

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**ODUN SİRKEŞİ UYGULAMALARININ BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİ VE
MISIR BİTKİSİ VERİM ÖĞELERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Fadime SARITAŞ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**ANKARA
2024**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

ODUN SİRKESİ UYGULAMALARININ BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİ VE MISIR BİTKİSİ VERİM ÖĞELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Fadime SARITAŞ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ayten NAMLI

Bu çalışma kapsamında fındikkabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilmiş iki farklı odun sirkесinin farklı doz ve uygulamalar ile bitki verim bileşenleri ve toprak kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bitkisel ve hayvansal kaynaklardan elde edilen odun sirkeleri İç Anadolu şartlarında ana ürün olarak ekilen silajlık mısır bitkisine, tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre 60 parselde 10 uygulama konulu, 3 tekerrürlü olarak Ankara ili Sincan İlçesi Yenikent mevkiinde 2021 ve 2022 yıllarında iki yıllık çakılı tarla denemesi olarak yürütülmüştür. Odun sirkesi ile kaplanmış tohum, yaprakdan odun sirkesi uygulama, toprağa %1 ve toprağa %0.5 dozlarında uygulama ve kontrol grubu olarak uygulamalar her iki odun sirkesi için de yapılmıştır. Toprakların kimyasal ve bazı biyolojik özelliklerini belirlemek için pH, Ec, bünye, organik madde, toplam azot (%N), alınabilir fosfor, alınabilir K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn, toprak solunumu, mikrobiyal biyokütle karbonu, üreaz enzim aktivitesi ve alkali fosfataz enzim aktivitesi tayinleri yapılmıştır. Odun sirkесinin mısır bitkisinin verim ve verim komponentleri üzerine etkilerini belirlemek için bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, parselde yeşil bitki biyokütlesi, dekara yeşil bitki biyokütlesi, kuru madde oranı, dekara kuru madde biyokütlesi, koçan ağırlığı, koçan uzunluğu ve koçan çapı belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre yapılan istatistik analizlerde, fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkesi uygulamaları, toprağın pH ve EC değerleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Toprağın organik madde miktarı, toplam N içeriği, alınabilir P miktarı, mikro elementlerden Fe miktarı, her iki yıl ortalamasında %1 ve %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Değişebilir K miktarı ve alınabilir Cu^{+2} , Zn miktarı üzerine uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunurken, yıllar arasındaki tekrarlamaların etkisi %0.5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamaların toprağın biyolojik aktivitesi üzerine etkilerine baktığımızda; toprak solunumu ve toprak mikrobiyal biyokütle karbonuna olan etkileri istatistiksel olarak önemli olmazken, üreaz ve fosfotaz enzim aktivitelerine olan etkileri önemli bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre yapılan istatistik analizlerde, odun sirkesi uygulamaları, bitki koçan uzunluğu, bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, parselde yeşil bitki biyokütlesi, dekara yeşil bitki biyokütlesi, etüvde kuru madde oranı, dekara kuru madde biyokütlesi ve koçan ağırlığı üzerine iki yıllık ortalamalar %1 ve %5 düzeyinde önemli bulunurken, koça çapı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Fındikkabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin etkilerine baktığımızda, uygulama yöntemleri arasında farkın önemli olduğu, her iki yıl içinde Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkесinin fındık kabuğundan elde edilen odun sirkесine göre daha etkili olduğu görülmekte olup, daha yüksek dozlarda ve farklı bitkilerde, farklı bölge topraklarında çalışmalar yapılmalıdır.

Şubat 2024, 130 sayfa

Anahtar Kelimeler: Odun sirkesi, tavuk altlığı, fındık kabuğu, mısır, verim

ABSTRACT

PhD Thesis

THE EFFECT OF WOOD VINEGAR APPLICATIONS ON SOME SOIL PROPERTIES COMPONENTS AND CORN YIELD COMPONENTS

Fadime SARITAŞ

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

Supervisor: Prof. Dr. Ayten NAMLI

Within the scope of this study, the effects of two different wood vinegar obtained from hazelnut shells and poultry litter on plant yield components and soil quality with different doses and applications were investigated. Wood vinegar obtained from plant and animal sources were carried out as a two-year gravel field trial in Yenikent, Sincan District of Ankara province, in 2021 and 2022, on 10 applications in 60 parcels according to the Divided Parcels in Blocks Trial Design, according to the Trial Design of Divided Parcels in Coincidence Blocks. Seed coated with wood vinegar, application from leaves, application at doses of 1% to the soil and 0.5% to the soil, and applications as a control group were made for both wood vinegars. In order to determine the chemical and some biological properties of soils, pH, EC, structure, organic matter, total nitrogen (N%), absorbable phosphorus, ingestible K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn, soil respiration, microbial biomass carbon, urease enzyme activity and alkaline phosphatase enzyme activity were determined. To determine the effects of wood vinegar on the yield and yield components of the corn plant, plant height, plant age weight, green plant biomass in the plot, green plant biomass per decare, dry matter ratio, decare dry matter biomass, cob weight, cob length and cob diameter were determined.

According to the results of the research, in the statistical analyzes, the effect of wood vinegar applications obtained from hazelnut shells and poultry litter on the pH and EC values of the soil was found to be insignificant. The amount of organic matter in the soil, total N content, the amount of P that can be taken, and the amount of Fe from microelements were found to be significant at the level of 1% and 5% on average in both years. While the difference between the applications on the amount of variable K and the amount of absorbable Cu²⁺, Zn was found to be insignificant, the effect of repetitions between years was found to be significant at the level of 5%. When we look at the effects of applications on the biological activity of the soil; While the effects on soil respiration and soil microbial biomass carbon were not statistically significant, their effects on urease and phosphatase enzyme activities were found to be significant. In the statistical analysis made according to the results of the research, two-year averages on wood vinegar applications, plant cob length, plant height, plant age weight, green plant biomass in the plot, green plant biomass per decare, dry matter ratio in the oven, dry matter biomass and cob weight were found to be significant at the level of 1% and 5%, while the effect on the cob diameter was not found to be statistically significant.

When we look at the effects of wood vinegar obtained from hazelnut shells and poultry litters, it is seen that the difference between the application methods is significant, wood vinegar obtained from poultry litter is more effective than wood vinegar obtained from hazelnut shells every two years, and studies should be carried out at higher doses and in different plants and in different regional soils.

February 2024, 130 pages

Keywords: Wood vinegar, poultry litter, hazelnut shells, corn, yield

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca her türlü bilgiyi bana sağlayan, desteğini esirgemeyen, bana hep yol gösterip, eksik kaldığım yerde bana ışık olan, çok kıymetli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ayten NAMLI'ya çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamın başından itibaren bana her türlü bilgi ve yardımlarını sunan, çok değerli jüri hocam Prof. Dr. Oğuz Can TURGAY'a ve bilgi ve desteği ile çalışmalarımda bana çok yardımcı olan sevgili jüri hocam Prof. Dr. Sema CAMCI ÇETİN'e teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmalarımda yardımlarını aldığım Sayın Araş. Gör. Dr. M. Onur AKÇA'ya çok teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım sırasında, tarlada gücümün yetmediği her alanda yardımlarını esirgemeyen Eşim Yusuf SARITAŞ'ın mesai arkadaşlarına çok teşekkür ederim.

Hayatımın her anında bana bahar bahçe olan, burdan sonrası olmaz dediğim herşeyde bana omuz olan, beni bu çalışmaya teşvik edip, tarlada, laboratuvar, tez yazımında benle birlikte ter döken, çok ama çok fazla emek veren sevgili eşim Yusuf SARITAŞ'a binlerce teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmamın ikinci yılında bir beden çift yürek olup, soğuk laboratuvar günlerinde yarattığı bulantılarla, dünyada ki altıncı ayında yeniden aynı yerde olan, bir hafta ile kaçırdığı hasatın analizlerinde, tez yazdığım her an hastalıkları ile sürpriz yapan, çalışma masamın altında, kendinden ağır kitaplarımın arasında bana sınımsız umut olan canım oğlum Ali SARITAŞ'a varlığı için teşekkür ederim.

Fadime SARITAŞ
Ankara, Şubat 2024

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	18
3.1 Materyal	18
3.1.1 Odun sirkesi.....	18
3.1.2 Mısır tohumluğu.....	18
3.1.3 Deneme alanı	18
3.1.4 İklim özellikleri	19
3.1.5 Deneme alanı toprak özellikleri	20
3.2 Yöntem	21
3.2.1 Uygulama konuları	21
3.2.2 Toprak hazırlığı, deneme parsellerinin oluşturulması ve kültürel işlemler ...	22
3.2.3 Sulama yöntemi	25
3.2.4 Yabancı ot kontrolü ve tekleme	25
3.2.5 Gübreleme yöntemi.....	27
3.2.6 Toprak örneklerinde yapılan analiz yöntemleri	27
3.2.7 Bitki analiz yöntemleri.....	31
3.2.8 Verilerin değerlendirilmesi	36
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	37
4.1 Odun Sirkesi ve Uygulamalarının Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi	37
4.1.1 Odun sirkesi uygulamalarının toprak pH'sı üzerine etkisi.....	37
4.1.2 Odun sirkesi uygulamalarının elektriksel iletkenlik (EC) üzerine etkisi.....	40
4.1.3 Odun sirkesi uygulamalarının organik madde üzerine etkisi.....	43

4.1.4 Odun sirkesi uygulamalarının toplam azot üzerine etkisi	46
4.1.5 Odun sirkesi uygulamalarının alınabilir fosfor üzerine etkisi.....	49
4.1.6 Odun Sirkesi Uygulamalarının Toprakların Değişebilir Potasyum (K), Kalsiyum (Ca) ve Magnezyum (Mg) Üzerine Etkisi.....	53
4.1.7 Odun sirkesi uygulamalarının alınabilir iz element (Fe, Cu, Zn, Mn) üzerine etkileri	61
4.1.8 Odun sirkesi uygulamalarının toprak solunumu (CO ₂) üzerine etkisi	74
4.1.9 Odun sirkesi uygulamalarının toprak mikrobiyal biyokütle karbonu (SIR) üzerine etkisi.....	77
4.1.10 Odun sirkesi uygulamalarının toprak üreaz enzim aktivitesi üzerine etkisi	81
4.1.11 Odun sirkesi uygulamalarının toprak alkali fosfataz enzim aktivitesi üzerine etkisi.....	84
4.2 Odun Sirkesi ve Uygulamalarının Mısır Bitkisi Verim Ögeleri Üzerine Etkisi	88
4.2.1 Odun sirkesi ve uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi	88
4.2.2 Odun sirkesi ve uygulamalarının bitki yaş ağırlığı üzerine etkisi	92
4.2.3 Odun sirkesi ve uygulamalarının parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığı üzerine etkisi	94
4.2.4 Odun sirkesi ve uygulamalarının dekara yeşil bitki biyokütlesi üzerine etkisi	97
4.2.5 Odun sirkesi ve uygulamalarının etüvde kuru madde oranı üzerine etkisi .	100
4.2.6 Odun sirkesi ve uygulamalarının dekara kuru madde biyokütlesine üzerine etkisi	103
4.2.7 Odun sirkesi ve uygulamalarının bitki koçan ağırlığı üzerine etkisi	107
4.2.8 Odun sirkesi ve uygulamalarının bitki koçan uzunluğu üzerine etkisi.....	110
4.2.9 Odun sirkesi ve uygulamalarının bitki koçan çapı üzerine etkisi	113
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	116
KAYNAKLAR	120
ÖZGEÇMİŞ.....	130

SİMGELER DİZİNİ

CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
CO ₂	Karbondioksit
cm	Santimetre
HCl	Hidroklorik Asit
H ₂ SO ₄	Sülfirik Asit
NH ₄ OAC	Amonyum asetat
NaOH	Sodyumhidroksit
mm	Milimetre
°C	Santigrat
%	Yüzde

Kısaltmalar

C	Karbon
Ca	Kalsiyum
Cu	Bakır
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
N	Azot
P	Fosfor
OM	Organik Madde
OS	Odun sirkesi
DUNCAN	Çoklu karşılaştırma testi
K.O.	Kareler ortalaması
S.D.	Serbestlik derecesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Deneme alanının uydu görüntüsü	19
Şekil 3.2 Tohuma odun sirkesi uygulanmasna ait görüntü	21
Şekil 3.3 Deneme planı	23
Şekil 3.4 Deneme alanını parselizasyonu ve çizilerin açılması	23
Şekil 3.5 Plakaların hazırlanması ve deneme parsellerine çakılması.....	24
Şekil 3.6 Deneme alanının ekimi ve silindir çekilmesi.....	24
Şekil 3.7 Damala sulama seisteminin kurulması	25
Şekil 3.8 Bitkilerde tekleme yapılması	26
Şekil 3.9 Bitkilerde boğaz doldurumu	26
Şekil 3.10 Toprağa odun sirkesi uygulaması	27
Şekil 3.11 Toprak örneklerinin hazırlanması	28
Şekil 3.12 Toprak örneklerinin CO ₂ çıkış analizlerinden görüntüler.....	29
Şekil 3.13 Toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle karbonu analizlerinden görüntüler	30
Şekil 3.14 Toprak örneklerinin üreaz enzim aktivitesi tayininden görüntüler.....	31
Şekil 3.15 Deneme alanından görüntüler	32
Şekil 3.16 Deneme alanından görüntüler	33
Şekil 3.17 Bitki boyu ve koçan uzunluğuna ait görüntüler.....	35
Şekil 3.18 Bitki koçan uzunluğu ve çapına ait görüntüler	35
Şekil 4.1 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak pH ortalamaları.....	39
Şekil 4.2 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre elektriksel iletkenlik (EC) ortalamaları	42
Şekil 4.3 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak organik maddesi (%) ortalamaları.....	45
Şekil 4.4 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toplam azot miktarı (%) ortalamaları.....	48
Şekil 4.5 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir fosfor (mg kg ⁻¹) ortalamaları.....	51
Şekil 4.6 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprakta değişebilir potasyum (mg kg ⁻¹) ortalamaları	55
Şekil 4.7 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprakta değişebilir kalsiyum (mg kg ⁻¹) ortalamaları	58
Şekil 4.8 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre	

toprakta değişebilir magnezyum (mg kg^{-1}) ortalamaları	61
şekil 4.9 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir demir (mg kg^{-1}) elementi ortalamaları	64
şekil 4.10 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir bakır (mg kg^{-1}) elementi ortalamaları	67
şekil 4.11 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir çinko (mg kg^{-1}) elementi ortalamaları.....	70
şekil 4.12 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir Mn (mg kg^{-1}) ortalamaları.....	73
şekil 4.13 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak solunumuna (CO_2) ortalamaları ($\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1}$ kuru toprak 24h^{-1})	76
şekil 4.14 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak mikrobiyal biyokütle karbonu (SIR) ortalamaları.....	80
şekil 4.15 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak üreaz enzim aktivitesi ortalamaları ($\text{mg NH}_4\text{-N}/100 \text{ g toprak}$)...	83
şekil 4.16 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına toprak alkali fosfataz enzim aktivitesi ortalamaları (mg pNP g^{-1} toprak)	87
şekil 4.17 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki boyu (cm) ortalamaları	91
şekil 4.18 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki yaş ağırlığı (g) ortalamaları	94
şekil 4.19 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığı (kg) ortalamaları	96
şekil 4.20 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre dekara yeşil bitki biyokütlesi (kg/da) ortalamaları.....	99
şekil 4.21 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre etüvde kuru madde oranı (%) ortalamaları.....	102
şekil 4.22 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre dekara kuru madde biyokütlesi (kg/da) ortalamaları.....	106
şekil 4.23 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki koçan ağırlığı (g) ortalamaları.....	109
şekil 4.24 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki koçan uzunluğu (cm) ortalamaları	112
şekil 4.25 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki koçan çapı (mm) ortalamaları	115

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1	Ankara ili Sincan ilçesi uzun yıllar (2014-2022) ve araştırma yılları (2021 ve 2022) vejetasyon dönemini kapsayan bazı iklim verileri	19
Çizelge 3.2	Deneme alanına ait toprak analizi sonuçları	20
Çizelge 4.1	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak pH'ına ait varyans analiz sonuçları	37
Çizelge 4.2	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak pH'ına ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları	37
Çizelge 4.3	Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak pH ortalamaları	38
Çizelge 4.4	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak eriyebilir toplam tuza (EC) ait varyans analiz sonuçları	40
Çizelge 4.5	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak eriyebilir toplam tuza (EC) ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları	40
Çizelge 4.6	Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak elektriksel iletkenlik(EC) ortalamaları	41
Çizelge 4.7	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının organik maddesine ait varyans analiz sonuçları	43
Çizelge 4.8	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının organik maddesine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları	43
Çizelge 4.9.	Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre organik maddesi (%) ortalamaları	44
Çizelge 4.10	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toplam azot miktarlarına ait varyans analiz sonuçları	46
Çizelge 4.11	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toplam azot miktarlarına ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları	46
Çizelge 4.12.	Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toplam azot miktarı (%) ortalamaları	47
Çizelge 4.13	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının alınabilir fosfora ait varyans analiz sonuçları	49
Çizelge 4.14	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının alınabilir fosfora ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları	50
Çizelge 4.15	Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir fosfor (mg kg^{-1}) ortalamaları	50
Çizelge 4.16	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprakta değişebilir potasyuma ait varyans analiz sonuçları	53
Çizelge 4.17	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprakta değişebilir potasyuma ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları	54
Çizelge 4.18	Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına	

	göre toprakta değişebilir potasyum (mg kg^{-1}) ortalamaları	54
Çizelge 4.19	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprakta değişebilir kalsiyuma ait varyans analiz sonuçları	56
Çizelge 4.20	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprakta değişebilir kalsiyuma ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.....	57
Çizelge 4.21	Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprakta değişebilir kalsiyum (mg kg^{-1}) ortalamaları	57
Çizelge 4.22	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprakta değişebilir magnezyuma ait varyans analiz sonuçları	59
Çizelge 4.23	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprakta değişebilir magnezyuma ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.....	59
Çizelge 4.24	Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprakta değişebilir magnezyum (mg kg^{-1}) ortalamaları	60
Çizelge 4.25	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının alınabilir demir mikro elementine ait varyans analiz sonuçları	62
Çizelge 4.26	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının alınabilir demir mikro elementine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.....	62
Çizelge 4.27	Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir demir (mg kg^{-1}) mikro elementi ortalamaları	63
Çizelge 4.28	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının alınabilir bakır mikro elementine ait varyans analiz sonuçları	65
Çizelge 4.29	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının alınabilir bakır mikro elementine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları	65
Çizelge 4.30	Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir bakır (mg kg^{-1}) mikro elementi ortalamaları	66
Çizelge 4.31	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının alınabilir çinko mikro elementine ait varyans analiz sonuçları.....	68
Çizelge 4.32	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının alınabilir çinko mikro elementine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları	68
Çizelge 4.33	Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir çinko (mg kg^{-1}) mikro elementi ortalamaları	69
Çizelge 4.34	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının alınabilir mangan mikro elementine ait varyans analiz sonuçları	71
Çizelge 4.35	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının alınabilir mangan mikro elementine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.....	72
Çizelge 4.36	Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir mangan (mg kg^{-1}) mikro elementi ortalamaları.....	72
Çizelge 4.37	2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak solunumuna (CO_2) ait varyans analiz sonuçları.....	74

Çizelge 4.38 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak solunumuna (CO ²) ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları	75
Çizelge 4.39 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak solunumuna (CO ²) ortalamaları	75
Çizelge 4.40 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak mikrobiyal biyokütle karbonuna (SIR) ait varyans analiz sonuçları	78
Çizelge 4.41 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak mikrobiyal biyokütle karbonuna (SIR) ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.....	78
Çizelge 4.42 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak mikrobiyal biyokütle karbonu (SIR) ortalamaları	79
Çizelge 4.43 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak üreaz enzim aktivitesine ait varyans analiz sonuçları.....	81
Çizelge 4.44 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak üreaz enzim aktivitesine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları	82
Çizelge 4.45 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak üreaz enzim aktivitesi ortalamaları.....	82
Çizelge 4.46 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak alkali fosfataz enzim aktivitesine ait varyans analiz sonuçları	85
Çizelge 4.47 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak alkali fosfataz enzim aktivitesine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları	85
Çizelge 4.48 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına toprak alkali fosfataz enzim aktivitesi ortalamaları	86
Çizelge 4.49 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki boyuna ait varyans analiz sonuçları	89
Çizelge 4.50 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki boyuna ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları	89
Çizelge 4.51 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki boyu (cm) ortalamaları	90
Çizelge 4.52 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki yaş ağırlığına ait varyans analiz sonuçları	92
Çizelge 4.53 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki yaş ağırlığına ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları	92
Çizelge 4.54 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki yaş ağırlığı (g) ortalamaları	93
Çizelge 4.55 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığına ait varyans analiz sonuçları	94
Çizelge 4.56 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığına ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.....	95
Çizelge 4.57 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına	

göre parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığı (kg) ortalamaları	95
Çizelge 4.58 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının dekara yeşil bitki biyokütlesine ait varyans analiz sonuçları	97
Çizelge 4.59 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının dekara yeşil bitki biyokütlesine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları	98
Çizelge 4.60 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre dekara yeşil bitki biyokütlesi (kg/da) ortalamaları	98
Çizelge 4.61 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının etüvde kuru madde oranına ait varyans analiz sonuçları	100
Çizelge 4.62 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının etüvde kuru madde oranına ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.....	101
Çizelge 4.63 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre etüvde kuru madde oranı (%) ortalamaları	101
Çizelge 4.64 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının dekara kuru madde biyokütlesine ait varyans analiz sonuçları.....	103
Çizelge 4.65 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının dekara kuru madde biyokütlesine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları	104
Çizelge 4.66 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre dekara kuru madde biyokütlesi (kg/da) ortalamaları	105
Çizelge 4.67 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki koçan ağırlığına ait varyans analiz sonuçları	107
Çizelge 4.68 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki koçan ağırlığına ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları	108
Çizelge 4.69 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki koçan ağırlığı (g) ortalamaları	108
Çizelge 4.70 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki koçan uzunluğuna ait varyans analiz sonuçları	110
Çizelge 4.71 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki koçan uzunluğuna ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.....	111
Çizelge 4.72 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki koçan uzunluğu (cm) ortalamaları.....	111
Çizelge 4.73 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki koçan çapına ait varyans analiz sonuçları	113
Çizelge 4.74 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki koçan çapına ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.....	113
Çizelge 4.75 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki koçan çapı (mm) ortalamaları.....	114

1. GİRİŞ

Toprak ve çevre kirliliğinin artması, sürdürülebilir tarımın önem kazanması, bitkilerin ilk gelişim evrelerini daha hızlı tamamlaması, kök ve toprak üstü organların daha iyi gelişim kazanmasını sağlayacak uygulamalar büyük önem kazanmaktadır. Farklı tarım politikaları, gerek kimyasal gübrelerin gerekse pestisitlerin ve diğer sentetik kimyasalların sürekli kullanımından kaynaklanan çevresel riskleri en aza indirme eğiliminde olup alternatif yöntemler aramaktadır. Bitkisel kaynaklı ürünler ve uygulamalar, kimyasalların bıraktığı etkiyi azaltıcı veya davranışlarını tehdit ederek, bitki korumada önemli bir rol oynamaktadır.

Tarımsal sektörde büyük miktarda lignoselülozik biyokütle üretiminin çevre kalitesinin tükenmesi üzerindeki etkileri nedeniyle endişe verici olduğu belirtmektedir (Mahmud vd.,2016). Biyokütlenin, piroliz reaksiyonu yoluyla katı biyoyakıtlara dönüştürülmesi, biyokütle karbonizasyon sürecinde açığa çıkan dumanın yoğunlaşmasından üretilen odun sirkesinin, mevcut yapısındaki çeşitli aktif kimyasal bileşiklerin çeşitli uygulamalarda uygulanma potansiyeline sahip olduğu üzerinde durulmaktadır. Odun sirkesi (OS); piroliz asitleri, piroliz yağı, odun kömürü üretimi, bitkisel atıkların karbonizasyonu, biyokömür üretimi ya da biyokütle pirolizi sırasında oluşan buharın yoğunlaştırılması ile elde edilen sıvı özellikteki bir yan ürün olarak tanımlanmaktadır.

Odun damıtığı veya pirolignöz asit olarak da adlandırılan odun sirkesi, siyah kömür üretiminin bir yan ürünüdür (Hagner vd., 2020a). Odun biyokütlesinin pirolizi sırasında duman sıvıya soğutulur, sıvı bir süre hareketsiz bırakıldığında iki katmana ayrılır; üst katman esas olarak su ve organik asit içerir, alt katman ise esas olarak ağaç yağı katranından oluşur. Asetik asit, propiyonik asit, metil alkol ve fenolikler gibi bir dizi organik asitin yanı sıra K, Mg ve Ca gibi mineralleri içeren üst katman (odun sirkesi) toplanır (Hagner vd., 2021). Odun sirkesi, daha yüksek derişimlerde antibiyotik olarak kullanılabileceği gibi, düşük derişimlerde de toprak düzenleyicisi için kullanılabilir (Hagner vd., 2020b; Luo vd., 2019; Vannini vd., 2022). Bitkiler üzerindeki faydalı etkilerinden dolayı, odun sirkesi son yıllarda tarımda mahsul verimliliğini artırmak ve bitkilerin patojenlere karşı savunmasını geliştirmek için biyopest olarak kullanılmaktadır

(Deng vd., 2023; Vannini vd., 2022; Grewal vd., 2018).

Odun sirkesinin gemişı Asya lkelerinde 1930’lu yıllara dayanıp, doğal ve ucuz bir tarım ürünü, büyümeyi teşvik eden gübre olarak kabul edilmektedir. Yapay, kirletici olmayan bir tarım malzemesi olarak odun sirkesi, Japonya, Kore ve in’de bitki yetiştirme, ilaçlama, bakteri tutucu, sağlık ve gıda alanlarında kullanılmaktadır. in’deki araştırmacılar OS’nin mahsul büyümesini hızlandırıcı, bakteri kısıtlayıcı ve toprak katkı maddesi olarak yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Zhou vd., 2009). Tarımdan, sağlığa, kozmetikten çeşitli endüstri dalları ile birçok alanda kullanımı olan odun sirkesine ulaşmak için odun kömürü üretimine gerek duyulmadığı, birçok bitkisel ya da hayvansal atığın değerlendirilebileceği belirtilmektedir (Burnette, 2010). Esas olarak organik asitler ve aldehit, keton, fenol ve furan gruplarından oluşan odun sirkesi (Zhang vd., 2013), bitki büyümesini destekleyicisi (Mungkunkamchao vd., 2013), toprak iyileştirme (Lashari vd., 2013) ve yem katkı maddesi (Xu vd., 2017) olarak kullanılmaktadır. Yaklaşık 200 bileşen içerdiği saptanan odun sirkesi uygun doz ve uygulamalarda kullanıldığında toprak kalitesini artırdığı, zararlıları yok ettiği, bitki büyümesini artırdığı ve bitki büyümesini düzenleyici veya büyümeyi engelleyici olarak hareket ettiğine yönelik Dünya’da önemli miktarda çalışma yapılmışken ülkemizde ise bu konuda yapılan çalışmalar kısıtlıdır (Namlı vd., 2014; Koç, 2017).

Odun sirkesi; ceviz, fındık, badem gibi sert çekirdekli meyve kabukları, muz ağacı atıkları, köknar, meşe gibi orman atıkları, ananas kabuğu, palmiye boş salkımları, geniş yapraklı ağaç atıkları ve daha birçok materyalden elde edilmektedir. Burnette (2010), hammadde açısından geniş bir yelpazede olması, üretim koşulları basit olması sebebiyle maliyet açısından diğer kimyasallara kıyasla OS’nin daha uygun olduğunu öne sürmüştür.

Toprak kalitesinin iyileştirilmesiyle ilgili olarak pirolignöz asit, toprak kalitesini olumlu yönde etkileyebilir (Koç vd., 2018; Mmojieje vd., 2015), etkili bir toprak iyileştirici olabilir (Lashari vd.,2013) ve etkili bir toprak iyileştirici olarak tarımsal üretim sürecinde doğru şekilde uygulandığında önemli ekonomik ve çevresel faydalar sağlayabilir (Becagli vd., 2022, Lashari vd., 2013). Ayrıca, odun sirkesinin asidik yapısı toprağın pH’ını düzenleyebilir (Lashari vd., 2015), besin bulunabilirliğini artırabilir (Lashari vd., 2013),

amonyum kaybını önleyebilir (Grewal vd., 2018), N₂O ve CH₄ emisyonlarını azaltabilir (Sun vd., 2018) ve toprağın mikrobiyal topluluğunu etkileyebilir (Lu vd., 2015).

Ülkemiz nüfusunun ve gıda gereksiniminin hızla artması, kişi başına düşen ekilebilir alanların azalması, birim alandan daha fazla bitkisel üretim gerektirdiği için, bitkisel üretimi artırıcı gübre ve düzenleyicilerin bugün olduğu gibi gelecekte de sürdürülebilir tarımın en önemli girdilerinden birisi olması kaçınılmazdır. Tarımsal sektör, ekonomik, sosyal ve politik özellikleri ile diğer sektörlerden farklı olarak vazgeçilmez bir öneme sahip olup, ülkemiz ve tüm dünyada önemini korumaktadır.

Dünya genelinde temel tarım ürünleri içerisinde yer alan mısır bitkisi, hayvan yemi, işlenmiş gıdalar, mısır şurubu, temel gıdalardaki enerji kaynaklarına gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Anonim, 2019). Dünyada 2020/21 üretim sezonunda mısır üretim miktarı 1,1 milyar ton olup, ülkemizde ise 2021/22 üretim sezonunda mısır üretim miktarı 8,5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2022). Dünya’da üretilen mısır bitkisinin %73’ü hayvan yemi, %27’si insan besin kaynağı olarak kullanılmakta olup, Türkiye’de ise yem endüstrisi ve mısır nişastası endüstrisi olmak üzere mısırın iki ana kullanıcısı vardır. Gelişmiş ülkelerde mısır bitkisinin %90’ı hayvan yemi , %10’u ise endüstri ve insan besin kaynağı olarak tüketilmektedir (Öz vd., 2017). Ülkemizde geleneksel mısır üretim bölgesi olan Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu en önemli paya sahip bölgelerdir. Konya başta olmak üzere Orta-Batı Anadolu son yıllarda alan genişlemesinin olduğu bölgedir. Şanlıurfa %19,2, Konya %15, Adana ise %10,1 ile en büyük mısır ekim alanına sahip illerdir (Anonim, 2021).

Mısır bitkisi birim alanda fazla kuru madde oluşturmakta ve topraktan fazla miktarda besin maddesi kaldırmaktadır. Bitkinin besin maddesi alımı, bitki besin maddelerinin topraktaki miktarı ve durumlarına, iklim ve toprak faktörlerine, yetiştirilen çeşide ve bitkinin gelişim dönemlerine bağlıdır. Çimlenme ve çıkışı izleyen ilk gelişme döneminde mısır bitkisinin yavaş olan besin maddesi alımı, sonraki dönemlerde hızlanmaktadır. Mısır bitkisinde yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmek için iyi bir gübreleme yapılması gerekmektedir (Öktem ve Çelik, 2017).

Yem bitkilerinde yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmek için gübreleme önemli bir yer tutmaktadır. Birim alandan daha fazla ürün elde etmek için kimyasal gübre kullanımı her yıl daha da artmaktadır. Tarım alanlarında fazla kimyasal gübreleme yapılması çeşitli çevre ve sağlık sorunlarını beraberinde getirmiştir. Çeşitli organik gübrelerin ve toprak düzenleyicilerin toprak sağlığı ve bitki gelişimi üzerine etkileri konusunda araştırmalar yapılmaya devam edilmektedir. Bu kapsamda gerek OS'nin toprak düzenleyici olarak etkilerinin ortaya konulması gerekse mısır bitkisinin veri ve verim komponentleri üzerine OS uygulamalarının etkileri konusunda çalışmaların yapılması önem arz etmektedir. Ancak, OS'nin toprak sağlığı üzerindeki etkilerine ilişkin bilimsel araştırmaların özellikle ülkemizde yetersiz olduğu görülmektedir. Ülkemizde odun sirkelerinin tarımsal olarak kullanımına yönelik çalışmaların ışığında, potansiyelinin daha fazla araştırılması ve sahada daha fazla tanınması için yapılacak çalışma ve projelere destek verilmesi gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında bitkisel ve hayvansal kaynaklardan elde edilmiş iki farklı odun sirkelerinin farklı doz ve uygulamalar ile bitki verim bileşenleri ve toprak kalitesi üzerine etkilerinin farklı olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle farklı kaynaklardan elde edilen odun sirkelerinin; uygulamalar ve materyaller olarak etkilerinin araştırılması, aynı kaynaktan elde edilen odun sirkelerinin uygulamalar arasında verim üzerine farklı etkilerinin saptanması amaçlanmaktadır. Aynı zamanda bu çalışmada araştırılmak istenen bir unsur da toprak kalitesini arttırmada eşit dozlarda uygulanan farklı materyallerden elde edilen odun sirkelerinin toprak özelliklerini iyileştirmeye ve bitki verimine vereceği tepkileri belirlemektir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Odun Sirkesinin Tarımda Kullanımı

Odun kömürü yapımı sırasında ortaya çıkan yan ürünler oldukça önem taşıırken ağaç artıklarının değerlendirilmesine de katkı sağlamaktadır. Bu yan ürünlerden biri olan odun sirkesi odunun retort denilen fırınlarda piroliz edilmesinden sonra elde edilir (Fengel ve Wegener, 1984).

Tayland Kasetsart Üniversitesi'nden Nikhom Laemsak; hava kuru 1 ton odun başına 314 lt odun sirkesi elde edilebileceğini belirtmiştir. Laemsak, elde edilen odun sirkesinin yaklaşık 200 bileşen içerdiğini, bunların alkol (metanol, butanol, amilalkol), asit (asetik, formik, propionik, valerik) formaldehit, aseton, furfural, valerolakton gibi nötr maddeler ile fenoller (siringol, kresol, fenol) amonyak, metil amin, piridin gibi temel maddeler olduğunu belirtmiştir. Ayrıca kaliteli odun sirkesinin yaklaşık pH'sının 3.0, özgül ağırlığının 1.005-1.050 gcm⁻³, renginin soluk sarıdan parlak kahverengiye ve kırmızımsı kahverengiye değiştiği, şeffaf, duman kokulu, çözünmüş katran içeriğinin %3'ten az ve tutuşma kalıntısının ağırlıkça %2'den az özelliklere sahip olduğunu belirtmiştir (Burnette, 2010).

Odun sirkesinin kullanımına yönelik ilk araştırmalar 1950'li yılların başlarında Japonya'da başlatılmıştır. Japonya odun sirkesinin etkinliği ve kullanımını 2000'li yılların başında gündeme getirmiş ve bugün Japonya başta olmak üzere Tayvan ve Kore'de odun sirkesi kullanımı yaygınlaşmış bulunmaktadır (Anonymous, 2011).

Odun sirkesi üretim yöntemleri ve odun sirkesi veya pirolignöz asidinin tarımda ve çevrede kullanım alanlarının araştırıldığı çalışmada, odun sirkesinin alifatik, aromatik, naftanik hidrokarbonlardan ve alkoller aldehitler, ketonlar, fenoller ve eterler, gibi diğer oksijenli bileşiklerden oluştuğu tespit edilmiş. tarımda antimikrobiyal, antifungal ve böcek ilacı, bitki çimlenmesinde kullanılırken, gıda korumada, tıpta ve daha bir çok kullanım alanı olduğu belirtilmiştir (Ouattara vd., 2023).

Ouattara vd. (2023) derleme çalışmalarında, kimyasal gübrelerin uzun süreli uygulamalarının toprak kaynaklarının tükenmesine, suyun ve besin maddelerinin korunmasının zayıflamasına ve toprak yapısının bozulmasına neden olduğunu ve hasat edilen meyve ve sebzelerde de bazı kalıntılara rastlandığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar sebze ve meyve üretiminde tüketim riski olmadan doğal bir alternatif bulmanın önemli olduğu ve OS'nin bu profili karşılayan doğal bir ürün olduğunu öne sürmüşlerdir. Araştırmacılar bitki büyüme ve gelişiminin uyarıcısı olarak odun sirkesinin hücre büyümesini teşvik ettiği, çeşitli mikropların büyümesi ve enzimlerin aktivasyonu için katalizör görevi gören bir ürün olduğu ve bitkilerde fotosentez, besin alımı ve hücre büyümesi gibi çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal süreçler için gerekli olduğunu ancak ilgili mekanizmaların yeterince araştırılmadığını belirtmişlerdir.

Robb ve Joseph (2019), odun sirkesi kullanıcılarının çiftçilik faaliyetlerinde nasıl fayda veya zarar elde ettiklerini ortaya koyarak bu konudaki bilgi açığını gidermeyi amaçlayan bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu amaçla Avustralya Yeni Zelanda Biyokömür Girişimi (ANZBI) aracılığıyla, Mart ve Nisan 2019'da mevcut altı odun sirkesi üreticiyle anket çalışması yürütülmüştür. Araştırmada odun sirkesinin, tohum çimlenme oranlarını artırmak, mantar hastalıklarını azaltmak ve hem bitki sağlığını hem de ürün kalitesini iyileştirmek amaçlı kullanıldığı belirlenmiştir. Araştırmada odun sirkesinin ürün verimi etkisi için kullanılması ana kullanım motivasyonunu oluşturmuş (%29), bunu toprağın kuraklık toleransı (%14), toprağın karbon miktarının artırılması (%14) ve sentetik kimyasallara olan bağımlılığın azalması (%14) izlemiş, ürün sağlığı ve kalitesini artırma (%10), toprak rehabilitasyonu (%5) ve bahçecilikte yetiştirme ortamı (%5) amaçlı kullanım şeklinde sıralanmıştır. OS üreticilerinden 3 tanesi fındık bahçelerinde, 1 tanesi orkide yetiştiriciliğinde, 1 tanesi sebze üretiminde yalnızca bir kullanıcı ise tohum çimlenmesini iyileştirmek amacıyla tahıl üretiminde kullanılmasını amaçlamıştır. Kullanım sıklığı haftalıktan yıllığa kadar değişmiş, uygulama şekli 6 vakanın 4'ünde yerleşik bitkilere yaprak spreyi şeklinde, 2'sinde ise ekimden önce tohumla karıştırma şeklinde belirtilmiştir. Uygulama dozu ele alındığında, 1 üretici bir litre suya 2 mL sirke oranında yapraktan uygulamayı, tohumların çimlenmesini iyileştirmek isteyen bir başka üretici ekimden önce bir ton tohum başına 20 L odun sirkesi uygulamasını, mantar ilacı

olarak odun sirkesi kullanan bir başka üretici ise suya eşit oranda OS uygulamayı belirtmiştir. Kalan üreticiler uygulama şeklini beyan etmemiştir.

Ramli vd., (2019), farklı derişimlerde odun sirkesinin (1/100, ile 1/ 500 arası) palmiye yağı bazlı kompostun mikrobiyal aktivitesinin artması ve bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Düşük derişimlerde kullanılan odun sirkesinin mikrobiyal aktiviteyi arttırdığını, en yüksek N, P ve K oranlarına 1/500 oranında odun sirkesinde elde edildiğini, uygulamaların tamamında 3.5-5 arasında olan tüm pH'ların nötr yakın olarak arttırdığını, sonuç olarak pH, nem içeriği ve su tutma kapasitesi açısından 1/400 oranında seyreltilen odun sirkesinin diğer derişimlere göre daha iyi sonuç verdiği görülmüş, fiziksel, kimyasal, biyolojik açıdan dengelendiğinde 1/400 oranında yapılan derişiminin daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Odun sirkesinin mısır tohumu çimlenmesi ve fide büyümesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, 100-200-300-400-500 kat oranlarında seyreltilmiş odun sirkelerinden 30'ar ml kullanılarak her gruba 50 mısır tohumu daldırılmış. Daldırılmış tohumlar 25-26°C'de 6 gün boyunca çimlenme sayısı, çimlenme oranları kontrol edilmiş. 1/300 oranında çimlenme zirveye ulaşırken, daha düşük derişimlerde çimlenme oranının düştüğü tespit edilmiştir (Zhou vd.,2009). Seyreltme oranı azaldıkça OS'nin inhibe etkisinin arttığını araştırmacılar tarafından öne sürülmüştür.

