



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



DOKTORA TEZİ

**KASTAMONU YÖRESİNDEKİ ORMAN, MERA VE TARIM
TOPRAKLARINDAKİ ENZİM AKTİVİTELERİNİN
(KATALAZ- ÜREAZ) KARŞILAŞTIRILMASI**

İnci Sevinç KRAVKAZ KUŞCU

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Toprak İlmî ve Ekolojisi Programı

Danışman

Prof. Dr. M. Ömer KARAÖZ

Temmuz, 2014

İSTANBUL

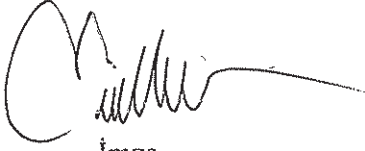
Bu çalışma ~~11/07~~ 2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Toprak İlmî ve Ekolojisi programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi:



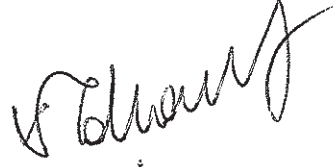
İmza

Prof. Dr. M. Ömer KARAÖZ (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



İmza

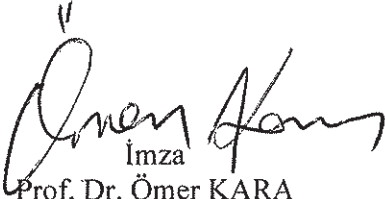
Prof. Dr. Ender MAKİNECİ
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



İmza

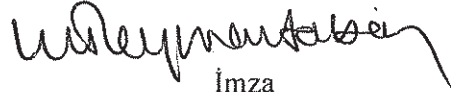
Prof. Dr. Doğanay TOLUNAY
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi

Tez örneği elverişli bulunmakta ve gerekli değişiklikler yapılmıştır.



İmza

Prof. Dr. Ömer KARA
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Orman Fakültesi



İmza

Prof. Dr. Süleyman TABAN
Ankara Üniversitesi
Ziraat Fakültesi

ÖNSÖZ

Kastamonu yöresindeki orman, mera ve tarım topraklarındaki enzim aktivitelerinin (katalaz- üreaz) karşılaştırılması başlıklı bu çalışma, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlmi ve Ekoloji Programında 2010–2014 yılları arasında Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Doktora tezimin konusunun belirlenmesinden arazi çalışmalarına kadar danışmanlık görevini yerine getiren ve çalışmalarımın yönlendirilmesinde her türlü yardımı ve desteği esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. M. Ömer KARAÖZ'e şükranlarımı sunarım. Başta İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalında görev yapan değerli hocalarım Prof. Dr. Doğanay TOLUNAY, Prof. Dr. Ender MAKİNECİ, Doç. Dr. Orhan SEVGİ, Doç. Dr. Barış TECİMEN, Yrd. Doç. Dr. Serdar AKBURAK ile Yrd. Doç. Dr. Meriç ÇAKIR'a çalışmalarımda sağlamış oldukları yardımları için teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmalarının tamamlanmasında benden yardım elini esirgemeyen Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesinde görev yapan Prof. Dr. Süleyman TABAN hocama ve Arş. Gör. M. Burak TAŞKIN ve arkadaşlarına, Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümünde görev yapan Yrd. Doç. Dr. Hakan ŞEVİK ve Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümünde görev yapan Yrd. Doç. Dr. Nurcan YİĞİT'e teşekkürlerimi sunarım.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen başta annem Suna KRAVKAZ olmak üzere arazi çalışmalarında yardımlarıyla her zaman yanımda olan Eşim Evren KUŞCU ve tüm aileme, tüm bu süreçte beni sabır ve tüm sevgisiyle beni bekleyen biricik kızım Öykü Çiçek KUŞCU'ya sonsuz teşekkür ederim.

Temmuz, 2014

İnci Sevinç KRAVKAZ KUŞCU

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
TABLO LİSTESİ	vii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xii
ÖZET.....	xiii
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR	3
2.1 ENZİMLER VE ÖZELLİKLERİ.....	3
2.2. TOPRAK ENZİMLERİ.....	4
2.3.TOPRAKTAKİ ENZİMATİK REAKSİYONLARIN ÖNEMİ VE VERİMLİLİĞE ETKİLERİ.....	7
2.4. ENZİMLERLE İLGİLİ YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR.....	10
2.4.1. Üreaz Enzimi Hakkında Yapılan Çalışmalar	12
2.4.2. Katalaz Enzimi Hakkında Yapılan Çalışmalar	15
3. MALZEME VE YÖNTEM	17
3.1 ARAŞTIRMA ALANININ YETİŞME ORTAMI ÖZELLİKLERİ.....	17
3.1.1. Mevkii.....	17
3.1.2. İklim.....	18
3.1.3. Bitki Örtüsü.....	19
3.1.4. Jeolojik Temel ve Toprak	20
3.2. YÖNTEM	20
3.2.1. Örnek Alanların Seçimi ve Deneme Deseni	20
3.2.1. Toprak Örneklerinin Alımı	23
3.3. LABORATUVAR İŞLEMLERİ	23
3.3.1. Toprakta Katalaz Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi	23
3.3.2. Toprakta Üreaz Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi.....	26

3.3.3. Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizlerinde uygulanan yöntemler.....	30
3.3.4. Bulguların Değerlendirilmesinde Kullanılan İstatistik Yöntemler	31
4. BULGULAR	32
4.1. ARAŞTIRMA ALANLARINA AİT BULGULAR	32
4.1.1. Tekstür Sınıfı	32
4.1.2. Hacim Ağırlığı	34
4.1.3. Toprak Reaksiyonu (pH).....	37
4.1.4. Elektriksel İletkenlik (EC)	39
4.1.5. Organik Madde (OM)	41
4.1.6. Kalsiyum Karbonat (CaCO_3)	43
4.1.7. Toplam Azot (N).....	45
4.1.8. Bitkiye Yararışlı Fosfor (P).....	47
4.1.9. Değişebilir Potasyum (K)	48
4.2. TOPRAK ÖZELLİKLERİ VARYANS ANALİZİ SONUÇLARI	50
4.2.1. Bakı Faktörünün Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi	50
4.2.2. Arazi Kullanımının Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi.....	51
4.2.3. Toprak Derinliğinin Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi.....	53
4.2.4. Bakı - Arazi Kullanımı Etkileşiminin Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi	54
4.2.5. Bakı - Toprak Derinliği Etkileşiminin Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi....	55
4.2.6. Arazi Kullanımı – Toprak Derinliği Etkileşiminin Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi.....	56
4.2.7. Bakı - Arazi kullanımı-toprak derinliği etkileşiminin toprak özellikleri üzerine etkisi	57
4.3. KATALAZ VE ÜREAZ ENZİM AKTİVİTELERİNE AİT BULGULAR.....	58
4.3.1. Kuzey Bakıdaki Tarım Topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Katalaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması.....	58
4.3.2.Kuzey Bakıdaki Tarım topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Üreaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması.....	59
4.3.3. Kuzey Bakıdaki Orman Topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Katalaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması.....	60
4.3.4. Kuzey Bakıdaki Orman Topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Üreaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması.....	61
4.3.5. Kuzey Bakıdaki Mera topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Katalaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması.....	62
4.3.6. Kuzey Bakıdaki Mera Topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Üreaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması.....	63

4.3.7. Güney Bakıdaki Tarım Topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Katalaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması.....	64
4.3.8. Güney Bakıdaki Tarım topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Üreaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması.....	65
4.3.9.Güney Bakıdaki Orman Topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Katalaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması.....	66
4.3.10.Güney Bakıdaki Orman topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Üreaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması.....	67
4.3.11. Güney Bakıdaki Mera Topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Katalaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması.....	68
4.4. VARYANS ANALİZİ SONUÇLARI.....	70
4.4.1. Kuzey Bakıdaki Tarım, Orman ve Mera Topraklarının, 0-5 cm Derinliğinin Katalaz Enzim Aktivitesi.....	70
4.4.2. Kuzey Bakıdaki Tarım, Orman ve Mera Topraklarının, 0-5 cm Derinliğinin Üreaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırması.....	72
4.4.3. Kuzey Bakıdaki Tarım, Orman ve Mera Topraklarının, 5-10 cm Derinliğinin Katalaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırması.....	73
4.4.4. Kuzey Bakıdaki Tarım, Orman ve Mera Topraklarının, 5-10 cm Derinliğinin Üreaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırması.....	74
4.4.5. Güney Bakıdaki Tarım, Orman ve Mera Topraklarının, 0-5 cm Derinliğinin Katalaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırması.....	76
4.4.6. Güney Bakıdaki Tarım, Orman ve Mera Topraklarının, 0-5 cm Derinliğinin Üreaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırması.....	77
Tablo 4.57: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin tanımlama tablosu.....	77
4.4.7.Güney Bakıdaki Tarım, Orman ve Mera Topraklarının, 5-10 cm Derinliğinin Katalaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırması.....	78
4.4.8. Güney Bakıdaki Tarım, Orman ve Mera Topraklarının, 5-10 cm Derinliğinin Üreaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırması.....	80
4.5.KORELASYON ANALİZİ BULGULARI.....	81
4.5.1.Katalaz ve Üreaz Enzim Aktiviteleri ile Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler.....	82
4.5.2.Katalaz ve Üreaz Enzim Aktiviteleri ile pH Arasındaki İlişki.....	82
4.5.3.Katalaz ve Üreaz Enzim Aktiviteleri ile Elektriksel İletkenlik (EC) Arasındaki İlişki.....	83
4.5.4. Katalaz ve Üreaz Enzim Aktiviteleri ile Organik madde (OM) Arasındaki İlişki.....	85
4.5.5.Katalaz ve Üreaz Enzim Aktiviteleri ile Kalsiyum karbonat (CaCO ₃) Arasındaki İlişki.....	86
4.5.6. Katalaz ve Üreaz Enzim Aktiviteleri ile Toplam azot (N) Arasındaki İlişki.....	88

4.5.7.Katalaz ve Üreaz Enzim Aktiviteleri ile Bitkiye Yarayışlı Fosfor (P) Arasındaki İlişki	90
4.5.8.Katalaz ve Üreaz Enzim Aktiviteleri ile Potasyumun (K) Arasındaki İlişki ..	92
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	94
5.1. ARAŞTIRMA ALANLARINA AİT SONUÇLAR	94
5.2.TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN FAKTÖRLERE BAĞLI OLARAK DEĞİŞİMİ..	96
5.3.KATALAZ VE ÜREAZ ENZİM AKTİVİTELERİNE AİT SONUÇLAR	101
5.4. KORELASYON ANALİZİNE AİT SONUÇLAR	107
KAYNAKLAR	111
EKLER.....	118
ÖZGEÇMİŞ.....	129

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1: Çalışma alanı	17
Şekil 3.2: Kuzey bakıdaki örnek alanlar.....	21
Şekil 3.3: Güney bakıdaki örnek alanlar	22
Şekil 3.4: Katalaz enzim aktivitesi için örneklerin hazırlanması	24
Şekil 3.5: Cam tüplerle 5 ml H ₂ O ₂ Scheibler şişelerine yerleştirilmesi	25
Şekil 3.6: Üreaz aktivitesinin belirlenmesi için substrat çözeltisinin hazırlanışı	28
Şekil 3.7: Üreaz aktivitesinin belirlenmesinden önceki filtre işlemi	29
Şekil 3.8: Üreaz aktivitesinin belirlenmesi işleminde spektrofotometrede okunması.....	29
Şekil 3.9: Karşılaştırma çözeltilerinin hazırlanması	30
Şekil 4.1: Hacim ağırlık değerlerinin Duncan testi sonuçlarının grafik olarak gösterimi	36
Şekil 4.2: Toprak reaksiyonun (pH) faktörlere bağlı değişimi	38
Şekil 4.3: Elektriksel iletkenlik (EC) faktörlere bağlı değişimi	40
Şekil 4.4: Organik maddenin (OM) faktörlere bağlı değişimi.....	42
Şekil 4.5: CaCO ₃ 'ün faktörlere bağlı değişimi.....	44
Şekil 4.6: ToplamAzotun (N) faktörlere bağlı değişimi.....	46
Şekil 4.7: Fosfor değerinin faktörlere bağlı değişimi	48
Şekil 4.8: Potasyumun (K) faktörlere bağlı değişimi	50

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Topraktaki Enzimler (Thorton ve McLaren, 1975)	5
Tablo 3.1: Örnek alanlarının genel özellikleri	18
Tablo 3.2: Kastamonu Meteoroloji İstasyonuna ait bazı iklim verileri (1960-2012).....	19
Tablo 4.1: Her alan için hesaplanan % kum, % toz ve % kil oranları.....	32
Tablo 4.2: Bakı- Arazi kullanımı-toprak derinliği etkileşiminin hacim ağırlık değerleri üzerine etkisi.....	34
Tablo 4.3: Hacim ağırlık değerinin faktörlere bağlı değişimi	35
Tablo 4.4: Toprak reaksiyonun (pH) faktörlere bağlı değişimi	37
Tablo 4.5: Elektriksel iletkenlik (EC) değerinin faktörlere bağlı değişimi	39
Tablo 4.6: Organik maddenin (OM) faktörlere bağlı değişimi	41
Tablo 4.7: Kalsiyum karbonatın (CaCO_3) faktörlere bağlı değişimi.....	43
Tablo 4.8: Toplam azotun (N) faktörlere bağlı değişimi	45
Tablo 4.9: Fosfor (P) değerinin faktörlere bağlı değişimi.....	47
Tablo 4.10: Potasyum değerinin faktörlere bağlı değişimi	49
Tablo 4.11: Bakı faktörünün toprak özellikleri üzerine etkisi	51
Tablo 4.12: Arazi kullanımının toprak özellikleri üzerine etkisi	52
Tablo 4.13: Toprak Derinliğinin toprak özellikleri üzerine etkisi	53
Tablo 4.14: Bakı - arazi kullanımı etkileşiminin toprak özellikleri üzerine etkisi.....	54
Tablo 4.15: Bakı - Toprak derinliği etkileşiminin toprak özellikleri üzerine etkisi.....	55
Tablo 4.16: Arazi kullanımı - toprak derinliğinin etkileşiminin toprak özellikleri üzerine etkisi.....	56
Tablo 4.17: Bakı- Arazi kullanımı-toprak derinliği etkileşiminin toprak özellikleri üzerine etkisi.....	57
Tablo 4.18: Kuzey bakıdaki tarım topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması	59

Tablo 4.19: Bağımsız t testi sonuçları (Kuzey bakı, tarım toprakları, 05/5-10 cm derinlik için katalaz enzim aktivitesi)	59
Tablo 4.20: Kuzey bakıdaki tarım topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması	60
Tablo 4.21: Bağımsız t testi sonuçları (Kuzey bakı, tarım toprakları, 05/5-10 cm derinlik için üreaz enzim aktivitesi)	60
Tablo 4.22: Kuzey bakıdaki orman topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması	60
Tablo 4.23: Bağımsız t testi sonuçları (Kuzey bakı, orman toprakları, 05/5-10 cm derinlik için katalaz enzim aktivitesi)	61
Tablo 4.24: Kuzey bakıdaki orman topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması	61
Tablo 4.25: Bağımsız t testi sonuçları (Kuzey bakı, orman toprakları, 05/5-10 cm derinlik için üreaz enzim aktivitesi)	62
Tablo 4.26: Kuzey bakıdaki mera topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması	62
Tablo 4.27: Bağımsız t testi sonuçları (Kuzey bakı, mera toprakları, 05/5-10 cm derinlik için katalaz enzim aktivitesi)	63
Tablo 4.28: Kuzey bakıdaki mera topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması	63
Tablo 4.29: Bağımsız t testi sonuçları (Kuzey bakı, mera toprakları, 05/5-10 cm derinlik için üreaz enzim aktivitesi)	64
Tablo 4.30: Güney bakıdaki tarım topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması	64
Tablo 4.31: Bağımsız t testi sonuçları (Güney bakı, tarım toprakları, 05/5-10 cm derinlik için katalaz enzim aktivitesi)	65
Tablo 4.32: Güney bakıdaki tarım topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması	65
Tablo 4.33: Bağımsız t testi sonuçları (Güney bakı, tarım toprakları, 05/5-10 cm derinlik için üreaz enzim aktivitesi)	66
Tablo 4.34: Güney bakıdaki orman topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması	66
Tablo 4.35: Bağımsız t testi sonuçları (Güney bakı, orman toprakları, 05/5-10 cm derinlik için katalaz enzim aktivitesi)	67
Tablo 4.36: Güney bakıdaki orman topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması	67

Tablo 4.37: Bağımsız t testi sonuçları (Güney bakı, orman toprakları, 05/5-10 cm derinlik için üreaz enzim aktivitesi)	68
Tablo 4.38: Güney bakıdaki mera topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması	68
Tablo 4.39: Bağımsız t testi sonuçları (Güney bakı, mera toprakları, 05/5-10 cm derinlik için katalaz enzim aktivitesi)	69
Tablo 4.40: Güney bakıdaki mera topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması	69
Tablo 4.41: Bağımsız t testi sonuçları (Güney bakı, mera toprakları, 05/5-10 cm derinlik için üreaz enzim aktivitesi)	70
Tablo 4.42: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin tanımlama tablosu	71
Tablo 4.43: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin varyans analizi sonucu	71
Tablo 4.44: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin duncan testi sonuçları	71
Tablo 4.45: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesi tanımlama tablosu	72
Tablo 4.46: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin varyans analizi sonucu	72
Tablo 4.47: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin duncan testi sonuçları	72
Tablo 4.48: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin tanımlama tablosu	73
Tablo 4.49: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin varyans analizi sonucu	73
Tablo 4.50: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin duncan testi sonuçları	74
Tablo 4.51: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin tanımlama tablosu	74
Tablo 4.52: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin varyans analizi sonucu	75
Tablo 4.53: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin duncan testi sonuçları	75
Tablo 4.54: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin tanımlama tablosu	76

Tablo 4.55: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin varyans analizi sonucu	76
Tablo 4.56: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin duncan testi sonuçları	76
Tablo 4.57: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin tanımlama tablosu	77
Tablo 4.58: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin varyans analizi sonucu	77
Tablo 4.59: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin duncan testi sonuçları	78
Tablo 4.60: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin tanımlama tablosu	79
Tablo 4.61: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin varyans analizi sonucu	79
Tablo 4.62: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin duncan testi sonuçları	79
Tablo 4.63: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin tanımlama tablosu	80
Tablo 4.64: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin varyans analizi sonucu	80
Tablo 4.65: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin duncan testi sonuçları	80
Tablo 4.66: Korelasyon Analizi Sonuçları	81
Tablo 4.67: Katalaz enzimi ile pH arasındaki ilişki	82
Tablo 4.68: Üreaz enzimi ile pH arasındaki ilişki	83
Tablo 4.69: Katalaz enzimi ile elektriksel iletkenlik (EC) arasındaki ilişki	84
Tablo 4.70: Üreaz enzimi ile elektriksel iletkenlik (EC) arasındaki ilişki	84
Tablo 4.71: Katalaz enzimi ile organik madde (OM) arasındaki ilişki	85
Tablo 4.72: Üreaz enzimi ile organik madde (OM) arasındaki ilişki	86
Tablo 4.73: Katalaz enzimi ile kalsiyum karbonat (CaCO_3) arasındaki ilişki	87
Tablo 4.74: Üreaz enzimi ile kalsiyum karbonat (CaCO_3) arasındaki ilişki	88
Tablo 4.75: Katalaz enzimi ile toplam azot (N) arasındaki ilişki	89
Tablo 4.76: Üreaz enzimi ile toplam azot (N) arasındaki ilişki	90

Tablo 4.77: Katalaz enzimi ile fosfor (P) arasındaki ilişki	91
Tablo 4.78: Üreaz enzimi ile fosfor (P) arasındaki ilişki	91
Tablo 4.79: Katalaz enzimi ile potasyumun (K) arasındaki ilişki	92
Tablo 4.80: Üreaz enzimi ile potasyumun (K) arasındaki ilişki	93

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
pH	: Toprak reaksiyonu
EC	: Elektriksel iletkenlik
OM	: Organik madde
CaCO ₃	: Kalsiyum karbonat
N	: Toplam azot
P	: Bitkiye Yarayışlı Fosfor
K	: Değişebilir Potasyum
V ₀	: Mutlak koşullar altında oluşan oksijen
P	: Hava basıncı (mm-Hg olarak)
V	: Scheibler aletinde okunan oksijen değeri
T	: Oda sıcaklığı / 273,2: mutlak sıfır noktası
H ₂ O ₂	: Hidrojen peroksit
O ₂	: Oksijen
CO ₂	: Karbondioksit
°C	: Santigrad derece
NaN ₃	: Sodyum-azid

Kısaltmalar	Açıklama
KDK	: Katyon değişim kapasitesi
DHG	: Dehidrogenaz
ml	: Mililitre
g	: Gram
SPSS	: İstatistiksel analiz paket programı

ÖZET

DOKTORA TEZİ

KASTAMONU YÖRESİNDEKİ ORMAN, MERA VE TARIM TOPRAKLARINDAKİ ENZİM AKTİVİTELERİNİN (KATALAZ- ÜREAZ) KARŞILAŞTIRILMASI

İnci Sevinç KRAVKAZ KUŞCU

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Toprak İlmî ve Ekolojisi Programı

Danışman: Prof. Dr. M. Ömer KARAÖZ

Toprak ekosisteminin yapı ve işlevinin anlaşılabilmesi için toprak mikroorganizmalarının populasyon büyüklüğü ve aktivitelerini yönlendiren faktörlerin analizi önemlidir. Bu amaçla toprak enzimleri, toprak mikrobiyal aktivitesi ve toprak verimliliğinin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır.

Monokültür veya ekim nöbeti altındaki tarım topraklarında çeşitli toprak enzimlerinin dağılımı ve aktiviteleri konusunda oldukça fazla araştırma vardır. Buna karşın doğal ekosistemlerde özellikle enzimler kullanılarak ekolojik bir ilişkinin araştırılması konusunda fazla araştırma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada farklı arazi kullanımının toprakta üreaz ve katalaz enzim aktiviteleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla kuzey ve güney bakılardaki tarım, orman ve mera topraklarının 0-5 cm ve 5-10 cm derinliğinden alınan toprak örneklerinde üreaz ve katalaz enzim aktiviteleri belirlenmiş, farklı arazi kullanımı, bakı ve toprak derinliğinin enzim aktiviteleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca topraklarda

toprak reaksiyonu (pH), elektiriksel iletkenlik (EC), organik madde (OM), kalsiyum karbonat (CaCO_3), toplam azot (N), bitkiye yarıyışlı fosfor (P) ve değişebilir potasyum exchangeable potassium (K) analizleri yapılarak üreaz ve katalaz enzim aktiviteleri ile bu parametreler arasındaki ilişkiler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Katalaz enzim aktivitesi kuzey bakıdan alınan topraklarda 15,38 ml/ g toprak, güney bakıdan alınan topraklarda ise 16,61 ml/g toprak olarak hesaplanmıştır. Yapılan T testi sonuçlarına göre katalaz enzim aktivitesinin kuzey bakıda mera topraklarında 0-5 cm toprak derinliği ile 5-10 cm toprak derinliği arasında ve güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının tamamında 0-5 cm toprak derinliği ile 5-10 cm toprak derinliği arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılıklar bulunmuştur.

Arazi kullanımının üreaz ve katalaz enzim aktivitesi üzerindeki etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre ise hem kuzey, hem de güney bakıda, katalaz ve üreaz enzim aktivitesi arazi kullanımına göre belirgin bir şekilde farklılaştığı görölmüştür. Kuzey bakıda en yüksek üreaz enzim aktivitesi seviyesinin mera topraklarında belirlenmiş, mera topraklarından sonra en yüksek üreaz enzim aktivitesi seviyesinin orman topraklarında ve en düşük üreaz enzim aktivitesi seviyesinin tarım topraklarında belirlenmiştir. Güney bakıda ise üreaz enzim aktivitesi bakımından en yüksek değerler her iki derinlik kademesinde de orman topraklarında belirlenmiş, orman topraklarını tarım ve mera toprakları takip etmiştir.

Katalaz enzim aktivitesi ise hem kuzey, hem de güney bakıda, her iki derinlik kademesinde de en yüksek orman topraklarında elde edilmiştir. En düşük katalaz enzim aktivitesi değerleri ise kuzey bakıda tarım, güney bakıda ise mera topraklarında elde edilmiştir.

Yapılan korelasyon analizi sonucunda ise katalaz ve üreaz enzim aktivitelerinin birbirleri ile istatistiki olarak anlamlı düzeyde ve pozitif yönlü olarak ilişkili oldukları, bunun yanında katalaz enzim aktivitesinin OM, N ve K ile pozitif yönlü, CaCO_3 ile negatif yönlü, üreaz enzim aktivitesinin ise pH ve CaCO_3 ile pozitif yönlü, P ve K ile ise negatif yönlü ilişkide oldukları belirlenmiştir.

Temmuz, 2014 ,145.

Anahtar kelimeler: Arazi kullanımı, enzim, katalaz, üreaz

SUMMARY

Ph.D. THESIS

COMPARISON OF ENZYME ACTIVITIES (CATALASE-UREASE) IN THE AREA OF KASTAMONU FORESTRY, RANGELAND AND AGRICULTURE SOILS

İnci Sevinç KRAVKAZ KUŞCU

İstanbul University

Graduate School of Science and Engineering

Forest Engineering Department

Soil Science and Ecology Programme

Supervisor: Prof. Dr. M. Ömer KARAÖZ

For understanding the functions and properties of soil ecosystem, the analysis of effective factors on soil microorganisms' activities and the size of their population is important. For this purpose, the soil enzymes and soil microbial activities are used as the indicators of soil fertility.

The distribution and activities of various soil enzymes in agricultural lands under monoculture or sowing; is accepted as a wide research topic. In the other hand, the researches; investigating the ecological relations using enzymes is too rare and there are not many studies on this subject.

In this study it was aimed to examine: the effects of use of land on the urease and catalase enzyme activities in soil. For this purpose, from the north and south aspects of agriculture, forest and grassland areas, soil samples were taken from the 0-5 cm and 5-10 cm depth and urease and catalase enzyme activities were determined and the effects of land use, aspect and soil depth on these enzymes activities were tried to figure out.

Also the soil reaction (pH), electrical conductivity (EC), (OM), calcium carbonate (CaCO_3), total nitrogen (N), plant available phosphorus (P) and K analysis were done and the relation between urease and catalase enzymes activities and these parameters have been tried to reveal.

The catalase enzyme activity in soil samples of north aspect was measured as 15,38 ml/g soil, and 16,61 ml/g soil in south.

According to the T-test results it was found that the catalase enzyme activity is statistically significant in north aspect grasslands between 0-5cm and 5-10cm soil depth and at the south aspect in all agricultural, forest and grasslands it is also significant between 0-5cm and 5-10cm soil depth.

As a result of variance analysis which was done to determine the effects of use of land on the activities of urease and catalase enzymes, both in north and south; the urease and catalase enzyme activities vary significantly according to the use of land. In the north aspect the highest urease enzyme activity level was found in grasslands then the second one was found as the forest lands the lowest one is agricultural lands. In the south aspect, the highest urease enzyme activity level was found in forest lands even in two depth range and the agricultural lands and grasslands followed the forest lands.

The highest catalase enzyme activity was calculated from forest lands both from north and south aspect in two depth range. The lowest activity value was found as; agricultural lands in north aspect and grasslands in south aspect.

According to the correlation analysis it was found that: the catalase and urease enzyme activity is statistically significant and the relation between them is positive, in addition to these, the catalase enzyme activity has a positive relation with (OM), N and K, negative with CaCO_3 and urease enzyme activity has a positive relation with pH and CaCO_3 and negative with P and K.

July, 2014, 145.

Keywords: Land use, enzyme, catalase, urease.

1. GİRİŞ

Enzimler, hücrelerde biyokimyasal reaksiyonları katalize eden protein yapısında moleküllerdir. Hücrelerde çok önemli metabolik görevleri olan enzimler çeşitli amaçlarla kullanılmak üzere günlük ve ekonomik hayata girmiştir (Wiseman, 1987).

