

**UYGUN OLMAYAN FİZİKSEL KOŞULLARA
SAHİP TOPRAKLARIN TOPRAK
DÜZENLEYİCİLERİ İLE İYİLEŞTİRİLMESİ
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Hafize NALBANT

Doktora Tezi

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Duygu BOYRAZ

2013

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

UYGUN OLMAYAN FİZİKSEL KOŞULLARA SAHİP TOPRAKLARIN TOPRAK
DÜZENLEYİCİLERİ İLE İYİLEŞTİRİLMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Hafize NALBANT

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: YRD. DOÇ. DR. DUYGU BOYRAZ

TEKİRDAĞ-2013

Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç. Dr. Duygu BOYRAZ danışmanlığında, Hafize NALBANT tarafından hazırlanan “Uygun Olmayan Fiziksel Koşullara Sahip Toprakların Toprak Düzenleyicileri ile İyileştirilmesi Üzerine Bir Araştırma” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı’nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı: Prof. Dr. M. Turgut SAĞLAM

İmza :

Üye : Prof. Dr. A. Vahap KATKAT

İmza :

Üye : Prof. Dr. Levent ARIN

İmza :

Üye : Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU

İmza :

Üye: Yrd. Doç. Dr. Duygu BOYRAZ (Danışman)

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

UYGUN OLMAYAN FİZİKSEL KOŞULLARA SAHİP TOPRAKLARIN TOPRAK DÜZENLEYİCİLERİ İLE İYİLEŞTİRİLMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Hafize NALBANT

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Duygu BOYRAZ

Tarım topraklarında yaşanan sorunların giderilebilmesi için çeşitli toprak düzenleyicilerin uygulanması son yıllarda giderek yaygınlaşmıştır. Toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak hangi tip toprağa hangi düzenleyicinin uygulanmasının gerekliliği ortaya konulmalıdır. Bu amaçla yapılan çalışmada; farklı tekstür sınıfındaki 8 adet toprağa tarımda ağırlıklı olarak kullanılan zeolit (% 1,25-2,5-5), pomza (% 5-10-20) ve son yıllarda tarımda kullanılması gündeme gelen diatomit (% 0,5-1-2)'in kontrol dâhil 4 farklı dozu hacimsel olarak karıştırılmış ve tesadüf blokları deneme desenine göre 2 tekerrürlü saksı denemesi olarak yürütülmüştür. Çalışma sonucunda, uygulanan düzenleyici ve farklı dozlarının toprağın tarla kapasitesi, solma noktası, hidrolik iletkenlik, hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, porozite özelliklerine ve bitki kök uzunluğu, bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri irdelenmiştir. Geçirgenlikleri yavaş geçirgen sınıfında olan ince tekstürlü N1, N2 ve N4 topraklarının geçirgenliğini arttırmak için pomzanın % 5 dozu önerilmektedir. Siltli kil tın tekstür sınıfındaki N5 toprağının geçirgenliğinde ise zeolit % 5 dozu etkili olmuştur. Tarla kapasitesi ve solma noktası nem değerlerinden incelenen faydalı su kapasitesi nem değerleri N2, N3, N4, N5, N6 ve N7 toprakları için artışı sağlayan düzenleyici zeolit olmuştur. Hacim ağırlığı 1,19 g/cm³ olan N3 toprağının hacim ağırlığında en fazla artışı diatomitin % 2 dozunun sağladığı bulunmuştur. Yüksek kum fraksiyonuna sahip N7 gibi toprakların geçirgenliğinin düşürülmesi için zeolit ve pomzanın, N8 toprağının geçirgenliğinde ise pomzanın % 20 dozunun kullanılması uygundur.

Anahtar Kelimeler: toprak düzenleyicileri, zeolit, diatomit, pomza, tarla kapasitesi, toprak tekstürü

2013, 116 sayfa

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

A RESEARCH ON IMPROVING WITH THE SOIL CONDITIONERS OF THE SOIL HAVING UNSUITABLE PHYSICAL CONDITIONS

Hafize NALBANT

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Duygu BOYRAZ

In recent years, the use of soil conditioners has become increasingly commonly for the on improving of various problems in agricultural soils. Depending on the physical character of the soil, which improver is suitable for which type of soil must be revealed. In this study, 4 different doses (0, 1,25, 2,5, and 5 %), (0, 5, 10 and 20 %) and (0, 0,5, 1 and 2 %) including commonly used of agriculture zeolite, pumice and not commonly used of agriculture diatomite control, mixed volumetrically into 8 pieces of different soil texture class, and 2 replications pot experiment was carried out according to randomized block design. As a result, the conditioners and different doses of the soil field capacity, wilting point, hydraulic conductivity, bulk density, particle density, porosity characteristics and plant root length, seedling dry weight effects were examined. Slow permeability of the coarse textured soil permeable class in soil which have been N1, N2 and N4 recommended dose is 5% of the soils of pumice in order to increase their permeability. Silty clay loam soil texture class which has been N5 zeolite 5 % of the dose was effective permeability. Field capacity and wilting point moisture investigated available water content values for N2, N3, N4, N5, N6 and N7, conditioner zeolite which has been increased to the territory. Which is N3 soil volume weighing up to increase diatomite 2 % of the dose to be provided to respectively by 1,19 g/cm³. High sand fractions have N7, such as the permeability of the soils and to reduce the use of zeolite and pumice, N8 soil is permeability to the pumice is 20 % of the dose to be used, it is appropriate.

Keywords: soil conditioners, zeolit, diatomite, pomza, field capacity, soil texture

2013, 116 pages

TEŞEKKÜR

Lisans eğitiminden itibaren eğitimimin ve öğretimimin her aşamasında bilgisini, tecrübesini ve desteğini esirgemeyip önümde yeni ufuklar açan ve öğrenmenin en belirleyici özelliğinin; öğrenmenin sürekliliğiyle birlikte bilgiyi ihtiyaçlar doğrultusunda işleyebilmenin önemini ve bilincini aşıl原因, insan yetiştirmeının önemini ve özenini tüm yaşantısına temel ilke edinen toprak bilimine duyduğu aşkı bizimle paylaşıp her birimizi birer “toprak sevdalısı” olma değeriyle tanıştıran hoş sohbetlerinde kıssandan hisselerle bize yol gösteren, bizler için kendi zamanından çalan, hoşgörüsünü ve sevgisini benden esirgemeyen, Saygı değer ve Sevgili rahmetli hocam Sayın Prof. Dr. Cemil CANGİR’e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunmaktan onur duyarım.

Hocam Sayın Prof. Dr. Cemil CANGİR’in vefatından sonra danışmanlığımı üstlenerek “toprak sevdalısı” olarak bilimin ışığında yürümeme ve bu yolda doktora tezinin her aşamasında bilgisini ve tecrübesini, yardımını ve desteğini esirgemeyen, doktora tezinin tamamlanması aşamasında beni yönlendiren, lisans eğitimimden itibaren kendisinden çok şeyler öğrendiğim hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Duygu BOYRAZ’a, ayrıca bilim yolunda yürümem için bana destek olan, lisans eğitimimden itibaren bilgisini, tecrübesini benimle paylaşıp, yönlendiren ve bu doktora tezinde yardımını, desteğini benden esirgemeyen Sayın Prof. Dr. M. Turgut SAĞLAM hocama sonsuz teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Değerli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan ve bu doktora tezinde yardım ve desteklerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Levent ARIN, Sayın Prof. Dr. A. Vahap KATKAT ve Sayın Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU’na, istatistik analizlerin yapımında bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç Dr. Süreyya ALTINTAŞ’a, Ar. Gör. Hüseyin SARI’ya yardımları için teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuar analizlerinin bir bölümünde kurumun imkânlarını bana açan Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma İstasyonu Müdürlüğü Müdürü Sayın Dr. Fatih BAKANOĞULLARI’na, Müdür Yrd. Dr. M. Ali GÜRBÜZ’e, benden yardımlarını esirgemeyen öncelikle laboratuar çalışma arkadaşlarıma ve bana ilk günden itibaren güler yüzlü ve sıcak bir çalışma ortamı sunan, hoş sohbetlerini benden esirgemeyerek beni içlerinden biri olarak kabul eden tüm personeline içten teşekkür ederim.

Bu doktora tezi NKUBAP.00.24.DR.10.04 numaralı Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) olarak desteklenmiştir. Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederim.

Son olarak tüm yaşamım boyunca bana maddi manevi desteklerinin yanında sabır ve anlayışlarını da benden esirgemeyen sevgili babama, anneme ve ablama teşekkür ederim.

SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ

Alüminyum oksit	Al_2O_3
Amonyak	NH_3
Amonyum azotu	NH_4^+-N
Amonyum iyonu	NH_4^+
Amonyum sülfat	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Angstrom	Å
Argon	Ar
Azot	N
Bakır	Cu
Baryum	Ba
Civa	Hg
Çinko	Zn
Demir oksit	Fe_2O_3
Demir	Fe
Gümüş	Ag
Hidrojen sülfür	H_2S
Jul	J
Kadmiyum	Cd
Kalsiyum oksit	CaO
Kalsiyum	Ca
Karbon dioksit	CO_2
Karbon monoksit	CO
Kobalt	Co
Kripton	Kr
Krom	Cr

Ksenon	Xe
Kurşun	Pb
Kübik ayak başına libresi	lb/ft ³
Litre	L
Lityum	Li
Magnezyum oksit	MgO
Mangan oksit	MnO
Metanol (formaldehit)	HCOH
Nirtat azotu	NO ₃ ⁻ -N
Oksijen	O ₂
Potasyum	K
Potasyum oksit	K ₂ O
Rubidyum	Rb
Sezyum 137	Cs ¹³⁷
Silisyum	Si
Silisyum dioksit	SiO ₂
Sodyum	Na
Sodyum oksit	Na ₂ O
Stronsiyum	Sr
Stronsiyum 90	Sr ⁹⁰
Su	H ₂ O
Titanyum dioksit	TiO ₂

Kısaltmalar

1 numaralı toprakta diatomit uygulaması	N1-D
1 numaralı toprakta pomza uygulaması	N1-P
1 numaralı toprakta zeolit uygulaması	N1-Z
3 numaralı toprakta diatomit uygulaması	N3-D
3 numaralı toprakta pomza uygulaması	N3-P
3 numaralı toprakta zeolit uygulaması	N3-Z
4 numaralı toprakta diatomit uygulaması	N4-D
4 numaralı toprakta pomza uygulaması	N4-P
4 numaralı toprakta zeolit uygulaması	N4-Z
5 numaralı toprakta diatomit uygulaması	N5-D
5 numaralı toprakta diatomitin 0 dozu (kör)	N5-D0
5 numaralı toprakta diatomitin 1. dozu (% 0,5)	N5-D1
5 numaralı toprakta diatomitin 2. dozu (% 1)	N5-D2
5 numaralı toprakta diatomitin 3. dozu (% 2)	N5-D3
5 numaralı toprakta pomza uygulaması	N5-P
5 numaralı toprakta pomzanın 0 dozu (kör)	N5-P0
5 numaralı toprakta pomzanın 1. dozu (% 5)	N5-P1
5 numaralı toprakta pomzanın 2. dozu (% 10)	N5-P2
5 numaralı toprakta pomzanın 3. dozu (% 20)	N5-P3
5 numaralı toprakta zeolit uygulaması	N5-Z
6 numaralı toprakta diatomit uygulaması	N6-D
6 numaralı toprakta pomza uygulaması	N6-P
6 numaralı toprakta zeolit uygulaması	N6-Z
8 numaralı toprakta diatomit uygulaması	N8-D
8 numaralı toprakta pomza uygulaması	N8-P
8 numaralı toprakta zeolit uygulaması	N8-Z

Azot Fosfor Potasyum	NPK
Bitki Kök Uzunluğu	BKU
Bitki Kuru Ağırlığı	BKA
Denemede kullanılan 1 numaralı toprak rneği	N1
Denemede kullanılan 2 numaralı toprak rneği	N2
Denemede kullanılan 3 numaralı toprak rneği	N3
Denemede kullanılan 4 numaralı toprak rneği	N4
Denemede kullanılan 5 numaralı toprak rneği	N5
Denemede kullanılan 6 numaralı toprak rneği	N6
Denemede kullanılan 7 numaralı toprak rneği	N7
Denemede kullanılan 8 numaralı toprak rneği	N8
Diatomit % 0 uygulama dozu (kontrol)	D0
Diatomit % 0,5 uygulama dozu	D1
Diatomit % 1 uygulama dozu	D2
Diatomit % 2 uygulama dozu	D3
Diatomit toprağı	DE
Düzenleyici Adı	DA
Düzenleyici Ana Etkisi	DAE
Düzenleyici Dozu	DD
Elektriki Kondaktivite	EC
Faydalı Su Kapasitesi	FSK
Hacim Ağırlığı	HA
Hidrolik İletkenlik	Hİ
Kalsit Kil	CC
Kanada Torfu	CSP
Katyon Değişim Kapasitesi	KDK
Kızdırma kaybı	LOI

Kil	C
Kimyasal formülde değişebilir katyonlar	M ⁺ /M ⁺⁺
Kumlu kil tın	SCL
Kumlu Taban Toprağı	RZS
Kumlu tın	SL
Polyacrylamid	PAM
Pomza % 0 uygulama dozu (kontrol)	P0
Pomza % 10 uygulama dozu	P2
Pomza % 20 uygulama dozu	P3
Pomza % 5 uygulama dozu	P1
Siltli kil tın	SiCL
Siltli kil	SiC
Solma Noktası	SN
Tane Yoğunluğu	TY
Tarla Kapasitesi	TK
Tavuk Gübresi Kompostu	TGK
Toplam Porozite	TP
Toprak Reaksiyonu	pH
Zeolit % 0 uygulama dozu (kontrol)	Z0
Zeolit % 1,25 uygulama dozu	Z1
Zeolit % 2,5 uygulama dozu	Z2
Zeolit % 5 uygulama dozu	Z3

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	iv
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Tarımda Zeolit Uygulamaları	4
2.2. Tarımda Pomza Uygulamaları	8
2.3. Tarımda Diatomit Uygulamaları	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM	16
3.1. Materyal	16
3.1.1. Denemede kullanılan topraklar	16
3.1.2. Denemede kullanılan toprak düzenleyicileri ve mısır bitkisi	17
3.1.2.1. Zeolit	17
3.1.2.2. Pomza	21
3.1.2.3. Diatomit	24
3.1.2.4. Mısır bitkisi	27
3.2. Yöntem	27
3.2.1. Fiziksel ve kimyasal analiz yöntemleri	27
3.2.2. Saksı denemesinin kurulması	29
3.2.3. Mısır bitkisinin yetiştirilmesi	30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	31
4.1. Deneme Topraklarının Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ve Bitki Besin Elementi İçerikleri	31
4.2. Toprak Düzenleyicilerinin Uygulama Sonuçları	34
4.2.1. Zeolit, diatomit ve pomza uygulamalarının N1 toprağı üzerine etkisi	34
4.2.2. Zeolit, diatomit ve pomza uygulamalarının N2 toprağı üzerine etkisi	44
4.2.3. Zeolit, diatomit ve pomza uygulamalarının N3 toprağı üzerine etkisi	51

4.2.4. Zeolit, diatomit ve pomza uygulamalarının N4 toprağı üzerine etkisi	59
4.2.5. Zeolit, diatomit ve pomza uygulamalarının N5 toprağı üzerine etkisi	67
4.2.6. Zeolit, diatomit ve pomza uygulamalarının N6 toprağı üzerine etkisi	77
4.2.7. Zeolit, diatomit ve pomza uygulamalarının N7 toprağı üzerine etkisi	86
4.2.8. Zeolit, diatomit ve pomza uygulamalarının N8 toprağı üzerine etkisi	93
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	100
6. KAYNAKLAR	108
ÖZGEÇMİŞ	116

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1.2.1.1. a. Klinoptilolit'in elektron mikroskobundan görüntüsü, b: Zeolitlerin moleküler elek yapısı c: Zeolitlerin bir maddeyi absorblamasının şematize edilmesi	19
Şekil 3.1.2.3.1. Elektron mikroskobu altında diatomit strüktürünün görüntüsü	24
Şekil 4.2.1.1. Düzenleyici dozlarının N1 toprağının tarla kapasitesi ve solma noktasına etkisi.....	36
Şekil 4.2.1.2. Düzenleyici dozlarının N1 toprağının hacim ağırlığına etkisi	38
Şekil 4.2.1.3. Düzenleyicilerin N1 toprağının hacim ağırlığına etkisi	39
Şekil 4.2.1.4. Düzenleyici dozlarının N1 toprağının toplam poroziteye etkisi	39
Şekil 4.2.1.5. Düzenleyicilerin N1 toprağının toplam porozitesine etkisi.....	40
Şekil 4.2.1.6. Düzenleyici dozlarının N1 toprağının hidrolik iletkenliğe etkisi.....	41
Şekil 4.2.1.7. Düzenleyicilerin N1 toprağının hidrolik iletkenliğe etkisi.....	41
Şekil 4.2.1.8. Düzenleyicilerin N1 toprağının kök uzunluğuna etkisi.....	42
Şekil 4.2.1.9. Zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N1 toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin kök gelişimi	42
Şekil 4.2.1.10. Düzenleyici dozlarının N1 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi.....	43
Şekil 4.2.1.11. Düzenleyicilerin N1 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi.....	43
Şekil 4.2.2.1. Düzenleyici dozlarının N2 toprağının tarla kapasitesi ve solma noktasına etkisi.....	44
Şekil 4.2.2.2. Düzenleyici dozlarının N2 toprağının hacim ağırlığına etkisi	47
Şekil 4.2.2.3. Düzenleyici dozlarının N2 toprağının tane yoğunluğuna etkisi.....	47
Şekil 4.2.2.4. Düzenleyicilerin N2 toprağının tane yoğunluğuna etkisi.....	48
Şekil 4.2.2.5. Düzenleyici dozlarının N2 toprağının toplam porozitesine etkisi.....	49
Şekil 4.2.2.6. Düzenleyici dozlarının N2 toprağının hidrolik iletkenliğe etkisi.....	50
Şekil 4.2.2.7. Düzenleyicilerin N2 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi.....	50
Şekil 4.2.3.1. Düzenleyici dozlarının N3 toprağının tarla kapasitesi ve solma noktasına etkisi.....	53
Şekil 4.2.3.2. Düzenleyici dozlarının N3 toprağının hacim ağırlığına etkisi	54
Şekil 4.2.3.3. Düzenleyici dozlarının N3 toprağının toplam porozitesine etkisi.....	55
Şekil 4.2.3.4. Düzenleyici dozlarının N3 toprağının hidrolik iletkenliğine etkisi.....	56
Şekil 4.2.3.5. Düzenleyicilerin N3 toprağında bitki kök uzunluğuna etkisi.....	57

Şekil 4.2.3.6. Zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N3 toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin kök gelişimi	57
Şekil 4.2.3.7. Düzenleyici dozlarının N3 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi.....	58
Şekil 4.2.3.8. Düzenleyicilerin N3 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi.....	58
Şekil 4.2.4.1. Düzenleyici dozlarının N4 toprağının tarla kapasitesi ve solma noktasına etkisi.....	61
Şekil 4.2.4.2. Düzenleyicilerin N4 toprağının solma noktasına etkisi	61
Şekil 4.2.4.3. Düzenleyici dozlarının N4 toprağının hacim ağırlığına etkisi	62
Şekil 4.2.4.4. Düzenleyici dozlarının N4 toprağının toplam porozitesine etkisi.....	63
Şekil 4.2.4.5. Düzenleyici dozlarının N4 toprağının hidrolik iletkenliğine etkisi.....	64
Şekil 4.2.4.6. Düzenleyicilerin N4 toprağında kök uzunluğuna etkisi	64
Şekil 4.2.4.7. Zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N4 toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin kök gelişimi	65
Şekil 4.2.4.8. Düzenleyici dozlarının N4 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi.....	66
Şekil 4.2.4.9. Düzenleyicilerin N4 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi.....	66
Şekil 4.2.5.1. Düzenleyici dozlarının N5 toprağının tarla kapasitesi ve solma noktasına etkisi.....	67
Şekil 4.2.5.2. Düzenleyicilerin N5 toprağının solma noktasına etkisi	69
Şekil 4.2.5.3. Düzenleyici dozlarının N5 toprağının hacim ağırlığına etkisi	70
Şekil 4.2.5.4. Düzenleyicilerin N5 toprağının hacim ağırlığına etkisi	70
Şekil 4.2.5.5. Düzenleyici dozlarının N5 toprağının tane yoğunluğuna etkisi.....	71
Şekil 4.2.5.6. Düzenleyicilerin N5 toprağının tane yoğunluğuna etkisi.....	71
Şekil 4.2.5.7. Düzenleyici dozlarının N5 toprağının toplam porozitesine etkisi.....	72
Şekil 4.2.5.8. Düzenleyici dozlarının N5 toprağının hidrolik iletkenliğine etkisi.....	73
Şekil 4.2.5.9. Düzenleyici dozlarının N5 toprağında kök uzunluğuna etkisi	73
Şekil 4.2.5.10. Düzenleyicilerin N5 toprağında kök uzunluğuna etkisi	74
Şekil 4.2.5.11. Farklı dozlarda pomza uygulanmış N5 toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin kök gelişimi	74
Şekil 4.2.5.12. Zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N5 toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin kök gelişimi	75
Şekil 4.2.5.13. Düzenleyici dozlarının N5 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi.....	76
Şekil 4.2.5.14. Düzenleyicilerin N5 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi.....	76
Şekil 4.2.6.1. Düzenleyici dozlarının N6 toprağında tarla kapasitesi ve solma noktasına etkisi.....	79

Şekil 4.2.6.2. Düzenleyicilerin N6 toprağının solma noktasına etkisi	79
Şekil 4.2.6.3. Düzenleyici dozlarının N6 toprağının hacim ağırlığına etkisi	80
Şekil 4.2.6.4. Düzenleyicilerin N6 toprağının hacim ağırlığına etkisi	81
Şekil 4.2.6.5. Düzenleyici dozlarının N6 toprağının toplam porozitesine etkisi.....	82
Şekil 4.2.6.6. Düzenleyici dozlarının N6 toprağının hidrolik iletkenliğine etkisi.....	83
Şekil 4.2.6.7. Düzenleyicilerin N6 toprağının hidrolik iletkenliğe etkisi.....	83
Şekil 4.2.6.8. Düzenleyicilerin N6 toprağında kök uzunluğuna etkisi.....	84
Şekil 4.2.6.9. Zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N6 toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin kök gelişimi	84
Şekil 4.2.6.10. Düzenleyici dozlarının N6 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi.....	85
Şekil 4.2.6.11. Düzenleyicilerin N6 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi.....	85
Şekil 4.2.7.1. Düzenleyici dozlarının N7 toprağının tarla kapasitesi ve solma noktasına etkisi.....	88
Şekil 4.2.7.2. Düzenleyici dozlarının N7 toprağının tane yoğunluğuna etkisi.....	89
Şekil 4.2.7.3. Düzenleyicilerin N7 toprağının tane yoğunluğuna etkisi.....	90
Şekil 4.2.7.4. Düzenleyici dozlarının N7 toprağının hidrolik iletkenliğine etkisi.....	91
Şekil 4.2.7.5. Düzenleyicilerin N7 toprağının hidrolik iletkenliğine etkisi.....	92
Şekil 4.2.8.1. Düzenleyici dozlarının N8 toprağının tarla kapasitesi ve solma noktasına etkisi.....	93
Şekil 4.2.8.2. Düzenleyicilerin N8 toprağının tarla kapasitesine etkisi.....	95
Şekil 4.2.8.3. Düzenleyici dozlarının N8 toprağının hacim ağırlığına etkisi	96
Şekil 4.2.8.4. Düzenleyicilerin N8 toprağında hacim ağırlığına etkisi.	97
Şekil 4.2.8.5. Düzenleyici Dozlarının N8 toprağının hidrolik iletkenliğine etkisi.....	97
Şekil 4.2.8.6. Düzenleyicilerin N8 toprağında kök uzunluğuna etkisi	98
Şekil 4.2.8.7. Zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N8 toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin kök gelişimi	98
Şekil 4.2.8.8. Düzenleyicilerin N8 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi.....	99
Şekil 5.1. Zeolitin faydalı su üzerine etkisi	105
Şekil 5.2. Diatomitin faydalı su üzerine etkisi	105
Şekil 5.3. Pomzanın faydalı su üzerine etkisi.....	106

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1.1.1. Toprak örneklerinin alındığı yerler	16
Çizelge 3.1.2.1.1. Denemede kullanılan zeolitin mineral içeriği	20
Çizelge 3.1.2.1.2. Denemede kullanılan zeolitin kimyasal içeriği	20
Çizelge 3.1.2.1.3. Denemede kullanılan zeolitin fiziksel özelliği	20
Çizelge 3.1.2.1.4. Denemede kullanılan zeolitin katyon değişim kapasitesi (KDK) analiz sonuçları	21
Çizelge 3.1.2.2.1. Asidik ve bazik pomzaların genel kimyasal bileşimi	22
Çizelge 3.1.2.2.2. Denemede kullanılan pomzanın özellikleri	23
Çizelge 3.1.2.3.1. Denemede kullanılan diatomitin kimyasal özellikleri	26
Çizelge 3.1.2.3.2. Denemede kullanılan diatomitin fiziksel özellikleri	26
Çizelge 3.2.2.1. Denemede kullanılan toprak düzenleyicilerinin hacim esasına göre deneme deseni	30
Çizelge 4.1.1. Denemede kullanılan toprakların fiziksel analiz sonuçları	31
Çizelge 4.1.2. Denemede kullanılan toprakların kimyasal analiz sonuçları	32
Çizelge 4.1.3. Denemede kullanılan toprakların bitki besin elementleri içerikleri	33
Çizelge 4.2.1.1. Farklı dozlarda zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N1 toprağının bazı fiziksel analiz sonuçlarının, bitki kök uzunluğu ve kuru ağırlığının Duncan testi ile değerlendirilmesi	35
Çizelge 4.2.2.1. Farklı dozlarda zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N2 toprağının bazı fiziksel analiz sonuçlarının, bitki kök uzunluğu ve kuru ağırlığının Duncan testi ile değerlendirilmesi	45
Çizelge 4.2.3.1. Farklı dozlarda zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N3 toprağının bazı fiziksel analiz sonuçlarının, bitki kök uzunluğu ve kuru ağırlığının Duncan testi ile değerlendirilmesi	52
Çizelge 4.2.4.1. Farklı dozlarda zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N4 toprağının bazı fiziksel analiz sonuçlarının, bitki kök uzunluğu ve kuru ağırlığının Duncan testi ile değerlendirilmesi	60
Çizelge 4.2.5.1. Farklı dozlarda zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N5 toprağının bazı fiziksel analiz sonuçlarının, bitki kök uzunluğu ve kuru ağırlığının Duncan testi ile değerlendirilmesi	68

Çizelge 4.2.6.1. Farklı dozlarda zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N6 toprağının bazı fiziksel analiz sonuçlarının, bitki kök uzunluğu ve kuru ağırlığının Duncan testi ile değerlendirilmesi	78
Çizelge 4.2.7.1. Farklı dozlarda zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N7 toprağının bazı fiziksel analiz sonuçlarının Duncan testi ile değerlendirilmesi	87
Çizelge 4.2.8.1 Farklı dozlarda zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N8 toprağının bazı fiziksel analiz sonuçlarının, bitki kök uzunluğu ve kuru ağırlığının Duncan testi ile değerlendirilmesi	94

1. GİRİŞ

Tarımsal üretimde yeni geliştirilen üretim ortamları olmasına rağmen, tarımın temeli toprağa dayanmaktadır. Tarımsal alanlardan elde edilecek ürünün miktar ve kalitesini artırmak amacıyla yapılan tarımsal faaliyetler, çeşitli kimyasalların kullanımı, tarımsal alanların sürdürülebilirliğini tehlikeye düşürebilmektedir. Tarım alanlarının yoğun ve bilinçsiz olarak kullanımı, toprakta organik maddenin azlığına, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının bozulmasına neden olmakta ve tarım alanlarının verimli ve sürdürülebilir kullanılabilme yeteneklerini sınırlamaktadır (**Gül 2008**).

Toprakların içerdiği kil ve kum oranlarının azlığı ve çokluğu da toprak sorunlarına neden olmaktadır. Topraklarda kil katmanının fazlalığı kök gelişimini ve su iletimini düşürebilir. Kil varlığı nedeniyle fizyolojik derinliği sınırlanmış topraklarda gerekli ıslah tedbirleri alınmalıdır. Yarayışlı su tutma kapasitesi ağır bünyeli topraklarda yüksek olsa bile, fazla kilin bitkilerin kök gelişimi açısından sorunlara neden olduğu bilinmektedir. Ayrıca kil varlığı su tutma kapasitesini olumsuz etkilemektedir. Fazla kil içeren bir toprağın alt horizonları, bir toprağın göstermesi gereken değerler oldukça üzerinde hacim ağırlığına sahip olabilmektedir. Toprağın hacim ağırlığının yüksek değerlerde olması durumunda, özellikle topraktaki su ve hava döngüsü olumsuz yönde etkilenmekte ve bitkilerin kök gelişimleri ile su iletimi ve su tutma gibi özelliklerinde sorunlar görülmektedir. Dolayısıyla bu sorunların giderilmesi gerekmektedir (**Göl ve Dengiz 2006**).

Kumlu topraklar kaba bünyeli hafif topraklar olup, %70'den fazla kum içerirler. Daha çok kuars taneciklerinden ibarettirler. Tanecikler arasındaki kohezyon çok zayıf, su ve bitki besin maddelerini tutma güçleri ve kapasiteleri çok düşüktür. Su tutma kapasitelerinin düşüklüğü, kumlu topraklarda verim azlığının en önemli nedenidir. Toprak çabucak kurur ve ilkbaharda erken ısınır. Hızlı su hareketine bağlı olarak besin maddeleri ve topraktaki diğer çözünebilir maddeler de kuvvetle yıkanır (**Bahtiyar 1996, Sağlam ve ark. 1993**).

Türkiye geneline bakıldığında bünye bakımından en yaygın alanı, tınlı topraklar (16.566.568 ha) kapsamaktadır. Bunu sırasıyla; killi tınlı (13.599.421 ha), killi topraklar (1.556.953 ha), kumlu topraklar (1.074.367 ha) ve ağır killi topraklar (16.229 ha) izlemektedir. Bu bünyedeki toprakların oransal dağılımı yukarıda belirtilen sıraya göre; % 50,49, % 41,44, % 4,74, % 3,27 ve % 0,05'dir (**Haktanır ve ark. 2000**). Tarım yapılan topraklarda kil ve kum oranına bağlı sorunların varlığında; kil içeriği yüksek topraklar

yetiştirilen bitki de mekanik olarak sorun yaratmaktadır. Kumlu topraklarda ise bitki ihtiyaç duyduğu besin elementlerinden yararlanamaz ve bitki fizyolojik olarak zarar görür. Tarımsal üretimde toprağın fiziksel özelliklerinden meydana gelen bazı sorunları düzeltmek için çeşitli toprak düzenleyicileri kullanılmaktadır.

Fiziksel özelliklerinin bozulmasına sebep olan faktörlere bağlı olarak yapısı bozulan, verimini ve üretkenliğini kaybeden toprakların ıslah edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla günümüzde çok çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Ancak uygulanan yöntemlerin ekonomik açıdan uygun olması, hem toprak yapısını düzenleyici hem de bitki gelişimini artırıcı olması zorunludur (**Gül 2008**).

Süs bitkilerinde ise çimlenme ortamı olarak, nemini sürekli koruyan tınlı topraklar daha çok kullanılmaktadır. Hafif kumlu topraklar nemini kolayca kaybederek kururken, ağır killi topraklarda ise drenaj kötü ve havalanma yetersiz olduğundan, kurudukça çatlayan sert bir yüzey oluştururlar. Bu da çimlenmeyi engelleyici etkide bulunur (**Mengüç 1995**). Fide-fidan ve süs bitkisi yetiştiriciliğinde de üretim ortamlarının killi topraklarda kötü drenaj, yetersiz havalanma ve kumlu toprakların nemini kaybederek çabuk kurumalarından kaynaklanan fiziksel sorunların düzeltilmesi için toprak düzenleyicileri, yetiştirme ortamlarına eklenerek kullanılmaktadır.

Sürdürülebilir tarım için toprakların uygun hale getirilmesi ve uygun amenajman işlemlerinin uygulanması bu nedenle öncelikli konudur. Toprakların tekstür yapılarından kaynaklanan sorunların, killi veya kumlu bünyeleri değiştirilerek düzeltilmesi imkânsızdır. Ancak ağırlıklı olarak kil minerallerinin ve kum fraksiyonunun fazlalığından kaynaklanan fiziksel sorunların giderilerek düzeltilmesi ve uygun tav koşullarının elde edilmesi için uzun yıllardan beri tarımda organik ve inorganik kaynaklı toprak düzenleyicileri kullanılmaktadır.

Toprakların fiziksel özelliklerinin geliştirilerek strüktür stabiliteilerinin artırılması, toprakta iletkenliğin artışına, profilde normal su rejiminin düzelmesine ve bitkiye elverişli duruma gelmesine olanak sağlamaktadır (**Munsuz 1973**).

Bu çalışmada ülkemizde kolay bulunabilen 1 adet organik kökenli toprak düzenleyicisi (diatomit) ile 2 farklı inorganik toprak düzenleyicisinin (zeolit ve pomza) farklı dozlarının uygulanmasıyla; ekonomik değeri yüksek olan bitkilerin yetiştiriciliğinde ve/veya saksı, sera, fide, fidan yetiştiriciliğinde uygun olmayan fiziksel özelliklere sahip toprakları hangi düzenleyici ve/veya uygulama dozlarının iyileştirdiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bununla

birlikte denemede kullanılan düzenleyicilerin, ülkemizde üretimi yaygın olarak yapılan mısır bitkisinin kök gelişimi üzerine etkisi irdelenerek düzenleyicilerin toprağın fiziksel sorunlarının giderilmesine etkisinin yanında, kök gelişimi üzerine etkisinin de araştırılması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Tarımda Zeolit Uygulamaları

Zeolit yüksek katyon değişim kapasitesi ve su tutma özelliğiyle iyi bir toprak düzenleyicisidir (Özdemir ve ark. 2005). Mumpton (1983), Gote ve Nimaki (1980), zeolitin toprağa ilave edilmesiyle su rejimini düzelttiğini ve bitki besin maddelerinin yıkanmasını engellediğini saptamışlardır.

Nishita ve Haug (1972), toprağa % 30 oranında zeolit karıştırılması sonucunda bitkiler tarafından alınan Cs¹³⁷'nin büyük ölçüde engellendiğini bildirmişlerdir.

Toprakta nitrifikasyon üzerine zeolitin etkisini inceleyen Mac Kown (1978), 3 ton/da düzeyinde değişebilir-NH₄⁺'lu zeolit uyguladığı tınlı kum ve siltli killi tın tekstürdeki topraklarda nitrifikasyonun sırasıyla % 11 ve % 4 oranında azaldığını ortaya çıkarmıştır. Lewis ve ark. (1984) yaptıkları bir araştırmada, değişebilir-NH₄⁺'lu zeolitin (=75 mg N/kg toprak), kaba (%6 kil) ve orta (%12 kil) tekstürlü topraklarda band halinde uyguladığında, turpta pozitif büyüme cevabı alındığını ve kaba tekstürlü toprakta NO₃⁻-N yıkanmasını azalttığını saptamıştır.

Japonya'da çiftçilerin azotlu gübrelere zeolit ekleyerek azotun topraktan yıkanmasına engel olmaya çalışılmış ve zeolitin topraktan azotun yıkanmasını engellediği bulunmuştur (Mumpton ve Ormsby 1978).

Tüzüner ve Tınay (1984) toprağa 1, 2, 4, 8 ton/da düzeylerinde uygulanan zeolitin uygulama düzeyindeki artışa bağlı olarak tutulan nem miktarını önemli ölçüde artırdığını belirlemişlerdir.

Gworek (1992), otoyol kenarlarında yer alan kurşunla kirlenmiş topraklara zeolit ilavesi ile bitki bünyesine alınan kurşunun % 49-78 oranında azaldığını bildirmiştir.

Işıldar (1992) yaptığı bir araştırmada, 10'ar gün ara ile tarla kapasitesinin biraz üzerinde su verilen kaba tekstürlü bir toprakta; yıkanan toplam azot'un (NH₄⁺+NO₃⁻-N) zeolit uygulamasıyla kontrole göre azaldığını, ancak zeolit uygulama düzeyindeki artışa bağlı olarak arttığını saptamıştır.

Velichka (1993) tarafından bildirildiğine göre, Rusya’da yapılmış olan bir araştırmada radyoaktif bir element olan Sr^{90} , a karşı zeolit minerali kullanılmıştır. Toprağa 10 ton/ha zeolit uygulanması ile bitki bünyesine alınan Sr^{90} , in azaldığının gözlenmiş olduğunu rapor etmiştir.

Zeolit kullanılarak ve kullanılmadan hazırlanan çim sahalarda yapılan incelemelerde, zeolit uygulanmış sahalarda çimin köklerinin 7-14 cm derinlikte, çok kuvvetli ve pek çok besleme kökü içerecek şekilde geliştiği görülmüş, buna karşılık zeolit uygulanmamış sahalardaki çimlerin köklerinin 1,5-5 cm derinlikte, oldukça zayıf ve yetersiz sayıda besleme kökü içerdiği belirlenmiştir (**Çulfaz ve ark. 1995**).

Kütük ve ark. (1996), saksıda yetiştirilen fasulyelerde yaptıkları bir çalışmada, söz konusu bitkiden elde edilen ürünün yaş ve kuru ağırlığı ile toprak üstü aksamının kuru ağırlığa oranı üzerine farklı miktar ve fraksiyonlardaki zeolit etkisinin istatistikî yönden önemli olduğunu, bu etkinin ürünün yaş ağırlığında kaba fraksiyonlu zeolit % 5 oranında uygulanmasında belirgin olduğunu bildirmişlerdir.

Işıldar (1997) kaba, orta derecede ince ve ince tekstüre sahip olan topraklarda yaptığı bir çalışmada toprağa zeolit ilavesinin nitrifikasyon üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırmada topraklara 0-12,5-25 ve 50 g/kg zeolit karıştırmış ve 250 ppm N olacak şekilde amonyum sülfat ($(NH_4)_2SO_4$) çözeltisi uygulamıştır. Deneme sonunda; toprağa uygulanan zeolit nitrifikasyonu azalttığını ayrıca zeolit uygulama düzeyindeki artışla NO_3^- -N oluşumunun azaldığı şeklindeki ilişki her nem düzeyi için geçerli bulunmadığını bildirmiştir. Ayrıca zeolit ve nem uygulama düzeylerinin NO_3^- -N oluşumu üzerine etkileri topraklara göre farklılık gösterdiğinin belirlendiğini rapor etmiştir.

Türkiye tarım topraklarının organik madde ve özellikle de azot yönünden yetersiz olduğu bilinmektedir. Zeolit kumlu veya organik maddece yoksun, açık alan ve dışarıdan beslemeye dayalı fidan üretim sistemlerinde kullanılmasıyla ciddi gübre tasarrufu sağlayacağı tahmin edilmektedir (**Ertiftik 1998**).

Ağı (2004)’nın bildirdiğine göre; **Köksaldı (1999)**, **Gonzales ve Fuentes (1998)**’e atfen hidroponik ortamda doğal zeolitte yetiştirilen üründe verimin yanı sıra su, enerji ve gübre ekonomisi yönünden olumlu sonuçlar alındığını; **Tosi ve arkadaşlarına (1989)** atfen ise kompostlaşmış üzüm ve zeytin işletme artıklarında yetiştirilen *Tagetes patula* bitkisinde ortama zeolit eklenmesinin fitotoksiteyi düşürme ve dengeli besin sağlama üstünlükleri ile

fide gelişimini hızlandırdığını belirtmiştir. Ayrıca değişik bitkilere farklı oranlarda uygulanan zeolitin kontrole oranla ürün miktarında önemli artış sağladığı belirlenmiştir (**Ayan 2001**).

Zeolit kullanımı ile değişik toprak türlerinde yağmur suları veya sulama sularıyla yıkanarak uzaklaşan NH_4^+ iyonları kaybedilmeden uzun süreler toprakta muhafaza edilmekte ve bitkilerin NH_4^+ 'u etkin şekilde kullanmaları sağlanabilmektedir (**Ayan 2001**).

Farklı derinlikteki zeolit uygulamalarının tek yıllık çimde bitki boyu, ot verimi ve kök ağırlığı üzerindeki etkilerinin incelendiği bir araştırmada, 2 cm kalınlığındaki zeolit tabakası saksının 16 farklı değişik derinliğine yerleştirilerek kontrol ile kıyaslama yapılmıştır. İki yıllık ortalama sonuçlara göre, en yüksek bitki boyu, ot verimi ve kök ağırlığının 8 cm toprak altına konulan zeolit uygulamasından elde edildiği bulunmuştur (**Bayram ve ark. 2003**).

Cangir ve ark. (2003), kabuk ve çatlak sorununun olduğu farklı iki adet toprak üzerinde yaptıkları çalışmada; toprakta kabuk oluşumunun olduğu yörelerdeki toprağın “siltli kil tın, smektitik, süperaktif, asit değil, thermic, Typic veya Lithic Xerorthent” toprak familyasında ve çatlakan toprağın ise Toprak Taksonomisi sınıflamasında “killi, smektitik, süperaktif, çok az kireçli, thermic, Chromic Haploxerert” toprak familyasına ait olan (Soil Survey Staff 1998) topraklara uygulamalar sonunda; % 3 ahır gübresi, % 6 kum, % 3 histisol, % 9 zeolit ve % 3 zeolit ile % 3 ahır gübresi karışım materyallerinde sayı olarak çok parçalı çatlakan örnekler elde edilirken; % 10 CaCl_2 , % 9 histisol, % 9 perlit ve % 3 perlit ile % 6 ahır gübresi karışım materyallerinde sayı olarak az parçalı çatlakan örnekler olduğunu bildirmişlerdir.

İzmir Orman Toprak Laboratuvar Müdürlüğü tarafından 2002 yılında yürütülen çalışmada toprağa karıştırılan zeolit dozları % 5, % 10 ve % 30 olarak belirlenmiş, kızılçam yetiştiriciliğinde zeolitin etkileri araştırılmıştır. Çalışmada çimlenen tohum miktarı zeolitin artan oranlarına bağlı olarak artış göstermiştir. Fidanlarda ölçüm sonuçlarına göre boy ve çap oranları, kontrol parsellerinden üstün çıkmıştır (**Kılıcı ve Sayman 2003**).

Türk ve ark. (2003), farklı oranlardaki zeolit:toprak karışımlarının yoncada bitki boyu, ot verimi ve kök ağırlığı üzerine etkilerini inceledikleri bir araştırmada zeolit:toprak karışımının 0:100, 20:80, 40:60, 60:40, 80:20 ve 100:0 oranlarını denemişlerdir. Saksıda yürütülen bu araştırmada en düşük verim % 100 zeolit kullanılan saksıda bulunurken, en yüksek kuru ot verimi (16,33 g/saksı) 20:80 zeolit:toprak karışımından elde edilmiştir. Ayrıca

çalışma sonunda kontrol şartlarında yetiştirilen yoncada 66,9 cm olan bitki boyunun zeolit uygulamasıyla 68,6 cm'ye yükseldiğini belirlemişlerdir.

Zeolit ve perlit kullanılarak yürütülen bir çalışmada, ortamda zeolit oranının artışı ile birlikte bitkilerin potasyum içeriğinin arttığını saptamışlardır. Bu durum zeolit potasyum iyonlarını tutma özelliği ile açıklanabilmektedir. Araştırmada bitki kök bölgesinden drene olan çözeltilerdeki potasyum konsantrasyonu incelendiğinde, zeolit yıkayan potasyum miktarını önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur (**Gül ve ark. 2005**).

Özdemir ve ark. (2005), toprak düzenleyicilerinin asit toprakta strüktürel dayanıklılığa etkisini araştırdıkları çalışmada kil tekstür sınıfındaki toprağa % 0- 0,5-1-2 oranlarında zeolit; % 0, 2, 4 ve 8 oranında atık çamuru; 0-0,5-1-2 ppm konsantrasyonlarında PAM (Polyacrylamid) uygulamışlardır. Bu uygulamalar sonucu tarla kapasitesi ve solma noktalarında tutulan nem içeriği değerleri gibi fiziksel özelliklerin iyileştiğini gözlediklerini rapor etmişlerdir.

Kumlu topraklarda klinoptilolit, sadece perkolasyon veya evaporasyonla uzaklaşan suyu tutmakla kalmamakta, amonyum ve potasyum gibi besleyici katyonların nitrifikasyon bakterileri tarafından hızlı bir şekilde oksidasyona uğramasını da önlemektedir. Klinoptilolit doğal pH'sı 6,5-7,2 arasındadır ve bu mineralin kullanımıyla toprağın pH'sını düzenlemek mümkündür. Ayrıca yüksek amonyum seçiciliği nedeniyle gübre hazırlanmasında taşıyıcı olarak klinoptilolit kullanılmasıyla amonyumun bitkiler tarafından daha etkin biçimde kullanılması ve gübre tasarrufu sağlanmaktadır (**Günerhan 2004**).

Tsadilas ve Argyropoulos (2006), tarafından buğday bitkisi ile yürütülmüş bir çalışmada, Yunanistan'da doğal olarak çıkarılan klinoptilolit, toprağa uygulanan azotlu gübrenin etkisini artırdığını tespit etmişlerdir. Amonyum sülfat gübresi kullanılan denemede toprağa 0-60 ton/ha klinoptilolit eklemişlerdir. Klinoptilolit ilave edilen toprağın katyon değişim kapasitesi (KDK), söz konusu materyalin yüksek KDK'ya sahip olmasından dolayı, 9,5'ten 13,6 me/100g'a yükselmiş olduğunu, toplam buğday veriminin arttığını ve optimum verimin 15 ton/ha klinoptilolit dozu ile elde edildiğini bildirmişlerdir.

Gül (2008), yaptığı araştırmada kimyasal gübre, ahır gübresi, zeolit ve leonarditin adı fiğ (*Vicia sativa L.*)'de ot ve tohum verimi ile bazı özelliklere etkilerini incelemiştir. Zeolit ve leonardit üretici firmanın tarla bitkileri için tavsiye ettiği 50 kg/da dozunda, ahır gübresi ise 2 ton/da dozunda uygulamıştır. Zeolit ve kimyasal gübre+zeolit uygulamasında da yüksek kuru ot

verimi sağlandığını (sırasıyla 592,3 ve 594,5 kg/da) bildirmiştir. En yüksek ot verimi (604,1 kg/da) kimyasal gübre+ahır gübresi uygulamasında olduğunu belirlemiştir. Kimyasal ve organik gübrelerin kullanılmasıyla tohum veriminin 204,9 kg/da'dan 237,1-299,0 kg/da'a yükseldiği bildirilmiştir. Kimyasal gübre, ahır gübresi ve kimyasal gübre+ahır gübresi kullanıldığı zaman sırasıyla 299,0; 296,2 ve 283,3 kg/da tohum verimleri elde edildiğini rapor etmiştir.

Ercan (2008) Killi tın bünyeye sahip toprağı çalışma alanı olarak seçmiştir. Bu toprağa klinoptilolit türü zeolit materyalinden 4 kg'lık saksılara 50 g ve 100 g olmak üzere 2 ayrı dozda ve tavuk gübresi kompostundan (TGK) 50, 100, 150 ve 200 g olmak üzere 4 ayrı dozda uygulama yapmış ve oğul otu (*Melissa officinalis* L.) bitkisi yetiştirmiştir. İstatistikî değerlendirme sonucunda; dozlar arttıkça pH değerinin düştüğünü en düşük pH değerinin 7,35 ile TGK₄+Zeolit₂+1/2 N (üre) ve TGK₄+Zeolit₂+1/2 N (sıvı) uygulamalarında olduğunu bildirmiştir. EC değerini için; dozlarla birlikte artış gösterdiğini ve en yüksek artışın 1,17 mS/cm ile TGK₄+Zeolit₂+1/2 N (sıvı) uygulamasında olduğunu rapor etmiştir.

