

# Şeker pancarı küspesinin tarımsal kullanımı: Şeker pancarı küspesinin seçilen toprak özellikleri üzerine etkisi

## Agricultural use of sugar beet pulp: Sugar beet pulp effect on some selected soil properties

Erdem YILMAZ, Zeki ALAGÖZ

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 07070/ANTALYA

Sorumlu yazar (Corresponding author): E. Yılmaz, e-posta (e-mail): erdemyilmaz@akdeniz.edu.tr

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 18 Eylül 2012  
Düzeltilme tarihi 25 Aralık 2012  
Kabul tarihi 3 Ocak 2013

#### Anahtar Kelimeler:

Şeker pancarı küspesi  
Atık  
Organik materyal  
Toprak verimliliği  
Killi toprak

### ÖZ

Bu çalışmada, endüstriyel tarımsal atıklarından şeker pancarı küspesinin (ŞPK) kil ve kumlu tın tekstürdeki toprağa uygulanmasıyla bazı toprak özelliklerinde meydana getirdiği etkiler belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmada, ŞPK kuru ağırlık esasına göre (1000, 2000, 4000 kg da<sup>-1</sup>) yaş olarak uygulanmış ve çalışma tesadüf parselleri desenine göre 5 tekerrürlü saksı denemeleri şeklinde sera koşullarında yürütülmüştür. İki aşamadan oluşan çalışmada birinci aşama, uygulanan materyallerin ilk altı ayın sonunda toprak özellikleri üzerine etkisini belirlemeyi, ikinci aşama ise ikinci altı aylık dönem ve 8 haftalık fasulye bitkisinin (*Phaseolus vulgaris* L.) yetiştirildiği toplamda 14 aylık periyodu kapsamaktadır. Şeker pancarı küspesinin, kil ve kumlu tın tekstüre sahip toprağın N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu içeriği ile organik madde (OM), pH ve elektriksel iletkenlik (EC) parametreleri üzerine etkisi her iki dönemde değişik düzeylerde ve farklı yönde gerçekleşmiştir.

### ARTICLE INFO

Received 18 September 2012  
Received in revised form 25 December 2012  
Accepted 3 January 2013

#### Keywords:

Sugar beet pulp  
Waste  
Organic material  
Soil fertility  
Clayey soil

### ABSTRACT

In this research, the effect of sugar beet pulp (SBP), which is the sugar beet processing waste, on some soil properties of clayey and sandy loam textured soil were investigated. Sugar beet pulp was applied to soil as a fresh material, (dry weight basis 1000, 2000 and 4000 kg da<sup>-1</sup>), and pot experiments were carried out according to the completely randomized design with 5 replications in greenhouse conditions. This study consisted of two different stages. The first stage consists of 6 months incubation period (1<sup>st</sup> sample period). Second stage consisted of other 6 months plus 8 weeks bean (*Phaseolus vulgaris* L.) vegetation period (2<sup>nd</sup> sample period). The effects of SBP on N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn and Cu concentrations with total N and organic matter (OM), pH and electrical conductivity (EC) values in clayey and sandy loam textured soil were different level and way in both stages.

## 1. Giriş

Tarımsal üretimde kaliteli ve yüksek verim elde etmenin temel şartlarından biri, toprakların verimliliklerinin artırılması ve sürdürülebilir bir biçimde tutulmasıdır. Sürdürülebilir toprak yönetimi toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan bozulmasını önleyen uygulamaların tümünü kapsamaktadır.

Topraklara organik materyal uygulamaları bir yandan bitki beslenmesinde etkili bir kaynak olurken diğer yandan da toprak bozulmasının önlenmesinde önemli bir etkiye sahip olmaktadır (Buri ve ark. 2002). Topraklardaki yapısal bozulmanın ana nedenlerinden birisi, yoğun bir şekilde işlenen topraklarda, toprak organik maddesinin çok düşük düzeylere inmesidir (Grandy ve ark. 2002). Toprakların organik madde dengesi tarımsal sistemlerde sürdürülebilirliğin önemli bir göstergesidir (Dostal 2002). Yeterli düzeylerde bulunan toprak

organik maddesi iyi bir ürün yetiştirme sisteminde karşılaşılan zorlukları azalttığından, toprakların verimlilik düzeylerinin korunmasında ve iyileştirilmesinde organik materyaller sıklıkla kullanılmaktadır (Petkova 2002). Ancak Millner ve ark., (2004), organik atıkların değerinin özellikle şiddetli erozyona uğramış topraklarda arttığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte araştırmacılar, bitkisel üründen elde edilecek verimin organik atıklara karşı yanıtının genellikle doğrusal olmadığı, bu materyallerin topraklara uygulanması ile elde edilecek etkilerin materyal-ürün arasındaki ilişki, toprak tipi, iklimsel faktörler, toprak-ürün rotasyonu arasındaki ilişkiler ve organik atıkların özelliklerinin net bir biçimde anlaşılabilmesinin nedeniyle önceden belirlenemediğini bildirmişlerdir.

Endüstriyel tarımsal katı atıklar organik madde kaynağı

şeklinde kullanılabilir büyük bir potansiyele sahiptir ve bu atıkların kullanılabilirlikleri, topraklara uygulanmadan önceki karakteristiklerinin bilinmesine bağlıdır (Maheswaran ve ark. 2004). Türkiye’de bugün değerlendirilemeyen birçok tarımsal atık bulunmakta ve sadece Akdeniz bölgesinden elde edilen atık miktarı yıllık toplam tarla ürünlerinden 7.374.194 ton ve bahçe ürünlerinden 288.567 ton’dur (Başçetinçelik ve ark. 2005). Tarımsal endüstride yan bir ürün olan ve ülkemizde 2.486.088 ton gibi önemli miktarlarda üretilen yaş şeker pancarı posasının (Anonim 2013) tarımsal üretimde kullanım olanağının araştırılması toprak verimliliğinin korunmasına ve artırılmasına katkıda bulunabilecek bir materyal olarak düşünülmektedir. Bu çalışmada, şeker pancarı küspesi uygulamasının killi ve kumlu tınlı tekstüre sahip iki topraktaki bazı toprak özellikleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırmada, Antalya Aksu bölgesinde yer alan Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama arazisinde dağılım gösteren alüviyal (Typic Xerofluent) killi tekstür (Büyükkuşulu Serisi) ve kumlu tınlı tekstüre (Tehneli Serisi) sahip toprakların 0–25 cm derinliğinden alınan örnekler kullanılmıştır. Toprak örneklerinin alındığı yerler Antalya ili sınırları içerisinde 30° 52' 30" ve 30° 53' 45" doğu boylamları ile 36° 52' 30" ve 36° 55' 50" kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Organik materyal olarak kullanılan şeker pancarı küspesi Burdur şeker pancarı işleme tesisi atıklarından kullanılmıştır.

### 2.2. Metot

Araştırmada şeker pancarı küspesi (ŞPK) 250.000 kg da<sup>-1</sup> toprak varsayımından yola çıkılarak fırın kuru ağırlık miktarlara eşit olacak biçimde yaş madde miktarı hesabı üzerinden 3 farklı doz ve 5 tekerrürlü olarak toprağa uygulanmıştır (Çizelge 1).

İki aşamadan oluşan araştırmada birinci aşama, uygulanan organik materyalin ilk altı ayını, ikinci aşama ise; ikinci altı aylık dönem ve 8 haftalık yetiştiricilik periyodunu kapsamaktadır. Toplamda 14 aylık inkübasyon süresini içeren çalışmada her dönemin sonunda yapılan toprak örneklemelerinde N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn, Cu ile OM, pH ve EC analizleri gerçekleştirilmiştir.

Denemede toprak örnekleri hava kuru duruma getirilip 4 mm.lik elekten elendikten sonra her birinde 10 kg toprak olacak şekilde belirlenen miktarlardaki organik materyalle karıştırılarak saksılara konulmuştur. Saksı denemeleri 2 tekstür x 4 uygulama düzeyi x 5 tekerrür olmak üzere toplam 40 saksıdan oluşmaktadır.

