

## Atık Çamurlarının Bitki Üretiminde Kullanılması Üzerine Araştırmalar\*

Ulvi TOLAY, Yavuz YAVUZŞEFİK  
A.İ.B.Ü. Orman Fakültesi - Düzce - TÜRKİYE

Mustafa TOLAY - Naci SÖĞÜT  
Pakmaya Fabrikası - Düzce - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 29.12.1999

**Özet :** Gıda endüstrisinde üretim aşamasında ortaya çıkan atık çamurların işlenmesinde en yararlı ve uygun metot, çeşitli katkı maddeleri ile kompostlamadır. Kompostlama sırasında atık çamurdaki organik madde bozularak humusa benzer mükemmel bir toprak şartlandırıcısı haline gelir. Bu araştırmada Pakmaya-Düzce Fabrikasında maya üretimi sırasında ortaya çıkan atık çamur, torf ve parçalanmış mısır sapı ile karıştırılarak kompostlanmış ve kaplarda bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; 2 kısım atık çamurla kompostlanmış mısır sapı + 1 kısım kumlu balçık toprak ve % 20 tarımsal perlit karışımı mevsimlik çiçeklerin; *Tagetes patula* Carolus Linnaeus (Boylu Kadife), *Tagetes erecta* Carolus Linnaeus (Kısa Kadife), *Zinnia elegans* Nicolaus Joseph Jacquin (Kirli hanım), *Malcolmia maritima* Carolus Linnaeus (Şebboy) yetiştirilmesinde en iyi büyümeyi sağlamıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Atık çamur, Bitki üretimi

### Investigation on the Use of Sludge in Plant Propagation

**Abstract :** The most beneficial and appropriate method for sludge resulting from food industry waste water treatment is composting with various kinds of bulking agents. During composting, the organic material in the sludge is degraded to a humus-like material that makes an excellent soil conditioner. In this investigation, sludge from yeast manufactured in the Pakmaya-Düzce Plant was composted with peat moss and corn stalk chips and used as plant growing media in containers. According to the results obtained from the investigation; 2 parts composted corn stalk chips with sludge + 1 part sandy loam soil and 20 % agricultural perlite mixture gave the best growth for garden flowers (*Tagetes patula* Carolus Linnaeus, *Tagetes erecta* Carolus Linnaeus, *Zinnia elegans* Nicolaus Joseph Jacquin, *Malcolmia maritima* Carolus Linnaeus).total rains.

**Key Words:** Sludge, Plant propagation

### Giriş

Dünyada ve ülkemizde ağaç ve süs bitkilerine olan talep, son yıllarda önemli derecede artmış, bitki üretimi büyük bir biyolojik endüstri haline gelmiştir. Her yıl ağaçlandırma ve rekreasyon amacı ile milyarlarca fidan ve süs bitkisi üretilmekte ve kullanılmaktadır.

Üretilen ağaç ve süs bitkilerinin kaliteli olması, her mevsim dikilebilmesi ve dikildikten sonra tutma ve büyüme başarısının yüksek ve garantili olması istenir. Kaplı fidan üretimi bu özellikleri bünyesinde toplayan en önemli fidan üretim metodudur (1). Bu nedenle bir çok ülkede ağaçlandırma ve rekreasyon amacıyla çok büyük sayılarda kaplı fidan üretilmektedir (2). Bunun yanında

süs bitkilerinin üretilmesinde ve yetiştirilmesinde fidanların kaplı olması büyük bir öneme ve yere sahiptir.

Ancak kaplı fidan üretiminde karşılaşılan en büyük sorun ise; tohumların çimlenmesini, çeliklerin köklenmesini ve fidelerin büyümesini en iyi ve en sağlıklı biçimde sağlayacak olan kap harcının (kap ortamının) elde edilmesidir. Kap harcı: Verilen suyu uzun süre tutabilmeli; tohumların çimlenmesine, çeliklerin ve fidelerin köklenmesine ve büyüme fizyolojisine uygun olmalı; lifli ve gözenekli, hafif, iyi havalanabilecek yapıda olmalı; organik madde bakımından zengin ve hijyenik olmalı; kolay, bol ve ekonomik olarak temin edilebilme özelliğine sahip olmalıdır (3).

\* Bu araştırma Pakmaya - Düzce Fabrikası tarafından desteklenmiştir.

Kaplarda kullanılacak saf ve karışık materyal üzerinde çok sayıda araştırma yapılmış (4, 5, 6) ve yapılmaktadır. Ancak bu çalışmalar ideal bir karışım formülü verememektedir. Çünkü fidan yetiştirilecek ortamlar bitki türlerine ve ekolojik şartlara göre değişmektedir.

Son yıllarda kompostlanmış endüstriyel ve şehir atıkları da önemli bir kaynak olarak bu tip fidan üretimi çalışmalarında kullanılmakta ve bu konuda araştırma çalışmaları yapılmaktadır (7, 8). Bu araştırmalar; özellikle bazı endüstriyel atıkların, katkı maddeleri ile karıştırılıp kompostlandıktan sonra bitki üretiminde ve yetiştirilmesinde başarı ile kullanılabilceğini ortaya koymaktadır.

A.İ.B.Ü. Orman Fakültesi ve Pakmaya-Düzce Fabrikasının işbirliği ile 1996'da yürürlüğe konulmuş olan bu araştırmanın amacı: Endüstriyel arıtma tesislerinde oluşan ve toksik etkileri olmayan aerobik çamurların bazı katkı maddeleri ile kompostlanarak değerlendirilmesi, çevreye zarar vermeden birikmesinin önlenmesi ve bu yolla elde edilen materyalin kaplı fidan üretiminde ve yetiştirilmesinde kullanılmasıdır.

