

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**DOĞAL ZEOLİT UYGULAMASININ BAZI TOPRAK
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Elvan B.Kırkık

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Bülent OKUR

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 501.13.01

Sunuş Tarihi: 22.11.2011

Bornova-İZMİR

2011

Elvan B.Kırkık tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “Doğal Zeolit Uygulamalarının Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 22/11/2011 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı

:Prof. Dr. Bülent OKUR

Raportör Üye

: Doç. Dr. Sezai DELİBACAK

Üye

:Prof. Dr. Haluk BAŞAR



ÖZET**DOĞAL ZEOLİT UYGULAMASININ BAZI TOPRAK
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

B.KIRKIK, Elvan

Yüksek Lisans Tezi, Toprak ve Bitki Besleme Bölümü

Tez danışmanı: Prof. Dr. Bülent OKUR

Aralık 2011, 71 sayfa

Bu araştırmada E.Ü. Ziraat Fakültesi Menemen Araştırma Uygulama ve Üretim Çiftliği'nin deneme alanında doğal kökenli zeolit kullanılarak buğday bitkisi (*Triticum aestivum*) yetiştirilmiştir. Çalışmada bitki koruma amaçlı bir pestisid kullanılmamıştır. Araştırmada zeolitin toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri yanında toprağın makro ve mikro besin element içerikleri ve bitki verimine olan etkileri de incelenmiştir. Zeolitin çeşitli doz ve boyutlarının uygulanması ile topraklara ait fiziksel özelliklerde genel olarak olumlu artışlar saptanmıştır. Bu olumlu artışların yüzdeleri de farklı sınırlar içerisinde gerçekleşmiştir. Benzer durum topraklara ait incelenen kimyasal özellikler için de paralel bir seyir izlemiştir. Topraklara ait verimlilik parametrelerinden olan N-P-K gibi makro besin elementleri ile mikro besin elementleri içeriklerinde gerçekleşen artışlar buğday bitkisinin veriminde de kendini göstermiştir. Zeolit materyalinin toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine olumlu etkisi, verimde artışa neden oluşu, ülkemizde bol bulunması, yapısında K,Ca,Na ve Mg bulundurması, N temin edebilmesi, yüksek su tutma kapasitesi ve kation değişim kapasitesine sahip olması sebebi ile tarım topraklarında toprak düzenleyici ve yetiştirme ortamı olarak kullanılabilmesi mümkündür.

Anahtar sözcükler: Zeolit, klinoptilolit, buğday bitkisi, toprak özellikleri

EFFECTS OF THE APPLICATION OF NATURAL ZEOLITE ON SOME SOIL PROPERTIES

B.KIRKIK, Elvan

Msc thesis, Department of Soil and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Bülent OKUR

December 2011, 71 pages

In this study, wheat plants (*Triticum aestivum*) have been grown using natural zeolite in Ege University Agriculture Faculty Menemen Research Application and Production Farm's trial fields. During this work, pesticides for plant protection purposes have not been used. In this work, effects of zeolite on the physical and chemical aspects of the soil as well as on the soils macro and micro nutrient content and plant efficiency have been inspected. The application of zeolite in different doses and dimensions generally resulted in an increase on the physical properties of the soil in an affirmative way. The percentages of these increases have varied within different bounds. Similarly, some chemical aspects of the soil have shown parallel progresses. The increase on contents of macro nutrient elements such as N-P-K and on micro nutrient elements, which are among the efficiency parameters of a soil, has resulted in the efficiency of the wheat crops too. The positive effects of zeolite on the physical and chemical properties of the soil, its role on the increase in the efficiency, availability in our country, K, Ca, Na and Mg content, ability of supplying N, high water holding capacity and cation exchange capacity make it possible to use it as a soil conditioner and a growing medium in agricultural lands.

Key words: Zeolite, clinoptilolite, wheat plant, soil properties.

TEŞEKKÜR

Bu konuyu bana yüksek lisans tezi olarak veren ve hazırlanmasında katkılarını esirgemeyen hocam Sayın Prof. Dr. Bülent OKUR' a ve yardımlarından dolayı hocam Sayın Doç. Dr. Sezai DELİBACAK' a, istatistik analizlerimde benden yardımlarını esirgemeyen hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Hakan ÇAKICI'ya, tarla çalışmalarında ve analizlerimde yardımcı olan Dr. Ali Rıza ONGUN'a, Dr. Mahmut TEPECİK'e, Dr. Bihter ÇOLAK ESETLİLİ'ye ve yüksek lisans eğitimim boyunca bana her koşulda destek olan aileme ve eşim Araş. Gör. Ahmet HATİPOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	ix
İÇİNDEKİLER	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
1.GİRİŞ	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1 Materyal	13
3.2 Yöntem.....	15
3.2.1 Toprak Örneklerinin Alınması, Analize Hazırlanması, Fiziksel ve Kimyasal Analizlerinde Uygulanan Yöntemler.....	17
3.2.2 Buğday Verimi İle İlgili Analizlerde Uygulanan Yöntemler.....	19
3.2.3 Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesinde Uygulanan İstatistiksel Yöntemler	19
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	20
4.1 Zeolit Uygulamalarının Toprağın Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri ..	21
4.1.1 Zeolitin Toprağın Hacim Ağırlık Değeri Üzerine Etkisi	21

İÇİNDEKİLER (Devamı)

	<u>Sayfa</u>
4.1.2 Zeolitin Toprağın Özgül Ağırlık Değeri Üzerine Etkisi	22
4.1.3 Zeolitin Toprağın Toplam Porozitesi Üzerine Etkisi	24
4.1.4 Zeolitin Toprağın Strüktür Stabilite İndeksi Üzerine Etkisi	26
4.1.5 Zeolitin Agregasyon Yüzdesi Değeri Üzerine Etkisi.....	28
4.1.6 Zeolitin Toprağın Tarla Kapasitesindeki % Nem Miktarı Değeri Üzerine Etkisi	29
4.1.7 Zeolitin Toprağın Solma Noktasındaki % Nem Miktarı Değeri Üzerine Etkisi	32
4.1.8 Zeolitin Toprağın Faydalı Su İçeriği Değeri Üzerine Etkisi.....	34
4.2 Zeolit Uygulamalarının Toprağın Bazı Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkilesi.....	35
4.2.1 Zeolitin Toprak Reaksiyonu (pH) Üzerine Etkisi.....	36
4.2.2 Zeolitin Toprağın % Kireç (CaCO ₃) İçeriği Üzerine Etkisi.....	37
4.2.3 Zeolitin Toprağın Suda Çözünebilir Toplam Tuz Konsantrasyonu Üzerine Etkisi	39
4.2.4 Zeolitin Toprağın % Organik Madde İçeriği Üzerine Etkisi	41
4.2.5 Zeolitin Toprağın Katyon Değişim Kapasitesi (KDK) Üzerine Etkisi.....	43
4.3 Zeolit Uygulamalarının Toprağın Bazı Verimlilik Faktörleri Üzerine Etkisi	45

İÇİNDEKİLER (Devamı)

	<u>Sayfa</u>
4.3.1 Zeolitin Toprağın Makro Besin Elementi İçeriği Üzerine Etkisi	45
4.3.2 Zeolitin Toprağın Mikro Besin Elementi İçeriği Üzerine Etkisi	50
4.4. Zeolitin Buğday Bitkisinin Verim Değerleri Üzerine Etkileri	53
5. SONUÇ	55
KAYNAKLAR DİZİNİ	63
ÖZGEÇMİŞ	71

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Deneme planı	16
4.1 Başlangıçta toprağın hacim ağırlık (HA) değerleri ve kontrole göre % değişim miktarları.	21
4.2 Hasat sonrası toprağın hacim ağırlık (HA) değerleri ve kontrole göre % değişim miktarları.	22
4.3 Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın özgül ağırlık değerleri ve kontrole göre % değişim miktarları.	23
4.4 Başlangıçta toprağın toplam porozite değerleri ve kontrole göre % değişim miktarları.	25
4.5 Hasat sonrası toprağın toplam porozite değerleri ve kontrole göre % değişim miktarları..	25
4.6 Başlangıçta toprağın strüktür stabilite indeksi ve kontrole göre % değişim miktarları	27
4.7 Hasat sonrası toprağın strüktür stabilite indeksi ve kontrole göre % değişim miktarları	27
4.8 Başlangıçta toprağın agregasyon yüzdesi ve kontrole göre % değişim miktarları.....	28
4.9 Hasat sonrası toprağın agregasyon yüzdesi ve kontrole göre % değişim miktarları	29
4.10 Başlangıçta toprağın tarla kapasitesi ve kontrole göre % değişim miktarları.....	31

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devamı)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.11 Hasat sonrası toprağın tarla kapasitesi ve kontrole göre % değişim miktarları.....	31
4.12 Başlangıçta toprağın solma noktası ve kontrole göre % değişim miktarları.....	33
4.13 Hasat sonrası toprağın solma noktası ve kontrole göre % değişim miktarları.....	33
4.14 Başlangıçta toprağın faydalı su miktarı ve kontrole göre değişim miktarları.....	35
4.15 Hasat sonrası toprağın faydalı su miktarı ve kontrole göre % değişim miktarları	35
4.16 Başlangıçta toprağın pH değeri ve kontrole göre % değişim miktarları.....	36
4.17 Hasat sonrası toprağın pH değeri ve kontrole göre % değişim miktarları.....	37
4.18 Başlangıçta toprağın kireç miktarı ve kontrole göre % değişim miktarları.....	38
4.19 Hasat sonrası toprağın kireç miktarı ve kontrole göre % değişim miktarları.....	38
4.20 Başlangıçta toprağın tuz miktarı ve kontrole göre % değişim miktarları.....	40
4.21 Hasat sonrası toprağın tuz miktarı ve kontrole göre % değişim miktarları.....	40

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devamı)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.22 Başlangıçta toprağın organik madde miktarı ve kontrole göre % değişim miktarları.....	42
4.23 Hasat sonrası toprağın organik madde miktarı ve kontrole göre % değişim miktarları.....	42
4.24 Başlangıçta toprağın KDK değeri ve kontrole göre % değişim miktarları.....	44
4.25 Hasat sonrası toprağın KDK değeri ve kontrole göre % değişim miktarları.....	44
4.26 Başlangıçta toprağın N miktarı ve kontrole göre % değişim miktarları.....	46
4.27 Hasat sonrası toprağın N miktarı ve kontrole göre % değişim miktarları.....	47
4.28 Zeolit uygulamasının buğday verimi üzerine etkisi ve kontrole göre % değişim miktarları.....	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Denemede uygulanan zeolit materyalinin boyut ve miktarları	13
3.2 Deneme alanına ait toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri....	14
4.1 Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın hacim ağırlığı değerleri	21
4.2 Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın özgül ağırlığı değerleri	23
4.3 Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın toplam porozitesi değerleri ...	24
4.4 Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın strüktür stabilite indeksi	27
4.5 Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın agregasyon yüzdesi	28
4.6 Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın tarla kapasitesindeki nem miktarı	30
4.7 Başlangıçta ve hasat sonrası elde edilen toprağın solma noktası değerleri.....	33
4.8 Başlangıçta ve hasat sonrası elde edilen toprağın faydalı su değerleri	34
4.9 Başlangıçta ve hasat sonrası elde edilen toprağın pH değerleri	36

ÇİZELGELER DİZİNİ (devamı)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.10 Toprak kireç içeriği sınıflaması	37
4.11 Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın kireç değerleri	38
4.12 Toprak tuzluluk sınıfları.....	39
4.13 Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın suda çözünebilir toplam tuz içeriği	40
4.14 Organik madde oranına göre toprağın durumu	41
4.15 Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın toplam organik madde içeriği	42
4.16 Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın katyon değişim kapasitesi	44
4.17 Toprak analizlerinin değerlendirilmesinde kullanılan standart değerler	45
4.18 Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın toplam-N içeriği.....	46
4.19 Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın alınabilir P içeriği	47
4.20 Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın alınabilir K içeriği.....	48
4.21 Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın alınabilir Na içeriği	49

ÇİZELGELER DİZİNİ (devamı)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.22 Başlangıçta ve hasat sonrası elde edilen toprağın alınabilir Mg içeriği	49
4.23 Başlangıçta ve hasat sonrası elde edilen toprağın alınabilir Ca içeriği	50
4.24 Başlangıçta ve hasat sonrası elde edilen toprağın alınabilir Fe içeriği.....	51
4.25 Başlangıçta ve hasat sonrası elde edilen toprağın alınabilir Cu içeriği	51
4.26 Başlangıçta ve hasat sonrası elde edilen toprağın alınabilir Zn içeriği	52
4.27 Başlangıçta ve hasat sonrası elde edilen toprağın alınabilir Mn içeriği	52
4.28 Parsellere göre Buğday Verim Değerleri (kg/da)	53

1.GİRİŞ

Günümüzde dünya nüfusunun artışı, bu artışa paralel olarak besin ihtiyacının artması, dünyamızın biyolojik dengesinin bozulması ve tarım alanlarının giderek kirlenmesi en önemli sorunlardan biridir. Tarım alanlarının sınırlı olması sebebiyle, bu alanlarda bilinçli yetiştiricilik yapmak gerekmektedir.

Yetiştiricilik yapılacak toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin, üretimi yapılacak olan bitki için optimum koşulları sağlaması gerekmektedir. Toprak verimliliğinin korunması bunun için ilk ve en önemli koşuldur. Yapılan yanlış kültürel işlemler, bilinçsizce yapılan gübreleme ve sulama, organik maddece fakir topraklar, mikroorganizma yoksulluğu, dengesiz pH, aşırı tuzluluk gibi sorunlar sonucu toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri bozulmakta ve buna bağlı olarak verimliliği de azalmaktadır.

Sürdürülebilir tarımsal bir faaliyet, verimli bir toprağın ayrılmaz bir bütündür. Toprak kalitesini anlamak demek, mevcut optimal fonksiyonları ile gelecekteki kullanımları için bozulmasını önlemede toprağı okumak ve yönetmek demektir (Doran ve ark., 1996).

Tarımsal üretim faaliyetlerinde bitkinin toprakta iyi bir gelişim sağlayabilmesi yetiştığı toprak ortamının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ilişkilidir. Toprağın fiziksel özelliklerini düzeltmede ve sürekliliğini sağlamada en fazla başvurulan yöntem toprağı organik ve inorganik kökenli materyallerin ilave olmasıdır (Bender ve ark., 1998).

Lewandowski ve Zumwinkle (1999), verimli bir toprak denildiğinde toprakların organik madde ve biyolojik aktivitede yüksek düzeyde, stabil agregatlara, bitki köklerinin kolay hareket edebildiği bir ortama, yüzeyde suyun kolay infiltre olabildiği bir toprak yapısına sahip olmasının akla geldiğini bildirmişlerdir.

Toprağa ilave edilen organik ve inorganik kökenli materyaller, toprak mikroorganizmalarının gelişimini hızlandırmakta ve agregatlaşmayı artırmaktadırlar (Demiralay, 1982). Toprak strüktüründeki iyileşmeler; toprağın havalanması, su hareketi ve bitki kök gelişimi üzerine olumlu etki yapmaktadır. Toprağa ilave edilen inorganik kökenli materyallerden bir tanesi de zeolittir.

İyi bir toprak düzenleyicisi olan doğal zeolitin kelime anlamı kaynayan taş olup, 1756 yılında İsveçli mineralog Fredrich Cronstedt tarafından bulunmuştur. Zeolitin yapı birimi AlO_4 veya SiO_4 dörtlüsüdür (Mumpton, 1978).

Zeolitler alkali ve toprak alkali kationlarının K^+ , Na^+ , Ca^{+2} ve Mg^{+2} gibi elementleri içeren sulu aminosilikatlar olup, kristaller halinde üç boyutlu bir yapıya sahiptirler. Zeolitlerin suyu ve küçük organik molekülleri absorbladıkları ancak, büyük molekülleri içlerine alamadıkları tespit edilmiştir. Geniş izomorfik yer değiştirme özelliği gösteren zeolit minerali yüksek bir kation değişim kapasitesi ve toprak çözeltisindeki kationların absorpsiyonunda seçicilik özelliğine sahiptir (Yalçın vd., 1987; Balevi vd., 1999). Zeolitin tarımda en çok kullanılan türü olan Klinoptilolit toprakta yararlı elementlerin hemen hepsini ve suyu bünyesinde depolayarak, bitkilerin gerektiği zaman kullanmasına olanak veren, yüksek su tutma özelliği ile iyi bir toprak düzenleyicisidir (Gevrek ve Tatar, 2005). Mumpton (1983), Gote ve Nimaki (1980), zeolitin toprağa ilavesi ile, su rejimini düzelttiğini ve bitki besin maddelerinin yıkanmasını engellediğini saptamışlardır.

Ülkemizde, özellikle Batı Anadolu ve Trakya'da 1970'li yıllardan itibaren yapılan çalışmalar ile geniş yayımlı, çeşitli zeolit oluşumları ortaya konulmuştur. Dünyadaki toplam zeolit rezervinin %40'ının Türkiye'de olduğu tahmin edilmektedir. Doğal zeolitler açısından ülkemizin 344 217 073 tonluk bir rezerve sahip olduğu (MTA, 2010), önemli bir kısmının klinoptilolit cevherinden oluştuğu bildirilmektedir (Esenli ve Özpeker, 1993; Göktekin, 1987). Bazı bölgelerimiz için (Gördes, Bigadiç, Emet, Kırka, Karamürsel) gerek zeolitli zonlar, gerekse kayaç içerisindeki zeolit oranları ile ilgili yapılan ayrıntılı çalışmalarda, milyarlarca ton zeolitli tüf rezervinin olduğu tespit edilmiştir. Özellikle Gördes ve Bigadiç'te kayaç içerisindeki zeolit oranı ortalama % 80 civarındadır. Türkiye'de

Özellikle klinoptilolit ve analsim bakımından zengin zeolit kaynaklarının olduğu bildirilmektedir (Yalçın vd., 1987; Balevi vd., 1999).

Dünyada, yılda 3,5 milyon ton civarında doğal zeolit özellikle A.B.D, Japonya, Küba, in ve Avustralya’ da yaygın bir Şekilde kullanılmaktadır. Son yıllarda NASA uzayda bitki yetiştirme çalıŐmaları için klinoptiloliti denemiŐ ve topraksız bitki yetiştirmede en önemli bir malzeme olarak bildirmiştir (Kılıcı, 2003) .

Hızla artan ülke nüfusumuzun beslenme sorunlarının çözümünde, sınırlı olan tarım alanlarımızdaki bitkisel üretim verimliliğini artırmak büyük önem taŐımaktadır. İnsan beslenmesinde en ön sırada gelen tarla bitkilerinden birisi de buğdaydır (*Triticum aestivum* L.). Buğday ürününden elde edilen un, bulgur, makarna, niŐasta insan beslenmesinde; buğday bitkisinin sapları ise kâğıt-karton sanayinde ve hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır (Anonim, 1999).

Bu çalışmanın amacı, iyi bir toprak düzenleyicisi olan inorganik kökenli doğal zeolitin, farklı dozlarda ve boyutlarda toprağa ilave edilmesiyle, toprağın özelliklerinde meydana gelecek değişikliklerin saptanması ve buğday bitkisinin verimi üzerine etkilerinin belirlenmesidir. Bu çalışmanın sonucunda elde edilecek verilere göre tarımda oldukça geniş kullanım alanı olan zeolitin toprağın özelliklerine etkisinin yanı sıra, suyun etkin kullanımını konusundaki etkileri de değerlendirilerek ortaya konulacak ve böylece tarımda önemli bir girdi olan ve zor bulunan su kullanımını konusunda da bir tasarrufun önerilebileceği amaçlanmaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Klinoptilolit tarımda kullanılan gübrelerin etkinliğini arttırmakta, böylece, daha iyi bitki gelişimi sağlamak ve verimi arttırmaktadır. Torii (1978) 1-2 ton/da dozunda zeolit uygulamasının elma verimini %13-38 oranında arttırdığını bildirmektedir.

Yapılan bir çalışmada, Burriesci et al. (1984), zeolitin ıspanak bitkisi üretiminde su ve gübre yarayışlılığını artırıp kolaylaştırdığını, Rivero-Gonzales ve Rodriguez-Fuentes (1988) hidrofonic (su kültürü) ortamda doğal zeolitle yetiştirilen domates bitkisinde verimin yanı sıra su ve gübre ekonomisi yönünden de olumlu sonuçlar alındığını saptamışlardır.

Zeolitler, tahılları, sebzeleri, bağ ve diğer meyveleri kapsayan çok geniş bir ürün yelpazesinin yetiştirilmesinde başarıyla kullanılmıştır (Burriesci et al., 1984; Anonim-ab, 2004).

Vejetatif olarak çoğaltılan *Basella rubra* L. (B.alba) salata bitkileri yetiştirilerek serada saksı denemeleri ile yapılan bir çalışmada 3 farklı ortam kullanılmıştır. Bunlar doğal zeolit, zeolit+% 5 çernozyom toprağı ve yaprak kompostu ile dere kumunun (1:1) karışımıdır. Bütün ortamlar benzer mineral madde içeriğine sahip olup denemede 4 kg'lık saksılar kullanılmıştır. En yüksek verimi zeolit+% 5 çernozyom toprak ortamından (250-413 g/m²) elde etmişlerdir (Demidov et al., 1991).

Kütük ve ark., (1996) saksıda yetiştirilen fasulye bitkisinde yaptıkları bir çalışmada, fasulye bitkisinden elde edilen ürünün yaş ve kuru ağırlığı ile toprak üstü aksamının kuru ağırlığı üzerine farklı oran ve fraksiyonlardaki zeolitin etkisinin istatistiki yönden önemli olduğunu, bu etkinin ürünün yaş ağırlığında ve kaba fraksiyonlu zeolitin %5 uygulamasında belirgin olduğunu bildirmişlerdir.

İşildar (1997), yaptığı bir çalışmada zeolit materyalinin NO₃⁻'in yıkanarak kaybolması şeklindeki azot kayıplarına neden olan NH₄⁺'un NO₃⁻'a nitrifikasyonu üzerine olan etkisini incelemiştir. Araştırmacı farklı nem düzeylerinde bu etkinin

değişimini ortaya koymaya çalışmıştır. Deneme, Isparta–Atabey yöresinden alınan 5 adet yüzey (0–20 cm) toprak örneği kullanılarak faktöriyel deneme desenine göre 2 yinelemeli olarak kurulmuştur. Topraklara 0, 12.5- 25.0- 50.0 g/kg toprak olacak şekilde zeolit karıştırılmış ve 250 (mg/lt) N içerecek şekilde amonyumsülfat ((NH₄)₂SO₄) çözeltisi uygulanmıştır. Tarla kapasitelerinin % 25, 50, 75, 100 ve 125’i nem düzeylerine getirilen topraklar bir ay süreyle 24–26 °C’de nitrifikasyona bırakılmışlardır. Deneme sonunda zeolit ortamındaki artan miktarına paralel olarak topraktaki NO₃–N oluşumunun azaldığı şeklindeki ilişki her nem düzeyi için geçerli bulunmamıştır. Zeolit ve nem karışım düzeylerinin NO₃–N oluşumu üzerine etkileri topraklara göre farklılık göstermiştir

Markovic et al., (1997), sera ve tarla koşullarında yürüttükleri çalışmalarda domates tohumlarını 10 farklı ortama ekmişlerdir. Domates verimi, bitki yüksekliği ve meyve boyutu açısından en iyi sonucu torf+zeolit 2:1 karışımında yetiştirilen fidelerden elde edilen bitkilerde saptandığını bildirmişlerdir.

Bakhnova et al., (1999), salata bitkilerini yetiştirmede kontrol olarak toprak ile karşılaştırmalı olarak zeolit içeren bir ortam olan Biona 211’i kullanmışlardır. Denemelerde bitkilerde kuru madde miktarı, vitamin, protein aminoasit ve nitrat birikimleri incelenmiştir. Biona 211 ortamının % 90’nını kation değişim kapasitesine sahip olan klinoptilolit oluştururken, % 10’nunu sentetik anionite (AN-2F) oluşturmuştur. Araştırmada 4 farklı bitki türü [*Brassica pekinensis* (hardal) , *Beta vulgaris* subsp. Cicla (pazı), *Borago officinalis* (hıyarotu), *Raphanus sativus* (turp)] yetiştirilmiştir. Toprakta yetiştirilen bitkilere göre Biona 211 ortamında yetişen bitkilerde kuru madde, vitamin, aminoasit ve protein miktarının daha yüksek olduğu ve bununla birlikte nitrat içeriğinin de artış gösterdiği bildirilmektedir.