Enzimler, yüksek reaksiyon hızları, esnek reaksiyon koşulları, yüksek reaksiyon özelliği, sentezleme, geri dönüşüm özelliklerine sahiptir ve enzimatik reaksiyon hızları büyük ölçüde pH, sıcaklık, enzim-madde miktarı, madde yüzeyi, inhibitörler veya aktivatörlerin varlığı veya yokluğuna bağlıdır.

Enzim aktivitesi ile ilgili çalışmalar uzun yıllardan beri büyük bir ilgi alanı olmaktadır. Fakat 1950'li yılların başında toprak mikrobiyolojisi ve biyokimya alanında asıl araştırma konusu olarak büyük bir gelişme göstermiştir (Skujins, 1978).

Toprakta enzimlerin kaynakları bitkiler, toprak hayvanları ve mikroorganizmalardır (Kiss ve diğ., 1978). Toprak enzimleri üzerine yapılan çalışmaların çoğunluğu, topraktaki miktarları fazla olan belli enzimlerin aktivitelerinin tayini ile toprağın biyolojik özelliklerinin de belirlenebileceğini kabul etmektedir.

Topraktaki enzimlerin çok büyük kısmı; canlı toprak mikroorganizmalarının besin maddelerini parçalamak amacıyla dışarıya saldıkları hücre dışı enzimlerle, mikroorganizmaların ölümünden sonra otoliz (hayvan ya da bitki hücrelerinin, bakteri ve küf gibi dış etkenlerin her türlü etkisi dışında, kendi enzimleriyle tahrip olması) ile kısmen veya tamamen serbest hale gelerek toprağa karışmış enzimlerdir.

Toprağın inorganik ve organik kolloidleri, killer ve humin maddeleri tarafından adsorbe edilirler. Adsorbe edilmiş enzimler, dış etkilere karşı diğer enzimlerden daha dayanıklıdır. Aktivitelerini uzun süre koruyabilirler. Böylece enzimlerin etkileriyle, çoğu bitkisel olan topraktaki organik artıklar bir seri enzimatik reaksiyondan sonra küçük moleküllu basit bileşiklere parçalanırlar.

Toprak enzimleri ölçümünden elde edilen bulgular periyodik olarak toprak verimliliğine bir rehber olarak değerlendirilmektedir (Kiss ve diğ., 1978). Toprak enzim aktiviteleri, toprağın canlı ögesinin sağlığının ve toprakların toplam biyolojik aktivitesinin belirlenmesi için iyi bir potansiyele sahiptir. Toprak enzim denemeleri bazı

biyokimyasal süreçlerin yürütülmesi bakımından toprakların potansiyeli hakkında bilgi verebilir.

Toprak enzim aktiviteleri, inorganik ve organik toprak iyileştirmelerini kapsayan, kontrollü koşullar altındaki topraklar ile yüksek oranda bozulmuş alanlar arasında başarılı şekilde ayırım yapar.

Enzimler toprak ekosisteminde, karbon, azot, kükürt ve diğer besin elementlerinin döngüsünde hayati rol oynarlar (Tabatabai ve Dick, 2002; Caldwell, 2005).

Enzim aktiviteleri toprakta bulunan bitki türü tarafından büyük oranda etkilenmektedir. Örneğin Rodriguez ve Truelove (1982) toprak katalaz aktivitesinin bitki türüne bağlı olarak değiştiğini, buğday, soya fasulyesi ve adi fiğ kültürü altında en yüksek katalaz aktivitesi belirlenirken, mısır ve pamuk parsellerinde daha düşük aktivite gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Toprak enzimlerinden üreaz ve katalaz enzimleri bu güne kadar pek çok çalışmaya konu olan ve öne çıkan enzimlerdir. Üreaz enzimi toprakların organik ve inorganik kolloidleri tarafından tutulan, ürenin karbondioksit ve amonyak hidrolizini katalizleyen hücre dışı bir enzimdir (Çengel, 2004).

Katalaz enzimi ise canlı organizmaların metabolizma olayları ve solunum olayı sonucunda ortaya çıkan ve hücre zehiri özelliğindeki hidrojen peroksidi (H_2O_2) suya ve oksijene ayırtıran bir enzimdir (Çengel, 2004).

Enzimatik reaksiyonların toprağın verimliliği ile çok yakın bir ilişkisi bulunduğu, artık her araştırmacı tarafından kabul edilen bir gerçektir (Durand, 1965). Ancak bu güne kadar bu alanda yapılan çalışmalar sınırlı düzeyde kalmış, özellikle ormancılık alanında yok denecek kadar az sayıda çalışma yapılmıştır.

Bu çalışmada farklı arazi kullanımının toprakta üreaz ve katalaz enzim aktiviteleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla kuzey ve güney bakılardaki tarım, orman ve mera topraklarının 0-5 cm ve 5-10 cm derinliğinden alınan toprak örneklerinde üreaz ve katalaz enzim aktiviteleri belirlenmiş ve farklı arazi kullanımı, bakı ve toprak derinliğinin bu enzim aktiviteleri üzerine etkisi belirlenmiş ayrıca topraklarda pH, EC, OM, $CaCO_3$, N, P ve K analizleri yapılarak üreaz ve katalaz enzim aktiviteleri ile bu parametreler arasındaki ilişkiler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. GENEL KISIMLAR

2.1 ENZİMLER VE ÖZELLİKLERİ

Doğadaki reaksiyonlar kimyasal, biyolojik ve fiziksel reaksiyonlar olarak sınıflandırılabilir (Tabatabai ve Dick, 2002). Yaşayan hücrenin en dikkat çekici özelliklerinden biri, son derece çeşitli ve karmaşık kimyasal reaksiyonları büyük bir hızla gerçekleştirme gücünde olmasıdır. Mevcut teknolojik olanaklarla bu mekanizmaları yaratmak güç veya olanaksız olduğu halde, yaşayan hücre bu reaksiyonları son derece kolaylıkla yürütmektedir (Haktanır ve Arcak, 1996).

Toprak içerisindeki biyolojik ve biyokimyasal süreç, karasal ekosistemlerin temelidir (Dick ve Kandeler, 2004). Ekosistem içindeki bütün besin ögeleri, besin ve enerji kaynağı olarak toprağa, parçalanmaya ve kompleks organik döngüye bağlıdır. Toprak enzimleri, toprak içinde global biyokimyasal öneme sahip sayılamayacak kadar çok sayıda kataliz tarafından oluşturulan bu sürecin merkezidir. Enzimler kalıcı değişime uğramadan reaksiyonları katalizatör olarak hızlandıran proteinlerdir (Dick ve Kandeler, 2004). Biyokimyasal reaksiyonların birçoğu enzimler tarafından katalize edilir (Tabatabai ve Dick, 2002). Canlı sistemlerde gerçekleşen hemen her reaksiyon enzimler denetiminde olur. Bütün bu olaylarda enzimlerin etkileri katalizörler ile aynıdır. Enzimler katalizörler gibi gerçekleştirdikleri reaksiyon sonucu değişmeden kalırlar ancak katalizörlere oranla daha karmaşık ve daha yeteneklidirler. Katalizörlerin dahil olduğu reaksiyonların sonucunda birden fazla ürün oluşur, fakat enzimlerin olduğu yerde ürün tektir (Haktanır ve Arcak, 1996). Enzimler biyolojik sistemlerdeki düzenleyicilerdir (Karlson, 1992).

Enzimler özel aktivatörlerdir çünkü onlar maddelerle stereo spesifik (dayanıklılıklarını azaltacak) biçimde (örneğin elektronik konfigürasyonlarını değiştirerek), enerji aktivasyon reaksiyonunu (reaksiyonun ilerlemesi için gerekli enerji miktarını) azaltarak kombine olurlar. Enzimler bütün madde değişimi reaksiyonlarına katılırlar ve enzimsiz hayat olayları oluşamaz (Dick ve Kandeler, 2004).

Toprakta, enzimler, hücre içinde bulunabilir ki bu hücrenel yaşam sürecinde önemlidir. Ayrıca, enzimler, sitoplazmik zarının dışında, periplasmik boşlukta, hücre yüzeyinde ve hücre dışı enzimler olarak toprak çözeltilerinde veya toprak yapısında stabilize

olarak var olabilirler. Hücrelerin içinde ve dışındaki görevlerine göre hücre içi ve hücre dışı enzimler olmak üzere adlandırılırlar. Oluştukları hücrelerde meydana gelen çeşitli biyokimyasal reaksiyonları katalizleyen enzimlere hücre içi enzim adı verilmektedir. Hücrelerin, hücre dışındaki absorbe edemeyecekleri kadar büyük molekülü besin maddelerini parçalamak için dışarıya saldıkları enzimlere de hücre dışı enzim adı verilmektedir. Bu enzimler ortama geçerek etkilerini gösterip yüksek molekülü maddeleri parçalayarak, bunları hücre zarından içeriye geçecek şekle sokarlar. Toprak enzimolojisinin ağırlık merkezini hücre dışı enzimler ve bunların katalizledikleri reaksiyonlar teşkil etmektedir.

Toprak enzimleri çeşitli temel biyokimyasal değişimleri yaparlar. Bunlar canlı veya ölü mikroorganizmalarda hücre içi katalizörü olarak veya hücre dışına salınarak, çıkış yerinden uzakta işlevlerini sürdürürler. Hücre dışı enzimleri ya serbesttir, hızla bozulur, etkileri kısa sürelidir veya toprak kolloidlerine bağlanır ve uzun zaman dayanır (Burns,1978). Hem hücre içi hem de hücre dışı enzimler, biyokimyasal süreç içinde mevcuttur ancak her bir enzim grubunun mevcut reaksiyonlara katkı miktarını belirlemek çok zordur. Enzimlerin genellikle mikrobik kaynaktan olduğu varsayılır ancak, hayvanların ve bitkilerin, topraktaki enzimlere katkıda bulunabilmesi de mümkündür. (Dick ve Kandeler, 2004).

Özet olarak denilebilir ki; enzimler, organizmadan elde edilebilen fakat faaliyet göstermeleri için organizmaya ihtiyaç göstermeyen yüksek molekülü katalizörlerdir. Enzimlerin başlıca görevi, yüksek molekülü organik maddeleri basit yani hücreye geçebilecek ve sonuçta organizma tarafından yararlanılabilecek şekle sokmaktır. Başta da belirtildiği gibi enzimler katalizör olarak ve sadece varlıklarıyla reaksiyonların daha hızlı oluşumunu sağlarlar.

2.2. TOPRAK ENZİMLERİ

Toprak ekosisteminde, karbon, azot, kükürt ve diğer besin elementlerinin döngüsünde enzimler hayati rol oynarlar (Tabatabai ve Dick, 2002; Caldwell, 2005). Topraklar, içerdikleri çok değişik özelliklere sahip organik maddeyi ayrıştıran geniş bir mikrobiyal flora içermektedir. Organik maddenin içermiş olduğu değişik substratların ayrıştırılmasına pek çok farklı türden mikroorganizma ardışık olarak katılır ve bu sırada biyokimyasal ayrışma işlevinin gerçekleşebilmesi için substrat çeşidine göre farklı nitelikte hücre dışı enzimleri salgırlar. Böylelikle doğadaki besin elementi

döngüsünde yaşamsal bir rol oynarlar (Arcak ve diğ.,1994). Topraklarda yaklaşık olarak 100 enzimin faaliyeti tanımlanmıştır (Tabatabai, Dick, 2002). Bu enzimler çoğunlukla **oksidoreduktazlar**, **hidrolazlar** ve **transferazlar** şeklinde gruplanırlar (Tablo 2.1).

Tablo 2.1: Topraktaki Enzimler (Thorton ve McLaren, 1975)

	ENZİMLER	KATALİZLENEN REAKSİYON
Oksidoreduktazlar	Katalaz	$2\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
	Katekol oksidaz	$\text{o-difenol} + 1/2 \text{O}_2 \longrightarrow \text{o-kinon} + \text{H}_2\text{O}$
	Dehidrogenaz	$\text{XH}_2 + \text{A} \longrightarrow \text{X} + \text{A} + \text{H}_2$
	Difenol oksidaz	$\text{p-difenol} + 1/2 \text{O}_2 \longrightarrow \text{p-kinon} + \text{H}_2\text{O}$
	Glükoz oksidaz	$\text{Glikoz} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{glukonik asit} + \text{H}_2\text{O}$
	Peroksidaz ve polifenol oksidaz	$\text{A} + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{okside A} + \text{H}_2\text{O}$
	Ürat oksidaz (urikaz)	$\text{Ürik asit} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{allantoin} + \text{CO}_2$
Transferazlar	Transaminaz	$\text{R}_1\text{R}_2\text{-CH-NH}_3 + \text{R}_3\text{R}_4 \text{ CO} \longrightarrow \text{R}_3\text{R}_4\text{-CH-N} + \text{H}_3 + \text{R}_1\text{R}_2 \text{ CO}$
	Transglikosilaz ve Levansükraz	$\text{nC}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{ROH} \longrightarrow \text{H (C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5\text{) n OR} + \text{nC}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
Hidrolazlar	Asetilesteraz	$\text{Asetik ester} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Alkol} + \text{asetik asit}$
	α ve β amilaz	1,4 glikozidik bağların hidrolizi
	Asparaginaz	$\text{Asparagin} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Aspartat} + \text{NH}_3$
	Selülaz	β -1,4 glukan bağlarının hidrolizi
	Deamidaz	$\text{Karboksilik asit amid} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Karboksilik asit} + \text{NH}_3$
	β - Fruktofuranozidaz (invertaz, sükras, sakkaraz)	$\beta\text{-fruktofuranozid} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{ROH} + \text{Früktoz}$
	α - ve β - galaktozidaz	$\text{Galaktozid} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{ROH} + \text{galaktoz}$
	α - ve β - glikozidaz	$\text{Glikozid} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{ROH} + \text{glikoz}$
	İnülaz	β - 1,2 fruktan bağlarının hidrolizi
	Likenaz	β - 1,3 selotrioz bağlarının hidrolizi
	Lipaz	$\text{Trigliserid} + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{gliserin} + \text{yağ asitleri}$
	Metafosfataz	$\text{Metafosfat} \longrightarrow \text{ortofosfat}$
	Nükleotidaz	Nükleotidlerin defosforilasyonu
	Fosfataz	$\text{Fosfat esterleri} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{ROH} + \text{fosfat}$
	Fitaz	$\text{İnositol hekza fosfat} + 6 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{inositol} + 6 \text{fosfat}$
	Proteaz	$\text{Proteinler} \longrightarrow \text{peptidler ve amino asitler}$
	Pirofosfataz	$\text{Pirofosfat} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{ortofosfat}$
	Üreaz	$\text{Üre} \longrightarrow 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2$

Şüphesiz topraklardaki enzim sayısı çok daha fazladır ama topraklar için diğer enzimlerin varlık veya faaliyetlerini belirleyebilecek teknikler henüz geliştirilmemiştir. Toprak enzimlerinden en çok çalışılanlar, oksidoreduktaz, transferaz ve hidrolazdır (Dick ve Kandeler, 2004). Bu enzimlerin kaynağını belirlemek için, bazı araştırmacılar enzimlerin total mikro flora ile olan ilişkilerini göstermiş, diğerleri ise bazı özel bakteri ve mantar gruplarının daha güvenilir bir gösterge olduğunu bulmuşlardır. Diğer yandan,

en iyi korelasyon organik karbon, pH, bitki kökleri, toprak faunası, ve hatta toprak yüzeyindeki liken ve alglerle elde edilmiştir.

Oksidoreduktaz dehidrogenaz organik maddelerin oksidasyonundaki hidrojeni transfer ederek oynadığı rolden dolayı toprakta bir dereceye kadar fazla çalışılmıştır. Katalaz aktivitesi, hidrojen peroksit (H_2O_2) veya tespit edilen hidrojen peroksid (H_2O_2) miktarına eklenen oksijenden serbest kalan oksijen oranını baz alır. Bazı hidrolaz ve transferazlar yoğun olarak araştırılmıştır. Çünkü çeşitli organik bileşiklerin ayrıştırılmasında rol oynar ve bu yüzden besin döngüsünde ve toprak organik madde formasyonunda önemlidir (Dick ve Kandeler, 2004).

Cansız toprak enzimlerinin işlevsel rolü, deneysel olarak henüz kesin bir şekilde gösterilmemektedir. İlk olarak, topraklardan enzimleri çıkarmakta başarı sınırlıdır. Bunun sebebi, toprak yapısındaki kompleks enzim yapısının bütünlüğünün ekstraksiyon süreci sırasında sık sık kaybedilmesidir. Sonuçta toprak enzimleri büyük ölçüde, yaşayan organizmaların aktivitelerinden ayırt edilemeyen abiyotik enzimatik aktivitelerin ölçülmesiyle belirlenmektedir. Dahası, abiyotik enzimlerin toprak organizmaları ile önemli ilişkisi olduğu hipotezi mevcuttur (Dick ve Kandeler, 2004).

Bazı mikroorganizmalar için, substratlar veya onların bozulma ürünleri organizmalar için kullanılabilir olabilir, fakat substrat boyutu veya erimezliğinden dolayı mikroorganizmalar tarafından doğrudan kullanılamaz. Birkaç enzim molekülünü içeren bir humik kolloidin yüzeyinde saptanması mikrobiyal hücreler için avantaj olabilir. Gerçekten, bazı türlerin çevresi düşmanlarla dolu bir toprakta hayatta kalma başarısı humus-enzim kompleksleri birliğine bağlıdır. Enzimlerin toprak içinde özel dağılımı, topraktaki hücre dışı enzim stabilitesinin sınıflandırılması, onların topraktaki yerlerine göre yapılır. Üç enzim sınıfı (biyotik enzim isimli), yaşayan hücrelerin çoğalmasıyla ilişkilidir: (1) hücre içi hücre stoplazması içinde, (2) hücre arası boşluklar içinde (3) hücre dışı yüzeylerinde. Geniş kullanım alanı olan abiyotik, yunanca “a” yani “nitelikten yoksun veya uzak” ve “bios” yani “yaşam formuna sahip” kelimelerinden oluşur. Abiyotik enzimler, enzim bulunduran seçkin canlı hücrelerde; hücre büyümesi ve bölünmesi esnasında salgılanırlar, ölü örtü ve ölü hücrelere eklenirler, var olan hücrelerden eriyerek toprağa sızarlar ama onların esas işlevsellik yerleri hücre içi veya üstüdür (Dick ve Kandeler, 2004).

2.3.TOPRAKTAKİ ENZİMATİK REAKSİYONLARIN ÖNEMİ VE VERİMLİLİĞE ETKİLERİ

Toprak, bitkisel ve hayvansal canlıları barındırır ve miktarları değişik olmakla birlikte, birçok ölü organik maddeleri de içerir. Toprak mikroorganizmaları kendileri için gerekli besin maddelerini çevrelerindeki organik maddelerden sağlamak zorundadırlar. Mikroorganizmaların en önemli faaliyetlerinden biri organik maddenin mineralizasyonu, yani kompleks organik maddeleri basit anorganik bileşiklere veya besin iyonlarına kadar parçalamalarıdır (Haktanır ve Arcak, 1996).

Enzimlerin başlıca görevi; yüksek moleküllü organik maddeleri basit, yani hücreye geçebilecek ve organizma tarafından yararlanabilecek şekle sokmaktır (Arcak, 1987). Toprak verimliliğini etkileyen dolaylı ve dolaysız birçok süreç, enzimatik yolla meydana gelen organizmaların çeşitli bileşikleri parçalayarak mineralize etmeleri işlemi ve biyolojik sentez ile yakından ilgilidir (Çengel, 2004).

Toprağa düşen bitkisel ve hayvansal artıklardaki besin elementleri yüksek polimer bileşikler halinde kaldıkları sürece, yüksek bitkiler ve mikroorganizmalar bunlardan doğrudan doğruya yararlanamazlar. Topraktaki organik maddelerin çoğu; örneğin lignin, proteinler, protein özelliğinde olmayan azotlu bileşikler, pektin maddeleri, selüloz ve diğer polisakkaritler mikroorganizmaların doğrudan doğruya hücre içine alınamayacak kadar büyük moleküllü bileşiklerdir. Mikroorganizmaların toprakta bulunan büyük moleküllü organik maddelerden faydalanabilmeleri için, enzimlerini salarak bu bileşikleri, hücre içine alabilecekleri büyüklükte basit bileşiklere parçalamaları gereklidir. Bu nedenle, şimdiye kadar tanımlanmış enzimlerin hemen hepsi toprakta bulunmaktadır (Haktanır ve Arcak, 1996).

Toprakta meydana gelen reaksiyonlar bakımından en önemli enzimler hidrolaz, aldolaz, dehidrogenaz, oksidaz, redüktaz, enolaz, karboksilaz, dekarboksilaz ve katalaz enzimleridir.

Toprak organizmalarının sayılarının belirlenmesi, onların gerçek faaliyetleri hakkında fikir vermektedir. Bu bakımdan sayıları yanında topraktaki gerçek aktivitelerinin de ortaya konulması gerekmektedir. Toprak organizmalarının aktivitelerinin saptanmasında daha ziyade biyokimyasal metotlar ile çalışılmaktadır. Aktivite metotları önce özel ve özel olmayan metotlar olarak iki kısma ayrılmaktadır. Özel olmayan metotlar içerisinde katalaz enzim aktivitesi ve dehidrogenaz enzim aktivitesi, özel dönüşüm metotlarında ise üreaz aktivitesi, proteaz aktivitesi, sakkaraz aktivitesi yer almaktadır (Çengel, 2004).

Üreaz enzimi toprakların organik ve inorganik kolloidleri tarafından tutulan hücre dışı bir enzimdir. Üreaz enzimi, ürenin karbondioksit ve amonyak hidrolizini katalizleyen bir enzim olup, bu hidroliz genel olarak aşağıdaki şekilde gerçekleşmektedir (Çengel, 2004).



Toprakların üreaz enzim aktivitesi ile organik madde, tekstür, pH, katyon değişim kapasitesi (KDK) gibi toprak özellikleri ile önemli ilişki içerisinde bulunduğu, topraklara ilave edilen organik atıkların üreaz aktivitesini arttırdığı yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Özdemir ve diğ., 2000). Üreaz aktivitesinin toprakta ölçülmesinde, toprağa üre verilir. Bu madde üreaz enziminin parçalanır ve NH_3 meydana gelir. Bu pH= 9,6 ve 2.6 Dibromkinon-klorit ile mavi renkli indofenol maddesine dönüşür. Bu renk yardımıyla fotometrik olarak ölçülür. Okunan değerden hareketle üreaz aktivitesi değeri elde edilir. Topraktaki enzimlerin bir kısmı sentez reaksiyonlarını yürütürken büyük bir kısmı da bitkisel ve hayvansal artıklardaki büyük moleküllü bileşikler parçalama reaksiyonlarını yürütürler (Arcak, 1987). Birçok aerob ve fakültatif anaerob organizmalar katalaz enzimi bulundurmaktadır. Katalaz enzimi, canlı organizmaların metabolizma olayları ve bu arada solunum olayı sonucunda ortaya çıkan ve hücre zehiri özelliğindeki hidrojen peroksidi (H_2O_2) suya ve oksijene ayrıştırır. Bu reaksiyon kısaca şu şekilde gösterilebilir (Çengel, 2004).



Bu enzim varlığında toprak örneklerine % 3'lük H_2O_2 verildiğinde yukarıdaki denklem gereği su ve oksijen meydana gelmektedir. Meydana gelen oksijen miktarı volumetrik olarak ölçülebilir. Bununla beraber toprakta daha çok oksitlenen maddeler bulunuyorsa kimyasal olarak ortaya çıkan oksijenin bertaraf edilmesi gerekir. Bunun için biyolojik olarak meydana getirilen katalaz enziminin bazı maddelerle durdurularak önce kimyasal oksijen çıkışı saptanmakta ve tanık olarak ele alınmaktadır. Tanık ve örnek arasındaki

farklardan hareketle 5–10 g topraktaki enzim aktivitesi saptanabilir. Bu arada çıkan oksijenin hava basıncından ve sıcaktan etkilenmesi söz konusudur. Bu nedenle çalışılan ortamdaki bu verilerin de hesaba katılarak ml O₂ olarak katalaz enzimi aktivitesi hesaplanabilir (Çengel, 2004).

Toprakta biyolojik aktiviteyi belirlemek için toprak solunumu (CO₂ üretimi) ve dehidrogenaz (DHG) enzim aktivite değerleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Dehidrogenaz enzim aktivitesi, organik bileşiklerin oksidasyonu sırasında hidrojen ve elektronları substrattan uygun akseptörlere taşıyan bir solunum enzimidir (Chander ve diğ., 1991).

Dehidrogenaz aktivitesinin saptanmasındaki temel prensip tetrasolyum tuzlarının mikroorganizma hücrelerinde redüksiyona uğraması ve çözeltiye geçerek çözelti renginin değişmesi, değişen bu renk yoğunluğunun ölçülmesi esasına dayanır. Bu enzim aktivitesinin ölçülmesi ile muhtelif dehidrogenaz enzimlerinin topraktaki miktar ve çoğunluğunun toplamı hakkında bilgi edinilebilmektedir. Gerek oksijenli ortamda yaşayabilen, gerekse oksijensiz ortamda yaşayan canlıların solunum kademelerinde organik bileşiklerden hidrojen açığa çıkarabilen organizmaların bir göstergesidir. Oksijenli koşullarda biyolojik metabolizmalarda H₂ kabul edici madde O₂, oksijensiz koşullarda ise daha çok piruvatlardır. Biyolojik sistemlerde enerjinin meydana gelmesi hidrojenin taşınması ile mümkün olmaktadır. Bu aktivitenin ölçülmesinde renksiz bir indirgen olan TTC-çözeltisi kullanılır. (TTC=C₁₉H₁₅ClN₄). Toprağa verilen TTC-çözeltisi topraktaki mikroorganizmalarla temas eder ve hücre içine girer. Organizma içerisinde bulunan dehidrogenaz grubu enzimler kolay parçalanmış karbonhidratların hidrojenini tetrasolyum tuzları üzerine taşıyarak kırmızı renkli (TPF) trifenil formazana dönüştürür. Formazan organizma içerisinde çoğalır ve daha sonra kristalleşir. Kristalleşmesi ile hücreler parçalanır ve hücre içerisindeki kırmızı renkli formazan çözeltiye geçer. Enzim aktivitesinin yüksekliğini bu rengin yoğunluğunu gösterir (Çengel, 2004).

Proteaz aktivitesinde ise toprağa hazırlanmış jelatin çözeltisi verilir ve toprak süspansiyon haline getirildikten sonra filtre edilir. Ninhidrin ilave edilerek ısıtılır. Ninhidrin pozitif örnekler (aminoasitleri) mavi renk verirler. Bu renk yoğunluğu fotometrik olarak ölçülür ve amino-N olarak hesaplanır (Çengel, 2004).

Sakkaraz enzim aktivitesinin ölçülmesinde toprak örneklerine sakkaroz çözeltisi verilmektedir. Sakkaroz, toprakta sakkaraz enzimi varlığında parçalanır ve ayrışma

ürünleri Fehling çözeltisi ile ayırt edilir. İndirgenmiş ve indirgenmemiş Fehling ayraç çözeltisi farkından yararlanılarak titrimetrik olarak saptanır. Sonuç Sakkaraz aktivitesi olarak verilir (Çengel, 2004).

