

**BİTKİ YETİŞTİRME ORTAMI OLARAK ZEOLİTİN  
KULLANILABİLİRLİĞİ**

**Utilization Of Zeolite As Plant Growing Media**

**Sezgin AYAN**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ - Kastamonu Orman Fakültesi  
Silvikültür Anabilim Dalı**

Gazi University – Kastamonu Faculty of Forestry  
Silviculture Department

37200 KASTAMONU

## **ÖZET**

Zeolit, hidrate olmuş alüminyum silikatı kimyasal kompozisyonunda bir mineraldir. Temel özellikleri; yüksek katyon değişim kapasitesi, dengeli su alıp / salıverme, iyon değişimi, besin alıp-verebilme ve asidite ile hava gözenekliliğini düzenleyebilmesidir. Ayrıca, zeolit yavaş yavaş yayılı gübre özelliğindedir.

Bu çalışmada; zeolitin fonksiyonel özellikleri vasıtasıyla toprak ve substratların ıslahı ile bitki üretiminde kalite ve verimi artırabilecek irdemelerde bulunulmuştur.

*Anahtar Kelimeler: Zeolit, yetiştirme materyali, ıslah, bitki*

## **ABSTRACT**

Chemical composition of zeolite is a hydrated silicic mineral of aluminium. Main characteristics of zeolite are high cation exchange capacity, in balance water retention/release, nutrient available via ion exchange, arrange of acidity and air porosity. In addition, zeolite like a slow release fertilizer.

In this study, by functional properties of zeolite are aimed improve of soil and substrate, however increase of quality and yield on plant propagation.

*Key Words: Zeolite, substrate, improve, plant*

## 1. GİRİŞ

Zeolit, alkali toprak katyonları içeren, kristal yapıda, kolay ve bol bulunan alüminyum silikatıdır. Yapısında büyük değişim olmaksızın katyon değişim özelliği, su kaybetme ve kazanma özelliği ile karakterize edilir (Altan ve ark., 1998a).

Alçıçek ve ark. (1998) ise, zeolitleri; Na, K, Ca, Mg gibi elementleri içeren kristal formda, üç boyutlu, sonsuz bir yapıya sahip alüminyum silikat olarak tanımlamaktadır.

Uygulama alanları itibari ile bir çok sektörü ilgilendiren zeolitler, gerek bilimsel gerekse ticari uygulamalar açısından yer-bilimleri, kimya, fizik, ziraat, hayvancılık ve inşaat disiplinlerinin hatta tıbbın ilgi alanındadır. Zeolitler, 1756 yılında İsveç'li mineralog Frederich Cronstedt tarafından bulunmuştur. Ticari olarak ancak, 1960'lardan sonra üretilip pazarlanmaya başlanan zeolitin, ülkemizdeki varlığı ise ilk defa 1971 yılında tespit edilmiştir (Anonim, 2001a; Kocakuşak ve ark., 2001).

Türkiye'de yaygın olarak bulunan zeolit, hayvancılıkta yem katkı maddesi, hayvan altlığı, bitki üretiminde yetiştirme ortamı, gübre katkısı olarak, ayrıca toksik atıkların tutulması, atık ve kullanma suyu arıtımında geniş kullanım alanı bulmaktadır. Doğal zeolitin özellikle orman ağacı fidan üretimi için fidanlıklarda, kumlu fakir topraklarda ve kurak / yarı kurak alanlardaki ağaçlandırma alanlarında plantasyon başarısını artırmak düşüncesiyle kullanılabilirliği irdelenerek ormancılık sektörüne olası katkıları incelenmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmanın amacı; Türkiye'de yaygın olarak bulunan, hayvancılıkta yem katkı maddesi ve zirai bitki üretiminde yetiştirme ortamı olarak geniş kullanım alanı bulunan doğal zeolitin, orman ağacı fidan üretiminde kaliteyi ve ağaçlandırma çalışmalarının başarısını olumlu yönde etkileyecek şekilde kullanılabilirliğini irdelleyerek sektöre olası katkıları sağlamaktır.