Harland et al., (1999), topraksız kültürde biber yetiştiriciliğinde (cvs. Mazura ve Reflex) bir zeolit türü olan klinoptilolitin tekrar kullanım olanaklarını araştırmışlardır. Üretim dönemi boyunca bitkiler komple besin çözeltisi ile beslenmişler, bitkilerden drene olan besin çözeltisi toplanarak tekrar bitkilere verilmiştir. Zeolit her üretim döneminden sonra buharla sterilize edilmiştir. İki yetiştirme dönemi sonunda besleme rejimi değiştirilerek, her sulamada bitkilere

taze çözeltileri verilmiştir. Bitki gelişimi, verim, kalite incelendiğinde klinoptilolitin tekrar kullanımının olumsuz bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Denemenin ilk 3 yılından sonra yapraklarda ve drenaj çözeltilerindeki nitrat azotu düzeyinin azaldığı, sodyum miktarının ise arttığı belirlenmiştir.

Bir başka çalışma ise, bitki gelişiminde amonyaklanmış zeolitin etkilerini anlamakla ilgilidir. Bitki gelişimlerini amonyumlu zeolit ve amonyumsuz zeolitli ortamlarda karşılaştırdığımızda, amonyumlu zeolitte $\text{NH}_4\text{-N}$ bulunuşundan dolayı bitki kuru ağırlığında % 19 oranında bir artış saptanmıştır. İyon değişimi topraktaki bağlı NH_4^+ 'un Ca^{+2} 'un yerini alabileceği fikrini akla getirmiştir. Ana kationların iyonik değişkenliği organik zeolitik ortamlarda büyük bir artış göstermiştir (Leggo, 2000).

Fransa'nın Lille şehrinin güneyinde yerel metal arıtması sonucu ağır metallere bulaşık hale gelen alan yoğun araştırmaların da ana konusu haline gelmiştir. Bu bölgeden alınan toprak örnekleri ile, yazlık buğday çeşidi *Triticum aestivum* L. cv. Paragon'un organo zeolitik gübrelerin kullanılması ile gelişimlerini incelemek için bazı çalışmalar yapılmıştır. Çalışma, amonyumlu zeolitik tüflü toprakların nitrifikasyon bakteri popülasyonunun artmasına neden olduğunu göstermiştir. Bitki morfolojisindeki büyük farklılıklar, bitkiler iyileştirilmiş substratlarda yetiştirildiğinde ve toprak partiküllerini bağlama özelliği olan büyük yoğunlukta kök sistemleri geliştiğinde görülmüştür (Leggo, 2001).

Amerika'da Cornell Üniversitesi'nde yapılan denemelerde; seralarda toprağa klinoptilolit ilave edilerek yetiştirilen domates, biber, salatalık, mısır, brokoli ve turp bitkilerinde % 20-40 arasında ürün artışları olduğu bildirilmiştir (Öz ve Kırveli, 2002).

Junrungreang et al., (2002), Tayland'ın orta bölgesinde APR yöresinde serisi üzerinde, 1997-1998 yıllarında 3 tekerrürde 9 uygulama olacak şekilde, tesadüf blokları deneme desenine göre şeker kamışı dikilmiştir. Kontrol, 312,5 ve 625 kg/ha dozlarında kimyasal gübre (15-15-15) uygulaması, 125 ve 250 kg/ha dozlarında zeolit, 312,5 kg/ha dozunda kimyasal gübre ve 125 ve 250 kg/ha

dozlarında zeolit karışımları, 625 kg/ha dozunda kimyasal gübre ve 125 ve 250 kg/ha dozlarında zeolit karışımlarının topraktaki alınabilir besin maddesi varlığını önemli şekilde farklılaştırdığını ortaya koymuştur. Topraktaki alınabilir durumdaki azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum düzeylerindeki değişim sırasıyla, % 0.06-0.14, 5.7-18.7 mg/kg, 127-150 mg/kg, 4.9-6.6 cmol/kg ve 0.72-0.96 cmol/kg aralığındadır. Bununla beraber, sadece kimyasal gübre, sadece zeolit veya kimyasal gübre-zeolit karışımı kullanımının, 4.55-4.91 cmol/kg arasındaki toprağın KDK değişimini etkilemediği saptanmıştır.

Büyükbaş hayvan ahırlarındaki atıklardan havaya karışan gelen amonyumca doyurulmuş doğal zeolit klinoptilolit, bitki gübrelemesinde etkili bir şekilde kullanılmıştır. 300 mg N/kg kuru toprağa uygulanması halinde, kontrol ya da amonyaksız tortudan alınan doğal klinoptilolitle zenginleştirilmiş topraklara oranla 3- 3,5 kat daha fazla hardal verimi alımına neden olmuştur. Amonyak ile doyurulmuş 2 tip klinoptilolit kullanılmıştır. 1. Tipi doğal formda amonyak emilimi için kullanılmış, 2.si ise H₃PO₄ ile ön muameleye alınmıştır. Birinci tip 10,8 mg NH₃/g, ikincisi 26,3 mg NH₃/g içermektedir. Her saksıdaki klinoptilolit miktarı toprağın azot içeriğine göre belirlenmiştir. Klinoptilolit asitle ön muameleye alınmadıkça azot toprak solüsyonuna daha yavaş salınır ve azar azar nitrifikasyona uğrar. Amonyakla doyurulmuş iki klinoptilolit tipi arasında bitkiler tarafından alınan bitki besin elementleri miktarı ve elde edilen ürün miktarı arasında belirgin farklılıklar olmadığı görülmüştür (Kusa et al., 2002).

Butorac et al., (2002), aşırı toprak asitliğinin zararlı etkilerini gidermek veya hafifletmek için, büyük ölçekli ve pahalı kireçleme önlemlerine başvurmaksızın, içerisinde ağırlıklı olarak klinoptilolit bulunup, geri kalan kısım ise kireçtaşı ve dolomit (SLL+D) karışımı olan agrarvital (AV) adı altında, zeolit tufüne dayalı özel doğal katkıların (SNA) topraktaki iyon değişimini arttırmakta ve iyonların – kireçleme uygulamasından sonra olduğundan- daha önemli ölçüde düşük pH seviyelerinde aktive olmalarını sağladığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, buğday, mısır, soya fasulyesi ve kışlık arpa verimleri üzerinde olumlu gübreleme etkisi olduğunu işaret ederek, bu etkinin bir kaç kez daha fazla dozda uygulanan geleneksel kireç uygulamasının etkisine eşit veya daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir.

Organik gübre ile geleneksel besin maddesi yöntemi olarak inorganik besin maddesi solüsyonunu karşılaştırmak amacı ile yürütülen bir araştırma da ise, ana parseller, alt parseller ve alt-alt parseller besin maddesi yöntemlerine (1.inorganik besin solüsyonu, 2.organik gübre), ortamlara (1.perlit + klinoptilolit, 1:1; 2.perlit + klinoptilolit, 3:1; 3.tüf + klinoptilolit, 1:1; tüf + klinoptilolit, 3:1, v/v), ve iceberg marul kültivarına(1.Bombola, 2.Gloria), tahsis edilmiştir. Organik gübre kaynağı olarak bitki başına 200 g inek gübresi dikimden önce ortamlara karıştırılmıştır. Gelişme sezonu boyunca, organik gübre uygulamasındaki bitkilere sadece su uygulanırken, kontrol bitkilerine her gün damla sulama sistemiyle besin maddesi solüsyonu (N 150 (%), P 50(mg/lt), K (mg/lt) 150, Mg 50 (mg/lt), Ca 150 (mg/lt) Fe 5 (mg/lt), Mn 0.5 (mg/lt), Cu 0.03(mg/lt), Zn 0.05 (mg/lt), B 0.5 (mg/lt) ve Mo 0.02 (mg/lt)) uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, erkencilik ve bitki gelişimi bakımından besin maddesi yöntemleri arasında belirgin bir farklılığın olmadığını göstermektedir. Yüksek oranda klinoptilolit içeren substratın uygulanmasıyla drene edilen atıl solüsyonda daha düşük K konsantrasyonuna ve daha yüksek Na konsantrasyonuna ulaşılmıştır (Gül vd., 2003).

Bitkilerdeki Cd birikmesi endüstri, alanlarında ve kentsel alanlarda tarımın karşılaştığı en önemli sorunlardan birisi olarak dikkat çekmektedir. Cd birikmesinde eğilim gösteren buğday ve ıspanakta, Cd alınımında yavaş salınan zeolite bağlı çinko ve bakır gübrelemesinin etkilerini tanımlamak için bir çalışma yürütülmüştür. Zn ve Cu'ın farklı karışımlarının etkisi, tek ya da kombine olarak toprağa önceden uygulanan CdSO₄le saksı çalışmalarında araştırılmıştır. Zn ve Cu'un birlikte uygulanması ile buğday danesinde Cd konsantrasyonunun % 20 gibi önemli oranda düştüğü belirlenmiştir. Fakat Zn gübrelemesi sonuçlarında Cd konsantrasyonunda çok az bir düşme göstermiştir. Bütün uygulamalarda toprak üstü biomaslarda ıspanağın durumunda Cd düzeylerinin azaldığı gözlenmiştir. Zn ve Cu kombinasyon uygulamalarında toprak üstü biomaslarında Cd konsantrasyonunun % 30 oranında azaldığı sonucu bulunmuştur. Sonuçta, yavaş salınan mikro besinlerle gübreleme, bitkilerin yenilebilen kısımlarında Cd konsantrasyonunu düşürebildiğini ve yüksek Cd'lu topraklarda yetişen tarımsal ürünlerin kalitesini arttırdığı bildirilmiştir (Puschenreiter and Horak, 2003).

Slovakya'da yapılan bir çalışmada zeolitlerin (% 0,5, 1, 3 ve 5) toprak verimliliği, toprak yapısı ve biber bitkisinin verimindeki etkilerini belirlemek için

saksı denemeleri yürütülmüştür. Üç yıl süren araştırmada zeolit uygulamasında ürün verimi ilk yıl 29.78 tondan 3.yılda 55.93 tona yükselmiştir. Zeolit uygulamasının oranı arttıkça ürün verimi artmıştır. Zeolit uygulamasının, toprak verimliliğini, toprak özelliklerini ve su dengesini arttırdığı ve düzenlediği belirlenmiştir (Uher, 2004).

Gevrek ve ark., (2004) tarafından zeolitin tarımda kullanım özellikleri konusunda, klinoptilolit çeltik üretiminde kullanımının verim ve toprağın yapısına etkisinin saptanmasıyla ilgili bir proje gerçekleştirilmiştir. Projenin bir yıllık sonuçlarına göre araştırmada ele alınan çeltik çeşitlerine ait, tek bitki verimi genel ortalamasının klinoptilolit katkı tavalarda daha yüksek olduğu, klinoptilolit uygulamasının verim öğelerinden kardeş sayısı ve bitkide dane sayısına etkisinin de istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. Ek olarak, çiçeklenme süresinin klinoptilolit katkı tavalarda 5 gün daha kısa olduğu belirlenmiştir. Bitkilere ait bayrak yapraklarda ve pirinç danelerinde yapılan makro-mikro besin elementlerin analiz sonuçlarında da değerlerin klinoptilolit katkı tavalarda daha yüksek olduğu analiz edilmiştir. Böylece klinoptilolit söz konusu elementlerin kullanılabilirliğini arttırdığı anlaşılmaktadır. Bu çalışmadan elde edilen bir yıllık veriler ışığında klinoptilolit kullanımının çeltik dane verimini ve kalitesini arttıracığı anlaşılmaktadır.

2001-2002 yılları arasında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde gerçekleştirilen bir dizi çalışmada, topraksız yetiştirme ortamı olarak zeolit ve perlitin bitki gelişimi, bitkiler tarafından kaldırılan besin maddesi miktarları ve yetiştirme ortamından yıkanan element miktarlarına etkisi incelenmiştir. Çalışmalarda bitkisel materyal olarak baş salata kullanılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak ise perlit ve zeolitten oluşan 5 farklı ortam denenmiştir. Bu ortamlar sırasıyla (1) % 100 perlit, (2) % 75 perlit + % 25 zeolit, (3) % 50 perlit + % 50 zeolit, (4) % 25 perlit + % 75 zeolit ve (5) % 100 zeolit olmuştur. Bu araştırmada, yetiştirme ortamının bitkilerin potasyum alınımına ve ortamdaki yıkanan potasyum miktarına etkisi ile ilgili bulgular sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar, yetiştirme ortamına zeolit ilavesinin bitkiler tarafından kaldırılan potasyum miktarını önemli derecede artırdığını, ortamdaki yıkanan potasyum miktarını ise azalttığını ortaya koymuştur (Gül vd., 2005).

Klinoptilolitin marul yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkisini saptamak amacıyla iki yıl süre ile yürütülmüş bir çalışmada klinoptilolitin değişik dozları (0, 40, 60, 80 kg/da) denenmiş ve bu amaçla kontrol (zeolit ve gübre uygulanmamış) uygulaması dışında diğer uygulamalara standart gübreleme yapılmıştır. İki yıl süren bu çalışma sonucunda zeolit uygulamaları arasında, her iki yıl içinde oluşan yağış farklılığından dolayı paralellik görülmemiştir. Marul yetiştiriciliğinde zeolit kullanımının gübreleme ile birlikte verimi ve bitki gelişimini olumlu yönde etkilediği, sulamanın kontrollü olduğu durumlarda dekara 80 kg zeolit uygulamasının zeolit 0 kg/da uygulamasına göre toplam verimde yaklaşık % 15'lik bir artış sağladığı sonucuna varılmıştır (Polat vd., 2005).

Bir başka çalışmada zeolit ve perlitin büyüme üzerindeki etkileri ve salata bitkilerinde besin elementleri içeriğine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme, tünellerle çevrilmiş PE (polyethylene)'de sonbahar ve bahar ayları sırasında yapılmıştır. Bitki materyali olarak *Lactuca sativa var. Capitata* (baş salata) ve sırasıyla sonbahar ve bahar sezonları için Bombola (iceberg marul çeşidi) ve Brogan (baş salata türü) kültürleri kullanılmıştır. Beş farklı büyüme tipiyle perlit ve bir çeşit zeolit olan klinoptilolitle, farklı dozlar karıştırılarak (1+0, 3+1, 1+1, 1+3, 0+1, v/v) test edilmiştir. Zeolit kullanımı bitki büyümesi ile bitki dokularında daha fazla N ve K içeriği artışıyla K elementi akışının azalmasıyla sonuçlanmıştır (Gül vd., 2005).

Asit karakterli yüzey toprağına ilave edilen kireç (K), atık çamur (AÇ), zeolit (Z) ve polyacrylamid (PAM) gibi organik ve inorganik kökenli düzenleyicilerin toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile erozyona karşı duyarlılığı üzerindeki etkilerini belirlemek üzere bir araştırma yürütülmüştür. Deneme toprağı kil bünyeli, düşük pH'ya ve orta düzeyde organik madde (OM) içeriğine sahiptir. Bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülen çalışmada toprak örnekleri 10 hafta süre ile inkübasyona tabi tutulduktan sonra bütün saksılarda mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Organik ve inorganik toprak düzenleyicisi uygulamalarının toprakta agregasyonu artırarak, dispersiyon oranı ve aşınım faktörü değerlerini azalttığı ve erozyona karşı dayanıklılığı artırdığı belirlenmiştir. Organik ve inorganik toprak düzenleyicilerin etkinlikleri uygulama

düzeyleri ile çeşitlerine bağlı olarak değişmiş olup en yüksek etki, kireç ihtiyacı giderilmiş olan ve düzenleyicilerin yüksek doz uygulamalarının yapıldığı örneklerde gözlenmiştir. Toprakların dispersiyon oranı değerleri zeolit > atık çamuru > PAM sıralamasıyla azalma göstermiştir (Özdemir ve ark., 2005).

Zeolitin farklı dozlarının ve su stresinin büyüme, gelişme ve hardalın uçucu yağ içeriğine etkisini belirlemek için yapılan bir çalışma, saksı denemesi olarak 12 faktör ve 3 tekerrürlü olarak serada yürütülmüştür. Bitkinin büyüme sezonu boyunca zeolitin 4 dozu (0, 1.7, 2.0 ve 2.5 g/kg toprak) ve 3 doz su stresi (topraktaki suyun % 50, 60 ve 70 lik kayıplarından sonra, toprağı doygun hale getiren sulama) uygulanmıştır. Büyüme ve gelişme faktörleri yaş ve kuru herba verimi, yaprak alanı/bitki başına, klorofil içeriği, bitki boyu, kök uzunluğu, çiçeklenme süresi ve uçucu yağ içeriği ölçülmüştür. Sonuçlar gösteriyor ki, zeolit uygulaması kuru herba veriminde ve bitki boyunda önemli bir etki yapmamıştır fakat diğer tüm ölçümlerde önemli bir etki göstermiştir. Yaş ve kuru herbada, klorofil içeriği, çiçeklenme gün sayısı ve uçucu yağ içeriğinin önemli etkisi dikkat çekmiştir. Zeolit ve su stresi arasında bitki başına yaprak alanında, klorofil içeriğinde, bitki boyunda, çiçeklenme gün sayısı ve uçucu yağ içeriğinde önemli bir interaksiyon ortaya çıkmıştır. Zeolitin orta dozu (2 g/kg toprak) en düşük su stresi dozu ile (% 50 lik su kaybından sonra, toprağı doygun hale getiren sulama), Moldavian hardalının üretiminde herba ve uçucu yağ için tavsiye edilmiştir (Gholizadeh, 2006).

30 Ekim 2002 ve 27 Ocak 2003 tarihleri arasında yürütülen başka bir çalışmada amaç bir çeşit zeolit olan klinoptilolitin ve perlitin büyümedeki etkilerini ve salata bitkilerinin besin elementleri durumunu karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır. Bitki materyali *Lactuca sativa* var. *Capitata* cv. *Brogan* (baş salata)'dır. Beş farklı büyüme tipiyle (1) perlit, (2) 3:1 perlit + zeolit, (3) 1:1 perlit + zeolit, (4) 1:3 perlit + zeolit ve (5) zeolit, test edilmiştir. Sonuçlar zeolitin bitki büyümesinde artış sağladığı ve bitki dokularındaki nitrat ve nitrit içeriklerini azaldığını göstermiştir. Orta tip zeolit karıştırılmış denemedeki büyüme sonuçlarında K, Fe, Cu ve Mn miktarları artmış ve bitkilerin Mg içeriklerini azalmıştır (Gül vd., 2007).

Doğal zeolitlerin tek değerlikli kation değişimi, adsorbsiyon, hidratasyon-dehidratasyon ve katalitik özelliklerinin yanı sıra doğada bol miktarda bulunmaları, toprak ıslahları, yavaş salınan gübrelemeler gibi geniş bir alanda kullanımına ön sebep olmuştur. Deneme, İran'ın Guilan eyaletinde, çeltik dane verimini, N geri kazanımını ve etkin N kullanımını arttırmak amacıyla doğal zeolitlerin uygulanabilirliğini araştırmak için yürütülmüştür. Toprağa 3 farklı karışım halinde 8, 16 ve 24 ton/ha zeolit (N'suz) ve 60 kg/ha üre katılmış ve bunların dane ile sap verimi, alınabilir K, N geri kazanımı, etkili N kullanımı ve bazı toprak özellikleri üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Sonuçlarda dane veriminde, çeltikte sap ve kardeş sayıları işlemlerinde önemli pozitif etkiler görülmüştür. Zeolitin N katkılı tüm karışımları, 60 kg/ha N ve kontrolle karşılaştırıldığında, dane veriminde önemli bir yükseliş göstermiştir. Zeolit uygulaması aynı zamanda topraktan K alınabilirliğini ve özellikle önemli oranda çeltik sapı tarafından alınımını da arttırmıştır. Göze çarpan en düşük N geri alınımı (%40) 60 kg/ha N uygulamasından elde edilmiştir; halbuki 8 ve 16 ton/ha zeolit uygulamaları N geri alınımını % 65'e yükseltmiştir. Ayrıca azot kullanım etkisi de artmıştır (Kavoosi, 2007).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırma E.Ü. Ziraat Fakültesi Menemen Araştırma Uygulama ve Üretim Çiftliği alanlarında yürütülmüştür. Tesadüf blokları deneme planına göre 3 x 4= 12 m² lik parsellere iki farklı boyutta (0,10-0,25 ile 1-2 mm) ve 4 farklı dozda 3 tekrarlı olmak üzere 24 parsele Manisa-Gördes kökenli zeolit uygulanmıştır (Çizelge 1). Çalışma alanımızda 3 kontrol parseli ile birlikte toplam 27 parsel ile yürütülmüştür. Denemede test bitkisi olarak buğday bitkisinin (*Triticum aestivum*) Galil çeşidi kullanılmıştır.

Buğday gerek dünyada; gerekse ülkemizde en fazla üretilen tarım ürünüdür. Dünyada 2009 yılı buğday üretim miktarlarına bakıldığında Türkiye'nin 20.600.000 ton ile 11. sırada yer aldığı görülmektedir (FAO, 2009). Denemede kullandığımız Galil çeşidinin ekme kalitesi çok iyi, verimi çok yüksek olup, şartlar uygun olduğunda dekardan 700-1000 kg ürün kaldırabilmektedir. Çukurova ve Ege Bölgesiyle GAP yöresine uzmanlara önerilmektedir.

Çizelge 3.1. Denemede uygulanan zeolit materyalinin boyut ve miktarları

Boyut (mm)	1. BOYUT (0,10-0,25)				2. BOYUT (1-2)			
	50 kg/da	100 kg/da	200 kg/da	400 kg/da	50 kg/da	100 kg/da	200 kg/da	400 kg/da
Doz (Kg/da)	50 kg/da	100 kg/da	200 kg/da	400 kg/da	50 kg/da	100 kg/da	200 kg/da	400 kg/da

Deneme alanının enlemi 38° 36' K, boylamı ise 27° 4' D', yıllık yağış ortalaması 58,48 kg/m²'dir (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2011). Deneme alanı toprağı typic xerofluvent olup, kumlu-tın bünyededir (Soil Taxonomi, 2006) pH' sı 7,45 ile nötr reaksiyona sahiptir. Suda çözünebilir toplam tuz konsantrasyonu % 0,047 ile tuzsuz olarak saptanmıştır (Akalan, 1988).Toprağın kireç içeriği % 6,38 ile kireççe zengin sınıfındadır (Evliya, 1964). Organik madde yüzdesi 0,84; kation değişim kapasitesi 13,92 me/100 g olarak analiz edilen toprak örneğine ait bazı değerler Çizelge 3.2'de verilmektedir.

Çizelge 3.2. Deneme alanına ait toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak bünyesi	Kumlu-Tın
Kum (%)	45,20
Mil (%)	44,13
Kil (%)	10,67
pH	7,45
Suda çözünebilir toplam tuz (%)	0,047
Kireç (%)	6,37
Organik Madde (%)	0,84
Hacim Ağırlık (g/cm ³)	1,08
Özgül Ağırlık (g/cm ³)	2,56
KDK (me/100g)	13,91
Agregasyon yüzdesi (%)	47,12
Strüktür Stabilite İndeksi (%)	20,67
Tarla Kapasitesinde Nem (%)	20,08
Solma Noktasında Nem (%)	13,68
Faydalı Su (%)	6,39
Toplam- N (%)	0,013
Alınabilir P (mg/lt)	8,82
Alınabilir K (mg/lt)	350
Alınabilir Ca (mg/lt)	2720
Alınabilir Mg (mg/lt)	180,57
Alınabilir Na (mg/lt)	55

3.2. Yöntem

Denemede 3 adet kontrol parseli ve 24 adet uygulama parseli olmak üzere toplam 27 parsel bulunmaktadır. Denemeye ait uygulamalar aşağıda verilmektedir.

<u>Uygulama no:</u>	<u>Uygulama içeriği</u>
Kontrol	Kontrol
K50	50 g zeolit (1-2 mm)
İ50	50g ince zeolit (0,10-0,25 mm)
K100	100 g zeolit (1-2 mm)
İ100	100 g ince zeolit (0,10-0,25 mm)
K200	200 g zeolit (1-2 mm)
İ200	200 g ince zeolit (0,10-0,25 mm)
K400	400 g zeolit (1-2 mm)
İ400	400 g ince zeolit(0,10-0,25 mm)

(NOT: Uygulama no'ları tez içerisinde bundan sonra yukarıdaki kısaltmalara göre verilecektir.)

Denemenin kuruluş aşamasında deneme toprağının bitki besin maddesi içerikleri edilmiştir. Bu verilere göre parsel başına 600 g 15:15:15 gübresi verilerek buğday bitkisinin topraktan kaldırdığı azot miktarı karşılanmıştır. Daha sonra sapa kalkma döneminde üst gübre olarak dekar başına 270 gr amonyum nitrat gübresi uygulanmıştır. Deneme boyunca sulama yapılmamış, bitki tohumu ekimi 25 Ocak 2010 tarihinde, üst gübreleme 13 Mart 2010 tarihinde yapılmıştır. Hasat 25 Haziran 2010 tarihinde yapılmıştır.

Deneme planı Şekil 3.1' de verilmiştir.