İtalya'da, odun sirkesinin potansiyelini belirlemek, kimyasal bileşimi ve biyolojik aktivitesini araştırmak için bir çalışma yapmışlardır. Öncelikle meyve bahçelerinden budanan dalların toplanıp, piroliz edilmesi ve (GC-MS) kullanılarak odun sirkesinin karakteri analiz edilmiştir. Zeytin sineği zararı olan bir zeytin bahçesinde iki yıl uygulanan odun sirkesinin herhangi bir kovucu etkisi gözlenmezken, çilek serasında *Meloidogyne incognita* nematodu üzerine yüksek derişimlerde kullanılan odun sirkesinin fitotoksik etki yaratarak toplam verimi düşürdüğü, daha düşük derişim seviyelerinde kök büyümesinde etkili olduğu gözlenmiştir. %1 olarak kullanılan odun sirkesinin çilekte tarla verimini %15 önemli bir azalmaya neden olduğu, sonuç olarak odun sirkesi kullanımında derişim ve uygulama miktarının önemi araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır (Iacomino vd., 2024).

Seyreltilmiş odun sirkesinin topraktaki mikrobiyal aktivite üzerine etkisini gözlemlemek için üç farklı alana 1/300, 1/500 ve aynı miktarda su enjekte edilerek püskürtme yolu ile uygulama yapılmış, odun sirkesi uygulamaları topraktaki mikroorganizma sayısı ve aktivitesini arttırmış olup, 1/300 oranında sadece ortamdaki baskın bakteri sayısı artarken, 1/500 oranında baskın bakteri sayısının yanında gram negatif bakterileri ve diğer anoreobik ve aerobik bakteriler de artış göstermiştir. Her iki uygulamanın da mantar ve aktinomisetler üzerinde engelleyici etkisi olduğu görülmüş ancak daha fazla araştırma yapılması gerektiği belirtilmiştir (Rui vd.,2014).

İtalya’da yapılan bir çalışmada topraktaki biyokimyasal aktiviteler üzerine odun sirkesi uygulamalarının etkileri araştırılmış, % 0, %0.5, %1, %2 ve %5 derişimlerde hazırlanan odun sirkeleri topraklara uygulanmış ve yapılan analiz sonuçlarına göre en yüksek mikrobiyal biyokütle en düşük odun sirkesi uygulanan parsellerde tespit edilirken, daha yüksek doz (%2 ve %5) odun sirkesi uygulanan parsellerde enzimatik aktivitede azalma ve toprak kalitesinde kayıplar meydana geldiği görülmüştür (Cardelli vd.,2020).

Ölmez vd. (2020), odun sirkesinin ot silajının besin içeriği ve fermentasyonuna etkisini araştırmışlardır. Kafkas Üniversitesinin doğal çayırından hazırlanan çimler laboratuvar ortamında kontrol, %0.5, %1 ve %2 olarak üç tekerrürlü olarak püskürtme yoluyla odun sirkesi uygulaması yapılmıştır. 60 gün fermentasyona bırakılan örneklerde, pH, ham kül, ham protein, lif analizi ile maya ve küf analizleri yapılmıştır. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre, odun sirkesi uygulamalarının besin maddelerinde herhangi bir değişim yaratmadığı, laktik asit bakterilerinin sayısının (%0.5 ve 1) kontrol grubuyla ($P>0,05$) karşılaştırıldığında değişmediği ve en yüksek (%2) OS derişiminin laktik asit bakterileri üzerinde önemli antimikrobiyal aktivite gösterdiği ve OS’nin kontrol grubuna göre maya ve küf gelişimini azaltabildiği de belirlenmiştir. Yanı sıra, derişiminin en yüksek (%2) olduğu OS grubunda pH değerinin diğer gruplara göre daha yüksek olduğu ve OS’nin diğer derişiminlerinin (%0.5 ve %1) kontrol grubuyla karşılaştırıldığında pH üzerinde düşürücü bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir.

Toprak enzim aktiviteleri, toprakta meydana gelen değişimlere daha hızlı yanıt verdiği için, toprak kalitesinin değerlendirilmesi açısından faydalı bir gösterge haline gelirler (Paz-Ferreiro vd 2009, 2012).

Karimian vd. (2022) tarafından İranda farklı tarım politikalarını benimsemek, çevresel risklerin en aza indirilmesini sağlamak için odun sirkesi ve biyokömürün alternatif olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla erik ağacı ve nar ağacından elde edilen biyokömür ve odun sirkeleri tesadüf parsellerinde deneme desenine göre, kombine ve tek olarak mısır bitkisine uygulanmış ve yapılan çalışmada pH, EC, organik madde, toplam azot, sodyum, çözünür kalsiyum, magnezyum, potasyum, bazal solunum ve biyokütle karbonu gibi toprak mikrobiyal özellikleri ile, bitki boyu, gövde çapı, yaş ağırlık ve kuru ağırlık gibi bitki özellikleri araştırılmıştır. Araştırma sonucuna göre odun sirkesi ve biyokömür birlikte uygulandığında pH, EC, organik karbon, çözünür kalsiyum, çözünür magnezyum, bazal solunum ve karbon biyokütlesi vetoprak mikrobiyal etkinliğinde artış olduğu görülmüştür.

Tarımda doğal herbisit, antimikrobiyal bir madde olarak bilinen odun sirkesinin toprağa uygulanarak, bitki büyümesinin desteklenmesi, toprak sağlığının iyileşmesi, topraktaki kimyasal girdilerin azalmasına neden olacağı düşünülmektedir. Japon çamından elde edilen odun sirkesi ve biyokömür kombine ve bireysel olarak komatsuna bitkisine (japon hardalı) uygulanarak bitki büyümesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Komatsuna bitkilerine yapılan uygulama tek tek ve kombine olarak büyüme üzerine oldukça etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca biyokömür ve odun sirkesinin daha yüksek seyreltme oranında uygulanması yapraklarda besin içeriği, kalsiyum ve fosfor birikimini arttırdığı tespit edilmiş olup, odun sirkesi ve biyokömürün sürdürülebilir tarım için umut verici tarımsal ürün olduğu düşünülmektedir (Jindo vd., 2022).

2.2 Odun Sirkesinin Toprak pH ve EC Üzerine Etkisi

Odun sirkesinin tarımda kullanılmasına yönelik ülkemizde yapılan ilk çalışma; Namılı vd. (2014) tarafından Odun sirkesinin tarımda kullanım potansiyelinin araştırılması üzerine sera koşullarında yapılmıştır. Sera denemesinde tüm odun sirkesi

uygulamalarının toprakların pH ve EC değerlerini kontrol parseline göre önemli derecede ($p < 0,05$) arttırdığı görülmüştür.

Malezyada yapılan bir çalışmada 1/100 ile 1/500 aralığında derişimlerde odun sirkelerinin, palmiye yağı bazlı kompostun mikrobiyal aktivite artışı ve fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisini araştırılmıştır. Çalışmada 3,5 ile 5 arasında değişen pH'ların nötr'e yakın olarak arttığı, en yüksek pH artışının 1/400 oranında elde edildiği tespit edilmiştir (Ramli vd.,2019).

Kafkas Üniversitesinde yapılan bir çalışmada farklı derişimlerde kullanılan odun sirkесinin çim silajının besin bileşimi, fermentasyon ilerlemesi, mikroflorası üzerine etkileri araştırılmış, %0.5, %1 ve %2 ve kontrol grubu olarak dört derişim dört tekerrürlü yapılan çalışmada, püskürtme yoluyla odun sirkесi uygulaması sonrası 1 lt'lik silolara yerleştirilen silajlara pH, kuru madde, ham protein, ham kül analizleri yapılmış olup, deneme sonucunda uygulamaların hiç birinde besin madde içeriklerinde değişiklik gözlenmezken, en yüksek pH %2 odun sirkесi uygulanan grupta belirlenmiş (Ölmez vd., 2020).

Odun sirkесi ve biyokömürün yem mısır yetiştiriciliğinde toprağın kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, biyokömür ve odun sirkесinin kombine ve tek tek olarak uygulanarak her birinin ayrı ayrı ve birlikte kullanıldığında pH, EC, organik karbon, çözünür kalsiyum, çözünür kalsiyum, çözünür magnezyum, bazal solunum, karbon biyokütlesi ve toprak mikrobiyal çeşitliliğinin arttığı tespit edilmiş olup, elektriksel iletkenlikte (EC) en yüksek artış biyokömür ve odun sirkесinin en yüksek dozda (%20 biyokömür ve %0.4 odun sirkесi) birlikte uygulandığı parselde elde edildiği belirtilmiştir (Karimian vd.,2022).

2.3 Odun Sirkесinin Bitki Büyümesi ve Toprak Kalitesi Üzerine Etkisi

Birçok araştırmacı, odun sirkесinin yapraktan uygulanmasının bitki yapraklarının klorofil içeriğini ve parlaklığını arttırdığını, bunun da fotosentezi, şeker ve amino asit sentezini

artıracağını ileri sürmüştür. OS uygulamasının pirinç (Tsuzuki vd., 2000), sorgum (*Sorghum bicolor*) ve tatlı patates (*Ipomoea batatas*; Shibayama vd., 1998) verimi üzerinde önemli bir etkisi olmuştur. Odun sirkesinin kaya kavunu (*Cucumis melo*), Fransız kadife çiçeği (*Tagetes erecta*), zinnia (*Zinnia elegans*), kıvılcık adaçayı (*Salviasplendens*) ve domates (*Solanum lycopersicum*) verimini önemli ölçüde artırdığı rapor edilmiştir (Ouattara vd., 2023). Masum vd. (2013), odun sirkesi uygulamasının pirincin tane verimini artırdığını ortaya çıkarmıştır. Yapraktan OS uygulaması marul (*Lactuca sativa*), salatalık (*Cucumis sativus*) ve lahananın (*Brassica oleracea*) büyümesini ve verimini artırmıştır (Mu vd., 2006). Ayrıca odun sirkesi kaya kavununda bitki gelişimini, meyve çapını, tatlılığını ve meyve ağırlığını önemli ölçüde uyarmıştır (Zulkarami vd., 2011).

Mungkumkamchao vd. (2013), tarımda kimyasal girdilere olan bağımlılığı azaltmak amacıyla, odun sirkesi ve bitkisel hayvansal artıklardan elde edilen özütlerin domates bitkisi verim üzerine etkisini araştırmışlardır. Odun sirkesi ve özütler tek başına ve kombine halinde uygulandığı çalışmada, yaprak spreyi ve toprak ıslatma uygulamaları ekimden sonra 10 gün aralıklarla (çıkıştan 30 gün sonra) uygulanmıştır. OS ve bitki özütlerinin tek başına veya kombinasyon halinde uygulanması, toplam bitki kuru ağırlığı, meyve sayısı, meyve taze ağırlığı ve meyve kuru ağırlığında küçük artışlar göstermiş, ancak domates meyvesinin toplam çözünabilir çözünen maddelerini önemli ölçüde artırmıştır ($P < 0.01$). Odun sirkesi ve fermente özütleri domatesin büyümesi ve verimi üzerinde benzer etkileri olduğu ancak kombinasyon halinde kullanıldığında ilave bir etki ortaya çıktığı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Araştırmacılar ayrıca yaprakten uygulama ile toprağa uygulama arasında herhangi bir fark olmadığını da öne sürmüşlerdir.

Jeong vd, (2015), rizosfer mikroorganizmaları ve odun sirkesi karışımlarının pirinç büyümesi ve toprak özellikleri üzerine etkilerini araştırmak için Kyungpook National Üniversite Deney İstasyonunda iki farklı toprak türünde (çeltik toprağı ve 1:1 oranında karıştırılmış çeltik + kum) yaptıkları çalışmada, pirincin büyümesi üzerinde PGPR bakterilerinin ve odun sirkesinin ayrı ayrı etkisi olduğunu, odun sirkesinin tek başına uygulanmasında, verim ve tane kalitesi üzerinde yararlı bir etki gösterdiğini ve toprak

kalitesini arttırmada faydalı olabilecek toprakta besin bulunabilirliğini arttırdığını gözlemlemişlerdir.

Pangnakorn vd., (2009), organik soya fasulyesi yetiştiriciliğinde odun sirkesinin sıvı biyogübre olarak tarla denemesinde uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, bazı verim ve verim öğeleri odun sirkesi uygulamasına tepki vermiş ve kontrol parselinden farklı sonuçlar elde edilmiştir. Sonuç olarak yaprakten spreyci uygulama ile odun sirkesi, 100 tane ağırlığı, bitki boyu gibi verim öğelerinin yanında haşere öldürücü etkisi ile soya fasulyesinde pestisit ve gübre kullanımına alternatif olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Endonezyada yapılan bir çalışmada Mangium (*acacia mangium*) bitkisinin parçalarından elde edilen Odun sirkesinin zencefil (*Zingiber officinale* var. *white ginger*) bitkisine uygulandığı çalışmada, kontrol grubuna göre bitki boyu, yaprak uzunluğu ve sürgün gelişimi üzerine önemli derecede büyüme sağladığı gözlenmiştir. Aynı şekilde Tectona grandis bitkisi üzerindeki % 2'lik derişimde Shorea leprosula ve Swietenia mahagoni bitkileri ile pirinç bitkilerinin büyüme özelliklerinin olumlu etkilendiğini belirlenmiştir (Nurhayati vd. 2005).

Namlı vd. (2014), OS'un toprak düzenleyici olarak tarımsal amaçlı kullanılabilirliği üzerine yaptıkları sera denemesinde; tüm OS muamelelerinin toprakların pH, EC, OM, kireç, P ve K değerlerini kontrole göre değiştirmiş olmasına rağmen sadece fosfor kapsamının önemli derecede arttığını bulmuşlardır.

Lei vd. (2018), bitki büyümesi üzerine hızlandırıcı etkileri ile bilinen odun sirkesinin salatalık tohumları üzerinde tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerini etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak farklı oranlarda seyreltilmiş odun sirkesinin çimlenme üzerine etkisinin önemli olmadığını, ancak optimal seviyede eklenen odun sirkesinin kök uzunluğu ve kuru biyokütlerde artışa sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Zhang vd. (2020), biyokömür ve odun sirkesinin yaban mersini üzerine tek tek ve birlikte uygulandığında meyve verimi, görünümü, besin içeriği ve toprak besin elementi üzerine

etkilerini araştırmak için bir çalışma yapmışlar ve yaban mersini ağacı artıklarından elde edilen biyokömür ve odun sirkесinin meyve verimini arttırdığı ancak meyve gelişimi ve besin içeriği üzerine etkisinin çok az olduğu, toprakta ise organik madde hariç besin içeriklerinin (NH_4^+ -N, NO_3^- -N, P ve Mg) kullanabilirliğini arttırdığını belirtmişlerdir.

Yaprak spreyi, topraktan uygulama veya bunların kombinasyonu gibi tüm OS uygulamalarının tarla faslyesinde uygulamalar ve toprak özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, nodüllerin sayısını ve büyümesini etkilemeden mikrobiyal biyokütleyi yaklaşık %10 seviyesinde arttırdığı, enzim aktivitesini teşvik ettiği, topraktaki nitrat ve kullanılabilir fosforu arttırdığı gözlenmiştir. OS uygulaması pH ve toplam organik karbonda (TOC) herhangi bir değişikliğe neden olmazken, OS'nin uygulama şekline bağlı olarak çözünebilir organik karbon (DOC) ve DOC/TOC oranında farklılık olduğu belirlenmiştir. OS'nin yaprak spreyi olarak uygulanması durumunda DOC ve DOC/TOC kontrolden yaklaşık %5 daha düşük iken, aynı parametreler OS'nin topraktan uygulanması durumunda kontrolden yaklaşık %7 daha yüksek olmuştur. OS'nin topraktan uygulanması, hem tek başına hem de yaprak spreyi ile kombinasyon halinde biyolojik olarak kullanılabilir N ve P derişimini arttırmış, bu artış NO_3^- -N için yaklaşık %60, P derişimi ise kontrole göre yaklaşık %51 daha yüksek olmuştur. OS'nin kombine uygulamasında ise P kontrole göre %18 daha yüksek belirlenmiştir. Çalışmada yaprak spreyi, topraktan uygulama veya bunların kombinasyonu gibi tüm OS uygulamaları, kontrole kıyasla test edilen toprak enzimatik aktivitelerini arttırmış ancak farklılıklar yalnızca toprağa uygulandığında anlamlı bulunmuştur. Aslında OS'nin topraktan uygulanması tek başına kontrollere kıyasla fosfataz (%17), β -glukosidaz (%27), dehidrogenaz (%45) ve üreaz (%50) enzim aktivitelerini önemli ölçüde arttırmıştır. Toprak mikrobiyal biyokütlesi (MBC) OS'nin toprak uygulamasından etkilenmiş olup, MBC kontrole kıyasla tek başına topraktan uygulanmasında yaklaşık %9,7 ve MBC/TOC indeksi de yaklaşık %8,2 yüksek olmuştur. Yapraktan uygulama tarla faslyesinde sap yüksekliğini azaltmış ancak sap başına düşen bakla sayısını arttırmış, topraktan uygulama ise yaprakların N ve P derişimleri ile baklaların N içeriğini arttırdığı tespit edilmiştir. Tüm odun sirkесi uygulamaları bitki yaşlanmasını geciktirdiği için tane baklagillerin büyümesi üzerine iyi bir büyüme destekleyici olarak umut vadettiği düşünülürken, yapraktan ve toprağa birlikte uygulamanın daha fazla araştırılması önerilmektedir (Becagli vd., 2022).

Yemlik mısır yetiştiriciliğinde, mısırın büyümesi ve toprağın bazı kimyasal ve mikrobiyal özellikleri üzerine odun sirkesi ve biyokömürün birlikte ve tek tek uygulandığı çalışmada; bitki besin elementi derişimini arttırma ve toprak ve bitki kalite özelliklerini iyileştirme üzerindeki etkisinin, odun sirkesi ve biyokömürün içeriğindeki organik karbona, toprak pH'sına ve bunların kullanım miktarına bağı olduğunu ayrıca, toprağın organik karbonunun arttırılması, besin maddelerin mevcudiyetinin arttırılması, toprak mikrobiyal aktivitesinin uyarılması ve bitkinin büyümesi üzerine olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir (Karimian vd.,2022).

Gana'da yapılan bir çalışmada, pirolignöz asit içeren biyostimulant ve biyopestisit olarak bilinen odun sirkesinin, bitki büyümesi ve toprak kalitesi üzerine etkilerini araştırmak, uygulama yöntemi ve odun sirkesinin ekonomik faydalarını belirlemek için börölce bitkisi üzerinde iki yıllık tarla denemesi kurulmuş, odun sirkesinin toprağı uygulama ve yapraktan uygulama olarak etkileri gözlenmiştir. Topraktan uygulama ile toprak enzimleri ve mikrobiyal biyokütle azotunun arttığı, önce topraktan sonra yaprağı uygulanan odun sirkesinin kontrole göre ekonomik olarak daha iyi olduğu, her iki uygulamanın da börölce kuru madde oranı, nodülasyon ve tane verimine iyi geldiğı tespit edilmiştir (Akley vd., 2023).

Deng vd. (2023), odun sirkesinin düşük derişim kullanıldığında bitki büyümesini teşvik edici karmaşık bir büyüme düzenleyicisi olduğunu belirtmişlerdir.

2.4 Odun Sirkesinin Hastalıklar Üzerine Etkisi

Koç vd. (2018), fındık kabuklarından elde edilen odun sirkesinin *Aspergillus niger* ve *Penicillium digitatum*'a karşı antifungal etkisini belirlemek amacıyla yedi gün boyunca inkübasyona bırakmışlardır. İnkübasyon sonucunda yapılan istatistiksel analizler ile uygulamalar arasında farklılıklar olduğu gözlenmiş olup, odun sirkesinin küf mantarlarını engellemek için kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Koç vd. (2019), fındık kabuğı ve tavuk altlığından elde edilen odun sirkelerinin bitki

patojen bakterilerine karşı antibakteriyel etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Bitki patojeni bakterilerin (*Erwinia amylovora*, *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* ve *Xanthomonas axonopodis* pv. *pHaseoli*) fındık kabuklarından üretilmiş sirkeye karşı duyarlı olduğunu, tavuk gübresinden üretilmiş sirkeye karşı dirençli olduklarını bulmuşlardır.

Tayland Mae Jo Üniversitesi'nden Dr. Arnat Tancho, odun sirkesinin toprağa uygulanmasında bitki kök gelişimi ve faydalı bakteri popülasyonunun arttırmasında uygulanabileceğini belirtmiştir. Ayrıca ürün hastalıklarına karşı savunmada yardımcı olabileceğini belirtmiştir (Burnette, 2010).

2000'li yıllarda Tayland'da Prakrit Khamduangdao Enstitüsünde, sebze çiftliğindeki zararlıları kontrol altına almak için tarım kimyasallarına alternatif arama çalışmaları kapsamında, doğal böcek kovuculardan memnun kalsa da etkilerinin çok sınırlı olduğunu fark ederek, odun sirkesini denemeye tabi tutmuştur. Karıştırma ve uygulama kolaylığından memnun kalan Prakrit zararlı ve mantar hastalıklarına karşı OS'nin etkili olduğunu gözlemlemiştir (Burnette, 2010).

Koç (2017), Buğday agro ekosistemlerinde bazı pestisitler ve odun sirkesinin (broyler tavuk gübresinden elde edilen) karşılaştırmalı olarak etkilerini tespit etmek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Kullanılan pestisit ve odun sirkesinin hastalık, zararlı ve bazı yabancı otlara etkilerini araştırmak için tarla denemesi tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Sonuç olarak; bu tez çalışmasında tavuk altlığından elde edilen odun sirkesi başta olmak üzere, farklı organik materyallerden elde edilen odun sirkelerinin; farklı iklim bölgeleri ile farklı uygulama ortamlarında (laboratuvar, sera ve tarla), farklı doz ve farklı aralıklarda, kimyasal gübreleme ile birlikte ve desteksiz ortamlarda denenmesinin faydalı olacağı bildirilmiştir. Ayrıca odun sirkesinin biyogübre yönüyle toprakta iyileştirici olarak faydalı olabileceği düşünülmekte olup bu konularda çalışmalar yapılması önerilmektedir.

Tayland Pitsanuloke Kampüsünde odun kömürü üretmek amacıyla geliştirilen fırından yan ürün olarak odun sirkesi elde edilmiştir. Chalermisan ve Peerapan (2009) elde edilen

odun sirkesinin yerli çiftçiler tarafından organik ve ucuz bitki koruma ürünü olarak tercih edildiğini belirtmişlerdir.

Jothityangkoo vd. (2008), Tayland Khon Kean Üniversitesinde yer fıstığı verimini arttırmak ve aflotoksin üreten mantarın kontaminasyonunu stabil tutmak için 2004 ve 2006 yıllarında büyük ve küçük tohumlu olarak iki çeşit yer fıstığı kullanarak tarla denemesi kurmuşlardır. Ekimden 10 gün önce 1/20 oranında seyreltilmiş odun sirkesi uygulanmış, yapraktan uygulama olarak da; 1/200, 1/300 ve 1/500 oranında seyreltilmiş odun sirkesi dikimden 25 gün sonra 15 gün aralıklarla hasattan 15 gün öncesine kadar uygulanmıştır. Araştırmada, yaprak uygulamasının büyük tohumlu çeşitte vegetatif büyümede etkili olduğu, 1/200 oranında seyreltmede de büyük tohumlu çeşitte kuru ağırlığı arttırdığı belirlenmiştir. Küçük tohumlu çeşitte kuru ağırlık birikiminin daha az olması nedeniyle farklı sonuç elde edilmiştir. Odun sirkesinin fıstıkta verim ve verim bileşenleri üzerine önemli artış saptanmazken, yüksek derişimlerde (1/200) vegetatif büyümede etkili iken, daha düşük konstantrasyonlarda tohum verimi ve kabuklanma yüzdesi elde edilmiştir.

Dissatian vd. (2018) tohum çimlenmesini geliştirmek amacıyla 3 çeşit yayla pirincini üç farklı uygulamaya tabi tutmuşlardır. Saf su, CaCl_2 ve odun sirkesi (300 kat seyreltilmiş) uyguladıkları tohumların, her üç çeşitte de malondialdehit (MDA) seviyesi antioksidan enzim aktivitelerinin artması nedeniyle azalmıştır. Sonuç olarak odun sirkesinin tohum çimlenmesinde antioksidan etkisi olduğu saptanmıştır.

Mao vd. (2010), acı badem kabuğunu 90-170 °C, 170-370 °C ve 370-500 °C aralıklarında ısı işlemi (piroliz) ile OS elde ederek fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Acı badem kabuğundan elde edilen odun sirkesinin bitkisel antiseptik olarak kullanılabileceğini savunurken, antibakteriyel etkisini mikroorganizmalar üzerinden araştırmışlardır. Sonuç olarak 90-500 °C arasında odun sirkesi elde edilebildiğini, OS'un en yüksek miktarının anti-patojen aktivitesinin çok güçlü olduğunu, en düşük pH ve en yüksek organik asit içeriğinin ise 170-370 °C aralığında görüldüğünü belirtmişlerdir.

Oramahi vd. (2009), Endonezya'da Palmiye gövdesinden üç farklı piroliz sıcaklığında

(350⁰, 400⁰ ve 450⁰) odun sirkesi elde etmişlerdir. Piroliz sıcaklığının odun kimyasal bileşiminin bozunmasını etkilediğini ve odun sirkesinde her bir bileşimin farklı miktarlarında sonuçlandığını belirtmişler. Genel olarak, odun sirkelerindeki baskın bileşikler, 1-hidroksi-propanon, 3-hidroksi-2-butanon, asetik asit, propanoik asit ve fenol olarak tespit edilmiş. Bu bileşik, GC-MS analizi grafiğinde daha yüksek pike sahiptir. Tüm bileşikler, piroliz süresi 350 ° C olan odun sirkesinde bulunduğu; bu arada piroliz süresi 400 ve 450 °C olan odun sirkesinde 1-hidroksi-2-propanon, asetik asit ve fenol olmak üzere yalnızca üç bileşik bulunduğu gözlenmiştir.

Idowu vd. (2023), bambu ağacı ve tavuk altlığından elde edilen iki farklı odun sirkesi ve biyokömür arasındaki etkileşimin domates bitkisi üzerindeki etkisini araştırmışlar. Bitkisel kaynaklı odun sirkesi ve biyokömürün birlikte kullanımı verim parametreleri üzerine olumlu olarak etkili olmuş ancak tavuk altlığından elde edilen odun sirkesi ve biyokömürün muhtemelen pH kaynaklı olarak, hayvansal biyokömür ile birlikte kullanımı domates bitkisi verim ve meyve şekerini sınırlayabilir.

Yapılan çalışmalara baktığımızda odun sirkesinin, geçmişten günümüze tarımsal faaliyetler, kozmetik ve sağlık sektörü gibi birçok alanda kullanımı araştırılmakta ve kullanılmaktadır. Tarımsal faaliyetlerde kullanımına baktığımızda özellikle pestisit alternatifi, hastalık ve zararlı kontrolü, yabancı ot kontrolü, toprak iyileştirici etkileri araştırılmaktadır.

Ülkemizde odun sirkesi ile yapılan çalışmaların sayısı oldukça az olup, ağırlıklı olarak laboratuvar koşullarında sera saksı denemelerinde, hastalık ve zararlılar üzerine, toprak iyileştirici olarak etkilerinin araştırılması olarak yoğunlaşmaktadır.

Odun sirkesinin toprak kalitesi ve bitkide verim değerleri üzerine etkilerini araştıran çalışmalar ise son derece kısıtlı olup bunlarda sera çalışmalarından elde edilen veriler üzerinedir. Aynı zamanda farklı materyallerden elde edilmiş odun sirkelerinin tarla koşullarında farklı uygulamalarının bu çalışmada incelenecek parametreler üzerine etkilerini inceleyen çalışma bulunmamaktadır.

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Odun sirkesi

Çalışmada kullanılan Broyler tavuk yetiştiriciliği atığı ve fındık kabuğu odun sirkeleri Biyotar A.Ş. firmasından tedarik edilmiştir. Odun sirkeleri her iki atığın 400°C'de piroliz işleminin sonunda elde edilmiştir. Piroliz sıvıları önce büyük bir tankta toplanmış, ardından daha hafif kısım (odun sirkesi) daha ağır olan "katran yağından" süzülerek ayrılmıştır.

Fındık kabuğundan elde edilen odun pH'sı 3.48, EC değeri 1.11 dS/m, toplam azot içeriği %0.13, toplam organik madde içeriği % 0.97, toplam potasyum içeriği %0.02, toplam humik+fulvik asit değerleri %1.71 olup % 98.37 kuru madde içermektedir.

Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkesinin içeriği ise; pH 4.33, EC 1.05 dS/m, toplam azot %0.04, toplam organik madde %0.83, toplam potasyum %0.02, toplam humik+fulvik asit %1.70 ve % 98.50 kuru maddeden oluşmaktadır.

3.1.2 Mısır tohumluğu

Araştırmada materyal olarak Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ait *Hacıbey* hibrit mısır çeşidi kullanılmıştır. Seçilen mısır çeşidi FAO 600 olum grubunda ana ürün koşullarına uygun, güçlü sap ve gövde yapısına sahip olup, yaygın adaptasyon kabiliyetinin yanı sıra toprak seçiciliği yoktur ve verim potansiyeli yüksektir.

3.1.3 Deneme alanı

Sincan Yenikent İlyakut Mevkinde bulunan deneme arazisi, tarımsal kaynakların korunması ve verimli kullanılması temeline dayanan Tarım Havzalarının oluşturulması

projesi ile Ülkemizin tarım arazileri, 941 Tarım Havzasına ayrılmıştır. 17.10.2016 tarihinde 2016/9415 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Bakanlar Kurulu Kararıyla her İlçe bir Tarım Havzası olarak ilan edildiğinden Sincan İlçe ve Mahalleleri de Sincan Tarım Havzası içerisinde yer almaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Deneme alanının uydu görüntüsü

3.1.4 İklim özellikleri

Tarla denemesinin yürütüldüğü Ankara İli Sincan İlçesine ait Meteorolojik veriler, Meteoroloji 9. Bölge Müdürlüğünden elde edilmiştir. Deneme alanına ait uzun yıllar (2014-2022) meteorolojik veriler; en yüksek sıcaklık 24.5 °C, en düşük sıcaklık 1.4 °C, yıl boyu ortalama sıcaklık 13.1 °C olarak rapor edilmiştir (Çizlege 3.1).

Çizelge 3.1 Ankara ili Sincan ilçesi uzun yıllar (2014-2022) ve araştırma yılları (2021 ve 2022) vejetasyon dönemini kapsayan bazı iklim verileri

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)			Toplam yağış (mm)			Ortalama nispi nem (%)		
	Uzun yıllar	2021	2022	Uzun yıllar	2021	2022	Uzun yıllar	2021	2022
Ocak	1.4	3.1	-0.3	24.6	38.0	44.8	81.1	82.5	65.8
Şubat	5.0	4.2	3.2	16.1	10.9	39.8	66.9	54.1	64.8
Mart	7.4	4.4	1.5	41.4	56.6	37.0	59.8	56.6	54.4
Nisan	12.2	11.5	13.4	21.0	26.5	12.1	51.7	52.3	42.4
Mayıs	16.6	18.3	15.9	50.8	11.7	12.8	56.3	41.1	47.2
Haziran	19.9	18.4	20.1	66.7	57.9	69.2	60.0	54.1	53.4
Temmuz	24.0	24.6	22.3	17.1	0.2	50.3	44.6	40.5	45.1

Çizelge 3.1 Ankara ili Sincan ilçesi uzun yıllar (2014-2022) ve araştırma yılları (2021 ve 2022) vejetasyon dönemini kapsayan bazı iklim verileri (devam)

Ağustos	24.5	24.7	25.2	10.8	5.1	20.0	44.1	38.2	44.7
Eylül	20.4	17.6	19.9	18.6	32.6	5.2	46.5	48.2	40.8
Ekim	14.3	12.2	13.3	28.2	3.5	20.9	59.1	48.0	53.8
Kasım	8.5	9.3	9.7	21.4	39.7	22.5	63.9	59.7	53.9
Aralık	3.5	4.0	5.9	26.6	30.3	33.2	80.4	66.9	68.9
Toplam				343.2	313.0	367.8			
Ortalama	13.1	12.7	12.5				59.5	53.5	52.9

*T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü Mayıs-Ağustos ayları, 2021- 2022 yılları arası meteorolojik veriler Çizelge 3.1'de verilmiş olup, tabloya bakıldığında hasat dönemleri boyunca ortalama sıcaklık 15.9 ile 25.2 arasında değişmekte olup en yüksek sıcaklık değerleri 2022 sezonunda görülmüştür. Aynı şekilde aylık toplam yağış ortalamalarına bakıldığında 2021 yılı Haziran ayında 57.9 mm, Temmuz ayında 0.2 mm iken, 2022 yılı Haziran ayında 69.2 mm, Temmuz ayında 50.3 mm olarak rapor edilmiştir.

3.1.5 Deneme alanı toprak özellikleri

Tarla denemelerinin yürütüldüğü arazinin deneme kurulmadan önce temel özelliklerini belirlemek amacıyla 0-20 cm derinlikten yüzey toprak örnekleri alınmış paçal yapılarak analiz için laboratuvara nakledilmiştir. Toprak analiz sonuçları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Deneme alanına ait toprak analizi sonuçları

pH	EC (%)	Organik Madde (%)	P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)	Kireç (%)	Tekstür
7.90	1.19	1.09	6.53	166.9	10	Killi

Araştırmanın yapıldığı deneme alanı toprakları; hafif alkalin, kireç oranı yüksek, killi bünyede, organik maddesi az, alınabilir fosfor yeterli ve potasyum yüksek düzeydedir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Uygulama konuları

Tarla denemesi kapsamında 2021 ve 2022 yıllarında (iki yıllık) çakılı olarak, Tesadüf Blokları Deneme desenine göre 60 parselde 10 uygulama konulu şeklinde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede uygulanan OS dozları Namlı ve ark. (2014) tarafından yürütülen araştırma sonuçlarına dayanarak seçilmiştir.

Uygulama konuları olarak; herhangi bir gübre ve odun sirkesi uygulanmayan kontrol parseli, sadece kimyasal gübre uygulaması, sadece %50 kimyasal gübre uygulaması, toprağa %0.5 ml odun sirkesi uygulaması, toprağa % 1 ml odun sirkesi uygulaması, yaprağa 1/300 oranında seyreltilmiş odun sirkesi uygulaması, odun sirkesine bandırılmış tohum (600 adet tohum için 0,26 ml konsantre olacak şekilde) uygulaması, toprağa %0.5 ml odun sirkesi ile yapraktan odun sirkesi uygulaması, toprağa % 1 ml odun sirkesi ve yapraktan odun sirkesi uygulaması ve odun sirkesi uygulanmış tohum ve yaprağa odun sirkesi uygulaması şeklinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2 Tohumu odun sirkesi uygulanmasına ait görüntü

Uygulama Konuları:

1. Kontrol
2. Kimyasal Gübre (Gübreli Kontrol)
3. %50 Kimyasal Gübre (%50 Gübreli Kontrol)
4. %50 Kimyasal Gübre + Toprağa %0.5 Bitkisel OS /Hayvansal OS
5. %50 Kimyasal Gübre + Toprağa %1 Bitkisel OS /Hayvansal OS
6. %50 Kimyasal Gübre + Tohum OS kaplama (600 adet tohum için 0.26 ml konsantre OS) (Her iki OS için)
7. %50 Kimyasal Gübre + Yaprğa OS uygulama (%0,5oranında seyreltilmiş çözelti) (Her iki OS için)
8. %50 Kimyasal Gübre + Toprak %0.5 OS + Yaprğa OS uygulama (Her iki OS için)
9. %50 Kimyasal Gübre + Toprak %1 OS + Yaprğa OS uygulama (Her iki OS için)
10. %50 Kimyasal Gübre + OS uygulanmış Tohum + Yaprğa OS uygulama (Her iki OS için)

Kimyasal gübre uygulaması için deneme öncesi alınan toprak örneklerinde NPK analizleri yapılarak mısır için gerekli miktarı verecek şekilde eksik kalan gübre miktarları hesaplanarak ekim öncesi kontrol parseli hariç tüm parsellere uygulanmıştır. Odun sirkesi tohumu uygulama parselleri için, mısır tohumları ilgili firmadan temin edilen konsantre odun sirkeleri ile (600 adet için 0.26 ml olacak şekilde) bandırma yoluyla (Namlı ve ark. 2014) kaplanmıştır.

3.2.2 Toprak hazırlığı, deneme parsellerinin oluşturulması ve kültürel işlemler

Erken ilkbahar döneminde deneme alanına pullukla derin sürüm yapılarak daha sonra diskaro ve tırmık kullanılarak kezezsiz bir tohum yatağı oluşturulmuştur. Tohum yatağı sıcaklığı 10-12 °C'ye ulaştığında ve toprak tavında olduğu zaman markör yardımı ile 70 cm sıra arası mesafeler açılarak, 5-6 cm ekim derinliği olacak şekilde ve 16 cm sıra üzeri mesafeye tohumlar elle ekilmiştir. Ekimden sonra tohumun toprakla temasını artırmak ve üniform bir çıkış sağlamak amacıyla ise silindir çekilmiştir. Her parsel 4 sıra ve her sırada 16 adet mısır bulunacak şekilde, parsellerin genişliği 2.8 m, parsel uzunluğu 3 m ve parsel alanı 8.4 m² olarak ayarlanmıştır. Her bir parsel arası 1.5 metre ve bloklar arası mesafe

ise 2 metre olarak hesaplanmıştır. Hasatta ise 4 mısır sırasından kenarlarda kalan 1'er sıra ile parsel başlarından ve sonlarından 0.5 m'lik alan kenar tesiri olarak bırakılmıştır. Temsili deneme planı Şekil 3.2'de, tarla denemesinin kurulumuna ait görseller de Şekil 3.3-3.5'de verilmiştir.

1.BLOK	BİTKİSEL ODUN SİRKESİ										HAYVANSAL ODUN SİRKESİ									
	C	Ab	Hb	Eb	Ib	G1	Bb	Fb	Db	G2	Bh	Eh	Dh	G1	Hh	Ah	Fh	Ih	C	G2

2.BLOK	HAYVANSAL ODUN SİRKESİ										BİTKİSEL ODUN SİRKESİ									
	G2	Hh	Ah	Ih	Fh	C	Bh	Dh	G1	Eh	G2	Ib	Bb	G1	Db	Fb	Eb	Ab	C	Hb

3.BLOK	BİTKİSEL ODUN SİRKESİ										HAYVANSAL ODUN SİRKESİ									
	Fb	Db	Eb	Ab	G2	C	Hb	Ib	Bb	G1	Hh	G1	Ih	Fh	C	G2	Bh	Dh	Ah	Eh

Şekil 3.3 Deneme planı



Şekil 3.4 Deneme alanını parselizasyonu ve çizilerin açılması



Şekil 3.5 Plakaların hazırlanması ve deneme parsellerine çakılması



Şekil 3.6 Deneme alanının ekimi ve silindir çekilmesi

3.2.3 Sulama yöntemi

Deneme arazisinde damla sulama sistemi kurulmuştur (Şekil 3.7). Ekimden sonra, ikinci azotlu gübreleme ve boğaz doldurma işleminden sonra, tepe püskülü çıkarmadan hemen önce ve süt olum devresinde olmak üzere en az 4 (dört) sulama olarak yapılmıştır.



Şekil 3.7 Damla sulama sisteminin kurulması

3.2.4 Yabancı ot kontrolü ve tekleme

Bitki çıkışımdan 10-15 gün (4-5 yapraklı dönem) sonra 16 cm’de bir bitki olacak şekilde tekleme (Şekil 3.8) ve yabancı otlar için ilk çapalama yapılmış, mısır bitkileri 40-50 cm (8-10 yapraklı dönem) olduğunda ise ara çapası ve boğaz doldurma işlemi yapılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.8 Bitkilerde tekleme yapılması



Şekil 3.9 Bitkilerde boğaz doldurumu

3.2.5 Gübreleme yöntemi

Deneme alanına; kontrol parselleri hariç her bir deneme parselinin uygulama konusuna göre ihtiyacı olan kadar kimyasal gübreleme, toprak analiz sonucuna göre 20 kg azot ve 8 kg fosfor olarak hesaplanarak, azotlu gübrenin yarısı Üre şeklinde ve fosforlu gübrenin tamamı Triple Süper Fosfat (TSP) şeklinde ekimle birlikte taban gübresi olarak, azotlu gübrenin diğer yarısı ise Kalsiyum Amonyum Nitrat (CAN) şeklinde bitkiler 40-50 cm (8-10 yapraklı dönem) boya ulaşınca boğaz doldurma işlemi sırasında sıra aralarına uygulanmıştır. Yapraktan odun sirkesi uygulama parselleri için; %0.5 oranında seyreltilmiş odun sirkeleri ekimden 30-35 gün sonra iki hafta arayla 3 uygulama şeklinde yapılmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Toprağa odun sirkesi uygulaması

3.2.6 Toprak örneklerinde yapılan analiz yöntemleri

Toprak örnekleri her yıl silajlık mısır hasatını takiben 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Her parselden sekiz adet örnek alınıp, örnekler karıştırılarak ve karışımdan analizler için yaklaşık 4 kg karma toprak örneği alınmıştır. Biyolojik analizlerin yapılacağı toprak örnekleri 4°C’de buzdolabında muhafaza edilmiş, diğer analizler için kullanılacak toprak örnekleri kurumaları için laboratuvara serilmiştir (Şekil 3.11). Topraklar havada kuru hale getirilip, 2 mm’lik elekten elenerek analize hazırlanmıştır. Toprakların fiziksel kimyasal ve biyolojik özelliklerini belirlemek için uygulanan yöntemler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.11 Toprak örneklerinin hazırlanması

pH: Saf su ile sature edilmiş toprak macununda cam elektrotlu Beckman pH metresi ile elektrometrik olarak ölçülmüştür.(Black, 1965).