## Materyal ve Metot

Pakmaya aerobik tesislerinden çıkan Zetagli<sup>1</sup> çamur (9), kuru madde bazında % 50-60 organik madde, % 4-5 Azot ve % 2 Fosfat (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), ayrıca Potasyum ve diğer mineral maddeler içermektedir. Bitki besin maddeleri bakımından zengin olan bu atık arıtma çamuru, toksik olmadığından, çeşitli katkı maddeleri ile kompostlanarak bitki üretim ve yetiştirilmesinde kullanılabilir (7).

Kompostlama, mikrobiyolojik faaliyetlerle kızıymaya tabi tutulan organik kökenli katı atıkların bozundurulmasını ve stabilizasyonunu sağlayan bir katı atık bertaraf ve işleme yöntemidir (10). Ancak Pakmaya aerobik tesislerinden çıkan atık çamur, saf halde kompostlanmaya terk edildiğinde sertleşmekte ve 2-3 yıl gibi çok uzun sürelerde kompostlaşabilmektedir. Kompostlaşmayı hızlandırmak ve daha iyi vasıflarda kompost elde edebilmek için katkı maddesi kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle araştırmada kullanılacak olan kompost katkı maddelerinin tespiti konusunda ön çalışmalar yapılarak bir çok katkı maddesi kullanılmış ve sonuçta turba (Yeniçağa turbası) ve parçalanmış mısır

sapının, kısa sürede (35-40 gün) kullanılabilir vasıflarda kompost verdiği tespit edilmiştir.

Alınmış olan bu ön sonuçlar uyarınca araştırmada kullanılmak üzere: % 50 Zetagli çamur + % 50 Turba (PAK1), % 50 Zetagli çamur + % 50 parçalanmış Mısır sapı (PAK2), % 75 Zetagli çamur + % 25 Turba, % 75 Zetagli çamur + % 25 parçalanmış Mısır sapı karışımları kullanılarak kompostlar hazırlanmıştır.

## Birinci Yıl Araştırmaları

Araştırmanın birinci yılında (1996-1997) ağırlıklı olarak elde edilen kompostların, tohumların çimlenmesindeki etkileri üzerinde durulmuştur. Bu nedenle orman ağaçlarından çimlenme engeli olan ve pratik olarak sonbaharda ekilen *Fagus orientalis* (Kayın) ve çimlenme engeli olmayan ve pratik olarak ilkbaharda ekilen *Pinus nigra* (Karaçam) tohumları kullanılmıştır. Ayrıca aynı dönem içerisinde, aynı ortamlarda sistematik olmayan deneme bazında *Zinnia spp.* (Kırlı hanım), *Tagetes spp.* (Kadife) gibi mevsimlik çiçeklerin ve *Lycopersicon esculentum* (Domates) gibi sebze fidelerinin şaşırtılma işlemleri yapılmıştır.

Orman ağacı tohumlarının ekimlerinde; tesadüf blokları split-plot deneme deseni uygulanmış ve 10 işlem 3 blokta 2 split-plot'ta yer almıştır.

Ana işlemler: K= Toprak (Kontrol), Z= Zetagli çamur (saf), ZT1= % 50 Zetagli çamur + % 50 Turba (PAK1), ZM1= % 50 Zetagli çamur + % 50 Mısır sapı (PAK2), ZT1+P= ZT1 + % 20 Perlit, ZM1+P= ZM1 + % 20 Perlit, ZT2= % 75 Zetagli çamur + % 25 Turba, ZM2= % 75 Zetagli çamur + % 25 Mısır sapı, ZT2+P= ZT2 + % 20 Perlit, ZM2+P= ZM2 + % 20 Perlit. Tali işlemler: S= Ortamların Spencer - Lamaire (Ayık tipi) derin kaplarda kullanılması ve F= Ortamların Fin tipi (Enso-pot) sığ kaplarda kullanılması olarak uygulanmıştır.

## Birinci Yıl Araştırma Sonuçları

### Kayın (*Fagus orientalis*) ve Karaçam (*Pinus nigra*):

Kayın tohumları 26/11/1996 tarihinde kaplara ekilmiş ve açık alanda tahta paletler üzerine yerleştirilmiştir. Ancak tohumların büyük bir bölümünün fareler tarafından yenilmesi nedeni ile ekimler 10/12/1996 tarihinde yenilenmiş ve her iki tipteki kaplar, her işlem bir ünite olacak şekilde polietilen torbalara konmuştur.

<sup>1</sup> Zetag (Zetag-57): Polielektrolit kimsyasal şartlandırıcıdır. Atık çamur bant-filtreden geçirilirken yüksek su tutma özelliği olan bu toparlayıcı madde (Flocculant), % 0.1 oranında atık çamura karıştırılarak yumaklaştırma yapılmaktadır (9).

Yetersiz havalanma, kapların drenaj deliklerinin bloke olması ve yüksek su tutma özelliği olan Zetag nedeni ile anaerobik şartların olduğu ortamlarda çok az sayıda çimlenme meydana gelmiştir. Kontrol (Toprak) işleminde ise her iki kap türünde ortalama % 31 çimlenme tespit edilmiştir.

Karaçam tohumları ise 7/4/1997 tarihinde kaplara ekilmiştir. Tohumlar kuş ve fare zararlarına karşı Pomarsol forte ile ilaçlanmış, ayrıca damping-off'a karşı da periyodik olarak Cupravit kullanılmıştır. Ekimlerden 2 ay sonra yapılan tespit, Kontrol (Toprak) dışında diğer ortamlarda kayda değer önemli bir çimlenme tespit edilememiştir. Kontrol'de ise S tipi kaplarda % 80 ve F tipi kaplarda % 71 oranlarında çimlenme tespit edilmiştir.

