

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FINDIK ZURUFU KOMPOSTUNUN TOPRAK KALİTESİ
ÜZERİNE ETKİSİ

SELAHATTİN AYGÜN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORDU 2015

TEZ ONAY

Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Selahattin AYGÜN tarafından hazırlanan ve Prof. Dr. Tayfun AŞKIN danışmanlığında yürütülen “Fındık Zurufu Kompostunun Toprak Kalitesi Üzerine Etkisi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 24/06/2015 tarihinde oy birliği ile Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Tayfun AŞKIN

Başkan : Prof. Dr. Tayfun AŞKIN
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü,
Ordu Üniversitesi

İmza :

Üye : Prof. Dr. Ceyhan TARAKÇIOĞLU
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü,
Ordu Üniversitesi

İmza :

Üye : Doç. Dr. Rıdvan KIZILKAYA
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü,
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

İmza :

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun...^{26/06/2015}... tarih ve ^{2015/1950} sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Mehmet Fikret BALTA

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.


İmza
Selahattin AYGÜN

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

FINDIK ZURUFU KOMPOSTUNUN TOPRAK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Selahattin AYGÜN

Ordu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, 2015
Yüksek Lisans Tezi, 91s.

Danışman: Prof. Dr. Tayfun AŞKIN

Bu çalışmanın amacı; atık fındık zurufundan biyoteknolojik tekniklerle elde edilen kompostun, toprak kalitesi üzerine etkisini, farklı toprak tekstürlerinde (Cumhuriyet, kumlu tın ve Akçatepe, killi tın tekstüre sahip) ve farklı örnekleme zamanlarında araştırmaktır. Çalışmada kompostlanmış atık fındık zurufu; toprakların organik madde kapsamını 0, % 0.5 (1.25 ton da⁻¹), % 1 (2.5 ton da⁻¹), % 2 (5 ton da⁻¹), % 3 (7.5 ton da⁻¹) ve % 4 (10 ton da⁻¹) oranında artıracak şekilde 6 uygulama dozunda ve 3 tekrarlamalı olarak kullanılmıştır. Fındık zurufu kompostu 23 Kasım 2012 tarihinde, Cumhuriyet (kumlu tın) ve Akçatepe (killi tın) deneme arazilerine toprağa çapa ile karıştırılarak uygulanmıştır. Toprak örnekleri araziden 4 farklı örnekleme döneminde (I, 31 Mart 2013; II, 30 Haziran 2013; III, 01 Ekim 2013 ve IV, 31 Aralık 2013) alınmış ve bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özellikleri tespit edilmiştir. Her bir deneme 18 parselden (ocak), toplam deneme ise 36 parselden oluşmuştur. Araştırmada toprakların kalitesine işaret eden bazı fiziksel özellikleri (agregat stabilitesi, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve doymun hidrolik iletkenlik), bazı kimyasal özellikleri (organik madde, azot, pH, EC, Değişebilir Ca, Na, K ve Mg) ve bazı biyolojik özellikleri (mikrobiyal biyomas-C, toprak solunum ve Cmic/Corg) incelenmiştir.

Çalışma sonunda; atık fındık zurufu kompostu uygulaması kontrole göre organik madde içeriğindeki artışa bağlı olarak değişebilir sodyum, potasyum ve magnezyum içeriğini artırmıştır. Örnekleme zamanları dikkate alındığında; toprakların organik madde içeriklerinde, toplam azot, elektriksel iletkenlik ve doymun hidrolik iletkenlik değerlerinde I. örnekleme döneminden (ilkbahar) IV. örnekleme dönemine (kış) doğru azalmalar görülmüştür. Toprakların biyomas-C, toprak solunumu (CO₂), Cmic/Corg oranı, hacim ağırlığı ve pH değerlerinde I. dönemden IV. döneme artışlar görülmüştür. Fındık zurufu kompostu uygulamasının değişebilir kalsiyum içeriğine etkisi ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Toprakların aşınabilirliğine ve strüktürel dayanıklılığına işaret eden bir gösterge olan agregat stabilitesi değerleri, killi tın tekstüre sahip Akçatepe arazisinde, kumlu tın tekstüre sahip Cumhuriyet arazisinden daha yüksek elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kompost, Fındık Zurufu, Organik Madde, Agregat Stabilitesi, Toprak Biyomas-C, Toprak Kalitesi

ABSTRACT

THE EFFECT OF ADDING OF HAZELNUT HUSK COMPOST ON SOIL QUALITY

Selahattin AYGÜN

University of Ordu
Institute for Graduate Studies in Soil Science and Plant Nutrition Department
2015
MSc. Thesis, 91p.

Supervisor: Prof. Dr. Tayfun AŞKIN

The aim of this study was to investigate the effect of hazelnut husk compost prepared by biotechnologic techniques on soil quality in different soil texture (Cumhuriyet, sandy loam and Akçatepe, clay loam in soil texture) and at different sampling time. In this study, hazelnut husk compost was used to increase of soil organic matter content as 0, % 0.5 (1.25 ton da⁻¹), % 1 (2.5 ton da⁻¹), % 2 (5 ton da⁻¹), % 3 (7.5 ton da⁻¹) and % 4 (10 ton da⁻¹) with three replication. The hazelnut husk compost was applied to Cumhuriyet (sandy loam soil) and Akçatepe (clay loam soil) hazelnut orchard at the 23 November 2012 with using an anchor. The soil samplings were taken at the four different time (I, 31 March 2013; II, 30 June 2013; III, 01 October 2013 and IV, 31 December 2013).to determine of some soil physical, chemical and biological properties. Our study consist of 36 parcels and each of them has 18 parcels. Some soil physical (aggregate stability, bulk density, field capacity, and permanent wilting point and saturated hydraulic conductivity), chemical (organic matter content, nitrogen, pH, electrical conductivity and exchangeable cations such as; calcium, potassium, sodium and magnesium) and biological (soil biomass-C, soil respiration (CO₂) and Cmic/Corg ratio) properties were investigated.

The soil organic matter content and exchangeable sodium, potassium and magnesium were increased by hazelnut husk compost application compared to control content in each soil. Considering of sampling periods; soil organic matter, total nitrogen, electrical conductivity and saturated hydraulic conductivity decreased from the first sampling time to the fourth sampling time. Soil biyomas-C, soil respiration rate, Cmic/Corg ratio, bulk density and pH level increased towards the first sampling time to the fourth sampling time. Soil hazelnut husk compost were not significantly affected the soil changeable calcium content statistically. Aggregate stability values indicating of soil erodibility and structural stability was the highest in Akçatepe named clay loam in texture than Cumhuriyet named in sandy loam in texture.

Key Words: Compost, Hazelnut Husk, Organic Matter, Aggregate Stability, Soil Biyomass-C, Soil Quality

TEŞEKKÜR

Çalıőmam boyunca her türlü bilgiyi bana sağlayan, desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Tayfun AŞKIN' a, her konuda kendisinden destek aldığım Sayın Yrd. Doç. Dr. Ferhat TÜRKMEN' e ve Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü' ndeki tüm değerli hocalarıma, sağladıkları desteklerinden ötürü teşekkür ederim.

Deneme materyali olarak kullandığım fındık zurufu kompostunun yapımında emeği geçen ve araőtırmamda kullanabilmem için katkı sağlayan Sayın Doç. Dr. Rıdvan KIZILKAYA' ya teşekkür ederim.

1190698 no'lu TÜBİTAK projesi kapsamında hazırlanan atık fındık zurufu kompostunu tez çalıőmamda deneme materyali olarak kullanmama olanak sağlayan TÜBİTAK' a bilhassa teşekkür ederim.

Çalıőmalarım sırasında desteğini, sabrını ve anlayıőını esirgemeyen Araştırma Görevlisi arkadaőım Mehmet AKGÜN ve Ziraat Yüksek Mühendisi Özlem ETE' ye teşekkür ederim.

Hayatım boyunca hep yanımda olan maddi manevi desteğini benden esirgemeyen annem Ayőe AYGÜN' e, babam Mustafa AYGÜN' e ablalarım Hacer KOÇ ve Esra KETENCİ' ye teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
EK LİSTESİ	XI
ÇİZELGELER LİSTESİ	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR	XIII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Toprak Kalitesi	4
2.2. Minimum Veri Seti	5
3. MATERYAL ve METOT	13
3.1. Materyal	13
3.1.2. Deneme Arazilerinin Toprak Özellikleri	14
3.2. Metot	15
3.2.1. Toprak Örneklerinde Yapılan Analizler ve Uygulama Metotları	15
3.2.1.1. Toprak reaksiyonu (pH)	15
3.2.1.2. Elektriksel İletkenlik (EC)	16
3.2.1.3. Organik Madde	16
3.2.1.4. Toplam N	16
3.2.1.5. Agregat Stabilitesi	16
3.2.1.6. Hacim Ağırlığı	16
3.2.1.7. Mikrobiyal Biyomass-C	16
3.2.1.8. Toprak Solunumu (CO ₂)	16
3.2.1.9. Değişebilir Na, K, Ca, Mg	17
3.2.1.10. Tarla Kapasitesi	17
3.2.1.11. Solma Noktası	17
3.2.1.12. Hidrolik İletkenlik	17
3.2.1.13. İstatistiksel Analizler	17
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	18
4.1. Toprak Fiziksel Özellikleri	18
4.1.1. Agregat Stabilitesi	18
4.1.2. Hacim Ağırlığı	23

4.1.3.	Tarla Kapasitesi	26
4.1.4.	Solma Noktası	30
4.1.5.	Hidrolik İletkenlik	34
4.2.	Toprak Kimyasal Özellikleri	38
4.2.1.	Organik Madde.....	38
4.2.2.	Toplam Azot (N)	43
4.2.3.	Toprak Reaksiyonu (pH)	48
4.2.4.	Toprak Elektriksel İletkenliği (EC)	51
4.2.5.	Değişebilir Kalsiyum (Ca).....	53
4.2.6.	Değişebilir Sodyum (Na).....	55
4.2.7.	Değişebilir Potasyum (K).....	59
4.2.8.	Değişebilir Magnezyum (Mg).....	63
4.3.	Toprak Biyolojik Özellikleri	67
4.3.1.	Toprak Solunumu (CO ₂).....	67
4.3.2.	Cmic/Corg Oranı	71
4.3.3.	Biyomas Karbon.....	75
5.	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	79
6.	KAYNAKLAR.....	81
EKLER	87
ÖZGEÇMİŞ.....	91

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Sekil No</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1.1.	Cumhuriyet Mahallesi ve Akçatepe Mahallesi deneme arazileri	13
Şekil 4.1.1.1.	Lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksyonunun agregat stabilitesi üzerine etkisi	18
Şekil 4.1.1.2.	Agregat stabilitesi üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması	19
Şekil 4.1.1.3.	Lokasyonlar x uygulama dozları interaksyonunun agregat stabilitesi üzerine etkisi	21
Şekil 4.1.1.4.	Agregat stabilitesi üzerine lokasyonlar x dönemler interaksyonunun etkisi	22
Şekil 4.1.1.5.	Agregat stabilitesi üzerine atık fındık zurufu kompostu uygulama dozları x dönemler interaksyonunun etkisi	22
Şekil 4.1.2.1.	Lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksyonunun hacim ağırlığı üzerine etkisi	23
Şekil 4.1.2.2.	Toprak hacim ağırlığı üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması	24
Şekil 4.1.3.1.	Lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksyonunun tarla kapasitesi üzerine etkisi	26
Şekil 4.1.3.2.	Tarla kapasitesi üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması	27
Şekil 4.1.3.3.	Tarla kapasitesi üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksyonunun etkisi	28
Şekil 4.1.3.4.	Tarla kapasitesi üzerine lokasyonlar x dönemler interaksyonunun etkisi ...	29
Şekil 4.1.3.5.	Tarla kapasitesi üzerine uygulama dozları x dönemler interaksyonunun ...	29
Şekil 4.1.4.1.	Solma noktası üzerine lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksyonunun etkisi	30
Şekil 4.1.4.2.	Solma noktası üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması	31
Şekil 4.1.4.3.	Solma noktası üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksyonunun etkisi	32
Şekil 4.1.4.4.	Solma noktası üzerine lokasyonlar x dönemler interaksyonunun etkisi	33
Şekil 4.1.4.5.	Solma noktası uygulama dozları x dönemler interaksyonu	33

Şekil 4.1.5.1.	Lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksyonunun doygun hidrolik iletkenlik üzerine etkisi.....	34
Şekil 4.1.5.2.	Doygun hidrolik iletkenlik üzerine toprak tekstürünün, atık fındık zürufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması	35
Şekil 4.1.5.3.	Doygun hidrolik iletkenlik üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksyonunun etkisi	37
Şekil 4.1.5.4.	Doygun hidrolik iletkenlik üzerine uygulama dozları x dönemler interaksyonunun etkisi	37
Şekil 4.2.1.1.	Lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksyonunun organik madde üzerine etkisi.....	39
Şekil 4.2.1.2.	Organik madde üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zürufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması	40
Şekil 4.2.1.3.	Organik madde üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksyonunun etkisi	41
Şekil 4.2.1.4.	Organik madde üzerine lokasyonlar x dönemler interaksyonunun etkisi ...	42
Şekil 4.2.1.5.	Organik madde üzerine uygulama dozları x dönemler interaksyonunun etkisi	43
Şekil 4.2.2.1.	Lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksyonunun toplam azot üzerine etkisi.....	44
Şekil 4.2.2.2.	Toplam azot üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zürufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması	45
Şekil 4.2.2.3.	Toplam azot üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksyonunun etkisi	46
Şekil 4.2.2.4.	Toplam azot üzerine lokasyonlar x dönemler interaksyonunun etkisi	47
Şekil 4.2.2.5.	Toplam azot üzerine uygulama dozları x dönemler interaksyonunun etkisi	47
Şekil 4.2.3.1.	Lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksyonunun pH üzerine etkisi	48
Şekil 4.2.3.2.	Toprak reaksiyonu üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zürufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması	49
Şekil 4.2.3.3.	Toprak reaksiyonu üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksyonunun etkisi	50
Şekil 4.2.3.4.	Toprak reaksiyonu üzerine lokasyonlar x dönemler interaksyonunun etkisi	51

Şekil 4.2.4.1.	Elektriksel iletkenlik üzerine toprak tekstürünün, atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması	52
Şekil 4.2.5.1.	Değişebilir kalsiyum (Ca) üzerine lokasyonların atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması	54
Şekil 4.2.5.2.	Lokasyonlar x uygulama dozları interaksiyonunun değişebilir kalsiyum (Ca) üzerine etkisi	55
Şekil 4.2.6.1.	Lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun değişebilir sodyum (Na) üzerine etkisi	56
Şekil 4.2.6.2.	Değişebilir sodyum (Na) üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması	57
Şekil 4.2.6.3.	Değişebilir sodyum (Na) üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksiyonunun etkisi	58
Şekil 4.2.6.4.	Değişebilir sodyum (Na) üzerine lokasyonlar x dönemler interaksiyonunun etkisi	58
Şekil 4.2.6.5.	Değişebilir sodyum (Na) üzerine fındık zurufu kompostu uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun etkisi	59
Şekil 4.2.7.1.	Değişebilir potasyum (K) üzerine lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun etkisi	60
Şekil 4.2.7.2.	Değişebilir potasyum (K) üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması	61
Şekil 4.2.7.3.	Değişebilir potasyum (K) üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksiyonunun etkisi	62
Şekil 4.2.7.4.	Değişebilir potasyum (K) üzerine lokasyonlar x dönemler interaksiyonunun etkisi	62
Şekil 4.2.7.5.	Değişebilir potasyum (K) üzerine uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun etkisi	63
Şekil 4.2.8.1.	Değişebilir magnezyum (Mg) üzerine lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun etkisi	64
Şekil 4.2.8.2.	Değişebilir magnezyum (Mg) üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması	65
Şekil 4.2.8.3.	Değişebilir magnezyum (Mg) lokasyonlar x uygulama dozları interaksiyonunun etkisi	66
Şekil 4.2.8.4.	Değişebilir magnezyum (Mg) üzerine lokasyonlar x dönemler interaksiyonunun etkisi	66

Şekil 4.2.8.5.	Değişebilir magnezyum (Mg) üzerine uygulama dozları x dönemler interaksyonunun etkisi	67
Şekil 4.3.1.1.	Toprak solunum oranı üzerine lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksyonunun etkisi	68
Şekil 4.3.1.2.	Toprak solunumu üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması	69
Şekil 4.3.1.3.	Toprak solunum oranı üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksyonunun etkisi	70
Şekil 4.3.1.4.	Toprak solunum oranı üzerine lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksyonunun etkisi	70
Şekil 4.3.1.5.	Toprak solunum oranı üzerine uygulama dozları x dönemler interaksyonunun etkisi	71
Şekil 4.3.2.1.	Cmic/Corg oranı üzerine lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksyonunun etkisi	72
Şekil 4.3.2.2.	Cmic/Corg oranı üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması	73
Şekil 4.3.2.3.	Cmic/Corg oranı üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksyonunun etkisi	73
Şekil 4.3.2.4.	Cmic/Corg oranı üzerine lokasyonlar x dönemler interaksyonunun etkisi .	74
Şekil 4.3.2.5.	Cmic/Corg oranı üzerine uygulama dozları x dönemler interaksyonunun etkisi	74
Şekil 4.3.3.1.	Biyomas-C üzerine lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksyonunun etkisi	76
Şekil 4.3.3.2.	Biyomas-C üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması	77
Şekil 4.3.3.3.	Biyomas-C üzerine lokasyonlar x dönemler interaksyonunun etkisi	78

EK LİSTESİ

<u>Ek No</u>		<u>Sayfa</u>
EK 1.	Agregat stabilitesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları	87
EK 2.	Hacim ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları	87
EK 3.	Tarla kapasitesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları	87
EK 4.	Solma noktası değerlerine ait varyans analiz sonuçları	87
EK 5.	Hidrolik iletkenlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	88
EK 6.	Organik madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları	88
EK 7.	Toplam azot değerlerine ait varyans analiz sonuçları	88
EK 8.	Toprak reaksiyonu değerlerine ait varyans analiz sonuçları	88
EK 9.	Elektriksel iletkenlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	89
EK 10.	Değişebilir Ca değerlerine ait varyans analiz sonuçları	89
EK 11.	Değişebilir Na değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	89
EK 12.	Değişebilir K değerlerine ait varyans analiz sonuçları	89
EK 13.	Değişebilir Mg değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	90
EK 14.	Toprak solunumu değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	90
EK 15.	Cmic/Corg değerlerine ait varyans analiz sonuçları	90
EK 16.	Biyomas-C değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	90

ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1.2.1. Akçatepe ve Cumhuriyet arazilerine ait bazı fiziko-kimyasal toprak özellikleri	14
Çizelge 3.2.1. Arazi denemelerine ait plan	15

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	: Santigrat Derece
%	: Yüzde
da	: Dekar
cmol	: Santimol
mm	: Milimetre
cm	: Santimetre
kg	: Kilogram
g	: Gram
mg	: Miligram
µg	: Mikrogram
t	: Ton
pH	: Ortamda bulunan H ⁺ konsantrasyonunun negatif logaritması
CO₂	: Karbondioksit
TKİ	: Toprak Kalite İndeksi
Mg	: Magnezyum
Na	: Sodyum
K	: Potasyum
Ca	: Kalsiyum
N	: Azot
P	: Fosfor
Hİ	: Hidrolik İletkenlik
ha	: Hektar
EC	: Elektriksel İletkenlik
m	: Metre
h	: Saat
mic	: Mikrobiyal
org	: Organik
C	: Karbon
HA	: Hacim Ağırlığı
TK	: Tarla Kapasitesi
cm³	: Santimetre küp
SN	: Solma Noktası
OM	: Organik Madde
ks	: Doygun Hidrolik İletkenlik
N	: Normalite
NH₄OAc	: Amonyum asetat
AS	: Agregat Stabilitesi
NO₃	: Nitrat
β	: Beta
dS	: Desi Siemens
CL	: Clay loam (Killi tın)
SL	: Sandy loam (Kumlu tın)

1. GİRİŞ

Toprak yeryüzünü kaplayan insan, bitki ve hayvanların yaşaması için ortam sağlayan, hava ve su ile birlikte içerisinde milyonlarca mikroorganizma barındıran doğal canlı bir varlıktır. Küçük bir toprak parçasının oluşması için binlerce yıl geçmesi gerekmekte, bu da ekosistem içerisinde topraklarımızın ne kadar değerli olduğunu göstermektedir.

Toprakların insan yaşamında çok önemli bir yeri olduğu için özellikle bitkisel üretim ortamı olarak sağladığı yararlar ile önemi daha da iyi anlaşılmaktadır. Sağlıklı bir toprak sağlıklı bir bitki gelişme ortamı demektir, bu da yetiştirilen bitkilerin daha sağlıklı olması anlamına gelmektedir. Yetiştirilen bitkilerin sağlıklı olması, verim ve kalite özelliklerinin korunması ve sürdürülebilir olması için toprağın kendisinde var olan özelliklerin korunması gerekmektedir. Bu özelliklerin çoğu, toprak kalitesi ile ilgili olup, toprak kalitesinde yer alan bazı özelliklerin sürdürülebilirliği ya da geliştirilebilmesi ile ilişkilidir.

Toprak kalitesine ilişkin yapılan birçok tanımlama vardır. Toprak kalitesi sürdürülebilir toprak yönetiminin en uygun göstergesi olarak ortaya çıkmaktadır. Toprak kalitesi aslında toprağın fonksiyon gösterme kapasitesini ifade etmektedir. Toprak kalitesi, toprağın sahip olduğu karakteristik özelliklerin bitkisel üretime ne kadar katkı sağlayabildiği ve toprağın doğasında var olan bu özelliklere hangi oranda sahip olduğunu ifade etmektedir (Karlen ve ark., 1997; Shukla ve ark., 2006).

Bitkisel üretimde sürdürülebilirliğin sağlanması ya da verimin artırılabilmesi toprak özelliklerinin bir fonksiyonu olarak karşımıza çıkmaktadır. Toprak ne kadar bitkisel üretime katkı sağlayabiliyor ve ürün verimini ne kadar artırma kapasitesine sahipse o kadar kaliteli ve üretkendir. Bir toprağın üretkenliği ve verimliliği birbirine bağlıdır. Her toprak üretken özelihtedir ancak her toprak verimli olmayabilir. Toprakların verimlilik özelliği büyük ölçüde bitkisel üretime ne kadar katkı sağladığı ile ilişkilidir.

Her bitkinin en iyi şekilde gelişebileceği toprak özellikleri farklılık göstermekte ve her bitki gelişmek için ihtiyacı olan temel besin maddelerini topraktan sağlamaktadır. Bitkisel üretimde ürünlerin kalitesi ve toprak özellikleri arasında yakın bir ilişki vardır. Diğer bir ifadeyle toprak; üzerinde yetişen bitkinin gelişmesi için ne kadar materyal

ya da besin elementi sağlayabilirse ve bitkinin istediği fiziksel koşulları sağlayabilirse bitkisel üretim o kadar fazla ve kaliteli olmaktadır.

Bitkisel üretim ve toprak özelliklerinin geliştirilmesinde ve sürdürülebilirliğinde organik materyaller yaygın olarak kullanılmaktadır. Çoğu hayvan gübresi ve yeşil gübreler olmak üzere organik materyallerin çok büyük kısmı, toprakların birçok özelliğinin iyileştirilmesinde ve bitki gelişiminde oldukça etkili kullanılmaktadır. Organik materyaller toprak kalitesi, sağlığı ve bitki gelişiminde kullanılan en etkili doğal kaynaklardır.

Toprakların organik madde içeriği ahır gübresi katkısıyla arttığı için toprak fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumlu etkileyerek toprak verimliliğinde artışa neden olabilmektedir (Khaleel ve ark., 1981). Organik madde toprakta fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri olumlu etkiler gösterebilmekte (Flaig ve ark., 1977), organik madde içeriğine ve kalitesine bağlı olarak bu etkiler değişmektedir (Ünsal ve Ok, 2001).

Günümüzde kullanılan, özellikle kimyasal gübreler ve tarım ilaçları, toprak ve bitki gelişimi açısından kısa vadede üretimde kolaylık sağlamasına rağmen; uzun dönemlerde toprakların bozulmasına neden olabilmekte ve bitki gelişiminde sorunlara yol açabilmektedir. Özellikle toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde bozulmalara neden olarak uzun vadede büyük ekonomik kayıpları da beraberinde getirebilmektedir. Bunun için öncelikle toprakların korunmasında ve verimliliğin sürdürülebilirliğinde, kimyasal girdilerden uzak durulması, organik gübre ve doğal girdilerin tarımsal üretimde etkin olarak kullanılmaları büyük önem taşımaktadır.

Toprakta organik madde; agregat oluşumu ve dayanıklılığını sağlar, toprağın iyon değişim kapasitesini artırır, toprağa tamponluk kazandırır, toprağın su tutma ve havalanma kapasitesini artırır, toprak pH'sını düzenler, toprak rengine ve dolayısıyla toprak sıcaklığının artmasına neden olur, bitki besin maddeleri kaynağı olarak görev yapar, besin elementlerinin yayılmasını artırır, topraktaki organizmalar için besin ve enerji kaynağı olur, tarım ilaçlarının adsorbsiyonunda görev alır (Kacar, 1994).

Toprakta organik düzenleyicilerin faydaları; hacim ağırlığını azaltmak, toprağın su tutma kapasitesini, agregat stabilitesini, doymun hidrolik iletkenliğini, infiltrasyon oranını ve biyokimyasal aktivite oranını artırmak şeklinde sıralanabilir (Zebarth ve

ark., 1999). Organik düzenleyiciler, yalnızca bitkiler tarafından besin kaynağı olarak kullanılmaz aynı zamanda toprak fiziksel özelliklerine de olumlu katkılar sağlar (Roldan ve ark., 1994; McCoy, 1998). Toprağa eklenen organik atıkların cins ve miktarına göre toprakların organik madde içerikleri farklılık gösterebilmektedir (Doran ve Smith. 1987).

Toprak fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin geliştirilmesinde organik materyallerin kullanımı, bu özelliklerin korunması ve geliştirilmesi açısından önemli rol oynamaktadır. Karadeniz Bölgesi'nde toprakların kalite özelliklerinin korunmasında, fındık yetiştiriciliğinden atık olarak elde edilen fazla miktardaki zuruf ve bu zurufun mikrobiyal biyoteknolojik teknikler ile kompostlanması sonucu toprağa kompost şeklinde karıştırılması, hem bitkisel üretimde artış sağlamak hem de toprak özelliklerinin korunması ve geliştirilmesi amacıyla etkin olarak kullanılabilir.

Her tarımsal ürününün yetişmesi için ihtiyaç duyduğu iklim ve toprak özellikleri farklılık göstermektedir. Türkiye, bulunduğu coğrafyada dünyada yetiştirilen tarımsal ürünlerin büyük bölümünün yetişmesi için gerekli olan iklim ve toprak özelliklerine sahiptir. Bu da Ülkemizde yetiştirilen bitki çeşitliliğinin ne kadar fazla olduğunu göstermektedir.

Karadeniz Bölgesi'nde özellikle Giresun, Ordu, Trabzon ve Samsun'da, Marmara Bölgesi'nde en fazla Sakarya'da yetiştirilen fındık bitkisi bu yörelerin en önemli geçim kaynağını oluşturmaktadır. Türkiye, dünyanın en önemli fındık üretici ülkesi olup, dünya fındık üretiminin yaklaşık % 75'i, Ülkemiz tarafından gerçekleştirilmektedir. Ülkemizde Karadeniz Bölgesi fındık üretimi bakımından elverişli ekolojik şartlara sahiptir. Ülkemiz ekonomisinde önemli bir yeri olan fındık, yoğun olarak Karadeniz Bölgesi'nde olmak üzere Ülkemizin 39 ilinde üretilmektedir. Fındık yetiştiriciliği aile işletmeciliği şeklinde yapılmaktadır. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı verilerine göre, ekonomik olarak 395 bin aile yaklaşık 700 bin hektar alanda fındık üretimiyle uğraşmaktadır (GTB, 2013).

Bu çalışmanın amacı; atık fındık zurufundan biyoteknolojik tekniklerle elde edilen kompostun, toprak kalitesi üzerine etkisini farklı toprak tekstürlerinde (Cumhuriyet, kumlu tın ve Akçatepe, killi tın tekstüre sahip) ve farklı örnekleme zamanlarında araştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Toprak Kalitesi

Tez konusunu oluşturan toprak kalitesi için yapılmış çeşitli çalışmalar mevcuttur: Toprak kalitesinin tanımlanması ilk aşamalarda kısıtlı olmuş, zamanla toprak kalitesine ilişkin birçok özellik tanımlanarak daha açık ifadelerle neyi ifade ettiği anlaşılmaya çalışılmıştır.

Tarımsal anlamda, toprak kalitesi genellikle toprak üretkenliği (iyi kalitede bir toprak, çok ve yüksek kalitede ürün sağlar), belirli şekilde toprak kapasitesinin sürdürülebilirliği ve bitki besinleri ile ilgili olarak tanımlanmıştır (Carter ve ark., 1997). Bu nedenle tarımsal bitki üretimi açısından, toprak kalitesi toprağın bozunması ya da başka çevresel zarara neden olmaksızın bitki gelişimini destekleyen toprak kapasitesi ya da sağlığı olarak tanımlanmaktadır (Gregorich and Acton, 1995).

Toprak kalitesi ve toprak sağlığı genellikle birbirine yakın olarak tanımlanan ancak farklı kavramlardır. Toprak sağlığı ile hayvan ve insan sağlığı arasında bitkisel ürün kalitesi nedeniyle dolaylı bir ilişki olduğu tanımlanmıştır. Toprak sağlığı, temelde bitki besinlerinin toprakta yararlılığı, dengesi, bitki hastalıkları ve zararlılarından toprağın uzak olması ile ilişkilidir. Son zamanlarda, toprak kalitesine karşı bu yaklaşım bir toprak sağlığı tanımlama fikrine öncülük etmiştir (Doran ve ark., 1996).

Toprak kalitesinin sürekliliği, çevresel sürdürülebilirlik açısından oldukça önemlidir. Bu konuda birçok yayın yapılmasına rağmen, toprak kalitesini izlenmesine yönelik gelişmeler yavaş cereyan etmiştir. Farklı yönetim uygulamalarının etkilerini tahmin edebilmek için topraktaki değişikliklerin (pozitif, negatif ya da durağan) zaman içerisinde bilinmesi ve değerlendirilmesi gerekir. Toprak fonksiyonunun sürdürülebilirliği için önemli olan gösterge (indikatör) ve sınır değerlerini seçmek, farklı ekolojik bölgelerdeki toprak kalitesinin gelişme ya da bozunmasındaki eğilimleri belirleyebilmek ve izlemek için bölgesel, milli ve küresel seviyede gereklidir. (Arshad ve Martin, 2002).

Doran ve ark., (1996), toprak sağlığını; toprak kalitesine benzer bir ifade kullanarak *“yaşayan canlı bir sistem olarak bir toprağın sürekli fonksiyon gösterme kapasitesi, ekosistem ve arazi kullanım sınırları içerisinde, toprağın biyolojik üretkenliğini*

sürdürme, hava kalitesini ve su döngüsünü devam ettirme bitki, insan ve hayvan sağlığını artırma kapasitesi” olarak tanımlamıştır.

2.2. Minimum Veri Seti

Toprak yönetiminin karar süreci içerisinde toprak indikatörlerinde bilgiyi bütünleştiren bir araç, toprak kalite indeksi geliştirmektir. (Mohanty ve ark., 2007). Toprak yönetimi tamamen ürün veriminden ziyade sürdürülebilirliğe odaklandığında, bir toprak kalite indeksi sürdürülebilir arazi yönetiminin temel indikatörü olarak düşünülebilir (Andrews, 2002; Doran, 2002). Bütünleşmiş bir toprak kalite indeksi geliştirmek için yaygın olarak kullanılan bir yaklaşım önerilmiştir (Karlen and Stott, 1994). Toprak kalitesi üzerine farklı toprak yönetimi uygulamalarının etkilerini değerlendirmek için su girişi, transferi ve absorpsiyonundaki uyum, yüzey bozunmasına karşı direnç ve bitki gelişimini destekleme gibi toprak kalitesi ile ilişkili toprak fonksiyonları seçilmiştir. Bu fonksiyonlar şu ifadeye göre ağırlıklandırılmış ve toplanmıştır:

$$TKİ = q_{we}(wt) + q_{wt}(wt) + q_{rd}(wt) + q_{spg}(wt)$$

Burada; toprak kalite indeksini (TKİ) oluşturan toprağın su girişini sağlama yeteneğine ait oran q_{we} , toprağın su taşınımını kolaylaştırma yeteneğine ait oran toprağın q_{wt} , bozunmaya karşı direncine ait oran q_{rd} , toprağın bitki gelişimini sürdürme yeteneğine ait oran q_{spg} , her toprak fonksiyonu için sayısal ağırlıklı değeri wt ifade etmektedir.

Biswas ve ark., (1970), yaptıkları bir çalışmada; ahır gübresi, yeşil gübre ve yer fıstığı küspesi gibi organik atıkların alüviyal toprak üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda; toprakta dayanıklı agregat oranı, su geçirgenliği ve tarla kapasitesinde artış olduğunu ve en fazla artışın yeşil gübre uygulamasında meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Khaleel ve ark., (1981), kaba ve ince bünyeli dokuz farklı toprak örneği kullanarak yürüttükleri bu çalışmada; kullanılan organik madde miktarının artması ile hacim ağırlığında doğrusal bir azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Organik madde içeriği düşük olan toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri zayıftır. (Gupta ve ark., 1988). Durak ve Brohi (1986), toprağa uygulanan tütün atığının organik madde ve besin elementi içeriğini artırdığını bildirmişlerdir.

Guan (1989), bitkisel materyal olarak buğday ve mısır sapının, hayvansal materyal olarak at, domuz ve inek gübrelerinin topraktaki etkilerini incelemek üzere ele aldığı bu çalışmanın sonucunda; tüm uygulamaların üreaz, fosfataz ve invertaz aktivitelerini artırdığını ve artış oranının en az invertaz aktivitesinde, en fazla üreaz ve fosfataz aktivitesinde olduğunu tespit etmiştir.

Demiralay, (1992), hava kuru ağırlık esasına göre % 0, 1, 2 ve 4 dozlarında arpa samanı ve korunga sapını killi bir toprağa uyguladığı çalışmasının sonucunda; agregat stabilitesinin, artan organik madde düzeyi ile arttığını saptamıştır.

Özbek ve ark., (1993), ayrıışmış organik maddenin yüzey toprağında yeterli miktarlarda bulunması halinde; toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine olumlu etkilerinin olacağını ileri sürmüşlerdir. Yaptıkları inceleme sonucunda; toprak fiziksel özelliği üzerine organik atıkların ayrıışması sonucunda oluşan humusun olumlu etkisi bütün topraklarda görülmesine rağmen, özellikle killi ve kumlu topraklarda etkinin daha fazla olduğunu ifade etmişlerdir.

Toprakta organik düzenleyiciler toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi ve dayanıklı bitki örtüsü gelişimini kolaylaştırmak için gereklidir. (Roldan ve ark., 1994).

Guggenberg ve ark., (1998), toprağın fiziksel özellikleri ile organik madde arasındaki ilişkileri araştırdıkları bu çalışmada; farklı bitkisel kalıntıları kullanmışlardır. Organik küçük bitki materyallerinin ve mikrobiyal kaynaklı atıkların mineral yüzey ile olan etkileşimlerini, agregatların iç kısmında bulunan mikrobiyal kaynak ve bitkisel materyallerin korunmasını ve makro agregatların bozunması sonucundaki agregatların dağılışı oranını incelemişlerdir.

Sürücü ve ark., (1998), organik atıklarla toprağa karışan azotun topraktaki biyolojik özellikler üzerine etkisini araştırdıkları üç aylık bu inkübasyon çalışması sonucunda; tütün fabrikasyon atığı ile uygulanan azotun, CO₂ üretimi, dehidrogenaz, katalaz ve fosfataz aktivitesini en çok, fiğ bitkisi atığı uygulamasının ise üreaz ve β-glikosidaz enzim aktivitesini en fazla artıran uygulama olduğunu tespit etmişlerdir.