I. BLOK		II. BLOK		III. BLOK	
Parsel no		Parsel no		Parsel no	
9	İ200	18	K400	27	KONTROL
8	K100	17	K100	26	K400
7	İ400	16	İ200	25	İ200
6	KONTROL	15	KONTROL	24	İ400
5	K50	14	İ50	23	İ100
4	K200	13	K50	22	K200
3	K400	12	İ100	21	İ50
2	İ100	11	İ400	20	K100
1	İ50	10	K200	19	K50
SULAMA KANALI					

Şekil 3.1. Deneme planı.

3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması, Analize Hazırlanması, Fiziksel ve Kimyasal Analizlerinde Uygulanan Yöntemler

Araziden kuralına uygun olarak alınan toprak örnekleri laboratuvarında hava kurusu durumuna getirilip 8 mm' lik ve 2 mm' lik eleklerden geçirildikten sonra bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek üzere analiz edilmiştir (US Soil Survey Staff, 1951).

Bünye: Toprakların dane büyüklüğü dağılımı yani % kum, % mil ve % kil fraksiyonları hidrometre yöntemi uygulanarak saptanmıştır (Bouyocous, 1962). Her fraksiyon için bulunan veriler bünye üçgenine uygulanarak toprak örneklerinin bünye sınıfları belirlenmiştir (Black, 1965).

Hacim Ağırlık: 100 cm³ hacimdeki çelik silindirler yardımıyla alınan yapısı bozulmamış toprak örnekleri, 105 °C sıcaklıkta etüvde kurutularak ve hesap yöntemiyle bulunmuştur (Black, 1965).

Özgül Ağırlık: Hacmi belli olan piknometre şişeleri ile analiz edilmiştir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954; Black, 1965).

Toplam Porozite (%): Özgül ağırlık ve volüm ağırlık verilerine göre formülle bulunmuştur (Tuncay, 1993).

Tarla kapasitesindeki % Su: 1/3 atmosfer basınç altında 5 Bar pressure Plate Extractor aleti ile saptanmıştır (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Solma noktasındaki % Su : 15 atmosfer basınç altında 15 bar pressure Plate Extractor aleti ile saptanmıştır (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Faydalı su (%): Tarla kapasitesi ve solma noktası verileri kullanılarak hesap yolu ile belirlenmiştir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

İnfiltrasyon (cm/h): Çalışmada suyun infiltrasyon hızı çift silindirik infiltrometre ile ölçülmüştür (Reynolds vd., 2002).

Strüktür Stabilite İndeksi: Toprak-su süspansiyonundaki hidrometre okumalarına dayalı olarak toplam mil+kil ve bağlanmamış mil+kil miktarlarının ölçülmesi ile hesaplanmıştır (Sönmez, 1994).

Agregasyon Yüzdesi (%): Strüktür stabilite indeksi analizinde bulunan toplam mil+kil ve bağlanmamış mil+kil değerlerinden hesap yolu ile bulunmuştur (Sönmez, 1994).

Toprak Reaksiyonu (pH): Toprak örneğinin saf su ile hazırlanan doygunluk çamurunda, cam elektrotlu pH-metre ile ölçülmüştür (Jackson, 1967).

Suda çözünebilir toplam tuz yüzdesi (%): Saf su ile doygun hale getirilen örneklerin direnci Beckman geçirgenlik köprüsü aleti ile ohm olarak ölçülmüş, direnç verileriyle, doygun örnek ısısı Fahrenheit ve doygunluk %'sine göre hazırlanmış çizelge kullanılarak saptanmıştır (US Soil Survey Staff, 1951).

Kireç Yüzdesi (% CaCO_3): Scheibler kalsimetresi ile tayin edilmiştir (Schlichting ve Blume, 1966).

Kasyon Değişim Kapasitesi (KDK, me / 100 g): Toprağı sodyum ile doyurulmuş ve amonyum asetat ile ekstrakte edilmiş, Na iyonu ise alev fotometrede okunarak kasyon değişim kapasitesi me /100 g olarak saptanmıştır (Jackson, 1967).

Organik Madde Tayini (%): Rauterberg ve Kremkus yöntemine göre saptanmış organik karbon değeri 1,724 sabiti ile çarpılarak toprakların % organik madde kapsamı belirlenmiştir (Rauterberg ve Kremkus, 1951).

Toplam Azot (%): Toprak örneklerinin toplam azot miktarları Bremner ve Schaw'ın (1965) Modifiye Makro Kjeldahl yöntemi uygulanarak saptanmıştır.

Alınabilir Katyonlar: Toprakların alınabilir Na,K, Ca, Mg değerleri 1 N Amonyum Asetat yöntemine göre pH'sı 7 olan 1 N NH_4OAC ile çalkalanarak elde

edilen süzüklerde Na, K, Ca değerleri alev fotometrede, Mg değerleri ise atomik absorpsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir (Pratt,1965).

Alınabilir Fosfor: Toprak örneklerinin alınabilir fosfor içerikleri Bingham (1949) yöntemine göre kolorimetrik olarak analiz edilmiştir.

Alınabilir Fe, Cu, Zn, Mn: 20 g hava kurusu toprak örneği 40 ml DTPA ile çalkalanıp, süzülerek ve atomik absorpsiyon spektrofotometrede okunarak saptanmıştır (Lindsay ve Norvell, 1978).

Organik materyaller analize hazır hale getirildikten sonra, toplam N modifiye Kjeldahl yöntemi (Kacar, 1972) ile belirlenmiştir. Yaş yakma yapılan bu materyallerde P kolorimetrik, K, Ca ve Na alev fotometrik, diğer elementler ise AAS ile belirlenmiştir (Kacar,1972).

3.2.2. Buğday Verimi İle İlgili Analizlerde Uygulanan Yöntemler

Vejetasyon döneminin sonunda elle yapılan hasatta, buğday bitkisi topraktan köklenerak hasat edilmiştir. Buğday bitkisinden elde edilecek verim birim alandaki bitki sayısı esas alınarak belirlenmiştir. Hasat edilen bitki örnekleri arazide hasattan hemen sonra tartılmıştır. Daha sonra sap ve başak kısımları birbirinden ayrılarak tartımları yapılmıştır.

3.2.3. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesinde Uygulanan İstatistiksel Yöntemler

Araştırmada elde edilen verilere varyans analizi yapılmıştır. Deneme alanına ait toprağın fiziksel, kimyasal özellikleri, bitki besin elementi içerikleri ve buğday bitkisinin verimi ile ilgili sonuçlara ilişkin veriler Tarist İstatistik Programı kullanılarak değerlendirilmiştir (Açıkgöz ve ark. 1993).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Zeolit Uygulamalarının Toprağın Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri

Denemede Manisa-Gördes kökenli zeolit materyali farklı dozlarda ve farklı boyutlarda kullanılmıştır, bunların toprağın fiziksel özelliklerinden olan toprağın hacim ağırlığı, toprağın özgül ağırlığı, toprağın havalanma değerleri ve toprakların nem içerikleri gibi değerlere olan etkileri dikkate alınmış ve irdelenmiştir.

4.1.1. Zeolit Toprağın Hacim Ağırlık Değeri Üzerine Etkisi

İçersinde mevcut boşluklarla birlikte 1 cm³ hacmindeki bozulmamış kuru toprağın ağırlığına volüm ağırlık adı verilir. İnce bünyeli topraklarda (kil bünyeli topraklarda) 1,1-1,6 g/cm³; kaba bünyeli (kum bünyeli topraklarda) topraklarda ise 1,3-1,7 g/cm³ arasında değişmektedir (Saatçı, 1975).

Miller (1966), hacim ağırlığın toprağın içersinde bulunan kil ve organik madde yüzdesi ile kısmen de horizon veya tabakalardaki nem içeriği ile değişebileceğini, bunlardan nem ve kil yüzdesindeki artışların toprakların hacim ağırlık değerlerini yükseltirken, organik maddedeki artışların ise toprak hacim ağırlık değerlerini düşürebileceğini söylemiştir.

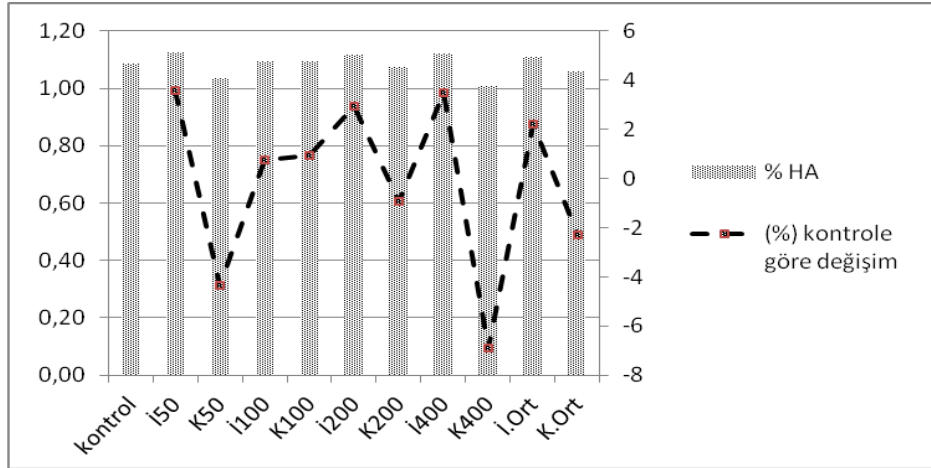
Yaptığımız analizler sonucunda deneme toprağımızın kontrol parselinin hacim ağırlık değeri başlangıç döneminde 1,08 g/cm³ olarak bulunmuştur. Mineral topraklarda hacim ağırlık değeri bünye sınıfına göre değişim göstermekle birlikte ortalama hacim ağırlık değerinin 1,35 g/cm³ olduğu dikkate alınırsa deneme alanı toprağının hacim ağırlık değerinin ortalama değere göre düşük olduğu görülmektedir (Saatçı, 1975). Zeolit uygulamaları ile bu değer başlangıç döneminde 1,01 g/cm³ ile 1,124 g/cm³ ile arasında değişiklik göstermiştir. Hasat döneminde ise toprağın hacim ağırlık değeri zeolit uygulamasıyla 1,17 g/cm³ ile 1,42 g/cm³ arasında değişim göstermiştir. Deneme toprağına zeolit

uygulanmasıyla her iki dönemde de toprağın hacim ağırlık değerlerinde artış görülmüştür.

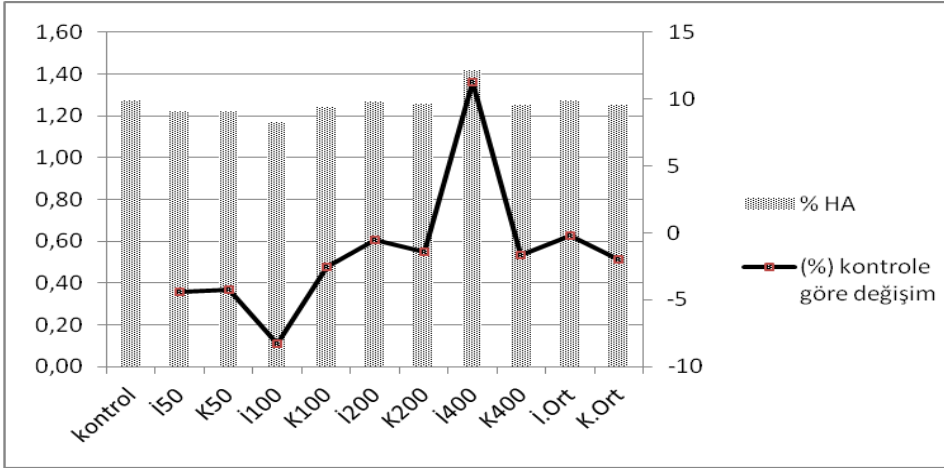
Hartge ve Horn (1999), hacim ağırlık değerlerinde, kum bünyeli topraklar için 1,67-1,19 g/cm³, tın bünyeli topraklar için 1,96-1,19 g/cm³ mil bünyeli topraklar için 1,53-1,19 g/cm³, kil bünyeli topraklar için 1,32-0,92 g/cm³, organik topraklar için 0,48-0,12 g/cm³ değerlerinin sık karşılaşılan değerler olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.1. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın hacim ağırlık değerleri

Doz	Toprağın Hacim Ağırlığı (g/cm ³)						
	BAŞLANGIÇ			HASAT			
	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	Ortalama
0	1,085	1,085	1,085	1,276ab	1,276	1,276ab	1,181
50	1,124	1,038	1,081	1,226b	1,222	1,224b	1,152
100	1,093	1,095	1,094	1,176b	1,243	1,209b	1,152
200	1,117	1,075	1,096	1,269b	1,258	1,263ab	1,180
400	1,123	1,01	1,067	1,420a	1,255	1,338a	1,202
Ortalama	1,109	1,060	1,084 b	1,273	1,251	1,262 a	
Dönem LSD%1=0,02							
Doz X Dönem 1 LSD %5= 0,104							
Doz X Dönem 2X Boyut 1 LSD %5= 0,147							



Şekil 4.1. Başlangıçta toprağın hacim ağırlık (HA) değerleri ve kontrole göre % değişim miktarları.



Şekil 4.2. Hasat sonrası toprağın hacim ağırlık (HA) değerleri ve kontrole göre % değişim miktarları.

Toprağa uygulanan farklı dozlarda ve farklı boyutlardaki doğal zeolit, kontrol parseline göre toprağın hacim ağırlık değerinde ortalama değerler dikkate alındığında en çok % 8,3'lük bir düşüş göstermiştir. Kontrol parselinde $1,276 \text{ g/cm}^3$ olan toprağın volüm ağırlık değeri hasat dönemi dikkate alındığında en düşük $1,176 \text{ g/cm}^3$ ile İ100 uygulamasıyla saptanmıştır.

Volüm ağırlık değerlerindeki maksimum artış % 11,3 düzeyinde İ400 uygulamasıyla ile saptanmıştır. Toprak tanecikleri arasında bulunan boşluklar hacminin artması ve dolayısıyla hacim ağırlığın azalması bitkisel üretimde istenen bir durumdur. Bilindiği gibi yüksek değerlerdeki hacim ağırlık genelde kum bünyeli topraklarda, erozyona uğramış alanlarda, teksel ve zayıf strüktürlü dokularda görülmekte, sıkışma sonucu porozitenin azalması nedeniyle de bitki gelişimini engelleyen ve istenmeyen koşulların oluşmasına yol açmaktadır (Marshall ve Holmes, 1988). Yapılan istatistiksel analiz verilerinde de bu değişimin hasat döneminde uygulanan zeolit materyalinin İ400 uygulaması dışındaki diğer uygulama parsellerinden alınan toprak örneklerinde olumlu yönde azaldığı saptanmıştır.

4.1.2. Zeolitın Toprağın Özgül Ağırlık Değeri Üzerine Etkisi

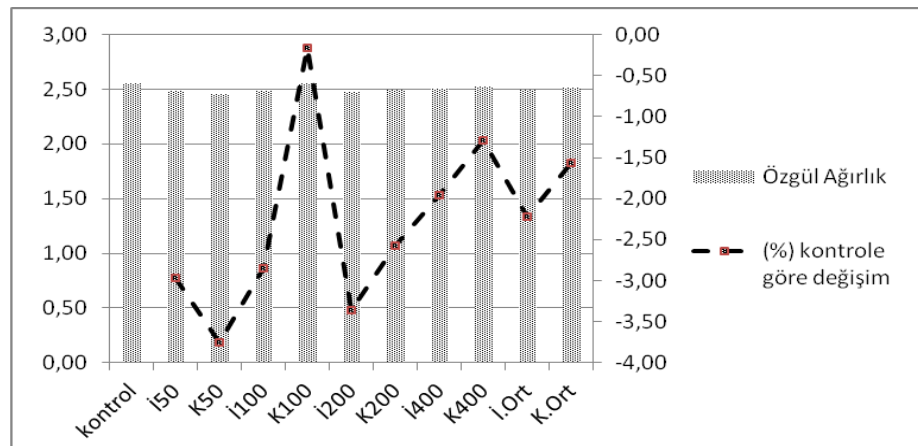
İçersinde hiçbir boşluk olmaksızın 1 cm^3 hacmindeki kuru toprağın ağırlığı özgül ağırlık olarak tanımlanmaktadır. Toprağın özgül ağırlığı üzerine organik madde miktarı ile mevcut mineral ve taşların özgül ağırlıklarının da etkisi vardır.

Saatçi (1975) toprağın özgül ağırlığının ortalama olarak $2,65 \text{ g/cm}^3$ olarak bildirmiştir. Toprakların özgül ağırlık değerleri organik madde içeriklerinden daha çok mineral madde içeriklerine bağlı olarak değişen bir toprak fiziksel özelliğidir.

Denemenin yapıldığı kumlu-tın bünyeli toprağın özgül ağırlığı $2,56 \text{ g/cm}^3$ 'tür. Farklı doz ve boyutlardaki zeolit uygulamaları sonucunda bu değer $2,46 \text{ g/cm}^3$ ile $2,55 \text{ g/cm}^3$ arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.2). Toprağa uygulanan zeolit kontrol parseline göre toprağın özgül ağırlık değerlerinde en çok %3,8'lik bir düşüş göstermiştir. Kontrol parselinde $2,50 \text{ g/cm}^3$ olan toprağın özgül ağırlık değeri hasat dönemi dikkate alındığında en düşük $2,464 \text{ g/cm}^3$ ile K50 uygulamasının yapıldığı parsellerde saptanmıştır. Farklı doz ve boyutlarda toprağa uygulanan zeolitin toprak özgül ağırlığı üzerine pratik anlamda çok önemli bir etkisi söz konusu değildir.

Çizelge 4.2. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın özgül ağırlık değerleri

Doz	Toprağın Özgül Ağırlığı (g/cm^3)						Ortalama
	BAŞLANGIÇ			HASAT			
0	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	Ortalama
0	2,560	2,560	2,560 a	2,560	2,560	2,560 a	2,560 a
50	2,484	2,464	2,474 b	2,484	2,464	2,474 b	2,474 b
100	2,487	2,556	2,522 ab	2,487	2,556	2,522 ab	2,522 ab
200	2,474	2,494	2,484 b	2,474	2,494	2,484 b	2,484 b
400	2,510	2,527	2,519 ab	2,510	2,527	2,519 ab	2,519 ab
Ortalama	2,503	2,520	2,512	2,503	2,520	2,512	
Doz LSD %5= 0,064							
Doz X Dönem 1 LSD %5= 0,068							
Doz X Dönem 2 LSD %5= 0,068							



Şekil 4.3. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın özgül ağırlık değerleri ve kontrole göre % değişim miktarları.

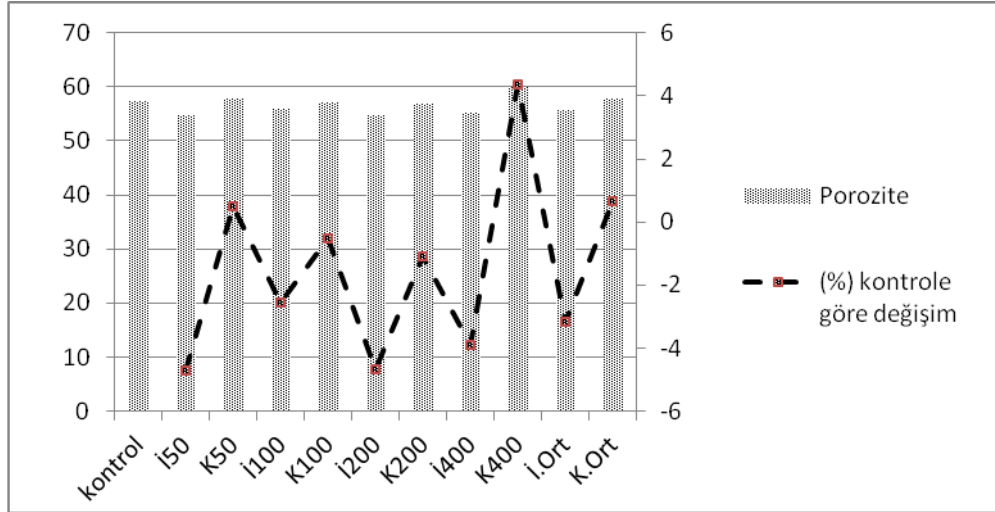
4.1.3. Zeolitin Toprağın Toplam Porozite Değeri Üzerine Etkisi

Toprakların içerisinde katı zerreler ve bu katı zerreler tarafından işgal edilmeyen bir takım gözenekler bulunmaktadır. Bu gözenekler toprağın durumuna göre su ya da hava ile doludur (Saatçi, 1975). Toprağın havalanması ile ilgili fiziksel bir özellik olan toplam porozitenin istenilen değerlerde tutulması toprağın su tutma ve havalanma ile ilgili özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir. Hartge ve Horn (1999) kum bünyeli topraklar için %37-55, tın bünyeli topraklar için %26-55, mil bünyeli topraklar için %42-55, kil bünyeli topraklar için %50-65, organik topraklar için %60-90 toplam porozite değerlerinin sık karşılaşılan değerler olduğunu belirtmişlerdir.

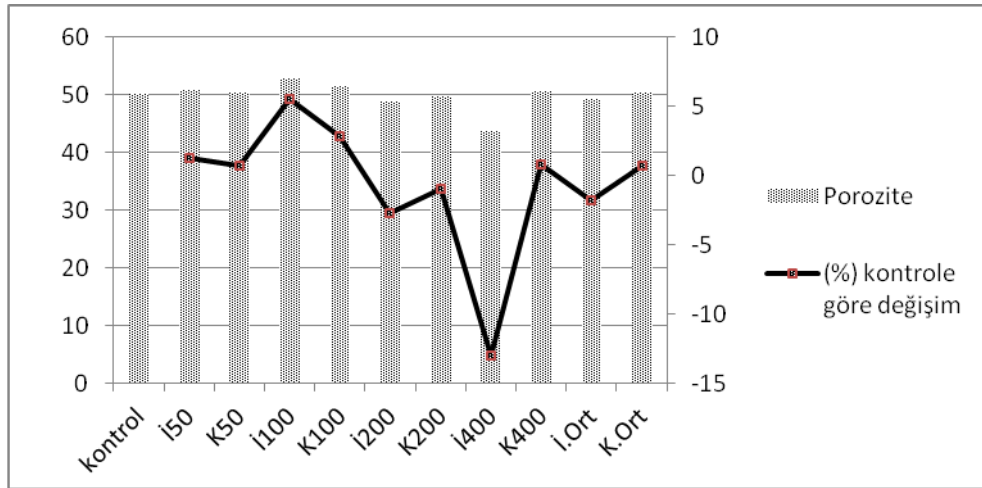
Deneme alanı topraklarının toplam porozite değeri %57,48 olarak saptanmıştır. İstatistiksel analizler sonucu uygulamaların toprağın toplam porozitesi üzerine etki ettiği saptanmıştır (çizelge 4.3). Zeolit uygulamalarıyla toplam porozite değerlerinde en yüksek artış %5,5 ile İ100 uygulamasıyla, en fazla düşüş ise %13 ile İ400 uygulamasıyla bulunmuştur. Zeolitin bütün uygulamalarında toprağın toplam porozite değerlerinin %43,47 ile %52,73 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Ortalama porozite değerleri dikkate alındığında zeolit uygulamalarından ince boyutlu olanın başlangıçta iri boyutlu olana göre toplam poroziteyi daha az artırdığı, hasat döneminde ise ince ve iri boyutlu zeolitin etkisinde pek belirgin farklılığın olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.3. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın toplam porozitesi değerleri

Doz	Toprağın Toplam Porozitesi (%)						Ortalama
	BAŞLANGIÇ			HASAT			
	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	
0	57,488	57,488	57,488	49,995 a	49,995	49,995 ab	53,741
50	54,767	57,779	56,273	50,608 a	50,323	50,466 ab	53,369
100	56,020	57,186	56,603	52,730 a	51,390	52,060 a	54,332
200	54,803	56,859	55,831	48,623 ab	49,527	49,075 ab	52,453
400	55,255	59,995	57,625	43,474 b	50,387	46,930 b	52,278
Ortalama	55,667	57,861	56,764 a	49,086	50,324	49,705 b	
Dönem LSD %1= 2,448							
Doz X Dönem 2 LSD %5= 4,089							
Doz X Dönem 2 X Boyut 1 LSD %5= 5,783							



Şekil 4.4. Başlangıçta toprağın toplam porozite değerleri ve kontrole göre % değişim miktarları.



Şekil 4.5. Hasat sonrası toprağın toplam porozite değerleri ve kontrole göre % değişim miktarları.