## 2. ZEOLİT POTANSİYELİ VE ÖZELLİKLERİ

### 2.1. Zeolit Potansiyeli

Dünya zeolit rezervleri tam olarak tespit edilmiş değildir. Ancak, 1950'den beri yapılan araştırmalar sonucunda tüm dünyada yaygın olarak bulunduğu belirtilmektedir. Dünya ülkeleri arasında önemli zeolit üreticisi olan Küba, eski SSCB, ABD, Japonya, İtalya, Güney Afrika, Macaristan ve Bulgaristan'ın önemli rezervlere sahip olduğu bilinmektedir (Anonim, 2001a).

Doğal zeolit kaynakları bakımından Türkiye'nin zengin bir ülke olduğu belirtilmektedir (Altan ve ark., 1998b). Mevcut zeolit rezervlerinin 45.8 milyar ton gibi büyük hacimlerde olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2001a; Kocakuşak ve ark., 2001; Köksaldı, 1999).

Türkiye'nin mevcut zeolit yatakları Ankara (Polatlı, Nallıhan, Beypazarı), Kütahya-Saphane, Manisa-Gördes, İzmir-Urla, Balıkesir-Bigadiç ve Kapadokya Bölgesinde bulunmaktadır. Bu bölgelerde; zeolitlerin analimsel, klinoptilolit türleri başta olmak üzere sabazit, erionit türleri önemli bir yer tutmaktadır (Anonim, 2001a; Kocakuşak ve ark., 2001).

Ülkemizde zeolit rezervleri büyük hacimlerde olmakla birlikte, doğal zeolitlerin bir bölümü insan sağlığını tehdit ettiği ve diğer bir bölümü de toprakta ve/veya yetiştirme ortamında sodyumlaşmaya yol açtığı için kullanılmamaktadır. Ülkemizde bor kapsamı yüksek olan zeolitlerin de bitki yetiştirme ortamı olarak kullanım olanakları kısıtlı olduğu belirtilmektedir (Köksaldı, 1999).

Türkiye'de kısıtlı ölçülerde değişik kullanım amaçlı olarak zeolit madenciliği yapılmaktadır (Tablo 1).

**Tablo: 1-Türkiye’de Üretilen Ticari Doğal Zeolitler (Anonim, 2001a)**  
Table: 1- Commercial Natural Zeolites Produced in Turkey (Anonymous, 2001a)

Ticari İsim	Kullanım Yeri	Boyut (µm)	Fiyat (\$/Ton)
Zeta	Hayvan Altlığı	2,5-3,5	70
Natmin 900	Yem Katkısı	0-0,7	85
NMF 9000	Gübre Katkısı	1,5-7,0	80
Filter Clino	Filtrasyon, atık su	2,5-3,5	75
		5,0-7,0	75
		15,0-16,0	75

## 2.2. Doğal Zeolitlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Doğal zeolitlerin kullanımında; mineral tipi (Şekil 1), kimyasal yapısı (Tablo 2), iç yüzey alanı, boşluk hacmi ve boyutu, tane boyutu ve bunlara bağlı olarak katyon değişimi (Şekil 2) ve absorpsiyon kapasiteleri önemli özelliklerdir (Anonim, 2001a; Kocakuşak ve ark., 2001).



**Şekil: 1 - Doğal Zeolit:Maden Cevheri ve Değişik Tane Boyutlu Ürünler (Anonim, 2001b)**

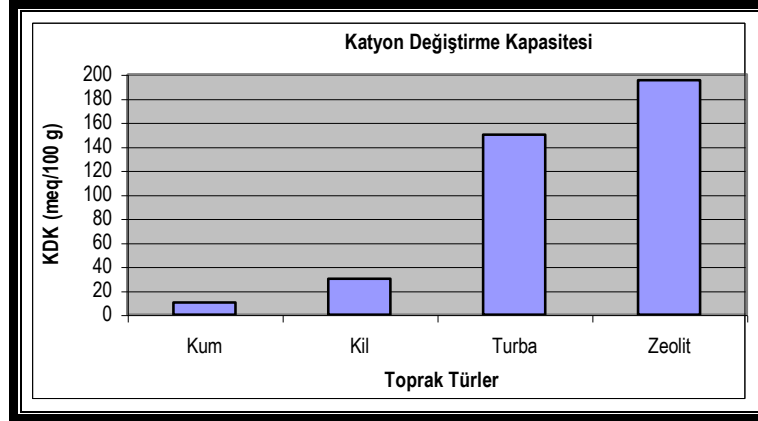
Figure: 1 – Natural Zeolites: Ore and Different Grain with Dimension Products (Anonymous, 2001b)