Wong ve ark., (1998), artan düzeylerde (25, 50, 150 ve 350 g kg⁻¹) atık çamuru uygulamasının kumlu bir topraktaki (pH, 7.03; organik karbon içeriği, % 1.12) CO₂ ve nitrifikasyon üzerine etkilerini 60 günlük inkübasyon süresinde araştırdıkları bu çalışma sonucunda; CO₂ üretiminin inkübasyon başında arttığını, daha sonra giderek

azaldığını ve NH_4 içeriğinin zamanla ortamda azalmasıyla NO_3 içeriğinin arttığını tespit etmişlerdir.

Brandsma ve ark., (1999), siltli tınlı bünyeye sahip çeşitli topraklarda 4 farklı ticari organik düzenleyicinin (Soil-Text, Humus Agri SC ve Kiwi Green) toprak dayanıklılığına etkisini araştırdıkları bu çalışmalarında sonuç olarak; Soil Text ve Kiwi Green'in toprağa uygulanması ile toprakta kabuk oluşumunun engellendiğini, Agri-SC'nin toprağın agregat dayanıklılığını artırdığı, bu gibi organik düzenleyicilerin toprağın yapısını olumlu yönde etkilediklerini tespit etmişlerdir.

Aggelides ve Londra, (2000), yaptıkları çalışmada tınlı ve killi tekstüre sahip iki toprağa $75, 150$ ve $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ 'lık kompost uygulamışlardır. Çalışma sonucunda; tınlı toprakta doymuş hidrolik iletkenliğin % 32.5, % 53 ve % 95.5, killi toprakta ise % 55.3, % 97.4 ve % 168.4 oranında artış gösterdiğini belirtmişlerdir ayrıca kompost ilavesinin toprakların organik madde içeriğini, pH, EC ve katyon değişim kapasitesini artırdığını bildirmişlerdir.

Anikwe, (2000), killi bir toprağa 0, 1.5, 3.0, 4.5 ve 6.0 t ha^{-1} düzeylerinde çeltik kavuzu uyguladığı bu araştırmasında; toprağa 4.5 t ha^{-1} çeltik kavuzu uygulamasının toprakta hidrolik iletkenliği ve poroziteyi artırdığını, hacim ağırlığı ve penetrasyonu azalttığını bildirmiş ve çeltik kavuzunun bu dozunu en etkili doz olarak önermiştir.

Kütük ve ark., (2000), 7 farklı sıvı humik asitin 3 farklı dönemde bazı toprak özellikleri üzerine etkilerini araştırdıkları bu çalışma sonucunda; uygulama dönemine bağlı olarak suya dayanıklı agregat oranının azaldığını, sıvı humik asit uygulamasının büyük agregatların oluşumuna katkı sağladığını saptamışlardır.

Borken ve ark., (2001), 6 farklı bozunmuş orman toprağında toprak toprak solunumu, mikrobiyal biyomas karbonu, biyomas azotu, toprak organik karbonu, toprak toplam azotu üzerine kompost uygulamanın uzun dönem etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonunda; kompost uygulamasının toprak solunumu O horizonunda 2 mm'den büyük toprak parçacıklarında % 17 oranında, 2 mm'den küçük parçacıklarda % 25 civarında azalttığı, mikrobiyal biyomas karbon ve mikrobiyal azotun sırasıyla, O horizonunda 2 mm'den küçük parçacıklarda % 22-23 civarında ve O horizonunda 2 mm'den büyük parçacıklarda % 35 ve % 28 civarında azaldığı saptanmıştır. Mineral topraklarda ise

kompost uygulamasının toprak solunumu, mikrobiyal karbon ve mikrobiyal azotu 0-5 cm'de % 14-21 ile ve 10-20 cm'de % 14-23 civarında artırdığı tespit edilmiştir.

Carcava ve ark., (2001), yaptıkları çalışmada; iki yıl süreyle toplam 60 g kg⁻¹ olmak üzere kil boyutundaki kısımda % 1 organik karbon içeren strüktürü bozulmuş semiarid bir bölgede iki toprağa yıllık % 3 taze ve kompost halinde organik atık uygulamasının, sera şartlarında agregat stabilitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Suya dayanıklı agregat stabilitesine etkisi bakımından, taze organik atığın eklenmesi sonucu % 17, kompost halindeki organik atığın toprağa uygulanmasıyla kil oranı fazla olan toprakta, agregat stabilitesinde % 13 oranında artış meydana geldiğini, topraklara kompost eklenmesiyle birlikte ince silt boyutundaki organik karbon ve humin içeriğinde artış meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Özenç ve Çalışkan, (2001), bu çalışmada; fındık zurufu kompostu, sığır gübresi ve mineral gübreyi fındık ağaçlarına uygulamışlar ve toprak özellikleri ve yapraklardaki besinler üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda; zuruf kompostunun, toprak ve yaprak organik madde oranını, fosfor ve potasyum içeriğini ve toprağın biyolojik aktivitesini artırdığını tespit etmişlerdir.

Sildiras ve ark., (2001), toprak hacim ağırlığı, gözeneklilik, toprağın penetrasyon direnci, ortalama ağırlık çapı ile bitkide kök gelişimi arasında önemli ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

Barzegar ve ark., (2002), şeker kamışı kompostu ve ahır gübresini toprağa karıştırdıkları bu araştırma sonucunda; uygulama oranının artmasıyla toprakta infiltrasyon oranının kontrole oranla önemli ölçüde arttığını göstermişlerdir.

Baran ve Zeytin, (2003), plastik kaplarda laboratuvar koşullarında 25±5 °C'de 45 ve 90 gün süreyle yürüttükleri çalışmada; killi tınlı ve kumlu tınlı toprakların fındık zurufu ile bazı fiziksel özelliklerin düzeltilmesini, toprak örnekleri ile fındık zurufunu % 0, % 1, % 2, % 4 ve % 8 ağırlık oranında karıştırarak araştırmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda; kompostlanmış fındık zurufunun agregat stabilitesini, hidrolik iletkenliği, toplam porozite ve makropor yüzdesini hem killi tın hem de kumlu tın toprakta inkübasyon süresince ve agregat boyutuna bağlı olarak artırdığı ifade edilmiştir.

Edmeades, (2003), ürün verimi ve toprak özelliklerine çiftlik gübresi, atık çamuru, yeşil gübreleme ve ticari gübrelemenin etkisini inceledikleri bu çalışma sonucunda;

çiftlik gübresi, atık çamuru ve yeşil gübreleme uygulanan topraklarda ticari gübreden daha fazla organik madde ve mikro fauna bulunduğunu saptamışlardır.

Xiying ve ark., (2003), çiftlik gübresi uygulanan topraklarda 25 yıl boyunca toprak organik karbon ve toplam azot içeriğini araştırdıkları bu çalışma sonucunda; organik karbon ve toplam azot içeriğinin yüksek oranda arttığını tespit etmişlerdir.

Garcia ve ark., (2004), yaptıkları bu çalışmada; toprakların agregatlaşma, pH, EC, toplam organik karbon ve karbon fraksiyonları, mikrobiyal biyomas karbon, toprak solunumu, dehidrogenaz, fosfataz, β -glukosidaz ve üreaz özellikleri üzerine çeşitli bitkilerin etkilerini 6 yıl boyunca araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; agregat stabilitesi, toprak solunumu, dehidrogenaz, üreaz ve fosfataz aktivitelerinin bitki yetiştirilen topraklarda daha fazla gerçekleştiğini; pH (7.5-8.0) ve EC seviyelerinin kontrole göre daha düşük olduğunu, rizosfer bölgesinde toplam organik karbon ve mikrobiyal biyomas karbonun kontrol uygulamasına göre yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Leaungvutivirog ve ark., (2004), toprağa kompost, çiftlik gübresi, kimyasal gübre, yeşil gübre ve çeltik samanı uygulamışlardır. Sonuç olarak toprağa kompost, çiftlik gübresi ve çeltik samanı ilavesi ile kimyasal gübre ilavesinin etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda; organik gübre uygulamasının, organik madde miktarını kimyasal gübre uygulamasından daha çok artırdığını tespit etmişlerdir.

Özenç ve ark., (2005), kompostlanmış fındık zuruğunun bazı kimyasal toprak özellikleri ve toprak humik asiti üzerine etkilerini belirlemek amacıyla ele aldıkları bu çalışmada; kompost uygulamasının toprak organik madde içeriğini üç yıl süresince % 3.18'den % 3.89'e kadar artırdığını ve kompost uygulamadan önce 5.37 olan toprak pH'sının, uygulamadan sonra 5.61'e yükseldiğini bildirmişlerdir.

Ferreras ve ark., (2006), bazı organik materyallerin toprak organik madde içeriği ve agregat stabilitesine etkisini araştırdıkları bu çalışmada, katı ev atığı (HSW), at-tavşan gübresi karışımını (HRM) 10 mg ha⁻¹, tavuk gübresini (CM) 20 mg ha⁻¹ olarak uygulamışlardır. Araştırma sonucunda; stabil toprak agregatları 20 mg ha⁻¹ dozunda her materyal uygulamasında önemli ölçüde (P<0.05) yüksek çıkmıştır.

Marinari ve ark., (2006), İtalya'da biri organik, diğeri geleneksel tarım metotlarıyla yönetilen iki arazide, bu iki tarım sisteminin toprak kalite indikatörlerine etkilerini

belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında; toprak kalite indikatörleri olarak seçilen kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri 5-20 cm ve 20-35 cm toprak derinliğinde olmak üzere ölçmüşler, organik yönetim altındaki arazinin önemli oranda daha iyi toprak besin içeriği ve mikrobiyolojik ortamına sahip olduğunu saptamışlardır. Ayrıca araştırmacılar, artan miktarlarda toplam azot, nitrat, yarayışlı fosfor, mikrobiyal biyokütle içeriği, enzim aktivitesi (asit fosfataz, proteaz ve dehidrogenaz) ve toplam organik karbon tespit etmişlerdir.

Özenç ve ark., (2006)a, fındık zurufu kompostu, turba, çiftlik gübresi ve tavuk gübresini fındık bitkisine 0, 25, 50, 100, 150 ve 200 kg ocak⁻¹ oranında uygulamaya suretiyle gerçekleştirdikleri bu çalışmada; üç yıl süresince toprak pH'sı, yarayışlı fosfor içeriği ve toprağın katyon değişim kapasitesindeki değişimi izlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda; tavuk ve çiftlik gübresi uygulamalarının toprak pH'sı ve yarayışlı fosfor içeriği üzerinde en fazla etkili, zuruf kompostu ve turba materyallerinin ise bu özellikler üzerinde en az etkili uygulamalar olduğu ifade edilmiştir.

Özenç ve ark., (2006)b, fındık yetiştirilen yerlerin toprak özellikleri, verim ve kalitesi üzerine fındık zurufu kompostu, turba, çiftlik gübresi, tavuk gübresinin etkilerini araştırdıkları bu çalışma sonucunda; fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine organik madde uygulamasını etkilerinin ilk yıl ikinci yıldan daha açık görüldüğünü, tavuk gübresi ve çiftlik gübresinin temelde kimyasal toprak özelliklerini etkilerken, fındık zurufu kompostu ve turbanın genellikle fiziksel toprak özelliklerini daha fazla etkilediğini bildirmişlerdir.

Chivenge ve ark., (2011), farklı kalitede organik kaynaklar ve azotlu gübreler ile agregat dinamikleri, toprak organik karbonu ve toprak azotu arasındaki ilişkileri araştırdıkları bu çalışmada; *Tithonia diversifolia* (yüksek kalite), *Calliandra calothyrsus* (orta kalite) ve *Zea mays* (mısır; düşük kalite) türlerine kontrol uygulamasına göre 4 Mg ha⁻¹ olacak şekilde C uygulamışlardır. Her bitkiye 120 kg N ha⁻¹ olacak şekilde (NH₂)₂CO uygulanmış ya da hiç gübre uygulanmamıştır (kontrol). Toprak örneklerini 1., 2., 5. ve 8. aylarda almışlardır. Çalışmada 4 farklı agregat boyutu fraksiyonunda ve toprakların tamamında organik karbon ve azot analizleri yapmışlardır. Araştırma sonucunda; toprağa organik materyal eklenmesinin kontrole göre ve yalnız azot gübrelemesine göre toprak agregasyonunu, toprak organik karbonunun tamamını ve toprak azotunu artırdığını, farklı kalitede organik kaynaklar

arasında toprak organik karbon ve azot içeriği bakımından farklılık olmadığını belirtmişlerdir.

Wei ve ark., (2011), çeltik arazisinde, uzun dönem gübre denemesine dayalı agregat boyutundaki fraksiyon üzerinde suya dayanıklı agregatların (WSA) büyüklük dağılımı ve toprak karbon, azot ve fosfor konsantrasyonunu araştırdıkları bu çalışma sonucunda; en büyük suya dayanıklı agregatların (>5 mm) en fazla oranda (% 38.3), en küçük suya dayanıklı agregatların (<0.25 mm) ikinci sırada (% 23.3) bulunduğunu bildirmişlerdir. Yine organik materyal uygulamasının suya dayanıklı agregatların ortalama ağırlık çapında artışa neden olduğu ve suya dayanıklı büyük agregatların (>2 mm) oranını artırdığı ve suya dayanıklı küçük agregatların (<1 mm) oranını azalttığı saptanmıştır.

Mahmoud ve ark., (2012), zeytin katı atığınının 5-15 yıl süresince toprak agregat stabilitesini artırdığını belirtmişlerdir.

Namazov ve Babayev, (2013), geleneksel tarımdan organik tarıma çevrilen bir arazide üç yıl süreyle yürüttükleri bu çalışmada 8 farklı uygulama (1. kontrol, 2. konvansiyonel, 3. sığır gübresi, 20 t ha⁻¹; 4. sığır gübresi, 30 t ha⁻¹; 5. çiftlik gübresi, 10 t ha⁻¹; 6. çiftlik gübresi 15 t ha⁻¹; 7. humus 3 t ha⁻¹; 8. humus 5 t ha⁻¹) seçmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre; organik gübre uygulaması ile toprakta yüksek kalite elde etmenin ve sürdürülebilir üretim yapmanın mümkün olduğu belirlenmiştir.

Yan-jun ve ark., (2014), farklı gübre uygulamalarının toprak organik karbonu ve suya dayanıklı agregatlara etkisini 23 yıl boyunca araştırdıkları bu araştırma sonucunda; toprakta organik karbon konsantrasyonu ve suya dayanıklı agregatlarda organik karbon konsantrasyonu kontrole göre artmıştır. Toprak organik karbon kazanımı ve organik karbon girdisi arasında pozitif korelasyon ($r=0.92$, $P<0.05$) bulunmuştur. <2 mm boyutundaki suya dayanıklı agregatlardaki organik karbon miktarı organik karbon girdisi ile artmıştır. < 0.053 mm boyutlu suya dayanıklı agregat fraksiyonununun 0.25-2 mm boyutundaki suya dayanıklı agregat fraksiyonlarından 1.2 kat ve 0.053-0.25 mm aralığındaki suya dayanıklı agregat fraksiyonlarından ise 2.6 kat daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Mondal ve ark., (2015), Hindistan Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde belediye kanalizasyon atığınının börülce-buğday ekim sisteminde kumlu tınlı bir toprağın fiziksel

kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine kısa dönem etkisini araştırmışlardır. Çalışmada toprağa % 100 NPK (azot, fosfor, potasyum) ve 5, 10, 15 t ha⁻¹ kanalizasyon atığı uygulamışlardır. Çalışma sonucunda; yüzey toprağında hacim ağırlığı yaklaşık % 21 civarında azalmış, ortalama ağırlık çap, porozite, dehidrogenaz aktivitesi ve mikrobiyal biyomas karbon miktarı artmıştır. Organik karbon ile agregatlar, mikroagregatlara (<0.25 mm) göre makroagregatlar ile (>0.25 mm) daha fazla birleşmiştir. Kanalizasyon atığında 15 t ha⁻¹ uygulamasının, üst 15 cm'lik yüzey toprağında en belirgin etkiyi ürettiğini belirtmişlerdir.

Pan ve ark., (2015), buğday-mısır rotasyonunda her mevsim bitkiye saman atığı (SA), biyogaz atığı (BA), mantar atığı (MA), şarap atığı (ŞA), domuz gübresi (DG), mineral gübre (MG) ve kontrol uygulaması yaptıkları bu çalışmalarında; organik materyalleri karbona eşit değerde ve 150 kg ha⁻¹ N, 26 kg ha⁻¹ P ve 124 kg ha⁻¹ K oranında mineral gübreler ile birleştirmişlerdir. Toprakta organik karbon, azot, suya dayanıklı agregatlar ve agregatlarla birleşen organik karbon ve azot miktarını araştırdıkları bu çalışma sonucunda; toprağa organik materyal ilavesinin toprak agregatlaşmasını ve stabilitesini artırdığı saptanmıştır. Yine toprak makroagregat oranının % 14, mikroagregat oranının % 3 ve ortalama ağırlıklı çapın yaklaşık % 20 oranında arttığı ve toprak organik karbonunun sırasıyla en fazla DG > ŞA > MA > BA > SA > kontrol > MG ve en yüksek azot içeriğinin ise ŞA > DG > MA > BA > SA > MG > kontrol uygulamalarında bulunduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Bu tez çalışmasında, materyal olarak 119O698 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında hazırlanan atık fındık zurufunun mikrobiyal biyoteknolojik yöntemlerle elde edilen kompostu kullanılmıştır. Arazi denemesi şeklinde iki farklı lokasyonda, başka bir ifadeyle iki farklı toprak tekstürüne sahip arazide (Akçatepe Mahallesi ve Cumhuriyet Mahallesi), yürütülen bu çalışmada; atık fındık zurufu kompostunun farklı uygulama dozları, toprakların organik madde içeriklerini 0 (kontrol), % 0.5 (1,25 ton da⁻¹), % 1 (2,5 ton da⁻¹), % 2 (5 ton da⁻¹), % 3 (7,5 ton da⁻¹) ve % 4 (10 ton da⁻¹) oranında artıracak şekilde, 23 Kasım 2012'de Akçatepe ve Cumhuriyet Mahallesi'nde fındık ocaklarına halka biçiminde 50-60 cm genişlikteki banda olacak şekilde ve 10-15 cm toprak derinliğinde çapalanmak suretiyle toprakla nispeten tekdüze karıştırılmak suretiyle uygulanmıştır.

Toprak tekstürü killi tın (CL) olan arazi, Ordu ili Akçatepe Mahallesi'nde bir fındık bahçesi ve tekstürü kumlu tın (SL) olan arazi ise, Ordu ili Cumhuriyet Mahallesi'nde bir fındık bahçesidir. (Şekil 3.1.1)



Şekil 3.1.1. Cumhuriyet Mahallesi (solda) ve Akçatepe Mahallesi (sağda) deneme arazileri

İlkbahar (I, 31 Mart 2013), yaz (II, 30 Haziran 2013), sonbahar (III, 01 Ekim 2013) ve kış (IV, 31 Aralık 2013) mevsimlerinde olmak üzere dört farklı örnekleme zamanı bir faktör olarak seçilmiştir. Denemeler, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüş ve bu durumda toplam deneme büyüklüğü, $2 \times 6 \times 4 \times 3 = 144$ olmuştur.

3.1.2. Deneme Arazilerinin Toprak Özellikleri

Deneme arazilerindeki topraklara atık fındık zürufu kompostu uygulanmadan önce alınan toprak örneklerinde, bazı fiziko-kimyasal toprak özellikleri belirlenmiş ve Çizelge 3.1.2.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1.2.1. Akçatepe ve Cumhuriyet arazilerine ait bazı fiziko-kimyasal toprak özellikleri

Analiz	Cumhuriyet Mah. (Ordu ili)	Akçatepe Mah.(Ordu ili)
Koordinat	37T 413523 E; 4537029 N	37T 411638 E; 4534765 N
% kum	76,14	33,55
Tekstür % silt	9,62	27,86
% kil	14,24	38,59
Tekstür sınıfı	Kumlu tın (SL)	Killi tın (CL)
Toprak reaksiyonu-pH (1/2.5)	6,23	6,69
Elektriksel İletkenlik (dS m ⁻¹) (1/2.5)	0,04	1,43
Kireç kapsamı (CaCO ₃), %	0,87	5,23
Organik madde, %	1,41	2,58
Toplam N, %	0,113	0,196
Alınabilir P, mg kg ⁻¹	7,21	15,39
Değişebilir Na, cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	0,189	0,326
Değişebilir K, cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	0,219	0,444
Değişebilir Ca, cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	13,08	39,90
Değişebilir Mg, cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	3,97	1,26

Kumlu tın tekstüre sahip Cumhuriyet deneme arazisi dikkate alındığında; deneme alanı toprakları hafif asit reaksiyona sahip, elektriksel iletkenlik değeri oldukça düşük olup, tuzluluk problemi bulunmamaktadır. Kireç (CaCO₃) içeriği çok düşük seviyededir. Yine bu arazideki toprakta; organik madde içeriği, toplam azot içeriği ve alınabilir fosfor içeriği düşük seviyededir. Değişebilir sodyum ve değişebilir potasyum içeriği düşük seviyede, değişebilir magnezyum ve değişebilir kalsiyum içeriği ise yüksek seviyededir.

Killi tın tekstüre sahip Akçatepe deneme arazisi toprağı dikkate alındığında; nötr toprak reaksiyonuna sahip olduğu ve elektriksel iletkenlik değerinin tuzsuz sınıfına işaret edecek şekilde düşük olduğu söylenebilir. Kireç içeriği (CaCO₃) orta seviyededir. Akçatepe deneme arazisi toprağının organik madde içeriği, toplam azot içeriği, alınabilir fosfor içeriği orta seviyededir.

3.2. Metot

Denemelerde, mikrobiyal biyoteknolojik teknikle kompostlanmış atık fındık zurufu ile bunun artan dozları karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3.2.1. Arazi denemelerine ait plan

Lokasyonlar	Atık Fındık Zurufu Kompostu Uygulama Dozları		
	I. Tekerrür	II. Tekerrür	III. Tekerrür
Cumhuriyet (SL)	0 (kontrol)	0 (kontrol)	0 (kontrol)
	1.25 t da ⁻¹	1.25 t da ⁻¹	1.25 t da ⁻¹
	2.5 t da ⁻¹	2.5 t da ⁻¹	2.5 t da ⁻¹
	5 t da ⁻¹	5 t da ⁻¹	5 t da ⁻¹
	7.5 t da ⁻¹	7.5 t da ⁻¹	7.5 t da ⁻¹
	10 t da ⁻¹	10 t da ⁻¹	10 t da ⁻¹
Akçatepe (CL)	0 (kontrol)	0 (kontrol)	0 (kontrol)
	1.25 t da ⁻¹	1.25 t da ⁻¹	1.25 t da ⁻¹
	2.5 t da ⁻¹	2.5 t da ⁻¹	2.5 t da ⁻¹
	5 t da ⁻¹	5 t da ⁻¹	5 t da ⁻¹
	7.5 t da ⁻¹	7.5 t da ⁻¹	7.5 t da ⁻¹
	10 t da ⁻¹	10 t da ⁻¹	10 t da ⁻¹

Kompostlanmış atık fındık zurufu uygulanan deneme arazilerinden, kompostun uygulandığı 23 Kasım 2012 tarihten itibaren üçer aylık dönemlerde I, 31 Mart 2013; II, 30 Haziran 2013; III, 01 Ekim 2013 ve IV, 31 Aralık 2013 tarihinde olmak üzere dört kez alınan toprak örneklerinde çalışma kapsamında seçilen toprak kalite göstergeleri laboratuvar analizlerinden elde edilen veriler dikkate alınarak izlenmiştir.

3.2.1. Toprak Örneklerinde Yapılan Analizler ve Uygulama Metotları

Araziden alınan toprak örnekleri, hava kuru hale gelinceye kadar gölgede temiz bir zemin üzerinde bekletilmiş, kalın bitkisel artıkları ve kaba kısımları temizlendikten sonra 2 mm elek açıklığına sahip bir test eleğinden geçirildikten sonra analiz sıraları gelinceye kadar kapalı kutularda muhafaza edilmiştir.

3.2.1.1. Toprak reaksiyonu (pH):

Toprakların pH değerleri 1:2.5 oranındaki toprak:saf su (w/v) karışımının iki saat süreyle mekanik bir çalkalayıcıda çalkalanması ve bir midedet bekleme süresi sonunda, nispeten berraklaşan kısımda cam elektrotlu pH-metre ile ölçülmesi suretiyle elde edilmiştir (Bayraklı, 1987).

3.2.1.2. Elektriksel İletkenlik (EC) :

Toprakların EC değerleri, pH ölçümü için hazırlanan 1:2.5 oranındaki toprak:saf su (w/v) süspansiyonlarında elektriksel iletkenlik aleti ile ölçülmüştür (Bayraklı, 1987).

3.2.1.3. Organik madde:

Toprakların organik madde kapsamları, Walkey-Black yaş yakma yöntemi izlenerek titrimetrik olarak belirlenmiş ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Kacar, 1994).

3.2.1.4. Toplam N :

Kjeldahl yöntemi ile (Rowell, 1996)'ya göre belirlenmiştir.

3.2.1.5. Agregat Stabilitesi :

“Islak eleme” yöntemi ile izlenerek, çapları 1-2 mm arasında olan toprak fraksiyonları, 0.250 mm elek açıklığına sahip bir elek üzerine aktarılmış, bu elek, “Yoder tipi” ıslak eleme aletine bağlanmış, elek içeriği 5 dakika su içerisinde ıslatılmış ve 5 dakika da su içerisinde elenmiştir. Elek üzerinde kalan suya dayanıklı agregatlar miktarı, gerçek toprak agregatlar mikarına oranlanarak agregat stabilitesi değerleri % olarak ifade edilmiştir (Demiralay, 1993).

3.2.1.6. Hacim Ağırlığı :

Araziden doğal durumdaki topraklardan bozulmamış örnek alma silindirleri kullanılarak alınan birim hacimdeki toprağın fırın kurusu ağırlığı $g\ cm^{-3}$ olarak ifade edilmiştir (Demiralay, 1993).

3.2.1.7. Mikrobiyal biyomass-C:

Anderson ve Domsch (1978) tarafından bildirildiği şekilde yapılmıştır.

3.2.1.8. Toprak Solunumu (CO₂) :

Anderson (1982) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir.

3.2.1.9. Değişebilir Na, K, Ca, Mg :

Toprak örnekleri 1 N nötr NH₄OAc ile ekstrakte edilmiş, değişebilir Na ve K fleymfotometre ile Ca ve Mg ise EDTA ile titrimetrik olarak saptanmıştır (Sağlam, 1997).

3.2.1.10. Tarla Kapasitesi :

Toprak örneklerinin tarla kapasitesindeki (1/3 atmosfer) rutubet içerikleri (%) olarak “basınç tablalı toprak nemi tayin cihazı” nda belirlenmiştir. (Çepel 1985, Kantarcı 2000).

3.2.1.11. Solma Noktası :

Toprak örneklerinin solma noktasındaki (15 atmosfer) rutubet içerikleri (%) olarak “basınç tablalı toprak nemi tayin cihazı”nda belirlenmiştir. (Çepel 1985, Kantarcı 2000).

3.2.1.12. Hidrolik İletkenlik :

Doygun toprak sütunlarında, sabit su seviyeli permeabilite yöntemi takip edilerek saptanmıştır (Demiralay, 1993).

3.2.1.13. İstatistiksel Analizler :

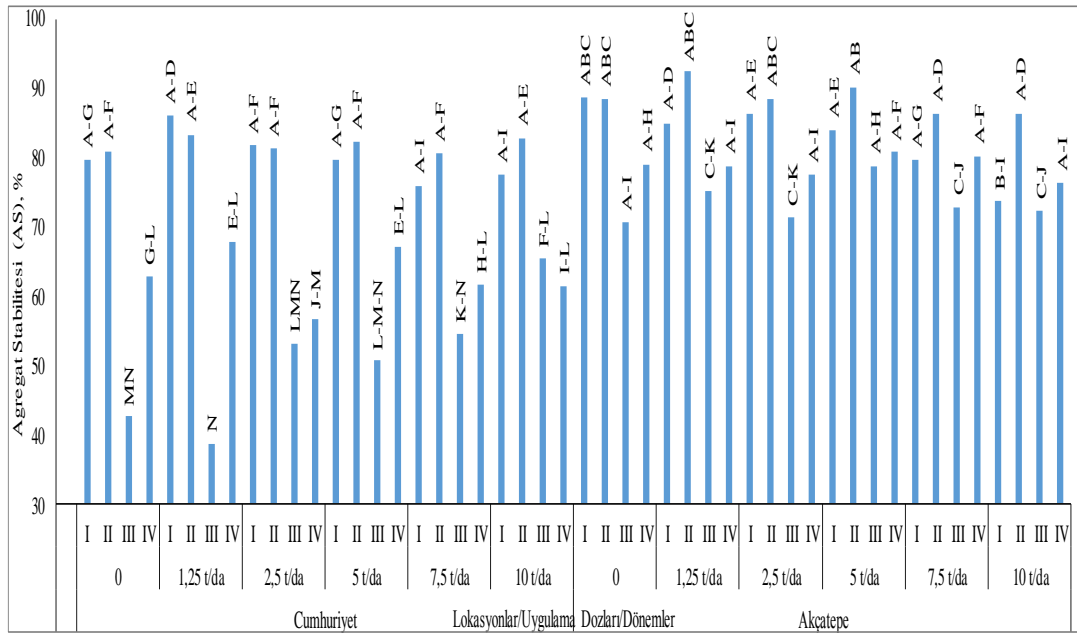
Denemeler sonunda elde edilen bulgulara ait istatistiksel değerlendirmeler (tanımlayıcı istatistikler, varyans analizleri, çoklu karşılaştırmalar), Minitab 17.1 bilgisayar paket programı yardımıyla yapılmıştır. Çoklu karşılaştırmalarda, varyans analizi sonuçlarına göre Tukey testi kullanılmıştır (Minitab Inc., 2013).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Toprak Fiziksel Özellikleri

4.1.1. Agregat Stabilitesi

Agregat stabilitesi, toprakların su karşısında gösterdikleri dayanıklılığın ve erozyona duyarlılığın değerlendirilmesinde kullanılacak iyi bir toprak kalite göstergesidir. Toprak strüktürünün sürdürülebilirliğinin sağlanmasında, agregatların su ve rüzgar karşısında stabiliteilerinin artırılması hedeflenir. Akçatepe ve Cumhuriyet deneme arazilerinden dört ayrı tarihte alınan toprak örneklerinden elde edilen agregat stabilitesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları EK 1. de verilmiştir. Çalışma kapsamında değerlendirildiğinde; atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının, örnekleme zamanlarının ve toprak tekstürünün toprakların agregat stabiliteileri üzerine etkisi, istatistiksel anlamda $P < 0.05$ düzeyinde önemli olmuştur (Şekil 4.1.1.1).



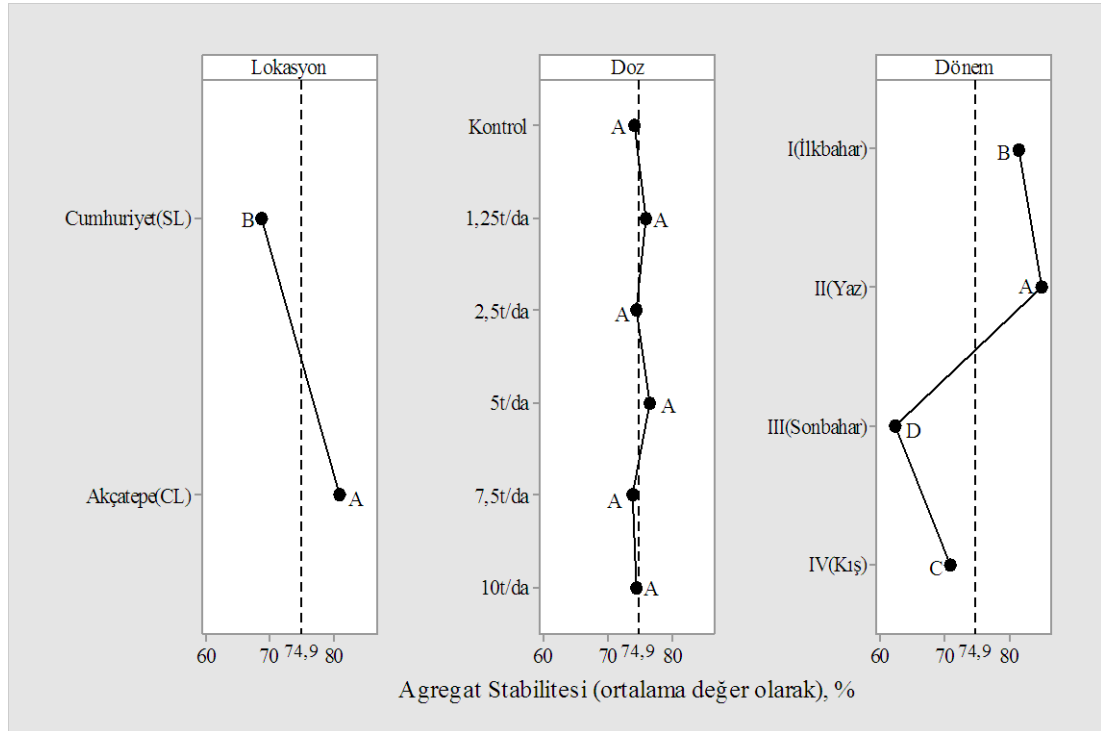
Şekil 4.1.1.1 Lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun agregat stabilitesi üzerine etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.05$ düzeyinde önemlidir)

Örnekleme zamanları dikkate alındığında; agregat stabilitesi değerleri kumlu tın ve killi tın tekstüre sahip deneme arazilerinde I. örnekleme zamanı olan ilkbahar mevsiminden IV. örnekleme zamanı olan kışa doğru düzenli bir azalma seyri göstermiştir Toprak agregatlaşması birbirine yakın toprak taneleri arasındaki

bağlardan daha güçlü bağlarla bir arada tutulan toprak parçacıklarından meydana gelen doğal bir küme ya da grubu ifade etmektedir (Martin ve ark., 1955). Toprak aegatlarının oluşumu organik ve inorganik materyallerin bağlayıcı etkilerinden kaynaklanmaktadır. Silikat killeri, kalsiyum karbonat ve seskioksitler humustan daha az bağlayıcı özellikte olan, toprak tanelerini birbirine bağlayan çimentolayıcı parçacıklardır (Koorevar ve ark., 1983).

Toprak tekstürleri dikkate alındığında; killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Akçatepe) elde edilen ortalama agregat stabilitesi değeri (% 80.93), kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Cumhuriyet) elde edilen agregat stabilitesi değerinden (% 68.90) daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.1.1.2).

Atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının agregat stabilitesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (EK 1).



Şekil 4.1.1.2. Agregat stabilitesi üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.01$ düzeyinde önemlidir)

Örnekleme zamanları dikkate alındığında; kumlu tın ve killi tın tekstüre sahip deneme arazilerinden alınan örneklerden elde edilen sonuçlara göre; en yüksek agregat stabilitesi değeri (% 85.23) II. örnekleme döneminde (yaz mevsimi), en düşük değeri

de (% 62.16) III. örnekleme döneminde (sonbahar mevsimi) elde edilmiştir (Şekil 4.1.1.2) ve agregat stabilitesinin ortalama değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).