Ayrıca, Z ortamı (saf Zetaglı çamur) bulunan kaplarda su sızması meydana gelmemiş ve su ile tamamen doymuş olan bu ortamdaki Kayın ve Karaçam tohumlarının tamamen çürüdüğü tespit edilmiştir.

Deneme sonucu ana işlemlerde başarılı bir çimlenme oranı elde edilemediğinden kaydedilen veriler analize tabi tutulmamıştır.

#### Diğer Bitkiler:

Genel araştırma için hazırlanmış olan kompostlardan dört ayrı kap-ortamı (karışım): ZT1 = % 50 Zetaglı çamur + % 50 Turba, ZM1 = % 50 Zetaglı çamur + % 50 Parçalanmış mısır sapı, ZT1+P = ZT1 + % 20 Perlit, ZM1+P = ZM1 + % 20 Perlit 1997 ilkbaharında kurulan ayrı bir denemede, Zinnia spp. (Kırlı hanım), Tagetes spp. (Kadife) ve Lycopersicon esculentum (Domates) fidelerinin şaşırtılmasında kullanılmıştır.

Çiçek ve domates tohumları 15/04/1997 tarihinde Pakmaya fabrikası serasında Turba + Perlit (1:1) karışımı ile doldurulmuş olan 60 x 30 x 15 cm'lik tahta sandıklara ayrı ayrı ekilmiştir. Mayıs'ın ikinci haftasında tamamen çimlenen tohumlardan elde edilen 4-5 yapraklı fidecikler,

ZT1, ZM1, ZT1+P ve ZM1+P karışımları ile doldurulmuş 45'lik siyah Enso-Pot'lara şaşırtılmıştır. Normal olarak sulama ve bakımı yapılmış olan fideler, araziye dikilecek fidanlar haline geldikten sonra 13/06/1997 tarihinde ölçülerek t-testi ile değerlendirmeye tabi tutulmuştur (Tablo 1).

Fidanlar işlemlere göre ortamlara şaşırtıldıktan sonra 90 fidanda tutma ve yaşama durumları da tespit edilmiştir. Buna göre: ZT1 ortamındaki Kırlı hanım'da % 64, Kadife'de % 11 ve Domates'te % 20 oranında kuruma tespit edilmiştir.

Tablo 1'in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, en iyi ortam; bitkilere kap ortamında yeterli havalanma ve beslenme sağlanması nedeni ile ZM1 (PAK2) her üç bitkinin boy büyümelerinde en iyi sonucu vermiştir. Ancak çaplarda ise Kırlı hanım hariç, herhangi bir farklılık bulunmamıştır.

#### İkinci Yıl Araştırmaları

Araştırmanın ikinci yılında (1997-1998 dönemi); birinci yılda elde edilen sonuçlar dikkate alınarak daha çok mevsimlik çiçeklerin şaşırtılması üzerinde durulmuştur. Bunun yanında saf olarak kullanılmış olan kompostlara belirli oranlarda toprak (kumlu balçık) karıştırılarak Karaçam tohumu ekilmiştir.

Bundan sonra yapılacak olan çalışmalarda kolaylık sağlamak amacı ile, birinci yılda yapılan araştırmalardan olumlu sonuç alınan kompostlara kısa kod adları verilmiştir. Buna göre ZT1= % 50 Zetaglı çamur + % 50 Turba kompostuna PAK1 kod adı ve ZM1= % 50 Zetaglı çamur + % 50 Mısır sapı kompostuna da PAK2 kod adı verilmiştir.

#### Karaçam (Pinus nigra) Tohumları:

Karaçam tohum ekimi ile ilgili denemede Tesadüf blokları deneme deseni kullanılmıştır. Denemede 10 işlem plotu 3 blok içerisine yerleştirilmiştir. Kap olarak Ayık tipi 30 x 7 blok-tüp kullanılmıştır.

Tablo 1. Ortalama fidan boy ve çapları

| Bitki Türü  | ZT1+P    |          | ZT1      |          | ZM1+P    |          | ZM1      |                   |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------|
|             | Boy (cm) | Çap (mm) | Boy (cm) | Çap (mm) | Boy (cm) | Çap (mm) | Boy (cm) | Çap (mm)          |
| Kırlı hanım | 11.8     | 2.2      | 10.5     | 1.8      | 13.6     | 2.6      | 16.3**   | 2.6*              |
| Kadife      | 10.0     | 2.4      | 9.8      | 2.2      | 8.8      | 2.8      | 11.2*    | 2.8 <sup>NS</sup> |
| Domates     | 8.1      | 2.2      | 7.7      | 2.2      | 13.2     | 2.8      | 14.2**   | 2.9 <sup>NS</sup> |

NS = Önemsiz, (\*) = % 95 düzeyde önemli, (\*\*) = % 99 düzeyde önemli.

İşlemler: K= Toprak (Kontrol), K1= Toprak + 1/5 Perlit, H1= 1PAK1 + 1 Toprak, H2= 1PAK1 + 1 Toprak + 1/5 Perlit, H3= 2PAK1 + 1 Toprak + 1/5 Perlit, H4= 1PAK1 + 2 Toprak + 1/5 Perlit, H5= 1PAK1 + 1 Toprak, H6= 1PAK2 + 1 Toprak + 1/5 Perlit, H7= 2PAK2 + 1 Toprak + 1/5 Perlit, H8= 1PAK2 + 2 Toprak + 1/5 Perlit

Karaçam tohum ekimleri 25/3/1998 tarihinde yapılmıştır. 31/05/1998 tarihinde yapılan ölçmelerde ise birinci yıldaki gibi çok düşük sayılarda (% 10-15) çimlenmeler meydana geldiği tespit edilmiştir. Kontrolde ise çimlenme oranı % 85 tir. Bu nedenle elde edilen verilere ait herhangi bir analiz yapılmamıştır. PAK1 ve PAK2'ye balçık toprak karış-tırılması, Karaçam tohumlarında ilk yıl elde edilen olumsuz sonucu değiştirmemiştir.