Topraklara ilave edilen zeolit gibi inorganik kökenli materyaller topraklarda havalandırmayı arttırmakta yani oksidasyon koşullarını sağlamaktadır. Oksidasyon koşullarının toprakta var olması bitki kök gelişiminden, bitki besin maddelerinin alımına kadar birçok olayı da pozitif olarak etkilemektedir. Zeolit havalanma, su tutma ve su geçirgenliği gibi fiziksel özellikler yönünden çok elverişli bir ortamdır (Munsuz ve ark. 1984; Ünver ve ark., 1992).

Saatçi (1975), kaba bünyeli ve tek tane strüktüresiz olan kum bünyeli topraklarda porozitenin %33' den az, kumlu-tınlı topraklarda %40-55, mil bünyeli ve killi-tın topraklarda %50-55, kil bünyeli topraklarda %60' a yakın, bataklık ve turba gibi topraklarda %75 ve daha üstünde olduğunu belirtmiştir.

4.1.4. Zeolitin Toprağın Strüktür Stabilite İndeksi Değeri Üzerine Etkisi

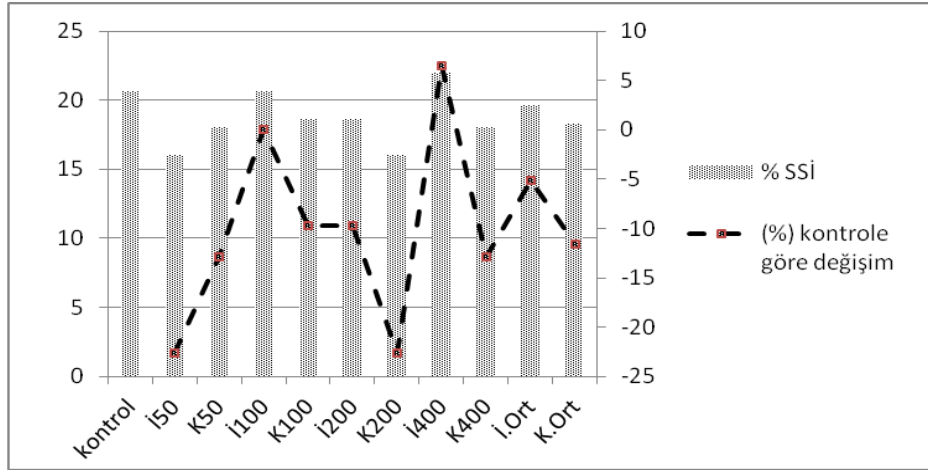
Toprakta meydana gelen agregatlaşma ve agregat stabilitesi mikrobiyal topluluklar, topraktaki organik ve inorganik mineraller, yüzeyde birikmiş olan bitkisel atıkların doğası ve ekosistemdeki değişikliklere bağlı olabilmektedir. Topraklardaki agregatlaşma, toprakların su tutma ve havalanma kapasitesi, suyun ve havanın toprak içersindeki hareketi, kök gelişimi ve dağılımı, mikrobiyal toplulukların aktivitesi gibi toprak özellikleri üzerine etkili olurken, agregat stabilitesi daha çok toprak erozyonunun önlenmesi üzerine etkili olmaktadır (Tate, 1995). Toprakların fiziksel özelliklerinin geliştirilerek strüktür stabiliteilerinin artırılması, toprakta iletkenliğin artmasına, toprak profilinde normal su rejiminin düzenlenmesine ve bitkiye elverişli duruma gelmesine olanak sağlamaktadır. Böylece su ve rüzgar erozyonu ile toprak yüzeyinde meydana gelen toprak kayıpları en aza inmektedir (Munsuz, 1973).

Deneme toprağının strüktür stabilite indeksi % 20,67 olarak bulunmuştur. Bu değer 10-25 arasında olduğu için strüktür oluşumu fiziksel özellikler yönünden ve verimlilik açısından iyi olarak değerlendirilir (Özdemir, 2002) . Deneme toprağına farklı dozlarda doğal zeolit uygulamasının etkisiyle bu değer % 18 ile % 24 arasında değişim göstermiştir. Zeolit uygulamaları ile strüktür stabilite indeksi değerleri artmış özellikle hasat döneminde K200 ve İ400 uygulamalarının gerçekleştirildiğı toprak örneklerinde %16,1' lik maksimum artış gözlenmiştir (Çizelge 4.4). Zeolitin farklı boyut ve dozlarının uygulanmasıyla toprağın strüktür stabilite indeksi değerinde, agregatlaşmada artış gözlenmiştir. Deneme toprağına K200 uygulamasının sonucunda strüktür stabilite indeksinde kontrol parseline göre % 12,9'luk bir düşüş gözlenmiştir. Ancak bu değer bile %18 (10-25 arasında) olması sebebiyle agregatlaşma açısından olumsuz bir sonuç yaratmamıştır.

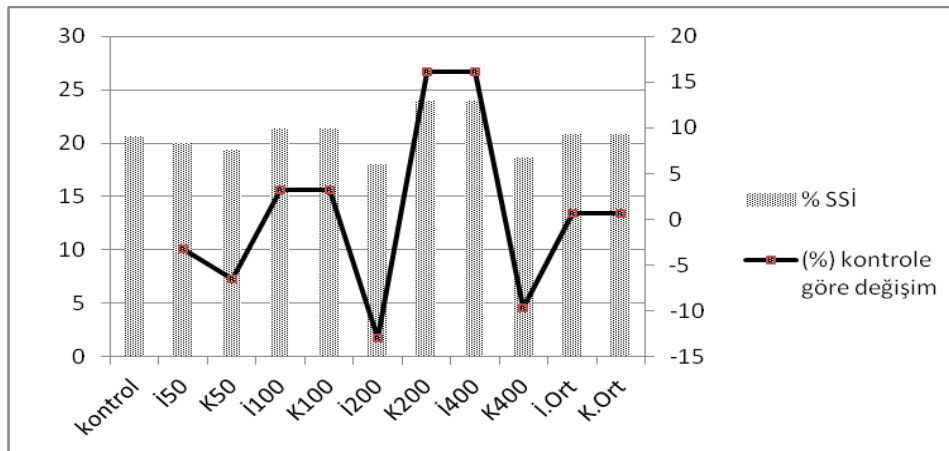
Strüktür stabilite indeksini geliştiren Leo (1963) yapmış olduğu bir araştırmada, toprak organik maddesi ile toprakların strüktür stabilite indeksi arasında pozitif bir ilişki saptamıştır. Bawer (1968), Biswas ve ark.. (1971), Özdemir (1987) yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Çizelge 4.4. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın strüktür stabilite indeksi

Doz	SSİ (%)						Ortalama
	BAŞLANGIÇ			HASAT			
	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	
0	20,667 a	20,667 a	20,667 a	20,667 ab	20,667 ab	20,667	20,667 a
50	16,000 b	18,000 ab	17,000 b	20,000 ab	19,333 b	19,667	18,333 b
100	20,667 a	18,667 ab	19,667 ab	21,333 ab	21,333 ab	21,333	20,500 ab
200	18,667 ab	16,000 b	17,333 b	18,000 b	24,000 a	21,000	19,167 ab
400	22,000 a	18,000 ab	20,000 ab	24,000 a	18,667 b	21,333	20,667 a
Ortalama	19,600	18,267	18,933 b	20,800	20,800	20,800 a	
Dönem LSD%5=1,463				Doz X Dönem 2 X Boyut 1 LSD %5= 4,626			
Doz LSD %5= 2,313				Doz X Dönem 2 X Boyut 2 LSD %5= 4,626			
Doz X Dönem 1 LSD %5= 3,271							
Doz X Dönem 1 X Boyut 1 LSD %5= 4,626							
Doz X Dönem 1 X Boyut 2 LSD %5= 4,626							



Şekil 4.6. Başlangıçta toprağın strüktür stabilite indeksi (SSİ) ve kontrole göre % değişim miktarları.



Şekil 4.7. Hasat sonrası toprağın strüktür stabilite indeksi (SSİ) ve kontrole göre % değişim miktarları.

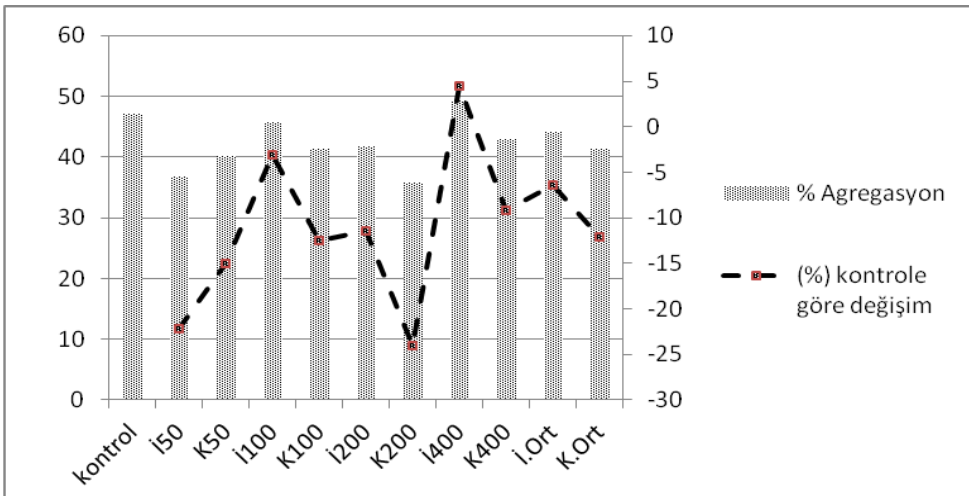
4.1.5. Zeolitin Toprağın Agregasyon Yüzdesi Değeri Üzerine Etkisi

Suya dayanıklı agregatların yüzdesi olarak da ifade edilen agregasyon yüzdesi değeri deneme toprağında % 47,12 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.5). Deneme toprağına doğal zeolit uygulamasının etkisiyle bu değer % 37,84 ile % 50,55 arasında değişim göstermiştir.

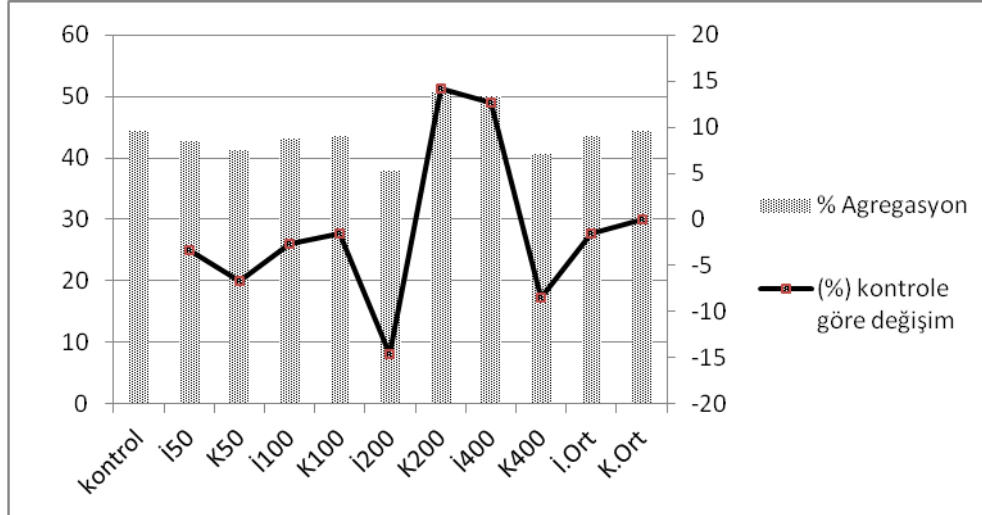
Çizelge 4.5. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın agregasyon yüzdesi

Doz	Agregasyon %						Ortalama
	BAŞLANGIÇ			HASAT			
	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	
0	47,122 a	47,122 a	47,122 a	44,293 ab	44,293	44,293	45,708 a
50	36,651 b	40,031 ab	38,341 b	42,803 ab	41,330	42,214	40,102 b
100	45,639 ab	41,231 ab	43,435 ab	43,133 ab	43,637	43,385	43,410 ab
200	41,741 ab	35,778 b	38,759 b	37,843 b	50,550	44,197	41,478 ab
400	49,261 a	42,824 ab	46,043 a	49,893 a	40,557	45,225	45,634 a
Ortalama	44,083	41,397	42,740	43,593	44,269	43,920	
Doz LSD %5= 5,051				Doz X Dönem 2 X Boyut 1 LSD %5= 10,103			
Doz X Dönem 1 LSD %5= 7,144							
Doz X Dönem 1 X Boyut 1 LSD %5= 10,103							
Doz X Dönem 1 X Boyut 2 LSD %5= 10,103							

Deneme alanına zeolitin ilave edilmesiyle agregasyon yüzdesindeki kontrol parseline göre en belirgin artış % 14,1 K200 uygulaması ile % 12,6 artış İ400 uygulaması ile saptanmıştır. Kontrol parseline göre en belirgin düşüş ise % 14,6 ile İ200 uygulamasının yapıldığı parsellerde saptanmıştır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Başlangıçta toprağın agregasyon yüzdesi ve kontrole göre % değişim miktarları.



Şekil 4.9. Hasat sonrası toprağın agregasyon yüzdesi ve kontrole göre % % değişim miktarları.

Özdemir ve ark., (2005) Organik ve inorganik toprak düzenleyici uygulamalarının toprakta agregasyonu artırarak, dispersiyon oranı ve aşınım faktörü değerlerini azaltarak erozyona karşı dayanıklılığı artırdığını belirlemişlerdir.

4.1.6. Zeolitin Toprağın Tarla Kapasitesindeki % Nem Miktarı Değeri Üzerine Etkisi

Tarla kapasitesi, su ile doymuş topraktan yerçekimi etkisiyle fazla suyun aşağı katmanlara sızmasından sonra toprakta tutulan su miktarıdır. Toprakların tarla kapasitesi değeri üzerine etki eden etmenler şu şekilde sıralanabilir; 1. Toprak bünyesi kumdan kile doğru gittikçe tarla kapasitesi değeri yükselir. Kil miktarının artması suyu tutan yüzey alanında artmasına neden olur. 2. Küçük boşluklardan oluşan kapillar boşlukların artışı tarla kapasitesini artırır. 3. Toprağın organik madde içeriğinin artışıyla yüzey miktarı arttığı için, tutulan su miktarı da artar. 4. Toprakta 3 tabakalı ve tabakaları genişleyen montmorillonit grubu kil mineralleri arttıkça tarla kapasitesi değeri de artar (Altınbaş vd., 2004).

Deneme toprağının tarla kapasitesindeki su miktarı başlangıç döneminde % 18,70 olarak saptanmıştır. Farklı dozlarda doğal zeolit uygulamasıyla bu değer % 19,19 ile % 24,56 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.6). En yüksek değer % 24,56 ile İ400 uygulamasının yapıldığı parselde saptanırken en düşük değer % 19,19 ile İ50 uygulamasının yapıldığı parsellerde

belirlenmiştir. Toprağa uygulanan zeolit tanık kontrol parseline göre tarla kapasitesi değerlerinde en çok % 31,3'lük bir artış göstermiştir. En az yükseliş ise % 2,6 ile K50 uygulamasının yapıldığı parsellerde belirlenmiştir. Hasat döneminde ise toprağın tarla kapasitesindeki nem miktarında belirgin bir artış meydana gelmiştir. Toprağa uygulanan zeolit kontrol parseline göre toprağın tarla kapasitesindeki nem miktarını en çok % 37 oranında İ400 uygulamasının yapıldığı parsellerde arttırmıştır. Her iki dönem arasında ve boyutlar arasında da belirgin bir fark ortaya çıkmıştır. Başlangıç döneminde toprağın tarla kapasitesindeki % nem miktarındaki artış hasat dönemindeki tarla kapasitesi % nem miktarının artışından daha azdır. Boyutlardaki artış incelenecek olursa, ince boyuttaki zeolitin iri boyuttaki zeolite göre daha fazla su tuttuğu saptanmıştır. Bunun sebebi ise yüzey alanı küçüldükçe, materyalin su tutma kapasitesinin artmasıdır (Munsuz, 1972).

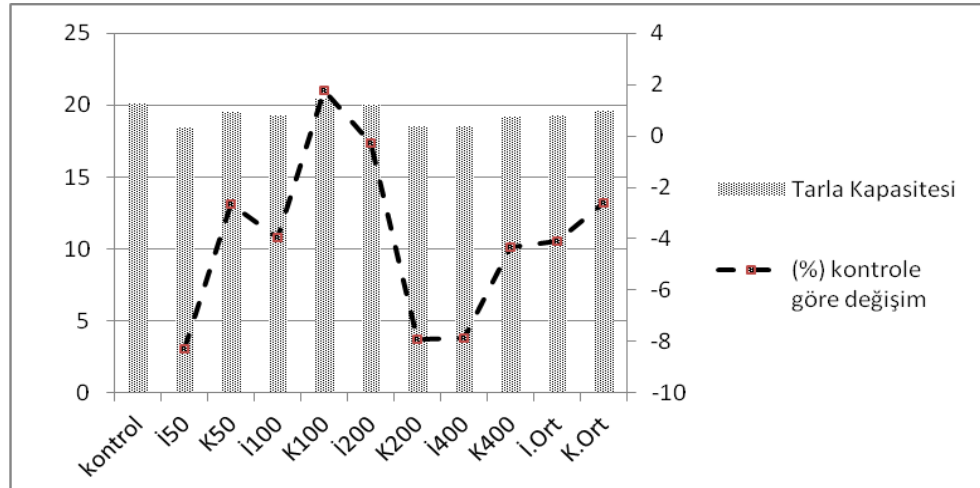
Çizelge 4.6. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın tarla kapasitesindeki % nem miktarı

Doz	Toprağın Tarla Kapasitesindeki % Nem Miktarı						Ortalama
	BAŞLANGIÇ			HASAT			
	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	
0	18,709 b	18,709 c	18,709 c	18,577 b	18,577 c	18,577 c	18,643 c
50	24,185 a	19,199 c	21,692 b	25,107 a	20,711 b	22,909 b	22,300 b
100	23,820 a	20,196 b	22,008 b	24,149 a	19,767 c	21,958 b	21,983 b
200	24,280 a	19,256 c	21,768 b	24,821 a	20,927 b	22,874 b	22,321 b
400	24,562 a	21,609 a	23,085 a	25,453 a	24,488 a	24,971 a	24,028 a
Ortalama	23,111 a	19,794 b	21,452 b	23,621 a	20,894 b	22,258 a	
Dönem LSD %1= 0,431							
Doz LSD %1=0,681							
Doz X Dönem LSD %1=0,963							
Boyut X Dönem LDS%1= 0,609							
Boyut X Dönem X DozLDS%1=1,362							

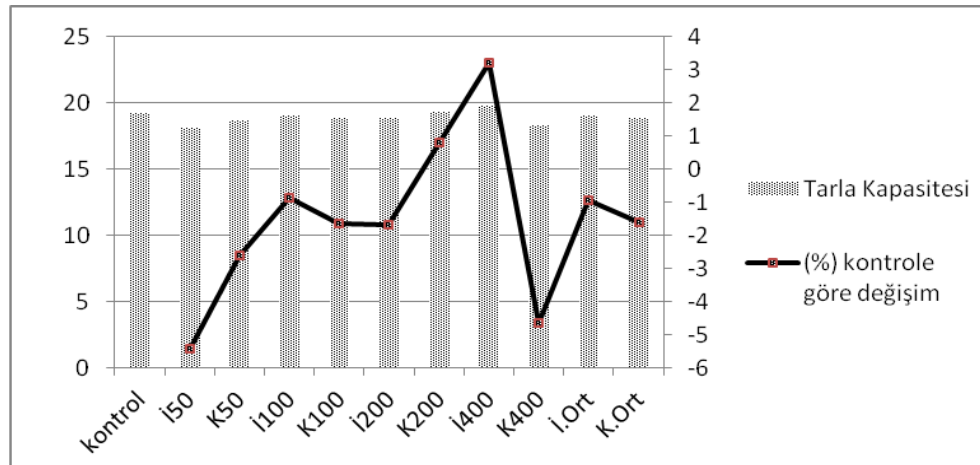
Tüzüner ve Tınay tarafından (1984) yapılan çalışmada zeolitin parça iriliği ile su tutma kapasitesi arasında yakın bir ilişki olduğu saptanmıştır. Zeolitin parça iriliği küçüldükçe yüzey alanı artmakta ve su tutma kapasitesi yükselmektedir. Toprağa 1, 2, 4, 8 ton/da düzeylerinde uygulanan zeolitin uygulama düzeyindeki artışa bağlı olarak tutulan nem miktarını önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir. Aynı çalışmada zeolitin toprağın gözenek hacmine olan etkileri incelenmiştir.

Belirli incelikte (0.074 mm) toprağa ilave edilen zeolit toprağın toplam gözenek hacmini belli bir oranda arttırmıştır. Gözenek hacminin artmasının bir sonucu olarak toprağın su tutma kapasitesi de artmıştır. Deneme topraklarına uygulanan her 2 zeolit boyutu ve her farklı zeolit miktarı toprağın su tutma kapasitesi farklı yüzdelerde ama hep pozitif yönde etki yaparak toprağın tarla kapasitesi değerini arttırmıştır.

Saatçı (1975), kil bünyeli bir toprağın tarla kapasitesinin ortalama % 22,6 olduğunu belirtmiştir. Yüksek tarla kapasitesi bitkiler için gerekli faydalı suyu içerdiğinden ve bitkilerin su gereksinmesini kolaylıkla karşıladığından arzu edilen bir durumdur. Kil bünyeye doğru gidildikçe kapiller boşluklar arttığından tarla kapasitesi de artmaktadır.



Şekil 4.10. Başlangıçta toprağın tarla kapasitesi ve kontrole göre % değişim miktarları.



Şekil 4.11. Hasat sonrası toprağın tarla kapasitesi ve kontrole göre % değişim miktarları.

4.1.7. Zeolitin Toprağın Solma Noktasındaki % Nem Miktarı Değeri Üzerine Etkisi

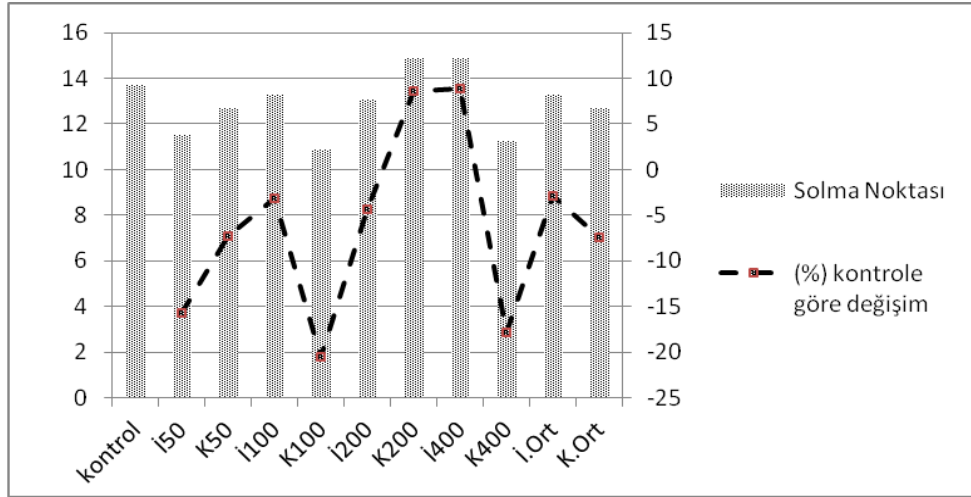
Bitkilerin solmaya başladığı anda toprağın içerdiği su miktarına sürekli solma noktası ya da solma noktası denir. Başka bir deyişle, bitkilerin turgor olayını (hücrelerin yapılarına su alarak şişmesi) gerçekleştiremedikleri andaki toprağın nem içeriğine solma noktası denilmektedir. Solma noktasındaki nem içeriği toprağın kil içeriği ile yakından ilgilidir (Altınbaş vd., 2004).

Toprağın solma noktası üzerine, toprak bünyesi ve organik madde içerikleri etkili olmaktadır. Organik topraklar olan peatlerde %80 veya daha fazla solma noktası saptanırken, kum bünyeli topraklarda %5-7, tın bünyeli topraklarda ise solma noktasındaki % nem düzeyinin %15-25 sınırları arasında değiştiği saptanmıştır (Narayana ve Shah, 1966).