EC: Saf su ile sature edilmiş toprak macununda EC-metre ile ölçülmüştür (Richards, 1954).

Bünye: Toprak örneklerinin bünye özelliklerini hidrometre metodu ile analiz edilmiştir (Bouyoucos, 1955).

Organik madde: Toprak örneklerinin organik madde Walkley-Black yöntemiyle tayin edilmiştir (Jackson, 1967).

Toplam azot (%N): Toprak örneklerinin toplam azot miktarları Bremner ve Schaw'ın modifiye makro kjeldahl metodu (Bremner,1965) uygulanarak belirlenmiştir.

Alınabilir fosfor: Toprak örneklerinin alınabilir fosfor (P) miktarları Olsen metoduna göre kolorimetrik olarak tayin edilmiştir (Olsen ve Sommers, 1982).

Alınabilir K, Ca, Mg, Na: 1N Amonyum asetat (NH_4OAC) yöntemine göre elde edilen ekstraktta; K, Ca, Na değerleri Flame fotometrede, Mg değerleri ise Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde okunarak tayin edilmiştir (Pratt, 1965).

Mikro Elementler: Toprakların alınabilir Fe, Cu, Zn, Mn miktarları DTPA metoduna göre elde edilen ekstraktların Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrede okunması sonucu tayin edilmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978).

Toprak solunumu (CO_2 çıkış miktarı): Isermayer (1952)'e göre, taze topraktan 5 gr tartılarak karbondioksit şişelerine konulmuş, şişelerin içine küçük tüplerde 2.5 ml NaOH yerleştirilmiş ve kavanozların ağzı hava almayacak şekilde şişeler inkübatöre yerleştirilmiştir. Aynı zamanda inkübasyon zamanının ölçmek amacıyla topraklı ve boş şişelere de 2,5 ml NaOH konulup inkübatöre yerleştirilmiştir. 100 er ml'lik erlenmayerlerin içine 5 ml baryum klorit solüsyonu ve birkaç damla fenolftaleyn indikatörü ilave edilip inkübatörden çıkarılan şişelerin içindeki tüplerde bulunan NaOH, erlenmayer içerisine çok hızlı şekilde boşaltılarak HCl ile renk pembeden nört renk oluncaya kadar titrasyona tabi tutulmuştur. Titrasyonun sonunda harcanan HCl miktarı kaydedilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 Toprak örneklerinin CO_2 çıkış analizlerinden görüntüler

Toprak mikrobiyal biyokütle karbonu: SIR-SubstrateInduced Respiration yöntemine göre Taze topraktan 5 gr tartılarak karbondioksit şişelerine konulup, üzerine glikoz çözeltisi ilave edilerek 2 saat ağzı açık bir şekilde bekletilmiştir. Şişelerin içine küçük tüpler ile 2.5 ml NaOH konulup kavanozların ağzı hava almayacak şekilde kapatılıp şişeler inkübatör yerleştirilmiştir. Aynı zamanda inkübasyon zamanını belirlemek için topraklı ve boş kontrol şişeleri 2,5 ml NaOH konulup inkübatöre yerleştirilmiştir. 100

ml'lik erlenmayer içerisinde 5 ml baryum klorit solüsyonu ile birkaç damla fenolftaleyn indikatörü ilave edilip inkübatörden çıkarılan şişelerin içinde olan tüplerde bulunan NaOH, erlenmayer içerisinde hızlı bir şekilde boşaltılıp HCl ile renk pembeden nötr oluncaya kadar titrasyona tabi tutulmuştur. Titrasyon sonunda harcanan HCl miktarı kaydedilmiştir (Isermayer, 1952) (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 Toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle karbonu analizlerinden görüntüler

Üreaz Enzim Aktivitesi Tayini: Hoffman ve Teicher (1957)'e göre 100'er ml'lik ölçü balonlarına 10 gr taze toprak tartılarak üzerine 2 ml tolüen, 10 ml %10'luk üre ilave edilip 15 dakika bekleyip, 20 ml substrat tampon çözeltisi eklenerek 37°C'de 3 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübatörden çıkan örneklerin üzeri 37°C'lik saf su ile derecelerine tamamlanıp, Whatman 42 filtre kağıdı ile süzölmüştür. Süzölen çözeltiden 1'er ml, 50 ml'lik ölçü balonlarına alınarak üzerine 9 ml saf su, 4 ml sodyum fenolat ve 3 ml sodyum hipoklorit eklenip 20 dakika sonunda oluşan mavi renk 630 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuştur (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 Toprak örneklerinin üreaz enzim aktivitesi tayininden görüntüler

Alkali fosfataz enzim aktivitesi tayini: Naseby ve Lynch (1997) yöntemine göre, taze topraktan 1,5 gram tartılıp alkali tampon çözelti ile bir saat çalkalanarak, 15 dakika 4000 devirde santrifüj edilmiştir. Üst kısmı temiz tüplere aktarılıp üzerine 1'er ml substrat eklenerek 37°C' de 8 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda örneklerin üzerine 1 ml NaHCO_3 eklenerek 15 dakika 4000 devirde santrifüj edilmiş, 400 nm'de spektrofotometrik olarak belirlenmiştir (Şekil 3.13).

3.2.7 Bitki analiz yöntemleri

Her parselden kenar tesirleri atılıp orta iki sırada kalan bitkilere ait koçanların süt olum dönemlerini tamamlayarak sarı olum dönemine geçtiği ve üst kısımda hafif çöküntünün olduğu (danedeki süt çizgisi 2/3) evrede bitkiler toprak seviyesinden 5 cm yükseklikten biçildikten sonra aşağıda verilen işlemlere tabi tutulmuştur.



Şekil 3.15 Deneme alanından görüntüler



Şekil 3.16 Deneme alanından görüntüler

Bitki boyu (cm): Dölllenme döneminden sonra her parselde orta iki sıra içinden seçilen 5 (beş) bitkinin toprak üst tabakasından tepe püskülünün ucuna kadar olan kısım ölçülüp cm cinsinden not edilmiştir (Şekil 3.17).

Bitki yaş ağırlığı (g): Her parselden kenar sıraları atıldıktan sonra seçilen 5 bitkinin koçanlarının süt olum dönemlerini tamamlayarak sarı olum dönemine geçtiği ve üst kısmında hafif çöküntünün olduğu (danedeki süt çizgisi 2/3) dönemde bitkiler toprak yüzeyinin 5 cm üstünden biçilerek ayrı ayrı yeşil haliyle tartılıp ve sonra ortalaması alınmıştır.

Parselde yeşil bitki biyokütlesi (kg) Her parselden kenar sıraları atıldıktan sonra orta 2 (iki) sıradaki bitkilere ait koçanlarının süt olum dönemlerini tamamlayarak sarı olum dönemine geçtiği evrede tanelerin üst kısımda hafif çöküntünün olduğu (danedeki süt çizgisi 2/3) zamanda bitkiler toprağın 5 cm üzerinden biçilerek hasat edilmiştir. Hasat edilen bitkiler hassas terazide tartılıp, parselde verim belirlenmiştir.

Dekara yeşil bitki biyokütlesi (kg/da): Her bir parselde ait hesaplanan parselde yeşil bitki biyokütle (kg) değerleri hesap yoluyla dekara verime çevrilip hesaplanmıştır.

Bitkinin etüvde kuru madde oranı (%): Her bir parselde parsel yeşil bitki biyokütle (kg) belirlendikten sonra parseli temsilen 1 (bir) bitki rastgele alınıp bitki yaş ağırlığı belirlenerek parçalanacak (1-2 cm) ve etüvde 48 saat 105 °C’de kurutulacaktır. Örnekler daha sonra 24 saat dinlendirilip tartılacak ve kuru madde oranı belirlenmiştir.

Dekara kuru madde biyokütlesi (kg/da): Her bir parselde ait hesaplanan kuru madde oranı (%) dekara yeşil bitki biyokütle (kg/da) ile çarpılarak hesap yoluyla dekara kuru madde biyokütlesi elde edilmiştir.

Koçan ağırlığı (g): Her parselden rastgele seçilmiş 5 mısır bitkisine ait yapraklar ve saplar ayrılıp geriye kalan koçan kısmı tartılıp mısır koçan ağırlığı tespit edilmiştir.

Koçan uzunluğu (cm): Her parselden rastgele seçilmiş 5 mısır bitkisine ait yapraklar ve saplar ayrılıp geriye kalan koçanların uzunlukları ölçülecek ve sonra ortalaması alınmıştır (Şekil 3.17-3.18).

Koçan çapı (mm): Her parselden rastgele seçilmiş 5 mısır bitkisine ait yapraklar ve saplar ayrılıp geriye kalan koçanların çapı ölçülecek ve sonra ortalaması alınmıştır (Şekil 3.18).



Şekil 3.17 Bitki boyu ve koçan uzunluğuna ait görüntüler



Şekil 3.18 Bitki koçan uzunluğu ve çapına ait görüntüler

3.2.8 Verilerin değerlendirilmesi

Tarla denemelerinde incelenecek olan her bir parsel arasındaki farklılıkları bulmak için yapılan analiz ve gözlem sonuçlarından elde edilen veriler İstatistiki Analiz Sistemleri (SAS) program kapsamında Genel Linear Model Esası ile %5 ve %1 önemlilik düzeylerinde varyans analizleri yapılmıştır. Farklılıkların önemli çıktığı durumlarda, ortalamaları karşılaştırmak için %5 önemlilik düzeyinde Duncan testi uygulanmıştır (Anonymous, 1988).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Odun Sirkesi ve Uygulamalarının Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi

4.1.1 Odun sirkesi uygulamalarının toprak pH'sı üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohumla uygulama, yaprakdan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının toprak pH'sı üzerine etkilerine ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.1'de, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak pH'sına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	0.195	1.9509	2	0.053	0.3849
Odun sirkesi	1	0.046	0.4597	1	0.034	0.2422
Hata ₁	2	0.100	-	2	0.139	-
Uygulamalar	9	0.099	1.9335	9	0.072	0.7562
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.042	0.8163	9	0.065	0.6832
Hata ₂	36	0.051	-	36	0.096	-
Genel	59	-	-	59	-	-

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi toprak pH'sı açısından, 2021 ve 2022 yıllarında uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise çizelge 4.2'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.2 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak pH'sına ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

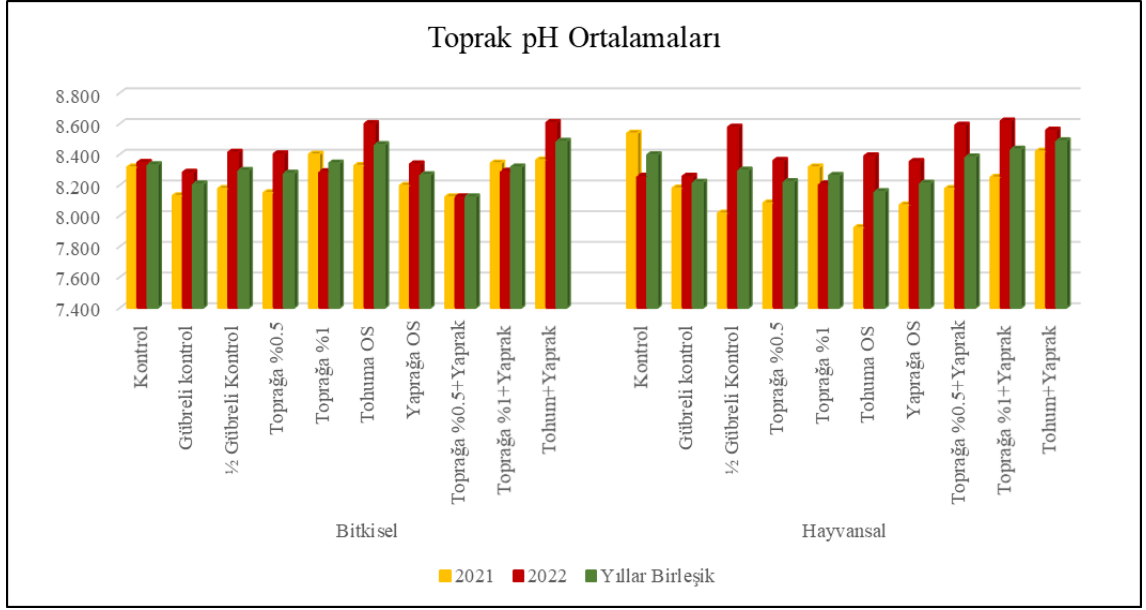
Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	0.843	7.0665
Tekrar(Yıl)	4	0.124	1.0404
Odun sirkesi	1	0.000	0.0040
Yıl*Odun sirkesi	1	0.079	0.6624
Hata ₁	4	0.119	-
Uygulamalar	9	0.080	1.0892
Yıl*Uygulamalar	9	0.091	1.2432
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.064	0.8715
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.043	0.5875
Hata ₂	72	0.074	-
Genel	119	-	-

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi toprak pH’sına uygulamaların, yılların, odun sirkisinin ve interaksiyonlarının etkisi önemli bulunmamıştır. Farklı yıllarda ve uygulamalar arasında toprak pH ortalamalarına ait sonuçlar Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak pH ortalamaları

Uygulamalar	2021	2022	Ortalama
Kontrol (Bitkisel)	8.31	8.34	8.33
Gübreli kontrol (Bitkisel)	8.13	8.28	8.20
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	8.17	8.41	8.29
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	8.15	8.40	8.27
Toprağa %1 (Bitkisel)	8.40	8.28	8.34
Tohuma OS (Bitkisel)	8.32	8.60	8.46
Yaprağa OS (Bitkisel)	8.19	8.33	8.26
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	8.12	8.12	8.12
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	8.34	8.29	8.31
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	8.36	8.60	8.48
Kontrol (Hayvansal)	8.53	8.25	8.39
Gübreli kontrol (Hayvansal)	8.18	8.25	8.21
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	8.01	8.57	8.29
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	8.08	8.36	8.22
Toprağa %1 (Hayvansal)	8.31	8.20	8.26
Tohuma OS (Hayvansal)	7.92	8.39	8.15
Yaprağa OS (Hayvansal)	8.07	8.35	8.21
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	8.17	8.59	8.38
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	8.25	8.61	8.43
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	8.42	8.55	8.48
CV (%)	2.75	3.69	3.26

Çizelge 4.3 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek toprak pH’sı 8.53 ile Kontrol (hayvansal) uygulamasından, en düşük toprak pH’sı ise 7.92 ile Tohuma OS (hayvansal) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek toprak pH’sı 8.61 ile Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamasından elde edilmiş, en düşük pH’sı ise 8.12 ile Toprağa %0.5+Yaprak (bitkisel) uygulama parselinden elde edilmiştir. İki yılın ortalaması sonuçlarına göre de, en yüksek toprak pH’sı 8.48 ile Tohum+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük toprak pH’sı ise 8.12 ile Toprağa %0.5+Yaprak (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.1). Ancak uygulamalar arasındaki fark önemli olmamıştır.



Şekil 4.1 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak pH ortalamaları

Silva vd. (2010), farklı organik materyallerin genellikle toprağın pH'sını arttırdığını bunun nedeninin ise toprağın yüksek tamponlama kapasitesinin ve kullanılan organik materyallerin alkalın pH'sından kaynakladığını belirtmişlerdir. Xua vd. (2006) ise farklı bitkisel atıkların toprak pH'sını düşürdüğünü, bu düşüşün sebebinin amonyum nitrat nitrifikasyonununundan sonra ortamda bulunan H^+ iyonlarından kaynaklı olabileceğini belirtmişlerdir.

Lashari vd. (2013), OS ilavesinin toprak pH'sını olumlu yönde değiştirdiğini, Becagli vd (2022b) ise, OS uygulamasının toprak pH'sını değiştirmedeğini bildirmişlerdir. Lashari ve ark. (2015) de, kombine organik gübre ve OS uygulamalarının, geleneksel uygulamalarla karşılaştırıldığında toprak tuzluluğu, toprak pH'sı ve hacim ağırlığında önemli bir iyileşme gözlemlediklerini bildirmişlerdir.

Ramli vd. (2019), farklı derişimde odun sirkesi (1/100 ile 1/500 arası) uygulamalarının, 3.5-5 arasında olan tüm pH'ların nötre yakın olarak arttırdığını, pH, nem içeriği ve su tutma kapasitesi açısından 1/400 oranında seyreltilen odun sirkesinin diğer derişimlere göre daha iyi sonuç verdiğini belirtmişlerdir.

Ölmez vd. (2020) tarafından yürütülen araştırmada,%0.5, %1 ve %2 ve kontrol grubu olarak dört farklı derişimlerde OS uygulamasında en yüksek pH seviyesinin %2 odun sirkesi uygulanan grupta belirlenmiştir.

4.1.2 Odun sirkesi uygulamalarının elektriksel iletkenlik (EC) üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohuma uygulama, yapraktan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının EC verilerine ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.4’de, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.4 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının elektriksel iletkenlik (EC) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	0.043	10.9035	2	0.008	3.7617
Odun sirkesi	1	0.001	0.1984	1	0.000	0.1118
Hata ₁	2	0.004	-	2	0.002	-
Uygulamalar	9	0.002	0.4766	9	0.003	0.9989
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.002	0.3233	9	0.001	0.2533
Hata ₂	36	0.005	-	36	0.003	-
Genel	59	-	-	59	-	-

Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi EC açısından, 2021 ve 2022 yıllarında uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.5’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.5 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının elektriksel iletkenlik EC verilerine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	0.188	62.4873**
Tekrar(Yıl)	4	0.025	8.4027*
Odun sirkesi	1	0.001	0.3102
Yıl*Odun sirkesi	1	0.000	0.0260
Hata ₁	4	0.003	-
Uygulamalar	9	0.004	0.9764
Yıl*Uygulamalar	9	0.001	0.3690
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.001	0.3553
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.001	0.2387
Hata ₂	72	0.004	-
Genel	119	-	-

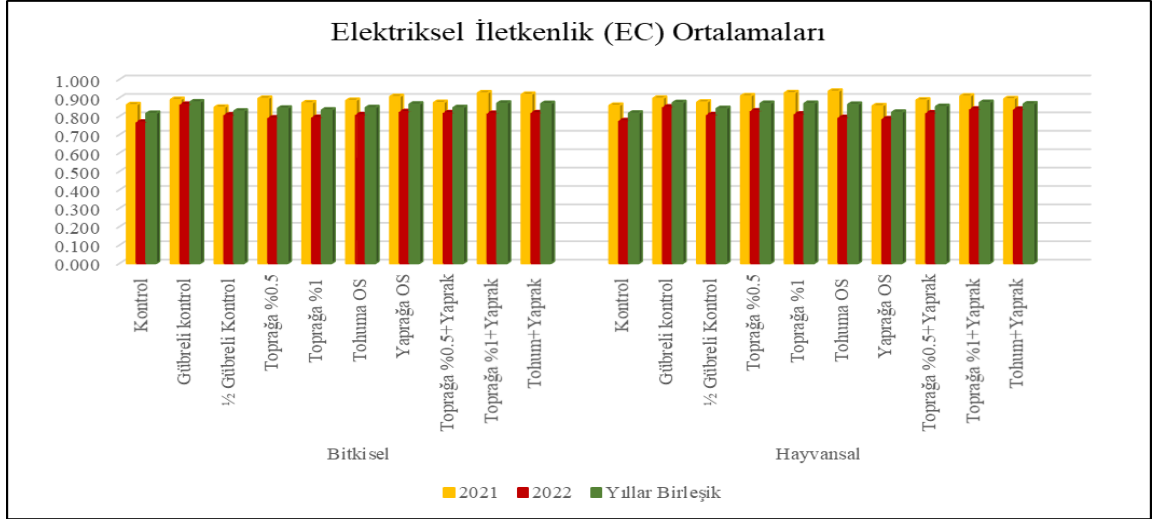
(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 2’de görüldüğü gibi EC değerleri yılların etkisi %1 düzeyinde önemli iken, tekrarların etkisi ise %5 düzeyinde önemli bulunmamıştır. Farklı yıllarda ve uygulamalar arasında elektriksel iletkenlik (EC) ortalamalarına ait sonuçlar Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre elektriksel iletkenlik (EC) ortalamaları

Uygulamalar	2021	2022	Ortalama
Kontrol (Bitkisel)	0.862	0.767	0.815
Gübreli kontrol (Bitkisel)	0.890	0.864	0.877
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	0.848	0.806	0.827
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	0.896	0.790	0.843
Toprağa %1 (Bitkisel)	0.872	0.793	0.833
Tohuma OS (Bitkisel)	0.885	0.807	0.846
Yaprağa OS (Bitkisel)	0.906	0.824	0.865
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	0.874	0.818	0.846
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	0.926	0.815	0.870
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	0.918	0.818	0.868
Kontrol (Hayvansal)	0.858	0.775	0.816
Gübreli kontrol (Hayvansal)	0.897	0.849	0.873
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	0.876	0.807	0.841
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	0.910	0.828	0.869
Toprağa %1 (Hayvansal)	0.927	0.811	0.869
Tohuma OS (Hayvansal)	0.935	0.792	0.864
Yaprağa OS (Hayvansal)	0.856	0.785	0.821
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	0.887	0.817	0.852
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	0.909	0.838	0.874
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	0.894	0.837	0.866
CV (%)	7.91	6.73	7.41

Çizelge 4.6 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek elektriksel iletkenlik 0.935 ile Tohuma OS (hayvansal) uygulamasından, en düşük EC ise 0.848 ile ½ Gübreli Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek EC değeri 0.864 ile Gübreli kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiş, en düşük toprak EC değeri ise 0.767 ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. İki yılın ortalamasında ise en yüksek EC değeri 0.874 ile Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük EC değeri ise 0.815 ile Kontrol (bitkisel), uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.2). Her iki yıl için EC değerlerine baktığımızda, tuzluluk üzerinde uygulamalar ve materyaller olarak istatistiksel fark bulunmamaktadır. Deneme alanının, deneme öncesi iki sezon boş olması, yağışların araştırma döneminde yoğun olması ve kullanılan odun sirkelerinin EC değerlerinin düşük olmasından dolayı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.2 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre elektriksel iletkenlik (EC) ortalamaları

Namlı vd. (2017), Fındık kabuğundan elde edilen biyokömürün buğday bitkisi gelişimi ve toprağın bazı kimyasal özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Tarla denemesi olarak yürütülen çalışmada hasat sonrası alınan toprak örneklerinde pH, EC, organik madde, kireç, iz elementler üzerine biyokömürün önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Lashari vd. (2015), bol miktarda çözünmüş organik molekül içeren pirolignöz çözeltisinin (OS), çözünebilir tuzların süzülmesi üzerinde önemli etkilere sahip olabileceğini, biyokömürle birlikte kullanıldığında toprak yapısının ve nem içeriğinin iyileştirilmesine yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte, yaptıkları 2 yıllık çalışmada OS'nin üst üste uygulanmasıyla, toprak tuzluluğunun azaldığı, topraktaki toprak besin maddesi arzının artmasına sinerjik bir katkı sağlayarak buğday üretiminde tuz sıkıntısı çeken ekim alanlarındaki mahsul verimliliğinin büyük ölçüde arttığını belirtmişlerdir.

Odun sirkesi ve biyokömürün yem mısır yetiştiriciliğinde toprağın kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, biyokömür ve odun sirkесinin her birinin ayrı ayrı ve birlikte kullanıldığında pH ve EC'nin arttığı, elektriksel iletkenlikte en yüksek artışın biyokömür ve odun sirkесinin en yüksek dozda (%20 biyokömür ve 0.4 odun sirkесi) birlikte uygulandığı parselde elde edildiği belirtilmiştir (Karimian vd. 2022).

4.1.3 Odun sirkesi uygulamalarının organik madde üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohuma uygulama, yaprakdan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının toprak organik maddesine ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analiz Çizelge 4.7’de, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Toprak organik maddesine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	0.001	1.0092	2	0.001	1.2039
Odun sirkesi	1	0.001	0.9032	1	0.006	6.0179
Hata ₁	2	0.001	-	2	0.001	-
Uygulamalar	9	0.109	38.3057**	9	0.100	14.4399**
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.006	2.1150	9	0.007	1.0567
Hata ₂	36	0.003	-	36	0.007	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi toprak organik maddesi açısından, 2021 ve 2022 yıllarında uygulamalar arasındaki fark önemli %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.8’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.8 Toprak organik maddesine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	0.044	37.0708**
Tekrar(Yıl)	4	0.001	1.0855
Odun sirkesi	1	0.001	0.6307
Yıl*Odun sirkesi	1	0.006	5.1829
Hata ₁	4	0.001	-
Uygulamalar	9	0.198	40.6555**
Yıl*Uygulamalar	9	0.010	2.1217*
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.009	1.8066
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.004	0.9231
Hata ₂	72	0.005	-
Genel	119	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 8’de görüldüğü gibi toprak organik maddesine yıl ve uygulamaların etkisi %1 düzeyinde önemli iken, yıl*uygulamalar interaksyonu %5 düzeyinde önemli

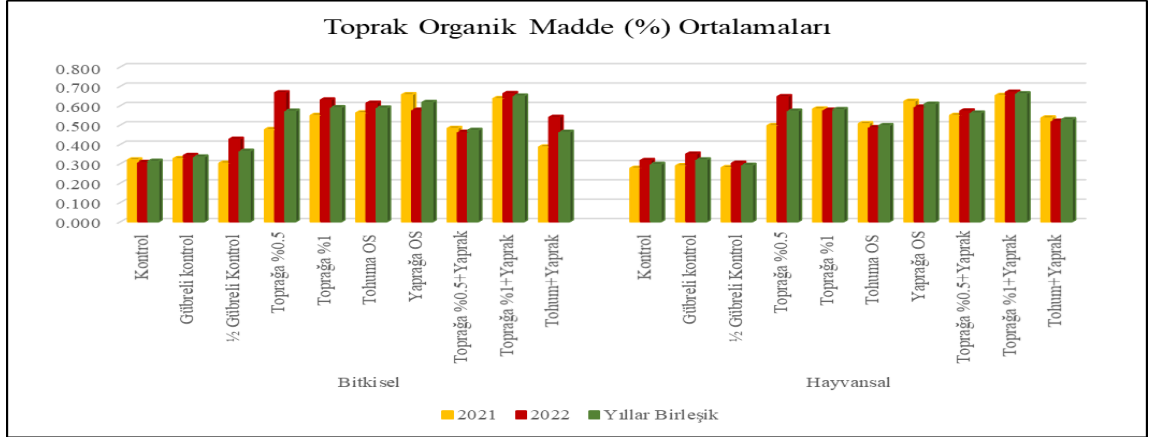
bulunmuştur. Farklı yıllarda ve uygulamalar arasında toprak organik maddesi ortalamalarında oluşan farklılıkları belirlemek için Duncan Testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak organik maddesi (%) ortalamaları

Uygulamalar	2021		2022		Ortalama	
Kontrol (Bitkisel)	0.320	gh	0.307	j	0.313	ijk
Gübreli kontrol (Bitkisel)	0.327	g	0.343	j	0.335	i
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	0.303	ghi	0.427	i	0.365	h
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	0.477	e	0.667	a	0.572	d
Toprağa %1 (Bitkisel)	0.550	d	0.630	abc	0.590	bcd
Tohuma OS (Bitkisel)	0.563	cd	0.613	bcd	0.588	cd
Yaprağa OS (Bitkisel)	0.657	a	0.577	de	0.617	b
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	0.483	e	0.463	hi	0.473	fg
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	0.637	ab	0.663	a	0.650	a
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	0.387	f	0.540	ef	0.463	g
Kontrol (Hayvansal)	0.277	i	0.317	j	0.297	jk
Gübreli kontrol (Hayvansal)	0.290	hi	0.350	j	0.320	ij
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	0.280	i	0.303	j	0.292	k
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	0.497	e	0.647	ab	0.572	d
Toprağa %1 (Hayvansal)	0.583	c	0.577	de	0.580	d
Tohuma OS (Hayvansal)	0.507	e	0.487	gh	0.497	f
Yaprağa OS (Hayvansal)	0.623	b	0.593	cd	0.608	bc
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	0.550	d	0.573	de	0.562	d
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	0.653	ab	0.670	a	0.662	a
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	0.537	d	0.520	fg	0.528	e
CV (%)	11.21		16.18		14.11	

*Aynı harflerle gösterilen uygulamalar arasında 0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

Çizelge 4.9 incelendiğinde, 2021 yılında toprakta en yüksek organik madde %0.657 ile Toprağa %0.5+Yaprak (bitkisel) uygulamasından, en düşük organik madde ise %0.277 ile Kontrol (hayvansal) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek organik madde %0.670 ile Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulama parselinden elde edilmiş, en düşük organik madde ise %0.307 ile Kontrol (bitkisel) uygulama parselinde bulunmuştur. İki yılın ortalamasında ise en yüksek organik madde 0.662 Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük organik madde ise 0.292 ile ½Gübreli Kontrol (hayvansal) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak organik maddesi (%) ortalamaları

Deneme toprakları organik madde içerikleri az düzeyde olmakla birlikte, her iki yıl için de baktığımızda odun sirkesi uygulamaları kontrol grubuna göre artış göstermiş ancak toprak organik madde sınıflamasında sınıf atlama söz konusu olmamıştır.

Cardelli vd (2020), odun sirkesi uygulamasının doğal organik maddenin ayrışmasını hızlandırmadığını ve böylelikle odun sirkesi uygulamasının toprakta organik C'nin depolanmasına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.

Tarakçıoğlu vd. (2019), organik materyallerin uygulama dozlarının arttırılmasıyla toprakların organik madde içeriğinin artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Tamer ve ark. (2016), farklı doz ve çeşitte organik materyal ilavesinin tek başına kimyasal gübre uygulanan parselde göre toprakların organik maddesinin daha fazla artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Toprağa uygulanan biyokömürün, topraktaki organik madde üzerine etkilerinin; karbon ve azot döngüsünde önemli yer tutan iklim, gübreleme, ürün çeşidi, toprağın biyolojik aktivitesi gibi özellikler nedeniyle organik maddenin dinamiğinin ve taşınmasının farklı olabileceği savunulmaktadır (Tian vd., 2016).

Karimian vd. (2022), biyokömür ve odun sirkesi kullanımının toprağın organik karbonunu artırması, besin maddelerinin yarıyışlılığını artırması, toprak mikrobiyal aktivitesini uyarması ve bitki büyümesini artırması üzerindeki olumlu etkisi göz önüne alındığında, İran'ın kireçli topraklarında biyokömür ve odun sirkesi kullanılmasını tavsiye etmişlerdir.

4.1.4 Odun sirkesi uygulamalarının toplam azot üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohuma uygulama, yaprakdan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının toplam azot miktarına ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analiz Çizelge 4.10'da, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.11'de sunulmuştur.

Çizelge 4.10 2021 ve 2022 toplam azot miktarları varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	0.000	0.5343	2	0.000	0.8159
Odun sirkesi	1	0.000	17.5759	1	0.001	14.5442
Hata ₁	2	0.000	-	2	0.000	-
Uygulamalar	9	0.001	175.6937**	9	0.008	113.3820**
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.000	3.8574	9	0.000	2.1090
Hata ₂	36	0.000	-	36	0.000	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.10'da belirtildiği gibi toprak organik maddesi açısından, 2021 ve 2022 yıllarında uygulamalar arasındaki fark %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.11'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.11 Toplam azot miktarlarına ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	0.183	3218.1997**
Tekrar(Yıl)	4	0.000	0.7793
Odun sirkesi	1	0.001	25.6969**
Yıl*Odun sirkesi	1	0.000	4.1805
Hata ₁	4	0.000	-
Uygulamalar	9	0.008	193.3551**
Yıl*Uygulamalar	9	0.002	46.2986**
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.000	2.4578*
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.000	2.1219*
Hata ₂	72	0.000	-
Genel	119	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

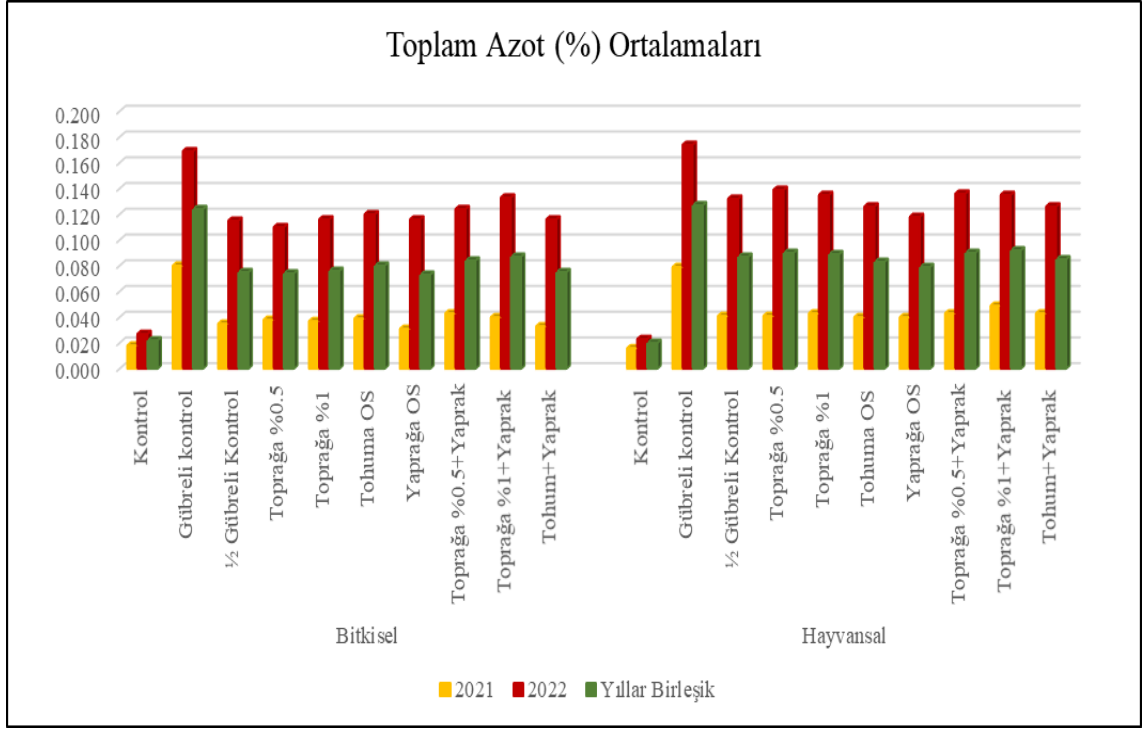
Çizelge 4.11’de görüldüğü gibi toplam azot miktarına yıl, odun sirkesi, uygulamalar ve yıl*uygulamalar interaksiyonun etkisi %1 düzeyinde önemli iken, odun sirkesi*uygulamalar ve yıl*odun sirkesi* uygulamalar interaksiyonu %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Farklı yıllar ve uygulamalar arasında toplam azot miktarı ortalamaları arasındaki farklılıkları tespit etmek için Duncan Testi uygulanarak sonuçlar Çizelge 12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toplam azot miktarı (%) ortalamaları

Uygulamalar	2021		2022		Ortalama	
Kontrol (Bitkisel)	0.018	h	0.027	h	0.022	i
Gübreli kontrol (Bitkisel)	0.080	a	0.169	a	0.124	a
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	0.035	efg	0.115	f	0.075	gh
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	0.038	c-f	0.110	g	0.074	h
Toprağa %1 (Bitkisel)	0.037	def	0.116	f	0.076	fgh
Tohuma OS (Bitkisel)	0.039	cde	0.120	ef	0.080	ef
Yaprağa OS (Bitkisel)	0.031	g	0.116	f	0.073	h
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	0.043	c	0.124	de	0.084	d
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	0.040	cde	0.133	c	0.087	cd
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	0.033	fg	0.116	f	0.075	h
Kontrol (Hayvansal)	0.016	h	0.023	h	0.020	i
Gübreli kontrol (Hayvansal)	0.079	a	0.174	a	0.127	a
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	0.041	cde	0.132	c	0.087	cd
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	0.041	cde	0.139	b	0.090	bc
Toprağa %1 (Hayvansal)	0.043	c	0.135	bc	0.089	bc
Tohuma OS (Hayvansal)	0.040	cde	0.126	d	0.083	de
Yaprağa OS (Hayvansal)	0.040	cde	0.118	f	0.079	fg
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	0.043	cd	0.136	bc	0.090	bc
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	0.049	b	0.135	bc	0.092	b
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	0.043	c	0.126	de	0.085	d
CV (%)	6.90		7.03		7.80	

*Aynı harflerle gösterilen uygulamalar arasında 0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

Çizelge 4.12 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek toplam azot miktarı %0.080 ile Gübreli kontrol (bitkisel) uygulama parselinden, en düşük toplam azot içeriği ise %0.016 ile Kontrol (hayvansal) uygulama parselinden elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek toplam azot miktarı %0.174 ile Gübreli kontrol (hayvansal) uygulamasından elde edilmiş iken, en düşük toplam azot miktarı ise %0.023 ile Kontrol (hayvansal) uygulama parselinde bulunmuştur. İki yılın ortalama sonuçlarında ise en yüksek toplam azot miktarı %0.127 Gübreli kontrol (hayvansal) uygulama parselinden, en düşük toplam azot değeri ise %0.020 ile Kontrol (hayvansal) uygulama parselinden elde edilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toplam azot miktarı (%) ortalamaları

OS uygulamalarının toplam N miktarına etkisi değerlendirildiğinde ise, her iki OS uygulaması toprağın azot miktarını kontrol parsellerine göre arttırmış ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. OS çeşitlerini kendi arasında kıyasladığımızda ise, tavuk altlığından elde edilen OS'nin fındık kabuğundan elde edilen OS uygulamalarına göre N miktarlarını daha fazla arttırdığı belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına baktığımızda toplam N miktarı üzerine, gübreli kontrol parsellerinde daha yüksek sonuç elde edilmesinin, organik materyallerin doğada hızlı çözünmesi, araştırma sezonu iklim yağış ortalamalarının yüksek olması, odun sirkelerinin dozlarının düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sun vd. (2018), OS ilavesinin toprakta N, P ve K'nin kullanılabilirliğini arttırdığını belirlemişler, Jeong vd. (2015) ise, OS'nin topraktaki mevcut N, P ve K üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını ancak OS'nin topraktaki bu besin maddelerinin kullanılabilirliğini kısmen artırabileceğini öne sürmüşlerdir. Karimian vd. (2022), biyokömür ve odun sirkesi kullanımının toprağın ve bitkilerin element derişimini artırma, niteliksel özelliklerini iyileştirme üzerindeki etkisinin miktara bağlı olduğunu göstermişlerdir.

Fındık kabuğundan elde edilen biyokömürün toprağın besin maddesi kapsamı üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, organik materyallerin uygulama dozu arttıkça toprağın toplam N içeriğinin de arttığı belirtilmiştir (Tarakçıoğlu vd., 2019). Yapılan çalışmalarda topraktaki azotun düşük çıkmasının nedeninin, azotun hızlı ve sürekli değişime uğraması, bitki gelişimi için önemli bir rolü olması, kalite ve verimde sınırlayıcı etkiye sahip olması ve bitkinin en çok kullandığı ve en etkili element olması gibi birçok nedeni olduğu belirtilmiştir (Özbek vd., 1993).

Ramli vd. (2019), farklı derişimlerde odun sirkelerinin (1/100, ile 1/ 500 arası) etkilerini araştırdıkları çalışmada, en yüksek N, P ve K değerlerinin 1/500 oranında odun sirkeleri uygulamalarında elde ettiklerini belirtmişlerdir.