2.2. Tarımda Pomza Uygulamaları

Pomza, açık renkli, boşluklu, süngerimsi, volkanik olaylar neticesinde oluşmuş, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, gözenekli, silisli volkanik bir kayadır. Bir başka deyişle, pomza çok poröz olan volkanik cam taşıdır. Pomza yaygın biçimde gaz boşlukludur. Oluşumu sırasında, bünyedeki gazların, ani olarak bünyeyi terk etmesi ve ani soğuma nedeniyle, makro ölçekten mikro ölçeğe kadar sayısız gözenek içerir. Gözenekler arası genelde bağlantısız boşluklu olduğundan, permeabilitesi (geçirgenliği) düşük, ısı ve ses yalıtımı oldukça yüksektir (**Özkan ve Tuncer 2001**).

Verdonck (1984), parçacık iriliklerine göre pomzayı, çok ince, orta ve çok iri olarak gruplandırarak, çok ince olanın tarımda kullanılamayacağını, ince pomzanın çam döküntüsü gibi su tutma kapasitesi düşük ortamların su tutma kapasitelerini artırmak için kullanılabileceğini, orta irilikteki pomzanın, yetişme ortamı olarak en uygun olduğunu, çok iri pomzanın ise havalanmayı artırmayı sağladığını bildirmiştir.

Szmidt ve ark. (1988), pomza kültürü üzerine yaptıkları çalışma sonucunda, mineral gübre, kompost artıkları takviyeli % 80'e varan miktarda pomzadan oluşan ortamlarda, 1982

yılında 24,4 kg, 1983'de 22,8 kg, 1984'de 26,1 kg, 1985'de 25,5 kg, 1986'da 24,3 kg domates/m² ürün elde edildiğini saptamışlardır.

Sera denemeleri yetiştirme ortamlarında pomzanın önemli yeri olduğu, su tutma kapasitesi ve porozitesinin artması ile elverişli bir ortam sağladığı **Songi (1990)** tarafından belirtilmiştir.

Linardakis ve Manios (1991), serada mineral toprak, organik toprak ve pomza ile bunların belirli hacimlerdeki karışımlarında çilek yetiştirmişler ve en fazla çilek ürünü (250 gr meyve/bitki) % 80 pomza+% 20 toprak karışımından elde etmişlerdir.

Clemens ve Singer (1992) tarafından pomzalı sera denemesi kurularak saksılarda yer fıstığı yetiştirmişlerdir. Saksılara üç çeşit kireçli toprak ve hacimce % 15'den fazla pomza, pomzanın yanı sıra demir şelatı da eklemiştir. Deneme sonuçlarına göre, pomzalı saksılarda yetiştirilen yer fıstığının yapraklarında klorofil miktarının daha yüksek olduğunu tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Noland ve ark. (1992), drenajın yetersiz olduğu spor ve peyzaj alanlarında kapalıyken dolayı bitki kök bölgesinde zayıf bir havalanmanın yaygın olduğunu ve bu problemin de toprağa por ilavesi sağlayan büyük partiküllere sahip fiziksel iyileştiricilerle çözülebileceğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, en yaygın ve en başarılı toprak iyileştiricinin perlit olduğunu ve çalışmalarında perlite benzer özelliği olan pomzanın toprak iyileştiricisi olarak kullanılabilme imkânlarını araştırmışlardır. Sonuç olarak, pomzanın toprak iyileştirmede en önemli özelliğinin fiziko-kimyasal özellikleri olduğunu tespit etmişlerdir.

Ünver ve ark. (1992), Özgümüş ve Kaplan (1992)'a göre; iyi bir yetiştirme ortamının; yeterli havalanmayı sağlayabilmesi, yeterli su tutma kapasitesine sahip olması, suyun önemli bir kısmının düşük tansiyonda tutulması, strüktürünü uzun süre koruyabilmesi, yabancı tohum ve zararlı hastalıklardan arınmış olması, bitkilere toksik etki yapabilecek maddeleri içermemesi, ekonomik olarak elde edilebilmesi, ısı kapasitesinin yüksek olması, ısı geçirgenliğinin ve tuz muhtevasının düşük olması istendiğini bildirmişler. Bu kıstaslar göz önüne alınırsa, perlite alternatif olan pomzanın bitki yetiştirme ortamında kullanımı, su geçirgenliğinin yüksek olması ve havalanma durumunu iyileştirmesi sebebiyle iyi bir metaryal olduğunun ifade edilebilir olduğunu rapor etmişlerdir.

Pomza, fiziksel ve kimyasal yapısının bozulmaması sebebiyle fide yetiştirme ortamı vb. olarak üst üste uzun yıllar kullanılmaktadır. Ağır bünyeli topraklarda drenaj ve havalanma

özelliğini artırmasıyla kaymak tabakasının oluşması, çatlama, göllenme ve şişme-büzülme olaylarını engellemektedir (**Anonim 1996**).

Sera denemelerinde veya süs bitkisi yetiştiriliciliğinde toprağın pomza ile karıştırılması; daha az toprak kullanılması yanında, ağır bünyeli toprakların su tutma kapasitesi ve porozitesinin artması ile bitki için elverişli bir ortam oluşturulmasına imkân vermektedir (**Gür ve ark. 1997**).

Özgümüş ve ark. (1999) Türkiye'nin değişik yörelerinde yer alan pomzaların bitki yetiştirme ortamı olarak kullanım için sera denemesi kurmuşlar ve kesme çiçek olarak Gerbera (*Gerbera jamesonii*) yetiştirmişlerdir. Farklı irilikteki pomzaların su tutma özellikleri ile ilgili analizler, pomzanın genel olarak yüksek bir hava kapasitesine sahip olduğunu, ancak, kolay alınabilir su yüzdesinin ve su tamponlama kapasitesinin düşük olduğunu gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışma sonuçları, çeşitli yörelerden alınan pomza örneklerinin bitki yetiştirme ortamı olarak, tek başlarına veya torf ile karıştırılarak, başarılı bir şekilde kullanılabileceğini gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Şahin ve ark. (1999) yaptıkları bir çalışmada; damla sulama sisteminde pomza ve perlit ile farklı tane büyüklüğünde, farklı damlatıcı debileri ve toplam sulama suyu miktarlarının, nem dağılımına etkilerini araştırmışlardır. Denemede toplam 5 L ve 10 L'lik su hacimleri 2 L/h, 4 L/h, 6 L/h, 8 L/h'lik debilerde uygulanmışlardır. Sonuç olarak, perlitte pomzadan daha az yatay ve dikey ilerleme olurken, her iki materyalde de 10 L'lik su uygulama miktarında yatay ve düşey ilerlemenin daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, ıslatılan kesit şeklinin debi ve tane büyüklüğü ile doğru orantılı olarak değiştiğinin belirlendiğini rapor etmişlerdir.

Şeker (1999) killi tın tekstüre sahip toprağa pomza, kum ve çiftlik gübresi karıştırarak yaptığı sera denemesi çalışmasında, pomza/toprak karışımında, pomza oranı arttıkça tarla kapasitesinin düştüğünü tespit etmiştir ve 1:9 oranında pomza:toprak karışımında % 23,47 olarak belirlenen tarla kapasitesi değerinin pomza oranının artışıyla düştüğünü bildirmiştir. 6:4 oranındaki pomza toprak karışımında tarla kapasitesi % 19,08 olarak tespit edildiğini rapor etmiştir.

Şahin ve ark. (2001) pomza, talaş, turba oluşturan yosun, perlit, turba ve dere kumu kullanılarak yapılan çalışmada. Organik, inorganik, organik-organik, inorganik-inorganik, organik-inorganik karışımlarda makro gözenerlerin miktarı ile sağlanan en yüksek

havalanma, talaşta (% 56,9), pomzada (% 60,2), turba-talaş karışımında (% 56,0), perlit-dere kumu karışımında (% 34,4), talaş-perlit karışımında (% 52,6) olarak tespit etmişlerdir. Kullanılan maddelerin en düşük hacim yoğunluğunu ise sırasıyla, 0,086 g/cm³ (turba oluşturan yosun), 0,118 g/cm³ (perlit), 0,121 g/cm³ (turba oluşturan yosun:talaş), 0,325 g/cm³ (perlit:pomza) olduğunu belirtmişlerdir.

Göçmen (2005) sera şartlarında perlit ve pomzanın toprağa hacimce farklı oranlarda karıştırılmasının havuç bitkisinin verim unsurları üzerine etkilerini araştırmıştır. Araştırmada en yüksek kök verimi 2/4 perlit+2/4 toprak karışımında elde etmiştir. Toprak ve pomzanın birlikte kullanıldığı saksılar içinde en yüksek kök verimi 1/4 pomza ve 3/4 toprak ortamında belirlendiğini bildirmiştir. Pomza ve perlitin birlikte yer aldığı saksılarda ise en yüksek kök verimi 1/4 pomza, 1/4 perlit ve 2/4 toprak ortamında tespit edildiğini rapor etmiştir.

Şahin ve ark. (2005) pomzanın, çilek bitkisinin gelişimi ve toprağın fiziksel özellikleri üzerine ıslah edici etkisini araştırmışlardır. Pomzayı, 2-4 mm ve 4-8 mm tane boyutlarında ve % 15, 30 ve 45 oranlarında toprağa eklemişlerdir. Bitkide; yaprak sayısı, yaprak alanı, kuru ve yaş kök ağırlıkları ölçmüşler ve en iyi bitki gelişimi 4-8 mm boyutunda % 45 pomza içeren saksıda elde edildiğini rapor etmişlerdir.

Şahin ve ark. (2006) bahçe kültürü ortamında toprağa eklenen pomzanın, toprağın fiziksel özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Sonuçlara göre pomzanın artan oranı ve artan boyutuna göre toplam gözenekliliğin arttığını tespit etmişlerdir. Yüzde (%) 50 pomza uygulamasında makroporlardaki (>100 µ m çap) artış birinci ve ikinci toprak için sırasıyla: % 98,2 ve % 70,3 olduğunu, hacim yoğunluğunda ise % 24,8 ve % 21,0 olduğunu ve su geçirgenliği için önemli olan mesoporların (30-100 µ m çap) birinci toprakta pomza uygulanmasıyla belirgin olarak azalırken ikinci toprak için belirgin bir değişiklik tespit edilememiş olduğunu ifade etmişlerdir.

Can (2007) Konya-Erenkaya'da üretilen kaynaktüf (iğnimbirit)'ün toprağın faydalı su kapasitesine ve sulama aralığına etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada; üç farklı irilikteki kaynaktüf (pomza) (orta ince: 2 mm, ince: 1 mm, çok ince: 0,1 mm), dört farklı doz pomza (hacimsel olarak % 10, % 20, % 30, % 50) yapılan deneme sonuçlarına göre; en fazla etkiyi, orta ince (2 mm) materyalde görüldüğünü, karışım oranı arttıkça, faydalı su kapasitesi ile sulama aralığını arttırdığını, % 50 karışımında, karışimsız toprağa göre faydalı su kapasitesi % 22,17 oranında yükselmiş olduğunu belirtmiştir.

Özhan ve ark. (2008) 2 mm çapında ve ağırlık olarak % 25 ve % 50 oranındaki pomzayı tınlı-kum, kumlu-tın, tınlı, killi-tın ve killi olmak üzere beş farklı toprak tekstürüne uygulamışlardır. Karışımda pomza oranı arttıkça, kullanılan toprak tekstür sınıfının çoğunda faydalı su tutma kapasitesinin arttığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, pomza materyali toprağa ağırlık olarak % 50 oranında karıştırıldığında, faydalı su kapasitesinin tınlı-kum, kumlu-tın, tınlı, ve killi topraklarda önemli bir şekilde arttığını belirtmişlerdir. Toprağa pomza ilavesi ile toprakta oldukça fazla su tutulacağını ve bitkinin kullanacağı faydalı suyun da artacağını bildirmişlerdir.

Dünder (2009) toprağa karıştırılan farklı irilik (1 mm, 2 mm ve 4 mm) ve hacimdeki (% 20, % 40) karışımların toprağa göre tarla kapasitelerinde artış, solma noktalarında azalış görmüş, karışımların toprağa göre faydalı su kapasitesini (FSK) arttırdığını belirlemiştir. En yüksek faydalı su kapasitesi değeri % 20,53 ile 2 mm çaplı % 40 karışım oranına sahip pomza karıştırılmış toprakta görülmüş olduğunu bildirmiştir. Bu uygulamayla faydalı su kapasitesi kontrol toprağına göre % 41 gibi büyük bir oranda arttırdığını ifade etmiştir. Toprak ve karışımların hacim ağırlıklarına bakıldığında karışımların hacim ağırlıklarının toprağa göre düşüş gösterdiğinin görülmekte olduğunu rapor etmiştir.

2.3. Tarımda Diatomit Uygulaması

Diatomit tarımda toprak düzenleyicisi olarak kullanımı son zamanlarda gündeme gelmektedir.

Diatomit, algler sınıfından su canlıları olan diatomelerin silisli kabuklarının birikimiyle oluşmuş fosil karakterli bir sedimanter kayadır. Diatome içinde yaşadığı çevre suyundan temin ettiği silisten yapılmış kabuk veya kavkı içinde yerleşmiş çok küçük bir protoplazmadır (**Anonim 2011c**).

Marumoto ve Shindo (1993) saksı denemesinde 1 ton/da diatomitin uygulandığı pirinç tarlalarında toprak tekstürünün, su tutma kapasitesinin ve permabilitenin arttığını bildirmişlerdir.

Solano ve ark. (1994) kromla kirlenmiş toprakların belirlenmesi için referans malzeme olarak Cr (III) ve Cr (IV) olarak karakterize edilmiş krom kullanılan çalışmada krom yoğunluğunu belirlemek için diatomit toprağına 200 mg/kg BaCrO₄ ve Cr₂O₃' la

karıştırmışlardır. Altı aylık çalışma sonucunda BaCrO₄ (Cr(VI)) uygulamasının diatomit toprağındaki varlığının dengesiz olduğu bildirmişlerdir.

Deying ve ark. (1999) yaptıkları 2 yıllık araştırmada, seramik, gözenekli seramik kil (PCC), kalsitli diatomit toprağı (CDE) ve polimer kaplı kil (PC) kullanımıyla kum tabanlı ortamın fiziksel özelliklerinden donma-çözölme davranışında, uygulamayı takiben kütle yoğunluğundaki değişikliği araştırmışlardır. PCC hidrolik iletkenliği 1998 yılında sıkıştırılmış (% 26) ve örselenmiş (% 20) örneklerde artırdığını belirtmişlerdir. CDE uygulamasında sıkıştırılmış ve sıkıştırılmamış örneklerde % 13 oranında su tutulduğunu bildirmişlerdir. Kontrol, CDE, PCC ve PC uygulamaları sonucunda, donma-çözölme döngüsünde sırasıyla; % 7,2; 2,5; 2,2 ve 10,7 oranlarında hacim ağırlığının yoğunluğunun azaldığını bildirmişlerdir.

Richardson ve Karcher (2001) kum tabanlı yeşil alanların bakımında yoğun işlemler sonucunda toprağın değişen fiziksel ve kimyasal özelliklerini düzeltmek için yaptıkları çalışmada, doğal zeolit, kalsit kil ve diatomit toprağını hacim esasına göre % 20 kum ile her bir materyal karıştırılarak uygulamışlardır. Çim alanların kumla oluşan yüzey sertliğinin iyileştiğini bildirmişlerdir. USGA çimi için % 20 oranında karıştırılan materyallerin parçacık boyutu dağılımının iyileştirdiğinin önerilmesine rağmen yaptıkları çalışmada parçacık boyutu dağılımında kullanılan karışımların çoğunda iyileştirmede başarısızlığa uğradıklarını bildirmişlerdir.

Al-Degs ve ark. (2001) diatomit toprağının doğal Pb emici olarak test ettikleri çalışmada modifiye edilmiş adsorbentin (Mn-diatomit), pH'sı 4 olan solüsyonlarda kurşun iyonlarını yüksek oranda adsorblama eğilimi gösterdiğini bildirmişlerdir. Mn-diatomit adsorbentin sergilediği yüksek perfonmansın, artan yüzey alana ve değişken yüksek negatif yüke bağlı olduğunu belirtmektedirler.

Wehtje ve ark. (2003) çeşitli inorganik materyal uygulamasıyla toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisini araştırdıkları çalışmada, inorganik materyal (diatomit toprağı, kalsit kil, zeolit ve kristalize SiO₂) ya da kumu % 20, 40, 60 ve 80 oranlarında hacim esasına göre deneme toprağına karıştırmışlardır. Uygulama yapılmamış toprakta sulamanın ardından çim de <% 2 oranında bitkinin renk dokusunda iyileşme olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma sonunda sulamanın ardından toprakta, yatayda diatomit uygulamasıyla ≥% 60'dan fazla, profilde kalsit kil uygulamasıyla ≥% 40'dan fazla ve zeolitle, klimanit ve çimlerin silika seçiciliğinde % 100 oranlarında artış olduğunu bildirmişlerdir.

Waltz ve McCarty (2005) ABD'nin güneydoğusundaki peat topraklarının golf sahaları için kullanımının araştırıldığı çalışmada, kumlu taban toprağını iyileştirmek için (RZS) % 15 oranlarında Kanada torfu (CSP), kalsit kil (CC) ve diatomit toprağı (DE) karıştırmışlardır. Kontrole (1,61 Mg/m³) göre inorganik materyal karışımların (IOSA) daha fazla volüm ağırlığını (1,49 Mg/m³) düşürdüğünü ve çalışma sonunda en fazla düşüşü Kanada torfunun (CSP) (1,41 Mg/m³) sağladığını bildirmişlerdir. CSP uygulamasıyla volüm ağırlığında kontrole (RZS) ve inorganik materyal karışımına (IOSA) göre % 13-31 arasında düşüşler gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Li ve ark. (2008) saksıda yetiştirilen biber (*Capsicum annuum*) bitkisinin vejetatif büyümesi üzerine diatomitin orta oranda kullanımının etkilerinin araştırıldığı çalışmada; diatomitin su emme ve su tutma kapasitesinin vermikulit ve perlitten daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. İki tip orta oranının (% 50 turf+% 25 vermikulit+% 25 diatomit ve % 40 turf+% 20 vermikulit+% 20 perlite+% 20 diatomit) önemli oranda biber bitkisinin şeklini ve fiziksel görünümünü geliştirdiğini ayrıca bu iki orta oranlı ortamların mükemmel su tutucu olduklarını ve besleyici olduklarını, bahçecilikte kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Curtis ve Claassen (2008) faydalı suya inorganik materyalin etkisinin araştırıldığı metot çalışmasında kalsit kili, kalsit diatomit toprağını, kalsit volkanik külü diatomit toprağı ve zeolitle karıştırarak uygulamışlardır. Sonuçta basınç plakalı metotla; -1500 J/kg su içeriğı ile faydalı suyun azaldığını bildirmişlerdir. Kullanılan bu inorganik materyallerin çim yönetimlerinde faydalı suda daha fazla negatif bir etkiye sebep olduğu ve tutulan suyu kayda değer bir oranda serbest bırakmadığını bildirmişlerdir (< -300 j/kg). Çalışmanın sonuçlarının bilgi tutarlılığının ve doğruluğunun sağlanması için yardımcı olabileceğini rapor etmişlerdir.

Aksakal ve ark (2011) diatomit toprağını (DE), farklı tekstür yapısında olan (kumlu tın, tın ve kil) topraklara % 10, 20 ve 30 dozlarında diatomit uygulamasının kil tekstür sınıfındaki toprakta büyük agregat (>6,4 mm) oluşumların, biçimlerini koruduğunu ve ortalama çap ağırlığını kumlu toprakta azalttığını bildirmişlerdir. Kumlu topraklarda bu azalışın % 30 dozunda ortalama ağırlık çapını 1,74 mm'den 1,49 mm'ye düşürdüğünü rapor etmişlerdir. Kumlu tın tekstür sınıfındaki toprakta diatomit uygulaması ile tarla kapasitesinde artış sağladığı ve bu artışın kum tekstürlü topraklarda % 30 diatomit uygulamasının kontrole göre % 48,78 oranında olduğunu rapor etmişlerdir. Bu sonuçlara göre diatomitin toprağın fiziksel özelliklerini geliştirmek için kullanılabileceğini bildirmektedirler.

Angin ve ark. (2011) diatomitin fiziksel ve fiziko-kimyasal özelliklerinin çilek yetiştirme ortamını karakterize etmek için yaptıkları çalışmada, diatomiti üç değişik düzeyde iki cins (2-4 mm (DE-I) ve 4-8 mm (DE-II)) olarak kullanmışlardır. Çalışma hafif bünyeli topraklarda su tutma kapasitesini artırmak için etkili bir değişken olduğunu ve yüksek su tutma kapasitesinin % 30 ED-I uygulamasında olduğunu bildirmişlerdir.

Guo ve ark. (2011) mısır (*Zea mays* L.) tarımının yapıldığı asidik toprağın Cd ve Zn birikimiyle kirlenmesinde limon, nano-Si sıvı solüsyonu ve diatomit ile iyileştirilmesini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, yaprak uygulaması ile verilen nano-Si ve diatomitin toprakta Cd ve Zn'un NH_4NO_3 -ekstratında önemli bir etki sağlamadığının bulunduğunu rapor etmişlerdir. Bu sonucunda denemede kullanılan diatomitin absorpsiyon kapasitesinin toprakta uzun yıllar biriken Cd ve Zn kirlenmesine karşı yeterli olmadığını bildirmişlerdir.

Rizwan ve ark. (2012) uzun yıllardan beri tarım yapılan toprakta buğday bitkisindeki Cd fiksotoksitesini azaltmak için yapılan saksı denemesinde, diatomit madeninden elde edilen amorf silika (ASI)'yı 0, 1, 10 ve 15 ton/ha uygulamışlardır. Uygulama sonunda ASI uygulamalarıyla toprakta bulunan kök gelişimini engelleyen Cd'u ve traslokasyonunu azalttığını ve bitki biokütlesini ve bitkide Si konsantrasyonu arttırdığını rapor etmişlerdir. Toprakta yaygın Si buğday bitkisinin alabilmesi için Cd konsantrasyonunun azaltmak ve konsantrasyonunu kontrol etmek için kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Denemede kullanılan topraklar

Denemede kullanılan toprakların seçiminde, Tekirdağ ili ve çevresinden alınan, fiziksel özellikleri açısından sorun yaratabilecek tekstüre sahip toprakların % kum, % silt ve % kil fraksiyon oranları dikkate alınmıştır. Seçilen bu toprakların bazıları kil fraksiyonları fazla olup (ör: N1, N2 vb.) yetersiz su iletmeleri, yetersiz havalanmaları ile bitki kök gelişiminde sınırlayıcı etki yapmaktadır. Bazı topraklarda ise kum fraksiyonları hâkim olup (ör: N3 ve N7) bunlarda da su tutma kapasitelerinin düşüklüğü ve bitkinin beslenmesi açısından sınırlayıcı etki yapması nedeniyle ayrıcalıklı özellikteki toprakların seçilmesine karar verilmiştir (Çizelge 3.1.1.1). N1, N2 vb. toprakların kil fraksiyonları fazla olup geçirgenliği düşük, hacim ağırlığının yüksek olması gibi nedenleriyle; N3 ve N7 vb. toprakların kum fraksiyonlarının fazlalığı nedeniyle toprakların geçirgenliğinin fazla olması ve bitki besin elementlerinin topraktan çabuk yıkanması gibi nedenlerle seçilmiştir.

Çizelge 3.1.1.1. Toprak örneklerinin alındığı yerler

Toprak Adı: N1

Bölge: İstanbul-Edirne Karayolu

Mevkii: Tekirdağ istikameti yönündeki D100 karayolunun Silivri Sinekli sapağından 2700 m gidildikten sonra yolun sağ tarafındaki tarım yapılan tarla

Toprak Adı: N2

Bölge: Kınalı-Çerkezköy Karayolu

Mevkii: Çeltik Köyü çıkışında, köy kavşağından 1900 m gidildikten sonra yolun sağ tarafında bulunan tarım yapılan tarla

Toprak Adı: N3

Bölge: Kınalı-Çerkezköy Karayolu

Mevkii: Bejerler ayrımından 800 m gidildikten sonra yolun sağ tarafındaki tarım yapılan tarla

Çizelge 3.1.1.1.'in devamı

Toprak Adı: N4

Bölge: Tekirdağ–Muratlı Çevre Yolu

Mevkii: Muratlı Kavşağından Tekirdağ'a giderken kavşaktan 2680 m gidildikten sonra yolun sağ taraftaki tarım yapılan tarla

Toprak Adı: N5

Bölge: Tekirdağ–Muratlı Çevre Yolu

Mevkii: Muratlı Kavşağından Tekirdağ'a giderken kavşaktan 3150 m gidildikten sonra yolun sağ tarafındaki tarım yapılan tarla

Toprak Adı: N6

Bölge: Tekirdağ–Muratlı Çevre Yolu

Mevkii: Muratlı Kavşağından Tekirdağ'a giderken kavşaktan 4960 m gidildikten sonra yolun sağ tarafındaki tarım yapılan tarla

Toprak Adı: N7

Bölge: Çerkezköy-Saray Karayolu üzeri

Mevkii: B. Yoncalı Köyü çıkışından 1300 m gidildikten sonra sol tarafta bulunan tarım yapılan tarla

Toprak Adı: N8

Bölge: D100 Karayolunun Uğurlu Dere Mevkii Muratlı yolu üzeri

Mevkii: Muratlı sapağından 1100 m gidildikten sonra sağ tarafındaki tarım yapılan tarla

3.1.2. Denemede kullanılan toprak düzenleyicileri ve mısır bitkisi

3.1.2.1. Zeolit

Uygulama alanları itibarı ile birçok sektörü ilgilendiren zeolitler gerek bilimsel, gerekse ticari uygulamalar açısından yer bilimleri, kimya, fizik, tarım, hayvancılık ve inşaat disiplinlerinin hatta tıbbın ilgi alanındadır. Zeolitler 1756 yılında İsveçli mineralog Frederich Cronsdet tarafından bulunmuştur. Ticari olarak ancak 1960'lardan sonra üretilip pazarlanmaya başlanan zeolitin Türkiye'deki varlığı ise ilk kez 1971 yılında tespit edilmiştir (Ayan 2001).

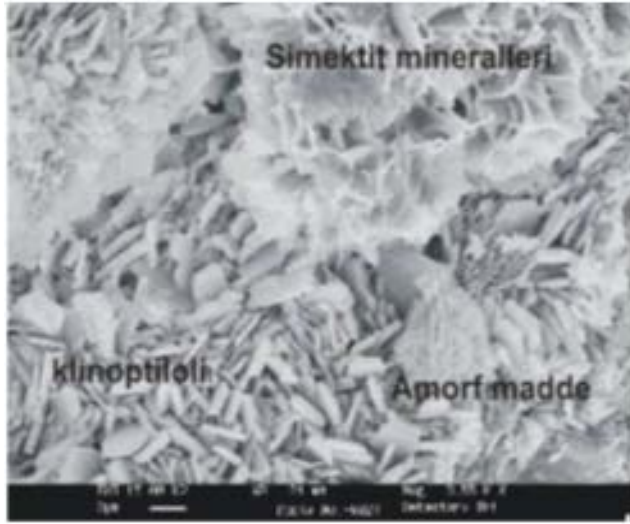
Tarım ve hayvancılıkta zeolitli tüfler, gübrelerin kötü kokusunu gidermek, içeriğini kontrol etmek ve asit volkanik toprakların pH' sının yükseltilmesi amacıyla uzun yıllardan

beri kullanılmaktadır. Doğal zeolitler, yüksek iyon değiştirme ve su tutma özellikleri nedeniyle toprağın tarım için hazırlanmasında, çoğunlukla kil bakımından fakir topraklarda yaygın biçimde kullanılmaktadır. Ayrıca yüksek amonyum seçiciliği nedeniyle gübre hazırlanmasında taşıyıcı olarak klinoptilolit kullanılmasıyla amonyumun bitkiler tarafından daha etkin biçimde kullanılması ve gübre tasarrufu sağlanmaktadır. Klinoptilolit nem fazlasını absorpladığı için gübrelerde depolama sırasında oluşan pişme ve sertleşmeyi de önlemektedir. Ayrıca fazla sulama nedeniyle oluşan mantar kaynaklı hastalıkların da önüne geçtiği belirlenmiştir (**Mumpton 1999, DPT 2001, Karaca 2006, Anonim 2008a,b**).

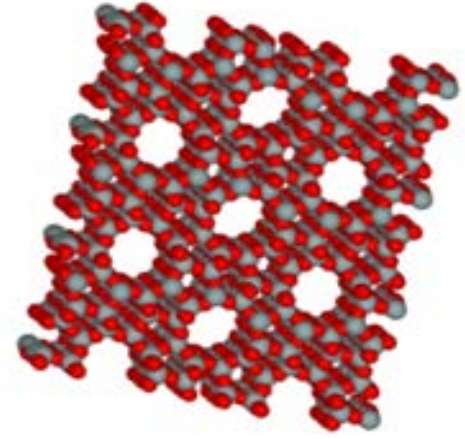
Tarımsal mücadelede doğal zeolitlerden iyon değiştirme ve absorplama kapasitelerinin yüksekliğinden dolayı tarımsal mücadelede ilaç taşıyıcı olarak da yararlanılmaktadır. Zeolitlerin katyon seçme ve değiştirme özelliklerinden sadece besleyici iyonların bitkiye aktarılmasında faydalanılmayıp, aynı zamanda beslenme zincirlerinde Pb-Cd gibi istenmeyen bazı ağır metal katyonlarının tutulmasında da yararlanılabilir. Bu alanda kullanılan klinoptilolit radyoaktif kirlenmenin söz konusu olduğu topraklara ilave edilmesi ile bitki tarafından alınan Sr^{90} miktarının büyük ölçüde azaltıldığı da saptanmıştır (**Mumpton 1999, DPT 2001, Karaca 2006, Anonim 2008a,b**).

Kelime olarak zeolit “kaynayan taş” anlamındadır. Isıtıldığında patlayarak dağılma nedeni ile bu isim verilmiştir. Alkali ve toprak alkali metallerin kristal yapıya sahip sulu alümina silikatları olup çerçeve silikatlar grubundadır. İskelet yapısındaki Si/Al oranlarındaki ve içerdikleri katyon cinsi ve miktarlarındaki bazı farklılıklara rağmen; $((M^+, M^{++}) O \cdot Al_2O_3 \cdot 9SiO_2 \cdot nH_2O)$ genel formülü ile ifade edilebilirler.

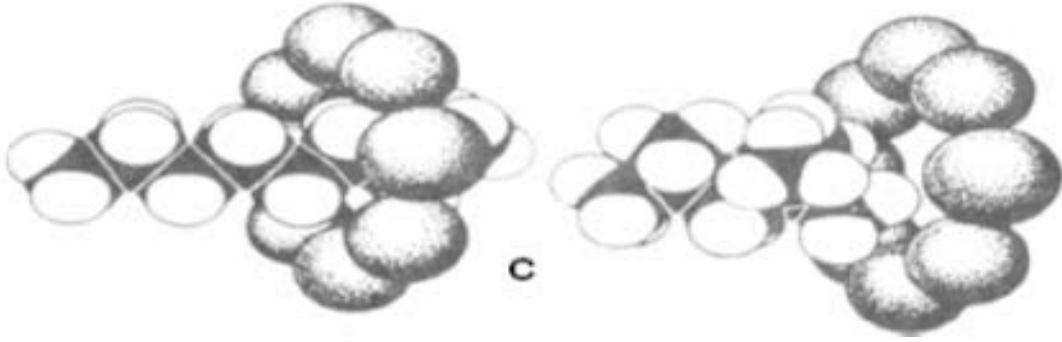
Zeolitlerin boşluk miktarı toplam hacmin % 20’si ile % 50’si arasındadır. Zeolit minerallerinin en önemli özelliği, bu boşluklar ve bu boşluklara kolayca girebilen ve yer değiştirebilen sıvı, gaz molekülleri ile toprak alkali iyonlardan ileri gelen “moleküler elek” olmasıdır (**Anonim 2008a**). Zeolitlerin başlıca fiziksel ve kimyasal özellikleri, iyon değişikliği yapabilme, absorpsiyon ve buna bağlı elek yapısı, silis içeriği, hafifliği, küçük kristallerin gözenek yapısını kapsamaktadır (Şekil 3.1.2.1.1).



a



b



c

Şekil 3.1.2.1.1. a. Klinoptilolit, simektit mineralleri ve amorf madde SEM görüntüsü (Albayrak 2010), b: Zeolitlerin moleküler elek yapısı (Anonim 2013). c: Zeolitlerin bir maddeyi absorblamasının şematize edilmesi (Mumpton ve Fisman 1977).

Doğal olarak elde edildiği gibi diğer kil minerallerinden de sentezlenebilmektedirler (Slapajarn ve ark. 2006). Geçtiğimiz 200 yılda yaklaşık 40 kadar doğal zeolit tanımlanmış olup en yaygınları; analcim, kabazit, klinoptilolit, erionit, ferrierit, heulandit, laumontit, mordenit ve fillipsit'dir. Bunlardan en çok çıkarılanlar klinoptilolit ve kabazittir. En yaygın olan sentetik zeolitler ise Zeolit A, X, Y ve ZMS-5'dir (Virta 2006).

Denemede kullanılan zeolit Klinoptilolit olup özellikleri ise aşağıdaki çizelgelerde verildiği gibidir (Çizelge 3.1.2.1.1, Çizelge 3.1.2.1.2, Çizelge 3.1.3.1.3 ve Çizelge 3.1.2.1.4) (Anonim 2011a).

Çizelge 3.1.2.1.1. Denemede kullanılan zeolitin mineral içeriği

Kimyasal İsmi:	Kalsiyum, Potasyum, Sodyum Aluminosilikat
Kimyasal Formülü:	$(Ca, K_2, Na_2, Mg)_4Al_8Si_{40}O_{96} \cdot 24H_2O$
Kimyasal Özel İsmi:	Klinoptilolit
pH	7,0-8,0
Zeolitin Kimyasal İçerik Bilgileri	
Kimyasal Adı	Kimyasal Miktarı (%)
SiO ₂	65-72
Al ₂ O ₃	10-12
CaO	2,5-3,7
K ₂ O	2,3-3,5
Fe ₂ O ₃	0,8-1,9
MgO	0,9-1,2
Na ₂ O	0,3-0,65
TiO ₂	0,0-0,1
MnO	0,00-0,08
Lol*	9-12
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	5,4-6,0

*Loss of Ignition (Kızdırma Kaybı)

Çizelge 3.1.2.1.2. Denemede kullanılan zeolitin kimyasal içeriği

Kimyasal İsmi:	Kalsiyum, Potasyum, Sodyum Aluminosilikat
Kimyasal Formülü:	$(Ca, K_2, Na_2, Mg)_4Al_8Si_{40}O_{96} \cdot 24H_2O$
Kimyasal Özel İsmi:	Klinoptilolit
Zeolitin Mineral İçerik Bilgileri	
Mineral Adı	Mineral Miktarı (%)
Klinoptilolit	88-95
Feldispat	3-5
Montmorillonit	2-5
Kristobolit	0-2
Muskovit	0-3

Çizelge 3.1.2.1.3. Denemede kullanılan zeolitin fiziksel özelliği

Kimyasal İsmi:	Kalsiyum, Potasyum, Sodyum Aluminosilikat				
Kimyasal Formülü:	$(Ca, K_2, Na_2, Mg)_4Al_8Si_{40}O_{96} \cdot 24H_2O$				
Kimyasal Özel İsmi:	Klinoptilolit				
Zeolitin Fiziksel Özelliği					
Görünüm	Fil Dişi Beyazı	Yağ Absorpsiyonu	57 ml/100 g	Çözünebilirlik	Yok
Koku	Yok	Aşınma	87 mg/100 g	Plastiklik	Minor
Porozite	% 45-50	Tek Nokta Yüzey Alanı	39 m ² /g	Yumuşama	1150 °C
Sertlik	2-3 Mohs	Mikropor Alanı	11 m ² /g	Erime	1300 °C
Çamurlaşma	Yok	Mezapor Alanı	29 m ² /g	Yığın Yoğunluğu	650-850 (kg/m ³)
Su Absorpsiyonu	% 42-50	Etkin Por Çapı	4 Å		

Çizelge 3.1.2.1.4. Denemede kullanılan zeolitin kation değişim kapasitesi (KDK) analiz sonuçları

Kimyasal İsmi:	Kalsiyum, Potasyum, Sodyum Aluminosilikat
Kimyasal Formülü:	$(Ca,K_2, Na_2, Mg)_4Al_8Si_{40}O_{96}.24H_2O$
Kimyasal Özel İsmi:	Klinoptilolit
Zeolitin Kation Değişim Kapasitesi (KDK) Bilgileri	
Analiz Edilen Özellik	Analiz Sonucu
Toplam KDK	1,5-1,9 meq/g
Ana Değişebilir Kasyonlar	Rb, Li, K, Cs, NH ₄ , Na, Ca, Ag, Cd, Pb, Zn, Ba, Sr, Cu, Hg, Mg, Fe, Co, Al, Cr
Seçicilik	$Cs^+ > NH_4^+ > Pb^{2+} > K^+ > Na^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+} > Ba^{2+} > Cu^{2+} > Zn^{2+}$
Birincil Soğurulan Gazlar	CO, CO ₂ , SO ₂ , H ₂ S, NH ₃ , HCHO, Ar, O ₂ , N ₂ , H ₂ O, He, H ₂ , Kr, Xe, CH ₂ OH, Freonlar

Zeolit genellikle 25 kg'lık çuvallar halinde piyasadan tedarik edilmektedir ve firmalara ve/veya işleme durumuna göre 25-50-100 Türk Lirası'ndan satışı yapılmaktadır (**Anonim 2012c**). Yıllara göre fiyatlarda değişim görülmekle birlikte fikir vermesi açısından uygulanacak dozların ekonomik maliyetleri 2012 yılı fiyatlarına göre hesaplanabilir.

3.1.2.2. Pomza

Pomza terimi İtalyanca bir sözcüktür. Değişik dillerde farklı olarak adlandırılır. Fransızca'da ponce, İngilizce'de orta taneli olanlara pumice, doğal olarak ince taneli olanlara pumicite denmektedir. Almanca'da ise iri taneli olanlara bimstein, küçük taneli olanlara bims adı verilmektedir. Türkçe'de ise sünger taşı, nasır taşı, topuk taşı, hisir taşı, kisir gibi adlarla anılmaktadır.

Pomza, açık renkli, boşluklu, süngerimsi, volkanik olaylar neticesinde oluşmuş, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, gözenekli, silisli volkanik bir kayadır. Bir başka deyişle, pomza çok poröz olan volkanik cam taşıdır. Pomza yaygın biçimde gaz boşlukludur. Oluşumu sırasında, bünyedeki gazların, ani olarak bünyeyi terk etmesi ve ani soğuma nedeniyle, makro ölçekten mikro ölçeğe kadar sayısız gözenek içerir. Gözenekler arası genelde bağlantısız boşluklu olduğundan, permeabilitesi (geçirgenliği) düşük, ısı ve ses yalıtımı oldukça yüksektir (**Özkan ve Tuncer 2001**).

Doğada asidik ve volkanik faaliyetler neticesinde iki tür pomza gözlenmektedir. Bunlar, asidik pomza ve bazik pomzadır. Asidik pomza beyaz ve kirli beyaz renkte olup hacim ağırlığı 0,5-1 g/cm³'tür. Bazik pomza ise kahverengi veya siyah renktedir ve hacim ağırlığı 1-2 g/cm³'tür. Pomza taşı agregası yaklaşık % 70 boşluk içermektedir. Asidik ve bazik pomzaların genel kimyasal bileşimi çizelge 3.1.2.2.1'de verilmiştir (**Özkan ve Tuncer 2001**).

Avrupa ülkelerinin çoğunda, tarımda kuraklığa çare olarak pomzaya başvurulmaktadır. Bünyesine aldığı suyu uzun süre muhafaza ederek sürekli nemli bir ortam sağlamaktadır. Perlit 1200 °C'de genişletilerek tarımda kullanılmaya uygun hidrokültür hammaddesi olarak kullanılmaktadır. Pomza ise doğal bir hidrokültürdür. Maliyeti perlit ve kile göre düşüktür. Diğer yönden sıvı gübreleme sisteminde pomza gübre kaybını ve yeraltı suyu kirlenmesini önlemektedir (**Anonim 1996**). **Verdonck (1984)** pomzanın ince olanının tarımda kullanılamayacağı, orta irilikteki pomzanın ise en uygun yetiştirme ortamı olduğunu vurgulamıştır.

Çizelge 3.1.2.2.1. Asidik ve bazik pomzaların genel kimyasal özellikleri (**Özkan ve Tuncer 2001**)

Bileşen	Asidik Pomza	Bazik Pomza
SiO ₂ (%)	70	45
Al ₂ O ₃ (%)	14	21
Fe ₂ O ₃ (%)	2,5	7
CaO (%)	0,9	11
MgO (%)	0,6	7
Na ₂ O+K ₂ O (%)	9	8

Denemede kullanılan asidik pomzanın analiz edilebilen bazı özellikleri ise çizelge 3.1.2.2.2'de verilmiştir (**Anonim 2011b**).

Çizelge 3.1.2.2.2. Denemede kullanılan pomzanın özellikleri*

Analiz Edilen Özellik	Analiz Sonucu
pH (% 10 süspansiyon)	6,70
EC (μ S/cm)	36,80
Kireç (%)	1,40
Nem (%)	6,00
Su Tutma Kapasitesi (Ağırlık Esasına Göre) (%)	91,00
Eriyebilir P (ppm)	0,26
Eriyebilir K (ppm)	3,62
Eriyebilir Ca (ppm)	29,59
Eriyebilir Mg (ppm)	4,94
Toplam SiO ₂ (%)	57,90
Toplam Al ₂ O ₃ (%)	10,35
Toplam CaO (%)	1,59
Toplam MgO (%)	0,21
Toplam Fe ₂ O ₃ (%)	2,57
Toplam K ₂ O (%)	3,14
Toplam Na ₂ O (%)	2,96

*Laben Tarımsal Analiz Lab. Sonuçları.

Türkiye pomza üretimi 1983 yılı itibarıyla 840.000 tondur. 1993'de gerçekleşen üretimin 93.000 tonu tekstilde, 747.000 tonu ise inşaat sektöründe kullanılmıştır. 1998 yılında üretim 1.624.000 ton seviyesine çıkmıştır. Kayseri'nin Gömeç, Tavas, Zama yörelerinde, Van'ın Erciş ve Alaköy yörelerinde, Isparta, Muğla, Muş'un Karahasan ve Giresun'un Bulancak ilçeleri ile Tatvan (Bitlis) ve Nevşehir'de iyi kaliteli pomza yatakları bulunmaktadır (**Anonim 2006**).

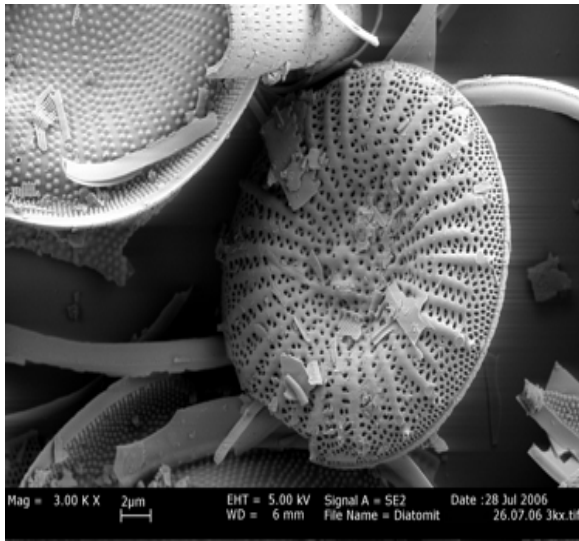
Pomza ihtiyaç doğrultusunda çeşitli boyutlarda ve hacimlerde satışa sunulmaktadır. Bilgi vermesi açısından burada sadece bir kaynaktan ve bir boyut üzerinden ücret beyanı edilmesinin uygun olacağı düşünülmüştür. Buna göre 0-4 mm boyutlu pomza:

- 10 Litre 10 TL
- 20 Litre 20 TL
- 100 Litre 45 TL
- m³ fiyatı 95 TL (**Anonim 2012d**). Yıllara göre fiyatlarda değişim görülmekle

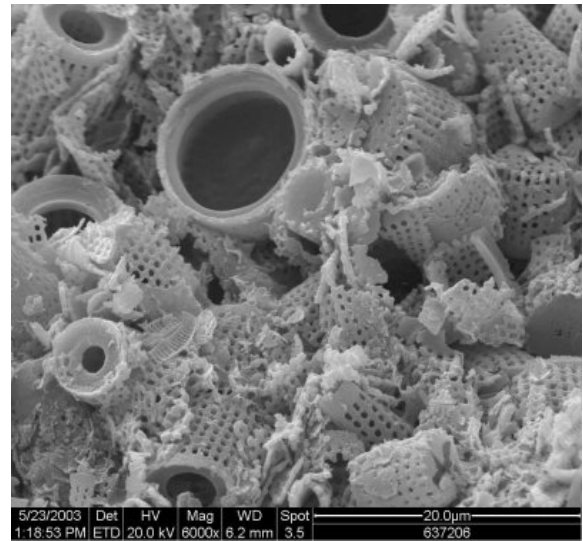
birlikte fikir vermesi açısından uygulanacak dozların ekonomik maliyetleri 2012 yılı fiyatlarına göre hesaplanabilir.

3.1.2.3. Diatomit

Diatomit, algler sınıfından su canlıları olan diatomelerin silisli kabuklarının birikimiyle oluşmuş fosil karakterli bir sedimanter kayadır. Diatome içinde yaşadığı çevre suyundan temin ettiği silisten yapılmış kabuk veya kavkı içinde yerleşmiş çok küçük bir protoplazmadır. Geniş ve sığ havzalar, çok miktarda suda erimiş silis ve temiz sular gelişmesini sağlayan ve hızlandıran faktörlerdir. Ölen diatomelerin dibe çöken kabukları birikerek diatomit yataklarını oluşturmaktadır. Çok aktif diatome kolonileri yılda birkaç milimetre kalınlık yaratacak bir çökme hızına ulaşabilmektedirler. Diatomeler ilk defa 65–135 milyon yıl önce Kretase çağında çok büyük miktarlara ulaşmışlar ve bugün ticari değeri olan yatakların çoğunu ise Miyosen çağında (7–27 milyon yıl önce) meydana getirmişlerdir. Diatomeler bugün de denizlerde ve göllerde yaşamlarını sürdürmektedirler (Şekil 3.1.2.3.1) (Anonim 2011c).



a



b

Şekil 3.1.2.3.1. Elektron mikroskobu altında diatomit strüktürünün görüntüsü (Anonim 2012a,b)

Diatomitler su canlıları olan diatomelerin silisli kabuklarının birikimiyle oluşmuş fosil karakterli kayalardır ve amorf silis ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) yapısındadırlar (Köktürk 1997). Rezervler, oluşma ortamının yapısı ve şartlarına bağlı olarak, genellikle kil, volkanik kül, kum ve organik kalıntılar ihtiva ederler (Yılmaz ve ark. 2006).

Diatomit, çok ince gözenekli, yoğunluğu düşük, sıvılar ile gazlar arasında kimyasal inerttir. Bu özellikleriyle bahçecilik uygulamaları için mükemmel bir yetiştirme ortamıdır. Ancak bahçecilik alanından çok filtre maddesi olarak kullanılmaktadır (**Angin ve ark. 2011**). **Simandl ve ark. (2000)** karbonca zengin olan diatomit maden çukurundan elde edilen örneklerin toprak düzenleyicisi olarak kullanılma potansiyelinin olduğunu bildirmişlerdir.