#### Mevsimlik Çiçek Tohumları:

Araştırmada mevsimlik çiçek tohumu olarak: Tagetes patula Carolus Linnaeus (1) -Bonito bolero- (Boylu Kadife), Tagetes erecta Carolus Linnaeus (2) -Cupidon, Erecta Hybrida- (Kısa Kadife), Zinnia elegans Nicolaus Joseph Jacquin -Hybrida, Peter Pan- (Kırlı hanım), Malcolmia maritima (Carolus Linnaeus) Robert Brown - Tom Pouce- (Şebboy) tohumları kullanıla-rak şaşırtılacak fideler elde edilmiştir.

Araştırmada Tesadüf blokları deneme deseni kullanılmıştır. Deneme deseninde 2 blokta ve 12 işlem plotu yer almaktadır. Her çiçek türü için işlemlerde 20 şaşırtılmış çiçek fidanı bulunmaktadır.

İşlemler: K= Toprak (Kontrol), K1= Toprak + 1/5 Perlit, H1= 1PAK1 + 1 Toprak, H2= 1PAK1 + 1 Toprak + 1/5 Perlit, H3= 2PAK1 + 1 Toprak + 1/5 Perlit, H4= 1PAK1 + 2 Toprak + 1/5 Perlit, H5= 1PAK2 + 1 Toprak, H6= 1PAK2 + 1 Toprak + 1/5 Perlit, H7= 2PAK2 + 1 Toprak + 1/5 Perlit, H8= 1PAK2 + 2 Toprak + 1/5 Perlit, H9= 1PAK2, H10= 1PAK2 + 1/5 Perlit.

Çiçek tohumları 25/3/1998 tarihinde Pakmaya serasında Turba + Perlit (1:1) karışımı ile doldurulmuş olan 100 x 60 x 20 cm'lik tahta kasalara ayrı ayrı ekilmiştir. Nisan ayının ikinci haftasında tamamen çimlenen tohumlardan elde edilen 4-5 yapraklı fidelikler, 45'lik siyah Enso-Pot'lara doldurulmuş olan karışımlara (işlem ortamlarına) şaşırtılmıştır. Normal olarak sulama ve bakımı yapılmış olan fideler, araziye dikilecek fidanlar haline geldikten sonra 31/05/1998 tarihinde boy ve çapları ölçülmüştür (Tablo 2).

#### Mevsimlik Çiçek Fidelerinin Şaşırtma Sonuçları

Çiçeklere ait fidelikler şaşırtılacak boyutlara geldikten sonra, yukarıda da anıldığı gibi serada, proje ve deneme deseni esaslarına göre şaşırtılmıştır. Elde edilen veriler Varyans Analizine tabi tutularak irdelenmiştir.

Tablo 2. Çiçeklerin işlemlere göre çap ve boy ortalamaları

| İŞLEMLER | ÇİÇEKLERİN ÇAP VE BOY ORTALAMALARI |             |                         |             |                         |             |                       |             |
|----------|------------------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-----------------------|-------------|
|          | Tagetes (1)<br>(Kadife)            |             | Tagetes (2)<br>(Kadife) |             | Zinnia<br>(Kırlı hanım) |             | Malcolmia<br>(Şebboy) |             |
|          | Çap<br>(mm)                        | Boy<br>(cm) | Çap<br>(mm)             | Boy<br>(cm) | Çap<br>(mm)             | Boy<br>(cm) | Çap<br>(mm)           | Boy<br>(cm) |
| K        | 2.15                               | 10.56       | 2.36                    | 5.21        | 2.37                    | 11.55       | 1.41                  | 7.03        |
| K1       | 1.65                               | 9.07        | 2.36                    | 5.63        | 2.21                    | 12.45       | 1.28                  | 7.10        |
| H1       | 2.35                               | 11.79       | 2.41                    | 7.56        | 2.52                    | 13.61       | 1.74                  | 11.20       |
| H2       | 2.70                               | 13.37       | 2.59                    | 8.38        | 3.01                    | 19.84       | 1.94                  | 13.82       |
| H3       | 2.43                               | 12.86       | 2.53                    | 8.10        | 2.99                    | 20.63       | 1.84                  | 12.23       |
| H4       | 2.18                               | 12.66       | 2.58                    | 8.06        | 2.66                    | 18.99       | 1.77                  | 13.03       |
| H5       | 2.61                               | 13.81       | 2.75                    | 8.43        | 2.91                    | 22.65       | 1.73                  | 13.86       |
| H6       | 2.48                               | 13.83       | 2.42                    | 7.64        | 2.64                    | 19.03       | 1.73                  | 13.93       |
| H7       | 2.66                               | 16.42       | 2.42                    | 8.02        | 3.06                    | 23.93       | 1.80                  | 14.85       |
| H8       | 2.68                               | 15.48       | 2.26                    | 7.26        | 2.52                    | 21.32       | 1.68                  | 13.85       |
| H9       | 2.52                               | 13.75       | 2.07                    | 7.29        | 2.84                    | 20.04       | 2.04                  | 13.90       |
| H10      | 2.71                               | 14.81       | 2.51                    | 9.15        | 2.78                    | 22.77       | 1.92                  | 15.75       |

Tagetes (1) - Boylu Kadife: Boy ve çaplara ait Varyans Analizine göre Tagetes (1)'de işlemler arasında % 99.9 düzeyde belirgin farklılık bulunmaktadır. Duncan testine göre işlemlere ait boy ortalamaları üç gruba ayrılmaktadır. İlk grubun birinci sırasında ise en iyi işlem olarak H7 (2PAK2 + 1Toprak + 1/5Perlit) bulunmuştur. Dip çaplara ait Duncan testine göre ilk sırayı H10 almışsa da H7 ile aralarında istatistiksel bir fark bulunmamıştır.