4.1.5 Odun sirkeleri uygulamalarının alınabilir fosfor üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohumla uygulama, yapraktan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının alınabilir fosfor miktarına ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.13’de, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.13 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkeleri ve uygulamalarının alınabilir fosfora ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	0.334	1.0464	2	0.921	20.0551*
Odun sirkesi	1	15.811	49.4900*	1	4.450	96.8813*
Hata ₁	2	0.319	-	2	0.046	-
Uygulamalar	9	40.926	107.3290**	9	37.183	48.0719**
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	2.260	5.9279**	9	1.624	2.0991
Hata ₂	36	0.381	-	36	0.773	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.13’de görüldüğü gibi alınabilir fosfor açısından, 2021 yılında uygulamalar ve odun sirkesi*uygulamalar interaksyonu arasındaki fark %1 düzeyinde önemli iken, odun

sirkeleri arasındaki fark %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. 2022 yılında uygulamalar arasındaki fark %1 düzeyinde önemli iken, tekrar ve odun sirkeleri arasındaki fark %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.14’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.14. Alınabilir fosfora ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	4.800	26.2723**
Tekrar(Yıl)	4	0.628	3.4358**
Odun sirkesi	1	18.518	101.3574
Yıl*Odun sirkesi	1	1.742	9.5370*
Hata ₁	4	0.183	-
Uygulamalar	9	77.393	134.0363**
Yıl*Uygulamalar	9	0.716	1.2406
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	1.902	3.2933**
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	1.982	3.4334**
Hata ₂	72	0.577	-
Genel	119	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.14’de görüldüğü gibi alınabilir fosfor miktarına yıl, tekrar, uygulamalar, odun sirkesi*uygulamalar interaksyonu ve yıl*odun sirkesi*uygulamalar interaksyonunun etkisi %1 düzeyinde önemli iken, yıl*odun sirkesi interaksyonu %5 düzeyinde anlamlı çıkmıştır. İki yılın ve uygulamalar arasında alınabilir fosfor miktarı ortalamaları arasındaki farklılıkları bulmak için Duncan Testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir fosfor (mg kg⁻¹) ortalamaları

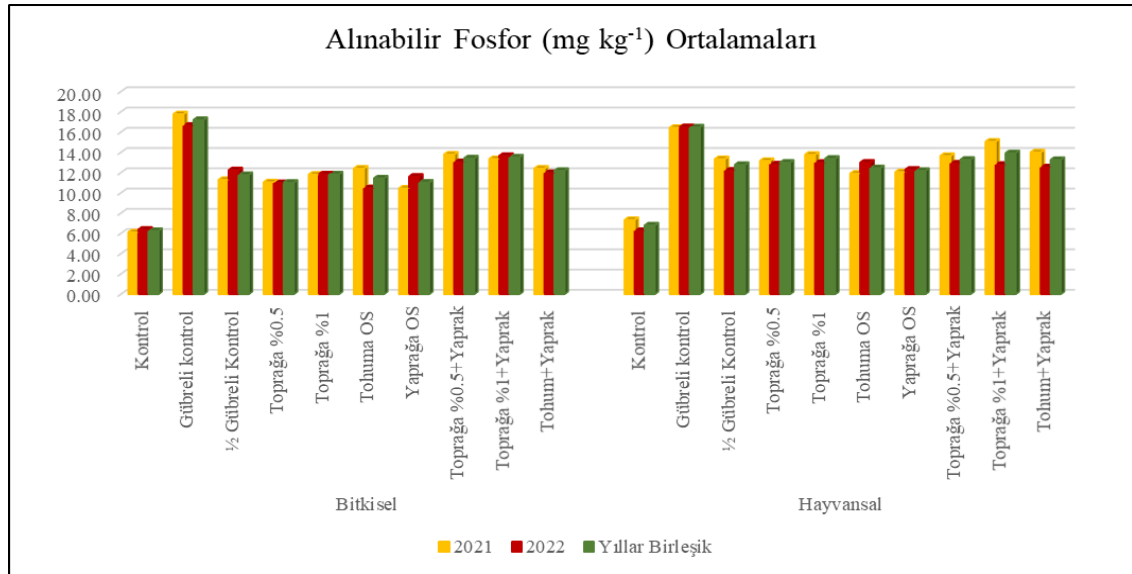
Uygulamalar	2021		2022		Ortalama	
Kontrol (Bitkisel)	6.123	l	6.387	j	6.255	l
Gübreli kontrol (Bitkisel)	17.78	a	16.65	a	17.22	a
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	11.30	i	12.26	ef	11.78	h
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	11.06	i	10.98	h	11.02	j
Toprağa %1 (Bitkisel)	11.82	h	11.85	fg	11.84	h
Tohuma OS (Bitkisel)	12.42	g	10.48	i	11.45	i
Yaprağa OS (Bitkisel)	10.45	j	11.62	g	11.03	j
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	13.80	d	13.06	c	13.43	d
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	13.36	ef	13.67	b	13.52	d
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	12.42	g	11.98	fg	12.20	g
Kontrol (Hayvansal)	7.340	k	6.263	j	6.802	k

Çizelge 4.15 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir fosfor (mg kg^{-1}) ortalamaları (devam)

Gübreli kontrol (Hayvansal)	16.44	b	16.51	a	16.48	b
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	13.35	ef	12.22	ef	12.78	f
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	13.17	f	12.83	c	13.00	ef
Toprağa %1 (Hayvansal)	13.78	d	12.99	c	13.39	d
Tohum OS (Hayvansal)	11.92	h	13.00	c	12.46	g
Yaprağa OS (Hayvansal)	12.06	h	12.31	def	12.19	g
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	13.66	de	12.92	c	13.29	d
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	15.07	c	12.79	cd	13.93	c
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	14.01	d	12.54	cde	13.27	de
CV (%)	4.91		7.23		6.14	

*Aynı harflerle gösterilen uygulamalar arasında 0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

Çizelge 4.15 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek alınabilir fosfor miktarı 17.78 (mg kg^{-1}) ile Gübreli kontrol (bitkisel) uygulama parselinden, en düşük alınabilir fosfor miktarı ise 6.123 (mg kg^{-1}) ile Kontrol (bitkisel) uygulama parselinden elde edilmiştir. 2022 yılı değerlerine bakıldığında, en yüksek alınabilir fosfor miktarı 16.65 (mg kg^{-1}) ile Gübreli kontrol (bitkisel) uygulama parselinden tespit edilip, en düşük alınabilir fosfor miktarı ise 6.263 (mg kg^{-1}) ile Kontrol (hayvansal) uygulama parselinden elde edilmiştir. İki yılın ortalamasına en yüksek alınabilir fosfor miktarı 17.22 (mg kg^{-1}) Gübreli kontrol (bitkisel) uygulama parselinden, en düşük alınabilir fosfor miktarı ise 6.25 (mg kg^{-1}) ile Kontrol (bitkisel) uygulama parselinde tespit edilmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir fosfor (mg kg^{-1}) ortalamaları

OS uygulamalarının alınabilir fosfor miktarına etkisi değerlendirildiğinde ise, her iki OS uygulaması toprağın alınabilir fosfor miktarını kontrol parsellerine göre arttırmış ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. OS çeşitlerini kendi arasında kıyasladığımızda ise toplam N sonuçlarına benzer şekilde, tavuk altlığından elde edilen OS'nin fındık kabuğundan elde edilen OS uygulamalarına göre P miktarlarını daha fazla arttırdığı belirlenmiştir.

Namlı vd. (2017), tavuk altığı ve fındık kabuğu biyokömürünün buğday bitkisi gelişimi üzerine yaptıkları araştırmada, uygulamaların kontrole göre alınabilir P içeriğini arttırdığını, bu artışın topraktaki alınabilir P'un tek başına Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen biyokömürün fındık kabuğu biyokömürüne göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar toprağa her ekim sezonunda biyokömür veya farklı organik materyal uygulanmasının topraktaki organik madde ve toprakta bağlı bulunan fosforun açığa çıkarak bitkiye yararışlı hale gelmesinde etkili olacağını öngörmüşlerdir.

Erdal vd. (2000), kireçli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinde fosfor alımı üzerine humik asit ve fosfor uygulamasının etkilerini araştırdıkları çalışmada; yararışlı fosfor bakımından düşük olan topraklarda fosforlu gübrelemenin yanında humik asit uygulanmasının bitki gelişimi ve verim kalitesi için önemli olduğu belirtmişlerdir. Tarakçıoğlu vd. (2019), fındık kabuğundan elde ettikleri biyokömürü kullanarak yaptıkları çalışmada, topraktaki yararışlı fosfor içeriğinin uygulamaların ve uygulamalar arasındaki farklılıkların kontrole göre hepsinin istatistiksel olarak önemli çıktığını belirtmişlerdir.

Zhang vd. (2020), biyokömür ve OS'nin birlikte uygulanmasıyla toprağın alınabilir fosfor miktarında artış olduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar bunun nedeninin, organik girdiler sayesinde topraktaki belirli mikrobiyal popülasyonlar için uyarıcı bir ortam sağlanmasına ve/veya mobil P formlarının biyoyararlanımı ve tutulmasının arttırılması gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Becagli vd. (2021) ise, OS uygulamalarında alınabilir fosfor miktarlarında artış olduğunu ve bunun nedeninin düşük pH değerine bağlanabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca genel olarak bilindiği üzere toprakta organik girdilerin kullanılmasının fosforun kullanılabilirliğini arttırmasından kaynaklı da olabileceğine vurgu yapmışlardır.

Yapılan çalışmalardan da anlaşılacağı üzere toprakta mevcut ancak yarayışlı halde olmayan fosforun yarayışlı formda olmasında toprağa ilave edilen organik materyaller önemli bir yer tutmaktadır. Araştırma sonuçlarına baktığımızda kontrol parsellerine göre her iki odun sirkesi uygulamaları alınabilir P içeriği üzerine olumlu etkide bulunmuş olup, gelecek çalışmalarda özellikle toprak ve tohumda farklı dozlarda uygulamalar yapılması gerekmektedir.

4.1.6 Odun Sirkesi Uygulamalarının Toprakların Değişebilir Potasyum (K), Kalsiyum (Ca) ve Magnezyum (Mg) Üzerine Etkisi

4.1.6.1 Odun sirkesi uygulamalarının değişebilir potasyum (K), üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohuma uygulama, yapraktan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının toprakta değişebilir potasyum miktarına ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.16’da, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.16 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprakta değişebilir potasyuma ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	5193.356	3.3940	2	12483.234	21.4097*
Odun sirkesi	1	283.402	0.1852	1	301.504	0.5171
Hata ₁	2	1530.169	-	2	583.065	-
Uygulamalar	9	28.873	0.0230	9	27.803	0.0283
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	7.929	0.0063	9	24.575	0.0250
Hata ₂	36	1256.669	-	36	982.758	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.16’da görüldüğü gibi toprakta değişebilir potasyum açısından, 2021 ve 2022 yıllarında uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.17’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.17 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprakta değişebilir potasyuma ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	6917.531	6.5469
Tekrar(Yıl)	4	8838.295	8.3647*
Odun sirkesi	1	584.766	0.5534
Yıl*Odun sirkesi	1	0.140	0.0001
Hata ₁	4	1056.617	-
Uygulamalar	9	43.388	0.0387
Yıl*Uygulamalar	9	13.288	0.0119
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	20.198	0.0180
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	12.305	0.0110
Hata ₂	72	1119.713	-
Genel	119	-	-

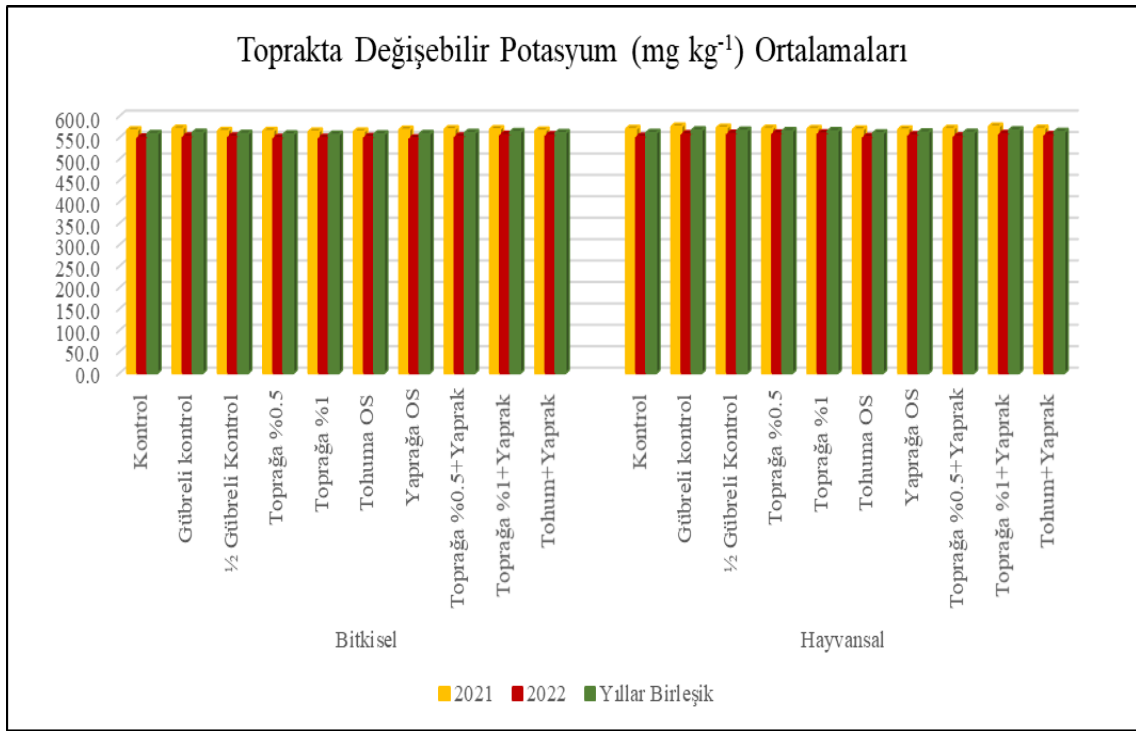
(*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.17’de görüldüğü gibi toprakta değişebilir potasyum miktarına tekrarlamaların etkisi %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı yıllarda ve uygulamalar arasında toprakta değişebilir potasyum ortalama sonuçlarına ait Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprakta değişebilir potasyum (mg kg⁻¹) ortalamaları

Uygulamalar	2021	2022	Ortalama
Kontrol (Bitkisel)	566.8	549.9	558.3
Gübreli kontrol (Bitkisel)	570.4	552.0	561.2
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	565.2	552.0	558.6
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	565.3	549.1	557.2
Toprağa %1 (Bitkisel)	563.6	549.3	556.5
Tohuma OS (Bitkisel)	563.8	551.1	557.5
Yaprağa OS (Bitkisel)	568.1	548.2	558.2
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	569.2	552.2	560.7
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	569.3	556.2	562.8
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	565.8	555.0	560.4
Kontrol (Hayvansal)	570.0	551.6	560.8
Gübreli kontrol (Hayvansal)	575.4	557.8	566.6
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	572.7	558.8	565.8
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	570.4	559.4	564.9
Toprağa %1 (Hayvansal)	569.8	559.6	564.7
Tohuma OS (Hayvansal)	568.5	551.1	559.8
Yaprağa OS (Hayvansal)	568.5	555.3	561.9
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	570.1	552.4	561.3
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	575.5	558.3	566.9
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	570.3	555.6	563.0
CV (%)	6.23	5.66	5.96

Çizelge 4.18 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek toprakta değişebilir potasyum miktarı 575.5 (mg kg⁻¹) ile Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulama parselinden, en düşük toprakta değişebilir potasyum miktarı ise 563.6 (mg kg⁻¹) ile Tohum OS (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek toprakta değişebilir potasyum miktarı 559.6 (mg kg⁻¹) ile Toprağa %1 (hayvansal) uygulama parselinde en düşük toprakta değişebilir potasyum 548.2 (mg kg⁻¹) ile Yaprğa OS (bitkisel) uygulama parselinde bulunmuştur. İki yılın ortalamasında, en yüksek toprakta değişebilir potasyum miktarı 566.9 (mg kg⁻¹) Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük toprakta değişebilir potasyum miktarı ise 556.5 (mg kg⁻¹) ile Toprağa %1 (bitkisel) uygulama parselinden elde edilmiş ancak uygulamalar arasında belirlenen farklar istatistiksel olarak önemli olmamıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprakta değişebilir potasyum (mg kg⁻¹) ortalamaları

Çeşitli ülke topraklarında toplam potasyumun %1'nden daha azı değişebilir şekildedir. Türkiye topraklarının ise toplam potasyumun %1'inden daha fazlası değişebilir şekildedir. Türkiye topraklarında değişebilir K⁺ miktarları 0.10 ile 5.26 meq 100 g⁻¹ arasında değiştiği bildirilmektedir (Kaçar ve Katkat, 2007).

Namlı vd. (2017), tarımsal atıklardan elde edilen biyokömür uygulamalarının kontrol parseli ve mineral gübreleme yapılan parsele göre değişebilir K^+ değerinde istatistiksel olarak önemli bir artış olduğunu belirtmişlerdir. Özenç ve Çalışkan (2001) ise fındık kabuğundan elde edilen zurufun, toprakta organik madde içeriğini arttırdığını fakat en fazla etkisinin değişebilir potasyum kapasitesinde artış olduğunu bildirmişlerdir.

4.1.6.2 Odun sirkesi uygulamalarının toprakların değişebilir kalsiyum (Ca) üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohuma uygulama, yapraktan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının toprakta değişebilir kalsiyum miktarına ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.19’da, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.19 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprakta değişebilir kalsiyuma ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	215598.150	32.1978*	2	28487.400	0.4078
Odun sirkesi	1	1440.600	0.2151	1	0.067	0.0000
Hata ₁	2	6696.050	-	2	69850.467	-
Uygulamalar	9	788.770	0.0147	9	1491.067	0.0500
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	275.859	0.0051	9	912.919	0.0306
Hata ₂	36	53787.304	-	36	29848.248	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 19’da görüldüğü gibi toprakta değişebilir kalsiyum açısından, 2021 ve 2022 yıllarında uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.20’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.20 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprakta değişebilir kalsiyuma ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	363660.300	9.5017*
Tekrar(Yıl)	4	122042.775	3.1887
Odun sirkesi	1	710.533	0.0186
Yıl*Odun sirkesi	1	730.133	0.0191
Hata ₁	4	38273.258	-
Uygulamalar	9	755.426	0.0181
Yıl*Uygulamalar	9	1524.411	0.0365
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	587.533	0.0140
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	601.244	0.0144
Hata ₂	72	41817.776	-
Genel	119	-	-

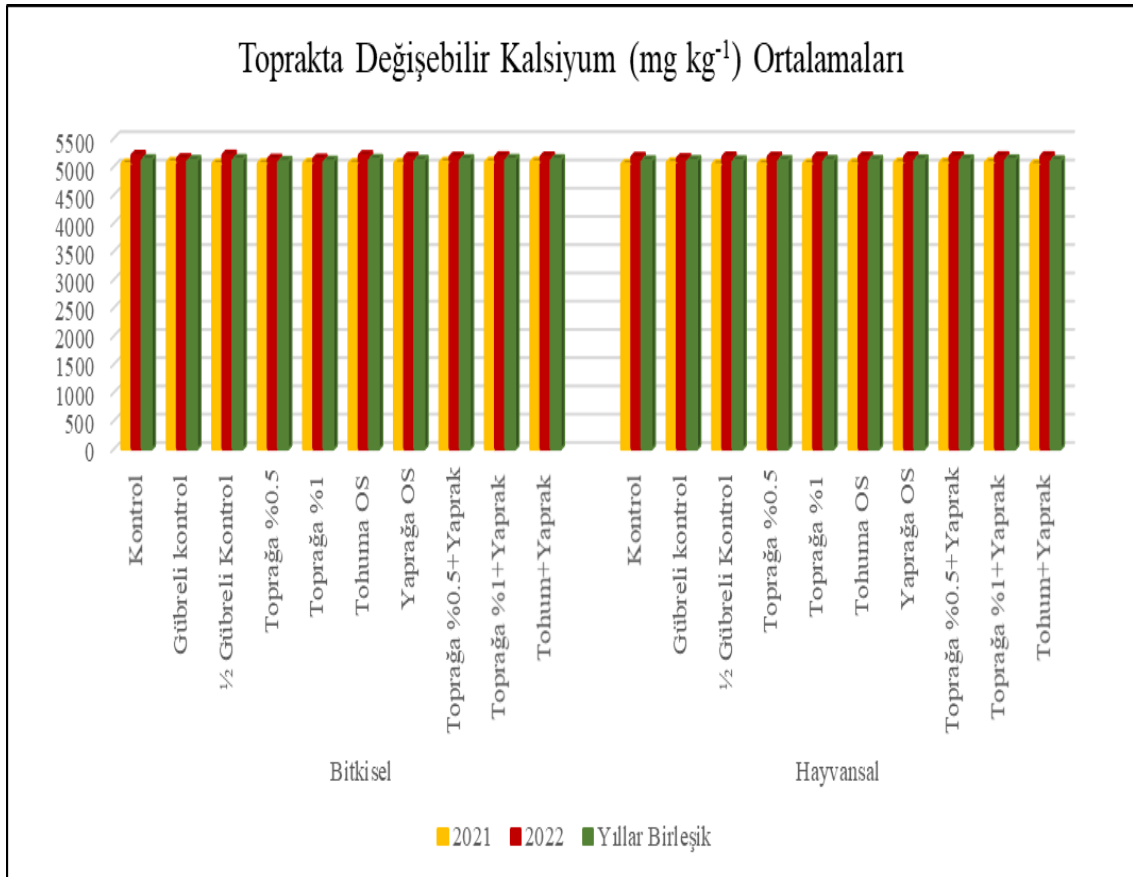
(*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.20’de görüldüğü gibi toprakta değişebilir kalsiyum miktarına yılların etkisi %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı yıllarda ve uygulamalar arasında toprakta değişebilir kalsiyum miktarı ortalamalarına ait sonuçlar Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprakta değişebilir kalsiyum (mg kg⁻¹) ortalamaları

Uygulamalar	2021	2022	Ortalama
Kontrol (Bitkisel)	5054	5204	5129
Gübreli kontrol (Bitkisel)	5083	5147	5115
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	5055	5209	5132
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	5058	5137	5098
Toprağa %1 (Bitkisel)	5064	5139	5102
Tohuma OS (Bitkisel)	5061	5202	5132
Yaprağa OS (Bitkisel)	5063	5170	5116
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	5083	5176	5130
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	5085	5180	5132
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	5084	5178	5131
Kontrol (Hayvansal)	5049	5172	5111
Gübreli kontrol (Hayvansal)	5076	5148	5112
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	5041	5178	5110
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	5052	5176	5114
Toprağa %1 (Hayvansal)	5055	5174	5115
Tohuma OS (Hayvansal)	5060	5176	5118
Yaprağa OS (Hayvansal)	5072	5178	5125
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	5071	5179	5125
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	5075	5182	5128
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	5041	5181	5111
CV (%)	4.58	3.34	3.99

Çizelge 4.21 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek toprakta değişebilir kalsiyum miktarı 5085 (mg kg⁻¹) ile Toprağa %1+Yaprak (bitkisel) uygulamasından, en düşük değişebilir kalsiyum miktarı ise 5041 (mg kg⁻¹) ile Tohum+Yaprak (hayvansal) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek toprakta değişebilir kalsiyum miktarı 5209 (mg kg⁻¹) ile ½ Gübrelili Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiş iken, en düşük toprakta değişebilir kalsiyum miktarı ise 5137 (mg kg⁻¹) ile Toprağa %0.5 (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. İki yılın ortalamasına ise en yüksek toprakta değişebilir kalsiyum miktarı 5132 (mg kg⁻¹) ile ½ Gübrelili Kontrol (bitkisel), Tohum OS (bitkisel) ve Toprağa %1+Yaprak (bitkisel) uygulamalarından, en düşük toprakta değişebilir kalsiyum miktarı ise 5098 (mg kg⁻¹) ile Toprağa %0.5 (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.7). Ancak uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli olmamıştır.



Şekil 4.7 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprakta değişebilir kalsiyum (mg kg⁻¹) ortalamaları

4.1.6.3 Odun sirkesi uygulamalarının toprakların değişebilir magnezyum (Mg) üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohumla uygulama, yaprakdan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının toprakta değişebilir magnezyum miktarına ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.22’de, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.23’de verilmiştir.

Çizelge 4.22 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprakta değişebilir magnezyuma ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	1911.498	18.3108	2	1875.440	3.6069
Odun sirkesi	1	10.753	0.1030	1	3.953	0.0076
Hata ₁	2	104.392	-	2	519.966	-
Uygulamalar	9	20.231	0.0897	9	9.403	0.0320
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	4.783	0.0212	9	0.808	0.0027
Hata ₂	36	225.603	-	36	294.297	-
Genel	59	-	-	59	-	-

Çizelge 4.22’de görüldüğü gibi toprakta değişebilir magnezyum açısından, 2021 ve 2022 yıllarında uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.23’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.23 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprakta değişebilir magnezyuma ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	70683.943	226.4213**
Tekrar(Yıl)	4	1893.469	6.0653
Odun sirkesi	1	13.872	0.0444
Yıl*Odun sirkesi	1	0.833	0.0027
Hata ₁	4	312.179	-
Uygulamalar	9	24.676	0.0949
Yıl*Uygulamalar	9	4.958	0.0191
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	3.149	0.0121
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	2.442	0.0094
Hata ₂	72	259.950	-
Genel	119	-	-

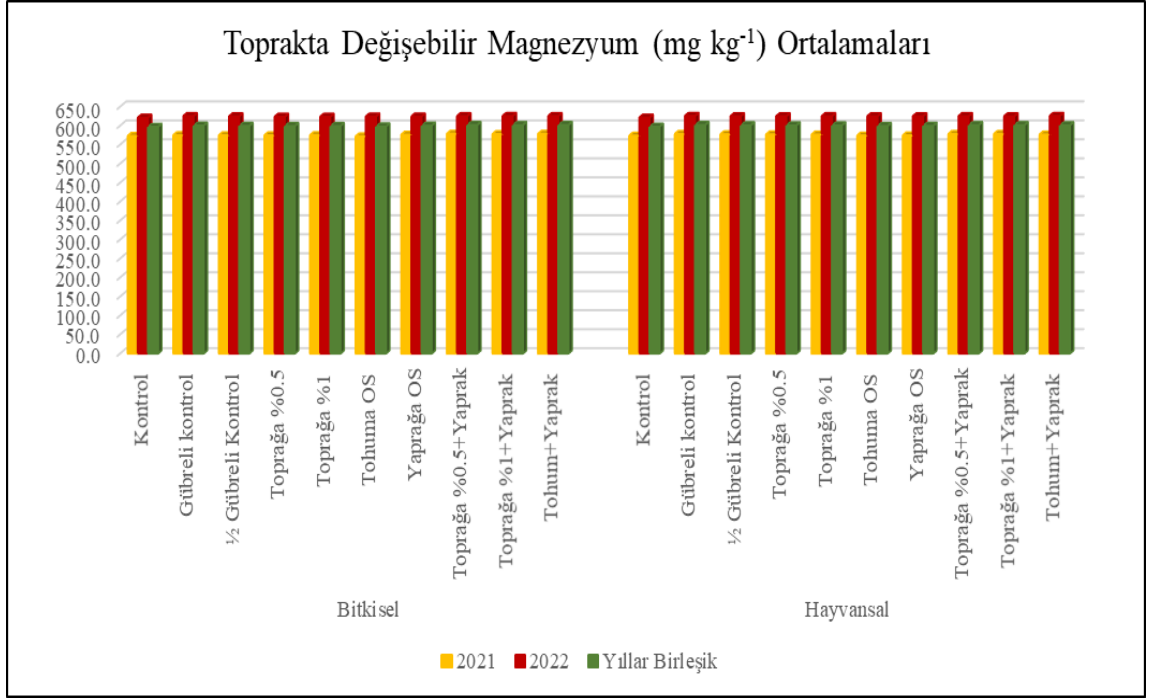
(**) % 1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.23’de görüldüğü gibi toprakta değişebilir magnezyum miktarına yılların etkisi %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Farklı yıllar ve uygulamalar arasında toprakta değişebilir magnezyum miktarı ortalamalarına ait sonuçlar Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.24 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprakta değişebilir magnezyum (mg kg^{-1}) ortalamaları

Uygulamalar	2021	2022	Ortalama
Kontrol (Bitkisel)	573.0	621.2	597.1
Gübreli kontrol (Bitkisel)	575.1	625.4	600.3
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	574.8	624.7	599.8
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	574.7	623.6	599.2
Toprağa %1 (Bitkisel)	575.2	623.5	599.3
Tohuma OS (Bitkisel)	571.9	624.2	598.1
Yaprağa OS (Bitkisel)	576.2	624.2	600.2
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	578.8	625.2	602.0
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	577.8	625.7	601.7
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	578.6	625.4	602.0
Kontrol (Hayvansal)	573.7	621.4	597.5
Gübreli kontrol (Hayvansal)	578.2	625.9	602.1
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	577.4	625.0	601.2
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	576.9	625.1	601.0
Toprağa %1 (Hayvansal)	576.7	625.2	601.0
Tohuma OS (Hayvansal)	574.0	624.7	599.3
Yaprağa OS (Hayvansal)	574.4	625.0	599.7
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	578.1	625.3	601.7
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	578.4	624.9	601.6
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	576.7	625.8	601.3
CV (%)	2.61	2.75	2.69

Çizelge 4.24 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek toprakta değişebilir magnezyum miktarı $578.8 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$ ile Toprağa %0.5+Yaprak (bitkisel) uygulamasından, en düşük toprakta değişebilir magnezyum miktarı ise $571.9 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$ olarak Tohuma OS (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek toprakta değişebilir magnezyum miktarı $625.9 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$ ile Gübreli Kontrol (hayvansal) uygulamasından elde edilmiş olup, en düşük toprakta değişebilir magnezyum miktarı ise $621.2 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$ ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. İki yılın ortalamasında en yüksek toprakta değişebilir magnezyum miktarı $602.1 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$ ile Gübreli Kontrol (hayvansal) uygulamasından, en düşük toprakta değişebilir magnezyum miktarı ise $597.1 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$ ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiş (Şekil 4.8), ancak uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli olmamıştır.



Şekil 4.8 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprakta değişebilir magnezyum (mg kg^{-1}) ortalamaları

Sonuçlarımızın aksine Namlı vd. (2017), biyokömür uygulamalarının tek başına veya kimyasal gübre ile birlikte uygulandığında toprakta Ca ve Mg kapasitelerini artırdığı ve istatistiksel olarak önemli olduğunu belirtmişlerdir.

4.1.7 Odun sirkesi uygulamalarının alınabilir iz element (Fe, Cu, Zn, Mn) üzerine etkileri

4.1.7.1 Odun sirkesi uygulamalarının alınabilir demir (Fe) elementi üzerine etkileri

Fındık kabuğu ve tavuk altlığından elde edilen odun sirkelerinin, tohumu uygulama, yapraktan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının alınabilir Fe elementi miktarına ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.25’de, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise çizelge 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.25 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının alınabilir Fe elementine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	0.212	19.0959*	2	0.130	17.7418
Odun sirkesi	1	0.001	0.0631	1	0.000	0.0048
Hata ₁	2	0.011	-	2	0.007	-
Uygulamalar	9	0.000	0.0090	9	0.000	0.0004
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.000	0.0092	9	0.000	0.0003
Hata ₂	36	0.035	-	36	0.038	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.25’de görüldüğü gibi alınabilir Fe elementi açısından, 2021 ve 2022 yıllarında uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise çizelge 4.26’da özetlenmiştir.

Çizelge 4.26 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının alınabilir demir elementine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	2.125	230.5773**
Tekrar(Yıl)	4	0.171	18.5578**
Odun sirkesi	1	0.001	0.0570
Yıl*Odun sirkesi	1	0.000	0.0229
Hata ₁	4	0.009	-
Uygulamalar	9	0.000	0.0058
Yıl*Uygulamalar	9	0.000	0.0032
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.000	0.0039
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.000	0.0052
Hata ₂	72	0.036	-
Genel	119	-	-

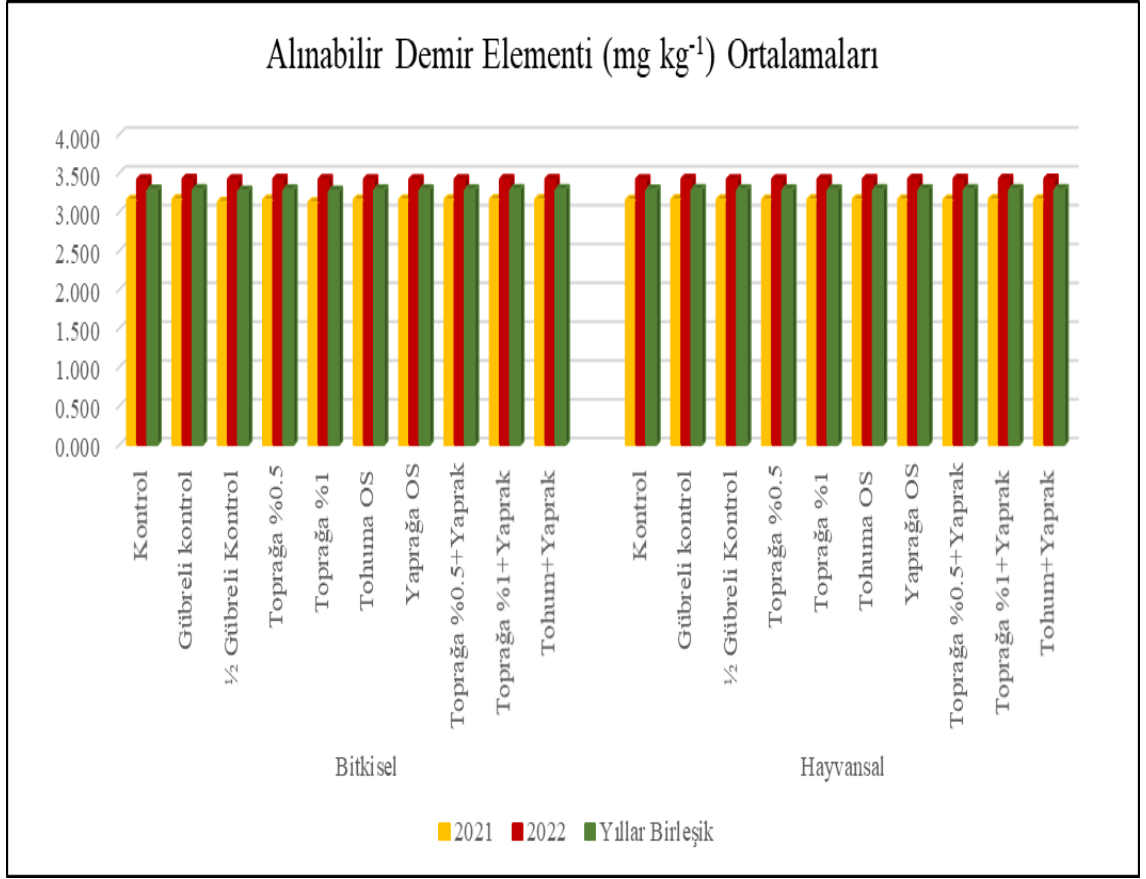
(**) % 1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.26’da görüldüğü gibi alınabilir demir elementine yıllar ve tekrarın etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı yıllarda ve uygulamalar arasında alınabilir demir elementi ortalamalarına ait sonuçlar çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir demir (mg kg^{-1}) elementi ortalamaları

Uygulamalar	2021	2022	Ortalama
Kontrol (Bitkisel)	3.155	3.418	3.286
Gübreli kontrol (Bitkisel)	3.161	3.423	3.292
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	3.127	3.419	3.273
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	3.156	3.423	3.289
Toprağa %1 (Bitkisel)	3.123	3.421	3.272
Tohuma OS (Bitkisel)	3.158	3.420	3.289
Yaprağa OS (Bitkisel)	3.158	3.419	3.289
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	3.160	3.419	3.289
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	3.161	3.422	3.292
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	3.161	3.421	3.291
Kontrol (Hayvansal)	3.154	3.420	3.287
Gübreli kontrol (Hayvansal)	3.162	3.424	3.293
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	3.159	3.420	3.290
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	3.158	3.419	3.289
Toprağa %1 (Hayvansal)	3.159	3.420	3.289
Tohuma OS (Hayvansal)	3.159	3.422	3.291
Yaprağa OS (Hayvansal)	3.158	3.423	3.290
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	3.156	3.425	3.291
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	3.161	3.423	3.292
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	3.160	3.426	3.293
CV (%)	5.91	5.71	5.81

Çizelge 4.27 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek alınabilir Fe elementi $3.162 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$ ile Gübreli kontrol (hayvansal) uygulamasından, en düşük alınabilir Fe elementi ise $3.123 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$ ile Toprağa %1 (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek alınabilir Fe $3.426 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$ ile Tohum+Yaprak (hayvansal) uygulamasından elde edilmiş iken, en düşük alınabilir demir elementi ise $3.418 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$ ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. İki yılın ortalamasında ise en yüksek alınabilir Fe elementi $3.293 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$ ile Gübreli Kontrol (hayvansal) ve Tohum+Yaprak (hayvansal) uygulamalarından, en düşük alınabilir Fe ise $3.272 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$ ile Toprağa %1 (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.9). Ancak uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli olmamıştır.



Şekil 4.9 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir demir (mg kg⁻¹) elementi ortalamaları

Araştırma sonucuna göre odun sirkesi uygulamalarının topraktaki alınabilir Fe içeriği üzerine kontrol ve gübreli kontrol parsellerine göre önemli bir etkinin olmadığı gözlenmiştir. Buna karşın, toprağa organik materyallerin uygulanması, humik ve fulvik asitler gibi kilyet oluşturuıcı bileşiklerin olduğu diğer araştırmacılar tarafından saptanmış olup, bu kilyet oluşturuıcı bileşiklerin topraktaki Fe ve Mn'ı yararışlı hale getirdiği savunulmaktadır (Stevenson 1991). Benzer şekilde Silva vd. (2010), toprağa organik materyal uygulamalarının Fe içeriğinin yararışlı hale gelmesinde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Kireçli alkalın topraklarda bitki için yararışlı Fe içeriğinin, HCO₃⁻ derişimine bağılı olarak azaldığı belirtilmektedir (Bloom ve Inkseep 1986). Alınabilir demir içeriğinin artmasında toprak pH'sı ve toprağın redoks potansiyeli önemli bir yer tutmakta olup, toprak ve rizosferin pH'sını azalmasına neden olan uygulamalar topraktaki demirin bitki tarafından alınabilirliğini arttırmaktadır (Mahmoud vd., 1989).

4.1.7.2 Odun sirkesi uygulamalarının alınabilir bakır (Cu) elementi üzerine etkileri

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohuma uygulama, yaprakdan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının alınabilir bakır elementi miktarına ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.28’de, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise çizelge 4.29’da verilmiştir.

Çizelge 4.28 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının alınabilir bakır elementine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	0.047	5.0305	2	0.050	8.2172
Odun sirkesi	1	0.000	0.0505	1	0.000	0.0380
Hata ₁	2	0.009	-	2	0.006	-
Uygulamalar	9	0.003	0.3896	9	0.000	0.0151
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.001	0.1540	9	0.000	0.0155
Hata ₂	36	0.008	-	36	0.011	-
Genel	59	-	-	59	-	-

Çizelge 4.28’de görüldüğü gibi alınabilir bakır elementi açısından, 2021 ve 2022 yıllarında uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.29’da özetlenmiştir.

Çizelge 4.29 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının alınabilir bakır elementine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	0.092	11.8482*
Tekrar(Yıl)	4	0.049	6.2838
Odun sirkesi	1	0.000	0.0028
Yıl*Odun sirkesi	1	0.001	0.0884
Hata ₁	4	0.008	-
Uygulamalar	9	0.001	0.1434
Yıl*Uygulamalar	9	0.002	0.2050
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.001	0.0596
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.001	0.0891
Hata ₂	72	0.010	-
Genel	119	-	-

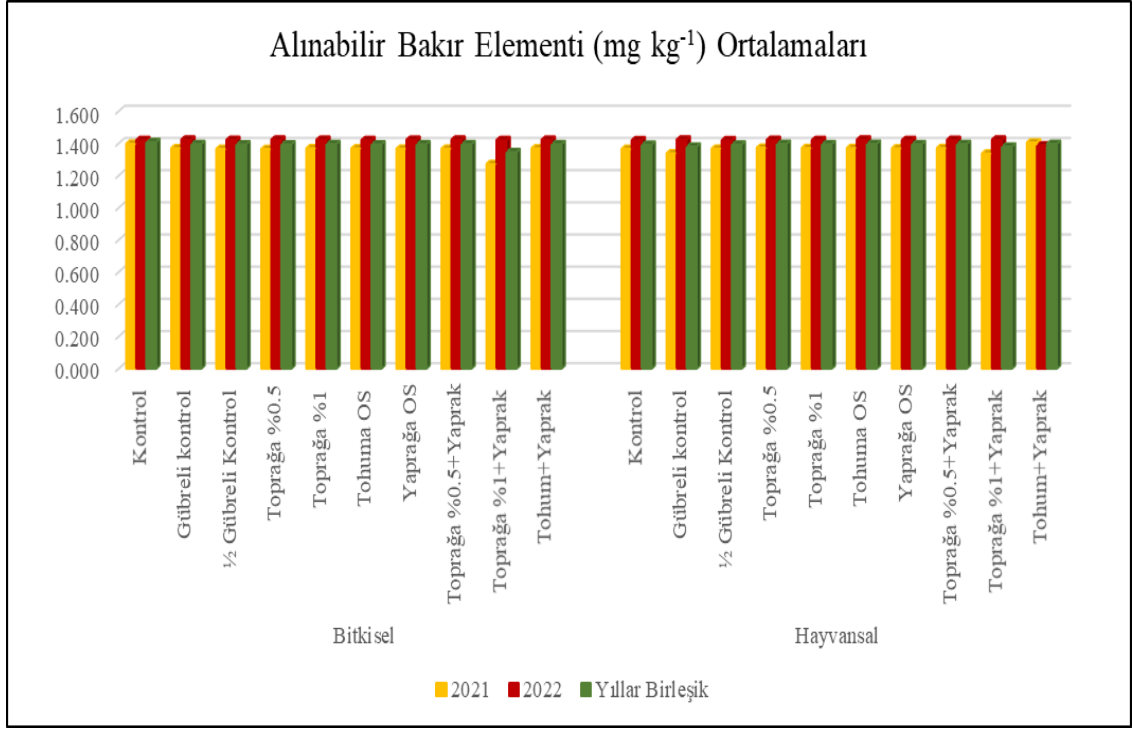
(*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.29’da görüldüğü gibi alınabilir bakır elementine yılların etkisi %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı yıllarda ve uygulamalar arasında alınabilir bakır elementi ortalamalarına ait sonuçlar çizelge 4.30’da verilmiştir.