Canlı toprak mikroorganizmalarının besin maddelerini parçalamak amacıyla dışarıya saldıkları hücre dışı enzimlerle, mikroorganizmaların ölümünden sonra ayrışma ile kısmen veya tamamen serbest hale gelerek toprağa karışırlar. Bunlar, toprağın anorganik ve organik kolloidleri, örneğin killer ve humin maddeleri tarafından adsorbe edilirler. Adsorbe edilmiş enzimler, dış etkilere karşı diğer enzimlerden daha dayanıklıdır. Aktivitelerini uzun süre koruyabilirler (Haktanır ve Arcak, 1996). Böylece enzimlerin etkileriyle, çoğu bitkisel olan topraktaki organik artıklar bir seri enzimatik reaksiyondan sonra küçük moleküllü basit bileşiklere parçalanırlar. Örneğin karbohidraz enzimleri selüloz, nişasta ve benzeri polisakkaritleri, disakkaritlere ve nihayet monosakkaritlere kadar parçalarlar. Proteazlar, proteinli maddeleri polipeptid, dipeptid, oligopeptid ve nihayet aminoasitlerine kadar hidroliz ederler. Pektin parçalayıcı enzimler de pektin maddelerini basit ürünlere kadar ayrıştırırlar. Fosfataz, lipaz, sülfataz, tannaz gibi esteraz grubuna dahil enzimler, nükleik asitlerini ve diğer fosfat esterlerini fosfat anyonlarına kadar hidroliz ederler. Bu parçalanma ürünleri desmolaz enzim gruplarının etkisiyle, oksidasyon, redüksiyon, hidrogenasyon, karboksilasyon ve nitrifikasyon gibi çok karışık reaksiyonlardan sonra amonyum, nitrat, fosfat, sülfat, kalsiyum, potasyum, sodyum iyonları ile diğer bazı iz elementlerin iyonu serbest hale gelir. Bu reaksiyonlar sonucu, gerek küçük kapalı moleküller haline ve gerekse iyonlar haline çevrilmiş parçalanma ürünlerinin bir kısmı mikroorganizmaya yem olur. Büyük kısmından bitkiler besin maddesi olarak istifade ederler ve bir kısmı da kendi aralarında tekrar enzimlerin etkileriyle çok çeşitli reaksiyonlara girerek daha büyük moleküllü ve daha dayanıklı humin maddelerine dönüşürler (Arcak, 1987).

2.4. ENZİMLERLE İLGİLİ YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Enzim aktivitesi ile ilgili çalışmalar uzun yıllardan beri büyük bir ilgi alanı olmaktadır. Fakat 1950'li yılların başlarında toprak mikrobiyolojisi ve biyokimya alanında asıl araştırma konusu olarak büyük bir gelişme göstermiştir (Arcak, 1989). Enzimler ile ilgili çalışmalar bu güne kadar farklı ülkelerde farklı çalışmalara konu olmuştur.

Çin'de yapılan çalışmada, subtropikal orman ekosistemlerinde, N ve P ilavesinin organik madde ayrışması ve enzim aktivitelerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma

sonucunda; N ve P ilavesinin bu parametreleri farklı şekillerde etkilediği, bunun da mikroorganizmalar için mikro çevrenin değişmesi ve organik C girdisinin artması ile açıklanabileceği belirtilmiştir (Wang ve diğ., 2008).

Fransa’da yapılan çalışmada, elma bahçesi agro ekosistemlerinde enzim aktivitelerinin toprak özelliklerinden nasıl etkilendiği araştırılmış ve fenoloksidaz aktivitesinin tarım kimyası bağlamında toprak kalitesinin bir göstergesi olduğu sonucuna varılmıştır (Floch ve diğ., 2008).

Boerner ve diğ., (2008) Kuzey Amerika orman ekosisteminde, mekanik aralama ve yangının toprak enzim aktiviteleri ve N döngüsü üzerine çalışmış ve orman alt tabakasında C:N oranı ile fosfataz ve fenoloksidaz enzim aktivitelerinin değişimi belirlenmiştir. Çalışma sonucunda fosfataz ve fenoloksidaz enzim aktivitelerinin istatistiki olarak anlamlı düzeyde değişmemesine rağmen fenoloksidaz aktivitesinde yangına bağlı azalmanın bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Amerika’da toprak hücre dışı enzimlerinin in situ (yerinde aktivitelerin) aktivitelerinin ölçüm ve modellenmesi çalışılmış ve geçerli standart toprak enzimoloji metotlarının sınıflandırılması, toprak enzimlerinin in situ aktivitelerini kontrol eden faktörlerin tanıtımı ve toprak hücre dışı enzimlerinin in situ aktivitelerinin nasıl değerlendirilip sınıflandırılacağı hakkında bilgiler verilmiştir (Wallenstein ve Weintraub, 2008).

İspanya’da tarım ve orman topraklarının hidrolitik enzim aktiviteleri çalışılmış ve hidrolitik enzimin toprak kalitesini belirleyebileceği ifade edilmiştir (Sa’nchez-Peinado ve diğ., 2008).

Etna yanardağı topraklarında farklı alanlardaki volkanik toprakların yapısının ve enzim aktivitelerinin deneysel yolla değiştirilmesi ile ilgili çalışmada b-glukozidaz, asitfosfatazarsülfataz enzimlerinin yapısal özellikleri ortaya konulmuştur. (Shillam ve diğ., 2008).

Amerika’da tarımsal ormancılık uygulamaları içinde, toprak kararlılığının ve enzim aktivitelerinin değişimi ile b-glukozidazglukozaminidaz dehidrogenaz değerleri belirlenmiştir (Garcı’a-Ruiz ve diğ., 2008).

Rhinelande da yüksek karbondioksit ve ozon koşulları altında büyüyen ılıman bölge ağaçlarında hücre dışı enzim aktiviteleri çalışılmış ve *Populus tremuloides*, (*Betula papyrifera* ve *Acer saccharum* sahalarında fosfataz, lösin aminopeptidaz,-glükosidaz, N-acetylglucosaminidase, selobiyohidrolaz, fenoloksidaz ve peroksidaz enzim aktiviteleri incelenmiştir (Larson ve diğ., 2002).

Kanada’da orman topraklarında toprak enzimlerinin bağımlı model örnekleri çalışılmış ve meşe ormanları topraklarında a-glukosidaz, kitinaz, fenoloksidaz ve asitfosfataz enzimleri belirlenmiştir (Decker, 1999).

Çin’de yüksek sıcaklık etkisi altındaki alanlarda toprak enzim aktiviteleri ve toprak mikrobiyal biyomasın boyutu ve aktiviteleri araştırılmış ve mikrobiyal biyomas ile alkalın fosfataz ve üreaz aktiviteleri belirlenmiştir (Hu ve Cao, 2007).

Çin’de Quinhai-Tibet platosunun doğusunda *Picea balfouriana* orman topraklarında sıcaklıkla ilişkili enzim aktivitelerinin değişimi çalışılmış ve asit fosfataz, proteinaz, katalaz, peroksidaz ve polyphenoloxidase enzimleri belirlenmiştir (Yong-Mei ve ark., 2005).

Çek Cumhuriyetinde saprotrofik basidiomycetes'in orman toprağı kolonilerinde, hücresel çürüme ve enzim aktiviteleri incelenmiş, *Hypholoma fasciculare* ve *Rhodocollybia butyracea*’nın *Quercus petraea* topraklarında Mn-peroksidaz, asitfosfataz enzimleri belirlenmiştir (Snajdr ve diğ., 2007).

Çin’de Songliao ovasındaki tarlalarda eğim boyunca mikrobiyal biyokütle ve toprak enzim aktivitelerinin değişimi çalışılmış ve toplam C, N, P, C/N, kullanılabilir N, kullanılabilir P, invertase ve acid phosphatase aktiviteleri ve biyokütle miktarları belirlenmiştir (Hu ve Cao, 2007).

Kıran ve diğ., (2006) bazı mikrobiyal enzimler ve endüstrideki kullanım alanlarıyla ilgili derleme bir çalışma yapmışlar ve endüstriyel alanda en çok kullanıma sahip olan proteaz, amilaz, selülaz, ksilenaz ve lipaz enzimleriyle ilgili kaynakları irdelemişlerdir. Haktanır ve Arcak (1996) üreaz ve katalaz enzim aktiviteleriyle ilgili yapmış oldukları çalışmada enzim aktivitelerinin en yüksek olduğu pH seviyesinin 6,3-7,2 olduğunu belirtmektedirler.

Andersson ve diğ., (2004) Avrupa’da orman topraklarında enzim aktivitesinin yaprak döküntüleri, humus ve mineral topraklardaki değişimini araştırmışlar ve çalışmalarında sellülaz enzim aktivitelerini incelemişler, çalışma sonucunda topraklardaki N değişiminden dolayı farklı reaksiyonların oluştuğunu belirlemişlerdir.

2.4.1. Üreaz Enzimi Hakkında Yapılan Çalışmalar

Leinweber ve diğ., (2008) topraktaki organik madde, havalanma ve enzim aktivitelerine ilişkin yaptıkları çalışmalarında, uzun süreli olarak buğday ekilen topraklarda üreaz enzim aktivitesinin giderek azaldığını ortaya koymuşlardır.

Karaca ve diğ., (2002) arıtma çamuru ve fosfat gübrelemesi ile Cd kontaminasyonunun topraklardaki enzim aktivitesi üzerine etkilerini incelemişler ve Cd'un topraktaki üreaz enzim aktivitesini artırdığını belirlemişlerdir.

Liu ve diğ., (2008) Çin'in Kuzeydoğusunda Songliao Plain'de yaptıkları çalışmada; tarım arazilerinde mikrobiyal biyokütle ve enzim aktivitelerini araştırmışlar ve üreaz, acid phosphatase, ve dehydrogenase aktivitelerinin toprak pH'ı ve elektriksel iletkenlik ile ilişkili olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada üreaz aktivitesinin en yüksek değerlerine pH'ın 6,5-7,0 civarında olduğu topraklarda eriştiği tespit edilmiştir. Mikrobiyal biyokütle ile üreaz aktivitesi arasında ise belirgin bir ilişki saptanamamıştır. Ayrıca üreaz aktivitesinin enlem derecesi ile de ilişkili olmadığı tespit edilmiştir.

Wang ve diğ., (2008) çalışmalarında okaliptus gençliklerinde N ve P gübrelemesinin üreaz ve asit fosfataz enzim aktiviteleri üzerine etkilerini araştırmışlar ve N gübrelemesinin üreaz ve asit fosfataz enzim aktivitelerini artırdığını, P gübrelemesinin ise üreaz ve asit fosfataz enzim aktivitelerini azalttığını belirlemişlerdir.

Arcak ve diğ., (1997) çay atıklarının toprakta enzim aktivitesinin ve nitrifikasyon üzerine etkilerini araştırmışlar ve toprağın incelenen biyolojik özelliklerinden üreaz enzim aktivitesinin, ince ve kaba çay atığı dozlarına ve 1., 2. ve 3. haftalık inkübasyon süresine bağlı olarak arttığını ancak 4. haftada azaldığını belirlemişlerdir.

Trasar-Cepeda ve diğ., (2008) tarım ve orman topraklarında hidrolitik enzim aktivitelerini inceledikleri çalışmalarında arazi kullanımının bazı toprak özellikleri ve kalitesi üzerine etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır.

Arcak ve diğ., (1999) Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kenan Evren araştırma uygulama çiftliği topraklarının bazı enzim aktivitelerine bitki türünün etkilerini araştırdıkları çalışmalarında; farklı vejetasyon uygulaması altındaki toprak örneklerinde (yonca, buğday, elma, çam ve nadas) ve üç farklı derinlikte (0-5, 5-15, 15-30 cm) üreaz ve β -Glikozidaz enzim aktivitelerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda yonca ekili parsellerden alınan toprak örneklerinde her iki enzim aktivitesinde de en yüksek değer saptanmıştır.

Karaca ve diğ., (1998) fındık tarımı yapılan toprakların biyokimyasal aktivite özellikleri ile toprak özellikleri arasındaki ilişkileri ve Terme-Ünye yöresinde fındık tarımı yapılan topraklarda üreaz enzim aktivitesini belirlemişlerdir. Üreaz enzim aktivitesi ile organik madde, azot ve ekstrakte edilebilir Cu arasında pozitif yönlü bir korelasyon olduğunu tespit etmişlerdir.

Karaca ve diğ., (2000) Toprak sıkışmasının üreaz enzim aktivitesi, toprak solunumu ve azot mineralizasyonu üzerine etkisini araştırmış ve üreaz enzim aktivitesinin, basınç uygulanarak sıkıştırılan topraklarda azalma gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Karaca (2001) Afşin-Elbistan Termik Santralı bacalarından çıkan emisyonların, çevrelerindeki tarım topraklarının biyolojik özellikleri üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla santralden hakim rüzgar yönünde 30 km uzaklığa kadar olan mesafeden ve çevre köylerden 4 ayrı dönemde ve 3 farklı derinlikte toprak örnekleri almış ve üreaz enzim aktivitesini belirlemiştir. Çalışma sonucunda hâkim rüzgâr yönünde santrale yakın bölgelerden alınan toprak örneklerinin üreaz aktivitelerinde önemli derecede azalmalar olduğunu belirlemiştir.

Kızılkaya ve diğ., (1998) Bafra Ovasında yoğun bir şekilde çeltik tarımı yapılan Üçpınar, Harız, Doğancı, Kaygusuz, Emenli, Sarıköy ve Gelemenagrı köylerinden alınan toprakların enzim aktiviteleri üzerine toprak özelliklerinin etkisini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda toprakların üreaz enzim aktivitesi 24,12 ile 39,03 mg N 100 g kuru top⁻¹ arasında değişmekte olduğunu tespit etmişlerdir. Üreaz enzim aktivitesi ile toprakların organik madde, ekstrakte edilebilir Mn, değişebilir K ve total P arasında pozitif ilişkiler belirlenmiştir.

Özdemir ve diğ., (2000) farklı organik atıkların üreaz enzim aktivitesi üzerine etkilerini araştırmışlar ve çalışma sonucunda; topraklara uygulanan tütün fabrikasyon atığı, çeltik sapı, fiğ ve tavuk gübresinin önemli düzeyde, şlempenin ise (tanelerin veya melasın fermantasyonundan veya damıtma yoluyla alkol alındıktan sonra geriye kalan çok sulu durumdaki maddeye verilen addır) üreaz enzim aktivitesini önemsiz düzeyde artırdığını belirlemişlerdir.

Ekberli ve diğ., (2009) killi balçık tekstürlü toprağa tütün ve çay atığı, fındık zurufu (fındığı kaplayan kılıf), buğday samanı gibi organik atık uygulamalarının, ureaz aktivitesi ve bu enzimin aktivitesine ait termodinamik parametreler üzerine olan etkisini araştırmışlar, organik atık uygulamasının üreaz aktivitesini önemli düzeyde artırdığı ve atıkların etkinliklerinin tütün atığı > çay atığı > fındık zurufu > buğday samanı şeklinde sıralandığını belirlemişlerdir.

Melero ve diğ., (2006) arazi kullanımının enzim aktiviteleri üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında geleneksel ve organik yöntemleri karşılaştırmışlar, üreaz enzim aktivitesinin organik gübreleme yapılan topraklarda geleneksel gübreleme yöntemleriyle gübrelenen topraklardan daha yüksek olduğunu, en yüksek üreaz enzim

aktivitesinin kış sonu, yaz başı dönemde gerçekleştiğini, enzim aktivitelerinin birbirleri ile ilişkili olduğunu, üreaz, alkalın fosfataz ve proteaz arasında pozitif korelasyon bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Udawatta ve diğ., (2008) tarımsal ormancılık uygulaması yapılan alanlarda ölü örtünün değişkenliğinin enzim aktivitelerini etkilediğini, bu alanlarda enzim aktivitelerinin daha yüksek olduğunu belirtmektedirler.

Sardans ve diğ., (2008) Akdeniz bölgesinde çalılık alanlardaki enzim aktivitesi üzerine etkili olan faktörleri inceledikleri çalışmalarında enzim aktiviteleri ile C ve N ilişkisi yanında uzun süreli kuraklığın etkisini araştırmışlar, toprak üreaz aktivitesinin sıcaklık artışına bağlı olarak yükseldiğini belirtmişlerdir.

2.4.2. Katalaz Enzimi Hakkında Yapılan Çalışmalar

Smethurst ve diğ., (1998) iki farklı okalıptus plantasyonunda gübrelemeden sonra topraktaki mikrobiyal aktiviteyi incelemişler, mikrobiyal biyomas ve katalaz aktivitesinin çalışma yapılan alanda gübrelemeye bağlı olarak değişmediğini belirlemişlerdir.

Ekberli ve Kars (2011) Balçık türündeki bir toprağın katalaz aktivitesi ve kinetiği üzerine 2,4-D (Diklorofenoksiasetik Asit) herbisitinin etkisini çalışmışlar ve balçık tekstüründeki toprağa artan düzeylerde 2,4-D herbisit uygulanmasının farklı substrat konsantrasyonları ve zamana bağlı olarak toprakların katalaz enzim aktivitesi değişimleri ve bu enzim reaksiyonunun kinetik parametreleri üzerine etkisini inkubasyon denemesi ile araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, 2,4-D herbisit dozlarının katalaz enzim aktivitesine etkisi önemsiz seviyedeysen inkubasyon dönemleri arasında önemli düzeyde farklılıklar olduğunu belirlemişlerdir.

Ekberli ve Kars (2012) 2,4-D (Diklorofenoksiasetik Asit) herbisiti uygulanan kil ve kum tekstüründeki toprakta katalaz aktivitesi ve kinetiğinin incelemişler ve kil ve kum tekstürlü topraklara artan düzeylerde (0.5 ppb, 1 ppb ve 2 ppb) 2,4 diklorofenoksiasetik asit (2,4-D) herbisit uygulanmasının toprakların katalaz enzim aktivitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, topraklara artan düzeylerde ilave edilen 2,4-D herbisitinin katalaz aktivitesinde meydana getirdiği değişimlerde dozlar arasında farklılıklar bulunmazken, inkubasyon dönemleri arasında önemli farklılıklar bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Okur ve diğ., (2001) İznik göl suyu ile sulanan tarım topraklarındaki mikrobiyolojik aktivitenin değişimini inceledikleri çalışmada, katalaz aktivitesinin sulama yapılan topraklarda, sulama öncesi ve sonrasında önemli düzeyde değişiklik gösterdiğini, sulama sonrasında katalaz enzim aktivitesinin önemli düzeyde azaldığını tespit etmişlerdir.

Formanek ve Vranova (2003) Ladin meşcerelerinde aralamanın topraktaki biyolojik aktivite üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında farklı meşcerelerdeki katalaz aktiviteleri arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde fark bulunmadığını ancak, biyolojik aktivitelerin birbirleri ile ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Hu ve Cao (2007) uzun süredir ekili olan topraklarda toprak enzim aktiviteleri ve mikrobiyal bioması incelemişler ve çalışma sonucunda topraktaki mikrobiyal aktivitenin ve dolayısıyla enzim aktivitesinin gübreleme şekliyle yakın ilişkili olduğunu belirlemişlerdir.

Karaca ve diğ., (1998) katalaz aktivitesiyle ilgili yapmış oldukları bir çalışmada katalaz aktivitesinin C/N oranı, mikroorganizma sayısı ve vejetatif örtüden etkilendiğini organik madde ile yakından ilişkisi olup, toprak derinliğine bağlı olarak azaldığını, toprakta makro element miktarı düşükse katalaz aktivitesi de düşeceğini belirtmişlerdir. Ayrıca ekim nöbetinin katalaz aktivitesinde de etkili olduğunu buğday-soya-adi fiğ ekili topraklarda aktivitenin yüksek bulunurken, mısır-pamuk ekili topraklarda aktivitenin düşük olduğunu, orman ve ağaç altlarında da katalaz aktivitesinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1 ARAŞTIRMA ALANININ YETİŞME ORTAMI ÖZELLİKLERİ

Araştırma alanının mevkii, iklim, jeolojik temel ve toprak ile bitki örtüsü özellikleri aşağıda verilmiştir.

3.1.1. Mevkii

Araştırma alanı Kastamonu İli, Kadı Dağı mevkiinde yer almaktadır (Şekil 3.1). Kadı Dağı mevkiinde kuzey ve güney bakıdan olmak üzere iki adet örnek alan seçilmiştir.



Şekil 3.1: Çalışma alanı

Bu alanlardan kuzey bakıdaki örnek alan $33^{\circ}45'47''$ - $33^{\circ}45'46''$ doğu boylamları ile $41^{\circ}19'11''$ - $41^{\circ}19'46''$ kuzey enlemleri arasında, güney bakıdaki örnek alan ise $33^{\circ}47'05''$ - $33^{\circ}47'15''$ doğu boylamları ile $41^{\circ}17'47''$ - $41^{\circ}17'52''$ kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. Her bir bakıda örnek alan alınırken mümkün olduğu kadar birbirine yakın, aralarında yükselti ve bakı farkı bulunmayan ancak, kullanım şekilleri farklı olan alanlar seçilmeye çalışılmıştır. Örnek alanların genel özellikleri Tablo 3,1'de verilmiştir.

Tablo 3.1: Örnek alanlarının genel özellikleri

ARAZİ KULLANIMI		KUZEY	DOĞU	YÜKSEKLİK m.
KUZEY	Orman	41°19'11''	33°45'47''	1029
	Tarım	41°19'46''	33°45'46''	1006
	Mera	41°19'14''	33°45'46''	1013
GÜNEY	Orman	41°17'47''	33°47'05''	1085
	Tarım	41°17'52''	33°47'11''	1080
	Mera	41°17'51''	33°47'15''	1081

3.1.2. İklim

Araştırma alanına ait 1960-2012 yılları arasını kapsayan iklim verileri Kastamonu Meteoroloji istasyonundan temin edilmiş ve Tablo 3.2’de verilmiştir. Aylık ortalama sıcaklık değerlerine göre en sıcak ay 20,3 °C ile temmuz, en düşük ay ise -1,0° C ocak ayıdır. En yüksek sıcaklık temmuz ayında 42,2 °C, en düşük sıcaklık ocak ayında 20,6°C olarak ölçülmüştür. Aylık ortalama yağış miktarı en yüksek 69,9 mm ile haziran ayında, en düşük ise 29,5 mm ile şubat ayında kaydedilmiştir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2:Kastamonu Meteoroloji İstasyonuna ait bazı iklim verileri (1960-2012).

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık Ortalama Değerler
Ortalama Sıcaklık (°C)	-1,0	0,6	4,4	9,5	14,0	17,5	20,3	19,8	15,6	10,6	5,0	1,0	9,7
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	3,1	5,8	11,0	16,4	21,1	24,6	27,8	27,9	23,8	17,9	10,8	4,8	15,8
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-4,4	-3,6	-0,8	3,6	7,5	10,5	12,5	12,3	8,9	5,2	0,8	-2,2	4,1
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2,2	3,3	4,4	5,4	7,3	8,4	10,0	9,3	7,3	5,3	3,5	2,6	5,7
Ortalama Yıgırlı Gün sayısı	12,7	11,1	12,4	13,6	14,5	11,8	6,6	6,1	6,4	9,2	9,8	12,6	10,5
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m ²)	32,0	28,5	34,2	55,6	68,8	69,9	34,2	32,1	31,0	37,3	29,5	37,1	40,8
En yüksek sıcaklık(°C)	Uzun yıllar içinde gerçekleşen en yüksek ve en düşük değerler (1960-2012)												30,3
	17,3	20,2	26,4	30,9	35,1	37,5	42,2	40,2	36,5	32,5	24,7	21,1	
En yüksek sıcaklık(°C)	-20,6	-22,3	-19,7	-8,5	-3,6	0,8	3,8	3,2	0,0	-7,5	-11,4	-18,2	-8,6

3.1.3. Bitki Örtüsü

Kastamonu ili bitki örtüsü bakımından çok zengindir. İl topraklarının % 67'si orman ve fundalıklarla, % 29'u ekili-dikili alanlarla, % 6,5'i çayır ve meralarla kaplıdır. % 1,5'u tarıma elverişsiz topraklardır. Ormanlarda doğu kayını (*Fagus orientalis L.*), Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana subsp. bornmulleriana Mill*), karaçam (*Pinus nigra subsp. pallasiana var. pallasiana Arnold.*), sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), kızılçam (*Pinus brutia L.*), gürgen (*Carpinus orientalis L.*), Anadolu kestanesi (*Castanea sativa Mill.*) ve Doğu çınarı (*Platanus orientalis L.*) ağaçları bulunmaktadır. Çalışma alanında ise ağırlıklı olarak karaçam ve meşe (*Quercus sp. L.*) ormanları bulunmakta, bölgede orman, tarım ve mera arazileri ile yerleşim alanları iç içe geçmiş durumdadır.

Çalışma alanındaki ormanlarda hâkim ağaç türü karaçam olup bölge genel girift kapalı 30-40 yaşlarında ağaçlandırma sahasıdır. Karaçam ormanlarındaki açıklıklarda ve ağaçlandırma yapılmayan alanlarda ise meşenin yanı sıra ardıç (*Juniperus* sp.), alıç (*Crataegussp.*), ahlat (*Pyrus elaeagrifolia* Pall.), kuşburnu (*Rosa canina* L.) gibi türler münferit olarak karışıma girmektedir. Çalışma alanındaki meralarda sarı civanperçemi (*Achillea biebersteinii*), yumrulu salkım otu (*Poa bulbosa*), yabani korunga (*Onobrychis armena*) gibi otsu türler bulunmakta ve tarım alanlarında bir yıl buğday bir yıl fiğ ekilmektedir. Örneklerin alındığı yıl ise buğday ekilmiştir.

3.1.4. Jeolojik Temel ve Toprak

Kuzey ve güney deki tüm çalışma alanlarında MTA'dan alınan haritalar incelenerek ana kayanın her iki çalışma alanında da Eosen ayrılmamış volkanitler olduğu belirlenmiştir (Anon, 2014). Çalışma alanının Genel toprak türü kuzeydeki alanlarımızda balçıklı kil ve killi balçık topraklar güneydeki alanlarımızda ise killi topraklar mevcuttur ve toprak tipi kestane rengi topraklar olarak sınıflandırılmıştır (Anon,1993).

