



**FARKLI ZEOLİT DOZLARININ TOPRAKTA NİTRAT
HAREKETİ VE DOLMALIK BİBERİN
(*CAPSICUM ANNUM L.*) GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

ÖZLEM BALCI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME**

ANA BİLİM DALI

Doç.Dr. Sezer ŞAHİN

Ocak - 2019

Her hakkı saklıdır

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI ZEOLİT DOZLARININ TOPRAKTA NİTRAT HAREKETİ VE DOLMALIK
BİBERİN (CAPSİCUM ANNUM L.) GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

ÖZLEM BALCI

TOKAT

Ocak - 2019

Her hakkı saklıdır

Özlem Balcı tarafından hazırlanan “FARKLI ZEOLİT DOZLARININ TOPRAKTA NİTRAT HAREKETİ VE DOLMALIK BİBERİN (*CAPSICUM ANNUM L.*) GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 15 KASIM 2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Doç.Dr. Sezer ŞAHİN
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Doç.Dr. Ayhan HORUZ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

ONAY
Prof. Dr. ÇETİN ÇEKİÇ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
16.12.2019



TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Özlem BALCI
15 Kasım 2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ FARKLI ZEOLİT DOZLARININ TOPRAKTA NİTRAT HAREKETİ VE DOLMALIK BİBERİN (*CAPSI-CUM ANNUM L.*) GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

ÖZLEM BALCI

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI:DOÇ. DR. SEZER ŞAHİN)

Zeolit, kullanımını amonyağa olan yüksek seçiciliği ve amonyum değişim kapasitesi nedeniyle azotlu gübrenin yıkanmasını azaltmaktadır. Çalışmada amaç Türkiye’de yaygın olarak bulunan zeolitin farklı dozlarda bitki kök bölgesine uygulanması ile biber bitkisine uygulanacak farklı azot miktarlarının toprakta hareketi üzerine ve bitki gelişimi üzerine etkilerini ortaya koymaktır. Çalışmada Doğanay F1 dolamlık biber çeşidi kullanılmıştır. Denemede zeolit uygulama miktarları Z0 kontrol (0 kg/da zeolit), Z1:125 kg/da, Z2:250 kg/da ve Z3:500 kg/da olacak şekilde parsellere uygulanmıştır. Azot dozları N0: kontrol 4 kg/da N, N1: 8 kg/da N, N2: 12 kg/da N, N3: 16 kg/da N şeklinde olup potasyum 14 kg/da K₂O ve fosfor 8 kg/da P₂O₅ şeklinde uygulanmıştır. Çalışmada zeolit uygulamaları ve azot uygulamaları biber meyve verimini istatistiksel olarak artırmıştır. En yüksek meyve verimi Z3N3 uygulamasında 955 gr/bitki olarak olarak gerçekleşmiştir. Bitkinin yaprak nitrat içeriği Z0N0 uygulamasında 68.4 mg NO₃⁻ kg iken Z3N3 uygulamasında 113.2 mg NO₃⁻ kg olarak tespit edilmiştir. Toprakta ölçülen nitrat miktarı azot uygulamaları ile artış göstermiştir. Elde edilen sonuçlar zeolitin toprağa ilave edilen azot kaynaklarını tutma özelliğinden yararlanılması gerekliliği ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Zeolit, biber, azot alımı, toprak nitrat miktarı

2019, 34 sayfa

ABSTRACT

MASTER THESIS

EFFECT OF DIFFERENT ZEOLITE DOSES ON NITRATE MOBILITY AND GROWTH OF BELL PEPPER (*Capsicum annum L.*)

**TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION

SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. SEZER ŞAHİN

Zeolite reduces the washing of nitrogenous fertilizer because of its high selectivity to ammonia and its ammonium exchange capacity. The object of the zeolite commonly found on the work by administering different dosages to be applied to the plant root zone soil behavior in pepper plants of different nitrogen amounts in Turkey and to reveal the effects on plant growth. Doğanay F1 peppers were used in this study. In the experiment, zeolite application amounts were applied to the parcels as control (0 kg / da zeolite), 125 kg / da, 250 kg / da and 500 kg / da. Nitrogen doses N0: control 4 kg / da N, N1: 8 kg / da N, N2: 12 kg / da N, N3: 16 kg / da N and potassium 14 kg / da K₂O and phosphorus 8 kg / da P₂O₅ it was applied. In this study, zeolite applications and nitrogen applications increased pepper fruit yield statistically. The highest fruit yield was 955 g/plant in Z3N3 application. The leaf nitrate content of the plant was 68.4 mg NO₃- kg in Z0N0 application and 113.2 mg NO₃- kg in Z3N3 application. The amount of nitrate measured in the soil increased with nitrogen applications. The results show that zeolite should be able to take advantage of nitrate nitrogen retention in soil.

Keywords: Zeolite, pepper, nitrogen uptake, soil nitrate amount
2019, 34 paper

ÖNSÖZ

Araştırma konusunu belirleme, tezin yürütülmesi ve tamamlanmasına kadar her aşamada yardım ve desteğini esirgemeyen eşim Ziraat Yüksek Mühendisi Muhsin BALCI, çocuklarım, ailem ve danışmanım Doç. Dr. Sezer ŞAHİN olmak üzere bu tezde emeği geçen herkese teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Özlem BALCI

15 Kasım 2019

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGE VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
1.GİRİŞ.....	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1. Materyal.....	11
3.1.1. Denemenin yeri ve yılı	11
3.1.2. Denemede kullanılan biber çeşidi	11
3.1.3. Deneme arazisindeki toprağın özellikleri	11
3.1.4. Denemede uygulanan gübre ve zeolit miktarları.....	12
3.2. Yöntem.....	14
3.2.1. Deneme deseni ve deneme planı.....	14
3.2.2. Deneme toprağında yapılan analizler.....	15
3.2.3. Denemede bitkide yapılan gözlemler ve yöntemleri;.....	15
3.2.4. Araştırmadan elde edilen verilerin değerlendirilmesi.....	16
4. BULGULAR.....	17
4.1. Zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin pazarlanabilir meyve ağırlığı üzerine etkisi.....	17
4.2. Zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin verim ve verim parametreleri üzerine etkisi	18

4.3. Zeolit ve azot dozlarının topraktaki nitrat miktarı üzerine etkileri	18
4.4. Zeolit ve azot dozlarının biber meyvesinin suda çözününebilir kuru madde (SÇKM) miktarına etkisi	20
4.5. Zeolit ve azot dozlarının biber meyvesinin titre edilebilir asit miktarına etkisi (%).	20
4.6. Zeolit ve azot dozlarının biber meyvesinin pH miktarına etkisi	21
4.7. Zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin yapraklarının Spad Value değerleri üzerine etkisi	22
4.8. Zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin yapraklarının N kapsamı üzerine etkisi	22
4.9. Zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin yapraklarının P kapsamı üzerine etkisi	23
4.10. Zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin yapraklarının K kapsamı üzerine etkisi	24
4.11. Zeolit ve azot dozlarının alınan topraklarda toprak pH üzerine etkileri	25
4.12. Zeolit ve azot dozlarının alınan topraklarda toprak EC üzerine etkileri ...	26
4.13. Zeolit ve azot dozlarının alınan topraklarda toprak organik madde miktarı üzerine etkileri	27
4.14. Zeolit ve azot dozlarının alınan topraklarda toprak kireç miktarı üzerine etkileri	28
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	30
6. KAYNAKLAR	33
7. ÖZGEÇMİŞ	36

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklama
%	Yüzde
$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Amonyum Molibdat Tetrahidrat
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece
B	Bor
Cl	Klor
cm^3	Santimetre küp
CO_2	Karbondioksit
Cu	Bakır
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Bakır Sülfat Heptahidrat
Fe	Demir
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Demir Sülfat Heptahidrat
g	Gram
g^{-1}	Gigolitre
H_2O_2	Perklorik Asit
H_2SO_4	Sülfirik Asit
H_3BO_3	Borik Asit
Ha	Hektar
HCl	Hidroklorik Asit
HNO_3	Nitrik Asit
K	Potasyum
K_2SO_4	Potasyum Sülfat
kg	Kilogram
l	Litre
m	Metre
m^2	Metrekare
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
MgNO_3	Magnezyum Nitrat
mmhos	Milimos
Mn	Mangan
$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Magnezyum Sülfat
Mo	Molibden
mol	Molekül
N	Azot
Na	Sodyum
NaOH	Sodyum Hidroksit

NH ₄ NO ₃	:	Amonyum Nitrat
NO ₃ ⁻	:	Nitrat
P	:	Fosfor
S	:	Kükürt
s	:	Saat
Zn	:	Çinko
µmol	:	Mikromol
µS	:	Mikrosiemens

Kısaltmalar

Açıklama

ATP	:	Adenin Tri Fosfat
EC	:	Elektiriki İletkenlik
LF	:	Sıvı Gübre
NiR	:	Nitrit Redüktaz
NR	:	Nitrat Redüktaz
SÇKM	:	Suda Çözünebilir Kuru Madde
SPAD	:	Klorofil Miktarı
TA	:	Titre Edilebilir Asit

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1. Deneme alanın toprağının analiz öncesi kurutulması.....	12
Şekil 2. Deneme alanın toprağının analiz öncesi tartılması.....	12
Şekil 3. Toprak hazırlığı.....	12
Şekil 4. Zeolit uygulamaları.....	12
Şekil 5. Deneme alanındaki biber bitkileri.....	13
Şekil 6. Deneme alanındaki biber bitkilerinin çapalanması.....	13
Şekil 7. Deneme alanındaki biber bitkilere gübre uygulaması.....	13
Şekil 8. Deneme planı.....	14