Tagetes (2) - Kısa-Kadife: Tagetes (2)'de boylara ait Varyans Analizine göre işlemler arasında % 99 düzeyde belirgin farklılık bulunmaktadır. Ancak toprak istekleri bakımından hassas olan kısa boylu Tagetes'de işlemlere göre bazı kurumalar tespit edilmiştir. Örneğin; H10'da % 10, H3'de % 5, H4'de % 7.5, H6'da % 15, H1'de % 17.5, H9'da % 25, K1'de % 7.5, ve K'da % 12.5 fidan kurumuştur. Önemli olan bu husus dikkate alındığında H5, H2 ve H7 en iyi işlemler olmakta ve bu işlemler aynı grupta yer aldıklarından istatistiksel olarak aralarında bir fark bulunmamaktadır. Dip çaplarına göre yapılan Varyans Analizinde işlemler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmamıştır.

Zinnia - Kirli hanım: Zinnia'da boy ve çaplara ait Varyans Analizine göre işlemler arasında % 99.9 düzeyde belirgin farklılık bulunmaktadır. En iyi sonuç veren H7: 2 hacim PAK2 + 1 hacim Toprak ve 1/5 hacim perlit'ten oluşan karışım olmuştur, bu ortama şaşırtılan Zinnia fideleri 23.93 cm boy yapmıştır. Kontrol (toprak) ile arasında 12.38 cm'lik bir boy farkı bulunmaktadır. Dip çaplarına ait Duncan testine göre, yine H7 işlemi boylarda olduğu gibi çaplarda da en iyi büyümeye neden olmaktadır.

Malcolmia - Şebboy: Malcolmia'da boy ve çaplara ait Varyans Analizine göre işlemler arasında % 99.9 düzeyde belirgin farklılık bulunmaktadır. Kullanılan harçlardan H7, H9 ve H10 Malcolmia'da en iyi boy ve çap büyümesine neden olmaktadır ve istatistiksel olarak aralarında herhangi bir fark bulunmamaktadır.

## Sonuç ve Tartışma

Birinci yıl ekilen Karaçam ve Kayın tohumları ile, ikinci yıl ekilen Karaçam tohumlarının beklenen düzeyde çimlenmemiş olması aşağıdaki nedenlere bağlanabilir:

Araştırmada kullanılan karışımlarda yapılan analizlere göre, fiziksel ve kimyasal özellikler yönünden ileride açıklanacak bazı sorunlar bulunmaktadır (Tablo 3). Bunun

yanında Zetag nedeni ile bazı karışımlarda daha fazla su tutulmaktadır. ZT1 (PAK1) ve ZM1 (PAK2)'nin ayrıca yapılan kompost analizlerine göre; ideal olarak % 90'lar civarında olması arzu edilen total porozite değerleri sırası ile % 83 ile % 77 arasında değişmektedir. Aynı şekilde % 25-35'ler arasında olması gereken hava kapasitesi değerleri % 12 ile % 7 arasında, % 60-65'ler civarında olması gereken su kapasitesi % 71-70'lerde bulunmuştur. Görüldüğü gibi, kompostların su kapasitesi değerleri yeterince yüksek olmasına karşın hava kapasiteleri son derece düşüktür. Fazla rutubet nedeni ile toprakta meydana gelen ve bitki kökleri için uyumsuz olabilen bu olumsuz havasız ortam, soluma (O<sub>2</sub>) ihtiyacında olan tohum içinde geçerlidir. Sıcaklık ve rutubet nedeni ile çimlenmesi tetiklenen tohum, anaerobik şartlar nedeni ile oksijen alamamakta, ya çimlenmeden çürümekte veya çimlense bile çok nazik olan kökçük (radicle) ilk anda oksijen konsantrasyonunun azalması (hypoxia) nedeni ile tahrip olmaktadır.

Karaçam tohumlarının çok küçük olması nedeniyle su ile doymuş materyal gözenekleri, dolayısı ile su, tohumu tamamen sarmakta, çok kısa sürede anaerobik bir ortam oluşarak çimlenmenin meydana gelmesine engel olmaktadır.

Kayın tohumları ise, Karaçam tohumlarında kıyasla daha büyük köşeli ve oluklu bir yapıya sahiptir. Bu nedenle Zetag etkisi ile mikrofilmler halinde materyal partiküllerini sarmış olan su, tohumun her tarafını kapatamamakta, bazı tohumlar ihtiyaç duyduğu oksijeni az da olsa alabilmektedir. Tesadüfen bu durumda olan tohumlar çimlenme olanağını bulabilmektedir. Doymun materyaldeki suyun tohumu tamamen sarması halinde ise, çimlenmenin gerçekleşmediği düşünülebilir.

Bu durumu değiştirmek amacı ile saf olarak kullanılan PAK1 ve PAK2 kompostuna değişen oranlarda kumlu balçık toprak karıştırılması da durumu değiştirmemektedir.