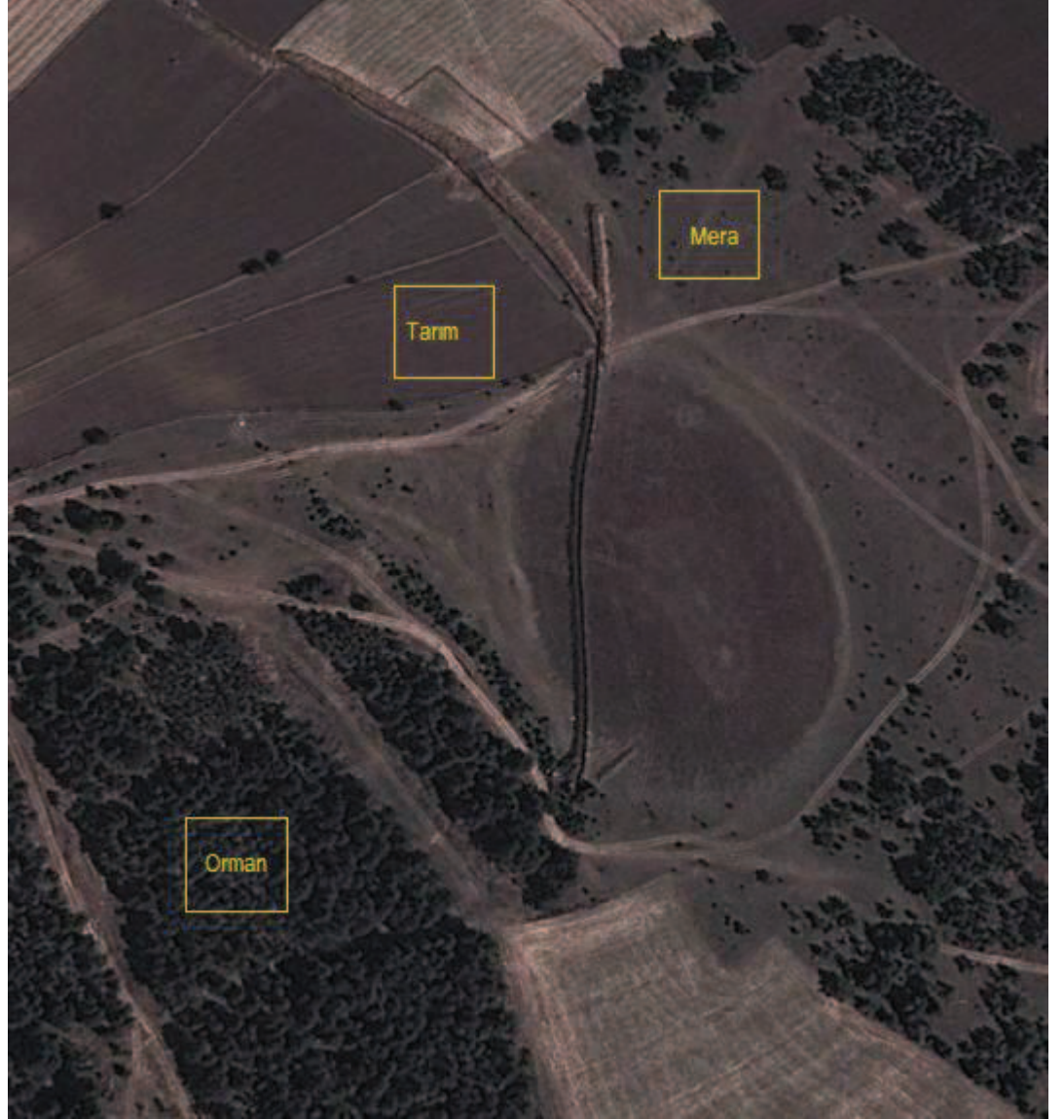
3.2. YÖNTEM

3.2.1. Örnek Alanların Seçimi ve Deneme Deseni

Çalışmada, birbirine komşu olan ve dolayısıyla aynı özelliklere sahip olan ancak, orman, mera ve tarım arazisi olarak kullanılan alanlar tespit edilmiş, tezin amacına uygun olacak şekilde toprak örneklerinin alınacağı alanlar belirlenmiştir. Yapılan arazi çalışmaları sonucunda güney bakı ve kuzey bakı şeklinde belirlenen iki örnek alandan toprak örneği alınacak alanlar tespit edilmiş, yapılan ön incelemeler sonucunda çalışmanın amacına uygun olduğu belirlenen alanlardan toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinin alındığı alanlardan kuzey bakıdaki alanlar Şekil 3.2'de, güney bakıdaki alanlar Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2: Kuzey bakıdaki örnek alanlar



Şekil 3.3: Güney bakıdaki örnek alanlar

Örnek alanlarının tezin amacına uygunluğu arazi çalışmaları ile belirlenmiş ve araziler gözlemlenmiştir. Yapılan arazi çalışmaları, literatür çalışmaları ve konunun uzmanı kişilerle yapılan görüşmeler sonucunda toprak örneklerinin belirlenen alanlarda her deneme alanında 5 farklı noktadan ve 2 farklı derinlikten alınmasına karar verilmiştir. Böylece 2 bakı x 3 alan (tarım, orman, mera) x 2 derinlik x 5 tekerrür olmak üzere 60 noktadan toprak örneği alınmış ve analizlerin her örnek üzerinde 3 tekerrürlü olarak çalışılmasına karar verilmiştir. Yine arazide yapılan gözlemler, literatür çalışmaları ve konunun uzmanı kişiler ile yapılan görüşmeler sonucunda toprak örnekleri yağmurların kesildiği, ancak toprak neminin muhafaza edildiği Nisan ayında alınmasına karar

verilmiş ancak, bölgede 2013 yılı ilkbahar yağmurlarının uzun süre devam etmesine bağlı olarak örnekler ancak Mayıs ayının ikinci yarısında alınabilmektedir.

Aynı gün içerisinde alınan örnekler el tipi soğutucularda muhafaza edilerek zaman kaybetmeden Ankara'ya iletilmiş ve analizlerin yapılacağı tarihe kadar +4°C gerekli önlemler alınarak muhafaza edilmiştir.

3.2.1. Toprak Örneklerinin Alımı

Örnek alanların seçildiği yerlerde derinlik esasına göre açılan toprak çukurları 80 cm genişliğinde, 100 cm uzunluğunda ve 30 cm derinliğine kadar kazılmıştır. Açılan çukurlardan 0-5 cm ve 5-10 cm derinliklerinden 100 cm³'lük hacim silindirleriyle bozulmamış toprak örneği alınmıştır. Eğimli arazide profilin inceleme yapılacak aynası tesviye eğrilerine paralel açılmasına dikkat edilmiştir.

3.3. LABORATUVAR İŞLEMLERİ

Araziden getirilen toprak örnekleri, laboratuvarında toprak kurutma odasında tozlardan ve kimyasal etkilerden uzak bölmelerde kurutulmuştur. Hava kurusu hale gelen topraklar dövülerek 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve kâğıt torbalara alınmıştır. Araziden alınan toprak örneklerinin analizleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak ve Bitki Beslenmesi Bölümü, Toprak Laboratuvarında yapılmıştır.

3.3.1. Toprakta Katalaz Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi

Katalaz aktivitesi aerob organizma faaliyetlerinin bir ölçüsüdür. Katalaz enzimi madde alış-verişinde ortaya çıkan zehirli H₂O₂'i su ve oksijene parçalayan birçok tür tarafından sentezlenir. Bu olay ayrışan oksijenin gaz volumetrisi metoduyla ölçüldüğü bir toprak tampon süspansiyonuna H₂O₂ verilmesiyle gerçekleştirilir. Reaksiyon şu şekilde gerçekleşir;



Katalaz enzimi bütün aerob bakterilerde ve fakültatif bakterilerde bulunur. Bakteriyal katalaz 3-9 pH değerlerinde aktif bir enzimdir. En fazla aktif olduğu pH 6.3-7.2, sıcaklık ise 4-26°C derecedir.

Gerekli Kimyasal Maddeler

Katalaz enzim aktivitesi Karaca ve diğ., (1998) ne göre yapılmıştır. Karaca ve diğ., (1998) katalaz enzim aktivitesinde kullanılan kimyasal maddeleri ve işlemin yapılışını şu şekilde açıklamaktadır;

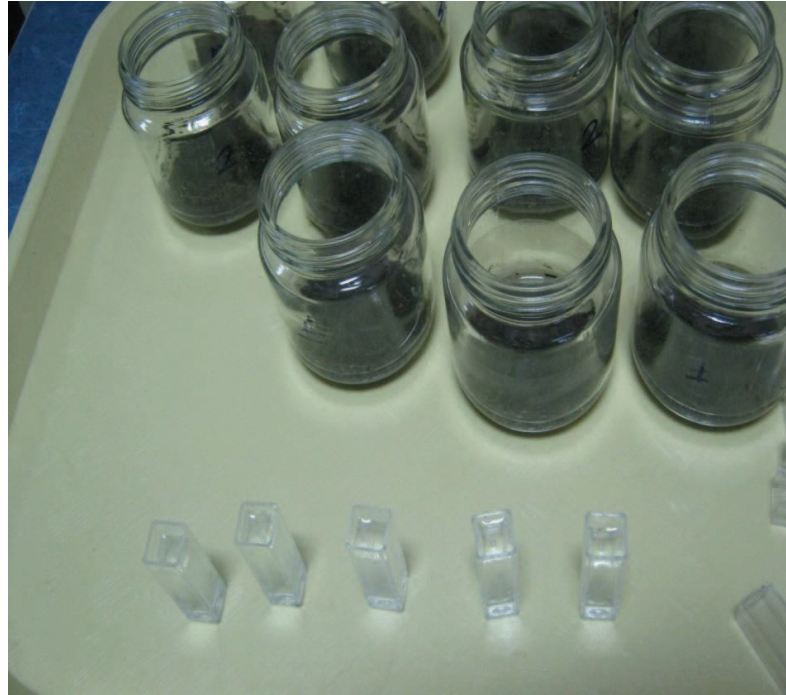
Fosfat tampon çözeltisi(3.522 gr KH_2PO_4 ve 7,268gr $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ destile suda çözülür ve pH 7'ye ayarlanır, Ayarlama düşük pH değerleri için 0.1 M NaOH, yüksek pH değerleri için fosforik asit kullanılır , çözelti litreye tamamlanır.)

Sodyum-azid (%6,5'luk NaN_3 çözeltisi kullanılır.

Hidrojenperoksit (H_2O_2) *****eğer %30'luk kullanılırsa 1 dakika beklemek yeterlidir.

İşlem:

1. 5 g toprak (3 paralelli) Scheibler şişelerine (ya da 200 ml'lik erlen de olabilir) tartılır, üzerine 10 ml fosfat tampon eriği ilave edilir. 30 dakika beklenir (Şekil 3.4).
2. Küçük cam tüplere 5 ml H_2O_2 pipetlenir ve tüpler Scheibler şişelerinin içine dökülmeyecek şekilde (bir cımbız yardımıyla olabilir) dikkatlice yerleştirilir (Şekil 3.5).



Şekil 3.4: Katalaz enzim aktivitesi için örneklerin hazırlanması



Şekil 3.5: Cam tüplerle 5 ml H₂O₂ Scheibler şişelerine yerleştirilmesi

3. Scheibler CO₃ ölçüm aletinin sıfır ayarları yapılır (aletin sol tarafında bulunan mandal açılarak el pompası yardımıyla cam tüplerde suyun yükselmesi sağlanır, yeterli su yüksekliği sağlandığında pompalama işlemi durdurularak ince ayar işlemi yine sol mandal hafifçe açılıp- kapatılarak yapılır)

4. İçinde H₂O₂ tüpleri olan şişelerin ağız kısmı aletinin siyah tıpası ile hava geçmeyecek şekilde sıkıştırılarak kapanır. Sıfır ayarları yine kontrol edilir. (son sıfır ayarı altındaki sağ kısmındaki mandaldan yapılır). Şişeler eğilerek H₂O₂ tüplerinin şişe içine boşalması sağlanır. Şişeler boğazından tutularak 3 dakika çalkalanır.

5. 3. dakikanın sonunda Scheibler CO₃ tayini aletinin sol mandalıyla cam tüpler içindeki su seviyesi aynı yüksekliğe ulaşacak şekilde basınç dengesi oluşturulur ve O₂ değeri ml olarak okunur (ölçümün esası sağdaki dereceli borudaki kadar sıkışmış hava diğer taraftaki ile dengeye getirilmesine, böylece farkın çıkarılarak mutlak koşullar altında oluşan oksijenin belirlenmesine dayanır).

6. Topraklar yükseltgen madde içerdiğinden (ağır metaller gibi) kimyasal oksijen ayrışma payı çıkarılmalıdır. Bu pay biyolojik yükseltgenmenin elimine edilmesiyle, dolaylı olarak katalaz engelleme maddesi olan sodyum-azid (NaN₃) aracılığıyla belirlenir. Bunun için kör örnekler hazırlanır ve aynı biyolojik aktif örneklerdeki gibi

işleme sokulur ancak ek olarak 2ml NaN_3 içerirler. (**** NaN_3 taşınması olmaması bu saptama bir inceleme dizisinin sonunda yapılır).

SONUÇ: Oksijen yoğunluğu sıcaklık ve hava basıncına bağlı olduğu için 0°C ve 760 mm-Hg 'ya çevrilir.

$$V_0 = \frac{V \cdot P \cdot 273,2}{760 \cdot (273,2 + t)} \quad (3.3)$$

V_0 : Mutlak koşullar altında oluşan oksijen

P: Hava basıncı(mm-Hg olarak)

V: Scheibler aletinde okunan oksijen değeri

t: Oda sıcaklığı / 273,2: mutlak sıfır noktası

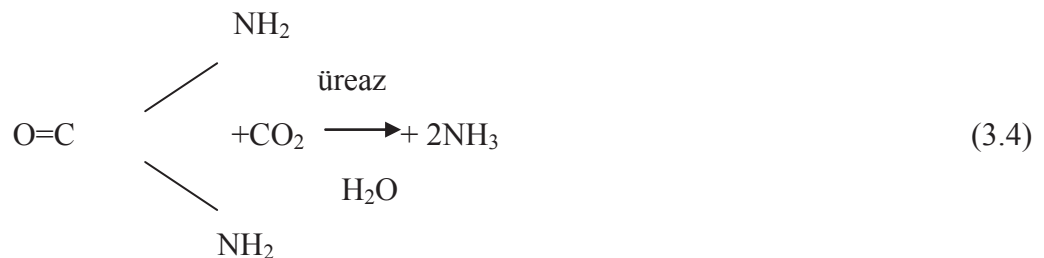
***Değerlerin bildirimi 5 gr toprak kuru maddede ml olarak verilir.

*** NaN_3 patlama tehlikesi olan bir maddedir. Bu nedenle deney malzemesi analiz sona erdikten sonra iyice temizlenmelidir

*** Topraklar kuru ya da ıslak olarak incelenebilirler. (kurutma aktivitede az da olsa bir azalmaya sebep olur)

3.3.2. Toprakta Üreaz Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi

Hayvansal canlıların metabolik faaliyetleri sonucu ticari gübre olarak üre önemli düzeylerde toprağa dahil olmaktadır. Ürenin bileşimindeki N organik bağlı azot olduğundan, bitkilere yararlı formda değildir. Mikroorganizmaların hücre dışı enzimlerinden olan üreaz, üreyi NH_3 (amonyak) ve CO_2 'e ayrıştırma yeteneğindedir. Bu enzim toprak kolloidlerince absorbe olduğundan ürenin ayrışması için ortamda her zaman uygun mikroorganizma olması gerekmez. Toprakta birikmiş olan enzimler bu görevi yürütürler. Böylece N, yararlı forma dönüşür (Karaca ve diğ., 2002).



Meydana gelen NH_3 miktarı tayin edilerek üreaz aktivitesi bulunur. Hayvansal canlıların metabolik faaliyetleri sonucu topraklara büyük miktarlarda üre ilave edilmektedir. Ürenin bileşimindeki azot organik bağlı N olduğundan bitkilere yararlı bir formda değildir. Mikroorganizmaların hücre dışı enzimlerinden olan üreaz, üreyi amonyak ve karbondioksit'e ayrıştırma yeteneğindedir. Bu enzim toprak kolloidlerince absorbe olduğundan ürenin ayrışması için ortamda her zaman uygun mikroorganizma olması gerekmez ve toprakta birikmiş olan enzimler bu görevi yürütürler. Böylelikle N yararlı bir forma dönüşmüş olur. Ürenin üreaz enzimi tarafından parçalanması sonucu meydana gelen amonyak kalitatif ve kantitatif yöntemle belirlenebilir (Karaca vd., 1998).

Gerekli Malzemeler

1. 100 ml'lik kapaklı cam balonlar
2. 50 ml'lik cam balon (örnekler + standartlar)
3. Süzükleri toplamak için 100 ml'lik balon yada erlen
4. Whatman 42 ya da çift katlı kaba filtre kağıdı
5. Standart hazırlamak için 500 ml'lik kapaklı cam balonlar

Kimyasal Maddeler

Substrat çözeltisi: (%10'luk üre) : 100 g üre saf su ile çözülüp 1000 ml 'ye tamamlanır (Şekil 3.6)

Sitrat tampon çözeltisi (pH 6,7)

- a) 368 g sitrik asit 800 ml suda çözülür.
- b) 295 g KOH 600 ml suda çözülür.

İki çözelti dikkatle birbiriyle karıştırılır, soğutulur. Üzerine 1 N NaOH damlatılarak pH 6,7'ye ayarlanır. Son hacim 2 lt'ye tamamlanır. (soğuması ve pH ayarlaması uzun zaman almaktadır).

Sodyum fenolat çözeltisi:

- a) 100 ml ölçü balonunda 62,5 g fenol az miktar etil alkolde çözülür, üzerine 2 ml metil alkol, 18,5 ml aseton ilave edilip çalkalanır. Üzeri etil alkol ile 100 ml'ye tamamlanır.
- b) 27 g NaOH'den 100 ml'lik çözelti yapılır. Buzdolabında saklanır.

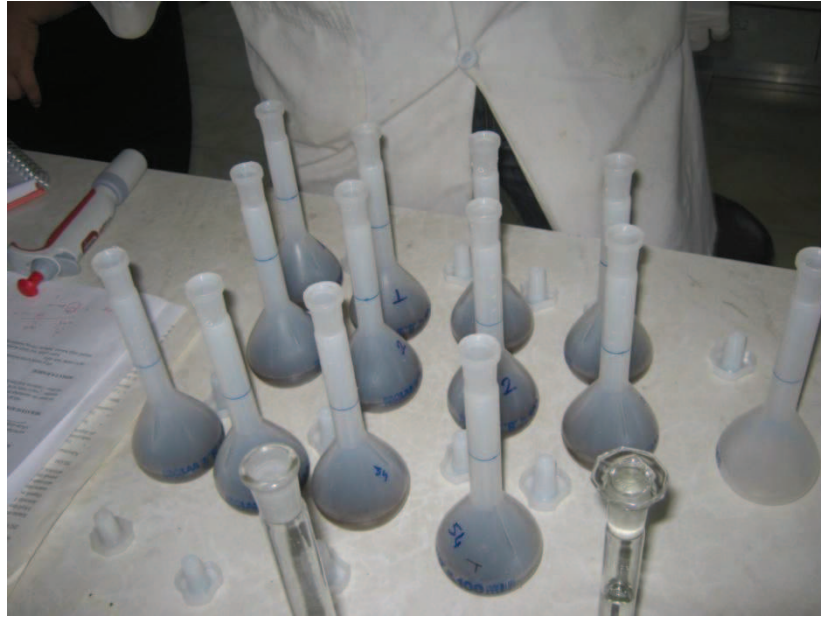
Sodyum hipoklorit çözeltisi: Na hipokloritin aktif klor miktarı tayin edilir. Aktif klor miktarı % 0,9 olan çözelti yapılır.

Karşılaştırma çözeltisi:

- Depo çözeltisi: 4,717 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 'den 1000 ml sulu çözelti yapılır.
- Yardımcı çözelti: Depo çözeltiden 100 ml alınır, su ile 1000 ml'ye tamamlanır.

İşlem

100 ml ölçü balonuna 10 g toprak alınır, üzerine 2 ml toluen konulur, 15' beklenir. Üzerine 10 ml substrat, 20 ml tampon çözelti konulur, çalkalanır. İnkübatörde 37°C'de 3 saat bekletilir.



Şekil 3.6: Üreaz aktivitesinin belirlenmesi için substrat çözeltisinin hazırlanışı

Balonun üzeri 38°C'lik su ile tamamlanır. Çalkalanır, filtre edilir (Şekil 3.7). Ayrıca tanık yapılır (Her farklı uygulama ya da toprak için üre koymadan aynı işlemler tekrarlanır).



Şekil 3.7: Üreaz aktivitesinin belirlenmesinden önceki filtre işlemi

Aktivite tayini

50 ml'lik balona 1 ml süzükten alınır. Su ile 10 ml seyreltilir. 4 ml fenolat, 3 ml Na hipoklorit ilave edilir, çalkalanır. 20' beklenir, su ile çizgiye tamamlanır. 60' içinde 630 nm dalga boyunda spektrofotometrede 1 cm küvette yoğunluğu ölçülür (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Üreaz aktivitesinin belirlenmesi işleminde spektrofotometrede okunması

Karşılaştırma Eğrisinin Çizilmesi:

500 ml'lik ölçü balonlarına yardımcı çözeltiden sıra ile 0, 10, 25, 40, 60, 75, 90 ml alınır. Çizgiye kadar su ile tamamlanır. 50 ml'lik balonlara bu çözeltilerden sıra ile 10'ar ml alınır. Üzerlerine 4 ml fenolat, 3 ml Na hipoklorit ilave edilir, çalkalanır. 20' sonra okunur (Şekil 3.9).



Şekil 3.9: Karşılaştırma çözeltilerinin hazırlanması

SONUÇ: 100 g toprak içinde bulunan 1, 2, 3, 4,.....12 mg N veya 1, 2, 3, 4,.....12 üreaz sayısı olarak ifade edilir.

Tanık çözeltilerden yararlanarak eğri çizilir. Örnek okumalarından elde edilen değerlerin bu eğriden yararlanarak kaç mg N'u ifade ettiği belirlenir. Sonuçlar 100 mg toprakta mg N veya üreaz sayısı olarak belirtilir (Karaca ve diğ., 1998).

3.3.3. Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizlerinde uygulanan yöntemler

Tekstür

Toprak örneklerinin kum, toz ve kil içerikleri Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği şekilde Hidrometre yöntemine göre belirlenmiş, tekstür sınıfları ise uluslararası (E.C. Tommerup) üçgenine göre tesbit edilmiştir.

Hacim Ağırlığı

Doğal yapısı bozulmamış silindir örnekleri üzerinden saptanmıştır (Blake ve Hartage 1986).

Toprak reaksiyonu (pH)

Toprak reaksiyonu cam elektrotlu pH metresi ile 1/2,5 oranındaki toprak saf su süspansiyonunda ölçülmüştür (Jackson, 1967).

Elektriksel iletkenlik (EC)

1/2,5 toprak su karışımından EC-metre ile belirlenmiştir (Jackson 1967).

Organik madde

Jackson (1958) tarafından bildirildiği şekilde değiştirilmiş Walkley-Black yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir.

Kalsiyum karbonat (CaCO_3)

Kacar (1995) tarafından açıklandığı şekilde Scheibler kalsimetresiyle belirlenmiştir.

Toplam azot (N)

Bremner (1965) tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir.

Bitkiye yararlı fosfor (P)

Toprak örneğinde fosfor Olsen ve diğ., (1954) tarafından bildirildiği şekilde, 0,5 N NaHCO_3 (pH: 8,5) ile ekstrakte edilerek çözeltiye geçen fosfor (P) miktarı Perkin Elmer Optima 2100 DV model ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission) cihazında belirlenmiştir.

Değişebilir potasyum (K)

Pratt (1965) tarafından bildirildiği şekilde, toprak örnekleri 1,0 N nötr (pH: 7,0) amonyum asetat ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) ile ekstrakte edilerek süzükteki potasyum (K) Perkin Elmer Optima 2100 DV model ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission) cihazında belirlenmiştir.

3.3.4. Bulguların Değerlendirilmesinde Kullanılan İstatistik Yöntemler

Çalışma sonucunda elde edilen veriler SPSS paket programı yardımıyla değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada katalaz ve üreaz enzim aktiviteleri sonuçları T testi ve varyans analizleri kullanılarak değerlendirilmiş toprak özellikleri ile ilişkilendirilirken ise korelasyon analizi kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. ARAŞTIRMA ALANLARINA AİT BULGULAR

Araştırma alanında üreaz ve katalaz enzim aktiviteleri belirlenerek farklı arazi kullanımı, bakı ve toprak derinliğinin enzim aktiviteleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca topraklarda toprak reaksiyonu (pH), elektiriksel iletkenlik (EC), organik madde (OM), kalsiyum karbonat (CaCO_3), toplam azot (N), bitkiye yararlı fosfor (P) ve değişebilir potasyum (K) analizleri yapılarak üreaz ve katalaz enzim aktiviteleri ile bu parametreler arasındaki ilişkiler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Toprak örneklerinde yapılan analiz sonuçları Ek 1’de, üreaz enzim aktivitesine ait tablo Ek 2’de, katalaz enzim aktivitesine ait sonuçlar Ek 3’de ve yapılan analizlerin özet tablosu Ek 4’de, verilmiştir.

4.1.1. Tekstür Sınıfı

Çalışma Yapılan alanların tekstür sınıfını belirlemek üzere yapılan analizler sonucunda, her alan için hesaplanan % kum, % toz ve % kil oranları Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1: Her alan için hesaplanan % kum, % toz ve % kil oranları

Bakı	Arazi	Derinlik (cm)	% kum		% kil		% toz	
			Değer	St.Sap.	Değer	St.Sap.	Değer	St.Sap.
Kuzey	Orman	0-5	42,2	4,8	34,4	1,3	23,4	4,3
		5-10	49,3	8,2	23,0	4,8	27,7	5,8
	Tarım	0-5	54,6	5,4	24,3	5,1	21,1	1,8
		5-10	46,8	3,8	33,1	1,4	20,1	3,2
	Mera	0-5	52,9	11,4	22,7	7,8	24,4	5,0
		5-10	56,0	3,3	22,1	2,4	21,9	1,8
Güney	Orman	0-5	39,0	1,6	34,3	1,4	26,7	2,2
		5-10	26,5	2,9	41,1	3,3	32,4	3,8
	Tarım	0-5	29,6	3,3	45,7	2,1	24,7	1,5
		5-10	29,5	1,0	47,4	1,8	23,1	2,4
	Mera	0-5	32,4	4,2	41,6	2,0	26,0	4,5
		5-10	31,1	3,4	49,1	2,0	19,8	2,4

Tablo 4.1 incelendiğinde kum oranının en düşük güney bakıdaki orman topraklarının 5-10 cm derinliğindeki kısmında (% 26,0), en yüksek ise kuzey bakıdaki mera topraklarının 5-10 cm derinliğindeki kısmında (% 55) tespit edildiği, çalışılan toprakların kum oranının ortalama % 41,1 olduğu belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda kuzey bakıdaki toprakların kum oranı % 50,3 olarak bulunurken bu oran güney bakıdaki topraklarda % 31,9 olarak hesaplanmıştır.

Arazi kullanımına göre kum içeriğinin orman topraklarında % 40,08, tarım topraklarında % 40,13, mera topraklarında ise % 43,1 olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, örnek alanlardaki farklı arazi kullanımındaki topraklarda kum oranlarının benzer olduğunu göstermektedir. Benzer sonuçlar kum oranının derinliğe bağlı değişiminde de görülmektedir. Toprağın 0-5 cm derinlik kademesinde % 40,25 olarak belirlenen kum oranı, 5-10 cm derinlikte % 41,95 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.1'e göre çalışma yapılan topraklardaki % kil oranının en düşük % 22,1 olduğu ve bu değer kuzey bakıdaki mera topraklarının 5-10 cm derinliğindeki kısmında elde edildiği, % kil oranının en yüksek % 49,1 olduğu ve bu değer güney bakıdaki mera topraklarının 5-10 cm derinliğindeki kısmında elde edildiği söylenebilir. Çalışılan toprakların ortalama % kil oranı % 35,47 olarak hesaplanmıştır. Bu değer mera topraklarında % 33,88, orman topraklarında % 34,35 ve tarım topraklarında % 38,2 olarak hesaplanmıştır. % kil oranının bakıya göre oldukça değişken olduğu belirlenmiş, kuzey bakıda % 26,6 olarak hesaplanan % kil oranının kuzey bakıda % 44,35'e çıktığı tespit edilmiştir. Toprak derinliği bakımından ise önemli bir fark gözle çarpmamaktadır. Toprağın 0-5 cm derinliğindeki kısmında % 36,12 olarak hesaplanan kil oranı, toprağın 5-10 cm derinliğindeki kısmında % 34,83 olarak hesaplanmıştır.

Topraktaki toz oranı ise % 19,8 (güney bakıdaki mera topraklarının 5-10 cm derinliğinde) ile % 27,7 (kuzey bakıdaki orman topraklarının 5-10 cm derinliğinde) arasında değiştiği ve ortalama % 23,45 olduğu hesaplanmıştır. Toz oranının değişimi arazi kullanımına göre hesaplandığında ise orman topraklarında % 25,58, mera topraklarında % 23,05'e ve tarım topraklarında % 21,73'e düştüğü tespit edilmiştir. Toz oranının değişimini en az etkilenen faktör ise toprak derinliği olup toprağın 0-5 cm derinliğinde % 23,65 olarak hesaplanan toz oranı, toprağın 5-10 cm derinliğinde % 23,25 olarak hesaplanmıştır.

Toprakların kum, toz ve kil içeriklerine göre kuzey bakıdan 30 farklı noktadan alınan toprakların 16 adedinin killi balçık, 14 adedinin balçıklı kil türünde olduğu

belirlenmiştir. Güney bakıdan 30 farklı noktadan alınan toprakların ise 20 adedinin kil ve 10 adedinin balçıklı kil türünde olduğu tespit edilmiştir.

Arazi kullanımı olarak değerlendirildiğinde ise, orman topraklarının % 75'inin balçıklı kil, % 25'inin killi balçık, tarım topraklarının % 50'sinin balçıklı kil, % 50'sinin killi olduğu, mera topraklarının ise % 50'sinin killi balçık, % 50'sinin killi olduğu tespit edilmiştir.