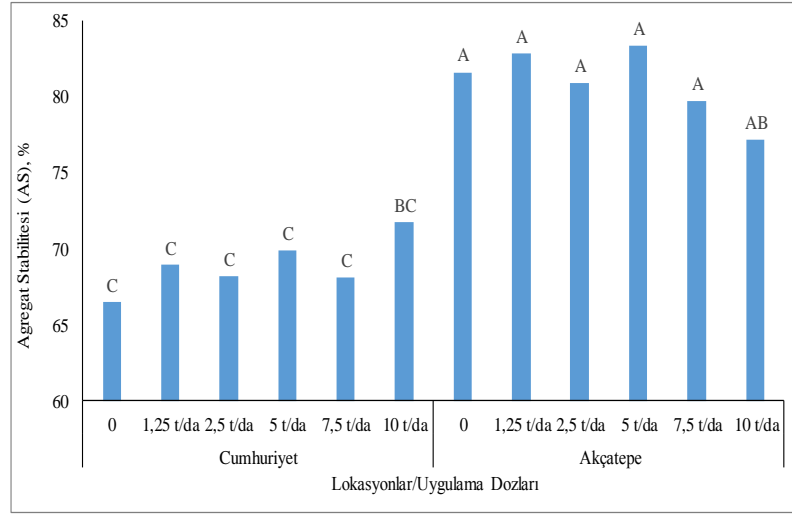
En yüksek agregat stabilitesi değerinin killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde elde edilmesi, atık fındık zurufu kompostunun bu deneme arazisinde kil miktarının fazlalığından kaynaklanmış olabilir. En düşük agregat stabilitesi değerinin kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde elde edilmesi deneme arazisinde makroagregatların oluşumunda ve dayanıklılıklarının artmasında kilin aktif olarak rol almasına bağlanabilir. Killer sahip oldukları negatif yükler sayesinde toprak parçacıklarını birbirine bağlayarak kümeleşmesine ve agregatların oluşmasını sağlar. Benzer şekilde Barthes ve ark., (2008), toprakta makroagregat oranı ve kaba kum içeriği arasında negatif ilişki bulunurken, makroagregat oranı ve kil içeriği ile ince silt içeriği arasında pozitif yönde ilişki bulunduğunu belirtmiştir.

Örnekleme zamanları dikkate alındığında elde edilen agregat stabilitesi değerlerinin azalması organik maddenin parçalanmasından kaynaklanmış olabilir. Benzer şekilde Aoyama ve Kumakura (2001), hayvan gübresi uygulaması ile toprakta organik madde miktarının artışının makroagregat oluşumuna neden olduğunu bildirmiştir. Diğer bir çalışmada, Zhang ve ark., (2014); topraklara mısır atığı uygulamasının topraklarda makroagregat (> 2 mm) oranını artırdığını belirtmiştir.

Chen ve ark., (2014), yaptıkları çalışmada biochar uygulamasının toprağın 0-15 cm'lik üst tabakasında agregat stabilitesini kontrol uygulamasına göre önemli derecede artırdığını belirtmiştir. Bidisha ve ark., (2010), topraklara çiftlik gübresi ($30 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ ve $60 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$) ve mineral gübre uygulamasıyla makro agregat oranında en az artışın kontrol uygulamasında en fazla artışın 60 t ha^{-1} çiftlik gübresi uygulamasında meydana geldiğini bildirmiştir. Buna karşı mikroagregat oranında en az artışın 60 t ha^{-1} çiftlik gübresi uygulamasında en fazla artışın kontrol uygulamasında meydana geldiğini belirtmiştir.

Toprak tekstürü ve atık fındık zurufu kompostunun uygulama dozlarının ikisi bir arada değerlendirildiğinde başka bir ifadeyle; lokasyon x atık fındık zurufu kompostu uygulama dozu interaksyonunda en yüksek agregat stabilitesi değeri (% 83.36) Akçatepe deneme arazisinde (CL) 5 t da^{-1} fındık zurufu kompostu uygulama dozundan elde edilmiş, en düşük agregat stabilitesi değeri ise (% 66.51) Cumhuriyet deneme

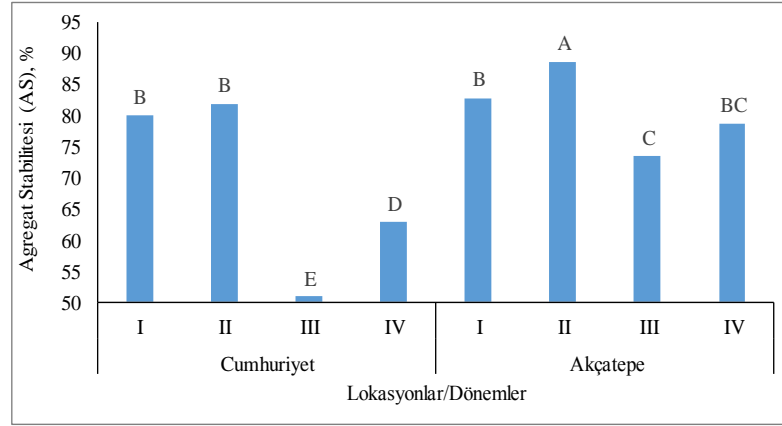
arazisinde (SL) kontrol uygulamasından elde edilmiş (Şekil 4.1.1.3) ve ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.



Şekil 4.1.1.3. Lokasyonlar x uygulama dozları interaksiyonunun agregat stabilitesi üzerine etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir)

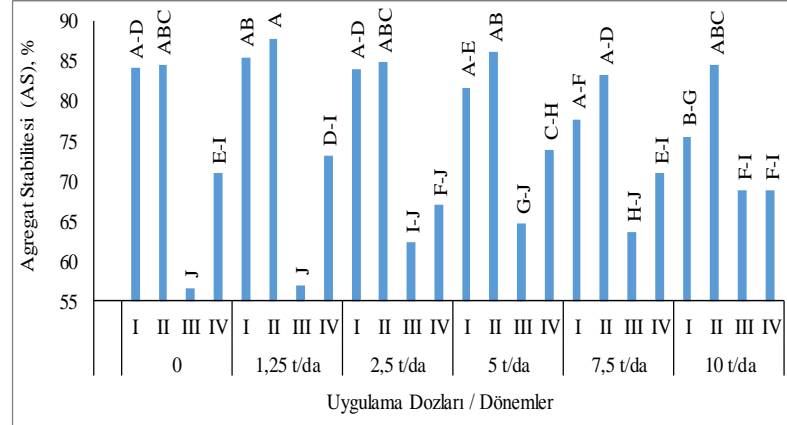
Lokasyon x uygulama dozu interaksiyonunda elde edilen agregat stabilitesi değerinin Akçatepe deneme arazisinde en yüksek bulunması deneme arazisinin yüksek kil içeriğine sahip olmasından kaynaklanmış olabilir. Toprağın sahip olduğu yüksek kil içeriği organik maddenin parçalanmasını geciktirmiş ve agregat oluşumunu artırmış olabilir.

Lokasyon x dönem interaksiyonunda en yüksek agregat stabilitesi değeri (% 88.62) Akçatepe deneme arazisinde II. örnekleme döneminde (yaz mevsiminde) elde edilmiş, en düşük agregat stabilitesi değeri (% 50.84) Cumhuriyet deneme arazisinde III. örnekleme döneminde (sonbaharda) elde edilmiş (Şekil 4.1.1.4) ve bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).



Şekil 4.1.1.4. Agregat stabilitesi üzerine lokasyonlar x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Uygulama dozu x dönem interaksiyonunda en yüksek agregat stabilitesi değeri (% 87.83) 1.25 t da⁻¹ uygulama dozunda ve II. örnekleme döneminde, en düşük agregat stabilitesi değeri de (% 56.63) kontrol uygulaması ve III. örnekleme döneminde elde edilmiştir (Şekil 4.1.1.5) ve bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli ($P<0.01$) bulunmuştur (EK1).

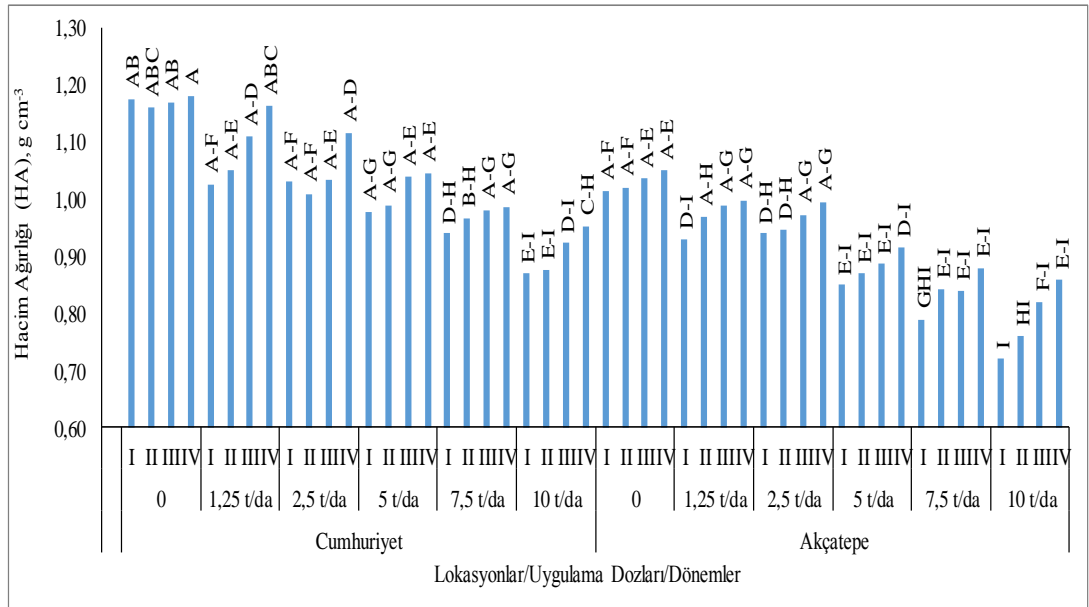


Şekil 4.1.1.5. Agregat stabilitesi üzerine atık fındık zuru kompostu uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Benzer şekilde Yang-Chun ve ark., (2013), topraklara uzun dönem kimyasal ve organik gübre uygulamasıyla toprak makro agregat oranı büyük oranda artarken toprakta mikroagregat oranının azaldığını bildirmiştir.

4.1.2. Hacim Ağırlığı

Bitkisel üretimde toprak sıkışmasının en önemli göstergelerinden biri olan hacim ağırlığı, toprak kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan veri setlerinde mutlaka yer alması gereken ve kısa sürede belirlenebilen toprak fiziksel özelliğidir. Hacim ağırlığı parametresi sulama ve drenaj projelerinde proje elemanı olarak mutlaka belirlenmesi gereken bir göstergedir. Örnekleme zamanları dikkate alındığında; hacim ağırlığı değerleri kumlu tın ve killi tın tekstüre sahip deneme arazilerinde I. dönemden IV. döneme düzenli artış göstermiştir. Atık fındık zurufu kompostu uygulama dozları dikkate alındığında, hacim ağırlığı değerleri fındık zurufu kompostu uygulama dozları ile düzenli azalma göstermiş ancak bu azalma istatistiksel anlamda önemli olmamıştır (Şekil 4.1.2.1).



Şekil 4.1.2.1. Lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun hacim ağırlığı üzerine etkisi (Ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir)

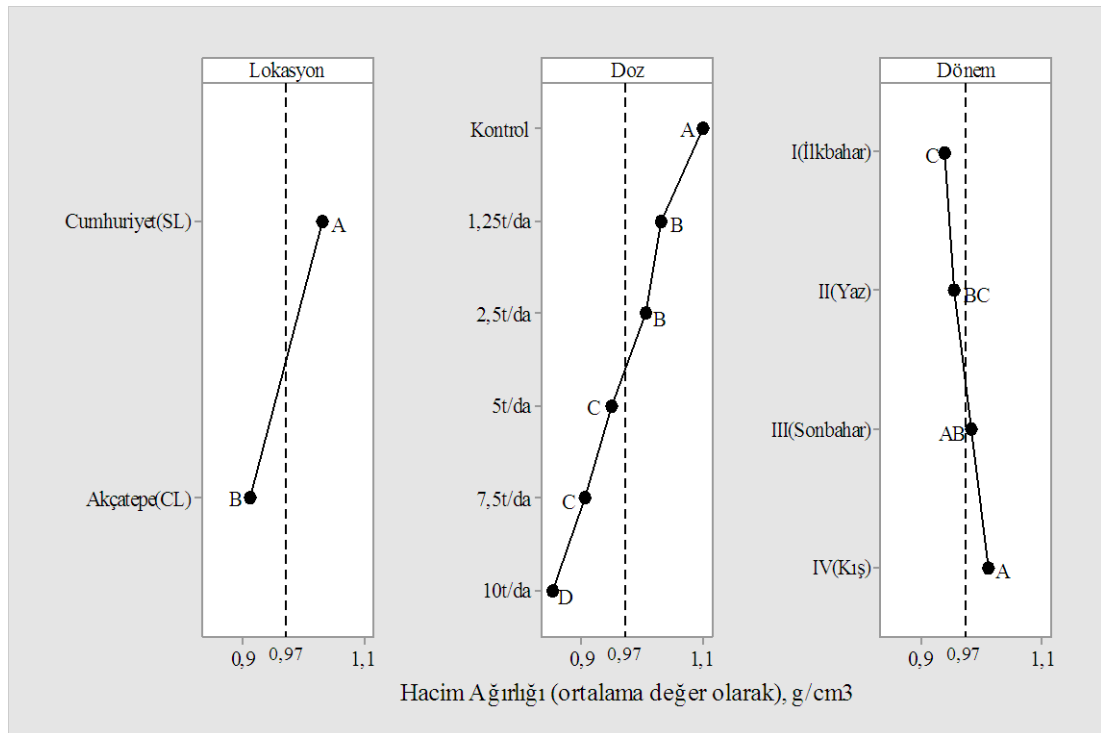
Akçatepe ve Cumhuriyet deneme arazilerinden 4 farklı dönemde alınan toprak örneklerinden elde edilen hacim ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları EK 2’de verilmiştir.

Toprakların tekstürü dikkate alındığında; kumlu tın (SL) tekstüre sahip deneme arazisinde ortalama hacim ağırlığı değeri (1.03 g cm^{-3}), killi tın (CL) tekstüre sahip deneme arazisindeki hacim ağırlığı değerinden (0.91 g cm^{-3}) daha yüksek bulunmuştur

(Şekil 4.1.2.2) ve bu ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli olarak nitelendirilmiştir ($P<0.01$).

Fındık zurufu kompostu uygulama dozları dikkate alındığında; en yüksek hacim ağırlığı (1.1 g cm^{-3}) kontrol uygulamasında, en düşük hacim ağırlığı ise (0.85 g cm^{-3}) 10 t da^{-1} uygulama dozunda elde edilmiştir (Şekil 4.1.2.2) ve bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Örnekleme zamanları dikkate alındığında, Cumhuriyet ve Akçatepe deneme arazilerinden alınan topraklarda en yüksek hacim ağırlığı değeri (1.01 g cm^{-3}) IV. örnekleme döneminde (kış mevsimi), en düşük hacim ağırlığı değeri (0.94 g cm^{-3}) ise I. örnekleme döneminde (ilkbahar mevsimi) bulunmuş ve ortalama hacim ağırlığı değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak çok önemli ($P<0.01$) olarak nitelendirilmiştir (Şekil 4.1.2.2).



Şekil 4.1.2.2. Toprak hacim ağırlığı üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Chaudhari ve ark., (2013), toprakların kil ve silt içeriği ile hacim ağırlığı değerleri arasında önemli bir negatif ilişki saptamışlar ve toprakların kum içeriği ile hacim ağırlığı arasında yüksek derecede pozitif ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

En yüksek hacim ağırlığı değerlerinin kontrol uygulamalarında elde edilmesi, kontrol topraklarının daha sıkışmış yapıda olmasından, en düşük hacim ağırlığı değerlerinin ise atık fındık zurufu kompostunun 10 t da⁻¹ uygulama dozunda elde edilmesi, toprak gözenekliliğinin artması ve birim hacimdeki toprak ağırlığının azalmasından kaynaklanmış olabilir. Toprakta organik madde miktarı arttıkça toprağın toplam gözeneklilik oranı artmakta ve toprak hacim ağırlığı azalmaktadır. Benzer şekilde Celik ve ark., (2004), yaptıkları bir çalışma sonucunda, kompost ve ahır gübresi uygulamalarının toprak hacim ağırlığını önemli oranda azalttığını bildirmişlerdir.

Soane, (1990), toprak sıkışmasının engellenmesinde organik maddenin birçok olumlu etkisi olduğunu belirtmiştir. Ayrıca toprak sıkışması ile toprakta organik madde içeriği ve hava dolu gözenekler arasında doğrusal bir ilişki olduğunu belirtmiştir.

Lokasyon x uygulama dozu interaksiyonunda en yüksek hacim ağırlığı (1.17 g cm⁻³) kumlu tın tekstüre sahip toprakta kontrol uygulamasında, en düşük hacim ağırlığı (0.79 g cm⁻³) killi tın tekstüre sahip toprakta 10 t da⁻¹ dozunda elde edilmiştir ancak bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (EK 2).

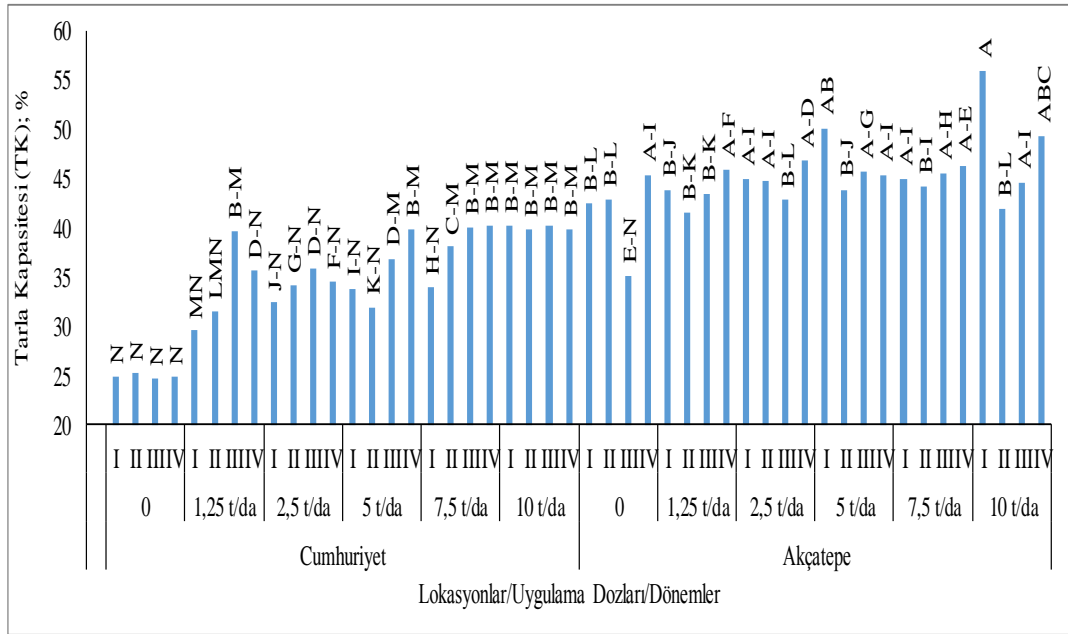
Lokasyon x dönem interaksiyonunda en yüksek hacim ağırlığı (1.07 g cm⁻³) kumlu tın tekstüre sahip toprakta IV. örnekleme döneminde (kış), en düşük ise (0.87 g cm⁻³) ise killi tın tekstüre sahip toprakta I. örnekleme döneminde (ilkbahar) elde edilmiş, ancak bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (EK 2).

Uygulama dozu x dönem interaksiyonunda en yüksek hacim ağırlığı (1.12 g cm⁻³) kontrol uygulaması IV. örnekleme döneminde (kış), en düşük hacim ağırlığı (0.80 g cm⁻³) 10 t da⁻¹ uygulama dozunda I. örnekleme (ilkbahar) döneminde elde edilmiş, ancak bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (EK 2)

Lokasyon x uygulama dozu x dönem interaksiyonunda en yüksek hacim ağırlığı (1.18 g cm⁻³) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde kontrol uygulaması IV. örnekleme döneminde, en düşük hacim ağırlığı (0.72 g cm⁻³) ise killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde 10 t da⁻¹ uygulama dozunda I. örnekleme döneminde elde edilmiştir ancak ortalama değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (EK 2).

4.1.3. Tarla Kapasitesi

Toprakların yerçekimine karşı tutabildiği suyu gösteren tarla kapasitesi, toprakların organik madde içeriklerinden ve tekstüründen önemli derecede etkilenir. Önemli toprak nem sabitelerinden biri olan tarla kapasitesi nem değeri, topraklarda bitki için yararlı olan suyun üst sınırını ifade etmektedir. Atık fındık zürufu kompostu uygulama dozları dikkate alındığında; tarla kapasitesinde tutulan nem içeriği kumlu tın ve killi tın tekstüre sahip deneme arazilerinde kontrol uygulamasından en yüksek uygulama dozuna doğru düzenli artış göstermiştir (Şekil 4.1.3.1).



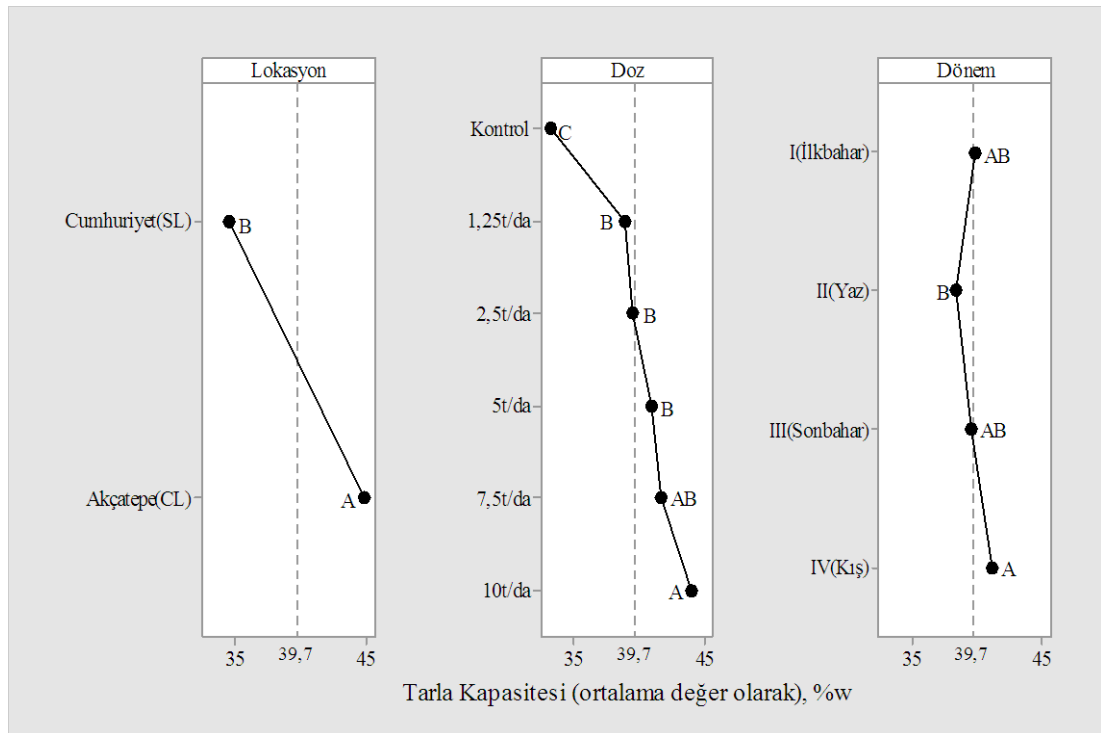
Şekil 4.1.3.1. Lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun tarla kapasitesi üzerine etkisi (Ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir)

Akçatepe ve Cumhuriyet deneme arazilerinden 4 farklı dönemde alınan toprak örneklerinden elde edilen tarla kapasitesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları EK 3'te verilmiştir.

Toprakların tekstürü dikkate alındığında; killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde elde edilen tarla kapasitesi (% 44.93), kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde elde edilen tarla kapasitesinden (% 34.53) daha yüksek olmuştur (Şekil 4.1.3.2) ve ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).

Tarla kapasitesi toprakta 1/3 atm basınç ile tutulan nem miktarını ifade etmektedir. Toprağı sahip olduğu tekstüre göre tarla kapasitesinde ve solma noktasında tutulan nem oranı farklılık göstermektedir.

Atık fındık zurufu kompostunun uygulama dozları arasında en yüksek tarla kapasitesi (% 44.05) 10 t da⁻¹ uygulama dozunda, en düşük tarla kapasitesi (% 33.20) ise kontrol uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 4.1.3.2) ve bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.01).



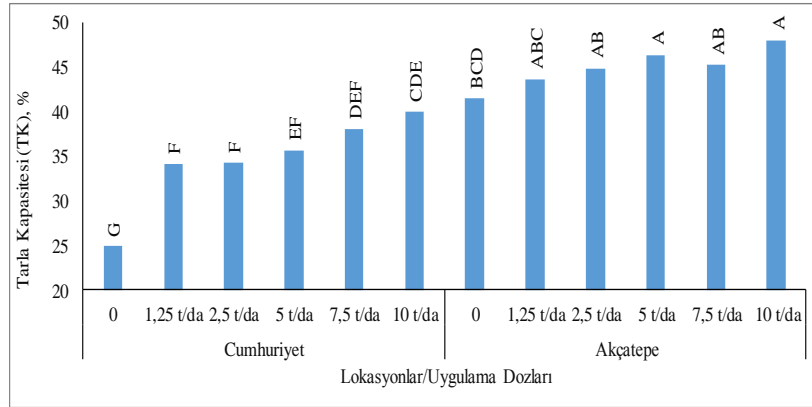
Şekil 4.1.3.2. Tarla kapasitesi üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar P<0.01 düzeyinde önemlidir)

En yüksek tarla kapasitesinin fındık zurufu kompostunun en yüksek uygulama dozunda elde edilmesi, fındık zurufu kompostunun su tutma kapasitesinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Örnekleme zamanları değerlendirildiğinde; en yüksek tarla kapasitesi değeri (% 41.21) IV. örnekleme döneminde (kış mevsiminde), en düşük tarla kapasitesi değeri ise (% 33.20) II. örnekleme döneminde (yaz mevsimi) elde edilmiş ve dönemler ortalamaya değerlere göre karşılaştırıldığında; tarla kapasitesi değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak çok önemli (P<0.01) bulunmuştur (Şekil 4.1.3.2).

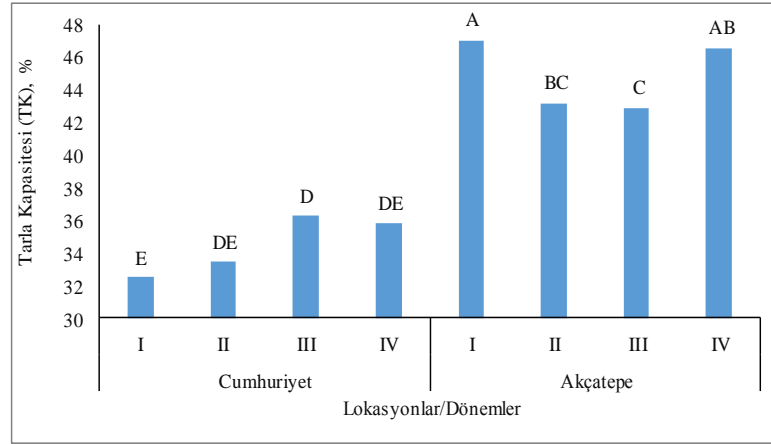
En yüksek tarla kapasitesi değerinin killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde elde edilmesi, deneme arazisi topraklarının fazla kil içermesi ve yüksek su tutma kapasitesine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. En düşük tarla kapasitesi değerinin kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde elde edilmesi, kumlu toprakların makropor oranının fazla ve su tutma kapasitelerinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

Lokasyon x uygulama dozu interaksyonunda en yüksek tarla kapasitesi (% 48.01) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Akçatepe) ve 10 t da⁻¹ uygulama dozunda, en düşük tarla kapasitesi (% 24.90) ise kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Cumhuriyet) kontrol uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 4.1.3.3) ve bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.01).



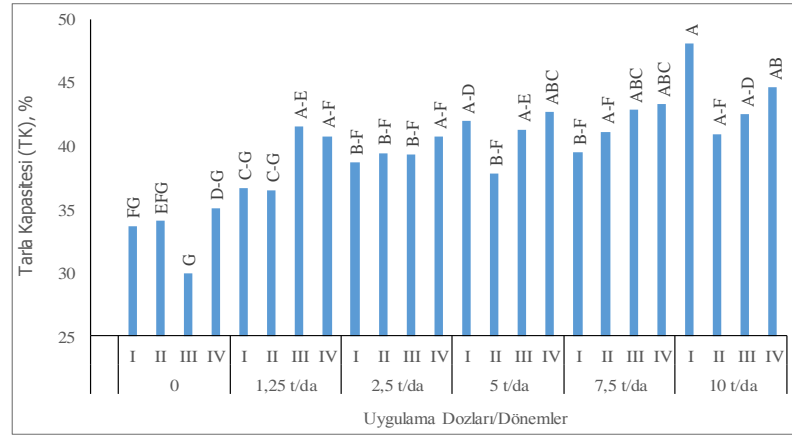
Şekil 4.1.3.3. Tarla kapasitesi üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar P<0.01 düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x dönem interaksyonunda en yüksek tarla kapasitesi değeri (% 47.04) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde I. örnekleme döneminde, en düşük tarla kapasitesi değeri (% 32.50) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde I. örnekleme döneminde elde edilmiştir (Şekil 4.1.3.4) ve bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (P<0.01)



Şekil 4.1.3.4. Tarla kapasitesi üzerine lokasyonlar x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Uygulama dozu x dönem interaksiyonunda en yüksek tarla kapasitesi (% 48.1) atık fındık zurufu kompostunun 10 t da^{-1} uygulama dozunda ve I. örnekleme döneminde (ilkbahar), en düşük tarla kapasitesi değeri ise (% 29.93) kontrol uygulaması ve III. örnekleme döneminde (sonbahar) elde edilmiş Şekil (4.1.3.5) ve bu değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.



Şekil 4.1.3.5. Tarla kapasitesi üzerine uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

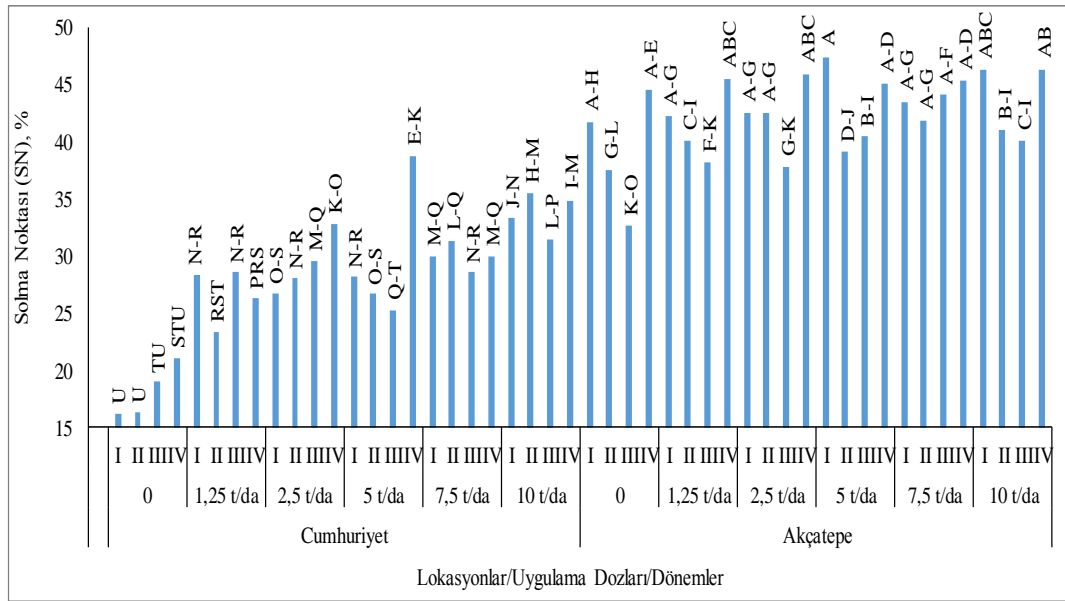
Lokasyon x uygulama dozu x dönem interaksiyonunun tarla kapasitesi üzerine etkisi değerlendirildiğinde; en yüksek tarla kapasitesi (% 55.93) killi tın tekstüre sahip arazide ve 10 t da^{-1} atık fındık zurufu uygulama dozunda ve I. örnekleme döneminde, en düşük tarla kapasitesi değeri ise (% 24.7) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde kontrol uygulaması ve III. örnekleme döneminde elde edilmiş, ancak

değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (EK 3, Şekil 4.1.3.1).

4.1.4. Solma Noktası

Solma noktası, toprakta 15 atm basınç ile tutulabilen nem miktarını ifade etmektedir. Toprakta tarla kapasitesi ve solma noktası arasında tutulan su miktarı, yarayışlı su kapasitesi olarak ifade edilmektedir. Tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri arasında tutulan sudan bitkiler etkin bir şekilde faydalanırlar. Ayrıca toprakta solma noktasında tutulan nem içeriği, toprak suyunun en alt seviyesini oluşturmaktadır.

Atık fındık zurufu kompostu uygulamaları, kontrol uygulamasından en yüksek uygulama dozuna doğru solma noktasındaki nem içeriği değerlerini, düzenli bir şekilde artırmıştır (Şekil 4.1.4.1).

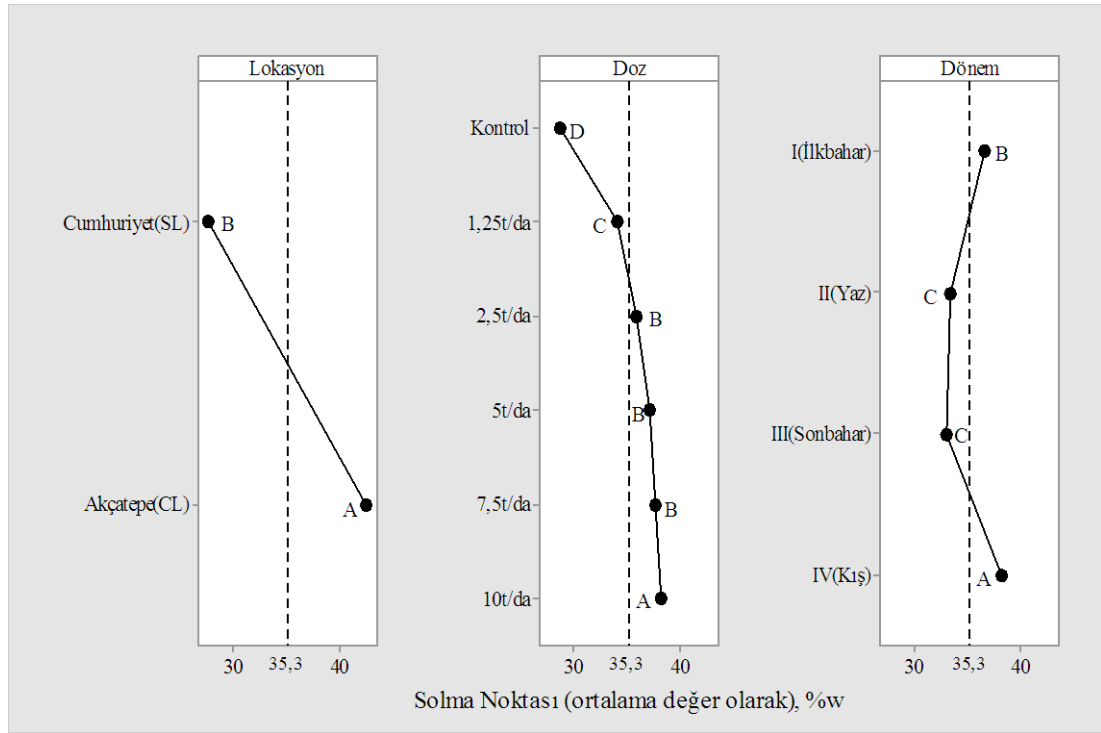


Şekil 4.1.4.1. Solma noktası üzerine lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.01$ düzeyinde önemlidir)

Akçatepe ve Cumhuriyet deneme arazilerinden 4 farklı dönemde alınan toprak örneklerinden elde edilen solma noktası değerlerine ait varyans analiz sonuçları EK 4'te verilmiştir.

Toprakların tekstürleri dikkate alındığında, killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde solma noktası nem değerleri (% 42.17), kumlu tın tekstüre sahip arazideki solma

noktası değerlerinden (% 27.91) daha yüksek elde edilmiştir (Şekil 4.1.4.2) ve bu değerler arasındaki fark, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).