Diatomit kullanım alanları şöyle özetlenebilir; diatomit ürünleri sanayide birçok işlemlerde ara ve yardımcı malzeme olarak kullanılmaktadır.

Başlıca kullanım alanları önem sırasına göre şöyle sıralanabilir:

- Filtre-Yardımcı malzemesi (süzme),
- Dolgu malzemesi,
- İzolasyon malzemesi (ısı, ses, elektrik),
- Absorbent,
- Aşındırıcı ve yüzey temizleyici,
- Katalizör taşıyıcı,
- Hafif yapı malzemesi, refrakter imalatı,
- Birçok kimyasal maddelerin üretiminde silis kaynağı olarak,
- Gübrelerde taşıyıcı ve topaklanmayı önleyici olarak.

Diatomitin % 85–90 gözeneklilik derecesine sahip bir doku meydana getirebilecek özel yapısı, kimyasal inörtlüğü ve steril özelliği nedeniyle en çok tüketildiği ve ikame ürünlere göre hemen hemen rakipsiz olduğu kullanım alanı, süspansiyon halindeki katı tanecikleri sıvılardan ayırmak amacıyla uygulanan filtrasyon işlemleridir. Bazı diatomit çeşitleri % 94'e ulaşan yüksek silis muhtevalarına sahiptirler. Bu sebeple kimyasal reaksiyonların büyük çoğunluğuna karşı ilgisizdirler. 1430 °C civarındaki yüksek ergime sıcaklığı ise aşırı sıcaklıklara karşı dayanıklılık sağlar. Bu sebeple diatomit ürünleri hem katalizör taşıyıcısı, hem de izolasyon elemanı olarak kullanılırlar. Katalizör taşıyıcı uygulamasının en önemli örnekleri hidrojenasyon sürecindeki nikel katalizörler ve sülfürik asit üretimindeki vanadyum katalizörlerdir (**Anonim 2011c**). Denemede kullanılan diatomitin özellikleri aşağıda verilmektedir (Çizelge 3.1.2.3.1 ve Çizelge 3.1.2.3.2) (**Anonim 2011d**).

Çizelge 3.1.2.3.1. Denemede kullanılan diatomitin kimyasal özellikleri

Analiz Edilen Özellik	Analiz Sonucu
pH (% 10 Süspansiyon)	10,0
SiO ₂ (%)	89,0
Al ₂ O ₃ (%)	4,1
Fe ₂ O ₃ (%)	1,5
CaO (%)	0,6
MgO (%)	0,3
Diğer Oksitler (%)	4,0
LoI* (%)	0,1

*LoI: Kızdırma Kaybı

Çizelge 3.1.2.3.2. Denemede kullanılan diatomitin fiziksel özellikleri

Analiz Edilen Özellik	Analiz Sonucu
Yapı	Kolay Eriyen Kalsikasyon
Renk	Beyaz
GE Parlaklık	83,0
Elek Analizi (Tyler)	
%+150 Mesh (>150 microns):	48,0
%+325 (>44 microns):	-
Orta Parçacık Çapı (microns)	77,0
Serbest Nem (max. % 10 H ₂ O)	0,5
Yoğunluk	(lb/ft ³) (g/l)
Yaşken Şişme:	19 300
Kuruyken Şişme:	16 260
Permabilite (darcy):	9,300
Özgül Ağırlık:	2,33
Kırılma İndeksi	1,46

Diatomit ihtiyaç doğrultusunda çeşitli hacimlerde paketlenerek satışa sunulmaktadır. Bilgi vermesi açısından burada sadece bir kaynaktan ücret beyan edilmesinin uygun olacağı düşünülmüştür. Buna göre 14 L'lik paket satış fiyatı 7.00 Türk Lirasıdır (**Anonim 2012e**).

Yıllara göre fiyatlarda değişim görülmekle birlikte fikir vermesi açısından uygulanacak dozların ekonomik maliyetleri 2012 yılı fiyatlarına göre hesaplanabilir.

3.1.2.4. Mısır Bitkisi

Denemede kullanılan bitki çeşitdi olarak; Tekirdağ ili ve çevresinde yoğunlukla yetiştirilen Tatlı mısır/Merit F1 mısır çeşidi tercih edilmiştir. Merit F1'in çimlenme oranı % 85'dir. Merit F1'in Metalaxyl-M+Fludioxonil ile ilaçlanmış olarak satışı yapılmaktadır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Fiziksel ve kimyasal analiz yöntemleri

Deneme ortamı olarak seçilen toprak örnekleri 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Gölgede kurumaya bırakılan topraklar kurutulduktan sonra; bir taraftan toprak 2 mm'lik elekten elenerek gerekli fiziksel ve kimyasal analizlere hazır hale getirilmiş diğer taraftan da 4 mm'lik elekten elenerek deneme için hazırlanmıştır. Fiziksel ve kimyasal analiz yöntemleri aşağıda verilmiştir:

- Tane büyüklüğü dağılımı (tekstür); hidrometre metoduna göre saptanmıştır (**Bouyoucous 1951**). Tekstür sınıflarının isimlendirilmesinde tekstür üçgeninden faydalanılmıştır (**Anonim 1993**).
- Kireç tayini; volümetrik kalsimetre metodu ile tayin edilmiştir (**Sağlam 2008**) ve yorumlanması **Anonim (1988)**'e göre yapılmıştır.
- pH, saturasyon çamurunda pH metre ile ölçülmüştür (**Kacar 1995**). Toprak reaksiyonu değerlerinin yorumlanması **Anonim (1988)**'e göre yapılmıştır.
- Hacim ağırlığı **Black (1965)**'e göre belirlenmiştir.
- Özgül ağırlık; bozulmuş toprak örnekleriyle piktometre yöntemiyle bulunmuştur (**Black 1965**).
- Toplam por; **Cangir (1991)**'de verilen yöntem ile yapılmıştır.

- Tuz (%); saturasyon çamurundan elektriksel iletkenliğe bağlı olarak kondaktivitemetre aletinde okunan değerden hesaplanmıştır (**Kacar 1995**). Tuz değerinin yorumlanması **Richards (1954)**'e göre yapılmıştır.
- Hidrolik iletkenlik; **Tüzüner (1990)**'de verilen yöntemle belirlenmiştir.
- Toplam azot miktarı (%); Kjeldahl metodu ile tayin edilmiştir (**Sağlam 2008**) ve **Anonim (1990)**'e göre yorumlanmıştır.
- Organik madde miktarı (%); Modifiye Walkley-Black Yöntemi ile (**Kacar 1995**) belirlenmiştir ve **Anonim (1988)**'e göre yorumlanmıştır.
- Tarla kapasitesi ve solma noktası analizleri **Veihmeyer ve Hendrickson (1949)**'a göre belirlenmiştir.
- Fosfor; Olsen metodu ile ICP cihazında belirlenmiştir (**Anonim 1990**) ve **Sağlam (2008)**'e göre kg/da'a dönüştürülmüştür. Fosfor yorumları **Anonim (1988)**'e göre yapılmıştır.
- Potasyum (**Anonim 1990**), Kalsiyum ve Magnezyum; amonyum asetat ile ekstarkte edildikten sonra ICP cihazında, ppm olarak belirlenmiştir (**Kacar 1995**) ve potasyum **Sağlam (2008)**'a göre kg/da'a dönüştürülmüştür. Potasyum (**Anonim 1988**), kalsiyum ve magnezyum **Güneş ve ark. (2005)**'a göre yorumlanmıştır.
- Demir, bakır, çinko ve mangan; DTPA ile ekstarkte edildikten sonra ICP cihazında, ppm cinsinden belirlenmiştir (**Kacar 1995**) ve demir **Lindsay ve Norvell (1969)**'a, bakır **Follett (1969)**'a, çinko ve mangan **Anonim (1990)**'e göre yorumlanmıştır.
- Kullanılan düzenleyici ve dozlarının uygulama sonunda mısır bitkisinin kök gelişiminin fiziksel görünümü kayıt altına alınmıştır. Kök uzunluğu (cm) ve bitki kuru ağırlığı (g) olarak ölçülmüştür.
- Yapılan deneme sonunda elde edilen bulgular için tesadüf blokları şeklinde düzenlenmiş bölünmüş parseller deneme deseninde **Düzgüneş (1963)** ve **Yurtsever (1984)**'e göre varyans analizi yapılmış, önemli olan farklar için Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile gruplar belirlenmiştir. Yorumlama, ekstrem durumlar hariç istatistikî olarak önemlilikte 1. ve 2. gruba ait değerlere göre yapılmıştır.

- Denemeye ait varyans analizleri bilgisayarda SPSS 16.0 paket programıyla yapılmıştır.

3.2.2. Saksı denemesinin kurulması

- Deneme Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 8x4x3 düzeyindeki 3 faktörlü ve 2 tekerrürlü olarak kurulmuştur.
- Denemede kullanılan zeolit, diatomitin ve pomzanın etkisinin izlenebilmesi için bazı literatürlerde olduğu gibi bu çalışmada da kullanılan 3 farklı düzenleyici uygulamasında da gübreleme yapılmamıştır (**Tunçez 2007**).
- Denemede kullanılan zeolit, diatomit ve pomza hacim hesabına göre saksılara konulmuştur.
- Girdilerden zeolit 1 mm'den küçük boyutta, diatomit toz halde temin edilmiş ve uygulanmıştır. Pomza 0-4 mm boyutunda temin edilmiş ve saksılara uygulanmıştır.
- Düzenleyici dozları, zeolit ve pomza için önerilen uygulama doz miktarı ve üst değerleri, diatomit için ise uygulanabilirlik göz önüne alınarak uygulanabilirlik ve üst değerleri şeklinde belirlenmiştir.

Denemenin kurulmasında kullanılan saksı sayısı uygulanan düzenleyici çeşitleri ve uygulama dozları şematik olarak çizelge 3.2.2.1'de kısaca verilmiştir.

Çizelge 3.2.2.1. Denemede kullanılan toprak düzenleyicilerinin hacim esasına göre deneme deseni (topraklar her bir saksıya 1,2 kg tartılarak konulmuştur)

Düzenleyici Adı	Uygulama Dozu			Uygulama Yapılan Saksı Sayısı (adet)
	Doz Kodu	Uygulama Doz Oranı	g/saksı	
Zeolit	Z0	%0,00	-	16
	Z1	%1,25	15	16
	Z2	%2,50	30	16
	Z3	%5,00	60	16
Diatomit	D0	%0,0	-	16
	D1	%0,5	6	16
	D2	%1,0	12	16
	D3	%2,0	24	16
Pomza	P0	%0	-	16
	P1	%5	60	16
	P2	%10	120	16
	P3	%20	240	16

3.2.3. Mısır bitkisinin yetiştirilmesi

- Her bir saksıya tarla kapasitesi nem koşullarında 6 adet mısır bitkisi tohumu ekilmiştir. Çimlenmenin ardından bitkiler seyreltilmiş ve her bir saksıda 3 adet mısır bitkisi bırakılmıştır.
- Her bir saksıdaki toprakların tarla kapasitesi nem koşulları muhafaza edilerek sulamaları yapılmıştır.
- Deneme, bitki çıkışından 45 gün sonra sonlandırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Deneme Topraklarının Fiziksel, Kimyasal ve Bitki Besin Elementi Özellikleri

Farklı özelliklere sahip toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizleri yapılarak toprak düzenleyicilerinin uygulanmadan önceki özellikleri çizelge 4.1.1’de sunulmuştur.

Çizelge 4.1.1. Denemede kullanılan toprakların fiziksel analiz sonuçları

Toprak Adı	TK (%)	SN (%)	Tane Yoğunluğu (g/cm ³)	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	Toplam Porozite (%)	Hidrolik İletkenlik (cm/h)	Tane Büyüklük Dağılımı			Testür Sınıfı*
							Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	
N1	41,01	22,65	2,69	1,37	49,07	0,41	17,93	20,21	61,86	C
N2	41,63	25,70	2,63	1,49	43,35	1,75	40,94	12,75	46,31	C
N3	23,06	13,44	2,65	1,19	55,09	18,50	67,05	8,20	24,75	SCL
N4	26,73	14,82	2,70	1,38	48,89	1,23	18,55	31,85	49,60	C
N5	27,25	15,43	2,68	1,47	45,15	0,98	19,41	41,72	38,87	SiCL
N6	33,92	21,07	2,69	1,54	42,75	0,82	8,43	40,20	51,37	SiC
N7	10,56	5,33	2,62	1,50	42,75	5,31	77,50	6,10	16,40	SL
N8	27,11	15,21	2,58	1,27	50,78	5,88	64,64	16,57	18,79	SL

*C: Kil. SCL: Kumlu kil tn. SiCL: Siltli kil tn. SiC: Siltli kil. SL: Kumlu tn

Sağlam ve ark. (1993)’ları % 45’den fazla kil oranına sahip olan toprakların tarla kapasitesi değerinin % 48’den ve solma noktası değerinin % 28’den fazla olabileceğini belirtmişlerdir. Çok yüksek kil oranına sahip N1 toprağının tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri bu değerlerin altındadır (Çizelge 4.1.1). Hafif alkali, tuzluluk sorunu olmayan, az kireçli, organik maddesi az düzeyde olan (Çizelge 4.1.2) (**Richard 1954, Anonim 1988**) N1 toprağının bitki besin madde içeriği irdelendiğinde; toplam azot oranı ve çinko değerleri az; fosfor değeri çok azdır. Potasyum, demir, bakır ve mangan içeriği ise yeterli düzeydedir (Çizelge 4.1.3) (**Follett 1969, Lindsay ve Norvell 1969, Anonim 1988 ve 1990, Güneş ve ark. 2005**).

Çok yüksek kil oranı içeren N2 toprağının tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri olabilecek en düşük değerlerin (sırasıyla >% 48 ve >% 28) altında bulunmuştur (Çizelge 4.1.1) (**Sağlam ve ark. 1993**). Hafif alkali, tuzluluk tehlikesi olmayan, az kireçli ve az organik madde içeriği olan (Çizelge 4.1.2) (**Richard 1954, Anonim 1988**) N2 toprağının bitki besin madde içeriği irdelendiğinde; toplam azot oranı ve çinko az miktarda bulunurken; fosfor

az düzeyde; potasyum fazla; demir, bakır ve mangan yeterli düzeyde bulunmuştur (Çizelge 4.1.3) (Follett 1969, Lindsay ve Norvell 1969, Anonim 1988 ve 1990, Güneş ve ark. 2005).

Sağlam ve ark. (1993)'ları % 12-25 kil oranına sahip olan toprakların tarla kapasitesi değerinin % 24-36 arasında ve solma noktası değerinin % 14-21 arasında olabileceğini belirtmişlerdir. Orta kil sınıfında olan N3 toprağının tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri bildirilen bu değerlerin altındadır (Çizelge 4.1.1). Hafif asit, tuzluluk tehlikesi olmayan, az kireçli ve az organik madde içeriğine sahip (Çizelge 4.1.2) (Richard 1954, Anonim 1988) N3 toprağının bitki besin maddesi irdelendiğinde; toplam azot oranı ve fosfor içeriği az düzeyde; potasyum yeterli düzeyde ve demir, bakır, çinko, mangan içeriği yeterli düzeydedir (Çizelge 4.1.3) (Follett 1969, Lindsay ve Norvell 1969, Anonim 1988 ve 1990 Güneş ve ark. 2005).

Sağlam ve ark. (1993)'ları % 45'den fazla kil oranına sahip olan toprakların tarla kapasitesi değerinin % 48'den ve solma noktası değerinin % 28'den fazla olabileceğini belirtmişlerdir. Çok yüksek kil oranına sahip N4 toprağının tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri bu değerlerin çok altında bulunmuştur (Çizelge 4.1.1) (Sağlam ve ark. 1993). Hafif alkali, tuzluluk tehlikesi olmayan, orta kireçli ve organik madde oranı az olan (Çizelge 4.1.2) (Richard 1954, Anonim 1988) N4 toprağının bitki besin elementleri irdelendiğinde; toplam azot oranı miktarı az; fosfor içeriği çok az; demir, bakır, mangan, çinko ve potasyum yeterli düzeydedir (Çizelge 4.1.3) (Follett 1969, Lindsay ve Norvell 1969, Anonim 1988 ve 1990 Güneş ve ark. 2005).

Çizelge 4.1.2. Denemede kullanılan toprakların kimyasal analiz sonuçları

Toprak Adı	pH (satürasyon)	Tuz (%)	Kireç (%)	Organik Madde (%)
N1	7,93	0,09	2,58	1,45
N2	7,55	0,07	0,97	1,28
N3	6,53	0,04	0,04	1,25
N4	7,77	0,06	4,99	1,20
N5	7,70	0,07	4,51	1,03
N6	7,53	0,07	0,81	1,57
N7	7,27	0,05	2,01	0,97
N8	6,40	0,06	0,04	1,85

Çizelge 4.1.3. Denemede kullanılan toprakların bitki besin elementleri içerikleri

Toprak Adı	Toplam Azot (N) (%)	Fosfor (P ₂ O ₅) (kg/da)	Potasyum (K ₂ O) (kg/da)	Kalsiyum (Ca) (ppm)	Magnezyum (Mg) (ppm)	Demir (Fe) (ppm)	Bakır (Cu) (ppm)	Çinko (Zn) (ppm)	Mangan (Mn) (ppm)
N1	0,07	2,96	57,24	5576,03	749,51	6,17	2,00	0,44	7,13
N2	0,06	5,43	82,44	6422,21	612,77	6,28	1,61	0,40	10,93
N3	0,06	5,07	33,22	3107,98	280,63	14,73	1,18	1,59	26,91
N4	0,06	2,66	24,06	6587,70	110,94	7,06	0,90	1,51	8,06
N5	0,05	2,74	22,83	6027,32	137,21	3,54	0,88	1,64	5,70
N6	0,08	2,95	48,51	6584,31	261,74	7,61	1,32	4,18	13,04
N7	0,05	8,27	21,23	2951,88	46,89	3,43	0,80	1,00	9,81
N8	0,09	15,50	42,56	3176,58	397,51	14,68	1,71	0,66	31,02

Sağlam ve ark. (1993)'ları % 25-45 kil oranına sahip olan toprakların tarla kapasitesi değerinin % 36-48 arasında ve solma noktası değerinin % 21-28 arasında olabileceğini belirtmişlerdir. N5 toprağı gibi kil sınıfı yüksek olan bir toprakta tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri alt sınır değerinin altında bulunmuştur (Çizelge 4.1.1). Hafif alkali, tuzluluk tehlikesi olmayan, orta kireçli, az organik madde içeren (Çizelge 4.1.2) (**Richard 1954, Anonim 1988**) N5 toprağının bitki besin elementleri irdelendiğinde; toplam azot oranı miktarı az; fosfor miktarı çok az; demir miktarı orta; potasyum, bakır, mangan ve çinko miktarları yeterli düzeydedir (Çizelge 4.1.3) (**Follett 1969, Lindsay ve Norvell 1969, Anonim 1988 ve 1990, Güneş ve ark. 2005**).

Çok yüksek kil oranına sahip N6 toprağının tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri olabilecek değerlerin (sırasıyla >% 48 ve >% 28) altındadır (Çizelge 4.1.1) (**Sağlam ve ark. 1993**). Hafif alkali, tuzluluk tehlikesi olmayan, az kireçli ve organik madde oranı az olan (Çizelge 4.1.2) (**Richard 1954, Anonim 1988**) N6 toprağının bitki besin elementleri irdelendiğinde; toplam azot oranı miktarı az; fosfor içeriğı çok az; potasyum, demir, bakır ve mangan miktarları yeterli; çinko içeriğı ise fazla düzeydedir (Çizelge 4.1.3) (**Follett 1969, Lindsay ve Norvell 1969, Anonim 1988 ve 1990, Güneş ve ark. 2005**).

N7 toprağı gibi kil sınıfı orta olan bir toprakta tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri olabilecek değerlerin (sırasıyla % 24-36 ve % 14-21) çok altında bulunmuştur (Çizelge 4.1.1) (**Sağlam ve ark. 1993**). Nört, tuzluluk tehlikesi olmayan, az kireçli ve organik madde oranı çok az olan (Çizelge 4.1.2) (**Richard 1954, Anonim 1988**) N7 toprağının bitki besin elementleri irdelendiğinde; toplam azot oranı, çinko miktarları az; fosfor ve demir içeriğı orta; potasyum, bakır ve mangan içeriğı yeterli düzeydedir (Çizelge 4.1.3) (**Follett 1969, Lindsay ve Norvell 1969, Anonim 1988 ve 1990, Güneş ve ark. 2005**).

Sağlam ve ark. (1993)'ları % 12-25 kil oranına sahip toprakların tarla kapasitesi değerinin % 24-36 arasında ve solma noktası değerinin % 14-21 arasında olabileceğini belirtmişlerdir. Kil sınıfı orta olan N8 toprağında tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri olabilecek değerlerin biraz üzerinde bulunmuştur (Çizelge 4.1.1). Hafif asit, tuzluluk tehlikesi olmayan, az kireçli ve organik madde oranı az olan (Çizelge 4.1.2) (**Richard 1954, Anonim 1988**) N8 toprağının bitki besin elementleri irdelendiğinde; toplam azot oranı ve çinko miktarı az; fosfor içeriği fazla; potasyum, bakır, demir ve mangan miktarları yeterli düzeydedir (Çizelge 4.1.3) (**Follett 1969, Lindsay ve Norvell 1969, Anonim 1988 ve 1990, Güneş ve ark. 2005**).

4.2. Toprak Düzenleyicilerinin Uygulama Sonuçları

4.2.1. Zeolit, diatomit ve pomza uygulamalarının N1 toprağı üzerine etkisi

N1 toprağına uygulanan zeolit, diatomit ve pomza düzenleyicilerinin ve farklı dozlarının toprakların bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri yapılan varyans analizi ve Duncan testine göre değerlendirilmiş ve istatistikî sonuçları çizelge 4.2.1.1'de verilmiştir.

Uygulanan düzenleyici dozlarının tarla kapasitesi üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$) (Şekil 4.2.1.1). Düzenleyici dozlarından pomzanın % 20 dozu istatistikî olarak tarla kapasitesini en yüksek oranda arttırmıştır. Ayrıca zeolitin % 2,5 dozunda da yüksek oranda bir artış saptanmıştır. **Özdemir ve ark. (2005)**'da % 40,2 kil oranına sahip toprağı zeolit uyguladıklarında tarla kapasitesinde artış sağladıklarını rapor etmişlerdir. Pomzanın tarla kapasitesini arttırdığını **Dündar (2009)**'da bildirmiştir. Bu çalışmada tarla kapasitesinde kontrol grubuna göre pomzanın % 20 dozunun % 10,39 oranında artış sağladığı ve zeolitin % 2,5 dozunun ise % 9,34 oranında artış sağladığı bulunmuştur.

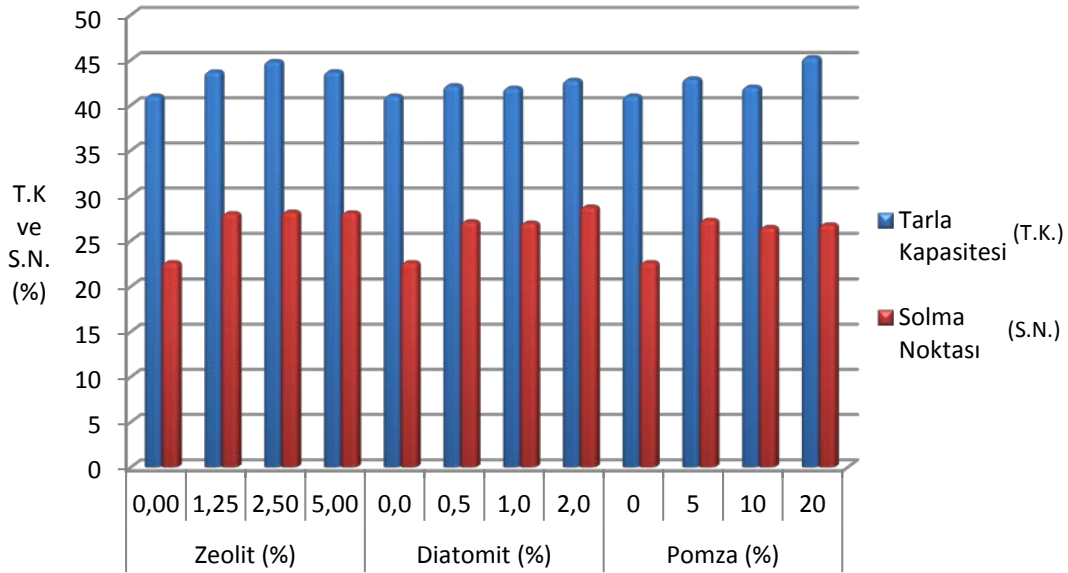
Çizelge 4.2.1.1. Farklı dozlarda zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N1 toprağının bazı fiziksel analiz sonuçlarının, bitki kök uzunluğu ve kuru ağırlığının Duncan testi ile değerlendirilmesi

	DA	DD (%)	TK (%)	DAE	SN (%)	DAE	HA (g/cm ³)	DAE	TY (g/cm ³)	DAE	TP (%)	DAE	Hİ (cm/h)	DAE	BKU (cm)	DAE	BKA (g)	DAE
Zeolit		0,00	41,01c		22,65e		1,37abcd		2,69		49,07ab		0,41h		20,50		0,32b	
		1,25	43,69abc		27,99abc		1,50f		2,69		44,06c		0,48f		19,25		0,23bcd	
		2,50	44,84ab	43,31	28,16ab	26,72	1,45def	1,45b	2,71	2,69	46,40bc	46,04b	1,33d	0,95ab	26,00	21,19ab	0,18cd	0,23b
		5,00	43,70abc		28,08ab		1,48ef		2,67		44,64bc		1,85c		19,00		0,19cd	
Diatomit		0,0	41,01c		22,65e		1,37abcd		2,69		49,07ab		0,41h		23,50		0,26bc	
		0,5	42,15bc		27,09bcd		1,36abc		2,89		52,72a		0,46g		13,25		0,12d	
		1,0	41,88c	41,95	26,95bcd	26,35	1,40bcde	1,39a	2,67	2,73	47,46bc	48,92a	0,50e	0,44b	10,50	15,88b	0,11d	0,17b
		2,0	42,75abc		28,73a		1,43cdef		2,66		46,43bc		0,38i		16,25		0,18cd	
Pomza		0	41,01c		22,65e		1,37abcd		2,69		49,07ab		0,41h		19,50		0,58a	
		5	42,92abc		27,26bcd		1,39abcd		2,62		47,03bc		4,36a		29,50		0,55a	
		10	42,00bc	42,80	26,47d	25,79	1,34ab	1,35a	2,64	2,63	49,15ab	48,63ab	2,25b	1,88a	29,00	27,50a	0,61a	0,59a
		20	45,27a		26,77cd		1,31a		2,57		49,23ab		0,50ef		32,00		0,62a	
	Önemlilik	0,042	0,272	0,000	0,739	0,004	0,002	0,205	0,118	0,056	0,066	0,000	0,047	0,127	0,009	0,000	0,000	
	S. Hata	0,843	0,584	0,377	0,847	0,024	0,017	0,059	0,032	1,431	0,894	0,004	0,356	4,666	2,388	0,036	0,024	

DA: Düzenleyici Adı; DD: Düzenleyici Dozu TK: Tarla Kapasitesi; SN: Solma Noktası; DAE: Düzenleyici Ana Etkisi; HA: Hacim Ağırlığı; TY: Tane Yoğunluğu; TP: Toplam Porozite; Hİ: Hidrolik İletkenlik; BKU: Bitki Kök Uzunluğu; BKA: Bitki Kuru Ağırlığı

Tarla kapasitesi üzerine düzenleyici ana etkileri istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur. Bu da tarla kapasitesi için N1 toprağında 3 düzenleyicinin de aynı oranda artış sağladığı ve kullanılan zeolit, pomza ve diatomitin tarla kapasitesini arttırmada birbirlerine üstünlüklerinin olmadığını göstermektedir.

Çalışmada kullanılan düzenleyici dozlarının N1 toprağının solma noktasına etkisinin varyans analizi sonucuna göre istatistikî olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0,01$). Solma noktasında düzenleyici dozlarının etkisi, diatomitin % 2 dozunda en çok artış sağladığı bulunmuştur. Zeolitin % 2,5 ve % 5 dozlarında da istatistikî olarak önemli bir artış sağladığı belirlenmiştir. **Özdemir ve ark. (2005)**'da zeolit uygulaması ile solma noktasında artış olduğunu rapor etmişlerdir. Solma noktasını kontrol grubuna göre diatomitin % 2 dozunun % 26,84 artırdığı ve zeolitin % 2,5 ve % 5 dozlarının sırasıyla; % 24,33 ve % 23,97 oranlarında artırdığı hesaplanmıştır (Şekil 4.2.1.1). **Tunçez (2007)** yaptığı çalışmada pomza uygulaması ile solma noktasında önemli bir değişim olmadığını bildirmiştir ve bu çalışmada da pomza uygulamasıyla solma noktasında önemli bir değişim olmadığı bulunmuştur.

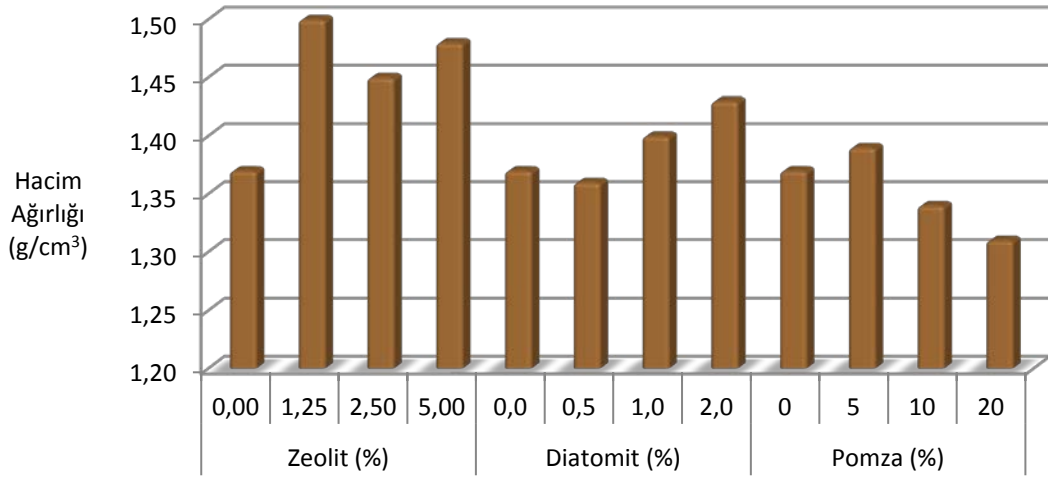


Şekil 4.2.1.1. Düzenleyici dozlarının N1 toprağının tarla kapasitesi ve solma noktasına etkisi

Solma noktası için düzenleyici ana etkisi istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur. Bu durumda, solma noktası için N1 toprağında 3 düzenleyicinin de aynı artışı sağladığı ve kullanılan zeolit, pomza ve diatomitin birbirlerine karşı etkide bir üstünlüğünün olmadığını göstermektedir.

Tarla kapasitesi ve solma noktası nem miktarları arasında tutulan su miktarı olan faydalı su değeri şekil 4.1.1.1'den fark edileceği gibi; normal şartlarda N1 toprağında olabilecek % 20 nem değerinin (**Sağlam ve ark. 1993**) üzerine geçilememiştir. Bunun nedeni olarak tarla kapasitesindeki artışa paralel solma noktasında da artış olmasından kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir.

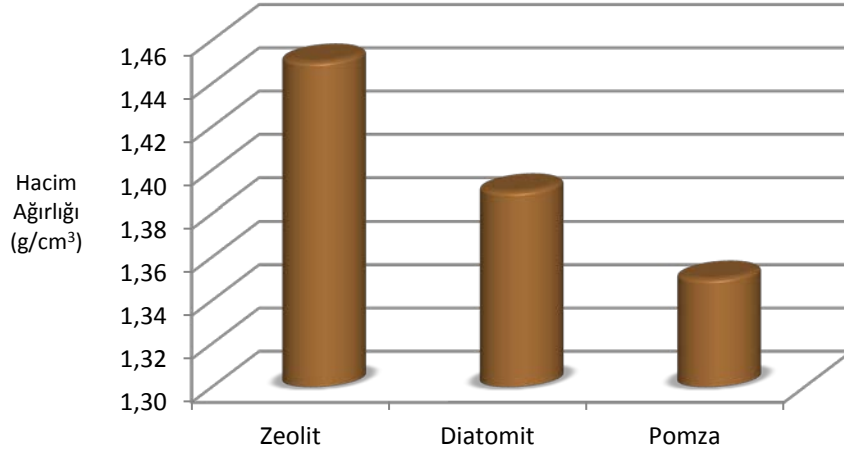
Hacim ağırlığı, toplam hacmin yarısının gözenek olduğu bir toprakta ortalama, tane yoğunluğunun yarısı olur ve 1,30-1,35 g/cm³ arasındadır. Kumlu topraklarda 1,6 g/cm³'e kadar yükselebileceği gibi iyi agregatlaşmış tınlı ve killi topraklarda 1,1 g/cm³'e kadar inebilir. Hacim ağırlığı toprağın strüktür gevşekliği, sıkışması ile etkilenebileceği gibi ıslaklığa bağlı olan şişme büzülme ile de değişebilir (**Aydın ve Kılıç 2010**). N1 toprağının hacim ağırlığı için düzenleyici dozlarıyla birlikte etkisi istatistikî olarak değerlendirildiğinde en fazla azalışın % 20 pomza dozunda olduğu bulunmuştur (p<0,05) (Şekil 4.2.1.2). Yine pomzanın % 10 dozunda önemli bir azalış saptanmıştır. Bu sonuç pomzanın hacim ağırlığının düşük ve saksıya 120 ve 240 g (1,2 kg saksıda) gibi yüksek miktarda uygulanmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. **Noland ve ark. (1992)**'nin pomzanın birçok fiziko-kimyasal özelliği iyileştirebileceğinden ve **Şahin ve ark. (2001)**'nin perlit:pomza karışımında hacim ağırlığında önemli sayılabilecek azalıştan bahsettikleri ve **Dündar (2009)**'in da pomza kullanımının hacim ağırlığını düşürdüğünü bildirdikleri çalışmalarla yapılan bu çalışmanın sonuçları uyum göstermiştir.



Şekil 4.2.1.2. Düzenleyici dozlarının N1 toprağının hacim ağırlığına etkisi

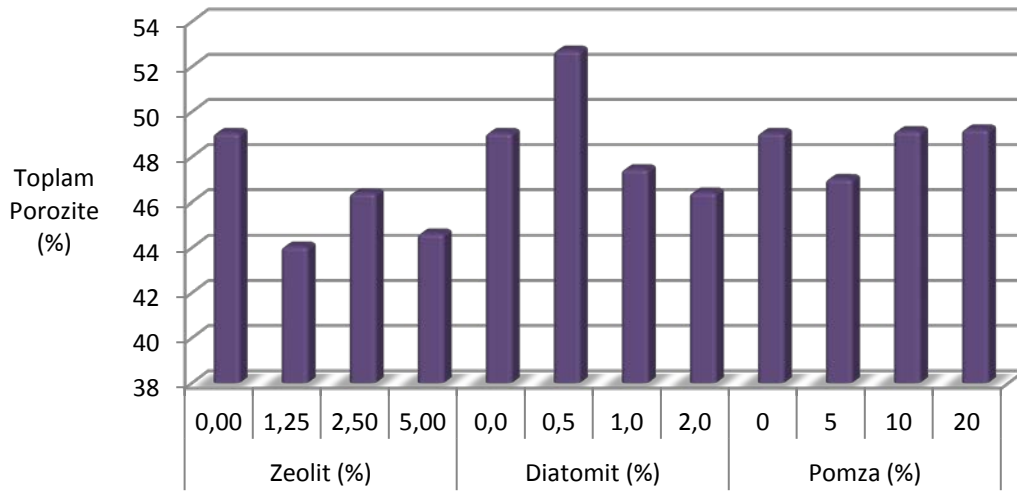
Özdemir ve ark. (2005) zeolit kullanımının hacim ağırlığını azalttığını ve toprak özelliklerini iyileştirdiğini söylemişlerdir ancak şekil 4.2.1.2 incelendiğinde N1 toprağına zeolit uygulamasıyla hacim ağırlığının arttığı belirlenmiştir ve bu duruma hacim ağırlığının; toprağın strüktür gevşekliğı, sıkışması ile etkilenebileceğı gibi ıslaklığa bağı olan şişme büzülme ile de değışebilir (**Aydın ve Kılıç 2010**) olması nedeniyle; yapılan bu çalışmada incelenen bir parametre olmayan kil minerali tipinin genişleyebilen veya genişlemeyen kafes yapısının etkisinin ve/veya çok yüksek kil oranına sahip toprağı kil kaynaklı olan zeolit verilmesinin neden olabileceğı düşünölmektedir.

Hacim ağırlığı için düzenleyici ana etkileri de istatistikî olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur. Buna göre en fazla azalış pomza ve diatomitte saptanmıştır (Şekil 4.2.1.3). Ancak N1 toprağının tane yoğunluğuna düzenleyici dozları ve ana etkileri istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.



Şekil 4.2.1.3. Düzenleyicilerin N1 toprağının hacim ağırlığına etkisi

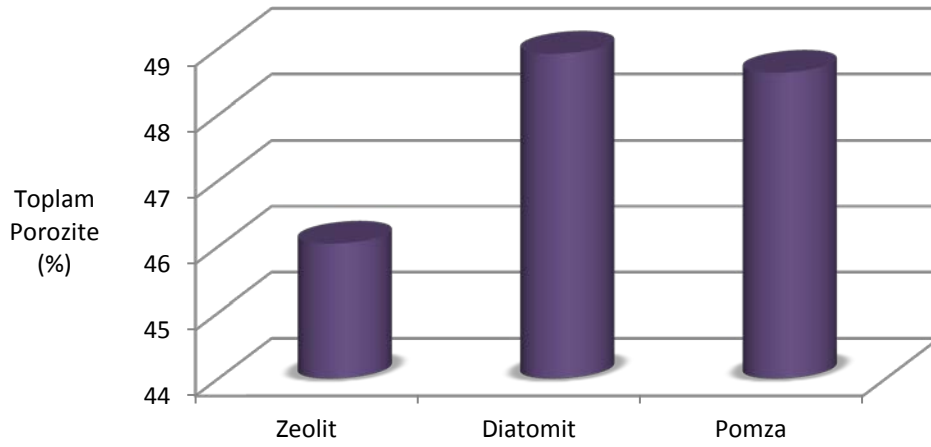
İyi bir yetiştirme ortamının; yeterli havalanmayı sağlayabilmesi, yeterli su tutma kapasitesine sahip olması, suyun önemli bir kısmının düşük tansiyonda tutulması, strüktürünü uzun süre koruyabilmesi istenmektedir (Ünver ve ark. 1992, Özgümüş ve Kaplan 1992). Bu çalışmada N1 toprağında toplam porozite için yapılan istatistikî analiz sonucunda düzenleyici dozlarının etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 4.2.1.4).



Şekil 4.2.1.4. Düzenleyici dozlarının N1 toprağının toplam porozitesine etkisi

Diatomitin % 0,5 dozu istatistikî olarak toplam poroziteyi en fazla arttırdığı bulunmuştur. **Gür ve ark. (1997)** pomza uygulamasıyla ağır bünyeli toprakların havalanma ve su tutma kapasitesinin iyileştirilebileceğini rapor etmişlerdir. Ancak N1 toprağı gibi ağır bünyeli toprakta istatistikî olarak pomza uygulamasının havalanmayı arttırmadığı bulunmuştur.

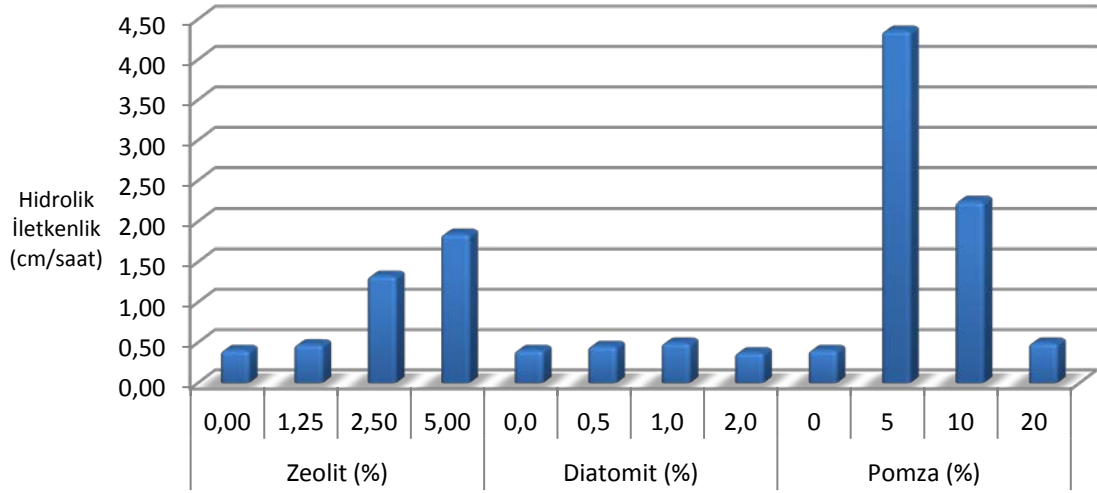
Porozite için düzenleyici ana etkisinin de istatistikî olarak ($p<0,05$) önemli olduğu ve % 61,86 kil içerikli toprakta diatomitin poroziteyi en yüksek oranda arttırdığı bulunmuştur (Şekil 4.2.1.5).



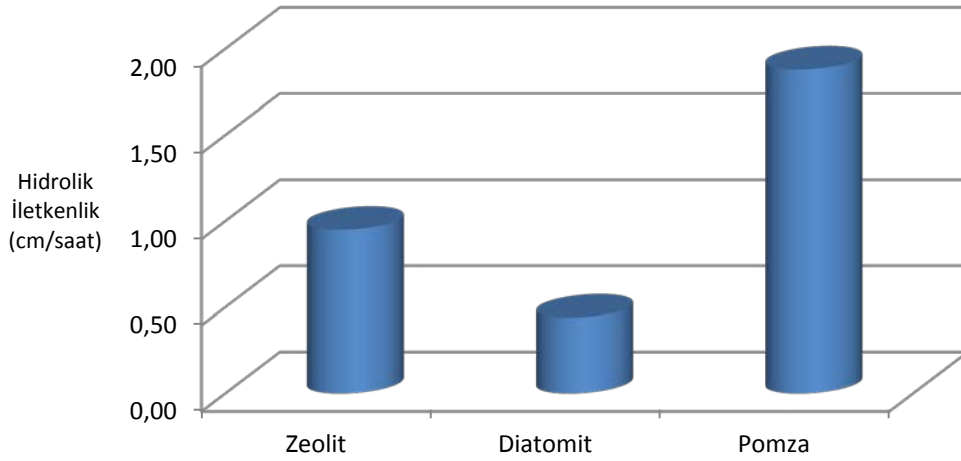
Şekil 4.2.1.5. Düzenleyicilerin N1 toprağının toplam porozitesine etkisi

N1 toprağına uygulanan düzenleyicilerin hidrolik iletkenlik üzerine dozları ve ana etkisi incelendiğinde farklılıklar istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.2.1.6). Pomzanın % 5 dozunun hidrolik iletkenliği en fazla arttırdığı bulunmuştur. Hidrolik iletkenlik artışına düzenleyici dozlarının etkinlik dereceleri sıralandığında; pomzanın % 5 dozunu sırasıyla; pomzanın % 10 ve zeolitin % 5 dozlarının takip ettiği saptanmıştır. Düzenleyici ana etkisi için hidrolik iletkenlikte en fazla artışı pomzanın sağladığı istatistikî olarak bulunmuştur (Şekil 4.2.1.7). Pomza (% 5 ve % 10) uygulaması yavaş olan geçirgenlik sınıfını orta sınıfa, % 5 zeolit uygulaması ise orta yavaş geçirgenlik sınıfına yükseltmiştir. **Ünver ve ark. (1992)**, **Özgümüş ve Kaplan (1992)** perlite alternatif olan pomzanın bitki yetiştirme ortamında kullanımının, su geçirgenliğinin yüksek olması ve havalanma durumunu iyileştirmesi sebebiyle iyi bir materyal olduğunun ifade edilebileceğini rapor etmişlerdir. Pomza taşının

suyu tutan ve koruyan yapısal özelliğinin olması (Çiftçi ve ark. 2009) ve pomzanın saksıya 240 g (1,2 kg) olarak yüksek oranda uygulanmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

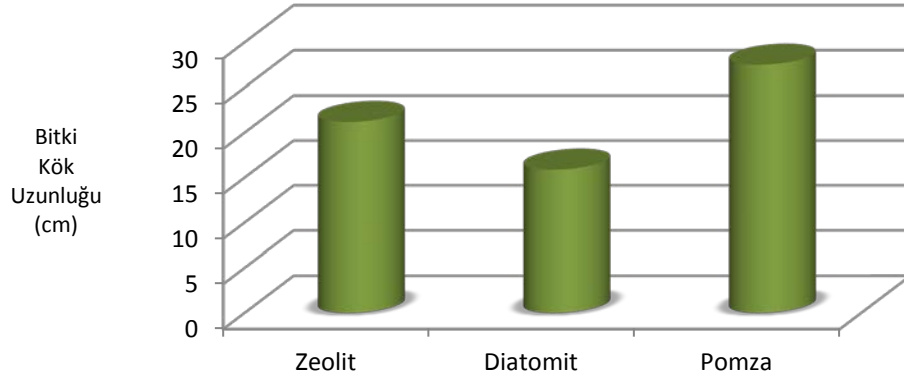


Şekil 4.2.1.6. Düzenleyici dozlarının N1 toprağının hidrolik iletkenliğe etkisi

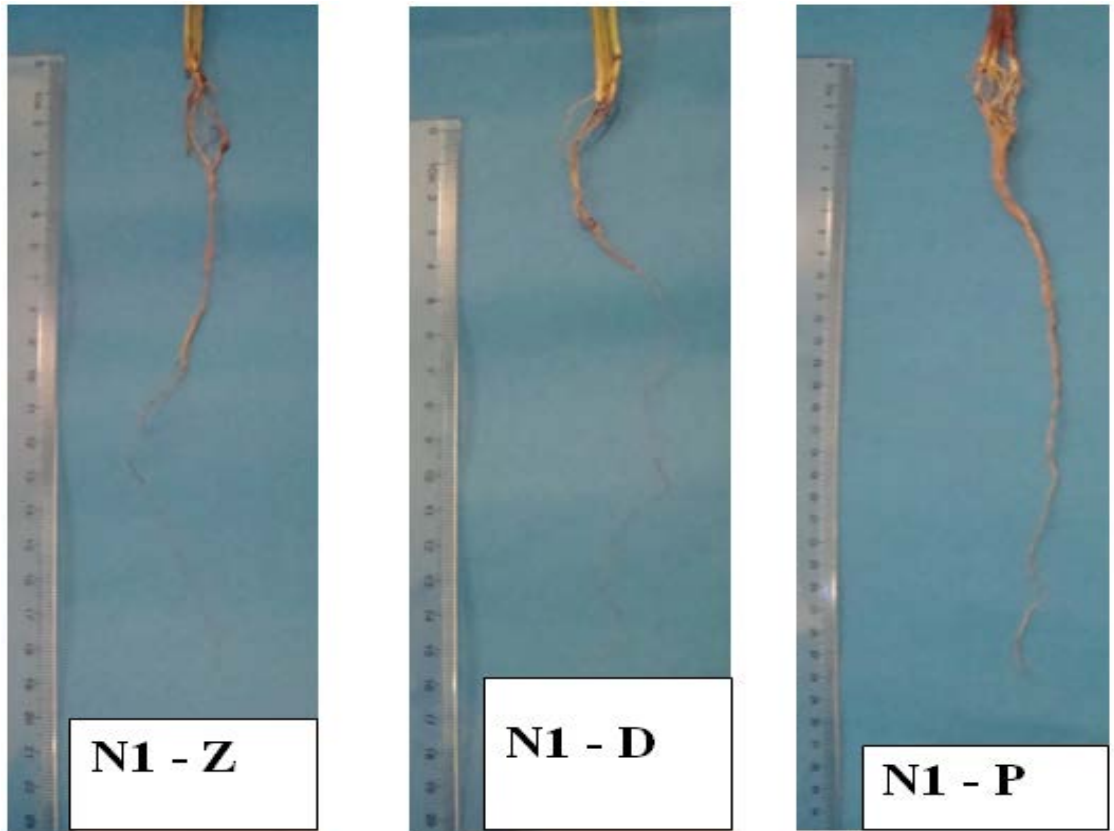


Şekil 4.2.1.7. Düzenleyicilerin N1 toprağının hidrolik iletkenliğe etkisi

Düzenleyici dozlarının bitki kök uzunluğu üzerine etkileri istatistikî olarak önemli bulunmamıştır. Düzenleyicilerin ana etkisi istatistikî olarak değerlendirildiğinde kök uzunluğunu en fazla pomzanın arttırdığı bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.2.1.8) (Şekil 4.2.1.9).