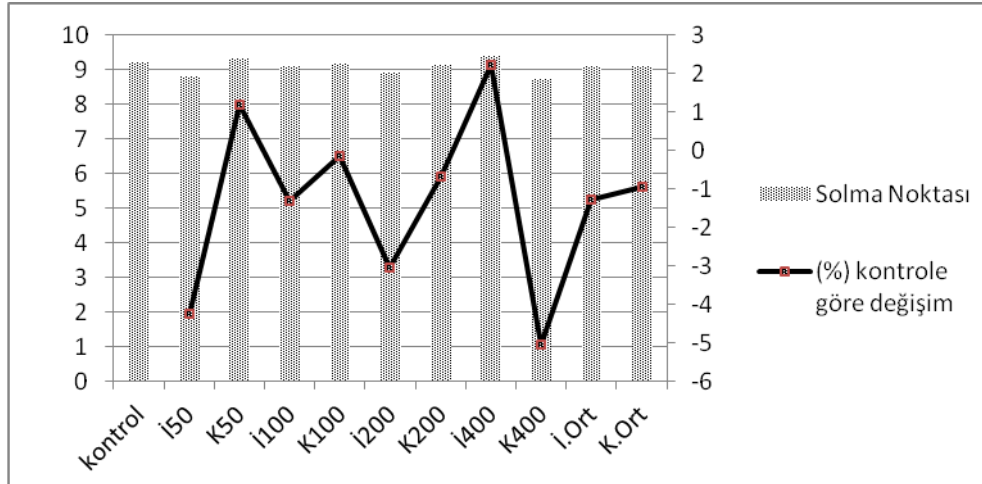
Çalışmanın yürütüldüğü toprağın solma noktasındaki nem miktarı % 10,47 olup bu değer doğal zeolit uygulamasıyla başlangıç döneminde % 13,13 ile % 19,69 arasında değişiklik göstermiştir. Zeolit uygulamasıyla deneme toprağının başlangıç döneminde solma noktasındaki nem miktarlarındaki en yüksek artış % 87,9 ile İ400 uygulamasının yapıldığı parsellerde saptanmıştır. Hasat döneminde ise zeolit uygulamasıyla kontrol parseline göre en yüksek artış % 151,6 ile İ400 uygulamasının yapıldığı parsellerde bulunmuştur (Çizelge 4.7). Dönemler ve boyutlar arasında zeolit uygulamasıyla toprağın solma noktasındaki % nem miktarında belirgin bir artış saptanmıştır. Başlangıç dönemine göre hasat döneminde toprağın solma noktasındaki artış LSD testine göre % 1 önem düzeyinde 0,699 olarak hesaplanmıştır. İnce boyutlu zeolitler ise iri boyutlu zeolitlere göre toprağın solma noktasındaki % nem miktarını önemli ölçüde arttırmıştır (Şekil 4.12. ve Şekil 4.13.).

Çizelge 4.7. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın Solma Noktası değerleri

Doz	Toprağın Solma Noktasındaki % Nem Miktarı						Ortalama
	BAŞLANGIÇ			HASAT			
	İnce	Kalın	Ortalama	İnce	Kalın	Ortalama	Ortalama
0	10,478 b	10,478 c	10,478 c	9,412 c	9,412 c	9,412 c	9,945 c
50	19,001 a	13,337 b	16,169 b	21,560 b	16,032 b	18,796 b	17,482 b
100	18,681 a	13,864 b	16,273 b	20,694 b	16,511 b	18,738 b	17,505 b
200	18,745 a	13,134 b	15,940 b	22,586 b	17,518 b	20,052 b	17,996 b
400	19,692 a	16,084 a	17,888 a	23,677 a	21,282 a	22,480 a	20,184 a
Ortalama	17,319 a	13,379 b	15,349 b	19,640 a	16,151 b	17,895 a	
Dönem LSD %1= 0,699							
Doz LSD %1=1,106							
Dönem X Doz LSD %1= 1,563							
Dönem X Boyut LSD %1= 0,989							



Şekil 4.12. Başlangıçta toprağın solma noktası ve kontrole göre % değişim miktarları.



Şekil 4.13. Hasat sonrası toprağın solma noktası ve kontrole göre % değişim miktarları.

4.1.8. Zeolit Toprağın Faydalı Su İçeriği Üzerine Etkisi

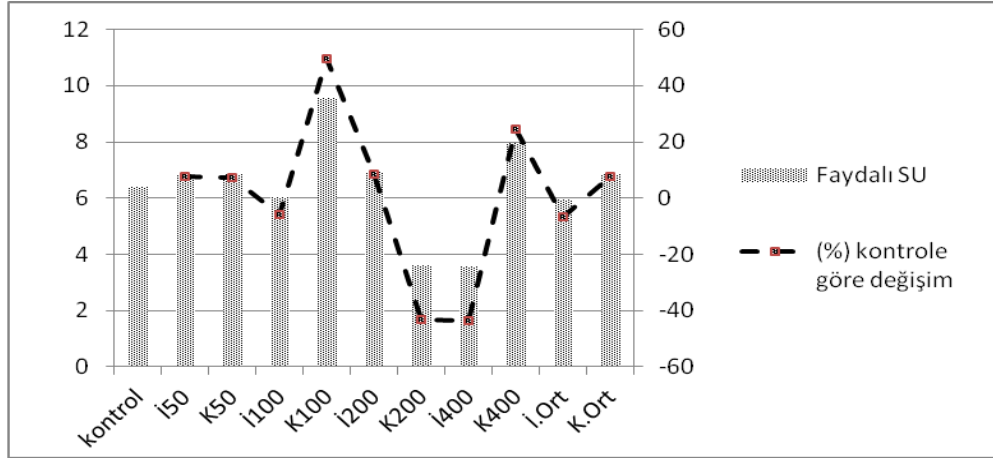
Toprağın önemli fiziksel özelliklerinden biri olan faydalı su miktarı tarla kapasitesi ve solma noktası arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır. Faydalı su kapasitesi ise solma noktasında bulunan bir toprağın tarla kapasitesine ulaşınca kadar kullandığı su miktarına denir (Özdemir, 2002).

Deneme toprağının faydalı su içeriği % 8,231 olarak belirlenmiş (Çizelge 4.8) zeolit uygulamasıyla bu değer % 5,184 ile % 6,332 arasında değişiklik göstermiştir.

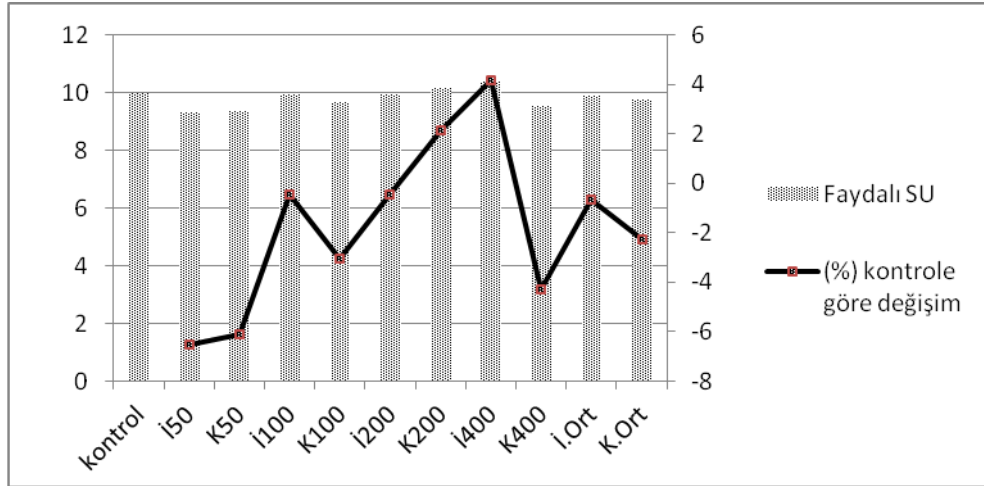
Çizelge 4.8. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın faydalı su değerleri

Doz	Faydalı Su %						Ortalama
	BAŞLANGIÇ			HASAT			
	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	
0	8,231 a	8,231 a	8,231 a	9,165 a	9,165 a	9,165 a	8,698 a
50	5,184 b	5,862 b	5,523 b	3,547 b	4,678 b	4,113 b	4,818 b
100	5,138 b	6,332 b	5,735 b	3,185 c	3,256 b	3,220 c	4,478 c
200	5,535 b	6,122 b	5,829 b	2,235 c	3,409 b	2,822 c	4,325 c
400	4,870 b	5,525 b	5,198 b	1,776 c	3,206 b	2,491 c	3,844 c
Ortalama	5,792 b	6,414 a	6,103 a	3,982 b	4,743 a	4,362 b	
Dönem LSD %1= 0,545							
Doz LSD %1=0,862							
Boyut X Dönem LSD %5= 0,576							
Dönem X Doz LSD %1= 1,219							
Doz X Dönem X Boyut LSD %1= 1,725							

Toprağa uygulanan zeolit kontrol parseline göre toprağın faydalı su değerlerinde en çok % -40,8'lık bir düşüş göstermiştir. Kontrol parselinde % 8,231 olan toprağın faydalı su değeri başlangıç döneminde en yüksek azalışın 1400 uygulamasının yapıldığı parsellerde olduğu saptanmıştır (Şekil 4.15, Şekil 4.15). Hasat döneminde ise en yüksek azalışın yine 1400 uygulamasının yapıldığı parseller olduğu belirlenmiştir. Zeolit uygulamasıyla toprağın faydalı su içeriğindeki azalma hem dönemler arasında hem de boyutlar arasında fark yaratmıştır. Tarla kapasitesi ve solma noktasındaki % nem miktarlarındaki artışa paralel olarak deneme toprağının faydalı su içeriği azalmıştır.



Şekil 4.14. Başlangıçta toprağın faydalı su miktarı ve kontrole göre % değişim miktarları.



Şekil 4.15. Hasat sonrası toprağın faydalı su miktarı ve kontrole göre % değişim miktarları.

Ancak toprağa zeolit uygulamalarına paralel olarak tarla kapasitesi ve solma noktasındaki % nem değerleri kontrol değerlerine göre birbirine daha fazla yaklaşmıştır. Bu nedenle faydalı su miktarları arasında uygulamalar dikkate alındığında çok fark saptanamamıştır. Oysa zeolit uygulanmayan parsellerdeki toprak faydalı su içeriği ve dolayısıyla tarla kapasitesi ve solma noktası arasındaki fark daha çok açılmış ve toprağın faydalı su içeriği % 8 civarında analiz edilmiştir.

4.2. Zeolit Uygulamalarının Toprağın Bazı Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri

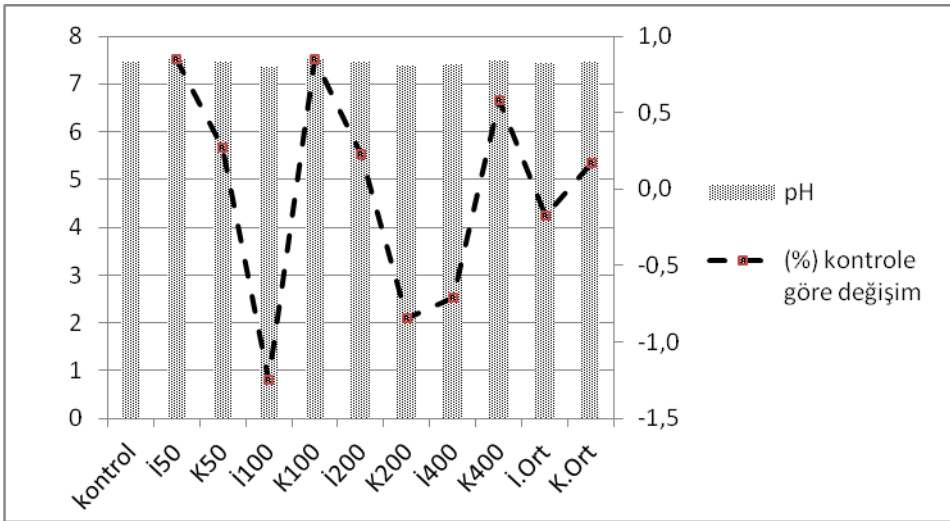
Doğal zeolitin toprağın bazı kimyasal özellikleri üzerine olan etkileri çalışma kapsamında incelenmiş ve analizleri yapılmıştır.

4.2.1. Zeolit Toprak Reaksiyon (pH) Değeri Üzerine Etkisi

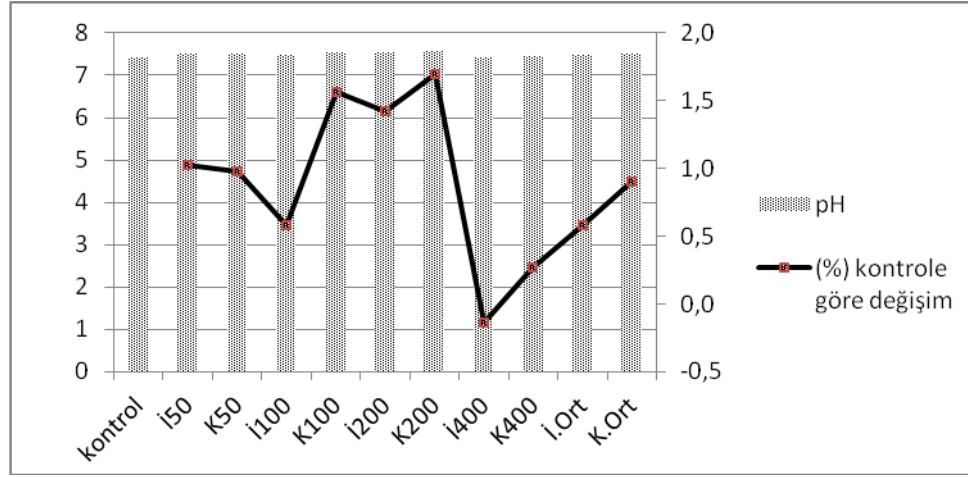
Toprağın kimyasal özelliklerinden biri olan pH, 100 g toprakta bulunan H^+ iyonlarının – logaritması olarak tanımlanmaktadır. Deneme alanı toprağının pH'sı 7,450' dir. Zeolit uygulamasıyla bu değer 7,43 ile 7,56 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.9). Toprağa uygulanan zeolit kontrol parseline göre toprağın pH değerlerinde en çok % 1,69 artış meydana gelmiştir. Tanık parseline göre en yüksek pH değeri K200 uygulamasının yapıldığı parselerde saptanmıştır (Şekil 4.16. ve Şekil 4.17).

Çizelge 4.9. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın pH değerleri

Doz	pH						
	BAŞLANGIÇ			HASAT			
	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	Ortalama
0	7,450	7,450	7,450	7,437	7,437	7,437	7,443
50	7,513	7,470	7,492	7,513	7,510	7,512	7,502
100	7,357	7,513	7,435	7,480	7,553	7,517	7,476
200	7,467	7,387	7,427	7,543	7,563	7,553	7,490
400	7,397	7,493	7,445	7,427	7,457	7,442	7,443
Ortalama	7,437	7,463	7,450	7,480	7,504	7,492	



Şekil 4.16. Başlangıçta toprağın pH değeri ve kontrole göre % değişim miktarları.



Şekil 4.17. Hasat sonrası toprağın pH değeri ve kontrole göre % değişim miktarları.

LSD testi sonuçlarına göre dönemler arasında farklılıklar bulunmuş olup, uygulamalar sonucunda pH değerinde çok az miktarda artış saptanmıştır. Saptanan değerler hafif alkali (7,4-7,8) sınırları içinde kalmıştır. Ortamın tepkimesi bitkinin beslenmesi üzerine etkili olduğu için önemlidir (Varış ve Atalay, 1991). Denemede kullanılan buğday bitkisinin pH isteği 7,0-7,7 arasındadır (Alpaslan ve ark. 1998; Sherif ve ark. 1998). Denemede kullanılan zeolit in toprak tepkimesi üzerine etkisi ve dolaylı olarak da bitki beslenmesi açısından herhangi bir olumsuzluk yarattığı söylenemez.

4.2.2. Zeolit in Toprakların % Kireç (CaCO_3) İçeriği Üzerine Etkisi

Topraktaki kireç miktarı bitkiler için önemlidir. Topraktaki temel kireç bileşikleri; kalsiyum ile magnezyum karbonatlar ve dolomittir. Laboratuvar koşullarında, karbonat miktarı nicel olarak belirlenerek % toplam CaCO_3 miktarı cinsinden ifade edilir. Toprak kireç içeriği sınıflaması genel olarak aşağıdaki gibi yapılmaktadır.

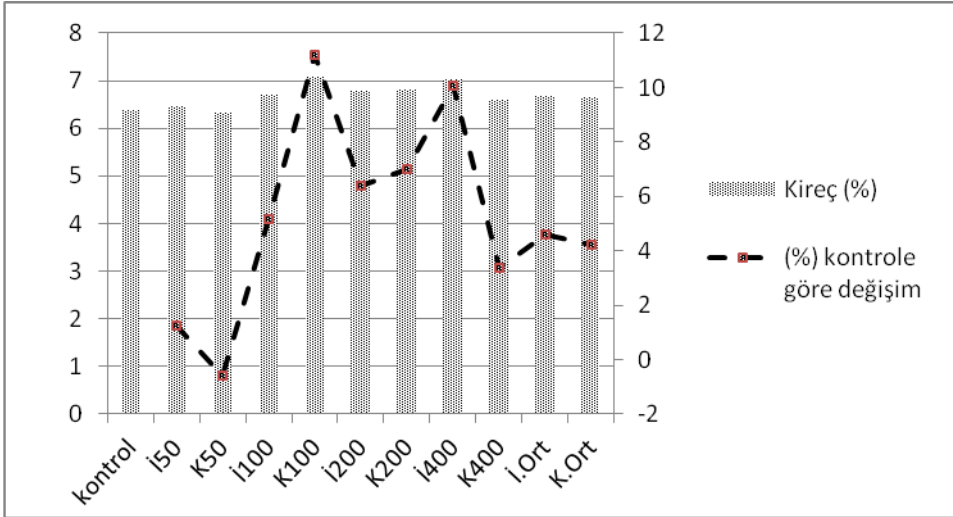
Çizelge 4.10. Toprak kireç içeriği sınıflaması (Evliya, 1964).

Kireç Sınıfı	CaCO_3 (%)
Az kireçli	0-4
Orta kireçli	4-8
Kireçli	8-15
Çok kireçli	15-30
Çok fazla kireçli	30-55
Marn	55-70
Çok kireçli marn	>70

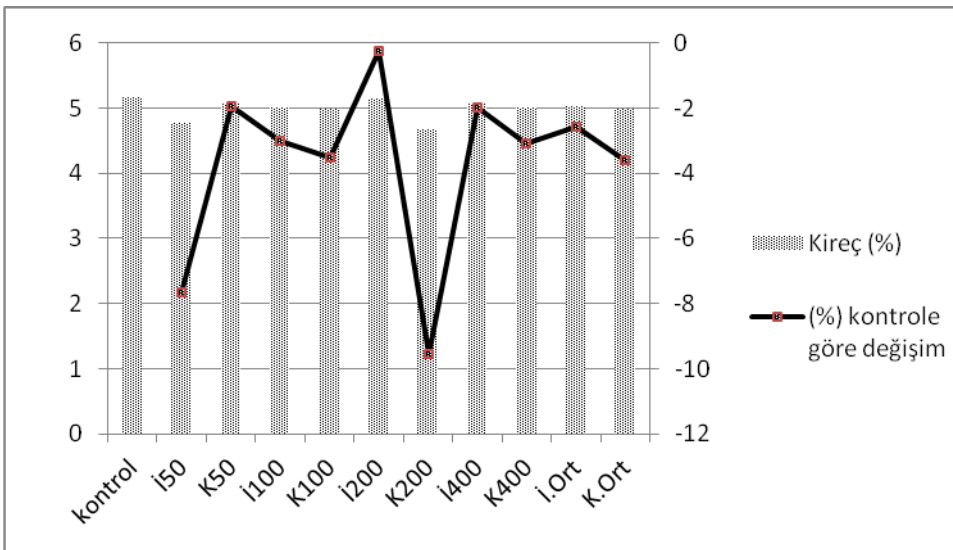
Çizelge 4.11. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın kireç değerleri

Doz	Kireç (%)						Ortalama
	BAŞLANGIÇ			HASAT			
	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	
0	6,377	6,377	6,377	5,173	5,173	5,173	5,775
50	6,457	6,340	6,398	4,777	5,073	4,925	5,662
100	6,707	7,090	6,898	5,017	4,990	5,003	5,951
200	6,783	6,823	6,803	5,160	4,680	4,920	5,862
400	7,020	6,593	6,807	5,070	5,013	5,042	5,924
Ortalama	6,669	6,645	6,657 a	5,039	4,986	5,013 b	

Dönem LSD %1= 0,228



Şekil 4.18. Başlangıçta toprağın kireç miktarı ve kontrole göre % değişim miktarları.



Şekil 4.19. Hasat sonrası toprağın kireç miktarı ve kontrole göre % değişim miktarları.

Deneme toprağının kireç içeriği 6,38 ile orta kireçli sınıf olarak bulunmuştur (Evliya, 1964). Zeolit ilavesiyle topraktaki % CaCO_3 miktarı % 4,68 ile 5,16 arasında değişim göstermiştir. En düşük kireç miktarı % 4,68 ile K200 uygulamasının yapıldığı parsellerde, en yüksek kireç miktarı ise % 5,16 ile K200 uygulamasının yapıldığı parsellerde saptanmıştır. Toprağa uygulanan farklı doz ve boyutlardaki zeolit kontrol parseline göre toprağın % kireç içeriğinde en çok % 9,53'lük bir düşüş meydana getirmiştir (Şekil 4.19). Deneme toprağına uygulanan zeoliti dönemler açısından karşılaştırdığımızda LSD testine göre %1 önem düzeyinde fark olduğu, hasat dönemindeki % kireç içeriğinin başlangıç dönemindeki % kireç içeriğine göre düşüş gösterdiği saptanmıştır. Dozlar açısından karşılaştırıldığında ise önemli düzeyde fark bulunamamıştır (Çizelge 4.11).

4.2.3. Zeolitin Toprağın Suda Çözünabilir Toplam Tuz Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

Toprakta tuzluluk birim hacimdeki toprakta bulunan çözünabilir tuzların miktarını belirtir.

Çizelge 4.12. Toprak tuzluluk sınıfları (Akalan, 1988).

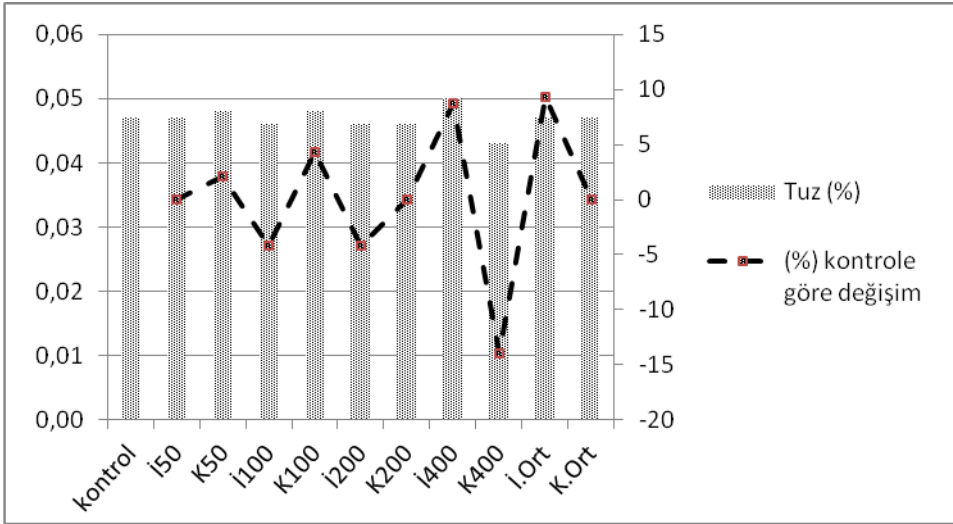
Tuzluluk Sınıfı	Suda Çözünabilir Toplam Tuz (%)
Tuzsuz toprak	0-0,150
Az tuzlu toprak	0,150-0,450
Tuzlu toprak	0,450-0,700
Çok tuzlu	□0,700+

Deneme kurulan toprağın suda çözünabilir toplam tuz içeriği % 0,047 olarak belirlenmiş ve tuzsuz toprak sınıfına girmiştir (Akalan, 1988). Zeolit uygulamasıyla toprakların suda çözünabilir toplam tuz içerikleri % 0,036 ile 0,045 arasında değişim göstermiştir. En düşük tuzluluk değeri % 0,036 ile İ200 uygulamasının yapıldığı parsellerde, en yüksek tuzluluk değeri ise % 0,045 ile İ400 uygulamasının yapıldığı parsellerde saptanmıştır (Çizelge 4.13).