Şekil 4.1.4.2. Solma noktası üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zuru kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Atık fındık zuru kompostunun uygulama dozları arasında en yüksek solma noktası değeri (% 38.64) 10 t da^{-1} uygulama dozunda en düşük solma noktası ise (% 28.64) kontrol uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 4.1.4.2) ve bu değerler arasındaki fark, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

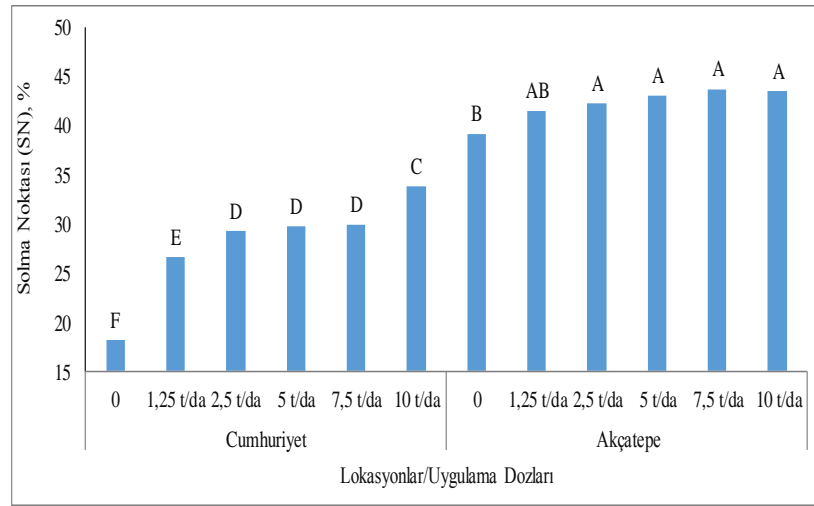
Örnekleme zamanları değerlendirildiğinde; kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinden (Cumhuriyet) ve killi tın tekstüre sahip deneme arazisinden (Akçatepe) alınan topraklarda en yüksek solma noktası (% 38.06) IV. örnekleme döneminde (kış), en düşük solma noktası ise (% 32.96) III. örnekleme döneminde (sonbahar) elde edilmiş (Şekil 4.1.4.2) ve bu ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

En yüksek solma noktası nem değerinin killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde elde edilmesi, killi toprakların yüksek su tutma kapasitesine, en düşük solma noktası

değerinin ise kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde elde edilmesi, kumlu toprakların düşük su tutma kapasitesine sahip olmasından kaynaklanmış olabilir.

En yüksek solma noktası nem değerinin atık fındık zurufu kompostunun en yüksek uygulama dozunda (10 t da^{-1}) elde edilmesi, iyi bir doğal organik madde kaynağı olarak atık fındık zurufu kompostunun yüksek su tutma kapasitesine bağlanabilir.

Lokasyon x uygulama dozu interaksiyonunda en yüksek solma noktası (% 43.7) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde 7.5 t da^{-1} uygulama dozunda, en düşük solma noktası nem değeri ise (% 18.15) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde kontrol uygulamasında elde edilmiş (Şekil 4.1.4.3) ve bu değerler arasındaki fark, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).

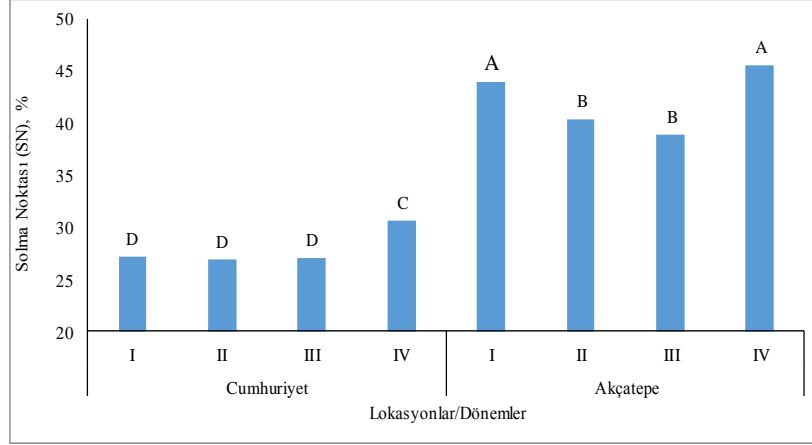


Şekil 4.1.4.3. Solma noktası üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.01$ düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x uygulama dozu interaksiyonunda en yüksek solma noktası değerinin killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde atık fındık zurufu kompostunun 7.5 t da^{-1} uygulama dozunda elde edilmesi, killi toprakların ve fındık zurufu kompostunun yüksek su tutma kapasitesine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. En düşük solma noktası değerinin, kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde kontrol uygulamasında elde edilmesi, kumlu toprakların daha düşük su tutma kapasitesine sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

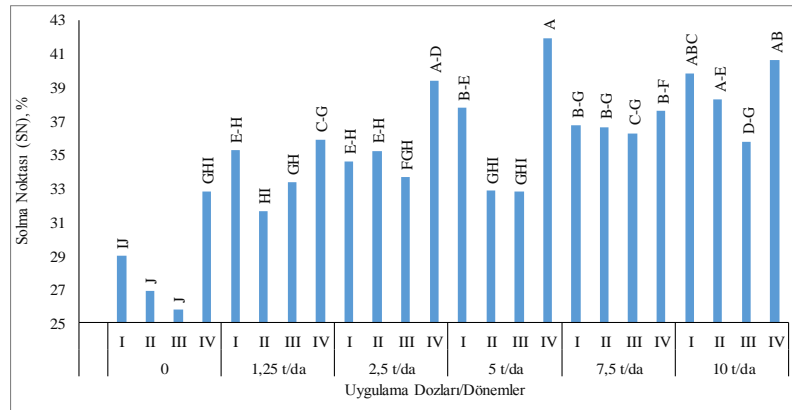
Lokasyon x dönem interaksiyonunda en yüksek solma noktası değeri (% 45.49) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde IV. örnekleme döneminde (kış mevsiminde), en

düşük solma noktası değeri ise (% 26.84) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde II. örnekleme döneminde (yaz mevsiminde) elde edilmiş (Şekil 4.1.4.4) ve solma noktası değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).



Şekil 4.1.4.4. Solma noktası üzerine lokasyonlar x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Uygulama dozu x dönem interaksiyonunda en yüksek solma noktası nem değeri (% 41.95) 5 t da⁻¹ uygulama dozunda IV. örnekleme döneminde (kış mevsiminde), en düşük solma noktası ise (% 25.8) kontrol uygulamasında III. örnekleme döneminde (sonbaharda) elde edilmiş (Şekil 4.1.4.5) ve bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).



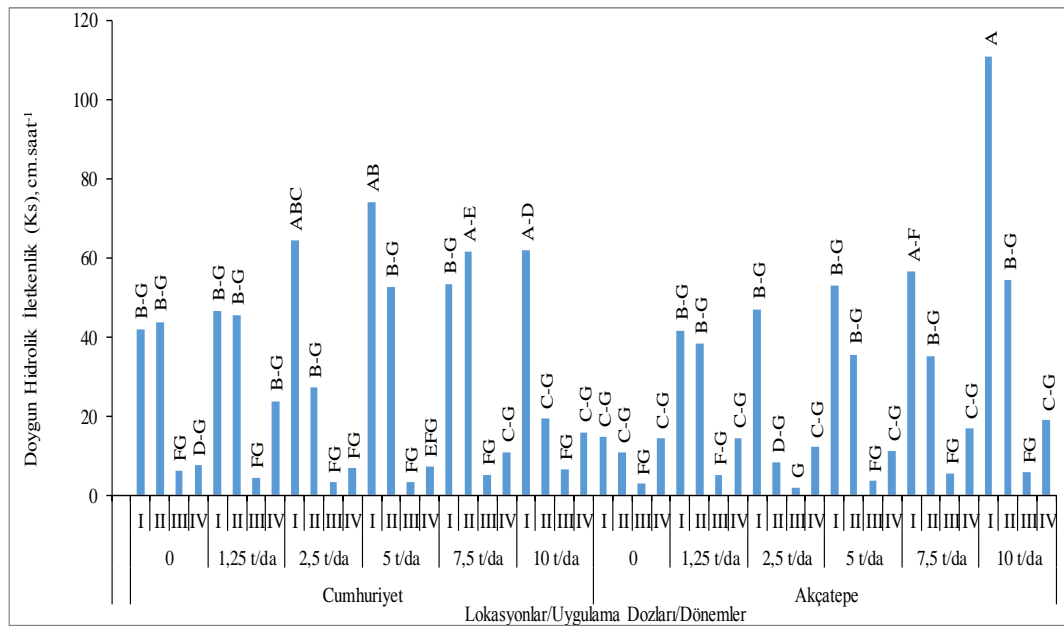
Şekil 4.1.4.5. Solma noktası uygulama dozları x dönemler interaksiyonu (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x uygulama dozu x dönem interaksiyonunda en düşük solma noktası nem değeri (% 16.2) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde kontrol uygulamasında ve I. örnekleme döneminde (ilkbaharda), en yüksek solma noktası değeri ise (% 47.4) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde 5 t da⁻¹ uygulama dozunda ve I. örnekleme döneminde (ilkbaharda) elde edilmiş (Şekil 4.1.4.1) ve bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (P<0.01). Benzer şekilde Haynes ve Naidu, (1998), yaptığı bir çalışmada; topraklara organik madde karıştırılmasının tarla kapasitesi ve solma noktasında tutulan nem içeriğini artırdığını, yararlı su içeriğini ise çok fazla etkilemediğini belirtmiştir.

4.1.5. Hidrolik İletkenlik

Hidrolik iletkenlik topraklarda makropor ve mikropor oranına bağlı olarak araziden fazla suyun uzaklaştırılmasında ve drenajda etkili olmaktadır. Atık fındık zürufu kompostu uygulaması, toprak gözenekliliğini ve buna bağlı olarak su geçirgenliğini ve havalanma oranını artırmaktadır.

Örnekleme zamanları dikkate alındığında, doymun hidrolik iletkenlik değerleri kumlu tın ve killi tın tekstüre sahip deneme arazilerinde I. örnekleme döneminden (ilkbahar mevsiminden) IV. örnekleme dönemine (kış mevsimine) düzenli bir azalma göstermiştir (Şekil 4.1.5.1).

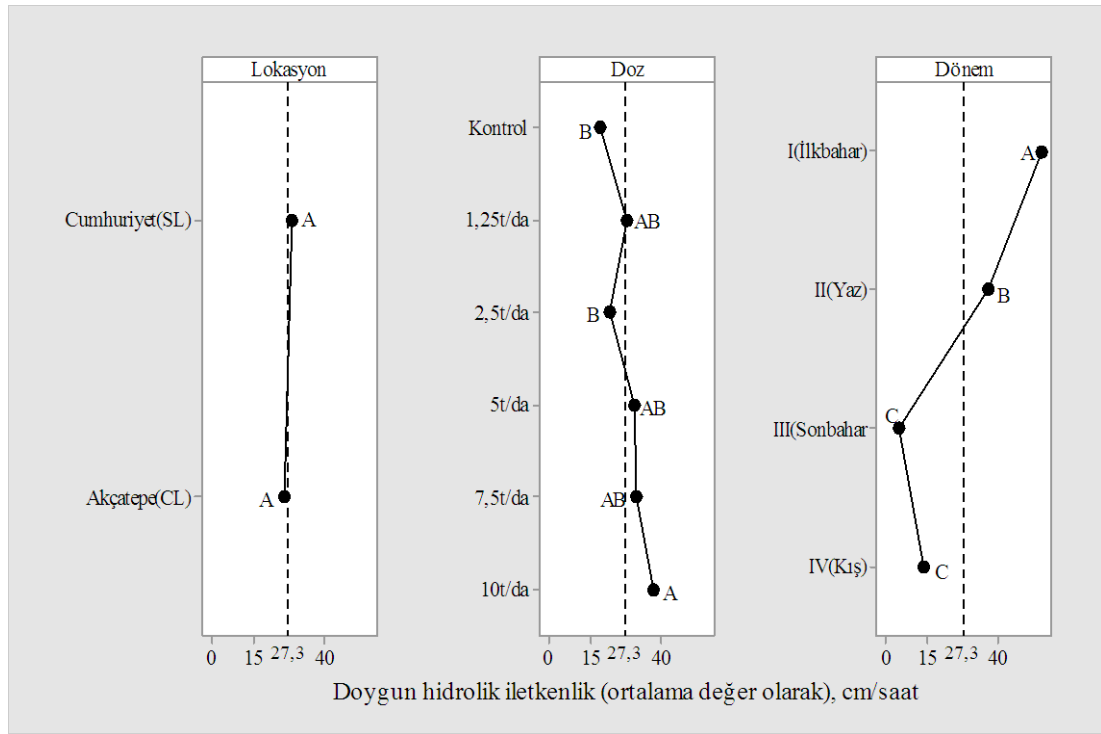


Şekil 4.1.5.1. Lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun doymun hidrolik iletkenlik üzerine etkisi (Ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir)

Doygun hidrolik iletkenlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları EK 5'te verilmiştir.

Toprakların tekstürü dikkate alındığında, kumlu tın (SL) tekstüre sahip deneme arazisindeki doygun hidrolik iletkenlik ($28.82 \text{ cm saat}^{-1}$), killi tın (CL) tekstüre sahip deneme arazisindeki doygun hidrolik iletkenlik değerinden ($25.73 \text{ cm saat}^{-1}$), daha yüksek elde edilmiş, ancak bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (EK 5).

Örnekleme zamanları değerlendirildiğinde; Cumhuriyet ve Akçatepe deneme arazilerinden alınan topraklarda en yüksek doygun hidrolik iletkenlik değeri ($55.45 \text{ cm saat}^{-1}$), I. örnekleme döneminde (ilkbahar), en düşük doygun hidrolik iletkenlik değeri ise ($4.43 \text{ cm saat}^{-1}$), III. örnekleme döneminde (sonbahar) elde edilmiş (Şekil 4.1.5.2) ve bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).



Şekil 4.1.5.2. Doygun hidrolik iletkenlik üzerine toprak tekstürünün (ortalamalar arasındaki fark önemsiz), atık fındık zuruğu kompostu uygulama dozlarının ($P < 0.01$ düzeyinde önemli) ve dönemlerin (ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.01$ düzeyinde önemlidir) ana etkilerinin karşılaştırılması

Atık fındık zuruğu kompostunun uygulama dozları arasında en yüksek doygun hidrolik iletkenlik değeri ($36.65 \text{ cm saat}^{-1}$) 10 t da^{-1} uygulama dozunda, en düşük doygun hidrolik iletkenlik değeri ise ($17.71 \text{ cm saat}^{-1}$) kontrol uygulamasında elde edilmiş

(Şekil 4.1.5.2) ve doymuş hidrolik iletkenlik değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).

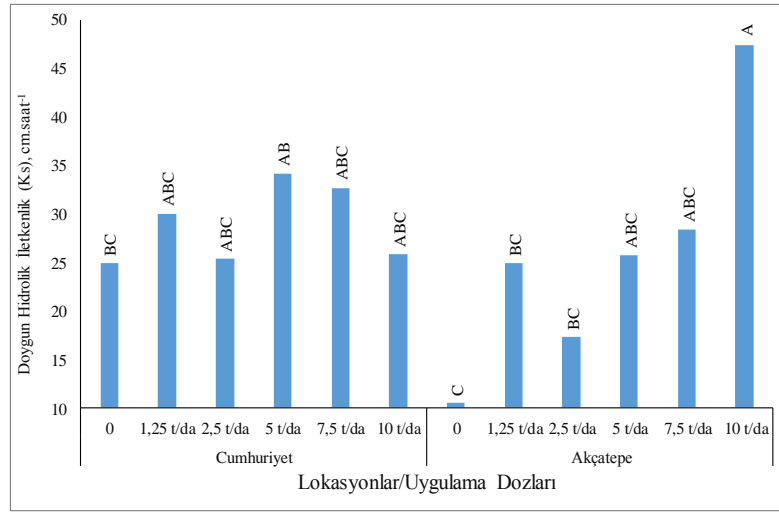
Kumlu topraklarda killi topraklara göre suyun hareketini sağlayan makropor oranı daha yüksektir. Doymuş hidrolik iletkenlik değerinin kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde daha yüksek elde edilmesi, kumlu topraklarda makropor oranının fazla olması ve bu nedenle su tutma kapasitelerinin düşük olmasından kaynaklanmış olabilir. Doymuş hidrolik iletkenlik değerinin killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde daha düşük elde edilmesi killi topraklarda mikropor oranının kumlu topraklara göre daha fazla olmasından kaynaklanmış olabilir. Benzer şekilde Nath ve Krishna, (2014), toprakta kil miktarı ile hidrolik iletkenlik arasında negatif bir ilişki bulunduğunu, toprakta kum miktarı ve organik madde miktarı ile hidrolik iletkenlik arasında önemli bir pozitif ilişki bulunduğunu belirtmiştir.

En yüksek doymuş hidrolik iletkenlik değerinin, atık fındık zürufu kompostunun en yüksek uygulama dozunda elde edilmesi, uygulanan atık fındık zürufu kompostunun organik madde içeriğinin fazla olmasından ve toprakların strüktürel yapısında meydana gelen iyileşmenin hidrolik iletkenliği artırmasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca atık fındık zürufunun parçacık büyüklüğünün de fazla olduğu düşünüldüğünde; toplam gözeneklilik içerisinde makro gözenekliliğin fazla olması beklenen bir sonuç olarak karşımıza çıkabilir.

En yüksek doymuş hidrolik iletkenlik değerinin I. örneklem döneminde (ilkbahar) elde edilmesi, toprakta atık fındık zürufu kompostunun tamamen ayrışmamış olmasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca atık fındık zürufu kompostunun organik madde içeriğinin yüksek olması toprakta suyun hareketini sağlayan makropor oranını artırmış olabilir. En düşük doymuş hidrolik iletkenlik değerinin III. örneklem döneminde (sonbahar mevsiminde) elde edilmesi toprakta atık fındık zürufu kompostunun daha az ayrışmasından kaynaklanmış olabilir.

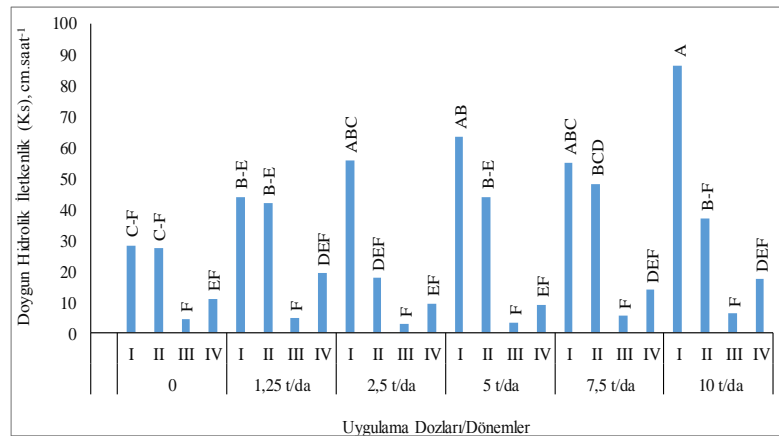
Lokasyon x uygulama dozu etkileşimi dikkate alındığında; en yüksek doymuş hidrolik iletkenlik değerlerinin (ortalama değer olarak $47.46 \text{ cm.saat}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde 10 t da^{-1} atık fındık zürufu uygulama dozunda, en düşük doymuş hidrolik iletkenlik değerlerinin ise (ortalama değer olarak $10.54 \text{ cm saat}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde kontrol uygulamasında elde edilmiş (Şekil

4.1.5.3) ve bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli olarak bulunmuştur ($P<0.01$).



Şekil 4.1.5.3. Doymun hidrolik iletkenlik üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x dönem interaksiyonunda en yüksek doymun hidrolik iletkenlik değeri ($56.99 \text{ cm.saar}^{-1}$) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Cumhuriyet) I. örnekleme döneminde (ilkbahar), en düşük doymun hidrolik iletkenlik değeri ise ($4.08 \text{ cm.saar}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Akçatepe) III. örnekleme döneminde elde edilmiş, ancak doymun hidrolik iletkenlik değerlerine ait ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.



Şekil 4.1.5.4. Doymun hidrolik iletkenlik üzerine uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Uygulama dozu x dönem interaksyonunda en yüksek doymuş hidrolik iletkenlik değeri ($86.38 \text{ cm.saat}^{-1}$) 10 t da^{-1} uygulama dozunda ve I. örnekleme döneminde, en düşük doymuş hidrolik iletkenlik değeri ise (2.6 cm.saat^{-1}) 2.5 t da^{-1} uygulama dozunda ve III. örnekleme döneminde elde edilmiştir (Şekil 4.1.5.4) ve bu ortalama değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).

Uygulama dozu x dönem interaksyonunda en yüksek doymuş hidrolik iletkenlik değerinin 10 t da^{-1} uygulama dozunda ve I. örnekleme döneminde elde edilmesi uygulanan atık fındık zürufu kompostunun toprakta fazla gözenekli yapı oluşturmasından kaynaklanmış olabilir.

Lokasyon x uygulama dozu x dönem interaksyonunda en düşük doymuş hidrolik iletkenlik değeri ($1.97 \text{ cm.saat}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Akçatepe) 2.5 t da^{-1} uygulama dozunda ve III. örnekleme döneminde (sonbahar), en yüksek doymuş hidrolik iletkenlik değeri ise ($110.9 \text{ cm.saat}^{-1}$) Akçatepe deneme arazisinde 10 t da^{-1} uygulama dozunda ve I. örnekleme döneminde (ilkbahar) elde edilmiş, ancak ortalama değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (EK 5).

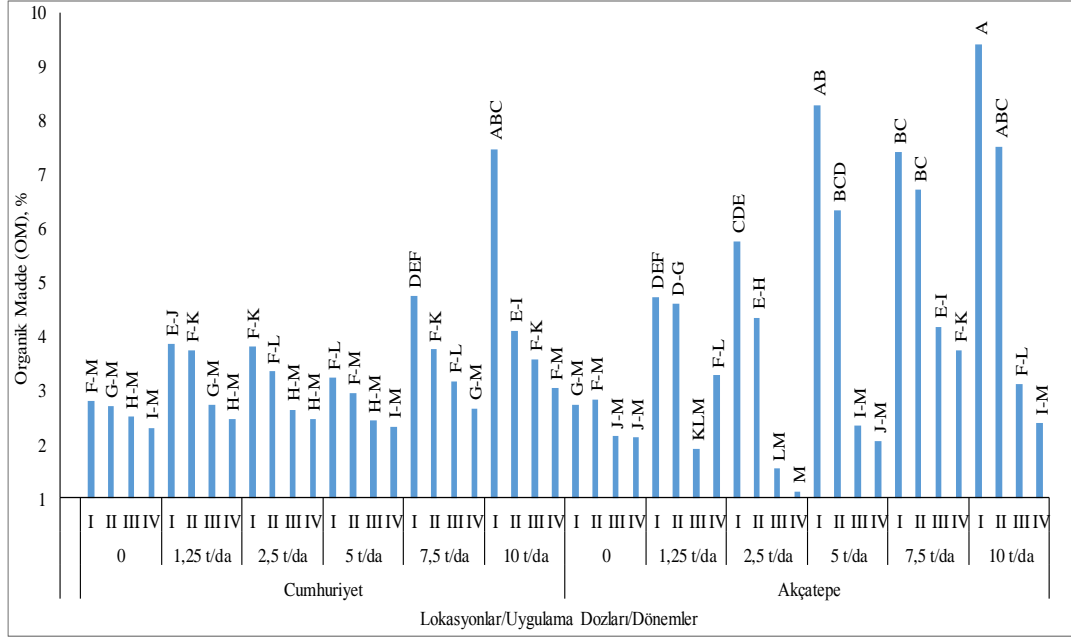
4.2. Toprak Kimyasal Özellikleri

4.2.1. Organik Madde

Organik madde toprak içerisinde bulunan her türlü bitkisel ve hayvansal kalıntıları ifade etmektedir. Toprak organik maddesi toprağın en dinamik özelliğidir ve toprak kalite ve sağlığının değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir kalite parametresidir. Ülkemizin önemli bir fındık üreticisi olması, hasat sonrası organik atık olan zürufun önemli miktarlarda elde edilmesine neden olmaktadır.

Atık fındık zürufu kompostu uygulama dozları dikkate alındığında; kumlu tın ve killi tın tekstüre sahip deneme arazisinin her ikisinde de organik madde içeriği kontrol uygulamasından en yüksek uygulama dozuna doğru düzenli artış seyri göstermiştir. Örnekleme zamanları dikkate alındığında, organik madde içeriği I. örnekleme döneminden (ilkbahar mevsiminden) IV. örnekleme dönemine (kış mevsimine) doğru düzenli azalma göstermiştir (Şekil 4.2.1.1).

Akçatepe ve Cumhuriyet deneme arazilerinden dört farklı örnekleme zamanında alınan toprak örneklerinden elde edilen organik madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları EK 6’da verilmiştir.



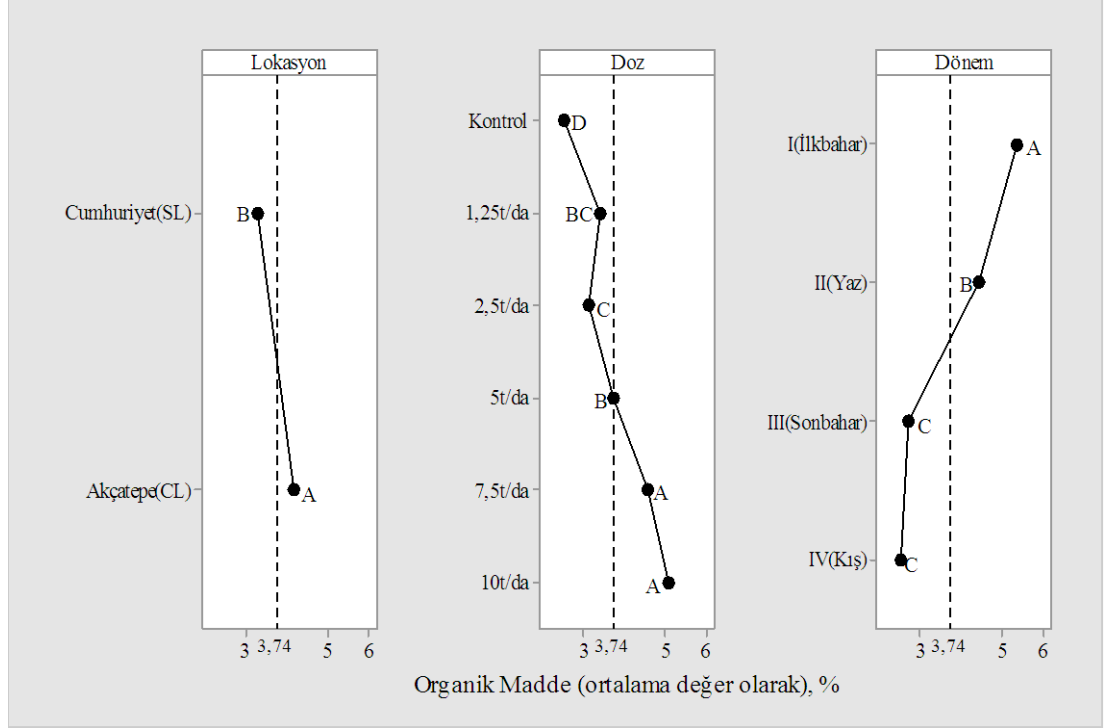
Şekil 4.2.1.1. Lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun organik madde üzerine etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.01$ düzeyinde önemlidir)

Toprakların tekstürü dikkate alındığında; killi tın (CL) tekstüre sahip deneme arazisinde organik madde içeriği (% 4.19), kumlu tın (SL) tekstüre sahip deneme arazisindeki organik madde içeriğinden (% 3.28) daha yüksek elde edilmiş (Şekil 4.2.1.2) ve toprakların organik madde değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).

Örnekleme zamanları dikkate alındığında, Cumhuriyet ve Akçatepe deneme arazilerinden alınan topraklarda en yüksek organik madde içeriği (% 5.35) I. örnekleme döneminde (ilkbahar mevsiminde), en düşük organik madde içeriği ise (% 2.49) IV. örnekleme döneminde (kış mevsiminde) elde edilmiş (Şekil 4.2.1.2) ve organik madde değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli olarak bulunmuştur ($P < 0.01$).

Atık fındık zurufu kompostu uygulama dozları dikkate alındığında; en yüksek organik madde içeriği (% 5.08) atık fındık zurufu kompostunun 10 t da^{-1} uygulama dozunda, en

düşük organik madde içeriği ise (% 2.52) kontrol uygulamasında elde edilmiş (Şekil 4.2.1.2) ve bu değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak çok önemli olarak bulunmuştur ($P<0.01$).



Şekil 4.2.1.2. Organik madde üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

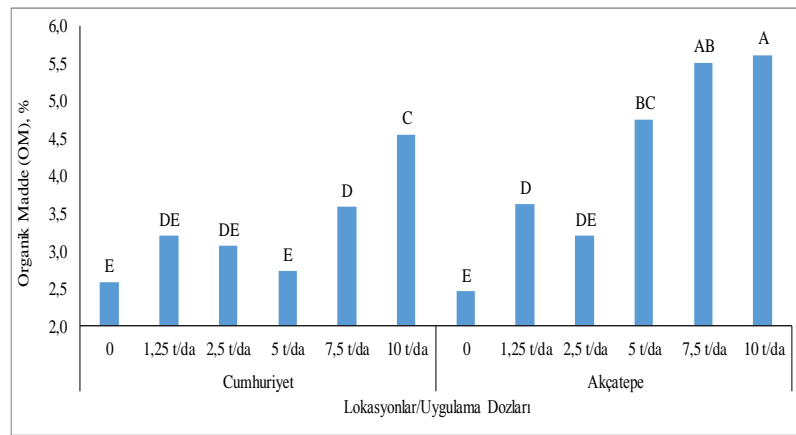
Killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Akçatepe) organik madde miktarının daha yüksek elde edilmesi, bu deneme arazisindeki kil miktarının yüksek olması nedeniyle yetersiz havalandırma koşullarının oluşmasına bağlı olarak, bu topraklarda organik madde ayrışmasının daha yavaş ve daha az oranda olmasından kaynaklanmış olabilir.

En yüksek organik madde içeriğinin atık fındık zurufu kompostunun en yüksek uygulama dozunda (10 t da^{-1}) elde edilmesi, atık fındık zurufu kompostunun organik madde içeriğinin daha fazla olmasından kaynaklanmış olabilir. Benzer şekilde Melero ve ark., (2006), yaptıkları bir çalışmada, organik atık kullanımında organik madde içeriğinin, kimyasal gübrelemeye göre daha fazla sürdürülebilir olduğunu belirtmiştir.

En yüksek organik madde içeriğinin çalışmanın I. örnekleme döneminde (ilkbaharda) elde edilmesi, denemenin başlangıcından itibaren geçen sürenin oldukça kısa olması nedeniyle organik madde parçalanması-ayrışmasının daha az oranda gerçekleşmiş

olmasından kaynaklanmıştır. En düşük organik madde içeriğinin ise, IV. örnekleme döneminde (kış mevsiminde) elde edilmesi, organik maddenin parçalanma-ayrışması için geçen sürenin daha fazla olmasından kaynaklanmıştır.

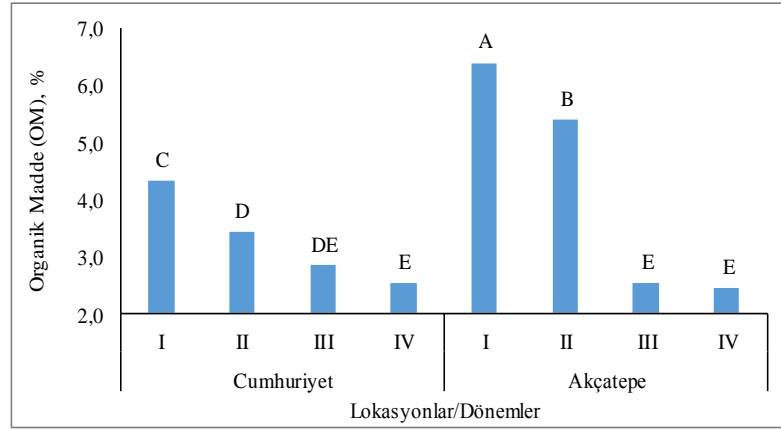
Lokasyon x uygulama dozu interaksyonu dikkate alındığında; en yüksek organik madde içeriği (% 5.61) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde ve 10 t da⁻¹ atık fındık zuru kompostu uygulama dozunda, en düşük organik madde içeriği ise (% 2.46) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde ve kontrol uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 4.2.1.3). Organik madde içeriğine ait değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak çok önemli olarak bulunmuştur (P<0.01).



Şekil 4.2.1.3. Organik madde üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar P<0.01 düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x uygulama dozu interaksyonunda en yüksek organik madde içeriğinin killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde elde edilmesi, deneme arazisindeki kil içeriğinin fazla olmasından kaynaklanmış olabilir. İnce tekstürlü (killi) topraklar geniş yüzey alanına ve yüksek kation değişim kapasitesine sahiptir ve organik maddenin parçalanmasına karşı koruyucu özellik gösterirler (Giller ve ark., 1997).

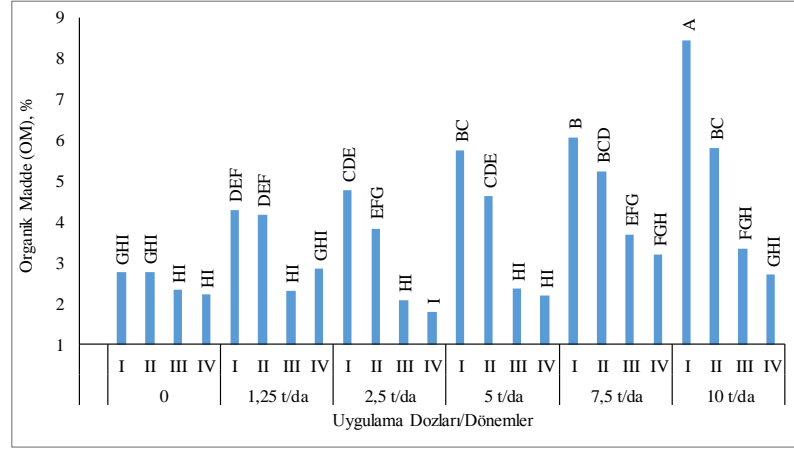
Lokasyon x dönem interaksyonu dikkate alındığında; en yüksek organik madde içeriği (% 6.39) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde I. örnekleme döneminde (ilkbahar), en düşük organik madde içeriği ise (% 2.45) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde IV. örnekleme döneminde (kış) elde edilmiş (Şekil 4.2.1.4) ve bu ortalama değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (P<0.01).



Şekil 4.2.1.4. Organik madde üzerine lokasyonlar x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x dönem interaksiyonunda en yüksek organik madde içeriğinin killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Akçatepe) elde edilmesi, deneme arazisinin killi toprak tekstürüne sahip olmasından kaynaklanmıştır.

Uygulama dozu x dönem interaksiyonunda; en yüksek organik madde içeriği (% 8.45) 10 t da^{-1} atık fındık zurufu kompostu uygulama dozunda ve I. örnekleme döneminde, en düşük organik madde içeriği ise (% 1.79) 2.5 t da^{-1} atık fındık zurufu kompostu uygulama dozunda ve IV. örnekleme döneminde elde edilmiş (Şekil 4.2.1.5) ve organik madde içeriğine ait ortalama değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli olarak bulunmuştur ($P<0.01$).