Çizelge 4.30 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir bakır (mg kg⁻¹) elementi ortalamaları

Uygulamalar	2021	2022	Ortalama
Kontrol (Bitkisel)	1.399	1.421	1.410
Gübreli kontrol (Bitkisel)	1.371	1.424	1.397
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	1.367	1.422	1.395
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	1.366	1.424	1.395
Toprağa %1 (Bitkisel)	1.371	1.423	1.397
Tohuma OS (Bitkisel)	1.370	1.421	1.395
Yaprağa OS (Bitkisel)	1.368	1.423	1.396
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	1.368	1.424	1.396
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	1.273	1.421	1.347
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	1.370	1.423	1.396
Kontrol (Hayvansal)	1.367	1.420	1.393
Gübreli kontrol (Hayvansal)	1.339	1.424	1.381
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	1.368	1.420	1.394
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	1.374	1.422	1.398
Toprağa %1 (Hayvansal)	1.372	1.421	1.396
Tohuma OS (Hayvansal)	1.372	1.424	1.398
Yaprağa OS (Hayvansal)	1.370	1.421	1.396
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	1.372	1.422	1.397
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	1.338	1.424	1.381
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	1.407	1.389	1.398
CV (%)	6.59	7.36	7.00

Çizelge 4.30 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek alınabilir Cu elementi 1.407 (mg kg⁻¹) ile Tohum+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük alınabilir bakır elementi ise 1.273 (mg kg⁻¹) ile Toprağa %1+Yaprak (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek alınabilir Cu elementi 1.424 (mg kg⁻¹) ile Gübreli kontrol (bitkisel), Toprağa %0.5 (bitkisel), Toprağa %0.5+Yaprak (bitkisel), Gübreli kontrol (hayvansal), Tohuma OS (hayvansal) ve Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamalarından elde edilmiş iken, en düşük alınabilir Cu elementi ise 1.389 (mg kg⁻¹) ile Tohum+Yaprak (hayvansal) uygulamasından elde edilmiştir. İki yılın ortalamasında ise en yüksek alınabilir Cu elementi 1.410 (mg kg⁻¹) ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından, en düşük alınabilir bakır elementi ise 1.347 (mg kg⁻¹) ile Toprağa %1+Yaprak (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir bakır (mg kg⁻¹) elementi ortalamaları

Uygulama sonuçlarına baktığımızda, topraktaki alınabilir Cu⁺² elementi üzerine, uygulamalar ve odun sirkesi materyallerinin etkilerinin kimyasal gübreleme ve kontrol parselleri ile benzer değerler saptanmıştır. Ancak uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Öte yandan, Tarakçıoğlu vd. (2019), uygulanan organik materyallerin topraktaki ekstrakte edilebilir bakır üzerine önemli bir etkisi olmadığını, artan dozlarda uygulama yapılmasıyla Cu⁺² içeriğinin önemsiz derecede azaldığını vurgulamışlardır.

(Hill vd., 1978; Kaçar ve Katkat 2007) ise, toprağa uygulanan azotlu gübrelemenin Cu⁺² alımını azalttığını; azotun bitki büyümesini arttırarak sulandırma etkisi yapması ve yüksek miktarda azotun bitkinin yaşlı yapraklara bakırın daha az taşınmasına neden olduğuna inanmışlardır.

Cu⁺² iyonunun çözünürlüğü ortam pH'sına göre değişmekte olup, pH asit yönünde bir birim değiştiğinde ortamdaki bakırın çözünürlüğü 100 kat artmaktadır. Bakır diğer mikro elementlere göre organik maddeye daha güçlü bağlanır. Bu nedenle bakırın hareketi ve yayılabilirliği organik Cu kompleksleri tarafından belirlenir (Kaçar ve Katkat 2017).

4.1.7.3 Odun sirkesi uygulamalarının alınabilir çinko (Zn) üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohuma uygulama, yaprakdan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının alınabilir Zn elementi miktarına ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.31’de, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.31 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının alınabilir çinko elementine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	0.007	7.1944	2	0.011	23.3627*
Odun sirkesi	1	0.000	0.0863	1	0.000	0.0750
Hata ₁	2	0.001	-	2	0.000	-
Uygulamalar	9	0.000	0.0693	9	0.000	0.0671
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.000	0.0447	9	0.000	0.0558
Hata ₂	36	0.002	-	36	0.001	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.31’de görüldüğü gibi alınabilir Zn elementi açısından, 2021 ve 2022 yıllarında uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.32’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.32 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının alınabilir çinko elementine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	0.000	0.0136
Tekrar(Yıl)	4	0.009	12.2666*
Odun sirkesi	1	0.000	0.0081
Yıl*Odun sirkesi	1	0.000	0.1574
Hata ₁	4	0.001	-
Uygulamalar	9	0.000	0.0751
Yıl*Uygulamalar	9	0.000	0.0622
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.000	0.0525
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.000	0.0437
Hata ₂	72	0.001	-
Genel	119	-	-

(*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

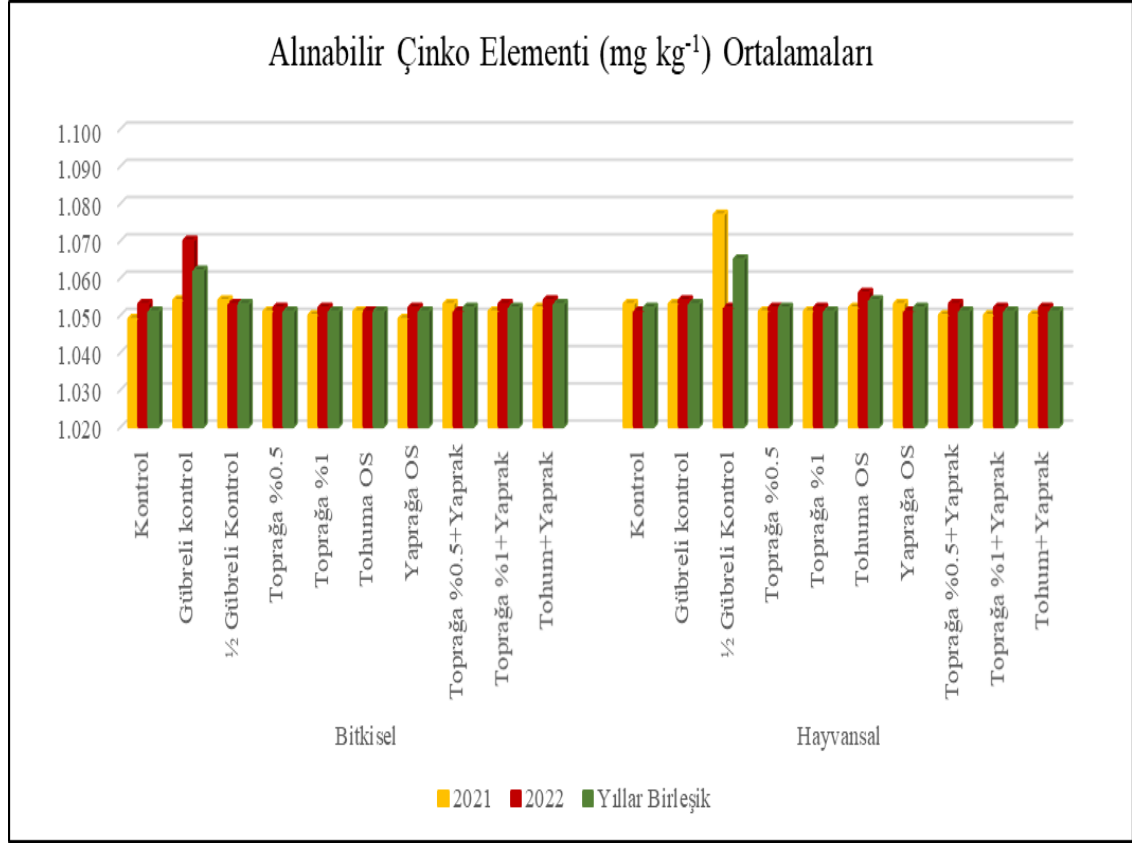
Çizelge 4.32’de görüldüğü gibi alınabilir Zn elementine tekrarın etkisi %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı yıllarda ve uygulamalar arasında alınabilir Zn elementi ortalamalarına ait sonuçlar Çizelge 4.33’de verilmiştir.

Çizelge 4.33 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir çinko (mg kg^{-1}) elementi ortalamaları

Uygulamalar	2021	2022	Ortalama
Kontrol (Bitkisel)	1.049	1.053	1.051
Gübreli kontrol (Bitkisel)	1.054	1.070	1.062
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	1.054	1.053	1.053
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	1.051	1.052	1.051
Toprağa %1 (Bitkisel)	1.050	1.052	1.051
Tohuma OS (Bitkisel)	1.051	1.051	1.051
Yaprağa OS (Bitkisel)	1.049	1.052	1.051
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	1.053	1.051	1.052
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	1.051	1.053	1.052
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	1.052	1.054	1.053
Kontrol (Hayvansal)	1.053	1.051	1.052
Gübreli kontrol (Hayvansal)	1.053	1.054	1.053
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	1.077	1.052	1.065
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	1.051	1.052	1.052
Toprağa %1 (Hayvansal)	1.051	1.052	1.051
Tohuma OS (Hayvansal)	1.052	1.056	1.054
Yaprağa OS (Hayvansal)	1.053	1.051	1.052
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	1.050	1.053	1.051
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	1.050	1.052	1.051
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	1.050	1.052	1.051
CV (%)	4.17	2.75	3.53

Çizelge 4.33 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek alınabilir Zn $1.077 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$ ile ½ Gübreli Kontrol (hayvansal) uygulamasından, en düşük alınabilir Zn elementi ise 1.049 ile Kontrol (bitkisel) ve Yaprağa OS (bitkisel) uygulamalarından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek alınabilir Zn $1.070 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$ ile Gübreli kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiş iken, en düşük alınabilir Zn elementi ise 1.051 ile Tohuma OS (bitkisel), Toprağa %0.5+Yaprak (bitkisel), Kontrol (hayvansal) ve Yaprağa OS (Hayvansal) uygulamalarından elde edilmiştir. İki yılın ortalamasında ise en yüksek alınabilir Zn elementi 1.065 ile ½ Gübreli Kontrol (hayvansal) uygulamasından, en düşük alınabilir Zn elementi ise 1.051 ile Kontrol (bitkisel), Toprağa %0.5 (Bitkisel), Toprağa %1 (bitkisel), Tohuma OS (bitkisel), Yaprağa OS (bitkisel), Toprağa %1 (hayvansal), Toprağa %0.5+Yaprak (hayvansal), Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) ve Tohum+Yaprak

(hayvansal) uygulamalarından elde edilmiştir (Şekil 4.11). Ancak uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz olmuştur.



Şekil 4.11 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir çinko (mg kg⁻¹) elementi ortalamaları

Durgun vd. (2017), bitki için yararışlı Zn ile organik madde, kireç, Mg, P, Cu, Mn ve kum parametreleri arasında pozitif yönde bir etkileşim olduğu, önceki çalışmalarda topraktaki kireç miktarı arttıkça, Zn'nun alınabilirliğinin azalacağını gösterse de, bu çalışmada kısmen karbonat oluşumunun çinkonun yararışlılığını arttırdığı görülmüştür. Değişebilir çinko miktarının toprak özelliklerine bağlı olarak 0.1 mg kg⁻¹ ile 2 mg kg⁻¹ arasında değiştiği, değişebilir çinko miktarının toprak pH'sının artması ile azaldığı belirtilmiştir (Iyengar ve Deb 1977; Kaçar ve Katkat 2007).

Toprak pH'sı arttıkça çinkonun yararışlılığının azaldığı, topraklarda çinkonun yararışlılığı pH 5.5 ile 6.5 arasında kritik aralık olarak kabul edilmiştir. Toprak pH düzeyi artış gösterirken çözünürlükleri az olan Zn(OH)₂, ZnCO₃ bileşikleri oluşur ve Zn⁺²'nin

yarayışlılığı azalır. Ancak çinkonun yarayışlılığı tüm bazik topraklarda azalmaz, bunun sebebi çinkonun toprakta doğal olarak bulunan organik maddeler ile bağ kurarak yarayışlı hale gelebilir. Toprakta bulunan organik maddenin miktarı ve özelliklerine göre çinkonun yarayışlılığı bazen artıp bazen azalabilir (Kaçar ve Katkat 2017).

Silva vd. (2010), kimyasal gübreleme ile birlikte toprağa uygulanan organik materyallerin çinkonun yarayışlılığı üzerinde düzensiz bir şekilde etkilediğini belirtmişlerdir. Uygulama sonuçlarına baktığımızda, deneme arazisinin pH ve kireç oranının yüksek olmasına bağlı olarak alınabilir çinko içeriğinin düşük olduğu düşünülmektedir.

4.1.7.4 Odun sirkesi uygulamalarının alınabilir mangan (Mn) üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohuma uygulama, yapraktan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının alınabilir Mn miktarına ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.34’de, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise çizelge 4.35’de verilmiştir.

Çizelge 4.34 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının alınabilir mangan elementine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	2.796	21.0217*	2	1.872	3.1682
Odun sirkesi	1	0.003	0.0211	1	0.001	0.0012
Hata ₁	2	0.133	-	2	0.591	-
Uygulamalar	9	0.001	0.0008	9	0.001	0.0007
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.000	0.0002	9	0.000	0.0003
Hata ₂	36	0.959	-	36	0.981	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.34’de görüldüğü gibi alınabilir Mn açısından, 2021 ve 2022 yıllarında uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.35’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.35 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının alınabilir mangan elementine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçlar

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	0.096	0.2662
Tekrar(Yıl)	4	2.334	6.4491*
Odun sirkesi	1	0.003	0.0089
Yıl*Odun sirkesi	1	0.000	0.0009
Hata ₁	4	0.362	-
Uygulamalar	9	0.001	0.0011
Yıl*Uygulamalar	9	0.000	0.0005
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.000	0.0001
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.000	0.0004
Hata ₂	72	0.970	-
Genel	119	-	-

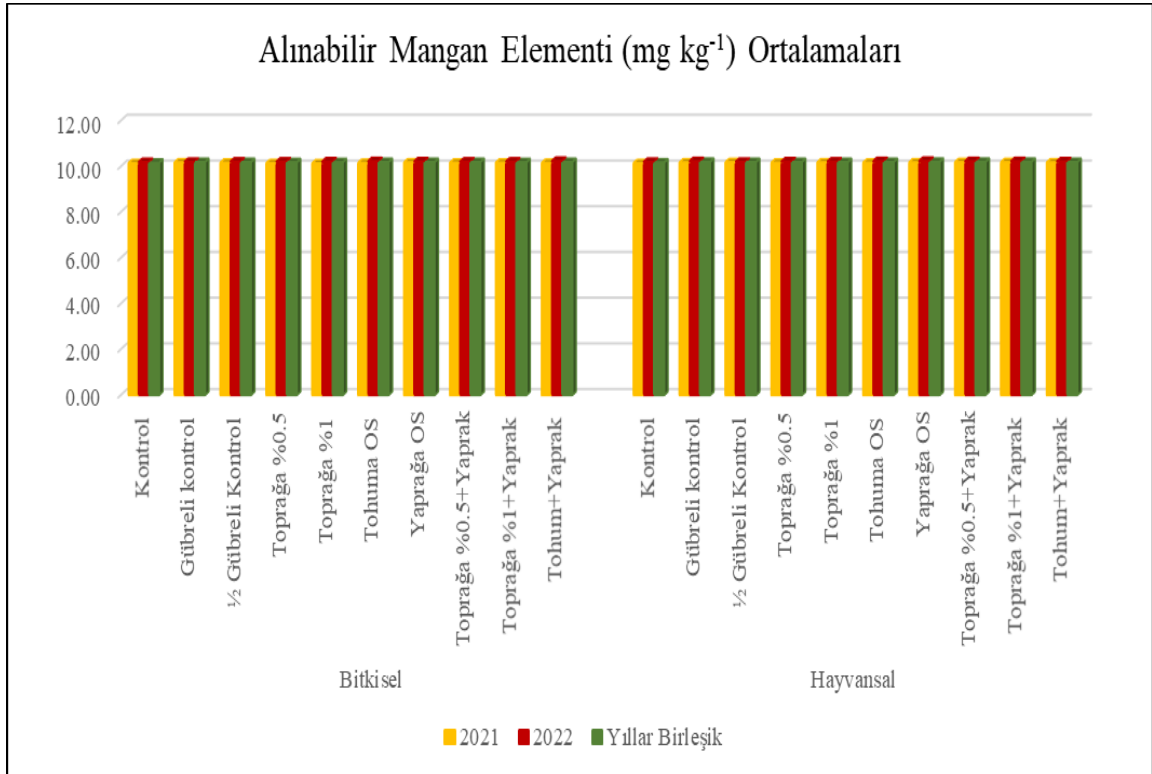
(*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.35’de görüldüğü gibi alınabilir Mn elementine tekrarın etkisi %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı yıllarda ve uygulamalar arasında alınabilir mangan elementi ortalamalarına ait sonuçlar Çizelge 4.36’da verilmiştir.

Çizelge 4.36 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir Mn (mg kg⁻¹) ortalamaları

Uygulamalar	2021	2022	Ortalama
Kontrol (Bitkisel)	10.14	10.19	10.16
Gübreli kontrol (Bitkisel)	10.17	10.20	10.19
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	10.16	10.21	10.19
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	10.14	10.21	10.18
Toprağa %1 (Bitkisel)	10.13	10.22	10.18
Tohuma OS (Bitkisel)	10.15	10.23	10.19
Yaprağa OS (Bitkisel)	10.17	10.22	10.19
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	10.16	10.21	10.19
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	10.16	10.21	10.18
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	10.15	10.24	10.19
Kontrol (Hayvansal)	10.14	10.20	10.17
Gübreli kontrol (Hayvansal)	10.17	10.23	10.20
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	10.18	10.20	10.19
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	10.16	10.22	10.19
Toprağa %1 (Hayvansal)	10.17	10.21	10.19
Tohuma OS (Hayvansal)	10.16	10.23	10.19
Yaprağa OS (Hayvansal)	10.17	10.24	10.20
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	10.18	10.23	10.20
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	10.18	10.23	10.20
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	10.17	10.22	10.19
CV (%)	9.64	9.69	9.67

Çizelge 4.36 incelendiğinde, Türkiye topraklarını temsil alinan 1511 toprak örneğinde belirlenen mangan miktarları çizelgesine (Eyüboğlu ve ark.1996) göre uygulama alanı toprakları mangan kapasitesi bakımından az sınıftadır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde ise, 2021 yılında en yüksek alınabilir Mn 10.18 (mg kg⁻¹) ile ½ Gübreli Kontrol (hayvansal), Toprağa %0.5+Yaprak (hayvansal) ve Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamalarından, en düşük alınabilir Mn ise 10.13 (mg kg⁻¹) ile Toprağa %1 (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek alınabilir Mn 10.24 (mg kg⁻¹) ile Tohum+Yaprak (bitkisel) ve Yaprğa OS (hayvansal) uygulamalarından elde edilmiş iken, en düşük alınabilir Mn ise 10.19 (mg kg⁻¹) ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. İki yılın ortalamasında ise en yüksek alınabilir Mn 10.20 (mg kg⁻¹) ile Gübreli Kontrol (hayvansal), Yaprğa OS (hayvansal), Toprağa %0.5+Yaprak (hayvansal) ve Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamalarından, en düşük alınabilir Mn 10.16 ile (mg kg⁻¹) Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.12). Ancak uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz olmuştur.



Şekil 4.12 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre alınabilir Mn (mg kg⁻¹) ortalamaları

Buna karşın, Tarakçıoğlu vd. (2019), toprağa uygulanan organik materyallerin uygulamalar ve uygulamalar arasındaki interaksiyonların hepsinin istatistiksel olarak Mn yarayışlığında önemli olduğunu bildirmişlerdir. Silva vd. (2010), organik gübrelemenin kimyasal gübre ile birlikte uygulanması durumunda yarayışlı mangan içeriğinin kontrolün üzerinde arttığını belirtmişlerdir. Durgun vd. (2016), topraktaki Mn yarayışlılığı üzerine, organik madde, fosfor, bakır, çinko ve kum içeriği ile pozitif korelasyonlar, kil içeriği ile ise negatif korelasyon olduğunu belirtmişlerdir.

4.1.8 Odun sirkesi uygulamalarının toprak solunumu (CO₂) üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohumla uygulama, yapraktan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının toprak solunumuna (CO₂) ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.37’de, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.37 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak solunumuna (CO₂) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	0.001	0.1387	2	0.140	2.1820
Odun sirkesi	1	0.043	7.5361	1	0.134	2.0995
Hata ₁	2	0.006	-	2	0.064	-
Uygulamalar	9	0.004	1.4815	9	0.006	0.4578
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.004	1.3969	9	0.004	0.3114
Hata ₂	36	0.003	-	36	0.012	-
Genel	59	-	-	59	-	-

Çizelge 4.37’de görüldüğü gibi toprak solunumu (CO₂) açısından, 2021 ve 2022 yıllarında uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.38’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.38 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak solunumuna (CO₂) ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

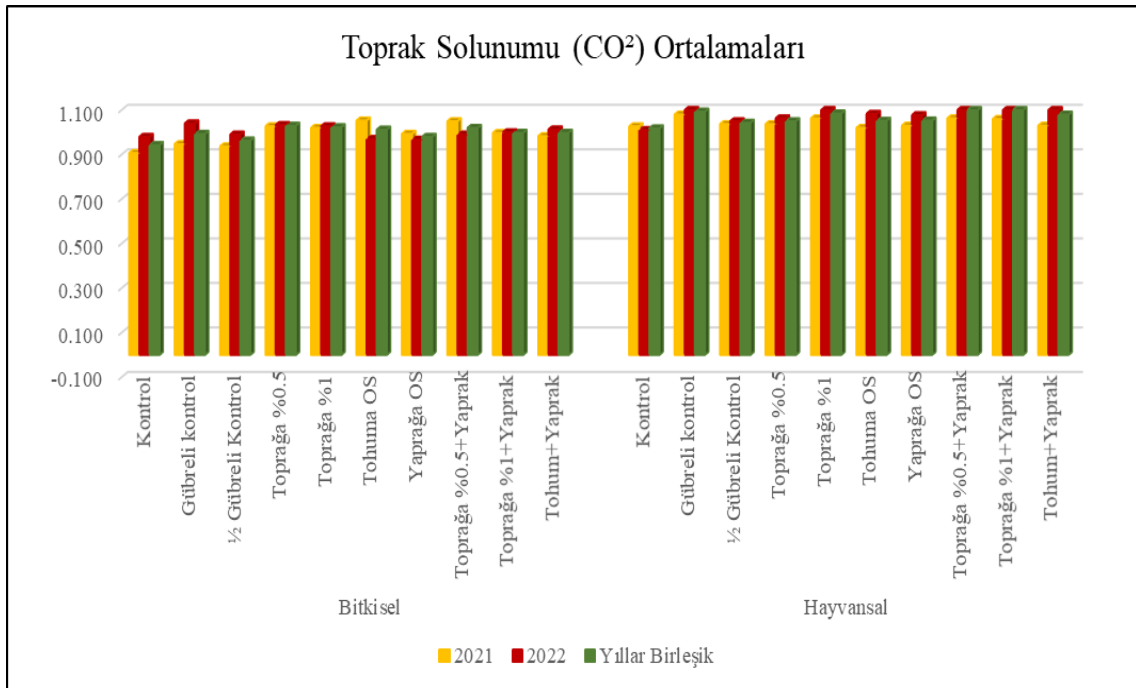
Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	0.028	0.7922
Tekrar(Yıl)	4	0.070	2.0160
Odun sirkesi	1	0.164	4.7147
Yıl*Odun sirkesi	1	0.013	0.3677
Hata ₁	4	0.035	-
Uygulamalar	9	0.008	1.0694
Yıl*Uygulamalar	9	0.002	0.2386
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.002	0.3194
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.005	0.7195
Hata ₂	72	0.008	-
Genel	119	-	-

Çizelge 4.38’de görüldüğü gibi toprak solunumuna (CO₂) uygulamaların, yılların, odun sirkесinin ve interaksiyonlarının etkisi önemli bulunmamıştır. Farklı yıllarda ve uygulamalar arasında toprak solunumu (CO₂) ortalamalarına ait sonuçlar Çizelge 4.39’da verilmiştir.

Çizelge 4.39 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak solunumuna (CO₂) ortalamaları (mg CO₂ g⁻¹ kuru toprak 24h⁻¹)

Uygulamalar	2021	2022	Ortalama
Kontrol (Bitkisel)	0.907	0.980	0.943
Gübreli kontrol (Bitkisel)	0.947	1.040	0.993
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	0.937	0.990	0.963
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	1.027	1.033	1.030
Toprağa %1 (Bitkisel)	1.020	1.027	1.023
Tohuma OS (Bitkisel)	1.053	0.970	1.012
Yaprağa OS (Bitkisel)	0.993	0.967	0.980
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	1.050	0.990	1.020
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	0.997	1.000	0.998
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	0.983	1.013	0.998
Kontrol (Hayvansal)	1.027	1.010	1.018
Gübreli kontrol (Hayvansal)	1.080	1.107	1.093
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	1.037	1.050	1.043
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	1.037	1.063	1.050
Toprağa %1 (Hayvansal)	1.063	1.107	1.085
Tohuma OS (Hayvansal)	1.020	1.083	1.052
Yaprağa OS (Hayvansal)	1.030	1.077	1.053
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	1.063	1.153	1.108
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	1.060	1.177	1.118
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	1.030	1.130	1.080
CV (%)	5.31	10.60	8.46

Çizelge 4.39 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek toprak solunumu (CO_2) 1.080 ($\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1}$ kuru toprak 24h^{-1}) ile Gübreli Kontrol (hayvansal), uygulamasından, en düşük toprak solunumu (CO_2) ise 0.907 ($\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1}$ kuru toprak 24h^{-1}) ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek toprak solunumu (CO_2) 1.177 ($\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1}$ kuru toprak 24h^{-1}) ile Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamasından elde edilmiş, en düşük toprak solunumu (CO_2) ise 0.967 ($\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1}$ kuru toprak 24h^{-1}) ile Yaprğa OS (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. İki yılın ortalamasında ise en yüksek toprak solunumu (CO_2) 1.118 ($\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1}$ kuru toprak 24h^{-1}) ile Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük toprak solunumu (CO_2) ise 0.943 ($\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1}$ kuru toprak 24h^{-1}) ile Kontrol (bitkisel), uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.13). Ancak uygulamalar arasında belirlenen farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.



Şekil 4.13 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak solunumuna (CO_2) ortalamaları ($\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1}$ kuru toprak 24h^{-1})

Aygün (2015), fındık zurufu kompostunun farklı tekstürdeki toprakların kalitesi üzerine yaptıkları çalışmada, killi tınlı tekstüre sahip topraklarda toprak solunumunu 0.92 $\text{g CO}_2/24 \text{ h/g}$ olarak, kumlu tınlı tekstüre sahip topraklarda ise daha düşük 0.64 $\text{mg CO}_2/24 \text{ h/g}$ olarak tespit etmişlerdir.

Akley vd. (2023), toprağın bazal solunumunun, OS uygulama yönteminin türüne göre önemli ölçüde değişmese de, toprak yüzeyine ve yapraktan uygulama yoluyla OS ilavesinin, kontrole kıyasla toprağın bazal solunumunu biraz arttırdığını belirlemişlerdir. Araştırmacılara göre, OS ilavesinden dolayı toprağın bazal solunumundaki artışın, OS'nin artan mikrobiyal aktiviteyi veya mikrobiyal solunumu uyarma yönünde ilave bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Toprağın yüzeyden OS ile ıslatılmasıyla toprakta C birikiminin meydana geldiği, dolayısıyla OS'nin mikrobiyal aktiviteyi veya mikrobiyal solunumu artırabileceği belirtilmiştir.

Cardelli vd. (2020), %0, %0.5, %1, %2 ve %5 derişimlerinde odun sirkesi uygulamasının ilk gününde CO₂ çıkışının en yüksek dozda önemli miktarda azaldığını, bunun OS ilavesinden hemen sonra mikroflorada geçici bir stres olduğunu gösterdiğini belirtmişlerdir. Çalışmanın ikinci gününden itibaren ise, daha fazla miktarda mineralize edilebilir organik C'nin bir sonucu olarak 21 gün boyunca en yüksek OS dozunda diğer dozlara göre daha yüksek CO₂ emisyonu belirlediklerini belirtmişlerdir. Araştırmacılar yüksek OS dozunun, muhtemelen OS'deki fenolik bileşiklerin ve organik asitlerin yüksek derişimlerinden dolayı, mikrobiyal biyokütlenin aktivitesi üzerinde başlangıçta engelleyici bir etkiye sahip olabileceğini (Grewal vd., 2018) ve aslında OS'nin belirli dozlarda etkili bir antimikrobiyal çözüm olabileceğini (Lee vd., 2011) öne sürmüşlerdir.

Karimian vd. (2022), yemlik mısır ekimi yapılan toprağın bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine biyokömür ve odun sirkesinin etkisini araştırdıkları çalışmada, en yüksek CO₂ salınımına sahip bazal solunumun %0,04 OS+%2 biyokömürün birlikte uygulamasında belirlendiğini bildirmişlerdir.

4.1.9 Odun sirkesi uygulamalarının toprak mikrobiyal biyokütle karbonu (SIR) üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohuma uygulama, yapraktan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının toprak mikrobiyal biyokütle karbonuna (SIR) ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.40'da, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise çizelge 4.41'de verilmiştir.

Çizelge 4.40 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak mikrobiyal biyokütle karbonuna (SIR) ait varyans analiz sonuçları (mg CO₂ g⁻¹ kuru toprak 24h⁻¹)

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	0.052	1.8415	2	0.101	25.0472*
Odun sirkesi	1	0.000	0.0048	1	0.002	0.5984
Hata ₁	2	0.028	-	2	0.004	-
Uygulamalar	9	0.022	0.7828	9	0.016	0.8465
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.004	0.1563	9	0.003	0.1360
Hata ₂	36	0.028	-	36	0.019	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.40’da görüldüğü gibi toprak mikrobiyal biyokütle karbonu (SIR) açısından, 2021 ve 2022 yıllarında uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise çizelge 4.41’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.41 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak mikrobiyal biyokütle karbonuna (SIR) ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları (mg CO₂ g⁻¹ kuru toprak 24h⁻¹)

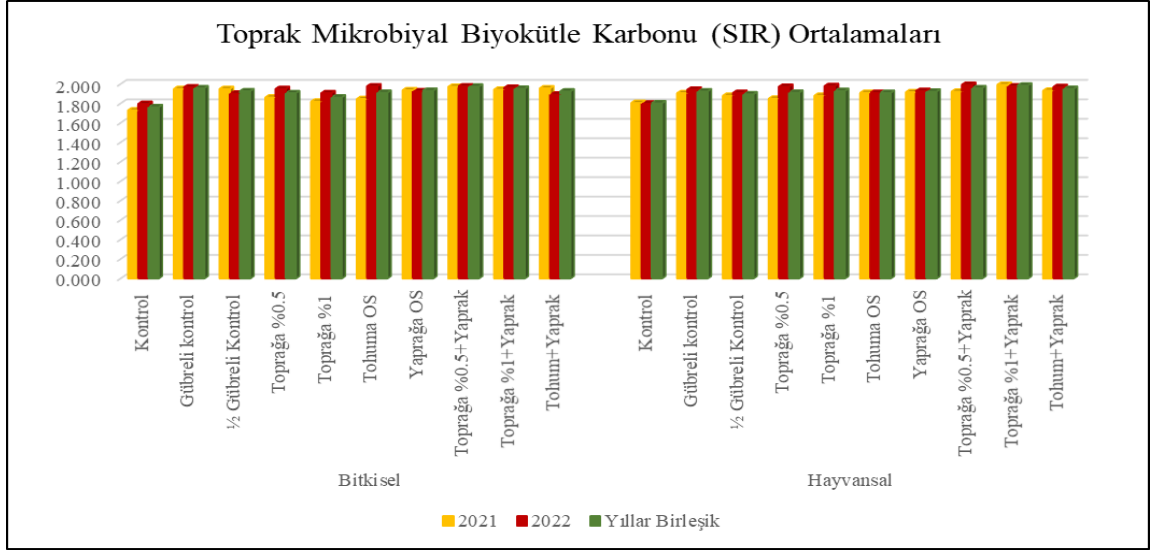
Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	0.034	2.1207
Tekrar(Yıl)	4	0.076	4.7231
Odun sirkesi	1	0.002	0.1137
Yıl*Odun sirkesi	1	0.001	0.0433
Hata ₁	4	0.016	-
Uygulamalar	9	0.033	1.3958
Yıl*Uygulamalar	9	0.005	0.2216
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.003	0.1358
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.004	0.1603
Hata ₂	72	0.024	-
Genel	119	-	-

Çizelge 4.41’de görüldüğü gibi toprak mikrobiyal biyokütle karbonuna (SIR) uygulamaların, yılların, odun sirkesinin ve interaksiyonlarının etkisi önemli bulunmamıştır. Farklı yıllarda ve uygulamalar arasında toprak mikrobiyal biyokütle karbonu (SIR) ortalamalarına ait sonuçlar Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.42 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak mikrobiyal biyokütle karbonu (SIR) ortalamaları (mg CO₂ g⁻¹ kuru toprak 24h⁻¹)

Uygulamalar	2021	2022	Ortalama
Kontrol (Bitkisel)	1.730	1.797	1.763
Gübreli kontrol (Bitkisel)	1.950	1.967	1.958
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	1.950	1.903	1.927
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	1.863	1.950	1.907
Toprağa %1 (Bitkisel)	1.820	1.907	1.863
Tohuma OS (Bitkisel)	1.847	1.977	1.912
Yaprağa OS (Bitkisel)	1.937	1.927	1.932
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	1.973	1.977	1.975
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	1.943	1.963	1.953
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	1.957	1.893	1.925
Kontrol (Hayvansal)	1.807	1.800	1.803
Gübreli kontrol (Hayvansal)	1.907	1.943	1.925
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	1.880	1.910	1.895
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	1.850	1.973	1.912
Toprağa %1 (Hayvansal)	1.880	1.980	1.930
Tohuma OS (Hayvansal)	1.910	1.910	1.910
Yaprağa OS (Hayvansal)	1.917	1.930	1.923
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	1.923	1.993	1.958
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	1.993	1.977	1.985
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	1.933	1.970	1.952
CV (%)	8.82	7.18	8.03

Çizelge 4.42 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek toprak mikrobiyal biyokütle karbonu (SIR) 1.993 (mg CO₂ g⁻¹ kuru toprak 24h⁻¹) ile Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük toprak mikrobiyal biyokütle karbonu (SIR) ise 1.730 (mg CO₂ g⁻¹ kuru toprak 24h⁻¹) ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek toprak mikrobiyal biyokütle karbonu (SIR) 1.993 (mg CO₂ g⁻¹ kuru toprak 24h⁻¹) ile Toprağa %0.5+Yaprak (hayvansal) uygulamasından elde edilmiş, en düşük toprak mikrobiyal biyokütle karbonu (SIR) ise 1.797 (mg CO₂ g⁻¹ kuru toprak 24h⁻¹) ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. İki yılın ortalamasında ise en yüksek toprak mikrobiyal biyokütle karbonu (SIR) 1.985 (mg CO₂ g⁻¹ kuru toprak 24h⁻¹) ile Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük toprak mikrobiyal biyokütle karbonu (SIR) ise 1.763 (mg CO₂ g⁻¹ kuru toprak 24h⁻¹) ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.14). Ancak uygulamalar arasındaki fark önemli bulunmamıştır.



Şekil 4.14 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak mikrobiyal biyokütle karbonu (SIR) ortalamaları

Toprak mikrobiyal biyokütle içeriği toprak kalitesinin belirlenmesinde önemli bir yer tutar ve bozulmuş toprakların iyileştirilmesinde bir değerlendirme kriteri olarak sayılabilir (Yadav, 2012). Toprağa uygulanan organik gübrelemenin toprakta kolay ulaşabilir karbon kaynaklarından olması nedeniyle topraktaki mikrobiyal biyokütle karbonu üzerine etkili olduğu bilinmektedir (Hassink vd., 1996).

Marinari vd. (2006), organik tarım yapılan arazilerde mikrobiyal biyokütle oranının geleneksel tarım yapılan arazilere göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Toprak mikrobiyal biyokütlesi üzerine yapılan çalışmaların sonuçlarına bakıldığında, kullanılan organik maddelerin kimyasal yapısı ve C/N oranı ile ilgili olduğu görüşler mevcuttur.

Ergün (2017) , biyokömür ve ahır gübresinin topraktaki mikrobiyal biyokütle üzerine etkilerini karşılaştırmış ve ahır gübresinin pH'sının biyokömüre göre daha düşük olmasının topraktaki mikroorganizma popülasyonunu etkilediğini bildirmiştir.

Cardelli vd. (2020) tarafından İtalya'da yürütülen çalışmada, % 0, %0.5, %1, %2 ve %5 derişimlerinde odun sirkesinin biyolojik aktiviteler üzerine etkilerine bakmışlardır. Araştırmacılar en yüksek mikrobiyal biyokütle karbonunu en düşük doz olan %0.5 odun sirkesi dozunda belirlemişlerdir.

Odun sirkesinin yaprakdan ve toprağa uygulama olarak tarla fasülyesi üzerine yapılan çalışmada, OS'nin mikrobiyal biyokütle karbonunu yaklaşık %10 seviyesinde arttırdığı, bu artışın kolayca temin edilebilen karbona yanıt olarak toprak mikrobiyotasının büyümesinden kaynaklanabileceği Becagli vd. (2022) tarafından belirtilmiştir. Liang ve ark. (2010) ise, mikrobiyal beslenme için bir substratı temsil eden DOC gibi kararsız OC'deki artışa bağlı olarak mikrobiyal biyokütlerde artış olduğunu bildirmiştir.

4.1.10 Odun sirkesi uygulamalarının toprak üreaz enzim aktivitesi üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohumla uygulama, yaprakdan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının toprak üreaz enzim aktivitesine ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.43'de, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.44'de verilmiştir.

Çizelge 4.43 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak üreaz enzim aktivitesine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	6.600	0.2168	2	6.015	9.2381
Odun sirkesi	1	87.894	2.8880	1	1.230	1.8887
Hata ₁	2	30.434	-	2	0.651	-
Uygulamalar	9	19.520	2.0771	9	27.225	3.1319**
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	7.374	0.7846	9	7.490	0.8616
Hata ₂	36	9.398	-	36	8.693	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(**) % 1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.43'de görüldüğü gibi toprak üreaz enzim aktivitesine açısından, 2021 yılında uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. 2022 yılında ise uygulamalar arasındaki fark %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.44'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.44 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak üreaz enzim aktivitesine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	25.623	1.6485
Tekrar(Yıl)	4	6.307	0.4058
Odun sirkesi	1	34.165	2.1982
Yıl*Odun sirkesi	1	54.959	3.5360
Hata ₁	4	15.543	-
Uygulamalar	9	42.867	4.7391**
Yıl*Uygulamalar	9	3.878	0.4287
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	5.896	0.6518
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	8.968	0.9915
Hata ₂	72	9.045	-
Genel	119	-	-

(**) % 1 düzeyinde önemlidir.

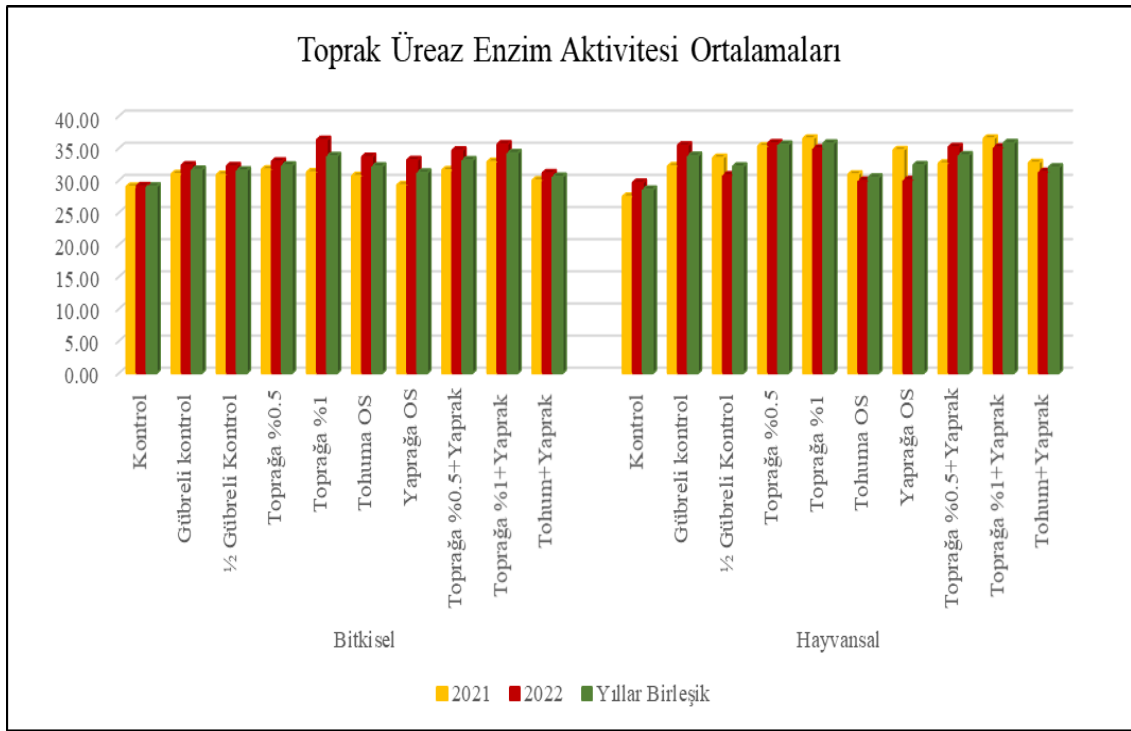
Çizelge 4.44’de görüldüğü gibi toprak üreaz enzim aktivitesine uygulamaların etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. İki yılın ve uygulamalar arasında toprak üreaz enzim aktivitesi ortalamaları arasındaki farklılıkları bulmak için Duncan Testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.45’de verilmiştir.

Çizelge 4.45 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak üreaz enzim aktivitesi ortalamaları (mg NH₄-N/100 g toprak)

Uygulamalar	2021	2022		Ortalama	
Kontrol (Bitkisel)	29.03	29.10	h	29.06	g
Gübreli kontrol (Bitkisel)	30.99	32.34	def	31.67	de
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	30.88	32.22	def	31.55	def
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	31.72	32.94	de	32.33	cd
Toprağa %1 (Bitkisel)	31.27	36.31	a	33.79	b
Tohuma OS (Bitkisel)	30.70	33.66	bcd	32.18	cd
Yaprağa OS (Bitkisel)	29.26	33.16	cd	31.21	def
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	31.60	34.67	abc	33.14	bc
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	32.89	35.62	a	34.25	b
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	30.01	31.12	fg	30.57	ef
Kontrol (Hayvansal)	27.47	29.64	gh	28.56	g
Gübreli kontrol (Hayvansal)	32.21	35.44	a	33.83	b
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	33.52	30.81	fg	32.17	cd
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	35.32	35.79	a	35.55	a
Toprağa %1 (Hayvansal)	36.52	34.97	ab	35.74	a
Tohuma OS (Hayvansal)	30.93	29.95	gh	30.44	f
Yaprağa OS (Hayvansal)	34.71	30.04	gh	32.38	cd
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	32.63	35.18	ab	33.91	b
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	36.52	35.12	ab	35.82	a
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	32.73	31.33	efg	32.03	cd
CV (%)	9.57	8.94		9.25	

*Aynı harflerle gösterilen uygulamalar arasında 0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

Çizelge 4.45 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek toprak üreaz enzim aktivitesi 36.52 (mg NH₄-N/100 g toprak) ile Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük toprak üreaz enzim aktivitesi ise 27.47 (mg NH₄-N/100 g toprak) ile Kontrol (hayvansal) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek toprak üreaz enzim aktivitesi 36.31 ile Toprağa %1 (bitkisel) uygulamasından elde edilmiş, en düşük toprak üreaz enzim aktivitesi ise 29.10 (mg NH₄-N/100 g toprak) ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. İki yılın ortalamasında ise en yüksek toprak üreaz enzim aktivitesi 35.82 (mg NH₄-N/100 g toprak) ile Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük toprak üreaz enzim aktivitesi ise 28.56 (mg NH₄-N/100 g toprak) ile Kontrol (hayvansal) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.15). Uygulamalar arasındaki fark P<0,01 düzeyinde önemli olmuştur.



Şekil 4.15 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre toprak üreaz enzim aktivitesi ortalamaları (mg NH₄-N/100 g toprak)

Hoffmann ve Hofman (1966), üreaz enzim aktivelerine göre düşük (<8), normal (8-16), yüksek (>16) terimleriyle üç sınıfa ayırmaktadırlar. Araştırma sonuçlarına baktığımızda üreaz enzim aktivitesi deneme süresince her iki yıl içinde, Hoffmann ve Hofman (1966)'a göre yüksek sınıfta sayılabilir.

Üreaz enzim aktivitesi, ürenin hidrolize olmasını sağlayan enzim olup, doğada bitkisel atıklar, hayvan dışkıları, mikroorganizmalar ve gübrelerde bulunmaktadır. Akça ve Namlı (2015), domates bitkisine uyguladıkları biyokömür ile topraktaki üreaz enzim aktivitesinin kontrol ve kimyasal gübre parseline göre %5 düzeyinde önemli olduğunu ve düzenli bir şekilde arttığını bildirmişlerdir.

Üreaz enzim aktivitesi, pH, toprak tekstürü, organik madde, katyon değişim kapasitesi gibi toprak özellikleri ile ilişkili olup, toprağa eklenen organik materyallerin üreaz enzim aktivitesini önemli oranda arttırdığı belirtilmiştir (Özdemir vd., 2000). Ergün (2017), biyokömür ve ahır gübresi uygulamalarının kontrol grubuna göre üreaz enzim aktivitesini arttırdığını açıklamışlardır.

OS'nin antibakteriyel ve antifungal etkilerinin yanı sıra toprakta enzimatik reaksiyonları da hızlandırdığı ve yapısındaki elementlerin enzimler gibi çalıştığı bildirilmektedir (Rakmai, 2009). Becagli vd. (2022), topraktan OS uygulamasının enzim aktivitelerini (dehidrogenaz, fosfataz, arilsülfataz, β -glukosidaz ve üreaz) teşvik ettiği, yapraktan OS uygulamasının toprak enzimleri üzerine daha az uyarıcı etki yaptığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar azotun biyojeokimyasal döngüsü için üreaz enzim aktivitesinin eğiliminin önemli olduğunu ve toprakta meydana gelecek değişikliklere bağlı olarak tepki gösteren bir aktivite olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar biyokömür uygulamasının üreaz aktivitesi üzerindeki etkisinin OS'nin hafif uyarıcı etkisinden daha belirgin olduğunu, rizosfer toprağındaki üreaz aktivitesinin ise üst topraktakine kıyasla daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

4.1.11 Odun sirkesi uygulamalarının toprak alkali fosfataz enzim aktivitesi üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohuma uygulama, yapraktan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının toprak alkali fosfataz enzim aktivitesine ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.46'da, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.47'de verilmiştir.

Çizelge 4.46 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak alkali fosfataz enzim aktivitesine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	0.040	8.9947	2	0.013	0.0417
Odun sirkesi	1	0.937	212.3446**	1	0.242	0.7618
Hata ₁	2	0.004	-	2	0.318	-
Uygulamalar	9	4.987	62.3615**	9	8.776	98.4041**
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.136	1.6977	9	0.053	0.5991
Hata ₂	36	0.080	-	36	0.089	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(**) % 1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.46’da görüldüğü gibi toprak üreaz enzim aktivitesine açısından, 2021 yılında odun sirkesi ve uygulamalar arasındaki fark %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. 2022 yılında ise, uygulamalar arasındaki fark %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.47’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.47 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının toprak alkali fosfataz enzim aktivitesine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	16.628	103.2838**
Tekrar(Yıl)	4	0.026	0.1645
Odun sirkesi	1	1.066	6.6210
Yıl*Odun sirkesi	1	0.113	0.7048
Hata ₁	4	0.161	-
Uygulamalar	9	13.331	157.6168**
Yıl*Uygulamalar	9	0.432	5.1117**
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.046	0.5457
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	0.143	1.6913
Hata ₂	72	0.085	-
Genel	119	-	-

(**) % 1 düzeyinde önemlidir.

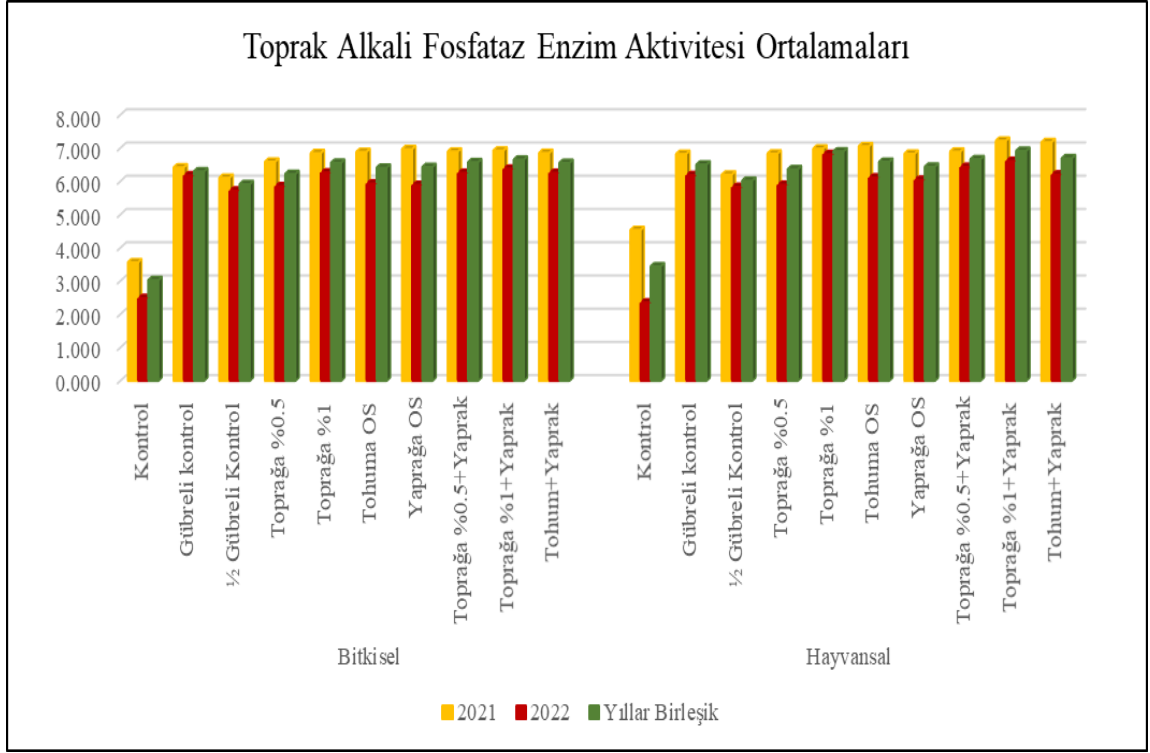
Çizelge 4.47’de görüldüğü gibi toprak alkali fosfataz enzim aktivitesine yıl, uygulamalar ve yıl*uygulamalar interaksiyonunun etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. İki yılın ve uygulamalar arasında toprak alkali fosfataz enzim aktivitesi ortalamaları arasındaki farklılıkları bulmak için Duncan Testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.48’de verilmiştir.

Çizelge 4.48 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına toprak alkali fosfataz enzim aktivitesi ortalamaları (mg pNP g⁻¹ toprak)

Uygulamalar	2021		2022		Ortalama	
Kontrol (Bitkisel)	3.567	i	2.493	j	3.030	k
Gübreli kontrol (Bitkisel)	6.423	f	6.183	ef	6.303	gh
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	6.110	g	5.727	i	5.918	i
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	6.593	e	5.857	hi	6.225	h
Toprağa %1 (Bitkisel)	6.853	d	6.270	de	6.562	cd
Tohuma OS (Bitkisel)	6.890	d	5.940	gh	6.415	efg
Yaprağa OS (Bitkisel)	6.973	cd	5.897	gh	6.435	ef
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	6.900	cd	6.260	de	6.580	bcd
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	6.930	cd	6.383	cd	6.657	bc
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	6.857	d	6.257	de	6.557	cd
Kontrol (Hayvansal)	4.540	h	2.357	j	3.448	j
Gübreli kontrol (Hayvansal)	6.827	d	6.190	ef	6.508	de
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	6.207	g	5.833	hi	6.020	i
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	6.837	d	5.900	gh	6.368	fg
Toprağa %1 (Hayvansal)	6.987	cd	6.823	a	6.905	a
Tohuma OS (Hayvansal)	7.060	bc	6.120	ef	6.590	bcd
Yaprağa OS (Hayvansal)	6.833	d	6.050	fg	6.442	ef
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	6.897	cd	6.437	c	6.667	bc
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	7.227	a	6.617	b	6.922	a
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	7.183	ab	6.210	ef	6.697	b
CV (%)	4.33		5.16		4.72	

*Aynı harflerle gösterilen uygulamalar arasında 0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

Çizelge 4.48 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek toprak alkali fosfataz enzim aktivitesi 7.227 (mg pNP g⁻¹ toprak) ile Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük toprak alkali fosfataz enzim aktivitesi ise 3.567 (mg pNP g⁻¹ toprak) ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek toprak alkali fosfataz enzim aktivitesi 6.823 (mg pNP g⁻¹ toprak) ile Toprağa %1 (hayvansal) uygulamasından elde edilmiş, en düşük toprak alkali fosfataz enzim aktivitesi ise 2.357 (mg pNP g⁻¹ toprak) ile Kontrol (hayvansal) uygulamasından elde edilmiştir. İki yılın ortalamasında ise en yüksek toprak alkali fosfataz enzim aktivitesi 6.922 (mg pNP g⁻¹ toprak) ile Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük toprak alkali fosfataz enzim aktivitesi ise 3.030 (mg pNP g⁻¹ toprak) ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.16). Uygulamalar arasındaki fark P<0,01 düzeyinde önemli olmuştur.



Şekil 4.16 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına toprak alkali fosfataz enzim aktivitesi ortalamaları (mg pNP g⁻¹ toprak)

Toprak enzimleri, bir ekosistemdeki organik kalıntılardan gelen besin maddelerinin ayrıştırılmasından ve geri dönüştürülmesinden sorumlu olduğundan, artan toprak enzim aktiviteleri, özellikle biyolojik göstergeler olmak üzere, toprak sağlığının iyileştirilmesinin olumlu göstergeleridir. Bu nedenle, yaprağa spreyleme ve toprağı ıslatma yoluyla OS uygulamasıyla ilişkili olarak, alkali fosfataz ve beta glukosidaz enzim aktivitelerindeki artış, OS'nin gerek yapraktan gerekse topraktan uygulanmasının toprağın biyolojik sağlığını iyileştirmede muhtemelen en etkili yöntem olduğunun bir göstergesi olabilir (Akley, 2023).

Toprak kalitesinin önemli bir göstergesi sayılan fosfataz enzim aktivitesi, toprağın organik madde miktarı, toprağa ilave edilen organik ve mineral gübrelemeden önemli derecede etkilenmektedir. Toprakta bulunan fosfataz miktarı, mikroorganizmaların sayısı, mineral ve organik gübrelerin çeşit ve miktarına göre değişmekte olduğu belirtilmiştir (Banerjee vd. 2012).

Ergün (2017), ahır gübresi ve biyokömür uygulamalarının alkalın fosfataz enzim aktivitesi üzerine olumlu yönde etkilemiş ancak önemli bulunmamıştır. Fosfataz enzim aktivitesinin istatistiksel olarak önemli olmamasının ve topraklarda fazla artmamasının nedeninin fosfatazın inhibe olması durumunda fosfor mineralizasyonunu engellemesi olarak açıklanmaktadır (Chunderova ve Zubets, 1969).

Odun sirkesi uygulamasının toprakta alkali fosfataz enzim aktivitesini arttırdığı ve daha fazla mahsul üretimi için elverişli bir toprak ortamı yarattığı bulunmuştur (Koç vd., 2018).

Cardelli vd. (2020) tarafından %0, %0.5, %1, %2 ve %5 derişimlerinde odun sirkesinin biyolojik aktiviteler üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, %2 ve %5 odun sirkesi uygulanan parsellerde enzimatik aktivitelerde azalma ve toprak kalitesinde kayıplar meydana geldiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, toprağa düşük derişimde OS uygulanmasının (yalnızca %1'e kadar seyreltme dozu) toprağın mikrobiyal topluluğu üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu, dolayısıyla OS'nin potansiyel olarak toprağın biyolojik verimliliğini artırabileceğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte Cardelli vd. (2020), OS'nin toprak ve bitkisel üretim üzerindeki etkisini araştırmak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğuna da vurgu yapmışlardır.

Becagli vd. (2021)'e göre, biyokömürün OS ilavesiyle birlikte uygulamasının topraktaki alkali fosfataz enzim aktivitesini kontrole kıyasla %38'den %55'e doğru arttırdığı, ancak fosfataz enzim aktivitesinin substrata spesifik olduğu, dolayısıyla topraktaki hücre dışı aktivitesinin toprağın toplam mikrobiyal durumunu yansıtmayabileceğinin akıldan çıkarılmaması gerektiğini bildirmişlerdir.

4.2 Odun Sirkesi ve Uygulamalarının Mısır Bitkisi Verim Öğeleri Üzerine Etkisi

4.2.1 Odun sirkesi ve uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin,

tohuma uygulama, yaprakdan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının mısır bitkisinde elde edilen bitki boyuna ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.49’da, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.50’de verilmiştir.

Çizelge 4.49 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki boyuna ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	59.461	19.0049	2	1088.123	7.0260
Odun sirkesi	1	3736.704	1194.3300 **	1	20.651	0.1333
Hata ₁	2	3.129	-	2	154.871	-
Uygulamalar	9	240.532	1.4487	9	49.260	0.7284
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	129.313	0.7789	9	34.457	0.5095
Hata ₂	36	166.030	-	36	67.624	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.49’da görüldüğü gibi bitki boyu açısından, 2021 ve 2022 yıllarında uygulamaları arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.50’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.50 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki boyuna ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	309.444	3.9170
Tekrar(Yıl)	4	573.792	7.2632*
Odun sirkesi	1	2156.465	27.2971**
Yıl*Odun sirkesi	1	1600.890	20.2645*
Hata ₁	4	79.000	-
Uygulamalar	9	183.528	1.5709*
Yıl*Uygulamalar	9	106.264	0.9096
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	64.204	0.5496
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	99.566	0.8523
Hata ₂	72	116.827	-
Genel	119	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.50’de görüldüğü gibi odun sirkelerinin bitki boyuna etkisi % 1 düzeyinde önemli iken, yılların tekrarlamalara etkisi, uygulamalar ve yıl*odun sirkesi etkisi ise %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Mısır bitkisinde farklı yıllarda ve uygulamalar

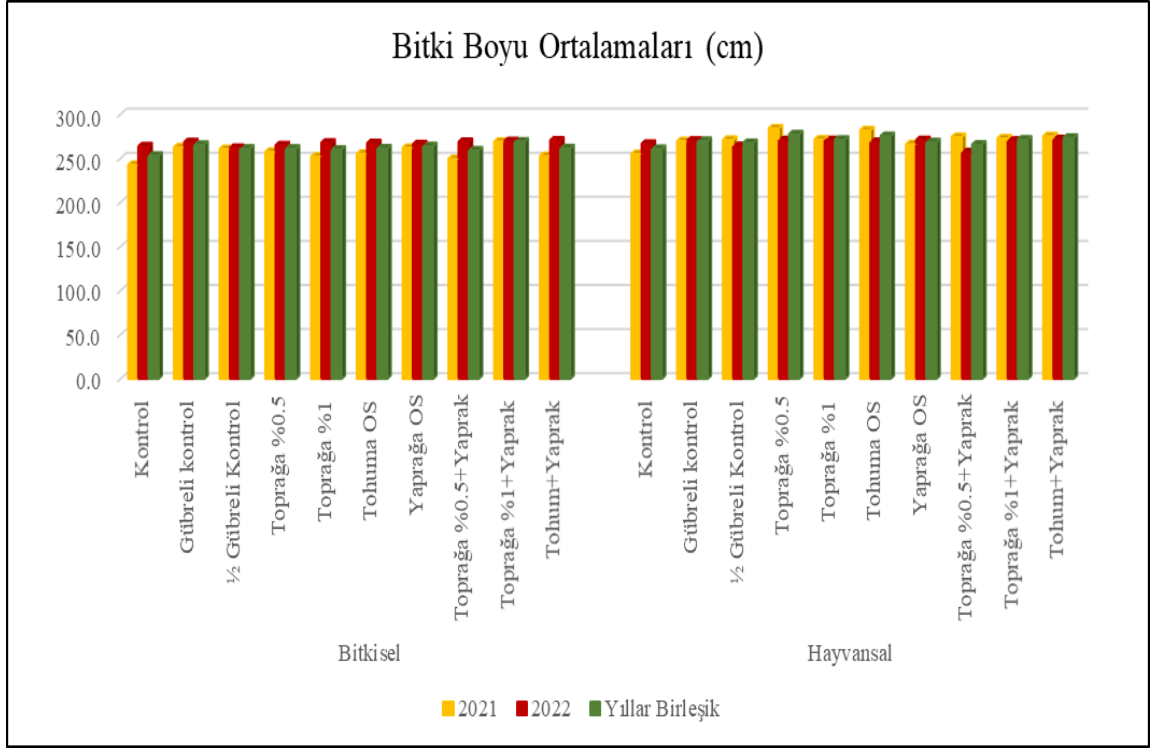
arasında bitki boyu ortalamalarında oluşan farklılıkları belirlemek için Duncan Testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.51’de verilmiştir.

Çizelge 4.51 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki boyu (cm) ortalamaları

Uygulamalar	2021	2022	Ortalama	
Kontrol (Bitkisel)	242.7	263.9	253.3	k
Gübreli kontrol (Bitkisel)	262.7	268.6	265.6	e-h
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	260.7	262.0	261.3	hij
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	257.6	265.0	261.3	hij
Toprağa %1 (Bitkisel)	252.2	268.1	260.1	ij
Tohuma OS (Bitkisel)	255.5	267.5	261.5	g-j
Yaprağa OS (Bitkisel)	262.1	266.1	264.1	f-ı
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	249.5	268.9	259.2	j
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	269.1	269.7	269.4	cde
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	252.8	270.5	261.7	g-j
Kontrol (Hayvansal)	255.2	266.7	260.9	ij
Gübreli kontrol (Hayvansal)	269.7	270.3	270.0	cde
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	271.2	264.2	267.7	def
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	284.2	270.9	277.5	a
Toprağa %1 (Hayvansal)	271.5	270.9	271.4	bcd
Tohuma OS (Hayvansal)	282.1	268.9	275.5	ab
Yaprağa OS (Hayvansal)	266.1	270.9	268.5	de
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	274.4	257.2	265.8	efg
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	272.8	270.3	271.5	bcd
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	275.3	271.9	273.6	abc
CV (%)	4.87	3.07	4.06	

*Aynı harflerle gösterilen uygulamalar arasında 0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

Çizelge 4.51 incelendiğinde, 2021 yılında en uzun bitki boyu 284.2 cm ile Toprağa % 0.5 (hayvansal) uygulamasından elde edilmiş iken, en kısa bitki boyu ise 242.7 cm ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en uzun bitki boyu 271.9 cm ile Tohum+Yaprak (hayvansal) uygulamasından elde edilmiş iken, en kısa bitki boyu ise 257.2 cm ile Toprağa %0.5+Yaprak (hayvansal) uygulamasından elde edilmiştir. İki yılın ortalamasında ise en uzun bitki boyu 277.5 cm ile Toprağa %0.5 (hayvansal) uygulamasından, en kısa bitki boyu ise 253.3 cm ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki boyu (cm) ortalamaları

Hibrit silajlık mısır bitkisi üzerine yapılan bazı çalışmalarda bitki boyu değerleri; Sönmez vd. (2013), 195-230 cm, Erdal vd. (2009), 241-303 cm, Vartanlı ve Emeklier (2007), 288.5-320.0 cm aralığında belirlenmiştir.

Zhou vd. (2009), talaştan odun sirkesi üretmişler ve OS'nin tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerindeki etkisini incelemek için mısır tohumlarını farklı derişimlerdeki (500, 1000, 1500 ve 2000 ml) odun sirkesine batırmışlardır. Araştırmacılar, çimlenme oranı, çimlenme indeksi, çimlenme gücü ve fidelerin uzunluğu üzerine 2000 ml seyreltme dozunun olumlu yönde etki ettiğini, diğer seyreltme dozları olan 500, 1000 ve 1500 ml'de tüm parametrelerin olumsuz yönde etkilendiğini belirlemişlerdir.

Pangnakorn vd. (2009), odun sirkesinin yapraktan sprey uygulama ile bitki boyu ve 100 tane ağırlığı gibi verim öğelerinin yanında haşere öldürücü etkisi ile soya fasulyesinde pestisit ve gübre kullanımına alternatif olarak kullanılabileceği belirtmişlerdir.

4.2.2 Odun sirkesi ve uygulamalarının bitki yaş ağırlığı üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohumla uygulama, yapraktan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının mısır bitkisinde elde edilen bitki yaş ağırlığına ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.52’de, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.53’de verilmiştir.

Çizelge 4.52 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki yaş ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	6809.717	0.8826	2	10992.800	3.8813
Odun sirkesi	1	807824.067	104.7067**	1	21812.267	7.7013
Hata ₁	2	7715.117	-	2	2832.267	-
Uygulamalar	9	71603.637	5.9819**	9	36028.919	3.6768**
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	33094.511	2.7648*	9	3969.896	0.4051
Hata ₂	36	11970.102	-	36	9799.052	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.52’de görüldüğü gibi bitki yaş ağırlığı açısından, 2021 yılında odun sirkeleri ve uygulamalar arasındaki fark % 1 düzeyinde önemli iken odun sirkesi*uygulamalar interaksyonu ise %0.5 düzeyinde önemli bulunmuştur. 2022 yılında ise uygulamalar arasındaki fark %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.53’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.53 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki yaş ağırlığına ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	11960.033	2.2679
Tekrar(Yıl)	4	8901.258	1.6879
Odun sirkesi	1	547560.300	103.8287**
Yıl*Odun sirkesi	1	282076.033	53.4874**
Hata ₁	4	5273.692	-
Uygulamalar	9	88581.670	8.1383**
Yıl*Uygulamalar	9	19050.885	1.7503
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	23251.670	2.1362*
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	13812.737	1.2690
Hata ₂	72	10884.577	-
Genel	119	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

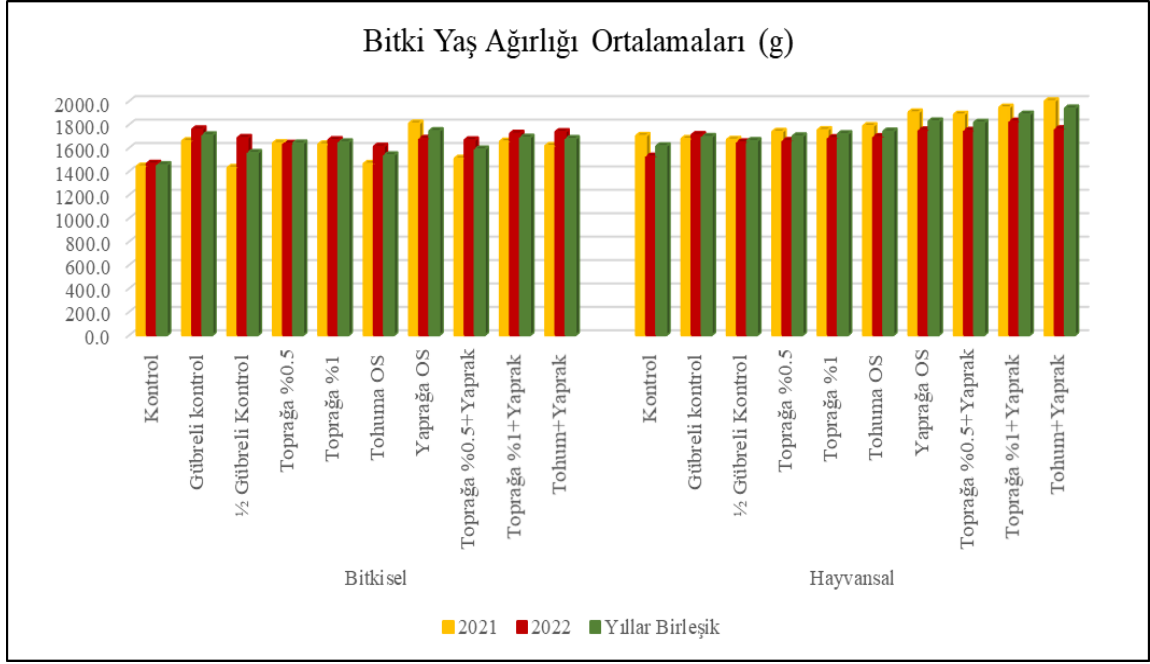
Çizelge 4.53’de görüldüğü gibi odun sirkelerinin, uygulamalar ve yıl*odun sirkesi interaksyonunun bitki yaş ağırlığına etkisi % 1 düzeyinde önemli iken, odun sirkesi*uygulamalar interaksyonu ise %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Mısır bitkisinde farklı yıllarda ve uygulamalar arasında bitki yaş ağırlığı ortalamalarında oluşan farklılıkları belirlemek için Duncan Testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.54’de verilmiştir.

Çizelge 4.54 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki yaş ağırlığı (g) ortalamaları

Uygulamalar	2021		2022		Ortalama	
Kontrol (Bitkisel)	1442.7	j	1466.7	j	1454.7	n
Gübreli kontrol (Bitkisel)	1660.0	gh	1760.0	b	1710.0	def
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	1431.3	j	1686.7	d-g	1559.0	lm
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	1642.3	gh	1637.3	gh	1639.8	ij
Toprağa %1 (Bitkisel)	1631.7	h	1668.0	e-h	1649.9	hij
Tohuma OS (Bitkisel)	1465.3	ij	1612.0	h	1538.7	m
Yaprağa OS (Bitkisel)	1810.0	d	1680.0	d-g	1745.0	d
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	1510.0	ij	1666.7	e-h	1588.4	kl
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	1656.0	gh	1722.7	b-e	1689.4	fgh
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	1618.0	h	1737.3	bcd	1677.7	f-ı
Kontrol (Hayvansal)	1704.0	fg	1528.0	i	1616.0	jk
Gübreli kontrol (Hayvansal)	1678.7	gh	1712.0	b-f	1695.4	fg
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	1671.3	gh	1649.3	gh	1660.3	ghı
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	1739.3	ef	1661.3	fgh	1700.3	efg
Toprağa %1 (Hayvansal)	1754.0	def	1685.3	d-g	1719.7	def
Tohuma OS (Hayvansal)	1788.0	de	1694.7	c-fg	1741.4	de
Yaprağa OS (Hayvansal)	1904.7	bc	1752.0	bc	1828.4	c
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	1885.7	c	1748.0	bc	1816.9	c
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	1946.3	b	1826.7	a	1886.5	b
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	2116.0	a	1761.3	b	1938.7	a
CV (%)	6.43		5.88		6.16	

*Aynı harflerle gösterilen uygulamalar arasında 0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

Çizelge 4.54 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek bitki yaş ağırlığı 2116.0 g ile Tohum+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük bitki yaş ağırlığı ise 1442.7 g ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek bitki yaş ağırlığı 1826.7 g ile Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamasından elde edilmiş iken, en düşük bitki yaş ağırlığı ise 1466.7 g ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. İki yılın ortalamasında ise en yüksek bitki yaş ağırlığı 1938.7 g ile Tohum+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük bitki yaş ağırlığı ise 1454.7 g ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.18). Uygulamalar arasındaki fark $P<0,01$ düzeyinde önemli olmuştur.



Şekil 4.18 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki yaş ağırlığı (g) ortalamaları

4.2.3 Odun sirkesi ve uygulamalarının parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığı üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohuma uygulama, yapraktan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının mısır bitkisinde elde edilen parselde yeşil biyokütle ağırlığına ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.55’de, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise çizelge 4.56’da verilmiştir.

Çizelge 4.55 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	2.039	1.6258	2	7.735	26.3504
Odun sirkesi	1	200.049	159.5392**	1	41.011	139.7153**
Hata ₁	2	1.254	-	2	0.294	-
Uygulamalar	9	10.882	2.2389*	9	9.475	3.3585**
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	8.000	1.6458	9	1.249	0.4426
Hata ₂	36	4.861	-	36	2.821	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.55’de görüldüğü gibi parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığı açısından, 2021 yılında odun sirkeleri arasındaki fark %1 düzeyinde önemli iken, uygulamalar arasındaki fark ise %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. 2022 yılında ise odun sirkeleri ve uygulamalar arasındaki fark %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.56’da özetlenmiştir.

Çizelge 4.56 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığına ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	88.050	113.7999**
Tekrar(Yıl)	4	4.887	6.3157
Odun sirkesi	1	211.107	272.8450**
Yıl*Odun sirkesi	1	29.953	38.7127**
Hata ₁	4	0.774	-
Uygulamalar	9	17.145	4.4639**
Yıl*Uygulamalar	9	3.212	0.8362
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	4.789	1.2468
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	4.460	1.1611
Hata ₂	72	3.841	-
Genel	119	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.56’da görüldüğü gibi odun sirkelerinin, yıllar, odun sirkeleri, uygulamalar ve yıl*odun sirkesi interaksiyonunun parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığına etkisi % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Mısır bitkisinde farklı yıllarda ve uygulamalar arasında parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığı ortalamalarında oluşan farklılıkları belirlemek için Duncan Testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.57’de verilmiştir.

Çizelge 4.57 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığı (kg) ortalamaları

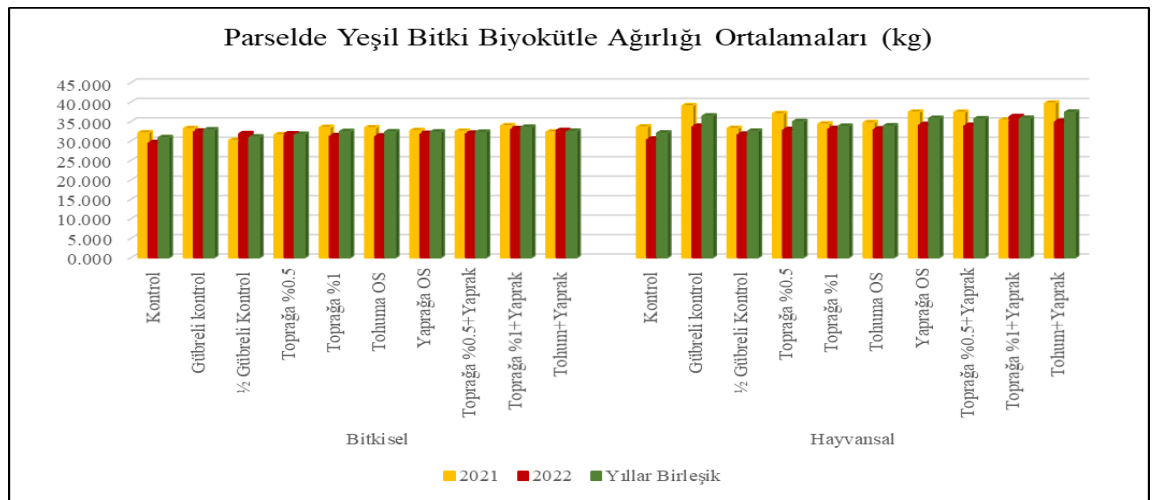
Uygulamalar	2021		2022		Ortalama	
Kontrol (Bitkisel)	32.104	h ₁	29.605	j	30.855	ı
Gübreli kontrol (Bitkisel)	33.187	e-h	32.502	fg	32.845	ef
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	30.178	j	31.866	gh	31.022	h ₁
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	31.579	ı	31.820	gh	31.700	gh
Toprağa %1 (Bitkisel)	33.483	d-g	31.359	h ₁	32.421	fg
Tohuma OS (Bitkisel)	33.395	d-h	31.288	h ₁	32.342	fg
Yaprağa OS (Bitkisel)	32.678	f-ı	31.939	gh	32.309	fg
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	32.489	gh ₁	31.970	gh	32.230	fg
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	33.906	def	33.157	def	33.532	de
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	32.305	gh ₁	32.657	fg	32.481	fg

Çizelge 4.57 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığı (kg) ortalamaları (devam)

Kontrol (Hayvansal)	33.599	d-g	30.465	ij	32.032	fg
Gübreli kontrol (Hayvansal)	39.040	a	33.769	cde	36.405	b
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	33.225	e-h	31.731	gh	32.478	fg
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	37.029	b	32.937	ef	34.983	c
Toprağa %1 (Hayvansal)	34.353	cde	33.198	def	33.776	d
Tohuma OS (Hayvansal)	34.694	cd	33.064	def	33.879	d
Yaprağa OS (Hayvansal)	37.404	b	34.212	bc	35.808	b
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	37.379	b	34.012	cd	35.696	bc
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	35.377	c	36.252	a	35.815	b
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	39.723	a	35.058	b	37.391	a
CV (%)	6.42		5.15		5.85	

*Aynı harflerle gösterilen uygulamalar arasında 0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

Çizelge 4.57 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığı 39.723 kg ile Tohum+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığı ise 30.178 kg ile Toprağa %0.5 (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığı 36.252 kg ile Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamasından elde edilmiş iken, en düşük parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığı ise 29.605 kg ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. İki yılın ortalamasında ise en yüksek parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığı 37.391 kg ile Tohum+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığı ise 30.855 kg ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.19). Uygulamalar arasındaki fark $P < 0,01$ düzeyinde önemli olmuştur.



Şekil 4.19 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre parselde yeşil bitki biyokütle ağırlığı (kg) ortalamaları

Mungkunkamchao vd. (2013), yapraktan sprey şeklinde ve toprağa uygulama olarak, odun sirkесinin tek başına veya kombinasyon halinde uygulandığında biyokütle verimini kısmen arttırdığı, ancak uygulama yöntemleri arasında belirgin bir fark görülmediğini belirtmişlerdir.

Akley vd. (2023)'e göre, biyokütle, bakla ve tane verimi ile toprak parametreleri arasında anlamlı ve güçlü bir doğrusal ilişki bulunmaktadır. Bu nedenle yüksek verim elde etmek toprağın biyolojik, biyokimyasal ve kimyasal özelliklerinin başarılı bir şekilde entegrasyonuna bağlıdır. Araştırmacılar, OS uygulamasından sonra artan tahıl veriminden kaynaklanan ekonomik kazancın yanı sıra, OS'yi topraktan ve yapraktan uygulama yoluyla üretim faaliyetlerine dahil eden üreticilerin, topraklarının kalitesini ve sağlığını eşit derecede geliştireceklerini belirtmişlerdir.

4.2.4 Odun sirkесi ve uygulamalarının dekara yeşil bitki biyokütlesi üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohumla uygulama, yapraktan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının mısır bitkisinde elde edilen dekara yeşil bitki biyokütlesine ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.58'de, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise çizelge 4.59'da verilmiştir.

Çizelge 4.58 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkесi ve uygulamalarının dekara yeşil bitki biyokütlesine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D	K.O.	F	S.D	K.O.	F
Tekrar	2	354217.465	3.3813	2	174465.082	2.2765
Odun sirkесi	1	20941143.733	199.9002**	1	6117657.048	79.8269*
Hata ₁	2	104757.974	-	2	76636.539	-
Uygulamalar	9	1775825.852	2.5767*	9	1006844.911	3.5626**
Odun sirkесi*Uygulamalar	9	1208014.759	1.7528	9	146757.183	0.5193
Hata ₂	36	689197.081	-	36	282613.167	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.58’de görüldüğü gibi dekara yeşil bitki biyokütlesi açısından, 2021 yılında odun sirkeleri arasındaki fark %1 düzeyinde önemli iken, uygulamalar arasındaki fark ise %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. 2022 yılında ise odun sirkeleri arasındaki fark %5 iken, uygulamalar arasındaki fark ise %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.59’da özetlenmiştir.