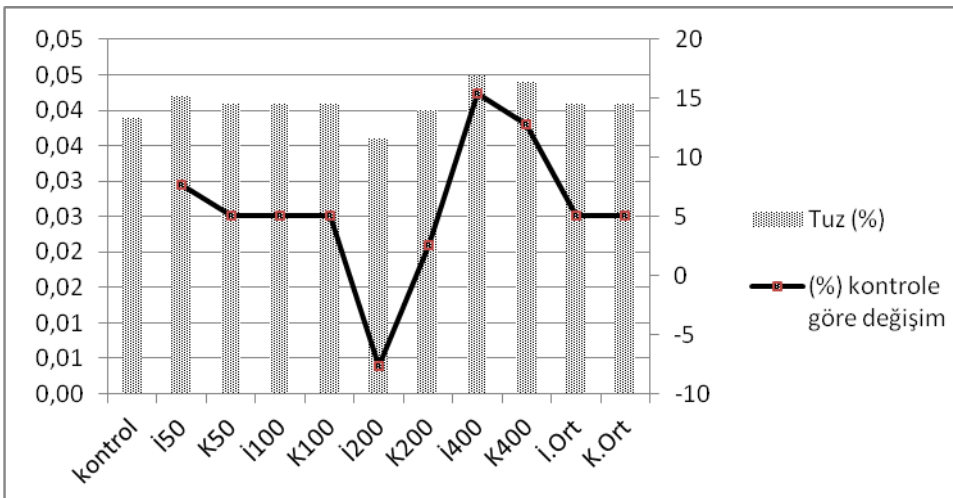
Çizelge 4.13. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın suda çözünebilir toplam tuz içeriği

Doz	Toprağın Suda Çözünebilir Toplam Tuz İçeriği (%)						Ortalama
	BAŞLANGIÇ			HASAT			
	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	
0	0,047	0,047	0,047	0,039	0,039	0,039	0,043
50	0,047	0,048	0,048	0,042	0,041	0,041	0,044
100	0,046	0,048	0,047	0,041	0,041	0,041	0,044
200	0,046	0,046	0,046	0,036	0,040	0,038	0,042
400	0,050	0,043	0,047	0,045	0,044	0,045	0,046
Ortalama	0,047	0,047	0,047 a	0,041	0,041	0,041 b	

Dönem LSD %1= 0,004



Şekil 4.20. Başlangıçta toprağın tuz miktarı ve kontrole göre % değişim miktarları.



Şekil 4.21. Hasat sonrası toprağın tuz miktarı ve kontrole göre % değişim miktarları.

Zeolit uygulamaları ile suda çözünebilir toplam tuz değerleri artış göstermiş olup özellikle K400 ve İ400 uygulamalarının yapıldığı parsellerde sırasıyla %15,38 ve % 12,82 artış gözlenmiştir. En yüksek düşüş ise hasat döneminde % 7,69 ile İ200 uygulamasının yapıldığı parsellerde görülmüştür (Şekil 4.21). Yapılan varyans analizlerine göre boyutlar arasında fark gözlenmemiş, dönemler arasında ise %1 önem düzeyinde farklılık saptanmıştır

Buğday bitkisi tuzluluğa karşı dayanıklı bir bitki değildir (Alpaslan ve ark. 1998; Sherif ve ark. 1998). Uygulamaların toprakta tuzluluk sorununa neden olmadığı ve toprak tuzluluğunun tüm uygulamalarda bitkisel üretimi tehdit eder içeriğe ulaşmadığı görülmektedir.

4.2.4. Zeolitin Toprakların % Organik Madde İçeriği Üzerine Etkisi

Toprakların en aktif ve bileşenlerinden birisi toprak organik maddesidir. Toprak içersinde ve üzerinde bulunan, devamlı ayrışma, değişme ve yeni oluşum olaylarına uğrayan bütün ölü maddelere organik madde denilmektedir (Schaffer ve Ulrich, 1960).

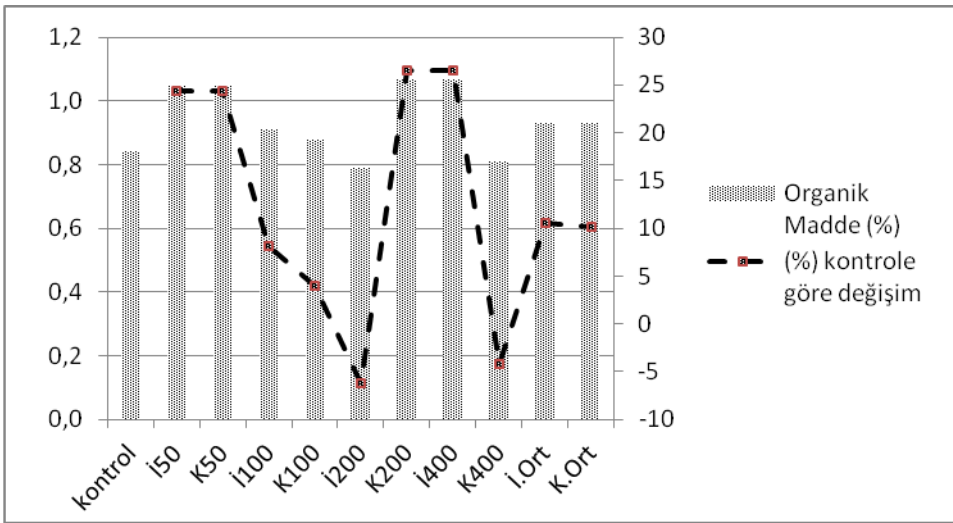
Çizelge 4.14. Organik madde oranına göre toprağın durumu (Black, 1965)

Organik Madde Miktarı	Toprağın Durumu
% 1'den az	Çok az
% 1-1,5	Yetersiz
% 1,5-2,5	Orta
% 2,5' den fazla	Yeterli

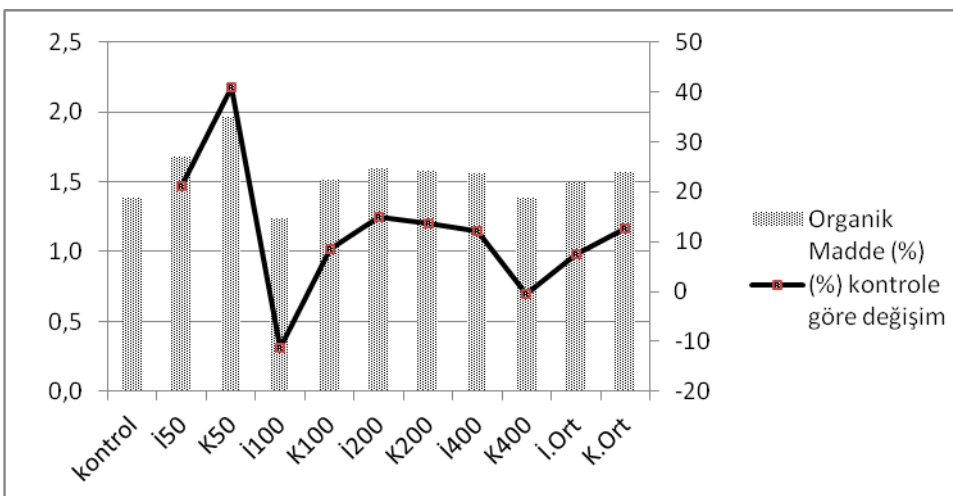
Deneme kurulan toprağın % organik madde içeriği 0,84 olarak ve ‘‘ çok az’’ organik madde içeren toprak konumunda bulunmuştur. Zeolit uygulamaları sonucunda bu değer % 1,24 ile 1,96 arasında değişim göstermiştir. En düşük % organik madde değeri % 1,24 ile İ100 uygulamasının yapıldığı parsellerde saptanırken, en yüksek değer % 1,96 ile K50 uygulamasını yapıldığı parsellerde belirlenmiştir (Şekil 4.22). Deneme alanına zeolit uygulanması ile toprağın organik madde içeriğinde artış gözlenirken hasat dönemindeki İ100 ve K400 uygulamalarının yapıldığı parsellerde düşüş olduğu saptanmıştır. Kontrol parseline göre en yüksek % 40,92' lük artış İ50 uygulaması ile bulunmuştur. En fazla düşüş ise % 11,20 ile İ100 uygulamasının yapıldığı parselde görülmüştür (Şekil 4.23).

Çizelge 4.15. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın % organik madde içeriği

Toprağın Toplam Organik Madde İçeriği (%)							
Doz	BAŞLANGIÇ			HASAT			Ortalama
	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	
kontrol	0,843 a	0,843 a	0,843 a	1,393 a	1,393 a	1,393 a	1,118 a
50	1,049 a	1,049 a	1,049 a	1,687 a	1,963 a	1,825 a	1,437 a
100	0,912 a	0,877 a	0,895 a	1,237 a	1,513 a	1,375 a	1,135 a
200	0,791 a	1,067 a	0,929 a	1,600 a	1,583 a	1,592 a	1,260 a
400	1,067 a	0,808 a	0,938 a	1,563 a	1,387 a	1,475 a	1,206 a
Ortalama	0,932 a	0,929 a	0,931 b	1,496 a	1,568 a	1,532 a	
Dönem LSD %1= 0,372							



Şekil 4.22. Başlangıçta toprağın organik madde miktarı ve kontrole göre % değişim miktarları.



Şekil 4.23. Hasat sonrası toprağın organik madde miktarı ve kontrole göre % değişim miktarları.

Deneme alanına zeolit uygulamalarının sonucunda yapılan LSD testlerine göre dozlar arasında önemli bir fark bulunamamıştır. Dönemler arasında ise zeolit uygulaması sonucu %1 önem düzeyinde fark saptanmıştır (Çizelge 4.15). Zeolit uygulamasıyla başlangıç dönemine göre hasat döneminde artış olduğu görülmüştür. Özdemir ve ark. (2005), toprağa uyguladıkları organik ve inorganik düzenleyiciler ile toprakların pH, KDK ve organik madde miktarlarını genellikle olumlu yönde değiştiğini saptamışlardır.

4.2.5. Zeolitin Toprağın Katyon Değişim Kapasitesi (KDK) Değeri Üzerine Etkisi

Katyon değişim kapasitesi ya da katyon değişimi, kolloid yüzeylerinde adsorbe edilmiş bir katyonun yerini, toprak çözeltisinde bulunan katyonlardan birini alması ve önceden adsorbe edilmiş katyonun toprak çözeltisine geçme olayıdır (Akalan, 1988).

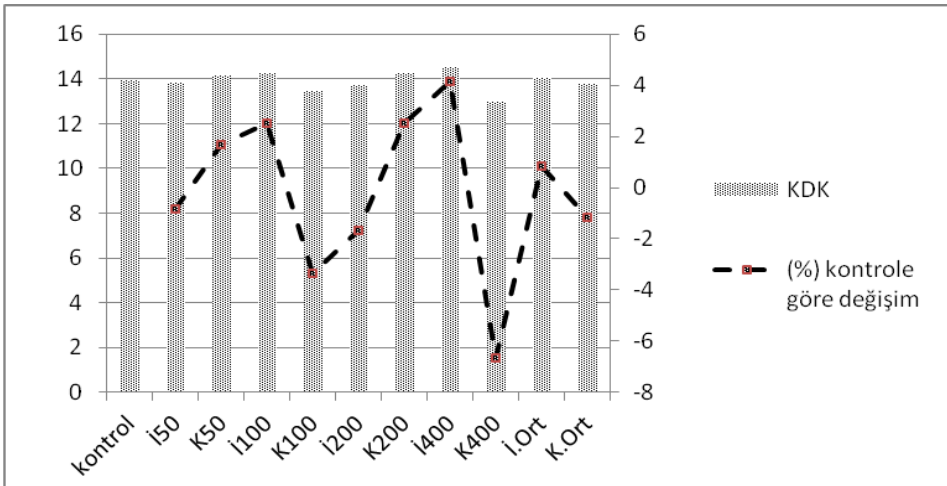
Geniş izomorfik yer değiştirme özelliği gösteren zeolit minerali yüksek bir katyon değişim kapasitesi ve toprak çözeltisindeki katyonların absorpsiyonunda seçicilik özelliğine sahiptir (Yalçın vd., 1987; Balevi vd., 1999).

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

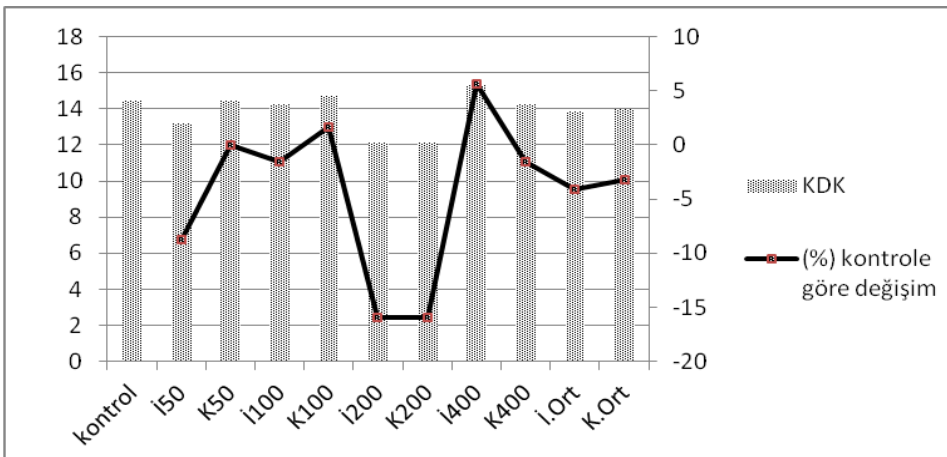
Deneme alanının katyon değişim kapasitesi (KDK) 9,18 me / 100 g' dir. Zeolitin ilavesiyle bu değer başlangıç döneminde 11,43 ile 16,44 me / 100 g arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.16). Bu dönemde kontrol parseline göre en yüksek KDK artışının % 79,2 ile İ400 uygulamalarının yapıldığı parseller olduğu tespit edilmiştir. Hasat döneminde ise kontrol parseline göre en yüksek artış % 103 ile yine İ400 uygulamalarının yapıldığı parsellerde olduğu tespit edilmiştir. Dönemler ve boyutlar arasında da belirgin bir fark gözlenmiştir (Şekil 4.24, Şekil 4.25). İnce boyutlu zeolitin iri boyutlu zeolite göre daha fazla KDK'sine sahip olduğu belirlenmiştir. Yüzey alanı küçüldükçe materyalin su ve katyon tutma kabiliyeti arttığı için KDK'ndeki bu artış beklenen bir sonuçtur (Munsuz, 1972).

Çizelge 4.16. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın katyon değişim kapasitesi

Doz	Toprağın KDK'si (me/100g)						Ortalama
	BAŞLANGIÇ			HASAT			
	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	
0	9,177 e	9,177 d	9,177 e	9,107 e	9,107 d	9,107 e	9,142 e
50	14,077 d	11,433 c	12,755 d	14,557 d	12,797 c	13,677 d	13,216 d
100	14,737 c	12,153 b	13,445 c	15,307 c	13,193 c	14,250 c	13,848 c
200	15,797 b	12,130 b	13,963 b	16,729 b	13,600 b	15,163 b	14,563 b
400	16,447 a	13,403 a	14,925 a	18,493 a	13,927 a	16,210 a	15,568 a
Ortalama	14,047 a	11,659 b	12,853 b	14,838 a	12,525 b	13,681 a	
Dönem LSD %1=0,203							
Doz LSD %1= 0,321							
Doz X Dönem LSD %1= 0,454							
Boyut X Dönem LSD %1= 0,287							
Doz X Dönem X Boyut LSD %1= 0,641							



Şekil 4.24. Başlangıçta toprağın KDK değeri ve kontrole göre % değişim miktarları.



Şekil 4.25. Hasat sonrası toprağın KDK değeri ve kontrole göre % değişim miktarları.

4.3. Zeolit Uygulamalarının Toprağın Bazı Verimlilik Faktörleri Üzerine Etkisi

4.3.1. Zeolitin Toprağın Makro Besin Elementi İçeriği Üzerine Etkisi

Bu araştırmada toprağa ilave edilen farklı düzeylerdeki zeolitin toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana getirdiği değişikliklerin yanı sıra bu materyallerin, toprakların verimlilik özelliklerini oluşturan bazı makro besin elementleri üzerine olan etkileri de incelenmiştir.

Toprak analiz yöntemlerine göre, toprak analizlerinin değerlendirilmesinde kullanılan standart değerler Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Toprak analizlerinin değerlendirilmesinde kullanılan standart değerler (Toplam-N %, diğerleri mg/kg olarak ifade edilmiştir) (Bingham, 1949, Lindsay ve Norwell, 1969, FAO 1990, Tovep, 1991).

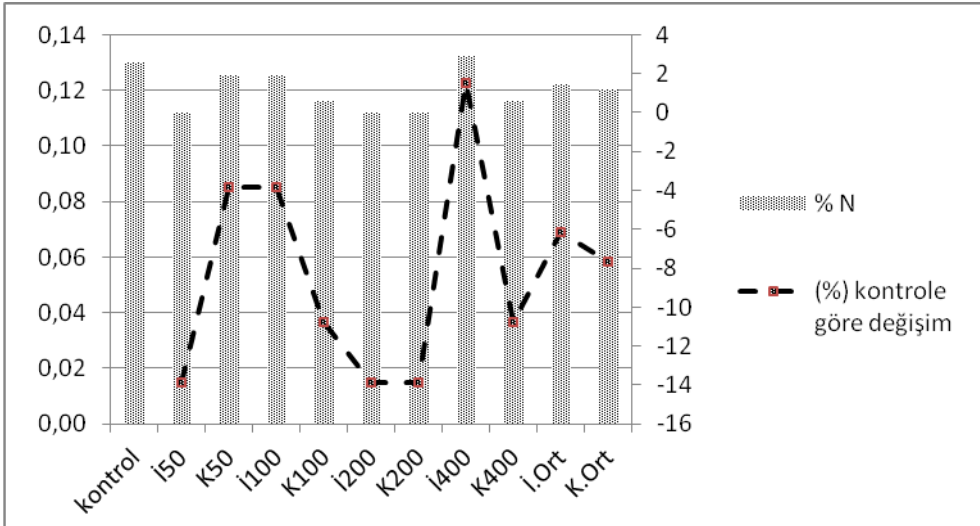
Besin maddesi	Çok az	Az	Yeterli	Fazla	Çok fazla
N (toplam)	□ 0,045	0,045-0,090	0,090-0,170	0,170-0,320	□ 0,320
P (suda çöz.)		□ 1,30	1,30-3,26	□ 3,26	
K (CH ₃ COONH ₄)	□ 50	50-140	140-370	370-1000	□ 1000
Ca (CH ₃ COONH ₄)	0-380	380-1150	1150-3500	3500-10000	□ 10000
Mg (CH ₃ COONH ₄)	0-50	50-160	160-480	480-1500	□ 1500

Çalışmanın yapıldığı toprağın toplam-N içeriği % 0,13’ tür. Bu değer ‘‘yeterli’’ olarak değerlendirilmektedir. Toprağın toplam-N içeriği zeolit ilavesiyle % 0,13 ile 0,15 arasında değişen değerlere ulaşmıştır. Deneme toprağına inorganik kökenli zeolit uygulamaları sonucunda kontrol parseline göre başlangıç döneminde en yüksek artış % 1,54 ile İ400 uygulamasının yapıldığı parsellerde gözlenmiş ancak hasat döneminde İ400 uygulamasının artış oranı % 33 düzeyine ulaşmıştır.

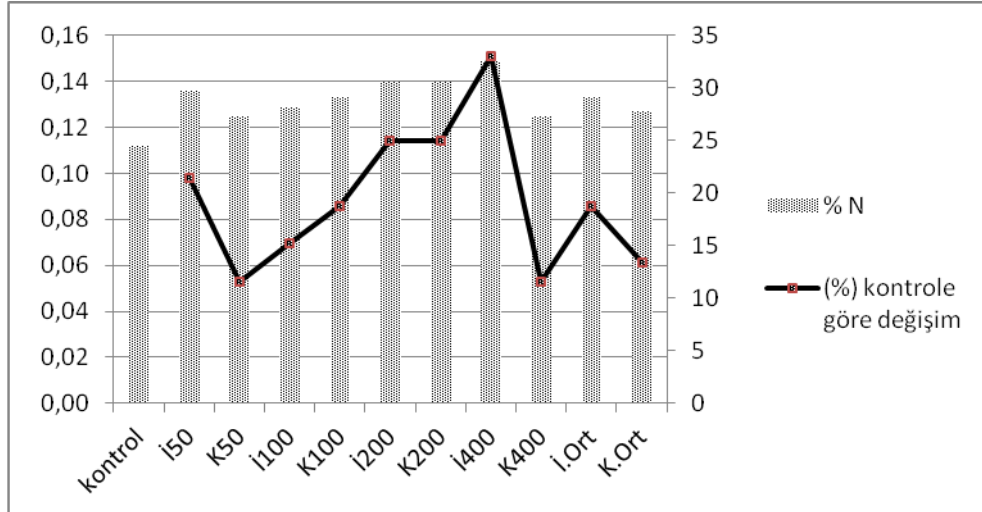
Çizelge 4.18. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın toplam-N içeriği

Toprağın Toplam-N İçeriği (%)							
Doz	BAŞLANGIÇ			HASAT			Ortalama
	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	
0	0,130	0,130	0,130 a	0,112 b	0,112 b	0,112 b	0,121
50	0,112	0,125	0,119 ab	0,136 ab	0,125 ab	0,131 a	0,125
100	0,125	0,116	0,120 ab	0,129 ab	0,133 ab	0,131 a	0,126
200	0,112	0,112	0,112 b	0,140 a	0,140 a	0,140 a	0,126
400	0,132	0,116	0,124 ab	0,149 a	0,125 ab	0,137 a	0,131
Ortalama	0,122	0,120	0,121 b	0,133	0,127	0,130 a	
Dönem LSD %5=0,008				Doz X Dönem 2 LSD %5= 0,018			
Doz X Dönem 1 LSD %5= 0,018				Doz X Dönem 2 X Boyut 1 LSD %5= 0,025			
				Doz X Dönem 2 X Boyut 2 LSD %5= 0,025			

Deneme alanına uygulanan zeolitin yapılan varyans analiz sonuçlarına göre dönemler arasında % 5 önem düzeyinde fark oluşturduğu, hasat döneminde toprağın toplam-N içeriğinin artış gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.18). Başlangıç döneminde dozlar arasında %5 önem düzeyinde fark bulunmuştur. Hasat döneminde ise doz ve boyut farklılığının toprağın toplam N içeriği üzerine etkileri farklı olmuştur. İnce ve iri boyutlardaki zeolit uygulamalarının kontrol parseline göre toprağın toplam N içeriğinde artış yarattığı tespit edilmiştir (Şekil 4.26 ve Şekil 4.27).



Şekil 4.26. Başlangıçta toprağın toplam N miktarı ve kontrole göre % değişim miktarları.



Şekil 4.27. Hasat sonrası toprağın toplam N miktarı ve kontrole göre % değişim miktarları.

Geniş izomorfik yer değiştirme özelliği gösteren zeolit minerali bu özellikleri nedeniyle yüksek bir kation değişim kapasitesi ve toprak çözeltisinde kationların adsorbsiyonunda seçicilik özelliğine sahiptir. Mineralde divalent kasyonlardan daha çok monovalent kationların (NH_4^+) tutulduğu kaydedilmiştir. Gübre olarak toprağa verilen NH_4^+ 'un NH_3 ve yıkanma sonucu NO_3^- şeklinde yitirildiği bilinmektedir. Zeolit, amonyağa olan yüksek seçiciliği ve amonyum değişim kapasitesi nedeniyle azotlu gübrenin yıkanmasını azaltmaktadır. Suyla yıkanarak topraktan alınıp başka yerlere taşınmasını da önleyerek azotun toprakta kalmasını sağlamaktadır (Kocakuşak ve ark., 2001).

Denemenin yürütüldüğü toprağın alınabilir P içeriği 8,82 mg/lit bulunmuştur. Zeolitin ilavesiyle bu değer 1,94 ile 5,96 mg/lit arasındaki değerlere ulaşmıştır.

Çizelge 4.19. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın alınabilir P içeriği

Doz	Toprağın Alınabilir P İçeriği (mg/lit)						Ortalama
	BAŞLANGIÇ			HASAT			
	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	
0	8,823	8,823	8,823	2,739	2,739 ab	2,739	5,781
50	8,892	9,776	9,334	2,444	5,963 a	4,203	6,769
100	9,083	7,852	8,467	4,056	2,149 b	3,103	5,785
200	9,343	8,199	8,771	1,941	3,051 ab	2,496	5,633
400	8,441	7,852	8,147	5,096	4,576 ab	4,836	6,491
Ortalama	8,916	8,500	8,708 a	3,255	3,695	3,475 b	
Dönem LSD % 1= 1,521							
Doz X Dönem 2 X Boyut 2 LSD %5= 3,595							

Yapılan varyans analiz testlerine göre deneme toprağına zeolit uygulanması ile dönemler arasında %1 önem düzeyinde fark bulunmuştur (Çizelge 4.19). Başlangıç dönemine göre hasat döneminde toprağın alınabilir P içeriğinde azalma olduğu saptanmıştır. Buğdayın fosfora olan ihtiyacı çimlenmeden kardeşlenme devresinin sonuna kadar oldukça fazladır. Bu devrede bitki, ömrü boyunca alacağı fosforun %75' ini almaktadır (Alpaslan ve ark. 1998; Sherif ve ark. 1998). Bu sebeple hasat döneminde toprakta bulunan alınabilir fosforun azalması beklenen bir sonuçtur.