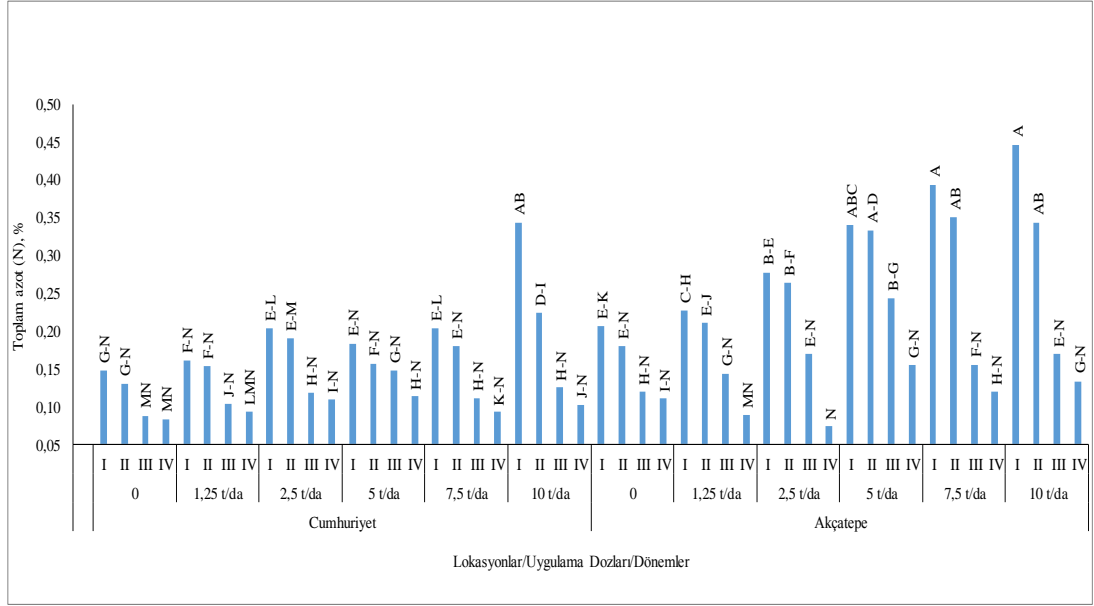
Şekil 4.2.1.5. Organik madde üzerine uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.01$ düzeyinde önemlidir)

En yüksek organik madde içeriğinin atık fındık zurufu kompostunun en yüksek uygulama dozunda elde edilmesi kompostun organik madde kapsamının çok yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Örnekleme zamanları dikkate alındığında; I. örnekleme döneminde toprakların organik madde içeriklerinin en yüksek değerlerde elde edilmesi, organik maddenin parçalanma-ayrışması için yeterince zaman geçmemiş olmasından kaynaklanmıştır.

Lokasyon x uygulama dozu x dönem interaksiyonunda; en düşük organik madde içeriği (% 1.12) killi tın tekstüre sahip arazide 2.5 t da⁻¹ atık fındık zurufu uygulama dozunda ve IV. örnekleme döneminde (kış), en yüksek organik madde içeriği ise (% 9.42) killi tın tekstüre sahip arazide 10 t da⁻¹ atık fındık zurufu uygulama dozunda ve I. örnekleme döneminde (ilkbahar) elde edilmiş (Şekil 4.2.1.1), ve ortalama değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak çok önemli olarak bulunmuştur ($P < 0.05$).

4.2.2. Toplam Azot (N)

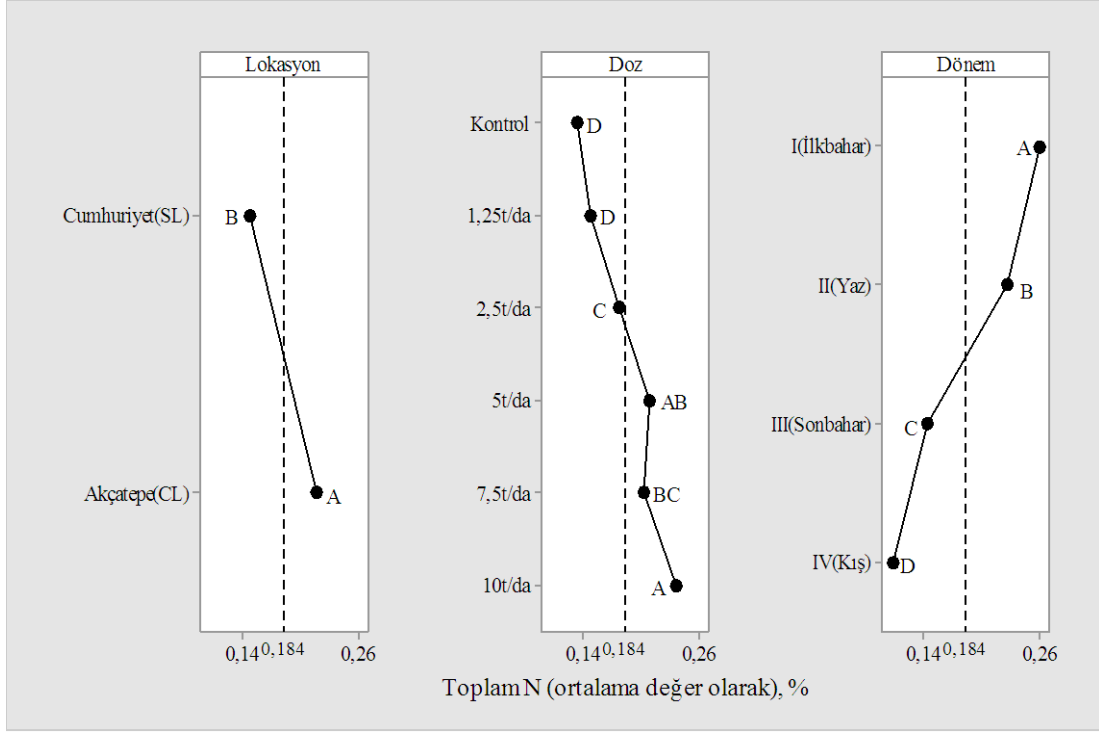
Toprağın toplam azot miktarı bir tarımsal ekosistemdeki toprak kalitesi ve verimliliğinin en önemli göstergesi olup, toprak üretkenliği ile yakından ilişkilidir (Al-Kaisi ve ark., 2005). Örnekleme zamanları dikkate alındığında; deneme arazilerinde toplam azot içeriği I. örnekleme döneminden (ilkbahardan) IV. örnekleme dönemine (kış) düzenli azalma göstermiştir (Şekil 4.2.2.1).



Şekil 4.2.2.1. Lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun toplam azot üzerine etkisi (Ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir)

Toprak örneklerinden elde edilen toplam azot değerlerine ait varyans analiz sonuçları EK 7' de verilmiştir.

Toprakların tekstürleri dikkate alındığında; killi tın (CL) tekstüre sahip deneme arazisinde (Akaçtepe) toplam azot içeriği (% 0.22), kumlu tın (CL) tekstüre sahip deneme arazisindeki (Cumhuriyet) toplam azot içeriğinden (% 0.15) daha yüksek elde edilmiş (Şekil 4.2.2.2) ve bu değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak çok önemli olarak bulunmuştur ($P < 0.01$).



Şekil 4.2.2.2. Toplam azot üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

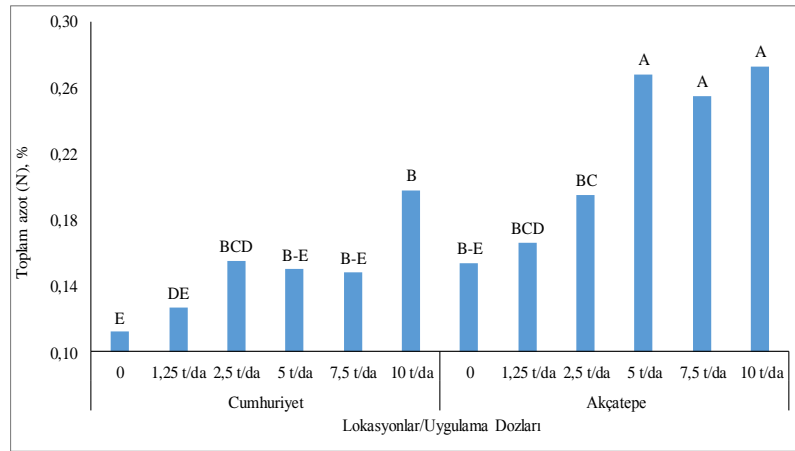
Örnekleme zamanları dikkate alındığında; en yüksek toplam azot içeriği (% 0.26) I. örnekleme döneminde (ilkbahar), en düşük toplam azot içeriği ise (% 0.11) IV. örnekleme döneminde (kış) elde edilmiş (Şekil 4.2.2.2) ve bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli olarak bulunmuştur ($P<0.01$). Örnekleme zamanları arasında toplam azot içeriğinin ilkbahar mevsiminden kış mevsimine azalması organik maddenin ayrışmasından ve içeriğindeki toplam azot miktarının azalmasından kaynaklanmış olabilir.

Atık fındık zurufu kompostu uygulama dozları dikkate alındığında; en yüksek toplam azot içeriği (% 0.24), atık fındık zurufunun 10 t da^{-1} uygulama dozunda, en düşük toplam azot içeriği ise (% 0.13) kontrol uygulamasında elde edilmiş (Şekil 4.2.2.2) ve ortalama değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli olarak bulunmuştur ($P<0.01$).

En yüksek toplam azot içeriğinin atık fındık zurufu kompostunun en yüksek dozunda elde edilmesi atık fındık zurufu kompostunun yüksek miktarda azot içermesinden kaynaklanmış olabilir. Marinari ve ark., (2006), benzer şekilde toprakta toplam azot

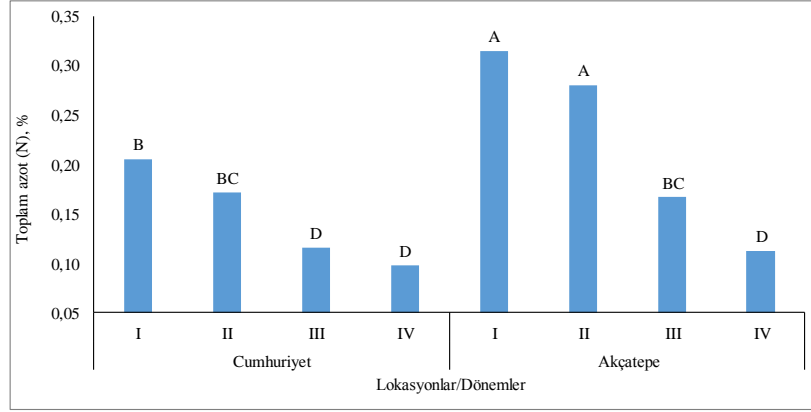
içeriğinin organik tarım metodu uygulanan arazide geleneksel tarım metodu uygulanan araziden çok daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Lokasyon x uygulama dozu interaksyonu dikkate alındığında; en yüksek toplam azot içeriği (% 0.27) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde ve 10 t da⁻¹ kompost uygulama dozunda, en düşük toplam azot içeriği ise (% 0.11) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde ve kontrol uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 4.2.2.3). Toplam azot değerlerine ait ortalamalar arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli olarak bulunmuştur (P<0.01).



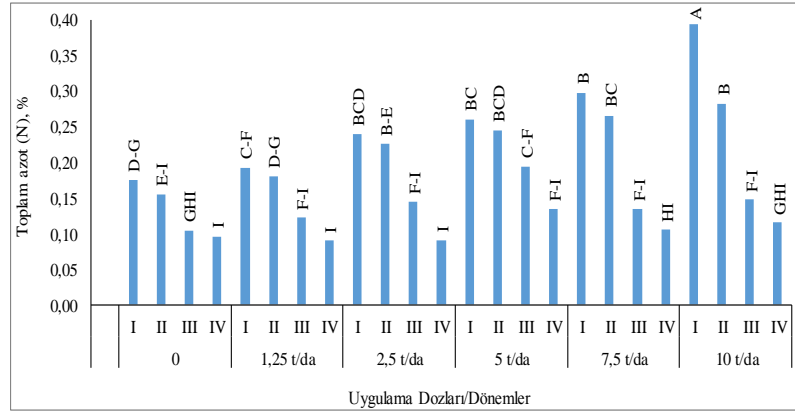
Şekil 4.2.2.3. Toplam azot üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar P<0.01 düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x dönem interaksyonu dikkate alındığında; en yüksek toplam azot içeriği (% 0.32) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde I. örneklem döneminde (ilkbahar), en düşük toplam azot içeriği (% 0.10) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde IV. örneklem döneminde (kış) elde edilmiştir (Şekil 4.2.2.4) ve bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli olarak nitelendirilmiştir (P<0.01).



Şekil 4.2.2.4. Toplam azot üzerine lokasyonlar x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Uygulama dozu x dönem interaksiyonu dikkate alındığında; en yüksek toplam azot içeriği (% 0.40) 10 t da^{-1} kompost uygulama dozunda I. örnekleme döneminde (ilkbahar), en düşük toplam azot içeriği ise (% 0.09) 1.25 t da^{-1} kompost uygulama dozunda IV. örnekleme döneminde (kış) elde edilmiş (Şekil 4.2.2.5) ve toplam azot içeriğine ait bu ortalama değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli olarak bulunmuştur ($P<0.01$).



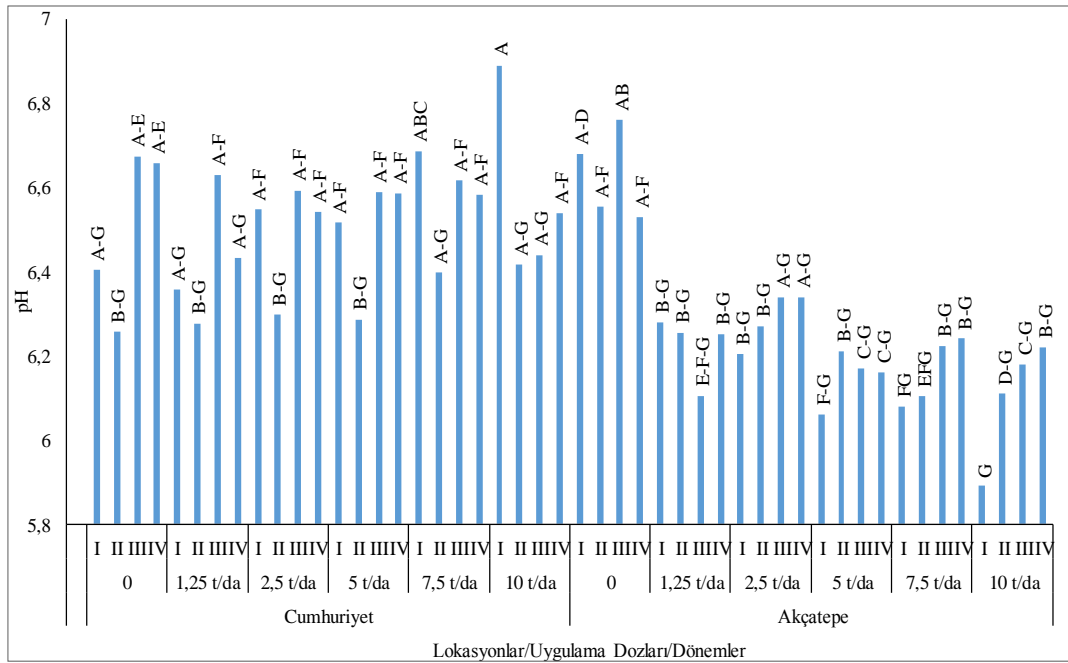
Şekil 4.2.2.5. Toplam azot üzerine uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x uygulama dozu x dönem interaksiyonu dikkate alındığında; en düşük toplam azot içeriği (% 0.07) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde 2.5 t da^{-1} kompost uygulama dozunda ve IV. örnekleme döneminde (kış), en yüksek toplam azot içeriği ise (% 0.45) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde 10 t da^{-1} kompost

uygulama dozunda ve I. örnekleme döneminde (ilkbahar) elde edilmiş (Şekil 4.2.2.1), ancak ortalama değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli olarak bulunmamıştır (EK 7).

4.2.3. Toprak Reaksiyonu (pH)

Örnekleme zamanları dikkate alındığında; kumlu tın ve killi tın tekstüre sahip deneme arazilerinde pH değerleri I. örnekleme döneminden (ilkbahar) IV. örnekleme dönemine (kış) doğru düzenli artış seyri göstermiştir (Şekil 4.2.3.1).



Şekil 4.2.3.1. Lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksyonunun pH üzerine etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.05$ düzeyinde önemlidir)

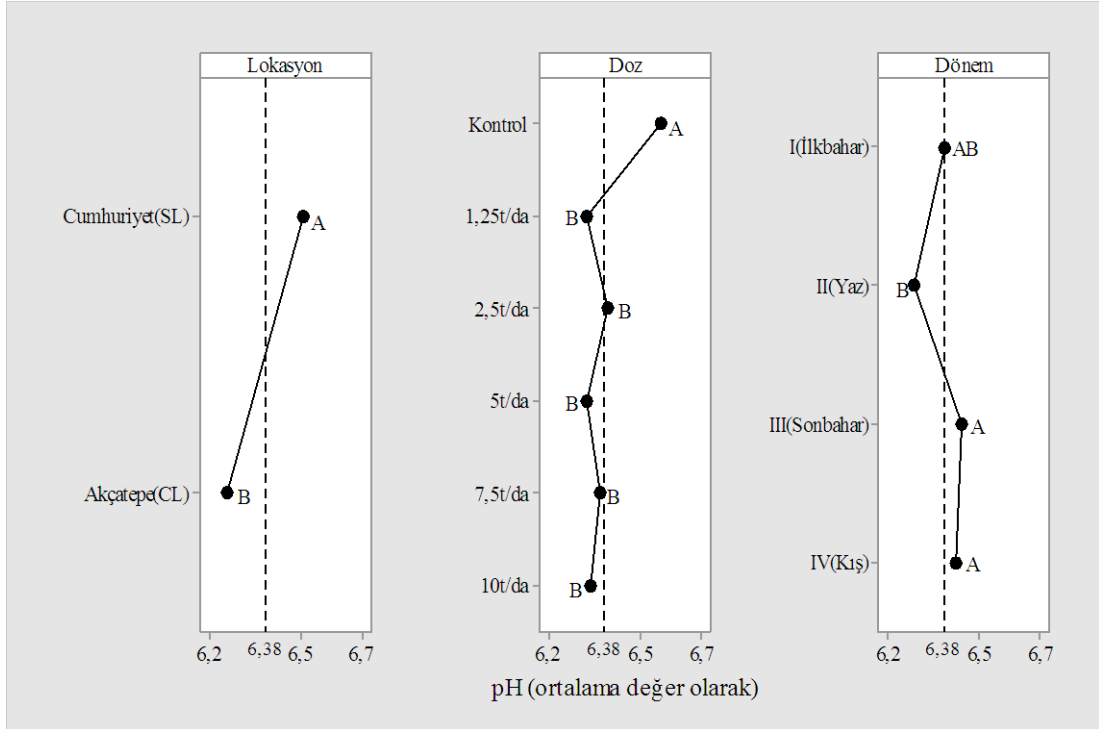
Toprak örneklerinden elde edilen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları, EK 8'de verilmiştir.

Toprakların tekstürleri dikkate alındığında; kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisindeki pH değeri (6.51), killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde pH değerinden (6.26) daha yüksek elde edilmiş (Şekil 4.2.3.2) ve bu ortalama değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli olarak bulunmuştur ($P < 0.01$).

Atık fındık zürufu kompostu uygulama dozları arasında, en yüksek pH değeri (6.56) kontrol uygulamasında, en düşük pH değeri (6.32) 5 t da^{-1} kompost uygulama dozunda

elde edilmiş (Şekil 4.2.3.2) ve pH değerlerine ait ortalama değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli olarak bulunmuştur ($P<0.01$).

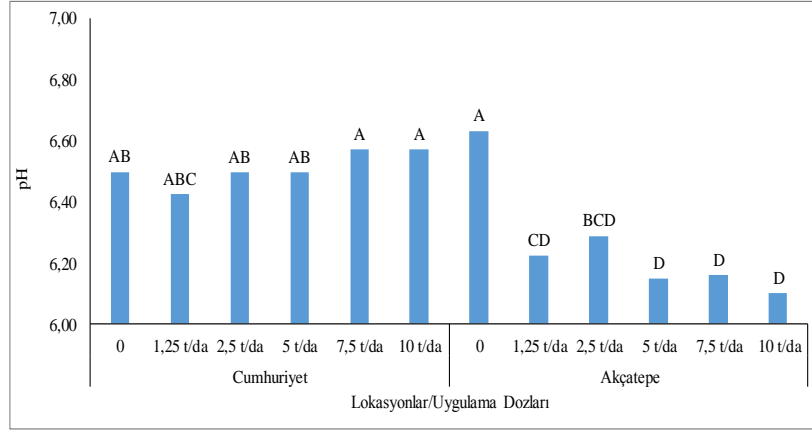
Örnekleme zamanları dikkate alındığında; en yüksek pH değeri (6.44) III. örnekleme döneminde (sonbahar), en düşük pH değeri ise (6.29) II. örnekleme döneminde (yaz) elde edilmiş (Şekil 4.2.3.2) ve bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli olarak bulunmuştur ($P<0.01$).



Şekil 4.2.3.2. Toprak reaksiyonu üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Melero ve ark., (2006), yaptığı bir çalışmada; geleneksel tarım metotları uygulanan arazide ve organik tarım metotları uygulanan arazide toprak pH'ları arasında fark olmadığını belirtmiştir.

Lokasyon x uygulama dozu interaksiyonu dikkate alındığında; en yüksek pH değeri (6.63), killi tın tekstüre sahip arazide kontrol uygulamasında, en düşük pH değeri ise (6.10) killi tın tekstüre sahip arazide 10 t da⁻¹ kompost uygulama dozunda elde edilmiş (Şekil 4.2.3.3) ve ortalama değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli olarak bulunmuştur ($P<0.01$).

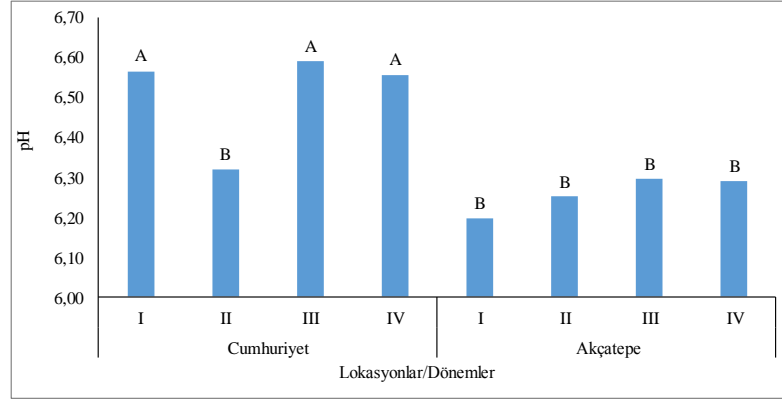


Şekil 4.2.3.3. Toprak reaksiyonu üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.01$ düzeyinde önemlidir)

Bulluck ve ark., (2002), organik toprak düzenleyicileri uygulanan topraklarda pH değerinin başlangıçta sentetik gübre uygulanan topraklardaki pH değerinden daha yüksek olduğunu ancak zamanla toprak pH'sının organik olarak yönetilen topraklarda sentetik gübre uygulanan topraklara göre daha fazla artış gösterdiğini belirtmiştir.

Lokasyon x dönem interaksyonu dikkate alındığında; en yüksek pH değeri (6.59) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde III. örnekleme döneminde (sonbahar), en düşük pH değeri ise (6.20) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde I. örnekleme döneminde (ilkbahar) elde edilmiş ve pH değerlerine ait ortalamalar arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli şekilde nitelendirilmiştir ($P < 0.01$).

Uygulama dozu x dönem interaksyonunda, en yüksek pH değeri (6.72) kontrol uygulamasında ve III. örnekleme döneminde, en düşük pH değeri ise (6.25) atık fındık zurufu kompostunun 5 t da^{-1} uygulama dozunda ve II. örnekleme döneminde (yaz mevsiminde) elde edilmiş, ancak değerler arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli olarak bulunmamıştır.



Şekil 4.2.3.4. Toprak reaksiyonu üzerine lokasyonlar x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.01$ düzeyinde önemlidir)

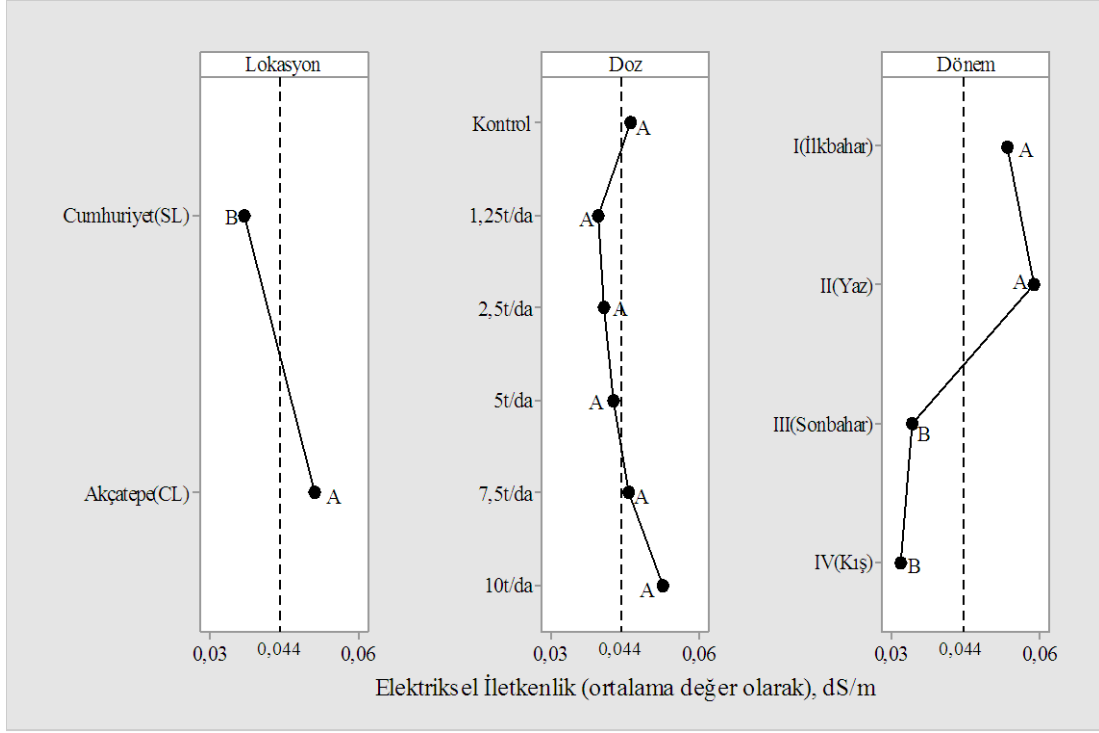
Lokasyon x uygulama dozu x dönem interaksiyonunda; en yüksek pH değeri (6.89), kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde 10 t da^{-1} kompost uygulama dozunda ve I. örnekleme döneminde, en düşük pH değeri ise (5.89) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde 10 t da^{-1} kompost uygulama dozunda ve I. örnekleme döneminde (ilkbahar) elde edilmiş (Şekil 4.2.3.1) ve pH değerlerine ait ortalamalar arasındaki farklar, istatistiksel yönden çok önemli olarak bulunmuştur ($P < 0.05$).

4.2.4. Toprak Elektriksel İletkenliği (EC)

Elektriksel iletkenlik toprak tuzluluğunun bir göstergesidir. Toprak tuzluluğu, başta sodyum olmak üzere Mg^{+2} ve Ca^{+2} gibi katyonların SO_4^{-2} ve Cl^- gibi anyonlarla oluşturdukları tuzlarıdır. Toprakta tuzluluk, bitki besleme problemlerinin yanında, toprakların aşınabilirliğine ve bozunmasına da etki eden önemli sorunların başında gelir.

Toprak tekstürleri dikkate alındığında; killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Akçatepe) elektriksel iletkenlik değeri (0.05 dS m^{-1}), kumlu tın (SL) tekstüre sahip deneme arazisindeki (Cumhuriyet) elektriksel iletkenlik değerinden (0.04 dS m^{-1}) daha yüksek elde edilmiş (Şekil 4.2.4.1) ve bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli şekilde nitelendirilmiştir ($P < 0.01$).

Akçatepe ve Cumhuriyet deneme arazilerinden 4 farklı dönemde alınan toprak örneklerinden elde edilen elektriksel iletkenlik değerlerine ait varyans analiz tablosu, EK 9'da verilmiştir.



Şekil 4.2.4.1. Elektriksel iletkenlik üzerine toprak tekstürünün ($P < 0.01$ düzeyinde önemli), atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının (ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir) ve dönemlerin ($P < 0.01$ düzeyinde önemli) ana etkilerinin karşılaştırılması

Atık fındık zurufu kompostu uygulama dozları dikkate alındığında, en yüksek elektriksel iletkenlik değeri (0.05 dS m^{-1}) kompostun 10 t da^{-1} uygulama dozunda, en düşük elektriksel iletkenlik değeri ise (0.04 dS m^{-1}) kompostun 1.25 t da^{-1} uygulama dozunda elde edilmiş ancak bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel açıdan önemli olarak bulunamamıştır (EK 9). Benzer bir çalışmada; Melero ve ark., (2006), geleneksel ve organik tarımla yönetilen topraklar arasında toprak tuzluluğu bakımından fark olmadığını ifade etmişlerdir.

Örnekleme zamanları dikkate alındığında; en yüksek elektriksel iletkenlik değeri (0.06 dS m^{-1}) II. örnekleme döneminde (yaz), en düşük elektriksel iletkenlik değeri ise (0.03 dS m^{-1}) IV. örnekleme döneminde (kış) elde edilmiş (Şekil 4.2.4.1) ve bu değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak çok önemli şekilde nitelendirilmiştir ($P < 0.01$).

Lokasyon x uygulama dozu interaksiyonunda en yüksek elektriksel iletkenlik değeri (0.06 dS m^{-1}) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde 10 t da^{-1} kompost uygulama dozunda, en düşük elektriksel iletkenlik değeri ise (0.03 dS m^{-1}) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde kontrol uygulamasında elde edilmiş, ancak bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (EK 9).

Lokasyon x dönem interaksyonunda; en yüksek elektriksel iletkenlik değeri (0.07 dS m^{-1}) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde II. örnekleme döneminde (yaz), en düşük elektriksel iletkenlik değeri ise (0.03 dS m^{-1}) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde III. örnekleme döneminde (sonbahar) elde edilmiş, ancak bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (EK 9).

Lokasyon x uygulama dozu x dönem interaksyonunda; en yüksek elektriksel iletkenlik değeri (0.10 dS m^{-1}) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde fındık zurufu kompostunun 10 t da^{-1} uygulama dozunda I. örnekleme döneminde (ilkbahar), en düşük elektriksel iletkenlik değeri ise (0.02 dS m^{-1}) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde 5 t da^{-1} kompost uygulama dozunda III. örnekleme döneminde (sonbahar) elde edilmiş, ancak değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (EK 9).

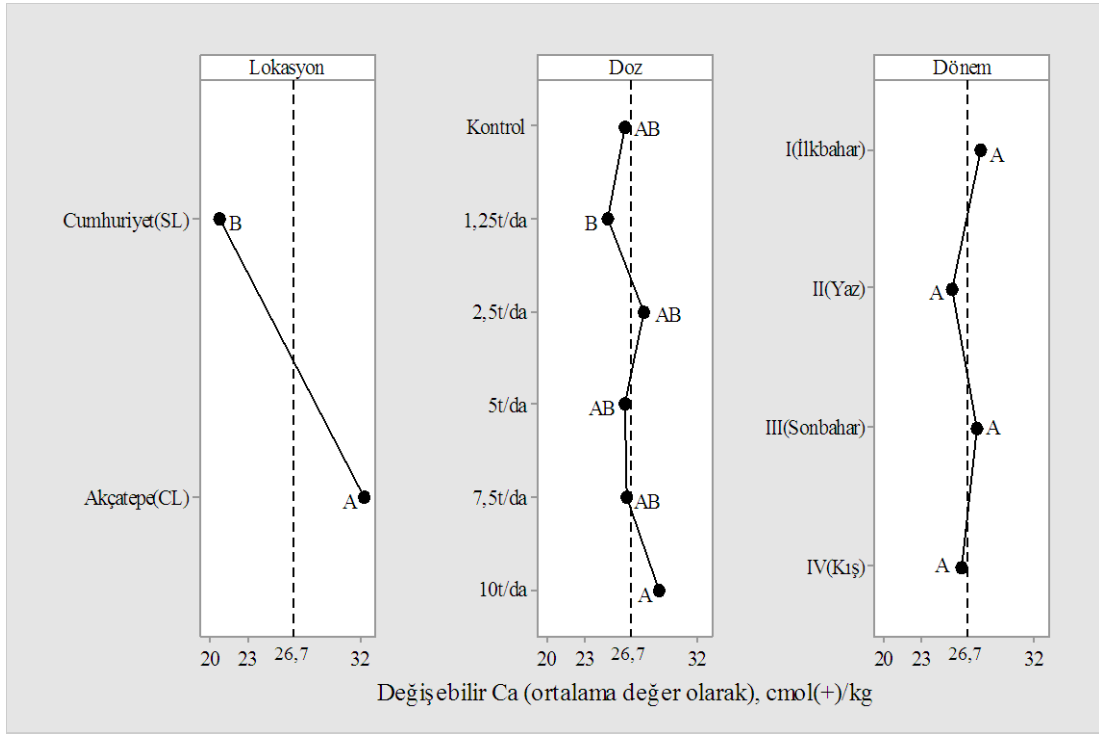
4.2.5. Değişebilir Kalsiyum (Ca)

Toprak örneklerinden elde edilen değişebilir kalsiyum değerlerine ait varyans analiz sonuçları EK 10'da verilmiştir.

Toprak tekstürleri dikkate alındığında; killi tın tekstüre sahip arazide (Akçatepe) değişebilir Ca içeriği ($32.46 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$), kumlu tın tekstüre sahip arazideki (Cumhuriyet) değişebilir kalsiyum içeriğinden ($20.85 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$), daha yüksek elde edilmiş (Şekil 4.2.5.1) ve değişebilir Ca içeriğine ait ortalama değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak önemli olarak nitelendirilmiştir ($P < 0.01$).

Atık fındık zurufu kompostunun uygulama dozları dikkate alındığında; en yüksek değişebilir Ca içeriği ($28.85 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kompostun 10 t da^{-1} uygulama dozunda, en düşük değişebilir Ca içeriği ise ($24.76 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kompostun 1.25 t da^{-1} uygulama dozunda elde edilmiş (Şekil 4.2.5.1) ve bu ortalama değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

Örnekleme zamanları dikkate alındığında; en yüksek değişebilir Ca içeriği ($27.69 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) I. örnekleme döneminde (ilkbahar), en düşük değişebilir Ca içeriği ise ($25.41 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) II. örnekleme döneminde (yaz) elde edilmiş, ancak değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (EK 10).

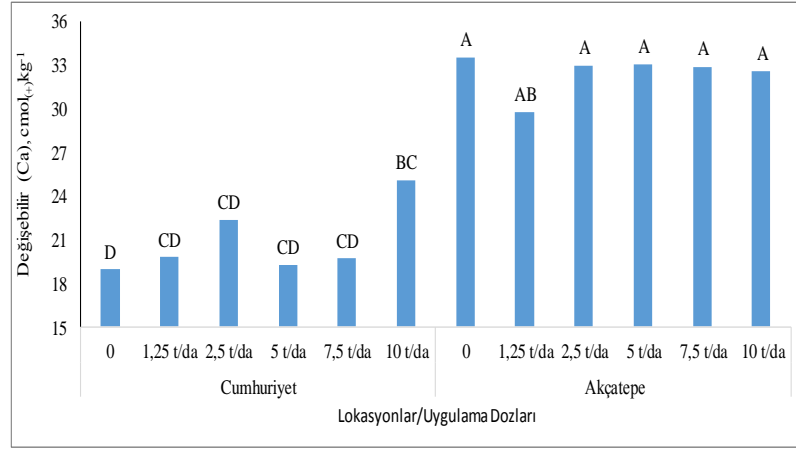


Şekil 4.2.5.1. Değişebilir kalsiyum (Ca) üzerine lokasyonların ($P<0.01$), atık fındık zuru kompostu uygulama dozlarının ($P<0.05$) ve dönemlerin (Ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir) ana etkilerinin karşılaştırılması

Lokasyon x uygulama dozu interaksyonunda, en yüksek değişebilir Ca içeriği ($33.53 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde kontrol uygulamasında, en düşük değişebilir Ca içeriği ($18.92 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde kontrol uygulamasında elde edilmiş (Şekil 4.2.5.2) ve bu ortalama değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Lokasyon x dönem interaksyonu dikkate alındığında; en yüksek değişebilir Ca içeriği ($34.86 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip arazide ve III. örnekleme döneminde (sonbahar), en düşük değişebilir Ca içeriği ise ($19.93 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kumlu tın tekstüre sahip arazide ve III. örnekleme döneminde (sonbahar) elde edilmiş, ancak bu değerler arasındaki fark, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (EK 10).

Uygulama dozu x dönem interaksyonunda; en yüksek değişebilir Ca içeriği ($31.1 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kompostun 10 t da^{-1} uygulama dozunda I. örnekleme döneminde (ilkbahar), en düşük değişebilir Ca içeriği ise 5 t da^{-1} kompost uygulama dozunda II. örnekleme döneminde (yaz) elde edilmiş, ancak bu değerler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (EK 10).



Şekil 4.2.5.2. Lokasyonlar x uygulama dozları interaksyonunun değişebilir kalsiyum (Ca) üzerine etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.05$ düzeyinde önemlidir)

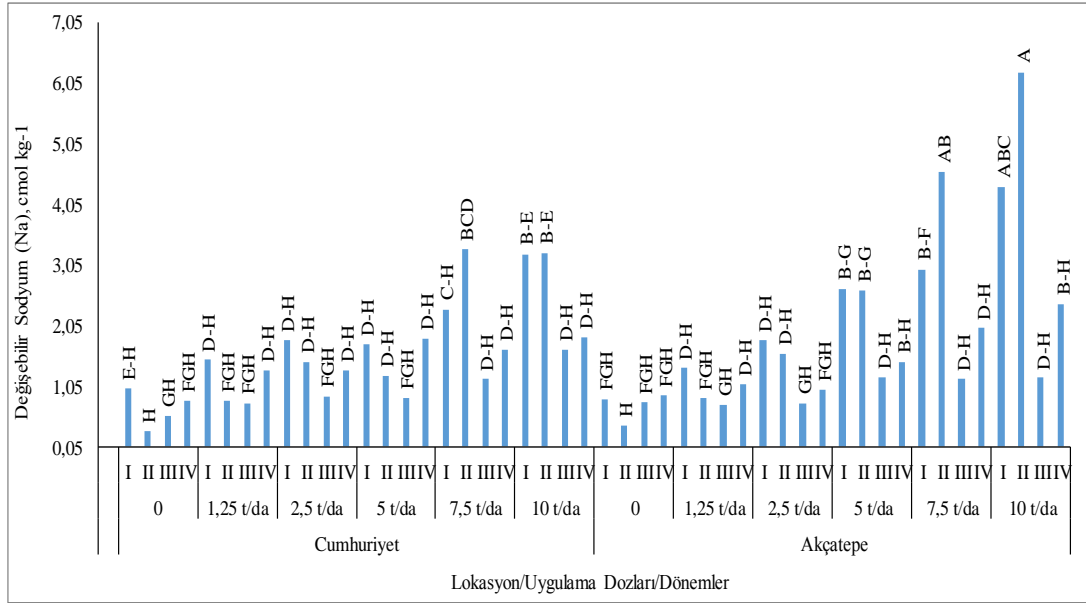
Lokasyon x uygulama dozu x dönem interaksyonunda; en yüksek değişebilir Ca içeriği ($37.93 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Akçatepe) kontrol uygulamasında ve III. örnekleme döneminde (sonbahar), en düşük değişebilir Ca içeriği ise ($17.23 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Cumhuriyet) 5 t da^{-1} kompost uygulama dozunda ve II. örnekleme döneminde (yaz) elde edilmiş, ancak ortalama değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (EK 10).

4.2.6. Değişebilir Sodyum (Na)

Topraklarda değişebilir sodyum, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkileyen önemli bir göstergedir. Topraklarda Na fazlalığında, agregat oluşumu ve strüktür olumsuz etkilenir, toprak-su ilişkileri bozulur ve toprakların hidrolik iletkenliğinde gerilemeler görülür. Toprakta alkaliliğin oluşmasında anahtar faktör, toprakların değişim yüzeylerindeki sodyumun artmasıdır. Bu nedenle toprakların kalitesinin değerlendirildiği çalışmalarda, bir gösterge olarak toprakların sodyum içeriklerinin de yer alması gerekir.

Atık fındık zuru kompostunun uygulama dozları dikkate alındığında; kumlu tın (Cumhuriyet) ve killi tın (Akçatepe) tekstüre sahip deneme arazilerinde değişebilir sodyum içeriği, kontrol uygulamasından en yüksek uygulama dozuna doğru düzenli artış seyri göstermiştir (Şekil 4.2.6.1).

Çalışma kapsamında alınan toprak örneklerinden elde edilen değişebilir sodyum içeriğine ait varyans analiz sonuçları, EK 11’de verilmiştir.



Şekil 4.2.6.1. Lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun değişebilir sodyum (Na) üzerine etkisi (Ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir)

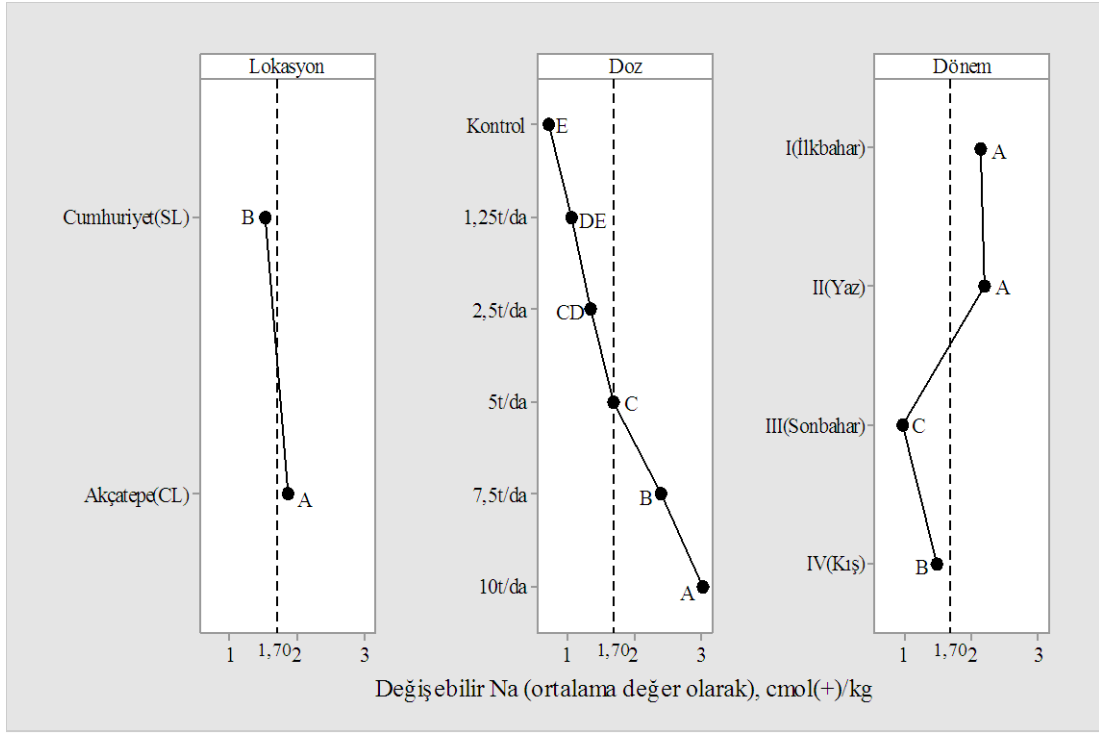
Toprakların tekstürü dikkate alındığında; killi tın (Akçatepe) tekstüre sahip deneme arazisinde değişebilir Na içeriği ($1.87 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$), kumlu tın (Cumhuriyet) tekstüre sahip deneme arazisinde değişebilir Na içeriğinden ($1.52 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$), daha yüksek elde edilmiş (Şekil 4.2.6.2) ve bu ortalama değerler arasındaki farklar, istatistiksel yönden çok önemli olarak bulunmuştur ($P<0.01$).

Örnekleme zamanları dikkate alındığında; en yüksek değişebilir Na içeriği ($2.21 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) II. örnekleme döneminde (yaz), en düşük değişebilir Na içeriği ise ($0.98 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) III. örnekleme döneminde (sonbahar) elde edilmiş (Şekil 4.2.6.2) ve bu ortalama değerler arasındaki farklar, istatistiksel açıdan çok önemli olarak nitelendirilmiştir ($P<0.01$).

Değişebilir sodyum (Na) üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkileri Şekil 4.2.6.2’de verilmiştir.

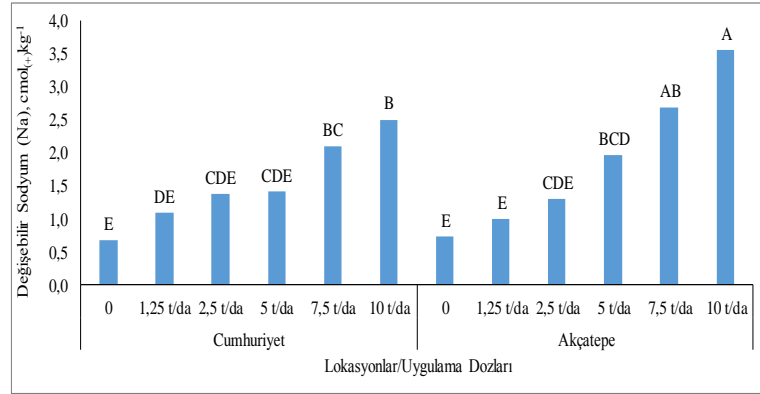
Atık fındık zurufu kompostu uygulama dozları dikkate alındığında; kompostun uygulama dozlarına bağlı olarak toprakların değişebilir Na içerikleri üzerine etkili olduğu söylenebilir. En yüksek değişebilir Na içeriği ($3.03 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kompostun 10 t da^{-1} uygulama dozunda, en düşük değişebilir Na içeriği ise ($0.7 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kontrol

uygulamasında elde edilmiş (Şekil 4.2.6.2) ve bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak önemli şekilde ifade edilmiştir ($P<0.01$).



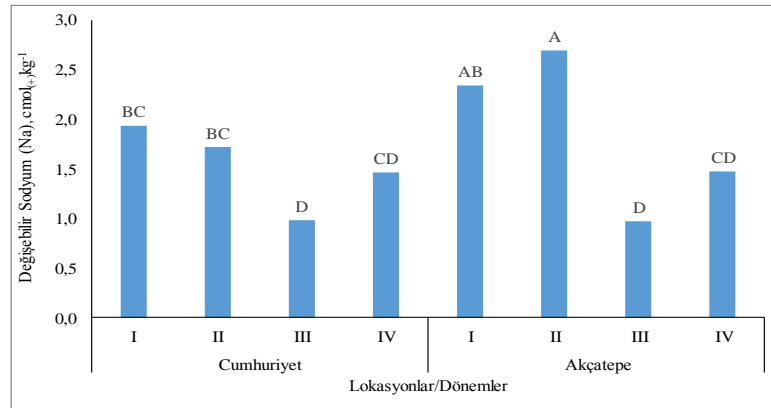
Şekil 4.2.6.2. Değişebilir sodyum (Na) üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zürufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x uygulama dozu interaksiyonunda, en yüksek değişebilir Na içeriği ($3.55 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip arazide (Akçatepe) 10 t da^{-1} kompost uygulama dozunda, en düşük değişebilir Na içeriği ise ($0.68 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kumlu tın tekstüre sahip arazide (Cumhuriyet) kontrol uygulamasında elde edilmiş (Şekil 4.2.6.3) ve bu değerler arasındaki farklar, çok önemli olarak nitelendirilmiştir ($P<0.05$).



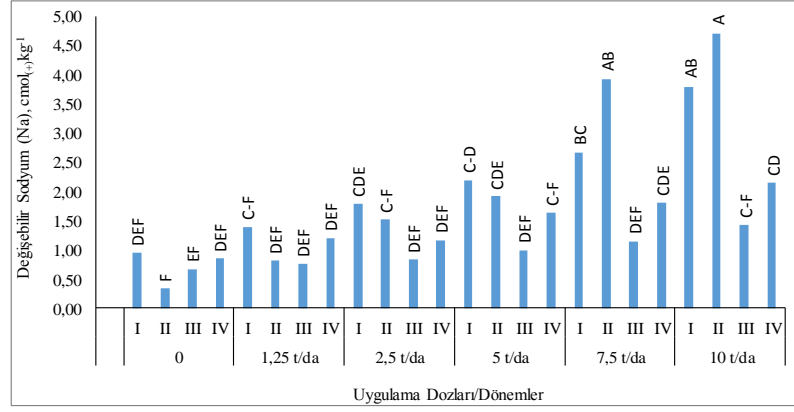
Şekil 4.2.6.3. Değişebilir sodyum (Na) üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.05$ düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x dönem interaksiyonu dikkate alındığında; en yüksek değişebilir Na içeriği ($2.69 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip arazide II. örnekleme döneminde (yaz), en düşük değişebilir Na içeriği ise ($0.97 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip arazide III. örnekleme döneminde (sonbahar) elde edilmiş (Şekil 4.2.6.4) ve değişebilir Na ortalamaları arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).



Şekil 4.2.6.4. Değişebilir sodyum (Na) üzerine lokasyonlar x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.01$ düzeyinde önemlidir)

Uygulama dozu x dönem interaksiyonunda; en yüksek değişebilir Na içeriği ($4.72 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) 10 t da^{-1} kompost uygulama dozunda ve II. örnekleme döneminde (yaz), en düşük değişebilir Na içeriği ise ($0.33 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kontrol uygulamasında ve II. örnekleme (yaz) döneminde elde edilmiştir (Şekil 4.2.6.5). Bu ortalamalar arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).



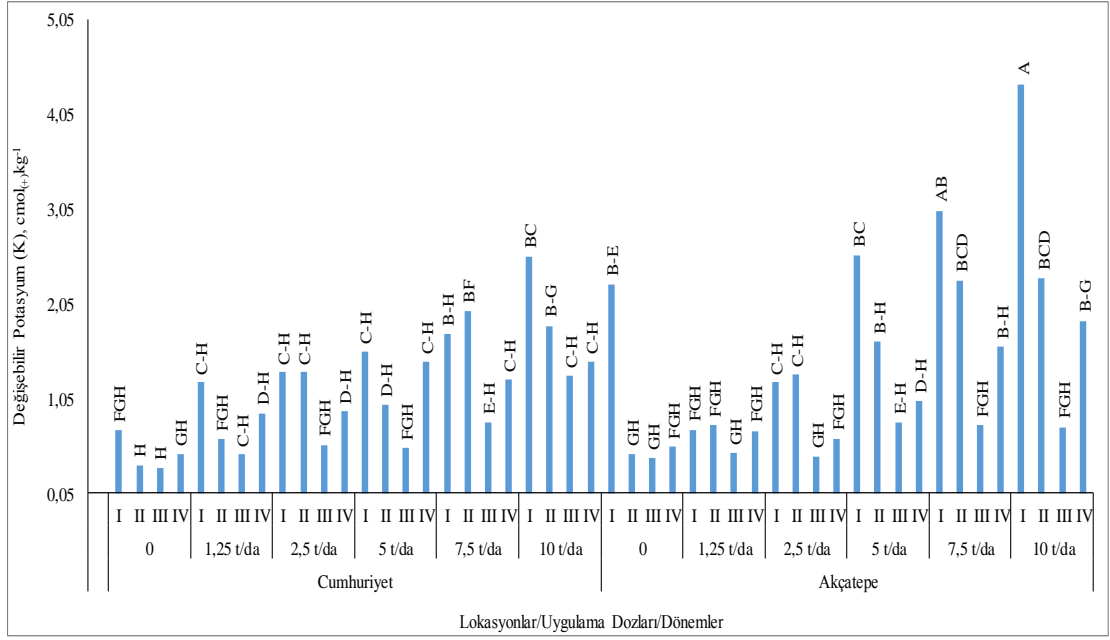
Şekil 4.2.6.5. Değişebilir sodyum (Na) üzerine fındık zurufu kompostu uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.01$ düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x uygulama dozu x dönem interaksiyonunda, en yüksek değişebilir Na içeriği ($6.20 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip arazide (Akçatepe) atık fındık zurufu kompostunun 10 t da^{-1} uygulama dozunda ve II. örnekleme döneminde (yaz), en düşük değişebilir Na içeriği ise ($0.30 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kumlu tın tekstüre sahip arazide (Cumhuriyet) kontrol uygulamasında ve II. örnekleme döneminde (yaz) elde edilmiş, (Şekil 4.2.6.1) ve bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).

4.2.7. Değişebilir Potasyum (K)

Cumhuriyet ve Akçatepe deneme arazilerinden 4 farklı dönemde alınan toprak örneklerinden elde edilen değişebilir K içeriğine ait varyans analiz tablosu, EK 12’de verilmiştir.

Atık fındık zurufu kompostu uygulama dozları dikkate alındığında; kumlu tın ve killi tın tekstüre sahip deneme arazilerinde değişebilir K içerikleri, kontrol uygulamasından kompostun en yüksek uygulama dozuna doğru düzenli bir artış seyri göstermiştir (Şekil 4.2.7.1).

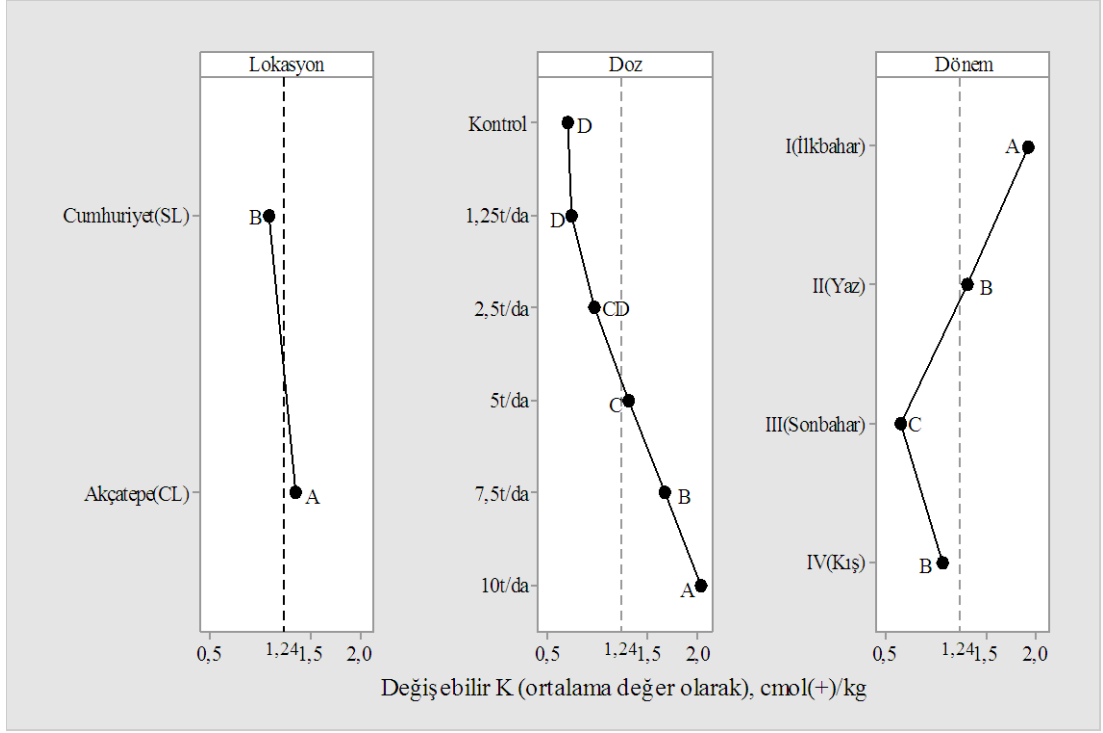


Şekil 4.2.7.1. Değişebilir potasyum (K) üzerine lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.05$ düzeyinde önemlidir)

Çalışma kapsamında toprakların tekstürü dikkate alındığında; killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Akçatepe) elde edilen değişebilir K içeriği ($1.37 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$), kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Cumhuriyet) elde edilen değişebilir K içeriğinden ($1.11 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) daha yüksek elde edilmiş (Şekil 4.2.7.2) ve değişebilir K değerlerine ait ortalamalar arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).

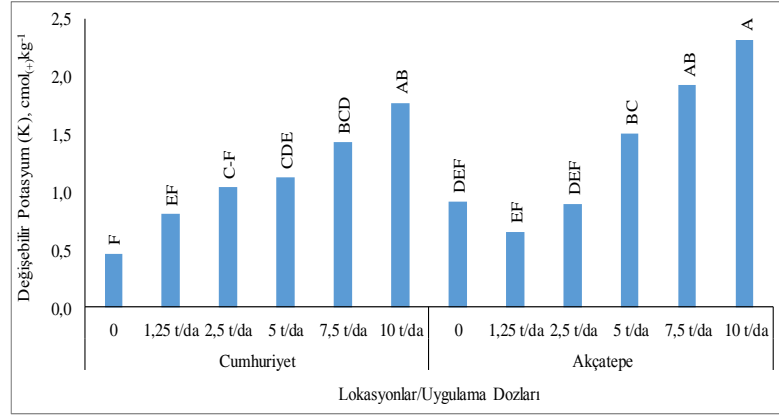
Atık fındık zürufu kompostu uygulama dozları dikkate alındığında; en yüksek değişebilir K içeriği ($2.05 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kompostun 10 t da^{-1} uygulama dozunda en düşük değişebilir K içeriği de ($0.69 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kontrol uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 4.2.7.2) ve ortalama değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).

Örnekleme zamanları dikkate alındığında; en yüksek değişebilir K içeriği ($1.94 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) I. örnekleme döneminde, en düşük değişebilir K içeriği ise ($0.63 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) III. örnekleme döneminde elde edilmiş (Şekil 4.2.7.2) ve ortalamalar arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli olarak nitelendirilmiştir ($P < 0.01$).



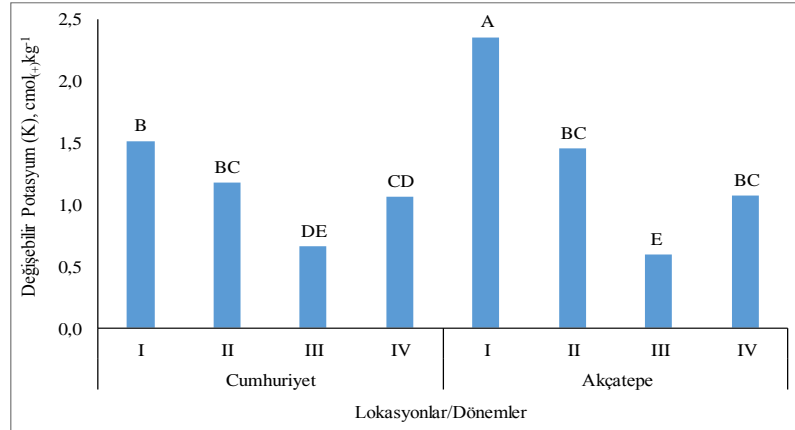
Şekil 4.2.7.2. Değişebilir potasyum (K) üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zürufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Lokasyonlar x uygulama dozu interaksyonunda; en yüksek değişebilir K içeriği ($2.32 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde ve kompostun 10 t da^{-1} uygulama dozunda elde edilmiş, en düşük değişebilir K içeriği ise ($0.47 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde ve kontrol uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 4.2.7.3). Değişebilir K değerlerine ait ortalama değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).



Şekil 4.2.7.3. Değişebilir potasyum (K) üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

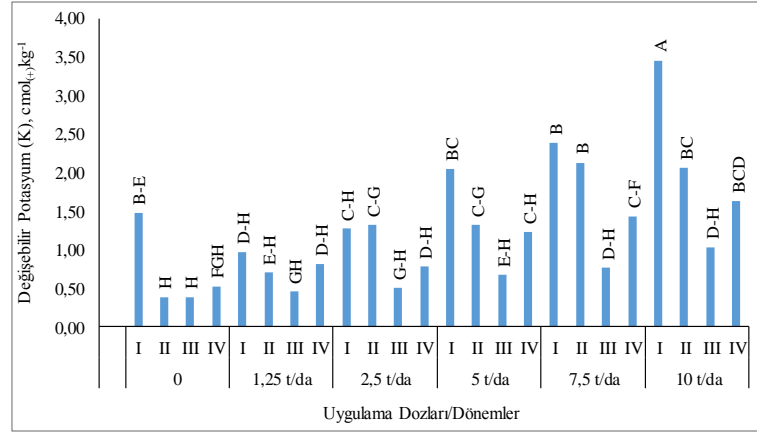
Lokasyonlar x dönemler interaksyonunda; en yüksek değişebilir K içeriği ($2.36 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde I. örnekleme döneminde (ilkbahar) elde edilmiş, en düşük değişebilir K içeriği ise ($0.60 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde III. örnekleme döneminde (sonbahar) elde edilmiş (Şekil 4.2.7.4) ve değerler arasındaki fark, istatistiksel açıdan çok önemli olarak bulunmuştur ($P<0.01$).



Şekil 4.2.7.4. Değişebilir potasyum (K) üzerine lokasyonlar x dönemler interaksyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Uygulama dozları x dönemler interaksyonunda, en yüksek değişebilir K içeriği ($3.45 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) atık fındık zurufu kompostunun 10 t da^{-1} uygulama dozunda ve I. örnekleme döneminde (ilkbahar) elde edilmiş, en düşük değişebilir K içeriği ise ($0.38 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kontrol uygulamasında ve II. örnekleme döneminde (yaz) elde edilmiş

(Şekil 4.2.7.5) ve ortalama değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).



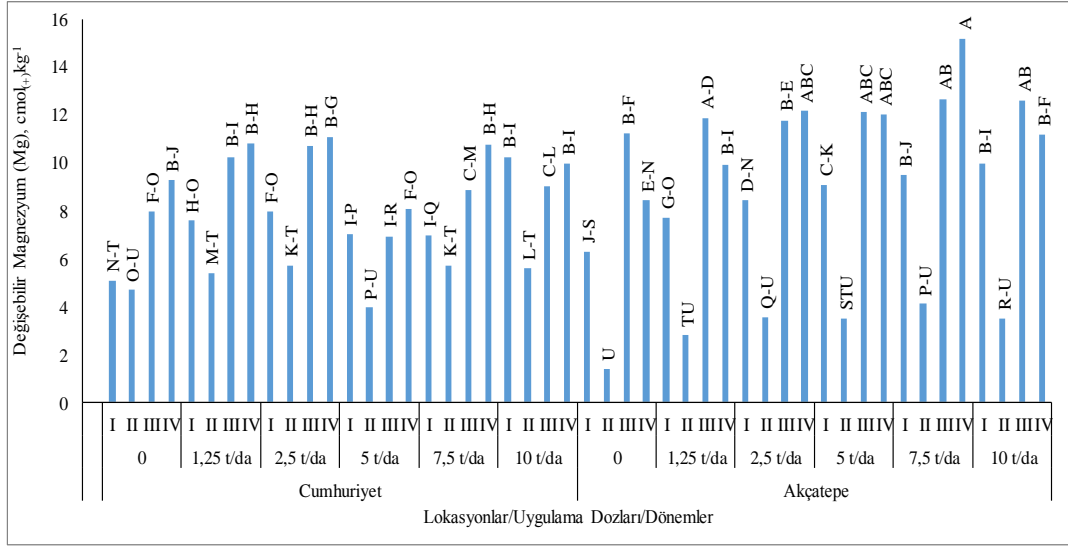
Şekil 4.2.7.5. Değişebilir potasyum (K) üzerine uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x uygulama dozu x dönem interaksiyonunda, en yüksek değişebilir K içeriği ($4.37 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde kompostun 10 t da^{-1} uygulama dozunda ve I. örnekleme döneminde (ilkbahar), en düşük değişebilir K içeriği ise ($0.33 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde kontrol uygulamasında ve II. örnekleme döneminde (yaz) elde edilmiş (Şekil 4.2.7.1) ve değişebilir K içeriğine ait ortalamalar arasındaki farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

4.2.8. Değişebilir Magnezyum (Mg)

Akçatepe ve Cumhuriyet deneme arazilerinden 4 farklı örnekleme zamanında (dönemde) alınan toprak örneklerinden elde edilen değişebilir Mg değerlerine ait varyans analiz sonuçları, EK 13'te verilmiştir.

Örnekleme zamanları dikkate alındığında; değişebilir Mg içeriği I. örnekleme döneminden (ilkbahar) IV. örnekleme dönemine (kış) doğru düzenli bir artış seyri göstermiştir (Şekil 4.2.8.1).

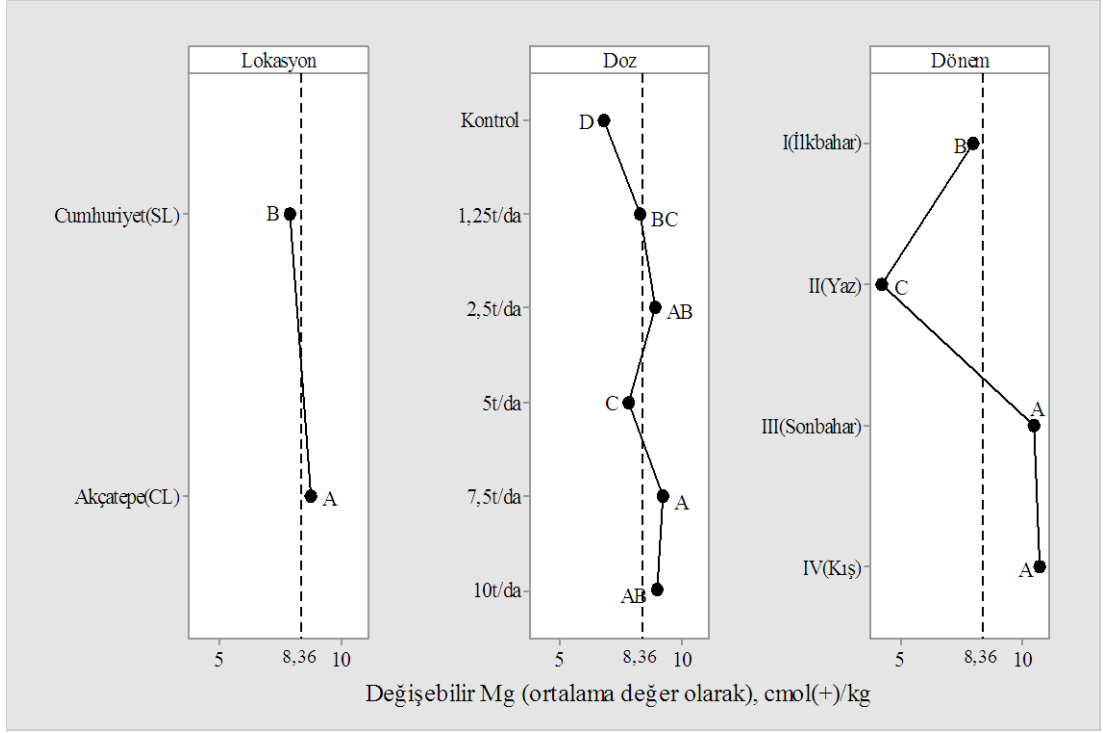


Şekil 4.2.8.1. Değişebilir Mg üzerine lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun etkisi (Ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir)

Toprakların tekstürü dikkate alındığında; kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde değişebilir Mg içeriği ($7.92 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$), killi tın tekstüre sahip deneme arazisinden ($8.80 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) daha düşüktür (Şekil 4.2.8.2) ve ortalamalar arasındaki fark, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

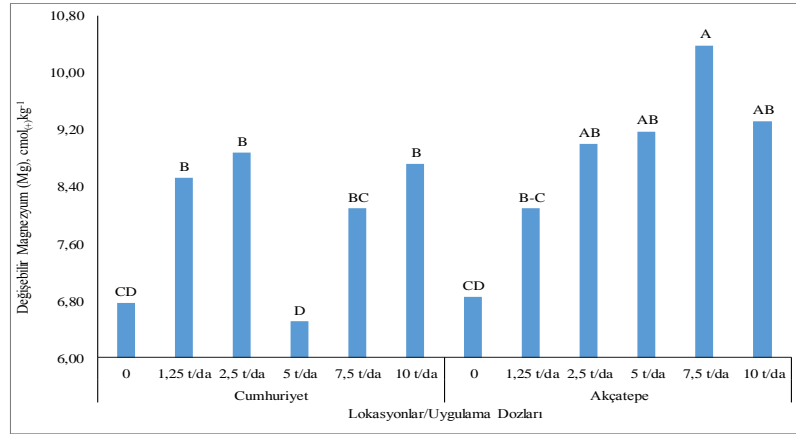
Atık fındık zürufu kompostu uygulama dozları arasında en yüksek değişebilir Mg içeriği ($9.24 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) 7.5 t da^{-1} uygulama dozunda, en düşük değişebilir Mg içeriği ($6.81 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kontrol uygulamasında elde edilmiş (Şekil 4.2.8.2) ve bu değerler arasındaki fark, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Benzer çalışmada Liu ve ark., (2007), organik tarım ve sürdürülebilir tarım yapılan arazide magnezyum seviyesinin geleneksel tarım yapılan araziden daha yüksek olduğunu belirtmiştir.

Örnekleme zamanları dikkate alındığında; en yüksek değişebilir Mg içeriği ($10.75 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) IV. örnekleme döneminde (kış), en düşük değişebilir Mg içeriği ($4.18 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) II. örnekleme döneminde (yaz) elde edilmiş (Şekil 4.2.8.2) ve bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).



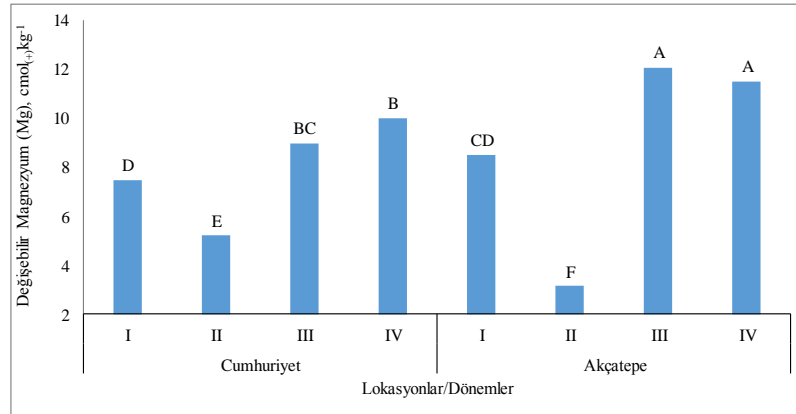
Şekil 4.2.8.2. Değişebilir magnezyum (Mg) üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zürufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.01$ düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x uygulama dozu interaksiyonunda; en yüksek değişebilir Mg içeriği ($10.38 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip arazide (Akçatepe) kompostun 7.5 t da^{-1} uygulama dozunda, en düşük değişebilir Mg içeriği ise ($6.51 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kumlu tın tekstüre sahip arazide (Cumhuriyet) kompostun 5 t da^{-1} uygulama dozunda elde edilmiş (Şekil 4.2.8.3) ve bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).



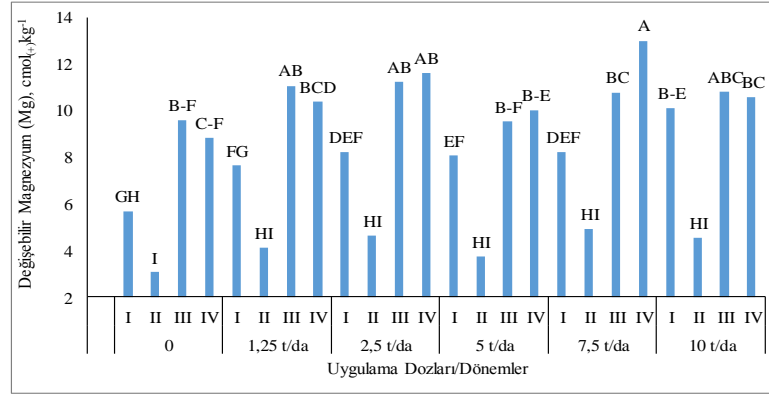
Şekil 4.2.8.3. Değişebilir magnezyum (Mg) lokasyonlar x uygulama dozları interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x dönem interaksiyonunda; en yüksek değişebilir Mg içeriği ($12.06 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde III. örnekleme döneminde, en düşük değişebilir Mg içeriği ise ($3.14 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde II. örnekleme döneminde elde edilmiş (Şekil 4.2.8.4) ve bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).