**Tablo: 2 - Zeolitin Kimyasal Yapısı (Altan ve ark., 1998a)**

Table: 2 – Chemical Composition of Zeolites (Altan ve ark., 1998a)

Kimyasal Yapısı	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	Ti	Ag	N	B (ppm)
%	71,29	13,55	1,15	3,50	5,90	1,96	0,70	0,60	0,02	0,04	Yok	30

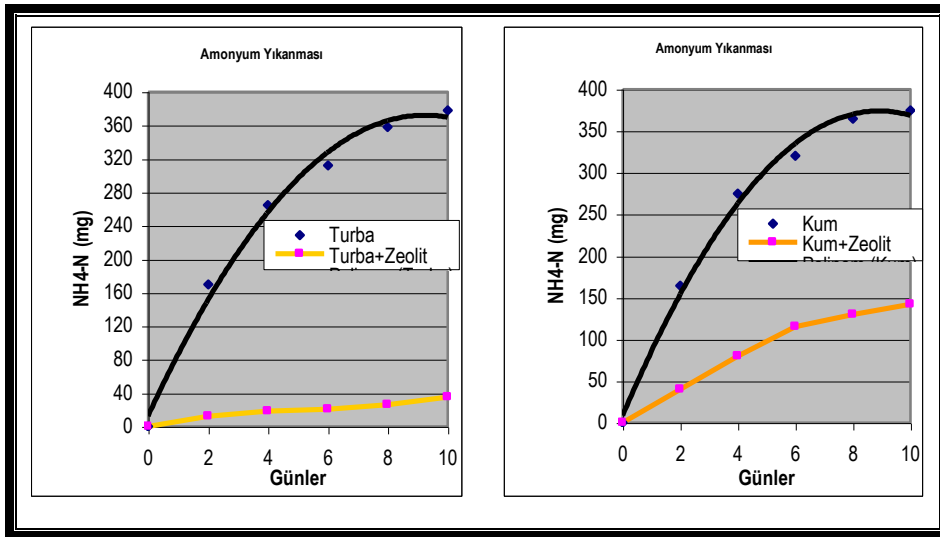
Fizikokimyasal özelliklerinden dolayı, bitki yetiştirme ortamı ve toprak düzenleyici olarak tarımcıların uzun zamandır ilgisini çeken ve doğada pek çok çeşidi olan zeolitin tarımda yalnız klinoptilolit [(Na<sub>3</sub>.K<sub>3</sub>)(Al<sub>6</sub>Si<sub>30</sub>O<sub>72</sub>).24H<sub>2</sub>O] türü kullanılmaktadır (Ünver ve ark., 1989). Klinoptilolit, dünyadaki zeolit tüfleri arasında en yaygın olan ve yüksek oranda silis içeren bir mineraldir. Yüksek absorpsiyon, iyon değişimi, kataliz ve dehidrasyon özelliklerine sahiptir. Ayrıca, klinoptilolitin yüksek bir amonyum absorpsiyon kapasitesine de sahip olduğu bilinmektedir (Altan ve ark., 1998b; Köksaldı, 1999). Gübre olarak toprağa verilen NH<sub>4</sub><sup>+</sup>'un suyla yıkanarak topraktan alınıp başka yerlere taşınması zeolit vasıtasıyla önlenerek toprakta kalması sağlanabilmektedir (Şekil 3).