4.1.2. Hacim Ağırlığı

Hacim ağırlık değerinin bakı, arazi kullanımı ve toprak derinliğine göre değişimini belirlemek amacıyla verilere varyans analizi uygulanmıştır. Faktörlerin karşılıklı etkileşiminin de etki düzeyini belirleyebilmek amacıyla her bir faktör kombinasyonu ayrı bir faktör olarak değerlendirilmiş ve buna göre yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2: Bakı- Arazi kullanımı-toprak derinliği etkileşiminin hacim ağırlık değerleri üzerine etkisi

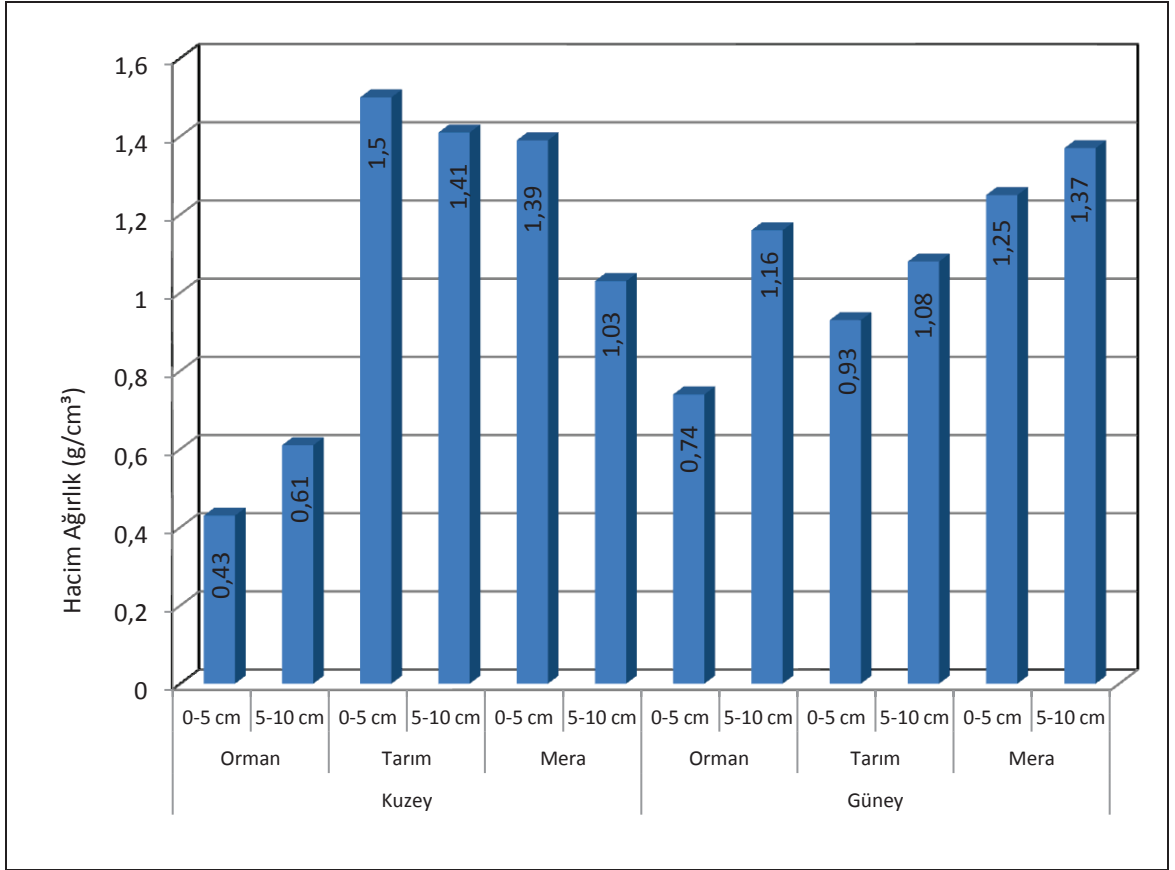
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata
Gruplar Arası	6,379	11	,580	6,099	,000
Grup İçi	4,564	48	,095		
Toplam	10,943	59			

Tablo 4.2 incelendiğinde Hata oranının 0,001'den düşük olduğu yani faktörlerin toprakların hacim ağırlık değeri üzerine % 99,9 güven düzeyinde etkili olduğu görülmektedir. Sonuçları daha iyi yorumlayabilmek amacıyla hacim ağırlık değerlerinin faktörlere göre değişimi ve yapılan Duncan testi sonucu oluşan gruplar Tablo 4,3'de, Tablo değerlerinin grafik üzerindeki gösterimi Şekil 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.3: Hacim ağırlık değerinin faktörlere bağlı değişimi

Bakı	Arazi	Derinlik (cm)	Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Gruplar
Kuzey	Orman	0-5	0,43	a
		5-10	0,61	ab
	Tarım	0-5	1,50	f
		5-10	1,41	ef
	Mera	0-5	1,39	ef
		5-10	1,03	bcde
Güney	Orman	0-5	0,74	abc
		5-10	1,16	cdef
	Tarım	0-5	0,93	bcd
		5-10	1,08	cdef
	Mera	0-5	1,25	def
		5-10	1,37	def

Tablo 4.3. incelendiğinde Duncan testi sonuçlarına göre 6 homojen grup olduğu, kuzey bakıdaki orman topraklarının en düşük değerlere sahip olduğu ve buna paralel olarak ilk homojen grupta yer aldığı, yine kuzey bakıdaki tarım topraklarının ise en yüksek değerlere sahip olduğu ve son homojen grupta yer aldığı görülmektedir. Bu durum değerlerin grafik olarak gösterildiği Şekil 4.1’de de görülebilmektedir.



Şekil 4.1: Hacim ağırlık değerlerinin Duncan testi sonuçlarının grafik olarak gösterimi

Hacim ağırlık değerinin faktörlere bağlı olarak hangi düzeyde değiştiğini belirleyebilmek amacıyla yapılan Varyans analizleri sonuçlarına göre bakı faktörü bakımından F değerinin 0,075 olarak hesaplandığı ve hacim ağırlık değerinin bakıya bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak anlamsız düzeyde olduğu belirlenmiştir. Kuzey bakıda 1,06 g/cm³ olarak hesaplanan ortalama hacim ağırlık değeri güney bakıda 1,09 g/cm³ olarak bulunmuştur. Bu değerler de yine hacim ağırlık değerinin bakıya bağlı olarak belirgin bir şekilde değişmediğini göstermektedir.

Benzer değerler toprak derinliği bakımından yapılan hesaplamalarda da elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda toprak derinliği bakımından F değerinin 0,400 olduğu ve bakıda olduğu gibi hacim ağırlık değerinin toprak derinliğine bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak anlamsız düzeyde olduğu belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalarda 0-5 cm derinlikteki hacim ağırlık değerinin 1,04 g/cm³ ve 5-10 cm derinlikteki topraklarda 1,11 g/cm³ olduğu bulunmuştur.

Arazi kullanımına bağlı olarak ise hacim ağırlık değerinin ortalama orman topraklarında 0,73 g/cm³ ve bu rakamın tarım topraklarında 1,23 g/cm³, mera topraklarında 1,26 g/cm³ olduğu hesaplanmıştır. Bu durum hacim ağırlık değerinin arazi kullanımına bağlı

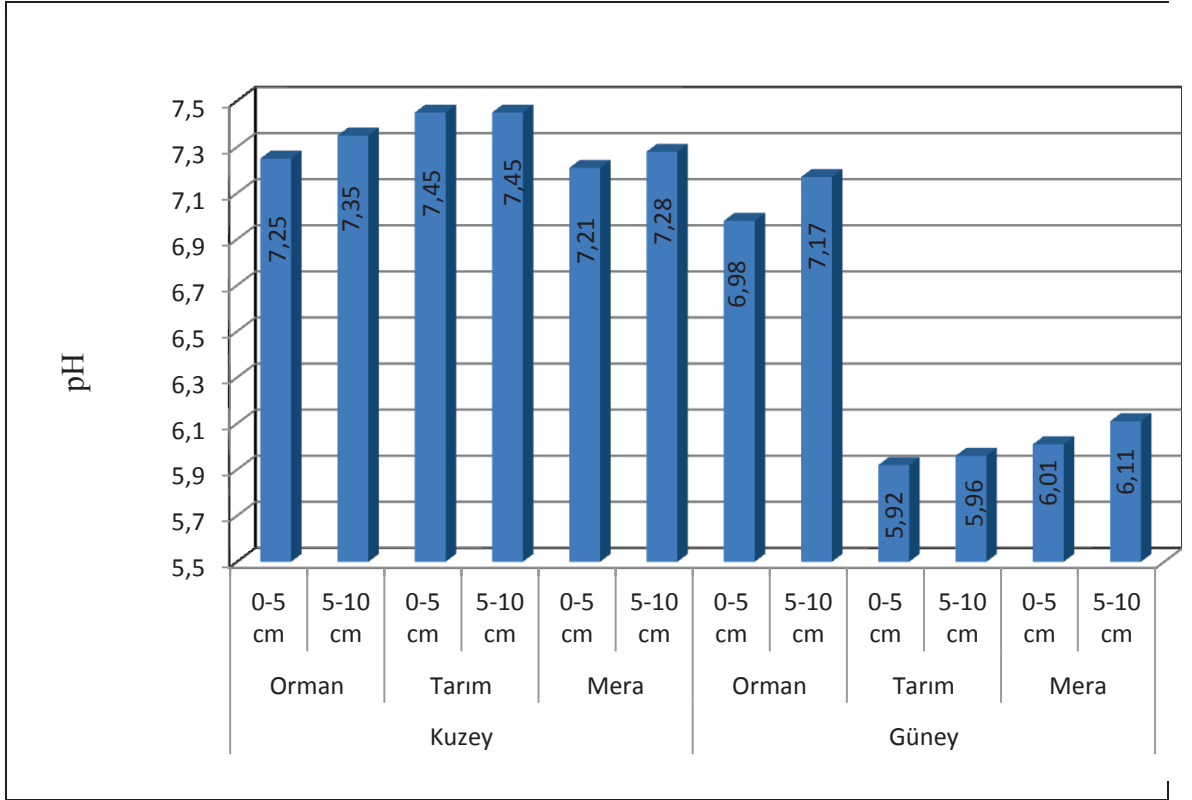
olarak belirgin bir şekilde değiştiğini göstermektedir. Yapılan varyans analizi sonucunda da F değeri 13,228 olarak hesaplanmış ve grupların farklılaşmasının istatistiki olarak % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bunun üzerine yapılan Duncan testi sonuçlarına göre de iki homojen grubun bulunduğu, orman topraklarının birinci, mera ve tarım topraklarının ise ikinci homojen grubu oluşturduğu belirlenmiştir.

4.1.3. Toprak Reaksiyonu (pH)

Çalışma yapılan alanlardaki pH değerinin değişimi ve yapılan Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.4’de, sonuçların daha kolay yorumlanmasını sağlamak amacıyla oluşturulan grafik ise Şekil 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.4: Toprak reaksiyonun (pH) faktörlere bağlı değişimi

Bakı	Arazi	Derinlik (cm)	pH	Gruplar
Kuzey	Orman	0-5	7,25 ± 0,01	d
		5-10	7,35 ± 0,02	de
	Tarım	0-5	7,45 ± 0,02	e
		5-10	7,45 ± 0,01	e
	Mera	0-5	7,21 ± 0,09	d
		5-10	7,28 ± 0,08	de
Güney	Orman	0-5	6,98 ± 0,12	c
		5-10	7,17 ± 0,10	d
	Tarım	0-5	5,92 ± 0,02	a
		5-10	5,96 ± 0,02	ab
	Mera	0-5	6,01 ± 0,04	ab
		5-10	6,11 ± 0,04	b



Şekil 4.2: Toprak reaksiyonun (pH) faktörlere bağlı değişimi

Toprakların pH değeri bakımından farklılaşması istatistiki olarak test edilmiş ve yapılan varyans analizi sonucunda F değeri 109,629 olarak hesaplanmış ve grupların istatistiki olarak % 99,9 güven düzeyinde anlamlı seviyede farklılaştıkları tespit edilmiştir.

Tablo 4.4 değerleri incelendiğinde pH değerinin en düşük güney bakıdaki tarım topraklarının 0-5 cm derinliğindeki kısmında ölçüldüğü ve 5,92 olduğu, en yüksek ise kuzey bakıdaki tarım topraklarında ölçüldüğü bu toprakların hem 0-5 cm hem de 5-10 cm derinliğinde ölçülen pH'nın 7,45 olduğu görülmektedir. Çalışılan topraklarda pH değeri ortalama 6,845 olarak hesaplanmıştır. Tablo 4.4 değerleri incelendiğinde kuzey bakıdaki toprakların tamamının pH'nın 7'den yüksek yani alkalin olduğu, buna karşın güney bakıdaki toprakların sadece orman topraklarının 5-10 cm derinlik kademesindeki toprakların alkalin (pH=7,17) diğer bütün toprakların ise pH'nın 7'den düşük yani asidik olduğu görülmektedir. Bu durum Duncan testi sonuçlarından da net olarak anlaşılabilmektedir. Yapılan Duncan testi sonucunda 5 homojen grup oluşmuş, kuzey bakıdaki toprakların tamamı son iki homojen grupta yer almış, güney bakıdaki topraklardan ise sadece orman topraklarının 5-10 cm derinlik kademesindeki toprakların 4. homojen grupta, diğer bütün toprakların ise ilk 3 homojen grupta yer aldığı belirlenmiştir.

Yapılan hesaplamalarda kuzey bakıdaki toprakların pH'ı ortalama 7,33 olmasına karşın, güney bakıdaki toprakların ortalama pH'ının 6,36 olduğu tespit edilmiştir.

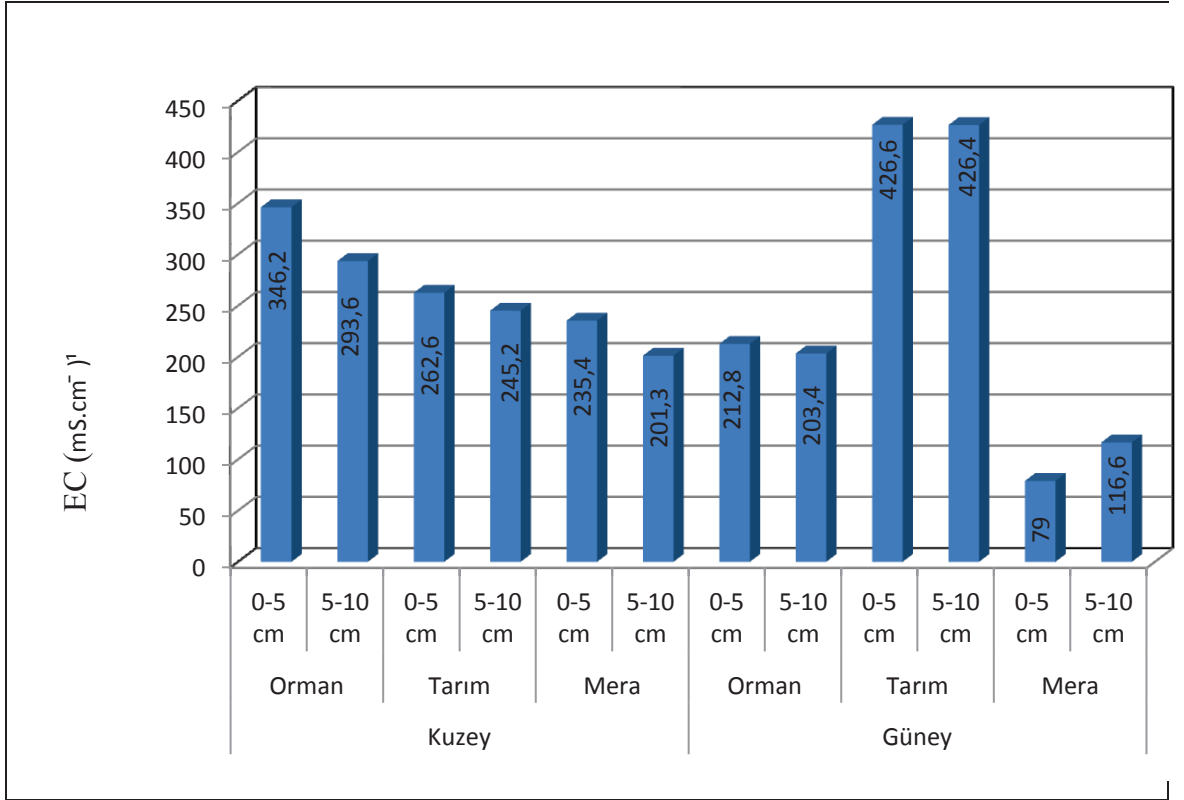
Arazi kullanımına göre hesaplandığında ise, mera topraklarında 6,65 olan pH değerinin tarım topraklarında 6,7'ye çıktığı, yani tarım ve mera topraklarında hafif asidik olduğu, buna karşın orman topraklarında 7,19 yani hafif alkali olduğu belirlenmiştir. pH değerinin derinlik faktörüne bağlı olarak ise belirgin bir şekilde değişmediği, 0-5 cm toprak derinliğindeki 6,8 olan pH'ın 5-10 cm toprak derinliğinde pH 6,89 olduğu hesaplanmıştır.

4.1.4. Elektriksel İletkenlik (EC)

Çalışma yapılan alanlardaki elektriksel iletkenlik (EC) değerinin değişimi ve yapılan Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.5'de verilmiştir. Verilerin yorumlanmasını kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan grafik ise Şekil 4.3'de verilmiştir.

Tablo 4.5: Elektriksel iletkenlik (EC) değerinin faktörlere bağlı değişimi

Bakı	Arazi	Derinlik (cm)	EC ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	Gruplar
Kuzey	Orman	0-5	346,2 $\pm$ 8,01	d
		5-10	293,6 $\pm$ 14,19	cd
	Tarım	0-5	262,6 $\pm$ 6,18	bc
		5-10	245,2 $\pm$ 7,69	bc
	Mera	0-5	235,4 $\pm$ 7,83	bc
		5-10	201,3 $\pm$ 3,10	b
Güney	Orman	0-5	212,8 $\pm$ 10,03	b
		5-10	203,4 $\pm$ 8,60	b
	Tarım	0-5	426,6 $\pm$ 33,59	e
		5-10	426,4 $\pm$ 55,03	e
	Mera	0-5	79,0 $\pm$ 7,85	a
		5-10	116,6 $\pm$ 26,07	a



Şekil 4.3: Elektriksel iletkenlik (EC) faktörlere bağlı değişimi

Tablo değerleri incelendiğinde Duncan testi sonucunda elektriksel iletkenlik (EC) değeri bakımından 5 homojen grup olduğu, güney bakıdaki mera topraklarının 0-5 cm derinliğinden alınan topraklar ile yine güney bakıdaki mera topraklarının 5-10 cm derinliğinden alınan toprakların birinci homojen grubu oluşturduğu, en yüksek değerlere sahip güney bakıdaki tarım topraklarının 0-5 cm derinliğinden alınan topraklar ile yine güney bakıdaki tarım topraklarının 5-10 cm derinliğe sahip topraklarının ise son homojen grubu oluşturduğu görülmektedir. Kuzey bakıdaki bütün topraklar ile güney bakıdaki orman toprakları ise 2, 3 veya 4. homojen gruplarda yer almaktadır. Çalışılan bütün topraklardaki ortalama elektriksel iletkenlik (EC) değeri $254,09 \mu\text{S.cm}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

Değerler incelendiğinde, elektriksel iletkenlik (EC) değerinin $79,0 \mu\text{S.cm}^{-1}$ ile $426,6 \mu\text{S.cm}^{-1}$ arasında değiştiği görülmektedir. Bakıya göre değerlendirildiğinde, kuzey bakıdaki topraklarda ortalama $264,05 \mu\text{S.cm}^{-1}$ olan EC değeri güney bakıdaki topraklarda $244,13 \mu\text{S.cm}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Arazi kullanımına bağlı olarak ise daha geniş bir aralıkta değişmektedir. Orman topraklarında ortalama $264 \mu\text{S.cm}^{-1}$ olarak hesaplanan elektriksel iletkenlik (EC) değerinin tarım topraklarında $340,2 \mu\text{S.cm}^{-1}$ 'ye çıktığı, mera topraklarında ise $158,08 \mu\text{S.cm}^{-1}$ 'e düştüğü hesaplanmıştır.

Bu sonuçlara göre tarım toprakları için hesaplanan elektriksel iletkenlik (EC) değeri, mera toprakları için hesaplanan EC değerinin iki katından fazladır.

Toprak derinliğinin ise elektriksel iletkenlik (EC) değeri üzerine belirgin bir etkisi görülmemektedir. 0-5 cm derinliğindeki topraklarda $260,43 \mu\text{S.cm}^{-1}$ olarak hesaplanan elektriksel iletkenlik (EC) değeri 5-10 cm derinliğindeki topraklarda $247,75 \mu\text{S.cm}^{-1}$ olarak hesaplanmaktadır. Nitekim bu değerler varyans analizi sonuçları ile karşılaştırıldığında uyumlu olduğu görülmektedir. Önceki bölümlerde arazi kullanımının elektriksel iletkenlik (EC) özellikleri üzerine % 99,9 güven düzeyinde etkili olduğu, toprak derinliğinin ise istatistiki olarak % 95 güven düzeyini sağlayamadığından istatistiki olarak anlamlı düzeyde etkili olmadığı belirlenmiş ve açıklanmıştır.

4.1.5. Organik Madde (OM)

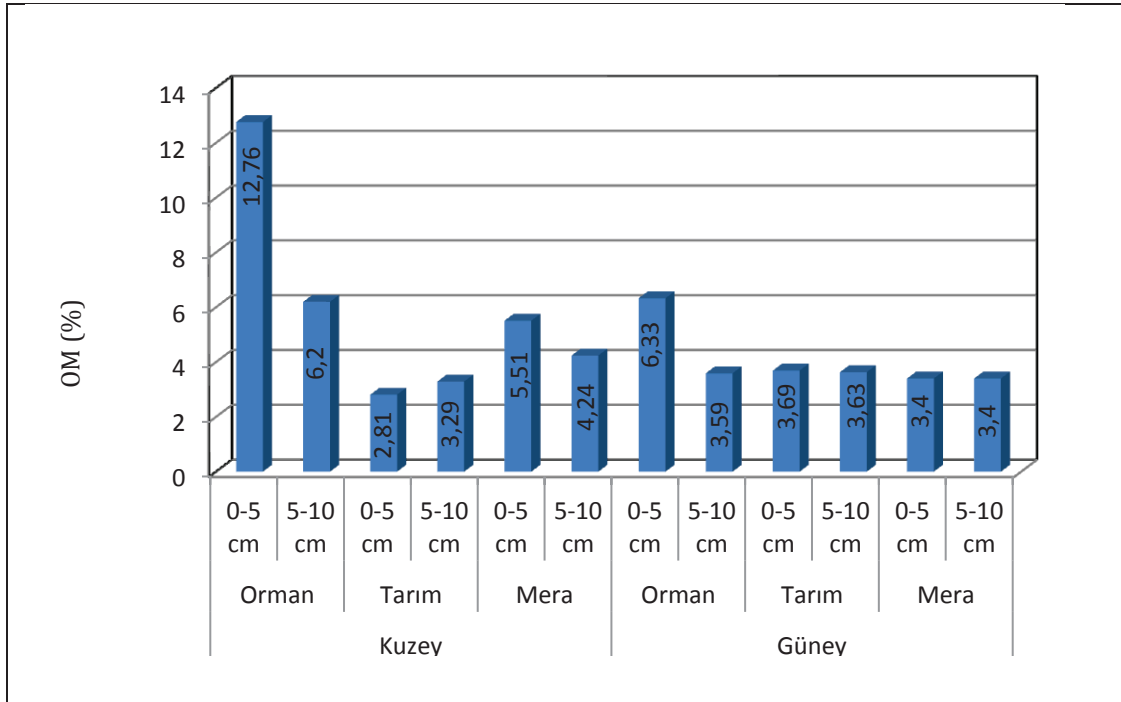
Çalışma yapılan alanlardaki organik madde (OM) değerinin değişimi ve yapılan Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6: Organik maddenin (OM) faktörlere bağlı değişimi

Bakı	Arazi	Derinlik cm	OM %	Gruplar
Kuzey	Orman	0-5	12,76 $\pm$ 0,62	f
		5-10	6,20 $\pm$ 0,38	de
	Tarım	0-5	2,81 $\pm$ 0,07	a
		5-10	3,29 $\pm$ 0,10	ab
	Mera	0-5	5,51 $\pm$ 0,19	d
		5-10	4,24 $\pm$ 0,09	c
Güney	Orman	0-5	6,33 $\pm$ 0,29	e
		5-10	3,59 $\pm$ 0,28	abc
	Tarım	0-5	3,69 $\pm$ 0,14	bc
		5-10	3,63 $\pm$ 0,22	abc
	Mera	0-5	3,40 $\pm$ 0,16	ab
		5-10	3,40 $\pm$ 0,09	ab

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre organik madde (OM) değeri bakımından 6 homojen grup oluştuğu, Kuzey bakıda, 0-5 cm derinlikteki tarım topraklarının birinci homojen grupta yer aldığı, yine kuzey bakıda, 0-5 cm derinlikteki orman topraklarının ise son homojen grubu oluşturduğu belirlenmiştir. En düşük değere sahip kuzey bakıda, 0-5 cm derinlikteki tarım topraklarının organik madde (OM) değeri % 2,81 olarak hesaplanırken bu değer kuzey bakıda, 0-5 cm derinlikteki orman topraklarında % 12,76'ya çıktığı belirlenmiştir.

Ortalama organik madde (OM) miktarı % 4,9 olarak hesaplanmıştır. Bu değer kuzey bakıda ortalama % 5,8, güney bakıda % 4,01 olduğu belirlenmiştir. Arazi kullanımına göre ortalama organik madde (OM) değerinin orman topraklarında % 7,22, mera topraklarında % 4,14 ve tarım topraklarında % 3,36 olduğu belirlenmiştir. Bu değer 0-5 cm derinlikteki topraklarda % 5,75 olarak hesaplanırken 5-10 cm derinlikteki topraklarda % 4,06'dır. Sonuçların daha kolay yorumlanmasını sağlamak amacıyla oluşturulan grafik Şekil 4.4'de verilmiştir.



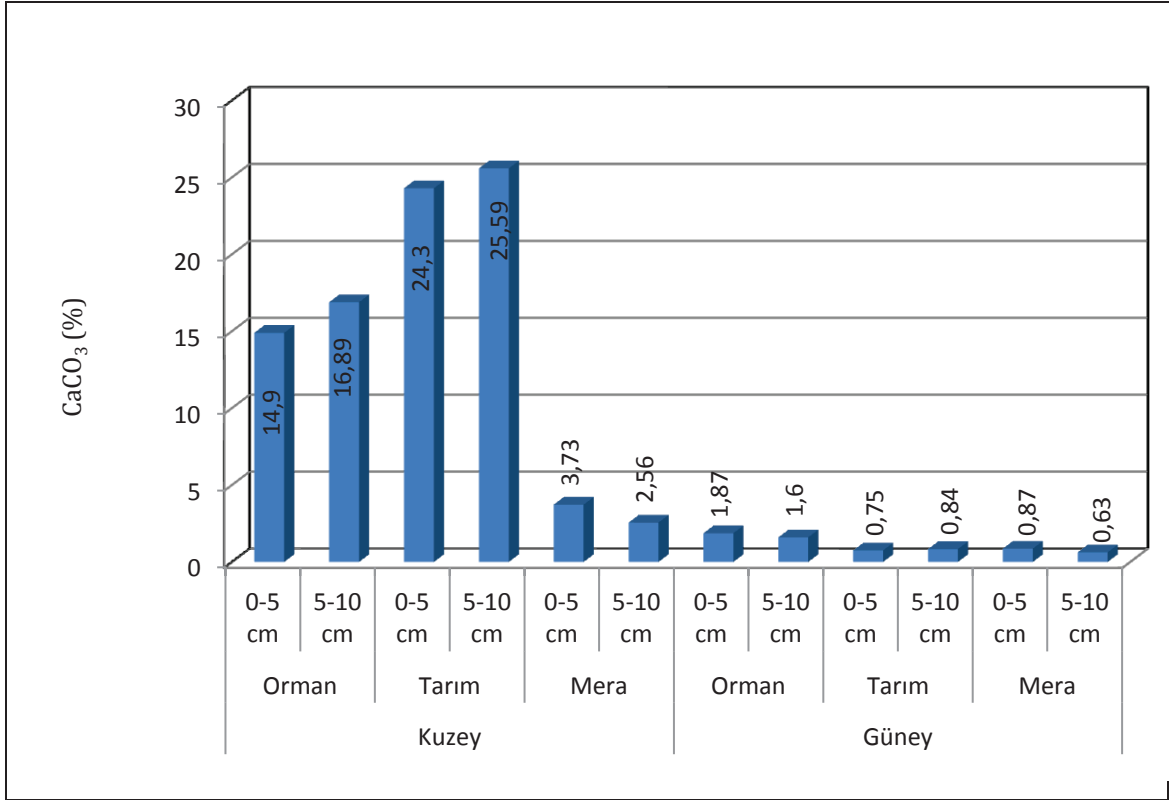
Şekil 4.4: Organik maddenin (OM) faktörlere bağlı değişimi

4.1.6. Kalsiyum Karbonat (CaCO_3)

Çalışma yapılan alanlardaki (CaCO_3) değerinin değişimi ve yapılan Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.7’de, sonuçların daha kolay yorumlanmasını sağlamak amacıyla oluşturulan grafik ise Şekil 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.7: Kalsiyum karbonatın (CaCO_3) faktörlere bağlı değişimi

Bakı	Arazi	Derinlik (cm)	CaCO_3 (%)	Gruplar
Kuzey	Orman	0-5	14,9 ± 1,92	b
		5-10	16,89 ± 2,71	b
	Tarım	0-5	24,3 ± 0,37	c
		5-10	25,59 ± 0,49	c
	Mera	0-5	3,73 ± 1,10	a
		5-10	2,56 ± 0,38	a
Güney	Orman	0-5	1,87 ± 0,36	a
		5-10	1,6 ± 0,21	a
	Tarım	0-5	0,75 ± 0,05	a
		5-10	0,84 ± 0,12	a
	Mera	0-5	0,87 ± 0,10	a
		5-10	0,63 ± 0,07	a



Şekil 4.5: CaCO₃'ün faktörlere bağlı değişimi

Tablo incelendiğinde CaCO₃ bakımından değerlerin 3 homojen grupta toplandığı, güney bakıdaki bütün topraklara ilave olarak kuzey bakıdaki mera topraklarının birinci, kuzey bakıdaki orman topraklarının ikinci ve yine kuzey bakıdaki tarım topraklarının ise üçüncü homojen grubu oluşturdukları görülmektedir. Bu değişim, sonuçların daha iyi algılanmasını sağlamak amacıyla oluşturulan grafikte de net bir şekilde görülmektedir.