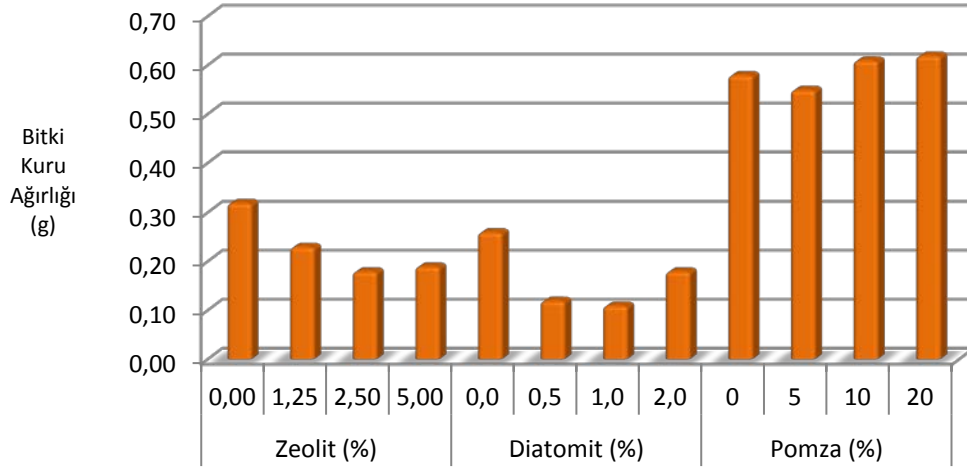


Şekil 4.2.1.8. Düzenleyicilerin N1 toprağının kök uzunluğuna etkisi

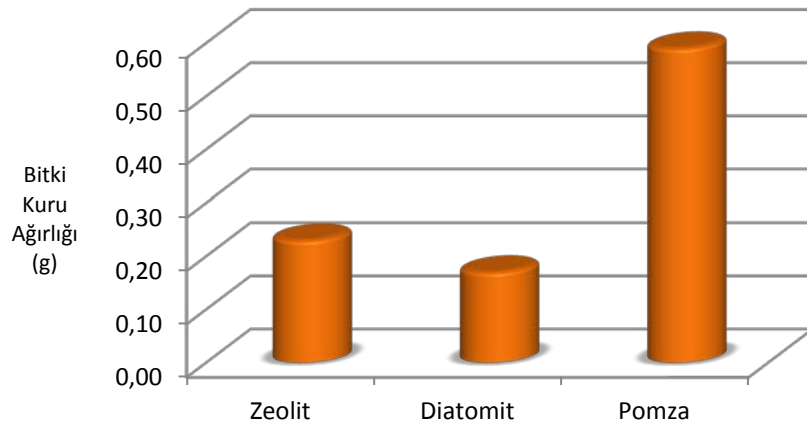


Şekil 4.2.1.9. Zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N1 toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin kök gelişimi (sağdan sola doğru bitki kök uzunluğu: 19,5 cm, 15,5 cm, 28,0 cm)

N1 toprağında bitki kuru ağırlığına düzenleyicilerin dozları ve düzenleyicilerin ana etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.2.1.10 ve Şekil 4.2.1.11). Düzenleyici çeşitlerinden pomza, en iyi uygulama sonucunu vermiştir.



Şekil 4.2.1.10. Düzenleyici dozlarının N1 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi

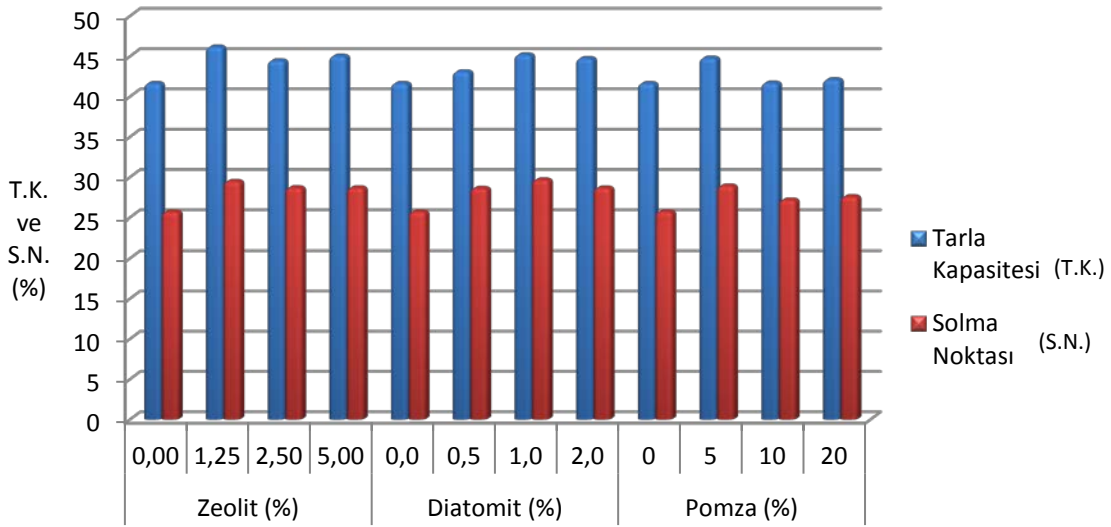


Şekil 4.2.1.11. Düzenleyicilerin N1 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi

4.2.2. Zeolit, diatomit ve pomza uygulamalarının N2 toprağı üzerine etkisi

Zeolit, diatomit ve pomza düzenleyicilerinin ve farklı dozlarının toprakların bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri yapılan varyans analizi ve Duncan testine göre değerlendirilmiştir ve N2 toprağı için istatistikî sonuçlar çizelge 4.2.2.1’de verilmiştir.

Çalışmada kullanılan düzenleyici dozlarının N2 toprağının tarla kapasitesine etkisi istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur (Şekil 4.2.2.1). **Can (2007)** pomza uygulamasıyla tarla kapasitesi değerinde artış olduğunu belirtmiştir. Ancak bu çalışmada N2 toprağının tarla kapasitesi değerindeki pomza kullanımıyla tarla kapasitesinde önemli bir artış olmadığı bulunmuştur ve bu sonuç **Tunçez (2007)**’in pomza kullanımının tarla kapasitesi değerinde önemli bir değişikliğe neden olmadığını bildirdiğı çalışmayla desteklenmektedir.



Şekil 4.2.2.1. Düzenleyici dozlarının N2 toprağının tarla kapasitesi ve solma noktasına etkisi

Çalışmada kullanılan düzenleyici dozlarının N2 toprağının solma noktası üzerine etkisi varyans analizi sonucunda istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 4.2.2.1). Ancak solma noktası için düzenleyici ana etkisi istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.2.2.1. Farklı dozlarda zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N2 toprağının bazı fiziksel analiz sonuçlarının, bitki kök uzunluğu ve kuru ağırlığının Duncan testi ile değerlendirilmesi

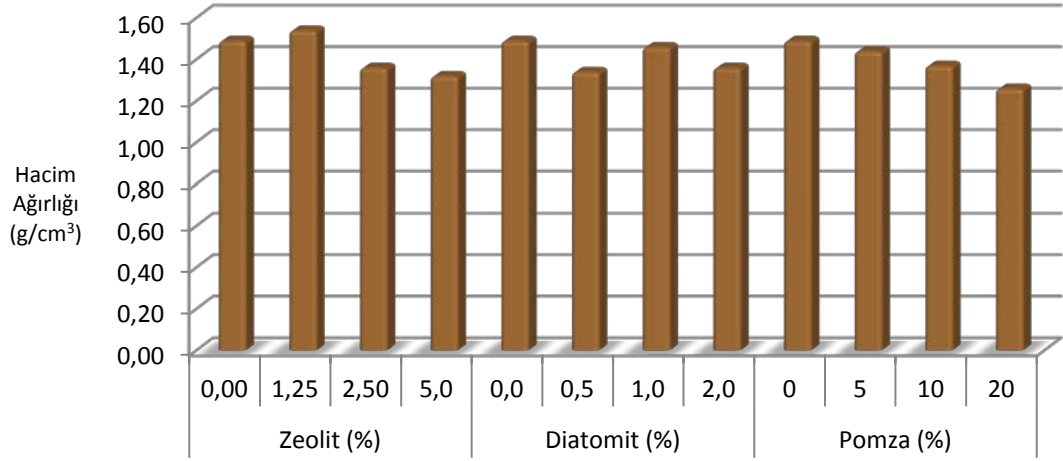
DA	DD (%)	TK (%)	DAE	SN (%)	DAE	HA (g/cm ³)	DAE	TY (g/cm ³)	DAE	TP (%)	DAE	Hİ (cm/h)	DAE	BKU (cm)	DAE	BKA (g)	DAE
Zeolit	0,00	41,63	44,31	25,70 b	28,13	1,49 de	1,43	2,63 bc	2,64 b	43,35 cd	46,05	1,75 c	1,60	8,25	7,31	0,27	0,24 b
	1,25	46,16		29,47 a		1,54 e		2,65 c		41,89 d		1,62 e		5,50		0,29	
	2,50	44,45		28,69 ab		1,36 abcd		2,66 c		48,96 ab		1,33 g		9,50		0,15	
	5,00	45,02		28,68 ab		1,32 ab		2,63 bc		50,00 ab		1,69 d		6,00		0,25	
Diatomit	0,0	41,63	43,65	25,70 b	28,16	1,49 de	1,41	2,63 bc	2,64 b	43,35 cd	46,61	1,75 c	1,63	6,00	7,06	0,21	0,17 b
	0,5	43,08		28,62 ab		1,34 abc		2,64 c		49,44 ab		1,76 c		7,25		0,19	
	1,0	45,18		29,67 a		1,46 cde		2,65 c		45,10 bcd		2,18 b		6,50		0,15	
	2,0	44,73		28,66 ab		1,36 abcd		2,64 bc		48,58 abc		0,85 i		8,50		0,15	
Pomza	0	41,63	42,55	25,70 b	27,34	1,49 de	1,39	2,63 bc	2,61 a	43,35 bcd	46,75	1,75 c	1,66	4,50	6,63	0,41	0,40 a
	5	44,79		28,92 a		1,44 bcd		2,63 bc		45,33 bcd		2,25 a		7,75		0,49	
	10	41,68		27,17 ab		1,37 abcd		2,56 a		46,68 abcd		1,15 h		5,25		0,33	
	20	42,10		27,58 ab		1,26 a		2,61 b		51,63 a		1,50 f		9,00		0,38	
Önemlilik	0,361	0,313	0,045	0,577	0,007	0,753	0,001	0,005	0,011	0,923	0,000	0,953	0,222	0,809	0,136	0,001	
S. Hata	1,532	0,803	0,867	0,619	0,040	0,035	0,009	0,008	1,524	1,305	0,003	0,146	1,270	0,752	0,080	0,035	

DA: Düzenleyici Adı; DD: Düzenleyici Dozu TK: Tarla Kapasitesi; SN: Solma Noktası; DAE: Düzenleyici Ana Etkisi; HA: Hacim Ağırlığı; TY: Tane Yoğunluğu; TP: Toplam Porozite; Hİ: Hidrolik İletkenlik; BKU: Bitki Kök Uzunluğu; BKA: Bitki Kuru Ağırlığı

Zeolitin % 1,25, diatomitin % 1 ve pomzanın % 5 uygulama dozlarının istatistikî olarak solma noktasını aynı derecede arttırdığı belirlenmiştir. **Dündar (2009)** pomzanın solma noktasını azalttığını bildirirken, **Özdemir ve ark. (2005)** zeolit ve pomza uygulamasında solma noktasında artış olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada da kontrol grubuna göre solma noktasındaki en fazla artışın; zeolitin % 1,25 (% 14,67), diatomitin % 1 (% 15,45) ve pomzanın % 5 (% 12,53) dozlarında olduğu bulunmuştur. Zeolitin % 2,5 ve % 5 (% 11,63 ve % 11,60), diatomitin % 0,5 ve % 2 (% 11,36 ve % 11,52) ve pomzanın % 10 ve % 20 (% 5,72 ve % 7,32) dozlarındaki artışların birbirine yakın değerler olduğu saptanmıştır.

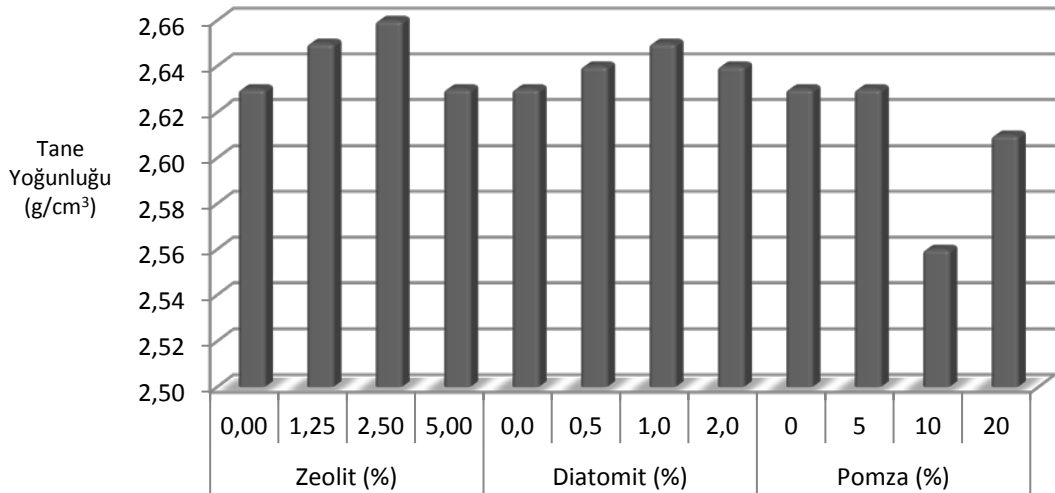
Topraklarda mezoporlarda tutulan su değeri olan faydalı su değeri şekil 4.2.2.1'den anlaşılacağı gibi N2 toprağında olabilecek % 20 nem sınır değerine ulaşılamamıştır (**Sağlam ve ark. 1993**). Bu durum, toprağın polifaktörlü yapısı ve uygulanan düzenleyicilerin içerdiği mineral tipinin etkisi olabileceği gibi bu özelliklerinden hariç kullanılan düzenleyicilerin miktarının az gelmiş olabileceğini düşündürmektedir. **Dündar (2009)** pomza karışımlarının, toprağa göre faydalı su kapasitesini (FSK) artırdığını ve en yüksek faydalı su kapasitesi değeri % 20,53 ile 2 mm çaplı % 40 karışım oranına sahip pomza karıştırılmış toprakta görülmüş olduğunu bildirmiş olmasına rağmen bu çalışmada beklenen nem değerine (% 20) ulaşılamamıştır.

Hacim ağırlığı; birçok tarımsal işlemlerde kullanılan ve tekstür, strüktür, organik madde içeriği, derinlik gibi toprak özelliklerine ve toprak işleme uygulamalarına bağlı olarak değişen toprağın fiziksel özelliklerinden birisidir (**Boyle ve ark. 1989, Chenu ve ark. 2000, Marinari ve ark. 2000, Loveland ve Webb 2003**). N2 toprağının hacim ağırlığı üzerine düzenleyici dozlarının etkisi değerlendirildiğinde; düzenleyici dozları istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$) (Şekil 4.2.2.2). Düzenleyici dozlarında istatistikî olarak hacim ağırlığındaki en çok azalışı pomzanın % 20 dozunun sağladığı bulunmuştur. Diğer önemli azalışı zeolitin % 5 dozunun sağladığı belirlenmiştir. **Özdemir ve ark. (2005)**'da zeolit kullanımının hacim ağırlığını azalttığını bildirmişlerdir. Pomza için daha önce yapılan çalışmalarda da pomza kullanımının toprakta hacim ağırlığını azalttığı açıklanmıştır (**Dündar 2009, Şahin ve ark. 2001**). Ayrıca **Dündar (2009)** çalışmada kullanılan pomzanın düşük hacim ağırlığına ($0,8 \text{ g/cm}^3$) sahip olması nedeniyle pomza uygulamasıyla hacim ağırlığındaki düşüşe etkili olduğunu rapor etmiştir. Hacim ağırlığı, düzenleyici ana etkisi için yapılan varyans analizlerine göre değerlendirildiğinde istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.



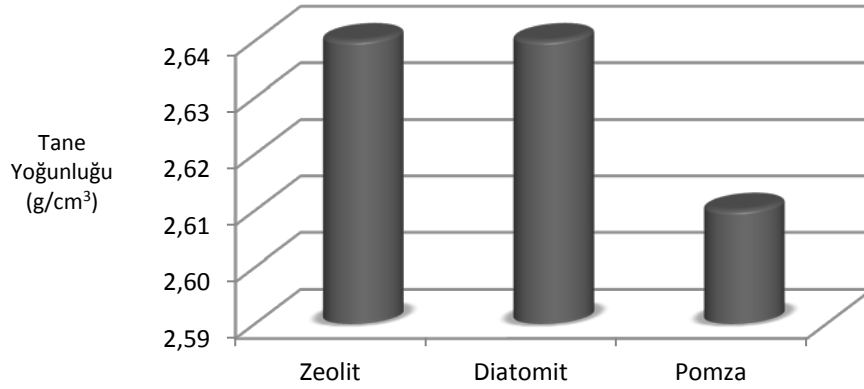
Şekil 4.2.2.2. Düzenleyici dozlarının N2 toprağının hacim ağırlığına etkisi

Toprakların genel özellikleri nedeniyle tane yoğunluğunda her hangi bir değişim beklenmemesine rağmen N2 toprağı için yapılan varyans analizi sonucu düzenleyici dozlarının etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$) (Şekil 4.2.2.3). Pomzanın % 10 uygulama dozu tane yoğunluğunu en fazla azaltırken, pomzanın % 20 uygulama dozunda da tane yoğunluğunda önemli bir azalış saptanmıştır.



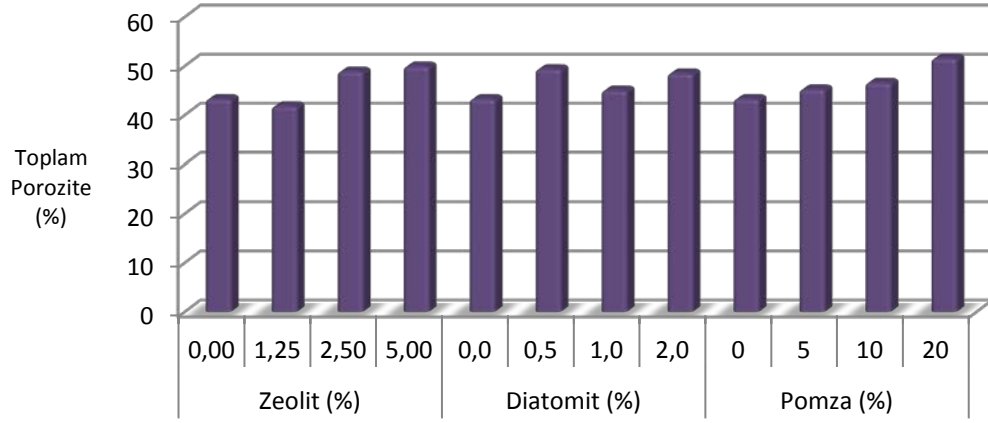
Şekil 4.2.2.3. Düzenleyici dozlarının N2 toprağının tane yoğunluğuna etkisi

Tane yoğunluğu için yapılan istatistikî analiz sonucunda düzenleyici ana etkisi de önemli bulunmuş ($p<0,05$) ve en fazla düşüşü pomzanın sağladığı bulunmuştur (Şekil 4.2.2.4). Bu durum, pomzanın uygulandığı toprağın katı kısım hacminde artış sağlamasıyla açıklanabilir.



Şekil 4.2.2.4. Düzenleyicilerin N2 toprağının tane yoğunluğuna etkisi

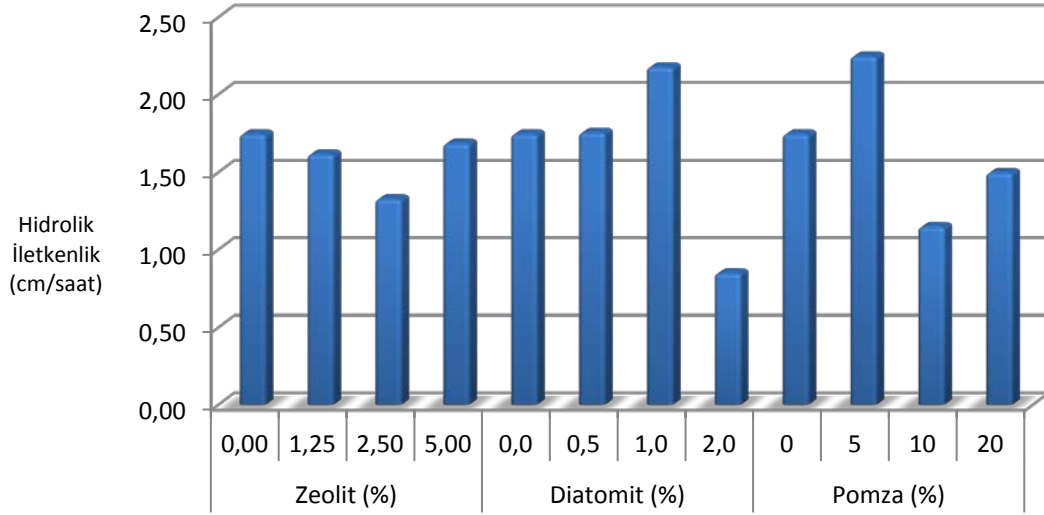
İyi bir yetiştirme ortamının; yeterli havalanmayı sağlayabilmesi istenmektedir (Ünver ve ark. 1992, Özgümüş ve Kaplan 1992). Bu çalışmada N2 toprağının toplam porozite özelliğinin irdelendiği istatistikî analiz sonucunda düzenleyici dozlarının etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Şekil 4.2.2.5). Pomzanın % 20 dozunun poroziteyi en fazla arttırdığı belirlenmiştir. Zeolitin % 2,5 ve % 5 dozları ile diatomitin % 0,5 dozu istatistikî olarak aynı derecede artış sağladığı bulunmuştur.



Şekil 4.2.2.5. Düzenleyici dozlarının N2 toprağının toplam porozitesine etkisi

Bu sonuçlara göre uygulama dozları ile porozitedeki artış zeolitin % 2,5 ve % 5 dozlarında sırasıyla % 12,94 ve % 15,34; diatomitin % 0,5 dozunda % 14,05 ve pomzanın % 20 dozunda % 19,10 olarak hesaplanmıştır. Bulunan bu sonuçlar daha önce yapılan ve porozitede artış görülen birçok çalışmayla da uyum göstermiştir (Nolan ve ark. 1992, Anonim 1996). Şahin ve ark. (2006) pomzanın artan oranı ve artan boyutuna göre toplam porozitenin arttığını tespit etmişlerdir. Ayrıca Verdonck (1984)'da pomzanın iyi bir yetiştirme ortamı sağladığını bildirmiştir. Toplam poroziteye düzenleyici ana etkisi ise istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.

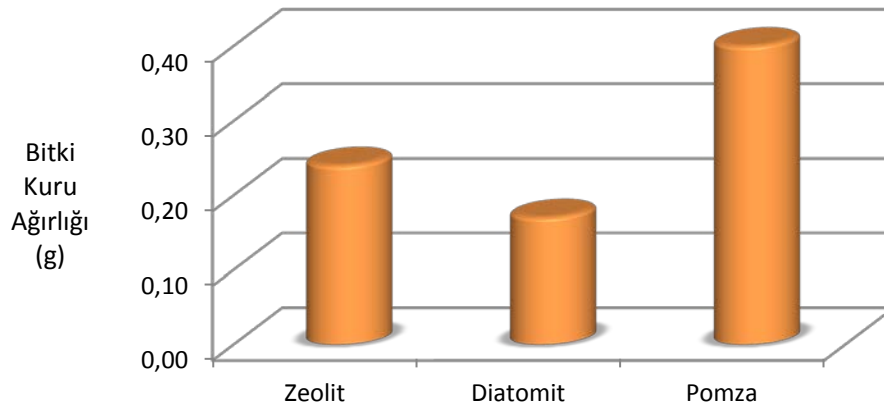
Düzenleyici dozlarının hidrolik iletkenliğe etkisi istatistikî olarak değerlendirildiğinde önemli ($p < 0,01$) ve en fazla artışı pomzanın % 5 dozunun sağladığı bulunmuştur. Diatomitin % 1 dozunun da hidrolik iletkenlikte önemli bir artış sağladığı bulunmuştur (Şekil 4.2.2.6). Orta yavaş geçirgenlik sınıfına sahip olan N2 toprağının geçirgenliğini pomzanın % 5 dozu ve diatomitin % 1 dozu orta geçirgenlik sınıfına yükseltmiştir. Hidrolik iletkenliğe düzenleyici ana etkisi ise istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur. Zeolitin N2 toprağının geçirgenliğini kontrole göre artması beklenmesine karşılık zeolit uygulaması ile hidrolik iletkenlikte beklenmeyen bir düşüş saptanmıştır. Bu durumun zeolit mineralinin kil kaynaklı ve 1 mm'den küçük boyutlu olmasının yanında Mumpton (1983), Gote ve Nimaki (1980)'in belirttiği gibi zeolitin nem tutma özelliğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.2.2.6. Düzenleyici dozlarının N2 toprağının hidrolik iletkenliğe etkisi

N2 toprağında bitki kök uzunluğu için düzenleyici dozları ve ana etkisi istatistikî olarak değerlendirildiğinde önemli bulunmamıştır.

Bitki kuru ağırlığı için yapılan varyans analizi sonucunda düzenleyici dozlarının etkisi istatistikî olarak önemli bulunmamış ancak düzenleyici ana etkisi önemli ve kuru ağırlıktaki en fazla artışı pomzanın sağladığı bulunmuştur (Şekil 4.2.2.7). **Ünver ve ark. (1992)**, **Özgümüş ve Kaplan (1992)** pomzanın bitki yetiştirme ortamında kullanımının, su geçirgenliğinin yüksek olması ve havalanma durumunu iyileştirmesi sebebiyle iyi bir meteryal olduğunun ifade edilebilir olduğunu rapor etmişlerdir.



Şekil 4.2.2.7. Düzenleyicilerin N2 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi

4.2.3. Zeolit, diatomit ve pomza uygulamalarının N3 toprağı üzerine etkisi

N3 toprağına uygulanan zeolit, diatomit ve pomza düzenleyicilerinin ve farklı dozlarının toprakların bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri için yapılan varyans analizi ve Duncan testine göre değerlendirilmiş ve istatistikî sonuçları çizelge 4.2.3.1’de verilmiştir.

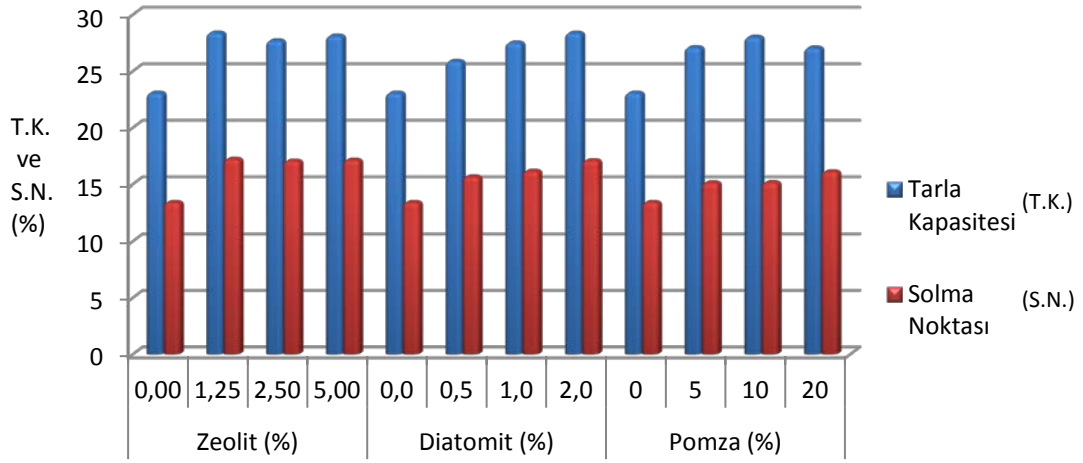
N3 toprağının tarla kapasitesine düzenleyici dozlarının etkisi, zeolitin (% 1,25-2,5-5), diatomitin (% 0,5-1-2) ve pomzanın (% 5, 10, 20) tüm dozları istatistikî olarak önemli ($p<0,01$) ve aynı derecede tarla kapasitesinde artış sağladığı bulunmuştur (Şekil 4.2.3.1). Ancak düzenleyici ana etkisi tarla kapasitesinde istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.

Tarla kapasitesinde zeolit, diatomit ve pomzanın her bir dozundaki artışlar; zeolitin % 1,25 dozunda % 23,07, % 2,5 dozunda % 20,08 ve % 5 dozunda % 21,90 olarak hesaplanmıştır. Diatomitin % 0,5 dozunda % 12,19, % 1 dozunda % 19,25 ve % 2 dozunda % 23,03 olarak hesaplanmıştır. Pomzanın % 5 dozunda % 17,48, % 10 dozunda % 21,47 ve % 20 dozunda % 17,35 olarak hesaplanmıştır. Pomzanın tarla kapasitesinde artış sağladığı **Can (2007)** tarafından da bildirilmiştir. **Özdemir ve ark. (2005)**’da zeolit uygulamasının tarla kapasitesini artırdığını açıklamışlardır. **Aksakal ve ark (2011)**’da diatomit uygulaması ile tarla kapasitesinde artış sağlandığını rapor etmişlerdir. Bu sonuca göre diatomitin toprağın fiziksel özelliklerini geliştirmek için kullanılabileceğini bildirmektedirler.

Çizelge 4.2.3.1. Farklı dozlarda zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N3 toprağının bazı fiziksel analiz sonuçlarının, bitki kök uzunluğu ve kuru ağırlığının Duncan testi ile değerlendirilmesi

	DA	DD (%)	TK (%)	DAE	SN (%)	DAE	HA (g/cm ³)	DAE	TY (g/cm ³)	DAE	TP (%)	DAE	Hİ (cm/h)	DAE	BKU (cm)	DAE	BKA (g)	DAE
Zeolit		0,00	23,06b		13,44d		1,19c		2,65		55,09d		18,50j		16,75		0,31cd	
		1,25	28,38a		17,21a		1,37ab		2,59		47,30ab		5,75g		20,25		0,19cd	
		2,50	27,69a	26,81	17,05ab	16,21	1,32b	1,31	2,60	2,61	49,13bc	49,68	4,25d	7,58	19,50	16,69b	0,22cd	0,21b
		5,00	28,11a		17,13ab		1,37ab		2,60		47,21ab		1,83a		10,25		0,10cd	
Diatomit		0,0	23,06b		13,44d		1,19c		2,65		55,09d		18,50j		18,00		0,16cd	
		0,5	25,87a		15,65bc		1,41ab		2,74		48,60bc		5,82h		13,50		0,10d	
		1,0	27,50a	26,20	16,15abc	15,58	1,38ab	1,35	2,60	2,65	47,01ab	48,76	5,08f	7,89	21,50	17,38b	0,12cd	0,13b
		2,0	28,37a		17,09ab		1,45a		2,60		44,32a		2,15b		16,50		0,16cd	
Pomza		0	23,06b		13,44d		1,19c		2,65		55,09d		18,50j		17,00		0,45bc	
		5	27,09a		15,13c		1,34b		2,59		48,17bc		8,38i		26,00		0,71b	
		10	28,01a	26,30	15,14c	14,95	1,34b	1,28	2,58	2,59	47,97abc	50,66	4,33e	8,61	37,50	27,50a	1,16a	0,76a
		20	27,06a		16,10abc		1,23c		2,53		51,40c		3,25c		29,50		0,72b	
	Önemlilik	0,001	0,862	0,000	0,280	0,000	0,257	0,278	0,224	0,000	0,627	0,000	0,953	0,388	0,047	0,000	0,000	
	S. Hata	0,767	0,840	0,450	0,539	0,028	0,033	0,044	0,024	1,093	1,374	0,003	2,423	6,793	3,200	0,100	0,070	

DA: Düzenleyici Adı; DD: Düzenleyici Dozu TK: Tarla Kapasitesi; SN: Solma Noktası; DAE: Düzenleyici Ana Etkisi; HA: Hacim Ağırlığı; TY: Tane Yoğunluğu; TP: Toplam Porozite; Hİ: Hidrolik İletkenlik; BKU: Bitki Kök Uzunluğu; BKA: Bitki Kuru Ağırlığı



Şekil 4.2.3.1. Düzenleyici dozlarının N3 toprağının tarla kapasitesi ve solma noktasına etkisi

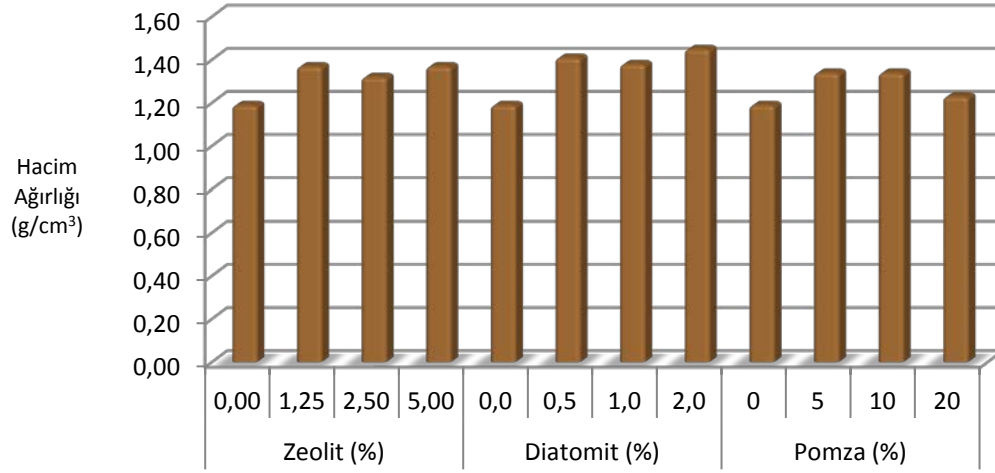
N3 toprağının solma noktası üzerine yapılan varyans analizi sonucunda istatistikî olarak düzenleyici dozlarının etkisi önemli ($p < 0,01$) ve zeolitin % 1,25 dozunun en fazla artışı sağladığı bulunmuştur. Zeolitin % 2,5 ve % 5 dozlarıyla diatomitin % 2 dozunun da solma noktasında önemli bir artış sağladığı bulunmuştur (Şekil 4.2.3.1). Zeolitin % 1,25 dozunda % 28,05, % 2,5 uygulama dozunda % 26,86 ve % 5 dozunda % 27,46 oranında solma noktasını arttırdığı ve diatomitin % 2 uygulama dozunda da % 27,16 oranında artış sağladığı hesaplanmıştır.

Düzenleyici ana etkisinin solma noktası üzerine etkisi ise istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur. Bu durum, solma noktasında N3 toprağı için üç düzenleyicinin de aynı artışı sağladığı ve kullanılan zeolit, diatomit ve pomzanın birbirine karşı artışta bir üstünlüğünün olmadığına göstergesidir.

Tarla kapasitesi ve solma noktası nem miktarları arasında faydalı su değeri N3 toprağında % 9,62 olarak hesaplanmıştır ancak bu değer olabilecek nem miktarı (% 10-15) değerinin altındadır (Sağlam ve ark. 1993). Şekil 4.2.3.1.'de görüldüğü gibi; yapılan bu çalışma sonunda faydalı suyu; zeolitin % 1,25 uygulama dozu % 11,17'ye, % 2,5 uygulama dozu % 10,64'e ve % 5 dozu % 10,98'e çıkarttığı hesaplanmıştır. Diatomitin de benzer şekilde faydalı suyu; % 0,5 dozunda % 10,22'ye, % 1 dozunda % 11,35'e ve % 2 dozunda % 11,28'e çıkardığı hesaplanmıştır. Pomzanın % 5 uygulama dozunda % 11,96, % 10 uygulama dozunda % 12,87 ve % 20 dozunda % 10,96 oranında faydalı suyu arttığı hesaplanmıştır. Tunçez (2007)'de uygulamalara bağlı olarak toprakların 16 ton/da doz pomza

uygulamalarında genel olarak faydalı su yüzdelinde bir miktar artış görüldüğünü bildirmiştir.

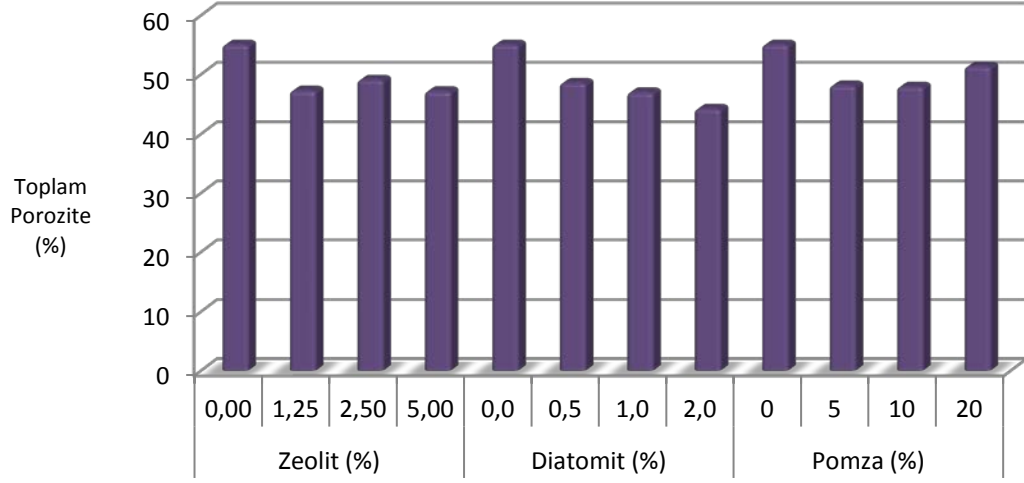
Hacim ağırlığı, toplam hacmin yarısının gözenek olduğu bir toprakta ortalama, tane yoğunluğunun yarısı olur ve $1,30-1,35 \text{ g/cm}^3$ arasındadır. Kumlu topraklarda $1,6 \text{ g/cm}^3$ 'e kadar yükselebileceği gibi iyi agregatlaşmış tınlı ve killi topraklarda $1,1 \text{ g/cm}^3$ 'e kadar inebilir. Hacim ağırlığı toprağın strüktür gevşekliği, sıkışması ile etkilenebileceği gibi ıslaklığa bağlı olan şişme büzülme ile de değişebilir (Aydın ve Kılıç 2010). Çalışmada kullanılan düzenleyicilerin N3 toprağının hacim ağırlığına etkisi için yapılan varyans analizi sonucunda düzenleyici dozlarının etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.2.3.2).



Şekil 4.2.3.2. Düzenleyici dozlarının N3 toprağının hacim ağırlığına etkisi

Hacim ağırlığını düzenleyici dozlarından diatomitin % 2 dozun en fazla arttırdığı bulunmuştur. İstatistikî olarak önemli olan zeolitin % 1,25 ve % 5 dozlarının ve diatomitin % 0,5 ve % 1 dozlarının aynı derecede hacim ağırlığını arttırdığı bulunmuştur. **Norland ve ark. (1992)** pomzanın toprak iyileştirmede kullanılabilecek bir girdi olduğunu bildirmişlerdir ancak bu çalışmanın analiz sonuçları değerlendirildiğinde N3 toprağına pomza uygulamasının zeolit ve diatomite nazaran daha az oranda hacim ağırlığında artış sağladığı görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonucunda N3 toprağının hacim ağırlığına düzenleyici ana etkisi istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.

İyi bir yetiştirme ortamının; yeterli havalanmayı sağlayabilmesi istenmektedir (**Ünver ve ark. 1992, Özgümüş ve Kaplan 1992**). N3 toprağında toplam porozite için yapılan varyans analizi sonucunda düzenleyici dozlarının etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.2.3.3).

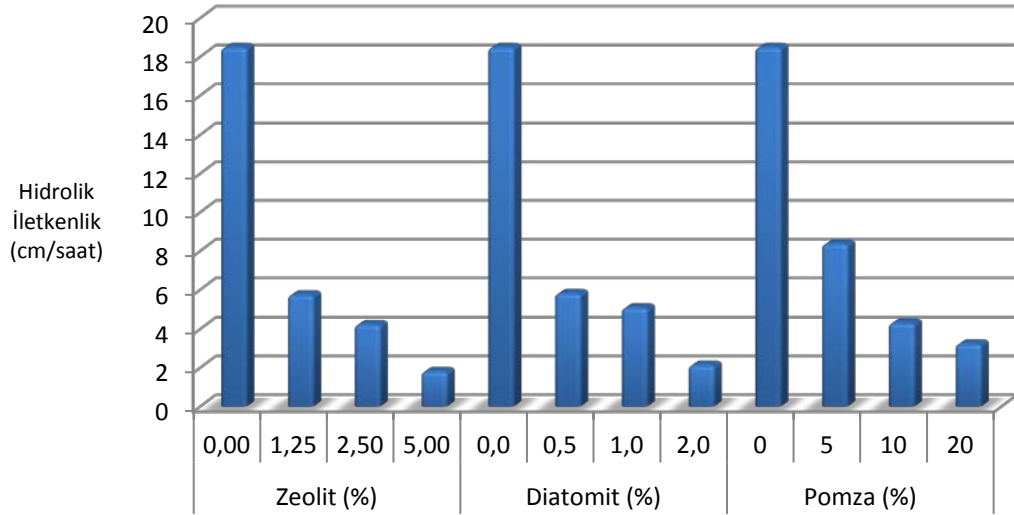


Şekil 4.2.3.3. Düzenleyici dozlarının N3 toprağının toplam porozitesine etkisi

Diatomitin % 2 dozunun porozitede en fazla azalışı sağladığı bulunmuştur. Zeolitinin % 1,25 ve % 5 dozlarıyla diatomitin % 1 dozunun istatistikî olarak aynı derecede poroziteyi azalttığı bulunmuştur. Bu sonuçlara göre en fazla azalışı % 19,55 ile diatomitin % 2 dozunun sağladığı bulunmuştur. Diğer düşüş gösteren uygulama dozlarındaki azalış oranları; zeolitinin % 1,25 dozunda % 14,14 ve % 5 dozunda % 14,30 olarak ve diatomitin % 1 dozunda % 14,67 oranlarında olduğu belirlenmiştir. Toplam porozite için N3 toprağında yapılan varyans analizi sonucunda düzenleyici ana etkisi istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.

N3 toprağında düzenleyici dozlarının hidrolik iletkenlik üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.2.3.4). Tüm düzenleyici dozlarının hidrolik iletkenliği azalttığı belirlenmiştir. Hidrolik iletkenliği istatistikî olarak en fazla zeolitinin % 5 dozunun azalttığı bulunmuştur. Hidrolik iletkenliğin azalışına etkinlik dereceleri sıralandığında sırasıyla; diatomitin % 2 ve pomzanın % 20 uygulama dozlarında da önemli azalış olduğu bulunmuştur. Ancak istatistikî olarak bu dozlarda en aza indirilmiş olsa da geçirgenlik açısından bu kadar yavaşlaması da istenmez. Bu sebeple zeolitinin % 1,25 ve % 2,5 dozları,

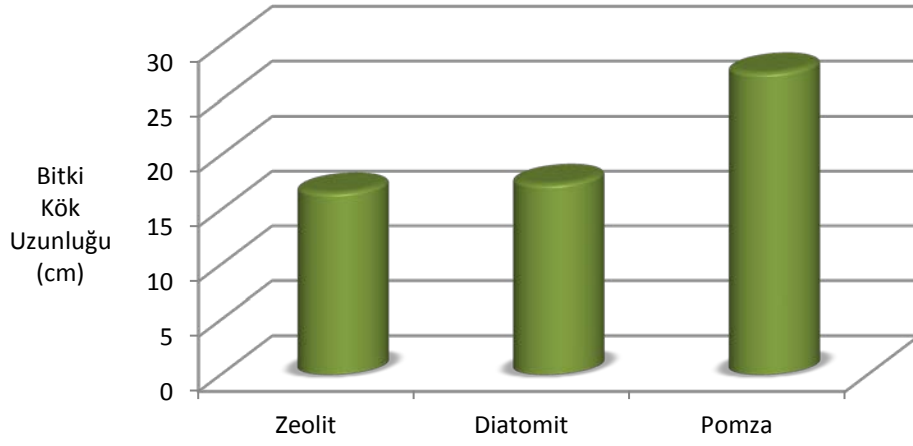
diatomitin % 0,5 ve % 1 dozları, pomzanın % 5 ve % 10 dozları bu toprağın geçirgenlik seviyelerini en uygun düzeye çekmiştir.