**Şekil: 2 - Bazı Toprak Türleri ve Zeolitlerin Katyon Değişirme Kapasiteleri (Anonim, 2001c)**

Figure: 2 – Some Soil Types and Cation Exchange Capacity of Zeolites (Anonim, 2001c)

Klinoptilolit, Mg ve K'ca da zengin bir zeolit türüdür. Ca'ca zengin olanlarına Ca-klinoptilolit denir. Türkiye zeolitlerinin K ve Ca'ca zengin olduğu, tarımsal açıdan potasyumca zengin zeolitlerin ise yavaş potasyum veren gübre gibi davrandığı belirlenmiştir (Köksaldı, 1999; Barbarick ve Pirela 1983). Bitki besin maddesi desteğinin yanı sıra ortama elverişli fiziksel özellikler kazandırmaktadır. Anılan özelliklerinden dolayı klinoptilolit saf veya karışım olarak bitki yetiştirme ortamında ve toprak özelliklerinin düzenlenmesinde kullanılabilir uygun bir materyal kabul edilmektedir (Köksaldı, 1999).



**Şekil: 3 - NH<sub>4</sub><sup>+</sup> İyonlarının Yağmur ve Sulama Suları ile Yıkanması (Anonim, 2001c)**

Figure: 3 – To Get Lost Ions of NH<sub>4</sub><sup>+</sup> by Rain and Irrigation Water (Anonymous, 2001c)

Köksaldı (1999), Le Van Mao vd. (1989) atfen; zeolitin toprakta tutulan su miktarını yükselttiğini, Tüzüner ve Tımay (1984)'a atfen ise, zeolitin tane iriliği ile su tutma kapasitesi arasında ilgi olduğunu belirtmektedir. Aynı çalışmada, tane iriliği küçüldükçe su tutma kapasitesinin yükseldiği, bununla birlikte; zeolitin toprağa uygulanma dozu ile su tutma kapasitesi arasında önemli ilişki olduğu belirtilmektedir.

Köksaldı (1999), Gonzales ve Fuentes (1998)'e atfen; hidroponik ortamda doğal zeolitte yetiştirilen üründe, verimin yanı sıra su, enerji ve gübre ekonomisi yönünden olumlu sonuçlar alındığını, Tosi vd. (1989) atfen ise, kompostlaşmış üzüm ve zeytin işletme artıklarında yetiştirilen *Tagetes patula* bitkisinde ortama zeolit eklenmesinin fitotoksiteyi düşürme ve dengeli besin sağlama üstünlükleri ile fide gelişimini özendirdiğini belirtmektedir. Ayrıca, değişik bitkilere farklı oranlarda uygulanan zeolitin kontrole oranla ürün miktarında önemli artışlara neden olduğunu belirlenmiştir.

### **3.ZEOLİTİN BİTKİ YETİŞTİRME AMAÇLI KULLANIMLARDA OLASI ETKİLERİ**

► Zeolitin kompoze gübrelere dolgu maddesi olarak kullanılmasıyla iki yönlü fayda sağladığı belirtilmektedir. Bunlar;

1.Yavaş yavaşlı gübre olarak etkili olabilmesi,

2- Ürenin bozulması ile oluşan amonyağı kanallarına alarak bakteriyel azotlama işlemini yavaşlatması böylece amonyum ve nitratın toksik etkisini önleyici fonksiyon üstlenmesidir (Mumpton, 1983).

Zeolitin belirtilen her iki özelliğinin de kaplı fidan üretiminin yapıldığı, aşırı yağıştan ve fertigasyon yöntemiyle yapılan sürekli-yoğun besleme tekniğine dayalı üretim sisteminden kaynaklanan bazı sorunlara çözüm olabileceği düşünülmektedir. Yüksek su tutma özelliğine sahip yetiştirme ortamında biriken aşırı su (yağmur ve gübrelemenin fertigasyon yöntemiyle yapılıyor olması) nedeniyle fidan köklerindeki çürüme olasılığına karşı zeolitin nem absorplama özelliği söz konusu çürüme problemlerini azaltabilir. Ayrıca, yoğun gübrelemeden kaynaklanabilecek bitkide zehir etkisi yapan besin maddelerinin tutulmasında rol üstlenebileceği anlaşılmaktadır.