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelgeler	Sayfa
Çizelge 1. Deneme toprağının fiziksel ve kimyasa özellikleri.....	11
Çizelge 2. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin pazarlanabilir meyve ağırlığı üzerine etkisi (gr/bitki).....	17
Çizelge 3. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin verim ve verim parametreleri üzerine etkisi (biber bitkisinin yapraklarının nitrat içerikleri mg NO ₃ ⁻ kg).....	18
Çizelge 4. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının topraktaki nitrat miktarı üzerine etkileri NO ⁻³ -N miktarları, mg kg-1.....	19
Çizelge 5. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber meyvesinin suda çözünülebilir kuru madde (SÇKM) miktarına etkisi (%).....	20
Çizelge 6. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber meyvesinin titre edilebilir asit miktarına etkisi (%).....	21
Çizelge 7. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber meyvesinin pH miktarına etkisi.....	21
Çizelge 8. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin yapraklarının Spad Value değerleri üzerine etkisi.....	22
Çizelge 9. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin yapraklarının N kapsamı üzerine etkisi (%).....	29
Çizelge 10. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin yapraklarının P kapsamı üzerine etkisi (%).....	30
Çizelge 11. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin yapraklarının K kapsamı üzerine etkisi (%).....	31
Çizelge 12. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının alınan topraklarda (0-20 cm) toprak pH üzerine etkileri.....	32
Çizelge 13. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının alınan topraklarda (0-20 cm) toprak EC üzerine etkileri (mmhos/cm).....	33
Çizelge 14. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının alınan topraklarda (0-20 cm) toprak organik madde miktarı üzerine etkileri.....	34
Çizelge 15. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının alınan topraklarda (0-20 cm) toprak kireç miktarı üzerine etkileri.....	34

1. GİRİŞ

Tarımsal faaliyetlerin devamı için, verimli topraklara her zaman ihtiyaç olduğunu, toprak kalitesini kavrama, toprağın gelecekteki kullanımlarını var olan optimal fonksiyonlar ile aynı kalmasını sağlamak için iyi yönetmek gerekmektedir (Doran ve ark., 1996). Toprağın içerisinde biyolojik aktivitenin ve organik madde düzeyinin yüksek seviyelerde, agregat stabilitesinin iyi, bitki köklerinin rahat hareket sağlayabileceği bir ortamın, suyun yüzeyde rahat infiltre olabileceği toprak yapısında olmalıdır (Lewandowski ve Zumwinkle, 1999). Toprağa verilen organik ve inorganik materyaller, topraktaki mikroorganizmaların gelişmesini hızlandırmakta ve agregatlaşmayı arttırmaktadır (Demiralay, 1993).

Zeolit, alkali toprak katyonları içeren, kristal yapıda, kolay ve bol bulunan alüminyum silikatıdır. İyi bir toprak düzenleyicisi olan doğal zeolit kelime anlamı kaynayan taş olup, 1756 yılında İsveçli mineralog Fredrich Cronstedt tarafından bulunmuştur. Zeolit yapı birimi AlO_4 veya SiO_4 dördlüsüdür (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 zeolitlerin sekiz tanesi ticari önem taşımaktadır. Bunlar; Klinoptilolit, Çabasite, Analsim, Eriyonit, Ferrierit, Hoylandit, Laumontit, Mordenit, and Fillipsit'dir. Klinoptilolit, dünyada yaygın olarak bulunması, geniş uygulama alanı olması, ekonomik olarak işletilebilirliği, homojenliği gibi yönleri ile doğal zeolitlerin en önemli mineral gruplarından birisidir.

Zeolit minerallerinin en önemli özelliği; bünyesindeki boşluklara kolayca girebilen ve yer değiştirebilen sıvı ve gaz molekülleri ile toprak alkali iyonlarından ileri gelen "moleküler elek" olmasıdır. Zeolit kafes yapısı içerisinde sayısız su molekülleri ve değişebilir metalik iyonlar içerdiği, kuru zamanlarda zeolit tarafından tutulan suyun serbest hale geçtiği, yağışlı zamanlarda ise su bünyede tutularak daha fazla suyun kabul edilmediği belirtilmektedir. (Köksaldı, 1999).

Zeolit besinleri bitkilerin kök bölgesinde tutarak gerektiği zaman kullanılmasını sağlar. Bu sayede azot ve potasyum gübreleri daha etkili bir şekilde kullanılmış olmaktadır. Zeolit topraktaki fosfor kaynaklarından fosforun alınabilirliğini artırmasıyla, NH_4-N ve

NO₃-N azotunun kullanımını artırmasıyla ve özellikle K gibi değişebilir katyonların yıkanma kayıplarını azaltmasıyla besin elementi kullanım etkinliğini artırmaktadır (Barbarick ve ark., 1990; Bernardi ve ark., 2008). Zeolit uygulamasının bir diğer faydası ise diğer toprak katkılarının aksine (alçı ve kireç), zaman içinde çözülmeye uğramaması, bunun yerine besinlerin tutulmasına yardımcı olacak şekilde toprakta kalmaya devam etmesidir.

Tarım alanlarında doğal zeolitlerin kullanımını esas olarak gübre-toprak karışımlarının hazırlanması, tarımsal mücadele ve toprak kirliliği kontrolüdür. Klinoptilolit ve mordenitin yüksek adsorpsiyon ve iyon değişim kapasiteleri, özellikle klinoptilolitin amonyum iyonlarına karşı gösterdiği seçicilik bu tür zeolitlerin toprakların hazırlanmasında, N-bazlı gübrelere katkı malzemesi olarak veya doğrudan gübre olarak kullanılmasını sağlamaktadır.

Zeolitli tüfler, gübrelere kötü kokusunu gidermek, içeriğini kontrol etmek ve asit volkanik toprakların pH'nın yükseltilmesi amacıyla uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Ayrıca yüksek amonyum seçiciliği nedeniyle gübre hazırlanmasında taşıyıcı olarak klinoptilolit kullanılmasıyla amonyumun bitkiler tarafından daha etkin biçimde kullanılması ve gübre tasarrufu sağlanmaktadır. Doğal zeolitler iyon değiştirme ve absorblama kapasitelerinin yüksekliğinden dolayı tarımsal mücadele ilaç taşıyıcı olarak da yararlanılmaktadır (Anonim, 2001).

Doğal zeolitlerin katyon seçme ve değiştirme özelliklerinden sadece besleyici iyonların bitkiye aktarılmasında faydalanılmayıp aynı zamanda beslenme zincirlerinde Pb-Cd-Zn-Cu gibi istenmeyen bazı ağır metal katyonlarının tutulmasında da yararlanılabilir. Göl ve göletlerde biyolojik artıkların neden olduğu kirliliğin temizlenmesinde doğal zeolitler özellikle klinoptilolit etkin olarak kullanılmaktadır. Ayrıca doğal zeolitlerden, canlı balık taşımacılığı ve su kültür ortamlarında ihtiyaç duyulan oksijence zengin hava akımının temininde de yararlanılmaktadır. Doğal zeolitinin özellikle orman ağacı fidan üretimi için fidanlıklarda, kumlu fakir topraklarda ve kurak/yarı kurak alanlardaki ağaçlandırma alanlarında plantasyon başarısını artırmak düşüncesiyle kullanılabilirliği irdelenerek ormancılık sektörüne olası katkıları incelenmeye çalışılmıştır. Zeolitinin bilinen özelliklerinden dolayı toprağa eklenmesi sonucunda su rejimini düzeltdiği, bitki besin maddelerinin yıkanmasını engellediği belirtilmektedir.

Tarımsal üretimde özellikle azotlu gübrelere topraktan bitkilerin kullanmadan nitrat şeklinde yıkanıp uzaklaşması önemli sorunlardan biridir. Toprakta azotlu gübrenin NH_3 gazı ve yıkanma sonucu NO_3 şeklinde yitirildiği bilinmektedir. Zeolit, kullanımı amonyağa olan yüksek seçiciliği ve amonyum değişim kapasitesi nedeniyle azotlu gübrenin yıkanmasını azaltmaktadır. Gübre olarak toprağa verilen NH_4^+ 'un suyla yıkanarak topraktan alınıp başka yerlere taşınması önlenerek toprakta kalması sağlanabilmektedir.

Doğal zeolitler dünya pazarında henüz tam yerini almış değildir. Bunun başlıca nedeni de istenilen saflık ve istenilen gözenek çaplarında üretilen sentetik zeolitlerin endüstride daha yaygın olarak kullanılmalarına karşın, doğal zeolitlerin kullanım alanlarının sentetik zeolitlere göre daha sınırlı olmasıdır. Ancak doğal zeolitlerin yakın zamanda sentetik zeolitlere üstünlük sağlamaları ve daha yoğun bir şekilde kullanılmaları uzak bir ihtimal değildir. 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. Ülkemizde ilk defa 1971 yılında Gölpaazarı-Göynük civarında Analsim oluşumları saptanmıştır. Daha sonra Ankara'nın batısında Analsim ve Klinoptilolit yatakları bulunmuştur. Manisa-Gördes ve Balıkesir-Bigadiç'te Türkiye'nin en önemli zeolit yatakları olarak tespit edilmiş olup, buradaki zeolitler kolaylıkla işletilebilir türdendir.

Ülkemizde Göynük, Polatlı, Oğlakçı, Ayaş, Nallıhan, Çayırhan, Beypazarı, Mihaliççık, Kalecik, Çandır, Balıkesir-Bigadiç, Emet-Yukarı Yoncağağaç, Gediz, Gördes, yöresi zeolit yatakları vardır (Anonim, 2001; Kocakuşak ve ark., 2001). Bu tespit edilmiş yataklardan yalnızca Balıkesir-Bigadiç ve Manisa-Kululuk ve Evciler yöresindeki sahada yapılan çalışmalar sonunda, kolaylıkla işletilebilir nitelikte ve yaklaşık 500 milyon tonluk bir potansiyelin olduğu saptanmıştır. Zeolit bakımından önemli rezerv potansiyeline sahip olan ülkemizde zeolit kullanım alanlarının ve teknolojik özelliklerinin geniş bir şekilde araştırılması gerekmektedir. Tarımsal alanda zeolit uygulamalarının farklı bölge topraklarında uygulanması toprak özellikleri üzerine olumlu veya olumsuz nasıl bir etki

yaptığı ve farklı bitki besin elementlerinin alımı ve bitkiler tarafından kullanımı üzerine nasıl bir etki yaptığı araştırılması gereken konulardır. Böylece, doğal zeolit potansiyelimizin ülke ekonomisine katkı sağlamasının yanı sıra, ülkemizde tarım ve hayvancılık ile ciddi boyutlarda insanlığı tehdit eden çevre kirliliğini önlemek amacıyla büyük yararlar sağlayacaktır.