Çalışmanın yürütüldüğü toprağın alınabilir K içeriği 350 mg/lt olarak ‘yeterli’ düzeyde bulunmuştur. Zeolit ilavesiyle bu değer 288 mg/lt ile 358 mg/lt arasındaki değerlere ulaşmıştır.

Çizelge 4.20. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın alınabilir K içeriği

Doz	Toprağın Alınabilir K İçeriği (mg/lt)						Ortalama
	BAŞLANGIÇ			HASAT			
	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	
0	350,000	350,000	350,000	321,667	321,667	321,667	335,833 a
50	378,333	413,333	395,833	333,333	335,000	334,167	365,000 ab
100	338,333	368,333	353,333	288,333	313,333	300,833	327,083 ab
200	396,667	321,667	359,167	313,333	331,667	322,500	340,833 ab
400	431,667	358,333	395,000	361,667	358,333	360,000	377,500 b
Ortalama	379,000	362,333	370,667 a	323,667	332,000	327,833 b	
Dönem LSD %1= 40,222							
Doz LSD %5= 47,520							

Yapılan varyans analiz testlerine göre deneme alanına zeolit uygulamasıyla dönemler arasında % 1 önem düzeyinde fark bulunmuştur (Çizelge 4.20). Başlangıç dönemine göre hasat döneminde toprağın alınabilir K içeriğinde azalma olduğu saptanmıştır. Gül vd., (2005) yaptığı bir çalışmada, yetiştirme ortamına zeolit ilavesinin bitkiler tarafından kaldırılan potasyum miktarını önemli derecede artırdığını belirlemişlerdir. Bu sebeple hasat döneminde toprakta bulunan alınabilir K miktarının azalması beklenen bir sonuçtur. Dozlar arasında da %5 önem düzeyinde fark olduğu belirlenmiştir.

Araştırma yapılan toprağın alınabilir Na içeriği 55 mg/lt olarak bulunmuştur. Bu değer zeolit uygulamasıyla 51,67 ile 66,67 mg/lt arasında değişiklik göstermiştir. Deneme alanına zeolit uygulamalarıyla dönemler arasında fark gözlenmemiştir.

Başlangıç döneminde toprakta bulunan alınabilir Na içeriği ince doz boyutları arasında %5 önem düzeyinde pozitif yönde artış sağlamıştır (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın alınabilir Na içeriği

Toprağın Alınabilir Na İçeriği (mg/lt)							
BAŞLANGIÇ				HASAT			
Doz	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	Ortalama
0	55,000 a	55,000	55,000 b	65,000	65,000	65,000	60,000
50	66,667b	66,667	66,667 ab	66,667	55,000	60,833	63,750
100	58,333b	60,000	59,167 b	51,667	53,333	52,500	55,833
200	73,333b	56,667	65,000 b	61,667	58,333	60,000	62,500
400	143,333b	66,667	105,000 a	55,000	60,000	60,000	81,250
Ortalama	79,333	61,000	70,167	60,000	58,333	59,167	
Dönem X Doz LSD %5= 39,683							
Doz X Dönem X Boyut LSD %5= 56,120							

Deneme toprağının alınabilir Mg içeriğine de bakılmış ve 180,56 mg/lt olarak “yeterli” düzeyde bulunmuştur. Toprağa ilave edilen zeolit ile bu değer 170 ile 249,47 mg/lt arasında değişiklik göstermiştir.

Çizelge 4.22. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın alınabilir Mg içeriği

Toprağın Alınabilir Mg İçeriği (mg/lt)							
BAŞLANGIÇ				HASAT			
Doz	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	Ortalama
0	180,567ab	180,567	180,567	242,567	242,567	242,567	211,567
50	189,667ab	173,667	181,667	207,533	170,000	188,767	185,217
100	148,633b	189,333	168,983	187,400	241,767	214,583	191,783
200	194,533ab	166,300	180,417	212,767	219,333	216,050	198,233
400	278,433a	161,267	219,850	205,267	249,467	227,367	223,608
Ortalama	198,367	174,227	186,297	211,107	224,627	217,867	
Doz X Dönem 1 X Boyut 1 LSD %5= 116,846							

Araştırma alanına zeolit uygulamasıyla dönemler ve boyutlar arasında toprağın alınabilir Mg içeriği bakımından fark gözlenmemiştir. Başlangıç döneminde ince boyutlu zeolitler arasında % 5 önem düzeyinde olumlu yönde artış olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.22).

Deneme toprağının alınabilir Ca içeriği 2720 mg/lt bulunmuştur. “Yeterli” düzeyde bulunan alınabilir Ca içeriği toprağa zeolit ilavesiyle 2900 ile 3450 mg/lt

arasındaki değerlere ulaşmıştır (Çizelge 4.23). Denemede en yüksek alınabilir Ca içeriğinin hasat döneminde K200 uygulamasının yapıldığı parsellerde % 10,7'lik artış olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.23. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın alınabilir Ca içeriği

Doz	Toprağın Alınabilir Ca İçeriği (mg/l)						
	BAŞLANGIÇ			HASAT			Ortalama
	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	
0	2720,00	2720,00	2720,00	3116,67	3116,67	3116,67	2918,33
50	2850,00	3123,33	2986,67	2950,00	3003,33	2991,67	2989,17
100	2883,33	3390,00	3136,67	2900,00	2983,33	2941,67	3039,17
200	3266,67	2766,67	3016,67	3150,00	3450,00	3300,00	3158,33
400	3450,00	2716,67	3083,33	2900,00	3350,00	3125,00	3104,17
Ortalama	3034,00	2943,33	2988,67b	3003,33	3186,67	3095,00a	
Dönem LSD %1= 0,228							

Araştırma toprağına zeolit uygulamaları ile dönemler arasında %1 önem düzeyinde fark bulunmuştur. Başlangıç dönemine göre hasat döneminde alınabilir Ca içeriğinin arttığı saptanmıştır (Çizelge 4.23). Boyutlar ve dozlar arasında ise herhangi bir fark saptanamamıştır.

Zeolitin tarımda en çok kullanılan türü olan Klinoptilolit, N temin eden, Mg ve K'ca da zengin bir zeolit türüdür. Ca'ca zengin olanlarına Ca-klinoptilolit denir, potasyumca zengin olan zeolitlerin ise yavaş potasyum veren gübre gibi davrandığı belirlenmiştir (Köksaldı, 1999; Barbarick ve Pirela, 1983).

4.3.2. Zeolitin Toprağın Mikro Besin Elementi İçeriği Üzerine Etkisi

Bu araştırmada toprağına ilave edilen farklı düzeylerdeki zeolitin toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana getirdiği değişikliklerin yanı sıra bu materyallerin toprakların verimlilik özelliklerinden olan ve toprağın mikro besin elementlerine olan etkileri de incelenmiştir.

Deneme alanının alınabilir Fe içeriği 5,92 mg/l olarak bulunmuştur. Uygulama alanına zeolit ilavesiyle bu değer 4,90 ile 6,63 mg/l arasında değerler göstermiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın alınabilir Fe içeriği

Doz	Toprağın alınabilir Fe İçeriği (mg/lt)						
	BAŞLANGIÇ			HASAT			Ortalama
	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	
0	5,920	5,920	5,920	6,587	6,587	6,587	6,253
50	6,613	6,793	6,703	6,067	6,633	5,850	6,277
100	5,587	6,120	5,853	5,680	4,940	5,310	5,582
200	5,180	5,153	5,167	5,187	5,927	5,557	5,362
400	5,800	5,280	5,540	6,433	4,900	5,667	5,603
Ortalama	5,820	5,853	5,837	5,991	5,597	5,794	

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre zeolit uygulamasıyla dönemler, dozlar ve boyutlar arasında önemli farklılıklar saptanamamıştır (Çizelge 4.24).

Araştırma toprağının alınabilir Cu içeriği 2,04 mg/lt olarak bulunmuş, bu değer zeolit uygulamalarıyla 0,95 ile 1,32 mg/lt arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın alınabilir Cu içeriği

Doz	Toprağın Alınabilir Cu İçeriği (mg/lt)						
	BAŞLANGIÇ			HASAT			Ortalama
	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	
0	2,035 ab	2,035 ab	2,035 ab	1,089	1,089	1,089	1,562 ab
50	1,448 b	2,845 a	2,146 a	0,953	1,323	1,138	1,642 ab
100	1,298 b	1,415 b	1,356 b	1,139	0,941	1,040	1,198 b
200	2,575 a	2,347 ab	2,461 a	1,154	1,374	1,264	1,862 a
400	2,795 a	1,830 b	2,312 a	0,975	1,041	1,008	1,660 ab
Ortalama	2,030	2,094	2,062 a	1,062	1,154	1,108 b	
Dönem LSD %1= 0,422							
Doz LSD %5= 0,499							
Doz X Dönem 1 LSD %5= 0,705							
Doz X Dönem 1 X Boyut 1 LSD %5= 0,998							
Doz X Dönem 1 X Boyut 2 LSD %5= 0,998							

Yapılan istatistiklere göre deneme toprağına zeolit uygulamaları ile dönemler arasında %1 önem düzeyinde fark bulunmuştur (Çizelge 4.25). Hasat döneminde başlangıç dönemine göre toprakta bulunan alınabilir Cu içeriği azalmıştır. Dozlar arasında da %5 önem düzeyinde fark tespit edilmiştir.

Başlangıç döneminde uygulanan dozların boyutları arasında da farklar bulunmuştur.

Araştırma toprağının alınabilir Zn içeriği 3,46 mg/lt bulunmuştur. Farklı doz ve boyutlardaki zeolit uygulamalarıyla bu değer 2,69 ile 3,37 mg/lt arasında değişiklik göstermiştir.

Çizelge 4.26. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın alınabilir Zn içeriği

Doz	Toprağın alınabilir Zn içeriği (mg/lt)						Ortalama
	BAŞLANGIÇ			HASAT			
	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	
0	3,467 ab	3,467	3,467	3,413	3,413	3,413	3,440 ab
50	3,787 ab	3,487	3,637	3,373	3,173	3,273	3,455 ab
100	3,640 ab	3,420	3,530	2,760	3,347	3,053	3,292 ab
200	2,947 b	3,467	3,207	3,087	2,693	2,890	3,048 b
400	4,133 a	3,527	3,830	3,320	3,600	3,460	3,645 a
Ortalama	3,595	3,473	3,534	3,191	3,245	3,218	
Doz LSD %5= 0,578							
Doz X Dönem 1 X Boyut 1 LSD %5= 1,155							

Deneme toprağına zeolit uygulaması ile toprakta bulunan alınabilir Zn içeriği dönemler arasında değişmemiştir. Dozlar arasında % 5 önem düzeyinde fark saptanmıştır (Çizelge 4.26). Başlangıç döneminde uygulanan ince boyutlu zeolitler arasında farklılık bulunmuştur. Örneğin başlangıçta İ200 uygulanan parsel ile İ400 uygulanan parsel arasında % 40 düzeyinde bir Zn artışı belirlenmiştir. Aynı değişim hasat dönemindeki farklı zeolit dozları için belirgin olmamıştır.

Uygulama alanının alınabilir Mn içeriği 9,48 mg/lt olarak belirlenmiştir. Bu değer zeolit uygulamasıyla 9,69 ile 12,57 mg/lt arasında değişiklik göstermiştir.

Çizelge 4.27. Başlangıçta ve hasat sonrası toprağın alınabilir Mn içeriği

Doz	Toprağın Alınabilir Mn İçeriği (mg/lt)						Ortalama
	BAŞLANGIÇ			HASAT			
	İnce	İri	Ortalama	İnce	İri	Ortalama	
0	9,480	9,480	9,480	10,473	10,473	10,473	9,977
50	9,353	11,080	10,217	9,693	11,440	10,567	10,392
100	9,373	10,447	9,910	11,353	11,287	11,320	10,615
200	8,967	9,727	9,347	10,647	10,987	10,817	10,082
400	10,427	10,753	10,590	11,253	12,567	11,910	11,250
Ortalama	9,520	10,297	9,909 b	10,684	11,351	11,017 a	
Dönem LSD %5= 0,870							

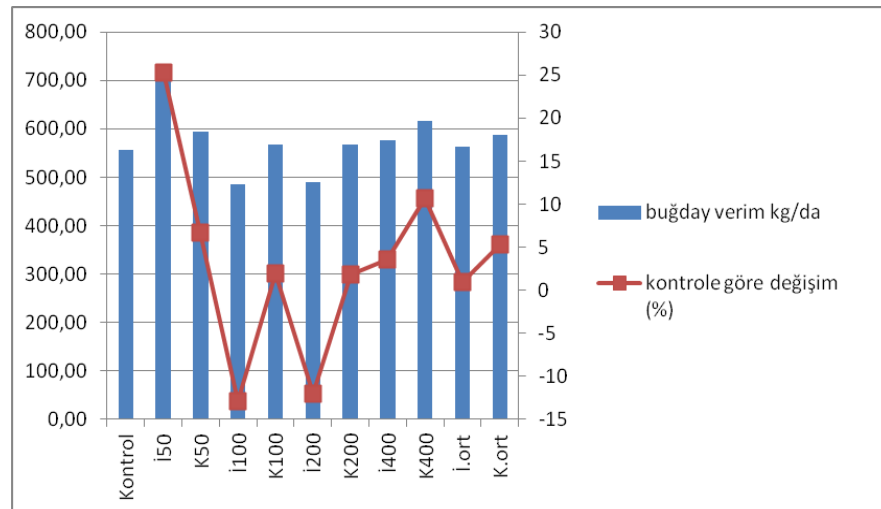
Yapılan varyans analizlerine göre deneme toprağına uygulanan zeolitin boyut ve dozlarının etkisi görülmemiş, dönemler arasında % 5 önem düzeyinde fark saptanmıştır (Çizelge 4.27).

4.4. Zeolitin Buğday Bitkisinin Verim Değerleri Üzerine Etkileri

Buğday bitkisinden elde edilecek verim birim alandaki bitki sayısı esas alınarak belirlenmiştir. Hasat edilen bitki örnekleri arazide hasattan hemen sonra tartılmış, daha sonra sap ve başak kısımları birbirinden ayrılarak tartılarak her parsel için verim değerleri saptanmıştır.

Çizelge 4.28. Parsellere göre buğday verim değerleri (kg/da)

dozlar (kg/da)	k		50		100		200		400		50i		100i		200i		400i	
parsel no ve verimleri (kg/da)	6	509,95	5	581,25	8	488,25	4	682,00	3	506,85	1	542,50	2	387,50	9	491,35	7	573,50
	15	589,00	13	620,00	17	613,80	10	545,60	18	790,50	14	728,50	12	540,95	16	514,60	11	585,90
	27	571,95	19	581,25	20	601,40	22	589,00	26	551,80	21	823,05	23	527,00	25	463,45	24	570,40
ortalama (kg/da)	556,97		594,17		567,82		605,53		616,38		698,02		485,15		489,80		576,60	



Şekil 4.28. Zeolit uygulamasının buğday verimi üzerine etkisi ve kontrole göre % değişim miktarları.

Zeolit uygulamalarıyla buğday bitkisinin verim değerlerinde istatistiksel olarak farklar oluşmuştur. Bu farklar uygulanan zeolit dozları arasında görülmüştür (Şekil 28). Kontrol parseline göre % 25,32 artış ile en yüksek verim İ50 boyutunun uygulandığı alanlarda en yüksek düşüşün ise %12,89 ile İ100 boyutunun uygulandığı alanlarda belirlenmiştir. Denemede kullanılan zeolitin buğday bitkisinin verimi üzerine olumlu etki yaptığını söyleyebiliriz.

5. SONUÇ .

Bu araştırma E.Ü. Ziraat Fakültesi Menemen Araştırma Uygulama ve Üretim Çiftliği deneme alanlarında yürütülmüştür. Tesadüf blokları deneme desenine göre 3 x 4= 12 m² lik parsellere iki farklı boyutta (0,10-0,25 mm İnce ve 1-2 mm İri) ve 4 farklı dozda (50 g/m²- 100 g/m² -200 g/m²- 400 g/m²) Manisa-Gördes kökenli zeolit uygulanmıştır (Çizelge 1). Denemede test bitkisi olarak buğday bitkisinin (*Triticum aestivum*) Galil çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada toprağın analiz sonuçlarına ve buğday bitkisinin gereksinmesine göre hesaplanan miktarda 15:15:15 kompozesi gübre ve Amonyum nitrat gübresi kullanılmıştır. Bitki koruma amaçlı pestisit vb. uygulanmamıştır.

Araştırmada doğal zeolitin toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkileri yanında toprakların verimlilik özelliklerinden olan makro ve mikro besin element içerikleri ile buğday bitkisinin verimine olan etkileri de incelenmiştir.

Toprakların fiziksel özelliklerinden olan hacim ağırlığında zeolit uygulamaları ve dönemler kendi aralarında incelendiğinde kontrol parsellerine göre düşüşler meydana gelmiştir. Başlangıç döneminde uygulanan dozların ince boyutlarında kontrol parseline göre artış, iri boyutlarında ise kontrol parseline göre düşüş olduğu gözlenmiştir. Başlangıç döneminde kontrol parseline göre en fazla düşüş K400 uygulamasının yapıldığı parselde 1,01 g/cm³ ile % 6,9 olarak bulunmuştur. Hasat döneminde ise dozların artışına paralel olarak hacim ağırlık değerinin arttığı saptanmıştır. Bu artış İ400 uygulamasının yapıldığı parselde 1,42 g/cm³ saptanmış ve kontrol parseline göre % 11,3 artış olduğu gözlenmiştir. Ancak bu uygulama dışında diğer uygulamalarda düşüşler görülmüştür. Toprak tanecikleri arasında bulunan boşluklar hacminin artması ve dolayısıyla hacim ağırlığın azalması bitkisel üretimde istenen bir durumdur. Yapılan istatistiksel analizlere göre bu değişimin olumlu yönde olduğu saptanmıştır.

Toprakların bir diğer fiziksel özelliği olan özgül ağırlık değerlerinde zeolit uygulamasıyla çok fazla bir değişim kaydedilmemiştir. Başlangıç ve hasat dönemleri dikkate alındığında en düşük özgül ağırlık değeri 2,46 g/cm³ ile K50 uygulamasında saptanmıştır. Toprağın özgül ağırlığında kontrol parseline göre en çok % 3,8' lik ve çok önemli olmayan bir düşüş belirlenmiştir.

Toprakların havalanmasıyla ilgili bir özellik olan toplam porozite değerlerine bakıldığında, uygulanan materyallerin porozite üzerine olan etkisinde ortalama değerler dikkate alındığında ise önemli bir değişiklik saptanmamıştır. En fazla artış %5,5 ile hasat döneminde İ100 uygulamasının yapıldığı parsellerde saptanmıştır. En fazla azalma ise %13' lük düşüş ile hasat döneminde ve İ400 uygulamasının yapıldığı parsellerde belirlenmiştir.

Toprakların strüktür stabilite indeksi değerlerinde zeolit ilavesiyle başlangıç döneminde bütün uygulamalarda kontrol parseline göre azalış olduğu görülmüştür. Ancak hasat döneminde zeolit uygulamalarıyla deneme toprağının strüktür stabilite indeksinin arttığı gözlenmiştir. En yüksek artışın kontrol parseline göre %16,1 ile K200 ve İ400 uygulamalarının yapıldığı parsellerde olduğu belirlenmiştir. Toprağın strüktür stabilite indeksinin toprağın organik madde içeriği ile de ilişkisi olduğundan deneme alanının organik madde içeriğinin artışına paralel olarak strüktür stabilite indeksinin artması ve bunun bir sonucu olarak agregatlaşmanın da artması beklenen bir sonuçtur.

Toprakların agregasyon yüzdesi değerlerinde başlangıç döneminde azalma görülmüştür. En fazla düşüş kontrol parseline göre %24,1 ile K200 uygulamasının yapıldığı parsellerde görülmüştür. Hasat döneminde ise deneme toprağına zeolitin ilave edilmesiyle kontrol parseline göre en belirgin artış % 14,1 ile K200 uygulamasının yapıldığı parsellerde belirlenmiştir. Toprağın agregasyon %' si değerleri de strüktür stabilite indeksi değerlerinde olduğu gibi başlangıçta değil hasat döneminde daha etkili ve olumlu sonuçlar vermiştir.

Toprakların tarla kapasitesi değerlerinde zeolitin ilavesiyle başlangıç döneminde kontrol parseline göre belirgin bir şekilde artışlar olduğu görülmüştür. Bu artış değerleri uygulanan ince boyutlu zeolitlere göre iri boyutlu zeolitlerde daha belirgin olmuştur. Başlangıç dönemindeki en belirgin artış % 29,8 ile İ200 uygulamasının yapıldığı parsellerde saptanmıştır. Hasat döneminde toprakların tarla kapasitesindeki artışın başlangıç dönemindeki artıştan daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu dönemde toprakların tarla kapasitelerindeki en yüksek artış % 37 ile İ400 uygulamasının yapıldığı parselde saptanmıştır. Deneme alanına zeolit ilave edilmesi ile toprakların tarla kapasitelerindeki artış toprak koşullarında istenen ve beklenen bir durumdur.

Toprakların solma noktası değerlerinde zeolitin ilavesiyle başlangıç döneminde kontrol parseline göre artışlar olduğu belirlenmiştir. Bu artış ince boyutlu dozlarda iri boyutlu dozlara göre belirgin bir şekilde görülmüştür. Başlangıç dönemindeki en fazla artış % 87,9 ile İ400 uygulamasının yapıldığı parsellerde saptanmıştır. Deneme toprağına zeolit uygulaması ile başlangıç döneminde toprakların solma noktasındaki artışın hasat dönemindeki örneklere ait solma noktası değerindeki artışından daha düşük olduğu belirlenmiştir. Hasat döneminde zeolit ilavesiyle en fazla artış % 129,1 ile İ50 uygulamasının yapıldığı parsellerde saptanmıştır.

Deneme topraklarının faydalı su değerleri zeolit uygulamasıyla değişiklikler göstermiştir. Tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri arasındaki farkı ifade eden bu değer için başlangıç döneminde en yüksek düşüş, kontrol parseline göre % 40,8 ile İ400 uygulamasının yapıldığı parsellerde belirlenmiştir. Hasat döneminde toprakların faydalı su içeriklerinin kontrol parseline göre azalışının başlangıç dönemindeki azalıştan daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Hasat döneminde kontrol parseline göre en fazla düşüş % 80,6 ile İ400 uygulamasının yapıldığı parsellerde görülmüştür.

Deneme alanına ait toprağın reaksiyonu zeolitin ilavesiyle önemli bir değişikliğe uğramamıştır. Başlangıç döneminde kontrol parseline göre en yüksek pH değeri artışı % 0,85 ile İ50 ve K100 uygulamalarının yapıldığı alanlarda en yüksek pH düşüşü ise % 0,85 ile K200 uygulamasının yapıldığı alanlarda tespit edilmiştir. Hasat döneminde ise toprağın tepkimesinde kontrol parseline göre en yüksek artış % 1,69 ile K200 uygulamasının yapıldığı parsellerde, en yüksek düşüş ise % 0,13 ile İ400 uygulamasının yapıldığı parsellerde saptanmıştır. Bu uygulamalar ve bunlara bağlı olarak elde edilen değerler deneme yapılan alanın toprak tepkimesi değerini değiştirmemiştir.

Deneme alanına ait toprağın % kireç içeriğı zeolit uygulamalarıyla değişiklik göstermiştir. Başlangıç döneminde toprağın en yüksek kireç miktarı artışı % 11,18 ile K100 uygulamasının yapıldığı parsellerde, en önemli kireç içeriğindeki azalış ise % 0,58 ile K50 uygulamasının yapıldığı parsellerde tespit edilmiştir. Hasat döneminde ise deneme toprağının kireç içeriğinde düşüş olduğu görülmüştür. En yüksek düşüş % 9, 53 ile K200 uygulamasının yapıldığı parsellerde saptanmıştır.

Deneme alanına ait toprakların suda çözünebilir toplam tuz içeriği zeolit uygulamasıyla değişiklik göstermiştir. Başlangıç döneminde toprakların suda çözünebilir toplam tuz içeriklerinde kontrol parseline göre en yüksek artış % 8,7 ile İ400 uygulamasının yapıldığı parselde en yüksek düşüş ise % 14 ile K400 uygulamasının yapıldığı parsellerde belirlenmiştir. Hasat döneminde ise toprakların tuz içeriklerinde kontrol parseline göre artış saptanmıştır. Bu artış ince dozlarda daha belirgin bir şekilde görülmüştür. Bu dönemde en yüksek artış % 15,38 ile İ400 uygulamasının yapıldığı parsellerde belirlenmiştir. Zeolitin farklı dozları ve boyutlarının kullanılması toprağın suda çözünebilir tuz içeriğinde buğday bitkisinin yetiştirilmesini engelleyecek düzeyde bir artış meydana getirmemiştir.