► Türkiye tarım topraklarının organik madde ve özellikle azot yönünden yetersiz olduğu belirtilmektedir (Ertiftik, 1998) Zeolitin kumlu veya organik maddece yoksun, açık alan ve dışarıdan beslemeye dayalı fidan üretim sistemlerinde kullanılmasıyla; özellikle de yoğun gübreleme rejimi uygulanan dışarıdan beslemeye dayalı üretim sisteminin uygulandığı fidanlıklarda ciddi gübre tasarrufu sağlayacağı tahmin

edilmektedir. Japonya'da çiftçilerin azotlu gübrelere doğal zeolit ekleyerek azotun topraktan yıkanmasına engel olmaya çalıştıkları belirtilmektedir (Mumpton ve Ormsby, 1978). Kum ağırlıklı toprakları olan fidanlıklarda zeolit kullanımıyla, su ve gübre ekonomisi dışında ayrıca, kültürlerde kullanılan pestisitlerin toprak içerisindeki yararlı mikroorganizmalara, fidanlık çevresindeki su-karasal ortamdaki canlılara olabilecek kirletici etkileri düşürücü yönde olumlu etkileri olabilecektir.

Organik maddece yetersiz topraklarda, kompostlaştırılmış organik maddenin (ahır gübresi, tavuk dışkısı, çay kompostu vb.) toprağa karıştırılması aşamasında topraklanmalar nedeniyle tarlaya uygulanmasında güçlüklerle karşılaşılabilir. Yüksek nem ve koku içeren bu kompostlaştırılmış organik maddenin koku ve nemine karşı büyük oranda absorb özelliği olan zeolit kullanılabilir. Zeolit öğütüldükten sonra kompost karışımına alınmasıyla koku ve nem büyük oranda giderilerek, kompostların toprağa karışımındaki topraklanma bir ölçüde ortadan kaldırılabilir. Böylece bu kompostların pazarlamasında olabilecek olumsuzluklar da giderilmiş olacaktır (Ertiftik, 1998).

Aktive edilmiş doğal zeolitlerin katyon değiştirme özelliklerinden yararlanılarak, bitkisel üretim alanında uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Zeolitler, toprakta kullanılan turba ve kum gibi diğer maddelere kıyasla en yüksek katyon değiştirme kapasitesine sahip olanıdır. Bu özellik sayesinde zeolit kullanımı topraktan besin maddelerinin kaybını önleyerek söz konusu besin maddelerinin kontrollü olarak salınımı ile en etkin bir biçimde gübre kullanımını sağlamaktadır. Bu etki, kumlu topraklarda daha da belirgin hale gelmektedir (Kocakuşak ve ark., 2001; Anonim, 2001c).

Zeolit kullanımı ile değişik toprak türlerinde yağmur suları veya sulama sularıyla yıkanarak uzaklaştırılan  $\text{NH}_4$  iyonları, kaybedilmeden uzun süreler toprakta muhafaza edilmekte ve bitkilerin  $\text{NH}_4$ 'ü etkin şekilde kullanması sağlanabilmektedir (Kocakuşak ve ark., 2001; Anonim, 2001c).

► Ayrıca, zeolitlerin  $\text{NH}_4$  iyonunu tutmaları ile toprak tamponlanmakta ve  $\text{NH}_4$  fazlalığının yaratabileceği sakıncalar da önlenabilmektedir. Böylece aşırı gübre kullanımı önlenerek tasarruf sağlandığından çevre kirliliği açısından daha emniyetli bir çalışma gerçekleştirildiği gibi,

gübrenin etkin kullanımını nedeni ile verim de artmaktadır (Kocakuşak ve ark., 2001; Anonim, 2001c).

► Zeolitin nem absorblama ve desorblama özelliği; yüksek eğimli, fakir-kumlu topraklardaki ve kurak mıntıka ağaçlandırmalarında fidan performansını ve dikim başarısını artırıcı etki yapabileceği kanaatini oluşturmaktadır. Söz konusu sahalardaki tüplü fidan harçlarında veya dikim çukuru içerisinde zeolitin belirli oranda karıştırılması nem absorblama / desorblama fonksiyonunu aktif hale getirebilir.

► Yetiştirme ortamı olarak kullanılan perlit ve diğer volkanik kökenli agregatlar gibi hafif ve sıkışma-aşınmaya dayanıklı olması yanında, tüp içerisinde uzun süreli üretim periyoduna ihtiyaç gösteren orman ağacı fidanlarında stabilitesi yüksek agregat kullanımı zorunludur (Ayan, 1999). Buna cevap verecek agregat olarak; amaca uygun tür ve tane boyutundaki zeolit akla gelmektedir .