Bu çalışmanın amacı; Türkiye de yaygın olarak bulunan zeolitın farklı dozlarda bitki kök bölgesine uygulanması ile biber bitkisine uygulanacak farklı azot miktarlarının toprakta hareketi üzerine ve bitki gelişimi üzerine etkilerini ortaya koymaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Günümüzde dünya nüfusunun artışı, bu artışa paralel olarak besin ihtiyacının artması, dünyamızın biyolojik dengesinin bozulması ve tarım alanlarının giderek kirlenmesi en önemli sorunlardan biridir. Tarım alanlarının sınırlı olması sebebiyle, bu alanlarda bilinçli yetiştiricilik yapmak gerekmektedir. Sürdürülebilir tarımsal bir faaliyet, verimli bir toprağın ayrılmaz bir bütündür. Toprak kalitesini anlamak demek, mevcut optimal fonksiyonları ile gelecekteki kullanımları için bozulmasını önlemede toprağı okumak ve yönetmek demektir (Doran ve ark., 1996). Toprak strüktüründeki iyileşmeler; toprağın havalanması, su hareketi ve bitki kök gelişimi üzerine olumlu etki yapmaktadır. Toprağı ilave edilen inorganik kökenli materyallerden bir tanesi de zeolittir.

Türkiye tarım topraklarının organik madde ve özellikle azot yönünden yetersiz olduğu belirtilmektedir (Ertiftik, 1998). Zeolitin kumlu veya organik maddece yoksun, açık alan ve dışarıdan beslemeye dayalı fidan üretim sistemlerinde kullanılmasıyla; özellikle de yoğun gübreleme rejimi uygulanan dışarıdan beslemeye dayalı üretim sisteminin uygulandığı fidanlıklarda ciddi gübre tasarrufu sağlayacağı tahmin edilmektedir. Japonya'da çiftçilerin azotlu gübrelere doğal zeolit ekleyerek azotun topraktan yıkanmasına engel olmaya çalıştıkları belirtilmektedir (Mumpton ve Ormsby, 1978). Kum ağırlıklı toprakları olan fidanlıklarda zeolit kullanımıyla, su ve gübre ekonomisi dışında ayrıca, kültürlerde kullanılan pestisitlerin toprak içerisindeki yararlı mikroorganizmalara, fidanlık çevresindeki su-karasal ortamdaki canlılara olabilecek kirlenici etkileri düşürücü yönde olumlu etkileri olabilecektir.

Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Toprak Laboratuvar Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilmiştir. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten) fidanı yetiştiriciliğinde klinoptilolitin etkisi, farklı dozlar uygulanarak araştırılmıştır. Klinoptilolitin % 5 ve % 10 uygulamalarında, % 30 uygulamasına göre daha iyi sonuç alınmıştır. Yapılan çalışmada sonuç olarak, yastıkta yapılan kızılçam fidanı yetiştiriciliğinde, klinoptilolitin kumlu balçık bünyeli bir toprağı karıştırılmasıyla üretilen fidanların, morfolojik özelliklerinin ve beslenme durumunun kontrol grubuna göre daha üstün olduğu belirlenmiştir (Kılıcı ve ark., 2003). Tarımsal mücadelelerde zeolitler ilaç taşıyıcı olarak da kullanılmaktadır. Yüksek iyon değişim kapasitesine sahip doğal zeolitler aynı zamanda herbisit, fungusit ve pestisitler için etkin bir taşıyıcı görevi yapabilmektedirler. Doğal zeolitlerden

klinoptilolitinin çeltik tarlalarındaki yabancı otlarla mücadelede, herbisitlerin taşıyıcı maddesi olarak kullanılması, diğer ticari ürünlerin kullanımına oranla iki kat etkili olduğu görülmüştür.

Uher (2004), Slovakya’da biber bitkisinin verimi ve gelişimi üzerine farklı dozlarda zeolit uygulamasının etkilerini ortaya koymak için bir saksı çalışması yürütmüştür. Üç yıl süren araştırmasında zeolit uygulamasında ürün verimi ilk yıl 29.78 ton/ha 3. yılda 55.93 ton/ha yükselmiştir. Çalışma sonucunda zeolit uygulama dozları arttıkça biberin verimi istatistiksel olarak arttığını ve bu artışta zeolitinin toprağın fiziksel özellikleri ve su tutma özelliğinin artmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Azapour ve ark. (2011), börülce bitkisinde zeolitinin verime ve uygulanan farklı dozlardaki azotlu gübrelemeye etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarında 0 ve 5 ton/ha zeolit dozlarını toprağa uygulamışlar. Çalışmalarında 6 farklı dozda farklı kombinasyonda azot uygulaması gerçekleştirmişler. Çalışma sonuçlarında zeolit uygulamasının tohum ağırlığı, bitki ağırlığı ve 100 tohum ağırlığı üzerine % 1 önem düzeyinde artışlar gerçekleştirdiğini bildirmişlerdir. Zeolit uygulamaları arasında en yüksek tohum verimi 835.8 kg/ha ile 5 t/ha zeolit uygulamasından elde edilmiştir. Azot dozları arasında en yüksek tane verimi N3 uygulamasından (N:60 kg/ha) elde edilirken Z2N3 uygulamalarından en yüksek tohum verimini 1224 kg/ha olarak tespit etmişlerdir.

Zeolit topraktaki fosfor kaynaklarından fosforun alınabilirliğini artırmasıyla, NH₄-N ve NO₃-N azotunun kullanımını artırmasıyla ve özellikle K gibi değişebilir katyonların yıkanma kayıplarını azaltmasıyla besin elementi kullanım etkinliğini artırmaktadır (Barbarick ve ark., 1990; Bernardi ve ark., 2008).

Kavoosi (2007), pirincin verimi ve azot kullanım etkinliğini araştırmak üzere toprağa 8, 16 ve 24 ton/ha zeolit uygulaması ile birlikte 0 ve 60 kg/ha N uygulamasının yapıldığı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Araştırma sonuçlarına göre zeolit uygulamaları azot uygulaması ile birlikte kontrol şartlarına göre tane verimini artışa neden olduğunu ve zeolit uygulamalarının N kullanım etkinliğini kontrol şartlarına göre artırdığını bildirmiştir.

Kütük ve ark., (1996), zeolitin farklı dozlarını fasülye bitkisinin gelişimi üzerine denemişlerdir. Zeolit uygulaması ile fasülye bitkisinin yaş ve kuru ağırlıklarında istatistiksel anlamda bir artışın yaşandığını bildirmişlerdir.

Baikova ve Semekhina (1996), serada zeolitin hıyar yetiştiriciliğine etkilerini dört yıl süreyle araştırmışlardır. Araştırmada yetiştirme ortamı olarak zeolit ve topraklı zeolit karışımları kullanmıştır. Araştırma sonucunda pH seviyesi 2 birim kadar düşen zeolit substratları ve azalan tuz konsantrasyonlarının olduğu görülmüş, ama değişebilir potasyum, kalsiyum ve magnezyum miktarındaki değişimin önemli olmadığını ve sodyum miktarında azalma olduğu ve tuzlanmanın az olduğu sonucunu belirlemiştir. Nitrat oranının zeolit uygulamaları ile birlikte yetişen bitkilerin meyvelerinde daha az seviyede olduğunu tespit etmiştir.

Işıldar (1997), Isparta-Atabey yöresinden alınan 5 adet toprakta nitrat azotunun yıkanmasına yönelik bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada 0, 12.5- 25.0- 50.0 g/kg şeklinde topraklara zeolit karıştırılmıştır. Topraklara 250 mg/lt N denk gelecek şekilde amonyumsülfat çözeltisi uygulanmıştır. Topraklar daha sonra 5 farklı düzeyde tarla kapasitesine getirilmiş ve topraktaki NO₃-N oluşumuna bakılmıştır. Araştırmacı toprağa iave edilen zeolit dozları artışı NO₃-N oluşumunun azalttığını bildirmiştir.

Loboda (1999), zeolit kullanımının serada biber yetiştiriciliğine etkisinin incelendiği çalışmada, zeolitin organik toprak şartlarında daha olumlu sonuçlar gösterdiği, gübre kullanımını yarı yarıya azalttığını, nitrat konsantrasyonunu düşürdüğünü, biber üretimi ve kalitesine etkisinin önemli olduğunu tespit etmiştir.

Ataşlar ve ark. (1999) yaptıkları araştırmada zeolitin, hıyar (*Cucumis sativus*) ve buğday (*Triticum sativum*)’da bitkilerin çimlenmesi, büyümesi ve gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Doğal zeolit, ticari gübreler ve gübre ile muamele edilmiş zeolit hıyar ve buğday tohumlarına uyguladıkları ve sonuçta gübre hazırlanmasında zeolitin nitratı taşıyıcı olarak kullanılabileceği; bu metotla bitkiler tarafından amonyumun daha etkin olarak değerlendirilebileceği ve gübrelerden daha çok tasarruf sağlanacağını belirtmişlerdir.

Leggo (2000), zeolitin amonyum tutumu üzerine farklı üç çalışma yürütmüştür. Çalışmalarında zeolitli ortama amonyum verildiğinde buğday bitkisinin kuru ağırlığında %19'luk bir artışın olduğunu ve bu artışın zeolite uygulanan amonyumdan kaynaklandığını bildirmiştir.

Gevrek ve ark., (2004), çeltik tarımında zeolitin kullanımı araştırmıştır. Bu bağlamda çeltik tavalarna zeolit uygulayarak bitkinin gelişimi sağlamıştır. Projenin ilk yıl sonuçlarına göre araştırmacılar zeolit uygulamalarının bitki verimi, bitkide kardeş sayısı ve dane sayısına istatistiksel olarak artışlar gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Polat ve ark. (2005), marul yetiştiriciliğinde zeolitin kalite ve verimin etkilerini araştırmak için yaptığı araştırmada zeolitin farklı dozlarını (0, 40, 60, 80 kg/da) kontrol grubu (zeolit ve gübre uygulanmamış) ile karşılaştırılmışlardır. Zeolit kullanımının gübrelemeyle birlikte marul yetiştiriciliğinde bitki gelişimi ve verime etkisinin olumlu olduğunu; kontrollü sulama yapıldığı durumlarda zeolit uygulamalarının 0 kg/da uygulamasından 80 kg/da uygulamasında verim yaklaşık %15 artırdığını tespit etmişlerdir.

Gül ve ark. (2005), baş salata yetiştiriciliğinde topraksız yetiştirme ortamlarında perlit ve zeolitin bitki gelişimini, bitkiler tarafından bünyelerine alınan element düzeyleri ile yetiştirme ortamından yıkanarak kaybolan elementlerin etkilerini araştırmışlardır. Sonuç olarak, yetiştirme ortamına ilave edilen zeolitin bitkiler tarafından bünyelerine alınan K seviyesini önemli düzeyde çoğaldığı, ortamdaki yıkanarak azalan K seviyesinin ise eksildiğini belirtmişlerdir.