Bu görüşümüz bazı araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermektedir. Bunlardan Lavender (11) yaptığı bir araştırmada: Yüksek oranda tohum çimlenmesi elde edebilmek için, ortamda devamlı ve yeterli oranda rutubet, oksijen ve sıcaklık olmalıdır. Ancak aşırı rutubet anaerobik bir ortam yaratarak çimlenme için gerekli oksijeni azaltır. Çimlenebilen tohumlarda ise kökler, mikroorganizmaların da etkileri ile toksik hale gelen anaerobik ortamda tahrip olur, demektedir. Kantarcı (12)

ve Wild'e (13) göre ise: Oksijenin azalması ile toprakta bozulmaya neden olan bir seri kimyasal ve biyokimyasal olayın sonucunda kökler zarar görmekte, ayrıca indirgenen  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  ve  $\text{S}^-$  ile ortamda birikmiş mikrobiyal metaboler de, kök metabolizmasına zararlı olmaktadır. Bunun yanında köklerin anaerobik solunumu ethanol, asetaldehit gibi maddelerin oluşmasına neden olmaktadır ki, bunlar da yüksek konsantrasyonda biriktiği zaman köklere zarar vermektedirler. Nitekim ikinci yıl Karaçam tohumları ile yapılan araştırmadan elde edilen olumsuz sonuçlar bu durumu kesin olarak teyit etmektedir.

Yüksek su tutma kapasitesine sahip Zetagli çamurla hazırlanan kompostların Kayın ve Karaçam tohumlarının çimlenmesini olumsuz etkilemesinin aksine, bu kompostlarla hazırlanmış ortamlara mevsimlik çiçek fidelerinin şaşırtılmasından çok olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

İlk yıl araştırma sonuçlarına göre; saf haldeki PAK2 kompostuna şaşırtılan Kirli hanım (Zinnia), Kadife (Tagetes) ve Domates (*Lycopersicon esculentum*) fidelerinde, olumsuz havalanma şartlarına rağmen, saf PAK1 kompostuna şaşırtılan aynı bitkilerin fidelerine göre daha iyi çap ve boy büyümeleri elde edilmiştir. Ancak turba içerdiğinden daha ince strüktürde olan PAK1'de (% 50 Zetagli çamur + % 50 Turba kompostu) yetersiz havalanma nedeni ile Kirli hanım fidelerinde % 64, Kadife fidelerinde % 11 ve Domates fidelerinde % 20 kuruma meydana gelmiştir. Aynı ortama 1/5 (% 20) Perlit'in girmesi olumsuz havalanmayı ortadan kaldırmakta ve fidelerde kurumalar meydana gelmemektedir.

Tablo 1'den de anlaşılabilir gibi en iyi büyümenin elde edildiği PAK2 (ZM1) yani % 50 Zetagli çamur + % 50 Par-çalanmış mısır sapı kompostunda herhangi bir fide kuruması bulunmamaktadır. Ancak istatistiksel bakımdan önemli bir fark olmamasına rağmen, komposta %20 (1/5) oranında perlit karıştırıldığı zaman, büyümeler daha az olmaktadır. Boy ve çapların perlitli ortamda daha az olması, ortamdaki beslenme gücü oranı ile ilgilidir. Zira kap hacmi bazında daha verimli ortam olan PAK2 kompostunun % 20 daha az olması, bitkilerde beslenmeyi ve dolayısı ile büyümeyi etkilemektedir.

Mevsimlik çiçeklerin fide şaşırtmalarında ikinci yıl alınan sonuçlar, birinci yıl alınan sonuçlara benzerlik göstermektedir. Mevsimlik çiçek olarak fideleri şaşırtılan Tagetes (1), Tagetes (2), Zinnia ve *Malcolmia* fideleri

ortak olarak H7 (2 hacim PAK2 + 1 hacim Toprak + 1/5 hacim Perlit) ve H10 ( 1 hacim PAK2 + 1/5 hacim Perlit) karışımlar içerisinde en iyi çap ve boy büyümeleri yapmışlardır. Aslında H7 ve H10 karışımlarından elde edilen büyümeler arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamaktadır. Perlitin % 20 oranında karışıma girmesi halinde de büyümelerde istatistiksel olarak bir fark meydana gelmemektedir. Toprağın karışımında bulunmadığı, dolayısı ile kap hacmi bazında daha fazla verimli olan PAK2 kompostunun karışımında yer aldığı H10 işlemi, Kadife (Tagetes 2) ve Şebboy'da (*Malcolmia*) ilk sırayı almaktadır. Fakat Tagetes (2)'de % 10 oranında bir kuruma meydana gelmiştir. % 20 Perlitte karıştırılarak kullanılan PAK2 ile, yani H10'la, H7 karışımı arasında da istatistiksel olarak bir fark bulunmamaktadır. Ancak H7, 2 hacim PAK2'ye 1 hacim toprak karıştırılarak elde edilmiş olan, bitki üretimi ve yetiştirilmesi için daha doğal,  $\text{CaCO}_3$  ve tuzluluk yönünden daha emin bir ortamdır. Bu karışım, kumlu killi balçık toprak içerdiğinden, aynı zamanda saksılarda kullanılan Hartman-Kester ve John Innes karışımlarına da benzemektedir (3, 5).

Bu nedenle araştırma sonuçlarına göre 2 hacim PAK2 + 1 hacim Toprak + 1/5 Perlit'ten oluşan H7 karışımı, mevsimlik çiçek fidelerinin şaşırtılmasında daha iyi bir kap ortamı olarak kabul edilebilir. PAK2, bilindiği gibi % 50 oranında parçalanmış mısır sapı kullanılarak elde edilen bir komposttur.

Ayık ve Ark. göre (6); mısır bitkisinin sap kısımlarının parçalandıktan sonra 6 aydan az bir süre içerisinde kompost haline getirilmesi ile elde edilen materyal (kompost) turbaya çok yakın fiziksel özellikler göstermektedir. Bu kompostla hazırlanan karışımlarda üretilen fidanlar, turba ile hazırlananlarda üretilenlere kıyasla daha iyi büyümektedir. Ayrıca mısır sapı, turba gibi tükenen bir kaynak olmayıp temini kolay, ucuz ve yenilenebilir bir kaynaktır.