► Zeolitin bünyesindeki Na iyonları nedeniyle toprakta alkaliliğe neden olması pH'nın düşük olduğu fidanlık topraklarında (asidik toprak) pH'yı dengeleyici/yükseltici etki yaparak ıslah edici bir rol üstlenebilir.

Bu irdelemelerin ardından zeolitin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bitkisel üretimde; bitki-yetiştirici-çevre öğelerine sağlayabileceği faydalar tablo 3'de özet şekilde derlenmeye çalışılmıştır.

### **Tablo: 3 - Zeolitin Fonksiyonel Özellikleri ve Bitki Yetiştiriciliğinde Olası Faydaları**

Table: 3 – Functional Properties of Zeolite and Probable Advantage in Plant Propagation

ÖZELLİK	BİTKİYE-YETİŞTİRİCİ ve ÇEVREYE OLASI FAYDALARI
❖ Zeolit minerallerinin en önemli özelliği; bünyesindeki boşluklara kolayca girebilen ve yer değiştirebilen sıvı ve gaz molekülleri ile toprak alkali iyonlarından ileri gelen “moleküler elek” olmasıdır (Anonim,2001a).	► Su ve besin maddesi değişimini yükselterek verimi artırabilmesi
❖ Zeolitin kafes yapısı içerisinde sayısız su molekülleri ve değişebilir metalik iyonlar içerdiği, kuru zamanlarda, zeolit tarafından	► Yağışlı bölgelerde aşırı su birikiminin sebep olacağı kök çürüklüğünü azaltabilmesi,