Nooria ve ark. (2006), topraktaki zararlı tuzları ve doğal zeolitin tuzlulukta etkilerini turp (*Raphanus sativus* L.)'ta araştırmışlardır. Araştırmada 6 toprak ortamı, kontrol, Na₂SO₄, NaCl, doğal zeolit, NaCl +doğal zeolit ve Na₂SO₄+doğal zeolit kullanılmıştır. Bitkinin yaprak adedi, tüm yaprak alanı, tüm kuru ağırlığı, kuru kök ağırlığı, yaş kök ağırlıklarını incelemiştir. Sonuç olarak zeolit kullanımının toprak yapısını iyileştirdiği ve hasat yapılan ürünün fazla olduğu, zararlı tuz seviyelerini kontrol edilerek, bitki köklerine geçmesine engel olduğunu belirtmişlerdir.

Gonzalez ve ark. (2008), toprağa zeolit ilavesinin N-K beslenmesini yükseltmek için zeytin bahçelerinde nedenlerini araştırdıkları çalışmada yaprak ve toprak analiziyle,

toprakta bulunan N düzeyinde artışın olduğu ve topraktaki yüksek seviyedeki K miktarının, eklenen zeolit neticesinde ağaçlarda gelişimin arttığını belirlemiştir.

Gevrek ve ark. (2009), zeolit uygulamalarının pirinç tanelerinin gelişmesi ve besinlerdeki iyonlarının içeriklerinin tesirlerinin incelendiği çalışmada 6 t ha⁻¹ uygulama yapıldığı, çeşitlerdeki yaklaşık olarak ortalama % 11 verim, tanelerdeki makro ve mikro minerallerin ve protein içeriğinde ise % 9.8 artma olduğunu belirlemiştir.

Baninasab (2009), Turp bitkisinde doğal İran zeolitinin vejetatif gelişmesi ve besin elementinin etkisini tespit etmek için yaptığı çalışmada Cerry Belle çeşidi materyal olarak kullanmıştır. Toprağa farklı zeolit dozlarından 0, 20, 40, 60, 80 ve 100 g/kg uygulamıştır. Zeolit taze sürgün ağırlığını, yaprakların sayısını ve alanını, yenilebilir çapını ve kök ağırlığını ve hasat indeksinde artış olduğunu; ayrıca gövdedeki ortamın KDK ile N ve K içeriğini arttırdığını belirlemiştir. Sonuçta zeolit uygulamalarının turp bitkisinin gelişiminde etkisinin olumlu yönde olduğu ve yıkanarak kaybolan besin elementlerinin azalmasını önlemek için toprağa verilmesinin uygun olacağını belirtmiştir.

Eprakashvili ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada bağda toprağa zeolit verilmesiyle zeolitün üzüm verimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Verimin omca başına 1.8-2.9 kat arttığını, meyve suyunda; asitlikte azalma, SÇKM'de % 6-27'lik arasında artma, pH seviyesinin 3.75'den 4.53'ye doğru arttığını, toprağa uygulanan zeolit-organik gübrelemesinin zeolit tipleri ve devam eden vegetasyona göre değişebileceğini belirtmişlerdir.

Er (2011), Rize yöresinde 6 farklı bölgeden aldığı asidik topraklara zeolit ve diyatomit ekleyerek, mısırın gelişimi ve mineral içeriğine etkisini belirlemek amacıyla araştırma yapmıştır. İki mısır çeşidini 8 haftalık gelişim sonucunda hasat ederek bitkilerin sap ve yapraklarını almıştır. Alınan bitki sap ve yapraklarında kuru ağırlıkları tartılıp öğütükten sonra makro ve mikro element analizlerini yapmıştır. Diyatomit uygulaması yaptığı bitkilerin kuru madde analizi sonucunda S, Mg, Fe ve Cu içerikleri; N, P, K, Na, Ca, Mn, B ve Zn içerikleri zeolitte daha etkili bulmuştur. Sonuç olarak diyatomit+toprak ve zeolit+ toprak karışımları, toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerine ve mısır çeşitlerinin mineral madde içeriğine ve kuru ağırlığına olan etkilerinin önemli olduğunu belirlemiştir.

Azam ve ark. (2012), topraktan zeolit verilmesinin *Solanum melongena* L. (Solanaceae)'da genaratif gelişme ve bitki gelişmesine olan etkilerini incelemiştir. Zeolit uygulamalarının bitki gelişimi ile birlikte potasyum ve azot verimliliğinin arttığı, suyun tutularak infiltrasyonun düzenlediğini, bitkilerin uzun zaman kullanması için besinleri tuttuğu, toprağın kalitesinin ve ürün miktarının arttığını, topraktaki besin maddelerinin kaybının azaldığını, zararlı metallerin emilimine yardımcı olduğunu, sulamanın daha az ve kimyasal gübre kullanımının gerekli olduğunu, bitkilerin boylarının uzamasına etkisinin önemli olmadığını, fakat çiçek sayısında artış olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Zeolitlerin bitki koruma alanında kullanımının araştırılmasında, potansiyel olarak kullanıldığını belirtmişlerdir. Zeolitler ve Kaolin hastalık ve zararlılara partikül filmler halinde uygulandığını, CO₂ absorpsiyonu, gözenekli yapı ve sıcaklık stresini azaltması ile yaprakları kaplama yapmak için kullanılabilirdiğini, su absorpsiyonu ve parçacıkların boyutlarının küçük olması fungal böcek zararlarına ve hastalıklara karşı etkilerinin olduğunu belirlemiştir. (Spanogheve ark., 2015).

Budak (2017), Değişik tekstürdeki (tın, kumlu tın,) toprakların agregasyonu ve bazı fiziksel özellikleri bakımından zeolit uygulamalarının (%0, %1, %3, %5) tesirlerini belirlemek için laboratuvar şartlarında çalışmıştır. Çalışma sonrasında zeolit, araştırma toprağında I ve II'nin <0.43, 0.43-0.84, 0.84-2 ve 2-6.5 mm agregatlarda fazlalaşma olurken, 6.4-12.8 ve >12.8 mm agregatlarda eksilme olduğunu tespit etmiştir. Kum içeriği fazla agregatlarda eksilme olduğu tespit ederken, >12.7 mm agregatlarda fazla olduğunu belirlemiştir. Değerler bakımından Toprak I'de Ortalama ağırlıklı çap (OAÇ) 9.25 mm'den 5.04 mm'ye, toprak II'de I'de Ortalama ağırlıklı çap (OAÇ) 5.15 mm'den 4.14 mm'ye inerken, toprak III'de ise 2.61 mm'den 2.76 mm'ye çıktığını belirlemiştir. Toprakların hacim ağırlıklarını (HA) zeolit uygulamaları önemli derecede azalttığını, porozite ve hidrolik iletkenlik (HI) değerlerini ise önemli derecede yükselttiğini tespit etmiştir. Elde ettiği sonuçlar, toprağın fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi bakımından toprak düzenleyici olarak zeolit kullanılabileceğini belirtmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme yeri ve yılı

Bu çalışma 2016 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Araştırma ve Uygulama alanında arazi koşullarında yürütülmüştür.

3.1.2. Denemede kullanılan biber çeşidi

Denemede Dolmalık Doğanay F1 biber çeşidi kullanılmıştır.

3.1.3 Deneme arazisindeki toprak özellikleri

Deneme başlangıcı toprak özellikleri hakkında bilgi sahibi olmak ve gübreleme programının yapılması için toprak örnekleme yapılmış ve kaydedilmiştir (Çizelge 1).

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

Toprak Özellikleri	Sonuçlar	Toprak Özellikleri	Sonuçlar
pH (1:2.5)	7.51	Toplam N (%)	0.06
Kireç (%)	7.8	Yarayışlı P ₂ O ₅ (kg/da)	7.50
Organik madde (%)	1.15	Yarayışlı K ₂ O (kg/da)	14.35
EC mmhos/cm	0.75	Demir (ppm)	2.04
KDK me/100g	7.74	Bakır (ppm)	1.02
Kil %	33.00	Mangan (ppm)	2.4
Silt %	32.50	Çinko (ppm)	1.12
Kum %	36.50		
Tekstür sınıfı	Killi-Tın		



Şekil 1. Deneme alanının toprağının analiz öncesi kurutulması



Şekil 2. Deneme alanının toprağının analizi

3.1.4. Denemede uygulanan gübreler ve zeolit miktarları

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 4 kg/da N, N1: 8 kg/da N, N2: 12 kg/da N, N3: 16 kg/da N şeklinde olup potasyum 14 kg/da K₂O ve fosfor 10 kg/da P₂O₅ şeklinde uygulanmıştır. Uygulanan gübre formları bitkinin gelişim dönemine göre değişecek olup diğer makro ve mikro elementler fertigasyon yöntemine göre bitkinin fizyolojik gelişim dönemine uygulanmıştır. Denemede alanında zeolit dozları bitki kök bölgelerine belirtilen dozlarda 0-20 cm derinliğe uygulanarak çapa ile eşit bir şekilde dağıtılmıştır (Şekil 4).