Çizelge 4.59 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının dekara yeşil bitki biyokütlesine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	33264379.002	366.7628**
Tekrar(Yıl)	4	264341.274	2.9145
Odun sirkesi	1	24848001.697	273.9664**
Yıl*Odun sirkesi	1	2210799.083	24.3756**
Hata ₁	4	90697.256	-
Uygulamalar	9	2446160.254	5.0342**
Yıl*Uygulamalar	9	336510.509	0.6925
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	778209.244	1.6016
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	576562.698	1.1866
Hata ₂	72	485905.124	-
Genel	119	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.59’da görüldüğü gibi odun sirkelerinin, yıllar, odun sirkeleri, uygulamalar ve yıl*odun sirkesi interaksiyonunun dekara yeşil bitki biyokütlesine % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Mısır bitkisinde farklı yıllarda ve uygulamalar arasında dekara yeşil bitki biyokütle ortalamalarında oluşan farklılıkları belirlemek için Duncan Testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.60’da verilmiştir.

Çizelge 4.60 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre dekara yeşil bitki biyokütlesi (kg/da) ortalamaları

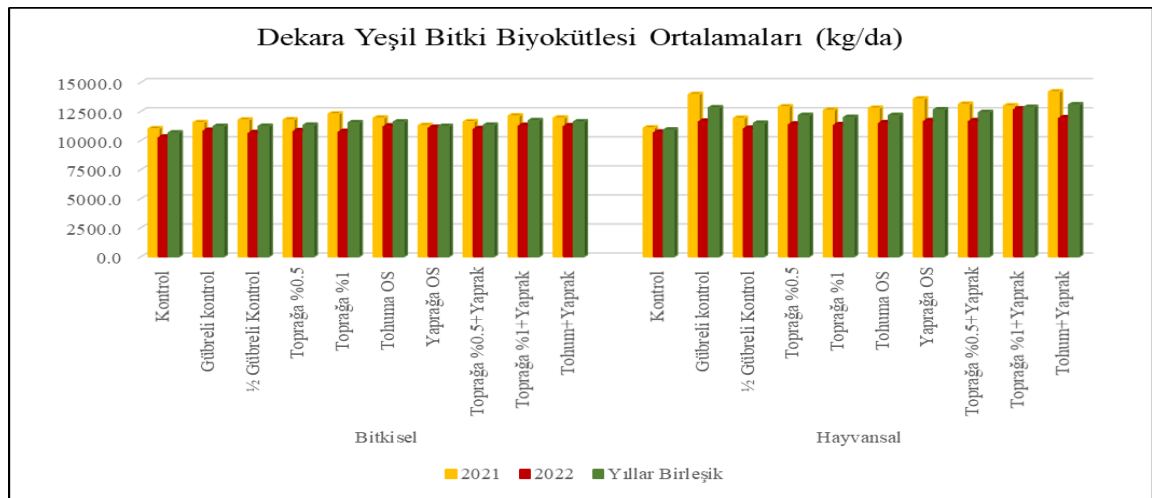
Uygulamalar	2021		2022		Ortalama	
Kontrol (Bitkisel)	11004.4	j	10287.6	m	10646.0	i
Gübreli kontrol (Bitkisel)	11531.6	h ₁	10869.9	i-l	11200.8	h
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	11755.7	gh	10666.6	l	11211.2	h
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	11768.1	gh	10840.4	i-l	11304.3	gh
Toprağa %1 (Bitkisel)	12272.2	ef	10771.0	jkl	11521.6	fg
Tohuma OS (Bitkisel)	11926.9	fgh	11240.8	e-h	11583.9	f
Yaprağa OS (Bitkisel)	11282.1	ij	11121.2	f-i	11201.7	h
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	11603.2	h ₁	11013.2	h-k	11308.2	gh
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	12109.3	fg	11294.1	e-h	11701.7	f
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	11925.1	fgh	11258.6	e-h	11591.8	f

Çizelge 4.60 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre dekara yeşil bitki biyokütlesi (kg/da) ortalamaları

Kontrol (Hayvansal)	11071.1	j	10713.7	kl	10892.4	i
Gübreli kontrol (Hayvansal)	13949.6	ab	11655.6	bcd	12802.6	ab
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	11905.8	fgh	11046.7	g-j	11476.3	fgh
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	12888.1	cd	11406.0	c-f	12147.0	de
Toprağa %1 (Hayvansal)	12601.1	de	11356.5	d-g	11978.8	e
Tohum OS (Hayvansal)	12763.9	cd	11523.0	cde	12143.5	de
Yaprağa OS (Hayvansal)	13569.0	b	11694.9	bc	12631.9	bc
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	13106.8	c	11694.8	bc	12400.8	cd
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	12967.8	cd	12709.1	a	12838.5	ab
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	14171.2	a	11949.4	b	13060.3	a
CV (%)	6.74		4.72		5.92	

*Aynı harflerle gösterilen uygulamalar arasında 0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

Çizelge 4.60 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek dekara yeşil bitki biyokütlesi 14171.2 kg/da ile Tohum+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük dekara yeşil bitki biyokütlesi ise 11004.4 kg/da ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek dekara yeşil bitki biyokütlesi 12709.4 kg/da ile Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamasından elde edilmiş iken, en düşük dekara yeşil bitki biyokütlesi ise 10287.6 kg/da ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. İki yılın ortalamasına ise en yüksek dekara yeşil bitki biyokütlesi 13060.3 kg/da ile Tohum+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük dekara yeşil bitki biyokütlesi ise 10646.0 kg/da ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.20). Uygulamalar arasındaki fark $P < 0,01$ düzeyinde önemli olmuştur.



Şekil 4.20 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre dekara yeşil bitki biyokütlesi (kg/da) ortalamaları

Dekara yeşil bitki biyokütlesi (yeşil ot verimi) bitkilerin gösterdiği agronomik performansları kıyaslamak için kullanılan parametrelerden birisidir (İptaş 2002). Birim alandaki bitki sayısı, bitki cinsi ve türü olgunlaşma süresi, yararlanma şekli, biçimi, zamanı, yetiştirme teknikleri gibi bileşenlerin tümünden etkilenen kantitatif bir karakter olup, çevre koşullarına göre değişmektedir. Küçük (2011), Ankara ekolojisinde yaptığı çalışmada dekara yeşil bitki biyokütlesinin 4077.77 kg/da ile 6537.14 kg/da olarak değiştiğini, Şimşek (2006) Antalya koşullarında yaptığı mısırdaki yeşil bitki biyokütlesinin 7773.8–13297.6 kg/da aralığında olduğunu saptamışlardır.

Bu çalışmada odun sirkesi uygulamalarının silajlık mısır için önemli bir kriter olan yeşil bitki biyokütlesi (yeşil ot verimi) üzerine diğer çalışmalara göre daha etkili olduğu görülmektedir.

4.2.5 Odun sirkesi ve uygulamalarının etüvde kuru madde oranı üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohuma uygulama, yapraktan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının mısır bitkisinde elde edilen etüvde kuru madde oranına ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.61’de, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise çizelge 4.62’de verilmiştir.

Çizelge 4.61 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının etüvde kuru madde oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	4.604	1.9046	2	1.889	39.9478
Odun sirkesi	1	13.776	5.6994	1	12.015	254.1055**
Hata ₁	2	2.417	-	2	0.047	-
Uygulamalar	9	8.473	3.4019**	9	5.859	1.6017
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	12.195	4.8962**	9	1.779	0.4863
Hata ₂	36	2.491	-	36	3.658	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.61’de görüldüğü gibi etüvde kuru madde oranı açısından, 2021 yılında uygulamalar ve odun sirkesi*uygulamalar interaksyonu arasındaki fark %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. 2022 yılında ise odun sirkeleri arasındaki fark %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.62’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.62 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının etüvde kuru madde oranına ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	10.115	8.2091*
Tekrar(Yıl)	4	3.246	2.6346
Odun sirkesi	1	0.030	0.0244
Yıl*Odun sirkesi	1	25.761	20.9068*
Hata ₁	4	1.232	-
Uygulamalar	9	8.820	2.8691**
Yıl*Uygulamalar	9	5.512	1.7929
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	4.449	1.4472
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	9.525	3.0983**
Hata ₂	72	3.074	-
Genel	119	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.62’de görüldüğü gibi etüvde kuru madde oranına yıllar ve yıl*odun sirkesi interaksyonunun etkisi %5 düzeyinde önemli bulunmuş iken, uygulamalar ve yıl*odun sirkesi*uygulamalar interaksyonunun etüvde kuru madde oranına etkisi ise % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Mısır bitkisinde farklı yıllarda ve uygulamalar arasında etüvde kuru madde oranı ortalamalarında oluşan farklılıkları belirlemek için Duncan Testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.63’de verilmiştir.

Çizelge 4.63 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre etüvde kuru madde oranı (%) ortalamaları

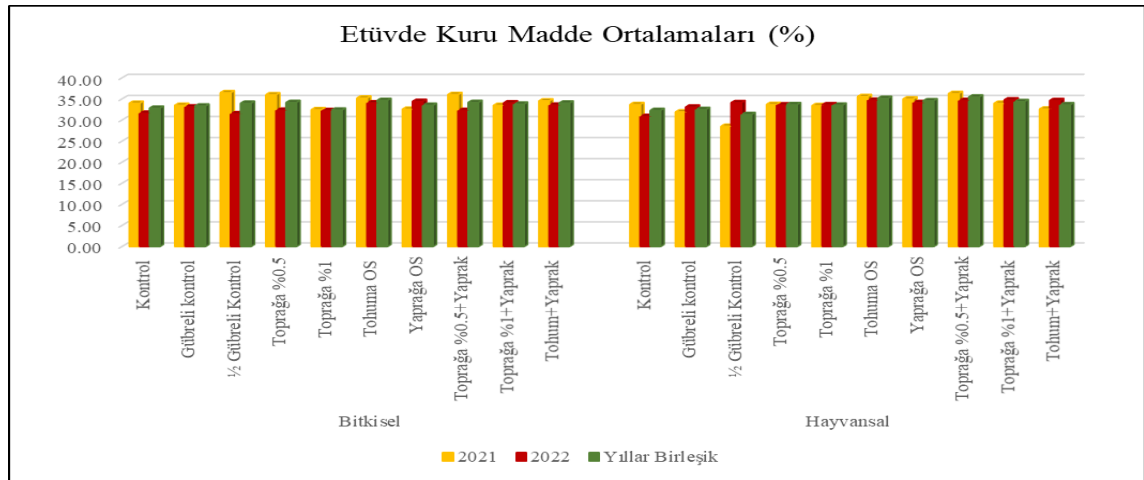
Uygulamalar	2021		2022	Ortalama	
Kontrol (Bitkisel)	34.00	fg	31.65	32.83	gh
Gübreli kontrol (Bitkisel)	33.52	gh	33.13	33.33	fg
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	36.51	a	31.51	34.01	c-f
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	36.02	abc	32.34	34.18	cde
Toprağa %1 (Bitkisel)	32.48	j	32.28	32.38	h
Tohuma OS (Bitkisel)	35.23	cde	34.10	34.67	bc
Yaprağa OS (Bitkisel)	32.58	ij	34.44	33.51	ef
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	36.07	abc	32.30	34.19	cde
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	33.48	ghi	34.08	33.78	def

Çizelge 4.63 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre etüvde kuru madde oranı (%) ortalamaları (devam)

Tohum+Yaprak (Bitkisel)	34.55	ef	33.55	34.05	c-f
Kontrol (Hayvansal)	33.70	fg	30.87	32.29	h
Gübreli kontrol (Hayvansal)	31.94	j	33.09	32.52	h
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	28.54	k	34.13	31.33	i
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	33.72	fg	33.61	33.67	def
Toprağa %1 (Hayvansal)	33.44	ghı	33.65	33.54	ef
Tohuma OS (Hayvansal)	35.59	bcd	34.72	35.16	ab
Yaprağa OS (Hayvansal)	35.01	de	34.16	34.59	bc
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	36.31	ab	34.66	35.49	a
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	33.98	fg	34.80	34.39	cd
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	32.63	hıj	34.65	33.64	ef
CV (%)	4.65		5.73	5.21	

*Aynı harflerle gösterilen uygulamalar arasında 0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

Çizelge 4.63 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek etüvde kuru madde oranı %36.51 ile ½ Gübreli kontrol (bitkisel) uygulamasından, en düşük etüvde kuru madde oranı ise %28.54 ile ½ Gübreli kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek etüvde kuru madde oranı %34.80 ile Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamasından elde edilmiş iken, en düşük kuru madde oranı ise %30.87 ile Kontrol (hayvansal) uygulamasından elde edilmiştir. İki yılın ortalamasında ise en yüksek etüvde kuru madde oranı %35.49 ile Toprağa %0.5+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük etüvde kuru madde oranı ise %31.33 ile ½ Gübreli Kontrol (hayvansal) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.21). Uygulamalar arasındaki fark $P<0,01$ düzeyinde önemli olmuştur.



Şekil 4.21 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre etüvde kuru madde oranı (%) ortalamaları

Mısır bitkisi güneş enerjisinden en iyi yararlanan (C4 bitkisi) ve birim alandan en fazla kuru madde üreten bir bitkidir (Hill,1993). Bu çalışmadan elde edilen %28.54 ile %36.51 arası değişen kuru madde oranlarının, Kuşvuran vd. (2015) tarafından elde edilen %26.9-40.4 kuru madde oranından düşük olduğu, Bulut (2016) tarafından elde edilen, %22.2-34.6 kuru madde oranından ise yüksek olduğu belirlenmiştir.

Zhou vd. (2009), talaştan ürettikleri OS'nin kuru ağırlık üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, en etkili uygulamanın 2000 ml seyreltilmiş OS uygulamasında bulduklarını, OS'nin seyreltilmiş katlarının azalmasıyla birlikte kuru ağırlığın da azaldığını, OS'nin seyreltme oranlarının uygulamada dikkate alınması gereken önemli bir faktör olduğunu belirtmişlerdir.

Karimian vd. (2022), yemlik mısır üzerine yaptıkları çalışmada, odun sirkesi ve biyokömürün birlikte uygulanmasının bitkinin gövde çapının, kuru ağırlığının ve ıslak ağırlığının artmasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar en etkili dozun %0,04 OS+%2 biyokömürün birlikte uygulamasında belirlediklerini bildirmişlerdir.

4.2.6 Odun sirkesi ve uygulamalarının dekara kuru madde biyokütlesine üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohumu uygulama, yapraktan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının mısır bitkisinde elde edilen dekara kuru biyokütlesine ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.64'de, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise çizelge 4.65'de verilmiştir.

Çizelge 4.64 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının dekara kuru madde biyokütlesine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	160358.589	2.2829	2	91972.149	18.9953*
Odun sirkesi	1	5268806.811	75.0083*	1	1466500.102	302.8815**
Hataı	2	70242.977	-	2	4841.827	-
Uygulamalar	9	439443.418	5.2840**	9	347583.649	4.3019**

Çizelge 4.64 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının dekara kuru madde biyokütlesine ait varyans analiz sonuçları (devam)

Odun sirkesi*Uygulamalar	9	639852.559	7.6937**	9	38555.122	0.4772
Hata ₂	36	83165.416	-	36	80796.911	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.64’de görüldüğü gibi dekara kuru madde biyokütlesi açısından, 2021 yılında uygulamalar ve odun sirkesi*uygulamalar interaksyonu arasındaki fark %1 düzeyinde önemli iken, odun sirkeleri %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. 2022 yılında ise odun sirkeleri ve uygulamalar arasındaki arasındaki fark %1 düzeyinde, tekrarlamalar arasındaki fark ise %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.65’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.65 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının dekara kuru madde biyokütlesine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	439121.148	11.6967*
Tekrar(Yıl)	4	126165.369	3.3606
Odun sirkesi	1	6147348.714	163.7442**
Yıl*Odun sirkesi	1	587958.199	15.6612*
Hata ₁	4	37542.402	-
Uygulamalar	9	695061.738	8.4783**
Yıl*Uygulamalar	9	91965.330	1.1218
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	338709.880	4.1316**
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	339697.801	4.1436**
Hata ₂	72	81981.164	-
Genel	119	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

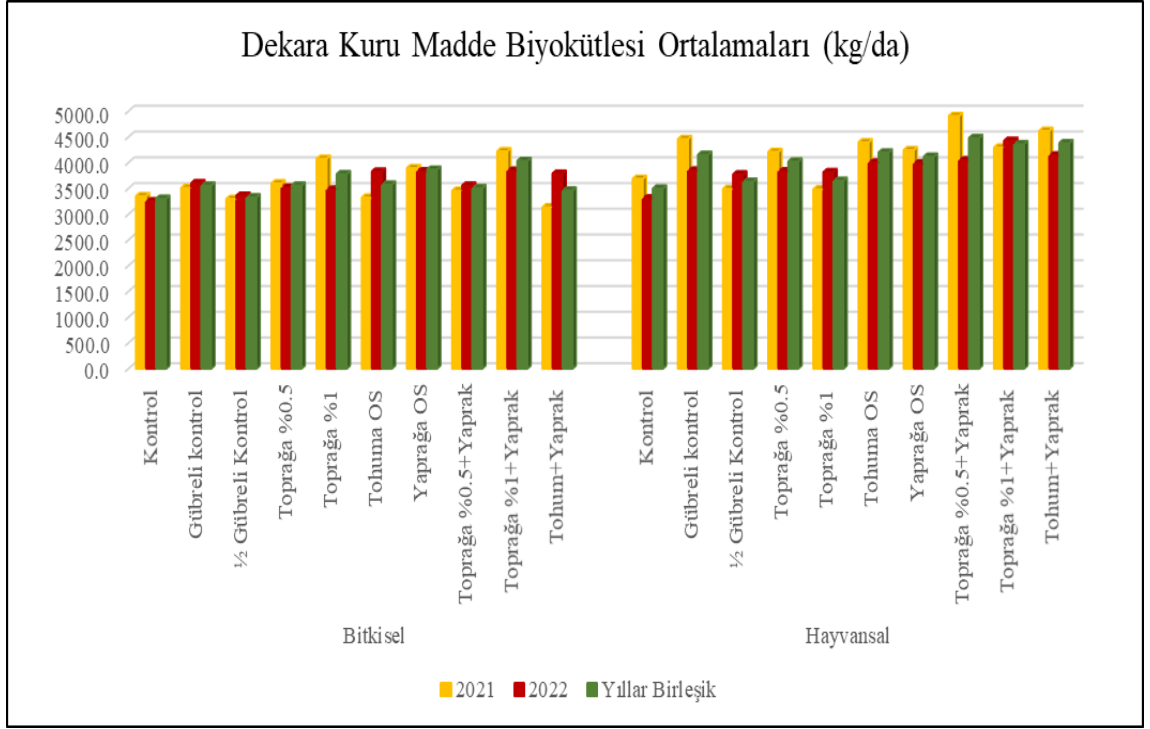
Çizelge 4.65’de görüldüğü gibi dekara kuru madde biyokütlesine yıllar ve yıl*odun sirkesi interaksyonunun etkisi %5 düzeyinde önemli bulunmuş iken, odun sirkeleri, uygulamalar odun sirkesi*uygulamalar ve yıl*odun sirkesi*uygulamalar interaksyonunun dekara kuru madde biyokütlesine etkisi ise %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Mısır bitkisinde farklı yıllarda ve uygulamalar arasında dekara kuru madde biyokütlesi ortalamalarında oluşan farklılıkları belirlemek için Duncan Testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.66’da verilmiştir.

Çizelge 4.66 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre dekara kuru madde biyokütlesi (kg/da) ortalamaları

Uygulamalar	2021		2022		Ortalama	
Kontrol (Bitkisel)	3352.2	jkl	3252.7	h	3302.5	h
Gübreli kontrol (Bitkisel)	3512.5	ij	3602.5	f	3557.5	fg
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	3296.7	l	3361.0	gh	3328.9	h
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	3599.7	hi	3514.8	fg	3557.2	f
Toprağa %1 (Bitkisel)	4077.4	f	3479.5	fg	3778.5	g
Tohuma OS (Bitkisel)	3323.6	kl	3829.1	de	3576.3	e
Yaprağa OS (Bitkisel)	3895.3	g	3835.3	de	3865.3	fg
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	3458.3	i-l	3556.6	f	3507.5	e
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	4223.3	ef	3846.6	cde	4034.9	g
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	3136.4	m	3787.6	e	3462.0	d
Kontrol (Hayvansal)	3688.6	h	3308.4	h	3498.5	g
Gübreli kontrol (Hayvansal)	4460.4	c	3848.8	cde	4154.6	g
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	3492.3	ij	3773.3	e	3632.8	c
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	4211.7	ef	3833.8	de	4022.8	f
Toprağa %1 (Hayvansal)	3484.7	ijk	3817.5	e	3651.1	d
Tohuma OS (Hayvansal)	4396.8	cd	4003.2	bc	4200.0	f
Yaprağa OS (Hayvansal)	4246.7	de	3988.5	bcd	4117.6	c
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	4907.4	a	4048.5	b	4478.0	cd
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	4295.5	de	4427.0	a	4361.3	a
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	4618.1	b	4143.2	b	4380.7	b
CV (%)	7.43		7.55		7.49	

*Aynı harflerle gösterilen uygulamalar arasında 0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

Çizelge 4.66 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek dekara kuru madde biyokütlesi 4907.4 kg/da Toprağa %0.5+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük dekara kuru madde biyokütlesi ise 3136.4 kg/da ile Tohum+Yaprak (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek dekara kuru madde biyokütlesi 4427.0kg/da ile Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamasından elde edilmiş iken, en düşük dekara kuru madde biyokütlesi ise 3252.7 kg/da ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. İki yılın ortalamasında ise en yüksek dekara kuru madde biyokütlesi 4361.3 kg/da ile Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük dekara kuru madde biyokütlesi ise 3302.5 kg/da ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.22). Uygulamalar arasındaki fark $P<0,01$ düzeyinde önemli olmuştur.



Şekil 4.22 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre dekara kuru madde biyokütlesi (kg/da) ortalamaları

Arslan (2016), Antalya koşullarında organik gübre kullanımının silajlık mısır bitkisi verim değerleri üzerine yaptıkları çalışmada dekara kuru madde biyokütlesinin organik gübre uygulanan parselde 1296 kg/da, kimyasal gübre uygulanan parselde 2000 kg/da olarak belirlemişlerdir. Yapılan çalışma ile kıyaslandığında dekara kuru madde biyokütlesi için odun sirkesi uygulamalarının önemli derecede etkili olduğu görülmektedir.

Karimian vd. (2022), İran’da yem mısırı yetiştiriciliğinde biyokömür ve odun sirkesinin birlikte kullanılmasının bitkinin gövde çapı, kuru ve yaş ağırlığını arttırdığını belirtmişlerdir.

Akley vd. (2023)’e göre, OS’ni topraktan ve yapraktan uygulamak, bürölce verimliliğini arttırmak için umut verici yöntemler olup, bu yöntemler arasında, OS ile toprağın ıslatılması en göze çarpan tane verimini sağlarken, OS'nin yaprağa uygulanması hasat sırasındaki biyokütle verimi üzerinde daha büyük bir etkiye sahiptir. Araştırmacılar, odun sirkesi uygulamasının daha yüksek ekonomik getiri sağladığını ve OS ile toprağın

ıslatılmasının yapraktan uygulamaya göre daha fazla ekonomik getiri sağladığını, böylece, toprağa daldırma ve yapraktan uygulama yoluyla OS uygulayan b r lce üreticilerinin, yatırımlarından daha fazla kar veya getiri elde edeceklerini belirtmişlerdir.

Tipparak vd. (2007), tavuk gübresinden elde edilen OS'nin  eltik tane verimini ortalama 5.13 t ha⁻¹ arttırdığını belirlemişlerdir. Wang vd. (2019), 600 kez seyreltilmiş odun sirkesi ile buğday tohumunun muamelesinin çimlenmeyi ve büyümeyi teşvik ettiği, kuru madde miktarını ve kuraklık stresine toleransını arttırdığını belirlemişlerdir. Zhu vd. (2021), 300 kat seyreltilmiş odun sirkесinin tütün bitkisine püskürtülmesiyle antioksidan enzim aktivitesinin, çözünür protein ve potasyum içeriğinin zenginleştiği ve verimin önemli ölçüde arttırdığını belirtmişlerdir. Zhu vd. (2021) ise, odun sirkесinin 400 kat seyreltilmesinin, kolza bitkisinin boyunu, toplam yaprak sayısını, yeşil yaprak sayısını, yaprak alanını, etkili dal sayısını ve bitki başına bakla sayısını önemli ölçüde arttırdığını belirlemişlerdir.

4.2.7 Odun sirkesi ve uygulamalarının bitki koçan ağırlığı üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohuma uygulama, yapraktan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının mısır bitkisinde elde edilen bitki koçan ağırlığına ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi  izelge 4.67'de, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise  izelge 4.68'de verilmiştir.

Çizelge 4.67 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki koçan ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	172.941	9.2154	2	500.066	1.8525
Odun sirkesi	1	6048.098	322.2815**	1	855.037	3.1675
Hata ₁	2	18.767	-	2	269.939	-
Uygulamalar	9	1557.791	10.0199**	9	349.445	3.8759**
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	1028.446	6.6151**	9	212.077	2.3523*
Hata ₂	36	155.470	-	36	90.159	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.67’de görüldüğü gibi bitki koçan ağırlığı açısından, 2021 yılında odun sirkesi, uygulamalar ve odun sirkesi*uygulamalar interaksyonu arasındaki fark %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. 2022 yılında ise uygulamalar arasındaki fark %1 düzeyinde, odun sirkesi*uygulamalar interaksyonu arasındaki fark ise %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.68’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.68 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki koçan ağırlığına ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	6466.540	44.7968**
Tekrar(Yıl)	4	336.504	2.3311
Odun sirkesi	1	5725.628	39.6642**
Yıl*Odun sirkesi	1	1177.508	8.1572*
Hata ₁	4	144.353	-
Uygulamalar	9	987.196	8.0381**
Yıl*Uygulamalar	9	920.040	7.4913**
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	681.697	5.5506**
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	558.827	4.5502**
Hata ₂	72	122.814	-
Genel	119	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.68’de görüldüğü gibi bitki koçan ağırlığına yıl, odun sirkesi, uygulamalar, yıl*uygulamalar, odun sirkesi*uygulamalar ve yıl*odun sirkesi*uygulamalar interaksyonunun etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuş iken, yıl*odun sirkesi interaksyonunun bitki koçan ağırlığına etkisi ise %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Mısır bitkisinde farklı yıllarda ve uygulamalar arasında bitki koçan ağırlığı ortalamalarında oluşan farklılıkları belirlemek için Duncan Testi uygulanmış ve sonuçlar çizelge 4.69’da verilmiştir.

Çizelge 4.69 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki koçan ağırlığı (g) ortalamaları

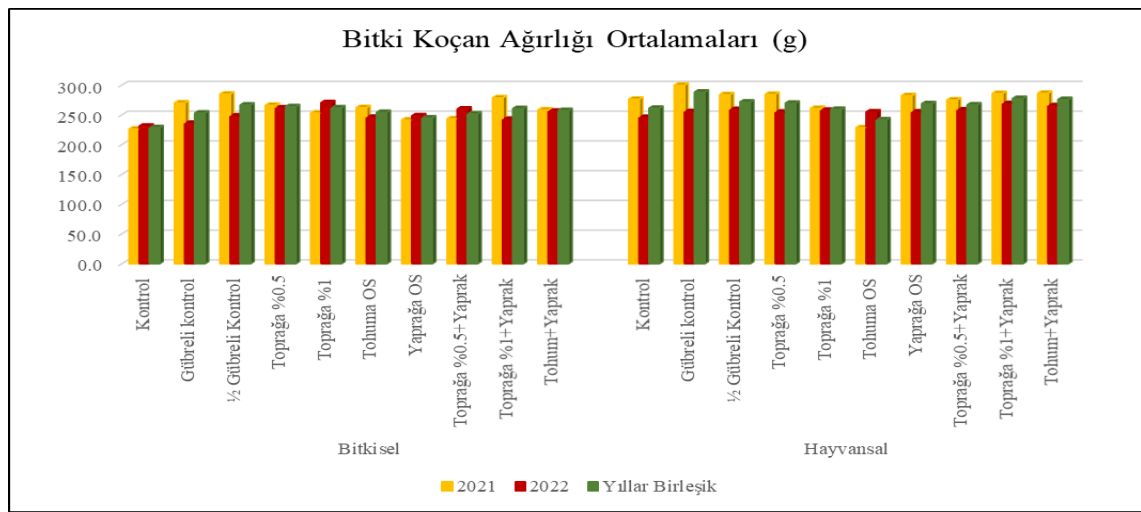
Uygulamalar	2021		2022		Ortalama	
Kontrol (Bitkisel)	226.4	l	231.2	g	228.8	l
Gübreli kontrol (Bitkisel)	270.2	fg	236.1	g	253.2	j
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	285.1	bc	248.3	e	266.7	de
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	266.3	gh	261.8	bc	264.0	ef
Toprağa %1 (Bitkisel)	253.3	j	270.7	a	262.0	fg
Tohuma OS (Bitkisel)	262.5	hi	246.1	ef	254.3	ij
Yaprağa OS (Bitkisel)	241.6	k	248.5	e	245.0	k

Çizelge 4.69 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki koçan ağırlığı (g) ortalamaları (devam)

Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	243.6	k	260.0	cd	251.8	j
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	278.8	cde	242.8	f	260.8	fgh
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	258.4	ij	256.5	cd	257.5	hi
Kontrol (Hayvansal)	276.5	def	246.0	ef	261.3	fgh
Gübreli kontrol (Hayvansal)	321.4	a	255.7	d	288.5	a
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	284.2	bc	259.3	cd	271.8	c
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	284.7	bc	254.8	d	269.8	cd
Toprağa %1 (Hayvansal)	261.1	hi	258.0	cd	259.5	gh
Tohuma OS (Hayvansal)	228.6	l	255.2	d	241.9	k
Yaprağa OS (Hayvansal)	282.6	bcd	255.2	d	268.9	cd
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	275.3	ef	258.5	cd	266.9	de
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	286.2	b	269.2	a	277.7	b
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	286.5	b	265.6	ab	276.0	b
CV (%)	4.64		3.74		4.24	

* Aynı harflerle gösterilen uygulamalar arasında 0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

Çizelge 4.69 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek bitki koçan ağırlığı 321.4 g ile Gübreli kontrol (hayvansal) uygulamasından, en düşük bitki koçan ağırlığı ise 228.6 g ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek bitki koçan ağırlığı 270.7 g ile Toprağa %1 (bitkisel) uygulamasından elde edilmiş iken, en düşük bitki koçan ağırlığı ise 231.2 g ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. İki yılın ortalamasına ise en yüksek bitki koçan ağırlığı 288.5 g ile Gübreli kontrol (hayvansal) uygulamasından, en düşük bitki koçan ağırlığı ise 228.8 g ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki koçan ağırlığı (g) ortalamaları

Her iki OS uygulaması koçan ağırlığını kontrol parsellerine göre arttırmış ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. OS çeşitlerini kendi arasında kıyasladığımızda ise, tavuk altlığından elde edilen OS'nin fındık kabuğundan elde edilen OS uygulamalarına göre koçan ağırlıklarının daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Litaratüre baktığımızda, mısır koçan ağırlıklarının Özel ve Öktem (2021)'e göre 254.0-293.1 g arasında, Taş (2020)'e göre 225.7-279.0 g ve Kuşvuran ve Nazlı (2014)'ya göre de 159.0-211.0 g koçan ağırlıkları belirlenmiş olup, bu değerlerin bulgularımızdan daha düşük sonuçlar olduğu görülmektedir.

4.2.8 Odun sirkesi ve uygulamalarının bitki koçan uzunluğu üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohuma uygulama, yapraktan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının mısır bitkisinde elde edilen bitki koçan uzunluğuna ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.70'de, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise çizelge 4.71'de verilmiştir.

Çizelge 4.70 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki koçan uzunluğuna ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	3.665	5.9537	2	4.632	3.6704
Odun sirkesi	1	0.096	0.1560	1	0.024	0.0190
Hata ₁	2	0.616	-	2	1.262	-
Uygulamalar	9	2.464	1.6251	9	2.106	2.3275*
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	1.091	0.7193	9	1.835	2.0274
Hata ₂	36	1.516	-	36	0.905	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.70'de görüldüğü gibi bitki koçan uzunluğu açısından, 2021 yılında uygulamalar arasındaki fark önemli bulunmamıştır. 2022 yılında ise uygulamalar arasındaki fark %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.71'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.71 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki koçan uzunluğuna ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	61.347	65.3497**
Tekrar(Yıl)	4	4.148	4.4189
Odun sirkesi	1	0.012	0.0128
Yıl*Odun sirkesi	1	0.108	0.1150
Hata ₁	4	0.939	-
Uygulamalar	9	1.268	1.0476
Yıl*Uygulamalar	9	3.302	2.7276**
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	1.332	1.1000
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	1.594	1.3164
Hata ₂	72	1.211	-
Genel	119	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

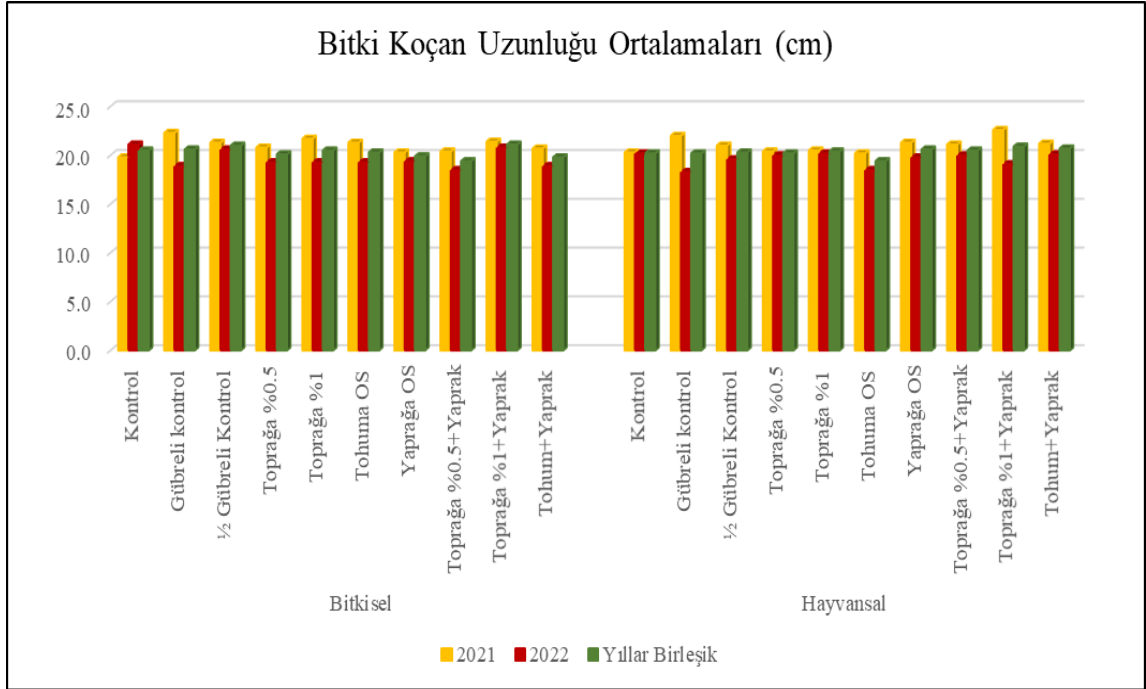
Çizelge 4.71’de görüldüğü gibi bitki koçan uzunluğuna yıl ve yıl*uygulamalar interaksyonunun etkisi %1 düzeyinde bulunmuştur. Mısır bitkisinde farklı yıllarda ve uygulamalar arasında bitki koçan uzunluğu ortalamalarında oluşan farklılıkları belirlemek için Duncan Testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.72’de verilmiştir.

Çizelge 4.72 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki koçan uzunluğu (cm) ortalamaları

Uygulamalar	2021	2022		Ortalama
Kontrol (Bitkisel)	19.8	21.1	a	20.5
Gübreli kontrol (Bitkisel)	22.3	18.9	h ₁	20.6
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	21.3	20.6	bc	21.0
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	20.8	19.3	gh	20.1
Toprağa %1 (Bitkisel)	21.7	19.3	gh	20.5
Tohuma OS (Bitkisel)	21.3	19.3	gh	20.3
Yaprağa OS (Bitkisel)	20.3	19.4	fgh	19.9
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	20.4	18.5	ij	19.4
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	21.4	20.8	ab	21.1
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	20.7	18.9	h ₁	19.8
Kontrol (Hayvansal)	20.3	20.2	cd	20.2
Gübreli kontrol (Hayvansal)	22.0	18.3	j	20.2
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	21.0	19.6	efg	20.3
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	20.4	20.0	def	20.2
Toprağa %1 (Hayvansal)	20.5	20.2	cd	20.4
Tohuma OS (Hayvansal)	20.2	18.5	ij	19.4
Yaprağa OS (Hayvansal)	21.3	19.8	d-g	20.6
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	21.1	20.0	def	20.5
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	22.6	19.1	h	20.9
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	21.2	20.1	cde	20.7
CV (%)	5.86	4.85		5.42

*Aynı harflerle gösterilen uygulamalar arasında 0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

Çizelge 4.72 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek bitki koçan uzunluğu 22.6 cm ile Toprağa %1+Yaprak (hayvansal) uygulamasından, en düşük bitki koçan uzunluğu ise 19.8 cm ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek bitki koçan uzunluğu 21.1 cm ile Kontrol (bitkisel) uygulamasından elde edilmiş iken, en düşük bitki koçan uzunluğu ise 18.3 cm ile Gübrelili kontrol (hayvansal) uygulamasından elde edilmiştir. İki yılın ortalamasında ise en yüksek bitki koçan uzunluğu 21.0 cm ile ½ Gübrelili Kontrol (bitkisel) uygulamasından, en düşük bitki koçan uzunluğu ise 19.4 cm ile Toprağa %0.5+Yaprak (bitkisel) ile Tohum OS (hayvansal) uygulamalarından elde edilmiştir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki koçan uzunluğu (cm) ortalamaları

Genotip ve çevre faktörlerinin koçan uzunluğu üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır (Özmen 2008). Bu çalışmada elde edilen 19.4-21.1 cm arası koçan uzunluğu değerleri, Kahraman (2016) tarafından belirlenen 18.8-23.1 cm, Alpaya (2009) tarafından belirlenen 16.83-21.54 cm ve Yürürdurmaz (2007) tarafından belirlenen 19.4-21.4 cm koçan uzunluğu değerleri ile paralellik gösterirken, Vartanlı (2005) tarafından belirlenen 21.75-27.00 cm ve Alagöz ve Türk (2019) tarafından belirlenen 20.7-26.0 cm değerlerinden düşük bulunmuştur.

4.2.9 Odun sirkesi ve uygulamalarının bitki koçan çapı üzerine etkisi

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin, tohuma uygulama, yaprakdan uygulama, topraktan %1 ve %0.5 oranlarında uygulama ve uygulama kombinasyonlarının mısır bitkisinde elde edilen bitki koçan çapına ilişkin 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi Çizelge 4.73’de, yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.74’de verilmiştir.

Çizelge 4.73 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki koçan çapına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	2021			2022		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Tekrar	2	1.923	0.3055	2	4.455	7.9669
Odun sirkesi	1	0.698	0.1108	1	3.978	7.1151
Hata ₁	2	6.296	-	2	0.559	-
Uygulamalar	9	6.878	3.8496**	9	2.128	1.0326
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	1.994	1.1163	9	4.084	1.9819
Hata ₂	36	1.787	-	36	2.061	-
Genel	59	-	-	59	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.73’de görüldüğü gibi bitki koçan çapı açısından, 2021 yılında uygulamalar arasındaki fark önemli %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. 2022 yılında ise uygulamalar arasındaki fark ise önemli bulunmamıştır. Uygulamalara ilişkin yılların birleştirilmiş varyans analizi ise Çizelge 4.74’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.74 2021 ve 2022 yıllarında farklı odun sirkesi ve uygulamalarının bitki koçan çapına ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Yıl	1	22.986	6.7064
Tekrar(Yıl)	4	3.189	0.9304
Odun sirkesi	1	4.004	1.1682
Yıl*Odun sirkesi	1	0.672	0.1961
Hata ₁	4	3.428	-
Uygulamalar	9	2.525	1.3125
Yıl*Uygulamalar	9	6.481	3.3691**
Odun sirkesi*Uygulamalar	9	2.506	1.3025
Yıl* Odun sirkesi*Uygulamalar	9	3.573	1.8572
Hata ₂	72	1.924	-
Genel	119	-	-

(**) % 1 düzeyinde, (*) % 0.5 düzeyinde önemlidir.