Şekil 4.2.8.4. Değişebilir magnezyum (Mg) üzerine lokasyonlar x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Uygulama dozu x dönem interaksiyonunda; en yüksek değişebilir Mg içeriği ($13.02 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kompostun 7.5 t da^{-1} uygulama dozunda IV. örnekleme döneminde, en düşük değişebilir Mg içeriği ise ($3.07 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) kontrol uygulamasında II. örnekleme döneminde elde edilmiş, (Şekil 4.2.8.5) ve bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).



Şekil 4.2.8.5. Değişebilir magnezyum (Mg) üzerine uygulama dozları x dönemler etkisinin etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.01$ düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x uygulama dozu x dönem etkisinde, en yüksek değişebilir Mg içeriği ($15.23 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde 7.5 t da^{-1} kompost uygulama dozunda IV. örneklem döneminde (kış), en düşük değişebilir Mg içeriği ise ($1.40 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde kontrol uygulamasında ve II. örneklem döneminde (yaz) elde edilmiş, ancak bu değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (EK 13).

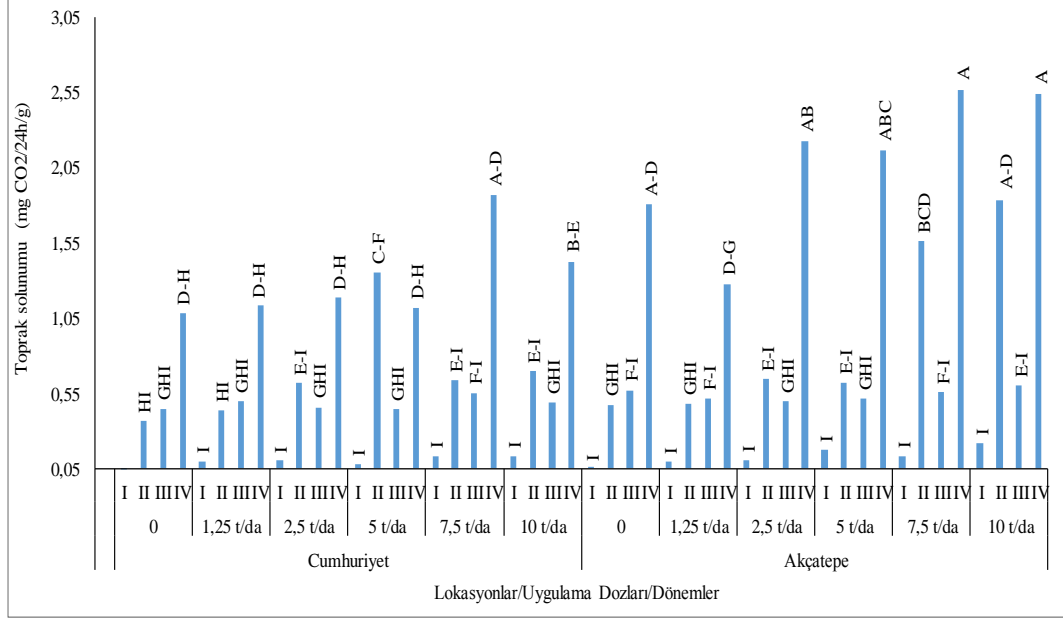
4.3. Toprak Biyolojik Özellikleri

4.3.1. Toprak Solunumu (CO_2)

Toprak solunumu, toprakta mikroorganizma varlığının ve aktivitesinin bir göstergesi olup, toprak kalitesinin değerlendirilmesinde önemli mikrobiyolojik göstergelerden biridir. Toprakta mikrobiyal canlılık faaliyetleri, ayrıca toprak kalitesi ve sağlığının bir göstergesi olup, toprak verimliliğinin değerlendirilmesinde kullanılan bir kalite parametresidir. Topraklara bulaşan organik ve inorganik maddelerin toprakların biyolojik özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesinde mikrobiyal biyomas karbon, CO_2 üretimi (toprak solunumu) ve dehidrogenaz aktivitesi çoğunlukla kullanılan parametrelerdir (Meli ve ark., 2002).

Cumhuriyet ve Akçatepe deneme arazilerinden 4 farklı dönemde alınan toprak örneklerinden elde edilen toprak solunum oranlarına ait varyans analiz tablosu, EK 14'te verilmiştir.

Örnekleme zamanları dikkate alındığında; kumlu tın ve killi tın tekstüre sahip deneme arazilerinde toprak solunumu I. örnekleme döneminden (ilkbahar) IV. örnekleme dönemine (kış) doğru düzenli bir artış seyri sergilemiştir (Şekil 4.3.1.1).



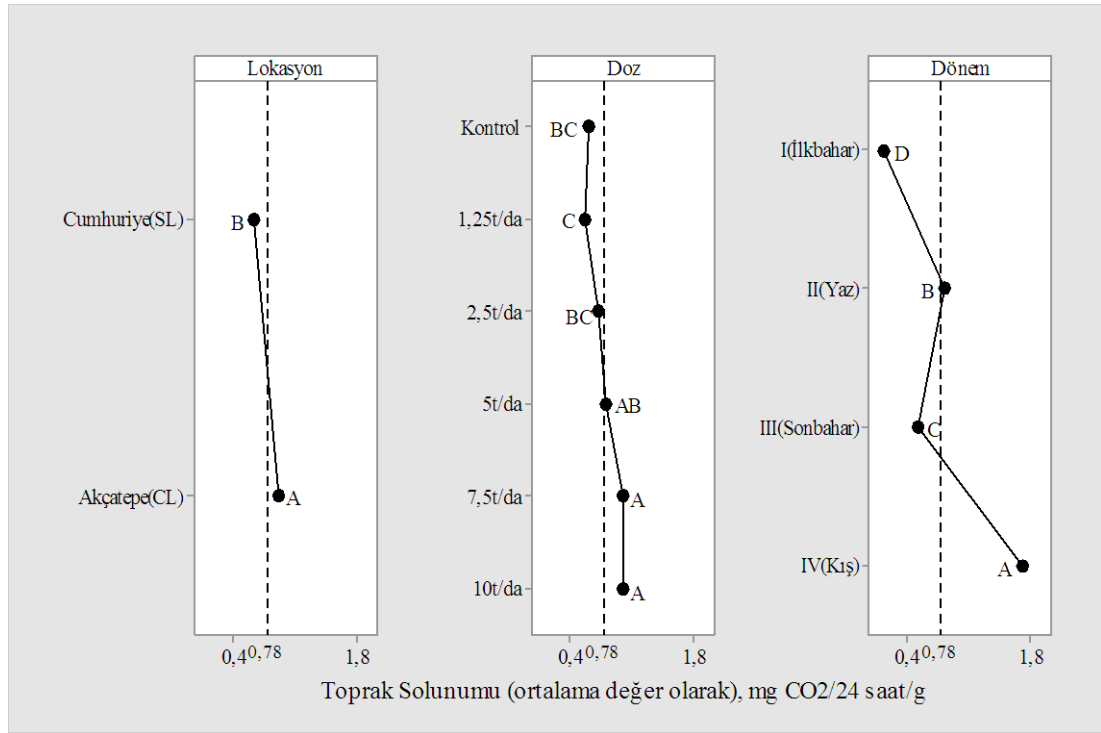
Şekil 4.3.1.1. Toprak solunumu üzerine lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.01$ düzeyinde önemlidir)

Toprakların tekstürü dikkate alındığında; killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde toprak solunumu ($0.92 \text{ mg CO}_2/24 \text{ h/g}$), kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisindeki toprak solunum oranından ($0.64 \text{ mg CO}_2/24 \text{ h/g}$) daha yüksek elde edilmiştir (Şekil 4.3.1.2) ve bu değerler arasındaki fark, istatistiksel olarak çok önemli olarak bulunmuştur ($P < 0.01$).

Atık fındık zurufu kompostunun uygulama dozları arasında en yüksek toprak solunumu ($0.99 \text{ mg CO}_2/24 \text{ h/g}$) kompostun 7.5 t da^{-1} uygulama dozunda en düşük toprak solunumu ise ($0.56 \text{ mg CO}_2/24 \text{ h/g}$) kompostun 1.25 t da^{-1} uygulama dozunda elde edilmiş (Şekil 4.3.1.2) ve bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Benzer şekilde Melero ve ark., (2006), yaptığı çalışmada toprakta CO_2 oranının organik tarım yapılan arazide geleneksel tarım yapılan araziden daha fazla olduğunu belirtmiştir.

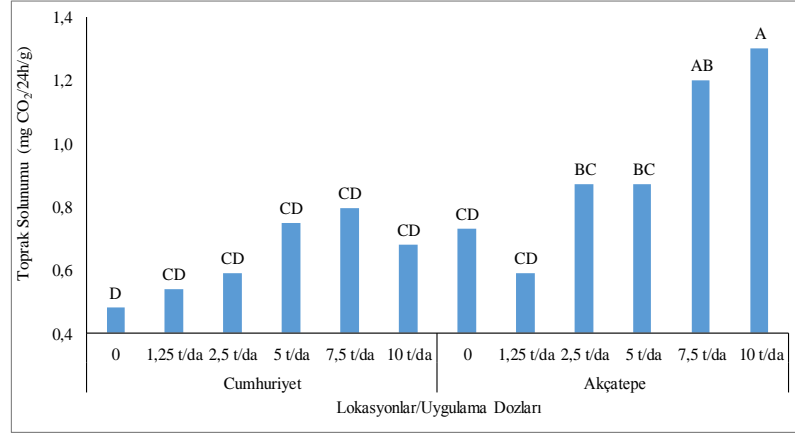
Örnekleme zamanları dikkate alındığında, en yüksek toprak solunum ($1.7 \text{ mg CO}_2/24 \text{ h/g}$) IV. örnekleme döneminde (kış), en düşük toprak solunumu ise ($0.11 \text{ mg CO}_2/24 \text{ h/g}$) I. örnekleme döneminde (ilkbahar) elde edilmiştir.

h/g) I. örnekleme döneminde (ilkbahar) elde edilmiş (Şekil 4.3.1.2) ve bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).



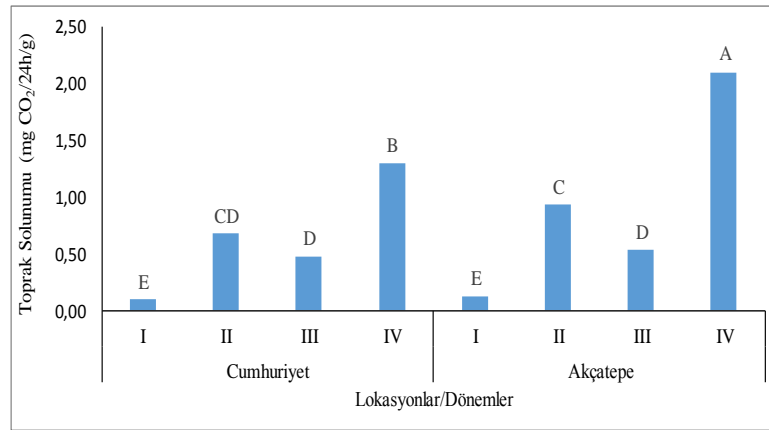
Şekil 4.3.1.2. Toprak solunumu üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zurufu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x uygulama dozu interaksyonu dikkate alındığında; en yüksek toprak solunumu (1.30 mg CO₂/24 h/g) killi tın tekstüre sahip arazide (Akçatepe) atık fındık zurufu kompostunun 10 t da⁻¹ uygulama dozunda, en düşük toprak solunumu ise (0.48 mg CO₂/24 h/g) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Cumhuriyet) kontrol uygulamasında elde edilmiş (Şekil 4.3.1.3) ve bu değerler arasındaki fark, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Gök ve Çolak (1991), Ceylanpınar ve Adıyaman-Çamgazi ovaları toprakları ile Gaziantep-Kemlin, Kayacık ovaları ve Birecik pompaj sulama sahası topraklarının biyolojik özelliklerini inceledikleri bir çalışmada; ova topraklarının organik madde içeriğinin %1–2 gibi düşük değerler gösterdiği, bu nedenle de CO₂ üretimi, enzim aktivitesi, mineral azot ve mineralize olabilir azot gibi mikrobiyolojik özelliklere ilişkin değerlerin düşük olduğunu ortaya koymuşlardır.



Şekil 4.3.1.3. Toprak solunum oranı üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar P<0.01 düzeyinde önemlidir)

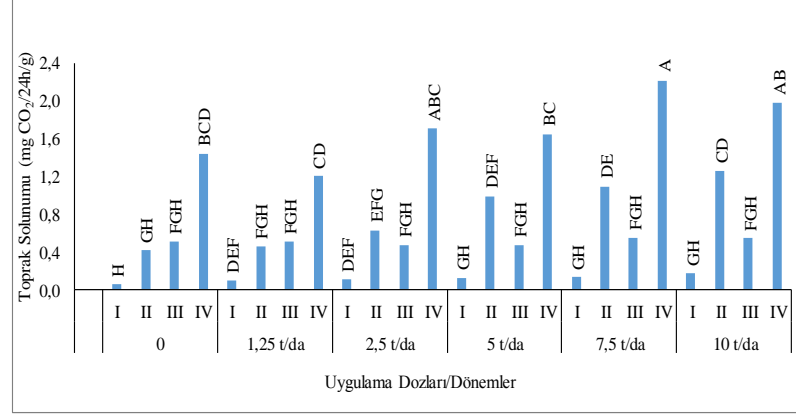
Lokasyon x dönem interaksiyonunda; en yüksek toprak solunum oranı (2.1 mg CO₂/24 h/g) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Akçatepe) IV. örnekleme döneminde (kış), en düşük toprak solunum oranı ise (0.1 mg CO₂/24 h/g) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Cumhuriyet) I. örnekleme döneminde (ilkbahar) elde edilmiş (Şekil 4.3.1.4) ve bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (P<0.01).



Şekil 4.3.1.4. Toprak solunum oranı üzerine lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar P<0.01 düzeyinde önemlidir)

Uygulama dozu x dönem interaksiyonunda; en yüksek toprak solunum oranı (2.22 mg CO₂/24 h/g) kompostun 7.5 t da⁻¹ uygulama dozunda ve IV. örnekleme döneminde (kış), en düşük toprak solunum oranı ise (0.05 mg CO₂/24 h/g) kontrol uygulamasında ve I. örnekleme döneminde (ilkbahar) elde edilmiş (Şekil 4.3.1.5) ve bu değerler

arasındaki farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Benzer şekilde Liu ve ark., (2007), yaptıkları çalışmada organik tarım yapılan arazide, toprak mikroorganizmalarının yüksek aktivitesi nedeniyle toprak solunum oranının sürdürülebilir ve geleneksel tarım yapılan araziye göre daha yüksek olduğunu bildirmişleridir.



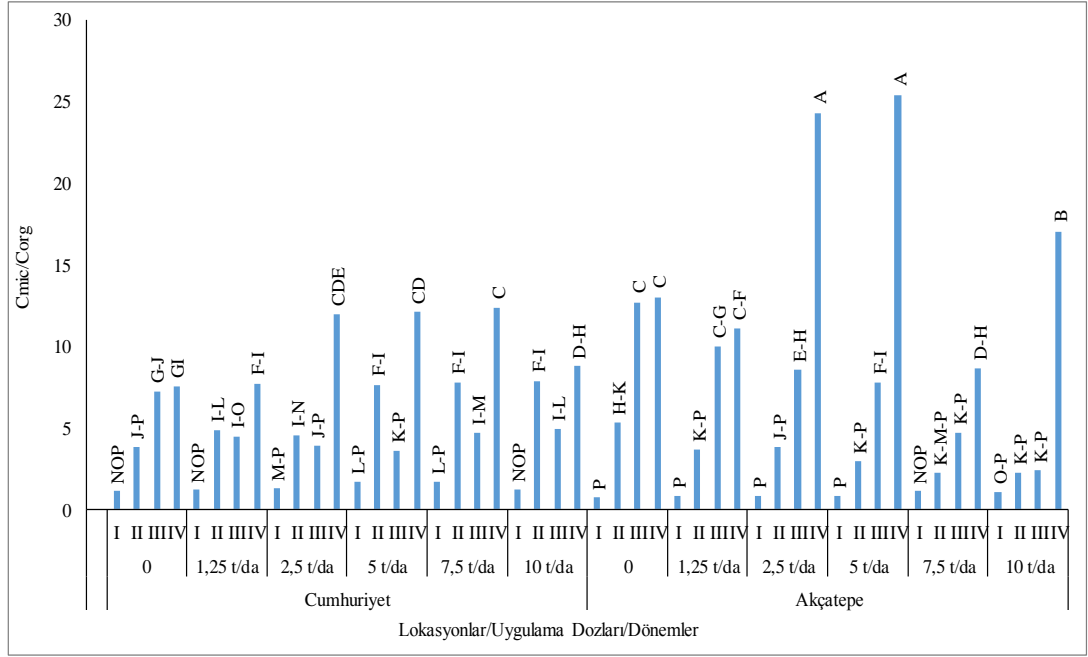
Şekil 4.3.1.5. Toprak solunum oranı üzerine uygulama dozları x dönemler interaksyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x uygulama dozu x dönem interaksyonunda; en yüksek toprak solunum oranı $2.57 \text{ mg CO}_2/24 \text{ h/g}$ killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde kompostun 7.5 t da^{-1} IV. örnekleme döneminde, en düşük toprak solunumu ise ($0.04 \text{ mg CO}_2/24 \text{ h/g}$) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde kontrol uygulamasında ve I. örnekleme döneminde elde edilmiş (Şekil 4.3.1.1). Toprak solunum oranlarına ait ortalamalar arasındaki fark, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

4.3.2. Cmic/Corg Oranı

Cumhuriyet ve Akçatepe deneme arazilerinden 4 farklı dönemde alınan örneklerden elde edilen Cmic/Corg oranlarına ait varyans analiz tablosu, EK 14'te verilmiştir.

Örnekleme zamanları dikkate alındığında, kumlu tın ve killi tın tekstüre sahip deneme arazilerinde Cmic/Corg oranı I. örnekleme döneminden (ilkbahar) IV. örnekleme dönemine (kış) düzenli bir artış seyri göstermiştir (Şekil 4.3.2.1).

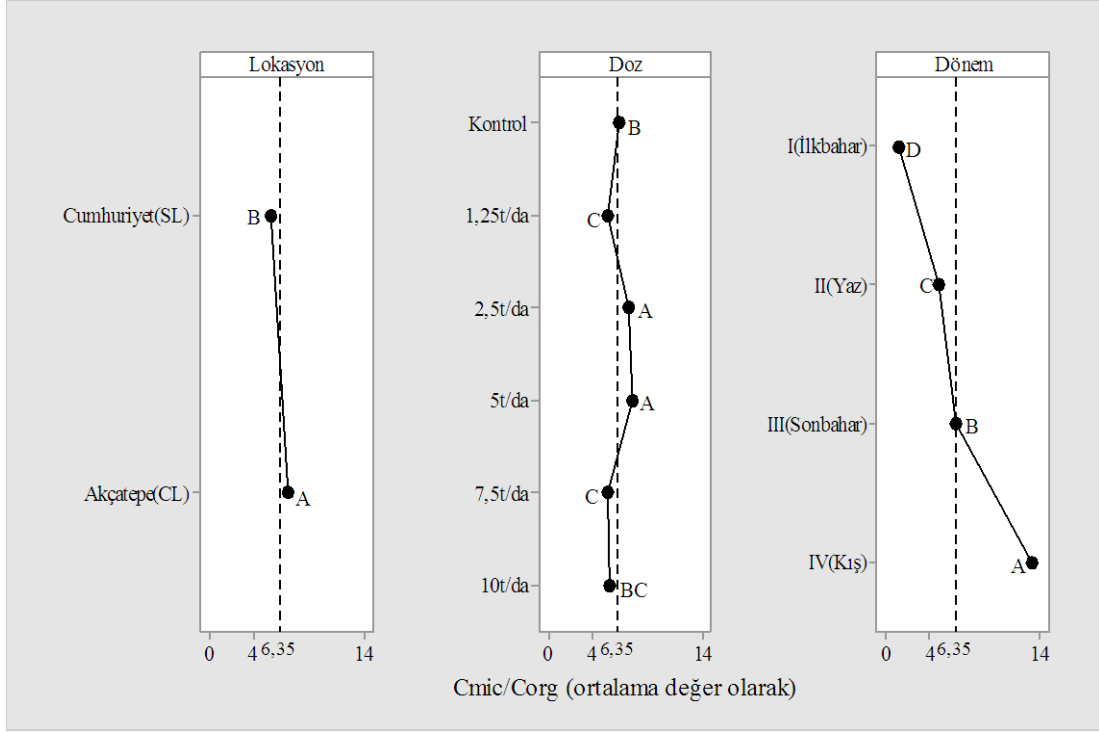


Şekil 4.3.2.1. Cmic/Corg oranı üzerine lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.01$ düzeyinde önemlidir)

Toprakların tekstürü dikkate alındığında; kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde Cmic/Corg oranı (5.57), killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde Cmic/Corg oranından (7.13) daha düşüktür (Şekil 4.3.2.2) ve bu değerler arasındaki fark, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).

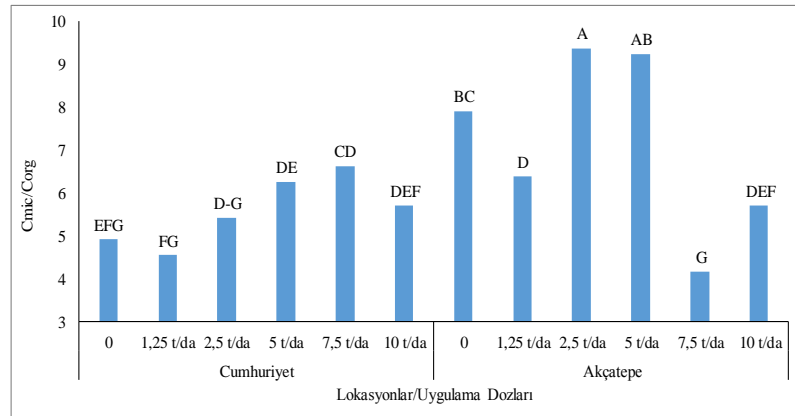
Atık fındık zürufu kompostu uygulama dozları dikkate alındığında; en yüksek Cmic/Corg oranı (7.74) kompostun 5 t da⁻¹ uygulama dozunda, en düşük Cmic/Corg oranı ise (5.39) kompostun 7.5 t da⁻¹ uygulama dozunda elde edilmiş (Şekil 4.3.2.2) ve Cmic/Corg ortalama değerleri arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Benzer şekilde Marinari ve ark., (2006), yaptıkları çalışmada Cmic/Corg oranının organik tarımla yönetilen topraklarda geleneksel tarım yapılan topraklara göre önemli derecede daha fazla olduğunu belirtmiştir.

Örnekleme zamanları dikkate alındığında en yüksek Cmic/Corg oranı (13.32) IV. örnekleme döneminde (kış), en düşük Cmic/Corg oranı ise (1.13) I. örnekleme döneminde (ilkbahar) elde edilmiş (Şekil 4.3.2.2) ve bu değerler arasındaki fark, istatistiksel olarak çok önemli nitelendirilmiştir ($P < 0.01$).



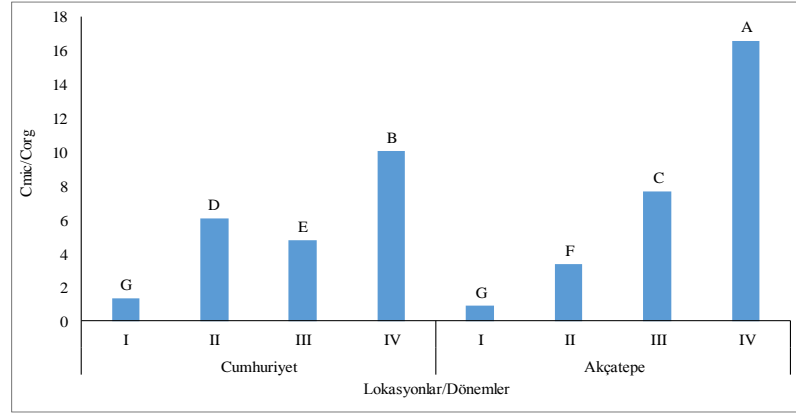
Şekil 4.3.2.2. Cmic/Corg oranı üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zuru kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.01$ düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x uygulama dozu interaksiyonu dikkate alındığında; hem en yüksek Cmic/Corg oranı (9.37) kompostun 2.5 t da⁻¹ uygulama dozunda ve hemde en düşük Cmic/Corg oranı (4.17) kompostun 7.5 t da⁻¹ uygulama dozunda killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Akçatepe) elde edilmiş (Şekil 4.3.2.3) ve Cmic/Corg oranı için ortalama değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).



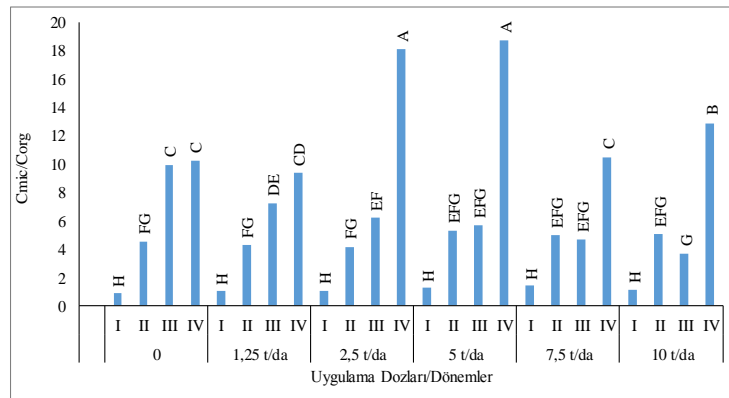
Şekil 4.3.2.3. Cmic/Corg oranı üzerine lokasyonlar x uygulama dozları interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.01$ düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x dönem interaksyonunda, en yüksek Cmic/Corg oranı (16.58) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde IV. örnekleme döneminde (kış), en düşük Cmic/Corg oranı (0.90) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde I. örnekleme döneminde (ilkbahar) elde edilmiş (Şekil 4.3.2.4) ve bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).



Şekil 4.3.2.4. Cmic/Corg oranı üzerine lokasyonlar x dönemler interaksyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Uygulama dozu x dönem interaksyonunda; en yüksek Cmic/Corg oranı (18.75) kompostun 5 t da^{-1} uygulama dozunda IV. örnekleme döneminde, en düşük Cmic/Corg oranı ise (0.91) kontrol uygulamasında ve I. örnekleme döneminde elde edilmiş (Şekil 4.3.2.5) ve bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel açıdan çok önemli olarak saptanmıştır ($P<0.01$).



Şekil 4.3.2.5. Cmic/Corg oranı üzerine uygulama dozları x dönemler interaksyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

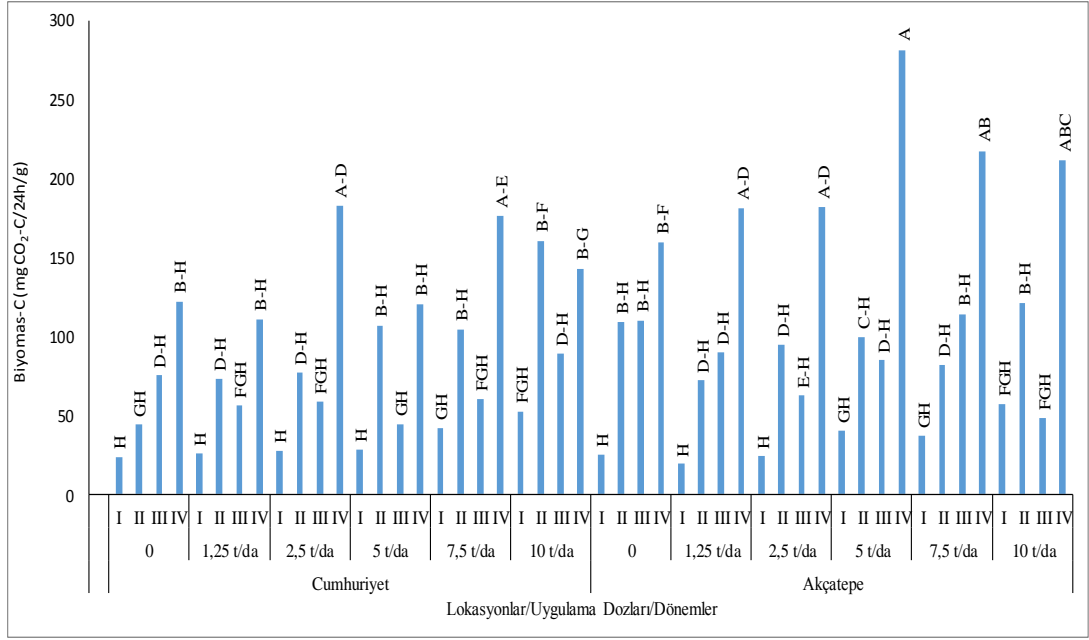
Lokasyon x uygulama dozu x dönem interaksyonu dikkate alındığında; en yüksek Cmic/Corg oranı (25.39) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde kompostun 5 t da⁻¹ uygulama dozunda ve IV. örnekleme döneminde, en düşük Cmic/Corg oranı ise (0.70) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde kontrol uygulamasında ve I. örnekleme döneminde elde edilmiş (Şekil 4.3.2.1) ve bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (P<0.01).

4.3.3. Biyomas Karbon (Biyomas-C)

Toprak organik karbonu besinlerin içerisinde bulunur ve bir besin kaynağıdır ayrıca toprak verimliliğinin sürdürülmesinde hayati öneme sahiptir. Toprak mikrobiyal biyomas içeriği toprak kalitesinin önemli bir göstergesidir ve bozulmuş alanların başarılı şekilde iyileştirilmesinde, bir değerlendirme kriteri olarak kullanılabilmesi mümkündür (Yadav, 2012).

Cumhuriyet ve Akçatepe deneme arazilerinden 4 farklı dönemde alınan örneklerde elde edilen biyomas-C içeriğine ait varyans analiz tablosu EK 15'te verilmiştir.

Örnekleme zamanları dikkate alındığında, kumlu tın ve killi tın tekstüre sahip deneme arazilerinde biyomas-C içeriği I. örnekleme döneminden (ilkbahar) IV. örnekleme dönemine (kış) düzenli bir artış seyri göstermiştir (Şekil 4.3.3.1).

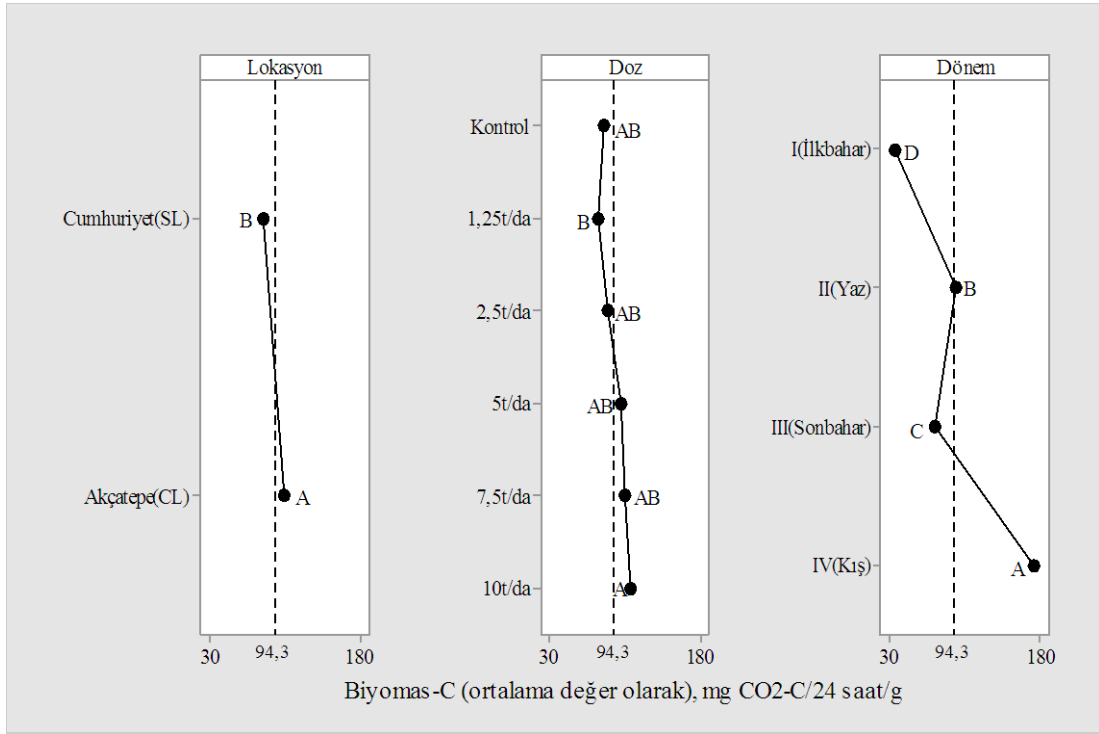


Şekil 4.3.3.1. Biyomas-C üzerine lokasyonlar x uygulama dozları x dönemler interaksyonunun etkisi (Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir)

Toprakların tekstürü dikkate alındığında; kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Cumhuriyet) biyomas-C değeri (83.55 mg CO₂-C/24 h/g), killi tın tekstüre sahip deneme arazisindeki (Akçatepe) biyomas-C değerinden (105.15 mg CO₂-C/24 h/g), daha düşük elde edilmiş (Şekil 4.3.3.2) ve bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (P<0.01).

Atık fındık zürufu kompostu uygulama dozları değerlendirildiğinde; en yüksek biyomas-C değeri (110.31 mg CO₂-C/24 h/g) kompostun 10 t da⁻¹ uygulama dozunda, en düşük biyomas-C değeri ise (78.58 mg CO₂-C/24 h/g) kompostun 1.25 t da⁻¹ uygulama dozunda elde edilmiş (Şekil 4.3.3.2) ve bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (P<0.01).

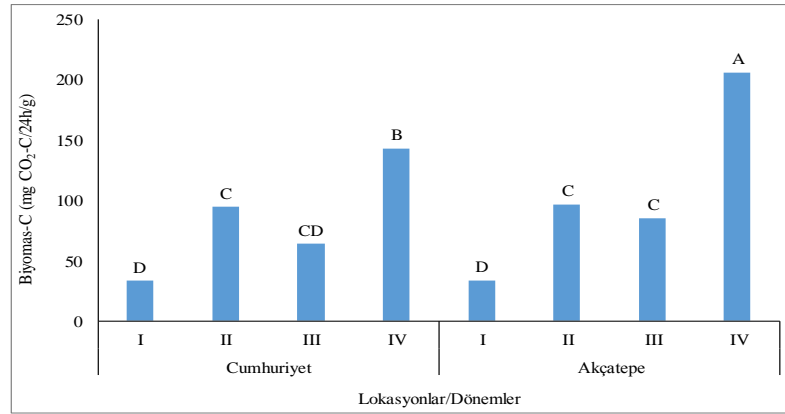
Örnekleme periyotları dikkate alındığında; en yüksek biyomas-C değeri (174.06 mg CO₂-C/24 h/g) IV. örnekleme döneminde (kış), en düşük biyomas-C değeri ise (33.51 mg CO₂-C/24 h/g) I. örnekleme döneminde (ilkbahar) elde edilmiş (Şekil 4.3.3.2) ve bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (P<0.01).



Şekil 4.3.3.2. Biyomas-C üzerine lokasyonların (toprak tekstürünün), atık fındık zuruflu kompostu uygulama dozlarının ve dönemlerin ana etkilerinin karşılaştırılması (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.01$ düzeyinde önemlidir)

Lokasyon x uygulama dozu interaksyonu dikkate alındığında; en yüksek biyomas-C değeri ($126.52 \text{ mg CO}_2\text{-C}/24 \text{ h/g}$) killi tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Akçatepe) kompostun 5 t da^{-1} uygulama dozunda, en düşük biyomas-C değeri ise ($66.44 \text{ mg CO}_2\text{-C}/24 \text{ h/g}$) kumlu tın tekstüre sahip deneme arazisinde (Cumhuriyet) kontrol uygulamasında elde edilmiş, ancak bu değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Lokasyon x dönem interaksyonunda, en yüksek biyomas-C değeri ($205.57 \text{ mg CO}_2\text{-C}/24 \text{ h/g}$) killi tın tekstüre sahip arazide IV. örnekleme döneminde (kış), en düşük biyomas-C değeri ise ($33.36 \text{ mg CO}_2\text{-C}/24 \text{ h/g}$) kumlu tın tekstüre sahip arazide I. örnekleme döneminde (ilkbahar) elde edilmiş (Şekil 4.3.3.3) ve bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).