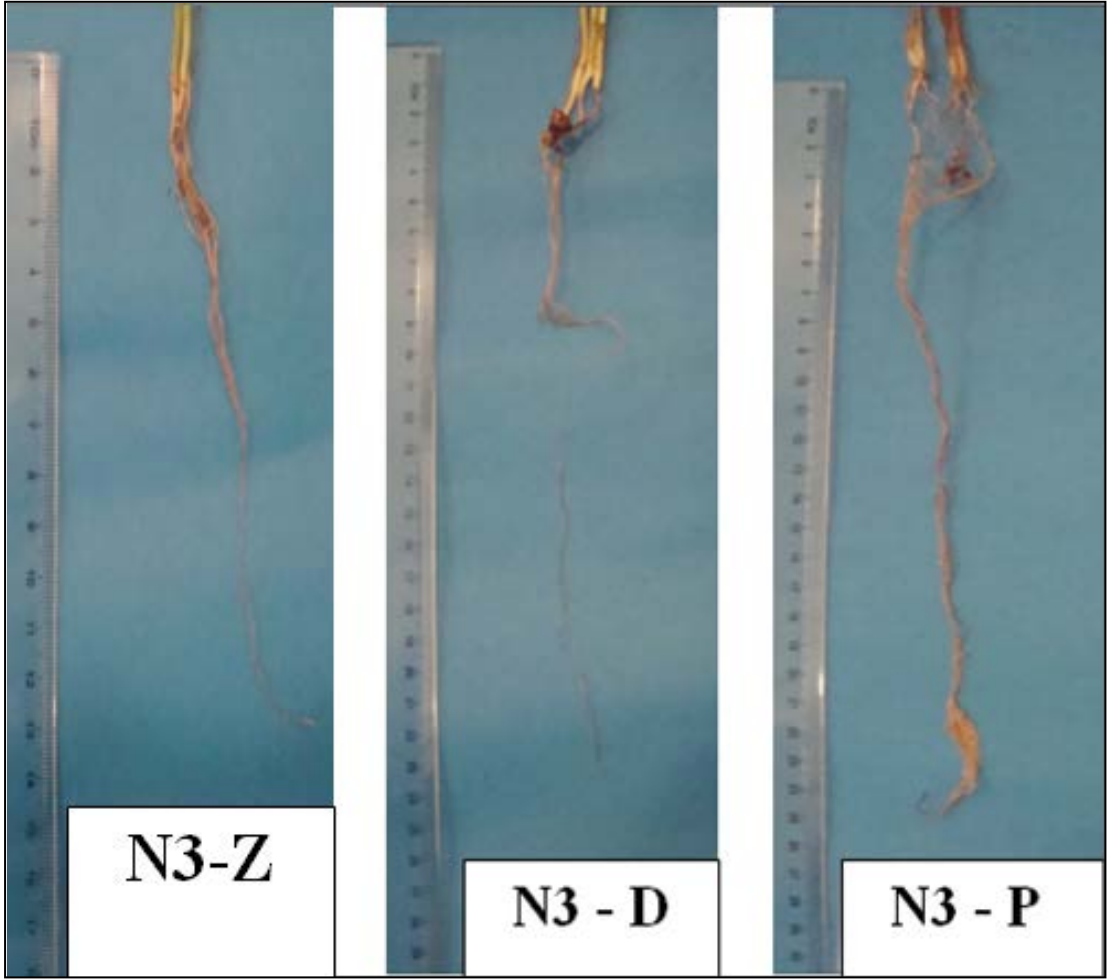
Şekil 4.2.3.4. Düzenleyici dozlarının N3 toprağının hidrolik iletkenliğine etkisi

Hidrolik iletkenlik için düzenleyici ana etkisi istatistikî olarak değerlendirildiğinde önemsiz bulunmuş ve düzenleyicilerin etkilerinin birbirine eşit olduğu belirlenmiştir.

N3 toprağında bitki kök uzunluğu üzerine düzenleyici dozlarının etkisi istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur. Ancak düzenleyici ana etkisi yapılan varyans analizi sonucunda istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 4.2.3.5). Duncan testine göre en fazla kök uzunluğu artışının pomza uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Zeolit ve diatomitin pomzaya göre kök uzunluğunda daha az artış sağladıkları bulunmuştur (Şekil 4.2.3.6).



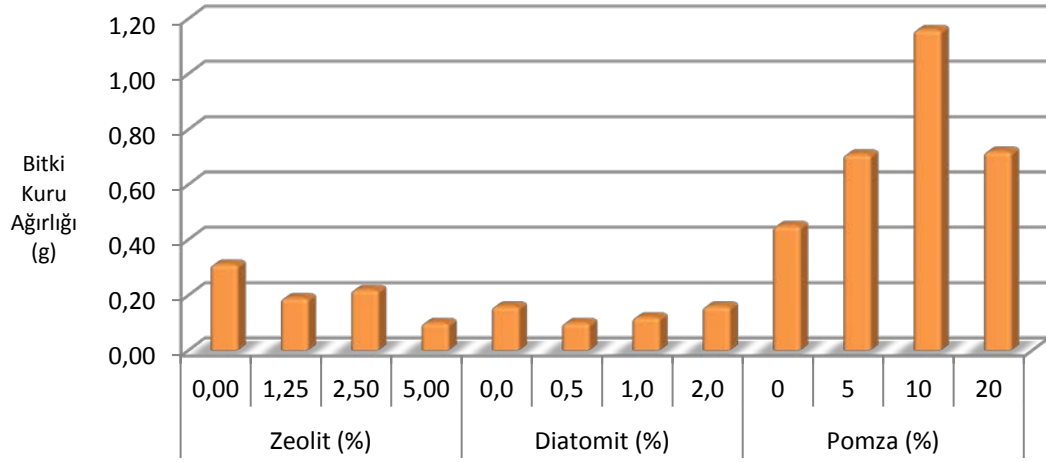
Şekil 4.2.3.5. Düzenleyicilerin N3 toprağında bitki kök uzunluğuna etkisi



Şekil 4.2.3.6. Zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N3 toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin kök gelişimi (sağdan sola doğru bitki kök uzunluğu: 14,50 cm, 23,50 cm, 26,00 cm)

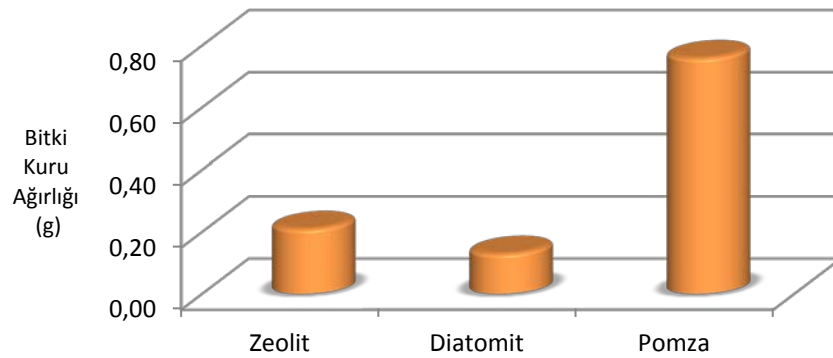
N3 toprağında bitki kuru ağırlığı için düzenleyici dozları ve ana etkisi istatistikî olarak değerlendirildiğinde önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.2.3.7).

Pomzanın % 10 uygulama dozu istatistikî olarak kuru ağırlığı en fazla arttırdığı bulunmuştur. Pomza % 10 uygulamasına göre daha az olsa da, istatistikî olarak pomzanın % 5 ve % 20 uygulama dozlarının da kuru ağırlıkta önemli bir artış sağladığı bulunmuştur.



Şekil 4.2.3.7. Düzenleyici dozlarının N3 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi

Düzenleyici ana etkisi için yapılan istatistikî değerlendirme sonucunda N3 toprağında bitki kuru ağırlığında en iyi artış sağlayanın pomza uygulaması olduğu bulunmuştur (Şekil 4.2.3.8).



Şekil 4.2.3.8. Düzenleyicilerin N3 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi

4.2.4. Zeolit, diatomit ve pomza uygulamalarının N4 toprağı üzerine etkisi

Zeolit, diatomit ve pomza düzenleyicilerinin ve farklı dozlarının toprakların bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri, yapılan varyans analizi ve Duncan testine göre değerlendirilmiş ve N4 toprağına ait istatistikî sonuçları çizelge 4.2.4.1'de verilmiştir.

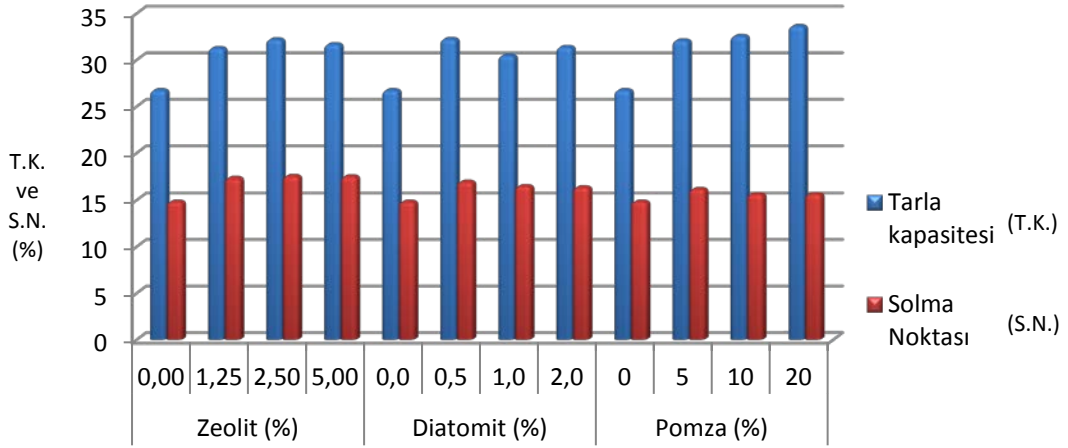
Çalışmada kullanılan düzenleyicilerin N4 toprağıının tarla kapasitesi üzerine düzenleyici dozlarının etkisi istatistikî olarak değerlendirildiğinde önemli ($p<0,01$) ve pomzanın % 20 dozunun istatistikî olarak en fazla artışı sağlandığı bulunmuştur (Şekil 4.2.4.1). Pomzanın % 20 dozunda tarla kapasitesinde % 25,78 oranında artış olduğu hesaplanmıştır. Çok yüksek kil oranına sahip topraklarda pomzanın tarla kapasitesini arttırdığını **Dündar (2009)**'da bildirmiştir. N4 toprağıının tarla kapasitesi üzerine düzenleyici ana etkisi ise istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.

N4 toprağıının solma noktası için yapılan varyans analizi sonucunda düzenleyici dozlarının etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.2.4.1). Düzenleyici dozlarının solma noktası üzerine etkisi zeolitin (% 1,25, 2,5 ve 5) tüm dozlarında istatistikî olarak aynı derecede artış sağladığı bulunmuştur. Zeolitin tüm dozlarında (% 1,25, 2,5 ve 5) solma noktasındaki artış sırasıyla; % 16,80, % 18,15 ve % 17,88 olarak hesaplanmıştır. **Özdemir ve ark. (2005)**'da zeolit kullanımının solma noktasını arttırdığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.2.4.1. Farklı dozlarda zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N4 toprağının bazı fiziksel analiz sonuçlarının, bitki kök uzunluğu ve kuru ağırlığının Duncan testi ile değerlendirilmesi

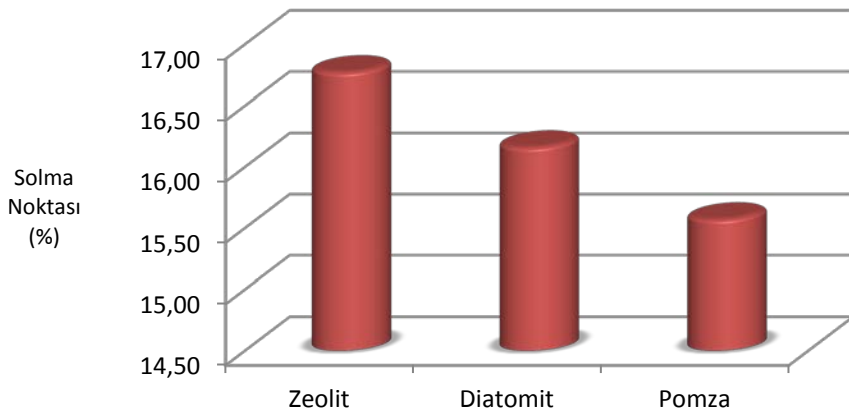
DA	DD (%)	TK (%)	DAE	SN (%)	DAE	HA (g/cm ³)	DAE	TY (g/cm ³)	DAE	TP (%)	DAE	Hİ (cm/h)	DAE	BKU (cm)	DAE	BKA (g)	DAE
Zeolit	0,00	26,73e	30,46	14,82d	16,77a	1,38ab	1,45	2,70	2,62	48,89a	44,75	1,23h	1,37	11,00	18,63ab	0,18cd	0,20b
	1,25	31,25cd		17,31a		1,49bcd		2,55		41,67bc		1,31g		14,50		0,24cd	
	2,50	32,19bc		17,51a		1,52cd		2,61		41,76bc		1,45f		26,25		0,21cd	
	5,00	31,67bcd		17,47a		1,40ab		2,64		46,70ab		1,51e		22,75		0,17cd	
Diatomit	0,0	26,73e	30,19	14,82d	16,16ab	1,38ab	1,48	2,70	2,61	48,89a	43,31	1,23h	1,88	18,00	13,44b	0,12d	0,11b
	0,5	32,23bc		16,96ab		1,57d		2,55		38,27c		1,45f		7,00		0,12d	
	1,0	30,45d		16,49b		1,44abc		2,58		44,02abc		1,87d		14,25		0,10d	
	2,0	31,37bcd		16,37bc		1,52cd		2,62		42,06abc		3,00b		14,50		0,12d	
Pomza	0	26,73e	31,24	14,82d	15,57b	1,38ab	1,41	2,70	2,59	48,89a	45,58	1,23h	2,21	26,00	24,31a	0,50bc	0,65a
	5	32,08bc		16,18bc		1,48abcd		2,53		41,51bc		3,66a		22,25		0,59b	
	10	32,55ab		15,63cd		1,41ab		2,56		45,01abc		2,78c		23,00		0,94a	
	20	33,62a		15,65c		1,37a		2,58		46,90ab		1,17i		26,00		0,59b	
Önemlilik		0,000	0,703	0,000	0,065	0,007	0,183	0,520	0,780	0,035	0,551	0,000	0,134	0,121	0,015	0,001	0,000
S. Hata		0,367	0,911	0,241	0,341	0,031	0,025	0,066	0,034	1,997	1,464	0,005	0,282	4,505	2,370	0,100	0,053

DA: Düzenleyici Adı; DD: Düzenleyici Dozu TK: Tarla Kapasitesi; SN: Solma Noktası; DAE: Düzenleyici Ana Etkisi; HA: Hacim Ağırlığı; TY: Tane Yoğunluğu; TP: Toplam Porozite; Hİ: Hidrolik İletkenlik; BKU: Bitki Kök Uzunluğu; BKA: Bitki Kuru Ağırlığı



Şekil 4.2.4.1. Düzenleyici dozlarının N4 toprağının tarla kapasitesi ve solma noktasına etkisi

N4 toprağının solma noktası için yapılan varyans analizine göre düzenleyici ana etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuş ($p < 0,01$); zeolit solma noktasını en fazla artırdığı saptanmıştır (Şekil 4.2.4.2).

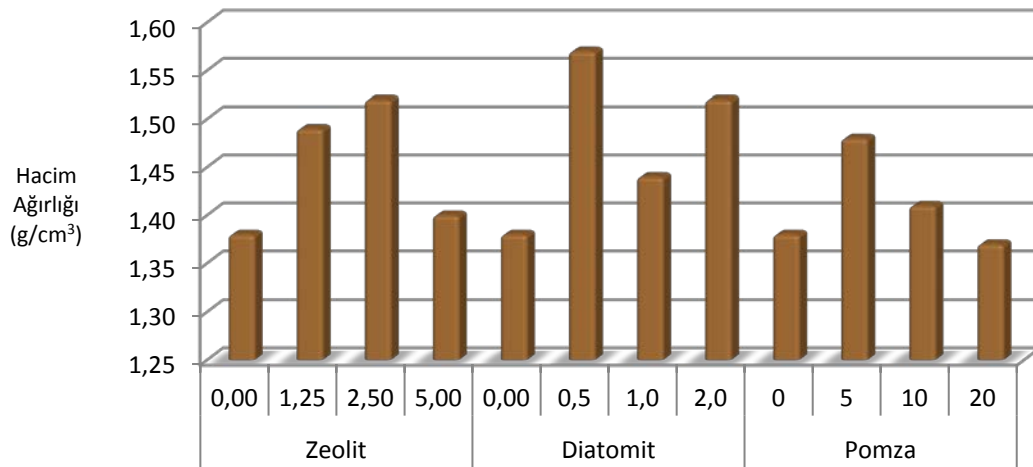


Şekil 4.2.4.2. Düzenleyicilerin N4 toprağının solma noktasına etkisi

Tarla kapasitesi ve solma noktası nem miktarları arasında tutulan su miktarı olan faydalı su değeri N4 toprağında % 11,91 olarak hesaplanmıştır. Deneme sonunda her bir düzenleyici için faydalı su değeri:

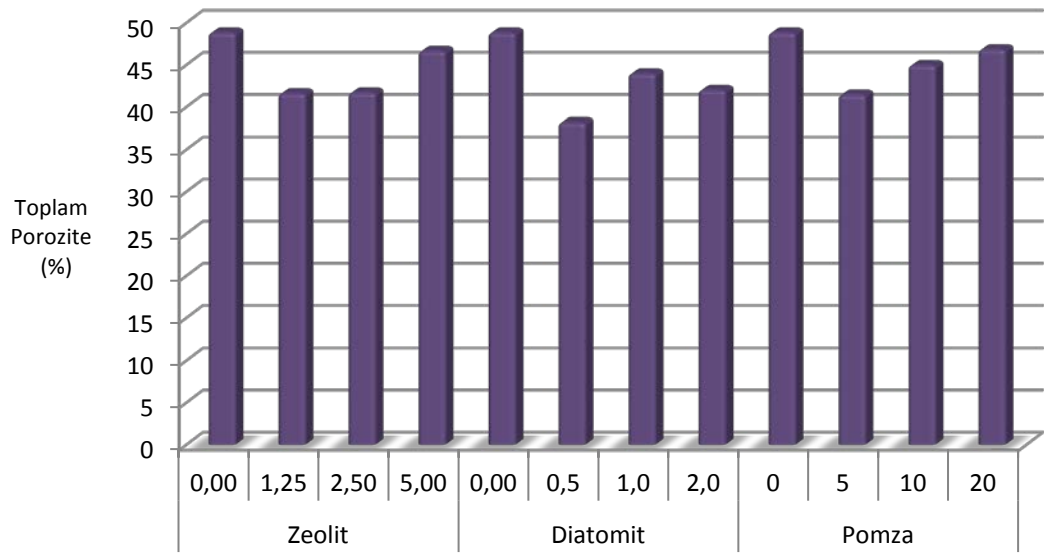
- Zeolitin % 1,25 dozu için % 13,94, % 2,5 dozu için % 14,68 ve % 5 dozu için % 14,20 olarak,
- Diatomitin % 0,5 dozu için % 15,27, % 1 dozu için % 13,96 ve % 2 dozu için % 15,00 olarak,
- Pomzanın % 5 dozu için % 15,90, % 10 dozu için % 16,92 ve % 20 dozu için % 17,97 olarak hesaplanmıştır ve şekil 4.2.4.1 irdelenince bu farklar daha iyi anlaşılmaktadır. **Can (2007)**'da pomza toprak karışım oranı arttıkça, faydalı su kapasitesi ile sulama aralığını arttırdığını, % 50 karışımda, karışimsız toprağa göre faydalı su kapasitesini % 22,17'ye çıkarttığını bildirmiştir.

Uygulanan düzenleyici dozlarının toprağın fiziksel özelliğinden biri olan hacim ağırlığı üzerine etkisi N4 toprağı için incelendiğinde istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$) (Şekil 4.2.4.3). Buna göre en fazla düşüş pomzanın % 20 dozunda bulunmuştur. Kil tekstür sınıfındaki bir toprağa uygulanan düzenleyicilerin toprağın hacim ağırlığını düşürmesi beklenmektedir (**Dündar 2009, Şahin ve ark. 2001**). Ancak pomzanın % 20 dozu haricinde N4 toprağına uygulanan düzenleyiciler kontrol gurubuna göre beklenenin aksine toprağın hacim ağırlığını artırmıştır. Bu duruma; toprağın strüktürü, gevşekliğı, sıkışması gibi nedenlerin etkili olabileceğı düşünölmektedir. Hacim ağırlığına düzenleyici ana etkisi istatistikî olarak incelendiğinde önemsiz bulunmuştur.



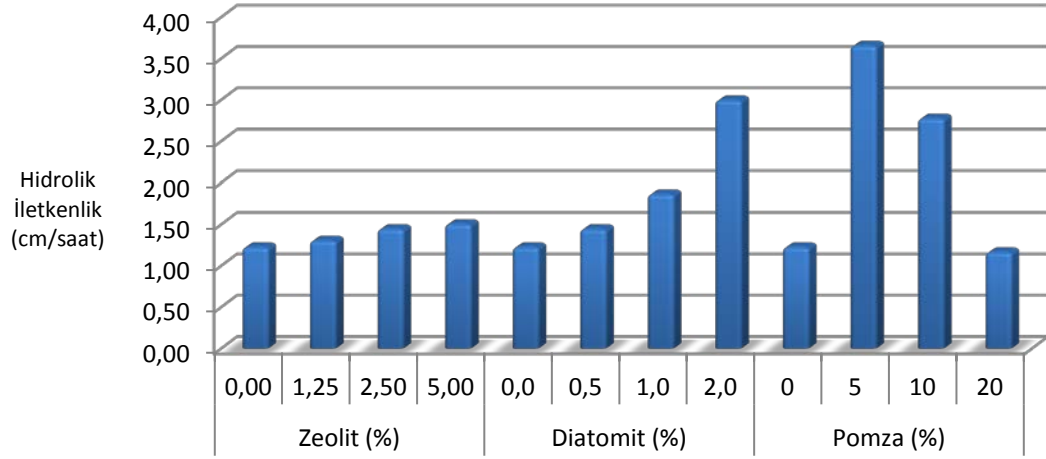
Şekil 4.2.4.3. Düzenleyici dozlarının N4 toprağının hacim ağırlığına etkisi

N4 toprağının toplam porozite fiziksel özelliği üzerine düzenleyici dozları etkisi istatistikî olarak incelendiğinde önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Şekil 4.2.4.4). Ancak kontrol grubuna göre porozitenin artması istenmesine karşılık bulunan sonuçlar tüm düzenleyici ve dozlarında azalma göstermiştir. Bu duruma toprağın strüktürü, gevşekliği, sıkışması gibi nedenlerin etkili olabileceği düşünülmektedir. Toprağın porozite özelliği için düzenleyici ana etkisi incelendiğinde, düzenleyici ana etkisi N4 toprağında istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.



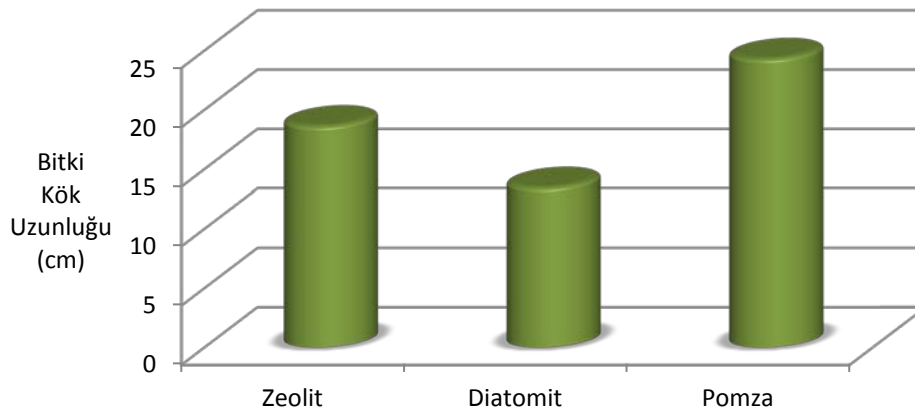
Şekil 4.2.4.4. Düzenleyici dozlarının N4 toprağının toplam porozitesine etkisi

Düzenleyici dozlarının N4 toprağının hidrolik iletkenliğine etkisi istatistikî olarak değerlendirildiğinde önemli ($p<0,01$) ve fazla artış pomzanın % 5 dozunda olduğu bulunmuştur. Diatomitin % 2 ve yine pomzanın % 10 uygulama dozunda da önemli artışlar olduğu bulunmuştur (Şekil 4.2.4.5). N4 toprağının, orta yavaş geçirgenlik sınıfını pomzanın % 5-% 10 dozlarıyla diatomitin % 2 dozu orta geçirgen sınıfa yükseltmiştir. N4 toprağının hidrolik iletkenliğine düzenleyici ana etkisi ise istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.

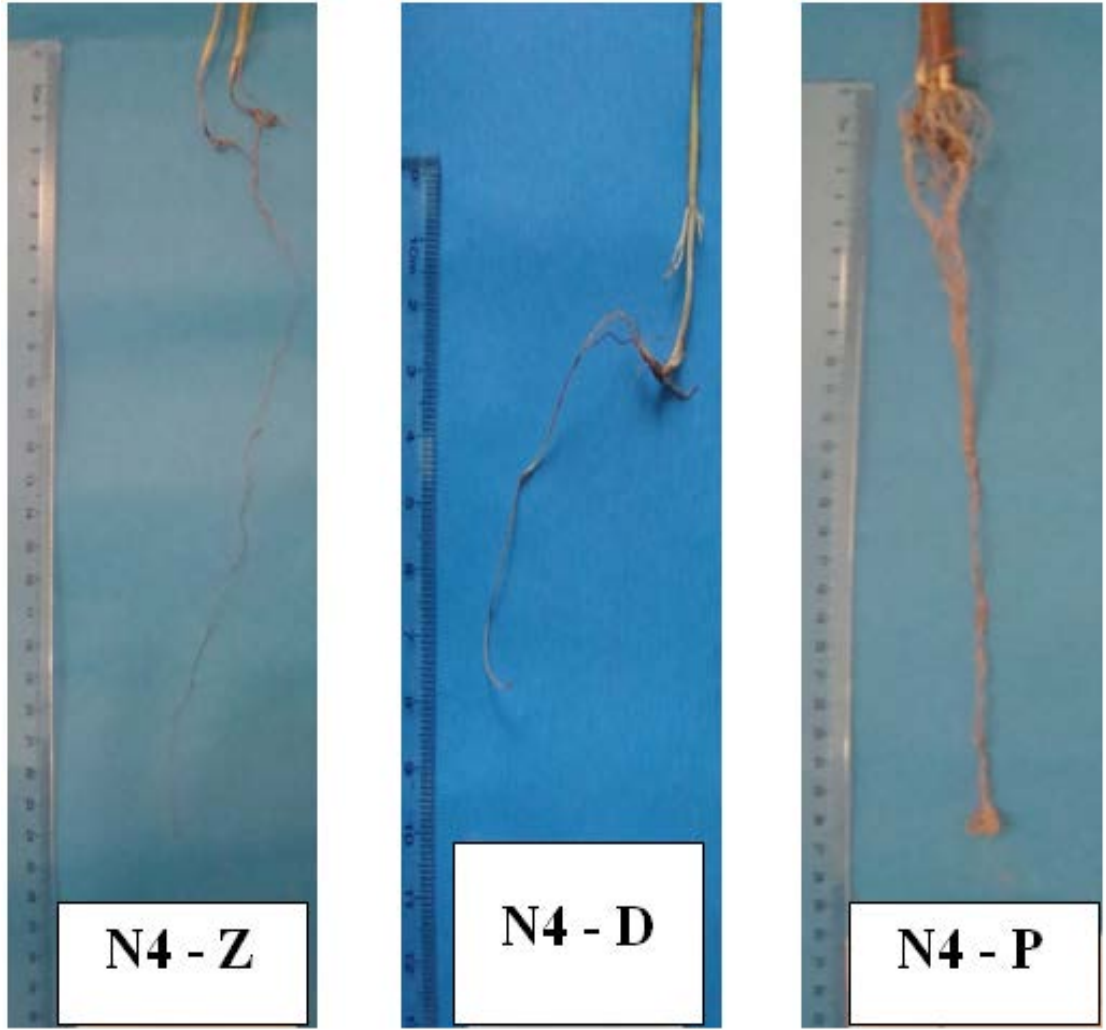


Şekil 4.2.4.5. Düzenleyici dozlarının N4 toprağının hidrolik iletkenliğine etkisi

Düzenleyici dozlarının etkisi istatistikî olarak değerlendirildiğinde, N4 toprağında bitki kök uzunluğuna dozların etkisi önemsiz bulunmuştur. Ancak bitki kök uzunluğuna düzenleyici ana etkisi istatistikî olarak değerlendirildiğinde önemli bulunmuştur ($p < 0,01$) (Şekil 4.2.4.6). Pomzanın istatistikî olarak kök uzunluğunda en fazla artış sağladığı bulunmuştur (Şekil 4.2.4.7). Zeolitin de kök uzunluğunu arttırdığı belirlenmiştir. **Ünver ve ark. (1992), Özgümüş ve Kaplan (1992)** perlite alternatif olan pomzanın bitki yetiştirme ortamında kullanımının, su geçirgenliğinin yüksek olması ve havalanma durumunu iyileştirmesi sebebiyle iyi bir metaryal olduğunun ifade edilebilir olduğunu rapor etmişlerdir.



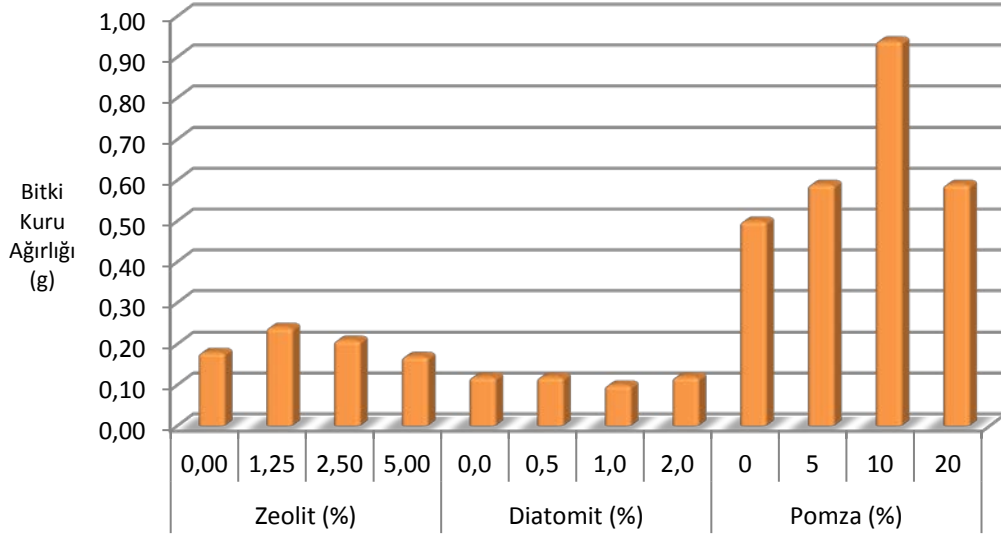
Şekil 4.2.4.6. Düzenleyicilerin N4 toprağında kök uzunluğuna etkisi



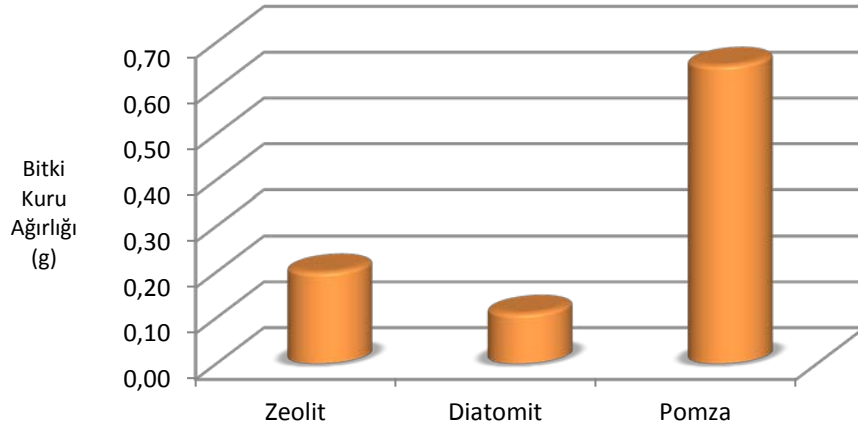
Şekil 4.2.4.7. Zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N4 toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin kök gelişimi (sağdan sola doğru bitki kök uzunluğu: 24,0 cm, 8,5 cm, 27,0 cm)

N4 toprağında düzenleyici dozları ve düzenleyici ana etkilerinin bitki kuru ağırlık üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$) (Şekil 4.2.4.8). İstatistikî olarak kuru ağırlıktaki en fazla artış % 10 pomza uygulamasında olduğu ve bunu pomzanın % 5 ve % 20 dozlarındaki uygulamaların takip ettiği bulunmuştur.

Bitki kuru ağırlığı üzerine düzenleyici ana etkisini bulmak için yapılan istatistikî değerlendirme sonucunda en fazla artış pomzada saptanmıştır (Şekil 4.2.4.9).



Şekil 4.2.4.8. Düzenleyici dozlarının N4 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi



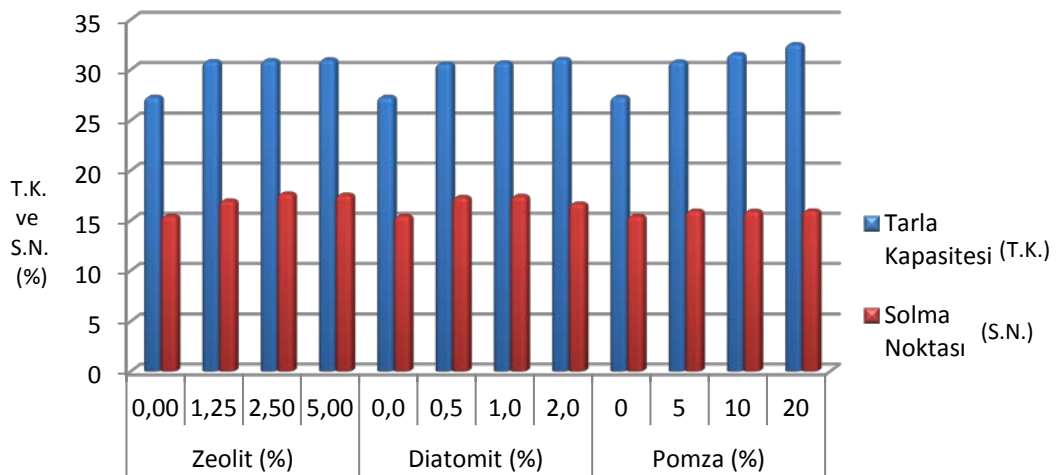
Şekil 4.2.4.9. Düzenleyicilerin N4 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi

4.2.5. Zeolit, diatomit ve pomza uygulamalarının N5 toprağı üzerine etkisi

N5 toprağına uygulanan zeolit, diatomit ve pomza düzenleyicilerinin ve farklı dozlarının toprakların bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri yapılan varyans analizi ve Duncan testine göre değerlendirilmiştir ve istatistikî sonuçları çizelge 4.2.5.1’de verilmiştir.

N5 toprağına uygulanan düzenleyici dozlarının tarla kapasitesine etkisi istatistikî olarak değerlendirildiğinde önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.2.5.1). Pomzanın % 20 (% 19,27) dozunun istatistikî olarak tarla kapasitesini en fazla artırdığı ve bunu % 10 pomzanın (% 15,63) takip ettiği bulunmuştur. **Dündar (2009)** ve **Norlan ve ark. (1992)**’da pomza uygulamsının tarla kapasitesini artırdığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada da N5 toprağına uygulanan pomza dozlarının artışıyla birlikte tarla kapasitesinde artış olduğu belirlenmiştir. Tarla kapasitesine düzenleyicilerin ana etkisi ise istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.

Uygulanan düzenleyicilerin N5 toprağının solma noktasına düzenleyici dozlarının etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.2.5.1). Zeolitin % 2,5 ve % 5 dozlarıyla diatomitin % 1 dozunun aynı derecede ve en fazla solma noktasını artırdığı bulunmuştur. Zeolitin % 2,5 ve % 5 dozlarında solma noktasındaki artış sırasıyla; % 14,45 ve % 13,74 olarak ve diatomitin % 1 dozunda % 12,90 oranlarında artış sağladığı hesaplanmıştır.



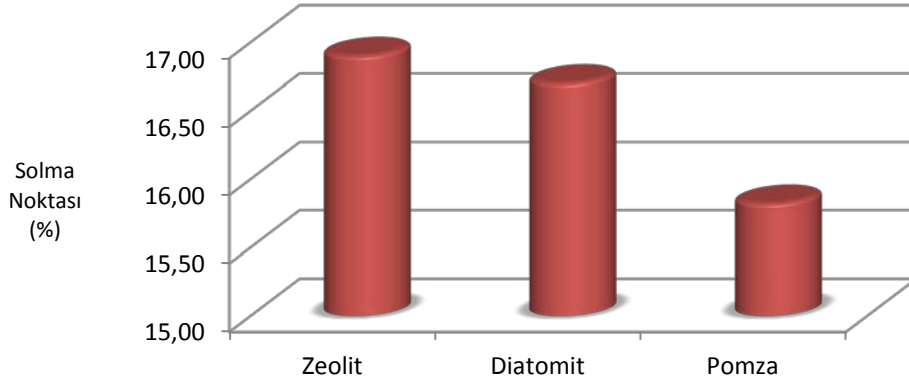
Şekil 4.2.5.1. Düzenleyici dozlarının N5 toprağının tarla kapasitesi ve solma noktasına etkisi

Çizelge 4.2.5.1. Farklı dozlarda zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N5 toprağının bazı fiziksel analiz sonuçlarının, bitki kök uzunluğu ve kuru ağırlığının Duncan testi ile değerlendirilmesi

	DA	DD (%)	TK (%)	DAE	SN (%)	DAE	HA (g/cm ³)	DAE	TY (g/cm ³)	DAE	TP (%)	DAE	Hİ (cm/h)	DAE	BKU (cm)	DAE	BKA (g)	DAE
Zeolit		0,00	27,25c		15,43c		1,47cd		2,68d		45,15bc		0,98h		22,00ab		0,29c	
		1,25	30,81b		16,96ab		1,44bcd		2,68d		46,27bc		0,85i		14,50ab		0,21cd	
		2,50	30,90b	29,98	17,66a	16,90a	1,42bc	1,44ab	2,66bc	2,67b	46,62bc	46,26	0,73j	1,19	22,00ab	18,63ab	0,26cd	0,25b
		5,00	30,98b		17,55a		1,41bc		2,66bc		46,99b		2,20a		16,00ab		0,23cd	
Diatomit		0,0	27,25c		15,43c		1,47cd		2,68d		45,15bc		0,98h		9,25b		0,16cd	
		0,5	30,58b		17,31ab		1,46cd		2,67bc		45,32bc		1,06g		10,25b		0,16cd	
		1,0	30,68b	29,88	17,42a	16,70a	1,50e	1,47b	2,69d	2,68b	44,24c	45,24	1,22e	1,13	10,25b	14,81b	0,05d	0,13b
		2,0	31,02b		16,66b		1,43bc		2,66bc		46,24bc		1,25d		29,50a		0,15cd	
Pomza		0	27,25c		15,43c		1,47cd		2,68d		45,15bc		0,98h		15,50ab		0,31c	
		5	30,77b		15,94c		1,45bcd		2,64b		45,27bc		1,15f		29,00a		0,57b	
		10	31,51ab	30,51	15,93c	15,82b	1,39b	1,40a	2,59a	2,63a	46,33bc	46,66	1,28c	1,33	28,00a	24,63a	0,94a	0,59a
		20	32,50a		15,96c		1,30a		2,60a		49,91a		1,92b		26,00a		0,55b	
	Önemlilik	0,000	0,784	0,000	0,030	0,001	0,063	0,000	0,003	0,013	0,196	0,000	0,640	0,037	0,074	0,000	0,000	
	S. Hata	0,384	0,676	0,208	0,281	0,019	0,018	0,009	0,010	0,713	0,552	0,003	0,156	4,356	2,871	0,069	0,058	

DA: Düzenleyici Adı; DD: Düzenleyici Dozu TK: Tarla Kapasitesi; SN: Solma Noktası; DAE: Düzenleyici Ana Etkisi; HA: Hacim Ağırlığı; TY: Tane Yoğunluğu; TP: Toplam Porozite; Hİ: Hidrolik İletkenlik; BKU: Bitki Kök Uzunluğu; BKA: Bitki Kuru Ağırlığı

Solma noktasına düzenleyici ana etkisi istatistikî olarak önemli ($p<0,05$) ve zeolit ve diatomitin aynı oranda solma noktasında artış sağladığı bulunmuştur (Şekil 4.2.5.2).

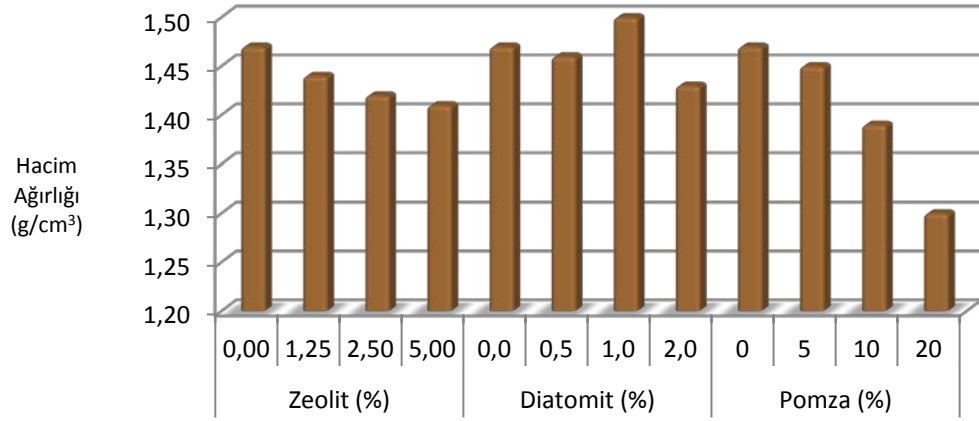


Şekil 4.2.5.2. Düzenleyicilerin N5 toprağının solma noktasına etkisi

Tarla kapasitesi ve solma noktası nem miktarları arasında tutulan su miktarı olan faydalı su değeri N5 toprağında % 11,82'lik oranla faydalı su için beklenen % 10-15'lik nem oranının alt sınır değerine yakın hesaplanmıştır (Sağlam ve ark. 1993). Kurulan deneme sonucunda her bir düzenleyici için faydalı su değerleri:

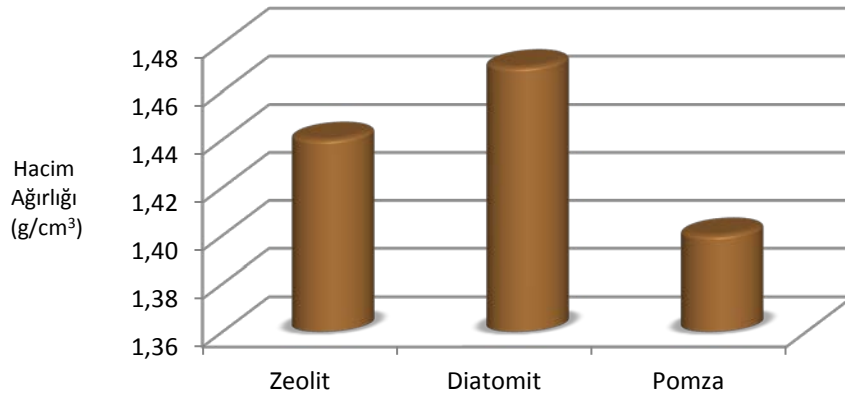
- Zeolitin % 1,25 dozu için % 13,85, % 2,5 dozu için % 13,24 ve % 5 dozu için % 13,43 olarak,
- Diatomitin % 0,5 dozu için % 13,27, % 1 dozu için % 13,26 ve % 2 dozu için % 14,36 olarak,
- Pomzanın % 5 dozu için % 14,83, % 10 dozu için % 15,58 ve % 20 dozu için % 16,54 olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda matematiksel olarak bir iyileşmenin olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.2.5.1 irdelendiğinde bu durum daha iyi anlaşılmaktadır. Can (2007)'da pomza dozları arttıkça faydalı su kapasitesi ile sulama aralığının arttığını bildirmiştir.

Hacim ağırlığı için N5 toprağına uygulanan düzenleyici dozlarının etkileri varyans analiz tablosu yapılarak incelendiğinde istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.2.5.3). Pomzanın % 20 dozunun istatistikî olarak hacim ağırlığını en fazla azalttığı bulunmuştur. Ayrıca pomzanın % 10 dozuyla zeolitin % 2,5 ve % 5 dozlarının ve diatomitin % 2 dozunun da hacim ağırlığında istatistikî olarak önemli bir azalma sağladığı bulunmuştur.



Şekil 4.2.5.3. Düzenleyici dozlarının N5 toprağının hacim ağırlığına etkisi

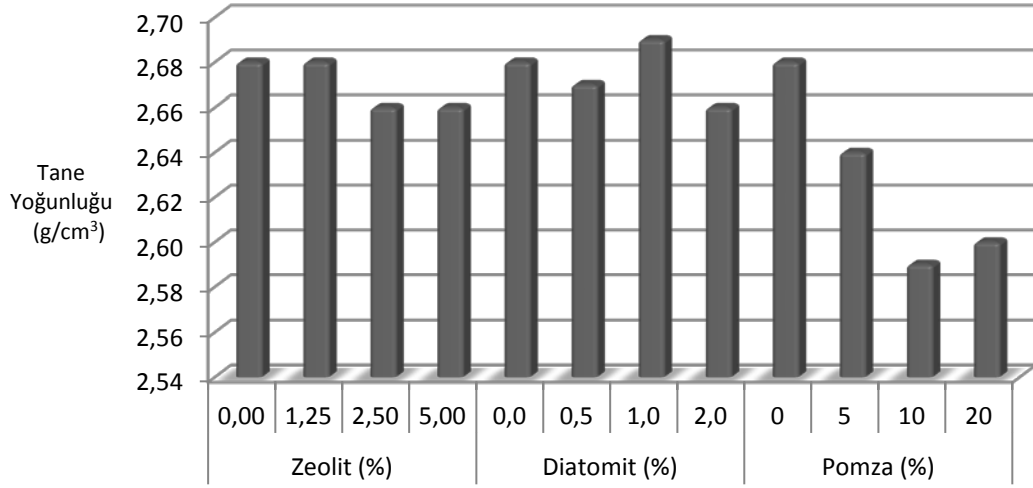
Düzenleyici ana etkisinin hacim ağırlığına etkisi incelendiğinde istatistikî olarak önemli bulunmuş ve hacim ağırlığındaki en fazla düşüşü pomzanın sağladığı saptanmıştır (Şekil 4.2.5.4). **Dündar (2009)**'da pomzanın toprağın hacim ağırlığında düşüşe neden olduğunu rapor etmiştir.



Şekil 4.2.5.4. Düzenleyicilerin N5 toprağının hacim ağırlığına etkisi

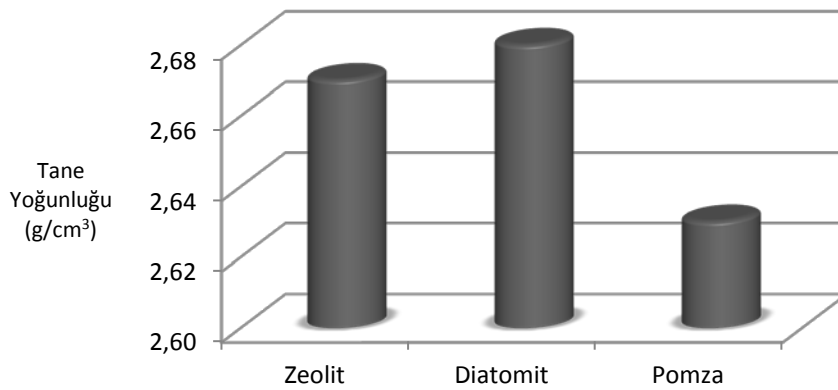
Toprakların genel özellikleri nedeniyle tane yoğunluğunda herhangi bir değişim beklenmemesine rağmen siltli kil tın tekstür sınıfında olan (% 19,41 kum, % 41,72 silt, % 38,87 kil) N5 toprağının tane yoğunluğuna düzenleyici dozlarının etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$) (Şekil 4.2.5.5). Bu dozlar; zeolitin % 2,5 ve % 5 dozları,

diatomitin % 0,5 ve % 2 dozlarıyla pomzanın (% 5-10-20) tüm dozlarıdır. Tane yoğunluğunu pomzanın % 10 ve % 20 dozlarının en fazla oranda azalttığı istatistikî olarak bulunmuştur.