CaCO₃ değeri geniş bir aralıkta seyretmekte olup, % 0,63 ile % 25,59 arasında değişmektedir. Bu rakamlara göre en yüksek değere sahip kuzey bakıda 5-10 cm derinlikteki tarım topraklarında ölçülen CaCO₃ değerinin (% 25,59), en düşük değere sahip güney bakıda 5-10 cm derinlikteki mera topraklarında ölçülen CaCO₃ değerinin (% 0,63) 40 katından fazla olduğu hesaplanmıştır. Bakıya göre CaCO₃ değerinin belirgin şekilde değiştiği, güney bakıda ortalama % 1,09 olan CaCO₃ değerinin kuzey bakıda % 14,66 olduğu belirlenmiştir. Bu değişim toprak derinliği değerlerine ise yansımamaktadır. 0-5 cm derinlikteki topraklarda ortalama % 7,74 olarak hesaplanan CaCO₃ değeri 5-10 cm derinliğindeki topraklarda % 8,02 olarak hesaplanmıştır. Oysa topraklarda genel olarak CaCO₃ değerinin % 0,63 ile % 25,59 arasında değiştiği düşünüldüğünde toprak derinliğine bağlı olarak gerçekleşen değişimin oldukça önemsiz olduğu söylenebilir.

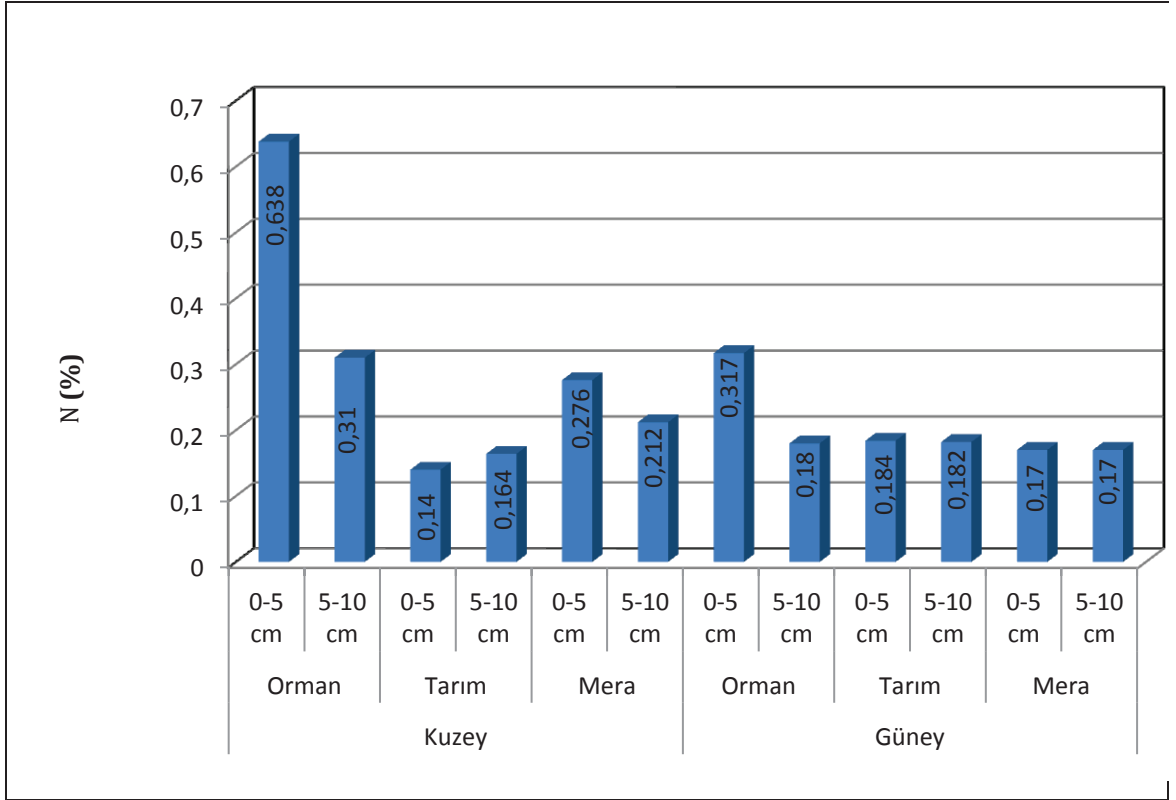
Tarım topraklarında % 1,95 olan CaCO_3 miktarı, orman topraklarında % 8,82, mera topraklarında ise % 12,87 olarak bulunmuştur.

4.1.7. Toplam Azot (N)

Çalışma yapılan alanlardaki toplam azot (N) değerinin değişimi ve yapılan Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.8’de, sonuçların daha kolay yorumlanmasını sağlamak amacıyla oluşturulan grafik ise Şekil 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.8: Toplam azotun (N) faktörlere bağlı değişimi

Bakı	Arazi	Derinlik (cm)	N (%)	Gruplar
Kuzey	Orman	0-5	0,638 $\pm$ 0,03	f
		5-10	0,310 $\pm$ 0,02	de
	Tarım	0-5	0,140 $\pm$ 0,00	a
		5-10	0,164 $\pm$ 0,00	ab
	Mera	0-5	0,276 $\pm$ 0,01	d
		5-10	0,212 $\pm$ 0,00	c
Güney	Orman	0-5	0,317 $\pm$ 0,01	e
		5-10	0,180 $\pm$ 0,01	abc
	Tarım	0-5	0,184 $\pm$ 0,01	bc
		5-10	0,182 $\pm$ 0,01	abc
	Mera	0-5	0,170 $\pm$ 0,01	ab
		5-10	0,170 $\pm$ 0,00	ab



Şekil 4.6: Toplam Azotun (N) faktörlere bağlı değişimi

Tablo incelendiğinde Duncan testi sonucunda toplam azot (N) değeri bakımından 6 homojen grup oluştuğu, kuzey bakıdaki tarım topraklarının 0-5 cm derinliğinden alınan topraklar (% 0,14) ile yine kuzey bakıdaki tarım topraklarının 5-10 cm derinliğinden alınan toprakların (% 0,164) en düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Kuzey bakıdaki orman topraklarının 0-5 cm derinliğinden alınan topraklar (% 0,638) ile yine güney bakıdaki orman topraklarının 0-5 cm derinliğe sahip toprakların (% 0,317) ise en yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Çalışılan bütün topraklardaki ortalama toplam azot (N) değeri % 0,245 olarak hesaplanmıştır.

Bakıya göre değerlendirildiğinde, kuzey bakıdaki topraklarda ortalama % 0,29 olan N değeri güney bakıdaki topraklarda % 0,2 olarak hesaplanmıştır. Toplam azot (N) değeri arazi kullanımına bağlı olarak ise daha geniş bir aralıkta seyretmektedir. Orman topraklarında ortalama % 0,36 olarak hesaplanan toplam azot (N) değerinin mera topraklarında % 0,21'e ve tarım topraklarında ise 0,17'ye düştüğü hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre tarım toprakları için hesaplanan N değeri, orman toprakları için hesaplanan N değerinin yarısından daha azdır.

Toprak derinliğinin toplam azot (N) değeri üzerine belirgin bir etkisi görülmemektedir. 0-5 cm derinliğindeki topraklarda % 0,29 olarak hesaplanan toplam azot (N) değeri 5-10 cm derinliğindeki topraklarda % 0,20 olarak bulunmuştur.

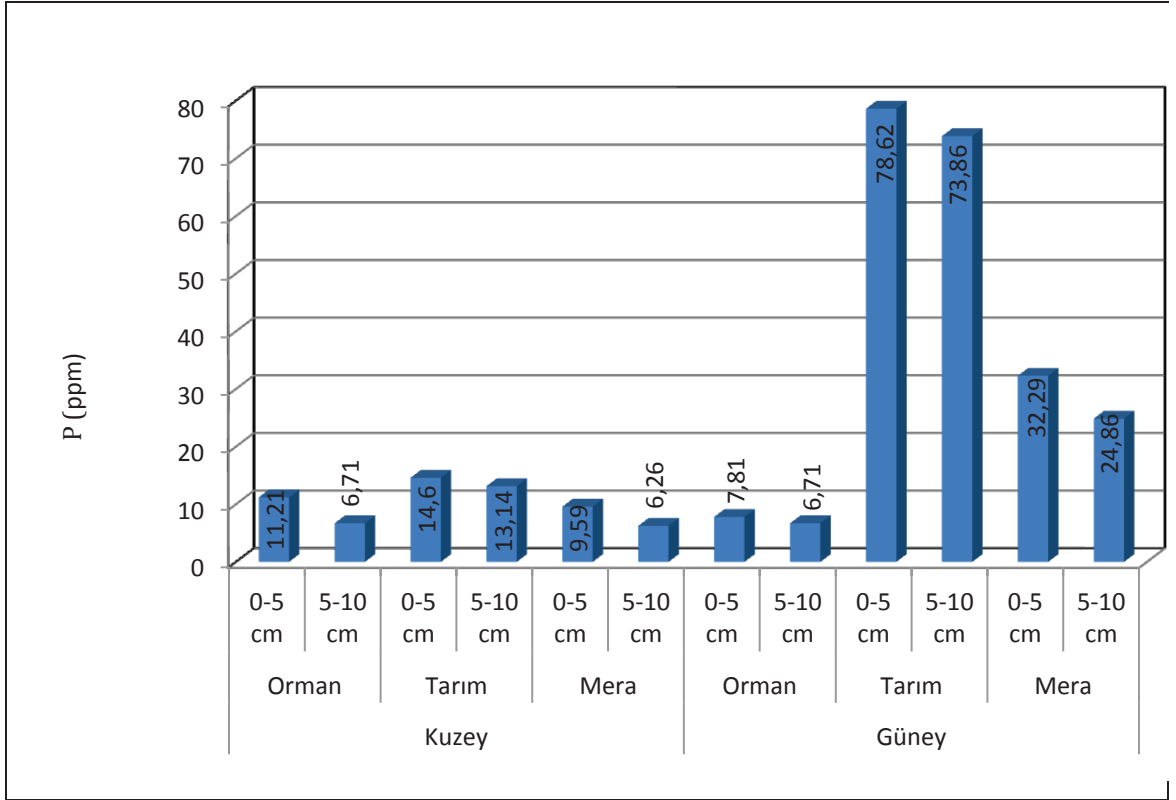
4.1.8. Bitkiye Yarayışlı Fosfor (P)

Çalışma yapılan alanlardaki fosfor değerinin değişimi ve yapılan Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.9’da, sonuçların daha kolay yorumlanmasını sağlamak amacıyla oluşturulan grafik ise Şekil 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.9: Fosfor (P) değerinin faktörlere bağlı değişimi

Bakı	Arazi	Derinlik (cm)	P (ppm)	Gruplar
Kuzey	Orman	0-5	11,21 ± 0,63	a
		5-10	6,71 ± 0,52	a
	Tarım	0-5	14,60 ± 0,73	a
		5-10	13,14 ± 0,93	a
	Mera	0-5	9,59 ± 0,63	a
		5-10	6,26 ± 0,25	a
Güney	Orman	0-5	7,81 ± 0,65	a
		5-10	6,71 ± 0,40	a
	Tarım	0-5	78,62 ± 4,95	c
		5-10	73,86 ± 8,35	c
	Mera	0-5	32,29 ± 1,53	b
		5-10	24,86 ± 2,42	b

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre fosfor değeri bakımından 3 homojen grup olduğu, Güney bakıda, tarım topraklarının üçüncü homojen grupta yer aldığı, güney kuzey bakıdaki mera topraklarının ikinci homojen grubu oluşturduğu, diğer bütün toprakların ise birinci homojen grupta yer aldığı belirlenmiştir. En yüksek değere sahip güney bakıda, 0-5 cm derinlikteki tarım topraklarının fosfor değeri 78,62 ppm olarak hesaplanırken bu rakamın kuzey bakıda, 5-10 cm derinlikteki mera topraklarında 6,26 ppm’ya düştüğü belirlenmiştir.



Şekil 4.7: Fosfor değerinin faktörlere bağlı değişimi

Çalışılan topraklarda ortalama fosfor değeri 23,81 ppm olarak hesaplanmıştır. Bu değer kuzey bakıda ortalama 10,25 ppm, güney bakıda 37,36 ppm'e yükseldiği belirlenmiştir. Arazi kullanımına göre hesaplandığında ise ortalama fosfor değerinin orman topraklarında 8,11 ppm, mera topraklarında 18,25 ppm ve tarım topraklarında 45,06 ppm olduğu hesaplanmıştır. Bu değer 0-5 cm derinlikteki topraklarda 25,69 ppm olarak hesaplanırken 5-10 cm derinlikteki topraklarda 21,92 ppm olarak hesaplanmıştır.

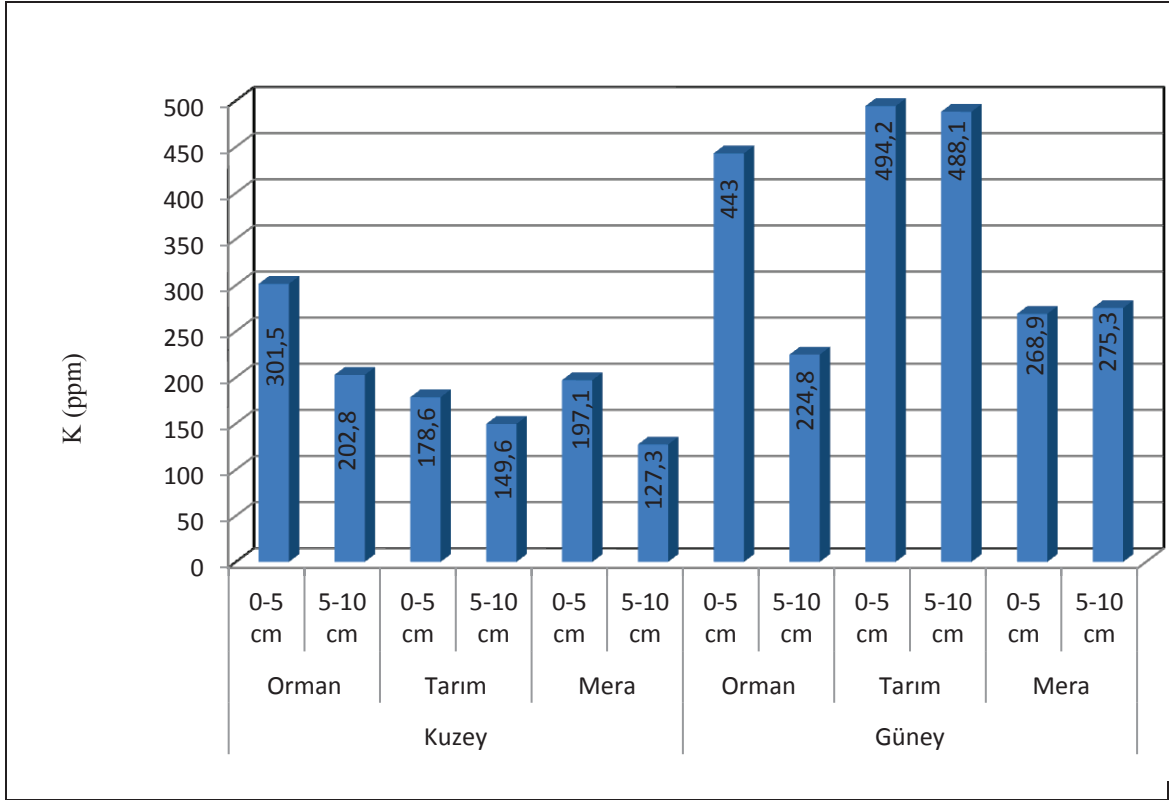
4.1.9. Değişebilir Potasyum (K)

Çalışma yapılan alanlardaki potasyum değerinin değişimi ve yapılan Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.10'da, sonuçların daha kolay yorumlanmasını sağlamak amacıyla oluşturulan grafik ise Şekil 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.10: Potasyum değerinin faktörlere bağlı değişimi

Bakı	Arazi	Derinlik (cm)	K (ppm)	Gruplar
Kuzey	Orman	0-5	301,5 $\pm$ 27,80	e
		5-10	202,8 $\pm$ 22,48	c
	Tarım	0-5	178,6 $\pm$ 9,23	bc
		5-10	149,6 $\pm$ 4,03	ab
	Mera	0-5	197,1 $\pm$ 7,63	bc
		5-10	127,3 $\pm$ 4,21	a
Güney	Orman	0-5	443,0 $\pm$ 26,91	f
		5-10	224,8 $\pm$ 27,16	cd
	Tarım	0-5	494,2 $\pm$ 8,99	g
		5-10	488,1 $\pm$ 4,65	fg
	Mera	0-5	268,9 $\pm$ 9,97	de
		5-10	275,3 $\pm$ 8,10	e

Yapılan Duncan testi sonucunda 7 homojen grup oluştuğu belirlenmiştir. Genel olarak bakıldığında potasyumun (K) değerlerinin 127,3 ppm ile 494,2 ppm arasında değiştiği görölmektedir. Tablo ve şekil incelendiğinde potasyumun (K) değerinin bakıya bağlı olarak belirgin bir şekilde değiştiği görölmektedir. Nitekim şekil incelendiğinde sadece kuzey bakıdaki orman topraklarının 0-5 cm derinliğinde potasyumun (K) değerinin, güney bakıdaki değerlerden üç adedinden yüksek olduğu, bunun dışında kuzey bakıdaki bütün değerlerin güney bakıdaki değerlerin tamamından düşük olduğu görölmektedir. Ortalama 279,27 ppm olarak hesaplanan potasyumun (K) değeri, kuzey bakıda 192,82 ppm, güney bakıda ise 365,72 ppm olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.8: Potasyumun (K) faktörlere bağlı değişimi

Arazi kullanımına bağlı olarak Potasyum değişimine bakıldığında, en düşük Potasyum değerinin mera topraklarında (217,15 ppm) olduğu, bunu orman topraklarının (293,03 ppm) takip ettiği ve tarım topraklarının ise en yüksek değere (327,63 ppm) sahip olduğu hesaplanmıştır. Toprak derinliğine bağlı olarak yapılan hesaplamalarda ise 0-5 cm toprak derinliğinde 313,88 ppm olarak hesaplanan Potasyum değeri 5-10 cm derinliğindeki topraklarda 244,65 ppm'dir.

4.2. TOPRAK ÖZELLİKLERİ VARYANS ANALİZİ SONUÇLARI

Çalışma alanlarında belirlenen pH, elektriksel iletkenlik (EC), organik madde (OM), kalsiyum karbonat (CaCO_3), azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) değerlerinin bakı, arazi kullanımı, toprak derinliği ve bunların karşılıklı etkileşimine bağlı olarak değişimleri belirlenmiş ve sonuçları yorumlanmıştır.

4.2.1. Bakı Faktörünün Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi

Bakı faktörünün çalışma yapılan topraklarda pH, elektriksel iletkenlik (EC), organik madde (OM), kalsiyum karbonat (CaCO_3), toplam azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) değerleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve sonuçları Tablo 4.11'de verilmiştir.

Tablo 4.11: Bakı faktörünün toprak özellikleri üzerine etkisi

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata
pH	Gruplar Arası	14,250	1	14,250	93,124	,000
	Grup İçi	8,875	58	,153		
	Toplam	23,125	59			
EC ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	Gruplar Arası	5950,104	1	5950,104	,506	,480
	Grup İçi	682243,253	58	11762,815		
	Toplam	688193,357	59			
OM (%)	Gruplar Arası	48,246	1	48,246	7,509	,008
	Grup İçi	372,647	58	6,425		
	Toplam	420,894	59			
CaCO ₃ (%)	Gruplar Arası	2761,772	1	2761,772	60,357	,000
	Grup İçi	2653,917	58	45,757		
	Toplam	5415,689	59			
N (%)	Gruplar Arası	,121	1	,121	7,509	,008
	Grup İçi	,932	58	,016		
	Toplam	1,052	59			
P (ppm)	Gruplar Arası	11021,029	1	11021,029	24,267	,000
	Grup İçi	26340,927	58	454,154		
	Toplam	37361,955	59			
K (ppm)	Gruplar Arası	448499,146	1	448499,146	50,311	,000
	Grup İçi	517043,872	58	8914,550		
	Toplam	965543,018	59			

Tablo 4.11 değerlerinde görüldüğü üzere bakı faktörü sadece elektriksel iletkenlik (EC) üzerinde istatistiksel olarak yeterli düzeyde anlamlı farklılıklar oluşturmamakta, bunun dışındaki bütün özellikleri ise % 99,9 güven düzeyinde etkilemektedir.

4.2.2. Arazi Kullanımının Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi

Arazi kullanımının toprakların pH, elektriksel iletkenlik (EC), organik madde (OM), kalsiyum karbonat (CaCO₃), toplam azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) değerleri

üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.12: Arazi kullanımının toprak özellikleri üzerine etkisi

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata
pH	Gruplar Arası	3,521	2	1,761	5,120	,009
	Grup İçi	19,603	57	,344		
	Toplam	23,125	59			
EC($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	Gruplar Arası	334640,408	2	167320,204	26,975	,000
	Grup İçi	353552,949	57	6202,683		
	Toplam	688193,357	59			
OM (%)	Gruplar Arası	167,110	2	83,555	18,767	,000
	Grup İçi	253,784	57	4,452		
	Toplam	420,894	59			
CaCO ₃ (%)	Gruplar Arası	1219,167	2	609,583	8,280	,001
	Grup İçi	4196,523	57	73,623		
	Toplam	5415,689	59			
N (%)	Gruplar Arası	,418	2	,209	18,767	,000
	Grup İçi	,634	57	,011		
	Toplam	1,052	59			
P (ppm)	Gruplar Arası	14571,043	2	7285,522	18,221	,000
	Grup İçi	22790,912	57	399,841		
	Toplam	37361,955	59			
K (ppm)	Gruplar Arası	127742,052	2	63871,026	4,345	,018
	Grup İçi	837800,965	57	14698,263		
	Toplam	965543,018	59			

Tablo değerleri incelendiğinde arazi kullanımının bütün özellikler üzerinde % 99,9 güven düzeyinde etkili olduğu görülmektedir. Bu farklılığın arazi kullanımı ile nasıl şekillendiğini belirlemek amacıyla verilere Duncan testi uygulanmış ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar ve özelliklerin detaylı analizleri ilerleyen bölümlerde verilmiştir.

4.2.3. Toprak Derinliğinin Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi

Toprak derinliğinin toprak özellikleri (pH, EC, OM, CaCO₃, N, P ve K) üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 4.13’de verilmiştir.

Tablo 4.13: Toprak Derinliğinin toprak özellikleri üzerine etkisi

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata
pH	Gruplar Arası	,106	1	,106	,267	,608
	Grup İçi	23,019	58	,397		
	Toplam	23,125	59			
EC($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	Gruplar Arası	2413,004	1	2413,004	,204	,653
	Grup İçi	685780,353	58	11823,799		
	Toplam	688193,357	59			
OM (%)	Gruplar Arası	42,911	1	42,911	6,584	,013
	Grup İçi	377,983	58	6,517		
	Toplam	420,894	59			
CaCO ₃ (%)	Gruplar Arası	1,185	1	1,185	,013	,911
	Grup İçi	5414,505	58	93,354		
	Toplam	5415,689	59			
N (%)	Gruplar Arası	,107	1	,107	6,584	,013
	Grup İçi	,945	58	,016		
	Toplam	1,052	59			
P (ppm)	Gruplar Arası	212,290	1	212,290	,331	,567
	Grup İçi	37149,666	58	640,511		
	Toplam	37361,955	59			
K (ppm)	Gruplar Arası	71851,746	1	71851,746	4,663	,035
	Grup İçi	893691,272	58	15408,470		
	Toplam	965543,018	59			

Tablo 4.13’ün değerlerinden anlaşılacağı üzere toprak derinliğinin toprak özellikleri üzerine etkisi bakı ve arazi kullanımı kadar belirgin değildir. Çalışılan özelliklerden sadece organik madde (OM), azot (N) ve potasyum (K) üzerinde toprak derinliğinin etkisi istatistiki olarak anlamlı düzeydedir. Bu etki K bakımından % 99, organik madde (OM) ve azot (N) bakımından ise % 99,9 güven düzeyinde anlamlıdır.

Toprak özellikleri üzerine bakı, arazi kullanımı ve toprak derinliğinin etkisi, yapılan varyans analizleri ile belirlenmiş ve sonuçlar yukarıda verilmiştir. Fakat bu faktörlerin toprak özellikleri üzerine etkisini daha iyi anlayabilmek için bu etkenlerin karşılıklı etkileşimlerinin de belirlenmesi gerekmektedir.

4.2.4. Bakı - Arazi Kullanımı Etkileşiminin Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi

Bakı ile arazi kullanımının karşılıklı etkileşimini belirlemek amacıyla her bir bakıdaki arazi kullanımları ayrı birer sınıf olarak kabul edilmiş ve yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 4.14’de verilmiştir.

Tablo 4.14: Bakı - arazi kullanımı etkileşiminin toprak özellikleri üzerine etkisi

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata
pH	Gruplar Arası	22,237	5	4,447	270,650	,000
	Grup İçi	,887	54	,016		
	Toplam	23,125	59			
EC($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	Gruplar Arası	618751,921	5	123750,384	96,232	,000
	Grup İçi	69441,436	54	1285,953		
	Toplam	688193,357	59			
OM (%)	Gruplar Arası	281,858	5	56,372	21,894	,000
	Grup İçi	139,035	54	2,575		
	Toplam	420,894	59			
CaCO ₃ (%)	Gruplar Arası	5166,659	5	1033,332	224,068	,000
	Grup İçi	249,031	54	4,612		
	Toplam	5415,689	59			
N (%)	Gruplar Arası	,705	5	,141	21,894	,000
	Grup İçi	,348	54	,006		
	Toplam	1,052	59			
P (ppm)	Gruplar Arası	36166,443	5	7233,289	326,720	,000
	Grup İçi	1195,512	54	22,139		
	Toplam	37361,955	59			
K (ppm)	Gruplar Arası	756395,179	5	151279,036	39,059	,000
	Grup İçi	209147,839	54	3873,108		
	Toplam	965543,018	59			

Tablo 4.14'ün değerleri incelendiğinde Bakı-Arazi kullanımı etkileşiminin çalışılan toprak özelliklerinin tamamı üzerinde etkili olduğu ve bu etkinin istatistiki olarak bütün özellikler bakımından % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

4.2.5. Bakı - Toprak Derinliği Etkileşiminin Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi

Bakı ile toprak derinliğinin karşılıklı etkileşiminin çalışma yapılan topraklarda pH, elektriksel iletkenlik (EC), organik madde (OM), kalsiyum karbonat (CaCO_3), azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) değerleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 4.15'de verilmiştir.