Denemede test bitkisinin yetiştirilmesi nedeniyle temel gübreleme olarak 8 kg N da<sup>-1</sup>, 8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> ve 8 kg K<sub>2</sub>O da<sup>-1</sup> olacak şekilde kompoze (15–15–15) gübre uygulanmıştır. Yetiştirme süresince fasulye bitkisi için her saksıya 6 kg N da<sup>-1</sup> (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, %33), 4 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> (DAP, %46), 9 kg K<sub>2</sub>O da<sup>-1</sup> (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, %50), 1 kg MgO da<sup>-1</sup> (MgNO<sub>3</sub>, %16 MgO) ve 1.75 kg da<sup>-1</sup> mikro element (Hortrilon, % 5 Fe, % 2.5 Mn, % 0.5 Zn, % 2.5 Cu) olacak şekilde çözeltili halinde gübre uygulamaları yapılmıştır. Topraklarının nem düzeyleri, nem içeriklerinin tarla kapasitelerinin % 50 sine düştüğünde sulamaya başlanması ve nem düzeyinin tarla kapasitelerinin % 70 i oluncaya kadar suyun verilmesi şeklinde her bir saksının tartılması ile ayarlanmıştır. Araştırma kapsamında saksı denemeleri

kurulmadan önce ilk olarak organik materyalin ve deneme toprağının genel durumunu belirlemek amacı ile kullanılan organik materyalde (Çizelge 2) ve toprak örneklerinde (Çizelge 3) öngörülen fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

### 2.2.1. Toprak analiz yöntemleri

Toprak tekstürü pipet yöntemine göre (Baver 1966), toprak pH’sı ve elektriksel iletkenliği (EC) saturasyon çamurundan elde edilen ekstarkta (Bower ve Wilcox 1965), organik madde Modifiye Walkley–Black metoduna göre (Black 1965), toplam azot Modifiye Kjeldahl metoduna göre (Kacar 1995), alınabilir fosfor Olsen metoduna göre (Olsen ve Sommers 1982) belirlenmiştir. Değişebilir K, Ca, Mg ve Na toprakların 1 N Amonyum Asetat ile ekstraksiyonundaki süzüğün Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre okumaları belirlenmiştir (US Salinity Laboratory Staff 1954). Alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu, DTPA ekstraksiyonu yolu ile elde edilen süzüklerde Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde ölçülmüştür (Kacar 1995).

### 2.2.2. Organik materyal analiz yöntemleri

Materyalin organik madde içeriği kuru yakma metoduna göre (Anonymous 1978); organik karbon kuru yakma ile elde edilen organik madde değerlerinin Tüzüner (1990)’e göre belirlenen 1.72 değerine bölünmesi ile elde edilmiştir. Materyalin pH ve EC değerleri 1: 5 oranında organik madde–su karışımında 1 saat süre ile çalkalandıktan sonra belirlenmiştir (Anonymous 1978). Materyalin % nem içeriği, materyal işletmeden alınır alınmaz 105°C de 24 saat fırında kurutulularak; toplam azot modifiye Kjeldahl metoduna göre; fosfor içeriği nitrik–perklorik asit karışımı ile yaş yakma metodu sonucunda elde edilen süzükte fosfor vanadomolibdofosforik sarı renk metoduna göre belirlenmiştir (Kacar 1995). Potasyum, kalsiyum, magnezyum, sodyum, demir, çinko, mangan ve bakır; organik materyallerin yaş yakma metodu ile elde edilen süzükteki K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu miktarları Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi ile belirlenmiştir (Kacar 1995).

### 2.2.3. İstatistiksel analiz yöntemleri

Her bir özelliğe ait ortalama değerler bilgisayar ortamında MINITAB ve MSTAT–C istatistik programları kullanılarak varyans analizi ve LSD (% 5) testine tabi tutulmuştur.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Şeker pancarı küspesi (ŞPK) uygulamasının kumlu tınlı toprağın makro ve mikro besin elementi içeriği üzerine etkisine ait veriler Çizelge 4’de verilmiştir. ŞPK’nın toplam azot içeriği üzerine etkisi her iki dönemde de istatistiksel olarak önemli (P≤0.001) bulunmuştur. Bu etki toprağın toplam azot içeriğini artırıcı yönde gerçekleşmiş ve her iki dönemde en yüksek N değerini uygulamanın ŞPK<sub>3</sub> seviyesi sağlamıştır. Uygulamanın dönemler arasındaki etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. ŞPK, toplam azot içeriği bakımından çok fakir sınıfına giren deneme toprağının toplam azot içeriğini önemli düzeyde arttırmış ve orta sınıfa girmesini sağlamıştır. Alguacil ve ark., (2003) *Aspergillus niger* ile aşılansız şeker pancarı atığını degrade olmuş Kırmızı Akdeniz Toprağına uyguladıkları çalışmada bitki dikiminden 8 ay sonra toprağın rizosfer bölgesindeki N miktarının şeker pancarı atığı ile yüksek düzeylere ulaştığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan Gagnon ve ark., (2001) taze ve kompostlaştırılmış atık posayı 45 ton ha<sup>-1</sup> ve 90 ton ha<sup>-1</sup> olmak üzere kumlu tınlı tekstüre sahip bir toprağa uygulamışlardır. En yüksek azot içeriğinin kompostlaştırılmış atık posa uygulaması ile meydana geldiğini, elde edilen bu

**Çizelge 1.** Denemede kullanılan şeker pancarı küspesi dozları.

**Table 1** Doses of sugar beet pulp used in experiment.

Organik Materyal	Dozlar	Kuru Ağırlık	Yaş Ağırlık
		Kg da <sup>-1</sup>	Kg da <sup>-1</sup>
Şeker Pancarı Küspesi	ŞPK <sub>0</sub>	0	0
	ŞPK <sub>1</sub>	1000	5.830
	ŞPK <sub>2</sub>	2000	11.660
	ŞPK <sub>3</sub>	4000	23.320

**Çizelge 2.** Denemede kullanılan şeker pancarı küspesine ait bazı analiz sonuçları.

**Table 2.** Some analytical results of sugar beet pulp used in experiment.

Analiz edilen parametre	Değer	Analiz edilen parametre	Değer
Organik Madde (%)	96.95	K (%)	0.364
Kül (%)	3.05	Ca (%)	0.527
Nem (%)	483	Mg (%)	0.323
Organik Karbon (%)	56.36	Na (%)	0.119
C:N (%)	39.88	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	481.9
pH (H <sub>2</sub> O)	3.98	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	14.2
EC (dS m <sup>-1</sup> )	0.52	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	61.5
Toplam N (%)	1.413	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	8.3
P (%)	0.083		

**Çizelge 3.** Deneme topraklarına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler.

**Table 3.** Some physical and chemical soil properties.

Analiz edilen toprak özellikleri	Değer	Değer
pH (H <sub>2</sub> O)	7.94	7.80
EC (dS m <sup>-1</sup> )	0.16	0.10
CaCO <sub>3</sub> (%)	38.26	48.69
Kum	12.9	76.4
Silt	29.2	4.6
Kil	57.9	19.0
Tekstür	Kil	Kumlu tın
Tarla Kapasitesi (%)	27.17	11.72
Solma Noktası (%)	12.93	4.67
Yarayışlı Su (%)	14.24	7.05
Hacim Ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> )	1.45	1.67
KDK (me 100g <sup>-1</sup> )	25.74	12.29
Organik Madde (%)	1.29	0.92
Toplam N (%)	0.060	0.049
Alınabilir P (mg kg <sup>-1</sup> )	6.97	10.52
Değişebilir K (me 100g <sup>-1</sup> )	0.290	0.140
Değişebilir Ca (me 100g <sup>-1</sup> )	24.74	19.40
Değişebilir Mg (me 100g <sup>-1</sup> )	4.17	1.44
Değişebilir Na (me 100g <sup>-1</sup> )	0.24	0.16
Alınabilir Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	10.84	9.21
Alınabilir Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	1.06	1.70
Alınabilir Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	6.45	7.11
Alınabilir Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	2.07	1.10

sonucun kompostlaştırılmış materyalin yüksek düzeydeki azot sağlama özelliğinden kaynaklandığı bildirilmiştir.

Kumlu tın tekstüre sahip toprağın alınabilir fosfor içeriği üzerine ŞPK'nın etkisi birinci dönemde istatistiksel olarak önemli olmazken ikinci dönemdeki etkisi önemli ( $P \leq 0.05$ ) olmuştur (Çizelge 4). ŞPK toprağın alınabilir fosfor içeriğini arttırmış ve en yüksek artış uygulamanın ŞPK<sub>3</sub> seviyesinde (17.23 mg kg<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. ŞPK, toprağın fosfor içeriğinde dönemler arasında da istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.001$ ) fark meydana getirmiş ve toprağın alınabilir fosfor içeriğinde birinci döneme göre (11.01 mg kg<sup>-1</sup>) ikinci dönemde (14.72 mg kg<sup>-1</sup>) daha fazla artış sağlamıştır (Çizelge 4). Organik materyallerin toprakların fosfor kapsamları ve fraksiyonları üzerine etkisi konusunda birçok araştırma bulunmaktadır. Birçok toprakta fosfor oldukça bol bulunmasına rağmen fosfor bitki gelişimini sınırlandıran temel besin elementlerinden biridir. Fosfor, fosforlu gübreler ile toprağa ilave edilmektedir. Ancak fosforun

büyük bir kısmının etkinliği bitki tarafından kullanılan çözünebilir fosfor olmasına rağmen bunun topraktaki düzeyi oldukça düşüktür. Fosforun etkinliğinin düşük olması, fosforun toprağa ilavesinden kısa bir süre sonra (özellikle yüksek kireç içeriğine sahip topraklarda) toprak bileşenleri ile kompleks oluşturarak hızlı bir şekilde çözünebilir forma dönüşmesi ile ilgilidir. Son yıllarda, ligno-sellüloz materyalleri içeren endüstriyel tarımsal atıkların çeşitli prosesler sonucu meydana getirdikleri etanol, tek hücre proteinleri, enzimler, amino asitler ve organik asitler gibi çeşitli ürünler, mikrobiyologların oldukça ilgisini çekmiştir. Kivi, elma ve üzüm posası, buğday işlem atığı, şeker kamışı posası gibi atıklarda bulunan mantarlardan *Aspergillus niger*'in yüksek oranda ve önemli düzeyde sitrik asit üretimi yapması en fazla fosfor çözünürlüğünü sağlayan faktör olarak görülmektedir (Vassilev ve Vassileva, 2003).

Kumlu tın tekstüre sahip toprağın değişebilir potasyum içeriği üzerine ŞPK'nın etkisi birinci ( $P \leq 0.001$ ) ve ikinci

dönemde ( $P \leq 0.01$ ) istatistiksel olarak önemli olmuştur. ŞPK toprağın değişebilir potasyum içeriğinde artış sağlamış ve her iki dönemde en yüksek artışı uygulamanın ŞPK<sub>3</sub> seviyesi ( $0.280 \text{ me } 100\text{g}^{-1}$ ) meydana getirmiştir. ŞPK toprağın değişebilir potasyum içeriğinde dönemler arasında ise istatistiksel olarak önemli bir fark meydana getirmemiştir (Çizelge 4). Organik materyallerin toprakların potasyum kapsamı ve formu üzerine etkileri konusunda yapılan değişik çalışmalarda farklı bulguların elde edilmesi dikkat çekicidir. Çalışmalarda elde edilen değişik etkiler büyük oranda materyallerin kimyasal bileşimlerinden kaynaklanmaktadır. Askegaard ve Eriksen (2002) tarafından, organik tarım sisteminde potasyumun sınırlandırılmış bir kaynak olduğu ve potasyum noksanlığından sakınmak için topraktaki potasyum yayırlılığının belirlenmesinin önemli olduğu bildirilmiştir.

Kumlu tın tekstüre sahip toprağın değişebilir kalsiyum içeriği üzerine ŞPK'nın etkisi birinci dönemde istatistiksel olarak önemli olmazken ikinci dönemdeki etkisi ( $P \leq 0.001$ ) önemli olmuştur. ŞPK, toprağın değişebilir kalsiyum içeriğinde azalma meydana getirmiş ve en fazla azalma uygulamanın ŞPK<sub>3</sub> ( $17.43 \text{ me } 100\text{g}^{-1}$ ) ve ŞPK<sub>2</sub> ( $17.21 \text{ me } 100\text{g}^{-1}$ ) seviyelerinde elde edilmiştir. ŞPK, toprağın değişebilir kalsiyum içeriğinde dönemler arasında ise istatistiksel olarak önemli bir fark meydana getirmemiştir (Çizelge 4).

Kumlu tın tekstüre sahip toprağın değişebilir magnezyum içeriği üzerine ŞPK'nın etkisi birinci dönemde istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.001$ ) olmuştur. Bu etki toprağın değişebilir magnezyum içeriğini artırıcı yönde gerçekleşmiş, en yüksek artış uygulamanın ŞPK<sub>3</sub> seviyesinde ( $2.55 \text{ me } 100\text{g}^{-1}$ ) elde edilmiştir. ŞPK'nın ikinci dönemdeki etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. ŞPK, toprağın değişebilir magnezyum içeriği üzerine etki bakımından dönemler arasında da istatistiksel olarak önemli bir fark meydana getirmemiştir (Çizelge 4). ŞPK'nın kumlu tın tekstüre sahip toprağın değişebilir magnezyum kapsamı üzerine etkisinin ilk dönem içerisinde pozitif ve önemli olmasında toprak özelliklerinin etkili rol oynadığı düşünülmektedir. Toprağın kum içeriğinin yüksek olması materyallerin oksidasyonunu hızlandırmakta ve materyallerin parçalanma süreçlerine etki etmektedir. Nitekim Franzluebbers ve ark., (1998), kil tekstüre sahip topraklardaki mikrobiyal aktivitenin kum tekstüre sahip topraklara göre daha düşük olduğunu, yapılan organik materyal ilavelerinde organik materyallerin yayırlılı bitki besin elementi sağlama yeteneğinin kil tekstüre sahip topraklara göre kum tekstüre sahip topraklarda daha hızlı olduğunu bildirmişlerdir.

Kumlu tın tekstüre sahip toprağın değişebilir sodyum içeriği üzerine ŞPK'nın etkisi birinci dönemde istatistiksel olarak ( $P \leq 0.001$ ) önemli olmuştur. ŞPK'nın bu etkisi toprağın değişebilir sodyum içeriğini artırıcı yönde gerçekleşmiş, en yüksek artış ise ŞPK<sub>3</sub> seviyesinde ( $0.700 \text{ me } 100\text{g}^{-1}$ ) elde edilmiştir. ŞPK'nın ikinci dönemdeki etkisi istatistiksel olarak önemli olmamış, ayrıca dönemler arasında da önemli bir fark meydana gelmemiştir (Çizelge 4). Kontrol örnekle karşılaştırıldığında, toprağın değişebilir sodyum miktarının ŞPK uygulaması ile iki katından daha fazla bir değere ulaşması ŞPK'nın sodyum içeriği bakımından zengin bir materyal olması ile ilişkilendirilebilir. Bununla birlikte materyalin taze atık materyali olarak kullanımının da elde edilen bu etkide rol oynayabileceği düşünülmektedir. Tejada ve ark, (2006) taze ve kompostlaştırılan şeker pancarı küspesi ile pamuk küspesini 5, 7.5 ve 10 ton  $\text{ha}^{-1}$  oranlarında toprağa uygulayarak materyallerin topraktaki etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, taze olarak kullanılan şeker pancarı atığının toprağın değişebilir sodyum

oranında istatistiksel olarak daha fazla artış meydana getirdiği bildirilmiştir.

Kumlu tın tekstüre sahip toprağın alınabilir demir içeriği üzerine ŞPK'nın etkisi birinci ( $P \leq 0.01$ ) ve ikinci ( $P \leq 0.001$ ) dönemde istatistiksel olarak önemli olmuştur. ŞPK, toprağın alınabilir demir içeriğinde birinci dönemde azalma meydana getirirken ikinci dönemde artış sağlamıştır. İkinci dönemdeki en yüksek artış uygulamanın ŞPK<sub>3</sub> ( $11.68 \text{ mg } \text{kg}^{-1}$ ) ve ŞPK<sub>2</sub> ( $10.34 \text{ mg } \text{kg}^{-1}$ ) seviyelerinde elde edilmiştir. ŞPK, toprağın alınabilir demir içeriğinde dönemler arasında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.001$ ) fark meydana getirmiştir. ŞPK, toprağın alınabilir demir içeriğinde birinci döneme göre ( $8.00 \text{ mg } \text{kg}^{-1}$ ) ikinci dönemde ( $9.79 \text{ mg } \text{kg}^{-1}$ ) daha fazla artış sağlamıştır. Prasad ve Sinha (2000), kireçli topraklardaki yayırlılı demir (Fe) konsantrasyonunun bitkisel atıkların değişik dozlarının kullanımı ile birlikte arttığını belirtmişlerdir.

Şeker pancarı küspesinin (ŞPK) kumlu tın tekstüre sahip toprağın alınabilir çinko içeriği üzerine etkisi birinci dönemde istatistiksel olarak önemli olmazken, ikinci dönemdeki etkisi  $P \leq 0.001$  düzeyinde önemli olmuştur. ŞPK, toprağın alınabilir çinko içeriğinde ikinci dönemde artış meydana getirmiş ve en yüksek artış uygulamanın ŞPK<sub>3</sub> ( $0.83 \text{ mg } \text{kg}^{-1}$ ) seviyesinde elde edilmiştir. ŞPK, toprağın alınabilir çinko içeriğinde dönemler arasında da istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.001$ ) fark meydana getirmiştir. ŞPK, toprağın alınabilir çinko içeriğinde ikinci döneme göre ( $0.49 \text{ mg } \text{kg}^{-1}$ ) birinci dönemde ( $1.95 \text{ mg } \text{kg}^{-1}$ ) daha fazla artış sağlamıştır (Çizelge 4). Hampton ve ark, (2000) 4 ve 8 hafta süreyle olgunlaştırılmış kompost materyalini uygulamalarının ilk yılında 3.8 cm ( $49 \text{ ton } \text{ha}^{-1}$ ), 7.5 cm ( $99 \text{ ton } \text{ha}^{-1}$ ), 11.3 cm ( $148 \text{ ton } \text{ha}^{-1}$ ) ve 15 cm ( $198 \text{ ton } \text{ha}^{-1}$ ), ikinci yılında ise 2 cm ( $26 \text{ ton } \text{ha}^{-1}$ ), 3.8 cm, 7.5 cm ve 11.3 cm olmak üzere malç şeklinde uygulamışlar ve Zn konsantrasyonunun 4 ve 8 haftalık kompost uygulamaları ile birlikte artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Şeker pancarı küspesinin (ŞPK) kumlu tın tekstüre sahip toprağın alınabilir mangan içeriği üzerine etkisi her iki dönemde de istatistiksel olarak ( $P \leq 0.001$ ) önemli olmuş ve bu etki toprağın alınabilir mangan içeriğini artırıcı yönde gerçekleşmiştir. Birinci ve ikinci dönemdeki en yüksek artış  $10.70 \text{ mg } \text{kg}^{-1}$  ve  $8.68 \text{ mg } \text{kg}^{-1}$  değerleri ile uygulamanın ŞPK<sub>3</sub> seviyesinde elde edilmiştir. ŞPK'nın dönemsel etkisi de istatistiksel olarak ( $P \leq 0.01$ ) önemli olup; toprağın alınabilir mangan içeriğinde  $8.22 \text{ mg } \text{kg}^{-1}$  ortalama değer ile ikinci döneme göre ( $7.13 \text{ mg } \text{kg}^{-1}$ ) birinci dönemde daha fazla artış sağlamıştır (Çizelge 4). ŞPK'nın sağladığı bu etkilerin, deneme konusu toprağın tekstürel durumunun ŞPK'nın ayrışmasında ve ayrışma sonucu meydana gelen ürünlerin (organik asitler ve humik materyaller) bitki besin elementlerinin yayırlılığında daha uzun süreli bir etkinlik meydana getirmesinden kaynaklanabilir. Ayrıca ŞPK'nın topraktaki pozitif etkilerinin gözlenebilmesinde materyalin doğal yapısının (lignin, selüloz, nem vb.) yanı sıra inkübasyon süresi de oldukça önemlidir. Çalışmamızda toprağın alınabilir mangan içeriği üzerine ŞPK'nın pozitif etkisinde, belirlenen inkübasyon süresinin yeterli olduğu görülmektedir. Bununla birlikte Verma ve Baghat (1992) hayvan gübresi ve çeltik atığını uyguladıkları çalışmada toprağın yayırlılı mangan içeriğindeki maksimum artışın 5 yıl süre ile yapılan uygulamalar ile birlikte meydana geldiği bildirilmiştir.

Kumlu tın tekstüre sahip toprağın alınabilir bakır içeriği üzerine ŞPK'nın etkisi birinci dönemde istatistiksel olarak önemli olmazken, ikinci dönemdeki etkisi  $P \leq 0.05$  düzeyinde gerçekleşmiştir. ŞPK'nın ikinci dönemdeki etkisi toprağın

**Çizelge 4.** Şeker pancarı küspesinin kumlu tınlı toprağın bitki besin maddesi kapsamı üzerine etkisi<sup>1</sup>.

**Table 4.** The effect of sugar beet pulp on plant nutrient content in sandy loam soil<sup>1</sup>.

Besin Elementi	Dönem	Uygulamalar					LSD <sub>(%5)</sub> <sup>3</sup> Uygulama	LSD <sub>(%5)</sub> Dönem
		ŞPK <sub>0</sub>	ŞPK <sub>1</sub>	ŞPK <sub>2</sub>	ŞPK <sub>3</sub>	Ortalama		
N (%)	I	0.041c <sup>2</sup>	0.071b	0.081b	0.102a	0.074	***	öd
	II	0.060d	0.077c	0.083b	0.097a	0.079	***	
P (mg kg <sup>-1</sup> )	I	10.54	10.99	11.04	11.46	11.01	öd	***
	II	13.02b	14.30ab	14.33ab	17.23a	14.72	*	
K (me 100g <sup>-1</sup> )	I	0.140c	0.160c	0.210b	0.280a	0.197	***	öd
	II	0.180b	0.190b	0.240ab	0.280a	0.222	**	
Ca (me 100g <sup>-1</sup> )	I	19.41	17.24	18.78	19.08	16.82	öd	öd
	II	18.34a	18.11a	17.21b	17.43b	17.77	***	
Mg (me 100g <sup>-1</sup> )	I	1.42b	1.64b	1.38b	2.55a	1.75	***	öd
	II	1.58	1.60	1.62	1.66	1.61	öd	
Na (me 100g <sup>-1</sup> )	I	0.170c	0.250c	0.410b	0.700a	0.382	***	öd
	II	0.270	0.280	0.300	0.350	0.300	öd	
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	I	9.21a	8.08b	7.18b	7.56b	8.00	**	***
	II	8.58b	8.56b	10.34a	11.68a	9.79	***	
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	I	1.71	1.77	1.81	2.55	1.95	öd	***
	II	0.31b	0.41b	0.42b	0.83a	0.49	***	
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	I	7.11b	7.25b	7.86b	10.70a	8.22	***	**
	II	6.08c	6.76bc	7.00b	8.68a	7.13	***	
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	I	1.08	0.95	0.91	1.01	0.98	öd	**
	II	0.85b	0.86b	0.89ab	0.95a	0.88	*	

1. Değerler 5 tekrerrüt ortalamasıdır.

2. Satırlarda (dönem) aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar P≤0.05 düzeyinde önemlidir.

3. Önemlilik; öd: Önemli değil \*: P≤0.05, \*\*: P≤0.01, \*\*\*: P≤0.001 düzeyinde önemli.

1. Values of n = 3.

2. In rows (season) the difference between values not shown with the same letter is significant at a P≤0.05 level.

3. Significance; öd: no significant, and significant at \*: P≤0.05, \*\*: P≤0.01, \*\*\*: P≤0.001.

alınabilir bakır içeriğini arttırıcı yönde olmuş, en yüksek artış uygulamanın ŞPK<sub>3</sub> seviyesinde (0.95 mg kg<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. ŞPK uygulaması ile dönemler arasında da istatistiksel olarak (P≤0.01) önemli fark meydana gelmiştir. ŞPK, toprağın alınabilir bakır içeriğinde ikinci döneme göre (0.88 mg kg<sup>-1</sup>) birinci dönemde (0.98 mg kg<sup>-1</sup>) daha fazla artış sağlamıştır (Çizelge 4). Garcia-Mina ve ark, (2004) metal-humik madde (Fe, Zn ve Cu) komplekslerinin farklı pH içeriğindeki stabilitesi ile besin elementlerinin bitkiye yararlılığı üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, özellikle Cu-humik madde kompleksinin toprakta yararlı durumdaki mikro elementlerin yararlılığını ve bitki tarafından alınımını önemli derecede arttırdığını bildirmişlerdir.

Şeker pancarı küspesinin (ŞPK) kumlu tın toprağın organik madde içeriği üzerine etkisi her iki dönemde de istatistiksel olarak önemli (P≤0.001) olmuştur. ŞPK'nın bu etkisi toprağın organik madde içeriğini arttırıcı yönde gerçekleşmiş ve birinci dönemde en yüksek artış uygulamanın ŞPK<sub>3</sub> seviyesinde (% 1.39) elde edilmiştir (Çizelge 5). ŞPK'nın ikinci dönemdeki etkisinde her üç uygulama benzer etki meydana getirmiştir (Çizelge 5). ŞPK, toprağın organik madde içeriği bakımından dönemler arasında da önemli (P≤0.001) fark meydana getirmiş ve toprağın organik madde içeriğinde birinci döneme göre (% 1.18) ikinci dönemde (% 1.81) daha fazla artış sağlamıştır. Toprağın organik madde kapsamında elde edilen bu artış ŞPK'nın artan dozları ile birlikte gerçekleşmiştir. Barzegar ve ark, (2002) 0, 5, 10 ve 15 ton ha<sup>-1</sup> düzeyindeki kompostlaştırılmış şeker kamışı posası, buğday samanı ve çiftlik gübresini toprağa uygulayarak, 10 ve 15 ton ha<sup>-1</sup> düzeylerinde yapılan uygulamalar ile toprağın toplam organik madde değerlerinde sırayla % 19 ve % 27'lik bir artışın

meydana geldiğini bildirmişlerdir. Schulz ve ark, (2003) kumlu tın ve kumlu killi tın tekstüre sahip topraklara 0, 5, 10, ve 15 ton ha<sup>-1</sup> olmak üzere yanmış ve yanmamış çeltik atığını uygulamışlar ve 10–15 ton ha<sup>-1</sup> oranlarında yapılan uygulamaların değerli bir organik girdi bileşeni olarak görülebileceğini belirtmişlerdir. Diğer taraftan Alagöz ve ark, (2006) tarafından yapılan bir çalışmada da, işlenmiş Leonardit ve çöp kompostu ilavesinin toprağın organik madde içeriğinde önemli düzeyde artış meydana getirdiğini bildirmişlerdir.

Şeker pancarı küspesinin (ŞPK) kumlu tın toprağın pH'sı etkisi her iki dönemde ve dönemler arasında istatistiksel olarak P≤0.001 düzeyinde önemli olmuştur. ŞPK'nın pH üzerine olan etkisi azaltıcı yönde olmuş, her iki dönemde de en fazla azalmayı uygulamanın ŞPK<sub>1</sub> ve ŞPK<sub>3</sub> seviyeleri meydana getirmiştir. Dönemsel etkide ise ŞPK, toprağın pH'sında 7.93'lük ortalama değer ile birinci döneme göre (7.70) ikinci dönemde 0.23 birimlik daha fazla artış sağlamıştır (Çizelge 5). Deneme toprağının pH düzeyinin dönem içinde uygulamalar ile birlikte azalma göstermesinde, şeker pancarı küspesinin ayrışması sonucu meydana gelen organik asitlerin etkili olabileceği düşünülmektedir. Sağlam ve ark, (1993) organik maddenin ayrışması sonucu ortaya çıkan humus bileşiklerinin, çeşitli organik asitlerin toprak asitliğine yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, toprakta bulunan bakteri ve kök faaliyetleri sonucunda oluşan CO<sub>2</sub>'in su ile birleşerek H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> oluşturduğu ve oluşan bu organik ve inorganik asitlerin bir hidrojen kaynağı olup toprağın pH değerinin düşmesine neden olduğunu bildirmişlerdir. Dönemler arası etkide ikinci dönemdeki pH artışının ise kireç içeriğince zengin sulama suyundan kaynaklanmış olabileceği sanılmaktadır. Ekaterina ve ark, (2002) hafif alkali özellikteki siltli tın toprağa şehirsel

atıklardan elde edilen kompostu uyguladıkları çalışmada, toprak pH değerlerinde azalma meydana geldiği, elde edilen bu etkide organik materyalin ayrışması sırasında meydana gelen nitrifikasyon artışından kaynaklandığı belirtilmiştir.

Şeker pancarı küspesinin (ŞPK) kumlu tın toprağın elektriksel iletkenlik (EC) değeri üzerine etkisi hem dönemlerin kendi içinde hem de dönemler arasında istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.001$ ) olmuştur. ŞPK, her iki dönemde toprağın EC değerini arttırmış ve birinci dönemdeki en yüksek artış  $8.68 \text{ dS m}^{-1}$ , ikinci dönemde ise  $2.86 \text{ dS m}^{-1}$  değeri ile uygulamanın ŞPK<sub>3</sub> seviyesinde elde edilmiştir. ŞPK'nın dönemsel etkisinde ise toprağın EC değerlerinde ikinci döneme göre ( $2.54 \text{ dS m}^{-1}$ ) birinci dönemde ( $4.85 \text{ dS m}^{-1}$ ) daha fazla artış meydana gelmiştir (Çizelge 5). Taze atık olarak uygulanan ŞPK'nın özellikle birinci dönemde toprağın EC değerlerinde yükselme meydana getirmesinin, ŞPK'nın ayrışma sırasında ortama sağladığı iyon miktarı ile ilişkilendirilmektedir. Bununla birlikte, toprak EC'sinde birinci döneme göre ikinci dönemde daha düşük değerlerin elde edilmesinde gerçekleştirilen sulama işlemlerinin ve bitki tarafından besin elementi tüketiminin etkili olabileceği düşünülmektedir. Madejon ve ark. (2003), kompostlaştırılmış zeytin atık suyu çamuru ( $20 \text{ ton ha}^{-1}$ ) ile şehirselleştirilmiş katı atık ve gazete kâğıdı hamurunu ( $40 \text{ ton ha}^{-1}$ ) toprağa uygulamışlar ve uygulamalardan sonra toprak tuzluluğunun etkilenmediğini bildirmişlerdir. Elde edilen bu sonuçta; toprakta tuzluluk tehlikesi meydana getirmede, kullanılan organik materyal düzeyinin yetersiz kalmasından veya deneme süresince gerçekleştirilen sulama işlemleri nedeniyle tuzun topraktan yıkanmasının önemli olabileceği belirtilmiştir. Zhang ve ark. (2006) kompostlaştırılmış şehirselleştirilmiş katı atık ve biyo katkı 50, 100 ve  $200 \text{ ton ha}^{-1}$  olmak üzere uyguladıkları bir çalışmada kompost uygulamaları ile toprağın EC'sinde artış meydana geldiği ancak bu etkinin zamanla azalma gösterdiği bildirilmiştir. Elde edilen bu sonuçta, bitki tarafından topraktaki besin elementlerinin uzaklaştırılmasının etkili olabileceği ifade edilmiştir.

Şeker pancarı küspesinin (ŞPK) kil tekstür toprağın toplam azot içeriği üzerine etkisi birinci dönemde istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.001$ ), ikinci dönemde ve dönemler arasında önemli olmamıştır (Çizelge 6). ŞPK'nın toprağın toplam N içeriği üzerine etkisi arttırıcı yönde olmuş ve en yüksek artış uygulamanın ŞPK<sub>3</sub> (% 0.132) seviyesinde elde edilmiştir. ŞPK, çok fakir sınıfa giren deneme toprağının toplam azot içeriğini önemli düzeyde arttırmış çok iyi sınıfa girmesini sağlamıştır. Elde edilen bu sonuca göre ŞPK'nın toprakların azot kapsamlarının artırılmasında kullanılabilecek organik bir kaynak olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir. Alguacil

ve ark. (2003) *Aspergillus niger* ile aşılınmış şeker pancarı atığını bozulmuş Kırmızı Akdeniz Toprağına uygulamışlar ve bitki dikiminden 8 ay sonra toprağın rizosfer bölgesindeki N değerinin yüksek düzeylerde olduğunu bildirmişlerdir.

Şeker pancarı küspesinin (ŞPK) kil tekstüre sahip toprağın alınabilir fosfor ve değişebilir kalsiyum içeriği üzerine etkisi dönemlerin kendi içinde ve dönemler arasında istatistiksel olarak önemli olmamıştır (Çizelge 6). ŞPK'nın toprağın değişebilir potasyum içeriği üzerine etkisi ise birinci ( $P \leq 0.05$ ) ve ikinci ( $P \leq 0.01$ ) dönemde istatistiksel olarak önemli olmuş ve bu etki toprağın değişebilir potasyum içeriğini arttırıcı yönde gerçekleşmiştir. Toprağın değişebilir potasyum içeriğindeki en yüksek artış her iki dönemde de uygulamanın ŞPK<sub>3</sub> seviyesinde ( $0.350 \text{ me } 100\text{g}^{-1}$ ) elde edilmiştir. Dönemler arasında ise ŞPK uygulaması ile toprağın değişebilir potasyum içeriğinde önemli bir fark oluşmamıştır (Çizelge 6).

Kil tekstür toprağın değişebilir magnezyum içeriği, ŞPK uygulamasından birinci dönemde ( $P \leq 0.001$ ), ikinci dönemde ( $P \leq 0.01$ ) ve dönemler arasında ( $P \leq 0.01$ ) istatistiksel olarak etkilemiştir (Çizelge 6). ŞPK, toprağın magnezyum kapsamında arttırıcı etki meydana getirmiş ve en fazla artış her iki dönemde de uygulamanın ŞPK<sub>3</sub> seviyesinde elde edilmiştir.

Şeker pancarı küspesi (ŞPK), kil tekstüre sahip toprağın değişebilir sodyum içeriğinde birinci dönemde istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.001$ ) değişiklik meydana getirirken, ikinci dönemde ve dönemler arasındaki etkisi önemli olmamıştır (Çizelge 6). Toprağın değişebilir sodyum içeriğinin genellikle birinci dönemde artmış olması, taze olarak uygulanan ŞPK'nın Na içeriğince zengin olması ve ilk altı aylık inkübasyon süresince yeterince mineralize olarak bu etkisini gösterdiği düşünülmektedir. Tejada ve ark. (2006) kompostlaştırılmış şeker pancarı atığı ile karşılaştırıldığında, kompostlaştırılmamış şeker pancarı atığının toprağın değişebilir sodyum oranının da daha fazla artış meydana getirdiğini bildirmişlerdir.

Şeker pancarı küspesinin (ŞPK) kil tekstür toprağın alınabilir demir, çinko ve mangan içeriğinde ikinci dönemde önemli düzeyde ( $P \leq 0.001$ ) artışa neden olurken, birinci dönemde önemli bir etki meydana getirmemiştir. Toprağın alınabilir demir içeriği artışında uygulamanın ŞPK<sub>1</sub>, ŞPK<sub>2</sub> ve ŞPK<sub>3</sub> seviyesi benzer etki meydana getirirken, çinko ve mangan içeriğinde en fazla artış uygulamanın ŞPK<sub>3</sub> seviyesinde elde edilmiştir.

Şeker pancarı küspesinin (ŞPK) toprağın alınabilir bakır içeriği üzerine etkisi birinci ( $P \leq 0.05$ ) ve ikinci dönemde ( $P \leq 0.001$ ) önemli olmuştur. Söz konusu bu etki her iki dönemde

**Çizelge 5.** Şeker pancarı küspesinin kumlu tın tekstüre sahip toprağın organik madde (OM), pH ve elektriksel iletkenlik (EC) değerleri üzerine etkisi<sup>1</sup>.

**Table 5.** The effect of sugar beet pulp on organic matter (OM), pH and electrical conductivity (EC) values in sandy loam soil<sup>1</sup>.

Uygulamalar	OM (%)		pH (1:2.5)		EC (dS m <sup>-1</sup> )	
	I. Dönem	II. Dönem	I. Dönem	II. Dönem	I. Dönem	II. Dönem
ŞPK <sub>0</sub> (0 kg da <sup>-1</sup> )	1.05c <sup>2</sup>	1.62b	7.87a	7.96a	1.59d	2.28c
ŞPK <sub>1</sub> (1000 kg da <sup>-1</sup> )	1.14b	1.81a	7.63c	7.89b	3.82c	2.51b
ŞPK <sub>2</sub> (2000 kg da <sup>-1</sup> )	1.16b	1.84a	7.74b	7.96a	5.31b	2.30b
ŞPK <sub>3</sub> (4000 kg da <sup>-1</sup> )	1.39a	1.98a	7.57c	7.91b	8.68a	2.86a
Ortalama	1.18	1.81	7.70	7.93	4.85	2.54
LSD <sub>(%5)</sub> <sup>3</sup> Uygulama	***	***	***	***	***	***
LSD <sub>(%5)</sub> Dönem		***		***		***

1. Değerler 5 tekrür ortalamasıdır.

2. Sütunlarda (dönem) aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemlidir.

3. Önemlilik; \*\*\*:  $P \leq 0.001$  düzeyinde önemli.

1. Values of  $n = 3$ .

2. In columns (season) the difference between values not shown with the same letter is significant at a  $P \leq 0.05$  level.

3. Significance; significant at \*\*\*:  $P \leq 0.001$ .

de toprağın alınabilir bakır içeriğinde artış olarak gerçekleşmiştir. ŞPK'nın dönemsel etkisi ise mangan (Mn) hariç diğer alınabilir mikro elementler için istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.001$ ) olmuştur (Çizelge 6). Kireç içeriği yüksek olan araştırma toprağının demir, çinko ve mangan içeriğinde önemli düzeyde artışa neden olmasında, materyalin mineralizasyonu ile açığa çıkan besin elementleri ayrıca humifikasyonu sonucu meydana gelen organik asitlerin etkili olduğu düşünülmektedir. Yapılan farklı araştırmalarda da, kireçli topraklardaki yarayışlı demir konsantrasyonunun bitkisel atıkların değişik dozlarının kullanımı ile birlikte arttığı (Prasad ve Sinha 2000), organik atık uygulamasının (çeltik samanı) toprağın yarayışlı Zn içeriğinde az da olsa bir artış meydana getirdiği (Surekha ve ark. 2003), toprağın yarayışlı mangan içeriğindeki maksimum artışın 5 yıl süre ile yapılan hayvan gübresi ve çeltik atığı ile birlikte meydana geldiği (Verma ve Baghat 1992) bildirilmektedir. Çalışmamızdaki kil tekstüre sahip deneme toprağının alınabilir demir, çinko ve mangan içeriğinde önemli düzeylerde artış meydana gelmesi, bu sonuçların elde edilmesinde şeker pancarı küspesi için belirlenen inkübasyon süresinin yeterli olabileceği sonucunu göstermektedir.

Şeker pancarı küspesinin (ŞPK) kil tekstür toprağın organik madde (OM), pH ve EC üzerine etkisi her iki dönemde istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.001$ ) olmuş ve bu etki dönemler arasında da elde edilmiştir (Çizelge 7). ŞPK, toprağın OM içeriğinde artışa neden olmuş ve birinci dönemde OM' deki en yüksek artışı uygulamanın ŞPK<sub>3</sub> seviyesi meydana getirmiştir. ŞPK, ikinci dönemde de önemli ( $P \leq 0.01$ ) etkide bulunmuş ve OM' deki en yüksek artışı uygulamanın ŞPK<sub>2</sub> ve ŞPK<sub>3</sub> seviyesi sağlamıştır. ŞPK, organik maddece düşük sınıfta yer alan kil tekstür toprağın organik madde düzeyini yeterli seviyeye

çıkarmıştır. Schulz ve ark, (2003) kumlu tın ve kumlu killi tın tekstüre sahip topraklara yaptıkları 10-15 ton ha<sup>-1</sup> düzeyindeki çeltik atığı uygulamasından sonra söz konusu atığın toprakların organik madde içeriğinde önemli artış meydana getirdiği bildirilmiştir. Benzer şekilde Alagöz ve ark, (2006), işlenmiş leonardit ve çöp kompostu uygulamalarının toprağın organik madde içeriğinde önemli düzeyde artış meydana getirdiğini rapor etmişlerdir.

Şeker pancarı küspesinin (ŞPK) kil tekstür toprağın pH'sında her iki dönemde de artışa neden olmuş, en yüksek artış birinci dönemde uygulamanın ŞPK<sub>2</sub> ve ŞPK<sub>3</sub>, ikinci dönemde ise ŞPK<sub>3</sub> seviyesinde elde edilmiştir. Şeker pancarı küspesi (ŞPK) kil tekstür toprağın EC değerinde her iki dönemde de artış meydana getirmiştir. EC değerindeki en yüksek artışı uygulamanın ŞPK<sub>3</sub> düzeyi sağlamıştır. Uygulama ile toprak EC değerlerinde birinci döneme göre ikinci dönemde daha düşük değerlerin elde edilmesinde, sulamanın ve bitki tarafından besin elementi tüketiminin etkili olduğu sanılmaktadır. Zhang ve ark, (2006), kompost uygulamaları ile toprağın EC değerinde artış meydana geldiğini ancak bu etkinin zamanla azaldığını bildirilmişlerdir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Denemede kullanılan şeker pancarı küspesinin toprağın verimlilik parametreleri üzerine etkilerinin, uygulanan materyalin miktarı, bileşimi, inkübasyon süresi ve toprağın mevcut verimlilik özellikleri gibi faktörlere bağlı olarak geliştiği görülmektedir.

ŞPK uygulaması ile toprakların organik madde (OM), toplam azot ve bazı makro besin elementleri ile özellikle kireç

Çizelge 6. Şeker pancarı küspesinin kil tekstür toprağın bitki besin maddesi kapsamı üzerine etkisi<sup>1</sup>.

Table 6. The effect of sugar beet pulp on plant nutrient content in clayey soil<sup>1</sup>.

Besin Elementi	Dönem	Uygulamalar					LSD <sub>(%5)</sub> <sup>3</sup> Uygulama	LSD <sub>(%5)</sub> Dönem
		ŞPK <sub>0</sub>	ŞPK <sub>1</sub>	ŞPK <sub>2</sub>	ŞPK <sub>3</sub>	Ort		
N (%)	I	0.052c <sup>2</sup>	0.087b	0.095b	0.132a	0.091	***	öd
	II	0.089	0.095	0.092	0.102	0.094	öd	
P (mg kg <sup>-1</sup> )	I	6.970	7.020	7.080	7.870	7.235	öd	öd
	II	6.350	6.600	6.780	8.420	7.037	öd	
K (me 100g <sup>-1</sup> )	I	0.290b	0.320ab	0.330ab	0.350a	0.322	*	öd
	II	0.270b	0.270b	0.330ab	0.350a	0.305	**	
Ca (me 100g <sup>-1</sup> )	I	24.741	17.184	26.243	21.230	22.348	öd	öd
	II	20.780	20.354	20.690	20.720	20.636	öd	
Mg (me 100g <sup>-1</sup> )	I	4.132b	4.341b	4.374b	5.400a	4.561	***	**
	II	3.780c	4.000bc	4.150ab	4.351a	4.070	**	
Na (me 100g <sup>-1</sup> )	I	0.230b	0.241b	0.322b	0.793a	0.395	***	öd
	II	0.261	0.270	0.280	0.363	0.292	öd	
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	I	10.820	9.682	10.981	9.123	10.156	öd	***
	II	16.662b <sup>2</sup>	18.442a	18.461a	19.496a	18.265	**	
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	I	1.050	1.270	1.100	1.680	1.275	öd	***
	II	0.100b	0.122b	0.274b	0.691a	0.296	***	
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	I	6.470	8.230	6.750	8.730	7.545	öd	öd
	II	6.090c	7.841b	7.900b	8.363a	7.548	***	
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	I	2.090b	2.180a	2.140a	2.140a	2.137	*	***
	II	1.631c	1.660bc	1.773b	2.040a	1.776	***	

1. Değerler 5 tekrerr ortalamasıdır.

2. Satırlarda (dönem) aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemlidir.

3. Önemlilik; öd: Önemli değil \*:  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli \*\*:  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli \*\*\*:  $P \leq 0.001$  düzeyinde önemli.

1. Values of  $n = 3$ .

2. In rows (season) the difference between values not shown with the same letter is significant at a  $P \leq 0.05$  level.

3. Significance; öd: no significant, and significant at \*:  $P \leq 0.05$ , \*\*:  $P \leq 0.01$ , \*\*\*:  $P \leq 0.001$ .

**Çizelge 7.** Şeker pancarı küspesinin kil tekstür toprağın organik madde (OM), pH ve EC değerleri üzerine etkisi<sup>1</sup>.

**Table 7.** The effect of sugar beet pulp on organic matter (OM), pH and EC values in clayey soil<sup>1</sup>.

Uygulamalar	OM (%)		pH (1:2.5)		EC (dS m <sup>-1</sup> )	
	I. Dönem	II. Dönem	I. Dönem	II. Dönem	I. Dönem	II. Dönem
ŞPK <sub>0</sub> (0 kg da <sup>-1</sup> )	1.251c <sup>2</sup>	1.962b	7.580b	7.910c	2.023c	1.342c
ŞPK <sub>1</sub> (1000 kg da <sup>-1</sup> )	1.494b	2.253ab	7.580b	7.960ab	2.541b	1.381c
ŞPK <sub>2</sub> (2000 kg da <sup>-1</sup> )	1.610b	2.420a	7.760a	7.950b	2.531b	1.472b
ŞPK <sub>3</sub> (4000 kg da <sup>-1</sup> )	1.797a	2.441a	7.750a	7.980a	3.420a	1.680a
Ortalama	1.540	2.270	7.660	7.950	2.635	1.475
LSD <sub>(%5)</sub> Uygulama	***	**	***	***	***	***
LSD <sub>(%5)</sub> Dönem	***	***	***	***	***	***

1. Değerler 5 tekerrür ortalamasıdır.

2. Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar P≤0.05 düzeyinde önemlidir.

3. Önemlilik; \*\*: P≤0.01, \*\*\*: P≤0.001 düzeyinde önemli.