<p>tutulan suyun serbest hale geçtiği, yağışlı zamanlarda ise su bünyede tutularak daha fazla suyun kabul edilmediği belirtilmektedir (Köksaldı, 1999).</p> <p>❖ Doğal zeolitlerin önemli derecede nem çekme eğilimi bulunmaktadır. Bu nedenle, kolaylıkla su absorbe edebilmektedir. Ayrıca, kristal yapıları ve nem çekme özellikleri bozulmadan absorbladıkları suyu geri verebilmektedirler. Bu özellikleri nedeniyle aktifleştirilmiş doğal zeolitler, desikant (nem çekici) olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca; zeolitlerin düşük bağıl nemlerde bile nem çekme özelliklerini yitirmemeleri, zeolitlere özgü çok önemli bir özellik olarak ön plana çıkmaktadır (Kocakuşak ve ark., 2001).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uzun süreli ve yüksek nemin sebep olacağı mantar hastalıklara azaltıcı etki yapabilmesi,</li> <li>➤ Kurak ve yarı kurak mıntikalarda tesis edilen plantasyonlarda kurak periyodu atlattıncaya kadar fidana su bakımından destek olabilmesi,</li> </ul>
<p>❖ Zeolitın bilinen özelliklerinden dolayı toprağa eklenmesi sonucunda su rejimini düzelttiği, bitki besin maddelerinin yıkanmasını engellediği belirtilmektedir (Mumpton, 1983; Gote ve Nimaki, 1980).</p> <p>❖ Toprakta azotlu gübrenin <math>NH_3</math> gazı ve yıkanma sonucu <math>NO_3</math> şeklinde yitirildiği bilinmektedir. Zeolit, kullanımı amonyağa olan yüksek seçiciliği ve amonyum değişim kapasitesi nedeniyle azotlu gübrenin yıkanmasını azaltmaktadır (Mumpton, 1983).</p> <p>❖ Gübre olarak toprağa verilen <math>NH_4^+</math>'un suyla yıkanarak topraktan alınıp başka yerlere taşınması önlenerek toprakta kalması sağlanabilmektedir (Barbarick ve Pirela, 1983).</p> <p>❖ Zeolit; N ve K temin eden, yavaş-verici olarak değerlendirilir. Ayrıca, fazla miktarı toksik etki yapabilecek <math>NH_4^+</math>'u kanallarına alarak topraktan uzaklaştırır ve amonyum zehirlenmesini azaltır (Köksaldı, 1999; Barbarick ve Pirela, 1983).</p> <p>❖ Doğal zeolitlerin iyon değiştirme ve absorblama kapasitelerinin yüksekliğinden dolayı tarımsal mücadelede ilaç taşıyıcı olarak yararlanılmaktadır (Anonim, 2001a).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gübre ve besin maddelerinin suyla yıkanıp uzaklaşmasını azaltarak yer altı sularına karışmasını azaltması,</li> <li>➤ Çok kolay yıkanıp kaybolan ancak bitkinin vejetatif gelişiminde en önemli rolü üstlenen amonyumun bitki tarafından etkin şekilde alınmasına yardımcı olabilmesi,</li> <li>➤ Gübre kullanımını azaltması,</li> <li>➤ Gübre kullanımını azaltarak çevre kirliliğinde önleyici fonksiyon üstlenebilir,</li> <li>➤ Kontrollü salınımla potasyum ve amonyumun kullanım verimini artırması,</li> <li>➤ Pestisit kullanımını azaltması,</li> <li>➤ Yanlış gübre kullanımından kaynaklanabilecek toksik etkiye karşı “ bitki yanmalarını ” önleyebilmesi,</li> </ul>
<p>❖ Sodyumca zengin zeolitlerin toprağın düzenlenmesinde iyi sonuç vermediği, zira serbest kalan fazla miktardaki Na iyonlarının toprakta alkaliliğe neden olmasının yanı sıra, ozmotik problemler oluşturduğu tespit edilmiştir (Barbarick ve Pirela, 1983).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ pH'nın düşük olduğu fidanlık topraklarında (asidik toprak) pH'ı dengeleyici/yükseltici etki yaparak ıslah edici bir rol üstlenebilir.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Toprak düzenleyici olarak kullanılabilen zeolit, perlite yakın bir havalanma gözenekliliğine sahiptir (Fashkhami, 1992).</li> <li>❖ Zeolit, sahip olduğu yüksek katyon değişim kapasitesi, su tutma özelliği ve adsorbsiyon özelliği ile mükemmel bir toprak düzenleyicidir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Toprağın hava ve su geçirgenliğinde dengesine olumlu katkı sağlayabilmesi,</li> <li>➤ Toprak kompaksiyonunu azaltıcı rol alabilmesi,</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Perlit ve diğer volkanik camlar gibi doğal zeolitler de genişlemeye uygundur. Genleştirilmiş zeolitlerin sıkışma ve aşınmaya karşı dayanımı daha yüksek olduğundan genleştirilmiş hafif agregat üretilmektedir (Anonim, 2001a).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tüp dolgu harcında (Yetiştirme ortamı-substrate) katkı materyali olarak kullanılabilir.</li> </ul>

#### 4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Zeolit, dünyadaki yaygın potansiyeliyle ZEOPONIX adıyla yeni bir üretim tekniği ve sektörü haline gelmiştir. Türkiye’de ise bol ve ucuz olarak temin edilebilmesi ve önemli bir hazırlık işlemi gerektirmeden yetiştirme ortamı ve toprak düzenleyici olarak kullanılabilir olmasına karşın çok kısıtlı ölçüde faydalanılan bir mineral durumundadır. Çoğu ekonomik, fiziksel ve kimyasal özellikleri, halen kullanılmakta olan perlite ve diğer mineral bitki yetiştirme substratlerine yakın ve hatta daha üstün özelliklere sahiptir.

Açık alan ve sera bitki yetiştiriciliğinde zeolitin kullanılmasıyla;

1. Besin maddeleri olan potasyum ve amonyumun kontrollü olarak ve yavaş yavaş toprağa salınması,
2. Yanlış gübre kullanımından kaynaklanan  $NH_4$  zehirlenmesi ve bitki yanmalarının önlenmesi,
3. Gübre olarak toprağa verilen  $NH_4^+$ 'un yıkanarak yetiştirme ortamından kaybolması başka yerlere taşınabilmesi ayrıca, çevre kirlenmesinin azaltılabilmesi,
4. Yağış veya sulama rejimindeki yanlışlıklardan kaynaklanabilecek kök çürümelerine karşı nem içeriğinin kontrolünde kullanılabilmesi,
5. Zeolit kullanımıyla, tarım bitkilerinde kalite ve verim özelliklerinin artırılabilmesi,

6. Fidan üretimi ve hızlı gelişen tür plantasyonları için olası yoğun kültür uygulamalarında; maliyette önemli girdi olan gübre kullanımında tasarruf sağlayabilmesi belirli ölçülerde olanaklı görülmektedir.