Şekil 4.3.3.3. Biyomas-C üzerine lokasyonlar x dönemler interaksiyonunun etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.01$ düzeyinde önemlidir)

Uygulama dozu x dönem interaksiyonunda, en yüksek biyomas-C değeri (200.83 mg CO₂-C/24 h/g) kompostun 5 t da⁻¹ uygulama dozu IV. örnekleme döneminde, en düşük biyomas-C değeri ise (22.55 mg CO₂-C/24 h/g) kompostun 1.25 t da⁻¹ uygulama dozu I. örnekleme döneminde elde edilmiş, ancak değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Benzer şekilde Marinari ve ark., (2006) yaptıkları çalışmada organik tarım yapılan arazide elde edilen biyomas-C değerinin geleneksel tarım yapılan arazide elde edilen biyomas-C değerinden daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Gerhardt, (1997), organik tarımda hayvan gübresi kullanımının organik maddenin sürdürülebilirliğinde önemli olduğunu ve bir yönetim metodu olarak organik girdilerin organik tarımda kullanımının toprakta mikrobiyal aktivitenin belirlenmesinde pestisit ve mineral gübre kullanımından daha önemli olduğunu belirtmiştir.

Lokasyon x uygulama dozu x dönem interaksiyonu dikkate alındığında; en yüksek biyomas-C değeri (281.37 mg CO₂-C/24 h/g) killi tın tekstüre sahip arazide kompostun 5 t da⁻¹ uygulama dozunda ve IV. örnekleme döneminde (kış), en düşük biyomas-C oranı da (19.17 mg CO₂-C/24 h/g) yine killi tın tekstüre sahip arazide 1.25 t da⁻¹ uygulama dozunda ve I. örnekleme döneminde (ilkbahar) elde edilmiştir ancak bu değerler arasındaki farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Mikrobiyal biyoteknolojik teknikler ile kompostlanmış atık fındık zurufu kompostunun, farklı uygulama dozları, farklı toprak tekstürleri ve farklı örnekleme zamanlarında toprak kalitesi üzerine olası etkilerinin konu edildiği bu çalışma kapsamında, toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri toprak kalitesinin izlenmesinde ve değerlendirilmesinde gösterge olarak seçilmiş ve laboratuvar analizleriyle belirlenmiştir.

Topraklara atık fındık zurufu kompostu uygulaması özellikle organik madde artışı ile birlikte toprağın birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin gelişmesini sağlamıştır. Toprak organik maddesi ve canlılık faaliyetlerindeki artış, toprakları daha sağlıklı hale gelmiştir.

Toprak solunumu (CO₂) toprak mikroorganizma faaliyetlerinin bir göstergesidir ve atık fındık zurufu kompostu uygulaması sonucu, toprakta mikrobiyal faaliyetler büyük oranda artmıştır.

Atık fındık zurufu kompostu uygulaması özellikle toprağın tamponlama kapasitesini artırarak kimyasal toprak özelliklerinden pH, elektriksel iletkenlik, değişebilir kanyonların miktarı, organik madde ve toplam azot içeriğini; fiziksel özelliklerden agregat stabilitesi, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi ve solma noktasını; biyolojik özelliklerden toprak solunumu (CO₂) ve biyomas-C içeriğini artırmıştır.

Atık fındık zurufu kompostu uygulaması, toprakların agregat stabilitesini kontrole göre artırarak toprakların strüktürünü geliştirmiş ve toprakları erozyona karşı daha dayanıklı hale getirmiştir. Kompost uygulaması, aynı zamanda toprak hacim ağırlığını düşürerek, topraklarda olası sıkışma riskini azaltmıştır. Yine toprak havalanma oranını ve su tutma kapasitesinin artırmıştır.

Atık fındık zurufu kompostu uygulamasının değişebilir kalsiyum ve elektriksel iletkenlik değerlerine etkisi ise önemsiz olarak bulunmuştur.

Topraklara artan seviyelerde uygulanan atık fındık zurufu kompostu, doz artışına bağlı olarak toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirmiş, ancak topraklara ilave edilen organik bileşikler içerisinde mikrobiyal biyomas-C'nun oranı, organik madde yönetimi ve topraklardaki biyolojik süreçlerin sürdürülebilirliği açısından değerlendirildiğinde; toprak organik madde içeriğini %2 oranında artırmak

için yapılan 5 t da⁻¹ uygulamasının en uygun findık zurufu kompostu uygulaması olduğu belirlenmiştir.

Arazi denemelerinden elde edilen sonuçlar, toprak tekstürünün, uygulanacak atık findık zurufu kompostu miktarının seçiminde en önemli ölçüt olduğunu ortaya koymuştur. Dolayısıyla, atık findık zurufu kompostunun toprakta hem sürdürülebilirlik hem de toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine olan katkısı birlikte değerlendirildiğinde; toprakların başlangıç organik madde kapsamı belirlendikten sonra, hafif bünyeli findık bahçelerinde organik madde kapsamı yaklaşık % 4.5 ve ağır bünyeli topraklarda ise % 3.5 olacak şekilde topraklara ilave edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Yıllara göre ürün verimi ve buna bağlı olarak atık miktarı değişmekle beraber, her yıl ortalama 500.000 ton civarında tarımsal atık olarak ortaya çıkan findık zurufu, doğada kendi halinde yaklaşık iki yıl gibi bir sürede çürümesine karşın, mikrobiyal biyoteknolojik tekniklerle aerobik olarak yaklaşık 2 ay gibi kısa bir süre içerisinde kompostlanabilmektedir. Bu husus, üreticiler tarafından tarım alanlarında kullanımı tercih edilmeyen ve çoğu zaman hasat sonunda atık olarak kalan findık zurufunun kompostlandırılması sonunda, tekrar topraklara organik madde ve besin maddesi kaynağı olarak geri dönüşümünün sağlanabileceği sonucunu ortaya koymaktadır.

Atık findık zurufu kompostunun artan dozlarda topraklara uygulanması sonunda, doz artışına bağlı olarak toprakların pek çok özelliği ile verim ve verim unsurlarında artışların olduğu belirlenmesine karşın, uygulanacak kompostun en uygun seviyesine toprağın bünyesi ile başlangıçtaki organik madde kapsamı dikkate alınarak karar verilmesi gerektiği, son kullanıcılara önemle hatırlatılması gereken bir husustur. Bu amaçla, kompost uygulama miktarının uygulama sonunda, ağır bünyeli topraklarda organik madde kapsamını % 3.5; hafif bünyeli topraklarda ise % 4.5 seviyesine getirecek şekilde seçilmesi tavsiye edilebilir. Daha düşük miktarlarda findık zurufu kompostu uygulanması durumunda, komposttan beklenen faydanın gerçekleşmeyeceği, daha yüksek seviyelerde kullanılması durumunda ise, toprak kalitesinde bozulmalar görülebileceği gözönüne alınmalıdır. Bu amaçla, findık zurufu kompostu topraklara mutlaka toprak analizleriyle belirlenecek olan tekstür sınıfı ve organik madde içeriği dikkate alınarak uygulanmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Aggelides, S.M., Londra, P.A. 2000. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. *Bioresource Technology* 71: 253-259.
- Al-Kaisi, M.M., Yin, X.H., Licht, M.A. 2005. Soil carbon and nitrogen changes as influenced by tillage and cropping systems in some Iowa soils. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 105, 635-647.
- Anderson, J.P.E. 1982. Soil respiration. In: Page, A.L. (Ed.), *Methods of soil analysis. Part 2, Chemical and microbiological properties. Vol. 9, 2nd edition.* ASA-SSAA, Madison, Wisconsin, USA, pp.831-871.
- Anderson, J.P.E., Domsch, K.H. 1978. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils, *Soil Biology and Biochemistry* 10, 215 – 221.
- Andrews, S.S. 2002. A comparison of soil quality indexing methods for vegetable production systems in Northern California. *Agric. Ecosyst. Environ.* 90, 25–45.
- Anikwe, M.A.N. 2000. Amelioration of a heavy clay loam soil with rice husk dust and its effect on soil physical properties and maize yield. *Bio. Tech.*74, 169-173.
- Aoyama, M. Kumakura, N. 2001. Quantitative and qualitative changes of organic matter in an Ando soil induced by mineral fertilizer and cattle manure applications for 20 years. *Soil Sci. Plant Nutr.* 47: 241–252.
- Arshad, M.A., Martin, S. 2002. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystem. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 88: 153–160.
- Baran, A., Zeytin, S. 2003. Influences of composted hazelnut husk on some physical properties of soils. *Bioresource Technology* 88: 241–244.
- Barthes, B.G., Kouakoua, E., Larre-Larrouy, M.C., Razafimbelo T.M., Luca, E.F., Azontonde, A., Neves, C.S.V.J., Freitas, P.L., Feller, C.L. 2008. Texture and sesquioxide effects on water-stable aggregates and organic matter in some tropical soils. *Geoderma* 143: 14-25.
- Barzegar, A.R., Yousefi, A., Daryashenas, A. 2002. The effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat. *Plant and Soil* 247: 295-301.
- Bayraklı, F. 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. O.M.Ü Yayınları. No:17. Samsun
- Bidisha, M., Joerg, R., Yakov, K. 2010. Effects of aggregation processes on distribution of aggregate size fractions and organic C content of a long-term fertilized soil. *European Journal of Soil Biology* 46: 365-370.
- Biswas, T.D., Roy, M.R., Sahu, B.N. 1970. Effect of different sources of organic manure on the physical properties of the soil growing rice. *Journal of the Indian Society of Soil Science* 18(3): 233-242.
- Borken, W., Muhs, A., Beese, F. 2002. Changes in microbial and soil properties following compost treatment of degraded temperate forest soils. *Soil Biology & Biochemistry* 34, 403-41.

- Brandsma, R.T., Fullen, M.A., Hocking, T.J. 1999. Soil conditioner effects on soil structure and erosion. *Journal of Soil and Water Conservation* 54(2): 485-489.
- Bulluck, L.R., Brosius, M., Evanylo, G.K., Ristaino, J.B. 2002. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied Soil Ecology* 19: 147-160.
- Caravaca, F., Lax, A., Albaladejo, J. 2001. Soil aggregate stability and organic matter in clay and fine silt fraction in urban refuse-amended semiarid soils. *Soil Science Society of America Journal* 65: 1235,1238.
- Carter, M.R., Gregorich, E.G., Anderson, D.W., Doran, J.W., Janzen, H.H., Pierce, F.J. 1997. Concept of soil quality and their significance: Soil quality for crop production and ecosystem health, Editörler: M.R., Carter, E.G., Gregorich. *Developments in soil science* 25, Amsterdam, The Netherlands, s: 3.
- Celik, I., Ortas, I., Kilic, S. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a chromoxerert soil. *Soil Tillage Res.* 78, 59-67.
- Chaudhari, P.R., Ahire, V.D., Chkravarty, M., Maity, S. 2013. Soil bulk density as related to soil texture, organic matter content and available total nutrients of coimbatore soil. *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 3, Issue 2.
- Chen, X., Liu, Z., Jing, Y., Li, Q., Jiabao, Z., Huang, Q. 2014. Effects of biochar amendment on rape seed and sweet potato yields and water stable aggregate in upland red soil. *Catena* 123: 45-51.
- Chivenge, P., Vanlauwe, B., Gentile, R., Six, J., 2011. Organic resource quality influences short-term aggregate dynamics and soil organic carbon and nitrogen accumulation. *Soil Biology & Biochemistry* 43: 657-666.
- Çepel, N. 1985. Toprak Fizigi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3313, O.F. Yayın No: 374, İstanbul.
- Çimen, F., Ok, S.S., Kayran, C., Demirci, Ş., Özenç, D.B., Özenç, N. 2007. Characterization of humic materials extracted from hazelnut husk and hazelnut husk amended soils. *Biodegradation* 18:295-301 DOI 10.1007/s10532-006-9063-9.
- Demiralay, İ. 1982. Muş-Alparslan Devlet Üretim çiftliği killi toprağına organik materyal ve kireç ilavesinin agregat stabilitesi üzerine etkisi. 13: 1-2
- Demiralay, İ. 1993. Toprak fiziksel analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No.143. Erzurum.
- Doran, J.W. 2002. Soil health and global sustainability: Translating science into practice. *Agric. Ecosyst. Environ.* 88, 119-127.
- Doran, J.W., Sarrantonio, M., Lieberg, M.A. 1996. Soil health and sustainability. *Adv. Agron.* 56: 1-54.
- Doran, J.W., Smith, M.S. 1987. Organic matter management and utilization of soils and fertilizer nutrients. In: *Soil fertility and organic matter as critical components of production systems*. SSSA Special Publication No. 19, pp.53-72.

- Durak, A., Brohi, A.R. 1986. Tütün tozunun organik gübre olarak değerlendirilmesi. Türkiye Tütüncülüğü ve Geleceği Sempozyumu. 12-14 Kasım 1986, Bildiriler Kitabı. s.261-269, Tokat.
- Edmeades, D.C. 2003. The Long-Term Effects of Manures And Fertilizers on Soil Productivity and Quality: a Review. Nutrient Cycling in Agroecosystems. Vol. 66. pp. 165-180.
- Ferreras, L., Gomez, E., Toresani, S., Firpo, I., Rotondo, R. 2006. Effect of Organic Amendments on Some Physical, Chemical and Biological Properties in a Horticultural Soil. *Bioresource Technology*, 97 (4): p. 635-640.
- Flaig, W., Nagar, B., Sochtig, H., Tictjen, C. 1977. Organic materials and soil productivity. *FAO Soil Bulletin*. No.35. Rome, Italy.
- Garcia, C., Roldan, A., Hernandez, T. 2004. Ability of different plant species to promote microbiological processes in semiarid soil. *Geoderma* 124: 193-202.
- Gerhardt, R.A. 1997. A comparative analysis of the effects of organic and conventional farming systems on soil structure. *Biol. Agricult. Horti.* 14, 139–157.
- Giller, K.E., Cadish, G., Ehaliotis, C., Adams, E., Sakala, W. and Mafongoya, P. 1997. Building soil nitrogen capital in Africa. In: Buresh, R.J., Sanchez, P.A., Calhoun, F. (Eds.), *Replenishing Soil Fertility in Africa*. SSSA Special Publication No. 51, Madison, pp. 151-192.
- Gök, M., ve Çolak, A.K., 1991. Gaziantep-Kemlin-Kayacık Ovaları ve Birecik Pompaj Sulama Sahası Topraklarının Biyolojik Özellikleri. *Toprak İlmi Derneği*, 12. Bilimsel Toplantısı, Şanlıurfa.
- Gregorich, L.J., Acton, D.F. 1995. Understanding soil health. Pages 5-10 in D.F. Acton and L.J. Gregorich, eds. *The health of our soils-towards sustainable agriculture in Canada*. Centre for Land and Biological Resources Research, Research Branch, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Ont., Canada.
- GTB. 2013. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı 2013 Yılı Fındık Raporu. <http://koop.gtb.gov.tr/data/5342b62e487c8ea5e4b4d9bc/2013%20F%C4%B1nd%C4%B1k%20Raporu.pdf>. (Erişim tarihi: 03.04.2015)
- Guan, S.Y. 1989. Studies on the factors influencing soil enzyme activities: I. Effects of organic manures on soil enzyme activities and N and P transformations. *Acta Pedologica Sinica* 26: 72-78.
- Guggenberger, G., Kaiser, K., Zech, W. 1998. SOM pools and transformation determined by physical traction. Refractory soil organic matter (RSOM): Structure and stability. *Proceedings of the Joint Workshop of Comissions II and III, Bayreuth, Germany*. 87: 175-190.
- Gupta, R.K., Singh, R.R., Abrol, I.P. 1988. Influence of simultaneous change in sodicity and pH on the hydraulic conductivity of an alkali soil under rice culture. *Soil Science* 146: 382-386.
- Haynes, R.J., Naidu, R. 1998. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 51: 123–137.

- Kacar, B. 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri III. Toprak analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No. 3. Ankara.
- Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F., Schuman, G.E. 1997. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61, 4–10.
- Karlen, D.L., Stott, D.E. 1994. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. In: Doran, J.W., et al. (Eds.), *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. SSSA and ASA, Madison, WI, pp. 53–72.
- Khaleel, R., Reddy, K.R., Overcash, M.R. 1981. Changes in soil physical properties due to organic waste applications: A review. *Journal of Environmental Quality* 10: 133-141.
- Koorevar, P., Menelik, G., Dirksen, C. 1983. *Elements of soil physics, Developments in Soil Science*, vol. 13. Elsevier, Amsterdam, 230 pp.
- Kütük, C., Çaycı, G. 2000. Effect of beer factory sludge on yield components of wheat and some soil properties. *International Symposium on Desertification*. 13-17 June 2000. Konya, Turkey. *Book of Proceedings*, pp. 313-318.
- Leaungvutivirog, C., Sunantapongsuk, V., Limtong, P., Nakapraves, P., Piriyaopin, S. 2004. Effect of organic fertilizer on soil improvement in mab bon, tha yang, satuk and renu series for corn cultivation in thailand. *Symposium No: 57, Paper No. 1899*.
- Liu, B., Tu, C., Hu, S., Gumpertz, M., Ristaino, J.B. 2007. Effect of organic, sustainable, and conventional management strategies in grower fields on soil physical, chemical, and biological factors and the incidence of Southern blight. *Applied Soil Ecology* 37: 202-2014.
- Mahmoud, M., Jansses, M., Peth, S., Horn, R., Lennartz B. 2012. Long-term impact of irrigation with olive mill wastewater on aggregate properties in the top soil. *Soil & Tillage Research* 124: 24–31.
- Marinari, S., Mancinelli, R., Campiglia, R., Grego, S. 2006. Chemical and biological indicators of soil quality in organic and conventional farming systems in Central Italy. *Ecological Indicators* 6: 701–711.
- Martin, J.P., Martin, W.P., Page, J.B., Raney, W.A., Ment, J.D. 1955. Soil aggregation. *Adv. Agron.* 7,1–37.
- McCoy, E.L. 1998. Sand and organic amendments influences on soil physical properties related to turf establishment. *Agronomy Journal* 90: 411-419.
- Melero, S., Porras, J.C.R., Herencia, J.F., Madejon, E. 2006. Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. *Soil & Tillage Research* 90: 162–170.
- Meli, S., Porto M., Belligno, A., Bufo, S. A., Mazzatura, A., Scapa, A. 2002. Influence of irrigation with lagooned urban wastewater on chemical and microbiological soil parameters in a citrus orchard under Mediterranean condition, *The Sci. Total Environ.* 285: 69-77.
- Minitab, Inc. 2013. *Minitab 17.1 (Computer software)*. State College, PA: Minitab, Inc.

- Mohanty, M., Painuli, D.K., Misra, A.K., Ghosh, P.K. 2007. Soil quality effects of tillage and residue under rice-wheat cropping on a Vertisol in India. *Soil Till. Res.* 92, 243–250.
- Mondal, S., Singh, R.D., Patra, A.K., Dwivedi, B.S. 2015. Changes in soil quality in response to short-term application of municipal sewage sludge in a typical haplustept under cowpea-wheat cropping system *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*.
- Namazov, E., Babayev, A. 2013. Effect of organic fertilizer application on productivity of tomato plant and main physical properties of soil. *Soil Water Journal* Vol 2, Number 2 (1).
- Nath, N.T., Krishna, B. 2014. Influence of soil texture and total organic matter content on soil hydraulic conductivity of some selected Tea growing soils in Dibrugarh district of Assam, India. *International Research Journal of Chemistry* Vol. 1(1), pp. 002-009.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H. 1993. *Toprak bilimi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No. 73, Ders Kitapları Yayın No: 16, Adana.*
- Özenç, N., Çalışkan, N. 2001. Effects of husk compost on hazelnut yield and quality. *Proceedings of the fifth international congress on hazelnut. 27-31 August, 2000, Corvallis, Oregon. 14-18 June, 2004, Tarragona-Reus, Spain.*
- Özenç, N., Çaycı, G. 2005. The effects of hazelnut husk and other organic materials on hazelnut yield, some soil properties and quality. *Proceedings of the fifth international congress on hazelnut.*
- Özenç, D.B., Özenç, N., Çaycı, G. 2006a. Effects of different organic materials on soil pH and available phosphorus and cation exchange capacity. 18 th international soil meeting (ism) on soil sustaining life on earth, managing soil and technology, 22-26 May, 2006, Şanlıurfa, Turkey.
- Özenç, N., Özenç, D.B., Çaycı, G. 2006b. Effects of Hazelnut husk compost, peat, farmyard, and chicken manure on soil organic matter and N nutrition and hazelnut yield. 18 th international soil meeting (ism) on soil sustaining life on earth, managing soil and technology, 22-26 May, 2006, Şanlıurfa, Turkey.
- Pan, L., Peng, S., Wang-sheng, G., Bin-bin W., Jian-xiong, H., Peng, Y., Juan-xiu, Z., Ling-ling, Y., Yuan-quan, C. 2015. Aggregate stability and associated C and N in a silty loam soil as affected by organic material inputs. *Journal of Integrative Agriculture* 2015, 14(4): 774–787.
- Roldan, A., Garcia-Orenes, F., Lax, A. 1994. An incubation experiment to determine factors involving aggregation changes in an arid soil receiving urban refuse. *Soil Biology and Biochemistry* 26: 1699-1707.
- Rowell, D.L. 1996. *Soil Science: methods and applications.* Longman, UK.
- Sağlam, T., 1997. *Toprak ve Suyun Kimyasal Analizleri.* Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No:189 Sayfa:1-164.
- Shukla, M.K., Lal, R., Ebinger, M. 2006. Determining soil quality indicators by factor analysis. *Soil & Tillage Research* 87: 194–204.

- Sidiras, N., Bilalis, D., Vavoulidou, E. 2001. Effects of tillage and fertilization on some selected physical properties of soil (0-30 cm depth) and on the root growth dynamic of winter barley. *Journal of Agronomy and Crop Science* 187(3): 167-176.
- Soane, B.D. 1990. The role of organic matter in soil compactibility: a review of some practical aspects. *Soil Tillage Res.* 16, 17-201.
- Sürücü, A., Kızılkaya, R., Bayraklı, F. 1998. Farklı organik atıkların toprakların biyolojik özelliklerine ve topraktaki Fe, Cu, Zn, Mn ve Ni yarayırlılığına etkileri. XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi. 7-10 Eylül 1998. Samsun. Cilt I. s.313-323.
- Ünsal, T., Ok, S. 2001. Description of characteristics of humic substances from different waste materials. *Bioresource Technology* 78: 239-242.
- Wei, W., Wei-cai, C., Kai-rong, W., XIE, Xiao-li, X., Chun-mei, Y., An-lei, C. 2011. Effects of Long-Term Fertilization on the Distribution of Carbon, Nitrogen and Phosphorus in Water-Stable Aggregates in Paddy Soil. *Agricultural Sciences in China*, 10(12): 1932-1940.
- Wong, J.W.S., Lai, K.M., Fang, M., Ma, K.K. 1998. Effects of sewage sludge on soil microbial activity and nutrient mineralization. *Environment International* 21: 935-943.
- Xiying, H., Chi, C., Greg, R. T., Fengrong, Z. 2003. Soil carbon and nitrogen response to 25 annual cattle manure application. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. Vol. 166. Issue. 2. pp. 239-245.
- Yadav, R. 2012. Soil organic carbon and soil microbial biomass as affected by restoration measures after 26 years of restoration in mined areas of Doon Valley. *International Journal Of Environmental Sciences* Volume 2, No 3.
- Yang-Chun, X., Yie-Ren, L., Xiang, L., Qi-Rong, S. 2013. Enzyme activity in water-stable soil aggregates as affected by long-term application of organic manure and chemical fertiliser. *Pedosphere* 23(1): 111–119.
- Yan-jun, C., Xi-bai Z., Sheng-zhe, E., Tao, H., Zong-xian, C., Shi-ming, S., Ling-yu, B. 2014. Response of Soil Organic Carbon and Its Aggregate Fractions to Long-Term Fertilization in Irrigated Desert Soil of China *Journal of Integrative Agriculture*, 13(12): 2758-2767.
- Zebarth, B.J., Neilsen, G.H., Hogue, E., Neilsen, D. 1999. Influence of organic waste amendments on selected soil physical and chemical properties. *Canadian Journal of Soil Science* 79: 501-504.
- Zhang, P., Wei, T., Jia, Z., Han, Q., Ren, X. 2014. Soil aggregate and crop yield changes with different rates of straw incorporation in semiarid areas of northwest China. *Geoderma* 230–231: 41–49.

EK LİSTESİ

EK 1. Agregat stabilitesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Değeri	P Değeri
Lokasyon**	1	5215,2	5215,25	198,53	0,000
Doz (ös)	5	142,1	28,43	1,08	0,375
Dönem**	3	11819,9	3939,97	149,98	0,000
Lokasyon x Doz*	5	358,7	71,73	2,73	0,024
Lokasyon x Dönem**	3	2156,7	718,92	27,37	0,000
Doz x Dönem**	15	1262,7	84,18	3,20	0,000
Lokasyon x Doz x Dönem*	15	715,7	47,72	1,82	0,043
Hata	96	2521,9	26,27		
Toplam	143	24193,0			

** : P<0.01 ; * : P<0.05 ; ös: P>0.05

EK 2. Hacim ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	P değeri
Lokasyon**	1	0,51840	0,518400	129,13	0,000
Doz**	5	1,00230	0,200459	49,93	0,000
Dönem**	3	0,11248	0,037492	9,34	0,000
Lokasyon x Doz (ös)	5	0,01227	0,002453	0,61	0,692
Lokasyon x Dönem (ös)	3	0,00252	0,000841	0,21	0,890
Doz x Dönem (ös)	15	0,02516	0,001677	0,42	0,971
Lokasyon x Doz x Dönem (ös)	15	0,01408	0,000939	0,23	0,999
Hata	96	0,38540	0,004015		
Toplam	143				

** : P<0.01 ; * : P<0.05 ; ös: P>0.05

EK 3. Tarla kapasitesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	P değeri
Lokasyon**	1	3894,8	3894,8	323,20	0,000
Doz**	5	1618,3	323,67	26,86	0,000
Dönem**	3	148,9	49,62	4,12	0,009
Lokasyon x Doz**	5	333,7	66,75	5,54	0,000
Lokasyon x Dönem**	3	286,0	95,35	7,91	0,000
Doz x Dönem*	15	391,8	26,12	2,17	0,013
Lokasyon x Doz x Dönem (ös)	15	200,1	13,34	1,11	0,361
Hata	96	1156,9	12,05		
Toplam	14	8030,6			

** : P<0.01 ; * : P<0.05 ; ös: P>0.05

EK 4. Solma noktası değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	P değeri
Lokasyon**	1	7314,5	7314,53	2117,51	0,000
Doz**	5	1448,3	289,65	83,85	0,000
Dönem**	3	566,3	188,78	54,65	0,000
Lokasyon x Doz**	5	417,6	83,51	24,18	0,000
Lokasyon x Dönem**	3	118,4	39,46	11,42	0,000
Doz x Dönem**	15	224,5	14,97	4,33	0,000
Lokasyon x Doz x Dönem**	15	333,7	22,24	6,44	0,000
Hata	96	331,6	3,45		
Toplam	143				

** : P<0.01 ; * : P<0.05 ; ös: P>0.05

EK 5. Hidrolik iletkenlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	P değeri
Lokasyon (ös)	1	344,1	344,1	1,30	0,256
Doz**	5	5582,0	1116,4	4,23	0,002
Dönem**	3	57135,6	19045,2	72,22	0,000
Lokasyon x Doz**	5	4766,5	953,3	3,62	0,005
Lokasyon x Dönem (ös)	3	933,1	311,0	1,18	0,322
Doz x Dönem**	15	10304,2	686,9	2,61	0,003
Lokasyon x Doz x Dönem (ös)	15	5790,7	386,0	1,46	0,135
Hata	96	25315,4	263,7		
Toplam	143				

** : P<0.01 ; * : P<0.05 ; ös: P>0.05

EK 6. Organik madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	P değeri
Lokasyon**	1	29,69	29,6934	87,71	0,000
Doz**	5	106,03	21,2058	62,64	0,000
Dönem**	3	205,65	68,5504	202,49	0,000
Lokasyon x Doz**	5	25,19	5,0376	14,88	0,000
Lokasyon x Dönem**	3	44,15	14,7151	43,47	0,000
Doz x Dönem**	15	59,68	3,9787	11,75	0,000
Lokasyon x Doz x Dönem**	15	23,82	1,5882	4,69	0,000
Hata	96	32,50	0,3385		
Toplam	143				

** : P<0.01 ; * : P<0.05 ; ös: P>0.05

EK 7. Toplam azot değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	P değeri
Lokasyon**	1	0,17710	0,177101	151,35	0,000
Doz**	5	0,18309	0,036617	31,29	0,000
Dönem**	3	0,55927	0,186425	159,32	0,000
Lokasyon x Doz**	5	0,03815	0,007631	6,52	0,000
Lokasyon x Dönem**	3	0,05687	0,018958	16,20	0,000
Doz x Dönem**	15	0,11642	0,007761	6,63	0,000
Lokasyon x Doz x Dönem (ös)	15	0,01755	0,001170	1,00	0,462
Hata	96	0,11233	0,001170		
Toplam	143				

** : P<0.01 ; * : P<0.05 ; ös: P>0.05

EK 8. Toprak reaksiyonu değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	P değeri
Lokasyon**	1	2,2475	2,24750	77,80	0,000
Doz**	5	1,0252	0,20504	7,10	0,000
Dönem**	3	0,5275	0,17582	6,09	0,001
Lokasyon x Doz**	5	1,4122	0,28245	9,78	0,000
Lokasyon x Dönem**	3	0,4347	0,14488	5,02	0,003
Doz x Dönem (ös)	15	0,1762	0,01175	0,41	0,974
Lokasyon x Doz x Dönem*	15	0,8430	0,05620	1,95	0,028
Hata	96	2,7733	0,02889		
Toplam	143				

** : P<0.01 ; * : P<0.05 ; ös: P>0.05

EK 9. Elektriksel iletkenlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Değeri	P Değeri
Lokasyon**	1	0,007367	0,007367	18,04	0,000
Doz (ös)	5	0,002673	0,000535	1,31	0,267
Dönem**	3	0,019958	0,006653	16,29	0,000
Lokasyon x Doz (ös)	5	0,002295	0,000459	1,12	0,353
Lokasyon x Dönem (ös)	3	0,000935	0,000312	0,76	0,517
Doz x Dönem (ös)	15	0,007563	0,000504	1,23	0,260
Lokasyon x Doz x Dönem (ös)	15	0,007552	0,000503	1,23	0,261
Hata	96	0,039200	0,000408		
Toplam	143				

** : P<0.01 ; * : P<0.05 ; ös: P>0.05

EK 10. Değişebilir Ca değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	P değeri
Lokasyon**	1	4859,25	4859,25	256,76	0,000
Doz*	5	238,86	47,77	2,52	0,034
Dönem (ös)	3	124,09	41,36	2,19	0,095
Lokasyon x Doz*	5	220,40	44,08	2,33	0,048
Lokasyon x Dönem (ös)	3	138,77	46,26	2,44	0,069
Doz x Dönem (ös)	15	125,68	8,38	0,44	0,962
Lokasyon x Doz x Dönem (ös)	15	75,15	5,01	0,26	0,997
Hata	96	1816,82	18,93		
Toplam	143				

** : P<0.01 ; * : P<0.05 ; ös: P>0.05

EK 11. Değişebilir Na değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	P değeri
Lokasyon**	1	4,306	4,3056	9,83	0,002
Doz**	5	91,190	18,2379	41,63	0,000
Dönem**	3	36,882	12,2941	28,06	0,000
Lokasyon x Doz*	5	6,321	1,2641	2,89	0,018
Lokasyon x Dönem**	3	5,784	1,9280	4,40	0,006
Doz x Dönem**	15	40,555	2,7036	6,17	0,000
Lokasyon x Doz x Dönem (ös)	15	7,771	0,5181	1,18	0,299
Hata	96	42,060	0,4381		
Toplam	143				

** : P<0.01 ; * : P<0.05 ; ös: P>0.05

EK 12. Değişebilir K değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	P değeri
Lokasyon**	1	2,481	2,4806	13,56	0,000
Doz**	5	35,471	7,0941	38,78	0,000
Dönem**	3	31,969	10,6562	58,26	0,000
Lokasyon x Doz**	5	3,082	0,6165	3,37	0,008
Lokasyon x Dönem**	3	4,560	1,5201	8,31	0,000
Doz x Dönem**	15	11,197	0,7465	4,08	0,000
Lokasyon x Doz x Dönem*	15	5,505	0,3670	2,01	0,022
Hata	96	17,560	0,1829		
Toplam	143				

** : P<0.01 ; * : P<0.05 ; ös: P>0.05

EK 13. Değişebilir Mg değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	P değeri
Lokasyon**	1	28,36	28,356	26,64	0,000
Doz**	5	101,26	20,252	19,02	0,000
Dönem**	3	1007,40	335,798	315,43	0,000
Lokasyon x Doz**	5	49,18	9,837	9,24	0,000
Lokasyon x Dönem**	3	125,72	41,908	39,37	0,000
Doz x Dönem**	15	51,22	3,415	3,21	0,000
Lokasyon x Doz x Dönem (ös)	15	22,47	1,498	1,41	0,160
Hata	96	102,20	1,065		
Toplam	143				

** : P<0.01 ; * : P<0.05 ; ös: P>0.05

EK 14. Toprak solunumu (CO₂) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	P değeri
Lokasyon**	1	2,933	2,9327	46,78	0,000
Doz**	5	4,146	0,8292	13,23	0,000
Dönem**	3	49,169	16,3895	261,42	0,000
Lokasyon x Doz**	5	1,246	0,2491	3,97	0,003
Lokasyon x Dönem**	3	3,362	1,1208	17,88	0,000
Doz x Dönem**	15	3,721	0,2481	3,96	0,000
Lokasyon x Doz x Dönem**	15	3,276	0,2184	3,48	0,000
Hata	96	6,019	0,0627		
Toplam	143				

** : P<0.01 ; * : P<0.05 ; ös: P>0.05

EK 15. Cmic/Corg değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Değeri	P Değeri
Lokasyon**	1	87,02	87,018	81,49	0,000
Doz**	5	123,76	24,752	23,18	0,000
Dönem**	3	2823,51	941,169	881,35	0,000
Lokasyon x Doz**	5	170,22	34,043	31,88	0,000
Lokasyon x Dönem**	3	438,87	146,290	136,99	0,000
Doz x Dönem**	15	541,10	36,073	33,78	0,000
Lokasyon x Doz x Dönem**	15	276,59	18,439	17,27	0,000
Hata	96	102,52	1,068		
Toplam	143				

** : P<0.01 ; * : P<0.05 ; ös: P>0.05

EK 16. Biyomas-C değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	P değeri
Lokasyon**	1	16796	16796	14,55	0,000
Doz**	5	18873	3775	3,27	0,009
Dönem**	3	376362	125454	108,68	0,000
Lokasyon x Doz (ös)	5	11655	2331	2,02	0,083
Lokasyon x Dönem**	3	22945	7648	6,63	0,000
Doz x Dönem (ös)	15	28245	1883	1,63	0,080
Lokasyon x Doz x Dönem (ös)	15	29842	1989	1,72	0,059
Hata	96	110816	1154		
Toplam	143	615533			

** : P<0.01 ; * : P<0.05 ; ös: P>0.05

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Selahattin AYGÜN
Doğum Yeri : Terme
Doğum Tarihi : 09.04.1989
Yabancı Dili : İngilizce
E-mail : selahattinaygun@odu.edu.tr
İletişim Bilgileri : Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/ Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Toprak Bölümü	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	2011
Y. Lisans	Toprak Bölümü	Ordu Üniversitesi	2015

İş Deneyimi:

Görev	Görev Yeri	Yıl
Araştırma Görevlisi	Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi	2012-