Deneme yapılan toprağa zeolit uygulamaları ile toprağın % organik madde içeriklerinde olumlu değişimler saptanmıştır. Başlangıç döneminde toprağın organik madde içeriğinde artış tespit edilmiştir. Kontrol parseline göre en yüksek artış % 26,57 ile K200 ve İ400 uygulamalarının yapıldığı parsellerde gözlenmiştir. Hasat dönemindeki kontrol parseline göre en belirgin artış % 40,92 ile K50 uygulamasının yapıldığı parselde bulunmuştur. Dönemler arasında başlangıç dönemine göre hasat döneminde deneme alanını toprağının organik madde içeriğinin arttığı saptanmıştır.

Denemenin yürütüldüğü toprağın katyon değişim kapasitesi zeolit ilavesiyle belirgin bir şekilde değişiklik göstermiştir. Başlangıç dönemine göre hasat döneminde deneme alanını toprağının katyon değişim kapasitesinin arttığı saptanmıştır. Başlangıç döneminde kontrol parseline göre en fazla artış % 79,2 ile İ400 uygulamasının yapıldığı alanlarda tespit edilmiştir. Başlangıç döneminde boyutlar arasında da farklılık gözlenmiştir. Bu dönemde ince boyutlu uygulamaların iri boyutlu uygulamalara göre toprağın katyon değişim kapasitesini önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir. Hasat döneminde ise toprağın katyon değişim kapasitesi kontrol parseline göre en fazla % 103,1 ile İ400 uygulamasının yapıldığı alanlarda tespit edilmiştir. Bu dönemde de ince boyutlu uygulamalar, iri boyutlu uygulamalara göre toprağın katyon değişim kapasitesini önemli ölçüde arttırmıştır.

Zeolit uygulamasıyla toprakların makro besin elementlerinden N, P, K içeriklerinde de değişiklikler saptanmıştır.

Deneme alanının toplam N içeriği % 0,130 olarak saptanmıştır. Deneme alanına zeolit uygulamasıyla toprakların toplam-N içeriklerinde artışlar görülmüştür. Başlangıç döneminde toprakların toplam-N içeriklerinde kontrol parseline göre azalma görülse de hasat döneminde belirgin şekilde artışlar saptanmıştır. Hasat döneminde kontrol parseline göre en yüksek % 33'lük artış İ400 uygulamasının yapıldığı parsellerde saptanmıştır. Zeolitin N içermesi ve N tutma yeteneğinin de olması sebebiyle bu artış beklenen bir sonuçtur.

Denemenin yürütüldüğü toprağın alınabilir P içeriği 8,82 mg/lt olarak bulunmuştur. Zeolit ilavesiyle toprağın alınabilir P içeriklerinde değişiklikler saptanmıştır. Başlangıç döneminde zeolitin ince dozlarının kontrol parseline göre toprağın alınabilir P içeriğini arttırdığı saptanmıştır. Hasat döneminde ise kontrol parseline göre toprakların alınabilir P içeriklerinde değişiklikler olduğu belirlenmiştir. Kontrol parseline göre en belirgin artış % 117,7 ile K50 uygulamasının yapıldığı parsellerde saptanmıştır.

Çalışmanın yürütüldüğü toprağın alınabilir K içeriği 350 mg/lt olarak bulunmuştur. Deneme alanına zeolit uygulanması ile toprakların K içeriğinde değişimler saptanmıştır. Başlangıç döneminde kontrol parseline göre toprakların alınabilir K içeriğindeki en yüksek artış %23,3 ile İ400 uygulamasının yapıldığı parsellerde saptanmıştır. Başlangıç döneminde toprakların alınabilir K içeriğinin, ince dozların uygulama miktarlarına paralel olarak artış gösterdiği saptanmıştır. Hasat döneminde ise kontrol parseline göre toprakların alınabilir K içeriklerinde değişimler olduğu saptanmıştır. En yüksek artış % 12,4 ile İ400 uygulamasının yapıldığı parsellerde tespit edilmiştir.

Deneme toprağının alınabilir Ca içeriği 2720 mg/lt olarak bulunmuştur. Araştırma toprağına zeolit uygulamasıyla başlangıç döneminde kontrol parseline göre artış olduğu belirlenmiştir. Kontrol parseline göre en yüksek artış % 26,8 ile İ400 uygulamasının yapıldığı alanlarda tespit edilmiştir. Hasat döneminde ise toprağın alınabilir Ca içeriğinde kontrol parseline göre azalmalar olduğu saptanmıştır. Bu dönemde en yüksek artış % 10,7 ile K200 uygulamasının yapıldığı parsellerde bulunmuştur. Ancak dönemler dikkate alındığında başlangıç

dönemine göre hasat döneminde toprakların alınabilir Ca içeriklerinde azalma olduğu saptanmıştır.

Deneme toprağının alınabilir Mg içeriğine de bakılmış ve 180,6 mg/lt bulunmuştur. Toprağa ilave edilen zeolit etkisiyle toprakların alınabilir Mg içeriklerinde değişiklikler saptanmıştır. Başlangıç döneminde kontrol parseline göre alınabilir Mg içeriğindeki en yüksek artış % 54,2 ile İ400 uygulamasının yapıldığı parsellerde bulunmuştur. Hasat döneminde ise toprakların alınabilir Mg içeriğinde düşüş olduğu görülmüştür. Kontrol parseline göre en yüksek düşüş % 29,9 ile K50 uygulamasının yapıldığı parsellerde görülmüştür.

Araştırma yapılan toprağın alınabilir Na içeriği 55 mg/lt olarak bulunmuştur. Başlangıç döneminde toprağın alınabilir Na içeriğinde kontrol parseline göre artış olduğu görülmüştür. Bu dönemde en yüksek artış % 160,6 ile İ400 uygulamasının yapıldığı parselde belirlenmiştir. Başlangıç döneminde zeolitinin ince boyutlu olanlarında alınabilir Na içeriğinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Hasat döneminde ise kontrol parseline göre toprağın alınabilir Na içeriğinde düşüş olduğu belirlenmiştir. Bu dönemde kontrol parseline göre en fazla düşüş % 20,5 ile İ100 uygulamasının yapıldığı parsellerde tespit edilmiştir.

Farklı doz ve boyutlardaki zeolit uygulamasıyla toprakların mikro (Fe-Cu-Zn-Mn) besin elementi miktarlarında dönemler arasında farklar analiz edilmiştir.

Denemenin yürütüldüğü toprakların alınabilir Fe içeriği 5,920 mg/lt olarak bulunmuştur. Deneme alanına zeolit ilave edilmesiyle toprakların Fe içeriklerinde herhangi bir değişiklik saptanamamıştır.

Araştırma toprağının alınabilir Cu içeriği 2,035 mg/lt olarak belirlenmiştir. Başlangıç döneminde zeolit uygulamasıyla kontrol parseline göre değişiklikler tespit edilmiştir. Deneme toprağının alınabilir Cu içeriğindeki artış kontrol parseline göre % 39,8 ile K50 uygulamasının yapıldığı alanlarda, en fazla düşüş ise % 36,2 ile İ100 uygulamasının yapıldığı alanlarda belirlenmiştir. Hasat döneminde ise kontrole göre en yüksek artış % 26,2 ile K200 uygulamasının yapıldığı alanlarda, en fazla düşüş ise % 13,6 ile K100 uygulamasının yapıldığı alanlarda belirlenmiştir. Başlangıç ve hasat dönemleri arasında da farklılıklar

bulunmuştur. Başlangıç dönemine göre hasat döneminde toprağın alınabilir Cu içeriğinde artış gözlenmiştir.

Deneme toprağının alınabilir Zn içeriği 3,467 mg/lt olarak bulunmuştur. Başlangıç döneminde kontrol parseline göre toprağın alınabilir Zn içeriğinin arttığı gözlenmiştir. Bu dönemde en fazla artışlar ince boyutlu zeolitlerde görülmüştür. Kontrol parseline göre en yüksek artış % 19,2 ile İ400 uygulamasının yapıldığı parselerde belirlenmiştir. Hasat döneminde ise kontrol parseline göre toprakların Zn içeriklerinde düşüş olduğu gözlenmiştir. Bu dönemde en yüksek düşüş % 21,1 ile K200 uygulamasının yapıldığı alanlarda saptanmıştır.

Zeolit uygulamasıyla buğday bitkisinin verim değerlerinde istatistiksel olarak farklar bulunmuştur. Kontrol parseline göre en yüksek verim % 25,32 ile İ50 uygulamasının yapıldığı alanda tespit edilmiştir. Zeolitin iri boyutlarının buğday bitkisinin verimi üzerine daha fazla olumlu etki yaptığı saptanmıştır.

Ege Üniversitesi Menemen Araştırma ve Uygulama Çiftliği deneme alanlarında buğday yetiştiriciliğinde zeolitin toprağın fiziksel, kimyasal özellikleri ile verim üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada;

Toprağa ilave edilen zeolit materyali genel olarak toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine olumlu etkiler yapmıştır. Bu etkiler zeolit materyalinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Farklı doz ve boyuttaki zeolitlerden en çok 400 g dozundaki ince boyutlu zeolit uygulaması toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine olumlu etki yapmıştır. Zeolitin çeşitli kombinasyonlarının uygulanması ile toprağın fiziksel özelliklerindeki bu olumlu artışların yüzdeleri de farklı sınırlar içerisinde gerçekleşmiştir. Benzer durum topraklara ait incelenen kimyasal özellikler için de paralel bir seyir izlemiştir. Topraklara ait verimlilik parametrelerinden olan N-P-K gibi makro besin elementleri ile mikro besin elementleri içeriklerinde gerçekleşen artışlar buğday bitkisinin veriminde de kendini göstermiştir.

Verimde de artışa neden olan inorganik kökenli zeolit minerali, ülkemizde bol bulunması, yapısında K, Ca, Na ve Mg bulundurması, N temin edebilmesi,

yüksek su tutma kapasitesi ve kation değişim kapasitesine sahip olması sebebi ile tarım topraklarında toprak düzenleyici ve yetiştirme ortamı olarak kullanılabilmesi mümkündür.

Sonuç olarak 2 doz ve 2 boyutu incelenen zeolit materyalinin toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile buğday veriminde yarattığı olumlu sonuçların yanında, farklı toprak bünyelerinde, farklı doz ve boyutlarda daha detaylı olarak araştırılmasında yarar bulunmaktadır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Açıkgöz, N., Akkaş M.E., Maghaddam, A., Özcan, K.,** 1993. Tarist PC'ler için İstatistik Kantitatif Genetik Paketi. Uluslararası Bilgisayar Uyg. Semp. 133, 19 Ekim 1993, Konya.
- Akalan, İ .,** 1988. Toprak Bilgisi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 1058, 136 s., Ankara.
- Alpaslan, M., A. Güneş, S. Taban, İ. Erdal, ve C. Tarakcıoğlu,** 1998. Tuz stresinde çeltik ve buğday çeşitlerinin kalsiyum, fosfor, demir, bakır, çinko, ve mangan içeriklerindeki değişmeler. Tr. J. of Agriculture and Forestry 22: 227-233
- Altınbas, U., Cengel M., Uysal H., Okur B., Okur N., Kurucu Y., Delibacak, S.,** 2004, Toprak Bilimi, E.Ü. Basımevi, E.Ü.Z.F Yayınları No 557, Bornova-İzmir, pp. 113-149,
- Bakhnova, K.V., Mil'kevich'Jh, A., Ol'shaanikova', A.L., Verbitskaya, NA.,** 1999, Description of salad plants grown on zeolit-containing substrate "Biona 211" and soil. Vestsi Akademii Agrarnykh Navuk Respubiliki Belaru. No:2, 45-48.
- Balevi, T., Coşkun, B., Şeker, E. ve Kurtoglu, V.,** 1999, Yumurta tavuğu rasyonlarına katılan zeolitin verim performansı üzerine etkisi. VI. Poultry YUTAV'99 Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı, 3-6 /1999, 418-425s.
- Barbarick K.A., H.J., Pirela (eds)** 1983. Agronomic and horticultural uses of zeolites. Zeo-Agriculture use in natural zeolites of Agriculture. W.G. Pond and F.A. Mumpton pp.93-103
- Batz, J.K., Jones, R.L.,** 1983, Availability of nitrogen to sudangras from ammonium saturated clinotilolite. Soil Sci Soc Am J. 1983; 47: 259-262

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Bender, D., Erdal, İ., Dengiz, O., Gürbüz, M. Ve Tarakçıoğlu, C.,** 1998. Farklı Organik Materyallerin Killi Bir Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. International Symposium On Arid Region Soil. International Agrohydrology Research And Training Center, Menemen, İzmir, 506-510 ss
- Bingham, F.T.,** 1949. Soil test for phosphate. *California Agriculture* 3(7): 11-14.
- Biswas, S.K. & D.S.N. Raju.,** 1971 Note on the rock stratigraphic classification of the Tertiary sediments of Kutch. *Quarterly Journal of Mining, Metallurgical Society of India*, 43(4) : 223-235.
- Black, C.A.,** 1965. Methods of soil analysis part-II. *Amer.Soc. of Agronomy-Inc.*, Publisher Madison, Wisconsin, USA, 1372-1376.
- Boyucos, G. J.,** 1962. A Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. *Agronomy Journal*. 419:434.
- Bremner, J.M.,** 1965, Total Nitrogen, Method of Soil Analy., Part 2, Amer. Soc of Agr. Inc., USA, P:1149-1178.
- Burriesci, N., Valante, S., Ottana, R., Cimino, G. and Zipelli, C.,** 1984, Utilization of zeolites in spinach growing, *Zeolites*, 4: 5-8p.
- Butorac, A., Filipan, T., Bašić, F., Butorac, J., Mesić, M., Kisić, I.,** 2002, Crop response to the application of special natural amendments based on zeolite tuff, *Rostlinná Výroba*, 48, (3): 118-124.
- Demidov, A.S., Khrzhanovskii, Ya. V., Shaidorov, Yu.I., Geodakyan, Ro.,** 1991, Growing of *Basella rubra L.* as a salad crop, *Rastitel'nye-Resury*, 4 ref, 27: 3, 124-129p.
- Demiralay, İ.,** 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143, ss: 131, Erzurum.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü**, “İl ve İlçelerimize Ait İstatistiki Veriler” <http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=IZMIR> (Erişim tarihi: 19 Aralık 2011)
- Doran, J. W., Sarrantonio, M. and Liebig, M. A.**, 1996. Soil Health and Sustainability. *Advances in Agronomy*. 56: 1-54.
- Esenli, F., Özpeker, I.**, 1993, Gördes Çevresindeki Neojen Havzanın Zeolitik Diyajenezi ve Hoylandit- Klinoptüolitlerin Mineralojisi. 46, T.. L Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, s. 63,15-19 Şubat, Ankara,.
- Evliya, H.** 1964, Kültür bitkilerinin beslenmesi. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları. Sayı 36.
- Gevrek, M.N., Yağmur, B., Tatar, Ö., Uysal, K.Ö., Kirveli, A., Özaydın, S., Kirveli, Ş.**, 2004, Çeltik Üretiminde Agro-Clino (Clinoptilolit) materyali kullanımının Verim, Su Tüketimi ve Toprağın Yapısına Etkilerinin Saptanması, Ege Üniversitesi Bilim Teknoloji Karışım ve Araştırma Merkezi (2003/BİL/016 Nolu Proje Sonuç Raporu) Bornova, İzmir.
- Gholizadeh, A.**, 2006, The study on the effect of different levels of zeolite and water stress on growth, development and essential oils content of *Moldavian balm*, *Agricultural Sciences and Technology* 20(2): Pe 113-Pe 121.
- Gül, A., Öztan, F., Eroğul, D. ve Yağmur, B.**, 2003, The use of organic manure for Iceberg lettuce plants grown in substrates, *Acta Horticulture*, 608:53-57s.
- Gül, A., Öztan, F., Eroğul, D., Yağmur, B. ve Ongun, A.R.**, 2005, Comparison of the use of zeolite and perlite as substrate for Crisp-Head Lettuce, *Scientia Horticulturae*, 106:464-471s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Gül, A., Eroğul, D., Tepecik, M. ve Öztan, F.,** 2007, Effect of growing media on plant growth and nutrient status of Crisp-Head Lettuce, *Acta Horticulture*, 729:367-371s.
- Harland, J., Lane, S., Price, D., Papadopoulus, A.P.,** 1999, Further experiences with recycled zeolite as a substrate for the sweet papper crop., *Acta Hort.*, No:481, 187-194 p.
- Horn., R, Domzal., H., Slowinska-Jurkiewicz A, van Ouwerkerk., C.,** 1995, Soil compaction processes and their effects on the structure of arable soils and the environment. *Soil Till Res* 35: 23-36.
- Işıldar, A.A.,** 1997, Toprağa zeolit ilavesinin nitrifikasyon üzerine etkisi, *Tr.J.of Agriculture and Forestry*, 23 (1999), 363-368s.
- Jackson, M.L.,** 1962, *Soil Chemical Analysis*, Prentice Hall, Inc. Englewood. Chiffs, N.J. 27-28.
- Jackson, M.L.,** 1967, *Soil Chemical Analysis*, Printice Hall of India, New Delhi.
- Junrungreang, S, Limtong, P., Wattanaprapat, K., Patsarayeangyeong, T.,** 2002, Effect of zeolite and chemical fertilizer on the change of phycical and chemical properties on Lat Ya soil series for sugar cane, *Symposium no. 57*, papaer no. 1897, Presentation: poster, Soil an Water Conservation Division, Land Development Department, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand.
- Kacar, B.,** 1972, Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri 1-2, A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları:468, Yardımcı Ders Kitabı :161.
- Kacar, B., Kovancı, İ., Atalay, İ.Z.** 1980, Utilization of The Tea Waste Products of Tea Factories in Agriculture. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı* 29(1):158–173.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Kacar, B.**, 1984, Bitki Besleme, A.Ü. Ziraat Fak. Yay. 899, 2.Bas. A.Ü. Basımevi, Ankara.
- Kavoosi, M.**, 2007, Effects of zeolite application on rice yield, nitrogen recovery, and nitrogen use efficiency. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.* 38:69Y76.
- Kılıcı, M., Sayman, M.**, 2003, Kızılçam (*Pinus Brutia Ten.*) Fidanı Yetiştiriciliğinde Agro-Clino'nun Etkisi, Orman Bakanlığı Yayın No:208, İzmir Orman Toprak Lab. Yayın No:17, İzmir.
- Kocakuşak, S., Savaşçı, Ö.T., Ayok, T.**, 2001, www.mam.gov.tr/etkinlikler/kitap
- Köksaldı, V.**, 1999, Gördes ve Yenikent Zeolitlerinin Temel Tarımsal Özellikleri ve Bitki Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanım Olanakları, Yüksek Lisans Tezi, A. Ü. Fen Bil. Ens. Ziraat Fakültesi, Toprak Anabilim Dalı, Ankara.
- Kusa, H., Ruzek, P. ve Ciahotny, K.**, 2002, Soil application of zeolite(Clinoptilolite) saturated by ammonia from waste air produced in the animal production, Proceedings of the 10th International Conference of the Ramiran Network.
- Kütük, A.C., Yüksel, M., Sözüdoğru, S., Öner, F., Kayabalı, I.**, 1996, Gördes zeoliti (klinoptilolit) tüflerinin mineralojisi ve bitki yetiştirme ortamında kullanımı, Jeoloji Mühendisliği, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını, Sayı: 48: 32-39s.
- Leggo, P.J.**, 2000, An investigation of plant growth in an organo-zeolitic substrate and its ecological significance, *Plant and Soil*, 219(1-2), 135-146p.
- Leggo, P.J., Ledésert, B.**, 2001, Use of organo-zeolitic fertilizer to sustain plant growth and stabilize metallurgical and mine-waste sites, *Mineralogical Magazine*, 65(5): pp.563-570(8).
- Leo, W.H.**, 1963. A rapid method for estimating structural stability of soils, *Soil Science* 96, 343-346.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Lewandowski, A. and Zumwinkle, M.,** 1999. Assessing the Soil System. A Review of Soil Quality Literature. Minnesota Department of Agriculture Energy and Sustainable Agriculture Program. pp. 1-63.
- Lindsay, W.L. and Norvell, W.A.,** 1978, Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper Soil Sci.Soc.of Amer.Jour.42.
- Markovic, V.,**
- Markovic, V., Djurovka, M., Ilin, Z.,** 1997, The effect of seedling quality on tomato yield, plant and fruit characteristics, Acta Horticulture, Volume I.
- Marshall, T. J. and J. W. Holmes** 1988,. Soil Physics - 2nd Ed, Cambridge University Press, Cambridge.
- Miller, W.P., H. Frenkel and K. D. Newman,** 1990. Flocculation concentration and sodium/calcium exchange of kaolinitic soil clays. Soil Sci. Soc. Amer. J. 54 346-351.
- Mumpton, F.A.,** 1978, Natural Zeolites: A New Industrial Mineral Commodity p. 3-27.In L.B. Sand and F.A., Mumpton (ed) Natural Zeolites: Occurance, Properties, Use, Pergamon Pres, New York.
- Öz, S., Kirveli, A.,** 2002, Doğal zeolitlerin tarımda kullanımı, Enli Madencilik Ar-Ge Yayını.
- Özdemir, N.,** 2002. Toprak ve Su Koruma. OMü Ziraat Fak. Yay. Ders Kitabı N0 22.
- Özdemir, N., Gülser, C ., EKBERLİ, İ., ÖZKAPTAN., S.,** 2005 Toprak Düzenleyicilerinin Asit Toprakta Strüktürel Dayanıklılığa Etkisi, Samsun.
- Özkan, I., Ataman, Y., Ünver, I., Çaycı, G., Öztürk, H.,** 1992. Bigadiç Klinoptilolitli Tüflerinin Zirai Amaçlı Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi (Zeolit Değerlendirme Etüdü) Projesi Kesin Raporu,Ankara.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Polat, E., ve ark.,** 2005, Farklı zeolit düzeylerinin marul (*Lactuca sativa* var. *longifolia*) yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkisi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(1): 95-99s.
- Pratt, P.F.,** 1965. Potassium. Edit Black, C.A. Method of Soil Analysis Part-2. Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Madison, Wisconsin, USA.
- Puschenreiter, M., Horak, O.,** 2003, Slow release zeolite-bound zinc and copper fertilizers affect cadmium concentration in wheat and spinach, Communications in Soil and Plant Analysis, 34(1-2): 31-40p.
- Rivero-Gonzales and Rodriguez –Fuentes.,** 1988, Cuban Experience with The Use of Natural Zeolite Substrates in Soilless Culture, Proc.Intern. Congress on Soilless.
- Saatçi F.,** 1975. Toprak İlmi. Ege Üni. Ziraat Fak. Yayın No: 214 İzmir.
- Schlichting, E. and E. Blume.,** 1966. Bodenkundliches Praktikum. Paul Parey Verlag, Hamburg, Berlin.
- Sherif M.A., T. R. El-Beshbeshy and C. Richter,** 1998. Response of some Egyptian varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) to salt stress through potassium application. Bulletin of Faculty of Agriculture, University of Cairo 49: 129-151.
- Soil Survey Staff.,** 1951, Soil Survey Manuel. Agricultural Research Administration, U.S. Dept. Agriculture, Handbook, No.18.
- Sönmez, K.,** 1994. Toprak Koruma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları., No 169, : 74-76.
- Torii, K.,** 1978, In natural zeolites: Occurrence, properties, Use, eds. Sand, L.B and Mumpton, F.A., 441-450p.
- Ünver, I., Ataman, Y., Munsuz, N.,** 1984, Water Retention Characteristics of Some Substrates Used in Turkey, Acta Horticulture, 150: 161–167,

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Uher, A.**, 2004, Vegetable productions use the nature zeolit in the vegetable productions, 2nd International Horticulture Scientific Conference, Nitra, Slovakia, Acta Horticulture et Regiotecturae 7 (Supplement): 77-79p.
- Varış, S., Altıntaş, S., Butt, S. J.** 2000, Cibre ve Cibre Torba Kültürü Hasad Dergisi Yıl: 16 Sayı: 186, 40-43
- Yalçın, S., Ergün, A., Çolpan, I. ve Küçükersan, K.**, 1987, Zeolitin Yumurta Tavukları Üzerindeki Etkileri, L. A. E. D., 27 (1-4): 28-49s.

ÖZGEÇMİŞ

Elvan B.KIRKIK, 1984 yılında İzmir’de doğmuştur. Tüm öğrenim hayatını İzmir’de sürdürmüştür ve 2003 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği Programı Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü’ne başlamış ve 2008 yılında mezun olmuştur. 2009 yılında Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır.