

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ŞEKER FABRİKASI ATIĞI VİNASIN İNKÜBASYON SÜRESİNCE
TOPRAĞIN BAZI KİMYASAL VE BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Çağla ATEŞ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**ANKARA
2019**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Çağla ATEŞ tarafından hazırlanan “Şeker Fabrikası Atığı Vinasın İnkübasyon Süresince Toprağın Bazı Kimyasal Ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri” adlı tez çalışması 15.11.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Ayten NAMLI

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Ayten NAMLI
Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Oğuz Can TURGAY
Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Sema CAMCI ÇETİN
Çankırı Kocatekin Üniversitesi Toprak ilmi ve Ekoloji Anabilim Dalı

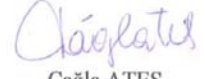
Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Özlem YILDIRIM
Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

12.12.2019


Çağla ATEŞ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ŞEKER FABRİKASI ATIĞI VİNASIN İNKÜBASYON SÜRESİNCE TOPRAĞIN BAZI KİMYASAL VE BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Çağla ATEŞ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ayten NAMLI

Bu çalışmada, farklı dozlarda vinas uygulamalarının toprağın bazı kimyasal ve biyokimyasal özellikleri üzerine olan etkileri 6 ay süreli inkübasyon denemesiyle ortaya konulmuştur. Dört farklı vinas çeşidi 300 g'lık saksılara 0, 2, 4, 8, 20 L da⁻¹ dozlarında uygulanmış ve inkübasyona tabi tutulmuştur. İnkübasyonun 15-30-60-120 ve 180. günlerinde alınan toprak örneklerinde β -glukozidaz enzim aktivitesi, alkali fosfataz enzim aktivitesi ile toprak solunumu (CO₂ çıkışı) ve mikrobiyal biyokütle analizleri yapılmıştır. İnkübasyonun 15. ve 180. günlerinde ise toprakların pH, EC, toplam N, organik madde, alınabilir P₂O₅, değişebilir K₂O, KDK, kireç, alınabilir Fe, Cu, Zn, Mn ve toplam Cd, Pb, Ni, Cr ve Hganalizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda artan vinasdozuna bağlı olarak CO₂ çıkışı artış göstermiş, inkübasyon zamanına bağlı olarak ise azalmıştır. Vinas uygulanmış toprakların biyokütle karbon içerikleri kontrole göre daha fazla olmuştur. Beta glukozidaz enzim aktivitesi inkübasyonun başlarında kontrole göre artış göstermiş ancak ilerleyen dönemlere bağlı olarak kontrol ile uygulamalar arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Bütün vinas çeşitlerinin en yüksek dozu olan 20 L da⁻¹ uygulamasında, tüm inkübasyon zamanlarında beta glukozidaz aktivitesi diğer dozlara göre önemli derecede azalmıştır (p<0,05). Vinas uygulamaları toprakların organik madde, alınabilir fosfor ve potasyum kapsamalarını artırmış, kireç ve KDK üzerinde etkili olmamıştır. Toprakların makro ve mikro elementler ile ağır metallerin toplam ve alınabilir miktarları üzerine farklı etkilerde bulunan vinas özellikle Cd ve Ni miktarında artışa yol açmıştır. Denemede kullanılan vinasların pH'sı 5,5-6,0, EC'si ise 7,60-13,64 dSm⁻¹ arasında olup, buna bağlı olarak toprakların pH değerleri artan doza bağlı olarak düşmüş, EC değerleri de doza ve zamana bağlı olarak yükselmiştir.

Aralık 2019, 119sayfa

Anahtar Kelimeler: Vinas, sıvı organik gübre, toprak, enzim aktivitesi, mikrobiyal biyokütle.

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECTS OF SUGAR BEET FACTORY DISPOSAL OF VINASSE ON SOME CHEMICAL AND BIOCHEMICAL PROPERTIES OF SOIL DURING INCUBATION PERIOD

Çağla ATEŞ

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

Supervisor: Prof. Dr. Ayten NAMLI

In this study, the effects of different doses of vinas on some chemical and biochemical properties of soil have been evaluated with 6 months incubation. Four different types of vinas were applied to 300 g pots at 0, 2, 4, 8, 20 L da⁻¹ doses. On the 15-30-60-120 and 180th days of incubation, β -glucosidase and alkaline phosphatase enzyme activities, soil respiration and microbial biomass were measured in soils. On the 15th and 180th days of incubation, pH, EC, total N, organic matter, available P₂O₅ and K₂O, CEC, lime, available Fe, Cu, Zn, Mn and total Cd, Pb, Ni, Cr and Hg analyses were performed. As a result of the analysis, CO₂ output increased with increasing vinas dose and decreased through end of incubation. The biomass carbon content of the soils treated with vinas was higher than the control. Beta glucosidase enzyme activity increased at the beginning of the incubation compared to the control, but there was no significant difference between control and applications depending on sampling time. Beta glucosidase activity decreased significantly at all sampling times in 20 L da⁻¹, which is the highest dose of all vinas (P < 0,05). Vinas applications have increased the organic matter, phosphorus and potassium content of soils and it has not been effective on lime and CEC. It was noteworthy that vinas, which had different effects on the total and extractable amounts of macro and microelements and heavy metals, led to an increase in Cd and Ni contents. The pH of the vinas used in the experiment is 5.5-6.0, and the EC is 7.60-13.64 dS m⁻¹, so the pH values of the soils have decreased depending on the increasing dose, the EC values are increase dependent on the dose and time.

December 2019, 119pages

Anahtar Kelimeler: Vinasse, liquid organic fertilizer, soil, enzyme activity, microbial biomass.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu çalışmada konunun belirlenmesinde, çalışmaların yürütülmesinde ve yazımında desteğini esirgemeyen, yol gösteren, sabırlı, hoşgörülü ve sorun çözücü yaklaşımıyla yanından her zaman rahatlayarak ayrıldığım, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum Sevgili Hocam Prof. Dr. Ayten NAMLI'ya,

Şilempe örneklerinin temininde yardımcı olan Pankobirlik Yatırım ve Proje Müdürü Turgut AĞIRNASLIGİL ve Eskişehir Şeker Fabrikası Alkol Biriminden Kimya Mühendisi Yusuf DEMİRAL'a,

Çalışmanın yürütülmesinde ve analizlerin bir kısmının yapılmasında destek olan Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsüne, özellikle analizlerde toprak tartımlarına yardımcı olan İlhan GÜNGÖR'e, çalışmanın her aşamasına şahit olan ve elinden gelen her türlü desteği veren oda arkadaşım İsmail UĞURLU'ya, sonuçların istatistiksel değerlendirmesinde yardımcı olan Dr. Sevinç KIRAN ve desteğini her zaman arkamda hissettiğim sevgili arkadaşım Dr. Derya SÜREK'e,

İnkübasyon denemesi sırasında laboratuvar analizlerine yardımcı olan Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünden doktora öğrencisi Esra KUTLU SEZER'e, laboratuvar çalışmaları sırasında bilgilerini esirgemeyen Araştırma Görevlisi Muhittin Onur AKÇA'ya, geç saatlerde beni laboratuvarda yalnız bırakmayan ve yaptığı kahverle mola vermeme sağlayan yüksek lisans öğrencisi Mert BOZDEMİR'e,

Ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çağla ATEŞ
Ankara, Aralık 2019

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1 Vinasın Özellikleri ve Kullanım Alanları	4
2.2 Vinasın Tarımsal Kullanımı.....	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	24
3.1 Çalışmada Kullanılan Vinasın Özellikleri ve Analizler.....	24
3.1.1 Vinas örneklerinin analizlerinde kullanılan yöntemler.....	24
3.2 İnkübasyon Denemesinin Kurulması.....	28
3.2.1 Toprak örneklerinin analizlerinde kullanılan yöntemler.....	29
4. BULGULARVE TARTIŞMA	34
4.1 Vinas Uygulamalarının Toprağın Alkali Fosfataz ve Beta Glukozidaz Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkileri	34
4.2 Vinas Uygulamalarının Toprağın Karbondioksit Çıkışı ve Mikrobiyal Biyokütlesi Üzerine Etkileri.....	37
4.3 Vinas Uygulamalarının Toprağın Organik Madde Miktarı Üzerine Etkileri.....	40
4.4 Vinas Uygulamalarının Toprağın Azot Kapsamı Üzerine Etkileri	41
4.5 Vinas Uygulamalarının Toprağın pH ve Elektrikesel İletkenliği (EC) Üzerine Etkileri.....	42
4.6 Vinas Uygulamalarının Toprağın Kireç, Alınabilir Fosfor ve Ekstrakte Edilebilir Potasyum Miktarları Üzerine Etkileri	43
4.7 Vinas Uygulamalarının Toprağın KDK ile Değişebilir Ca, Mg ve Na Miktarları Üzerine Etkileri.....	46
4.8 Vinas Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Fe, Cu, Zn, Mn Miktarları Üzerine Etkileri.....	50
4.9 Vinas Uygulamalarının Toprağın Toplam Pb, Ni, Cr, Cd, Hg Miktarları Üzerine Etkileri.....	54
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	58

KAYNAKLAR	61
EK 1 Duncan Testine Göre Ortalamaların Farklılık Gruplandırması	
 Tabloları.....	69
EK 2 İnkübasyon Denemesi Toprak Parametreleri İçin MSTAT-C	
 Programıyla Yapılan Anova Test Çizelgeleri.....	79
ÖZGEÇMİŞ.....	119



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat
C/N	Karbon/Azot
Ca	Kalsiyum
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat (Kireç)
Cd	Kadmiyum
CO ₂	Karbondioksit
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
Hg	Civa
K	Potasyum
K ₂ O	Potasyum oksit
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
N	Azot
Na	Sodyum
NaOH	Sodyum hidroksit
Ni	Nikel
nm	Nanometre
N-NH ₄	Amonyum azotu
N-NO ₃	Nitrat azotu
P	Fosfor
P ₂ O ₅	Fosforpentaoksit
Pb	Kurşun
pH	Toprak reaksiyonu
Rpm	Dakikada devir
Zn	Çinko

Kısaltmalar

EC	Elektriksel iletkenlik
ICP-OES	İndüktif olarak eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometresi
KDK	Katyon değişim kapasitesi
OM	Organik madde

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Yıllara bağlı olarak etil alkol üretimi (Anonim 2018b).....	1
Çizelge 1.2 Yıllara bağlı olarak bioetanol üretimi(Anonim 2018c)	2
Çizelge 2.1 Farklı hammaddelerden elde edilen vinasın kompozisyonu ve verimi	6
Çizelge 2.2 Bazı vinas uygulamalarının avantajları ve dezavantajları	11
Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan vinas örneklerinin özellikleri	27
Çizelge 3.2 İnkübasyon denemesinde kullanılan toprak örneğinin özellikleri	33



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların alkali fosfataz enzim aktivitesi üzerine etkisi.....	35
Şekil 4.2 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların alkali fosfataz enzim aktivitesi üzerine etkisi.....	36
Şekil 4.3 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların karbondioksit çıkışı üzerine etkisi.....	38
Şekil 4.4 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların mikrobiyal biyokütle karbonu üzerine etkisi	39
Şekil 4.5 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların organik madde miktarları üzerine etkisi.....	40
Şekil 4.6 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların toplam azot üzerine etkisi.....	41
Şekil 4.7 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların pH üzerine etkisi.....	42
Şekil 4.8 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların EC üzerine etkisi	43
Şekil 4.9 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların kireç miktarı üzerine etkisi	44
Şekil 4.10 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların alınabilir fosfor miktarı üzerine etkisi.....	45
Şekil 4.11 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların ekstrakte edilebilir potasyum miktarı üzerine etkisi	46
Şekil 4.12 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların katyon değişim kapasitesi (KDK) üzerine etkisi	47
Şekil 4.13 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların değişebilir Ca üzerine etkisi	48
Şekil 4.14 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların değişebilir Mg üzerine etkisi	49
Şekil 4.15 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların değişebilir Na üzerine etkisi	50
Şekil 4.16 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların alınabilir Fe üzerine etkisi	51
Şekil 4.17 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların alınabilir Cu üzerine etkisi	52
Şekil 4.18 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların alınabilir Zn üzerine etkisi	53
Şekil 4.19 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların alınabilir Mn üzerine etkisi	54
Şekil 4.20 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların toplam Pb üzerine etkisi	55
Şekil 4.21 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların toplam Ni üzerine etkisi	56
Şekil 4.22 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların toplam Cr üzerine etkisi	57

1. GİRİŞ

Etil alkol 2 karbonlu bir alkol (C_2H_5OH) olup, petrol türevlerinden ve biyolojik ham maddelerden üretilmektedir. Dünyada kozmetik, boya, mürekkep gibi endüstriyel uygulamalarda ve içki sanayinde kullanılan etil alkol aynı zamanda yakıt olarak da kullanılmaktadır. Biyolojik kaynaklardan elde edilen etil alkol, biyoetanol olarak anılmaktadır ve ulaşım sektöründe alternatif enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır.

Birçok ülkede biyoetanol belli oranda benzine eklenerek yakıt olarak kullanılmaktadır. Biyoetanolün üretimi, kullanımı ve biyoetanol pazarının genişletilmesi hükümetler tarafından desteklenmekte bu konuda yasal çalışmalar sürdürülmektedir. Ülkemizde de 2008 yılında Türk Şeker'e bağlı Eskişehir Şeker Fabrikasında alkol susuzlaştırma tesisi kurulmuş biyoetanol üretimine başlanmıştır. Türk Şeker dışında; Tarkim, Tezkim ve Konya Şeker A.Ş. firmaları yakıt biyoetanolü üretmek için Dağıtım Yetki Belgesi almıştır. Tarkim ve Tezkim mısır ve buğdaydan, Konya Şeker ise şeker pancarı melasından biyoetanol üretimi yapmaktadır (Ar 2012, Anonim 2018a).

Şeker pancarı vinası, etil alkol endüstrisinin son yan ürünüdür. Şeker üretim atığı olan melasın alkol üretimi için fermente edilip, destilasyon yolu ile alkolü uzaklaştırıldıktan sonra kalan kısmı vinasıdır. Çizelge 1.1 ve çizelge 1.2'de görüleceği üzere ülkemizde etil alkol üretimi gün geçerek artmaktadır. Üretilen her 1 L etil alkole karşı yaklaşık 10-15L vinas oluşmaktadır ve alkol fabrikalarının en büyük sorunu çıkan vinasın değerlendirilmesidir. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. bünyesinde faaliyet gösteren Erzurum, Eskişehir, Malatya ve Turhal Şeker Fabrikaları'nda toplam dört alkol üretim tesisi mevcuttur. Alkol üretim atık maddesi olan vinasın, çevre kirliliğine olumsuz etkisini gidermek amacıyla Eskişehir Alkol Üretim Tesisine arıtım ünitesi kurulmuş olup, bu alkol üretim tesisinin haricindekiler çalıştırılmamaktadır (Anonim 2018a).

Çizelge 1.1 Yıllara bağlı olarak etil alkol üretimi (Anonim 2018b)

Etil Alkol Üretimi (mA litre)					
2013	2014	2015	2016	2017	2018
73.138.987	94.604.483	102.682.033	106.132.097	111.076.773	110.986.010

Çizelge 1.2 Yıllara bağlı olarak bioetanol üretimi (Anonim 2018c)

Yakıt Biyoetanolü Üretimi (mA litre)					
2013	2014	2015	2016	2017	2018
62.858.690	63.044.716	87.349.623	87.019.120	93.472.254	99.807.225

Vinasın belli şartlar altında toksik veya kirletici olabilecek organik madde ve çözünmüş katı içeriği nedeniyle çevreye direk atılması toprakta ve yeraltı sularında kirliliğe neden olabilmektedir (Wilkie vd. 2000, Tejada ve Gonzalez 2005, Pant ve Adholeya 2007). Vinas, atıldığı alanda mikroorganizmalar ve bitkiler üzerine olumsuz etkisi olan fenoller, polifenoller ve ağır metaller gibi fitotoksik, antibakteriyel ve zor ayrışan bileşikler de içermektedir. Ham maddeden kaynaklanan fenolikler, şekerler (karbonhidratlar) ile proteinlerin (amino grupları) reaksiyonu sonucu oluşan melanodinler ve asitlerin hidroliziyle meydana gelen bileşikler vinası rengini veren başlıca etmenlerdir (Pant ve Adholeya 2007, Cibis vd. 2011). Yüksek miktardaki renk bileşikler nehir ve göllerde güneş ışığı geçirgenliğini azaltarak fotosentetik aktivitede ve çözünmüş oksijen konsantrasyonunda azalmaya ve sucul yaşam koşullarında tehlikeli durumlara neden olmaktadır. Yüksek organik içeriğe bağlı olarak yeraltı sularında oluşan besin zenginleşmesi ya da ötrofikasyon ekosistemin yapısında ve işlevinde istenmeyen değişimlere neden olabilmektedir (FitzGibbon vd. 1998, Espana-Gamboa vd. 2011, Arimi vd. 2014).

Vinasın bitki beslemede kullanılmasıyla ilgili olumlu ve olumsuz yönde farklı görüşler mevcuttur. Vinasın toprağa direk uygulanması tuzlanmaya, topraktaki mevcut metallerin yeraltı sularına yıkanmasına, başta Mn olmak üzere besin elementi dengesizliği nedeniyle toprak kalitesinde değişimlere, ürün kaybına, fitotoksitenin artışı ve hoş olmayan kokuya neden olabilmektedir (Santana ve Machado 2008). Tejada ve Gonzalez (2005)'e göre, vinas yüksek konsantrasyonda Na, K ve yüksek fulvik asit içeriğine bağlı olarak toprak yapısı üzerinde negatif etkide bulunmaktadır. Tejada vd. (2007), şeker pancarı vinasının mikrobiyal biyokütle, solunuma ve enzimatik aktivitelere engel olarak toprağın biyokimyasal özellikleri üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Yukarıda belirtilen olumsuzlukların yanında vinas, yüksek besin (özellikle Ca ve K) ve organik madde içeriğinden dolayı gübre olarak kullanılmaktadır (Espana-Gamboa vd.

2011). Çin’de yürütülen araştırmalar vinas uygulamalarının şeker kamışının büyüme ve gelişmesinde olduğu kadar toprak özelliklerinin iyileştirilmesinde de olumlu etkisi olduğunu göstermiştir. şeker kamışı vinasının toprakta kullanılması toprağın su tutma kapasitesini, porozitesini, K seviyesini, elektriksel iletkenliğini ve biyolojik aktivitesini artırarak ürün ve toprağın fiziko-kimyasal özellikleri üzerinde olumlu etkide bulunmaktadır (Jiang vd. 2012).

Christofolletti vd. (2013), organik madde ile kombine edilmiş vinas ilavesinin; toprağın fiziksel koşullarını ve besinlerin mobilizasyonunu geliştirebileceğini, bununla beraber kumlu topraklardaki üst üste yapılan uygulamaların toprak verimliliğini değerlendirmek için kullanılan Ca, Mg, K ve Na gibi elementlerin dengesizliğine yol açabileceğı de bildirilmektedir.

Bilinçsizce kullanılan kimyasal gübrelerin yarattığı sorunları aşmak için günümüzde organik gübrelerin kullanımı giderek artmaktadır. şilempe olarak da bilinen vinas, Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik’de “Sıvı organik gübre” olarak tanımlanmaktadır. Organik sıvı damlama ve yaprak gübresi üretimlerinde ana organik madde olarak da kullanılan vinas, besin maddeleri ile zenginleştirilmek suretiyle organomineral gübre yapımında da kullanılmaktadır. Bitkisel üretimde kullanılan vinasın toprak ve bitki üzerine etkilerinin bilinmesi önem arz etmektedir. Ülkemizde vinasın toprak özellikleri üzerine etkilerini ortaya koyan çalışma sayısı sınırlıdır.

Bu çalışma kapsamında, çiftçiler tarafından bitkisel üretimde kullanılan vinasın karakterizasyon analizlerinin yapılarak, tarımsal ve çevresel bakımdan önemli özelliklerinin belirlenmesi ve kontrollü koşullar altında farklı dozlarda toprağa uygulanarak toprağın bazı kimyasal ve biyokimyasal özellikleri ile ağır metal kapsamlarına etkilerinin 180 günlük inkübasyon denemesiyle ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Vinasın Özellikleri ve Kullanım Alanları

Etil alkol, karbonhidratlar, nişasta, selüloz gibi farklı ham materyallerden üretilmektedir. Şekerler fermente edilebilir karbonhidratların basit formu olduğu için sakkarozdan etil alkol üretimi oldukça yaygındır. Sakkaroz; şeker kamışı, şeker pancarı, üzüm ve tatlı sorgumda; nişasta ise, mısır, buğday, arpa gibi tahıllarda ve kasava, tatlı patates, patates gibi yumrulularda bol miktarda bulunmaktadır. Kompleks büyük moleküllerden oluşan nişasta, etil alkol üretimi sırasında basit şekerlere parçalanmakta, bu durumiseek işlemler gerektirdiğinden sermaye ve operasyon maliyetleriniartırmaktadır. Selüloz, ağaç, orman ve tarımsal atıklarda bol miktarda bulunmaktadır. Ancak selülozdaki kompleks şekerler ve lignin varlığı selülozun fermente edilebilir karbonhidratlara dönüşümünü zorlaştırmakta ve maliyeti artırmaktadır (Wilkie vd. 2000, Cardona ve Sanchez 2007).

Vinas, etil alkol üretiminde, şekerli ve nişastalı bitkilerden ya da selülozik materyalden biyokütledistilasyonunda oluşan yan üründür. Yüksek seviyede organik madde içermekle birlikte N ve P içeriği düşüktür. İster şeker pancarından ister şeker kamışından ya da mısırdan üretilsin vinasın ana bileşimi K, Ca, Mg gibi katyonlar ve organik asitler formundaki organik maddedir (Chiristofolettivd. 2013).

Literatür bilgileri, şeker kamışı vinasının ana organik bileşenlerinin gliserol, laktik asit ve asetik asit olduğunu göstermektedir. Bulunan ana organik asitler oksalat, laktat, asetat, malatilediğer alkolik bileşenler, karbonhidratlar ve yüksek miktarda fenollerdir. Şeker kamışı vinasında olduğu gibi şeker pancarı vinasında temel asitler olarak oksalat, laktat, asetat ve malat bulunmaktadır (Wilkie vd. 2000, Parnaudeau vd. 2008).

Şeker pancarı vinası şeker kamışı vinası ile karşılaştırıldığında daha yüksek protein içeriğine sahiptir (Stemmevd. 2005). Şeker pancarı vinası yüksek azot konsantrasyonuna sahip olduğu için karbon/azot oranı daha düşüktür. Vinasın içindeki azot melasın orijinine bağlı olmaktadır. Aynı ham madde kaynağından elde edilen melas ve vinasta asitte çözünmeyen N'un nispeten aynı oranlarda bulunması bu durumu doğrulamaktadır (Wilkievd. 2000, Parnaudeau vd. 2008). Azot dinamikleri açısından

şeker pancarından elde edilen örnekler N bileşikleri açısından oldukça zengindir ve daha fazla N mineralizasyonuna neden olmaktadır (Parnaudeau vd. 2008). Benzer şekilde vinas yüksek K içermekte, bu da yaklaşık olarak mineral içeriğinin üçte birini oluşturmaktadır (Stemme vd. 2005).

Şeker pancarı vinası, yüksek miktarda betain (şeker kamışı bazlı vinasda bulunmamaktadır) içermektedir. Betain, 200°C yüksek sıcaklıklara dayanıklı azot içeriği bakımından zengin bir bileşiktir. Bitkiyi osmotik etkiden koruyan ve metil radikallerinin vericisi olarak hareket eden iki temel metabolik fonksiyona sahiptir (Decloux ve Bories 2002, Parnaudeau vd. 2008). Betain, yüksek bitkilerde glisinbetain, kloroplastlarda etanolamin, kolin aracılığıyla serin amino asidinden sentez edilmektedir. Glisinbetain, susuzluk, tuzluluk, sıcak, soğuk gibi abiyotik streslere karşı etkin bir koruyucu olarak rol oynamaktadır (Chen ve Murata 2008). Stres koşullarında, kloroplastlarda lokalize olarak kloroplast yapısının ve tilakoid membranların korunmasını, fotosentetik aktivitenin ve plazmamembran bütünlüğünün sürdürülmesini sağlamaktadır (Yıldız vd. 2010).

Şeker üretiminde, ham şerbetin saflaştırması sırasında elimine edilemeyen ve şeker şurubu içinde biriken çözünebilir N bileşikleri, şeker geri kazanımını olumsuz yönde etkiler. Toplam çözüner N'un en önemli bileşenleri, amino N, betain, nitrat ve tanımlanmamış kalıntı N'dur (Hoffmann ve Marlander 2005). Betain, osmoprotektan olarak birçok bitki, hayvan ve bakteri hücresinde birikir ve vinas şeker pancarı bileşeni olarak girer. Betain, proteinlerin yüksek tuzluluk ve yüksek sıcaklık altında inaktivasyonunu korur (Diamant vd. 2001).

Etil alkol üretiminden elde edilen vinas asidik (pH:3.5-5), koyu kahverenkli ve kimyasal oksijen ihtiyacı değeri 50-150 g L⁻¹ olup yüksek organik içeriğe sahiptir ve her litre alkol için 9-15 L vinas elde edilmektedir (Espana-Gamboavd. 2011). Çizelge 2.1'de farklı kaynaklardan elde edilen vinasın genel özellikleri verilmiştir.

Çizelge 2.1 Farklı hammaddelerden elde edilen vinasın kompozisyonu ve verimi (Espana-Gamboa vd. 2011)

	Şeker Kaynağı					
	Şekerkamışs uyu	Şekerkamışs melası	Üzüm	Tekila (Agave)	Tatlı sorgum	Şeker pancarı
BOİ (g L ⁻¹)	16.7	39.5	14.54-16.3	20.6	46	27.5-44.9
KOİ (g L ⁻¹)	30.4	84.9-95	26-50.2	55.2-66.3	79.9	55.5-91.1
N _T (mg L ⁻¹)	102-628	153-1230	104.9-650	na	800	1800-4750
P _T (mg L ⁻¹)	71-130	1-190	65-118.4	41	1990	160-163
K (mg L ⁻¹)	1733-1952	4893-11000	118-800	240-345	Na	10000-10030
S _T (mg L ⁻¹)	1356	1500-3480	120	780-880	Na	3500-3720
pH	4.04-4.6	4.46-4.8	3-4.2	3.4	4.5	4.3-5.35
Cu (mg L ⁻¹)	4	0.27-1.71	0.2-3.26	0.36-4	37	2.1-5*
Cd (mg L ⁻¹)	na	0.04-1.36	0.05-0.08	0.01-0.2	Na	<1*
Pb (mg L ⁻¹)	na	0.02-0.48	0.55-1.34	0.065-0.5	Na	<5*
Fe (mg L ⁻¹)	16	12.8-157.5	0.001-0.077	35.2-45	317	203-226*
Phenols (mg L ⁻¹)	na	34	29-474	44-81	Na	450*
VY(LL ⁻¹ ethanol)	13	12-20	11.6	10-12	14.3-16	9-15

BOİ, biyolojik oksijen ihtiyacı; KOİ, kimyasal oksijen ihtiyacı; N_T, toplam azot; P_T, toplam fosfor; S_T, toplam sülfat; VY, vinas verimi; na, veri mevcut değil

*Birimi mg kg⁻¹

Vinasın, uzun süre boyunca kontrolsüzce çevreye atılması toprağın, nehirlerin ve göllerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişime yol açarak tarım toprakları ve biyota üzerinde yaygın olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Vinas, atıldığı alanda mikroorganizmalar ve bitkiler üzerine olumsuz etkisi olan fenoller, polifenoller ve ağırmetaller gibi fitotoksik, antibakteriyel ve zor ayrışan bileşikler de içerebilmektedir. Vinasın yüksek BOİ ve KOİ değerine sahip olmasının ana nedeni içeriğindeki proteinler, indirgen şekerler, polisakaritler, lignin ve melanoidinler gibi karmaşık yapıdaki zor ayrışan organik kirleticilerden kaynaklanmaktadır (Chowdhary vd. 2018). Melanoidinler, enzimatik olmayan maillard reaksiyonları sonucu oluşan kompleks polimerik bileşiklerdir. Melanoidinler, birçok endüstriyel atıkta koyu renkten sorumlu ana organik kirleticidir ve vinas bileşiminin %2'sinden fazlasını oluşturmaktadır. Şeker üretim prosesinde melanoidinler saflaştırma ve evaporasyon aşamalarında meydana gelmektedir. Melanoidinlerin yanında karameller ve heksozların alkali parçalanma

ürünleri, vinas ve ilgili diğer endüstrilerin kirleticiliğinden sorumlu olan organik renk maddeleridir (Coca vd. 2004, Chandra vd. 2008, Arimi vd. 2015).

