



T.C.

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LEONARDİT, GİDYA VE KOMPOSTUN AMONYUM
(NH₄) SORPSİYON KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ

KÜBRA DİŞKAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2021

T.C.

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**LEONARDİT, GİDYA VE KOMPOSTUN AMONYUM
(NH₄) SORPSİYON KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ**

KÜBRA DIŞKAYA

Bu tez,

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS

derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2021

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışma orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Kübra DİŞKAYA



LEONARDİT, GİDYA VE KOMPOSTUN AMONYUM (NH₄) SORPSİYON KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

KÜBRA DIŞKAYA

ÖZET

Leonardit ve kompost toprak düzenleyicisi olarak kullanılmakta olup gıdya ise asit topraklar için uygun bir materyaldir. Aynı zamanda söz konusu materyaller farklı içerikli organomineral gübre üretiminde kullanılabilir. Azot bitkilerin en fazla ihtiyaç duyduğu makro bitki besin elementlerinden birisidir. Bu çalışmanın amacı, organomineral gübre yapımında kullanılan gıdya, leonardit ve kompostun NH₄ sorpsiyon özelliklerini belirlemektir. Sorpsiyon çalışmaları laboratuvar koşullarında yürütülmüştür. Optimum adsorpsiyon koşullarını belirlemek için sorpsiyonu etkileyen faktörlerden pH, tanecik boyutu, sıcaklık, çalkalama süresi ve çalkalama süresinin etkisi araştırıldı. Daha sonra belirlenen optimum koşullarda Langmuir izotermi kullanılarak maksimum sorpsiyon kapasitesi belirlenmiştir. Denge çözeltisi ile sorbe olan NH₄ arasındaki ilişkilerin R² değeri 0.95'ten yüksektir. Elde edilen verilerin Langmuir izotermi ile değerlendirilebileceğini göstermektedir. Langmuir izotermine göre maksimum NH₄-N sorpsiyon kapasitesi (q_m) leonardit için 13.49 mg g⁻¹, gıdya için 23.43 mg g⁻¹ ve kompost için 32.6 mg g⁻¹ bulunmuştur. Elde edilen veriler dikkate alındığında, 1 kg leonarditin 13.49 gr NH₄-N kg⁻¹, gidyanın 23.43 gr NH₄-N kg⁻¹, kompostun ise 32.6 gr NH₄-N kg⁻¹ tutabileceği görülmektedir. Azot (NH₄) içeren organomineral gübre üretiminde bu temel verilerin kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Leonardit, gıdya, kompost, amonyum, sorpsiyon

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Mart/2021

Danışman : Prof. Dr. Kadir SALTALI

Sayfa sayısı : 19

**DETERMINATION OF AMMONIUM (NH₄) SORPTION CAPACITY OF
LEONARDITE, GYTTJA AND COMPOST**

(MASTER THESIS)

KÜBRA DIŞKAYA

ABSTRACT

Leonardite and compost are used as soil conditioners, and gitya is a suitable material for acid soils. At the same time, these materials can be used in the production of organomineral fertilizers with different content. Nitrogen is one of the macro plant nutrients that plants need most. The aim of this study is to determine NH₄ sorption properties of gidya, leonardite and compost used in organomineral fertilizers. Sorption studies were carried out under laboratory conditions. In order to determine the optimum sorption conditions, the effects of pH, particle size, temperature and shaking time were investigated. Then, the maximum sorption capacity was determined by using Langmuir isotherm at determined optimum conditions. The R² value of the relations between the equilibrium solution and the sorbed NH₄ is higher than 0.95. It shows that the data obtained can be evaluated with the Langmuir isotherm. According to the Langmuir isotherm, the maximum NH₄-N sorption capacity (q_m) was 13.49 mgg⁻¹ for leonardite, 23.43 mgg⁻¹ for gyttja and 32.6 mgg⁻¹ for compost. Considering the data obtained, it is seen that 1 kg of leonardite, gyttja and compost can hold 13.49, 23.43 and 32.60 g NH₄-N kg⁻¹, respectively. It is considered appropriate to use these basic data in the production of organomineral fertilizers containing nitrogen (NH₄).

Key words: Leonardite, gidya, compost, ammonium and sorption

University of Kahramanmaraş Sütçü İmam

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Soil Science and Plant Nutrition, March/2021

Supervisor :Prof. Dr. Kadir SALTALI

Page Numbers : 19

TEŐEKKÖRLER

Yüksek lisansım boyunca her türlü yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışmanım Prof. Dr. Kadir SALTALI' ya, laboratuvar çalışmamda yardımlarını sunan Araştırma Görevlileri Ömer Faruk DEMİR, Bedriye BİLİR ve Zekeriya KARA'ya teşekkür ederim. Ayrıca, sınıf arkadaşım Meftun KUTLU'ya, beni her türlü destekleyen Ayşenur DURU ve Hüseyin KARA'ya, hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen babam Sefa DİŞKAYA' ya, annem Beyhan DİŞKAYA'ya şükranlarımı sunuyorum.

Kübra DİŞKAYA

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEZ BİLDİRİMİ.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜRLER.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	2
2.1. Leonardit Materyali.....	2
2.2. Gıdya Materyali	3
2.3. Kompost Materyali.....	4
3. MATERYAL VE METOT	6
3.1. Materyal.....	6
3.2. Metotlar	6
3.2.1. Leonardit, Gıdya ve Kompostun Amonyum Sorpsiyon Özelliklerin Belirlenmesi	6
3.2.2. Leonardit, Gıdya ve Kompostun Analiz Metotları.....	7
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	8
4.1. Leonardit, Gıdya ve Kompostun Amonyum Sorpsiyonu İçin Optimum Koşulların Belirlenmesi	8
4.1.1. Leonardit, Gıdya ve Kompost Materyallerinin Amonyum Sorpsiyonuna pH'nın Etkisi.....	8
4.1.2. Leonardit, Gıdya ve Kompost Materyallerinin Amonyum Sorpsiyonuna Tanecik Boyutunun Etkisi.....	9
4.1.3. Leonardit, Gıdya ve Kompost Materyallerinin Amonyum Sorpsiyona Sıcaklığın Etkisi.....	10
4.1.4. Leonardit, Gıdya ve Kompost Materyallerinin Amonyum Sorpsiyona Çalkalama Süresinin Etkisi	11
4.4. Adsorpsiyon İzotermi.....	11
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	15
KAYNAKÇA.....	16
ÖZ GEÇMİŞ	19

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan materyallerin bazı kimyasal özellikleri.....6



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. pH'nın amonyum sorpsiyonuna etkisi (C_0 ;100 mgL ⁻¹ , çalkalama süresi; 4 saat, sorbent miktarı; 3g/ 30 ml, sıcaklık; 21± 2 °C,).....	8
Şekil 2. Tanecik boyutunun amonyum sorpsiyonuna etkisi (C_0 ;100 mgL ⁻¹ , çalkalama süresi; 4 saat, adsorbent miktarı; 3g/30 ml, sıcaklık; 21± 2 °C, pH; 5).....	9
Şekil 3. Sıcaklığın amonyum sorpsiyonuna etkisi (C_0 ; 00 mgL ⁻¹ , çalkalama süresi; 4 saat, adsorbent miktarı; 3g/ 30 ml, pH; 5, tanecik boyutu; 0,5 mm).....	10
Şekil 4. Çalkalama süresinin azot (N) sorpsiyonuna etkisi (C_0 ; 100 mg L ⁻¹ , adsorbent miktarı; 3g/30 ml, pH; 5, tanecik boyutu; 0,5 mm, sıcaklık; 20 °C)	11
Şekil 5. Leonardit materyalinin Langmuir NH ₄ sorpsiyon izotermi (adsorbent miktarı; 3g/30 ml, pH; 5, tanecik boyutu; 0,5 mm, sıcaklık; 20±2 °C, çalkalama süresi;4 saat).....	12
Şekil 6. Gıda materyalinin Langmuir NH ₄ sorpsiyon izotermi (adsorbent miktarı; 3g/30 ml, pH; 5, tanecik boyutu; 0,5 mm, sıcaklık; 20±2 °C, çalkalama süresi;4 saat).....	13
Şekil 7. Kompost materyalinin Langmuir NH ₄ sorpsiyon izotermi (adsorbent miktarı; 3g/30 ml, pH; 5, tanecik boyutu; 0,5 mm, sıcaklık; 20±2 °C, çalkalama süresi;4 saat).....	13

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	: Derece
C₀	: Çözelti başlangıç konsantrasyonu
C_e	: Denge konsantrasyonu
Cu	: Bakır
da	: Dekar
gr	: Gram
ha	: Hektar
KDK	: Katyon değişim kapasitesi
kg	: Kilogram
K₁	: Sorpsiyon enerji katsayı
mg	: Miligram
mS	: Mikrosiemens
N	: Azot
N₂O	: Nitros oksit
NH₃	: Amonyak
NH₄⁺	: Amonyum
NO	: Nitrik oksit
NO₂⁻	: Nitrit
NO₃⁻	: Nitrat
P	: Fosfor
q_m	: Sorpsiyon kapasitesi
Zn	: Çinko

1. GİRİŞ

Leonardit ve kompost “Tarımda kullanılan organik, mineral ve mikrobiyal kaynaklı gübrelere dair yönetmeliğe” göre toprak düzenleyici olarak kullanılan bir materyallerdir. Aynı zamanda leonardit ve kompost organomineral esaslı gübrelere göre üretiminde de kullanılmaktadır. Gıdya ise leonardite göre kalitesi daha düşük olan ve içerisinde yaklaşık % 30-40 kireç ve % 40-50 organik madde içeren bir materyaldir. Gıdyanın da asit toprakların iyileştirilmesinde toprak düzenleyicisi olarak ve asit topraklar için organomineral gübre yapımında kullanılmaya potansiyeli vardır (Saltalı ve Korkmaz, 2015).

Organomineral gübreler; kimyasal gübreler ile organik materyallerin tekniğine uygun olarak karıştırılması ile elde edilmektedir. Organomineral gübrelere göre kimyasal gübrelere göre avantajları vardır. Çünkü bu gübrelere besin maddesi kayıpları ve topraklarda alınmaz konuma dönüşmesi kimyasal gübrelere göre daha azdır. Bu durum organomineral gübrelere bir avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle organomineral gübre kullanımının önümüzdeki yıllarda yaygınlaşması beklenmektedir.

Topraklardaki Azot kayıpları bitkiler için büyük önem teşkil etmektedir. Topraktaki azot kayıpları; denitrifikasyon, volatilizasyon, yıkanma ve amonyum fiksasyonu şeklinde gerçekleşmektedir. Topraklardaki bu azot kayıplarının sadece amonyum fiksasyonu dışında tümü topraktan uzaklaşır yani kaybolur. Topraklardaki amonyum fiksasyonunun sadece belli bir kısmı toprakta serbest bırakılır.

Organik maddenin sorpsiyon özelliğinden faydalanarak toprak düzenleyicilere (leonardit, kompost ve gıdya) amonyumu sorbe ederek toprağa verilmesi, topraklarda amonyum nitratın gaz formunu, alınmaz formunu ve topraktan yıkanarak uzaklaşmasını azaltması beklenmektedir. Organik maddeye sorbe edilen amonyum toprağa uygulandığında, organik maddeyi mikroorganizmalar yavaş yavaş ayrıştırarak organik maddeye bağlı amonyum bitkiler tarafından alınabilir hale gelir ve bitkiler tarafından alınımı artar. Bu sebeple leonardit, gıdya ve kompostun amonyum sorpsiyon özelliklerinin belirlenmesi organomineral gübreler açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı; toprak düzenleyicisi ve iyileştiricisi olarak kullanılan organik materyallerden leonardit ve kompost ile toprak düzenleyicisi olarak değerlendirilmeyen gıdyanın amonyum sorpsiyon kapasitesini belirlemektir. Bu çalışma ile organomineral gübre üretimi için temel veriler elde edilecek ve bu veriler organomineral gübre üretiminde temel veriler olarak kullanılabilir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Organik materyaller ile kimyasal gübrelerin tekniğine uygun olarak karıştırılması ile elde edilen organomineral gübrelerde, karıştırılan besin maddelerinin bir kısmı organik materyal tarafından sorbe edilmektedir. Erdal (2018), organomineral gübrelerin topraklara uygulandıklarında, içerdikleri besin maddelerinin bir kısmının organik bileşiklere bağlandığı için kayıplarının azalacağını ileri sürmüştür.

Topraklara gıda ile azot ve fosfor (NP) karışımının uygulandığı bir inkübasyon çalışmasında; besin maddelerinin gıda ile karıştırılarak topraklara uygulandığında toprakların mikrobiyal aktivitesinin ve enzim içeriklerinin arttığını rapor etmiştir (Karaca ve ark., 2006)

Antepfıstığına yapılan bir çalışmada organik gübrelerin mineral gübreler ile karıştırılarak uygulandığında, kimyasal gübrelere göre verimin arttığı rapor edilmiştir (Aslan, 2018).

Ülkemiz topraklarının % 65'nin organik madde içeriği az ve çok az sınıfındadır. Organik maddesi düşük olan toprakların da genel olarak % azot içeriği de yetersizdir (Eyüpoğlu 1994). Mineral toprakların büyük bir kısmının toplam azot içerikleri %0.02-0.5 arasında değişmektedir.

Azot toprakta genellikle inorganik azot bileşikleri ve organik azot bileşikleri şeklinde bulunmaktadır. Toprak çözeltisinde amonyum (NH_4^+), nitrit (NO_2^-) ve nitrat (NO_3^-) formunda bulunmaktadır. Topraklarda denitrifikasyon koşullarında nitros oksit (N_2O), nitrik oksit (NO) ve elementel (N_2) forma dönüşmektedir. Toprak pH değerinin yüksek ve kireçli topraklarda amonyak (NH_3) formuna dönüşmekte ve gaz formunda atmosfere uçmaktadır. Toprakta bulunan organik azot bileşikleri ise; proteinler, amino asitler, amino şekerler ve diğer organik N içeren bileşikleridir (Kacar ve Katkat, 1999).

2.1. Leonardit Materyali

Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelikte (Resmi Gazete, Tarih ;23.02.2018, Sayı; 30341) leonarditin en az % 40 humik + fulvik asit ve en fazla % 8 kireç içermesi gerektiği belirtilmiştir. Aynı zamanda leonardit, milyonlarca yıl önce göl ve bataklık alanlarında oksijen yetersizliği nedeniyle ayrışmadan biriken organik materyalin, basınç ve sıcaklık altında humifikasyonu ile oluşmuş içerisinde yüksek oranda humik ve fulvik asit içeren, rengi kahve renginden siyaha kadar değişen kömür düzeyine ulaşmamış materyaller olarak tanımlanmaktadır (Resmi Gazete, 2018).

Çukurova Bölgesinde ikinci ürün olarak ekilen susam bitkisine farklı leonardit ve azot dozu uygulanmıştır. Leonardit uygulamasının susam bitkisinin bitki başına kapsül sayısı, tohum verimi, yağ oranı, protein oranı üzerine etkisinin önemli olduğu, ancak bitki boyu, dal sayısı, ilk kapsül yüksekliği, dal yüksekliği, 1000 dane ağırlığı üzerine ise etkisinin olmadığı saptanmıştır (Işık ve Sinan, 2020)

Leonardit ile kimyasal gübrelerin karıştırılarak uygulanmasıyla fasulye verimi ve toprak özelliklerinin değişimi incelenmiştir. Çalışmada fasülye verimin önerilen gübre dozunun yarısı + 10 tonha⁻¹ leonardit uygulamasının, fasülye için önerilen kimyasal gübre dozuna göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur. Aynı zamanda, leonardit ile kimyasal gübrenin karıştırılarak uygulandığı parsellerde toprakların organik madde içeriğinin ve alınabilir fosfor içeriğinin istatistiksel olarak yüksek olduğu rapor edilmiştir (Ece ve ark., 2007).

Şeker ve Ersoy (2005), sera koşullarında yaptığı çalışmada; tavuk gübresi, çöp kompostu, sığır gübresi ve leonardit kullanmış. Çalışmada kullanılan organik materyalin çeşidi ve dozlarının toprak özellikleri ile mısırın gelişimini olumlu etkilediğini, leonarditin ise diğer uygulanan organik materyallere göre daha etkili olduğunu bildirmiştir.

2.2. Gıda Materyali

Gıda ilk olarak İsviçre bilim adamı olan Hampust von Post 1862 tarafından tanımlanmış. Hampust von Post gidyanın içerisinde geçmiş dönemde suda yaşayan canlı fosillerinin ve bitkisel kökenli organik materyallerin olduğunu bildirmiştir. Ayrıca içerisinde inorganik materyallerin bulunduğunu, renginin ise içerdiği inorganik materyale göre griden siyaha ve kahverengine kadar değişkenlik gösterdiğini bildirmiştir (Myslinska, 2001).

Gıda eki göl tabanlarında organik materyallerin birikimi ve inorganik materyaller ile karışımı ile oluşmuş içerisinde yaklaşık % 30-40 kireç ve % 40-50 organik madde içeren rengi kireç içeriğine göre açık griden kahverengi ve siyaha kadar değişen bir materyaldir. Gidyanın da asit toprakların iyileştirilmesinde toprak düzenleyicisi olarak ve asit topraklar için organomineral gübre yapımında kullanılma potansiyeli vardır (Saltalı ve Korkmaz, 2015).

Alkalin karakterli topraklara gıda uygulamasının ayçiçeği bitkisinin verim ve toprak özelliklerine etkisini araştırdığı bir çalışmada; topraklara gıda uygulamasının toprakların organik madde içeriğini, ayçiçeğinin tohum verimini, yaş tabla ağırlığını, gövde (sap) ağırlığı ve tabla çapını istatistiksel olarak önemli düzeyde artırdığı rapor edilmiştir (Saltalı ve Yıldırım, 2016).

Afşin-Elbistanda Termik Santrali havzasında çıkartılan gidyanın, topraklarının fiziksel özellikleri üzerine etkilerini incelendiği bir çalışmada; topraklara gıdya uygulamasının killi, tınlı ve killi-tınlı bünyedeki toprakların kıvam ve limit değerlerini yükselttiğini ve gidyanın tarımsal amaçlı kullanılabilceğini bildirilmiştir (Munsuz ve Akyıldız,1979).

Gıdya uygulamasının tarla tarla koşullarında toprak özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; gidyanın uygulamasının toprakların fiziksel özelliklerinden agregat oluşumu, gözeneklilik, su geçirgenliği ve su tutma kapasitesini artırdığı rapor edilmiştir (Torun, 2009).

Çinko eksikliği ve bor toksisitesin görüldüğü alkalın karakterli topraklara gıdya uygulanmış ve buğday verimi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre gıdya uygulaması bitkilerin fosfor ve çinko alımının yükseldiği, bitki veriminin arttığı bildirilmiştir (Torun ve ark., 2003).

Topraklara gıdya uygulamasının toprak özellikleri üzerine olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; gidyanın toprakta ayrışması sırasında açığa çıkan organik bileşiklerin, bitki besin maddelerinin toprakda ki bileşenler tarafından sıkı bir şekilde bağlanması engellediği ve gübreler ile topraklara verilen besin maddelerinin bitkiler tarafından alınımı artmış olduğu belirtilmiştir (Torun ve ark., 2001).

2.3. Kompost Materyali

Kompost; organik materyallerin uygun koşullarda altında mikro organizmaların etkisi ile fermantasyonuna kompost denir. Kompostlaşma ile organik materyallerin içerdiği besin maddeleri mineralize olur. Bu materyaller doğrudan topraklara uygulanabileceği gibi organomineral gübrelerin elde edilmesinde de kullanılabilir. (Süzer ve Çulhacı, 2017).

Trakya bölgesinden tarla koşullarında kışlık ekmeklik buğday çeşidine kompost kaynaklı farklı besin maddesi içeren organomineral ve kimyasal gübreler uygulanarak yapılan çalışmada; uygulanan gübrelerin buğday tane verimi, bitki boyu, başak sayısı, başakta tane sayısı, bin tane ve hektolitre ağırlıkları araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek verimin 12:12:0:12S içeren organomineral gübre uygulamasında elde edildiği bildirilmiştir (Süzer ve Çulhacı, 2017).

Avnimelech ve ark. (1992), killi tın ve tuzlu alkali topraklarda çöp kompostunun verime olan etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda killi tın topraklara uygulanan kompostun ürün miktarını %10-20 oranında arttırdığı, tuzlu-alkali topraklarda ise toprağı iyileştirici etkisinin olduğunu belirtmiştir.

Serra ve ark. (1996), çöp kompostunun farklı oranlarda tınlı bir toprağa ilavesi ile topraklarda bazı fiziksel özellikler incelenmiş ve deneme sonucuna göre topraklara uygulanan kompostun toprakların su tutma kapasitesini artırdığını belirlemişlerdir.

Sera koşullarında topraklara findık zurufu kompostu, zenginleştirilmiş kompost (içerisine besin maddesi ilave edilmiş) ve hayvan gübresi uygulanarak ıspanak bitkisinin gelişimi incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre toprağa kompost uygulamasının bitki gelişimini artırdığı en fazla verimin ise zenginleştirilmiş kompost uygulamasında elde edildiği ifade edilmiştir. Aynı çalışmada, findık zurufundan elde edilen kompostun zenginleştirilmesi ile verimin daha da artırılacağı önerilmiştir (Özenç ve Şenlikoğlu, 2017).

Organik materyallerin toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine olan etkisini incelemek için sera koşullarında saksı denemesi şeklinde yürütülen bir çalışmada; leonardit, işlenmiş tavuk gübresi ve çöplerden elde edilen kompost kullanılmıştır. Her üç uygulamada toprakların organik madde içeriği, toplam azot içeriği, KDK ve agregat stabilitesinin yükseldiği rapor edilmiştir (Alagöz ve ark., 2006).



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Araştırmada Afşin-Elbistan Termik Santrali Havzasından alınana leonardit ve gidya ile ise ticari olarak satılan kompost materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan materyallerin bazı kimyasal özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan materyallerin bazı kimyasal özellikleri

	pH (1/10)	EC (dScm ⁻¹)	Kireç (%)	O.M (%)	H.A.+ F.A. (%)	Toplam N (%)
Leonardit	5,52	1,81	8,2	71	69	0,35
Gidya	7,57	0,91	35	40	25	0,25
Kompost	8,40	3,85	2,2	68	18	3,0

OM; organik madde, H.A+F.A; Humik Asit + Fulvik Asit, N; azot.

Leonardit materyalinin pH değeri 5,52 olup orta dereceli asit sınıfındadır. EC’si 1,81 mS cm⁻¹ olup tuzsuz sınıfında yer almaktadır. Gidya materyalinin pH değeri 7,57 olup hafif alkalın özelliğindedir. EC’si 0,911 mS cm⁻¹ olup tuzsuz sınıfında yer almaktadır. Kompost materyalin pH değeri 8,4 olup orta derecede alkalın özelliğindedir. EC’si 3,85 mS cm⁻¹ olup tuzsuz sınıfında yer almaktadır.

3.2. Metotlar

3.2.1. Leonardit, Gidya ve Kompostun Amonyum Sorpsiyon Özelliklerin Belirlenmesi

Deneme öncesinde kullanılacak tüm organik materyaller 1 mm’lik elekten geçirilmiştir. Leonardit, gidya ve kompostun azot sorpsiyon kapasitesini belirlemek ve optimum sorpsiyon koşullarını saptamak için bazı ön çalışmalar yapılmıştır. Optimum sorpsiyon koşullarını belirlemek için, çözelti pH’sı (4, 5, 6, 7, 8,9), tanecik boyutu (0.5, 1, 2 mm), sıcaklık (20, 30, 40, 50 °C), çalkalama zamanı (denge süresi) (0.5, 1, 2, 4, 8, 12, 24 saat) faktörlerin azot sorpsiyonu üzerine etkileri araştırıldı. Sorbe edilen NH₄-N başlangıç ve denge konsantrasyonları arasındaki farktan aşağıdaki eşitlikler (Eşitlik 1 ve 2) kullanarak hesaplanmıştır. Çalışmalar çalkalama tipi (batch) denemeler ile yürütüldü. Çözeltiler Whatman filtre (No:42) kağıtları ile süzülmüştür.

$$q_e = \frac{(C_o - C_e)V}{m} \quad (1)$$

$$\text{Sorpasyon (\%)} = \frac{(C_o - C_e)}{C_o} \times 100 \quad (2)$$

Burada, q_e leonardit, gıdya ve kompost tarafından sorbe edilen $\text{NH}_4\text{-N}$ miktarını (mg g^{-1}), C_o , C_e sırasıyla çözeltilerdeki başlangıç ve denge $\text{NH}_4\text{-N}$ konsantrasyonu (mg kg^{-1}), V çözeltilerin hacmini (L), m ise denemede kullanılan leonardit, gıdya ve kompostun ağırlığını (g) göstermektedir.

Sorpasyon izotermi için optimum koşullar belirlendikten sonra, belirlenen optimum koşullarda leonardit, gıdya ve kompostun maksimum $\text{NH}_4\text{-N}$ sorpsiyonu (çözeltilerin konsantrasyonu 0, 10, 20, 40, 60, 80, 160, 320 ppm) linear olmayan (non linear) langmuir izotermi kullanıldı (Langmuir, 1918).

3.2.2. Leonardit, Gıdya ve Kompostun Analiz Metotları

Toprak reaksiyonu (pH) ve Elektriksel İletkenlik; 1/10 toprak su oranında elde edilen çözeltilerde cam elektrotlu pH metre ile, elektriksel iletkenlik ise elektriksel iletkenlik cihazı ile belirlenmiştir (Richards, 1954). Kireç; Scheibler kalsimetresi kullanılarak Allison ve Moodie (1965) tarafından önerilen yöntemle yapılmıştır. Organik Madde; Jackson (1962) tarafından önerildiği biçimde modifiye Walkley-Black metodu kullanılarak belirlendi. Toplam azot tayini, Kjeldahl metodu ile yapılmaktadır.

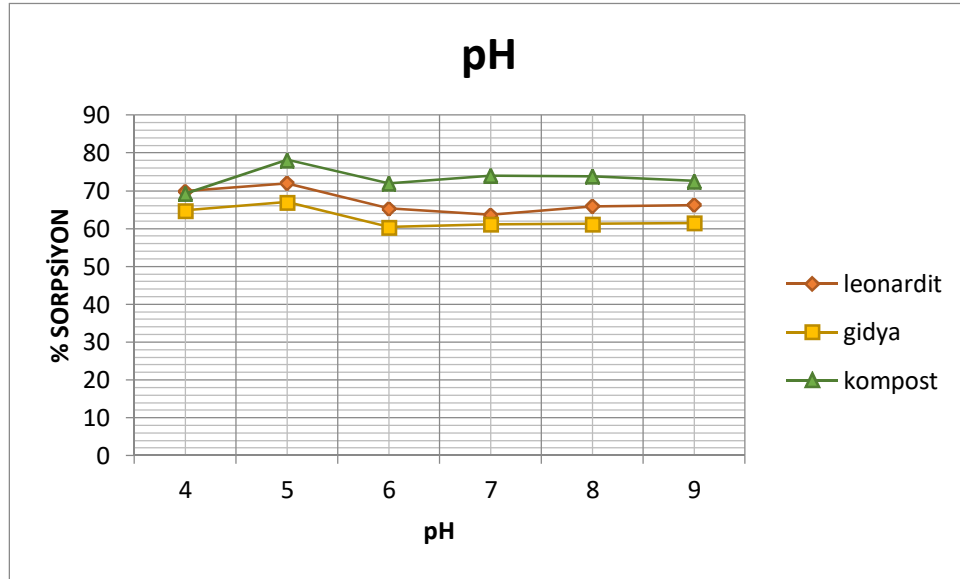
4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Leonardit, gıdya ve kompostun sorpsiyon özelliklerini bulmak için yapılan ön çalışmalarda; pH, sıcaklık, tanecik boyutu ve çalkalama zamanının (denge süresi) etkileri ayrı ayrı incelenmiştir.

4.1. Leonardit, Gıdya ve Kompostun Amonyum Sorpsiyonu İçin Optimum Koşulların Belirlenmesi

4.1.1. Leonardit, Gıdya ve Kompost Materyallerinin Amonyum Sorpsiyonuna pH'nın Etkisi

Leonardit, gıdya ve kompostun optimum amonyum sorpsiyon kapasitesini bulmak için ilk olarak leonardit, gıdya ve kompostun pH'nın etkisi incelendi. Araştırmada leonardit, gıdya ve kompostun pH 4, 5, 6, 7, 8 ve 9 aralıklarında yapılan çalışmada pH'nın % sorpsiyona etkisi Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. pH'nın amonyum sorpsiyonuna etkisi (C_0 :100 mgL⁻¹, çalkalama süresi; 4 saat, sorbent miktarı; 3g/ 30 ml, sıcaklık; 21± 2 °C,)

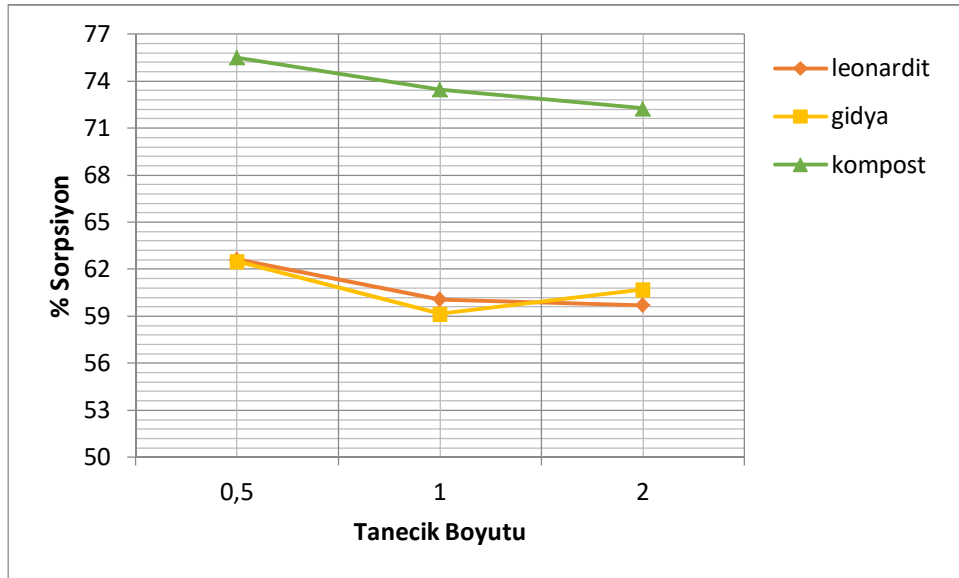
Şekil 1'de görüldüğü gibi amonyum sorpsiyonu en yüksek pH 5' de elde edilmiştir. Çözelti pH değeri arttıkça % amonyum sorpsiyonu azalmıştır. Çalışılan materyaller içerisinde ise en fazla amonyum sorpsiyonu kompost materyalinde, bu materyaller içerisinde ise en düşük sorpsiyon gıdyada elde edilmiştir. Bu durum organik materyallerin organik madde ve kireç

içeriğinden kaynaklanabilir. Materyallerde en düşük kireç kompost materyalinde en fazla kireç kireç gidyada bulunmaktadır (Çizelge 1). Alkalin koşullarda NH_4 iyonlarının NH_4OH formuna dönüşmesi NH_4 sorpsiyonunun azalmasına neden olabilir. Ayrıca, çözelti pH değeri yükseldikçe NH_4 'un NH_3 'a dönüşmesi ve gaz şeklinde kayıp olması da mümkündür. Topraklara azotun üre formunda uygulandığı bir çalışmada, 14 haftalık bir inkübasyon süresi sonunda, toprakların kireç içeriği arttıkça NH_3 kayıpların arttığı bildirilmiştir (Moe, 1967).

Araştırmada en yüksek amonyum sorpsiyonu çözelti pH'sı 5'de (leonardit: %72, gidya: %67, kompost: %78) elde edildiği için bundan sonraki çalışmalarda bu değer kullanılmıştır.

4.1.2. Leonardit, Gidya ve Kompost Materyallerinin Amonyum Sorpsiyonuna Tanecik Boyutunun Etkisi

Leonardit, gidya ve kompostun optimum amonyum sorpsiyon koşullarını belirlemek için araştırmada 0,5 mm, 1 mm ve 2 mm boyutları kullanıldı. Farklı tanecik boyutunda NH_4 sorpsiyonu Şekil 2'de verilmiştir.



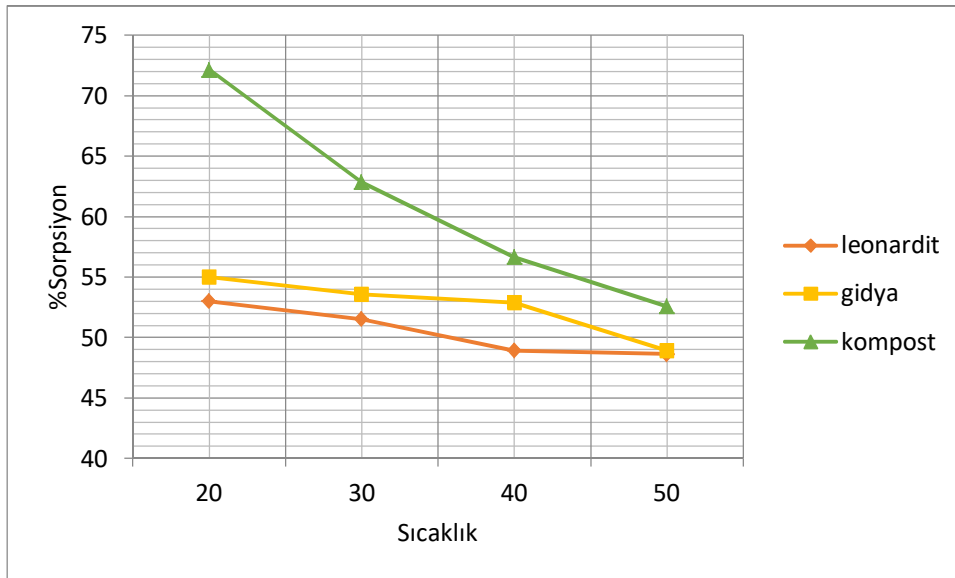
Şekil 2. Tanecik boyutunun amonyum sorpsiyonuna etkisi (C_0 ;100 mgL^{-1} , çalkalama süresi; 4 saat, adsorbent miktarı; 3g/30 ml, sıcaklık; 21 ± 2 °C, pH; 5)

Şekil 2’de görüldüğü gibi her üç materyalde en yüksek % NH₄ sorpsiyonu 0,5 mm’de elde edilmiştir. Genel olarak tanecik boyutu yükseldikçe sorpsiyon azalmaktadır. Bu durum tanecik boyutu küçüldükçe yüzey alanının artması ve buna bağlı olarak sorpsiyonun da artmasına bağlanabilir. Organik materyallerden elde edilen biochar ile yapılan denemede, materyalin parçacık boyutu azaldıkça NH₄-N sorpsiyonunun arttığını saptanmıştır (Wang ve ark., 2017).

Araştırmada en yüksek NH₄ sorpsiyonu 0,5 mm tanecik boyutunda elde edilmiş (leonardit: %63, gıdya: %62,5 ve kompost: %76) olup, bundan sonraki aşamalarda tanecik boyutu 0,5 mm olarak kullanılmıştır.

4.1.3. Leonardit, Gıdya ve Kompost Materyallerinin Amonyum Sorpsiyona Sıcaklığın Etkisi

Leonardit, gıdya ve kompostun optimum amonyum sorpsiyon koşullarını belirlemek için 20, 30, 40 ve 50 °C’ de deneme yapıldı ve elde edilen sonuçlar Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. Sıcaklığın amonyum sorpsiyonuna etkisi (C₀; 00 mgL⁻¹, çalkalama süresi; 4 saat, adsorbent miktarı; 3g/ 30 ml, pH; 5, tanecik boyutu; 0,5 mm)

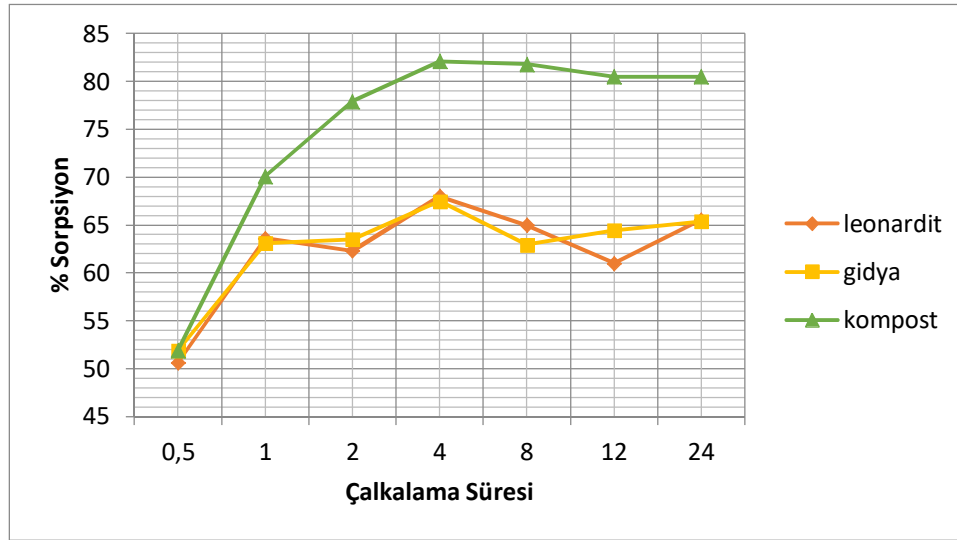
Şekil 3’de görüldüğü gibi her üç materyalde de en yüksek NH₄ sorpsiyonu 20 °C’de elde edilmiştir. Sıcaklık arttıkça materyallerin NH₄ sorpsiyonu azalmıştır. Çalışılan materyaller içerisinde ise en fazla NH₄ sorpsiyonu bütün sıcaklıklarda kompost materyalinde elde edilmiştir. Bu durum, sıcaklık artışına bağlı olarak NH₄’un katı yüzeylerden desorbe olma eğilimine bağlanabilir. Sıcaklık artışına bağlı olarak NH₄ sorpsiyonunun azalması olayı

bentonit ve zeolit ile yapılan çalışmalarda da gözlenmiştir (Saltali ve Sarı, 2006; Karadağ ve ark., 2006)

Araştırmada en yüksek amonyum sorpsiyonu (leonardit: %53, gıdya:%55 ve kompost: %72) 20 ± 2 °C sıcaklıkta elde edilmiş olup bundan sonraki aşamalarda 20 ± 2 °C sıcaklıkta çalışmalar yürütülecektir.

4.1.4. Leonardit, Gıdya ve Kompost Materyallerinin Amonyum Sorpsiyona Çalkalama Süresinin Etkisi

Leonardit, gıdya ve kompostun optimum amonyum sorpsiyon koşullarını belirlemek için farklı çalkalama sürelerinde (0.5, 1, 2, 4, 6, 8, 12 ve 24 saat) çalışmalar yürütülmüştür. Araştırmada elde edilen sonuçlar Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4. Çalkalama süresinin azot (N) sorpsiyonuna etkisi (C_0 ; 100 mg L^{-1} , adsorbent miktarı; 3g/30 ml, pH; 5, tanecik boyutu; 0,5 mm, sıcaklık; $20 \text{ }^\circ\text{C}$)

Şekil 4’de görüldüğü gibi sıcaklığın artışı ile NH_4 sorpsiyonu arttı ve en yüksek sorpsiyonu 4. saatte elde edildi ve daha uzun sürelerde sorpsiyon azalmıştır. Bu durum, NH_4 sorbe edici yüzeylerin kısa sürede kullanımına ve sorbent- NH_4 dengenin sağlanmasına bağlanabilir (Karadağ ve ark., 2006).

Araştırmada en yüksek NH_4 sorpsiyonu 4 saat çalkalama süresinde elde edilmiş (leonardit: %68, gıdya: %67 ve kompost: %82) olup bundan sonraki aşamalarda çalkalama süresi olarak 4 saat kullanılmıştır.

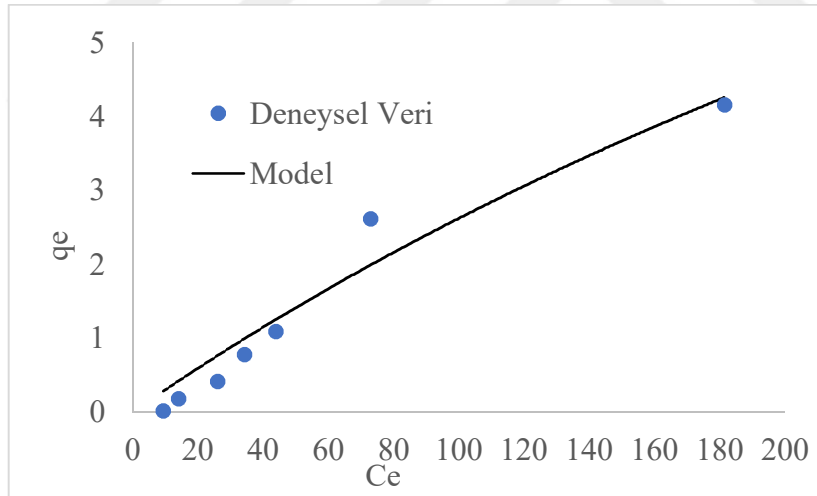
4.4. Adsorpsiyon İzotermleri

Langmuir izotermi adsorbe edici materyaller ile adsorbe olan iyonlar arasındaki ilişkileri ve adsorbe edici materyallerin maksimum adsorpsiyon kapasitesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan modellerden birisi (Ho ve ark 2002; Saltalı ve Sarı, 2006)). Bu çalışmada, sorbent ile sorbe iyon arasındaki ilişkileri ve maksimum sorpsiyon kapasitesinin belirleyebilmek için Langmuir izotermi kullanılmıştır. Langmuir izotermin yaygın kullanılan biçimi eşitlik 3’de verilmiştir.

$$\text{Langmuir izotermi;} \quad q_e = \frac{q_m K_L C_e}{1 + K_L C_e} \quad (3)$$

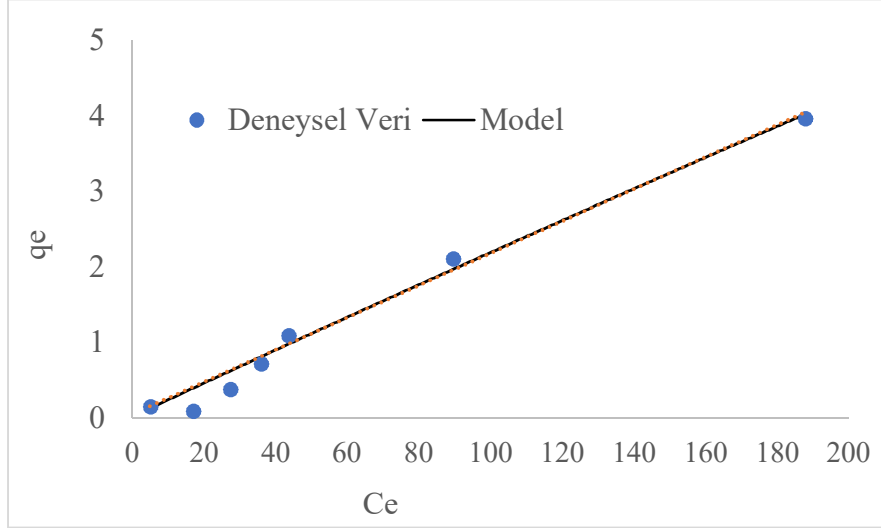
Burada, C_e denge N konsantrasyonu (mgL^{-1}), q_e ; leonardit, gıda ve kompost tarafından tutulan $\text{NH}_4\text{-N}$ miktarını (mgg^{-1}), K_L ; sorpsiyon enerji katsayısı (adsorpsiyon affinitesi) (Lmg^{-1}), q_m ; maksimum sorpsiyon kapasitesini (mgg^{-1}) göstermektedir.

Bu çalışmada sigma plot programı kullanılarak C_e (X ekseninde) ile q_e (Y ekseninde) grafiklenmesi ile elde edilen ilişkiden K_L ve q_m değerleri bulunmuştur. Leonardit, gıda ve komposta ait grafikler sırasıyla Şekil 5, 6 ve 7’de verilmiştir.



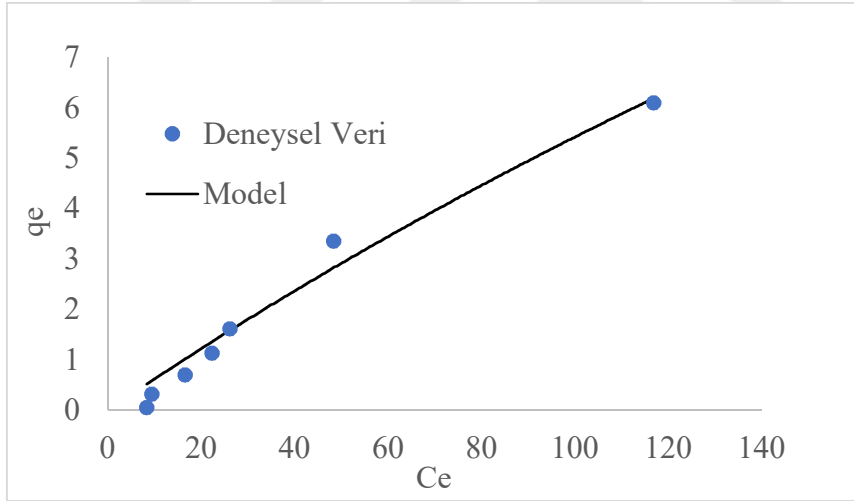
Şekil 5. Leonardit materyalinin Langmuir NH_4 sorpsiyon izotermi (adsorbent miktarı; 3g/30 ml, pH; 5, tanecik boyutu; 0,5 mm, sıcaklık; 20 ± 2 °C, çalkalama süresi;4 saat)

Leonardit için C_e ve q_e değerlerinin grafiklenmesi ile elde edilen ilişkide $R^2=0.95$, q_m ; 13.49 $\text{mg NH}_4\text{-N g}^{-1}$, K_L değeri ise 0.0017 Lmg^{-1} bulunmuştur.



Şekil 6. Gıda materyalinin Langmuir NH_4 sorpsiyon izotermi (adsorbent miktarı; 3g/30 ml, pH; 5, tanecik boyutu; 0,5 mm, sıcaklık; 20 ± 2 °C, çalkalama süresi;4 saat)

Gıda materyali için C_e ve q_e değerlerinin grafiklenmesi ile elde edilen ilişkide $R^2=0.98$, q_m ; $23.43 \text{ mg NH}_4\text{-N g}^{-1}$, K_L değeri ise 0.0009 Lmg^{-1} bulunmuştur.



Şekil 7. Kompost materyalinin Langmuir NH_4 sorpsiyon izotermi (adsorbent miktarı; 3g/30 ml, pH; 5, tanecik boyutu; 0,5 mm, sıcaklık; 20 ± 2 °C, çalkalama süresi;4 saat)

Kompost materyali için C_e ve q_e değerlerinin grafiklenmesi ile elde edilen ilişkiden $R^2=0.97$, q_m ; $32.6 \text{ mg NH}_4\text{-N g}^{-1}$, K_L değeri ise 0.0016 Lmg^{-1} bulunmuştur.

Şekil 5, 6 ve 7'de elde edilen grafiklerin R^2 değerleri 0.95' ten yüksektir. Bu durum, çalışmada elde edilen verilerin uygulanabilir olduğu göstermektedir.

Witter ve Kirchmann (1989), organik materyallerden peat, inorganik materyallerden zeolit ve bazalt kullanarak $\text{NH}_3\text{-N}$ ve $\text{NH}_4\text{-N}$ sorpsiyonu konusunda yaptıkları çalışmada; organik materyallerin azot sorpsiyonunun inorganik materyallere göre çok yüksek olduğunu, peat materyalinin $23.4 \text{ mgg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$ ve $18.1 \text{ mgg}^{-1} \text{ NH}_4\text{-N}$ sorbe ettiğini belirlenmiştir.

Latifaha ve ark. (2017), topraklara farklı oranlarda üre ve çeltik kabuğu kompostu ekleyerek yaptıkları denemede, uygulanan kompost miktarı arttıkça topraklarda adsorbe edilen $\text{NH}_4\text{-N}$ ve $\text{NH}_3\text{-N}$ miktarının arttığını saptamışlardır. Bunun nedeninin kompostun selülozik ve lifli yapıda olmasına bağlamışlardır.

Kompost Zn sorpsiyonu ile ilgili yapılan çalışmada; kompostun maksimum Zn sorpsiyon kapasitesinin 16 mgg^{-1} olduğu, aynı kompost oksidasyona maruz bırakıldıktan sonra sorpsiyon kapasitesi 13 mgg^{-1} düşmüştür (Al-Mashaqbeh, ve McLaughlan, 2014).

Denemede kullanılan materyallerden kompostun NH_4 sorpsiyon değerinin leonardit ve gıdya göre yüksek olması, gıdya ve leonartitin uzun yıllar toprak altında kalması ve satabilleşmesine, kompostun ise böyle bir süreçten geçmemesine ve daha fazla NH_4 içeren çözeltiliyi tutmasına bağlanabilir. Elde edilen verilere göre kompost materyalinin leonardit ve gıdyadan daha fazla NH_4 sorbe etmesinin daha önce farklı araştırmacılar tarafında yapılan katyon sorpsiyon çalışmaları ile örtüştüğü görülmektedir.

Araştırmada gıdya leonardite göre daha fazla NH_4 sorbe etmiştir. Gıdyanın leonardite göre daha fazla NH_4 sorbe etmesi, gıdyanın daha fazla kireç içermesine (%35) bağlanabilir. Çünkü kireç içeriği fazla olan ve pH değeri yüksek olan topraklarda, NH_4 karbonatlar ile reaksiyona girerek $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ bileşikleri oluşturabilir (Mengel ve Kirkby 1982). Bu durum gıdyanın leonardite göre NH_4 sorpsiyonunun yüksek çıkmasına neden olabilir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Araştırma sonuçlarına göre; materyallerin tanecik boyutu büyüdükçe % NH₄ sorpsiyonu azalmaktadır. En yüksek % NH₄ sorpsiyonu pH 5’de elde edilmiştir. Genel olarak pH 5’den sonra % NH₄ sorpsiyonu azalmıştır. En yüksek % NH₄ sorpsiyonu 0.5 mm boyutunda elde edilmiştir. Sıcaklık artışına (20, 30, 40, 50 °C) bağlı olarak sorpsiyon azaldı ve en yüksek % NH₄ sorpsiyonu 20 °C belirlenmiştir. Çalkalama süresi % NH₄ sorpsiyonunu etkilemiş olup en yüksek % NH₄ sorpsiyon 4 saat çalkalama süresinde elde edilmiştir.

Langmuir iztermine göre leonardit maksimum NH₄ sorpsiyon kapasitesi $q_m = 13.49 \text{ mg NH}_4\text{-N g}^{-1}$, gidyanın $q_m = 23.43 \text{ mg NH}_4\text{-N g}^{-1}$, kompostun $q_m = 32.6 \text{ mg NH}_4\text{-N g}^{-1}$ bulunmuştur.

Sonuç olarak, leonardit, gidya ve kompostun NH₄ sorpsiyon değerleri Langmuir izotermine uyum göstermiştir. Elde edilen veriler dikkate alındığında, 1 kg leonarditin 13.49 gr NH₄-N kg⁻¹, gidyanın 23.43 gr NH₄-N kg⁻¹, kompostun ise 32 gr NH₄-N kg⁻¹ tutabileceği görülmektedir. Amonyumlu gübrelerin etkin kullanımı ve organomineral gübre üretiminde bu temel verilerin organomineral gübre üreticilerine ve uygulayıcılara faydalı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Alagöz, Z., Yılmaz, E., Öktüren, F. 2006. Organik Materyal İlavesinin Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(2); 245-254
- Al-Mashaqbeh, O. A., McLaughlan, R. G. 2014. Effect of compost aging on zinc adsorption characteristics. Journal of Env. Chemical Engineering. Vol. 2, Issue 1:392-397.
- Aslan, N. 2018. Organomineral Gübre Kullanımının Antepfıstığı Verimi Ve Toprağın Fiksasyon Kapasitesi Üzerine Etkisi. Organomineral Gübre Çalıştayı. Bildiriler. S. 192-200. Sena Ofset Ambalaj Matbaacılık San ve Tic. Ltd. Şti. İstanbul.
- Avnimelech Y., Kochba M., Yotal Y. ve Shkedry D., 1992. The Use of Compost as a Soil Amendment. Internatilion Symposium on Compost Recycling of Wastes, Held in Arhens, Greece. Acta-Horticulturae, 1992, 302: 217-23.
- Bender Özenç, D., Şenlikoğlu, G. 2017. Kompost ve azotlu gübre uygulamasının ıspanak bitkisinin (*Spinacia oleracea* L.) gelişimi üzerine etkileri. Akademik Ziraat Dergisi Cilt:6 Özel Sayı:227-234.
- Eyüpoğlu, F. (1999). Türkiye topraklarının verimlilik durumları. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları. Genel Yayın No: 220, Teknik Yayın No: T-67, 122 s., Ankara.
- Ece, A., Saltali, K., Eryigit, N., Uysal, F. 2007. The Effects of Leonardite Applications on Climbing Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Yield and the Some Soil Properties. Journal of Agronomy, 6: 480-483.
- Erdal, İ. 2018. Türkiye’de Organomineral Gübrelerin Kullanıldığı Araştırma Çalışmaları Ve Elde Edilen Sonuçlar. Organomineral Gübre Çalıştayı. Bildiriler. S. 156-165. Sena Ofset Ambalaj Matbaacılık San ve Tic. Ltd. Şti. İstanbul.
- Ho, Y.S., Huang, C.T., Huang, H.W. 2002. Equilibrium Sorption Isotherm For Metal İons on Tree Fern. Process Biochemistry, 37: 1421-1430.
- Işık N., Sinan, S. 2020. Leonardit ve azot uygulamasının ikinci ürün koşullarında susam bitkisinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Cilt 39 (Sayı 5): 39-50.
- Jackson, M.L. 1962. Soil Chemical Analsis, Prentice-Hall Inc., New Jersey, USA, s. 183.
- Kacar, B., Katkat, V.A. 1999. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No:144, Vipaş Yayın No: 20, Bursa.

- Karadag D., Koc Y., Turan M., Armagan B. 2006. Removal of ammonium ion from aqueous solution using natural Turkish clinoptilolite. *Journal of Hazardous Materials*, 136: 604-609.
- Latifaha, O., Ahmeda, O. H., Abdul Majidc, N.M. 2017. Enhancing Nitrogen Availability, Ammonium Adsorption-Desorption, and Soil pH Buffering Capacity using Composted Paddy Husk. *Eurasian Soil Science*, Vol. 50, No. 12: 1–11.
- Mathurasa, L., Damrongsiri, S. Low cost and easy rice husk modification to efficiently enhance ammonium and nitrate adsorption. *Int J Recycl Org Waste Agricult* 7, 143–151 (2018).
- Mengel, K., Kirkby, E.A. 1982. *Principles of Plant Nutrition*. 3th ed. P. 1-655. International Potash Institute. P.O. Box, CH-3048 Worblaufenbern/ Switzerland.
- Moe, P.G., 1967. Nitrogen losses from urea as affected by altering soil urease activity. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 31: 380-382
- Munzur, N. ve Akyıldız, R., 1979. Afşin-Elbistan Bölgesi Linyit Kömürü Yataklarından Elde Edilen Gidyalarda, Bölge Topraklarının Kıvam Limitleri Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı. Cilt: 30. Fasikül 1.
- Myslinka, E., 2001. *Grunty Organiczne i Laboratoryjne Metody Ich Badania*. Wydawnic Two Naukowe PWN, Warszawa. (Organic Soils and Laboratory Methods of Their Investigation) .
- Resmi Gazete. 2018. Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik. Tarih; 23.02.2018, Sayı; 30341.
- Saltalı, K., Korkmaz, K., 2015. Gıda Organomineral Toprak Düzenleyicisi Olarak Değerlendirilebilir mi?, 4. Uluslar arası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi 01-04 Eylül 2015, Kahramanmaraş.
- Saltalı, K., Sarı, A. 2006. Sorption Capacity and Thermodynamic Properties of Natural Turkish (Reşadiye) Bentonite for the Removal of Ammonium Ions from Aqueous Solution. *Adsorption Science and Technology* 24(9):749-760
- Saltalı, K., Yıldırım, Ö.F. 2016. Kuru Koşullarda Çerezlik Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Yetiştiriciliğinde Gıda Uygulamasının Bazı Toprak ve Bitki Özelliklerine Etkisi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*. 19(1): 84-90, 2016
- Serra Wittling C., Houot S. ve Barriuso E., 1996. Modification of Soil Water Retention ve Biological Properties by Municipal Soil Waste Compost. *Compost Science ve Utilizasyon*, 44-52

- Süzer, S ve Çulhacı, E. 2017. Farklı organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin kışlık ekmeclik buğday tane verimi ve bazı verim unsurları üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 5 (2) 87 – 92.
- Şeker, C. ve Ersoy, İ. 2005. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 19 (35), Konya 46-105 s
- Torun, B. 2009. Tarla koşullarında gıdya uygulamasının tahılların dane verimine vetoprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi. *Harran Üni. Ziraat Fak. Dergisi*, 13 (3):60-72.
- Torun, B., Yazıcı A., Gültekin, I., Çakmak, I. 2003. Influence of gyttja on shoot growth and shoot concentrations of zinc and boron of wheat cultivars grown on zinc-deficient andboron-toxic soils. *Journal of Plant Nutrition*, 26(4):869-881.
- Torun, B., Gültekin, İ., Bozbay, G., Çakmak, İ., Yazıcı, A., Derici, R., Özbek, H.,2001. Çinko Eksikliği ve Bor Toksisitesinin Yaygın Olduğu Tahıl Üretim Alanlarına Gıdya Uygulanmasının Bitkisel Verim Üzerine Olan Etkisi. Proje no: Tarp-1862 2003-321 Adana
- Wang, Li-Li, Wu,J., Wang, Z-J., Li, W-Z., Zhang, K. 2017. Effects of Three Biochars as Adsorbents on Soils Adsorbing Ammonium Nitrogen in Biogas Slurry. *Hindawi Journal of Chemistry*, Volume 2017:1-10
- Witter, E., Kirchmann, H. 1989. Peat, zeolite and basalt as adsorbents of ammoniacal nitrogen during manure decomposition. *Plant Soil*, 115: 43–52.