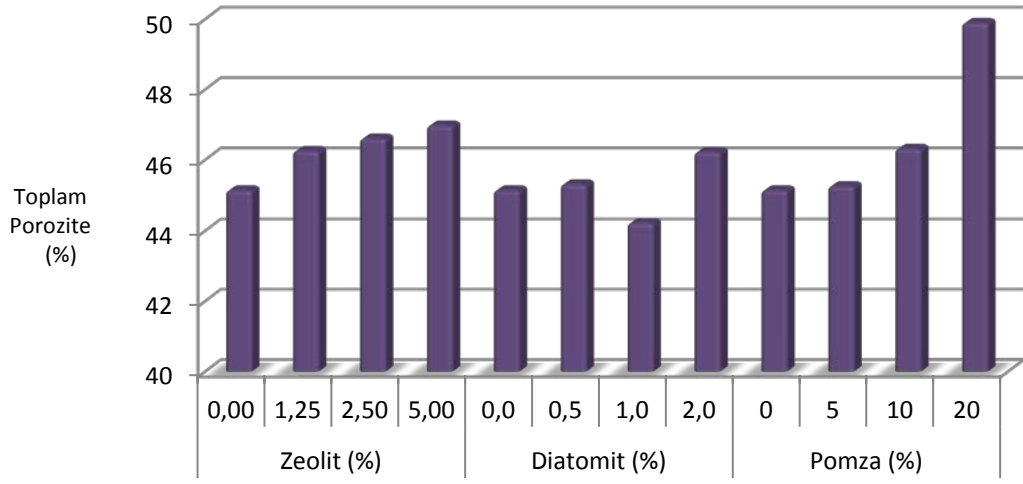
Şekil 4.2.5.5. Düzenleyici dozlarının N5 toprağının tane yoğunluğuna etkisi

Aynı şekilde düzenleyici ana etkisinin tane yoğunluğu üzerine bir etkisinin olması beklenmemesine karşın yapılan istatistikî analiz sonucunda düzenleyici ana etkisi de önemli bulunmuş ($p < 0,01$) ve en fazla düşüşü pomzanın sağladığı belirlenmiştir (Şekil 4.2.5.6). Bu durum pomzanın uygulandığı katı kısmın hacminde artış sağlamasıyla açıklanabilir.



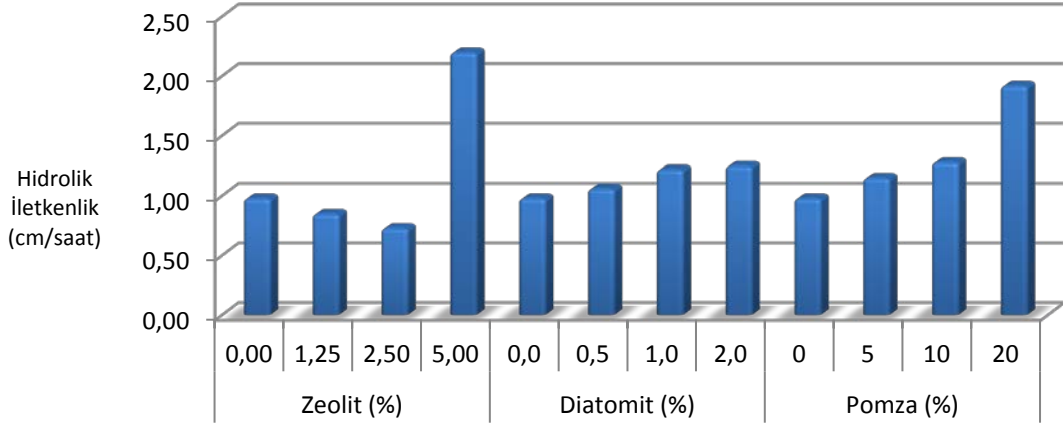
Şekil 4.2.5.6. Düzenleyicilerin N5 toprağının tane yoğunluğuna etkisi

İyi bir yetiştirme ortamının; yeterli havalanmayı sağlayabilmesi istenmektedir (**Ünver ve ark. 1992, Özgümüş ve Kaplan 1992**). Çalışmada toplam poroziteye düzenleyici dozlarının etkileri istatistikî olarak önemli ve ($p < 0,01$) zeolitin % 5 dozuyla pomzanın % 20 dozlarında poroziteyi arttırdığı bulunmuştur (Şekil 4.2.5.7). En iyi artışın ise % 20 pomza uygulama dozunda olduğu görülmüş ve kontrol grubuna göre % 10,54 oranında ve zeolitin % 5 dozunda % 4,08 oranında poroziteyi arttırdığı hesaplanmıştır. **Gür ve ark. (1997)** da pomzanın poroziteyi arttırdığını bildirmişlerdir. Toprağın porozite özelliği üzerine düzenleyici ana etkisi incelendiğinde ise, düzenleyici ana etkisi istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.



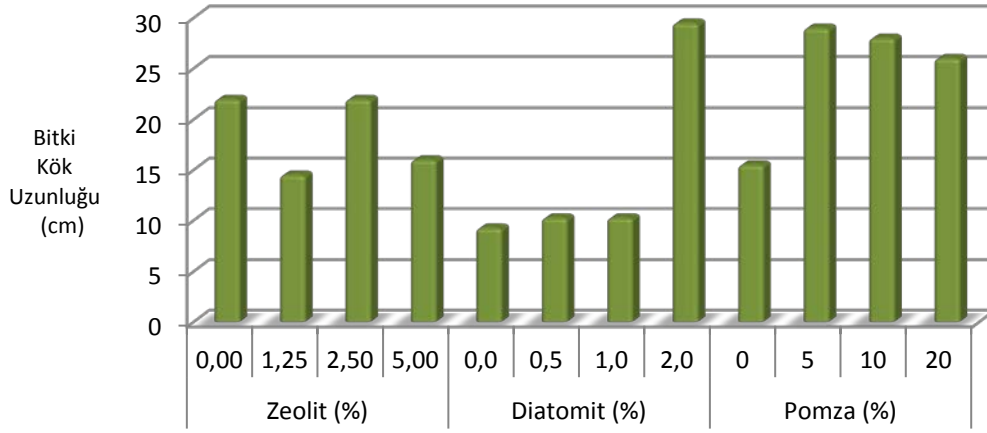
Şekil 4.2.5.7. Düzenleyici dozlarının N5 toprağının toplam porozitesine etkisi

Düzenleyici dozlarının N5 toprağının hidrolik iletkenliği üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,01$) (Şekil 4.2.5.8). Uygulama dozlarından en fazla zeolitin % 5 dozunun geçirgenliği arttırdığı ve bunu pomzanın % 10 ve % 20 dozlarının takip ettiği belirlenmiştir. Tane büyüklük dağılımı % 19,41 kum, % 41,72 silt ve % 38,87 kil olan N5 toprağına zeolitin % 5 doz uygulamasıyla orta yavaş geçirgen sınıftan orta geçirgen sınıfa yükseltmiştir. Ancak pomzanın % 10 ve %20 uygulama dozlarında istatistikî olarak önemli bir yükselme bulunmuş olsa da N5 toprağının orta yavaş geçirgenlik sınıfında bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir.



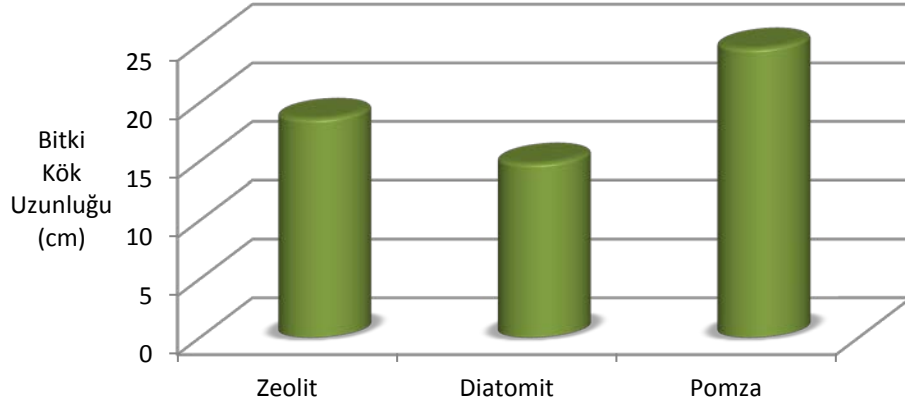
Şekil 4.2.5.8. Düzenleyici dozlarının N5 toprağının hidrolik iletkenliğine etkisi

Düzenleyici dozlarının kök uzunluğu üzerine etkisi istatistikî olarak önemli ($p < 0,05$) ve diatomitin % 2 uygulama dozuyla pomzanın (% 5-10-20) tüm dozlarının kök uzunluğunda artışı en fazla sağladığı bulunmuştur (Şekil 4.2.5.9) (Şekil 4.2.5.11).

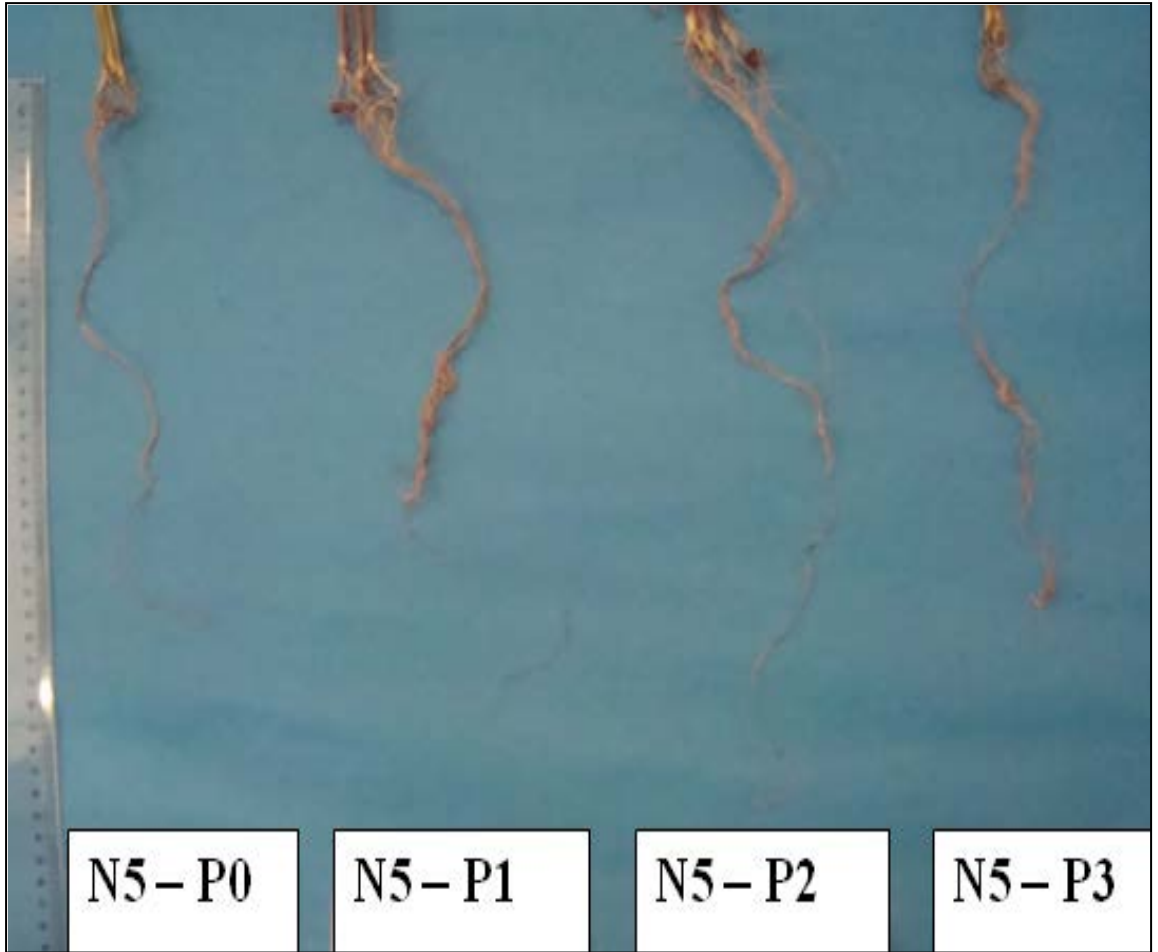


Şekil 4.2.5.9. Düzenleyici dozlarının N5 toprağında kök uzunluğuna etkisi

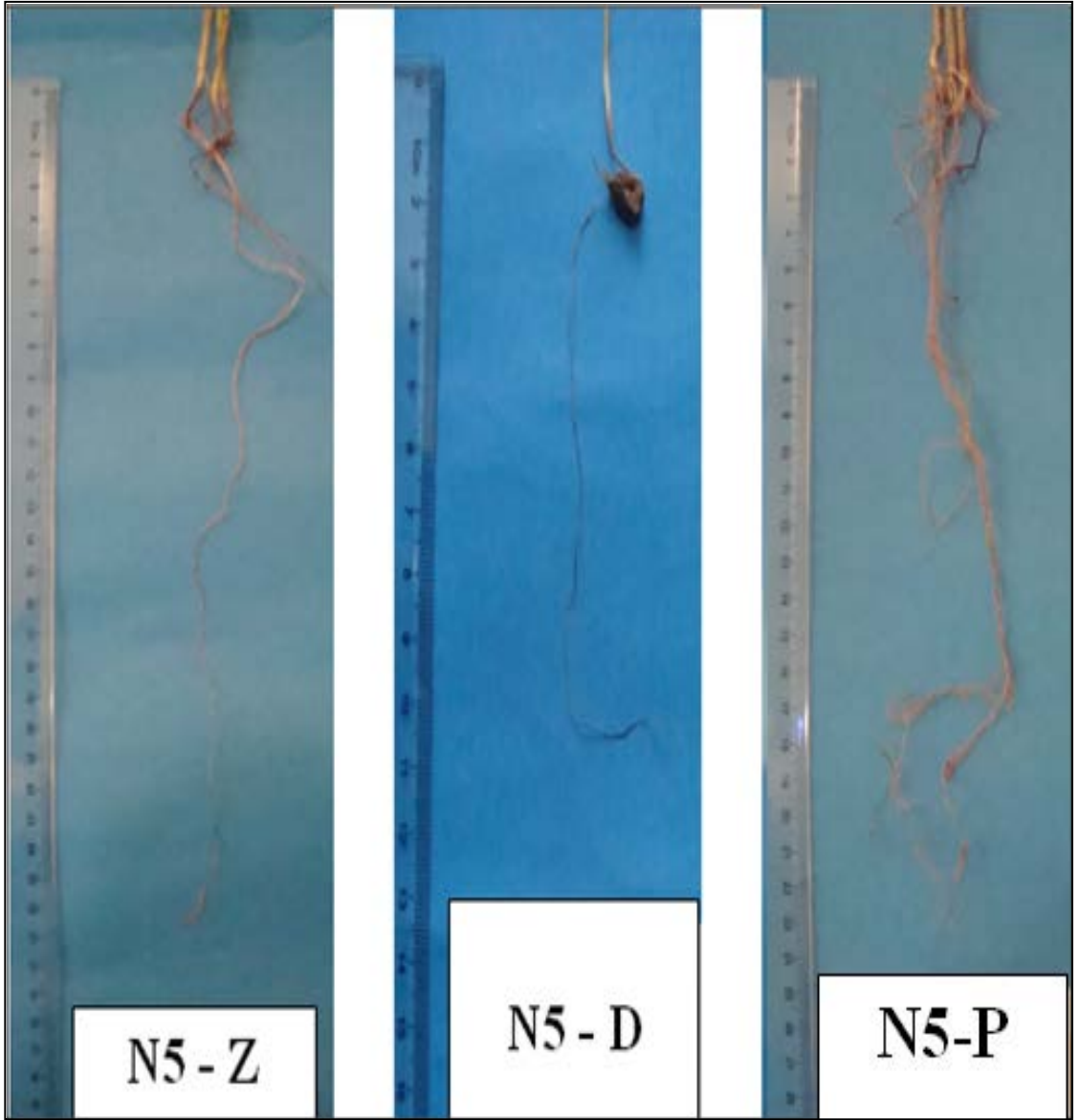
Kök uzunluğuna düzenleyici ana etkisi değerlendirildiğinde, düzenleyici ana etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuş ve pomzanın kök uzunluğunda en fazla artış sağladığı saptanmıştır (Şekil 4.2.5.10) (Şekil 4.2.5.12).



Şekil 4.1.5.10. Düzenleyicilerin N5 toprağında kök uzunluğuna etkisi

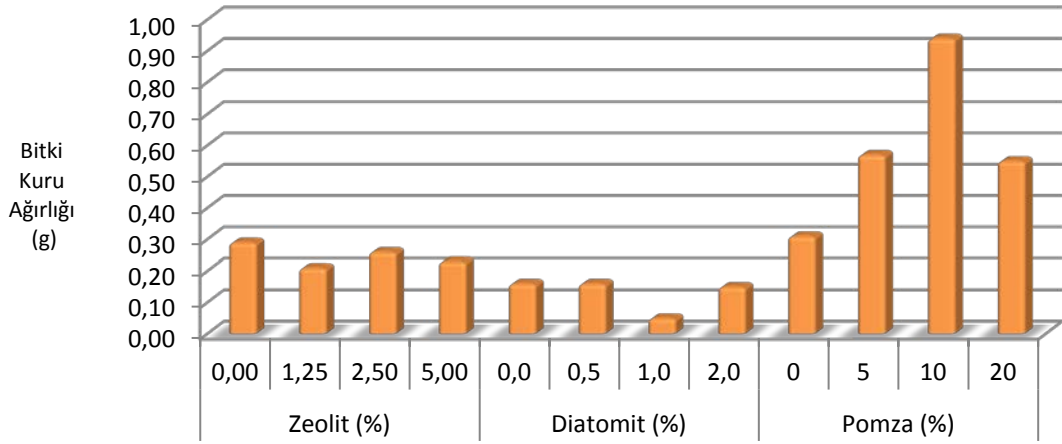


Şekil 4.2.5.11. Farklı dozlarda pomza uygulanmış N5 toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin kök gelişimi (sağdan sola doğru bitki kök uzunluğu: 15,50 cm, 29,00 cm, 28,00 cm, 26,00 cm)



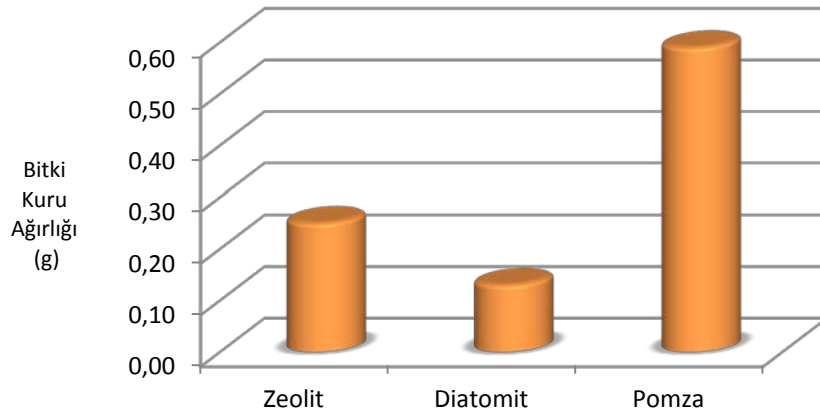
Şekil 4.2.5.12. Zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N5 toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin kök gelişimi (sağdan sola doğru bitki kök uzunluğu: 19,00 cm, 13,00 cm, 25,00 cm)

Bitki kuru ağırlığına düzenleyici dozları ve ana etkileri istatistikî olarak değerlendirildiğinde önemli bulunmuştur ($p < 0,01$) (Şekil 4.2.5.13). Kuru ağırlıktaki artışı en fazla pomzanın % 10 uygulama dozunun gerçekleştirdiği ve pomzanın % 5 ve % 20 dozlarında da istatistikî olarak bir artış sağlandığı belirlenmiştir.



Şekil 4.2.5.13. Düzenleyici dozlarının N5 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi

Kuru ağırlığa düzenleyici ana etkisini araştırmak için yapılan varyans analizi sonucunda istatistikî olarak önemli bulunmuş ve ağırlıktaki en fazla artış pomzada saptanmıştır (Şekil 4.2.5.14).



Şekil 4.2.5.14. Düzenleyicilerin N5 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi

Zeolit, diatomit ve pomza uygulamalarının N6 toprağı üzerine etkisi

Zeolit, diatomit ve pomza düzenleyici ve farklı dozlarının toprakların bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri yapılan varyans analizi ve Duncan testine göre değerlendirilmiş ve N6 toprağına ait istatistikî sonuçları çizelge 4.2.6.1’de verilmiştir.

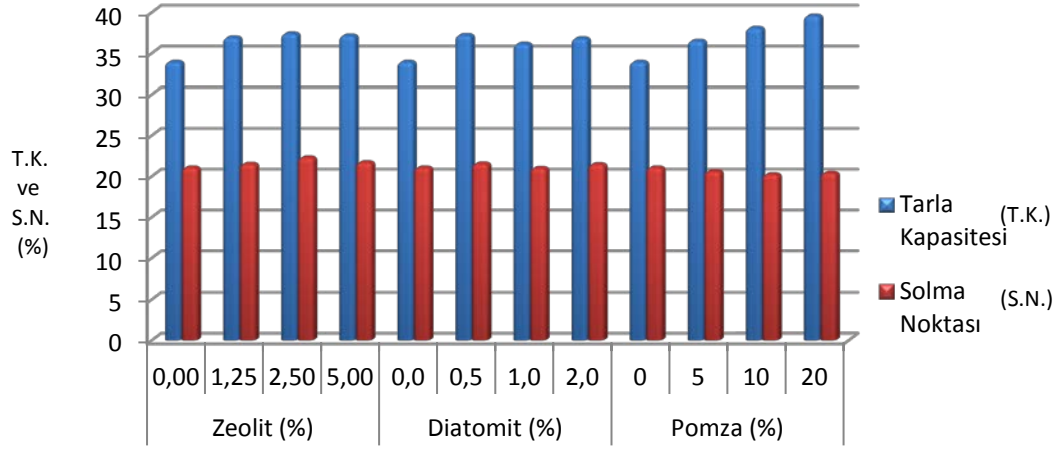
N6 toprağının tarla kapasitesi üzerine düzenleyici dozlarının etkisi istatistikî olarak değerlendirildiğinde önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Tarla kapasitesini pomzanın % 20 (% 16,69) dozunun en fazla arttırdığı ve bu artışı yine pomzanın % 10 (% 12,26) ve zeolitin % 2,5 (% 10,23) dozlarının takip ettiği belirlenmiştir. **Dündar (2009)**, **Özdemir ve ark. (2005)** pomza uygulamasının tarla kapasitesini arttırdığını, **Tüzüner ve Tınay (1984)**’da zeolitin uygulama dozlarına bağlı olarak tutulan nemin arttığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada da N6 toprağına uygulanan pomza dozları arttıkça ve zeolit uygulamasıyla tarla kapasitesi değerinin arttığı saptanmıştır. N6 toprağının tarla kapasitesine düzenleyici ana etkisi istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.

N6 toprağına uygulanan düzenleyicilerin solma noktasına etkisinin de incelendiği bu çalışmada; düzenleyici dozlarının etkileri istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.2.6.1).

Çizelge 4.2.6.1. Farklı dozlarda zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N6 toprağının bazı fiziksel analiz sonuçlarının, bitki kök uzunluğunun ve kuru ağırlığının Duncan testi ile değerlendirilmesi

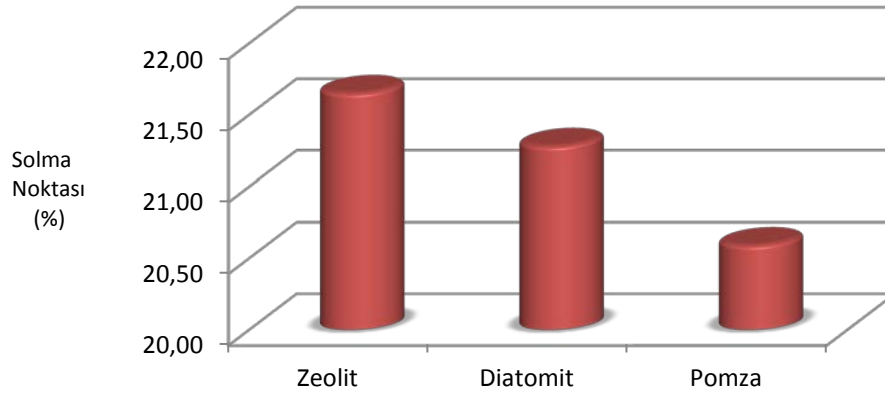
DA	DD (%)	TK (%)	DAE	SN (%)	DAE	HA (g/cm ³)	DAE	TY (g/cm ³)	DAE	TP (%)	DAE	Hİ (cm/h)	DAE	BKU (cm)	DAE	BKA (g)	DAE
Zeolit	0,00	33,92e	36,34	21,07cd	21,65a	1,54e	1,47ab	2,69	2,57	42,75bc	42,67	0,82g	0,94b	15,50	19,19ab	0,26bcd	0,25b
	1,25	36,91cd		21,52bc		1,46bcd		2,51		41,65bc		0,96e		25,75		0,25bcd	
	2,50	37,39bc		22,29a		1,43bc		2,44		41,33bc		1,05d		27,00		0,23cd	
	5,00	37,15bcd		21,71b		1,45bcd		2,63		44,95b		0,92f		8,50		0,25bcd	
Diatomit	0,0	33,92e	36,02	21,07cd	21,28a	1,54e	1,50b	2,69	2,66	42,75bc	43,58	0,82g	0,47b	13,75	14,13b	0,13d	0,13c
	0,5	37,21bcd		21,56b		1,52de		2,65		42,71bc		0,56h		17,75		0,15d	
	1,0	36,14d		21,01de		1,47bcde		2,67		44,84bc		0,33i		11,00		0,14d	
	2,0	36,80cd		21,47bc		1,48cde		2,64		44,03bc		0,18j		14,00		0,10d	
Pomza	0	33,92e	37,02	21,07cd	20,59b	1,54e	1,42a	2,69	2,58	42,75bc	44,84	0,82g	2,90a	26,75	24,00a	0,43b	0,49a
	5	36,50cd		20,62ef		1,40b		2,64		47,15ab		3,56b		20,00		0,39bc	
	10	38,08b		20,24f		1,46bcd		2,38		38,60c		4,58a		25,25		0,72a	
	20	39,58a		20,42f		1,28a		2,60		50,86a		2,63c		24,00		0,41bc	
Önemlilik		0,000	0,542	0,000	0,000	0,000	0,097	0,292	0,331	0,042	0,498	0,000	0,000	0,162	0,045	0,000	0,000
S. Hata		0,341	0,644	0,134	0,141	0,023	0,026	0,087	0,047	1,795	1,283	0,002	0,315	4,835	2,592	0,053	0,036

DA: Düzenleyici Adı; DD: Düzenleyici Dozu TK: Tarla Kapasitesi; SN: Solma Noktası; DAE: Düzenleyici Ana Etkisi; HA: Hacim Ağırlığı; TY: Tane Yoğunluğu; TP: Toplam Porozite; Hİ: Hidrolik İletkenlik; BKU: Bitki Kök Uzunluğu; BKA: Bitki Kuru Ağırlığı



Şekil 4.2.6.1. Düzenleyici dozlarının N6 toprağında tarla kapasitesi ve solma noktası etkisi

N6 toprağının solma noktası üzerine zeolitin % 2,5 dozunun istatistikî olarak en fazla artışı sağladığı bulunmuştur. Ayrıca aynı istatistikî değerlendirme sonucunda zeolitin % 1,25 ve % 5 dozları ile diatomitin % 0,5 ve % 2 dozlarının da istatistikî olarak önemli artış sağladığı bulunmuştur. En fazla artış sağlayan zeolitin % 2,5 uygulama dozunda kontrole göre solma noktasında % 5,79 oranında bir artış hesaplanmıştır. Zeolit uygulamasıyla solma noktasında bir artış görüldüğü **Özdemir ve ark. (2005)** tarafından da bildirilmiştir. **Tunçez (2007)** yaptığı çalışmada pomza uygulaması ile solma noktasında önemli bir değişim olmadığını bildirmiştir ve bu çalışmada da şekil 4.2.6.1 incelendiğinde pomza uygulama dozlarıyla solma noktasında önemli bir değişim olmadığı saptanmıştır.



Şekil 4.2.6.2. Düzenleyicilerin N6 toprağının solma noktasına etkisi

Düzenleyici ana etkisinin solma noktası üzerine etkisi istatistikî olarak incelendiğinde önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.2.6.2). Zeolit ve diatomitin istatistikî olarak en iyi derecede solma noktasını artırdığı belirlenmiştir.

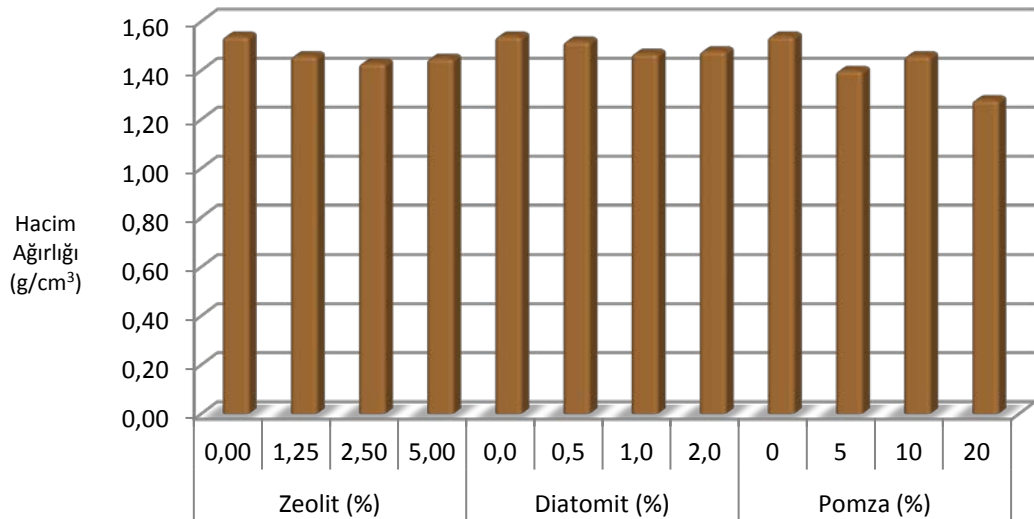
N6 toprağının sahip olduğu faydalı su oranı % 12,85 olarak hesaplanmıştır. Deneme sonunda her bir düzenleyici için faydalı su değerleri:

- Zeolitin % 1,25 dozu için % 15,39, % 2,5 dozu için % 15,10 ve % 5 dozu için % 15,44 olarak,

- Diatomitin % 0,5 dozu için % 15,65, % 1 dozu için % 15,13 ve % 2 dozu için % 15,33 olarak,

-Pomzanın % 5 dozu için % 15,88, % 10 dozu için % 17,84 ve % 20 dozu için % 19,16 olarak hesaplanmıştır ve şekil 4.2.6.1 irdelendiğinde bu artışlar daha iyi anlaşılmaktadır. **Özhan ve ark. (2008)**'da toprağa pomza ilavesi ile toprakta oldukça fazla su tutulacağını ve bitkinin kullanacağı faydalı suyun da artacağını bildirmişlerdir.

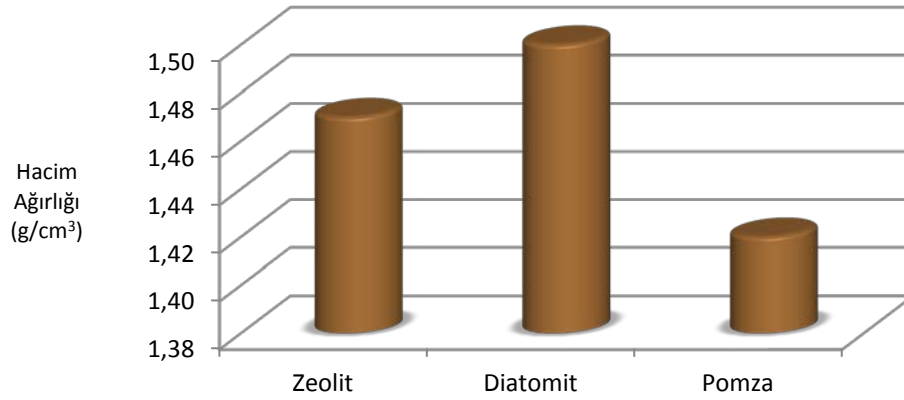
Toprağın fiziksel özelliklerinden biri olan hacim ağırlı için yapılan varyans analiz tablosu (Çizelge 4.2.6.1) incelendiğinde N6 toprağına uygulanan düzenleyici dozlarının etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.2.6.3).



Şekil 4.2.6.3. Düzenleyici dozlarının N6 toprağının hacim ağırlığına etkisi

Pomzanın % 20 dozunun istatistikî olarak hacim ağırlığında en fazla düşüşü sağladığı bulunmuştur. Aynı istatistikî değerlendirme sonucunda pomzanın % 5 uygulama dozunun da düşüş sağladığı bulunmuştur.

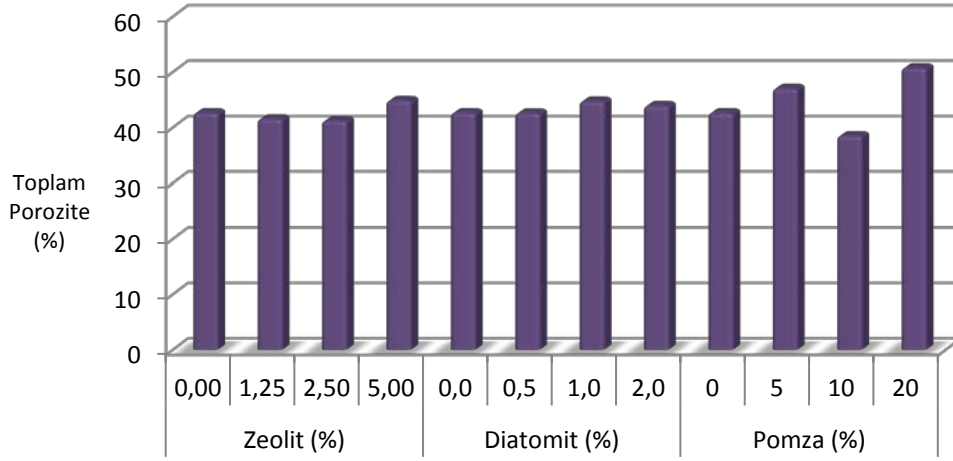
Düzenleyici ana etkisinin hacim ağırlığı üzerindeki etkisi incelendiğinde ise; istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Pomzanın hacim ağırlığını en fazla azalttığı bulunmuştur (Şekil 4.2.6.4). **Dündar (2009)** pomza uygulaması ile toprak hacim ağırlığında düşüş olduğunu bildirmiştir. **Şahin ve ark. (2001)**'nin yaptıkları çalışmada da perlit:pomza karışımının toprağın hacim ağırlığını $0,325 \text{ g/cm}^3$ 'e düşürdüğünü belirtmişlerdir.



Şekil 4.2.6.4. Düzenleyicilerin N6 toprağının hacim ağırlığına etkisi

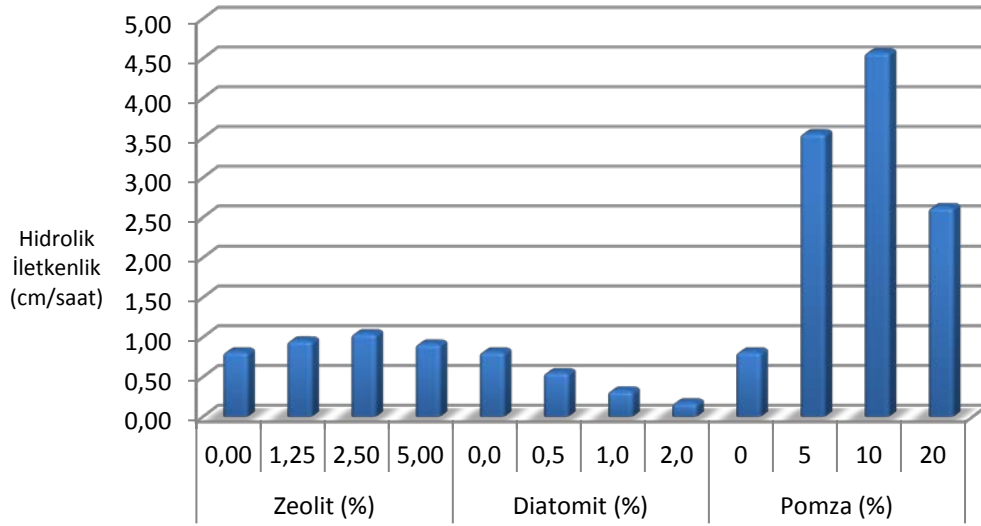
İyi bir yetiştirme ortamının; yeterli havalanmayı sağlayabilmesi istenmektedir (**Ünver ve ark. 1992, Özgümüş ve Kaplan 1992**). Bu çalışmada N6 toprağın fiziksel özelliğinden biri olan toplam porozite üzerine düzenleyici dozlarının etkileri istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 4.2.6.5). İstatistikî analiz sonucunda pomzanın % 20 dozunun en fazla etki sağladığı ve poroziteyi arttırdığı bulunmuştur. Pomzanın %5 dozunun da porozitede önemli bir artış sağladığı saptanmıştır. Pomzanın kontrol grubuna göre porozitede % 5 dozunda % 10,29 oranında bir artış ve % 20 dozunda % 18,97 oranı ile en fazla artış hesaplanmıştır. **Gür ve ark. (1997)** pomza uygulaması ile ağır bünyeli toprakların porozitesini arttırarak havalanma ve su tutma kapasitesinin iyileştirileceğini ve **Norland ve ark. (1992)** da pomzanın poroziteyi arttırarak elverişli bir ortam sağladığını bildirmişlerdir.

N6 toprağının toplam porozite özelliği üzerine düzenleyici ana etkisi incelendiğinde ise, ortamların düzenleyici ana etkisi istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.

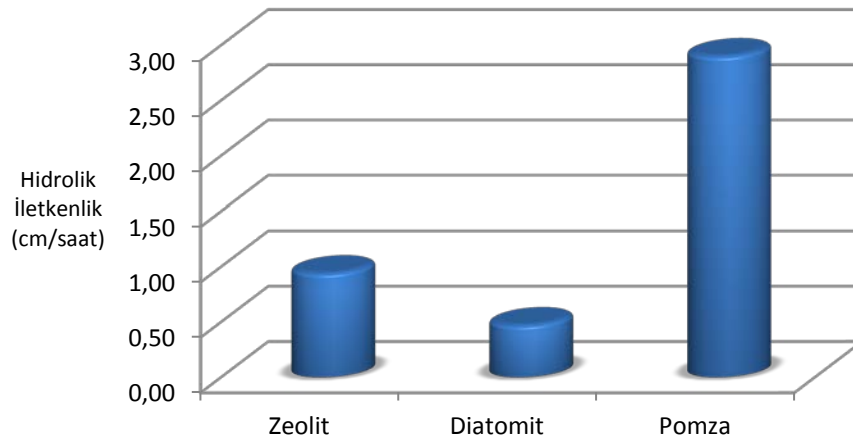


Şekil 4.2.6.5. Düzenleyici dozlarının N6 toprağının toplam porozitesine etkisi

N6 toprağına uygulanan düzenleyicilerin hidrolik iletkenlik üzerine düzenleyici dozları ve ana etkisi istatistikî olarak incelendiğinde önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Pomzanın % 10 dozunun hidrolik iletkenliği istatistikî olarak en fazla arttırdığı ve sırasıyla pomzanın % 5 ve % 20 dozlarının bu artışı takip ettikleri bulunmuştur (Şekil 4.2.6.6). Düzenleyici ana etkisi için hidrolik iletkenlikte en fazla artışının pomzada olduğu istatistikî olarak bulunmuştur ($p < 0,01$) (Şekil 4.2.6.7). Geçirgenlik sınıfı orta yavaş olan N6 toprağının geçirgenlik sınıfını pomzanın tüm dozlarının (% 5-10-20) orta geçirgenliğe yükselttiği saptanmıştır. **Ünver ve ark. (1992)**, **Özgümüş ve Kaplan (1992)** perlite alternatif olan pomzanın bitki yetiştirme ortamında kullanımının, su geçirgenliğinin yüksek olması ve havalanma durumunu iyileştirmesi sebebiyle iyi bir metaryal olduğunun ifade edilebilirliğini rapor etmişlerdir.

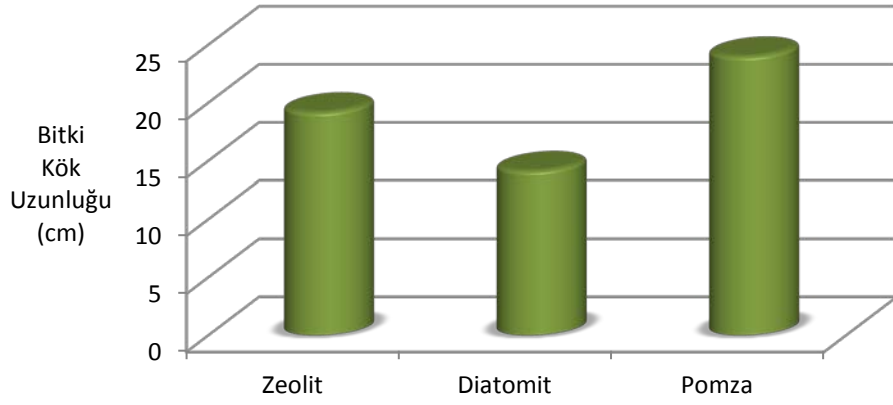


Şekil 4.2.6.6. Düzenleyici dozlarının N6 toprağının hidrolik iletkenliğine etkisi

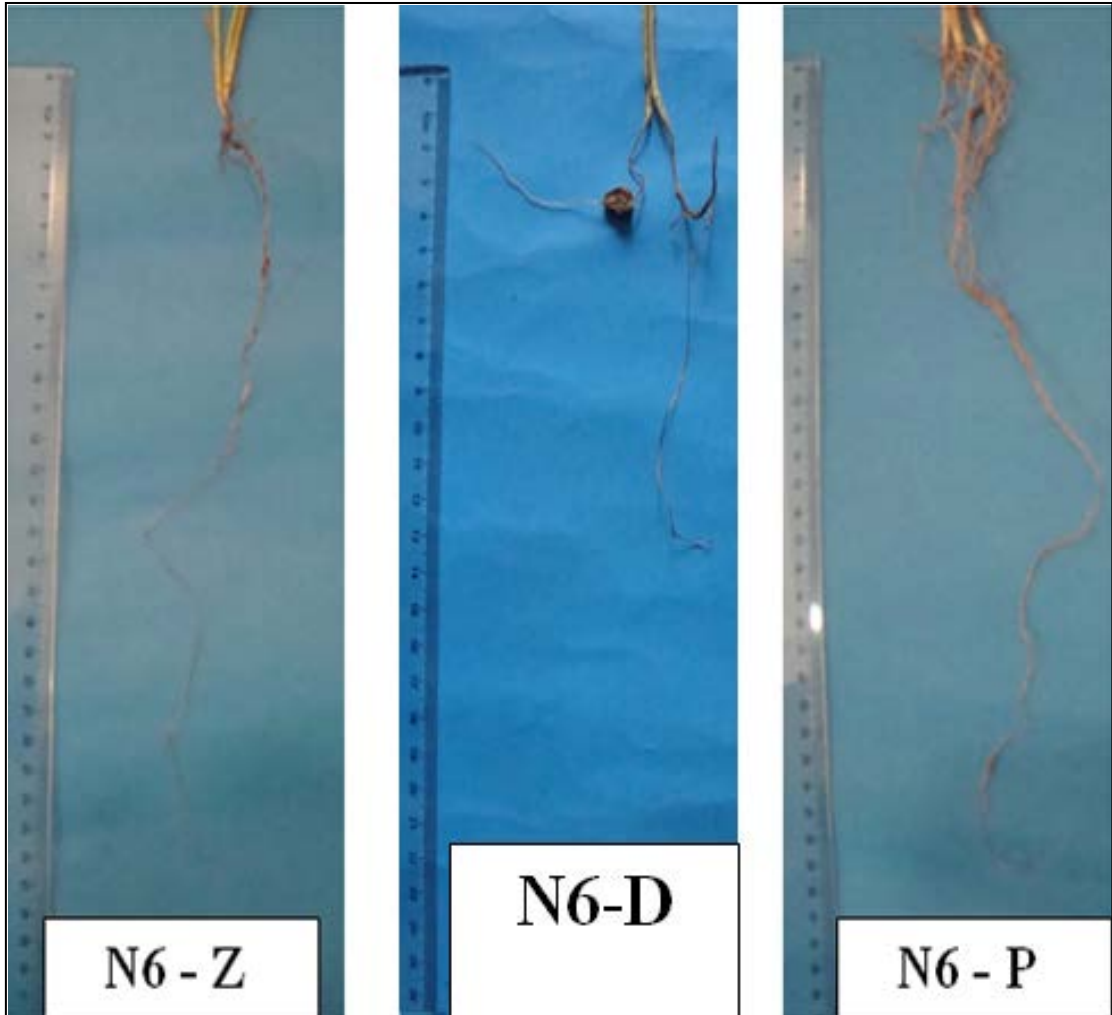


Şekil 4.2.6.7. Düzenleyicilerin N6 toprağının hidrolik iletkenliğe etkisi

N6 toprağında yetiştirilen mısır bitkisi kök uzunluğuna düzenleyici dozları etkisi istatistikî olarak değerlendirdiğinde önemsiz bulunmuştur. Kök uzunluğuna düzenleyici ana etkisi değerlendirildiğinde ise istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). İstatistikî olarak pomzanın kök uzunluğunu en fazla artırdığı saptanmıştır (Şekil 4.2.6.8) (Şekil 4.2.6.9).

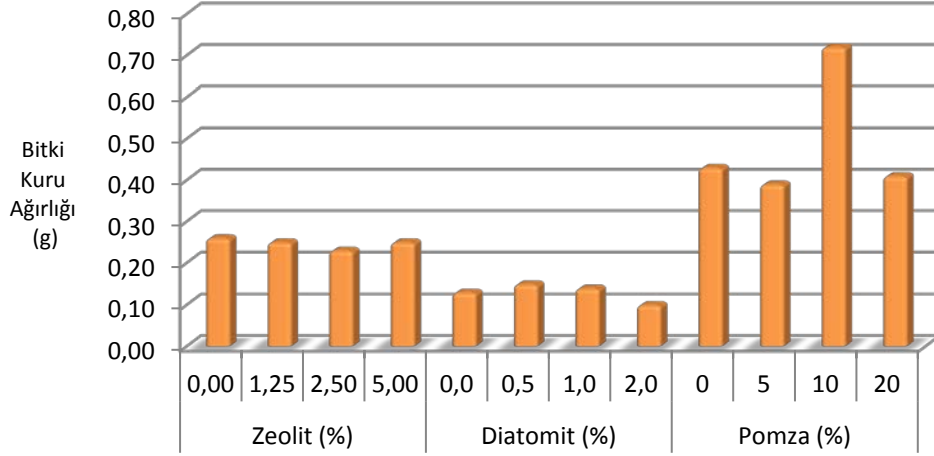


Şekil 4.2.6.8. Düzenleyicilerin N6 toprağında kök uzunluğuna etkisi



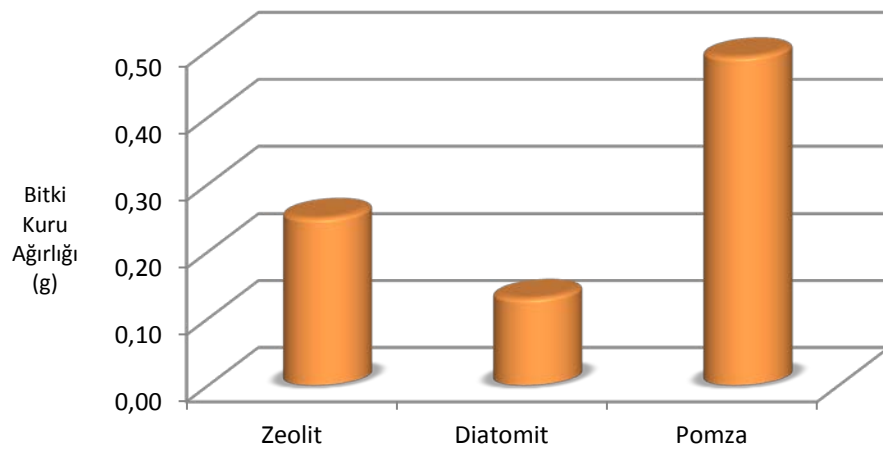
Şekil 4.2.6.9. Zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N6 toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin kök gelişimi (sağdan sola doğru bitki kök uzunluğu: 23 cm, 13 cm, 28 cm)

Düzenleyici dozlarının bitki kuru ağırlığı üzerine etkisi istatistikî olarak değerlendirildiğinde önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.2.6.10). Pomzanın % 10 uygulama dozunun istatistikî olarak kuru ağırlığında en fazla artış sağlan dozu olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.2.6.10. Düzenleyici dozlarının N6 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi

Kuru ağırlık üzerine düzenleyici ana etkisi için yapılan varyans analizi sonunda istatistikî olarak en fazla ağırlık artışı pomzada bulunmuştur (Şekil 4.2.6.11).



Şekil 4.2.6.11. Düzenleyicilerin N6 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi

4.2.6. Zeolit, diatomit ve pomza uygulamalarının N7 toprağı üzerine etkisi

N7 toprağına uygulanan zeolit, diatomit ve pomza düzenleyicilerinin ve farklı dozlarının toprakların bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri yapılan varyans analizi ve Duncan testine göre değerlendirilmiştir ve istatistikî sonuçları çizelge 4.2.7.1’de verilmiştir.

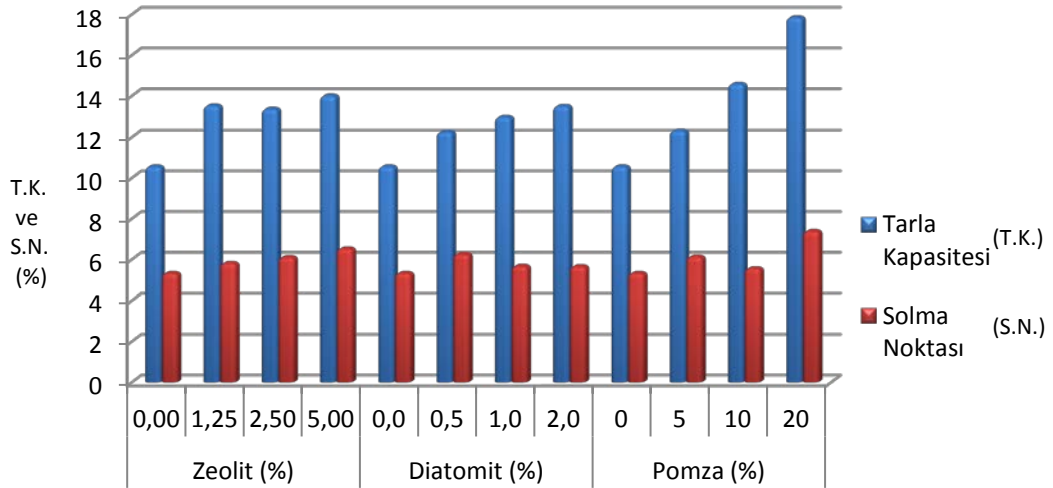
N7 toprağıının tarla kapasitesine düzenleyici dozlarının istatistiksel olarak etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.2.7.1). Bunlardan zeolitin % 5 ve pomzanın % 10 ve % 20 dozları önemli bulunmuş ve pomzanın % 20 dozunun en yüksek oranda tarla kapasitesini arttırdığı bulunmuştur. Pomzanın % 20 dozu % 69,03 oranında tarla kapasitesinde kontrole göre artış sağlarken, pomzanın % 10 dozu % 38,07 ve zeolitin % 5 dozu % 32,67 oranında tarla kapasitesini arttırdığı hesaplanmıştır. **Dündar (2009)** toprağıa karıştırılan pomzayla toprakların tarla kapasitesinin arttığını bildirmiştir. **Tüzüner ve Tınay (1984)**’da zeolitin uygulama düzeyine bağılı olarak tutulan nemin arttığını bildirmişlerdir. Diatomit dozlarındaki tarla kapasitesindeki artışların, pomza ve zeolit dozlarına göre daha az olduğu istatistikî olarak bulunmuştur. Bunun nedeni olarak, **Aksakal ve ark (2011)**’ın yaptıkları çalışmada uygulanan diatomit doz miktarı (% 30) göz önüne alındığında denemede kullanılan düzenleyici doz miktarının az olmasından kaynaklanabileceğı düşünüşmektedir.

Noland ve ark. (1992) pomzanın toprak iyileştirici özelliğinin olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum pomzanın yüksek su tutma kapasitesinden kaynaklanarak en yüksek tarla kapasitesi değerlerine pomzanın dozlarında ulaşıldığı söylenebilir. N7 toprağıının tarla kapasitesi üzerine düzenleyici ana etkisi istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.2.7.1. Farklı dozlarda zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N7 toprağının bazı fiziksel analiz sonuçlarının Duncan testi ile değerlendirilmesi

DA	DD (%)	TK (%)	DAE	SN (%)	DAE	HA (g/cm ³)	DAE	TY (g/cm ³)	DAE	TP (%)	DAE	Hİ (cm/h)	DAE
Zeolit	0,00	10,56e	12,88	5,33e	5,95	1,50	1,51	2,62bc	2,63b	42,75	42,59	5,31i	4,08a
	1,25	13,55bcd		5,82cde		1,47		2,63bc		44,01		4,17e	
	2,50	13,39bcd		6,11bcd		1,54		2,66cd		42,20		3,92d	
	5,00	14,01bc		6,53b		1,54		2,62bc		41,42		2,92c	
Diatomit	0,0	10,56e	12,34	5,33e	5,73	1,50	1,52	2,62bc	2,64b	42,75	42,57	5,31i	5,95b
	0,5	12,26d		6,26bc		1,55		2,63bc		40,95		5,06h	
	1,0	12,99cd		5,68de		1,56		2,68d		41,80		4,91g	
	2,0	13,53bcd		5,66de		1,45		2,63bc		44,77		8,54j	
Pomza	0	10,56e	13,83	5,33e	6,10	1,50	1,47	2,62bc	2,60a	42,75	43,48	5,31i	3,65a
	5	12,32d		6,13bcd		1,44		2,61bc		44,82		4,36f	
	10	14,58b		5,56e		1,51		2,60ab		41,81		2,23a	
	20	17,85a		7,39a		1,42		2,56a		44,53		2,69b	
Önemlilik		0,000	0,375	0,000	0,512	0,104	0,154	0,010	0,015	0,242	0,510	0,000	0,006
S. Hata		0,455	0,745	0,141	0,223	0,030	0,018	0,014	0,010	1,086	0,621	0,003	0,476

DA: Düzenleyici Adı; DD: Düzenleyici Dozu TK: Tarla Kapasitesi; SN: Solma Noktası; DAE: Düzenleyici Ana Etkisi; HA: Hacim Ağırlığı; TY: Tane Yoğunluğu; TP: Toplam Porozite; Hİ: Hidrolik İletkenlik; BKU: Bitki Kök Uzunluğu; BKA: Bitki Kuru Ağırlığı



Şekil 4.2.7.1. Düzenleyici dozlarının N7 toprağının tarla kapasitesi ve solma noktasına etkisi

N7 toprağına uygulanan düzenleyicilerle solma noktasının iyileşme durumunun bir parametre olarak incelendiği bu çalışmada; düzenleyici dozlarının etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$) (Şekil 4.2.7.1).

Solma noktası için düzenleyici dozlarının etki dereceleri istatistikî olarak en fazla yükselişin pomzanın % 20 dozunda olduğu ve kontrole göre solma noktası değerinde % 38,65 oranında artış sağladığı hesaplanmıştır. İstatistikî olarak zeolitin % 5 dozunun da solma noktasında artış sağladığı bulunmuş ve kontrole göre solma noktasında % 22,51 oranında arttırdığı hesaplanmıştır. Düzenleyici ana etkisinin solma noktası üzerine etkisi istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.

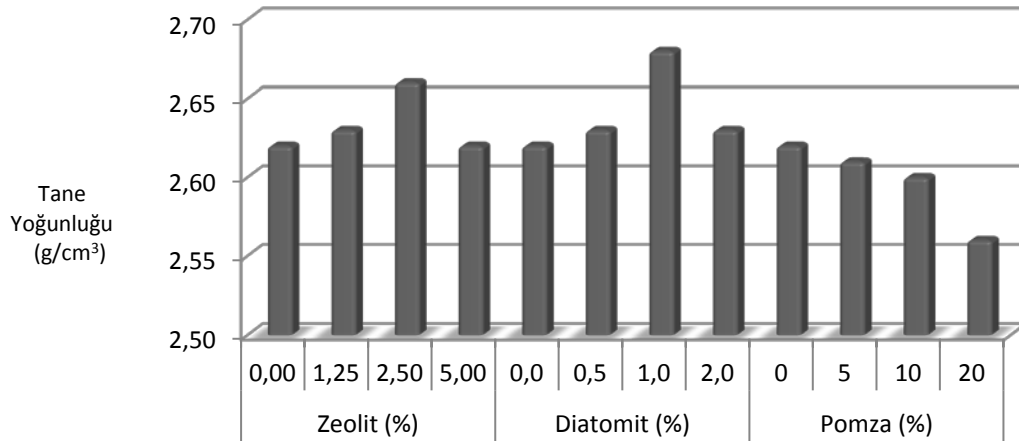
Tarla kapasitesi ve solma noktası nem miktarları arasında tutulan su miktarı olan faydalı su değeri normal şartlarda N7 toprağında % 10-15 değer aralığında olması istenmektedir (Sağlam ve ark. 1993) ancak N7 toprağının faydalı su değeri % 5,23 olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.2.7.1 incelendiğinde daha iyi anlaşılacağı gibi deneme sonunda her bir düzenleyici için faydalı su değerleri:

- Zeolitin % 1,25 dozu için % 7,73, % 2,5 dozu için % 7,28 ve % 5 dozu için % 7,48 olarak,
- Diatomitin % 0,5 dozu için % 6,00, % 1 dozu için % 7,31 ve % 2 dozu % 7,87 olarak,
- Pomzanın % 5 dozu için % 6,19, % 10 dozu için % 9,02 ve % 20 dozu için % 10,46 olarak hesaplanmıştır. Tüm düzenleyicilerin tüm dozlarında artış olmakla birlikte, pomzanın % 20

uygulama dozu ile faydalı su kapasitesinin tercih edilen alt sınır değere ulaştığı hesaplama sonucunda bulunmuştur. **Özhan ve ark. (2008)**'da toprağa pomza ilavesi ile toprakta oldukça fazla su tutulacağını ve bitkinin kullanacağı faydalı suyun da artacağını bildirmişlerdir.

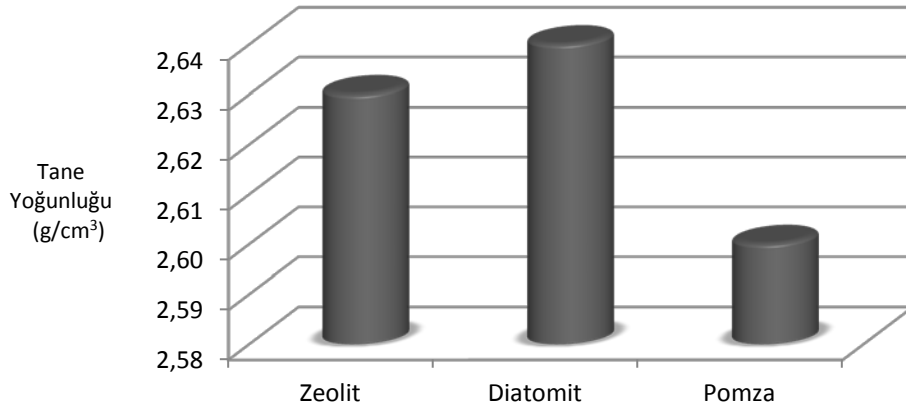
Hacim ağırlığı, toplam hacmin yarısının gözenek olduğu bir toprakta ortalama, tane yoğunluğunun yarısı olur ve kumlu topraklarda $1,6 \text{ g/cm}^3$ 'e kadar yükselebilir. Hacim ağırlığı toprağın strüktür gevşekliği, sıkışması ile etkilenebileceği gibi ıslaklığa bağlı olan şişme büzülme ile de değişebilir (**Aydın ve Kılıç 2010**). N7 toprağının hacim ağırlığı için yapılan varyans analizi sonucunda düzenleyici doz ve ana etkisi istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur. Hacim ağırlığı $1,50 \text{ g/cm}^3$ olan N7 toprağı gibi orta kaba tekstürlü bir toprağın hacim ağırlığında zeolit kullanılmasıyla düşüş olması beklenirdi. Bu durumun, zeolitin toz halde uygulanmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Toprakların genel özellikleri nedeniyle tane yoğunluğunda herhangi bir değişim beklenmemesine rağmen kumlu tın tekstür sınıfında olan (% 77,50 kum, % 6,10 silt, % 16,40 kil) N7 toprağının tane yoğunluğu için yapılan varyans analizinde istatistikî olarak düzenleyici dozlarının etkisi önemli ($p < 0,05$) (Şekil 4.2.7.2) ve pomzanın % 20 dozunun istatistikî olarak tane yoğunluğunda en fazla düşüşe neden olduğu ve bu düşüşü pomzanın % 10 dozunun takip ettiği bulunmuştur.



Şekil 4.2.7.2. Düzenleyici dozlarının N7 toprağının tane yoğunluğuna etkisi

N7 toprağının tane yoğunluğuna düzenleyici ana etkisi de istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$) ve en fazla düşüşü pomzanın sağladığı bulunmuştur (Şekil 4.2.7.3). Bu durum pomzanın uygulandığı toprağın katı hacminde artış sağlamasıyla açıklanabilir.



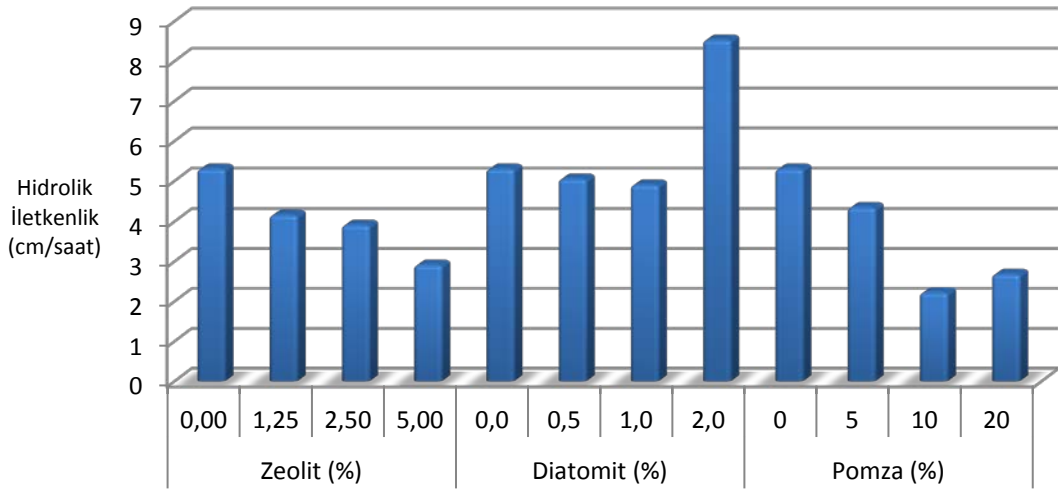
Şekil 4.2.7.3. Düzenleyicilerin N7 toprağının tane yoğunluğuna etkisi

İyi bir yetiştirme ortamının; yeterli havalanmayı sağlayabilmesi istenmektedir (Ünver ve ark. 1992, Özgümüş ve Kaplan 1992). Porozite veya toplam porozite hacmi toprağın önemli özelliklerinden biridir. Porozite birim hacimdeki toplam porozite hacmini verirken, makro ve mikro porların dağılımı hakkında bilgi vermez. Kaba bünyeli topraklardaki porlar, killi topraklarda bulunan porlardan daha iridir (Aydın ve Kılıç 2010).

Bu çalışmada N7 toprağının toplam porozite özelliği için yapılan varyans analizi sonucunda düzenleyici doz ve ana etkisinin istatistikî olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. N7 toprağı gibi orta kaba tekstürlü bir toprakta por oranının düşmesi beklenirdi ancak yapılan çalışma sonunda istatistikî olarak önemsiz de olsa bir miktar artış olduğu saptanmıştır bu duruma; toprakların porozite büyüklüğünün tekstüre, organik madde miktarına bağlı olması (Sağlam ve ark. 1993) göz önüne alındığında N7 toprağının organik madde oranının çok az (% 0,97) olması ve/veya zeolitin uygulanan dozlarının yeterli olmamasından kaynaklanabileceği ve daha fazla oranların denenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Düzenleyici dozlarının hidrolik iletkenlik üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.2.7.4). N7 toprağının fiziksel özellikleri nedeniyle % 0 dozlarında yani düzenleyici uygulanmamış toprakların hidrolik iletkenlik özellikleri orta

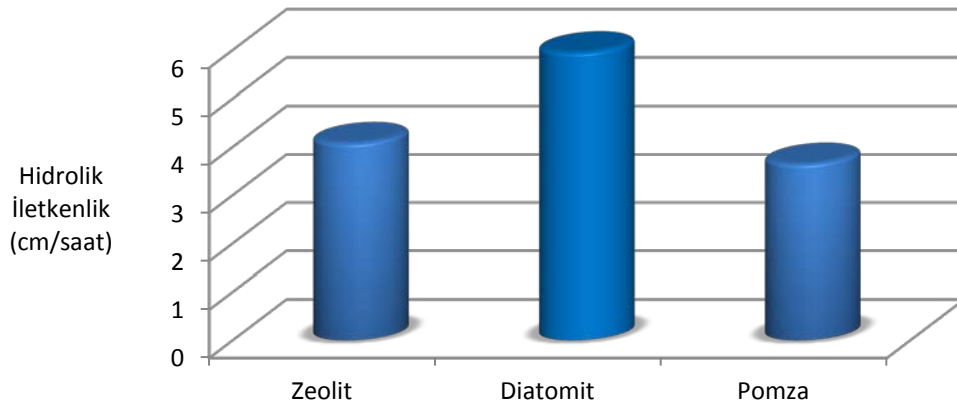
geçirgen sınıfındadır ve geçirgenlik açısından sorun teşkil etmez. Ancak % 77,50 kum fraksiyonuna sahip bir toprak için bu değerin daha düşük değerlere çekilmesi tercih edilir. N7 toprağında hidrolik iletkenliği pomzanın % 10 dozunun en fazla azalttığı bulunmuştur. Pomzanın % 20 ve zeolitin % 5 dozlarının su tutma kapasiteleriyle de ilişkili olarak hidrolik iletkenliği azalttığı belirlenmiştir. Zeolitin % 5 ve pomzanın % 10-20 dozlarının hidrolik iletkenlikte bir düşüş saptanmıştır ancak N7 toprağının orta geçirgen sınıfını değiştirmemiştir.



Şekil 4.2.7.4. Düzenleyici dozlarının N7 toprağının hidrolik iletkenliğine etkisi

Çiftçi ve ark. (2009) pomza taşının suyu tuttuğunu ve koruduğunu bildirmişlerdir. **Şahin ve ark. (2006)**'da pomzanın su geçirgenliği için önemli olan mezoporları belirgin olarak azalttığını açıklamışlardır. Zeolitin su tutma özelliği (**Gote ve Nimaki 1980, Mumpton 1983, Weber ve ark. 1983**) nedeniyle hidrolik iletkenliğin % 5 zeolit uygulamasıyla yavaşlaması tercih edilen bir sonuç oluşturmuştur ancak bu düşüş geçirgenlik sınıfını değiştirmemiştir.

Hidrolik iletkenliğe düzenleyici ana etkisi istatistikî olarak değerlendirildiğinde önemli bulunmuştur ($p < 0,01$) (Şekil 4.2.7.5). Zeolit ve pomzanın hidrolik iletkenliği yavaşlattığı bulunmuştur.



Şekil 4.2.7.5. Düzenleyicilerin N7 toprağının hidrolik iletkenliğine etkisi

N7 toprağı için çalışılan bir diğere parametre olan kök uzunluğu ve bitki kuru ağırlığı değerlendirildiğinde; N7 toprağının kontrol grubu dâhil olmak üzere uygulanan düzenleyici dozlarında hiç bitki çıkışı olmamıştır. Bitkilerin tarla kapasitesi nem koşullarında ekiminin yapıp ve yine tarla kapasitesi nem koşulları muhafaza edilerek sulamaları yapılmıştır. Ancak tarla kapasitesi nem koşullarına göre yapılan sulama sıklığına dikkat edilmemiş ve 7 no'lu toprak örneğinin düşük tarla kapasitesine sahip olması ve çok kısa sürede sınıra ulaşmasının bitki çıkışı olmamasının nedeni olduğu düşünülmektedir.

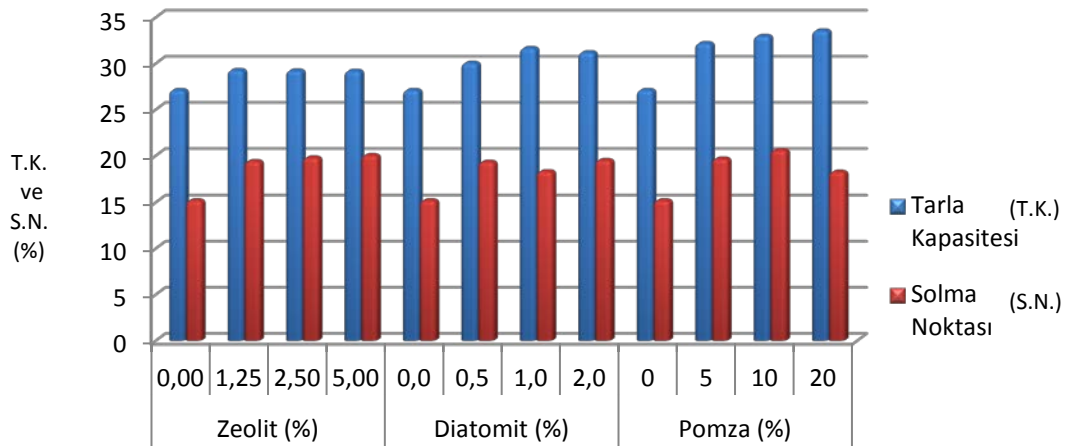
N7 toprağı gibi % kum oranı fazla olan topraklarda zeolitin kil içeriğı nedeniyle uygulanmasıyla toprağın kötü olan fiziksel özelliklerinin düzelmesi beklenmektedir. Ancak saksı denemesinde 3 farklı zeolit uygulama dozunda da çıkış görülmemesinin zeolitin toz halde uygulanmasından kaynaklanmış olacağı düşünülmüş ve N7 toprağına 1-4 mm boyutunda 2. bir zeolit uygulaması yapılmıştır.

Ön deneme olarak yapılan 1-4 mm boyutundaki zeoliti saksıya % 1,25 doz oranında uyguladığımızda bitki çıkışı gerçekleşmiştir. Bu tip topraklar için ayrıca zeolitin daha iri çaplarının kullanıldığı denemelerin kurulmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

4.2.7. Zeolit, diatomit ve pomza uygulamalarının N8 toprağı üzerine etkisi

Zeolit, diatomit ve pomza düzenleyici ve farklı dozlarının toprakların bazı fiziksel özellikleri üzerine etkilerini belirlemek için yapılan varyans analizi ve Duncan testine göre değerlendirilme sonuçları çizelge 4.2.8.1’de verilmiştir.

N8 toprağına uygulanan düzenleyicilerin tarla kapasitesi üzerine düzenleyici dozlarının etkisi istatistikî olarak önemli ($p<0,01$) (Şekil 4.2.8.1) ve pomzanın % 20 dozunun istatistikî olarak tarla kapasitesini en yüksek oranda arttırdığı bulunmuştur. Pomzanın % 10 dozunun da tarla kapasitesinde önemli bir artış sağladığı saptanmıştır. Pomzanın % 5 dozu ve diatomitin % 1 dozları istatistikî olarak tarla kapasitesinde aynı derecede artış sağladığı bulunmuştur. Pomzanın % 20 dozu kontrole göre % 23,83 oranında tarla kapasitesini en fazla arttırdığı hesaplanmıştır. Pomzanın % 10 dozunun tarla kapasitesini % 21,65 oranında arttırdığı bulunmuştur. İstatistikî olarak önemli bulunan diğer uygulama dozlarından diatomitin % 1 dozu % 16,78 ve pomzanın % 5 dozu % 18,74 oranlarında tarla kapasitesi değerini arttırdığı hesaplanmıştır. Bu sonuçlar **Dündar (2009)**’ın pomza uygulamasıyla toprakların tarla kapasitesi değerinin arttığını bildirdiği çalışmasıyla ve **Aksakal ve ark (2011)**’nin kumlu tın tekstür sınıfındaki toprakta diatomit uygulaması ile tarla kapasitesinde artış sağladığı ve bu artışın kum tekstürlü topraklarda % 30 diatomit uygulamasının kontrole göre % 48,78 oranında olduğunu rapor ettikleri çalışmayla da desteklenmektedir.



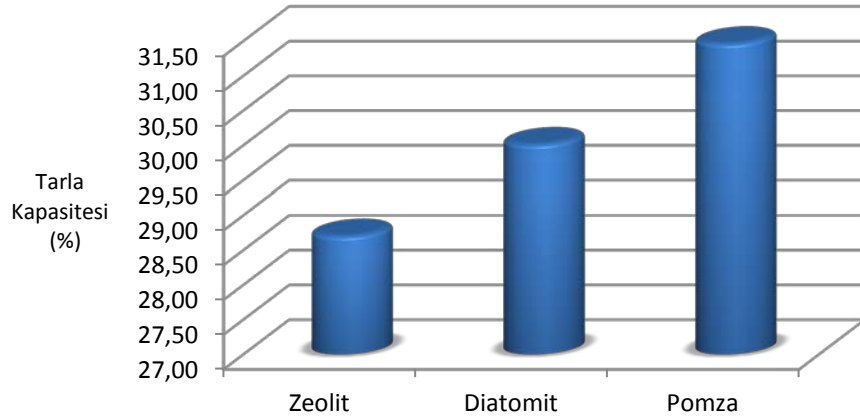
Şekil 4.2.8.1. Düzenleyici dozlarının N8 toprağının tarla kapasitesi ve solma noktasına etkisi

Çizelge 4.2.8.1. Farklı dozlarda zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N8 toprağının bazı fiziksel analiz sonuçlarının, bitki kök uzunluğunun ve kuru ağırlığının Duncan testi ile değerlendirilmesi

DA	DD (%)	TK (%)	DAE	SN (%)	DAE	HA (g/cm ³)	DAE	TY (g/cm ³)	DAE	TP (%)	DAE	Hİ (cm/h)	DAE	BKU (cm)	DAE	BKA (g)	DAE
Zeolit	0,00	27,11e	28,70b	15,21b	18,61	1,27d	1,29b	2,58	2,60	50,78	50,31	5,88j	4,17	9,25	11,88b	0,26	0,21a
	1,25	29,28de		19,39a		1,31bcd		2,59		49,42		3,77e		17,75		0,31	
	2,50	29,23de		19,79a		1,28cd		2,60		50,68		3,37c		6,75		0,11	
	5,00	29,19de		20,05a		1,31bcd		2,63		50,37		3,67d		13,75		0,16	
Diatomit	0,0	27,11e	30,01ab	15,21b	18,08	1,27d	1,35a	2,58	2,59	50,78	47,91	5,88j	4,77	7,00	13,44ab	0,10	0,10b
	0,5	30,06cd		19,32a		1,44a		2,65		45,74		4,43h		19,00		0,10	
	1,0	31,66abc		18,29a		1,36b		2,64		48,49		4,11f		17,00		0,16	
	2,0	31,21bcd		19,51a		1,33bcd		2,50		46,62		4,67i		10,75		0,07	
Pomza	0	27,11e	31,46a	15,21b	18,43	1,27d	1,30ab	2,58	2,61	50,78	50,21	5,88j	3,47	25,50	20,06a	0,15	0,14ab
	5	32,19abc		19,67a		1,35bc		2,58		47,68		4,15g		13,25		0,14	
	10	32,98ab		20,60a		1,26d		2,54		50,41		2,59b		17,75		0,14	
	20	33,57a		18,24a		1,32bcd		2,75		51,96		1,25a		25,75		0,14	
Önemlilik	0,000	0,061	0,002	0,895	0,004	0,073	0,331	0,897	0,274	0,089	0,000	0,174	0,212	0,091	0,123	0,025	
S. Hata	0,682	0,769	0,797	0,799	0,021	0,018	0,055	0,031	1,598	0,822	0,008	0,471	4,943	2,644	0,048	0,026	

DA: Düzenleyici Adı; DD: Düzenleyici Dozu TK: Tarla Kapasitesi; SN: Solma Noktası; DAE: Düzenleyici Ana Etkisi; HA: Hacim Ağırlığı; TY: Tane Yoğunluğu; TP: Toplam Porozite; Hİ: Hidrolik İletkenlik; BKU: Bitki Kök Uzunluğu; BKA: Bitki Kuru Ağırlığı

Toprak özelliklerinden olan tarla kapasitesine N8 toprağına uygulanan düzenleyicilerin ana etkisi önemli bulunmuştur. Buna göre istatistikî olarak pomzanın tarla kapasitesini en yüksek oranda arttırdığı bulunmuştur (Şekil 4.2.8.2).



Şekil 4.2.8.2. Düzenleyicilerin N8 toprağının tarla kapasitesine etkisi

N8 toprağına uygulanan düzenleyiciler ile solma noktasının bir parametre olarak incelendiği bu çalışmada; düzenleyici dozlarının etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 4.2.8.1). Çalışmada kullanılan düzenleyicilerin tüm dozların solma noktasında artış meydana getirmiştir. Buna göre düzenleyici dozlarına göre solma noktasındaki artışlar:

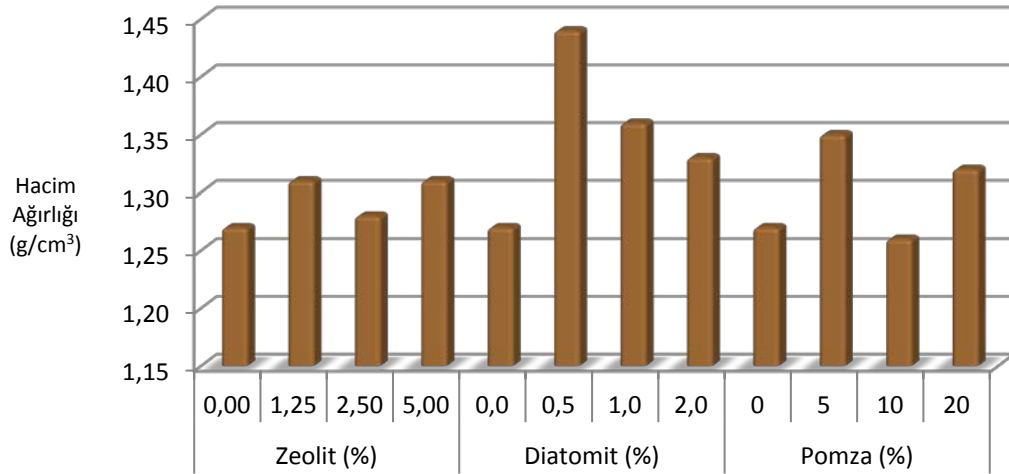
- Zeolitin % 1,25 dozu için % 27,48, % 2,5 dozu için % 30,11 ve % 5 dozu için % 31,82 olarak,
- Diatomitin % 0,5 dozu için % 27,02, % 1 dozu için % 20,25 ve % 2 dozu için % 28,27 olarak,
- Pomzanın % 5 dozu için % 29,32, % 10 dozu için % 35,44 ve % 20 dozu için % 19,92 olarak hesaplanmıştır.

Düzenleyici ana etkisinin solma noktası üzerine etkisi, istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.

Tarla kapasitesi ve solma noktası nem miktarları arasında tutulan su miktarı olan faydalı su değeri N8 toprağında % 11,90 olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.2.8.1 incelendiğinde daha iyi anlaşılacağı gibi deneme sonunda her bir düzenleyici için faydalı su kapasitesi değerleri:

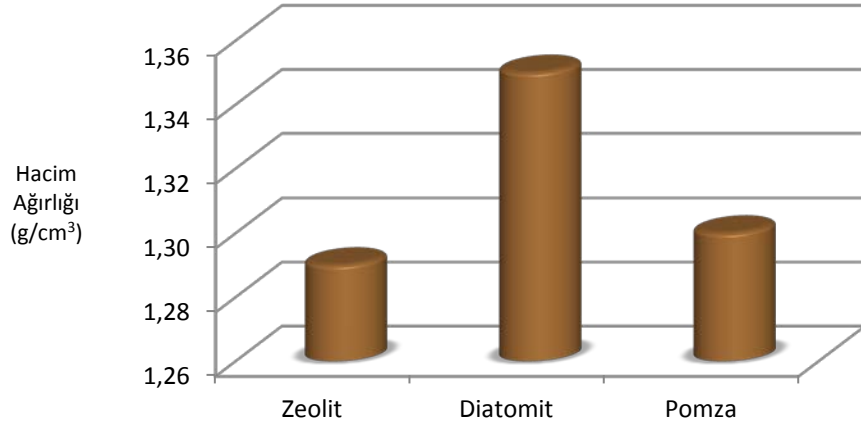
- Zeolitin % 1,25 dozunda % 9,89, % 2,5 dozunda % 9,44 ve % 5 dozunda % 9,14 oranında hesaplanmıştır.
- Diatomitin % 0,5 dozunda % 10,74, % 1 dozunda % 13,37 ve % 2 dozunda % 11,70 olarak ve
- Pomzanın % 5 dozunda % 12,52, % 10 dozunda % 12,38 ve % 20 dozunda % 15,33 olarak hesaplanmıştır. **Özhan ve ark. (2008)** kumlu-tın toprağa pomza ilavesi ile toprakta oldukça fazla su tutulacağını ve bitkinin kullanacağı faydalı suyun da artacağını bildirmişlerdir. **Dündar (2009)** da pomza kullanımı ile faydalı su kapasitesinin arttığını açıklamıştır.

N8 toprağının hacim ağırlığına uygulanan düzenleyici dozlarının etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$) (Şekil 4.2.8.3). Hacim ağırlığında en fazla artışı diatomitin % 0,5 dozunun sağladığı bulunmuştur. Diatomitin % 1 ve pomzanın % 5 dozlarının da hacim ağırlığında önemli bir artış sağladığı bulunmuştur.



Şekil 4.2.8.3. Düzenleyici dozlarının N8 toprağının hacim ağırlığına etkisi

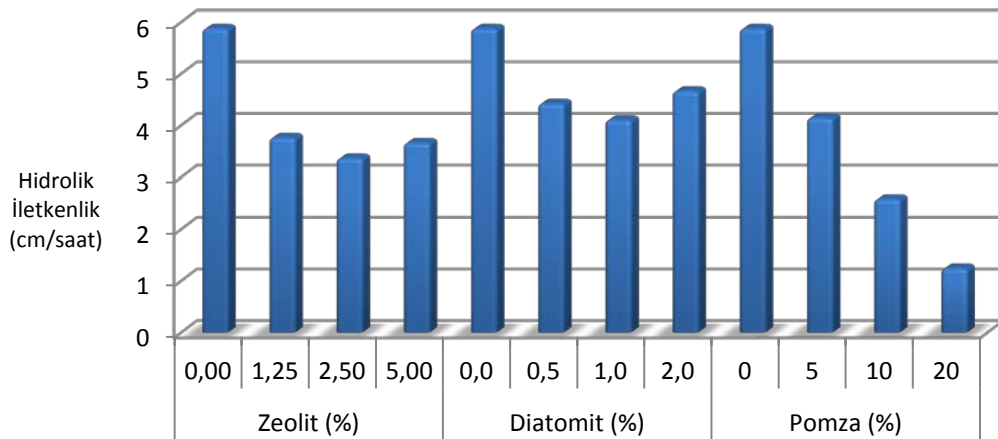
Hacim ağırlığı üzerine düzenleyicilerin ana etkisi incelendiğinde istatistikî olarak önemli bulunmuş ve en iyi artışı diatomitin sağladığı belirlenmiştir (Şekil 4.2.8.4).



Şekil 4.2.8.4. Düzenleyicilerin N8 toprağında hacim ağırlığına etkisi

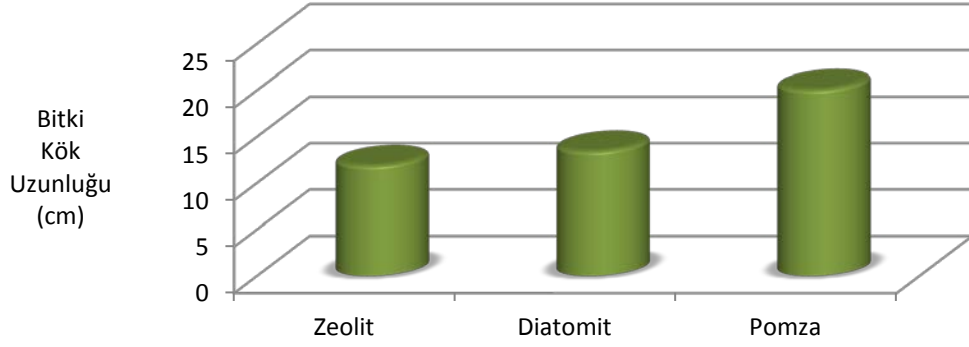
Çalışılan toprağın toplam porozite özelliği için yapılan varyans analiz tablosuna göre düzenleyici dozları ve ana etkisi istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.

Düzenleyici dozlarının hidrolik iletkenliğe etkisi istatistikî olarak değerlendirildiğinde önemli ($p < 0,01$) (Şekil 4.2.8.5) bulunmuştur. En fazla azalışın pomzanın % 20 dozlarında olması pomzanın su tutma kapasiteleriyle açıklanabilir. Pomzanın % 20 pomza uygulaması orta olan geçirgenlik sınıfını orta yavaşa düşürmüştür. Pomzanın % 10 dozunda hidrolik iletkenlikte önemli bir düşüş sağlamıştır. Ancak N8 toprağının orta geçirgen sınıfını değiştirmemiştir. Hidrolik iletkenliğe düzenleyici ana etkisi ise istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.

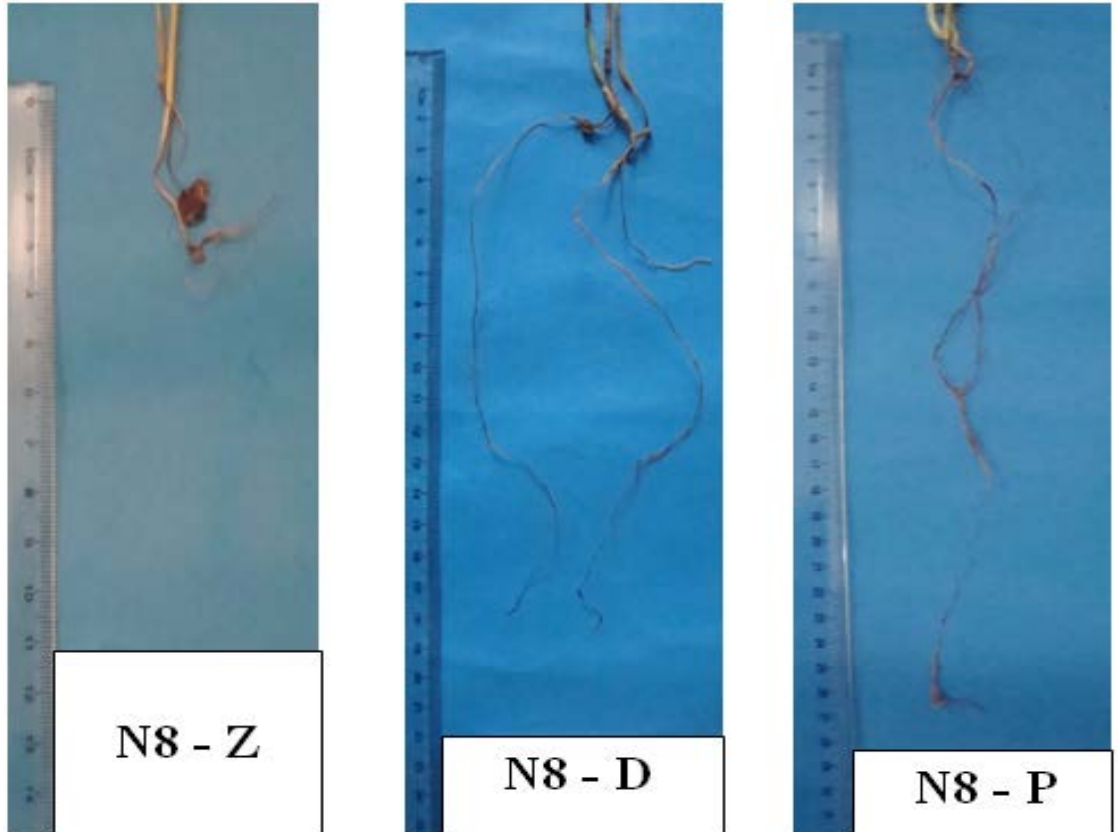


Şekil 4.2.8.5. Düzenleyici dozlarının N8 toprağının hidrolik iletkenliğine etkisi

N8 toprağında düzenleyici dozlarının kök uzunluğuna etkisi yapılan varyans analizine göre istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur. Ancak düzenleyici ana etkisi istatistikî olarak değerlendirildiğinde önemli bulunmuştur. Pomzanın istatistikî olarak en fazla kökte uzamayı sağlayan düzenleyici olduğu bulunmuştur (Şekil 4.2.8.6) (Şekil 4.2.8.7).

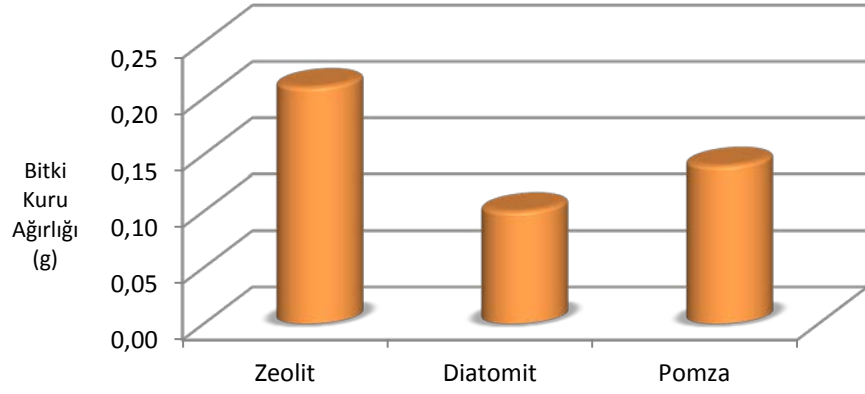


Şekil 4.2.8.6. Düzenleyicilerin N8 Toprağında Kök Uzunluğuna Etkisi



Şekil 4.2.8.7. Zeolit, diatomit ve pomza uygulanmış N8 toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin kök gelişimi (sağdan sola doğru bitki kök uzunluğu: 6,0 cm, 18,5 cm, 27,0 cm)

Düzenleyici dozlarının N8 toprağında bitki kuru ağırlığı üzerine etkisi yapılan varyans analizine göre istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur. Ancak düzenleyici ana etkisi istatistikî olarak değerlendirildiğinde önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Zeolitin istatistikî olarak bitki kuru ağırlığı en fazla artıran düzenleyici olduğu bulunmuştur (Şekil 4.2.8.8).



Şekil 4.2.8.8. Düzenleyicilerin N8 toprağında bitki kuru ağırlığına etkisi

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmada kullanılan N1, N2, N4 ve N6 nolu topraklar ince (ağır) bünyeli topraklar olarak; N3 ve N5 nolu topraklar orta ince bünyeli; N7 ve N8 nolu topraklar ise orta kaba (hafif) bünyeli topraklar olarak (**Cangir 1991**) sınıflandırılmaktadır.

Laboratuvar koşullarında yürütülen bu çalışmada, fiziksel özellikleri açısından sorunlu olan topraklara farklı dozlarda zeolit, diatomit ve pomza uygulamasıyla, ince bünyeli topraklardan kil tekstür sınıfında sınıflandırılan toprakların fraksiyon oranlarına göre davranış sergiledikleri elde edilen sonuçlarla ortaya konmuştur. İnce bünyeli toprakların hacim ağırlığında düzenleyici uygulamalarıyla istenen düşüşler gerçekleşmiştir. Kil tekstür sınıfında olan N1 toprağına uygulanan düzenleyiciler sounucunda diatomit ve pomzanın hacim ağırlığını en çok düşüren düzenleyiciler olduğu bulunmuştur. N1 toprağının hacim ağırlığını en fazla düşüren düzenleyici dozunun pomzanın % 20 dozu olduğu belirlenmiştir. Yine ince bünyeli topraklardan olan N2, N4 ve N6 topraklarında da en fazla hacim ağırlığını düşüren dozun pomzanın % 20 dozu olduğu bulunmuştur. İnce bünyeli toprak olan N1 ve N6 topraklarının hacim ağırlığında en fazla düşüşün pomza uygulamasında olduğu saptanmıştır. Pomza uygulamasıyla gerçekleşen bu düşüşlerin; çalışmada kullanılan hafif asit pomzanın, asit pomzaların hacim ağırlığının 0,5-1 g/cm³ arasında olması nedeniyle (**Özkan ve Tucer 2001**) ve/veya hacim ağırlığına toprağı oluşturan tanelerin yoğunlukları, diziliş konumları ve strüktürlerinin önemli derecede etkili olması (**Cangir 1991**) ve dolayısıyla pomza uygulamalarının toprakta tın görevi görmesi (**Dündar 2009**) nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

Orta ince bünyeli toprakların hacim ağırlıkları değerlendirildiğinde yüksek kum fraksiyonuna (% 67,05) sahip N3 toprağının 1,19 g/cm³ hacim ağırlığını ideal toprak hacim ağırlığı değerine en fazla diatomitin % 2 uygulama dozunun arttırdığı bulunmuştur. N5 (kil fraksiyonu oranı % 38.87) toprağını ideal hacim ağırlığına pomzanın % 20 dozunun getirdiği ve pomzanın N5 toprağını en fazla azaltan düzenleyici çeşidi olduğu bulunmuştur.

Hacim ağırlığı 1,50 g/cm³ olan N7 toprağı gibi orta kaba tekstürlü bir toprağın hacim ağırlığında zeolit kullanımıyla düşüş olması beklenirken hacim ağırlığında azalma olmamıştır. Bu duruma, zeolitın 1 mm'den küçük boyutlu olarak uygulanmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle ileride 1 mm'den daha iri büyüklükte zeolit uygulamasıyla çalışılmasının uygun olacağı düşünülmektedir. N8 toprağını ideal hacim

ağırlığı değerine diatomitin yükselttiği ve en fazla hacim ağırlığı değerinin diatomitin % 0,5 dozunun sağladığı saptanmıştır.

Porozite veya toplam porozite hacmi toprağın önemli özelliklerinden biridir (**Aydın ve Kılıç 2010**). N3 toprağının kumlu kil tın tekstür sınıfında olması nedeniyle % 0 dozunda % 55,09 toplam porozite mevcuttur. İdeal bir toprakta porozite toprağın hacminin yaklaşık yarısı olması istenir. Ancak bu durumda bu toprak için geçirgenliği çok artırdığından uygulanan düzenleyicilerin bu değeri biraz daha azaltması pratik açıdan uygundur. Orta ince bünyeye sahip olan N5 toprağının pomzanın % 20 dozunun poroziteyi % 10.54 oranında arttırdığı bulunmuştur. Bu nedenle N5 toprağının porozitesini arttırmak için pomzanın % 20 dozu önerilen uygulama dozudur.

İnce bünyeli topraklardan N1 toprağının porozite oranını diatomitin % 0,5 dozunun diğer dozlardan % 7,44 oranında arttırdığı bulunmuştur ve uygulama için tavsiye edilecek miktarın diatomitin % 0,5 dozu uygun görülmektedir. Diatomitin N1 toprağının porozite oranını en fazla arttıran düzenleyici dozu olduğu belirlenmiştir. Pomzanın % 20 dozunun N2 toprağının porozitesini en fazla arttırdığı ve N2 toprağı için önerilebilecek uygulama dozu olduğu bulunmuştur. N6 toprağında diğer dozlara göre % 18,97 oranında porozitede artış sağlaması nedeniyle pomzanın % 20 uygulama dozunun toprağın porozitesi için uygulanması tavsiye edilmektedir. Yapılan çalışma porozitenin, toprağın hacim ağırlığındaki azalmalardan direkt etkilendiğini göstermektedir. Bu etkilenmenin nedeni olarak; toprağın strüktürü, gevşekliği, sıkışması gibi etkenlerin etkili olabileceği düşünülmektedir.

Toprakların fraksiyon oranlarından etkilenen bir diğer özellik de toprağın hidrolik iletkenliğidir. Kil fraksiyonu % 61,86 olan N1 toprağının hidrolik iletkenlik sınıfını pomzanın % 5 dozu yavaşta orta geçirgenliğe çıkarmıştır. Pomzanın, zeolite göre geçirgenliğini daha çok arttırdığı saptanmıştır. N2 toprağının geçirgenlik sınıfını orta yavaşta, orta geçirgenlik sınıfına yüksetmek için pomzanın % 5 ve diatomitin % 1 dozları kullanılabilir uygulama miktarlarıdır. N4 toprağının orta yavaşta geçirgenlik sınıfını orta geçirgen sınıfa çıkarmak için pomzanın % 5 ve diatomitin % 2 dozlarının uygulanması önerilebilecek dozlardır. N2 ve N4 topraklarına önerilen diatomit doz miktarlarındaki farklılıkların toprakların içerdiği kum, silt ve kil fraksiyon oranlarının farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmekte ve aynı tekstür sınıfında olsalar da toprakların içerdikleri fraksiyon oranlarının, önerilen bazı düzenleyici ve/veya dozlardaki farklılığı önemli derecede etkilediği saptanmıştır. N6 toprağının hidrolik iletkenlik geçirgenlik sınıfını, orta geçirgenlik sınıfına çıkarmak için

pomza uygulaması önerilebilir. İnce bünyeli toprakların kil fraksiyonu göz önünde bulundurularak düzenleyici ve dozlarının seçilmesinde yarar olduğu düşünülmektedir.

Uygulanan düzenleyiciler, kum fraksiyonu % 67,05 olan N3 toprağının hidrolik iletkenliği üzerinde çok etkili olmuş ve geçirgenlik sınıfını hızlıdan orta geçirgen sınıfa çekilmesine neden olmuştur. Bu durum toprakta tutulan su miktarı açısından son derece önemlidir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken, geçirgenliğin fazla da düşmemesidir. Bu nedenle zeolitin % 1,25, diatomitin % 0,5 ve pomzanın % 5 dozlarının toprağa uygulanması önerilebilecek miktarları oluşturmaktadır. Özellikle pomza ve zeolit gibi uzun süre korunabilen düzenleyiciler için bu durum göz ardı edilmemelidir. N5 toprağının orta yavaş geçirgen sınıfını orta geçirgen sınıfa yükselttiği için zeolitin % 5 dozu uygulamada kullanılabilir miktar olarak tavsiye edilmektedir.

Yüksek kum fraksiyonuna sahip N7 (% 77,50) gibi toprakların iletkenliğinin düşürülmesi için zeolit ve pomzanın kullanılabilir olduğu bulunmuştur. N7 toprağı için pomzanın % 10 dozu ve zeolitin % 5 dozu uygulanabilir dozlar olarak önerilmektedir.

Yapılan çalışmada incelenen parametrelerden biri olan toprakların tane yoğunluğu özelliği; ince bünyeli topraklardan N2 toprağı, orta ince bünyeli N5 ve orta kaba bünyeli topraklardan N7 toprağının tane yoğunluğunu pomzanın düşürdüğü bulunmuştur. Bu durum, pomzanın uygulandığı toprağın katı kısım hacminde artış sağlamasıyla açıklanabilir.

Tarla kapasitesindeki artışın toprakta tutulan nem miktarını arttırması ve bu nem miktarının artışı toprağın faydalı su kapasitesini direkt etkileyen öğelerden biri olması nedeniyle tarla kapasitesinde artış olması tercih edilen bir durumdur. Çalışılan tüm topraklara uygulanan düzenleyiciler toprakların tarla kapasitesi değerlerini arttırmışlardır. Buna göre ince bünyeli topraklar kendi içlerinde değerlendirildiğinde N1 toprağına tarla kapasitesi için pomzanın diğer dozlardan % 10,39 oranında artış sağlamasından dolayı pomzanın % 20 dozunun önerilebilecek uygulama dozu olduğu belirlenmiştir. N4 ve N6 topraklarının tarla kapasitesini arttırmak için diğer dozlara göre N4 ve N6 topraklarının tarla kapasitesini sırasıyla % 25,78 ve % 16,69 oranında diğer dozlardan daha fazla artış sağladığı için pomzanın % 20 dozu önerilmektedir.

N3 toprağına tarla kapasitesine zeolitin % 1,25 dozunun % 23,07 oranında diğer dozlardan daha fazla artış sağladığı için % 1,25 dozu tarla kapasitesi açısından uygulamada önerilebilecek dozdur. Bu durum diatomitte % 2 olan uygulama dozu için geçerlidir.

Pomzanın da en fazla artışı % 10 dozuyla sağladığı ve tavsiye edilebilecek miktarları oluşturmaktadır. Yine orta ince bünyeli toprak olan N5 toprağının tarla kapasitesi için pomzanın % 20 dozunun % 19,27 oranında diğer dozlardan daha fazla artış sağladığı için uygulama için tavsiye edilen dozdur.

Orta kaba bünyeli, % 77,50 kum oranına sahip olan N7 toprağının tarla kapasitesini diğer uygulama dozlarına göre % 69,03 oranında arttırdığı için pomzanın % 20 dozu önerilebilecek dozdur. N8 toprağının tarla kapasitesini diğer dozlara göre % 23,83 oranında arttırdığı için pomzanın % 20 dozu tavsiye edilen uygulama dozudur. N8 toprağının tarla kapasitesini artırmak için uygulanması önerilen düzenleyici çeşidi pomzadır.

Uygulanan düzenleyicilerin toprakların solma noktasına etkisi değerlendirildiğinde; orta kaba bünyeli N7 toprağının solma noktası değerini pomzanın % 20 dozu, diğer dozlardan % 38,65 oranında arttırdığı için uygulamada önerilebilecek dozdur. Bu durum zeolitin % 5 dozu için de geçerlidir. N8 toprağının solma noktasını zeolitin % 5 dozu, % 31,82 oranıyla diğer dozlardan daha fazla artış sağladığı için zeolitin % 5 dozu solma noktası açısından uygulamada önerilebilecek dozdur. Bu durum diatomitte % 2 olan uygulama dozu için geçerlidir. Pomzanın da en fazla artışı % 10 dozu sağladığı için tavsiye edilebilecek doz miktarını oluşturmaktadır.

Orta ince bünyeli topraklardan N3 toprağının solma noktasını zeolitin % 1,25 dozu, diğer dozlara göre, % 28,05 oranında artış sağladığı için uygulamada önerilebilecek dozdur. N5 toprağında ise diğer dozlara göre zeolitin % 2,5 dozunun sağladığı artış oranı % 14,45 ve diatomitin % 1 dozunun sağladığı artış oranı % 12,90 olduğundan dolayı N5 toprağının solma noktasını arttırmak için kullanılabilir dozların zeolitin % 5 ve diatomitin % 1 dozları oluşturmaktadır. N5 toprağının solma noktasını arttırmak için kullanılabilir düzenleyici çeşitleri zeolit ve/veya diatomittir.

İnce bünyeli topraklardan N1 toprağına solma noktası için diatomitin diğer dozlardan % 26,84 oranında artış sağlamasından dolayı % 2 dozunun diatomit için önerilebilecek uygulama dozu olduğu bulunmuştur. N2 toprağının solma noktası değeri için zeolitin % 1,25 dozunun % 14,67 oranında artış sağlaması ve bu artışın diğer dozlardan daha fazla olmasından dolayı zeolitin % 1,25 dozu solma noktası açısından uygulamada kullanılabilir dozdur. Aynı durum diatomitin % 1 ve pomzanın % 5 dozları içinde geçerlidir ve bu dozlar solma noktasını arttırmak için tavsiye edilebilecek uygulama dozlarıdır. Diğer ince bünyeli toprak olan N6 toprağının solma noktasını en fazla artıran düzenleyicilerin zeolit ve diatomit

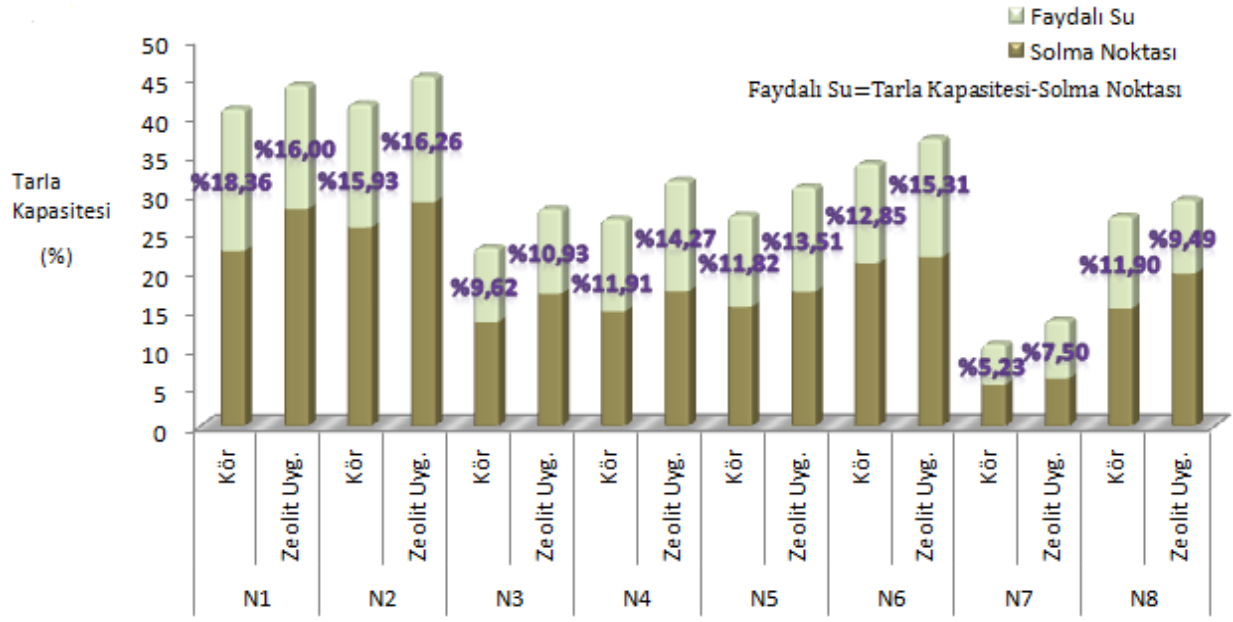
olduğu bulunmuştur. İnce, orta ince ve orta kaba topraklar ortak olarak değerlendirildiğinde; Kumlu toprakların geniş gözenekli yapısı nedeniyle bünyelerinde tutamadıkları suyu, toprak düzenleyicileriyle bünyelerinde tutması bitki besin elementlerinin yıkanarak topraktan uzaklaşmasına engel olmaktadır. Bu nedenle kumlu topraklarda artan tarla kapasitesinin killi topraklardaki artışlardan daha önemli olduğu düşünülmektedir.

Topraklarda depolanan su miktarının artırılarak bitkilerin faydalanabileceği faydalı su miktarının yükselmesi tercih edilen bir sonuçtur. N4 toprağının faydalı su değerini % 14,68 oranıyla diğer dozlardan daha fazla arttırdığı için zeolitin % 2,5 dozu faydalı su değerini arttırmak için kullanılabilir uygulama dozudur. Aynı durum diatomitin % 0,5 dozu ve pomzanın % 20 dozu için de geçerlidir ve tavsiye edilen uygulama dozlarıdır. Diğer bir ince bünyeli toprak olan N6 toprağının faydalı su değerini % 15,44 oranıyla diğer dozlardan daha fazla arttırdığı için zeolitin % 5 dozu faydalı su değerini arttırmak için kullanılabilir uygulama dozudur. Aynı durum diatomitin % 0,5 dozu ve pomzanın % 20 dozu için de geçerlidir ve önerilebilecek uygulama dozlarıdır.

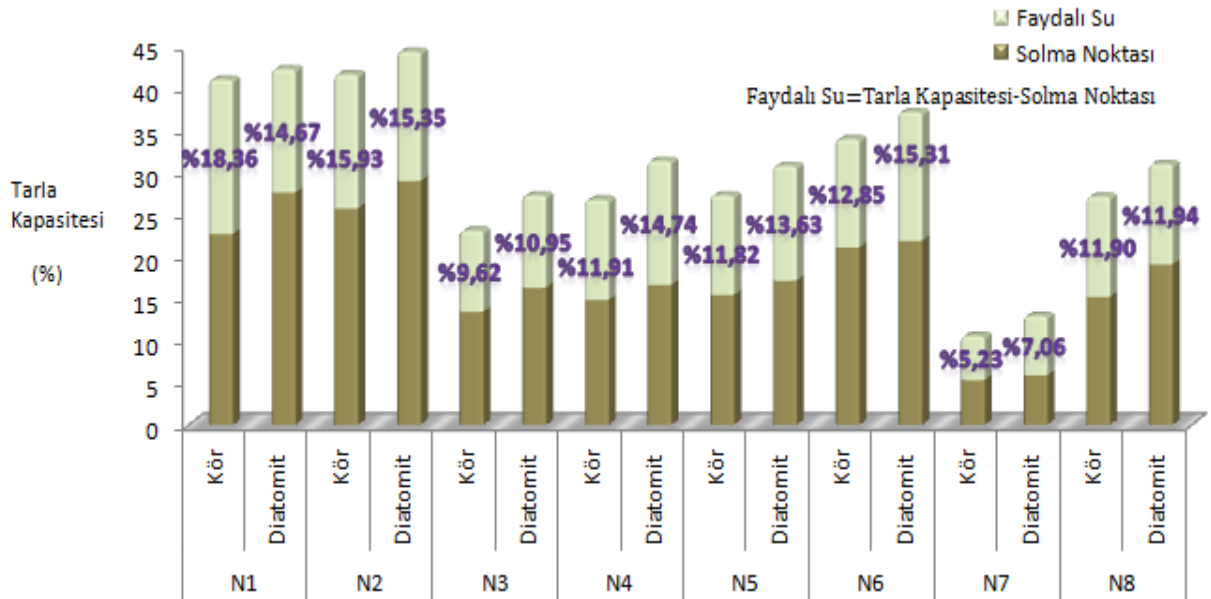
Orta ince bünyeli topraklar olan N3 ve N5 topraklarında tutulan faydalı nem miktarlarında kullanılan düzenleyicilerle artış sağlanmıştır. N3 ve N5 topraklarının faydalı su değeri için zeolitin % 1,25 dozunun N3 ve N5 topraklarında sırasıyla % 11,17 ve % 13,85 oranlarında diğer zeolit dozlarından daha fazla artış sağladığı için N3 ve N5 topraklarının faydalı su değerini arttırması açısından önerilebilecek zeolit dozu % 1,25'dir. Aynı durum; N3 toprağı için diatomitin % 1 ve pomzanın % 10 dozlarında da geçerlidir. Aynı yaklaşım göz önünde bulundurularak N5 toprağında da diatomitin % 2 ve pomzanın % 20 dozları en fazla artışı sağladığı için tavsiye edilebilecek miktarları oluşturmaktadır.

Orta kaba bünyeli topraklardan N7 toprağının normal şartlarda sahip olduğu % 5,23 oranındaki faydalı su değerini, ideal faydalı su değerine, % 10,46'ya yükselten pomzanın % 20 dozu uygulamada önerilebilecek dozdur. N8 toprağının faydalı su kapasitesini diatomitin % 1 dozunun % 13,37 oranında artışla, diğer dozlardan daha fazla artış sağladığı için diatomitin % 1 dozu faydalı su kapasitesi açısından kullanımı önerilebilecek dozdur. Bu durum pomzanın % 20 dozu için de geçerlidir.

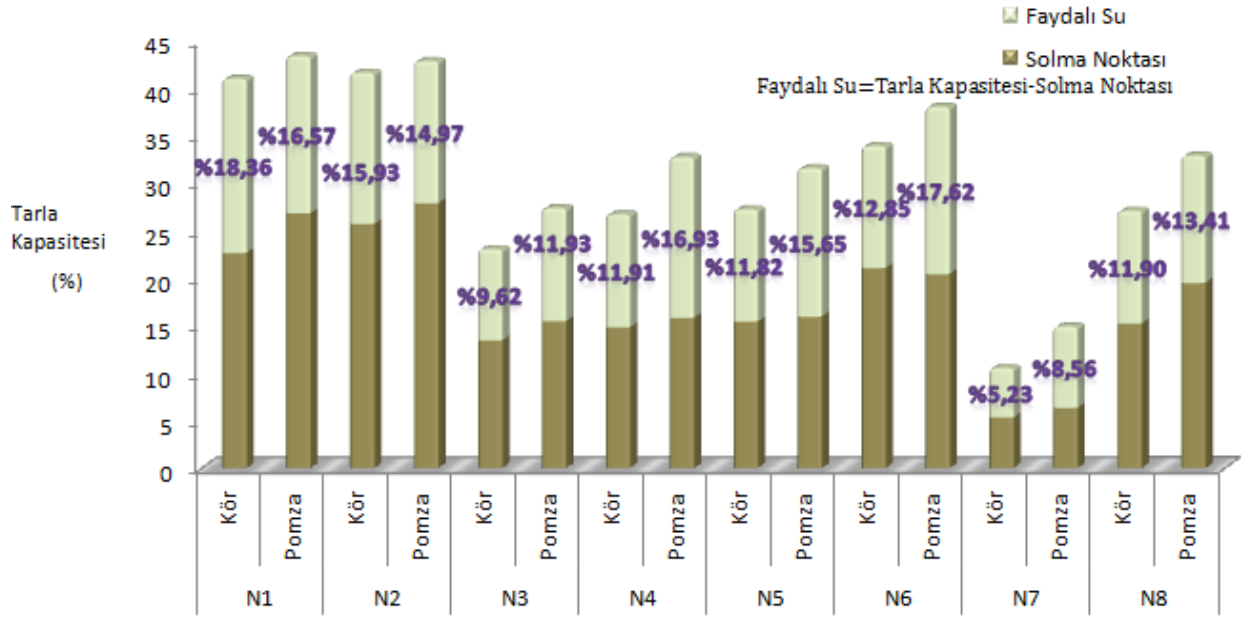
Çalışma sonunda zeolit uygulamasının N2, N3, N4, N5, N6 ve N7 topraklarının faydalı su değerlerinde artış sağladığı saptanmıştır (Şekil 5.1). Diatomit ve pomza uygulamalarının ise N3, N4, N5, N6, N7 ve N8 topraklarının faydalı su değerlerinde artış sağladığı bulunmuştur (Şekil 5.2 ve Şekil 5.3).



Şekil 5.1. Zeolitin faydalı su üzerine etkisi



Şekil 5.2. Diatomitin faydalı su üzerine etkisi



Şekil 5.3. Pomzanın faydalı su üzerine etkisi

Çalışmanın yan hedeflerinden olan bitki kök uzunluğuna ve kuru ağırlığa düzenleyici etkileri irdelendiğinde mısır bitkisine düzenleyicilerin topraklara göre etkileri şöyle ifade edilebilir:

İnce bünyeli toprakların tümünde pomza uygulamasıyla bitki kuru ağırlığında artış saptanmıştır. Bitki kök uzunluğunu ise N1, N3, N4, N5, N6 ve N8 topraklarında pomza uygulamalarının arttırdığı bulunmuştur.

Gübreleme yapılmayan bu çalışmada, zeolit, diatomit ve pomza uygulamalarında bitki kök uzunluğu ve kuru ağırlığında (ör: N1 toprağındaki zeolit uygulamasında 45 günlük bitki kuru ağırlığı 0,23 g bulunmuştur) görülen artışların, toprağın iyileştirilen fiziksel özelliklerinden kaynaklandığı ve bitkinin kök uzunluğu ve kuru ağırlığındaki değişim incelendiğinde, gübre uygulamadan zeolit, diatomit ve pomzanın bitkiyi beslemediği dolayısıyla zeolit, diatomit ve pomzanın bir gübre materyali olmadığı ve toprak düzenleyicisi olduğu saptanmıştır.

Orta ince bünyeli topraklardan N5 toprağına uygulanan diatomitin % 2 dozu 29,5 cm ve pomzanın % 5 uygulama dozuyla 29 cm bitki kök uzunluğu elde edilmiştir. Bu dozlar N5 toprağını iyileştirerek bitki kök uzunluğunu arttırmak için önerilebilecek düzenleyici doz miktarlarıdır. N3 ve N5 toprağında bitki kuru ağırlığını, pomza uygulamasının arttırdığı

bulunmuştur. N3 ve N5 topraklarında bitki kök uzunluğunu ve bitki kuru ağırlığını arttırmak için pomza önerilebilecek düzenleyici çeşitidir.

İnce bünyeli topraklardan olan N1, N4 ve N6 topraklarında bitki kök uzunluğunu ve bitki kuru ağırlığını en fazla etkileyen düzenleyicinin pomza olduğu bulunmuştur. N2 toprağında bitki kuru ağırlığını arttıran düzenleyicinin de pomza olduğu saptanmıştır.

Orta kaba bünyeli toprak olan N8 toprağında bitki kök uzunluğunu arttıran düzenleyicinin pomza olduğu bulunmuştur. Yine aynı toprakta bitki kuru ağırlığını arttıran düzenleyicinin zeolit olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak; düzenleyicilerin ekonomik değerleri göz önüne alınarak düzenleyici ve dozlarının uygulanma olanaklarını genel olarak ifade etmek gerekirse; N1, N4 ve N6 ince bünyeli toprakların genel özellikleri irdelendiğinde, tarla kapasitesi için pomzanın % 20 dozunun uygulamada önerilecek miktar olduğu bulunmuştur. İnce bünyeli topraklardan N6 toprağının faydalı su kapasitesi değerini, porozite oranını arttırmak, hacim ağırlığını düşürmek için pomzanın % 20 dozunun uygulanabileceği ve N1, N2 ve N4 topraklarının hidrolik iletkenliğini arttırmak için pomzanın % 5 dozunun uygulanabileceği belirlenmiştir.

N3 orta ince bünyeli toprağın genel fiziksel özellikleri değerlendirildiğinde; faydalı su kapasitesi değerlerinin artırılması ve hidrolik iletkenliğinin düşürülmesi için zeolitin % 1,25 dozunun; tarla kapasitesini arttırmak için zeolitin % 1,25, diatomitin % 0,5 ve pomzanın % 5 dozları tavsiye edilebilecek miktarları oluşturmaktadır.

Orta kaba bünyeli N7 ve N8 topraklarının genel fiziksel özellikleri değerlendirildiğinde; tarla kapasitesi ve faydalı su kapasitesi değerlerinin artırılması için pomzanın % 20 uygulama dozunun kullanılmasının uygun olacağı belirlenmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda, uygulanan düzenleyici ve dozlarının topraktan toprağa etkilerinde değişim görülmekte, bu değişime toprağın tekstürünü oluşturan kum, silt, kil fraksiyonlarının oranlarının etken faktör olduğu belirlenmiştir. Bu yüzden toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirmek için kullanılacak düzenleyici ve dozlarının belirlenmesinde, toprağın kil ve kum fraksiyonları dikkate alınmalıdır. Toprak düzenleyicilerinin uygulama dozlarına dikkat edilerek; fidan-fide, saksı, süs bitkilerinin yetiştiriciliğinde daha önemle kullanılması önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Ağı S (2004). İzmir Koşullarında Aspir ve Kanola Yetiştiriciliğinde Zeolit Uygulamalarının Bitki Gelişimi ve Verimi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bil. Enst. Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Aksakal EL, Angin İ and Öztaş T (2011). Effects of diatomite on soil physical properties. *Catena*, 88:1–5.
- Anonim (1988). Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitü Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim (1990). Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study. FAO Soil Bulletin 63, Rome.
- Anonim (1993). Soil Survey Manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook No. 18, 437 p, USDA, Washington DC, USA.
- Anonim (2006). Pomza-Bims Sektörümüze Bir Bakış. *Dizayn Konstrüksiyon Dergisi*, 24-36, İstanbul.
- Anonim (2008a). Rota Madencilik Web Sitesi, <http://www.zeoliteproducer.com/zeolit.html> (erişim tarihi, 16.06.2008).
- Anonim (2008b). Teknomin Web Sitesi, http://www.teknomin.com.tr/www.teknomin.com.tr/turkce/zeolit_b.html (erişim tarihi, 09.02.2008).
- Anonim (2011a). Rota Madencilik Web Sayfası, http://www.zeoliteproducer.com/rotamadencilik_urunbilgisi.pdf (erişim tarihi, 19.12.2011).
- Anonim (2011b). Garden Pomza Web Sayfası, <http://gardenpomza.com/en/analiz-raporlari> (erişim tarihi, 19.12.2011).
- Anonim (2011c). Turhan Demirtaş Kişisel Web Sayfası, <http://www.turhandemirbas.com/diyatomit.html> (erişim tarihi, 19.12.2011).
- Anonim (2011d) Ürün Teknik Bilgi Analiz Raporu. AFM Gıda Kimya İthalat İhracat Ticaret Ltd. Şirketi, Seyhan/Adana.
- Anonim (2012a). Thiele-Granit Web Page, <http://www.thiele-granit.de/english/industrial-minerals/diatomite/> (erişim tarihi, 07.09.2012).
- Anonim (2012b). Mtsylvia Diatomite Web Page, <http://www.mtsylviadiatomite.com.au/news/> (erişim tarihi, 07.09.2012).
- Anonim (2012c). Elookat İlan Web Sayfası, <http://ilan.elookat.com/ilan/620956/zeolit,G.htm> (erişim tarihi, 07.08.2012).
- Anonim (2012d). Tarım Market Web Sayfası, <http://www.tarimsalmarket.tr.gg/Pomza-.htm> (erişim tarihi, 11.09.2012).
- Anonim (2012e). Şeyma Çiçekçilik Web Sayfası, <http://www.seymacicekcilik.com/urun/diyatomit-14-1/> (erişim tarihi, 13.09.2012).

- Anonim (2013). Wikipedia Web Sayfası, <http://tr.wikipedia.org/wiki/Zeolit> (erişim tarihi, 15.01.13).
- Albayrak M 2010. Manisa (Gördes) Bölgesi zeolitlerinin mineralojik, kimyasal ve teknolojik incelenmesi. Kil Bilimi ve Teknolojisi Dergisi, 1(4): 273–285.
- Al-Degs, Khraisheh MAM and Tutunji MF (2001). Sorption of lead ions on diatomite and manganese oxides modified diatomite. Water Research, 35(15): 3724-728, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135401000719> (erişim tarihi, 23.01.2013).
- Angin I, Köse M ve Aslantaş R (2011) Effect of diatomite on growth of strawberry. Pak. J. Bot., 43(1): 573-577, [http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/43\(1\)/PJB43\(1\)573.pdf](http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/43(1)/PJB43(1)573.pdf) (erişim tarihi, 23.01.2013).
- Ayan S (2001). Bitki yetiştirme ortamı olarak zeolit kullanılabiliirliği. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, DOA Dergisi, 7: 97-111.
- Aydın M, Demiral MA, Basal H, Merken Ö, Seker G (2005). Aydın Koşullarında Mısır Beslenme Durumu Çinkolu Gübreleme ve Çinko Noksanlığına Dayanıklılık. TÜBİTAK 2822.
- Aydın M ve Kılıç Ş (2010). Toprak Bilimi. Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti. Nobel Yayın No: 1568, 130.
- Bahtiyar M (1996). Toprak Fiziği. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fak. Yayın No: 260, Ders Kitabı No: 31, 336, Tekirdağ.
- Bayram G, Türk M, Budaklı E ve Çelik N (2003). Farklı derinlikteki zeolit materyalinin italyan çimi (*Lolium italicum*)’nde kök ve gövde gelişmesine etkileri. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2003, 560-563, Antalya.
- Black CA (1965). Methods of Soil Analysis. Part 1 and 2. Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling; Chemical and Microbiological Properties. Agronomy, Inc., Publisher Madison, 1572, Wisconsin, USA.
- Bouyoucous GJ (1951). A Calibration Of The Hydrometer For Making Mechanical Analysis of Soils. Agronomy Journal, 43: 434-438.
- Boyle M, Frankerberger J and Stolzy LH (1989). The influence of organic matter on soil aggregation and water infiltration. J. Prod. Agric., 2: 290-299.
- Can C (2007). Konya- Erenkaya’da Çıkarılan Kaynaktüf (iğnimbirit)’ün Toprağın Faydalı Su Kapasitesi ve Sulama Aralığına Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Cangir C (1991). Toprak Bilgisi. Trakya Üniversitesi Tekirdag Ziraat Fakültesi Yayın No: 116, Ders Kitabı No: 5, 178, Tekirdağ.

- Cangir C, Kapur S ve Boyraz D (2003). Şiddetli yağmur sonrası smektit kil mineralinin katkılarıyla oluşan kabuk ve çatlakların çölleşmeye neden olan fiziksel toprak bozunumu işlemleri. Kil Bilimleri Türk Milli Komitesi. “Ege Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü. Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü”. İzmir İleri Teknoloji Enstitüsü. 11. Ulusal Kil Sempozyumu, 323-334, İzmir.
- Chenu C, Le Bissonnais Y and Arrouays D (2000). Organic matter influence on clay wettability and soil aggregate stability. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64: 1479-1486.
- Clemens G and Singer A (1992). Ameliorating chlorosis-inducing soils with rock materials of varying porosity and iron content. *Soil Sci.*, 56(3): 807-813.
- Curtis MJ and Claassen VP (2008). An alternative method for measuring plant available water in inorganic amendments. *Crop Science* 48(6): 2447-245, Madison: Crop Science Society of America.
- Çiftçi N, Kara M, Topak R, Dündar MA ve Acar B (2009). Pomzanın kentsel yeşil alanlarda kullanımı ve sulamaya etkisi. 1. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, 76-85, <http://openconf.ksu.edu.tr/data/bildiri/61.doc> (erişim tarihi, 24.09.2010)
- Çulfaz A, Yücel H, Ural AT ve Abusefa A (1995). Türkiye'nin Doğal Zeolit Kaynaklarının Değerlendirilmesi. Proje No: KTÇAG-DPT 3, 23-26, Ankara.
- Deying L, Young KJ, Christians NE and Minner DD (1999). Inorganic soil amendment effects on sand-based sport turf media. *Crop Science*, 40(4): 1121-1125, <https://www.soils.org/publications/cs/abstracts/40/4/1121> (erişim tarihi, 23.01.2013)
- DPT (2001). Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Genel Endüstri Mineralleri II (Mika-Zeolit-Lületaşı) Çalışma Grubu Raporu. Ankara.
- Dündar MA (2009). Toprağa Karıştırılan Farklı irilik ve Oranlardaki Pomzanın Çim Bitkisinin Sulanmasına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Düzgüneş O (1963). İstatistik Prensipleri ve Metotları. E.Ü. Matbaası, İzmir.
- Ercan MF (2008). Tavuk Gübresi Kompostu ve Zeolit (Klinoptilolit)'in Toprak Özellikleri ve Oğulotu (*Melissa officinalis L*)'nun Gelişmesi Üzerine Etkileri. Doktora Tezi. Uludağ Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı.
- Ertiftik H (1998). Tavuk Dışkısının Gübre Olarak Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma. Y. Lisans Tezi. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ziraat Fakültesi, Toprak Anabilim Dalı, Ankara.
- Follett RH 1969. Zn. Fe. Mn and Cu in Colorado Soils. Ph D. Dissertation. Colo. State Univ.
- Gonzales ve Fuentes (1998). Sibel Ağı Günerhan'ın “İzmir Koşullarında Aspir ve Kanola Yetiştiriciliğinde Zeolit Uygulamalarının Bitki Gelişimi ve Verimi Üzerine Etkisi” isimli Yüksek Lisans Tezi, sayfa 19'dan alınmıştır. Ege Üniv. Fen Bil. Enst. Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, 2004, Bornova-İzmir.
- Gote H and Nimaki M (1980). Agricultural utilization of natural zeolite as soil conditioners. II. *Tokyo Nokyō Daigaku Nogaku Shuho*, 24: 305-315.

- Göçmen A (2005). Pomza ve Perlitin Havuç Bitkisinin Gelişimine Etkisi. S.Ü., Fen Bil. Enst., Toprak ABD, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Göl C ve Dengiz O (2006). Amasya (Kapaklı) orman fidanlığı topraklarının sınıflandırılması ve bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 21(3): 330-339.
- Guo XF, Wei ZB, Wu QT, Qiu JR and Zhou JL (2011). Cadmium and zinc accumulation in maize grain as affected by cultivars and chemical fixation amendments. Pedosphere 21(5): 650-656, China.
- Gül A, Eroğlu D ve Ongun AR (2005). Comparison of the use of zeolite and perlite as substrate for crisphead lettuce. Scientia Hort., 106(4): 464-471.
- Gül İ (2008). Kimyasal Gübre, Ahır Gübresi ve Bazı Toprak Düzenleyicilerin Fiğde Ot ve Tohum Verimi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst., Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Erzurum.
- Günerhan Ağı S (2004). İzmir Koşullarında Aspir ve Kanola Yetiştiriciliğinde Zeolit Uygulamalarının Bitki Gelişimi ve Verimi Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bil. Enst. Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Güneş A, İnal A ve Alpaslan M (2005). Deneme Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı, Ankara.
- Gür K, Zengin M ve Uyanöz R (1997). Pomzanın tarım ve çevre açısından önemi.1. Isparta Pomza Sempozyumu. Bildiriler Kitabı, 125-132, Isparta.
- Gworek J (1992). Lead inactivation in soil by zeolites. Department of Soil Science, Warsaw Agricultural University, 24: 305-315.
- Haktanır K, Cangir C, Arcaç Ç ve Arcaç S (2000). Toprak kaynakları ve kullanımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, 1(38): 203-230, Ankara.
- İşıldar AA (1992). Niğde-Misli Ovası Patates Tarımı Yapılan Topraklarda Çeşitli İslah Maddelerinin Azot Yıkanması ve Patates Veriminin Etkileri Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Yayınlanmamış, Konya.
- İşıldar AA (1997). Toprağa zeolit ilavesinin nitrifikasyon üzerine etkisi. Turkish. J. Agric. and For., 23: 363-368, TUBİTAK, <http://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/issues/tar-99-23-3/tar-23-3-14-97027.pdf> (erişim tarihi, 25.07.2010).
- Kacar B (1995). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. III. Toprak Analizleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Eğitim, Araşt. ve Gelişt. Vakfı Yay. No: 3, Ankara.
- Karaca M (2006). Zeolit (clinoptilolit, höylandit). MKaraca365 Blog Sayfası, <http://mkaraca365.blogcu.com/> (erişim tarihi, 15.07.2010).
- Kılıcı M ve Sayman M (2003). Kızılcım Yetiştiriciliğinde Agro-Clino (Zeolit)'nun Etkisi. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 208, İzmir Orman Toprak Laboratuvarı Yayın No: 17.
- Köksaldı (1999). Sibel Ağı Günerhan'ın "İzmir Koşullarında Aspir ve Kanola Yetiştiriciliğinde Zeolit Uygulamalarının Bitki Gelişimi ve Verimi Üzerine Etkisi" isimli Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bil. Enst. Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, 2004, Bornova-İzmir.

- Köktürk U (1997). Endüstriyel hammaddeler. Dokuz Eylül Üniversitesi Müh-Mim. Fak. Yayın No: 205, 64-68, İzmir.
- Kütük AC, Yüksel M, Sözüdoğru S, Öner F ve Kayabalı İ (1996). Gördes Zeoliti (Klinoptilolit) Tüflerinin Minerolojisi ve Bitki Yetiştirme Ortamında Kullanımı. Jeoloji Mühendisliği TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını. Sayı: 48, 32-39.
- Lewis MD, Moore FD, Goldsberry RL (1984). Ammonium-Exchanged Clinoptilolite with Urea as Nitrogen Fertilizer, 105-111, In W.G. Pond and F.A. Mumpton (ed) *Zeoagriculture, Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture*, Westview Press, Boulder, CO.
- Li S, Xue X, G, W, Li X, Zhao B, Chen F (2008). Influences of diatomite medium proportion on vegetative growth of pot *Capsicum annuum*. I. National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing, China, http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-BFYY200811000.htm (erişim tarihi, 23.01.2013).
- Linardakis DK, Manios V (1991). Hydroponic culture of strawberries in plastic greenhouse in a vertical system. *Acta Hort.* 287: 317-326.
- Lindsay WL and Norvell W (1969). Equilibrium relationships of Zn^{2+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} and H^+ with EDTA and DTPA in soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 33(1): 62-68.
- Loveland P and Webb J (2003). Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperature regions. A Review. *Soil&Tillage Res.* 70: 1-18.
- MacKown CT (1978). Role of Mineral Zeolites on Soil Amendments, Ph. D. Diss. University of Arizona, Univ. Microfilms, Ann Arbor, MI Diss. Abst. 39(5): 2040 B.
- Marinari S, Masciandar G, Ceccanti B and Grego S (2000). Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. *Bioresource Tech.* 72: 9-17.
- Marumoto T and Shindo H (1993). Effect of red cabbage residues percolated using diatom earth as a filter on rice growth and soil improvement. *Bulletin of the Faculty of Agriculture, Yamaguchi University* (41): 13-24.
- Mengüç A (1995). Süs Bitkileri. Anadolu Üniv. Açıköğretim Fakültesi Önlisans Programı, Anadolu Üniv. Yayın No: 904, Açıköğretim Fak. Yayın No: 486, 282, Eskişehir.
- Mumpron FA (1999). La roca magica: Uses of natural zeolites in agriculture and industry. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96(7): 3463-3470.
- Mumpron FA and Fishman PH (1977). The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. *Journal of Animal Science*, 45(5): 1188-1203.
- Mumpton FA (1983). The role of natural zeolites in agriculture and aquaculture. In W.G. Pond and F.A. Mumpton (ed), *Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture*, Westview Press, Colorado, 3-27.
- Mumpton FA and Ormsby WA (1978). The rol of natural zeolites in sedimentary rocks by scanning electron microscopy. *Natural Zeolites*, 113-307.

- Munsuz N (1973). Toprak Islah Edici Sentetik Maddelerin Toprak Su Diffüzivitesine Etkisi Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 523.
- Nishita H. and Haug RM (1972). Influence of clinoptilolite on Sr⁹⁰ and Cs¹³⁷ uptakes by plants. Soil Science, 114: 149-157.
- Noland DA, Spomer LA, Williams DJ (1992). Evaluation of pumice as a perlite substitute for container soil physical amendment. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 23(13-14): 1533-1547.
- Özdemir N, Gülser C, Ekberli İ ve Özkaptan S (2005). Toprak düzenleyicilerinin asit toprakta strüktürel dayanıklılığa etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 36(2): 151-156.
- Özgümüş A, Ataman Y, Dirim S (1999). Türkiye'nin değişik yörelerinde yer alan pomzaların bitki yetiştirme ortamı olarak kullanım olanaklarının araştırılması. Uludağ Üniv., Araştırma Fonu Projesi, Proje No: 97/9, Bursa.
- Özgümüş A ve Kaplan M (1992). Bitki yetiştirme ortamı olarak perlitin önemi ve topraksız kültürde perlitten yararlanma olanakları. Türkiye 1. Tarımda Perlit Sempozyumu Bildirileri, 49-57, İzmir.
- Özhan S, Özcan M, Gökbülak F (2008). Effect of pumice addition on available water capacity of different soil textural classes. BALWOIS Conference on Water Observation and Information System for Decision Support, Ohrid, 27, 1-6. Republic of Macedonia.
- Özkan ŞG, Tuncer G (2001). Pomza Madencilğine Genel Bir Bakış. 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 200-207, İzmir.
- Richards LA (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S.D.A. Handbook, No: 60.
- Richardson MD and Karcher DE (2001). Addition of inorganic amendments to a mature, sand-based putting green. 9th International Turfgrass Research Conference, Toronto, Ontario, Canada.
- Rizwan M, Meunier JD, Miche H and Keller C (2012). Effect of silicon on reducing cadmium toxicity in durum wheat (*Triticum turgidum* L. cv. *Claudio* W.) grown in a soil with aged contamination. Journal of Hazardous Materials 209/210 Oxford: Elsevier Ltd, 326-334, UK.
- Sağlam MT, Cangir C, Bahtiyar M ve Tok HH (1993). Toprak Bilimi. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 446, Tekirdağ.
- Sağlam MT (2008). Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri (Dördüncü baskı). Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 2 Ders Kitabı No: 2.
- Simandl GJ, Simandl J and Ayles PB (2000). Leonardite-Type Material at Red Lake Diatomite Deposit, Kamloops Area, British Columbia. British Columbia Geological Survey, Geological Fieldwork, http://www.em.gov.bc.ca/Mining/Geoscience/PublicationsCatalogue/Fieldwork/Documents/2000/Simandl_p371-378.pdf (erişim tarihi, 23.01.2013).

- Slapajarn O, Slapajarn K and Boyd CE (2006). Evaluation of zeolite products used for aquaculture in Thailand. *Journal of The World Aquaculture Society*, 37(1): 136–138.
- Soil Survey Staff (1998). *Keys to Soil Taxonomy by Soil Survey Staff Sixth Edition*. Soil Conservation Service U. S. Department of Agriculture O. O.Box 289, 20013, Washington DC.
- Soil Survey Division Staff (1993). *Soil Survey Manual United States Department of Agriculture Handbook No:18, 437*, Washington DC, USA.
- Solano G, Katz SA, Holzbecher J and Chatt A (1994). An attempt to prepare and characterize a soil reference material for Cr (VI) and Cr (III). *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 179(1): 173-176.
- Songi S (1999). Traditional and alternative substrates for cultivation in containers. *Soils and Fertilizers*, 53: 1123-1124.
- Szmidt RAK, Hall DA and Hitchon GM (1988). House tomatoes. *Acta Hort.*, 221: 371-376.
- Şahin Ü, Anapalı Ö ve Hanay A (1999). Damla sulamada farklı debi ve su miktarının pomza ve perlitte nem dağılımına etkisi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23(4): 999-1010, TÜBİTAK Yayınları, Ankara.
- Şahin Ü, Anapalı Ö, Ercişli S (2001). Physico-chemical and physical properties of some substrates used in horticulture. *Gartenbauwissenschaft*, 67(2): 55-60.
- Şahin Ü, Örs S, Ercişli S, Anapalı Ö and Eşitken A (2005). Effect of pumice amendment on physical soil properties and strawberry plant growth. *Journal Central European Agriculture*, 6(3): 361-366.
- Şahin Ü ve Anapalı Ö (2006). Addition of pumice affects physical properties of soil used for container grown plants. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 71(2): 59-64.
- Şeker C (1999). Killi tın toprağın pomza, kum ve ahır gübresiyle hazırlanmış karışımlarının sıkıştırma penetrasyon dirençleri. *S.Ü. Ziraat Fak. Dergisi*, 13(19): 114-123, Konya.
- Tsadilas CD and Argyropoulos G (2006). Effect of clinoptilolite addition to soil on wheat yield and nitrogen uptake. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 37. (15-20): 2691- 2699.
- Tunçez DF (2007). Şeker Fabrikası Atık Çamuru ve Pomzanın Toprak İyileştirici Olarak Kullanılması. Selçuk Üniv. Top. A.B.D., Fen. Bil. Ens., Doktora Tezi, Konya.
- Türk M, Bayram G, Budaklı E ve Çelik N (2003). Farklı orandaki toprak karışımlarının yonca (*Medicago sativa* L.)’da kök ve gövde gelişmesine etkileri üzerine bir araştırma. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim 2003, 564-567, Diyarbakır.
- Tüzüner A ve Tınay E (1984). Biga Yöresi Zeolitlerinin (Kinoptilolite) Toprağın Bazı Fiziksel Özelliklerine Olan Etkileri. *Toprak ve Gübre Arş. Ens. Yn. No: 110*, Ankara.
- Tüzüner A (1990). *Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı*, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Genel Yayın No: 184, Teknik Yayın No: T-64, Ankara.

- Ünver İ, Munsuz N, Ataman Y ve Baran A (1992). Perlitin bitki yetiştirme açısından fiziksel özellikleri. Türkiye 1. Tarımda Perlit Sempozyumu, 28-34, İzmir.
- Veihmeyer FJ and Hendrickson AH (1949). Methods of measuring field capacity and permanent wilting percentage of soils. Soil Science, 68, University of California-USA.
- Velichka VA (1993). Control of strontium migration and translocation in chemically ameliorated acidic soils. Russian Agricultural Sciences, 8: 7-17.
- Verdonck O (1984). New developments in the use of graded perlite in horticultural substrates. Acta Hort, 150: 575-581.
- Viets FG, Lindsay WL (1973). Testing soils for zinc, copper, manganese and iron. Soil Testing and Analysis. Ed.: Walsh LW, Peaton JD, Soil Science Society of America Journal, Amer. Ğnc. Madison, Wisconsin, USA.
- Virta RL (2006). Zeolites. 2005 Minerals Yearbook. USGS Web Page, <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/zeolites/zeolimyb05.pdf> (erişim tarihi, 23.07.2010).
- Waltz FC Jr and McCarty LB (2005). Field evaluation of soil amendments used in rootzone mixes for golf course putting greens. International Turfgrass Society Research Journal 10 International Turfgrass Society, 1150-1158.
- Weber MA, Barbarick KA, Westfall DG (1983). Ammonium adsorbsiyon by a zeolite in static and a dynamic system, J. Environ. Qual., 12: 549-552.
- Wehtje GR, Shaw JN, Walker RH and Williams W (2003). Bermudagrass growth in soil supplemented with inorganic amendments. Alexandria: American Society for Horticultural Science, HortScience 38(4): 613-617.
- Yılmaz B, Ediz N ve Bentli İ 2006. Kütahya-Alayunt bölgesi killi diyatomitlerin çimento üretiminde kullanılabilirliğin araştırılması. Dumlupınar Üniv. Fen Bilimleri Enst. Dergisi, 12: 95-104.
- Yurtsever N (1984). Deneysel İstatistik Metotları. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı. K. H. Genel Md. Yayınları, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Hafize NALBANT, 1979 yılında İstanbul'da dünyaya geldi. İlk, orta ve lise eğitimini İstanbul'da tamamlayan Hafize NALBANT, Lisans eğitimini Trakta Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Toprak Bölümün'den 2000-2001 öğretim yılında mezun olarak tamamladı. Yüksek Lisans eğitimini, 2007 öğretim yılının bahar döneminde Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı'nda tamamladı. Doktora eğitimine Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda devam etmektedir.