Tablo 4.15: Bakı - Toprak derinliği etkileşiminin toprak özellikleri üzerine etkisi

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata
pH	Gruplar Arası	14,365	3	4,788	30,612	,000
	Grup İçi	8,760	56	,156		
	Toplam	23,125	59			
EC($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	Gruplar Arası	15634,112	3	5211,371	,434	,730
	Grup İçi	672559,244	56	12009,987		
	Toplam	688193,357	59			
OM (%)	Gruplar Arası	99,829	3	33,276	5,804	,002
	Grup İçi	321,065	56	5,733		
	Toplam	420,894	59			
CaCO_3 (%)	Gruplar Arası	2765,622	3	921,874	19,481	,000
	Grup İçi	2650,068	56	47,323		
	Toplam	5415,689	59			
N (%)	Gruplar Arası	,250	3	,083	5,804	,002
	Grup İçi	,803	56	,014		
	Toplam	1,052	59			
P (ppm)	Gruplar Arası	11240,025	3	3746,675	8,032	,000
	Grup İçi	26121,930	56	466,463		
	Toplam	37361,955	59			
K (ppm)	Gruplar Arası	520525,381	3	173508,460	21,834	,000
	Grup İçi	445017,636	56	7946,744		
	Toplam	965543,018	59			

Tablo 4.15’de görüldüğü üzere bakı-arazi kullanımı etkileşiminde olduğu gibi, bakı-toprak derinliği etkileşiminin de çalışılan toprak özelliklerinin tamamı üzerinde etkili olduğu ve bu etkinin istatistiki olarak bütün özellikler bakımından % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Esasen bu etkinin bakı faktörünün etkisinden kaynaklandığı söylenebilir. Daha önce yapılan analizlerde bakı faktörünün sadece elektriksel iletkenlik (EC) üzerinde istatistiksel olarak yeterli düzeyde anlamlı farklılıklar oluşturmaması, bunun dışındaki bütün özellikleri ise % 99,9 güven düzeyinde etkilemesi, toprak derinliğinin ise çalışılan özelliklerden sadece organik madde (OM), toplam azot (N) ve potasyum (K) üzerinde istatistiki olarak anlamlı düzeyde etkili olması bakı-toprak derinliği etkileşiminin etkisinin toprak derinliğinden ziyade farklı bakıdan alınan toprakların özelliğinden kaynaklandığını göstermektedir.

4.2.6. Arazi Kullanımı – Toprak Derinliği Etkileşiminin Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi

Arazi kullanımı ile toprak derinliğinin karşılıklı etkileşiminin çalışılan özellikler üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 4.16’da verilmiştir.

Tablo 4.16: Arazi kullanımı - toprak derinliğinin etkileşiminin toprak özellikleri üzerine etkisi

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata
pH	Gruplar Arası	3,669	5	,734	2,037	,088
	Grup İçi	19,456	54	,360		
	Toplam	23,125	59			
EC($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	Gruplar Arası	339847,921	5	67969,584	10,537	,000
	Grup İçi	348345,436	54	6450,841		
	Toplam	688193,357	59			
OM (%)	Gruplar Arası	277,484	5	55,497	20,897	,000
	Grup İçi	143,410	54	2,656		
	Toplam	420,894	59			
CaCO ₃ (%)	Gruplar Arası	1227,749	5	245,550	3,166	,014
	Grup İçi	4187,940	54	77,554		
	Toplam	5415,689	59			
N (%)	Gruplar Arası	,694	5	,139	20,897	,000
	Grup İçi	,359	54	,007		
	Toplam	1,052	59			

P (ppm)	Gruplar Arası	14803,156	5	2960,631	7,087	,000
	Grup İçi	22558,799	54	417,756		
	Toplam	37361,955	59			
K (ppm)	Gruplar Arası	259815,340	5	51963,068	3,976	,004
	Grup İçi	705727,678	54	13069,031		
	Toplam	965543,018	59			

Tablo değerleri incelendiğinde arazi kullanımı ile toprak derinliğinin karşılıklı etkileşiminin çalışılan özelliklerden sadece elektriksel iletkenlik (EC) üzerinde istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılıklar oluşturmadığı, bunun dışındaki bütün özellikler üzerinde ise istatistiki olarak % 99,9 güven düzeyinde etkili olduğu görülmektedir.

4.2.7. Bakı - Arazi kullanımı-toprak derinliği etkileşiminin toprak özellikleri üzerine etkisi

Çalışılan bütün özelliklerin karşılıklı etkileşiminin çalışma yapılan topraklarda pH, elektriksel iletkenlik (EC), organik madde (OM), kalsiyum karbonat (CaCO_3), toplam azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) değerleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 4.17’de verilmiştir.

Tablo 4.17: Bakı- Arazi kullanımı-toprak derinliği etkileşiminin toprak özellikleri üzerine etkisi

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata
pH	Gruplar Arası	22,396	11	2,036	134,167	,000
	Grup İçi	,728	48	,015		
	Toplam	23,125	59			
EC($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	Gruplar Arası	633088,146	11	57553,468	50,133	,000
	Grup İçi	55105,211	48	1148,025		
	Toplam	688193,357	59			
OM (%)	Gruplar Arası	412,855	11	37,532	224,098	,000
	Grup İçi	8,039	48	,167		
	Toplam	420,894	59			
CaCO_3 (%)	Gruplar Arası	5184,517	11	471,320	97,864	,000
	Grup İçi	231,172	48	4,816		
	Toplam	5415,689	59			

N (%)	Gruplar Arası	1,032	11	,094	224,098	,000
	Grup İçi	,020	48	,000		
	Toplam	1,052	59			
P (ppm)	Gruplar Arası	36447,746	11	3313,431	173,970	,000
	Grup İçi	914,209	48	19,046		
	Toplam	37361,955	59			
K (ppm)	Gruplar Arası	914207,011	11	83109,728	77,709	,000
	Grup İçi	51336,006	48	1069,500		
	Toplam	965543,018	59			

Tablo 4.17'nin değerleri incelendiğinde Bakı- Arazi kullanımı-toprak derinliği etkileşiminin çalışılan toprak özelliklerinin tamamı üzerinde etkili olduğu ve bu etkinin istatistiki olarak bütün özellikler bakımından % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

Çalışma yapılan toprak özellikleri üzerinde bakı, arazi kullanımı, toprak derinliği faktörlerinin ayrı ayrı ve karşılıklı etkileşimlerinin nasıl etkili olduğu ve hangi faktörlerin etkisi altında şekillendiğini belirlemek amacıyla her bir özelliğin ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla her bir özellik için Duncan testi yapılmış, özelliklerin bakı, arazi kullanımı, toprak derinliği faktörleri ve bunların karşılıklı etkileşimlerine bağlı olarak nasıl şekillendiği belirlenerek yorumlarda bulunulmuştur.

4.3. KATALAZ VE ÜREAZ ENZİM AKTİVİTELERİNE AİT BULGULAR

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen verilere SPSS 17.0 paket programı yardımıyla T testi uygulanmış ve sonuçlar yorumlanmıştır. T testi uygulanırken “bağımsız örnekleme için kullanılan T testi verilere uygulanmıştır. Kuzey bakıdaki topraklara uygulanan T testi sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.3.1. Kuzey Bakıdaki Tarım Topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Katalaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması

Kuzey bakıdaki tarım topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması Tablo 4.18’de ve yapılan bağımsız t testi sonuçları Tablo 4.19’da verilmiştir.

Tablo 4.18: Kuzey bakıdaki tarım topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması

Katalaz Enzim Aktivitesi (ml/5 g)	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Ortalama Hata
Derinlik 0-5 cm	15	10,9286	1,63169	,42130
5-10 cm	15	9,2823	2,81024	,72560

Tablo 4.19: Bağımsız t testi sonuçları (Kuzey bakı, tarım toprakları, 05/5-10 cm derinlik için katalaz enzim aktivitesi)

Varyansların Levene Testi		Ortalamaların t-testi sonuçları (ml/5 g)						
F	Hata	t	df	Önem değeri	Ortalama Fark	St.hata farkı	Farkın güven aralıkları (% 95)	
							Alt sınır	Üst sınır
3,097	,089	1,962	28	,060	1,64630	,83904	-,07239	3,36500
		1,962	22,476	,062	1,64630	,83904	-,09163	3,38423

Tablo 4.18 sonuçları incelendiğinde 0-5 cm derinliğindeki toprakların katalaz enzim aktivitesi ortalamasının 5-10 cm derinliğindeki toprakların katalaz enzim aktivitesi ortalamasından yüksek olduğu görülmektedir. Ancak, bu farkın rastlantısal mı yoksa gerçek bir fark mı olduğunu belirlemek için Bağımsız t testitablosu incelenmelidir. Bağımsız t testi tablosu incelendiğinde önem değerinin 0,60 olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde, Kuzey bakıdaki tarım topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi, birbirinden farklı değildir.

4.3.2.Kuzey Bakıdaki Tarım topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Üreaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması

Kuzey bakıdaki tarım topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması Tablo 4.20’de ve bağımsız t testi sonuçları Tablo 4.21’de verilmiştir.

Tablo 4.20: Kuzey bakıdaki tarım topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması

Üreaz Enzim Aktivitesi ($\mu\text{gN.g}^{-1}$)	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Ortalama Hata
Derinlik 0-5 cm	15	,0721	,01451	,00375
5-10 cm	15	,0688	,02886	,00745

Tablo 4.21: Bağımsız t testi sonuçları (Kuzey bakı, tarım toprakları, 05/5-10 cm derinlik için üreaz enzim aktivitesi)

Varyansların Levene Testi		Ortalamaların t-testi sonuçları ($\mu\text{gN.g}^{-1}$)						
F	Hata	t	df	Önem değeri	Ortalama Fark	St.hata farkı	Farkın güven aralıkları (% 95)	
3,060	,091	,403	28	,0690	,00336	,00834	Alt sınır	Üst sınır
		,403	20,655	,691	,00336	,00834	-,01372	,02045
							-,01400	,02073

Tablo incelendiğinde kuzey bakıdaki tarım topraklarının 0-5 cm derinliğindeki üreaz enzim aktivitesi ortalamasının 5-10 cm derinliğindeki toprakların üreaz enzim aktivitesi ortalamasından yüksek olduğu görülmektedir. Ancak, Bağımsız t testi tablosu incelendiğinde önem değerinin 0,721 olduğu, buna göre istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde, Kuzey bakıdaki tarım topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi birbirinden farklı olmadığı anlaşılmaktadır. Ortalama değerler arasında sadece % 5 civarında bir fark bulunması da bu sonuçları doğrular niteliktedir.

4.3.3. Kuzey Bakıdaki Orman Topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Katalaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması

Kuzey bakıdaki orman topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması Tablo 4.22’de ve birbirlerinden farklı olup olmadıklarını belirlemek için yapılan Bağımsız t testi sonuçları Tablo 4.23’de verilmiştir.

Tablo 4.22: Kuzey bakıdaki orman topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması

Katalaz Enzim Aktivitesi (ml/5 g)	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Ortalama Hata
Derinlik 0-5 cm	15	23,2002	12,23699	3,15958
5-10 cm	15	18,8020	6,05570	1,56357

Tablo 4.23: Bağımsız t testi sonuçları (Kuzey bakı, orman toprakları, 05/5-10 cm derinlik için katalaz enzim aktivitesi)

Varyansların Levene Testi		Ortalamaların t-testi sonuçları (ml/5 g)						
F	Hata	t	df	Önem değeri	Ortalama Fark	St.hata farkı	Farkın güven aralıkları (% 95)	
							Alt sınır	Üst sınır
18,775	,000	1,248	28	,223	4,39819	3,52529	-2,82304	11,61943
		1,248	20,469	,226	4,39819	3,52529	-2,94465	11,74104

Tablo incelendiğinde 0-5 cm derinliğindeki toprakların katalaz enzim aktivitesi ortalamasının 5-10 cm derinliğindeki toprakların katalaz enzim aktivitesi ortalamasından yaklaşık % 23 daha yüksek olduğu görülmektedir. Bağımsız t testi tablosu incelendiğinde önem değerinin 0,223 olduğu, buna göre istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde, Kuzey bakıdaki orman topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi birbirinden farklı olmadığı belirlenmiştir.

4.3.4. Kuzey Bakıdaki Orman Topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Üreaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması

Kuzey bakıdaki orman topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması Tablo 4.24’de ve Bağımsız t testi sonuçları Tablo 4.25’de verilmiştir.

Tablo 4.24: Kuzey bakıdaki orman topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması

Üreaz Enzim Aktivitesi (µgN.g-1)	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Ortalama Hata
Derinlik 0-5 cm	15	,0564	,02209	,00570
5-10 cm	15	,0500	,01548	,00400

Tablo 4.25: Bağımsız t testi sonuçları (Kuzey bakı, orman toprakları, 05/5-10 cm derinlik için üreaz enzim aktivitesi)

Varyansların Levene Testi		Ortalamaların t-testi sonuçları ($\mu\text{gN.g}^{-1}$)						
F	Hata	t	df	Önem değeri	Ortalama Fark	St.hata farkı	Farkın güven aralıkları (% 95)	
							Alt sınır	Üst sınır
1,424	,243	,919	28	,366	,00640	,00696	-,00786	,02067
		,919	25,077	,367	,00640	,00696	-,00794	,02074

Tablo sonuçları incelendiğinde 0-5 cm derinliğindeki toprakların üreaz enzim aktivitesi ortalamasının 5-10 cm derinliğindeki toprakların üreaz enzim aktivitesi ortalamasından yüksek olduğu görülmektedir. Bağımsız t testi tablosu incelendiğinde önem değerinin 0,366 olduğu, buna göre istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde, Kuzey bakıdaki orman topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi birbirinden farklı olmadığı belirlenmiştir.

4.3.5. Kuzey Bakıdaki Mera topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Katalaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması

Kuzey bakıdaki mera topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması Tablo 4.26’da Bağımsız t testi sonuçları Tablo 4.27.’de verilmiştir.

Tablo 4.26: Kuzey bakıdaki mera topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması

Katalaz Enzim Aktivitesi (ml/5 g)	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Ortalama Hata
Derinlik 0-5 cm	15	18,7849	6,23128	1,60891
5-10 cm	15	11,2554	1,89221	,48857

Tablo 4.27: Bağımsız t testi sonuçları (Kuzey bakı, mera toprakları, 05/5-10 cm derinlik için katalaz enzim aktivitesi)

Varyansların Levene Testi		Ortalamaların t-testi sonuçları (ml/5 g)						
F	Hata	t	df	Önem değeri	Ortalama Fark	St.hata farkı	Farkın güven aralıkları (% 95)	
							Alt sınır	Üst sınır
24,109	,000	4,478	28	,000	7,52955	1,68145	4,08525	10,97385
		4,478	16,560	,000	7,52955	1,68145	3,97480	11,08430

Tablo sonuçlarına göre kuzey bakıda 0-5 cm derinliğindeki toprakların katalaz enzim aktivitesi ortalaması 5-10 cm derinliğindeki toprakların katalaz enzim aktivitesi ortalamasından yaklaşık % 66 oranında daha yüksektir. Bağımsız t testi tablosu incelendiğinde önem değerinin 0,000 olduğu, buna göre istatistiki olarak en az % 99,9 güven düzeyinde, Kuzey bakıdaki mera topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir.

4.3.6. Kuzey Bakıdaki Mera Topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Üreaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması

Kuzey bakıdaki mera topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması Tablo 4.28’de Bağımsız t testi sonuçları Tablo 4.29’da verilmiştir.

Tablo 4.28: Kuzey bakıdaki mera topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması

Üreaz Enzim Aktivitesi (µgN.g-1)	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Ortalama Hata
Derinlik 0-5 cm	15	,0400	,01168	,00302
5-10 cm	15	,0472	,02516	,00650

Tablo 4.29: Bağımsız t testi sonuçları (Kuzey bakı, mera toprakları, 05/5-10 cm derinlik için üreaz enzim aktivitesi)

Varyansların Levene Testi		Ortalamaların t-testi sonuçları ($\mu\text{gN.g}^{-1}$)						
F	Hata	t	df	Önem değeri	Ortalama Fark	St.hata farkı	Farkın güven aralıkları (% 95)	
							Alt sınır	Üst sınır
6,050	,020	-1,004	28	,324	-,00719	,00716	-,02187	,00748
		-1,004	19,770	,327	-,00719	,00716	-,02185	,00776

Tablo incelendiğinde kuzey bakıdaki mera topraklarının 5-10 cm derinliğindeki üreaz enzim aktivitesi ortalamasının 0-5 cm derinliğindeki toprakların üreaz enzim aktivitesi ortalamasından yüksek olduğu görülmektedir. Ancak, bu fark oldukça düşük düzeyde olup yaklaşık % 18 civarında kalmaktadır. Bağımsız t testi tablosu incelendiğinde önem değerinin 0,324 olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde, Kuzey bakıdaki mera topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi birbirinden farklı olmadığı anlaşılmaktadır.

4.3.7. Güney Bakıdaki Tarım Topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Katalaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması

Güney bakıdaki tarım topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması Tablo 4.30'da ve birbirlerinden farklı olup olmadıklarını belirlemek için yapılan Bağımsız t testi sonuçları Tablo 4.31'de verilmiştir.

Tablo 4.30: Güney bakıdaki tarım topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması

Katalaz Enzim Aktivitesi (ml/5 g)	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Ortalama Hata
Derinlik 0-5 cm	15	20,1118	9,30282	2,40198
5-10 cm	15	11,9584	3,25764	,84112

Tablo 4.31: Bağımsız t testi sonuçları (Güney bakı, tarım toprakları, 05/5-10 cm derinlik için katalaz enzim aktivitesi)

Varyansların Levene Testi		Ortalamaların t-testi sonuçları (ml/5 g)						
F	Hata	t	df	Önem değeri	Ortalama Fark	St.hata farkı	Farkın güven aralıkları (% 95)	
							Alt sınır	Üst sınır
11,680	,002	3,204	28	,003	8,15338	2,54499	2,94020	13,36656
		3,204	17,383	,005	8,15338	2,54499	2,79291	13,51385

Tablo incelendiğinde güney bakıdaki tarım topraklarının 0-5 cm derinliğindeki katalaz enzim aktivitesi ortalamasının 5-10 cm derinliğindeki toprakların katalaz enzim aktivitesi ortalamasından yüksek olduğu, yaklaşık 1,68 katı olduğu görülmektedir. Bağımsız t test itablosu incelendiğinde önem değerinin 0,003 olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde, güney bakıdaki tarım topraklarının 0-5 cm derinliğindeki katalaz enzim aktivitesi, güney bakıdaki tarım topraklarının 5-10 cm derinliğindeki katalaz enzim aktivitesinden daha yüksektir.

4.3.8. Güney Bakıdaki Tarım topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Üreaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması

Güney bakıdaki tarım topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması Tablo 4.32’de ve birbirlerinden farklı olup olmadıklarını belirlemek için yapılan bağımsız t testi sonuçları Tablo 4.33’de verilmiştir.

Tablo 4.32: Güney bakıdaki tarım topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması

Üreaz Enzim Aktivitesi (µgN.g-1)	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Ortalama Hata
Derinlik 0-5 cm	15	,0406	,03514	,00907
5-10 cm	15	,0271	,01004	,00259

Tablo 4.33: Bağımsız t testi sonuçları (Güney bakı, tarım toprakları, 05/5-10 cm derinlik için üreaz enzim aktivitesi)

Varyansların Levene Testi		Ortalamaların t-testi sonuçları ($\mu\text{gN.g}^{-1}$)						
F	Hata	t	df	Önem değeri	Ortalama Fark	St.hata farkı	Farkın güven aralıkları (% 95)	
							Alt sınır	Üst sınır
9,520	,005	1,434	28	,163	,013538	,00944	-,00580	,03285
		1,434	16,272	,171	,01353	,00944	-,00645	,03350

Tablo incelendiğinde güney bakıdaki tarım topraklarının 0-5 cm derinliğindeki üreaz enzim aktivitesi ortalamasının 5-10 cm derinliğindeki toprakların üreaz enzim aktivitesi ortalamasının yaklaşık 1,5 katı olduğu görülmektedir. Ancak, Bağımsız t testi tablosu incelendiğinde önem değerinin 0,163 olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre her ne kadar güney bakıdaki tarım topraklarının 0-5 cm derinliğindeki üreaz enzim aktivitesi ortalaması 5-10 cm derinliğindeki toprakların üreaz enzim aktivitesi ortalamasından yüksek hatta, yaklaşık 1,5 katı bir değere sahip olsa da bu değer istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde anlamlı değildir. Dolayısıyla bu farkın raslantısal olarak değerlendirilmesi gerekir.

4.3.9.Güney Bakıdaki Orman Topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Katalaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması

Güney bakıdaki orman topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması Tablo 4.34’de ve Bağımsız t testi sonuçları Tablo 4.35’de verilmiştir.

Tablo 4.34: Güney bakıdaki orman topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması

Katalaz Enzim Aktivitesi (ml/5 g)	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Ortalama Hata
Derinlik 0-5 cm	15	28,4405	9,15730	2,36440
5-10 cm	15	15,9653	2,52005	,65067

Tablo 4.35: Bağımsız t testi sonuçları (Güney bakı, orman toprakları, 05/5-10 cm derinlik için katalaz enzim aktivitesi)

Varyansların Levene Testi		Ortalamaların t-testi sonuçları (ml/5 g)						
F	Hata	t	df	Önem değeri	Ortalama Fark	St.hata farkı	Farkın güven aralıkları (% 95)	
							Alt sınır	Üst sınır
15,433	,001	5,087	28	,000	12,47528	2,45230	7,45197	17,49859
		5,087	16,108	,000	12,47528	2,45230	7,27948	17,67108

Tablo sonuçlarına göre güney bakıdaki orman topraklarının 0-5 cm derinliğindeki katalaz enzim aktivitesi, yine güney bakıdaki orman topraklarının 5-10 cm derinliğindeki katalaz enzim aktivitesinden oldukça yüksektir. Aradaki farkın yaklaşık % 78 olduğu hesaplanmıştır. Bu değer. Bağımsız t testi tablosuna da yansımıştır. Bağımsız t testi tablosundaki önem değerinin 0,000 olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre istatistiki olarak 1/1000 den daha düşük hata yüzdesi ile yani % 99,9 güven düzeyinde, güney bakıdaki orman 0-5 cm derinliğindeki katalaz enzim aktivitesi, 5-10 cm derinliğindeki katalaz enzim aktivitesinden yüksektir ve bu fark istatistiki olarak anlamlı düzeyde olup rastlantısal değildir.

4.3.10.Güney Bakıdaki Orman topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Üreaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması

Güney bakıdaki orman topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması Tablo 4.36'da ve Bağımsız t testi sonuçları Tablo 4.37'de verilmiştir.

Tablo 4.36: Güney bakıdaki orman topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması

Üreaz Enzim Aktivitesi (µgN.g-1)	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Ortalama Hata
Derinlik 0-5 cm	15	,0725	,02101	,00542
5-10 cm	15	,0633	,03191	,00824

Tablo 4.37: Bağımsız t testi sonuçları (Güney bakı, orman toprakları, 05/5-10 cm derinlik için üreaz enzim aktivitesi)

Varyansların Levene Testi		Ortalamaların t-testi sonuçları ($\mu\text{gN.g}^{-1}$)						
F	Hata	t	df	Önem değeri	Ortalama Fark	St.hata farkı	Farkın güven aralıkları (% 95)	
							Alt sınır	Üst sınır
3,043	,092	,932	28	,359	,00919	,00987	-,01102	,02940
		,932	24,215	,361	,00919	,00987	-,01116	,02954

Tablo sonuçları incelendiğinde güney bakıdaki orman topraklarının 0-5 cm derinliğindeki üreaz enzim aktivitesi ortalamasının 5-10 cm derinliğindeki toprakların üreaz enzim aktivitesi ortalamasından yüksek olduğu görülmektedir. Bağımsız t testi tablosu incelendiğinde önem değerinin 0,359 olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde, güney bakıdaki orman topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi birbirinden farklı değildir. Aradaki yaklaşık % 14 düzeyindeki fark rastlantısal olarak değerlendirilmelidir.

4.3.11. Güney Bakıdaki Mera Topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Katalaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması

Güney bakıdaki mera topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması Tablo 4.38’de ve birbirlerinden farklı olup olmadıklarını belirlemek için yapılan Bağımsız t testi sonuçları Tablo 4.39’da verilmiştir.

Tablo 4.38: Güney bakıdaki mera topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması

Katalaz Enzim Aktivitesi (ml/5 g)	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Ortalama Hata
Derinlik 0-5 cm	15	15,0825	4,48144	1,15710
5-10 cm	15	8,0782	2,15780	,55714

Tablo 4.39: Bağımsız t testi sonuçları (Güney bakı, mera toprakları, 05/5-10 cm derinlik için katalaz enzim aktivitesi)

Varyansların Levene Testi		Ortalamaların t-testi sonuçları (ml/5 g)						
F	Hata	t	df	Önem değeri	Ortalama Fark	St.hata farkı	Farkın güven aralıkları (% 95)	
							Alt sınır	Üst sınır
16,923	,000	5,454	28	,000	7,00427	1,28425	4,37361	9,63493
		5,454	20,160	,000	7,00427	1,28425	4,32675	9,68180

Tablo sonuçları incelendiğinde 0-5 cm derinliğindeki toprakların katalaz enzim aktivitesi ortalamasının 5-10 cm derinliğindeki toprakların katalaz enzim aktivitesi ortalamasından yüksek olduğu görülmektedir. İki değer karşılaştırıldığında 0-5 cm derinliğindeki toprakların katalaz enzim aktivitesi değerinin 5-10 cm derinliğindeki toprakların katalaz enzim aktivitesi değerinin yaklaşık 1,87 katı olduğu görülmektedir. Bağımsız t testi tablosu incelendiğinde önem değerinin 0,000 olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre istatistiki olarak en az % 99,9 güven düzeyinde, güney bakıdaki mera topraklarının 0-5 ve 5-10 cm derinliklerinin katalaz enzim aktivitesi birbirinden farklıdır.

4.3.12. Güney Bakıdaki Mera Topraklarının 0-5/5-10 cm Derinliklerinin Üreaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması

Güney bakıdaki mera topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması Tablo 4.40'da ve bağımsız t testi sonuçları Tablo 4.41'de verilmiştir.

Tablo 4.40: Güney bakıdaki mera topraklarının 0-5/5-10 cm derinliklerinin üreaz enzim aktivitesi bakımından karşılaştırılması

Üreaz Enzim Aktivitesi (µgN.g-1)	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Ortalama Hata
Derinlik 0-5 cm	15	,0169	,00403	,00104
5-10 cm	15	,0167	,00461	,00119

Tablo 4.41: Bağımsız t testi sonuçları (Güney bakı, mera toprakları, 05/5-10 cm derinlik için üreaz enzim aktivitesi)

Varyansların Levene Testi		Ortalamaların t-testi sonuçları ($\mu\text{gN.g}^{-1}$)						
F	Hata	t	df	Önem değeri	Ortalama Fark	St.hata farkı	Farkın güven aralıkları (% 95)	
							Alt sınır	Üst sınır
,162	,690	,093	28	,926	,00015	,00158	-,00309	,00338
		,093	27,516	,927	,00015	,00158	-,00309	,00339

Tablo sonuçları incelendiğinde 5-10 cm derinliğindeki toprakların üreaz enzim aktivitesi ile 0-5 cm derinliğindeki toprakların üreaz enzim aktivitesi değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. İki değer arasındaki fark yalnızca % 1 seviyesindedir. Bu değerler Bağımsız t testi tablosuna da yansımıştır. Bağımsız t testi tablosunda görüldüğü üzere hata oranı oldukça yüksek olup % 92,6 seviyesindedir. Bu durumda değerler arasında istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde fark bulunmamaktadır.