Şekil 3: Toprak hazırlığı



Şekil 4: Zeolit uygulamaları



Şekil 5: Deneme alanındaki biber bitkileri



Şekil 6: Deneme alanındaki biber bitkilerinin çapalanması

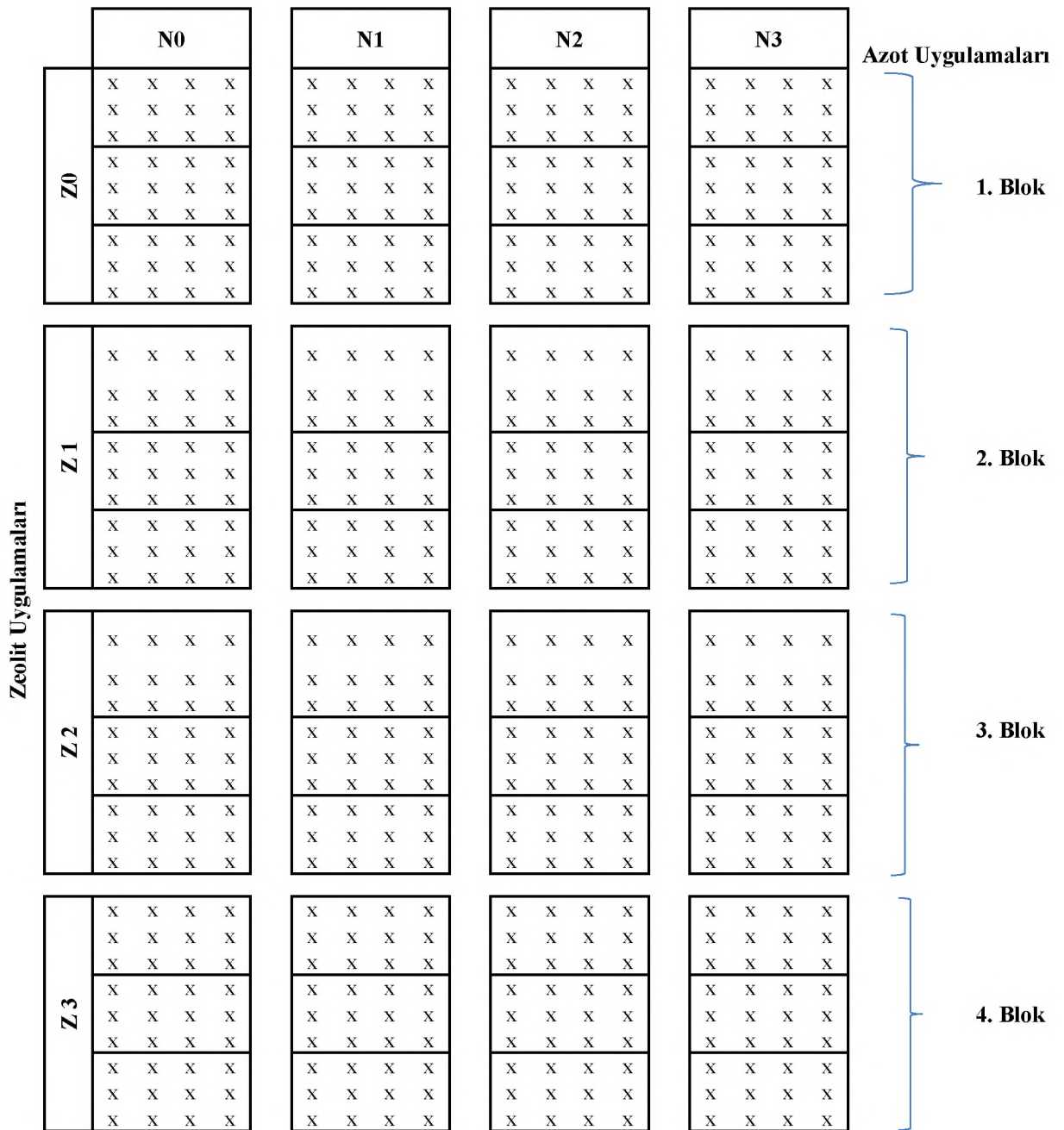


Şekil 7: Deneme alanındaki biber bitkilerine gübre uygulaması

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme deseni ve deneme planı

Deneme, tesadüf blokları deneme deseninde bölünmüş parsellerde 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Ana parsellerde azot alt parsellerde ise zeolit dozları olmuştur. Deneme 4 zeolit dozu, 4 azot dozu ve 3 tekerrür olmak üzere 48 parselden oluşmaktadır. Biber bitkilerinin sıra arası 60 cm ve sıra üzeri 40 cm olacak şekilde 3 sıradan (1.2 m²) oluşmuş olup bir parselde 12 bitki mevcuttur.



Şekil 8: Deneme planı

3.2.2. Deneme toprağında tapılan analizler

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 0-10 cm, 10-20 cm ve 20-40 cm'den toprak örneği alınmıştır.

Topraktaki nitrat konsantrasyonu

Potasyum klorür ile ekstrakte edilen toprak örneklerinde değişebilir şekilde bulunan nitrat tayini yapılmıştır (Bremer, 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 (Richards, 1954; Knudsen ve ark. 1982).

3.2.3. Denemede bitkide yapılan gözlemler ve yöntemleri

Pazarlanabilir verim (gr/bitki)

Bir parselden elde edilen pazarlanabilir verim önce parsele göre hesaplanarak ve daha sonra bir bitkiye göre çevrilmiştir.

Bitki yapraklarında C vitamini (mg/100g)

C vitamini içeriği Spektrofotometrik yöntemle tespit edilmiştir (Cemeroğlu, 1992).

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM)

Dijital refraktometre ile % olarak ölçülmüştür.

Titre edilebilir asitliği (%)

pH metrik yöntemle hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 1992).

Nitrat analizi

Cataldo ve ark. (1975)'e göre spektrofotometrik yöntemle yapılmıştır.

Spad value değerleri:

Bir klorofilmetre yardımı ile hasat döneminde yapraklarda spad value değerleri tespit edilmiştir.

Mineral madde analizi

Biber bitkisinin yaprakları etüvde 68 C° de kurutulmuştur. Bitki örneklerinde toplam N Kjeldahl yöntemine göre (Chapman ve Pratt, 1961), bitkide P, K, konsantrasyonları nitrik asit ve hidroklorik asit ile kuru yakma yönteminden elde edilen süzükte ICP-OES'de (Inductively Coupled Plasma) belirlenmiştir.

3.2.4. Araştırmadan elde edilen verilerin değerlendirilmesi

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).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Zeolit dozlarının bitkiler için en önemli bitki besin elementi olan azotun biber bitkisinin kök bölgesine uygulandığı bu çalışmada düzenli hasat yapılarak bitkinin meyve verimlerine bakılmıştır. Buna ilave olarak deneme yapılan parsellerden hasat sonunda 0-20 cm derinliğinden toprak örnekleri alınarak çeşitli fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Deneme içerisinde üçüncü meyve hasadında örnekler alınarak meyve kalite analizleri yapılmıştır. Deneme içerisinde üçüncü hasatta yaprak örneklerinde klorofil ölçümü gerçekleştirilmiştir. Bu esnada yapılan yaprak örneklerinde ise besin elementi analizleri yapılmıştır.

4.1. Zeolit ve zot Dozlarının Biber Bitkisinin Pazarlanabilir Meyve Ağırlığı Üzerine Etkisi

Farklı dozlarda zeolit uygulamaları ile farklı azot dozlarının biber bitkisinin pazarlanabilir meyve ağırlığı üzerine etkileri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin pazarlanabilir meyve ağırlığı üzerine etkisi (gr/bitki)

Uygulamalar	N0	N1	N2	N3	Ort.*
Z0	460	689	867	934	737 c
Z1	473	671	879	945	742 b
Z2	456	698	888	938	745 b
Z3	487	704	893	955	759 a
Ortalamalar**	469 d	690 c	881 b	943 a	

*: değerler dört tekerrür 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. V.K.: Varyasyon katsayısı

Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

Zeolit uygulamalarının biber bitkisinin pazarlanabilir meyve ağırlığı üzerine etkileri % 5 önem düzeyinde etkili olurken azot uygulamalarının meyve ağırlığı üzerine etkileri % 1 önem seviyesinde etkili olmuştur. Ortalamalar dikkate alındığında zeolit uygulamalarında kontrol (Z0) uygulamasında 737 gr/bitki iken zeolit dozlarının artması

ile Z3 uygulamasında 759 gr/adet olarak belirlenmiştir. Azot uygulamalarında kontrol uygulamasında (N0) meyve ağırlıkları ortalama olarak 469 gr/adet iken azot dozlarının artışı ile biber bitkisinin meyve ağırlığı sırasıyla 690, 881 ve 943 gr/bitki olarak tespit edilmiştir. Bitki gelişim ortamına verilen azotlu gübre bitkinin vegetatif olarak daha fazla gelişimine neden olmuştur.

4.2. Zeolit ve Azot Dozlarının Biber Bitkisinin Verim ve Verim Parametreleri Üzerine Etkisi

Zeolit ve azot uygulamalarının biber bitkisinin yaprak nitrat içeriklerine ait değerler Çizelge 3’de verilmiştir. Yaprak nitrat içeriği azot uygulamaları ile istatistiksel olarak % 1 önem seviyesinde etkili olmuştur. Zeolit uygulamaları ise yaprak nitrat içeriğine % 5 önem seviyesinde etkili olmuştur.

Çizelge 3. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin verim ve verim parametreleri üzerine etkisi (biber bitkisinin yapraklarının nitrat içerikleri mg NO₃⁻ kg)

Uygulamalar	N0	N1	N2	N3	Ort.*
Z0	68.4	84.8	93.7	104.5	87.8 c
Z1	69.8	88.5	96.2	106.3	90.2 b
Z2	71.2	81.5	96.7	110.2	89.9 b
Z3	73.6	88.4	99.3	113.2	93.6 a
Ortalamalar**	70.7 d	85.8 c	96.4 b	108.5 a	

*: değerler dört tekerrür 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. V.K.: Varyasyon katsayısı
Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

4.3. Zeolit ve Azot Dozlarının Topraktaki Nitrat Miktarı Üzerine Etkileri

Biber bitkisinin yaprak nitrat içerikleri üzerine azot dozları % 1 önem seviyesinde etkili olurken zeolit dozları % 5 önem seviyesinde etkili olmuştur. En yüksek yaprak nitrat içeriği N3 azot uygulamasının Z3 zeolit uygulanan parselindeki bitkilerden elde

edilmiştir. Bu parselde örneklenen yapraklarda nitrat içeriği 113,2 mg NO₃⁻ kg çıkarken en düşük nitrat içeriği 68,4 mg NO₃⁻ kg ile Z0N0 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4). Ortalamalar dikkate alındığında azot dozu arttıkça yaprak nitrat içeriği en yüksek seviyelerde bulunmuştur. Bitkinin besin çözeltilisini alacağı ortamdaki mineral madde miktarı bitkinin büyüme parametrelerini değiştirmektedir. Bitki büyüdükçe içeriğindeki mineral maddeler yeni hücrelere yeni organlara taşınmaktadır. Azot bitkide hareketli bir elementtir. Verim artışı ile bitki dokusundaki nitratin ilgili organlara taşınması söz konusudur. Artan azot dozlarına bağlı olarak bitkinin biomasının artmasıyla daha fazla nitrat biriktirdiği çalışmamızda görülmektedir.