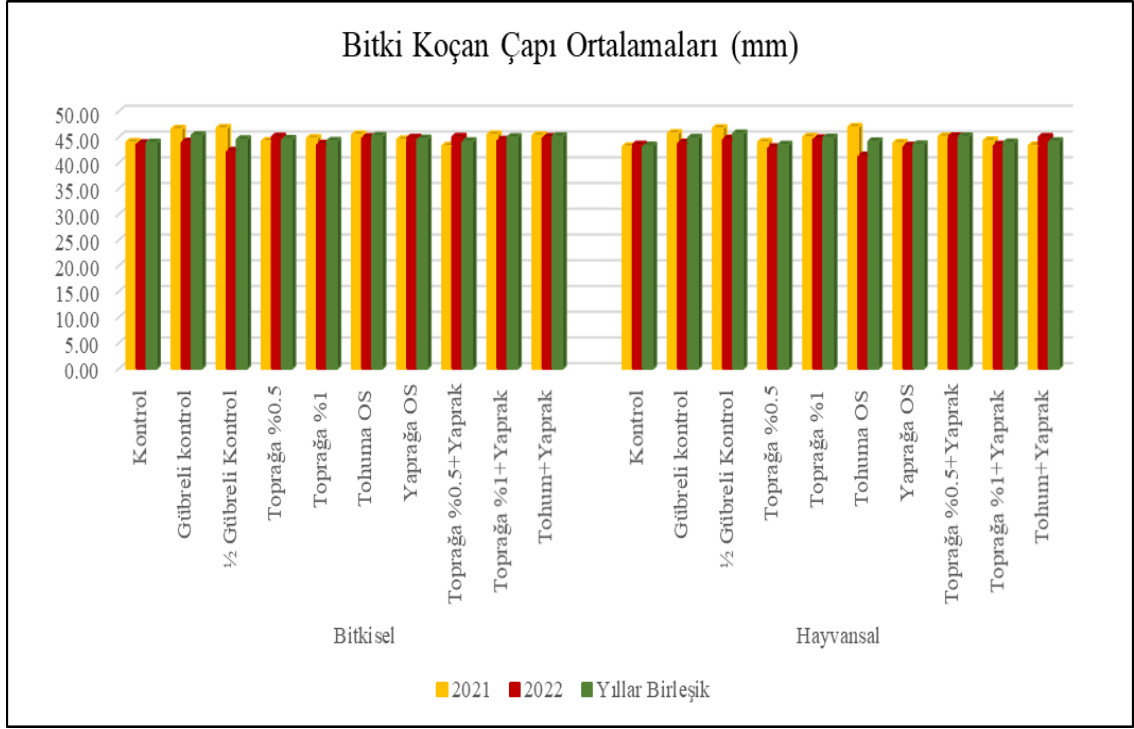
Çizelge 4.74’de görüldüğü gibi bitki koçan çapına yıl*uygulamalar interaksyonunun etkisi %1 düzeyinde bulunmuştur. Mısır bitkisinde farklı yıllarda ve uygulamalar arasında dekara bitki koçan çapı ortalamalarında oluşan farklılıkları belirlemek için Duncan Testi uygulanmış ve sonuçlar çizelge 4.75’de verilmiştir.

Çizelge 4.75 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki koçan çapı (mm) ortalamaları

Uygulamalar	2021		2022	Ortalama
Kontrol (Bitkisel)	43.98	efg	43.75	43.86
Gübreli kontrol (Bitkisel)	46.54	a	44.06	45.30
½ Gübreli Kontrol (Bitkisel)	46.73	a	42.27	44.50
Toprağa %0.5 (Bitkisel)	44.18	ef	45.00	44.59
Toprağa %1 (Bitkisel)	44.74	cde	43.64	44.19
Tohuma OS (Bitkisel)	45.44	bc	44.92	45.18
Yaprağa OS (Bitkisel)	44.48	def	44.81	44.65
Toprağa %0.5+Yaprak (Bitkisel)	43.27	gh	44.99	44.13
Toprağa %1+Yaprak (Bitkisel)	45.44	bc	44.42	44.93
Tohum+Yaprak (Bitkisel)	45.27	bc	44.94	45.11
Kontrol (Hayvansal)	43.15	h	43.46	43.31
Gübreli kontrol (Hayvansal)	45.71	b	43.86	44.79
½ Gübreli Kontrol (Hayvansal)	46.68	a	44.63	45.65
Toprağa %0.5 (Hayvansal)	43.97	efg	42.97	43.47
Toprağa %1 (Hayvansal)	44.98	bcd	44.69	44.83
Tohuma OS (Hayvansal)	46.92	a	41.33	44.12
Yaprağa OS (Hayvansal)	43.81	fgh	43.26	43.53
Toprağa %0.5+Yaprak (Hayvansal)	45.06	bcd	45.07	45.07
Toprağa %1+Yaprak (Hayvansal)	44.30	def	43.46	43.88
Tohum+Yaprak (Hayvansal)	43.33	gh	44.94	44.14
CV (%)	2.98		3.26	3.12

*Aynı harflerle gösterilen uygulamalar arasında 0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

Çizelge 4.75 incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek bitki koçan çapı 46.92 mm ile Tohuma OS (hayvansal) uygulamasından, en düşük bitki koçan çapı ise 43.33 mm ile Tohum+Yaprak (hayvansal) uygulamasından elde edilmiştir. 2022 yılında en yüksek bitki koçan çapı 45.07 mm ile Toprağa %0.5+Yaprak (hayvansal) uygulamasından elde edilmiş iken, en düşük bitki koçan çapı ise 41.33 mm ile Tohuma OS (hayvansal) uygulamasından elde edilmiştir (P<0,01). İki yılın ortalamasında ise en yüksek bitki koçan çapı 45.65 mm ile ½ Gübreli Kontrol (hayvansal) uygulamasından, en düşük bitki koçan çapı ise 43.31 mm ile Kontrol (hayvansal) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25 Odun sirkeleri ve uygulamalarının 2021, 2022 yılı ve iki yılın ortalamasına göre bitki koçan çapı (mm) ortalamaları

Odun sirkesi uygulamalarından elde ettiğimiz 43.31-45.65 mm arasında değişen koçan çapı bulgularımız; Vartanlı (2005)'in elde ettiği 53.0-57.9 mm değerlerinden düşük, Kılınç vd. (2018)'nin 44.5-49.0 mm değerleri ile paralel ve Özsisli (2010) tarafından belirlenen 38.00-44.75 mm değerlerinden yüksek bulunmuştur.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Odun sirkesi, tarımda ve çevre iyileştirmede yeni gelişen teknolojilerden birisi olmakla beraber OS üzerine özellikle ülkemizde yeterince sayıda araştırma ve uygulama bulunmamaktadır. Bu çalışma, iki yıllık çalışma sonuçlarını içermekte olup, odun sirkelerinin farklı uygulamalar ve farklı materyallerin toprak özellikleri ve bitki verim değerleri üzerine tarla denemesi olarak yapılan az sayıda çalışmalardan birisidir.

Bu çalışmada fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin toprağa %0.5 ve %1, tohuma ve yapraktan uygulama yapılarak toprağın bazı kimyasal ve biyolojik özellikleri ile mısır bitkisi verim üzerine yapılan çalışma sonuçları araştırılmıştır.

Fındık kabuğu ve Broyler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkelerinin toprağın bazı özellikleri ile mısır bitkisi verim parametreleri üzerine etkilerinin araştırıldığı çakılı tarla denemesinde incelenen özellikler değerlendirildiğinde, OS uygulamaları kontrol ve gübreli kontrol parsellerine göre toprakta ve bitkide verim parametrelerinin bazılarında olumlu etkilerde bulunmuştur.

Genel olarak değerlendirildiğinde, topraktan %1 ve %0.5 ile yapraktan ve tohuma uygulama olarak dört uygulama ve ½ gübreli kontrol ve gübreli kontrol parsellerinde, uygulamalar arasında toprak pH'sı ve alınabilir Ca miktarları üzerine etkisi önemli bulunmamıştır. Toprağın EC değerlerinde her iki yıl içinde uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunurken, yılların etkisi %1 düzeyinde önemli olup, tekrarların etkisi %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Topraktaki değişebilir Mg miktarı ile alınabilir Mn değerleri için, uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunurken, topraktaki değişebilir Mg miktarı için yılların etkisi önemli bulunmuştur.

Toprağın organik madde miktarı için, uygulamalar ve yıllar arası farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuş, en yüksek değer toprağa %1+yaprak hayvansal uygulaması

yapılan parselde elde edilirken, en düşük $\frac{1}{2}$ gübreli kontrol hayvansal parselinde elde edilmiştir.

Topraktaki toplam azot içeriği için, uygulamalar ve yıllar arası farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup, en yüksek değer gübreli kontrol hayvansal uygulaması yapılan parselde elde edilirken, en düşük değer gübreli kontrol bitkisel parselinde elde edilmiştir. Benzer şekilde topraktaki alınabilir fosfor içeriği uygulamalar ve yıllar olarak önemli bulunmuş olup, en yüksek değer gübreli kontrol bitkisel uygulaması yapılan parselde elde edilirken, en düşük kontrol bitkisel uygulamasından elde edilmiştir. Her iki OS uygulaması toprağın azot ve alınabilir fosfor miktarını kontrol parsellerine göre arttırmış ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. OS çeşitlerini kendi arasında kıyasladığımızda ise, tavuk altlığından elde edilen OS'nin fındık kabuğundan elde edilen OS uygulamalarına göre N ve P miktarlarını daha fazla arttırdığı belirlenmiştir.

Topraktaki değişebilir K miktarı için, uygulamalar ve yıllar arası farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Değişebilir potasyum miktarındaki en yüksek değer toprağa %1+yaprağa hayvansal odun sirkesi uygulanan parselden, en düşük ise toprağa %1 bitkisel odun sirkesi uygulamasından elde edilmiştir.

Alınabilir Fe miktarı için, yıllar arası farklar önemli bulunmuş olup, en yüksek Fe içeriğine tohum+yaprak hayvansal odun sirkesi uygulamasından, en düşük ise toprağa %1 bitkisel odun sirkesi uygulanmasından elde edilmiştir.

Toprağın alınabilir Cu^{+2} miktarı üzerine yıllar arası farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek değer alınabilir Cu^{+2} kontrol (bitkisel) uygulama parselinde, en düşük ise toprağa %1+yaprağa bitkisel odun sirkesi uygulamasından elde edilmiştir.

Uygulamaların toprak solunumu ve toprak mikrobiyal biyokütle karbonu üzerine etkileri istatistiksel olarak önem arz etmemektedir. Üreaz ve Alkali fosfataz enzim aktiviteleri ise önemli bulunmuş olup, en yüksek değer toprağa%1+yaprağa hayvansal uygulaması yapılan parselde elde edilirken, en düşük değer ise kontrol hayvansal uygulamasından

elde edilmiştir. Her iki OS uygulaması da üreaz ve alkali fosfataz enzim aktivitesini kontrol parsellerine göre arttırmış ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. OS çeşitlerini kendi arasında kıyasladığımızda ise, tavuk altlığından elde edilen OS'nin fındık kabuğundan elde edilen OS uygulamalarına göre üreaz ve fosfataz enzimlerini daha fazla arttırdığı belirlenmiştir.

Uygulama sonuçlarının toprak özelliklerine olan etkisini; araştırma sezonlarında yoğun yağış olması, deneme arazisinin toprak tekstürünün kireçli olması ve pH'sının yüksek olması, odun sirkelerinin organik maddesinin düşük olması, uygulama dozlarının düşük olması gibi etmenler sınırlandırmış olabilir.

Toprak sonuçlarına genel olarak baktığımızda, hayvansal odun sirkesinin bitkisel odun sirkesine göre daha etkili olduğu görülmüştür. Toprağa %1+yaprak uygulamasının kombine halde daha etkili olduğu gözlenmiş olup, tohuma uygulamanın toprak özellikleri üzerine etkisinin olabilmesi için farklı dozlarda çalışmalar yapılmalıdır.

Topraktan ve yapraktan OS ilavesi, toprağın mikrobiyal aktivitesi için faydalı gibi görünmektedir ve bu da toprak kalitesinin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, OS uygulamalarından sonra gözlemlenen artan dekara yeşil biyokütle ve dekara kuru madde biyokütle verimi, iyileşen toprak kalitesine bağlanabilir.

Odun sirkesi uygulamaları, bitki koçan uzunluğu, bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, parselde yeşil bitki biyokütlesi, dekara yeşil bitki biyokütlesi, etüvde kuru madde oranı, dekara kuru madde biyokütlesi, koçan ağırlığı üzerine iki yıllık ortalamalar %1 ve %0.5 düzeyinde önemli bulunurken, koçan çapı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Genel olarak baktığımızda bitki verim parametreleri üzerine uygulamaların kimyasal gübreleme ile birlikte etkili olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmanın hedeflerinden birisi, tarımsal girdi olarak OS'nin Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından tanınması için veri sağlamak olup, diğer bir hedef ise, elde edilen bulguların pratikte üreticiler tarafından uygulanabilirlik ve sürdürülebilirlik prensipleri

içerisinde uygulamaya aktarılmasını sağlamaktır. Odun sirkesi ülkemizde henüz tarımsal olarak yeterince tanınmamaktadır. Farklı materyallerden elde edilen odun sirkelerinin toprak özellikleri ve bitkide verim parametreleri üzerine etkilerinin tarla denemeleri şeklinde farklı yöre toprakları ve farklı bitkilerde, farklı dozlarda, ayrı ayrı ve biyokömür vb OS'den farklı özelliklere sahip organik girdilerle kombine olarak çalışılması gerekmektedir. Yapılan çalışmaların tarla günleri gibi aktivitelerle çiftçilere anlatılması önem arz etmektedir. Yanı sıra ülkemizde henüz tarımsal girdi olarak ilgili Bakanlık tarafından tanınmayan odun sirkesinin tarımsal üretimde toprak düzenleyicisi olarak tanınması da bu konuda yapılacak çalışmalara bağlı olup, OS ile ilgili var olan boşlukları tamamlayıcı çalışmalara devam edilmesi gerekmektedir.

Bu tezin sonuçlarına göre, bitkisel ve hayvansal atıklardan elde edilen OS, kimyasal girdilerin azaltılmasına katkı yapmak suretiyle sürdürülebilir toprak yönetiminde kullanılma potansiyeline sahip görünmektedir.

KAYNAKLAR

- Akça, M. O., Namli, A. 2015. Effects of Poultry Litter Biochar on Soil Enzyme Activities and Tomato, Pepper and Lettuce Plants Growth. *Eurasian Journal of Soil Science*, 4 (3); 161-168.
- Akley, E.K., Peter, A.Y., Ampim, E., beng, S., Sanyare, M., Yevu, E., Owusu, E., Ophelia D., Asirifi, A., Theophilus, K., Justice, T.N., Avedzi, K., Vincent, K., Avoryno A., Neindow, F., Seidu, F. 2023. Wood Vinegar Promotes Soil Health and the Productivity of Cowpea. *Agronomy*. 13 (10), 2497.
- Alagöz, M., & Türk, M. 2019. Determination of Yield and Some Properties of Different Silage Corn Varieties in Isparta Ecological Conditions. *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2); 93-197.
- Alpaya, N. 2009. Bornova Koşullarında Bazı Hibrit Mısır Çeşitlerinin Verim ve Verim Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir
- Anonymous (2011). <http://www.agrowingculture.org/2011/04/the-use-of-wood-vinegar-in-reducing-the-dependenceon-agrochemicals/>Erişim tarihi: 10.01.2021
- Anonim 2019. Web Sitesi: <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM>.Erişim Tarihi 10.10.2022.
- Anonim, 2021. Web sitesi: <http://tarsustb.tobb.org.tr/>Erişim tarihi:22.01.2022.
- Arslan, M. 2016. Silajlık Mısır Yetiştiriciliğinde Organik Gübre Kullanımının Verim ve Bazı Verim Özelliklerine Etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 9 (2); 37-41.
- Aygün, S. (2015). Fındık Zurufu Kompostunun Toprak Kalitesi Üzerine Etkisi. Doktora Tezi. Ordu Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Banerjee, S., Siciliano, S. D. 2012. Spatially Tripartite Interactions of Denitrifiers in Arctic Ecosystems: Activities, Functional Groups and Soil Resources. *Environmental Microbiology*, 14 (9); 2601-2613.
- Becagli, M., Arduini, I., Cantini, V., Cardelli, R. 2022a. Soil and Foliar Applications of Wood Distillate Differently Affect Soil Properties and Field Bean Traits in Preliminary Field Tests *Plants*, 12 (1); 120-131.
- Becagli, M., Santin, M., Cardelli, R. 2022b. Co-application Of Wood Distillate and Biochar Improves Soil Quality and Plant Growth in Basil (*Ocimum basilicum*). *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 185 (1); 120-131.
- Black, C. A. (ed.) 1965. Method of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, American Society of Agronomy, Inc, Publisher, Madison, Wisconsin USA

- Bloom, P. R., Inskeep, W. P. 1986. Factors Affecting Bicarbonate Chemistry and Iron Chlorosis in Soils. *Journal of Plant Nutrition*, 9 (3-7); 215-228.
- Bouyoucos, G.J. (1951). A Recalibration of Hydrometer for Marking Mechanical Analysis of Soil, *Agronomy Journal*, 43; 434-438.
- Bremner, J. M. (1965). Total Nitrogen Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, 9; 1149-1178.
- Bulut, S. (2016). Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Kayseri Koşullarına Adaptasyonu. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 6, 1.
- Burnette, R. Director, E. C. H. O. 2010. The Recent Introduction of Niger Seed (*Guizotia abyssinica*) Production in Northern Thailand. *ECHO Asia Notes*, 6.
- Cardelli, R., Becagli, M., Marchini, F., Saviozzi, A. 2020. Soil Biochemical Activities After the Application of Pyroligneous Acid to Soil. *Soil Research*, 58 (5); 461-467.
- Chalermisan, Y., Peerapan, S., 2009. Wood Vinegar: By-product from Rural Charcoal Kiln and Its Role in Plant Protection. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 2 (Special Issue).
- Chunderova, A. I., Zubets, T. 1969. Phosphatase Activity in Chernozem Soils. *Pochvovedenie* 11; 47-53.
- Deng, H., Zhang, Y., Liu, K., Mao, Q., Agathokleous, E. 2024. Allelopathic Effects of Eucalyptus Extract and Wood Vinegar on Germination and Sprouting of Rapeseed (*Brassica rapa* L.). *Environmental Science and Pollution Research*, 31(3), 4280-4289.
- Dissatian, A., Sanitchon, J., Pongdontri, P., Jongrunklang, N., Jothityangkoon, D. 2018. Potential of Wood Vinegar for Enhancing Seed Germination of Three Upland Rice Varieties By Suppressing Malondialdehyde Production. *Agrivita, Journal of Agricultural Science*, 40(2); 371-380.
- Durgun, B., Uygur, V., Durgun, B., Sukuşu, E. 2017. Isparta-Atabey Ovası Topraklarında Mikro Element Yarıyışlılığı ile Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkilerin Temel Bileşen Analizi ile Belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32(2); 258-268.
- Erdal İ, Bozkurt MA, Cimrin M, Karaca S, Sağlam M, 2000. Kireçli Bir Toprakta Yetiştirilen Mısır Bitkisi Gelişimi ve Fosfor Alımı Üzerine Humik Asit ve Fosfor Uygulamasının Etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24; 664-668.
- Erdal Ş, Pamukçu M, Ekiz H, Soysal M, Savur O, Toros A, 2009. Bazı Silajlık Mısır Çeşit Adaylarının Silajlık Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1); 75-81.

- Ergün, Y.A., 2017. Biyokömür ve Ahır Gübresi Uygulamalarının Topraktaki Bazı Enzim Aktivitelerine, CO₂ Üretimine, Besin Elementi İçeriğine ve Domates Bitkisinin Gelişimine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Fengel, D., Wegener, G. 1984. Wood Chemistry. Ultrastructure, Reactions, 227-239. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pol.1985.130231112>
- Grewal, A., Abbey, L., Gunupuru, L.R., 2018. Production, Prospects and Potential Application of Pyroligneous Acid in Agriculture. J. Anal. Appl. Pyrolysis. 135; 152–159.
- Hagner, M., Tiilikkala, K., Lindqvist, I., Niemela, K., Wikberg, H., Kalli, A., Rasa, K. 2020a. Performance of Liquids from Slow Pyrolysis and Hydrothermal Carbonization in Plant Protection. Waste Biomass Valorization 11(1005–1016):1005–1016.
- Hagner, M., Lindqvist, B., Vepsäläinen, J., Samori, C., Keskinen, R., Rasa, K., Hyvonen, T. 2020b. Potential of Pyrolysis Liquids to Control the Environmental Weed *Heracleum Mantegazzianum*. Environ Technol Innov. 20: 101154.
- Hagner, M., Raty, M., Nikama, J., Rasa, K., Peltonen, S., Vepsäläinen, J., Keskinen, R. 2021. Slow Pyrolysis Liquid in Reducing NH₃ Emissions from Cattle Slurry- Impacts on Plant Growth and Soil Organisms. Sci Total Environ 784:147139.
- Hassink, J. 1997. The Capacity of Soils to Preserve Organic C and N By Their Association with Clay and Silt Particles. Plant and soil, 191, 77-87.
- Hill, J., Robson, A. D., Loneragan, J. F. 1978. The Effects of Copper and Nitrogen Supply on the Retranslocation of Copper in Four Cultivars of Wheat. Australian Journal of Agricultural Research, 29(5); 925-939.
- Hoffman, G.G. und Teicher, K. 1957. Das Enzyme System Unserer Kultur Boden 7, Proteçsan 11. Zeitschrift Für Pflanzzone-Nahrung und Bodenkunde, 77 (122), Bond
- Iacomino, G., Idbella, M., Staropoli, A., Nanni, B., Bertoli, T., Vinale, F., Bonanomi, G. 2024. Exploring the Potential of Wood Vinegar Chemical Composition and Biological Effects on Crops and Pests. Agronomy, 14(1);114.
- Idowu, O., Ndede, E. O., Kurebito, S., Tokunari, T., Jindo, K. 2023. Effect of the Interaction between Wood Vinegar and Biochar Feedstock on Tomato Plants. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 23(2), 1599-1610.
- Isermeyer, H. 1952. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Boden. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 56 ,(1-3); 26-38.
- İptaş, S., Öz, A., Boz A., 2002. Tokat-Kozova Koşullarında Birinci Ürün Silajlık Mısır Yetiştirme Olanakları. Tarım Bilimleri Dergisi, 8(4); 267-273.

- Jackson, M.L. 1967. Soil Chemical Analysis, Prentice-Hall of India Private Limited. 498p, New Delhi.
- Jeong, K.W., Kim, B.S., Ultra, V. Jr., Chul, S. 2015. Effects of Rhizosphere Microorganisms and Wood Vinegar Mixtures on Rice Growth and Soil Properties. Korean J. Crop Sci. ,60(3); 355–365.
- Jindo, K., Goron, T. L., Kurebito, S., Matsumoto, K., Masunaga, T., Mori, K., Tokunari, T. 2022. Sustainable Plant Growth Promotion and Chemical Composition of Pyroligneous Acid When Applied with Biochar As a Soil Amendment. Molecules, 27 (11); 3397.
- Jothityangkoon, D., Koolachart, R., Wanapat, S., Wongkaew, S., Jogloy, S. 2008. Using Wood Vinegar in Enhancing Peanut Yield and in Controlling The Contamination Of Aflatoxin Producing Fungus. International Crop Science,4; 253-253.
- Kacar, B., Katkat, A. V. 2007. Bitki Besleme. No:849 660 s. Nobel Yayın Dağıtım.
- Kahraman, Ş. 2016. Diyarbakır Koşullarında Ana ve İkinci Ürün Tane Mısır Tarımında Bazı Tarımsal ve Teknolojik Özellikler Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi. Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Diyarbakır.
- Karimian, N., Motaghian, H., Iranipour, R., Khalili Moghadam, B. 2022. Effect of Application of Biochar and Wood Vinegar on Some Chemical and Microbiological Properties of Soil under Forage Corn Cultivation. Journal of Water and Soil Conservation, 29 (3); 23-44.
- Kılınç, S., Karademir, Ç., Ekin Z. 2018. Bazı Mısır (Zea mays L.) Çeşitlerinde Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 21 (6); 809-816.
- Koç, İ. 2017. Buğday Agro-Ekosistemlerinde Pestisitlerin ve Odun Sirkesinin Bazı Etkilerinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Koç, I., Yardım, E.N., Akca, M.O., Namlı, A. 2018. Impact of Pesticides and Wood Vinegar, Used in Wheat Agro-Ecosystems, on the Soil Enzyme Activities. Fresenius Environmental. Bulletin. 27 (4); 2442–2448.
- Kuşvuran, A., Nazlı, R.İ. 2014. Orta Kızılırmak Havzası Ekolojik Koşullarında Bazı Mısır (Zea Mays L.) Çeşitlerinin Tane Mısır Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 24 (3); 233-240.
- Kuşvuran, A., Kaplan, M., Nazlı R.İ., Saruhan, V., Karadağ, Y. 2015. Orta Kızılırmak Havzası Ekolojik Koşullarında Bazı Mısır (Zea mays L.) Çeşitlerinin Silajlık Olarak Yetiştirilme Olanaklarının Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32(1); 57-67.

- Küçük, B. 2011. Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinde Morfolojik Özelliklerin ve Yem Verimlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Lashari, M.S., Liu, Y., Li, L., Pan, W., Fu, J., Pan, G., Zheng, J., Zhang, X., Yu, X. 2013. Effects of Amendment of Biochar-Manure Compost in Conjunction with Pyroligneous Solution on Soil Quality and Wheat Yield of a Salt-Stressed Cropland From Central China Great Plain. *Field Crops Research*, 144; 113-118.
- Lashari, M.S., Ye, Y., Ji, H., Li, L., Kibue, G.W., Lu, H., Zheng, J., Pan, G. 2015. Biochar–Manure Compost in Conjunction with Pyroligneous Solution Alleviated Salt Stress and Improved Leaf Bioactivity of Maize in a Saline Soil from Central China: A 2-Year Field Experiment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(6); 1321-1327.
- Lee, C.S., Yi, E.H., Kim, H.R., Huh, S.R., Sung, S.H., Chung, M.H., Ye, S.K. 2011. Anti-Dermatitis Effects of Oak Wood Vinegar on the DNCB-Induced Contact Hypersensitivity Via STAT3 Suppression. *Journal of Ethnopharmacology*, 135; 747–753.
- Lei, M., Liu, B., Wang, X. 2018. Effect of Adding Wood Vinegar on Cucumber (*Cucumis sativus* L) Seed Germination. *IOP Conference Series, Earth and Environmental Science*, 128 (1); 012186.
- Liang, B., Lehmann, J., Sohi, S. P., Thies, J. E., O’neill, B., Trujillo, L., Gaunt, J., Solomon, D., Grossman, J., Neves, E. G., & Luizão, F. J. 2010. Black Carbon Affects the Cycling of Non-Black Carbon in Soil. *Organic Geochemistry*, 41(2); 206–213.
- Lu, X., Jiang, J., He, J., Sun, K., Sun, Y. 2019. Pyrolysis of *Cunninghamia Lanceolata* Waste to Produce Wood Vinegar and Its Effect on the Seeds Germination and Root Growth of Wheat. *Bioresources*, 14 (4); 8002–8017.
- Luo, X., Wang, Z., Meki, K., Wang, X., Liu, B., Zheng, H., Li, F. 2019. Effect of Co-Application of Wood Vinegar and Biochar on Seed Germination and Seedling Growth. *Journal of Soils and Sediments*, 19 (12); 3934-3944.
- Mahmoud, K., Filsoof, F., Rezai, N.Y., 1989. Effect of Sulphur Treatments on Yield And Uptake Of Fe, Zn And Mn by Corn, Sorghum and Soybeans. *Field Crops. Abs.* 42.5.
- Mahmud, K. N., Yahayu, M., Sarip, S. H. M., Rizan, N. H., Min, C. B., Mustafa, N. F., Zakaria, Z. A. 2016. Evaluation on Efficiency of Pyroligneous Acid from Palm Kernel Shell As Antifungal and Solid Pineapple Biomass As Antibacterial and Plant Growth Promoter. *Sains Malaysiana*, 45, (10); 1423-1434.
- Marinari, S., Mancinelli, R., Campiglia, E., Grego, S. 2006. Chemical and Biological Indicators of Soil Quality in Organic and Conventional Farming Systems in Central Italy. *Ecological Indicators*, 6, (4); 701-711.

- Masum, S. M., Malek, M., Mandal, M. S. H., Haque, M. N., Akther, Z. 2013. Influence of Plant Extracted Pyroligneous Acid on Transplanted Aman Rice. *World J. Exp. Biosci*, 4; 31-34.
- Mao, Q., Zhao, Z., Ma, X., Li, K. 2010. Preparation, Toxicity and Components for Bitter Almond Shell Wood Vinegar. *Nongye Jixie Xuebao= Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 41 (2); 164-170.
- Mmojieje, J., Hornung, A., 2015. The Potential Application of Pyroligneous Acid in the UK Agricultural Industry. *Journal of Crop Improvement*, 29(2); 228-246.
- Mu, J., Yu, Z. M., Wu, W. Q., Wu, Q. L. 2006. Preliminary Study of Application Effect of Bamboo Vinegar on Vegetable Growth. *Forestry Studies in China*, 8; 43-47.
- Mungkunkamchao, T., Kesmala, T., Pimratch, S., Toomsan, B., Jothityangkoon, D., 2013. Wood Vinegar and Fermented Bioextracts Natural Products to Enhance Growth and Yield of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Scientia Horticulturae*, 154; 66-7.
- Naseby, D.C. and Lynch J.M. 1997. Rhizosphere 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.
- Namlı, A., Akça, M. O., Turgay, E. B., Soba, M. R. 2014. Odun Sirkesinin Tarımsal Kullanım Potansiyelinin Araştırılması. *Toprak Su Dergisi*, 3 (1); 44-52.
- Nurhayati, T., Roliadi, H., Bermawie, N. 2005. Production of Mangium (*Acacia mangium*) Wood Vinegar and Its Utilization. *Indonesian Journal of Forestry Research*, 2 (1); 13-25.
- Olsen, S. R., Sommers, L. E, 1982. Phosphorus In al Page, R.H. Miller (Eds). *Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd ed. Agronomy Monograph 9, ASA and SSSA, Madison, WI*, pp. 403-430.
- Oramahi, H. A., Diba, F., Wahdina, 2009. Components and Antifungal Efficiency of Wood Vinegar from Wood Wastes and Oil Palm Empty Fruit Bunch. *The First International Symposium of Indonesian Wood Research Society. 2nd-3rd November 2009, West Kalimantan, Indonesia*. 91.
- Ouattara, H. A. A., Niamke, F. B., Yao, J. C., Amusant, N., Garnier, B. 2023. Wood Vinegars: Production Processes, Properties, and Valorization. *Forest Products Journal*, 73 (3); 239-249.
- Öktem, A., Çelik, A., 2017. Toprağa Humik Asit Uygulamasının Mısır Bitkisinin (*Zea mays* L. *indendata*) Verim ve Bazı Verim Karakterleri Üzerine Etkisi. *KSÜ Doğa Bilimleri. Dergisi*, 20; 268-272.

- Ölmez, M., Büyük, F., Şahin, T., Büyük, E. 2020. The Effect of Wood Vinegar on Nutritional Value and Fermentation of Grass Silage. Journal Of Advances İn Vetbio Science And Techniques, 5 (3); 90-95.
- Öz, A., Kapar, H., Dok, M. 2017. Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları. <http://arastirma.tarim.gov.tr/ktae/Belgeler/brosurler/MısırTarımı>. Pdf Erişimtarihi: 20.01.2023
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H.1993. Toprak Bilimi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın, No:73; 816.
- Özel, M. R., Öktem, A. G. 2021. Farklı Düzeylerdeki Vermikompost Uygulamasının Atıışı Mısırın (*Zea mays L. indentata*) Verim ve Verim Karakterlerine Etkisi. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 10 (4); 1324-1333.
- Özenç, N., Çalışkan, N., 2001. Effect of Husk Compost on Hazelnut Yield and Quality. Proceedings of The Fifth International Congress on Hazelnut, 556; 559-566.
- Özdemir, N., Kızılkaya, R., Sürücü, A., 2000. Farklı Organik Atıkların Toprakların Üreaz Enzim Aktivitesi Üzerine Etkisi. Ekoloji Çevre Dergisi 10 (37); 23-26.
- Özmen, İ. 2008. Bazı Melez Mısır Çeşit ve Genotiplerinin Değişik Ekim Bölgelerindeki Adaptasyon ve Uyum Yeteneklerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Doktora Tezi, İzmir.
- Özsisli, B. 2010. Kahramanmaraş Koşullarında Birinci ve İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Farklı Mısır Çeşitlerinde Verim ve Kalite Özelliklerinin İncelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Doktora tezi, Kahramanmaraş.
- Pangnakorn, U., Watanasorn, S., Kuntha, C., Chuenchooklin, S., 2009. Application of Wood Vinegar To Fermented Liquid Bio-Fertilizer for Organic Agriculture on Soybean. Asian Journal of Food and Agro-Industry, 2(Special Issue).
- Paz-Ferreiro, J., Trasar-Cepeda, C., Leirós, M. C., Seoane, S., Gil-Sotres, F. 2009. Biochemical Properties in Managed Grassland Soils in a Temperate Humid Zone: Modifications Of Soil Quality As a Consequence of İntensive Grassland Use. Biology and Fertility of Soils, 45; 711-722.
- Paz-Ferreiro, J., Gasco, G., Gutiérrez, B., Mendez, A. 2012. Soil Biochemical Activities and the Geometric Mean of Enzyme Activities After Application of Sewage Sludge and Sewage Sludge Biochar To Soil. Biology and fertility of soils, 48; 511-517.
- Pratt, P.F. 1965. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed. C.A. Black. Amer. Soc. Agr. Inc. Publisher Agronomy Series, 9: 999- 1034.

- Rakmai, J. 2009. Chemical Determinations, Antimicrobial and Antioxidant Activities of Thai Wood Vinegars. Prince of Songkla University), Doctoral dissertation, Tayland.
- Ramli, N. H., Hisham, N. E. B., Said, F. M., Hisham, N. E. B., Olalere, O. A. 2019. The Role of Wood Vinegar in Enhancing the Microbial Activity and Physicochemical Properties of Palm Oil-Based Compost. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 42 (4).
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. United States Department of Agriculture Handbook. 60: 90. Washington, D C. United States Government Printing Office
- Robb, S., Joseph, S. 2019. A Report on the Value of Biochar and Wood Vinegar. Practical Experience of Users in Australia and New Zealand. <https://www.obio.no/files/anzbi-2019-1253.pdf>.
- Rui, Z., Wei, D., Zhibin, Y., Chao, Z., Xiaojuan, A. 2014. Effects of Wood Vinegar on the Soil Microbial Characteristics. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6 (3); 1254-60.
- Shibayama, H., Mashima, K., Mitsutomi, M., Arima, S. 1998. Effects of Application of Contents of Storage Roots of Sweet Potato. Marine and Highland Bioscience Center Report, Saga University, Japan.
- Silva, M.A.G., Roque, S.A.T., Muniz, A.S., Marchetti, M.E., Matta, J.D.V., Pelisson, N., 2010. Efficiency of Organic Compost from Agri-Industrial Wastes as Fertilizer for Corn and Wheat. *Commun. Soil Sci. Plant Analysis*, 41 (21); 2517-2531
- Sönmez, K., Alan, Ö., Kınacı, E., Kınacı, G., Kutlu, İ., Başçiftçi, B. Z., Evrenosoglu, Y. 2013. Bazı Şeker Mısıırı Çesitlerinin (*Zea mays saccharata* Sturt.) Bitki, Koçan ve Verim Özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8 (1); 28-40
- Stevenson, F. J. 1991. Organic Matter-Micronutrient Reactions in Soil. *Micronutrients in Agriculture*, 4; 145-186.
- Sun, H., Feng, Y., Ji, Y., Shi, W., Yang, L., Xing, B. 2018. N₂O And CH₄ Emissions from N-Fertilized Rice Paddy Soil can be Mitigated By Wood Vinegar Application at an Appropriate Rate. *Atmospheric Environment*, 185; 153-158.
- Şimşek, D. 2006. Antalya Şartlarında İkinci Ürün Olarak Ekilebilecek Silajlık Hibrit Mısır Çesitlerinin Bazı Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Tamer, N., Başalma, D., Türkmen, C., NAMLI, A. 2016. Organik Toprak Düzenleyicilerin Toprak Parametreleri ve Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Bitkisinin Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4 (1); 11-20.

- Tarakçıoğlu, C., Özenç, D. B., Yılmaz, F. I., Kulaç, S., Aygün, S. 2019. Fındık Kabuğundan Üretilen Biyokömürün Toprağın Besin Maddesi Kapsamı Üzerine Etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34 (1); 107-117.
- Taş, T. 2020. Şanlıurfa Koşullarında Bazı Atıdışı Hibrit Mısır (*Zea mays indentata* Sturt) Çeşitlerinin Tane Özellikleri ile Tane Verimi Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 4; 222-233.
- Tian, J., Wang, J., Dippold, M., Gao, Y., Blagodatskaya, E., Kuzyakov, Y. 2016. Biochar Affects Soil Organic Matter Cycling And Microbial Functions But Does Not Alter Microbial Community Structure in a Paddy Soil. *Science of the Total Environment*, 556; 89-97.
- Tipparak, S., Jothityangkoon, D., Polthanee, A. 2007. Effect of Wood Vinegar and Farmyard Manure on Growth and Yield of KDML 105 Rice. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 35; 6-19.
- Tsuzuki, E., Morimitsu, T., Matsui, T. 2000. Effect of Chemical Compounds in Pyroligneous Acid on Root Growth in Rice Plant. Report of the Kyushu Branch of the Crop Science Society of Japan, 66; 15-16.
- TÜİK, 2022. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2022->
- Vannini, A., Fedeli, R., Guarnieri, M., Loppi, S., 2022. Foliar Application of Wood Distillate Alleviates Ozone-Induced Damage in Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Toxics* 10; 178.
- Vartanlı, S. 2005. Ankara Koşullarında Hibrit Mısır Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Ankara.
- Vartanlı, S., Emeklier, H. Y. 2007. Ankara Koşullarında Hibrit Mısır Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 13 (3); 195-202.
- Yadav, R. S., Yadav, B. L., Chhipa, B. R., Dhyan, S. K., Ram, M. (2011). Soil Biological Properties under Different Tree Based Traditional Agroforestry Systems in a Semi-Arid Region of Rajasthan. India. *Agroforestry systems*, 81, 195-202.
- Yürürdurmaz, C. 2007. Kahramanmaraş Koşullarında Farklı Gübre Dozlarının Değişik Mısır Çeşitlerine Etkisinin Saptanması ve Ceres-Maize Bitki Büyüme Modelinin Değerlendirilmesi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Yürürdurmaz, C., Tansı, V. 2021. Kahramanmaraş Koşullarında Farklı Gübre Dozlarının Değişik Mısır Çeşitlerine Etkisinin Saptanması. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 11 (1); 57-66.

- Wang, Y., Qiu, L., Song, Q., Wang, S., Wang, Y., Ge, Y. 2019. Root Proteomics Reveals The Effects of Wood Vinegar on Wheat Growth and Subsequent Tolerance to Drought Stress. *International Journal of Molecular Sciences*. 20 (4); 943.
- Xu, X., Jiang, E., Sun, Y., Li, Z., 2017. Influence of Mixed Supports on The Steam Catalytic Reforming of Wood Vinegar. *Energy Fuels* 31; 1678-1688.
- Zhang, L., Liu, R., Yin, R., Mei, Y., 2013. Upgrading of Bio-Oil From Biomass Fast Pyrolysis in China a Review. *Renewable. Sustainable. Energy Reviews*, 24; 66-72.
- Zhang, Y., Wang, X., Liu, B., Liu, Q., Zheng, H., You, X., Sun, K., Xiangxiang, L., Li, F. 2020. Comparative Study of Individual and Co-Application of Biochar and Wood Vinegar on Blueberry Fruit Yield And Nutritional Quality. *Chemosphere*, 246; 125699.
- Zhou, L., Jiange, E., Li, B. 2009. Effect of Wood Vinegar on Seed Germination and Water Implantation of Corn. *Journal of Northeast Agricultural University*, 16 (2); 6-11.
- Zhu, K., Gu, S., Liu, J., Luo, T., Khan, Z., Zhang, K., Hu, L. 2021. Wood Vinegar as a Complex Growth Regulator Promotes the Growth, Yield, and Quality of Rapeseed. *Agronomy*, 11 (3); 510.
- Zulkarami, B., Ashrafuzzaman, M., Husni, M. O., Ismail, M. R. 2011. Effect of Pyroligneous Acid on Growth, Yield and Quality Improvement of Rockmelon in Soilless Culture. *Australian Journal of Crop Science*, 5(12); 1508-1514.