Yüksek miktardaki renk bileşikler nehir ve göllerde güneş ışığı geçirgenliğini azaltmakta, bu nedenle fotosentetik aktivitede ve çözünmüş oksijen konsantrasyonunda azalmaya yol açarak sucul yaşam koşullarında tehlikeli durumlara neden olmaktadır. Yüksek organik içeriği nedeniyle yeraltı sularında besin kaynağının artması sonucu oluşan ötrofikasyon gibi ekosistemin yapısında ve işlevinde istenmeyen değişimlere neden olabilmektedir (FitzGibbon vd. 1998). Bu nedenle vinasın özellikle sucul alanlara deşarjı durumunda bu problemler gözönünde bulundurulmalıdır (Espana-Gamboa vd. 2011).

Brezilya'da geçmişte önemli miktarlarda vinasın su kaynaklarına boşaltılması ciddi kirlilik problemlerine neden olmuştur. Daha sonra araştırmacılar vinasın uygun kullanımı ve uygulamaları üzerine odaklanarak, vinasın arıtılması, konsantre hale getirilmesi ve fertigasyon yoluyla gübre olarak kullanımı, maya üretimi, enerji üretimi, hayvan beslenmesi için ham madde üretilmesi ve yapı malzemesi olarak kullanımı gibi bazı alternatifler önermişlerdir (Santana ve Machado 2008, Chiristofolletti vd. 2013).

Fertigasyon, ham vinasın sulama ile topraktan infiltrasyonuna dayanmaktadır. Vinas sulama suyuna eklenerek toprağa uygulandığında kimyasal gübre maliyetleri düşmektedir. Tarımsal alanlarda fertigasyon uygulaması, tarımsal alanların aynı zamanda gübrelenmesi yoluyla doğal kaynakların rasyonel kullanımını sağlayan ve vinasın nehirlerle boşaltılmasını önlemeye odaklanmış bir alternatiftir. Arıtma, yakma gibi yöntemlere göre başlangıç yatırımının az olması, düşük bakım maliyeti, hızlı uygulama, kompleks teknoloji gerektirmemesi ve ürün verimindeki artış nedeniyle vinasın gübre olarak sulamayla birlikte uygulanması yaygın kullanım şeklidir (Chiristofolletti vd. 2013).

Vinas düşük viskoziteli bir sıvıdır. Dolayısıyla diğer sıvı gübreler gibi, sıvı gübre tankları ile toprak yüzeyinden ya da toprağa enjekte edilerek, yüzey sulama sistemleri ve özel olarak imal edilen püskürtme ekipmanları ile uygulanabilmektedir (Gemtos vd. 1999).

Silva vd. (2013)'nin bildirdiğine göre, Brezilya'daki etil alkol fabrikaları tarafından üretilen vinasın yine fabrika tesisi etrafındaki tarım alanlarında gübre olarak kullanılmasıyla, şeker kamışı tarımında kullanılan potasyumlu gübrelerin kısmen veya tamamen yerine geçerek potasyumlu gübrelerin ithal edilmesinin önüne geçmesi nedeniyle ekonomik bir alternatif sunmaktadır.

Fabrika çevresindeki alanlardan uzak bölgelere taşınması, vinasın toprağa deşarjı için sınırlamalar getirilen etil alkol fabrikaları için bir çözüm niteliğindedir. Ancak bu vinasın yüksek miktarlarda su içermesi nedeniyle önemli maliyet artışlarına neden olmaktadır. Böyle bir senaryoda nakliye için ekonomik bir alternatif buharlaşma ile vinas hacminin azaltılması olmuştur. Buharlaşma ile yoğunlaşan vinas, Brezilya'daki şeker kamışı fabrikaları tarafından giderek daha fazla kullanılmaktadır (Silva vd. 2014). Evaporasyon işlemiyle vinasın fertigasyon kanallarının ulaşması imkansız alanlara taşınması, vinasın uygulama alanlarını genişletmekte ve maliyetleri azalmaktadır (Chiristofollet vd. 2013).

Evaporasyonun etkisi ham materyalin özelliklerine göre değişmektedir. Konsantrasyon kısmen veya tamamen şeker pancarından elde edilen vinasın asitte çözünmeyen fraksiyon ve fenol bileşiklerinde hafif bir artışa, kararsız fraksiyonda hafif bir düşüşe neden olmaktadır. Konsantre etmenin şeker kamışı vinası üzerindeki etkisi daha da büyüktür. Benzer şekilde konsantre vinas daha küçük kararsız fraksiyona sahip olup, inkübasyonun başlarında N immobilizasyonuna yol açmakta ve seyreltik vinasla göre asitte çözünmeyen fraksiyonda daha fazla N konsantrasyonu sergilemektedir (Parnaudeau vd. 2008).

Vinas yüksek besin içeriği nedeniyle hayvan yemi üretiminde kullanılabilir. Vinasın büyükbaş, domuz ve kümes hayvanları için yem olarak kullanılabilmesi için potasyum seviyesinin düşürülmesi gereklidir (Waliszewski vd. 1997). Üretilen yem, süt ve süt ürünlerinin tadını ve kokusunu etkilememekte, hayvanlar tarafından beğenilmekte ve dönüşüm oranı (yem tüketimi ile kazanılan kilo) yeterli kabul edilmektedir. Ancak nişasta bazlı vinasla karşılaştırıldığında yüksek potasyum içeriği ve daha düşük besleyici değeri ile karakterize edilmektedir (Wilkie vd. 2000). Mısır, arpa ve buğday vinası yüksek oranda çözünmeyen katıya sahip olduğu için, bunlar santrifüjle ayrılmalı ve çözünür katılardan elde edilen şurup ile karıştırılmaktadır. Bu karışıma

Kurutulmuş Damıtma Çözünür Taneleri (DistillersDriedGrainsWithSolubles - DDGS) adı verilmekte ve hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır (Meriç 2010).

Vinasın çevreye güvenli bir şekilde bırakılması için önce renk maddelerinin ve zor parçalan maddelerin giderilmesi gereklidir (Arimi vd. 2015). Bugüne kadar organik toksik maddenin ayrışması ve biyolojik olarak parçalanabilir bir atığa dönüşerek vinasın kirletici özelliğini azaltacak birçok fiziko-kimyasal ve biyolojik uygulama önerilmiştir. Fiziko-kimyasal uygulamalarda genellikle organik kirleticileri okside etmek amacıyla çeşitli reaktanlar kullanılmaktadır. Biyolojik uygulamalar farklı tipteki yüksek derecelerde kirlenmiş endüstriyel sıvı atıkların arıtılmasında etkili bir metot olarak bilinmektedir (Benitez vd. 2003, Pant ve Adholeya2007).

Şeker kamışından elde edilen vinasın biyolojik parçalanması Hindistan'da oldukça yaygın bir yöntemdir. Vinasın biyolojik parçalanması distilatörlerde gerçekleştirilen metanasyon ve aerobik proses olmak üzere iki aşamadan oluşur. Aerobik prosten çıkan atık ya yüzey sularına boşaltılır (sulandırıldıktan sonra) ya da tarlalarda speyleme ile sulamada kullanılır (Satyawali ve Balakrishnan 2008, Cibisvd. 2011).

Vinasın arıtılması için, fiziksel (örn. adsorpsiyon), kimyasal (kuagülasyon ve ozonlama) ve biyolojik yöntemlerde (örn. beyaz çürükçül mantarlarla biyodegradasyon) dahil olmak üzere melanoidinlerin, fenoliklerin ve diğer renk verici maddelerin giderilmesinde umut vaat edençeşitli teknolojiler çalışılmaktadır. Anaerobik parçalanma/ayrışmavinasın ön arıtımı için tercih edilen metodlardandır, ancak bu yüksek bir seyreltme hızı gerektirmekte ve zayıf bir renk giderme sağlamaktadır. Bu nedenle, renk maddelerini gidermek için anaerobik uygulamadan sonra kimyasal oksidasyon veya koagülasyon gibi ek bir basamak gereklidir ve bundan sonra atık kısmen seyreltme suyu olarak geri dönüştürülebilmektedir (Arimi vd. 2015).

Vinasın organik yükünün anaerobik olarak parçalanması etil alkol endüstrisinde kullanımı giderek artan alternatif bir yöntemdir. Bu proses, vinasın ayrışması ve biyogaz üretimi için organik yükün biyolojik olarak parçalanmasıyla meydana gelmektedir. Anaerobik proste biyolojik parçalanma asidojenik ve metanojenik evre olmak üzere iki aşamadameydana gelmektedir. Asidojenik fazda lipitler, karbonhidratlar, proteinler gibi kompleks zincirli organik bileşikler hidrolize olarak

daha küçük zincirli organik bileşikler oluşturmaktadır. Bu küçük zincirli bileşikler, fakültatif ve obligat anaerobik bakteriler tarafından biyolojik oksidasyonla asetik asit ve propiyonik asit gibi organik asitlere dönüştürülmektedir. Vinasın organik yükündeki azalma bu aşamada gerçekleşmektedir. Metanojenik fazda asitler metan, karbondioksit ve organik asitlere dönüşmekte ya da karbondioksit anaerobik mikroorganizmalar tarafından metan oluşana kadar indirgenmektedir. Bu prosesin en yavaş aşamasıdır ve dönüşüm oranlarını kontrol etmektedir (Nishio ve Nakashimada 2007, Chiristofolletti vd. 2013).

Taze vinasın kullanımı, düşük kuru kütle oranı ve buna bağlı nakliye sorunları nedeniyle sınırlı olarak mümkündür. Bu bağlamda, alkol üretimiyle bağlantılı biyogaz üretimi alternatif bir yöntem olarak ortaya çıkmakta ve vinasın fermantasyonu ile biyogaz elde edilmektedir. Bu da yine bir kombine ısı ve güç santralinde, alkol üretimi için gerekli proses enerjisinin elektrik ve ısı biçiminde üretilmesi için kullanılabilir. Bu sayede yenilenebilir kaynakların ardışık kullanımını mümkün kılmakta ve diğer değerlendirme yöntemlerine göre sürdürülebilir ve kaynaklar açısından verimli bir alternatif oluşturmaktadır (Anonim 2010a). Bu gazlaştırma organik maddenin azaltılmasına ve organik karbonlardan enerji geri kazanılmasına katkıda bulunmaktadır. İki aşamalı hidrojen-metan fermantasyonu sistemlerinde oluşan hidrojen ve metandan elektrik üretilirken aynı zamanda sistemin ısı gereksinimi karşılanmaktadır (Nishio ve Nakashimada 2007). Biyolojik olarak ayrışan vinas sonrasında gübre olarak kullanılmaktadır. Organik yükünde azalma bulunmasına rağmen vinas, gübre olarak orijinal özelliklerini sürdürmektedir.

Evaporatörde %65-70 kuru madde konsantrasyonuna getirilen konsantre vinas, buhar kazanına püskürtme yöntemi ile enjekte edilip yakılarak buhar elde edilmektedir. Buhar kazanının yakma kamarasının altından, yanan vinas külü alınarak suda çözünmesi sağlanmaktadır. Yüksek potasyum içeriğinden dolayı, yakılan vinasın küllerinden potasyum sülfat veya potasyum nitrat elde edilebilmektedir (Chiristofolletti vd. 2013).

Vinasın biyolojik parçalanması ve yakılması kirlilik sorununa tatmin edici çözüm sunan yöntemlerdir. Ancak yüksek enerji gereksinimi ve pahalı yöntemler olmaları uygulamaları sınırlamaktadır (Navarro vd. 2000).

Çizelge 2.2 Bazı vinas uygulamalarının avantajları ve dezavantajları (Chiristofoletti vd. 2013)

Proses/Son kullanım	Avantajları	Dezavantajları
Fertigasyon	Ucuz maliyet Kolay uygulama	Pahalı Taşıma Bilinmeyen uzun dönem etki
Hayvan besleme	Ucuz maliyet Kolay uygulama	Az çalışılmış
Biyolojik parçalanma/Biogaz	Enerji üretimi BOİ azalma Gübre olarak kullanım	Pahalı Yüksek teknoloji
Yakma	Tamamlanmış atık Enerji üretimi Küldeki potasyumun tekrar kullanımı	Az çalışılmış Küçük ölçekli testler

2.2 Vinasın Tarımsal Kullanımı

Vinasın gübre olarak kullanımı Brezilya’da, Doğu Avrupa ve bazı Batı Avrupa ülkelerinde yaygın bir uygulamadır (Cibis vd. 2011).

Chiristofoletti vd. (2013)’nin bildirdiğine göre, Filho vd. (1983), şeker kamışının toprak üzerindeki etkilerini: (a) pH’da artış (b) bazı iyonların kullanılabilirliğinde artış (c) kation değişim kapasitesinde artış olarak belirlemiştir. Leal vd. (1983), vinas uygulamasından sonra topraktaki pH artışının gelişen mikrobiyal populasyon ve denitrifikasyon prosesinde nitratın nitrite dönüşmesi ile ilişkili olabileceğini gözlemlemiştir.

Santos vd. (2008), vinas ilavesinin sulanan topraklarda aktinomiset ve selülotik bakterilerin yanısıra funguslarınpopulasyonunda dikkate değer değişimler olduğunu bildirmiştir. Vinas uygulaması ile toprakların mikroorganizma populasyonunda bir artış olduğu ve *Neurospora ssp*, *Aspergillus ssp*, *Penicillium ssp*, *Mucor ssp*, *Streptomyces ssp* gibi fungus ve bakterilerin hakim olduğunu gözlemlemiştir.

Organik madde ile kombine edilmiş vinas ilavesinin, sıvı atığı tarafından sağlanan yüksek çözünürlük dolayısıyla toprağın fiziksel koşullarını ve besinlerin

mobilizasyonunu geliştirebileceği bildirilmiştir. Bununla beraber kumlu topraklardaki art arda yapılan uygulamalar toprak verimliliğini değerlendirmek için kullanılan kalsiyum, magnezyum, potasyum ve sodyum gibi elementlerin dengesizliğine yol açabilmektedir (Silva vd. 2013).

Toprağa şeker kamışı vinası eklenmesi, karasal ekosistemler üzerinde pek çok olumsuz olumsuz etkileri teşvik edebilmektedir. Şeker kamışı vinası toprağa bırakıldığında verimliliği artırabilmektedir. Ancak bu durumun toprağın iyon tutma kapasitesinin üzerinde olmaması gerekmektedir. Bununla beraber vinastaki mineral ve organik elementlerin miktarındaki dengesizlikler ve iyonların özellikle nitrat ve potasyum yıkanmasının meydana gelebilmesi nedeniyle dozlar her toprağın karakteristik özelliklerine göre belirlenmelidir (Silva vd.2013). Genel olarak vinasın kullanımı farklı toprak özelliklerinde değişimlere neden olabilmektedir.

Christofolletti vd. (2013)'nin bildirdiğine göre; toprak tipi, su kaynaklarından uzaklık, tarla kapasitesi, topraktaki tuz oranı gibi bazı çevresel parametrelerin vinaslafertigasyonlavin as uygulamasında hesaba katılması gereklidir. San Paulo'da şeker kamışı üreten kooperatiflerden biri olan Coopersugar ve Penatti (1999) tarafından yürütülen bir çalışmada, potasyum seviyesi 3-4 kgm⁻³ arasındaki vinasın 300 m³ha⁻¹ dozunun toprak tipine bakılmaksızın toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirmedini belirtmiştir.

Bununla birlikte, Brezilya'nın Sao Paulo Eyaletinde vinasın tarımsal kullanımı için, Çevresel Sanitasyon Teknolojisi Topluluğunun (Environmental Sanitation Technology Society-CETESB) 2005 yılında onayladığı teknik standardın tavsiyelerini uygulamak gerekmektedir. Bu standarda göre, uygulanacak vinas miktarının, topraktaki ve vinasdaki K miktarı ile düzenlendiği, daha yüksek miktarlarda, toprak KDK ile ilişkili olarak K değerinin %5'in altında olması halinde kullanılabileceği bildirilmiştir (Silva vd. 2013).

Vinas uygulamasının toprak üzerindeki etkileri, toprağa uygulanan miktarı, toprak çeşidi ve kimyasal kompozisyonu, relief ve ürün çeşidi gibi faktörlere ve süreçte yer alan ekonomik koşullara bağlıdır.

Oruç ve Gök (1990)'ün yürüttüğü çalışmada Eskişehir Şeker Fabrikası atığı vinasın bilinçsizce atıldığı katı atık sahasından taşkın yaptığı tarım topraklarında altı değişik noktada farklı iki derinlikte alınan örneklerde CO₂ üretimi, dehidrogenaz aktivitesi, sakaroz aktivitesi, % organik madde, toplam azot, mevcut ve potansiyel azot ve tuzluluk gibi özelliklere ait değerlerde kontrol topraklarına kıyasla önemli ölçüde artış, pH ve C/N oranında göreceli olarak azalış gözlemlendiği belirtilmiştir.

Murillo vd.(1998) tarafından yürütülen çalışmada laboratuvar koşullarında %0.15 ve %0.50 konsantrasyondaki vinasın ayçiçeğinin çimlenmesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Kontrolle karşılaştırıldığında her iki dozunda çimlenmeyi azaltmadığı ancak vinas uygulamalarının primer kök uzunluğunu olumsuz etkilediği bunun özellikle %0.50 konsantrasyondaki vinas uygulamasında daha belirgin olduğu belirtilmiştir.

Yeşilada (1999) tarafından yürütülen çalışmada vinasın, iyi tanımlanmış genetik ve biyokimyasal özelliklerinden dolayı bu tür çalışmalarda sıklıkla kullanılan *D. melanogaster*'in doğurganlığı, yaşam süresi ayrıca genotoksik ve larva sağkalım oranı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre; artan vinas dozları ile (%25,%50,%75 ve %100) doğurganlığın ve ortalama yaşam süresinin azaldığı, tüm vinas dozlarının larva sağkalımında bir azalmaya neden olduğu, kontrol ve vinas uygulanan gruplar arasında küçük farklılıklar olsa da vinasın etkili bir genotoksik madde olmadığı belirtilmiştir.

Madejon vd. (2001) tarafından yapılan çalışmada, vinasın yüksek tuzluluğu ve yoğunluğunun yol açtığı sıkıntıyı gidermek amacıyla konsantre edilmiş vinas ile üç farklı katı atık kompostlanmış, mısır, şeker pancarı ve ayçiçeğinde taban gübresi olarak kullanılmıştır. Çalışmada, karşılaştırma amacıyla geleneksel inorganik gübreleme ve gübreleme yapılmadan kontrol uygulaması yapılmış, kompost uygulamaları veya inorganik gübre uygulamasının, kontrol işlemi ile karşılaştırıldığında ürün verimini önemli ölçüde arttırdığı bildirilmiştir. İki yıllık deneme periyodunun sonunda, toprakta oksitlenebilir karbon, toplam hüme ekstrakt karbonu ve humik asit karbonu ile Kjeldahl-N içeriğinin, kompost uygulamalarının yapıldığı topraklarda kontrol ve inorganik gübre uygulamalarına kıyasla önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir. Kompost ve inorganik gübre uygulamasında, toprak tuzluluğunda hafif bir artış gözlenmekle birlikte, bu artışın toprakta sodyum tehlikesi nedeniyle olmadığı, vinasın diğer tarımsal

atıklarla birlikte kompostlanmasının atıkların bertarafı ve geri dönüşümüne hizmet ederken aynı zamanda mineral gübrelere alternatif olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Arafad ve Yassen (2002) tarafından yürütülen sera çalışması ile buğday bitkisinin büyüme periyodu boyunca sulama suyuna 5, 10 ve 20 mL L⁻¹ oranlarında eklenen şeker kamışı vinasının besin maddesi içeriği, bitkiye taşınımı ve verime etkisi araştırılmıştır. Kumlu topraklarda vinas ilavesinin buğday verimini artırdığı, 5 mL L⁻¹ dozunda vinas uygulamasıyla en yüksek verimin alındığı, aynı zamanda bitki örneklerinde yapılan analizlerde vinas uygulamasının azot, fosfor ve potasyum alımını artırdığı ortaya konulmuştur. Hasattan sonra topraktaki alınabilir N, P, K ve organik madde miktarı artan dozdaki vinas uygulamasıyla birlikte genellikle artmıştır. Vinas uygulaması toprak pH'sı üzerinde azalışa neden olmuştur. pH üzerindeki bu etki organik asit ve hidrojen iyonlarının oluşumuyla açıklanmaktadır. Dekompozisyon sürecinin organik asit ve CO₂ salımını hızlandırarak toprak pH'sını düşürmüş olabileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda EC değeri tüm uygulamalarda hasattan sonra azalmıştır. Bu durumun ürünün büyüme süresi boyunca uygulanan su miktarına bağlanabileceği, sonuç olarak daha fazla elementin çözünmesi ve bitkiler tarafından alınmasının yanı sıra kök bölgesindeki fazla tuzun yıkanmış olabileceği belirtilmiştir. Toprakta ekstrakte edilebilir N, P, K konsantrasyonunun vinas uygulanan topraklarda kontrole göre arttığı gözlenmiştir. Artış oranının, esas olarak uygulanan vinas oranına bağlı olduğu bildirilmiştir. Muhtemelen vinasın içeriğindeki yüksek K nedeni ile ekstrakte edilebilir potasyum miktarının vinasın uygulama oranıyla ilgili olarak arttığı gözlenmiştir. Vinasla ilgili diğer dikkat çekici etkinin, özellikle yüksek dozlarda topraktaki organik madde miktarındaki artış olduğu belirtilmiştir.

Singh vd. (2003)'nin bildirdiğine göre Hindistan'da melastan alkol üreten distilasyon tesisleri vinasın oksijen ihtiyacını azaltmak için biyo-metanasyon tesisleri kurmuşlardır. Biyo-metanasyon prosesinden sonra elde edilen atık, açık hava lagünlerinde tekrar konsantre edilerek lagün çamuru elde edilmektedir. Bu distilasyon tesisi atıklarının potasyum, kükürt ve azot bakımından zengin olduğu kadar biyolojik olarak kolayca çözünebilen organik madde bakımından da zengin oldukları ve toprağa uygulandıklarında pirinç, şeker kamışı ve buğday verimini artırdıkları bildirilmiştir. Distilasyon atıkları büyük besleyici değeri yanında ağır tuz yükü ve organik madde

içeriğine sahiptir. Distilasyon atıkları içerisinde var olan tuzların ve organik maddenin topraktaki mikrobiyel aktivite üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılan çalışma sonucuna göre, distilasyon atıkları topraktaki biyolojik aktivitenin indeksi olarak kabul edilen dehidrogenaz enzim aktivitesini arttırmış, mikroorganizma büyümesi üzerinde de olumlu bir etki yaratmıştır. Organik C içeriği en yüksek atık olmasına karşın dehidrogenaz enzim aktivitesi en yüksek distilasyon tesisi atıklarında bulunmuştur, bunu sırasıyla vinas ve lagün çamuru izlemiştir. Bunun nedeni ise lagün çamurunun pH'sının 8,2 ile alkalın, distilasyon atıklarının pH'sının 7,4 ile nötr ve vinasın ise 4,2 pH değeri ile asidik değerde olmasından kaynaklı olabileceği bildirilmiştir. Alkali fosfataz enzim aktivitesi topraktaki alınabilir fosforu artırmakta olup, destilasyon atıklarının kullanılmasının alkali fosfataz enzim aktivitesini artırdığı belirtilmiştir.

Kaushik vd. (2005) tarafından yürütülen çalışmada, distilasyon tesislerinde biyo-metanizasyon sonrası oluşan atığın farklı dozlarının (PME) çiftlik gübresi (FYM), hardal otu kalıntıları (BR) ve pirinç kabuğu (RH) ile kombinasyonları ile sodik topraklarda uygulanmasının uzun dönem (10 yıl) ve kısa dönem (laboratuvar koşullarında 30 gün) etkileri incelenmiştir. Uygulamaların EC, pH, toplam organik karbon (TOC), toplam Kjeldahl azot (TKN), mevcut fosfor, değişebilir K, Na, Ca, Cl, mikrobiyal popülasyon ve toprak enzim aktiviteleri gibi çeşitli toprak özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Uzun süreli PME uygulamasının topraktaki TOC, TKN, K, P ve enzimatik aktivitelerinin önemli ölçüde artırmış, ancak yapılan uygulamalar ile şelat oluşturabilecek Na oluşturma eğiliminde olmuştur. Kısa dönemli laboratuvar uygulamasında, %50 PME'nin FYM, BR ve RH ile birlikte uygulanmasının, sodik şartlarda inci darıların (pearl millet) çimlenmesinde ve büyümesinde ve toprağın özelliklerinin iyileştirilmesinde yararlı olduğu belirtilmiştir.