Çizelge 4. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının topraktaki nitrat miktarı üzerine etkileri NO⁻³-N miktarları, mg kg⁻¹

Uygulamalar	N0	N1	N2	N3	Ort.*
Z0	28.7	39.7	56.7	78.6	50.9 c
Z1	27.6	43.7	58.6	81.3	52.8 b
Z2	27.9	39.1	58.4	84.7	52.5 b
Z3	29.6	43.2	58.9	85.8	54.3 a
Ortalamalar**	28.4 d	41.4 c	58.1 b	82.6 a	

*: değerler dört tekerrür 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, V,K,: Varyasyon katsayısı
Ö,D: Önemli Değil; *P<0,05; **P<0,01 önemlidir;

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 (Çizelge 3). Ortalamalar dikkate alındığında kontrol de toprak nitrat miktarı 28.4 mg kg⁻¹ iken N2 uygulamasında ortalamalarda 58.1 mg kg⁻¹ ve N3 uygulamasında 82.6 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Zeolit dozları arttıkça toprakta tespit edilen nitrat miktarı artmaktadır.

4.4. Zeolit ve Azot Dozlarının Biber Meyvesinin Suda Çözününebilir Kuru Madde (SÇKM) Miktarına Etkisi

Biber bitkisinin meyvesinin suda çözünen kuru madde miktarları üzerine zeolit uygulamalarının etkisi önemli olmazken bitkiye uygulanan azot dozları meyvenin SÇKM üzerine etkisi % 5 önem düzeyinde etkili olmuştur (Çizelge 5). Kontrol uygulamasında ortalamalar bakımından meyvenin SÇKM düzeyi % 5.88 iken Z1, Z2 ve Z3 uygulamaları sırasıyla 5.97, 5.85 ve 5.84 olarak tespit edilmiştir. N0 uygulamasında meyvenin SÇKM düzeyi % 5.74 iken N3 uygulamasında 6.04 olarak tespit edilmiştir. Biber meyvesinin titre edilebilir miktarı üzerine ve meyvenin pH'sı üzerine zeolit dozları ve azot dozları etkisi önemli olmamıştır.

Çizelge 5. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber meyvesinin suda çözününebilir kuru madde (SÇKM) miktarına etkisi (%)

Uygulamalar	N0	N1	N2	N3	Ort.
Z0	5.71	5.67	6.03	6.12	5.88
Z1	5.82	5.82	6.12	6.15	5.97
Z2	5.79	5.79	5.79	6.02	5.84
Z3	5.65	6.02	5.87	5.89	5.85
Ortalamalar*	5.74 d	5.82 c	5.95 b	6.04 a	

*: değerler dört tekerrür 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. V.K.: Varyasyon katsayısı

Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

4.5. Zeolit ve Azot Dozlarının Biber Meyvesinin Titre Edilebilir Asit Miktarına Etkisi

Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber meyvesinin titre edilebilir asit miktarına etkisi (%) önemli bulunmamıştır (Çizelge 6). Azot uygulamaları N0, N1, N3 ve N4 sırasıyla 1.49, 1.52, 1.54 ve 1.55 olarak bulunmuştur. Zeolit uygulamaları Z0, Z1, Z3 ve Z4, 1.45, 1.55, 1.56 ve 1.53' tür.

Çizelge 6. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber meyvesinin titre edilebilir asit miktarına etkisi (%)

Uygulamalar	N0	N1	N2	N3	Ort. Ö.D.
Z0	1.45	1.47	1.47	1.43	1.45
Z1	1.48	1.54	1.61	1.57	1.55
Z2	1.54	1.54	1.61	1.56	1.56
Z3	1.49	1.53	1.47	1.64	1.53
Ortalamalar	1.49	1.52	1.54	1.55	
Ö.D.					

*: değerler dört tekerrür 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. V.K.: Varyasyon katsayısı
Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

4.6. Zeolit ve Azot Dozlarının Biber Meyvesinin pH Miktarına Etkisi

Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber meyvesinin pH miktarına etkisi önemli olmamıştır (Çizelge 7). Uygulanan Azot dozlarında sırasıyla N0 ve N1, 6.15, N2 6.16 ve N3 sırasıyla 6.17 olarak bulunmuştur. En yüksek azot dozu N3 de 6.17 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 7. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber meyvesinin pH miktarına etkisi

Uygulamalar	N0	N1	N2	N3	Ort. Ö.D.
Z0	6.12,	6.13	6.14	6.12	6.12
Z1	6.21	6.23	6.21	6.13	6.19
Z2	6.14	6.12	6.16	6.23	6.16
Z3	6.13	6.14	6.14	6.21	6.15
Ortalamalar	6.15	6.15	6.16	6.17	

*: değerler dört tekerrür 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. V.K.: Varyasyon katsayısı
Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

4.7. Zeolit ve Azot Dozlarının Biber Bitkisinin Yapraklarının Spad Value Değerleri Üzerine Etkisi

Biber bitkisinin üçüncü hasat döneminde yapraklarının spad value değerleri üzerine zeolit dozlarının etkisi önemsiz olurken azot dozları uygulamaları % 1 önem seviyesinde etkili olmuştur (Çizelge 8). Bitkilerin yaprak renkleri klorofil moleküllerinin bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Klorofil moleküllerini oluşturan besin elementleri içerisinde azot gelmektedir. Bitkideki azot miktarı arttıkça yaprağın rengi daha koyulaşmaktadır buda ölçülen spad value değerinin yüksek çıkmasına yol açmaktadır.

Çizelge 8. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin yapraklarının Spad Value değerleri üzerine etkisi

Uygulamalar	N0	N1	N2	N3	Ort. Ö.D.
Z0	25.3	27.3	29.5	31.4	28.4
Z1	24.1	27.8	29.7	31.9	28.4
Z2	22.4	29.8	29.9	30.1	28.1
Z3	23.4	29.3	30.1	33.7	29.1
Ortalamalar**	23.8 c	28.5 b	29.8 b	31.7 a	

*: değerler dört tekerrür 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. V.K.: Varyasyon katsayısı
Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

4.8. Zeolit ve Azot Dozlarının Biber Bitkisinin Yapraklarının N Kapsamı Üzerine Etkisi

Biber bitkisinin yapraklarında N kapsamı üzerine zeolit dozları önemsiz olurken, azot dozları % 5 önem düzeyinde etkili bulunmuştur (Çizelge 9).

Çizelge 9. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin yapraklarının N kapsamı üzerine etkisi (%)

Uygulamalar	N0	N1	N2	N3	Ort.
Z0	2.11	2.21	2.26	2.31	2.22
Z1	2.16	2.24	2.29	2.34	2.25
Z2	2.18	2.12	2.21	2.38	2.22
Z3	2.12	2.18	2.26	2.33	2.22
Ortalamalar*	2.14 d	2.18 c	2.25 b	2.34 a	

*: değerler dört tekerrür 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. V.K.: Varyasyon katsayısı

Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

Jones ve ark. (1991), biber için çiçekli ve meyveli bitki aşamasında olgunlaşmasını tamamlamış orta yapraklar için verilen sınır değerler ile denemeden çıkan sonuçlar karşılaştırıldığında makro elementlerinin yeterlilik sınırları içerisinde ve yakın olduğu gözlemlenmiştir. Bitki kapsamındaki azot ve diğer besin elementleri bitki vegetatif gelişimi arttıkça yapraklar ve diğer organlara gideceğinden dokulardaki besin kapsamı birbirine yakın çıkmaktadır. Ancak bitkinin oluşturduğu kuru maddeye karşılık topraktan kaldırdığı besin elementi (sömürdüğü besin elementi) yüksektir.

4.9. Zeolit ve Azot Dozlarının Biber Bitkisinin Yapraklarının P Kapsamı Üzerine Etkisi

Jones ve ark. 1991, biber yapraklarında fosfor kapsamı % 0,50'nin altında yetersiz olarak belirtmiştir. Çalışmada kontrol uygulamasına fosfor verilse dahi bitkinin yetersiz azot beslenmesi ile zayıf bir vegetatif gelişim göstermesi neticesinde bitki yapraklarında fosfor yetersiz durumdadır. Bitkinin kök bölgesine verilen azotlu gübreleme ile bitkinin yapraklarının N kapsamı bakımından yeterli sınıfta yer aldığı görülmektedir (Çizelge 10).

Çizelge 10. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin yapraklarının P kapsamı üzerine etkisi (%)

Uygulamalar	N0	N1	N2	N3	Ort. Ö.D.
Z0	0.45	0.55	0.58	0.59	0.54
Z1	0.48	0.51	0.59	0.57	0.53
Z2	0.47	0.52	0.53	0.57	0.52
Z3	0.43	0.52	0.55	0.58	0.52
Ortalamalar**	0.45 c	0.52 b	0.56 a	0.57 a	

*: değerler dört tekerrür 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. V.K.: Varyasyon katsayısı

Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

Azot uygulamaları yaprak P kapsamı üzerine % 1 önem seviyesinde etkili olmuştur. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin yapraklarının P kapsamı üzerine etkisi bakıldığında zeolit dozlarının ve azot uygulamalarının etkisi önemsiz çıkmıştır (Çizelge 10). Tarla çalışmalarında toprakta bulunan besin elementleri ve toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri deneme konularının hedeflerine ulaşılmasında son derece önemlidir. Bitki gelişiminde vegetatif gelişim arttıkça topraktan kaldırılan besin elementi miktarı artmaktadır. Buda bitkide besin elementi seviyelerinde yeterlilik durumlarını değiştirmektedir. Potasyum da bu besin elementlerinden biridir.

4.10. Zeolit ve Azot Dozlarının Biber Bitkisinin Yapraklarının K Kapsamı Üzerine Etkisi

Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin yapraklarının K kapsamı üzerine etkisi (%) önemli bulunmamıştır (Çizelge 11). Potasyum bitkilerde hastalık ve zararlılara dayanım, meyve kalitesinin iyileşmesi ve raf ömrü açısından önemlidir.

Çizelge 11. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının biber bitkisinin yapraklarının K kapsamı üzerine etkisi (%)

Uygulamalar	N0	N1	N2	N3	Ort. Ö.D.
Z0	2.75	2.76	2.68	2.67	2.71
Z1	2.69	2.78	2.76	2.78	2.75
Z2	2.78	2.68	2.73	2.76	2.73
Z3	2.82	2.69	2.76	2.76	2.75
Ortalamalar	2.76	2.72	2.73	2.74	
Ö.D.					