Parçalanmış veya öğütülmüş mısır sapı tek başına kompostlana bildiği gibi, katkı maddesi olarak atık çamurlarla da kompostlana bilmektedir. Araştırma sırasında yapılan kompostlama çalışmalarında aerobik kompostlama tesislerinde 35-40 günde mısır sapı ile kullanılabilir vasıfta kompost elde edilebilmiştir.

Turbanın fiziksel ve kimyasal özellikleri yeknesak değildir, temin edildiği kaynağa göre değiştiği halde, mısır sapı yeknesak olup, özellikleri değişmemektedir.

Araştırma için hazırlanan karışımların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 3'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde H9 (1PAK2) ve H10 (1PAK2 + 1/5 Perlit) karışımlarının Elektriki İletkenlik (EC) değerlerinin 5.700 ve 6.100 Mmhos/cm olduğu görülmektedir. Bu değerler karışımların tuzlu olduğunu belirtmektedir. PAK2 anımsanacağı üzere % 50 Zetagli çamur + % 50 Parçalanmış mısır sapından elde edilen komposttur.

Zetag ise poli-elektrolit kimyasal şartlandırıcı olup ortamdaki partiküller arasında polimer-zincirlerle bağlantı sağlayarak yumaklaşmaya neden olmakta ve ortamda iyonik bir karakter yaratmaktadır (14). Bu durum ortamın, yani karışımın, yüksek elektriki iletkenlik değerler verdiğini düşündürmektedir. Halbuki bu iki karışımın pH değerleri 6.9 olup nötr reaksiyona çok yakındır ve bu değerler, ortamın bir ölçüde de olsa tuzlu olmadığını bir göstergesi sayılabilir. Nitekim araştırmanın sonuçları açıklanırken özellikle H10 karışımında bitki büyümelerinin çok iyi olduğu belirtilmiştir.

Tuzluluk etkisi ile bu ortamda çap ve boy gelişmelerinde herhangi bir gerileme ve bariz ölümler meydana gelmemiştir. Bu iki karışımın dışında diğer karışımlarda genelde bir veya iki kısım toprak bulunmasının, polimer-zincir oluşmasını bir ölçüde engellediğini ve elektriki geçirgenlik değerlerinin daha küçük olmasına neden olduğunu düşündürmektedir. Ancak tuzsuz olan toprak (K ve K1) ortamlarla kıyaslandığında yine de bu değerlerin oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Kontrol olarak kullanılmış olan K ve K1 (Toprak) işlemlerinde yapılan fiziksel analizlere göre; sırası ile, kum oranı % 57.80 - % 55.86, toz oranı % 22.56 - % 24.57, kil oranı % 19.64 - % 19.57 ve toprak türü kumlu-balçıktır. Zetagli çamurla hazırlanmış kompostun kullanıldığı diğer karışımlar; genelde organik kökenli olduğundan ve el/göz muayenesi ile de örnekler tamamiyle organik toprak özelliği gösterdiğinden, fiziksel analiz yapmak ve bünye tespit etmek anlamlı sonuçlar vermeyeceği için, bunlarda fiziksel analizler yapılmamıştır.

Tablo 3. Karışımların (İşlemler'in) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

| İşlemler | PH (H <sub>2</sub> O) | EC Mmhos/cm | CaCO <sub>3</sub> % | Kül % | Organik Madde % | N %   |
|----------|-----------------------|-------------|---------------------|-------|-----------------|-------|
| H1       | 6.9                   | 1.750       | 4.52                | 90.83 | 9.17            | 0.364 |
| H2       | 6.7                   | 2.900       | 6.58                | 83.90 | 16.10           | 0.967 |
| H3       | 6.8                   | 2.880       | 11.10               | 85.33 | 14.67           | 1.079 |
| H4       | 7.3                   | 0.940       | 4.11                | 93.18 | 6.82            | 0.307 |
| H5       | 7.1                   | 2.450       | 8.63                | 90.97 | 9.03            | 0.384 |
| H6       | 7.0                   | 2.430       | 7.81                | 91.24 | 8.76            | 0.364 |
| H7       | 7.0                   | 3.350       | 9.45                | 84.72 | 15.28           | 0.818 |
| H8       | 7.1                   | 1.525       | 5.75                | 92.37 | 7.63            | 0.364 |
| H9       | 6.9                   | 5.700       | 4.22                | 60.08 | 39.92           | 1.973 |
| H10      | 6.9                   | 6.100       | 24.26               | 62.66 | 37.34           | 1.304 |
| K        | 6.8                   | 0.145       | 2.05                | 96.03 | 3.97            | 0.195 |
| K1       | 7.4                   | 0.147       | 2.46                | 96.56 | 3.44            | 0.169 |
| ZT1      | 6.5                   | 8.100       | 21.94               | 65.40 | 34.60           | 2.290 |
| ZT1+P    | 6.4                   | 8.680       | 24.44               | 64.20 | 35.98           | 3.720 |

Not: H9 = PAK2, H10 = PAK2 + % 20 Perlit ve ZT1 = PAK1, ZT1+P = PAK1 + % 20 Perlit'tir.

**Toprak örneklerinin analizinde kullanılan alet ve yöntemler:**

Organik madde ve kül (mineral madde) değerleri ateşte kayıp (550°C) sonucu bulunmuş değerlerdir.

Azot analizi (total azot) Sömi Mikrokjeldahl metodu ile yapılmıştır.

Karbonat analizleri Scheibler Kalsimetresi kullanılarak yapılmıştır.

EC Elektriki İletkenlik değerleri 1:5 oranında hazırlanan toprak-su ekstartlarında, elektriki iletkenlik aleti kullanılarak bulunmuştur.

pH 1:2.5 oranında hazırlanan toprak-su çözeltilerinde cam elektrotlu pH-Metre ile ölçülmüştür.

Toprakların mekanik bileşimi (toprak tekstürü) Bouyoucos Hidrometre (ASTM No.152H) metodu ile bulunmuştur.

Tablo 3'ten anlaşıldığı gibi; Toprak reaksiyonu (pH) genelde nötr veya nötre çok yakın asit veya alkalendir. Karışımlar, yukarıda yapılan değerlendirme ışığında, tuzsuz, az tuzlu ve tuzlu sınıfa girmektedir ve bu durum, ilginç olarak, büyüme parametreleri üzerinde olumsuz hiç bir etki göstermemektedir. CaCO<sub>3</sub> bakımından da H10 hariç kireç oranı kabul edilebilir sınırlar içerisinde.

Organik madde bakımından elde edilmiş olan karışımlar zengin ve çok zengindir. Örneğin kullanılması tavsiye edilmiş olan H7 karışımı % 15.28 organik madde içermektedir. Bu karışım azot yüzdesi bakımından da çok zengin olup % 0.818 gibi bir değer vermektedir. H10 ise bu bakımdan daha iyi durumda olup organik madde oranı % 37.34 ve azot oranı ise % 1.304 tür.

İşlemlere ait karışım örneklerinin, ayrıca su tutma kapasiteleri (PAK1 ve PK2 kompostları hariç) ölçülememiştir. Ancak araştırma boyunca yapılan gözlemlerden, PAK1 ve PAK2 kompostlarının fiziksel analizlerinden varılan sonuca göre, karışımlar su tutma özelliği fazla olan Zetag içerdiğinden genelde toprağa

nazaran daha geç kurumaktadır. Ayrıca Kayın ve özellikle Karaçam tohumlarının çimlenmeme nedeni açıklanırken, saf olarak kullanılmış olan Zetag'lı çamurda suyun sızmadığı ve bu işlemde ekilen tohumların tamamen çürüdüğünün saptandığı belirtilmiştir.

Analiz sonuçlarının olumsuz göstergelerine rağmen, fiziksel ve kimyasal yönden istenen özelliklerde olmayan PAK1 ve PAK2 kompostları kullanılarak hazırlanmış olan tüm karışımlar, bitki yetiştirme yönünden, kontrol olarak kullanılan ve kumlu-balçık toprak türünde olan topraklarla (K ve K1) kıyaslandığında istatistiksel olarak çok daha iyi sonuçlar vermektedir. Birinci yıla ait Tablo 1'deki boy ve çapa ait verilerle, ikinci yıla ait Tablo 2'deki değerler kıyaslandığında bu durum açıkça görülecektir.

Araştırma sırasında çeşitli işlemler uygulanarak elde edilmiş olan tüplü çiçek fidanları, Pakmaya Fabrikasının bahçesine dikilmiştir. Özellikle baştan beri, H7 ve H10 karışımlarında yetiştirilmiş ve uzun boylara ulaşmış olan çiçekler, bu özelliklerini arazide de devam ettirmişler ve diğerlerine nazaran daha fazla gelişme göstermişlerdir.

## Kaynaklar

1. Tolay, U. 1993: Hızlı Gelişen Yapraklı ve İğne Yapraklı Türlerin Tüplü Fidan Yetiştirme Tekniği Üzerine Araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü. Araştırma Dergisi No. 20. İzmit.
2. Tinus R. W., Stein W. L., and Balmer W. E. 1974: Proceedings of the North American Containerized Forest Tree Seedlings Symposium.
3. Ürgenç, S. 1992: Ağaç ve Süs Bitkileri Fidanlık ve Yetiştirme Tekniği. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 418. 569 s.
4. Daşdemir, İ., Güven, ve M., Güler, S. 1997: Doğu Anadolu Bölgesinde Sera Koşullarında Tüplü Sarıçam (Pinus sylvestris L.) Fidan Üretim Tekniği Denemesinin Fidanlık Aşaması Sonuçları. Doğu Anadolu Ormanlık Araştırma Müdürlüğü. Teknik Rapor No. 2.
5. Davidson, H., Mecklenburg, R. and Peterson, C. 1988: Nursery Management Administration and Culture. Second Edition. New Jersey. 412 pp.
6. Ayık, C., Yılmaz, H. ve Zengin, M. 1990: Orman Fidanlıklarında Kullanılabilecek En Uygun Tüplü Fidan Toprağı ile Tür ve Yaşa Göre En Uygun Tüp Boyutlarının Tayini Konusunda Yapılan Çalışmalar. Saymanlık Ve Fidanlık Çalışmaları Konulu Seminer (Oylat) Tebliği.
7. Tolay, M., Arhan, Y., Söğüt, N. ve Öztürk, I. 1995: Aerobik Arıtma Çamurlarından Tarımsal Kompost Üretimi.
8. Anon. 1984: Environmental Regulations and Technology. Use and Disposal of Municipal Wastewater Sludge. EPA.
9. Öztürk, İ., Dağışan, L., Tolay, M., Çalışkan, F. ve Çiftçi, T. 1994: Fermantasyon Endüstrisi Aerobik Arıtma Tesisi Biyolojik Çamurlarında Ekonomik Susuzlaştırma. İTÜ.4. Endüstriyel Kirlenme Sempozyumu 94. İstanbul.
10. Haug, R.T. 1980: Composting Engineering: Principles and Practices. Ann Arbor Science, Ann Arbor Mich.
11. Lavender, D.P. 1990: Physiological Principles of Regeneration. p. 30-44. Vancouver, B.C.xiii+372 pp.
12. Kantarcı, D. 1987: Toprak İlimi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 387. 370 s.
13. Wild, A. 1988: Russell's Soil Conditions and Plant Growth. Longman Group UK. Ltd. 991 pp.
14. Anon. 1992: Floerger Polyacrylamides Technical Information Bulletin. SNF.