1. Values of n = 3.

2. The difference between values not shown with the same letter is significant at a P≤0.05 level.

3. Significance; significant at \*\*: P≤0.01, \*\*\*: P≤0.001

içeriği yüksek olan deneme topraklarının mikro besin elementlerinde artışa neden olması, toprak verimliliği ve bitkisel üretim açısından dikkate değer bir gelişme olarak görülebilir. Bununla birlikte taze materyal olarak kullanılan şeker pancarı küspesinin toprakta Na ve EC değerinde önemli artış meydana getirmesi ise toprak verimliliği (strüktürel deformasyon) ve bitkisel üretim açısından bazı problemlere neden olabilir. Taze şeker pancarı küspesinin içerebileceği patojen varlığı da dikkate alınarak söz konusu atığın kullanımında kompostlaştırmanın yapılması veya farklı atıklarla birlikte karışımlar oluşturularak kullanımının daha güvenli olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, şeker pancarı küspesinin toprak verimliliği ve bitki besleme açısından kullanılabilirliğinin belirlenmesinde farklı kullanım formlarının ve düzeylerinin değişik topraklarda araştırılmasının önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

## Tesekkür

Bu çalışma, 2004.03.0121.008 proje numaralı doktora tez projesinin bir bölümüdür. Katkılarından dolayı Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimine teşekkür ederiz.

## Acknowledgment

This study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Akdeniz University (Project No. 2004.03.0121.008). The authors would like to express his appreciation to the Scientific Research Projects Coordination Unit of Akdeniz University.

## Kaynaklar

- Alagöz Z, Yılmaz E, Öktüren F (2006) Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 19: 245-254.
- Alguacil MM, Caravaca F, Azcon R, Pera J, Diaz G Roldan A (2003) Improvements in soil quality and performance of mycorrhizal *Cistus albidus* L. seedlings resulting from addition of microbially treated sugar beet residue to a degraded semiarid Mediterranean soil. Soil Use and Management 19: 227-283.
- Anonymous (1978) Torf für Gartenbau und Landwirtschaft (DIN 11542).
- Anonim (2013) Türkiye Şeker Fabrikaları Genel Müdürlüğü Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı. <http://www.turkseker.gov.tr/PersonelSekersatisEkimUretim.aspx>. Erişim 1 Ocak 2013.
- Askegaard M, Eriksen J (2002) Exchangeable potassium in soil as indicator of potassium status in an organic crop rotation on loamy

sand. Soil Use and Management 18: 84-90.

- Barzegar AR, Yousefi A, Daryashenas A (2002) The Effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat. Plant and Soil 247: 295-301.
- Başçetinçelik A, Öztürk H, Karaca C, Kaçira M, Ekinci K, Baban A, Kaya D, Barnes I, Komiotti N, Nieminen M (2005) Türkiye'de Tarımsal Atıkların Değerlendirilmesi. Eğitim Programı Notları. pp: 15-25. Bursa.TÜRKİYE
- Baver LD (1966) Soil Physics. Third Edition, John Wiley and Sons, New York.
- Black CA (1965) Methods of Soil Analysis. Part 2, American Society of Agronomy, Wisconsin, pp.1372-1376.
- Bower CA, Wilcox LL (1965) Soluble Salt Methods of Soil Analysis. In: Methods of Soil Analysis Part 2, American Society of Agronomy, Wisconsin, pp. 933-940.
- Buri MM, Isakka RN, Wakatsuki T (2002) Effects of soil organic amendments on the growth and grain yield of rice under lowland conditions in Ghana. Symposium no: 14, Paper no: 1253. <http://www.ldd.go.th/wcss2002/Abstracts/1253.pdf>.
- Dostal J (2002) Results of the long-term organic matter balance investigations in Usti Nad Orlici district and the trends in the whole Czech Republic. Agronomy and Soil Science 48: 155-160.
- Ekaterina G, Filcheva S, Tsadilas CD (2002) Influence of clinoptilolite and compost on soil properties. Communication in Soil Science and Plant Analysis 33: 595-607.
- Franzluebbers AJ, Haney RL, Hons FM, Zuberer DA (1998) Active fractions of organic matter in soils with different texture. Tektran, United States Department of Agriculture, Agriculture Research Service, New York.
- Gagnon B, Lalonde R, Fahmy SH (2001) Organic matter and aggregation in a degraded potato soil as affected by raw and composted pulp residue. Biology and Fertility of Soils 34: 441-447.
- Garcia-Mina JM, Antolin MC, Sanchez-Diaz M (2004) Metal-humic complexes and plant micronutrient uptake: a study based on different plant species cultivated in diverse soil types. Plant and Soil 258: 57-68.
- Grandy AS, Porter GA, Erich MS (2002) Organic amendment and rotation crop effects on the recovery of soil organic matter and aggregation in potato cropping systems. Soil Science Society of America Journal. 66:1311-1319.
- Hampton OM, Obreza TA, Stoffella PJ (2000) Residual effect of municipal solid waste and biosolid compost on snap beans production. Proceedings of the Conference Paper. Y2K Composting in the Southeast. October, 9-11. Charlottesville, Virginia.
- Kacar B (1995) Toprak analizleri. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri: III. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3, Ankara.



- Madejon E, Burgos P, Lopez L, Cabrera F (2003) Agricultural use of three organic residues: Effect on orange production and on properties of a soil of the 'Comarca Costa de Huelva' (SW Spain). *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 65: 281-288.
- Maheswaran J, Meehan B, Peverill K, Dziedzic AM (2004) Potential for agri-industry wastes as soil ameliorants. <http://www.javaram.com/upload/papers/.PDF>
- Millner PD, Sikora LJ, Kaufman DD, Simpson ME (2004) Agricultural uses of biosolids and other recyclable municipal residues. <http://www.ars.usda.gov/is/np/agbyproducts/agbychap1.pdf>
- Olsen SR, Sommers EL (1982) Phosphorus availability indices. In: Page, AL, Miller RH, Keeney DR (Ed's), *Phosphorus soluble in sodium bicarbonate methods of soils analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, New York, pp. 404-430
- Petkova Z (2002) Post effect of farmyard manure with different C: N ratios in a pot experiment. Symposium no: 14. Paper no: 586. <http://www.Idd.go.th/Wcss2002/Abstracts/0586.pdf>
- Prasad B, Sinha SK (2000) Long-term effects of fertilizer and organic manures on crop yields, nutrient balance and soil properties in rice-wheat cropping system in Bihar. pp: 105-119 in *Long-term soil fertility experiments in rice-wheat cropping systems. Rice-Wheat Consortium Paper Series 6*. New Delhi, INDIA
- Sağlam MT, Bahtiyar M, Tok HH, Cangir C (1993) *Toprak Bilimi Ders Kitabı*. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Tekirdağ..
- Schulz S, Tian G, Oyewole B, Bako S (2003) Rice mill waste as organic manure on a degraded alfisol. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 100: 221-230.
- Surekha K, Padma Kumari AP, Reddy MN, Satyanarayana K, Sta-Cruz PC (2003) Crop residue management to sustain soil fertility and irrigated rice yields. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 67: 145-154.
- Tejada M, Garcia C, Gonzalez JL, Hernandez MT (2006) Organic amendment based on fresh and composted beet vinasse: Influence on soil properties and wheat yield. *Soil Science Society of America Journal* 70: 900-908.
- Tüzüner A (1990) *Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı*. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Ankara.
- US Salinity Laboratory Staff (1954) *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. *Agricultural Handbook*, USDA, New York.
- Vassilev N, Vassileva M (2003) Biotechnological solubilization of rock phosphate on media containing agro-industrial wastes. *Applied Microbiology and Biotechnology* 61: 435-440.
- Verma, TS, Bhagat RM (1992) Impact of rice straw management practices on yield, nitrogen uptake and soil properties in a wheat-rice rotation in northern India. *Fertilizer Research*. 33: 97-106.
- Zhang M, Heaney D, Henriquez B, Solberg E, Bittner E (2006) A four-year study on influence of Biosolids/MSW Co-compost application in less productive soils in Alberta: Nutrient dynamics. *Compost Science and Utilization*. 14: 68-80.