Bu sebeple; Zeolitin Türkiye'deki potansiyeli dikkate alınarak geniş kullanım alanları yanında, açık alan ve sera koşullarındaki fidan üretimleriyle birlikte orman tesisi uygulamalarında ıslah materyali olarak kullanılması düşünülmelidir.

## 5. KAYNAKLAR

**ALÇIÇEK, A., BOZKURT, M., ÖZKAN, K., ALTAN, A., ÇABUK, M., AKBAŞ, Y. ve ALTAN, Ö. 1998.** Tavukçulukta Doğal Zeolit Kullanımı II., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt. 35, No.1-2-3, s. 17-24, ISSN 1018-6651, İzmir.

**ALTAN, A., ALTAN, Ö., ALÇIÇEK, A., NALBANT, M. ve AKBAŞ, Y., 1998 a.** Tavukçulukta Doğal Zeolit Kullanımı I., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt. 35, No.1-2-3, s. 9-16, ISSN 1018-6651, İzmir.

**ALTAN, Ö., ÇABUK, M., BOZKURT, M., ALTAN, A., ÖZKAN, K. VE ALÇIÇEK, A., 1998 b.** Tavukçulukta Doğal Zeolit Kullanımı III., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt. 35, No.1-2-3, s. 25-32, ISSN 1018-6651, İzmir.

**ANONİM,2001a.**[www.mining-eng.org.tr/7.BYKP/ekutup96/o480/zeolit.htm](http://www.mining-eng.org.tr/7.BYKP/ekutup96/o480/zeolit.htm)

**ANONİM, 2001b.** [www.nittofunka.co.jp/HP/quide/English/P-eZO.html](http://www.nittofunka.co.jp/HP/quide/English/P-eZO.html)

**ANONİM, 2001c.** [www.gsaresources.com](http://www.gsaresources.com)

**AYAN, S., 1999.** Tüplü Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Fidanlarının Yetiştirme Ortamları Özelliklerinin Tespiti ve Üretim Tekniğinin Belirlenmesi, Danışman: Prof. Dr. Zeki YAHYAOĞLU, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Müh. Anabilim Dalı, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Trabzon.

**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.

**ERTİFTİK, H., 1998.** Tavuk Dışkısının Gübre Olarak Uygulanabilirliğini Artırma Üzerine Bir Araştırma, S. Ü. Fen Bil. Ens., Ziraat Fakültesi, Toprak Anabilim Dalı, Konya.

**FASHKHAMI, R. N., 1992.** Peat, Perlit ve Zeolit'in Toprak Kompaksiyonuna Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, A. Ü. Fen Bil. Ens., Ziraat Fakültesi, Toprak Anabilim Dalı, Ankara.

**GOTE, H., M. NIMAKI, 1980.** Agricultural utilization of natural zeolite as soil conditioners, II Tokyo Nokyo Daigaku Nogaku Shuho 24, 305-315.

**KOCAKUŞAK,S.,SAVAŞCI,Ö.T.,AYOK,T.,2001.**

[www.mam.gov.tr/etkinlikler/kitap](http://www.mam.gov.tr/etkinlikler/kitap)

**KÖKSALDI, 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.

**MUMPTON F.A., W.A. ORMSBY 1978.** Morphology of zeolites in sedimentary rocks by scanning electron microscopy. Natural Zeolites, pp. 113-307.

**MUMPTON, F.A., 1983.** The role of natural zeolites in agriculture zeo-agriculture use of Natural Zeolites in Agriculture (ed. Wilson. 6 Paundand F.A. Mumpton) pp.3-27.

**ÜNVER, İ., ATAMAN, Y., ÇANGA, M.R. ve MUNSUZ, N., 1989.** Buffering Capacities of Some Mineral and Organic Substrates. Acta Horticulture, 238:83-97.