999. Gördes ve Yenikent Zeolitlerinin Temel Tarımsal Özellikleri ve Bitki Yetistirme Ortamı Olarak Kullanım Olanakları. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, (Yüksek Lisans Tezi), 36.
- Knudsen D, Peterson GA, Pratt PF. 1982. Lithium, sodium and potassium. pp. 225-246. In: A. L. Page et al. (ed.) Methods of soil analysis: Part 2. Chemical and microbiological properties. ASA Monograph Number 9, 225-246.
- Latifah O, Ahmed HO, Majid NMA. 2017. Enhancing nitrogen availability from urea using clinoptilolite zeolite. Geoderma. 306: 152-159.
- Mumpton FA. 1978. Natural Zeolites, A New Industrial Mineral Commodity p, 3-27, In L, B, Sand and F, A, Mumpton (ed) Natural Zeolites: Occuranc, Properties, Use, Pergamon Pres, New York,
- Olsen SR, Cole V, Watanabe FS, Dean LA. 1954. Estimation Of Available Phosphorus in Soils By Extraction With Sodiumbicarbonate, Agricultural Handbook, USA, Soil Department 939, Washington, D.C.
- Omar L, Ahmed, OH, Majid NM. 2015. Improving ammonium and nitrate release from urea using clinoptilolite zeolite and compost produced from agricultural wastes. The Scientific World Journal. Article ID 574201, 12 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2015/574201>
- Pickering HW, Menzies NW, Hunter MN. 2002. Zeolite/rock phosphate-a novel slow release phosphorus fertiliser for potted plant production. Science Horticulture, 94: 333- Richards, L.A., 1954, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils, U.S.D, A, Handbook, No:60. 343.

- Soudejani TH, Heidarpour M, Shayannejad M, Sharriatmadari KH, Afyuni M. 2019. Compost containing natural and Mg-modified zeolite: The effect on nitrate leaching, drainagewater, and yield. *Clean-Soil, Air, Water*. 47. DOI: 10.1002/clen.201800257
- Susana S, Roxana V, Mignon S, Vlad S, Valentina S, Bogdan M. 2015. Using assessment of zeolite amendments in agriculture. *ProEnvironment*, 8: 85-88.
- Torma S, Vilcek J, Adamısın P, Huttmanova E, Hronec O. 2014. Influence of natural zeolite on nitrogen Dynamics in soil. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 38: 739-744.
- Wang S, Peng Y. 2010. Natural zeolites as effective adsorbents in water and wastewater treatment. *Chemical Engineering Journal*, 156: 11-24.
- Uher A. 2004. Vegetable productions use the nature zeolit in the vegetable productions. 2nd International Horticulture Scientific Conference, Nitra, Slovakia, *Acta Horticulture Et Regiotecturae* 7 (supplement): 77-79 .
- Yalçın S, Ergün A, Çolpan I, Küçükersan K. 1987. Zeolitin yumurta tavukları üzerindeki etkileri. *Lalahan Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 27(1-4): 28-49.
- Zheng J, Chen T, Wu Q, Yu J, Chen W, Chen Y, Siddique KHM, Meng W, Chi D, Xia G. 2018. Effect of zeolite application on phenology, grain yield and grain quality in rice under water stress. *Agricultural Water Management*, 206: 241–251.