Tejada ve Gonzalez (2005) tarafından yapılan çalışmada, İspanya Sevilla Bölgesi'nde *Typic Xerofluvent* tipi topraklarda 3 yıl boyunca 0, 3, 6, 10, 20, 40 t ha⁻¹ dozlarındaki vinasın kuru koşullarda buğday verimine ve toprak özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Düşük doz uygulamasının (3 ve 6 t ha⁻¹) toprak organik karbonu, NO₃-N konsantrasyonunu, kation değişim kapasitesini ve değişebilir kationları artırdığı, toprak hacmini azalttığı, aynı zamanda toprak mikrobiyel biyokütlesi ve bitki N alımını artırdığı görülmüştür. Bu özelliklerin buğdayın verim ve kalitesini artırdığı, ancak

yüksek doz uygulamalarında (20 ve 40 t ha⁻¹) NO₃-N konsantrasyonunun toprak mikrobiyel biyokütlesinin üç yıl boyunca giderek azaldığı tespit edilmiştir. Yüksek doz uygulamalarıyla toprak strüktür stabilitesinin azaldığı ve hacim ağırlığının ise arttığı görülmüştür. Vinasın toprak yapısı üzerine bu olumsuz etkisinin yüksek konsantrasyonda Na, K ve yüksek fulvik asit içeriğinden kaynaklanabileceği, agregat stabilizasyon sürecinde az okside olmuş yüksek molekül ağırlıklı humik maddenin, düşük molekül ağırlıklı fazla okside olmuş humik bileşiklerden daha önemli olduğu ifade edilmiştir. Agregat stabilitesi humik asit konsantrasyonu ile dikkate değer bir korelasyon gösterirken, fulvik asit konsantrasyonu ile göstermediği, bunun humik asitler ile direkt olarak kil-organik kompleks oluşturmaları ile ilgili olduğu, fulvik asitlerin bu kompleksi oluşturmadığı rapor edilmiştir. Vinasın düşük humik asit-C ve yüksek fulvik asit-C konsantrasyonuna sahip olduğu, fulvik asitlerin humik asitlerden daha düşük polimerizasyon derecesine sahip oldukları, dolayısıyla uygulanan organik madde ve kil mineralleri ile floküle olmayacakları (toprak partiküllerinin agregasyonu için temel şart), yüksek dozlarda vinas ile toprak yapısının bozulmasından sadece tek değerli katyonlar değil aynı zamanda fulvik asitlerin sorumlu olduğu, bu durumun nitrifikasyonun sınırlanmasını ve mikrobiyel biyokütledeki azalışı açıklayan anaerobik koşullara neden olmuş olabileceği, sınırlı düzeydeki nitrifikasyonun yüksek dozdaki vinastan sonra bitki yapraklarındaki daha düşük N seviyesini açıklayabildiği belirtilmiştir. Araştırmacılar, değişebilir sodyum yüzdesindeki artışın kurak periyod boyunca tuzların yıkanmaması ile ilgili olduğunu, 20 ve 40 t ha⁻¹ uygulamalarında üçüncü sezon sonunda oldukça fazla tuz konsantrasyonu bulunmasının oldukça önemli bulunduğunu, toprak çözeltisindeki nispeten yüksek tuz konsantrasyonunun toprağın değiştirilebilir kompleksinde Na'un hakim olmasını desteklediğini, bu nedenle, kurak koşullarda pancar vinasının sürekli olarak uygulanmasının toprak tuzluluğunu artırabildiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmanın kurak koşullarda, art arda üç yıl boyunca pancar vinasının yüksek dozlarda uygulanmasının toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumsuz etkileyebileceğini gösterdiği, bunun bitkide N konsantrasyonunda ve dolayısıyla verim ve kalite özelliklerinde bir düşüşe sebep olabileceği ifade edilmiştir. Sonuç olarak düşük dozlarda vinas uygulamasının kurak koşullar altında toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde artışa neden olurken, yüksek dozlarda negatif etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.

Resende vd. (2006) tarafından yürütülen çalışmada, 16 yıllık süre zarfında, hasattan önce toplanan şeker kamışı atıklarının kullanılması uygulamasının kamış veriminin ortalama %25 artırdığı vinas uygulamasının ($80 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), ortalama kamış ve şeker verimini sırasıyla %12, %13 oranında arttırdığı ve 80 kg N ha^{-1} uygulanmasının kamış verimini %9 arttırdığı fakat toplam şeker veriminine katkıda bulunmadığı belirtilmiştir. Vinas uygulaması topraktaki mikroorganizma popülasyonunda, organik maddenin dekompozisyonu, nitrifikasyon, denitrifikasyon, pH'da artış gibi biyolojik ve kimyasal süreçlerde birçok değişimle sonuçlanan geçici değişikliklere neden olmaktadır. Bu isedolaylı olarak toprak parçalarının agregasyonunda mikroorganizmaların eylemlerine yardımcı olarak yapısını iyileştirmektedir.

Kaya vd. (2007) tarafından yürütülen çalışmada, organik gübre olarak kullanılan şeker pancarı vinasının 4 farklı ($50, 100, 200$ ve 400 kgda^{-1}) dozunun nohutun verim ve verim öğeleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada iki yıllık ortalamalara göre; vinasuygulamasının kontrol parsellerine göre nohutunverim ve verim özelliklerine olumlu etkide bulunduğu, 400 kg da^{-1} vinas dozunda, tane veriminde kontrol parsellerine göre %12.6 ile %35.0'e varan verim artışı olduğu bildirilmiştir.

Tejada vd. (2007)'nin yürüttüğü çalışmada, İspanyanın Sevil bölgesindeki *Xerollic Calciorthid* tipi topraklara dört yıl boyunca her yıl toprak restorasyonundaki etkinliğini değerlendirilmek amacıyla iki şeker pancarı vinası formu (taze vinas, BV ve pamuk atığı ile kompostlanmış vinas, CV) $5, 7.5, 10 \text{ t ha}^{-1}$ dozlarında uygulanmıştır. Uygulamaların bitki örtüsü ve toprağın fiziksel (stabilite, hacim ağırlığı), kimyasal (değişebilir sodyum yüzdesi) ve biyolojik (mikrobiyel kütle, toprak solunumu ve dehidrogenaz, üreaz, BBA-proteaz, glukozidaz, fosfataz ve arilsülfataz gibi enzimaktivite) özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Dört yıl art arda yapılan uygulamalardan sonra, bitki örtüsü yüzdesi, uygulama yapılmayan topraklara göre BV uygulanan topraklarda %58.3 azalırken, CV uygulanan topraklarda %86 artış göstermiştir. BV uygulaması, toprağın fiziksel (kontrole göre strüktür stabilitesi %25.2 azalmış hacim ağırlığı %22.9 artmıştır), kimyasal (değişebilir sodyum yüzdesi %86.9 artmıştır) ve biyolojik özellikleri (mikrobiyal biyokütle, toprak solunumu ve dehidrogenaz, üreaz, BBA-proteaz, glukozidaz, fosfataz ve arilsülfataz aktiviteleri sırasıyla %44.9, %26.2, %17.6, %14.8, %11.1, %5, %63 ve %59.6 oranında azalmıştır)

üzerine olumsuz etkiye sahip olmuştur. Araştırmacılar muhtemelen vinas tarafından toprağa verilen yüksek miktardaki Na gibi tek değerli katyonlar ve fülvik asitler nedeniyle toprak yapısının destabilize olduğunu öne sürmüştür. Bununla birlikte, pancar vinası pamuk atığı ile birlikte kompostlandığında, toprağın fiziksel (strüktür stabilitesi kontrole göre %26.5 artmış ve hacim ağırlığı kontrol toprağına göre %26.3 azalmıştır) ve biyolojik (mikrobiyal biyokütle, toprak solunumu ve dehidrogenaz, üreaz, proteaz, glukozidaz, fosfataz, arilsülfataz enzim aktiviteleri kontrol toprağına göre sırasıyla %57.1, %76.4, %98.4, %98.2, %99.8, %99.4, %89.8 ve %92.3 oranında artmıştır) özelliklerinde olumlu etki gösterdiği belirtilmiştir.

Hati vd. (2007)'nin bildirdiğine göre, 3 yıllık tarla denemesi sonunda toprak yüzeyinin organik karbon içeriğivemikrobiyalbiyokütle karbonu vinas ilavesiyle dikkate değer bir şekilde artmıştır. Vinas uygulanan tüm parsellerde toprak mikrobiyel biyokütle karbonu (SMBC), kontrol ve NPK+çiftlik gübresi uygulamasına göre yüksek bulunmuştur. Vinas uygulanan parsellerde EC, kontrol ve NPK+çiftlik gübresi uygulamasına göre oldukça yüksek kaydedilmiştir. Bu durumun kullanılan vinasın çok yüksek tuz yükünden (25.3 dSm^{-1} , EC) kaynaklandığı bildirilmiştir. Vinas uygulamasıyla (özellikle yüksek dozlarında) tuz konsantrasyonu birikiminin, vinasın uzun vadede planlama olmadan rastgele uygulanmasının toprak tuzluluğu problemleri yaratabileceği ifade edilmiştir. Toprak pH'sıvinas uygulamasıyla önemli ölçüde değişmemiştir. Killi toprakların yüksek tamponlama kapasitesi ve çözünme sırasında serbest katyonları açığa çıkaran karbonatlar veya bikarbonatlar gibi zayıf tuzların varlığı, toprak reaksiyonunun stabilitesinin nedenleri olabileceği belirtilmiştir. Vinas uygulaması ile toprak mikrobiyel biyokütle karbonunun kontrole göre artış yüzdesi (%176) toprak organik karbonunun kontrole göre artış yüzdesinden (%121) daha fazla olmuştur. Bu vinasın toprakmikrobiyalbiyokütlesinin büyümesini teşvik eden organik maddenin aktif fraksiyonunu önemli miktarda içerdiğini göstermektedir. Çalışma açıkça vinas uygulamasının toprak fiziksel ortamında gözle görülür bir iyileşme sağladığını ve soya fasulyesinde tavsiye edilen kimyasal gübre+çiftlik gübresi dozuna benzer verime yol açtığını göstermiştir. Farklı dozlardaki vinas uygulaması, kimyasal gübre+çiftlik gübresi ile karşılaştırıldığında, soya fasulyesi tohum verimini etkilememiştir. Bu çalışma, optimum vinas uygulama seviyesinin, mahsul veriminden ödün vermeden kimyasal gübre ve çiftlik gübrenin yerini alabileceğini göstermiştir. Bununla birlikte, yüksek

dozdaki vinas uygulamalarında toprakların EC'sindeki artışın kaygı verici bir durum yarattığı belirtilmiştir. Vinasın tarım alanlarında uygulanması, verim artışı ve toprağın fiziksel özelliklerinde iyileşme ile birlikte, bu endüstriyel atığın güvenli bir şekilde bertaraf edilmesi için uygun bir seçenek olabileceği, ancak uzun vadede toprak tuzluluğunun gelişmesini önlemek için uygulama seviyesinin belirli sınırlar içinde olması gerektiği vurgulanmıştır.

Alotaibi ve Schoenau (2011) tarafından yürütülen çalışmada, kısa inkübasyon periyodunda biyoyakıt endüstrisinden üretilen yan ürünlerin, toprak enzim aktivitesi, mikrobiyal biyokütle C (MBC) ve mikrobiyalN (MBN) içeriği ve mikrobiyal katsayı (MQ) üzerindeki etkisi incelemiştir. Materyal olarak buğday bazlı etil alkol üretiminin yaş damıtma taneleri (WDG), vinas (TS), biyodizel üretimi yan ürünü olan gliserol üresiz (G – N) ve üreli (G + N) formu ve referans uygulama olarak daüre+kurutulmuş yonca (DA) uygulanmıştır. Materyallerin uygulandığı topraklar, çevre koşullarının elektronik olarak kontrol edilebildiği büyüme odasında 16 saat 25°C'de (gün) ve 8 saat 18°C'de (gece) 10 gün süreyle inkübe edilmiştir. Organik madde ilavesine biyolojik göstergelerin en büyük yanıtının uygulamadan sonraki birkaç günlük inkübasyonda gerçekleşmesinin beklenmesi nedeniyle çalışmada kısa süreli inkübasyon seçilmiştir. Yürütülen çalışmada bütün uygulamalar dehidrogenaz aktivitesini önemli ölçüde arttırmıştır, ancak doz etkisi tüm uygulamalar arasında değişkenlik göstermiştir. Proteaz aktivitesi, bütün uygulamalarda artmış, ancak vinas uygulamasında diğerlerinden daha az etkili olmuştur. Tüm uygulamalar MBC, MBN ve MQ'yu önemli ölçüde artırırken vinas uygulaması MBC'nin geliştirilmesinde diğer uygulamalardan daha az etkili olmuştur. Bu etki, fosfataz ve proteaz enzimlerinin aktivitesi üzerindeki sınırlı etkisi ile tutarlı bulunmuştur. DA ve WDG uygulamaları daha yüksek MBC içeriğine sahip olduğu ve bunun büyük olasılıkla daha geniş bir C:N oranı ile ilgili olduğu ve C birikiminin MBC'yi sınırladığı bildirilmiştir. Bu durum vinas uygulamasıyla toprağa azota göre daha az organik karbon ilave edilmesine atfedilmiştir. Vinas ve G–N uygulaması dışında alkali fosfataz aktivitesi özellikle düşük ve orta dozlarda, WDG, G+N, üre ve DA ilavesi ile önemli ölçüde artmıştır. Vinas (TS) ve gliserol (G–N) uygulamaları dışında, diğer uygulamaların fosfotaz aktivitesi üzerindeki önemli etkisi mikrobiyel büyüme ve aktiviteyi uyarması olarak yansımıştır. Bunun kısmen, özellikle

WDG ve DA uygulamalarında göreceli olarak yüksek organik P içeriği nedeniyle olabileceği belirtilmiştir.

Barbosa vd. (2012)'nin bildirdiğine göre, vinasın şeker pancarı üretiminde yüzeyaltı damla sulama ile uygulanması, kontrole kıyasla kök ve şeker veriminde artış sağlamıştır. Evapotranspirasyon oranının yağıştan daha yüksek veya benzer olduğu yıllardavinas uygulamaları, kontrol ile karşılaştırıldığında en yüksek sap ve şeker verimine sahip olmuştur.

Jiangvd (2012) tarafından yapılan çalışmada, 105 t ha⁻¹ sprey sulama (CK), yaygın gübreleme uygulaması + 105 t ha⁻¹sprey sulama (CF), toprağa vinas (pH 4.35, OM 71.9 g L⁻¹) uygulaması 75 t ha⁻¹+ 30 t ha⁻¹sprey sulama uygulanan şeker kamışı tarlalarında vinasın toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Diğer uygulamalarla karşılaştırıldığında, vinas uygulanan toprakların hacim ağırlığında önemli ölçüde düşüş, porozitede artış görüldüğü, vinas uygulanan topraklarda kapillar olmayan porozite belli bir derecede artarken aynı uygulamada kapillarporozitenin farklılık göstermediği belirtilmiştir. Şeker kamışı tarlalarında 3 yıl süren vinas uygulamalarından sonra toprağın pulluk tabakasının sıkışma etkisi göstermediği, vinas uygulamasının sürdürülmesiyle toprak porozitesinde artış olduğu, devam eden vinas uygulamasından sonra suya dayanıklı agregat yüzdesinin önemli oranda arttığı belirlenmiştir. Topraktaki suya dayanıklı agregatların artışının sadece toprak nemi içeriğini, poroziteyi ve besin alınabilirliğini geliştirmekle kalmadığı, aynı zamanda su tutma kapasitesini ve iyon değişim özelliklerini de artırdığı ve toprak verimliliğine katkı sağladığı rapor edilmiştir.

Fersiz vd. (2013) tarafından yürütülen çalışmada, vinas(V) ve atıksu arıtma tesisi çamuru (AÇ) farklı oranlarında karıştırılarak havalı reaktörde kompostlanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre kompost karışımlarındaki organik maddenin ayrışması ile toplam katı madde miktarında (TKM) %10–30, uçucu katı madde miktarında (UKM) ise %10–60 oranında azalma görülmüştür. Karışımlardaki vinas oranının artması ile EC, TKM ve UKM miktarları artmıştır. Kompost karışımlarındaki vinas miktarının artmasıyla başlangıç KOİ değeri yükselmiş çalışma süresi sonunda organik maddenin biyolojik olarak parçalanmasıyla KOİ değerleri %1-38 oranlarında azalma göstermiştir. Kompostlama işleminde reaktörlerde pH değeri 7-9 arasında değişmiştir. Sıcaklık

değeri %11AÇ+%89V karışımında 50-55⁰C'e yükselmiş ancak diğer karışımlarda mezofilik sıcaklık seviyelerinde bulunmuştur. %70 arıtma çamuru ile %30 vinas oranlarının uygulandığı karışım en uygun kompost karışımı olarak bulunmuştur.

Yang vd (2013) tarafından yürütülen çalışmada, T1 uygulamasında şeker kamışı dikiminden önce, uygun şekilde seyreltilmiş (1:5; vinas:su) vinas (120 t ha⁻¹) karık sulama ile, T2 uygulamasında 150 t ha⁻¹ şeker kamışı pres çamuru, T3 uygulamasında ise kimyasal gübre (N, P ve K) kullanılmış ve bazı toprak özellikleri, bakteri ve mantar sayıları ve bazı toprak enzimlerinin (selüloz, proteaz, fosfat) aktiviteleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, şeker kamışı alanlarında vinas ve pres çamurunun uygulanmasının toprakta C ve N içeriğini artırarak toprak verimliliğini önemli ölçüde geliştirdiği ortaya konulmuştur. Topraklarda düşük C/N oranlarının, mikrobiyel aktivite tarafından yüksek N mineralizasyonuna işaret ettiği, vinas uygulamasının topraktaki mevcut P içeriğini arttırdığı, ancak pres çamurunda azalttığı belirtilmiştir. Pres çamuru uygulamasında fungal ve bakteriyel, vinas uygulamasında ise aktinomiset popülasyonların artmasının, bitki büyüme ve gelişimi için organik materyallerin ayrışması sonucu besin maddelerinin açığa çıkmasındaki rollerini ortaya koydukları bildirilmiştir. Yüksek biyokütle C ve N içeriğinin, mikrobiyal enzimatik faaliyetlerden kaynaklanan toprak organik madde içeriğinde değişiklikler gösterdiği, topraklarda selüloz, fosfat ve proteaz aktivitelerinin daha yüksek bulunduğu ve bunun da topraklarda karbon, fosfor ve azot mineralizasyonu sürecini kolaylaştırdığı ve toprak verimliliğini geliştirdiği belirtilmiştir. Vinasın ve pres çamurunun, toprak verimliliğini iyileştirmenin, şeker kamışı verimliliğini arttırmanın yanı sıra şeker üretimi yan ürünlerinin çevreden bertaraf etme sorununu çözebilecek gübreleme potansiyeli taşıdığı belirtilmiştir.

Alves vd (2015) tarafından yürütülen çalışmada, şeker kamışı vinasının toprak omurgasızları üzerindeki ekotoksikolojik etkisi değerlendirilmiştir. Farklı distilasyon tesislerinden (VA ve VB) ve laboratuvar üretiminden (VC) elde edilen vinasların artan konsantrasyonlarda Oksisol, Kırmızı Latosol (LV), Kırmızı Sarı Latosol (LVA) ve Tropik Yapay Toprak (TAS) sınıflarında uygulanmasının solucanlar (*Eiseniaandrei*), enchytraeid türü böcekler (*Enchytraeus crypticus*), akarlar (*Hypoaspis aculeifer*) ve kollemboller (*Folsomia candida*) üzerindeki etkileri belirlenmiştir. VA ve VB'nin

yüksek konsantrasyonlarında solucanlar iki toprak çeşidinde, kollemboller özellikle doğal toprakta kaçınma davranışı göstermiş, ancak test edilen toprakların hepsinde VC uygulaması bu türlerde kaçınma davranışına neden olmamıştır. Solucanların, enchaetridlerin ve collembollerin çoğalmaları doğal topraklarda artan VA ve VB dozlarında azalmıştır. Tropicalartificial topraklarda, VB tüm test türlerinin üremesini azaltmış, VA ise yalnızca *E. andrei* ve *E. crypticus* için toksite yaratmıştır. VC, yalnızca TAS topraklarında solucan ve LVA topraklarında enchaetrid sayısını azaltmıştır. TAS topraklarda akarların üremesi VB ile azalmıştır. Damıtım tesislerinden elde edilen vinaslar laboratuvarda üretilen vinası göre daha toksik etki göstermiş ve vinas toksitesi toprak türüne göre farklılık göstermiştir. Elde edilen verilerle, tropik topraklarda vinas kullanımının biyota üzerinde potansiyel risk taşıdığı, toksik değerlerin hesaplanmasının, vinasın bitkisel üretimde sürekli kullanımı göz önüne alındığında önemli olduğu vurgulanmıştır.

Eissa (2016) tarafından şeker kamışı vinasının metal alımı üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, *Atriplexundulata* ve *Atriplexlentiformis* bitkilerinin Cd fitoekstraksiyon potansiyelini araştırmak için, yoğun kadmiyumla kirlenmiş toprak (38 mg kg⁻¹ Cd) kullanılmıştır. Kirlenmiş toprağa 3, 6 ve 10 mM kg⁻¹ dozlarında EDTA ve 7, 15 ve 30 ml kg⁻¹ dozlarında şeker kamışı vinası eklenmiştir. EDTA uygulaması bitkilerin büyümesini azaltırken şeker kamışı vinası büyümeyi geliştirmiştir. Hem EDTA hem de şeker kamışı vinası, Cd'un alınabilirliğini ve kökten gövdeye transferini arttırmıştır. *A. lentiformis*, topraktaki Cd'un %20.4'ünü şeker kamışı vinasının en yüksek doz uygulamasında 9 aylık bir süre içinde giderebilmiştir. *A. lentiformis* ve şeker kamışı vinasının Cd'un kirli topraklardan fitoekstraksiyonunda etkili olabileceği belirtilmiştir.

Alotaibi ve Schoenau (2018) tarafından yürütülen iki yıllık tarla çalışmasında, buğday bazlı vinas uygulamasının ürün hasatından sonra topraktaki alınabilir azot ve fosfor içeriği ile toprağın bazı kimyasal (organik karbon, pH, elektriksel iletkenlik, metal içeriği) ve biyolojik (dehidrogenaz aktivitesi ve mikrobiyalbiyokütle) özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Uygulamalar 50, 100 ve 200 kg N ha⁻¹ eşdeğerinde 3 farklı dozda vinasın, enjeksiyon, yayma veya üre ile birlikte uygulamaları ile kontrol uygulamasını içermektedir. Genel olarak, vinas uygulanmış topraktaki NO₃-N içeriği ikinci yılda daha yüksek bulunmuştur, ancak üre uygulamasıyla fark bulunmamıştır.

Topraktaki alınabilir P içeriği her iki yılda da artmış, ancak ikinci yıl daha yüksek bulunmuş, bunun vinasın toprağa uygulandıktan sonra organik maddenin ayrışması yoluyla yüksek oranda N ve P salındığını gösterdiği ifade edilmiştir. Mikrobiyal biyokütle vinas uygulamalarında üre uygulamalarından daha yüksek bulunmuş, fakat kontrol grubundan önemli ölçüde farklılık göstermediği belirtilmiştir. Yürütölen çalışmada ölçölen diğer toprak parametreleri her iki yıl boyunca değişmeden kalmış, iki yıl süreyle vinas uygulanmasının üre gübresine kıyasla toprakta NO₃-N birikmesine katkıda bulunmadığı belirtilmiştir. Her iki yılda hasattan sonra belirlenen ekstrakte edilebilir K ve organik C, uygulamalardan etkilenmemiş yine hasat sonrası ölçölen toprak pH değeri değişmeden kalmıştır ve aynı durum EC’de de gözlemlenmiştir. Ekstrakte edilebilir iz metallerin de (Cu, Zn, Cd) uygulamalardan etkilenmediği belirtilmiştir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

Çalışma iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiş olup, ilk aşamada farklı kaynaklardan temin edilen 4 adet vinasın kimyasal özellikleri belirlenmiş, ikinci aşamada ise belirli dozlarda (0, 2, 4, 8, 20 L da⁻¹) toprağa karıştırılarak inkübasyona tabi tutulmuştur. Belirli inkübasyon dönemlerinde (15-30-60-120-180 gün) her bir uygulama saksısında bulunan toprak örneklerinde bazı kimyasal ve biyokimyasal analizler ile ağır metal analizleri yapılmıştır.

3.1 Çalışmada Kullanılan Vinasın Özellikleri ve Analizler

Çalışmanın ilk aşamasında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından tescil edilmiş piyasada satılan iki adet şeker pancarı vinası ile etil alkol üretimi yapan iki şeker fabrikasından birer adet olmak üzere, toplamda 4 adet vinas örneği temin edilmiştir. Vinas örneklerinin pH, EC, kimyasal oksijen ihtiyacı, biyolojik oksijen ihtiyacı, kuru madde, organik madde, organik C, toplam N, organik N, NH₄-N, NO₃-N, suda çözünür potasyum (K₂O), toplam P, suda çözünür fosfor (P₂O₅), toplam S, toplam K, Na, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Cd, Ni, Pb, Hg, Cr, humik asit, betain, toplam fenol, toplam hidroksiprolin içerikleri belirlenmiş ve sonuçlar çizelge 3.1’de verilmiştir.

3.1.1 Vinas örneklerinin analizlerinde kullanılan yöntemler

pH ve EC: Orijinal örnekte pH metre ve EC metre ile potansiyometrik olarak ölçülmüştür.

Nem: 70°C’de ağırlık kaybı ile belirlenmiştir (Anonymous 1995).

Organik madde: 550°C’de yanma kaybı ile belirlenmiştir (Anonymous 1995).

Toplam azot: Tartılan örnekler Leco TruSpec CHN-S cihazında yüksek sıcaklıkta okside edilerek ortaya çıkan gaz ısı geçirgen sayaç yardımıyla belirlenmiştir (Anonim 2010b).

Amonyum ve Nitrat azotu: Örneklerin Kjeldahl cihazında destilasyonu ve titrasyonu ile belirlenmiştir (Anonim 2010c, Anonim 2010d).

Toplam P: Yakma işlemi yapılan örneklerde toplam fosfor çözünebilir hale dönüştükten sonra, vanadamolibdat ile oluşturulan rengin kolorimetrik olarak ölçümü esasına göre spektrofotometrede okunarak belirlenmiştir (Kacar ve Kütük 2009).

Suda çözünür P_2O_5 : Suda çözünür fosforun ekstraksiyonu ve elde edilen ekstrede fosfor miktarı çöktürme, süzme ve yıkama, kurutma aşamaları gerçekleştirilerek belirlenmiştir (Kacar ve Kütük 2009).

Toplam K: Örneklerin mikrodalgada yakılmasıyla elde edilen çözeltideki toplam fosfor ICP-OES cihazında okuma yapılarak belirlenmiştir (Kacar ve Kütük 2009).

Suda çözünür K_2O : Suda çözünür potasyumun ekstraksiyonu ve elde edilen ekstrede fosfor miktarı çöktürme, süzme ve yıkama, kurutma aşamaları gerçekleştirilerek belirlenmiştir (Kacar ve Kütük 2009).

Toplam Mg, Na, Fe, Zn, Mn, Cu: Mikrodalgada yakılan örneklerde ICP-OES cihazında okuma yapılarak belirlenmiştir (Isaac ve Johnson 1998).

Toplam Cd, Pb, Cr, Ni, Hg: Mikrodalgada yakma işleminden sonra ICP-OES’de belirlenmiştir (Anonymous 1996).

Toplam S: Tartılan örnekler LecoTruSpec CHN-S cihazında yüksek sıcaklıkta okside edilerek ortaya çıkan gaz ısı geçirgen sayaç yardımıyla belirlenmiştir (Kacar ve Kütük 2009).

Cl^- ve SO_4^{2-} : Anyonlar relatif eğilimlere göre bazik anyon değiştiricilerde ayırıp karbonat bikarbonat taşıyıcı fazda zayıf iletken karbonik asit formuna çevrilerek, iletkenlik hücresinde herbir anyonun iletkenliklerinin dedektörde kendilerine özel çıkış zamanlarında pikler vermesi esasına göre iyon kromatografi cihazında okunmuştur (Anonymous 1992).

Humik asit ve fulvik asit: TS5869 ISO 5073 Kahverengi kömürler ve linyitler-Hümik asitlerin tayini yöntemiyle belirlenmiştir.

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ): Sudaki kirletici maddedeki karbonu gidermek için harcanan oksidan miktarını ölçme esasına göre standart metoda göre yapılmıştır (Anonymous2011a).

Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ): Belirli bir sürede (5 gün) ve belirli bir sıcaklıkta (20°C) aerobik bakteriler tarafından parçalanabilen organik maddeler için tüketilen oksijeni ölçme esasına göre standart metoda göre yapılmıştır (Anonymous 2011b).

Betain: Standart olarak kullanılan betainmonohidratın iyonlaşma parametreleri belirlenerek, LC-MS-MS cihazında belirlenmiştir (Rivoira vd. 2017).

Toplam fenol: Fenolik bileşiklerin bazik ortamda Folin-Ciocalteu reaktifini indirgemesiyle ayracın oluşturduğu rengin absorbansınıspektrofotometrik olarak ölçülmesi esasına göre belirlenmiştir (Cemeroğlu 2010).

Toplam hidroksiprolin: Sülfürik asitle hidrolize edilen örneğin kloramin T ile yükseltgenmesi ile oluşan kırmızı renk spektrometrede okunarak belirlenmiştir (Anonim 1997).

Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan vinas örneklerinin özellikleri

Özellikler	Özel Sektör 1	Özel Sektör 2	Kamu 1	Kamu 2
Organik madde (Kuru maddede, %)	53.10	47.18	47.15	51.46
Toplam Humik+Fulvik asit	32.99	21.10	33.82	35.73
Toplam Azot (%)	2.10	2.51	2.09	2.20
Organik Azot (Hesaplama) (%)	2.06	2.10	1.39	2.10
Amonyum Azotu (NH ₄ -N, %)	0.01	0.08	0.03	0.01
Nitrat Azotu (NO ₃ -N, %)	0.03	0.33	0.67	0.09
Organik karbon (Hesaplama) (%)	16.52	15.34	15.87	16.58
Kuru madde (%)	68.80	62.06	63.64	65.86
pH (Orijinal)	5.55	6.00	5.69	5.50
EC (Orijinal, dS/m)	7.98	13.64	7.60	8.26
Toplam Fosfor (%)	0.02	0.04	0.04	0.03
Toplam Potasyum (%)	4.95	5.66	4.37	3.98
Suda Çözünür Fosfor (P, %)	0.01	0.01	0.02	0.02
Suda Çözünür Potasyum (K, %)	3.98	4.56	4.29	3.71
Cl ⁻ (mgkg ⁻¹)	16390	23680	11830	21750
SO ₄ ²⁻ (mg kg ⁻¹)	134.50	223.00	229.50	150.00
Toplam C (%)	28.00	26.00	26.90	28.10
Toplam Magnezyum (%)	4.62	30.28	182.50	36.96
Toplam Sodyum (%)	1.38	1.68	0.94	1.56
Toplam Kükürt (%)	0.40	0.32	0.37	0.27
Toplam Bor (mgkg ⁻¹)	26.54	25.38	23.06	27.48
Toplam Demir (mgkg ⁻¹)	18.34	22.74	17.14	24.18
Toplam Bakır (mgkg ⁻¹)	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015
Toplam Çinko (mgkg ⁻¹)	17.38	18.72	16.94	20.26
Toplam Mangan (mgkg ⁻¹)	6.06	7.48	6.48	7.80
Toplam Nikel (mgkg ⁻¹)	<0.14	<0.14	<0.14	<0.14
Toplam Krom (mgkg ⁻¹)	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8
Toplam Kurşun (mgkg ⁻¹)	<0.09	<0.09	<0.09	<0.09
Toplam Kadmiyum (mgkg ⁻¹)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Toplam Civa (mgkg ⁻¹)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
KOİ (g L ⁻¹)	101.60	73.70	64.50	73.00
BOİ ₅ (g L ⁻¹)	36.84	28.17	23.07	27.27
BOİ/KOİ	0.36	0.38	0.35	0.37
Toplam fenol (mg GAE 100g ⁻¹)	1317.42	1655.17	1439.27	1442.15
Toplam hidroksiprolin (mg 100g ⁻¹)	32.27	38.59	37.89	33.68
Betain (%)	6.84	7.95	2.71	5.34

Tarım ve Orman Bakanlığı “Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelerle Dair Yönetmelik” çerçevesinde vinas, “Sıvı organik gübre” kapsamında değerlendirilmektedir. Çalışmada ele alınan 4 farklı vinas örneğinin organik madde içerikleri, Yönetmelik kriterlerinde verilen “en az %15 organik madde içermesi” koşuluna göre değerlendirildiğinde; vinasların tamamının organik madde içeriğinin %15’in oldukça üzerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 3.1). Yönetmelikte belirtilen diğer sınır değer zorunluluğu ağır metallerle ilgili olup, buna göre vinasların ağır metal sınır değerleri yönetmelik değerlerinin oldukça altında bulunmaktadır. Yönetmelikte belirtilen “Bitkisel Ürünlerde Hidroksiprolin” için sınır değer maksimum %0.5 olup, buna göre; çalışmada ele alınan vinasların tamamının hidroksiprolin içeriği sınır değerinin oldukça altındadır. Vinasların, ilgili yönetmeliğe göre kullanımını kısıtlayan engel bulunmamaktadır.

Bu çalışmada ele alınan vinas örneklerinin, KOİ ve BOİ içerikleri yapılan diğer çalışmalarla (Wilkie vd. 2000, Biswas vd. 2009, España-Gamboa vd.2012) uyumludur. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde alıcı ortama deşarj standartlarında içki sanayi melastan alkol üretimi için KOİ değeri 400 mg L⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada ele alınan vinasların KOİ değeri bu değerinin çok üzerindedir. Ancak düşük BOİ/KOİ oranı içeriğindeki organiklerin biyolojik olarak parçalanabilir olduğunu göstermektedir. Vinasların azot içerikleri, betain içerikleri ile paralellik göstermiş olup, azotu düşük olan vinasın, betain içeriği de düşük bulunmuştur. Vinasların tamamı diğer araştırmalardaki sonuçlara benzer şekilde asit karakterde olup, EC değerleri ise oldukça yüksek bulunmuştur. Dört vinas örneğinin potasyum içerikleri de yüksek bulunmuştur.

3.2 İnkübasyon Denemesinin Kurulması

Çalışmanın ikinci aşamasında, içerik analizleri yapılan vinasların toprağa uygulandığında toprağın bazı kimyasal ve biyokimyasal özellikleri ile ağır metal kapsamı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla inkübasyona tabi tutulmuşlardır. İnkübasyon denemesi 4 adet vinas (Özel Sektör 1, Özel Sektör2, Kamu 1, Kamu 2), 5 vinas dozu (0,2, 4, 8, 20 L da⁻¹), 5 zaman (15, 30, 60, 120 ve 180. gün) ve 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. İnkübasyon denemesinde kullanılan toprak örneği, Ankara Üniversitesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftlik arazisinde bulunan Çiftlik Serisi’nden 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Toprak örnekleri hava kuru olacak şekilde

kurutulmuş ve 2 mm'lik eleklerden elenerek tarla kapasitesi, nem, tekstür, pH, EC, toplam N, organik madde, alınabilir P_2O_5 , değişebilir K_2O , kation değişim kapasitesi (KDK), alınabilir Fe, Cu, Zn, Mn ve toplam Cd, Pb, Ni, Cr ve Hg analizleri yapılmıştır. Hazırlanan toprak örnekleri fırın-kuru bazda 300 g olacak şekilde saksılara tartılmış ve su tutma kapasitesinin %65'i düzeyinde nemlendirilerek ağızları kapatılmış ve hava alması için kapaklara delikler açılmıştır. Toprak örnekleri bir hafta süre ile 28°C'de inkübatörde ön-inkübasyona alınmıştır. Bir haftalık ön inkübasyon sonunda oluşturulan saksı denemesi düzenine göre topraklara piyasada satılan vinaslar için yaygın olarak tavsiye edilen etiket dozlarına uygun olacak şekilde 2, 4, 8 L da⁻¹ ve vinasın olumlu ya da olumsuz etkisini inkübasyon süresinde daha net ortaya koyabilmek için bir adet yüksek doz (20 L da⁻¹) vinas homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Deneme saksılarının nem içerikleri inkübasyon süresince periyodik ölçümlerle su tutma kapasitesinin %60-70'i arasında korunmuştur. İnkübasyonun 15-30-60-120 ve 180. günlerinde örneklemeler yapılarak beta glukozidaz enzim aktivitesi, alkali fosfataz enzim aktivitesi ile toprak solunumu (CO₂ çıkışı), mikrobiyal biyokütle analizleri gerçekleştirilmiştir. İnkübasyon denemesinde kullanılan toprakta ve inkübasyonun 15. ve 180. günlerinde saksılardan alınan topraklarda pH, EC, toplam N, organik madde, alınabilir P_2O_5 , değişebilir K_2O , KDK, alınabilir Fe, Cu, Zn, Mn ve toplam Cd, Pb, Ni, Cr ve Hg analizleri yapılmıştır.

Denemede kullanılan toprak örneğinin bünyesi killi olup, nötr, tuzsuz, fosfor ve potasyum bakımından yeterli, organik madde bakımından fakir, azot içeriği iyi, kireç içeriği yüksek özelliklere sahiptir. İnkübasyon denemesinde kullanılan toprak örneklerinin içerik analiz sonuçları çizelge 3.2'de verilmiştir.

3.2.1 Toprak örneklerinin analizlerinde kullanılan yöntemler

Suyla doygunluk (%): Toprağa doyuncaya kadar saf su ilave edilmek suretiyle tayin edilmiştir (Richards 1954).

Bünye (%): Toprakların kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucus hidrometre metoduna göre yapılmıştır (Bouyoucus1951).

Hacim ağırlığı (g cm^{-3}): Hacmi 50 cm^3 olan çelik silindirlerle alınan bozulmamış toprak örnekleri etüvde 105°C 'de 24 saat kurutulup, fırın kuru toprağın ağırlığı toplam silindir hacmine bölünerek belirlenmiştir (Blake ve Hartge 1986).

Tarla kapasitesi (%): Bozulmuş toprak örneklerinin tarla kapasitesi $1/3$ atm basınç altında hidrolik denge durumuna gelmesinden sonra belirlenmiştir (U.S. Salinity Lab. Staff 1954).

pH: Toprak-sukarışımında (1:2.5)cam elektrotlu pH metreile ölçülerek tayin edilmiştir (Jackson 1962).

EC (dS m^{-1}): Toprak-su karışımında (1:2.5) kondaktivimetre aleti ile elektriksel iletkenliğin ölçülmesi ile tayin edilmiştir (Jackson1962).

Toplam kireç (%): Jackson (1962) tarafından belirtilen şekilde Scheibler kalsimetresiyle belirlenmiştir.

Organik madde (%): Modifiye edilmiş Walkley- Black metodu ile tayin edilmiştir (Richards 1954).

Alınabilir fosfor ($\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$): 0.5 M NaHCO_3 (pH: 8.5) ile ekstrakte edilerek çözeltiye geçen fosfor (P), molibdofosforik mavi renk yöntemine göre spektrofotometre ile belirlenmiştir (Olsen vd. 1954).

Alınabilir potasyum ($\text{kg K}_2\text{O da}^{-1}$): Ekstrakt eriyiği olarak 1 N amonyum asetat (pH 7.0) kullanılarak ekstrakta geçen potasyum miktarı fleymfotometrede ölçülerek tayin edilmiştir (Richards 1954).

Değişebilir K ve Na: Pratt (1965)'e göre 1 N nötr (pH: 7.0) amonyum asetat ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) ile ekstrakte edilerek fleymfotometrede belirlenmiştir.

Değişebilir Ca ve Mg: 1 N nötr (pH: 7.0) amonyum asetat ekstraktında EDTA ile titrasyon yöntemiyle belirlenmiştir (Jackson 1962).

Kasyon değişim kapasitesi (meq 100 g⁻¹): 1N NaCH₃COO çözeltisi ile muamele edildikten sonra 1N NH₄CH₃COO ile ekstrakte edilerek fleymfotometrede okunması suretiyle belirlenmiştir (Bower vd., 1952).

Toplam Azot (%): Tartılan örneklerin Leco TruSpec CHN-S cihazında yüksek sıcaklıkta okside edilerek ortaya çıkan N gazının ısı geçirgen sayaç yardımıyla belirlenmiştir (Bremmer 1965).

Alınabilir Fe, Cu, Zn, Mn (mg kg⁻¹): 20 g hava kuru toprak örneği 40 ml ekstraksiyon çözeltisi (0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl₂ + 0.1 M TEA, pH 7.3) ile 2 saat çalkalanıp, filtre kağıdından süzülerek ICP’de okunarak belirlenmiştir (Anonim 2009).

Toplam Cd, Pb, Ni, Cr, Hg (mg kg⁻¹): Mikrodalga yakma işleminden sonra ICP-OES’de belirlenmiştir (Anonim 1996).

Toprak solunumu (CO₂ çıkış miktarı): 5 gr taze toprak tartılarak karbondioksit şişelerine konulmuş, şişelerin içine küçük tüplere 2.5 ml NaOH konularak yerleştirilmiş ve kavanozların ağzı hava almayacak şekilde kapatılarak şişeler inkübatöre yerleştirilmiştir. Aynı zamandainkübasyon zamanının tespiti amacıyla topraklı ve boş kontrol şişeleri de 2,5 ml NaOH konularak inkübatöre yerleştirilmiştir. 100 ml’lik erlenmayerlerin içerisine 5 ml baryum klorit solüsyonu ve birkaç damla fenolftaleyn indikatörü ilave edilerek inkübasyon sonunda inkübatörden çıkarılan şişelerin içindeki tüplerde bulunan NaOH, erlenmayer içerisine çok hızlı bir şekilde boşaltılarak HCl ile renk pembeden renksiz oluncaya kadar titrasyona tabi tutulmuştur. Titrasyon sonunda harcanan HCl miktarı not edilmiştir (Isermayer, 1952).

Toprak mikrobiyal biyokütle karbonu: SIR-SubstrateInducedRespiration yöntemine göre 5 gr taze toprak tartılarak karbondioksit şişelerine konulmuş, üzerine glikoz çözeltisi ilave edilerek 2 saat ağzı açık bir şekilde bekletilmiş, şişelerin içine küçük tüplere 2.5 ml NaOH konularak yerleştirilmiş ve kavanozların ağzı hava almayacak şekilde kapatılarak şişeler inkübatöre yerleştirilmiştir. Aynı zamandainkübasyon zamanının tespiti amacıyla topraklı ve boş kontrol şişeleri de 2,5 ml NaOH konularak inkübatöre yerleştirilmiştir. 100 ml’lik erlenmayerlerin içerisine 5 ml baryum klorit solüsyonu ve birkaç damla fenolftaleyn indikatörü ilave edilerek inkübasyon sonunda

inkübatörden çıkarılan şişelerin içindeki tüplerde bulunan NaOH, erlenmayer içerisine çok hızlı bir şekilde boşaltılarak HCl ile renk pembeden renksiz oluncaya kadar titrasyona tabi tutulmuştur. Titrasyon sonunda harcanan HCl miktarı not edilmiştir (Isermayer, 1952).

β -glukozidaz enzimi: 1.5 gram toprak örneği asetat bufer çözeltisi ile korozerrotor'da bir saat çalkalanıp, 15 dakika 4000 devirde santrifüj edilmiştir. Elde edilen ekstrakta 4-nitrophenylpyronoside β -D glukopyranoside substratı ilave edilip 400 nm'de spektrofotometrede okunmuştur (Naseby ve Lynch 1997).

Alkali fosfataz enzimi: 1.5 gram toprak örneği alkali bufer çözelti ile korozerrotor'da bir saat çalkalanıp, 15 dakika 4000 devirde santrifüj edilmiştir. Elde edilen ekstrakta 4-nitrophenylphosphate disodium salt hexahydrate substratı ilave edilip 400 nm'de spektrofotometrede okunmuştur (Naseby ve Lynch 1997).

Değerlendirme ve istatistik analizleri: Bu çalışmanın amacı, denemeye alınan vinasların birbirine göre üstünlük veya olumsuzluklarını kıyaslamak değildir. Amaç, piyasada satılmakta olan özel ve kamuya ait vinas örneklerinin toprağın bazı özellikleri üzerine etkilerini ortaya koymak olduğu için istatistiksel analizler her bir vinas için ayrı ayrı yapılmıştır. Bu doğrultuda; her bir vinasın inkübasyon süresi boyunca toprağın kimyasal ve biyokimyasal özelliklerine etkileri bakımından elde edilen gözlemler mstat-c istatistik programı, tekrarlanan ölçümlü varyans analizi (repeated measurement anova) ile değerlendirilmiştir. Tekrarlanan ölçümler zaman faktörünün seviyelerinde gerçekleştirilmiştir. Önemlilik düzeyi F testine göre, ortalamaların farklılık gruplandırması ise Duncan testine göre yapılmıştır. Üzerinde durulan özellikler bakımından incelemeler her bir zamanda ayrı ayrı yapılmıştır.

Çizelge 3.2 İnkübasyon denemesinde kullanılan toprak örneğinin özellikleri

Suyla doygunluk %	90.60	Kireç%	23.90
Kum%	34.90	Bitkiye yarayışlı Fosfor (P_2O_5) $mg\,kg^{-1}$	12.07
Silt%	24.10	Bitkiye yarayışlı Potasyum (K_2O) $mg\,kg^{-1}$	147.00
Kil%	41.00	Organik Madde%	1.56
Bünye sınıfı	Killi/C	Organik Karbon%	0.90
Hacim Ağırlığı (silindir) $g\,cm^{-3}$	1.14	Toplam C%	4.24
Tarla Kapasitesi%	27.80	Toplam N%	0.12
Solma Noktası%	12.96	Bitkiye yarayışlı Bakır $mg\,kg^{-1}$	1.95
EC dS m^{-1}	0.31	Bitkiye yarayışlı Demir $mg\,kg^{-1}$	4.96
pH	7.95	Bitkiye yarayışlı Çinko $mg\,kg^{-1}$	0.60
Değişebilir Ca%	83.81	Bitkiye yarayışlı Mangan $mg\,kg^{-1}$	18.03
Değişebilir Mg%	10.12	Toplam Kadmiyum $mg\,kg^{-1}$	<0.1
Değişebilir Na%	3.15	Toplam Çinko $mg\,kg^{-1}$	23.2
Değişebilir K%	2.92	Toplam Nikel $mg\,kg^{-1}$	56
KDK $me\,L^{-1}$	39.51	Toplam Kurşun $mg\,kg^{-1}$	5.2

4. BULGULARVE TARTIşMA

4.1 Vinas Uygulamalarının Toprağın Alkali Fosfataz ve Beta Glukozidaz Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkileri

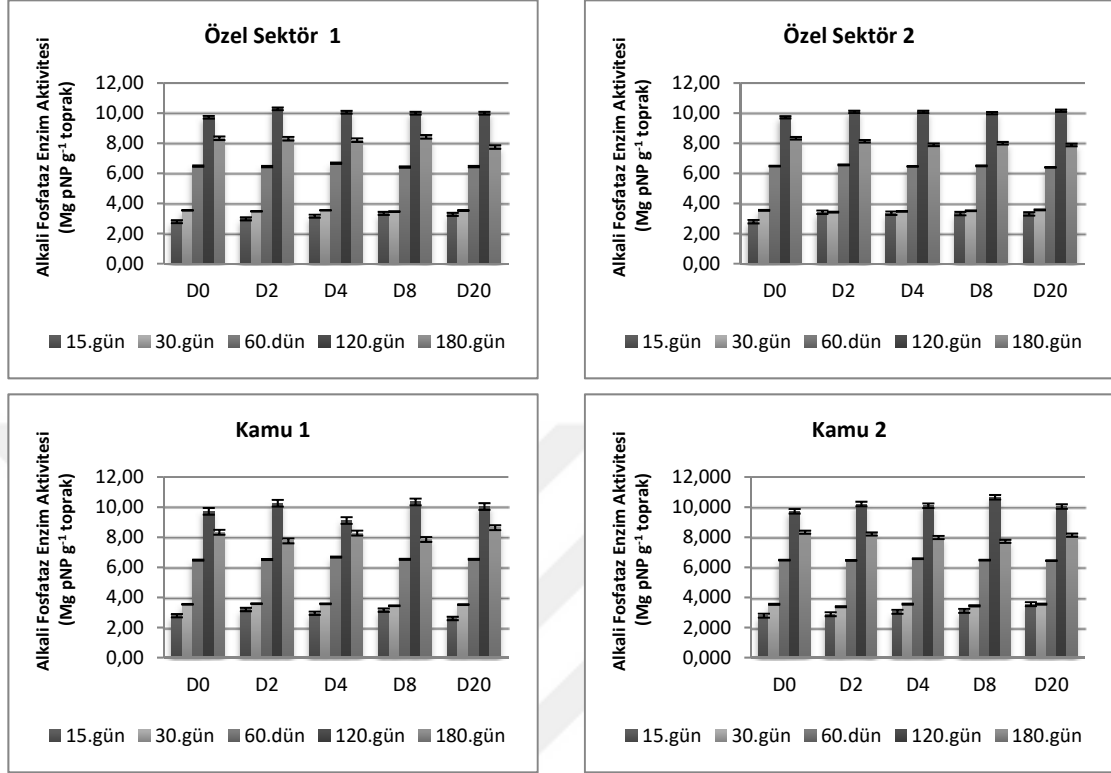
İnkübasyon süresi boyunca farklı dozlarda 4 farklı vinas ilave edilmiş toprak örneklerinde belirlenen alkali fosfataz ve beta glukozidaz enzim aktivite miktarları şekil 1 ve şekil 2’de verilmiştir.

Toprak enzimleri, besin döngüsü ile ilgili birçok önemli fonksiyonda hayati bir rol oynar. Bu enzimlerin aktivitesi, topraktaki mikrobiyal aktivitenin bir yansımasıdır ve bu nedenle toprak kalitesi göstergeleri olarak hareket ederler. Hücre dışı fosfataz enzim aktivitesi, organik P fosfat bileşiklerinin hidroliziyle topraktaki P döngüsünde işlev görür ve P içeren uygulamalardan etkilenmesi beklenir (Alotaibi ve Schoenau 2011). Fosfataz enzim aktivitesi toprakta bitkinin yararlanamayacağı formdaki organik fosforun bitkinin yararlanabileceği form olan inorganik fosfora dönüşmesinde görev alan enzimdir. Organik P, toprakta bulunan humusun ve diğer organik maddelerin bileşiminde bulunan fosfordur.

İnkübasyon denemesinde alkali fosfataz enzim aktivitesi, Özel Sektör 1, Özel Sektör 2 ve Kamu 1 vinas uygulamalarında tüm inkübasyondönemlerinde artan doza bağlı olarak artış göstermiş ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı olmamıştır. Kamu 2 vinas uygulamasında ise, inkübasyonun 120. gününde vinas uygulama dozlarının tamamında kontrole göre alkali fosfataz enzim aktivitesinde belirlenen artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Kamu 2 vinasının 8 Lda⁻¹ uygulandığı toprakların 120. gününde en yüksek alkali fosfataz aktivitesi belirlenmiştir. Uygulama dozları arasındaki farklılık incelendiğinde, alkali fosfataz enzim aktivitesi tüm dozlarda inkübasyon süresindeki artışa bağlı olarak 120. güne kadar yükselmiş, takip eden süreçte ise azalmıştır ($P<0,05$).

Yüksek fosfataz aktivitesi organik P varlığını ve toprak mikroorganizmaları için alınabilir P eksikliğini yansıtmaktadır, alkali fosfatazdaki artış nispeten yüksek miktarda mevcut çözünür P konsantrasyonundan kaynaklanmaktadır (Bol vd. 2003). Benzer

şekilde, farklı kompostların uygulandığı toprakta fosfataz aktivitesinin anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuştur (Ros vd. 2006).



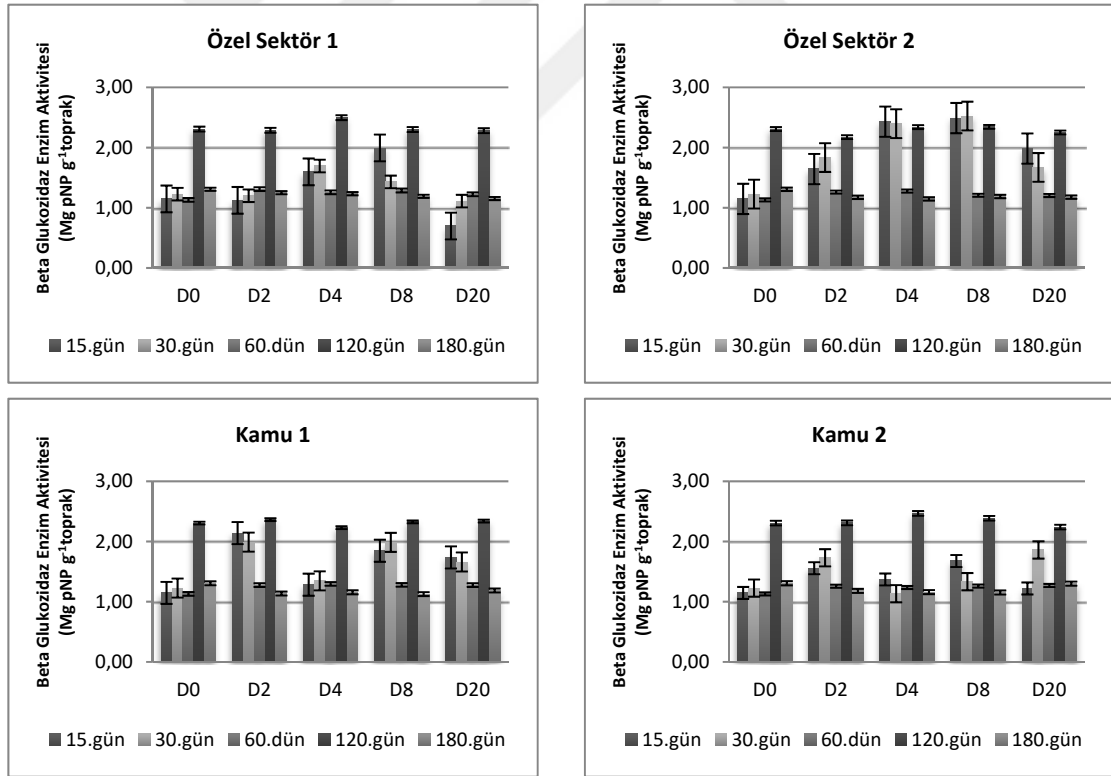
Şekil 4.1 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların alkalifosfataz enzim aktivitesi üzerine etkisi

Glukozidaz, topraktaki beta glukozidlerin hidrolizini katalize eden ve bitki kalıntılarının parçalanmasına katılan enzimlerden birisidir. Glukozidazlar, glikozidlerin hidrolizini katalize eden ve doğada yaygın bir şekilde dağılım gösteren enzimlerdir. Bu enzimin hidroliz ürünleri toprak organizmalarının önemli enerji kaynaklarıdır (Eivazi ve Zakaria1993). Beta glukozidaz aktivitesi, organik maddenin ve buradaki süreçlerin durumunu yansıtmaktadır (Garcia ve Fernandez, 1996).

Beta glukozidaz enzim aktivitesi, denemeye alınan vinas çeşitlerinin tamamında ve tüm dozlarda 120. günde en yüksek değerine ulaşmış, inkübasyon süresinin uzamasına bağlı olarak azalmıştır ($P < 0,05$). Uygulama dozları arasındaki farklılık incelendiğinde, inkübasyonun 1. ve 2. aylarında beta glukozidaz enzim aktivitesi Özel Sektör 1 ve Özel Sektör 2 vinasının 4Lda^{-1} ve 8Lda^{-1} uygulama dozunda en yüksek değere ulaşmış, daha sonra azalış göstermiştir ($P < 0,05$). Kamu 1 ve Kamu 2 vinas uygulamalarında artan doz uygulamaları arasındaki fark (Kamu 1, 15. gün hariç) istatistiksel olarak önemli

bulunmamıştır ($P<0,05$). Topraklara artan dozlarda vinas uygulaması toprağın beta glukozidaz enzim aktivitesini inkübasyonun başlarında olumlu yönde etkilemiş ancak, inkübasyonun ileriki dönemlerinde kontrol ile uygulamalar arasındaki fark önemli olmamıştır. Piyasa uygulamasının üzerinde olan 20 L da^{-1} uygulama dozunda ise tüm zamanlarda ve bütün vinas çeşitlerinde beta glukozidaz aktivitesi diğer dozlara göre daha düşük bulunmuştur. Vinas uygulaması ile toprakların beta glukozidaz enzim aktivitesi zamana bağlı azalma göstermiştir.

Karbon döngüsünde görev alan beta glikozidaz enzim aktivitesinin organik maddeyi substrat olarak kullandığı ve organik maddenin zamanla mineralizasyona uğramasıyla enzim aktivitesinin zamana bağlı azalış gösterdiği düşünülmektedir. Tejada vd. (2007) vinasın toprağın biyolojik özelliklerini olumsuz yönde etkilediğini, mikrobiyal biyokütle, solunum ve enzimatik aktivitelere müdahale ettiğini ve özellikle yüksek dozların olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir.

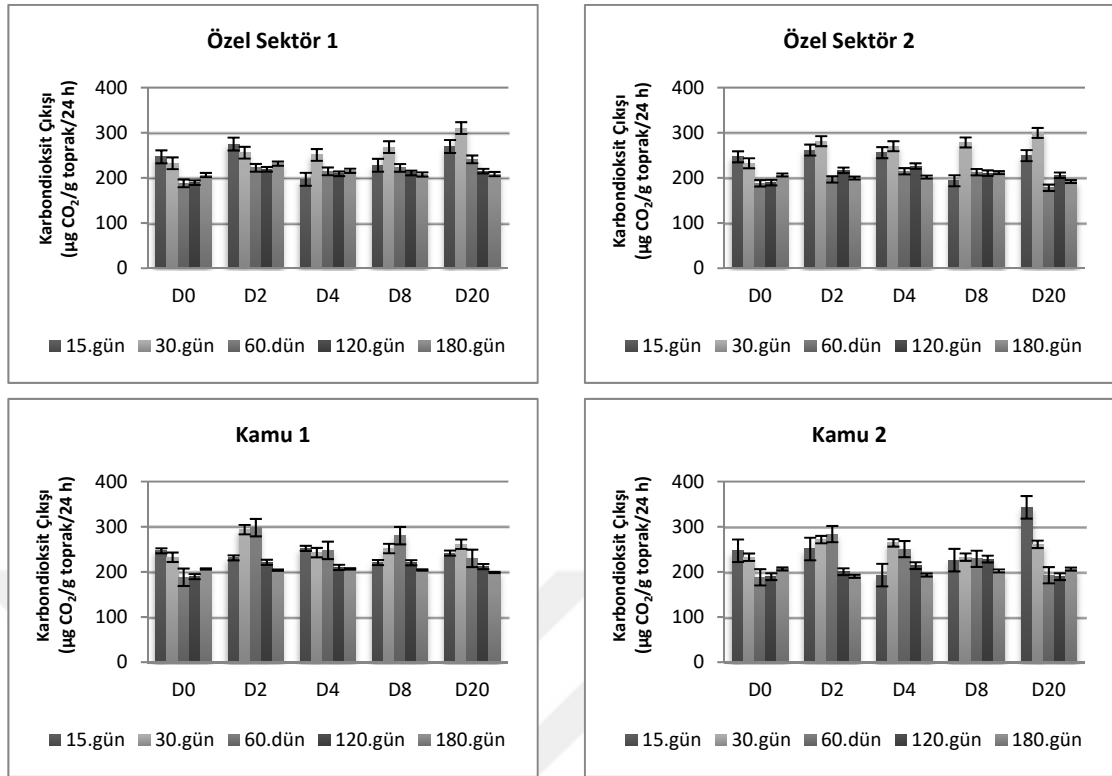


Şekil 4.2 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların beta glukozidaz enzim aktivitesi üzerine etkisi

4.2 Vinas Uygulamalarının Toprağın Karbondioksit Çıkışı ve Mikrobiyal Biyokütlesi Üzerine Etkileri

İnkübasyon süresi boyunca farklı dozlarda 4 farklı vinas ilave edilmiş toprak örneklerinde belirlenen karbondioksit çıkışı ve mikrobiyal biyokütle miktarları şekil 4.3 ve şekil 4.4’de verilmiştir.

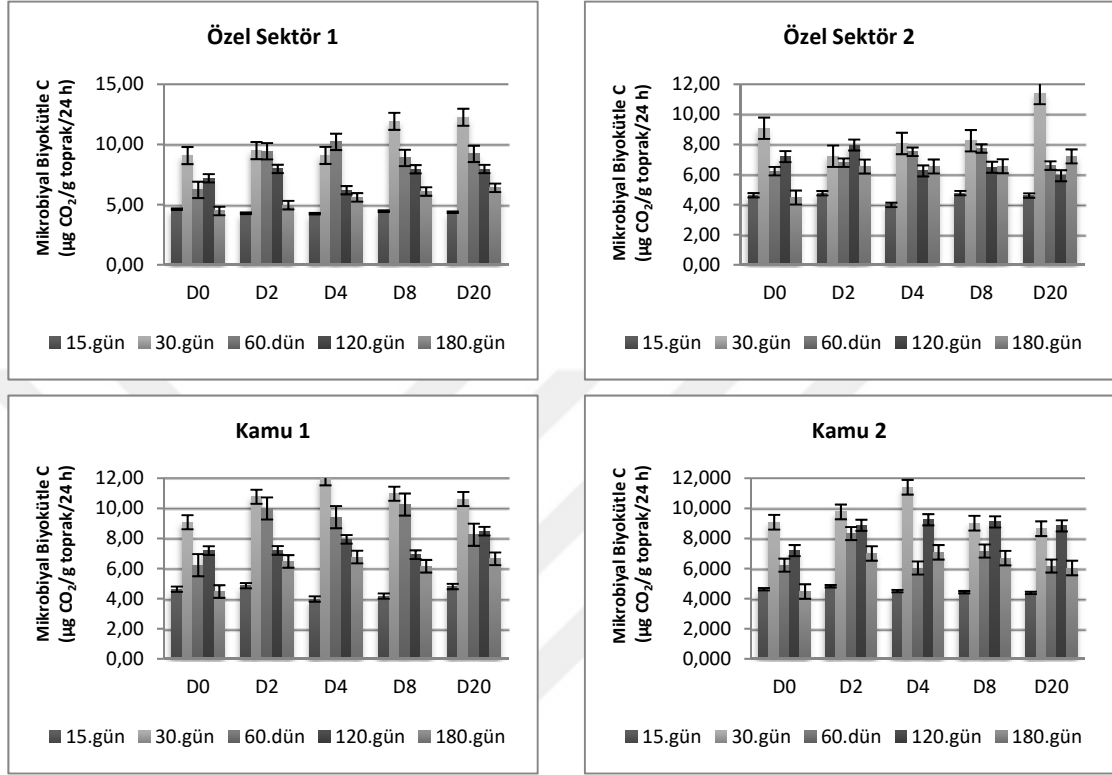
İnkübasyon denemesinde, CO₂ çıkışı tüm vinas uygulamalarında ve tüm vinas dozlarında inkübasyonunun ilerleyen zamanlarında azalmıştır. Zamana bağlı olarak CO₂ çıkış miktarlarındaki düşüş $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. İnkübasyonun 180. gününde CO₂ çıkışı Kamu 1, Kamu 2 ve Özel Sektör 2 vinas uygulamalarının tüm dozlarında kontrol uygulamasının altına düşmüştür. Genel olarak (özellikle Özel Sektör 1 ve Kamu 1) inkübasyonun 60. gününe kadar artan doza bağlı olarak CO₂ çıkışındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($P<0,05$), 120. günden sonra ise dozlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. CO₂ çıkışındaki zaman ve doza bağlı değişim özetlenecek olursa; artan doza bağlı olarak CO₂ çıkışı artış göstermiş, inkübasyon süresine bağlı olarak ise azalmış ve 180. gününde başlangıç zamanının altında CO₂ çıkışı belirlenmiştir (Şekil 4.3). Toprakta meydana gelen ani CO₂ çıkışındaki artış genellikle kolaylıkla alınabilir organik substratların veya inorganik azotlu gübrelerin toprağa ilavesinden sonra meydana gelmektedir. Bu olgu, toprak organik maddesinin mineralizasyonundaki hızlanma sonucunda mikrobiyal aktivitedeki artış nedeniyle ateşleme etkisi olarak adlandırılmaktadır (Kuzyakov vd. 2000).



Şekil 4.3 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların karbondioksit çıkışı üzerine etkisi

Toprak mikrobiyal biyokütlesi organik maddenin aktif ve yaşayan bir unsuru olup, toplam toprak C miktarının sadece %1–3’ünü toprak mikrobiyalbiyokütle C’u oluşturmaktadır. Mikrobiyalbiyokütle, bitki besin maddelerinin hem depolandığı bir havuz hem de gerekli durumlarda kullanılmak üzere karbon kaynağı olup, toprak gelişim süreci boyunca meydana gelen organik madde birikimine paralel bir seyir göstermektedir (Singh vd. 1989; Smith ve Paul, 1990; Diaz-Ravina vd. 1993). İnkübasyon denemesi topraklarının mikrobiyal biyokütle C’u, inkübasyonun 30. gününde bütün uygulama dozlarında en yüksek değeri göstermiş, inkübasyon süresinin uzamasıyla bütün vinas dozlarında düşüş göstermiştir ($P<0,05$). Buna karşın inkübasyonun son gününde bütün doz uygulamalarında mikrobiyal biyokütle C’nu başlangıç değerinin üzerinde bulunurken kontrol uygulamasında başlangıç değerinin altına düşmüştür ($P<0,05$). Vinasların uygulama dozlarının mikrobiyalbiyokütle karbonuna etkisine bakıldığında, genel olarak vinas uygulanmış toprakların biyokütle karbon içerikleri, kontrol toprağına göre daha fazla olmuştur (Şekil 4.4). Deneme topraklarında vinasın uygulandığı topraklarda gözlenen mikrobiyal biyokütle C içeriğindeki artış, kısmen kolaylıkla ayrışabilen besin içeren substratların girişine

bağlanabilir. Burada etken olanın vinas dozu olduğu, her vinas çeşidinin etkili olduğu dozun birbirinden farklı olduğu düşünülmektedir. Hati vd. (2007) vinas uygulanan topraklarda mikrobiyal biyokütlenin arttığını bildirmiştir.

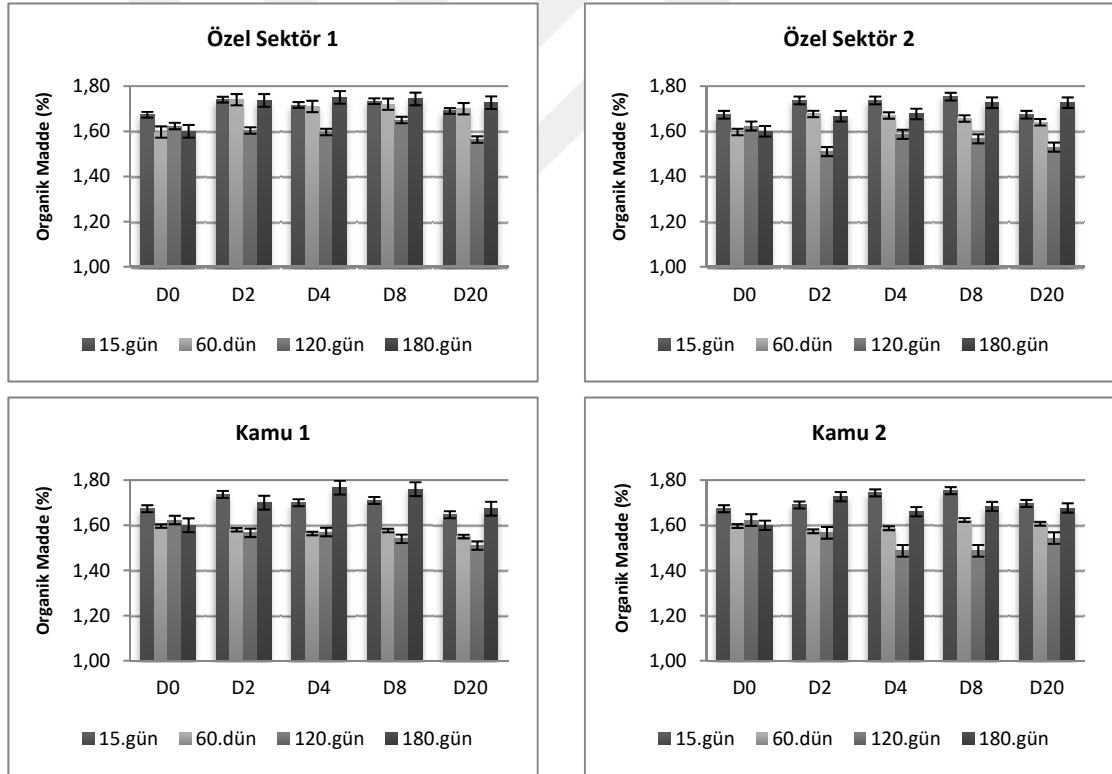


Şekil 4.4 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların mikrobiyal biyokütle karbonu üzerine etkisi

Alotaibi ve Schoenau (2018) etil alkol sanayi yan ürünü vinasın enzim aktivitesi, mikrobiyalbiyokütle gibi toprak biyolojik özellikleri üzerine bildirilen etkilerinin literatürdeki tutarsızlığını belirtmiş ve bu durumun muhtemelen, çalışılan topraklar arasındaki toprak koşullarındaki farklılıklara ek olarak, kullanılan vinasın kimyasal bileşimdeki farklılıklar ve uygulama ile ölçüm arasında geçen zaman periyoduyla da ilgili olabileceğini ifade etmiştir. Örneğin Tejada vd. (2007), şeker pancarı vinasının mikrobiyal biyokütleye, solunuma ve enzimatik aktivitelere engel olarak toprağın biyokimyasal özellikleri üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğunu bildirirken, Hati vd. (2007) vinas uygulanan topraklarda mikrobiyal biyokütlenin arttığını bildirmiştir.

4.3 Vinas Uygulamalarının Toprağın Organik Madde Miktarı Üzerine Etkileri

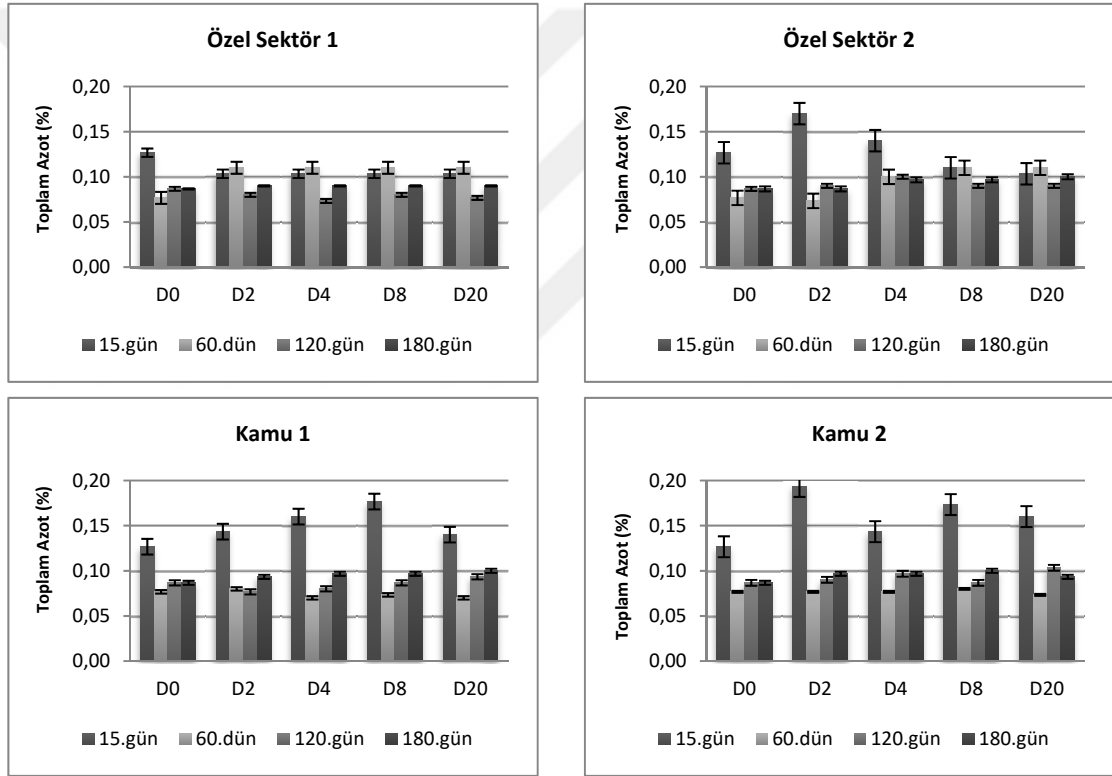
İnkübasyon süresi boyunca farklı dozlarda 4 farklı vinas ilave edilmiş toprak örneklerinde belirlenen organik madde miktarları şekil 4.5’de verilmiştir. İnkübasyon denemesine alınan toprakların organik madde miktarı tüm dozlarda inkübasyon süresinin artışına bağlı olarak 120. günde azalmış 180. günde artış göstermiştir ($P<0,05$). Tüm inkübasyon zamanlarında ve tüm vinas çeşitlerinde 20 L da^{-1} vinas uygulanan topraklarda organik madde miktarı 2, 4, 8 L da^{-1} vinas uygulanan topraklara göre daha düşük bulunmuştur (Şekil 4.5). Toprakların organik madde miktarları zamana bağlı olarak azalmış, ancak inkübasyonun 180. gününde, Kamu 1 vinas uygulamasının 4 ve 8 L da^{-1} dozları ile Özel Sektör 1 vinas uygulamasının 20 L da^{-1} uygulaması organik madde miktarını başlangıca göre artırmıştır ve bu artış istatistiksel olarak önemli olmuştur.



Şekil 4.5 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların organik madde miktarları üzerine etkisi

4.4 Vinas Uygulamalarının Toprağın Azot Kapsamı Üzerine Etkileri

İnkübasyon süresi boyunca farklı dozlarda 4 farklı vinas ilave edilmiş toprak örneklerinde belirlenen azot kapsamı şekil 4.6’da verilmiştir. Toplam N, bütün vinas çeşidi ve doz uygulamalarında inkübasyon süresine bağlı olarak azalmış ve zamana bağlı tüm uygulamalarda meydana gelen azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). İnkübasyonun 180. gününde başlangıç azot kapsamlarına göre azalış olsa da, tüm vinas çeşitlerinde ve tüm doz uygulamalarında toplam azot kontrol değerinin üzerinde bulunmuştur. Ancak uygulamalarla kontrol arasında belirlenen bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.



Şekil 4.6 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların toplam azot üzerine etkisi

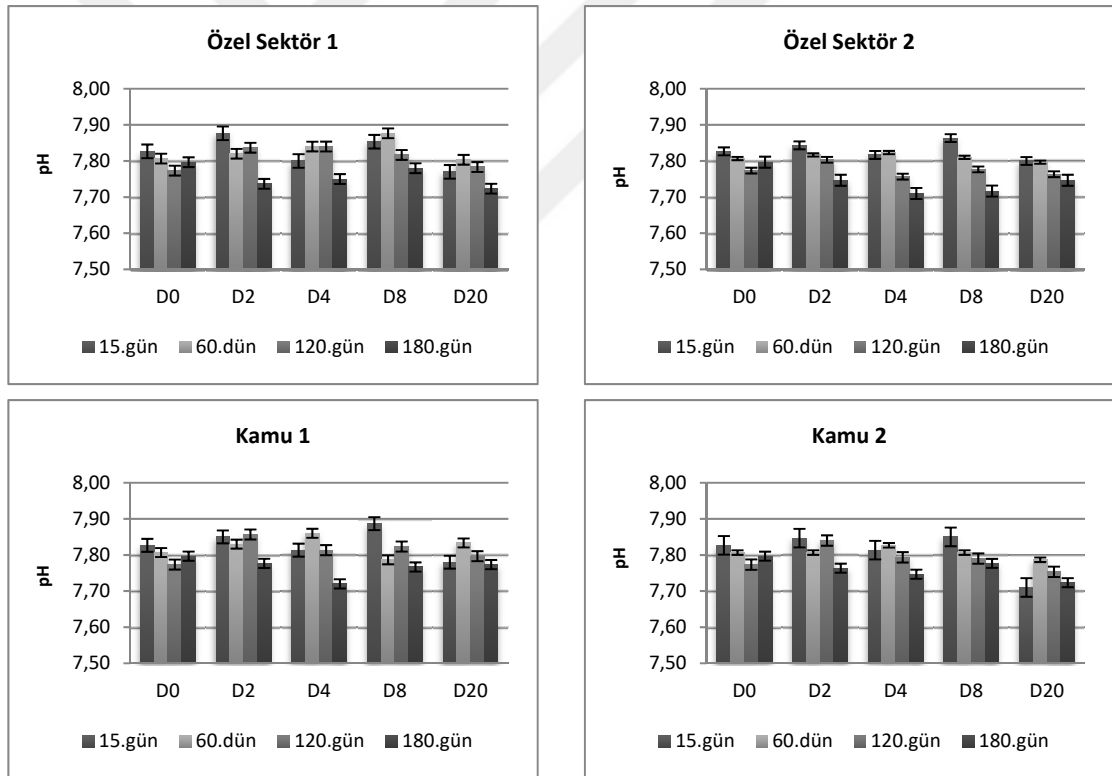
Azot (N) makro besin elementi olup, FAO (1990)’a göre, topraklarda %0,09’un altında N bulunması bitkiler için az, %0,09-0,17 yeterli miktar ve %0,17-0,35 ise fazla N olarak değerlendirilmiştir. Buna göre araştırma toprakları başlangıçta azotça iyi durumdayken mineralizasyona bağlı olarak orta/az seviyeye düşmüştür. Bütün vinas çeşitlerinde ve bütün doz uygulamalarında toplam N’ün inkübasyon sonunda başlangıç değerinin altına

düşmüş olması azotun inkübasyon süresine bağlı olarak mineralize olduğunu göstermektedir (Şekil 4.6).

4.5 Vinas Uygulamalarının Toprağın pH ve Elektriksel İletkenliği (EC) Üzerine Etkileri

İnkübasyon süresi boyunca farklı dozlarda 4 farklı vinas ilave edilmiş toprak örneklerinde belirlenen pH ve EC değerleri şekil 4.7 ve şekil 4.8’de verilmiştir.

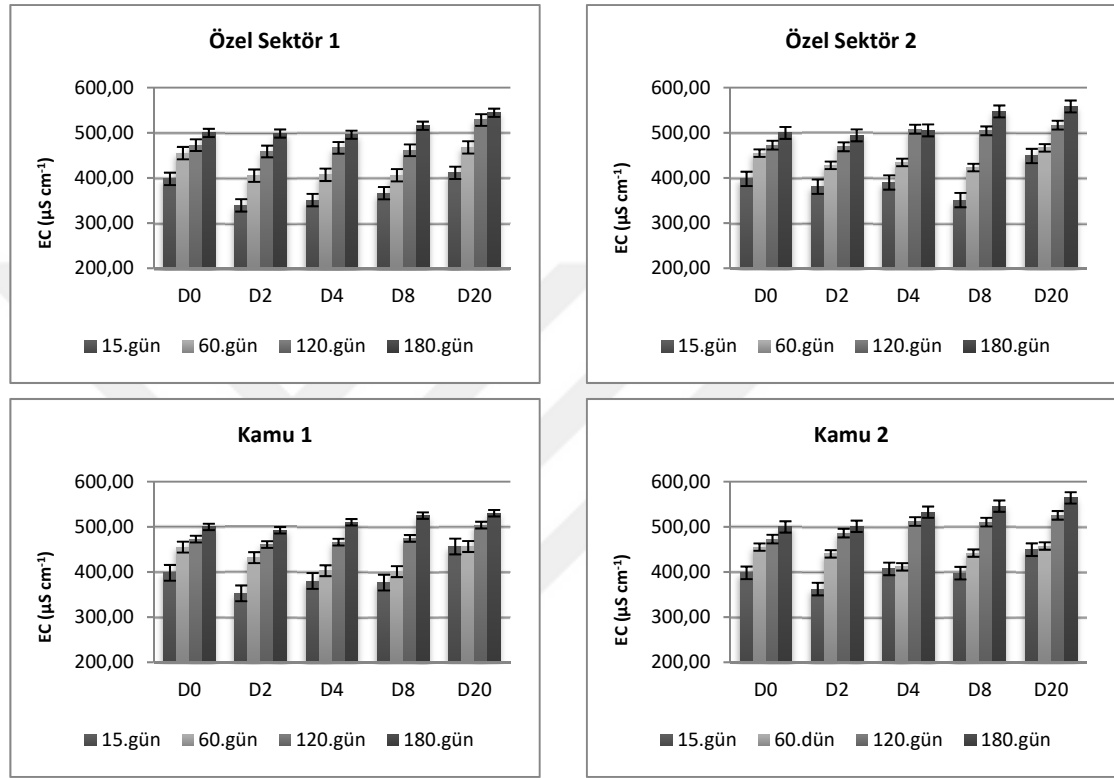
İnkübasyon süresi ve doza bağlı olarak toprakların pH’larında meydana gelen azalış istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Denemede kullanılan vinasların pH’sı 5,5-6,0 arasında olup, buna bağlı olarak toprakların pH değerleri artan doza bağlı olarak düşmüştür.



Şekil 4.7 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların pH üzerine etkisi

Toprakların EC değerleri, pH’nın aksine inkübasyon zamanına ve vinasın uygulama dozuna bağlı olarak artmıştır ($P<0,05$). Zamana bağlı olarak kontrol dahil toprakların EC değerlerinde meydana gelen artışın bir kısmının inkübasyon süresince saksılara verilen sudan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Her ne kadar kontrol topraklarının

EC değerleri de zamana bağlı olarak artmış olsa da, artan vinas dozuna bağlı olarak EC’de meydana gelen artışın kontrole göre fazla olması, vinasın EC’nin artışında etkili olduğunu göstermektedir. Richards (1954)’e göre, EC değeri $>4000 \mu\text{S cm}^{-1}$ ($>4 \text{ dSm}^{-1}$) ise tuzlu sınıfına girmektedir. Buna göre inkübasyon denemesi topraklarının tuzluluk problemi bulunmamaktadır.

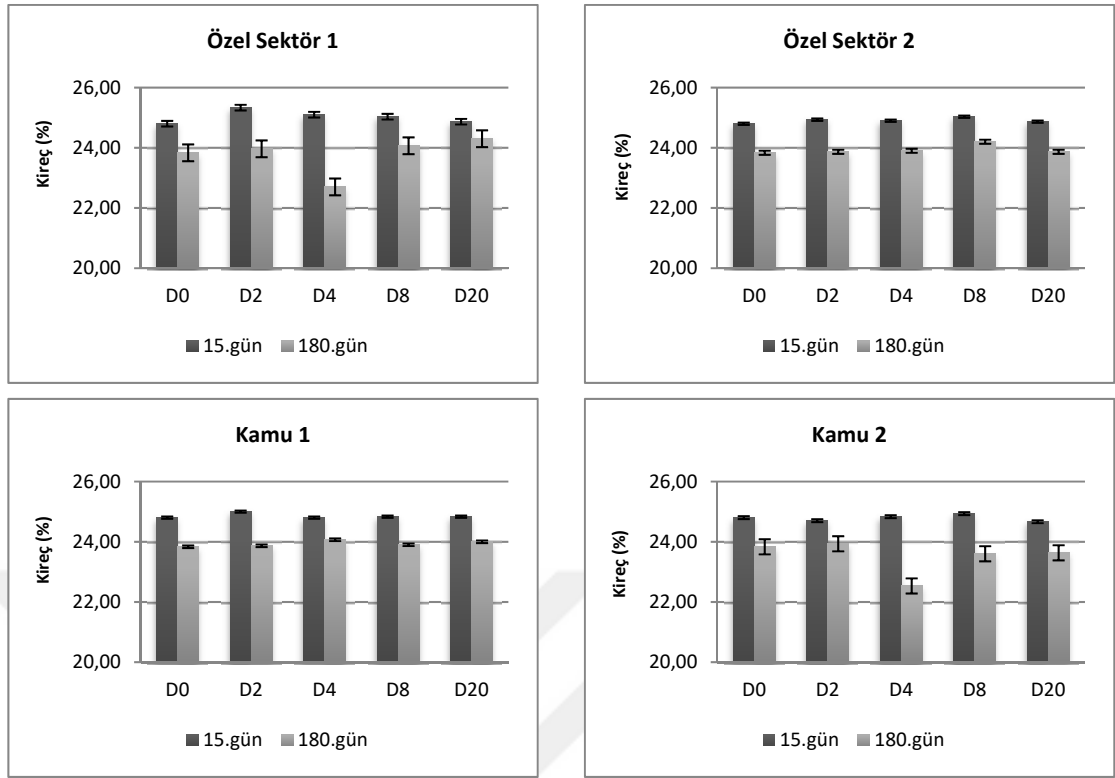


Şekil 4.8 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların ECüzerine etkisi

4.6 Vinas Uygulamalarının Toprağın Kireç, Alınabilir Fosfor ve Ekstrakte Edilebilir Potasyum Miktarları Üzerine Etkileri

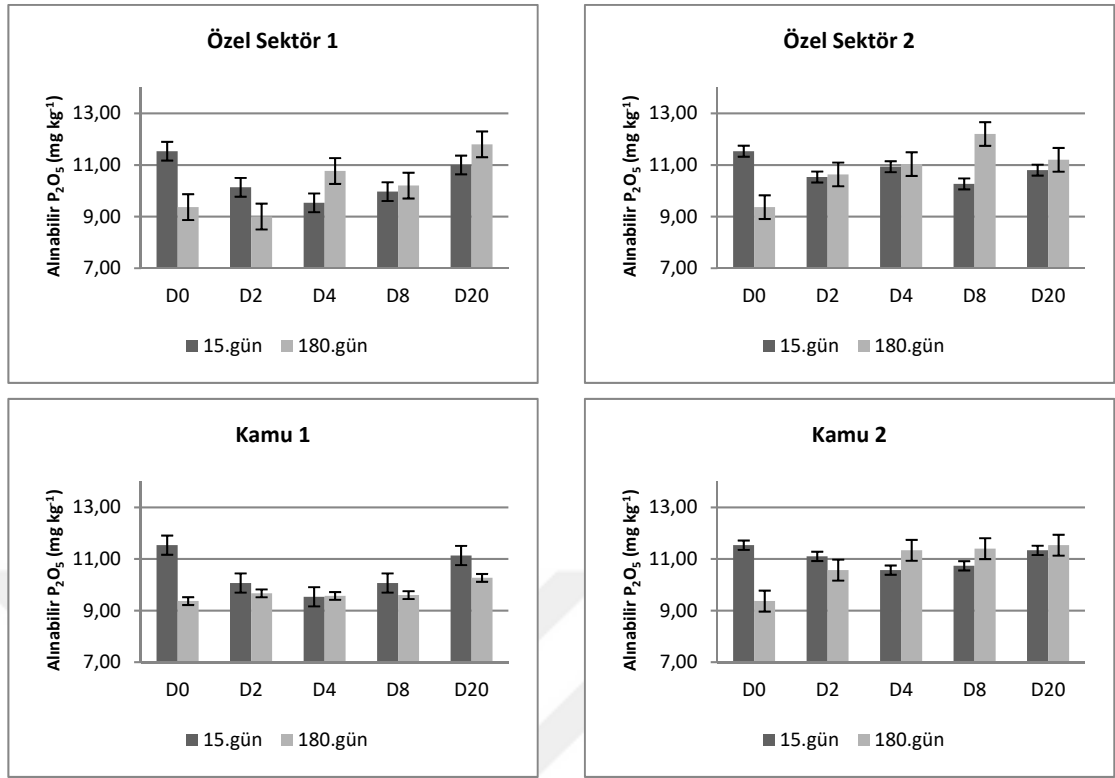
Toprakların kireç, alınabilir P_2O_5 ve ekstrakte edilebilir K_2O kapsamaları, inkübasyonun 15. gününde ve 180. gününde belirlenmiş ve sonuçlar şekil 4.9-4.11’de verilmiştir.

Bütün vinas çeşitlerinde ve dozlarında topraktaki kireç miktarında inkübasyon boyunca meydana gelen azalış istatistiksel olarak önemli olmuştur ($P<0,05$). Artan vinas dozuna bağlı kireç miktarlarındaki değişim ise önemli bulunmamıştır.



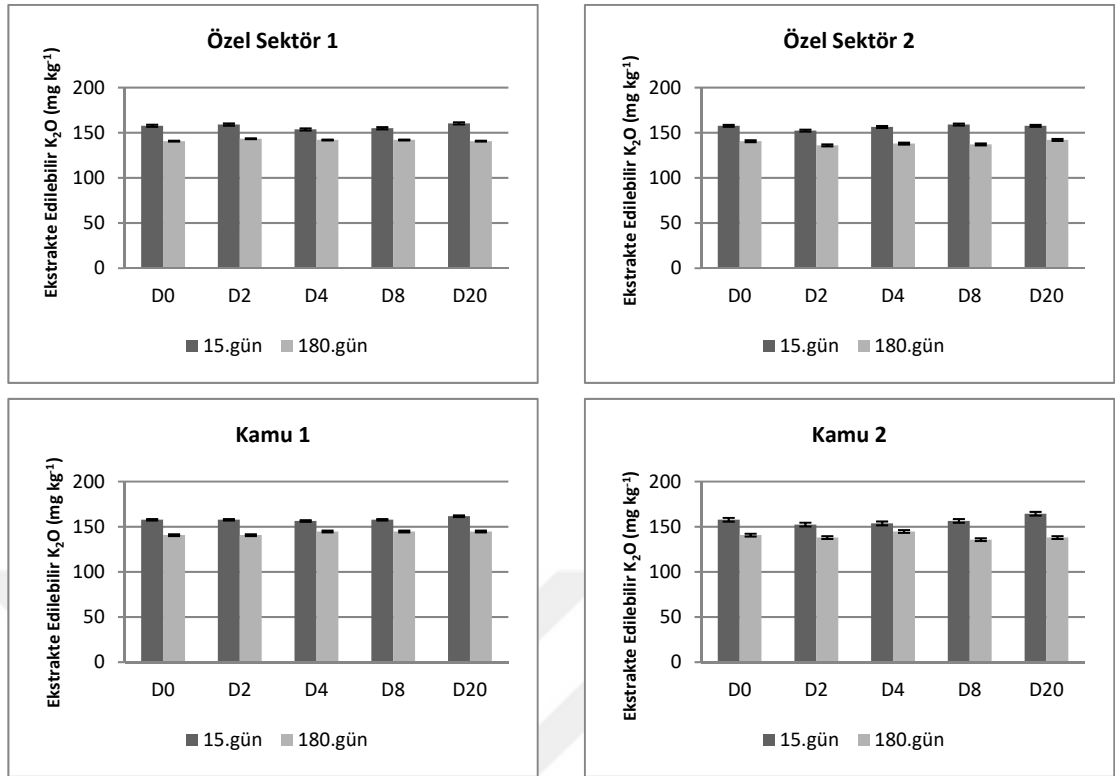
Şekil 4.9 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların kireç miktarı üzerine etkisi

Alınabilir P_2O_5 miktarı inkübasyonun 15. gününde tüm vinas çeşitlerinde doz artışına bağlı olarak azalırken, inkübasyon sonunda tüm vinas çeşitlerinde doz artışına bağlı olarak artmış ve kontrol değerlerinin üzerine çıkmıştır ($P < 0,05$). Toprakların alınabilir fosfor kapsamları zamana bağlı olarak azalmış ancak bu azalış kontrol uygulaması hariç genel olarak istatistiksel olarak önemli olmamıştır (Şekil 4.10). Fosfor (P), ikinci önemli makro besin elementidir. Bitkiler fosforu HPO_4^{2-} ve $H_2PO_4^-$ formunda alırlar. Genel olarak toprakların toplam fosfor kapsamı % 0.02 – 0.2 arasında olup, $8-25 \text{ mg kg}^{-1}$ alınabilir P_2O_5 değerleri ise bitki besleme açısından normal değerler olarak kabul edilmektedir (Brady ve Weil 2000). Buna göre deneme topraklarının alınabilir P_2O_5 kapsamları yeterli durumdadır. Denemede kullanılan vinasların toplam fosfor kapsamları ise %0.02-0.04 arasındadır. İnkübasyon süresine bağlı olarak tüm fosfor değerleri azalış gösterse de, artan vinas dozuna bağlı olarak toprakların alınabilir P_2O_5 kapsamları kontrole göre artış göstermesi, vinasın toprağın fosfor içeriğine etki ettiğini göstermektedir.



Şekil 4.10 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların alınabilir fosfor miktarı üzerine etkisi

Topraktaki ekstrakte edilebilir K₂O miktarı bütün vinas çeşitlerinde ve bütün doz uygulamalarında inkübasyonun son gününde başlangıç değerlerine göre düşüş göstermiştir ($P<0,05$). Kamu 2 vinas uygulamasının sadece en yüksek dozu olan 20 L da⁻¹ uygulaması ekstrakte edilebilir K₂O miktarını artırmış ve 164,3 mg kg⁻¹ ile en yüksek değere ulaşmış, ancak inkübasyonun 6. ayında bu değer kontrol değerinin altına düşmüştür (Şekil 4.11). Kamu 1 vinas uygulamasında inkübasyonun 6. ayında ekstrakte edilebilir K₂O miktarı başlangıç değerinin altına düşmüş olsa da kontrol toprağından yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). Denemede kullanılan vinasların toplam K kapsamaları %3,98-5,66, suda çözünür K kapsamaları ise %3,71-4,56 arasındadır. Mineral topraklarda bitkiler tarafından alınabilir K₂O miktarı 110-290 mg/kg arasında ise orta, 300 mg/kg'dan yüksekse bitkiler için yeterlidir şeklinde değerlendirilmektedir (FAO, 1990). Buna göre, deneme topraklarının potasyum içerikleri yeterlidir. Kontrol dahil tüm uygulamalarda toprakların potasyum içerikleri inkübasyona bağlı olarak 6. ayda azalmış olmasına karşın, özellikle yüksek vinas dozlarında potasyum kontrole göre artmıştır.

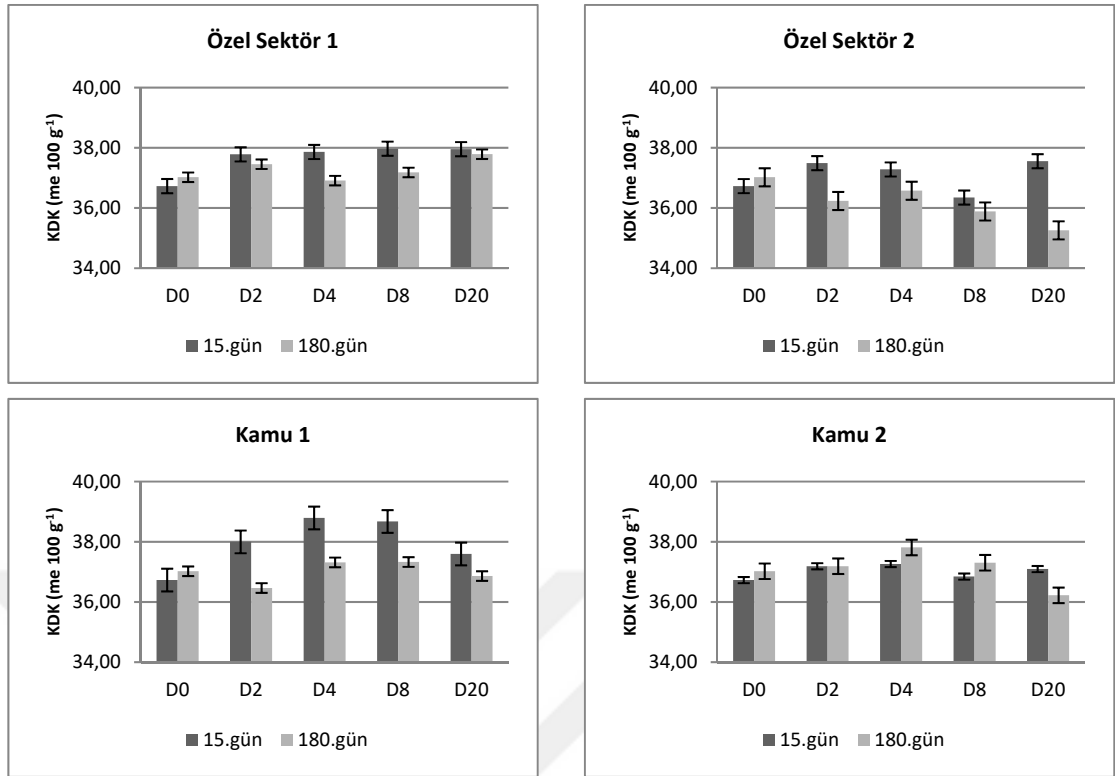


Şekil 4.11 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların ekstrakte edilebilir potasyum miktarı üzerine etkisi

4.7 Vinas Uygulamalarının Toprağın KDK ile Değişebilir Ca, Mg ve Na Miktarları Üzerine Etkileri

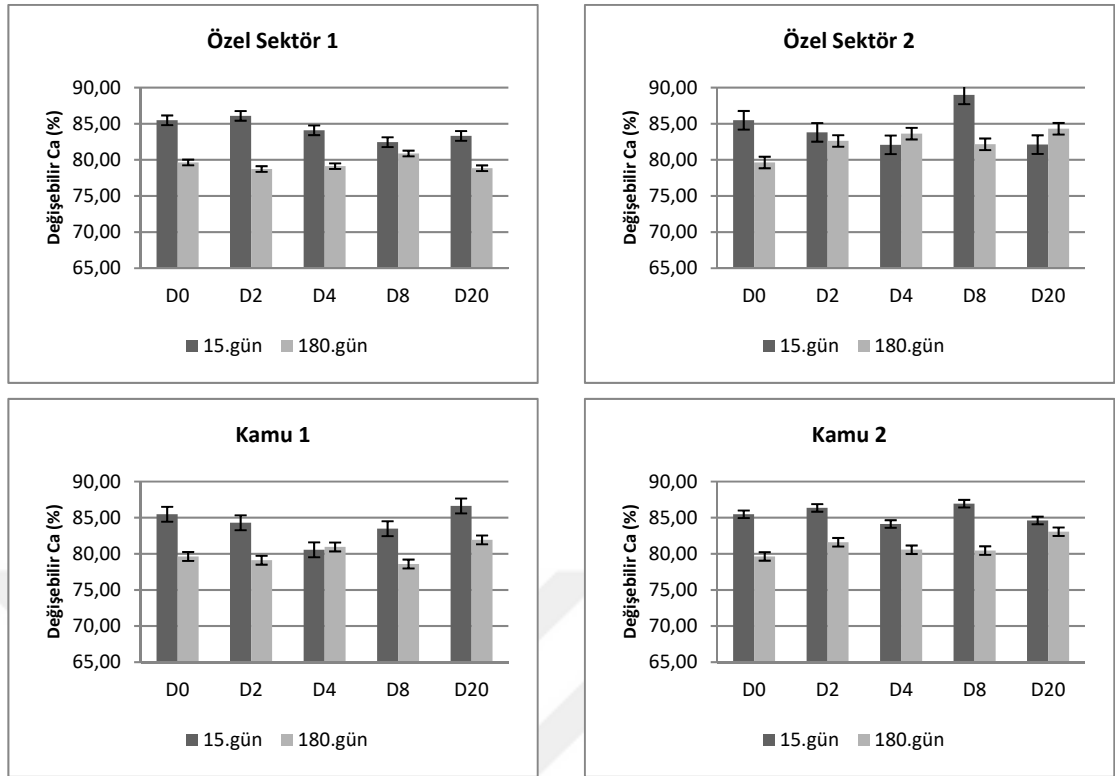
Toprakların KDK, değişebilir Ca, Mg ve Na kapsamaları, inkübasyon zamanının 15. gününde ve 180. gününde belirlenmiş ve sonuçlar Şekil 4.12– 4.15’de verilmiştir.

Toprakların KDK’lerinde meydana gelen değişimler inkübasyon süresi ve uygulama dozlarına bağlı olarak istatistiksel olarak önemli olacak şekilde etkili olmamıştır. Toprakların KDK’leri vinas uygulamalarından etkilenmemiştir (Şekil 4.12).



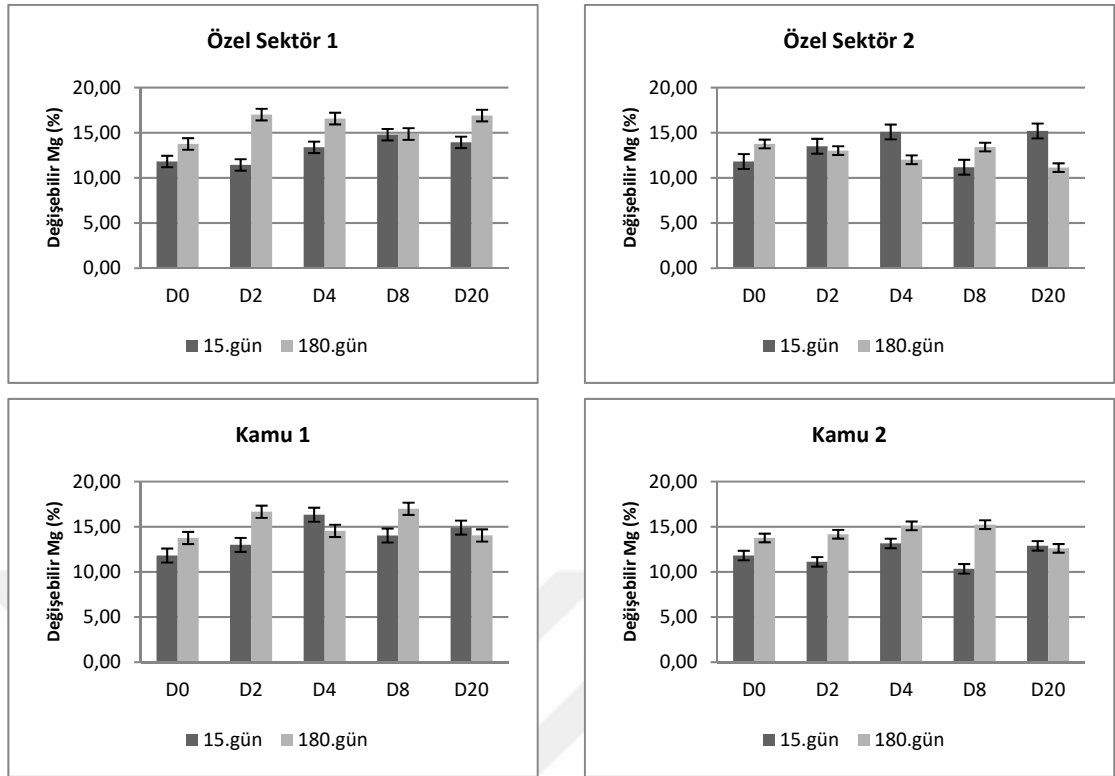
Şekil 4.12 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların katyon değişim kapasitesi (KDK) üzerine etkisi

Değişebilir Ca miktarları, uygulanan bütün vinas çeşitlerinde doza bağlı olarak istatistiksel olarak önemli sayılacak değişikliklere yol açmamıştır (Şekil 4.13). Buna karşın, bütün vinas çeşitlerinde ve uygulama dozlarında, topraktaki değişebilir Ca miktarı inkübasyon süresine bağlı olarak düşüş göstermiş ve bu azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).



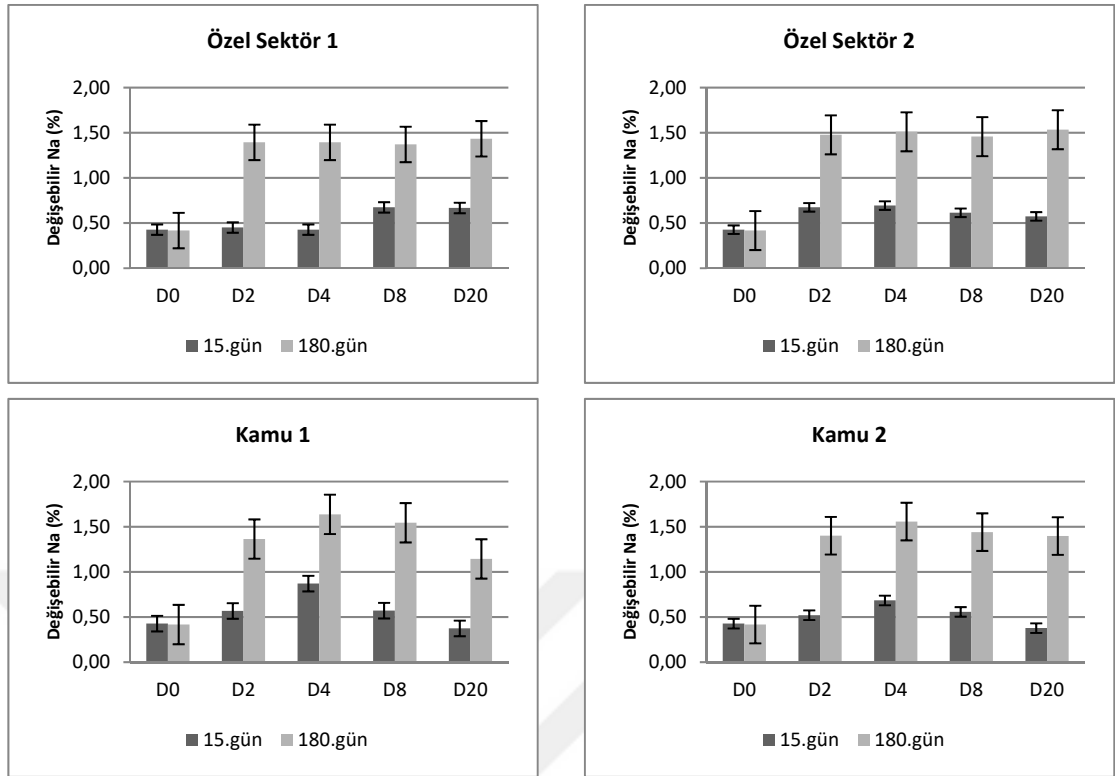
Şekil 4.13 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların değişebilir Ca üzerine etkisi

Toprakların değişebilir Mg miktarları bütün vinas uygulama dozlarında kontrole göre bir miktar fazla bulunmuş ancak dozlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Değişebilir Mg miktarının inkübasyon süresine bağlı olarak değişimi ele alındığında, Mg zamana bağlı olarak artış göstermiş, inkübasyonun 180. gününde ise değişebilir Mg, inkübasyonun 15. gününe göre bir miktar artmış olmakla birlikte sadece Özel sektör 1 vinas çeşidinin 2 L da⁻¹ dozundaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Vinas çeşit ve dozlarına bağlı olarak değişebilir Mg miktarındaki artış ve azalışlar net olarak ortaya konulamamıştır. Toprakta bulunan değişebilir Mg iyonları toplam Mg'un %5'i civarındadır. Fazla miktarda değişebilir Mg kapsamı çoğu zaman zayıf fiziksel koşullar ve yüksek pH ile ilgili (pH=9) olup sodik toprak koşullarına benzer şekilde olumsuz etki gösterebilmektedirler.



Şekil 4.14 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların değişebilir Mg'üzerine etkisi

Toprakların değişebilir Na kapsamaları, uygulanan bütün vinas çeşitlerinde ve tüm vinas dozlarında inkübasyon süresine bağlı olarak 2-3 kat artmıştır ($P<0,05$). İnkübasyonun 180. gününde uygulanan bütün vinas çeşitlerinde ve uygulanan bütün dozlarda Na miktarı kontrol değerinin üzerinde bulunmuştur ($P<0,05$). Bütün vinas çeşitleri toprağın değişebilir Na miktarını artırmıştır. İnkübasyon topraklarında belirlenen Na miktarı tehlikeli olacak sınır değer olan %15'in çok altında olsa da, uzun süreli kullanımda sodiklik sorunu oluşturabileceği akıldan çıkarılmamalı ve kullanımında dikkatli olunmalıdır.

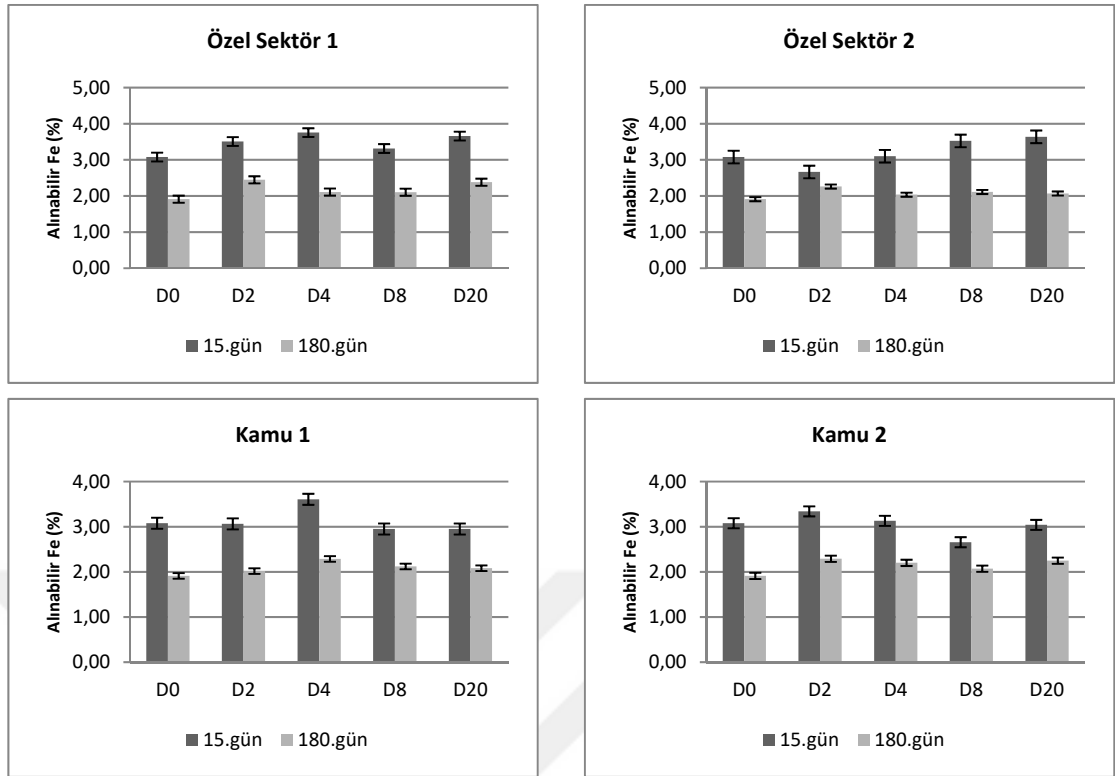


Şekil 4.15 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların değişebilir Na üzerine etkisi

4.8 Vinas Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Fe, Cu, Zn, Mn Miktarları Üzerine Etkileri

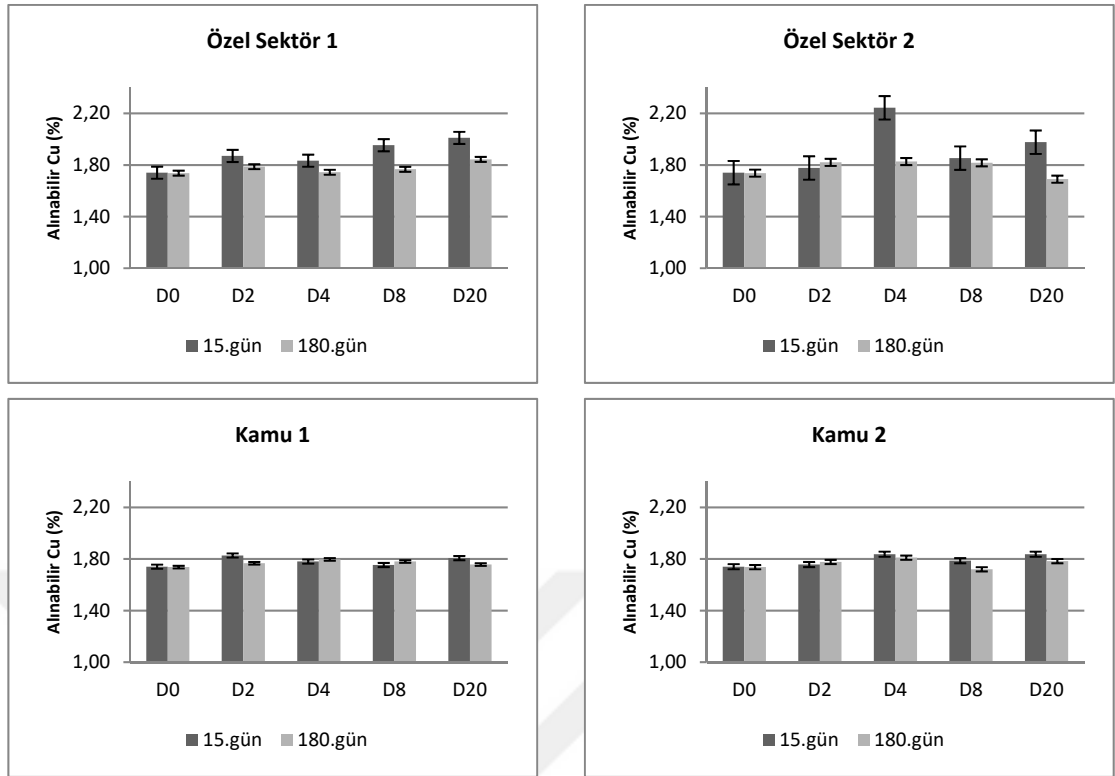
Toprakların alınabilir Fe, Cu, Zn ve Mn kapsamaları, inkübasyon zamanının 15. gününde ve 180. gününde belirlenmiş ve sonuçlar şekil 4.16 - 4.19'da verilmiştir.

Bütün vinas çeşitlerinde ve uygulanan tüm vinas dozlarında ve kontrol toprağında topraklardaki alınabilir Fe miktarı inkübasyonun 180. gününde başlangıç değerlerinin altına düşmüştür. Zamana bağlı azalış olsa da, Özel Sektör 1 ve Kamu 2 vinas uygulamalarının her iki inkübasyon süresinde de alınabilir Fe miktarları kontrole göre yüksek bulunmuştur. Benzer etkiler diğer 2 vinasçeşitinde sadece başlangıçta olmuştur ($P < 0,05$, Şekil 4.16). Toprakların alınabilir Fe içerikleri $4.5-10 \text{ mgkg}^{-1}$ olması normal değerler olarak kabul edilmektedir (Lindsay ve Norvell 1978). Buna göre toprakların alınabilir Fe içerikleri biraz düşük durumda olup, vinas uygulamalarına bağlı Fe miktarındaki artış bu açıdan önem arz etmektedir.



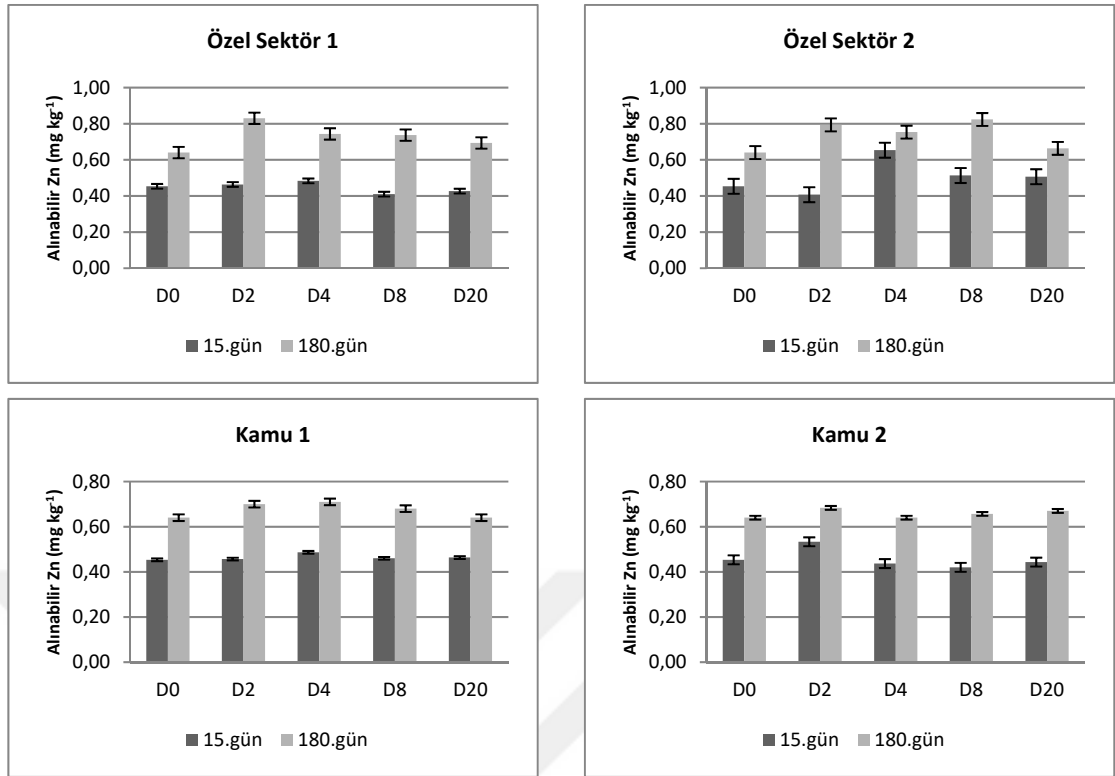
Şekil 4.16 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların alınabilir Fe üzerine etkisi

Toprakların alınabilir Cu kapsamı genel olarak inkübasyon zamanına bağlı olarak azalmıştır. Zamana bağlı Cu miktarlarındaki azalış Özel Sektör 1 vinas çeşidi dışındakilerde istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Benzer şekilde dozlara bağlı olarak vinas uygulamalarının Cu içeriğine etkileri kontrole göre kıyaslandığında, sadece Özel Sektör 1 vinas uygulama dozlarına bağlı olarak her iki inkübasyon döneminde de meydana gelen artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Özel Sektör 2 ve Kamu 2 vinas uygulamalarında ise kontrole göre alınabilir Cu kapsamlarında meydana gelen artış sadece inkübasyonun ilk döneminde önemli olmuş, 180. günde doza bağlı meydana gelen artış önemli olmamıştır (Şekil 4.17). Toprakların alınabilir Cu içerikleri $> 0,2 \text{ mg kg}^{-1}$ olması normal değerler olarak kabul edilmektedir (Follett ve Lindsay 1970). Buna göre toprakların alınabilir Cu miktarları yeterlidir.



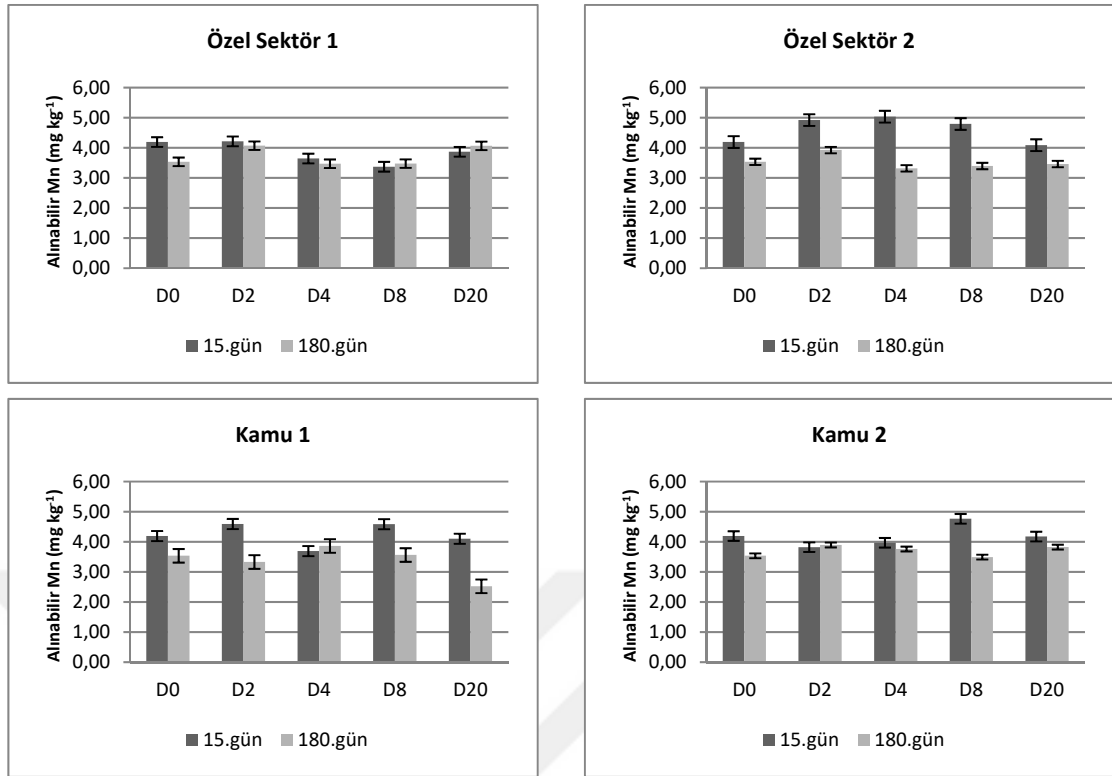
Şekil 4.17 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların alınabilir Cu üzerine etkisi

Toprakların alınabilir Zn kapsamı inkübasyonun 180. gününde başlangıç değerine göre artmış ve tüm vinas çeşitlerinin bütün dozlarında zamana bağlı artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Vinasların dozlarına bağlı olarak da toprakların alınabilir Zn değerleri kontrole göre artış göstermiş ve bu artışlar da istatistiksel olarak anlamlı olmuştur. En yüksek alınabilir Zn değeri Özel Sektör 2 vinasının 8Lda^{-1} uygulamasında $0,82\text{ mgkg}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Şekil 4.18). Toprakların alınabilir Zn içerikleri $0,7\text{-}2,4\text{ mgkg}^{-1}$ olması normal değerler olarak kabul edilmektedir (FAO1990). Buna göre toprakların alınabilir Zn miktarları yetersizdir. Vinas uygulamalarına bağlı alınabilir Zn miktarındaki artış bu açıdan önem arz etmektedir.



Şekil 4.18 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların alınabilir Zn üzerine etkisi

Toprakların alınabilir Mn içerikleri zaman ve doza bağlı olarak tüm vinas çeşitlerinde artış ve azalmalar göstermiş ancak genel olarak bu değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Özel sektör 2 ve Kamu 1 vinas uygulamalarında inkübasyon süresine bağlı olarak Mn miktarlarında meydana gelen düşüş $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Şekil 4.19). Toprakların alınabilir Mn içerikleri $14-50 \text{ mg kg}^{-1}$ olması normal değerler olarak kabul edilmektedir (FAO 1990). Buna göre toprakların alınabilir Mn miktarları yetersizdir.



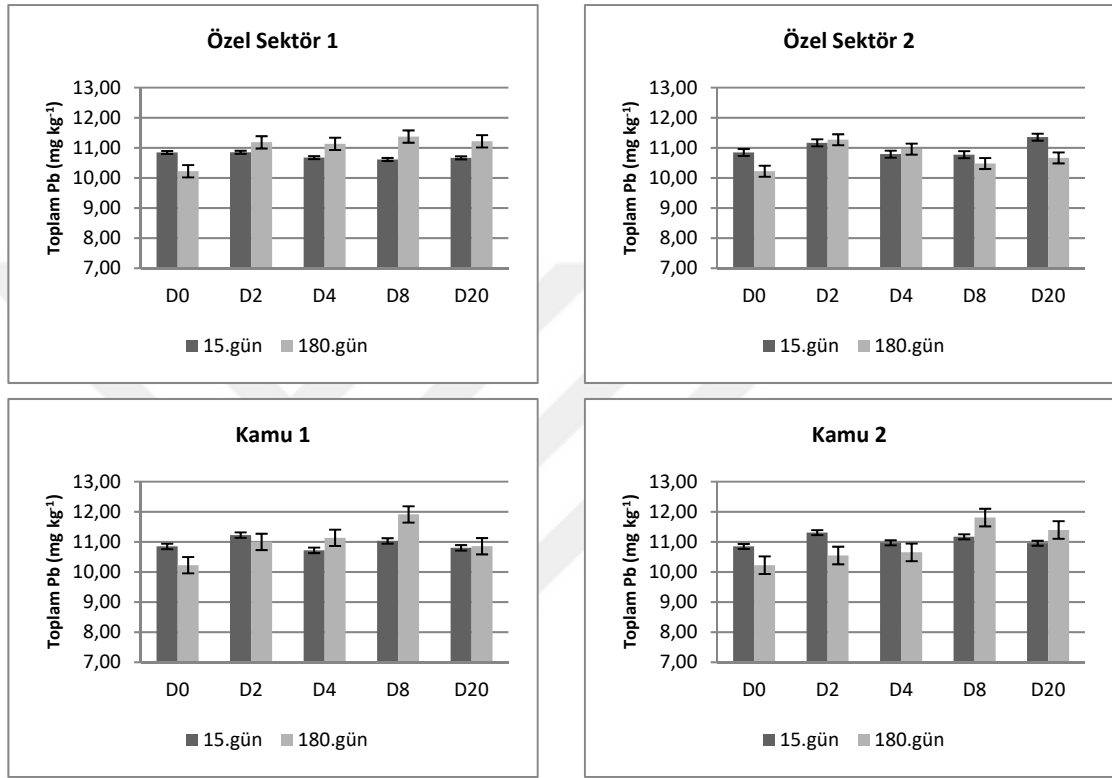
Şekil 4.19 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların alınabilir Mn üzerine etkisi

4.9 Vinas Uygulamalarının Toprağın Toplam Pb, Ni, Cr, Cd, Hg Miktarları Üzerine Etkileri

Toprakların toplam Pb, Ni, Cr, Cd ve Hg kapsamaları, inkübasyon zamanının 15. gününde ve 180. gününde belirlenmiş ve sonuçlar şekil 4.20 - 4.22’de verilmiştir. Bütün uygulamalarda toprakların toplam Cd ve Hg içerikleri okuma sınır değerinin (<0,005) altında bulunduğundan bu metallere ait sonuçlar verilmemiştir.

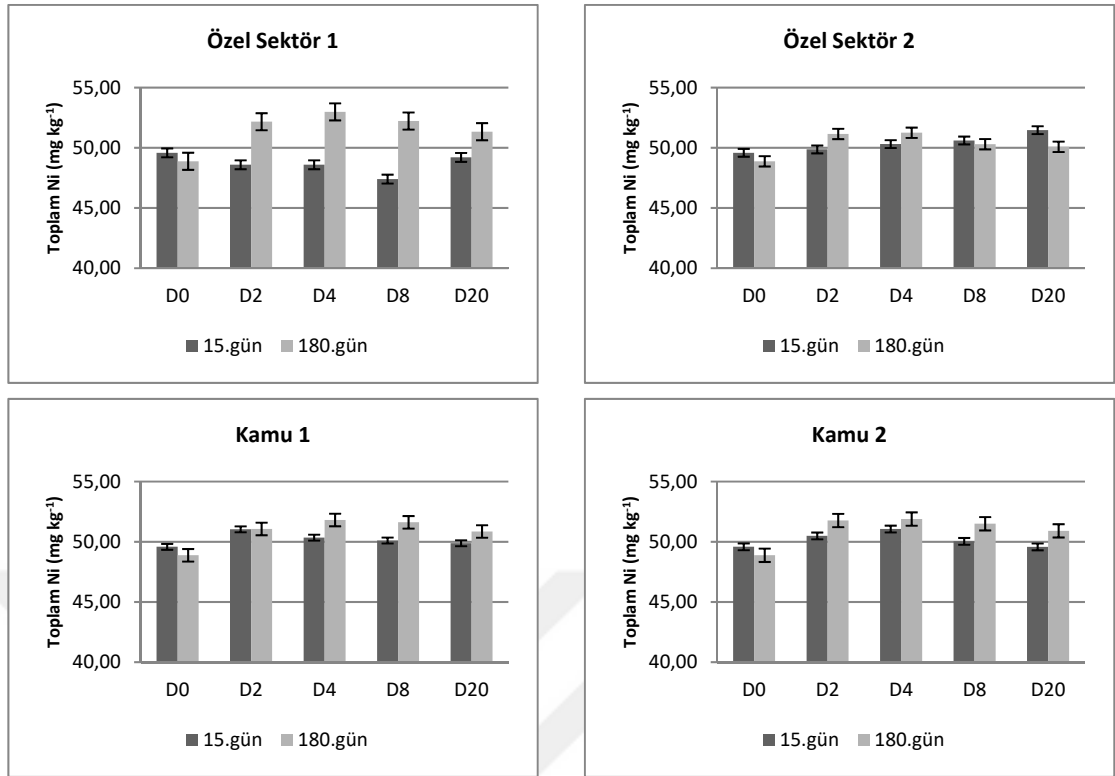
İnkübasyona tabi tutulan toprakların toplam Pb miktarı 10.22-11.91 mgkg⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Uygulanan bütün vinas çeşitlerinde ve bütün vinas dozlarında inkübasyon süresine bağlı olarak meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. İnkübasyon süresinin ilk dönemi olan 15. gününde uygulanan vinas dozlarında belirlenen Pb miktarları kontrol toprağına yakın bulunmuştur. İnkübasyonun 180. gününde ise, genel olarak artan vinas dozuna bağlı olarak toprakların Pb miktarları kontrole göre istatistiksel olarak önem arz edecek şekilde artış göstermiştir. Vinas uygulaması Pb artışına yol açsa da Pb için belirlenen toksik sınır değerin oldukça

altındadır. Toprakların toplam Pb kapsamlarına ilişkin pek çok değer bulunmaktadır. Aktaş (1991), toprakta 2-200 mgkg⁻¹ değerleri arasında toplam Pb bulunduğunu belirtirken, Schwartzman vd. (1982), podzol toprakların 30-100 mgkg⁻¹ Pb içerdiğini belirtmişlerdir. Aubert ve Pinta (1979) ise kirlenmemiş topraklarda 10-80 mgkg⁻¹ Pb saptadıklarını belirtmişlerdir.



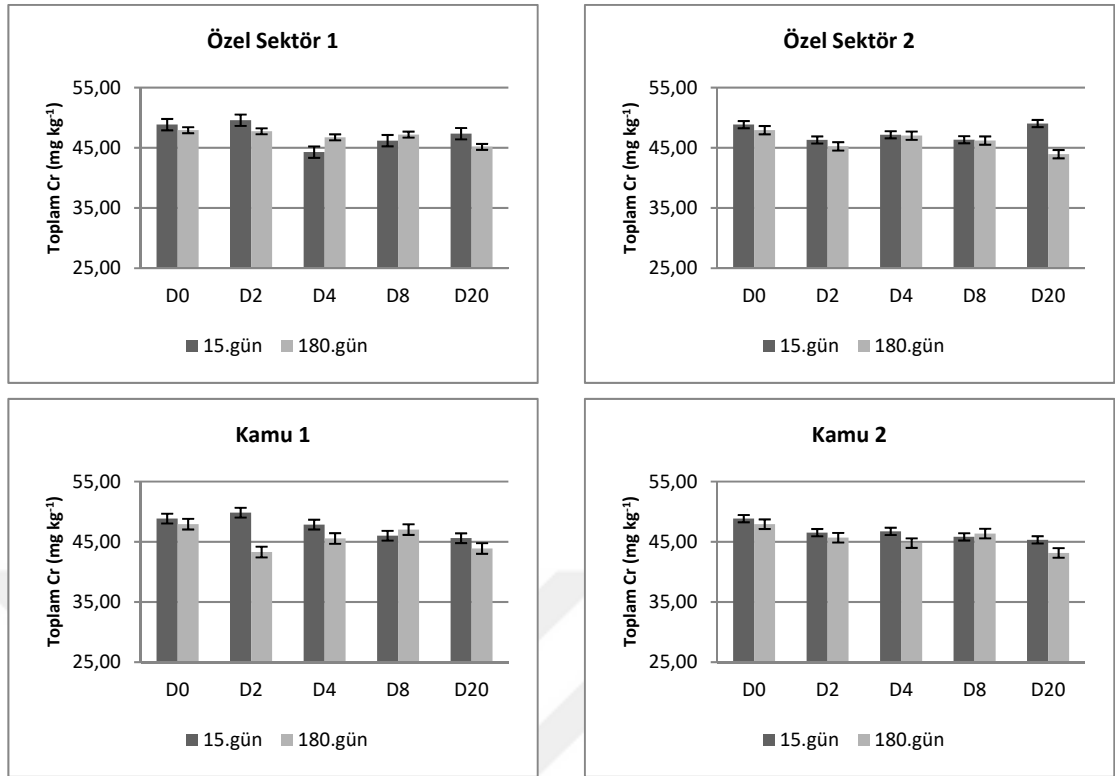
Şekil 4.20 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların toplam Pb üzerine etkisi

İnkübasyon süresince toprakların toplam Ni kapsamları bütün vinas çeşitlerinde ve bütün uygulama dozlarında inkübasyonun 180. gününde başlangıç miktarına göre artmış, Kamu 1 vinas çeşidinde bu artış biraz daha az olmuş ancak kontrole göre tüm dozlarda belirlenen Ni artışı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Toplam Ni miktarı inkübasyon döneminin başında ve sonunda analiz edilmiş ve analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesine göre her bir uygulamanın zamana bağlı değişimleri önemsiz olmuştur. Deneme topraklarının toplam Ni içerikleri 48.88-52.88 mgkg⁻¹ arasında değişmiştir. Tarım topraklarında Ni kapsamı 2-1000 mgkg⁻¹ arasında olup, ortalama değer 50 mgkg⁻¹ olarak belirtilmiştir (Kloke 1980).



Şekil 4.21 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların toplam Ni üzerine etkisi

Uygulanan bütün vinas çeşitlerinde ve tüm dozlarda topraktaki toplam Cr miktarı inkübasyonun başlangıç zamanında ve 180. gününde belirlenmiştir. Gerek uygulanan dozlar gerekse inkübasyon zamanına bağlı olarak toprakların toplam Cr miktarlarında belirlenen değişimler istatistiksel olarak anlamlı olmamıştır. Deneme topraklarında Cr, 43.14-48.84mgkg⁻¹ arasında bulunmuştur. Ana materyale göre değişmekle birlikte toprakta Cr5-100 mgkg⁻¹ arasında bulunmaktadır (Özbek vd. 1995).



Şekil 4.22 İnkübasyon denemesi uygulamalarının toprakların toplam Cr üzerine etkisi

Krom, Nikel ve Kurşun topraklarda 10-100 mgkg⁻¹ arasında bulunuyorsa bu miktarlar normal seviyeler olarak kabul edilmektedir (Mattigod ve Page 1983). Buna göre deneme toprakları Cr, Ni ve Pb bakımından sorun teşkil etmemektedir. Ancak, Pb ve Ni'invinas uygulamalarına bağlı olarak kontrole göre artması vinasın uzun süreli kullanımında dikkatli olunması gerektiğini göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarım ve Orman Bakanlığının, Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik’de “sıvı organik gübre” olarak tanımlanan vinas, özel sektör tarafından tarımsal üretim amaçlı piyasada satılmaktadır. Şilempe olarak da adlandırılan vinasın kullanımına yönelik farklı uygulama doz önerileri ve uygulama şekilleri önerilmektedir. Organik sıvı damlama ve yaprak gübresi üretimlerinde ana organik madde olarak da kullanılan vinas, azot, fosfor ve potasyum ile zenginleştirilmek suretiyle organomineral gübre yapımında da kullanılmaktadır. Kullanım alanının çok fazla olması ve kullanılan alanın tarımsal üretim olması nedeniyle vinasın toprak ve bitki üzerine etkilerinin bilinmesi önem arz etmektedir. Ülkemizde vinasın toprak özellikleri üzerine etkilerini ortaya koyan çalışma sayısı sınırlıdır. Bu çalışmada, piyasada satılan 2 farklı vinas ve kamuya ait 2 adet şeker fabrikasından çıkan vinasın toprağın kimyasal ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkileri 6 aylık inkübasyon denemesiyle belirlenmiştir.

İnkübasyon denemesinde kullanılan 4 farklı kaynaktan elde edilen vinaslar, ilgili yönetmelik kriterlerine (organik madde $>15\%$, $<0,5\%$ hidroksiprolin ve ağır metaller) uygun bulunmuştur. Vinasların tamamında potasyum yüksek, azot içerikleri ise betain içerikleri ile paralellik göstermiş olup, azotu düşük olan vinasın betain içeriği de düşük bulunmuştur. Vinasların pH’sı asidik olup, EC bakımından yüksektir.

Altı aylık inkübasyon denemesinin belirli dönemlerinde farklı vinas uygulamalarının toprakların bazı kimyasal ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkileri ortaya konulmuş ve elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Organik madde miktarı tüm dozlarda inkübasyon süresinin artışına bağlı olarak 120. günde azalmış 180. günde artış göstermiştir.

Alkali fosfataz enzim aktivitesi tüm dozlarda inkübasyon süresindeki artışa bağlı olarak 120. güne kadar yükselmiş sonrasında düşmüştür ($P<0,05$). Topraklara artan dozlarda vinas uygulaması toprağın beta glukozidaz enzim aktivitesini inkübasyonun başlarında olumlu yönde etkilemiş ancak, inkübasyonun ilerleyen dönemlerinde kontrol ile

uygulamalar arasındaki fark önemli olmamıştır. Etiketle önerilen dozların çok üzerinde olan 20 Lda⁻¹ uygulama dozunda ise tüm zamanlarda ve bütün vinas çeşitlerinde beta glukozidaz aktivitesi diğer dozlara nazaran beta glikosidaz enzim aktivitesini olumsuz etkilemiştir.

Artan doza bağlı olarak CO₂ çıkışı artış göstermiş, inkübasyon zamanına bağlı olarak azalmış ve 180. gününde başlangıç zamanının altında CO₂ çıkışı belirlenmiştir. Vinasuygulanmış toprakların biyokütle karbon içerikleri, kontrol toprağına göre daha fazla olmuştur. Deneme topraklarında vinasın uygulandığı topraklarda gözlenen mikrobiyal biyokütle C'u ve CO₂ çıkışındaki artış, genellikle kısmen kolaylıkla ayrışabilen besin içeren substratların girişine bağlanabilir.

Toplam N bütün vinas çeşidi ve doz uygulamalarında inkübasyon süresine bağlı olarak azalmış ve zamana bağlı tüm uygulamalarda meydana gelen azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05). Artan vinas dozuna bağlı olarak toprakların alınabilir P₂O₅ kapsamı kontrole göre artış göstermiş, inkübasyon süresine bağlı olarak ise azalmıştır. Kontrol dahil tüm uygulamalarda toprakların ekstrakte edilebilir potasyum içerikleri inkübasyona bağlı olarak 6. ayda azalmış olmasına karşın, özellikle yüksek vinas dozlarında K değerleri kontrole göre artmıştır.

Tüm vinas çeşitlerinin uygulanan tüm dozlarında, inkübasyon süresi olan 6 aylık sürede toprakların pH'sı düşmüş, toprakların EC değerleri ise artan doza ve zamana bağlı olarak artış göstermiştir.

Toprakların KDK'ları vinas uygulamalarından etkilenmemiştir. Değişebilir Ca miktarı inkübasyon süresine bağlı olarak tüm vinas uygulamalarında azalmış ve bu azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Vinas çeşit ve dozlarının değişebilir Mg üzerine etkisi olmamıştır. Bütün vinas çeşitleri toprağın değişebilir Na miktarını istatistiksel olarak önemli olacak düzeyde artırmış, toprakta belirlenen Na miktarı tehlikeli sınır değer olan %15'in çok altında olsa da, uzun süreli kullanımda sodiklik sorunu oluşturabileceği akıldan çıkarılmamalı ve kullanımında dikkatli olunmalıdır.

Uygulanan bütün vinas çeşitlerinde ve bütün vinas dozlarında inkübasyon süresine bağlı olarak toplam Pb'da meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemli

bulunmamıştır. İnkübasyon süresince toprakların toplam Ni kapsamı bütün vinas çeşitlerinde ve bütün uygulama dozlarında başlangıç miktarına göre artmış ve kontrole göre tüm dozlarda belirlenen Ni artışı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Gerek uygulanan dozlar gerekse inkübasyon zamanına bağlı olarak toprakların toplam Cr miktarlarında belirlenen değişimler istatistiksel olarak anlamlı olmamıştır. Toprakların tamamında belirlenen toplam Cd ve Hg miktarları okuma değerlerinin ($<0,005$) altında bulunmuştur.

Bütün vinas çeşitlerinde ve uygulanan tüm vinas dozlarında ve kontrol toprağında, alınabilir Fe miktarı inkübasyonun 180. gününde başlangıç değerlerinin altına düşmüştür. Zamana bağlı olarak alınabilir Fe miktarlarında azalış olsa da, Özel Sektör 1 ve Kamu 2 vinas uygulamalarının her iki inkübasyon süresinde de alınabilir Fe miktarları kontrole göre yüksek bulunmuştur. Toprakların alınabilir Cu kapsamı genel olarak inkübasyon zamanına bağlı olarak azalmıştır. Zamana bağlı Cu miktarlarındaki azalış Özel Sektör 1 vinas çeşidi dışındakilerde istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Toprakların alınabilir Zn kapsamı inkübasyonun 180. gününde başlangıç değerine göre artmış ve tüm vinas çeşitlerinin bütün dozlarında zamana ve dozlara bağlı olarak meydana gelen artışlar istatistiksel olarak anlamlı olmuştur. Toprakların alınabilir Mn içerikleri zaman ve doza bağlı olarak tüm vinas çeşitlerinde artış ve azalmalar göstermiş olup, genel olarak bu değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Asidik özellikte, yüksek EC değerine sahip, potasyum içeriği yüksek, BOİ, KOİ içeriği düşük, ilgili yönetmelik kriterlerine uygun organik madde ve ağır metal içeriğine sahip vinaslar, inkübasyon denemesi topraklarının pH değerlerini artan doza bağlı olarak düşürmüş, EC değerlerini ise doza ve zamana bağlı olarak artırmıştır. Toprakların tuzlaşma olasılığına karşı vinasın kullanılmasında dikkat edilmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra, toprakların makro ve mikro elementler ile ağır metallerin toplam ve alınabilir miktarları üzerine farklı etkilerde bulunan vinas, potasyum, demir ve çinko miktarlarının artırmak suretiyle olumlu etki etmesine karşın, toprağın değişebilir Na ve toplam Ni miktarlarını da artırmış olması nedeniyle uzun süreli ve yüksek dozlarda kullanımında dikkatli olunması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Aktaş, M. 1995. Bitki besleme ve toprak verimliliği. A.Ü. Ziraat Fak. Yayın No: 1429, Ders Kitabı: 416, Ankara.
- Alotaibi, K.D. ve Schoenau J.J. 2011. Enzymatic activity and microbial biomass in soil amended with biofuelproduction byproducts. *Applied Soil Ecology*, 48, 227-235.
- Alotaibi, K.D. ve Schoenau J.J. 2018. The effect of thin stillage on the chemical and biological properties of aChernozem in Western Canada. *Geoderma Regional*, 12, 65-71.
- Alves, P.R.L., Luz, T.N., Sousa, J.P., Cardoso, E.J.B.N. 2015. Ecotoxicological characterization of sugarcane vinasses when applied to tropical soils. *Science of the Total Environment*, 526, 222–232.
- Anonim. 1997. Hidroksiprolin Muhtevası Tayini. TS 6236 ISO 3496. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim. 2009. Tamponlanmış DTPA Çözeltisi Yardımıyla Eser Elementlerin Özütlenmesi. TS ISO 14870. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim.2010a.Web Sitesi:<https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/biyogaz%20kilavuzu%20pdf.pdf>, Erişim Tarihi: 01.03.2019
- Anonim. 2010b. Gübreler-Devarda Yöntemine Göre Nitrik ve Amonyak Azotu Tayini. TS EN 15476. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Anonim. 2010c. Gübreler-Üredeki Toplam Azotun Tayini. TS EN 15478. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim. 2010d. Gübreler-Amonyak Azotu Tayini. TS EN 15475. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim. 2018a. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Sektör Raporu. Ankara.
- Anonim. 2018b Web Sitesi: <https://www.tarimorman.gov.tr/TADB/Menu/23/Alkol-Ve-Alkollu-Ickiler-Daire-Baskanligi>, Erişim Tarihi: 29.07.2019.
- Anonim. 2018c Web Sitesi:<https://www.tarimorman.gov.tr/TADB/Link/38/Resmi-Istatistikler>, Erişim Tarihi: 29.07.2019.
- Anonymous. 1992.Standard Methods. SM 4110-Determination of Anions by Ion Chromatography. American Public Health Association.
- Anonymous. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists.USA.

- Anonymous. 1996. EPA Method 3050B- Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils. Environmental Protection Agency. USA.
- Anonymous. 2011a. Standard Methods. SM 5210B-Biochemical Oxygen Demand (BOD). American Public Health Association.
- Anonymous. 2011b. Standard Methods. SM 5220 B-Chemical Oxygen Demand (COD). American Public Health Association.
- Ar, F. 2012. Biyoetanol kullanım zorunluluğunun Türk Ekonomisine Yaratacağı Etkiler, Türkiye 12. Enerji Kongresi, 14-16 Kasım 2012, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Ankara
- Arafat, S. ve Yassen, A.E. 2002. Agronomic evaluation of fertilizing efficiency ofvinasse, 17th World Congress of Soil Science (WCSS), 14-21 August, Paper No:1991, Bangkok, Tailand.
- Arimi, M.M., Zhang, Y., Götz, G., Kiriamiti, K., Geiben, S.U. 2014. Antimicrobial Colorants in Molasses Distillery Wastewater and Their Removal Technologies. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 87, 34-43.
- Arimi, M.M., Zhang, Y., Geiben, S.U. 2015. Color removal of melanoidin-rich industrial effluent by naturalmanganese oxides. *Separation and Purification Technology*, 150, 286–291.
- Aubert, H. and Pinta, M. 1979. Trace metals in soil. Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam.
- Barbosa, E.A., Arruda, F.B., Pires, R.C.M., Tonny J. A. Silva, T.J.A., Sakai, E. 2012. Sugarcane Fertirrigated With Mineral Fertilizer And Vinasse Under Subsurface Drip Irrigation During Four Cycles, International Conference of Agricultural Engineering, 8-12 July, P-0756, Valencia, Spain.
- Benitez, F.J., Real, F. J., Acero, J.L., Garcia, J., Sanchez, M. 2003. Kinetics of the ozonation and aerobic biodegradation of wine vinasses in discontinuous and continuous processes. *Journal of Hazardous Materials*, B101, 203–218.
- Biswas, A.K., Mohanty, M., Hati, K.M., Misra A.K. 2009. Distillery effluents effect on soil organiz carbon and aggregate stability of a Vertisol in India. *Soil Tillage Research* 104, 241-246.
- Blake, G.R., Hartge, K.H. 1986. Bulk Density and Particle Density. In *Methods of Soil Analysis, Part I, Physical and Mineralogical Methods*. ASA and SSSA Agronomy Monograph (2nd ed) no 9, 363-381, Madison.
- Bol, R., Kandeler, E., Amelung, W., Glaser, B., Marx, M.C., Preedy, N., Lorenz, K. 2003. Short-term effects of dairy slurryamendmenton carbon sequestration andenzyme activities in a temperate grassland. *Soil Biol. Biochem.* 35, 1411–1421.

- Bouyoucoucous, G.O. A., 1951. Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43, 434-38.
- Bower C.A., Reitemeier, R.F., Fireman M. 1952. Exchangeable Cation Analysis of Saline and Alkali Soils. *Soil Science*, 73, 251-261.
- Brady, N.C, Weil, R.R. 2002. *The Nature And Properties Of Soils*. 13th Edition, Prentice Hall, New Jersey.
- Bremner, J.M., 1965. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Ed. C.A. Black Amer. Soc. Of Agron. Inc. Pub. Agron. Series No: 9. Madison, Wisconsin, USA.
- Cardona, C., Sanchez, O. 2007. Fuel ethanol production: Process design trends and integration opportunities. *Bioresource Technology*, 98, 2415–2457.
- Cemeroğlu, B. 2010. *Gıda Analizleri, Gıda Teknolojileri Derneği Yayınları*, No: 34, 657, Ankara.
- Chandra, R., Bharagava, R.N., Rai, V. 2008. Melanoidins as major colourant in sugarcane molasses based distillery effluent and its degradation. *Bioresource Technology*, 99, 4648–4660.
- Chen, T.H.H. Murata, N. 2008. Glycine betaine: an effective protectant against abiotic stress in plants. *Trends Plant Sci.* 13, 499–505.
- Chowdhary, P., Raj, A., Bharagava, R.N. 2018. Environmental pollution and health hazards from distillery wastewater and treatment approaches to combat the environmental threats. *Chemosphere*, 194, 229-246.
- Christoforetti, C.A., Escher, J.P., Correia, J.E., Marinho, J.F.U., Fontanetti, C.S. 2013. Sugarcane vinasse: Environmental implications of its use. *Waste Management*, 33, 2752–2761.
- Cibis, E., Luty, A.R., Krzywonos, M., Lutoslawski K., Miskiewicz, T. 2011. Betaine removal during thermo- and mesophilic aerobic batch biodegradation of beet molasses vinasse: Influence of temperature and pH on the progress and efficiency of the process, *Journal of Environmental Management*, 92, 1733-1739.
- Coca, M., Garcia, M.T., Gonzalez, G., Pena, M., Garcia, J.A. 2004. Study of coloured components formed in sugar beet processing, *Food Chem.*, 86, 421–433.
- Decloux, M., Bories, A., 2002. Stillage Treatment in the French Alcohol Fermentation Industry. *Int. Sugar J.* 104, 509–517.
- Diamant, S., Eliahu, N., Rosenthal, D., Goloubinoff, P. 2001. Chemical Chaperones Regulate Molecular Chaperones In Vitro And In Cells Under Combined Salt And Heat Stresses. *J Biol Chem* 2001;276:39586–91.

- Diaz-Ravina, M., Acea, M.J., Carballas, T., 1993. Microbial biomass and its contribution to nutrient concentration in forest soils. *Soil Biology and Biochemistry* 25, 25–31.
- Eissa, M. A. 2016. Effect of sugarcane vinasse and EDTA on cadmium phytoextraction by two saltbush plants. *Environ Sci Pollut Res.*, 6261-9.
- Eivazi, F., Zakaria, A. 1993. β -Glucosidase in Soil Amended with Sewage Sludge. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 43 (2):155-161.
- Espana-Gamboa, E., Mijangos-Cortes, J., Barahona-Perez, L., Dominguez-Maldonado, J., Hernández-Zarate, G., Alzate-Gaviria, L. 2011. Vinasse: characterization and treatments. *Waste Manage*, 29, 1235–1250.
- FAO, 1990. Micronutrients Assessment at the Country Level. p. 1-208. An International Study (M. Sillanpää, ed.), FAO Soil Bulletin 63. Published by FAO, Roma, Italy.
- Fauci, M.F., Dick, R.P., 1994. Plant Response to Organic Amendments and Decreasing Inorganic Nitrogen Rates an Soils From a Long-Term Experiment. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58, 134–138.
- Fersiz, S., Veli, S., Türker, M., Dağışan, L. 2013. Arıtma Çamuru ve Vinas Kompost Karışımı Kinetiğinin İncelenmesi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3 (2), 26-33.
- Filho Orlando, J., Glória, N.A., 1983. Aplicação de vinhaça como fertilizante. *Boletim Técnico do Planalsucar*, 5, 5–38.
- FitzGibbon, F., Singh, D., McMullan, G., Marchant, R., 1998. The effect of phenolics acids and molasses spent wash concentration on distillery wastewater remediation by fungi. *Process Biochem.* 33, 799–803.
- Follett, R.H., Lindsay, W.L., 1970. Profile Distribution of Zinc, Iron, Manganese, and Copper in Calorodo Soils. *Calorodo Exp. Sta. Tech.* Walsh and Bealon, Soil Sci Soc. of Am. Inc. Medison, Winconsin, USA.
- Garcia, C. ve Hernandez, T., 1996. Effect of Bromecil and Sewage Sludge Addition on Soil Enzymatic Activity. *Soil Sci. and Plant Nutrition.* 42 (1): 191- 195.
- Gemtos, T., Chouliaras, N., Marakis, S. 1999. Vinasse rate, time of application and compaction effect on soil properties and durum wheat crop. *J. Agric. Eng. Res.*, 73, 283-296.
- Hati, K., Biswas, A., Bandyopadhyay, K., Misra, A. 2007. Soil properties and crop yieldson a vertisol in India with application of distillery effluent. *Soil Tillage Res.*, 92,60–68.
- Hoffmann, C.M., Marlander, B. 2005. Composition of harmful nitrogen in sugar beet (*Beta vulgaris* L.)—amino acids, betaine, nitrate—asaaffected by genotype and environment. *Europ. J. Agronomy*, 22, 255–265.

- Isaac, R.A. and Johnson, W.C., Jr. 1998. Elemental Determination by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry. P.165-170. In: Y.P. Kalra (eds), Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA
- Isermeyer, H. 1952. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der karbonate im Boden. Z Pflanzenernah Bodenk 56: 26-38
- Jackson, M.L. 1962. Soil chemical analysis. Prentice Hall Inc. Englewood. Cliffs, N.J
- Jiang, Z., Li, Y.R., Wei, G.P., Liao, Q., Su, T.M., Meng Y.C., Zhang, H.Y., Lu, C.Y. 2012. Effect of Long-Term Vinasse Application on Physico-chemical Properties of Sugarcane Field Soils. Sugar Tech, 14(4), 412–417.
- Kacar, B. 2009. Toprak Analizleri. Yayın No: 1387, Fen Bilimleri: 90. Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara.
- Kacar, B. Kütük, C. 2009. Gübre Analizleri. Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi Yayınları, 382, Ankara.
- Kaushik, A., Nisha, R., Jagjeeta, K., Kaushik, C.P. 2005. Impact of long and short term irrigation of a sodic soil with distillery effluent in combination with bioamendments. Bioresource Technology, 96, 1860-1886.
- Kaya, M., Şanlı, A., Küçük yumruk, Z., Kara, B., Erdal, İ. 2007. Organik Gübre Olarak Kullanılan Şilempenin Nohut (*Cicer arietinum* L.)’ta Verim ve Bazı Verim Öğeleri Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(3), 212-218.
- Kloke, A. 1980. Orientierungstaden für tolerierbare gesamtghalte einiger elemente in kulturboden. (Richwerte 80). Biologische Bundesantait for Land und Forstwirtschaft, Berlin.
- Kuzyakov, Y., Friedel, J.K., Stahr, K., 2000. Review of mechanisms and quantification of priming effects. Soil Biol. Biochem. 32, 1485–1498.
- Leal, J.R., Amaral Sobrinho, N.M.B., Velloso, A.C.X., Rossiello, R.O.P. 1983. Potencial redox e pH: variação em um solo tratado com vinhaça. Rev. Bras. Ciênc. Solo 7, 257–261.
- Lindsay, W.L. ve Norvell, W.A. 1978. Development of DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Sci. Soc. of Amer. J., 42: 421-428.
- Madejon, E., Lopez, R., Murillo, J.M., Cabrera, F. 2001. Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: effect on crops and chemical properties of a Cambisol soil in the Guadalquivir river valley (SW Spain). Agriculture, Ecosystems and Environment, 84, 55–65

- Mattigod, S.V. ve Page, A.L., 1983. Assesment of metal pollutlon in soils. Pages 35S - 394 iri I. Thornton, £d. Applied environmental geochemistry. Acedemic Press. London.
- Meriç, Ş. 2010. Mısırdan Elde Edilmiş DDGS’lerin Bazı Kalite Ve Risk Kriterleri Yönünden İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Murillo, J.M., Cabrera, F., Lopez, R., Martin-Olmedo, P. 1998. Sunflower Response to the Application of a Concentrated Beet Vinasse. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 29, 643-655.
- Naseby, D.C. ve Lynch J.M. 1997. Rhizopshere soil enzymes as indicators of perturbation caused by enzyme substrate addition and inoculation of a genetically modified strain of *Pseudomonas fluorescens* on wheat seed. Soil Biology & Biochemistry, 29, 1353-1362.
- Navarro, A.R., Sepulveda, M.C., Rubio M.C. 2000. Bio-concentration of vinasse from the alcoholic fermentation of sugar cane molasses. Waste Management, 20, 581-585.
- Nishio, N., Nakashimada, Y. 2007. Recent development of anaerobicdigestion processes for energy recovery from wastes. Journal ofBioscience and Bioengineering,103(2), 105–112.
- Olsen, S., Cole ,C., Watanabe, F., Dean, L. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular Nr 939, US Gov. Print. Office, Washington, D.C.
- Oruç N., Gök, M. 1990. Eskişehir Şeker-Alkol Fabrikası Sıvı Atığı Şlempenin Tarım Topraklarında Yarattığı Kirlilik, Çevre Biyolojisi Sempozyumu, Hacettepe Üni.17-19 Ekim 1990.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M ve Kaptan, H., 1995. Toprak Bilimi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Genel Yayın No: 73 Ders Kitapları Yayın No:16, Adana.
- Pant, D.,Adholeya, A. 2007. Biological approaches for treatment of distillery wastewater: A review. Bioresource Technology, 98, 2321–2334.
- Parnaudeau, V., Condom, N., Oliver, R., Cazevieille, P., Recous, S. 2008. Vinasse organic matter quality and mineralization potential, as influenced by raw material, fermentation and concentration processes. Bioresource Technology, 99, 1553–1562.
- Penatti, C.P., Cambria, S., Boni, P.S., Arruda, F.C.O., Manoel, L.A., 1999. Efeitos daaplicação da vinhaça e nitrogênio na soqueira da cana-de-açúcar. BoletimTécnico Coopersucar, 44, 32–38

- Pratt, P. F. 1965. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. Ed. C. A. Black. Amer. Soc. of Agron. Inc. Puc. Agron.
- Resende, A.S., Xavier, R.P., Oliveira, O.C., Urquiaga, S., Alves, B.J.R., Boddey, R.M. 2006. Long-term effects of pre-harvest burning and nitrogen and vinasse applications on yield of sugar cane and soil carbon and nitrogen stocks on a plantation in Pernambuco. *Plant and Soil*, 281, 339–351.
- Richards, L. A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agriculture Handbook 60, Washington D. C.
- Rivoira, L., Studzińska, S., Młyńska M.S., Bruzzoniti, M.C., Buszewski, B. 2017. New approaches for extraction and determination of betaine from *Beta vulgaris* samples by hydrophilic interaction liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Anal Bioanal Chem*, 409, 5133–5141.
- Ros, M., Pascual, J.A., Garcia, C., Hernandez, M.T., Insam, H. 2006. Hydrolase activities, microbial biomass and bacterial community in a soil after long-term amendment with different composts. *Soil Biol. Biochem.*, 38, 3443–3452.
- Santana, V.S., Machado, N.R.C.F. 2008. Photocatalytic degradation of the vinasse under solar radiation. *Catalysis Today*, 133–135, 606–610.
- Santos, M., Diánez, F., Cara, M., Tello, J.C. 2008. Possibilities of the use of vinasses in the control of fungi phytopathogens. *Bioresource Technology* 99, 9040–9043.
- Satyawali, Y., Balakrishnan, M. 2008. Wastewater treatment in molasses-based alcohol distilleries for COD and color removal. *Journal of Environmental Management*, 86, 481–497.
- Silva, A., Rossetto, R., Bonnecine, J., Piemonte, M., Muraoka, T. 2013. Net and Potential Nitrogen Mineralization in Soil with Sugarcane Vinasse. *Sugar Tech*, 15(2), 159–164.
- Silva, A., Rossetto, R., Bombecini, J., Piemonte, M., Muraoka, T. 2014. Nitrogen Mineralization From Sugarcane Vinasse. *Journal of Plant Nutrition*, 37, 1227–1236.
- Singh, J.S., Raghubanshi, A.S., Singh, R.S., Srivastava, S.C. 1989. Microbial biomass acts as a source of plant nutrients in dry tropical forest and savanna. *Nature*, 338, 499–500.
- Singh, A.B., Biswas, A.K., Pamana, S. 2003. Effect of distillery effluents on plant and soil enzymatic activities and groundnut quality. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 166, 345–347.
- Smith, J.L., Paul, E.A., 1990. The significance of soil microbial biomass estimations. In: Bollag, J.M., Stotzky, G. (Eds.), *Soil Biochemistry*, Marcel Dekker, New York, pp. 357–396.

- Stemme, K., Gerdes, B., Harms, A., Kamphues, J. 2005. Beet-vinasses (condensed molasses solubles) as an ingredient in diets for cattle and pigs – nutritive value and limitations. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 89, 179–183.
- Schwartzman, D., Kasim, M., Stieff, L., James H. Johnson. 1987. Quantitative Monitoring Of Airborne Lead Pollution By A Foliose Lichen. *Water, Air And Soil Pollution*. 32: 3-4, 363–378.
- Tejada, M ve Gonzalez, J.M. 2005. Beet vinasse applied to wheat under dryland conditions affect soil properties and yield. *Europ.J. Agronomy*, 23, 336-347.
- Tejada, M., Moreno, J.L., Hernandez, M.T., Garcia, C. 2007. Application of two beet vinasse forms in soil restoration: Effects on soil properties in an arid environment in southern Spain. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 119, 289–298.
- U.S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *Agricultural Handbook No: 60-USDA*.
- Waliszewski, K.N., Romero, A., Pardio, V.T. 1997. Use of cane condensed molasses solubles in feeding broilers. *Animal Feed Science Technology*, 67, 253-258.
- Wilkie, A., Riedesel, K., Owens, J. 2000. Stillage characterization and anaerobic treatment of ethanol stillage from conventional and cellulosic feedstocks. *Biomass and Bioenergy*, 19, 63–102.
- Yang, S.D., Liu, J.X., Wu, J., Tan, H.W. Li, Y.R., 2013. Effects of vinasse and press mud application on the biological properties of soils and productivity of sugarcane, *Sugar Tech*, 15(2), 152–158.
- Yesilada, E. 1999. Genotoxic Activity of Vinasse and Its Effect on Fecundity and Longevity of *Drosophila melanogaster*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 63, 560-566.
- Yıldız, M., Terzi H., Cenkci, S., Arıkan Terzi, S., Uruşak, B. 2010. Bitkilerde Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik ve Biyokimyasal Markörleri. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 1-33.