*: 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. V.K.: Varyasyon katsayısı

Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

4.11. Zeolit ve Azot Dozlarının Alınan Topraklarda Toprak pH Üzerine Etkileri

Toprağın kimyasal özelliklerinden biri olan pH, 100 g toprakta bulunan H⁺ iyonlarının logaritması olarak tanımlanmaktadır. Deneme alanı toprağının pH'sı 7.51' dir. Zeolit ve azot dozu uygulamasıyla bu değer 7.51 ile 7.68 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 12). Saptanan değerler hafif alkali (7.4-7.8) sınırları içinde kalmıştır. Ortamın tepkimesi bitkinin beslenmesi üzerine etkili olduğu için önemlidir. Toprağın pH'sı üzerine zeolit dozlarının etkisi olmaz ike azot dozlarının etkisi % 5 önem seviyesinde olmuştur. Ortama verilen azotlu gübrenin H⁺ iyonu ilavesi ile pH daki değişimleri açıklayabiliriz.

Deneme sonrasında toprak örneklerinde ölçülen toprak pH sı değişiminde zeolit ve azot dozlarının etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 11).

Çizelge 12. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının alınan topraklarda (0-20 cm) toprak pH üzerine etkileri

Uygulamalar	N0	N1	N2	N3	Ort. Ö.D.
Z0	7.58	7.57	7.67	7.65	7.61
Z1	7.51	7.62	7.64	7.67	7.61
Z2	7.53	7.65	7.62	7.64	7.61
Z3	7.61	7.68	7.67	7.68	7.66
Ortalamalar*	7.55 b	7.63 a	7.65 a	7.66 a	

*: değerler dört tekerrür 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. V.K.: Varyasyon katsayısı

Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

4.12. Zeolit ve Azot Dozlarının Alınan Topraklarda Toprak EC Üzerine Etkileri

Toprak tuzluluğu bitkisel üretimde verimin azalmasına neden olmaktadır. Bitkiler tarafından bünyelerine alınan tuzlar belli bir konsantrasyonu geçince beslenme ve metabolizmayı etkileyerek zehirleyici etki yapar. Toprakta artan tuz konsantrasyonu, bitkilerin su alımı zorlaşır, toprak yapısı bozularak bitkilerin büyümesi yavaşlar ve durmaktadır (Kanber ve ark., 1992; Güngör ve Erözel, 1994).

Deneme sonrasında toprak örneklerinde ölçülen EC ve toprak organik madde düzeylerinin değişiminde zeolit ve azot dozlarının etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 13).

Çizelge 13. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının alınan topraklarda (0-20 cm) toprak EC üzerine etkileri (mmhos/cm)

Uygulamalar	N0	N1	N2	N3	Ort. Ö.D.
Z0	0.772	0.778	0.812	0.813	0.793
Z1	0.796	0.779	0.816	0.814	0.801
Z2	0.798	0.764	0.821	0.814	0.799
Z3	0.791	0.796	0.821	0.821	0.807
Ortalamalar	0.789	0.779	0,817	0.815	
Ö.D.					

*: 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. V.K.: Varyasyon katsayısı

Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

4.13. Zeolit ve Azot Dozlarının Deneme Sonrası Topraklarda Toprak Organik Madde Miktarı Üzerine Etkileri

Toprakların en aktif ve bileşenlerinden birisi toprak organik maddesidir. Toprak içerisinde ve üzerinde bulunan, devamlı ayrışma, değişme ve yeni oluşum olaylarına uğrayan bütün ölü maddelere organik madde denilmektedir (Schaffer ve Ulrich, 1960). Deneme kurulan toprağın % organik madde içeriği 1.15 olarak ve “yetersiz” organik madde içeren toprak konumunda bulunmuştur. Toprak organik maddesi üzerine azot ve zeolit dozları istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Çalışmamızda azot dozlarının artması ile bitki vegetatif aksamı arttığı görülmüştür. Bu durum toprağa kökleri ve toprak üstü aksamının toprağa karıştırılması ile toprak organik madde miktarının artacağı beklenmektedir. Ancak çalışmamızda bitkiler topraklardan sökülerek ölçümler yapılmıştır bu durum toprağa organik madde birikimini engellemiştir. Uygulanan azot ve zeolit dozlarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. (Çizelge 14).

Çizelge 14. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının deneme sonrası topraklarda (0-20 cm) toprak organik madde miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar	N0	N1	N2	N3	Ort. Ö.D.
Z0	1.18	1.18	1.16	1.17	1.17
Z1	1.19	1.19	1.18	1.18	1.18
Z2	1.14	1.21	1.18	1.18	1.17
Z3	1.16	1.16	1.19	1.19	1.17
Ortalamalar	1.16	1.18	1.17	1.18	

*: değerler dört tekerrür 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. V.K.: Varyasyon katsayısı

Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

4.14. Zeolit ve Azot Dozlarının Alınan Topraklarda Toprak Kireç Miktarı Üzerine Etkileri

Topraktaki kireç miktarı bitkiler için önemlidir. Topraktaki temel kireç bileşikleri; kalsiyum ile magnezyum karbonatlar ve dolomittir. Laboratuvar koşullarında, karbonat miktarı nicel olarak belirlenerek % toplam CaCO₃ miktarı cinsinden ifade edilir. Toprak kireç içeriği sınıflamasında deneme toprağı % 7.8 ile orta kireçli sınıfında yer almaktadır. Uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır (Çizelge 15).

Çizelge 15. Farklı dozlarda uygulanan zeolit ve azot dozlarının alınan topraklarda (0-20 cm) toprak kireç miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar	N0	N1	N2	N3	Ort.
Z0	7.82	7.74	7.81	7.67	7.76
Z1	7.67	7.73	7.71	7.56	7.66
Z2	7.38	7.86	7.72	7.67	7.65
Z3	7.38	7.86	7.65	7.72	7.65
Ortalamalar	7.56	7.79	7.72	7.65	

*: değerler dört tekerrür 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. V.K.: Varyasyon katsayısı
Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

5. TARTIŞME VE SONUÇ

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Çiftliği deneme arazisinde biber yetiştiriciliğinde zeolit dozlarının ve azot dozlarının biber bitkisinin verimi ve topraktaki nitrat miktarı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada; toprağa ilave edilen zeolit biber bitkisinin verimi üzerine % 5 önem seviyesinde etkili olurken uygulanan azot dozları arttıkça bitki başına verim % 1 önem seviyesinde etkili olmuştur. Ortalamalar dikkate alındığında zeolit uygulamalarında kontrol (Z0) uygulamasında 737 gr/bitki iken zeolit dozlarının artması ile Z3 uygulamasında 759 gr/bitki olarak belirlenmiştir. Azot uygulamalarında kontrol uygulamasında (N0) meyve ağırlıkları ortalama olarak 469 gr/bitki iken azot dozlarının artışı ile biber bitkisinin meyve ağırlığı sırasıyla 690, 881 ve 943 gr/adet olarak tespit edilmiştir. Bitki gelişim ortamına verilen azotlu gübre bitkinin vegetatif olarak daha fazla gelişimine neden olmuştur.

Zeolitin bitkinin kök bölgesine verdiği 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 nitratı 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.

Toprağa uygulanan azot dozlarının artışı ile yapraklardaki nitrat miktarı artmıştır. Bu artış bitkinin topraktan azot ilavesi ile yapraklarında azot biriktirdiğini göstermektedir. En yüksek yaprak nitrat içeriği N3 azot uygulamasının Z3 zeolit uygulanmayan parselindeki bitkilerden elde edilmiştir. Bu parselde örneklenen yapraklarda nitrat içeriği 108.5 mg NO_3^- kg çıkarken en düşük nitrat içeriği 68.4 mg NO_3^- kg ile Z0N0 uygulamasından elde edilmiştir.

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. 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 zeolitın 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 kullanımını artırmasıyla ve özellikle K gibi değişebilir katyonların yıkanma kayıplarını azaltmasıyla besin elementi kullanım etkinliğini artırdığını bildirmiştir.

Uygulanan zeolit ve azot dozları bitkinin gelişiminde, yaprak nitrat miktarı ve topraktaki azot durumunda etkili olurken meyvenin kalite özellikleri üzerine etkisi önemsiz çıkmıştır. Sadece azot uygulamaları meyvenin suda çözülebilir kuru madde miktarı üzerine % 5 düzeyinde etkili olmuştur. Meyvenin titredilebilir miktarı, pH, ve C vitamini üzerine değişimler uygulamalardan etkilenmemiştir. Polat ve ark. (2005), marul bitkisinde zeolit düzeylerinin kalite özelliklerin SÇKM ve vitamin C üzerine etkisini önemsiz olarak bulmuşlardır. Bitkilerin yaprak renkleri klorofil moleküllerinin bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Klorofil moleküllerini oluşturan besin elementleri içerisinde azot gelmektedir. Bitkideki azot miktarı arttıkça yaprağın rengi daha koyulaşmaktadır buda ölçülen Spad Value değerinin yüksek çıkmasına yol açmaktadır.

Biber bitkisinin yaprak N kapsamı üzerine zeolit dozları önemsiz olurken azot dozları % 5 önem düzeyinde etkili olmuştur. Jones ve ark. (1991) biber için çiçekli ve meyveli bitki aşamasında olgunlaşmasını tamamlamış orta yapraklar için verilen sınır değerler ile denemeden çıkan sonuçlar karşılaştırıldığında makro elementlerinin yeterlilik sınırları içerisinde ve yakın olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışmada kontrol uygulamasına fosfor verilse dahi bitkinin yetersiz azot beslenmesi ile zayıf bir vegetatif gelişim göstermesi neticesinde bitki yapraklarında fosfor yetersiz durumdadır. Bitkinin kök bölgesine verilen azotlu gübreleme ile bitkinin yapraklarının N kapsamı bakımından yeterli sınıfında yer aldığı görülmektedir. Biber bitkisinin yapraklarının K kapsamı üzerine etkisi bakıldığında zeolit dozlarının ve azot uygulamalarının etkisi önemsiz çıkmıştır. Bitkinin kök bölgesine uygulanan azot dozları

bitkinin gelişiminde etkili olurken bünyesine aldığı besin elementi miktarında artırarak topraktan daha fazla N sömürmüştür. Kontrol uygulamasında fosfor yetersizliği bitkinin azot alamamasından kaynaklanmıştır. Azot alımı ile vegetatif gelişim artışı ve iyi bir kök gelişimi ile topraktan fosfor alımı hızlanarak bitki için yeterli bir fosfor seviyesine getirmiştir. Gül ve ark. (2005), topraksız ortamda perlite zeolitin katılması ile birlikte bitkinin dokularında daha fazla azot, fosfor ve potasyuma sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Deneme sonunda parsellerden örneklenen toprakta pH ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler neticesinde azot ve zeolit uygulamalarının etkisi neticesinde toprak pH değişimleri yaşanmıştır. Toprağa atılan azotlu gübreler dozu arttıkça toprak pH seviyelerinde artış yaşanmıştır. Uygulamaların etkisi deneme sonunda alınan toprak örneklerinde yapılan toprak özellikleri üzerine önemli bir etki yapmamıştır. Toprağın pH'sı üzerine zeolit dozlarının etkisi olmaz iken azot dozlarının etkisi % 5 önem seviyesinde olmuştur. Ortama verilen azotlu gübrenin H⁺ iyonu ilavesi ile pH daki değişimleri açıklayabiliriz.

Çalışmamızın ortaya çıkış sebebi zeolitin genel özellikleri nedeniyle topraktaki mineralleri tutma özelliğine sahip olmasından dolayı özellikle toprağa ilave verilen azotlu gübrelerin yayırlılığı üzerine etkilerini araştırmaktır. Çalışmamız sonucunda ortaya çıkan sonuçlar zeolitin topraktaki nitrat azotunu tutma yeteniğinden faydanılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ülkemiz zeolit bakımından zengin düzeydedir. Bu materyalin bol bulunması ve temin edilebilirliğinin yüksek olması topraklı ve topraksız tarımda farklı araştırmaların yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

- Altan, Ö., Çabuk, M., Bozkurt, M., Altan, A., Özkan, K. ve Alçiçek, A., 1998. Tavukçulukta doğal zeolit kullanımı, III, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt, 35, No,1-2-3, s, 25-32, ISSN 1018-6651, İzmir.
- Anonim, 2001. www.mining-eng.org.tr/7.BYKP/ekutup96/o480/zeolit.html
- Ataşlar, E., Kurama, H., Potoğlu, İ., Savaroğlu, F. ve Tokur, S., 1998, Zeolitin Triticum sativum (Buğday) ve Cucumis sativus (Salatalık)'un Çimlenme, Bitki Büyüme ve Gelişmesi Üzerine Etkileri, Çevre Koruma dergisi, 8 (32), 21-27.
- Azam, F. M. S., Al-Labib, B., Jabin, D., Sayeed, M. S. R., Islam, S., Akter, S., Eusufzai, T. K., Khan, H. M. I., Jahan, R. ve Rahmatullah, M., 2012. Study of zeolite application in soil on height and flowering of solanum melongena L. (Solanaceae). American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 6 (4),271-275.
- Azarpour, E., Motamed, M.K., Moraditochae, M. ve Bozorgi, H.R., 2011. Effects of zeolite application and nitrogen fertilization on yield components of cowpea (*Vigna Unguiculata L.*). World Applied Sciences Journal, 14 (5): 687-692.
- Baikova, S.N. ve Semekhina, V.M., 1996. Effectiveness of natural zeolite. Kartoffel-i-Ovoshchi, 3:41-42.
- Balevi, T., Coskun, B., Seker, E. ve 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.
- Baninasab, B., 2009. Effects of the application of natural zeolite on the growth and nutrient status of Radish. Journal of Horticultural Science&Biotechnology, 84(1):13-16.
- Barbarick, K.A., Lai, T.M. ve Eberl, D.D., 1990. Exchange fertilizer (Phosphate Rock plus ammonium-zeolite) effects on sorghum-Sudangrass. Soil Science Society, America Journal, 54: 911- 916.
- Bernardi, A.C.C., Werneck, C.G., Haim, P.G., Rezende, Anasis, P.R.P., Paiva, A.C.C. ve Monte, M.B.M., 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, J.M. 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.
- Budak, Y., 2017. Toprağın Agregasyonu ve Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Zeolitin Etkileri, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Toprak Bilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), 50.
- Cataldo, D.A., Haroon, M., Schrader, L.E. ve Youngs, V.L. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 6(1): 71-80.
- Cemeroğlu, B., 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Biltav Yayınları, Ankara, 381.
- Chapman, H.D. ve Pratt, F.P., 1961. Methods of Analysis For Soils, Plants and Waters, Univ, of California Div, Agr, Sci, USA.
- Demiralay, D., 1993 Toprak Fiziksel Analizleri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143, ss: 131, Erzurum.
- Doran, J. W., Sarrantonio, M. ve Liebig, M.A., 1996. Soil Health and Sustainability, Advances in Agronomy, 56: 1-54.

- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II), Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayınları, No: 1021, 381 s., Ankara.
- Eprikashvili, L., Andronikashvili, T. ve Gamisonia, M., 2010. On the study of positive prolonged effect of natural zeolites on grape yield. Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, 4 (1), 111-113.
- Er, G., 2011. Asidik Topraklara İlave Edilen Diyatomit ve Zeolitin Mısır Bitkisi (*Zea mays*. L. Akpınar, Karadeniz Yıldızı) Çeşitlerinin Kuru Madde Verimi ve Mineral İçeriği Üzerine Etkisi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, (Yüksek Lisans Tezi) 79.
- Ertiftik, H., 1998. Tavuk Dışkımasının Gübre olarak Uygulanabilirliğini Artırma Üzerine Bir Araştırma, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ziraat Fakültesi, Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi 43.
- Gevrek, M.N., Tatar, Ö. and Yağmur, B., 2004. The effects of clinoptilolite application on growth and nutrient ions content in rice grain. Turkish Journal of Field Crops, 14(2): 79-88.
- Gonzalez, J. L., Perez-Caballero, R., Gil, J. ve Benitez, C., 2008. The effect of adding zeolite to soils in order to improve the N-K nutrition of olive trees. American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 2 (1), 321-324.
- Gül, A., Eroğul, D., Ongun, A.R. ve Tepecik, M., 2005. Zeolitin bitkilerin potasyumca beslenmesine etkileri. Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi Çalıştayı, Eskişehir, 3-4 Ekim 2006, 156-163.
- Güngör, Y. ve Erözel, Z., 1994. Drenaj ve Arazi Islahı. Ankara Üniv., Ziraat Fak. Yayınları No:1341, Ders Kitabı:389, Ankara, 232.
- Harland, J., Lane, S. ve Price, D., 1999. Further experiences with recycled zeolite as a substrate for the sweet peper crop, Acta Hort., 481:187-194.
- Işıldar, A.A., 1999. Toprağa zeolit ilavesinin nitrifikasyon üzerine etkisi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23 (1999) 363-368. TÜBİTAK, ANKARA
- Jones, J.R., Wolf, B. ve Mills, H.A., 1991. Plant Analysis Handbook. Micro macro Publishing.
- Kanber, R., Kırdı, C. ve Tekinel, O., 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 21, Ders Kitapları Yayın No:6, Adana.
- Kavoosi, M., 2007. Effects of zeolite application on rice yield, nitrogen recovery, and nitrogen use efficiency. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 38: 69-76.
- Kılıcı, M. ve Sayman, M., 2003, Kızılçam (*Pinus Brutia Ten.*) Fidanı Yetistiriciliğinde Agro-Clino'nun Etkisi, Orman Bakanlığı Yayın No: 208, İzmir Orman Toprak Lab., Yayın No:17, İzmir.
- Knudsen, D., Peterson, G.A. ve Pratt, P.F., 1982, Lithium, Sodium and Potassium Methods of Soil Analysis, Part 2 Chemical and Microbiological Properties, Agronomy Monograph No:9 asa_ sssa, Wisconsin, USA.
- Kocakusak, S., Savasçı, Ö.T. ve Ayok, T., 2001. www.mam.gov.tr/etkinlikler/kitap
- 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.
- Kütük, A.C., Yüksel, M., Sözüdoğru, S., Öner, F. ve Kayabalı, İ., 1996. Gördes zeoliti (klinoptilolit) tüflerinin mineralojisi ve bitki yetistirme ortamında kullanımı. Jeoloji Mühendisliği, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını. Sayı: 48 32-39.

- Lewandowski, A. ve Zumwinkle, M., 1999. Assessing the Soil System. A Review of Soil Quality Literature. Minnesota Department of Agriculture Energy and Sustainable Agriculture Program. pp. 1-63.
- Loboda, B.P., 1999. Agroecological assessment of using substrates from zeolitecontaining rocks in greenhouse grown sweet peppers. *Agrokimiya*, (2): 67-72.
- Leggo, P.J., 2000. An investigation of plant growth in an organo-zeolitic substrate and its ecological significance. *Plant and Soil*, 219: 135-146.
- Mumpton, F.A., 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,
- Mumpton, F.A. ve Ormsby, W.A., 1978. Morphology of zeolites in sedimentary rocks by scanning electron microscopy. *Natural Zeolites*, pp. 113-307.
- Nooria, M., Zendeheleb, M. ve Ahmadi, A., 2006, Using natural zeolite for the improvement of soil salinity and crop yield. *Toxicological and Environmental Chemistry*, 88 (1), 77-84.
- Olsen, S.R., Cole, V., Watanabe, F.S. ve Dean, L.A., 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils By Extraction With Sodiumbicarbonate, *Agricultural Handbook, USA, Soil Department 939, Washington, D,C.*
- Polat, E., Demir, H. ve Onus, A. N., 2005. The Effects on Yield and Quality of Different Level of Zeolite in Lettuce (*Lactuca sativa* var. *longifolia*) Growing, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 95-99,
- Richards, L.A., 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils, U,S,D,A, Handbook, No:60.*
- Spanoghe, P., Smedt, C. ve Someus, E., 2015. Potential and actual uses of zeolites in crop protection. *Pest Management Science*, 71 (10), 1355–1367.
- 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. ve Küçükersan, K., 1987. Zeolitin Yumurta Tavukları Üzerindeki Etkileri, *Lalahan Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 27(1-4): 28-49.

8. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel bilgiler:

Adı Soyadı : Özlem BALCI
Doğum Tarihi ve Yeri : 08 / 07 / 1980
Medeni Hali : Evli
e-mail : ozlem.balci@tarim.gov.tr
Lisans : Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi 2001

İş Deneyimi:

Yıl	Yer	Görev
2005- 2006	: Lider Fide - Aksu/Antalya	: Ziraat Mühendisi
2006 -2007	: Yıldız Fide - Aksu/Antalya	: Ziraat Mühendisi
2011 - 2013	: İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü / Niksar - Tokat	: Ziraat Mühendisi
2013 - Devam ediyor	: İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü / Erbaa - Tokat	: Ziraat Mühendisi