4.4. VARYANS ANALİZİ SONUÇLARI

Çalışma sonucunda elde edilen verilere Varyans analizi uygulanarak tarım, orman ve mera topraklarının çoklu karşılaştırmalarının yapılması amaçlanmış ve kuzey bakıdaki topraklar için yapılan analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.4.1. Kuzey Bakıdaki Tarım, Orman ve Mera Topraklarının, 0-5 cm Derinliğinin Katalaz Enzim Aktivitesi

Yapılan varyans analizi sonucunda elde edilen “tanımlama” tablosu Tablo 4.42 de, Varyans analiz sonucu Tablo 4.43’de ve Duncan testi sonuçları Tablo 4.44’de verilmiştir.

Tablo 4.42: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin tanımlama tablosu

Katalaz Enzimi (ml/5 g)	Ortalama	Std.Sapma	Std.Hata	% 95 güven aralığı		Minimum	Maximum
				Alt sınır	Üst sınır		
Tarım	10,9286	1,63169	,42130	10,0250	11,8322	8,75	14,59
Orman	23,2002	12,23699	3,15958	16,4236	29,9768	8,66	43,38
Mera	18,7849	6,23128	1,60891	15,3341	22,2357	11,69	29,41
Ortalama	17,6379	9,33753	1,39196	14,8326	20,4432	8,66	43,38

Tablo 4.43: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin varyans analizi sonucu

Katalaz Enzimi (ml/5 g)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata
Gruplar Arası	1159,043	2	579,521	9,091	,001
Gruplar İçi	2677,293	42	63,745		
Toplam	3836,336	44			

Tablo 4.44: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin duncan testi sonuçları

Katalaz Enzimi (ml/5 g)	Değer	Gruplar
Tarım	10,9286	a
Mera	18,7849	b
Orman	23,2002	b

Tanımlama tablosu incelendiğinde 0-5 cm derinliğindeki orman topraklarında tespit edilen katalaz enzim aktivitesi, tarım topraklarında belirlenen katalaz enzim aktivitesinin 2,12 katı ve mera topraklarında belirlenen katalaz enzim aktivitesinin 1,23 katı olduğu görülmektedir. Tabloda görüleceği üzere mera topraklarında belirlenen katalaz enzim aktivitesi, tarım topraklarında belirlenen katalaz enzim aktivitesinin yaklaşık 1,72 katıdır.

Yapılan Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, kuzey bakıdaki 0-5 cm derinliğindeki tarım, orman ve mera topraklarındaki katalaz enzim aktivitesinin 0,001 hata düzeyinde yani % 99 güven düzeyinde farklılaştığı belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre tarım topraklarının bir grupta, mera ve orman topraklarının ise diğer grupta yer aldığı görülmektedir. Buna göre kuzey bakıda 0-5 cm derinliğindeki mera ve orman toprakları, katalaz enzim aktivitesi değerleri arasında 1,23 kat fark bulunmasına rağmen birbirlerinden istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklı değildirler. Oysa tarım topraklarındaki katalaz enzim aktivitesi, orman ve mera

topraklarındaki katalaz enzim aktivitesinden % 99 güven düzeyinde daha düşük değerlere sahiptir.

4.4.2. Kuzey Bakıdaki Tarım, Orman ve Mera Topraklarının, 0-5 cm Derinliğinin Üreaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırması

Yapılan varyans analizi sonucunda elde edilen “tanımlama” tablosu Tablo 4.45’de, Varyans analiz sonucu Tablo 4.46’da ve Duncan testi sonuçları Tablo 4.47’de verilmiştir.

Tablo 4.45: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesi tanımlama tablosu

Üreaz Enzimi (µgN.g-1)	Ortalama	Std.Sapma	Std.Hata	% 95 güven aralığı		Minimum	Maximum
				Alt sınır	Üst sınır		
Tarım	,0721	,01451	,00375	,0641	,0802	,05	,10
Orman	,0564	,02209	,00570	,0442	,0686	,03	,10
Mera	,0400	,01168	,00302	,0335	,0464	,03	,07
Ortalama	,0562	,02103	,00313	,0498	,0625	,03	,10

Tablo 4.46: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin varyans analizi sonucu

Üreaz Enzimi (µgN.g-1)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata
Gruplar Arası	,008	2	,004	13,941	,000
Gruplar İçi	,012	42	,000		
Toplam	,019	44			

Tablo 4.47: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin duncan testi sonuçları

Üreaz Enzimi (µgN.g-1)	Değer	Gruplar		
Tarım	,0721	a		
Orman	,0564		b	
Mera	,0400			c

Tanımlama tablosu incelendiğinde kuzey bakıda 0-5 cm derinliğindeki topraklarda en yüksek üreaz enzim aktivitesinin tarım topraklarında elde edildiği görülmektedir. Tarım topraklarında belirlenen üreaz enzim aktivitesi, orman topraklarındaki üreaz enzim aktivitesi seviyesinden % 27, tarım topraklarındaki üreaz enzim aktivitesi seviyesinden

ise yaklaşık % 80 daha fazladır. Orman topraklarında belirlenen üreaz enzim aktivitesi seviyesi de yine tarım topraklarındaki üreaz enzim aktivitesi seviyesinden yaklaşık % 41 daha yüksek düzeydedir.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarındaki üreaz enzim aktivitesinin % 99,9 güven düzeyinde farklılaştığı görülmektedir. Bu durum tarım, orman ve mera topraklarındaki üreaz enzim aktivitesi seviyesinin en az birisinin diğerlerinden % 99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılaştığını göstermektedir.

Duncan testi sonuçları incelendiğinde kuzey bakıda 0-5 cm derinliğindeki tarım, orman ve mera topraklarının her birisinin ayrı bir grup oluşturduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre tarım, orman ve mera topraklarının her birisindeki üreaz enzim aktivitesi değerleri, diğerlerinden istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık arz etmektedir.

4.4.3. Kuzey Bakıdaki Tarım, Orman ve Mera Topraklarının, 5-10 cm Derinliğinin Katalaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırması

Yapılan varyans analizi sonucunda elde edilen “tanımlama” tablosu Tablo 4.48’de, Varyans analiz sonucu Tablo 4.49’da ve Duncan testi sonuçları Tablo 4.50’de verilmiştir.

Tablo 4.48: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin tanımlama tablosu

Katalaz Enzimi (ml/5 g)	Ortalama	Std.Sapma	Std.Hata	% 95 güven aralığı		Minimum	Maksimum
				Alt sınır	Üst sınır		
Tarım	9,2823	2,81024	,72560	7,7260	10,8386	4,78	13,61
Orman	18,8020	6,05570	1,56357	15,4485	22,1556	,11,85	30,06
Mera	11,2554	1,89221	,48857	10,2075	12,3032	8,20	13,92
Ortalama	13,1132	5,70375	,85026	11,3996	14,8268	4,78	30,06

Tablo 4.49: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin varyans analizi sonucu

Katalaz Enzimi (ml/5 g)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata
Gruplar Arası	757,349	2	378,674	23,594	,000
Gruplar İçi	674,091	42	16,050		
Toplam	1431,440	44			

Tablo 4.50: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin duncan testi sonuçları

Katalaz Enzimi (ml/5 g)	Değer	Gruplar	
Tarım	9,2823	a	
Mera	11,2554	a	
Orman	18,8020		b

Tanımlama tablosu incelendiğinde kuzey bakıda 5-10 cm derinliğindeki orman topraklarında tespit edilen katalaz enzim aktivitesi seviyesinin, tarım topraklarında belirlenen katalaz enzim aktivitesi seviyesinin 2 katından fazla olduğu görülmektedir. Tabloda görüldüğü üzere orman topraklarında tespit edilen katalaz enzim aktivitesi seviyesi mera topraklarında belirlenen katalaz enzim aktivitesi seviyesinin 1,67 katı olarak hesaplanmıştır. Mera topraklarında belirlenen katalaz enzim aktivitesi seviyesi tarım topraklarında belirlenen katalaz enzim aktivitesi seviyesinin yaklaşık 1,21 katıdır. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, kuzey bakıdaki 5-10 cm derinliğindeki tarım, orman ve mera topraklarındaki katalaz enzim aktivitesinin % 99,9 güven düzeyinde farklılaştığı belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre tarım ve mera topraklarının bir grupta, orman topraklarının ise diğer grupta yer aldığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre kuzey bakıda 5-10 cm derinliğindeki orman topraklarındaki katalaz enzim aktivitesi tarım ve mera topraklarından daha yüksek düzeydedir.

4.4.4. Kuzey Bakıdaki Tarım, Orman ve Mera Topraklarının, 5-10 cm Derinliğinin Üreaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırması

Yapılan varyans analizi sonucunda elde edilen “tanımlama” tablosu Tablo 4.51’de, Varyans analiz sonucu Tablo 4.52’de ve Duncan testi sonuçları Tablo 4.53’de verilmiştir.

Tablo 4.51: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin tanımlama tablosu

Üreaz Enzimi (µgN.g-1)	Ortalama	Std.Sapma	Std.Hata	% 95 güven aralığı		Minimum	Maximum
				Alt sınır	Üst sınır		
Tarım	,0688	,02886	,00745	,0528	,0847	,03	,13
Orman	,0500	,01548	,00400	,0414	,0586	,02	,08
Mera	,0472	,02516	,00650	,0332	,0611	,01	,09
Ortalama	,0553	,02523	,00376	,0477	,0629	,01	,13

Tablo 4.52: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin varyans analizi sonucu

Üreaz Enzimi (µgN.g-1)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata
Gruplar Arası	,004	2	,002	3,640	,035
Gruplar İçi	,024	42	,001		
Toplam	,028	44			

Tablo 4.53: Kuzey bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin duncan testi sonuçları

Üreaz Enzimi (µgN.g-1)	Değer	Gruplar	
Mera	,0472	a	
Orman	,0500	a	
Tarım	,0688		b

Tanımlama tablosu incelendiğinde kuzey bakıda 5-10 cm derinliğindeki topraklarda en yüksek üreaz enzim aktivitesi seviyesinin tarım topraklarında belirlendiği, bu değerin orman topraklarında belirlenen üreaz enzim aktivitesi seviyesinden yaklaşık % 38 ve mera topraklarında belirlenen üreaz enzim aktivitesi seviyesinden yaklaşık % 46 daha yüksek olduğu hesaplanmıştır.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, kuzey bakıda 5-10 cm derinliğindeki tarım, orman ve mera topraklarındaki üreaz enzim aktivitesinin 0,035 hata payı ile yani yaklaşık % 96,5 güven düzeyinde (istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde) farklılaştığı görülmektedir. Bu durum kuzey bakıda 5-10 cm derinliğindeki tarım, orman ve mera topraklarındaki üreaz enzim aktivitesi seviyesinin en az birisinin diğerlerinden en az % 95 güven düzeyinde farklılaştığını göstermektedir.

Duncan testi sonuçları incelendiğinde kuzey bakıda 5-10 cm derinliğindeki orman ve mera topraklarının bir grupta, tarım topraklarının ise diğer grupta yer aldığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre tarım topraklarındaki üreaz enzim aktivitesi seviyesi orman ve mera topraklarındaki üreaz enzim aktivitesi seviyesinden daha yüksektir ancak orman ve mera topraklarındaki üreaz enzim aktivitesi seviyesi arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde bir fark bulunmamaktadır.

4.4.5. Güney Bakıdaki Tarım, Orman ve Mera Topraklarının, 0-5 cm Derinliğinin Katalaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırması

Yapılan varyans analizi sonucunda elde edilen “tanımlama” tablosu Tablo 4.54’de, Varyans analiz sonucu Tablo 4.55’de ve Duncan testi sonuçları Tablo 4.56’da verilmiştir.

Tablo 4.54: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin tanımlama tablosu

Katalaz Enzimi (ml/5 g)	Ortalama	Std.Sapma	Std.Hata	% 95 güven aralığı		Minimum	Maximum
				Alt sınır	Üst sınır		
Tarım	20,1118	9,30282	2,40198	14,9601	25,2635	7,54	35,53
Orman	28,4405	9,15730	2,36440	23,3694	33,5117	14,34	41,35
Mera	15,0825	4,48144	1,15710	12,6007	17,5642	10,39	22,99
Ortalama	21,2116	9,57298	1,42706	18,3355	24,0876	7,54	41,35

Tablo 4.55: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin varyans analizi sonucu

Katalaz Enzimi (ml/5 g)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata
Gruplar Arası	1365,505	2	682,752	10,753	,000
Gruplar İçi	2666,745	42	63,494		
Toplam	4032,249	44			

Tablo 4.56: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin duncan testi sonuçları

Katalaz Enzimi (ml/5 g)	Değer	Gruplar	
Mera	15,0825	a	
Tarım	20,1118	a	
Orman	28,4405		b

Tanımlama tablosunda görüldüğü üzere güney bakıda 0-5 cm derinliğindeki orman topraklarında tespit edilen katalaz enzim aktivitesi seviyesi, tarım topraklarında belirlenen katalaz enzim aktivitesi seviyesinden % 41 ve mera topraklarında belirlenen katalaz enzim aktivitesi seviyesinden % 88 daha yüksektir. Tablo’da görüleceği üzere tarım topraklarında belirlenen katalaz enzim aktivitesi seviyesi, mera topraklarında belirlenen katalaz enzim aktivitesi seviyesinden yaklaşık % 33 daha yüksektir.

Varyans analizine göre, güney bakıdaki 0-5 cm derinliğindeki tarım, orman ve mera topraklarındaki katalaz enzim aktivitesinin % 99,9 güven düzeyinde farklılaştığı belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçları incelendiğinde tarım ve mera topraklarının bir grupta, orman topraklarının ise diğer grupta yer aldığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre güney bakıda 0-5 cm derinliğindeki orman topraklarındaki katalaz enzim aktivitesi, tarım ve mera topraklarındaki katalaz enzim aktivitesinden % 99,9 güven düzeyinde daha yüksek değerlere sahiptir.

4.4.6. Güney Bakıdaki Tarım, Orman ve Mera Topraklarının, 0-5 cm Derinliğinin Üreaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırması

Yapılan varyans analizi sonucunda elde edilen “tanımlama” tablosu Tablo 4.57’de, Varyans analiz sonucu Tablo 4.58’de ve Duncan testi sonuçları Tablo 4.59’da verilmiştir.

Tablo 4.57: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin tanımlama tablosu

Üreaz Enzimi ($\mu\text{gN.g}^{-1}$)	Ortalama	Std.Sapma	Std.Hata	% 95 güven aralığı		Minimum	Maximum
				Alt sınır	Üst sınır		
Tarım	,0406	,03514	,00907	,0211	,0600	,02	,13
Orman	,0725	,02101	,00542	,0608	,0841	,04	,11
Mera	,0169	,00403	,00104	,0146	,0191	,01	,02
Ortalama	,0433	,03270	,00487	,0335	,0531	,01	,13

Tablo 4.58: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin varyans analizi sonucu

Üreaz Enzimi ($\mu\text{gN.g}^{-1}$)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata
Gruplar Arası	,023	2	,012	20,710	,000
Gruplar İçi	,024	42	,001		
Toplam	,047	44			

Tablo 4.59: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 0-5 cm derinliğinin üreaz enzim aktivitesinin duncan testi sonuçları

Üreaz Enzimi ($\mu\text{gN.g}^{-1}$)	Değer	Gruplar		
Mera	,0169	a		
Tarım	,0406		b	
Orman	,0725			c

Tanımlama tablosu incelendiğinde güney bakıda 0-5 cm derinliğindeki topraklarda en yüksek üreaz enzim aktivitesi seviyesinin orman topraklarında elde edildiği görülmektedir. Orman topraklarında belirlenen üreaz enzim aktivitesi seviyesi, tarım topraklarındaki üreaz enzim aktivitesi seviyesinin yaklaşık 1,79 katıdır. Orman topraklarında belirlenen üreaz enzim aktivitesi seviyesi ise mera topraklarındaki üreaz enzim aktivitesi seviyesinin 4 katından daha yüksek düzeydedir. Tarım topraklarında belirlenen üreaz enzim aktivitesi seviyesi de mera topraklarında belirlenen üreaz enzim aktivitesi seviyesinin yaklaşık 2,4 katıdır.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, güney bakıda 0-5 cm derinliğindeki tarım, orman ve mera topraklarındaki üreaz enzim aktivitesinin % 99,9 güven düzeyinde farklılaştığı görülmektedir. Bu durum tarım, orman ve mera topraklarındaki üreaz enzim aktivitesi seviyesinin en az birisinin diğerlerinden % 99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılaştığını göstermektedir.

Duncan testi sonuçları incelendiğinde güney bakıda 0-5 cm derinliğindeki tarım, orman ve mera topraklarının her birisinin ayrı bir grup oluşturduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre tarım, orman ve mera topraklarının her birisindeki üreaz enzim aktivitesi değerleri, diğerlerinden istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık arz etmektedir.

4.4.7.Güney Bakıdaki Tarım, Orman ve Mera Topraklarının, 5-10 cm Derinliğinin Katalaz Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırması

Yapılan varyans analizi sonucunda elde edilen “tanımlama” tablosu Tablo 4.60’da, Varyans analiz sonucu Tablo 4.61’de ve Duncan testi sonuçları Tablo 4.62’de verilmiştir.

Tablo 4.60: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin tanımlama tablosu

Katalaz Enzimi (ml/5 g)	Ortalama	Std.Sapma	Std.Hata	% 95 güven aralığı		Minimum	Maximum
				Alt sınır	Üst sınır		
Tarım	11,9584	3,25764	,84112	10,1544	13,7624	7,58	17,13
Orman	15,9653	2,52005	,65067	14,5697	17,3608	12,33	21,05
Mera	8,0782	2,15780	,55714	6,8832	9,2731	4,19	12,35
Ortalama	12,0006	4,18127	,62331	10,7444	13,2568	4,19	21,05

Tablo 4.61: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin varyans analizi sonucu

Katalaz Enzimi (ml/5 g)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata
Gruplar Arası	,023	2	,012	20,710	,000
Gruplar İçi	,024	42	,001		
Toplam	,047	44			

Tablo 4.62: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin katalaz enzim aktivitesinin duncan testi sonuçları

Katalaz Enzimi (ml/5 g)	Değer	Gruplar		
Mera	8,0782	a		
Tarım	11,9584		b	
Orman	15,9653			c

Tanımlama tablosuna göre güney bakıda 5-10 cm derinliğindeki orman topraklarında tespit edilen katalaz enzim aktivitesi seviyesinin, mera topraklarında belirlenen katalaz enzim aktivitesi seviyesinin 2 katına yakın olduğu görülmektedir. Tabloda görüldüğü üzere orman topraklarında tespit edilen katalaz enzim aktivitesi seviyesi tarım topraklarında belirlenen katalaz enzim aktivitesi seviyesinin yaklaşık 1,33 katı olarak hesaplanmıştır. Tarım topraklarında belirlenen katalaz enzim aktivitesi seviyesi mera topraklarında belirlenen katalaz enzim aktivitesi seviyesinin yaklaşık 1,48 katıdır. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, güney bakıdaki 5-10 cm derinliğindeki tarım, orman ve mera topraklarındaki katalaz enzim aktivitesinin % 99,9 güven düzeyinde farklılaştığı belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre güney bakıda 5-10 cm derinliğindeki tarım, orman ve mera topraklarındaki katalaz enzim aktivitesi değerlerinin her birisi ayrı bir grup oluşturmaktadır. Bu sonuçlara göre tarım, orman ve mera topraklarının her birisindeki

üreez enzim aktivitesi değerleri, diğerlerinden istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklıdır.

4.4.8. Güney Bakıdaki Tarım, Orman ve Mera Topraklarının, 5-10 cm Derinliğinin Üreez Enzim Aktivitesi Bakımından Karşılaştırması

Yapılan varyans analizi sonucunda elde edilen “tanımlama” tablosu Tablo 4.63’de, Varyans analiz sonucu Tablo 4.64’de ve Duncan testi sonuçları Tablo 4.65’de verilmiştir.

Tablo 4.63: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin üreez enzim aktivitesinin tanımlama tablosu

Üreez Enzimi (µgN.g-1)	Ortalama	Std.Sapma	Std.Hata	% 95 güven aralığı		Minimum	Maximum
				Alt sınır	Üst sınır		
Tarım	,0271	,01004	,00259	,0215	,0326	,02	,05
Orman	,0633	,03191	,00824	,0456	,0809	,03	,12
Mera	,0167	,00461	,00119	,0142	,0193	,01	,02
Ortalama	,0357	,02776	,00414	,0273	,0440	,01	,12

Tablo 4.64: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin üreez enzim aktivitesinin varyans analizi sonucu

Üreez Enzimi (µgN.g-1)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata
Gruplar Arası	,018	2	,009	23,589	,000
Gruplar İçi	,016	42	,000		
Toplam	,034	44			

Tablo 4.65: Güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının, 5-10 cm derinliğinin üreez enzim aktivitesinin duncan testi sonuçları

Üreez Enzimi (µgN.g-1)	Değer	Gruplar	
Mera	,0167	a	
Tarım	,0271		b
Orman	,0633		b

Tanımlama tablosunda görülebileceği üzere güney bakıda 5-10 cm derinliğindeki topraklarda en yüksek üreez enzim aktivitesi seviyesi orman topraklarında belirlenmiştir. Bu değer tarım topraklarında belirlenen üreez enzim aktivitesi seviyesi değerinin yaklaşık 2,34 ve mera topraklarında belirlenen üreez enzim aktivitesi seviyesinin 3,79 katı olarak hesaplanmaktadır. Tarım topraklarında belirlenen üreez

enzim aktivitesi seviyesinin de mera topraklarında belirlenen üreaz enzim aktivitesi seviyesinin yaklaşık 1,62 katı olduğu hesaplanmıştır.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, güney bakıda 5-10 cm derinliğindeki tarım, orman ve mera topraklarındaki üreaz enzim aktivitesinin % 99,9 güven düzeyinde farklılaştığı görülmektedir. Bu durum güney bakıda 5-10 cm derinliğindeki tarım, orman ve mera topraklarındaki üreaz enzim aktivitesi seviyesinin en az birisinin diğerlerinden en az % 99,9 güven düzeyinde farklılaştığını göstermektedir.

Duncan testi sonuçları incelendiğinde mera topraklarının bir grupta, tarım ve orman topraklarının ise diğer grupta yer aldığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre güney bakıda 5-10 cm derinliğindeki tarım ve orman toprakları, üreaz enzim aktivitesi değerleri arasında 2,34 kat fark bulunmasına rağmen birbirlerinden istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklı değildirler. Oysa mera topraklarındaki üreaz enzim aktivitesi, tarım ve orman topraklarındaki katalaz enzim aktivitesinden % 99,9 güven düzeyinde daha düşük değerlere sahiptir.

4.5.KORELASYON ANALİZİ BULGULARI

Üreaz ve katalaz enzimleri ile çalışılan toprak özelliklerinin birbirleriyle olan ilişki seviyelerini ve bu ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadıklarını belirlemek amacıyla SPSS 17.0 programı yardımıyla yapılan korelasyon analizi sonuçları Tablo 4.66'da verilmiştir.

Tablo 4.66:Korelasyon Analizi Sonuçları

	Katalaz	Üreaz	pH	EC ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	OM (%)	CaCO ₃ (%)	N (%)	P (ppm)
Üreaz	,490**							
pH	-0,094	,439**						
EC	0,102	0,094	-0,072					
OM	,291*	0,189	0,232	0,231				
CaCO ₃	-,309*	0,182	,576**	0,15	0,196			
N	,291*	0,189	0,232	0,231	1,000**	0,196		
P	0,07	-,321*	-,724**	,641**	-0,221	-,308*	-0,221	
K	,419**	-0,073	-,651**	,402**	0,15	-,333**	0,15	,638**

* % 95 güven düzeyi ile

** %99 güven düzeyi ile

*** % 99,9 güven düzeyi ile

Tablo değerleri incelendiğinde üreaz ve katalaz enzimlerinin birbirleriyle, bunun dışında üreaz enziminin pH ve bitkiye yarıyışlı fosfor (P) ile ilişkili olduğu görülmektedir. Üreaz enziminin katalaz ve pH ile ilişkisi % 99, fosfor (P) ile ilişkisi ise % 95 güven düzeyinde anlamlıdır. Katalaz enzimi ise üreaz dışında potasyum (K) ile % 99, organik madde (OM), kalsiyum karbonat (CaCO_3) ve azot (N) ile ise % 95 güven düzeyinde anlamlı ilişki içerisindedir. İstatistiki olarak en az % 95 güven düzeyindeki anlamlı ilişkilerden üreaz ile fosfor (P) ve katalaz ile de kalsiyum karbonat (CaCO_3) arasındaki ilişki negatif yönlü, diğer ilişkiler ise pozitif yönlüdür.

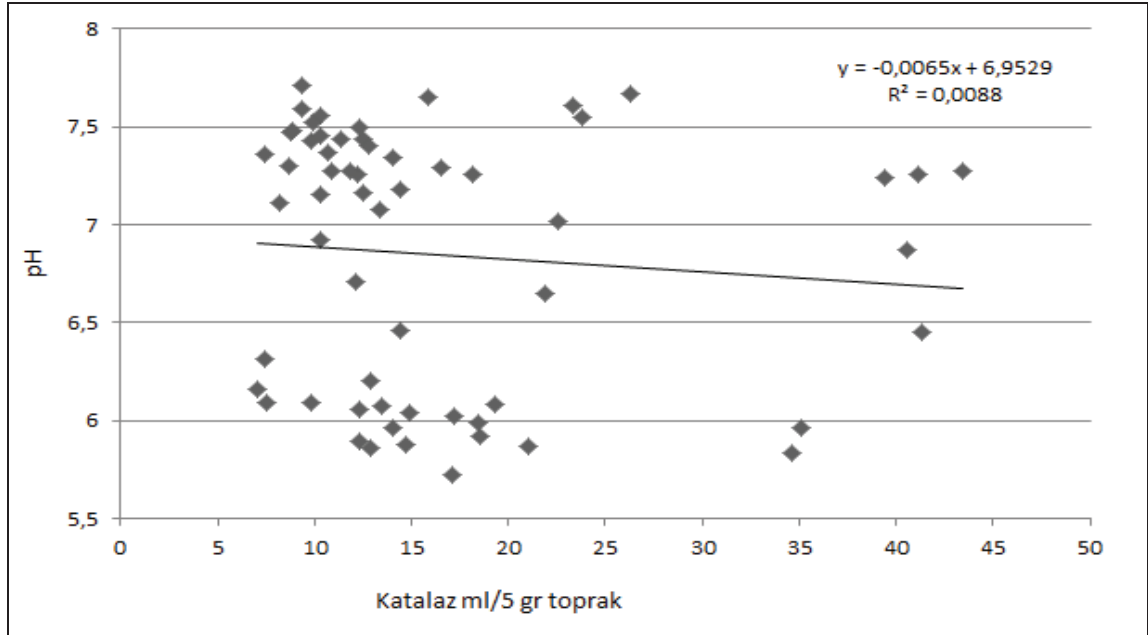
4.5.1.Katalaz ve Üreaz Enzim Aktiviteleri ile Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Katalaz ve üreaz enzimleri ile diğer toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin düzeyini belirlemek amacıyla yapılan analizler ve bu analizlerin sonuçlarını gösterir grafik her bir toprak özelliği için ayrı ayrı hazırlanmış ve yorumlanmıştır.

4.5.2.Katalaz ve Üreaz Enzim Aktiviteleri ile pH Arasındaki İlişki

Katalaz enzimi ile pH arasındaki korelasyon Şekil 4.67’de, üreaz enzimi ile pH arasındaki korelasyon ise Tablo 4.68’de verilmiştir.

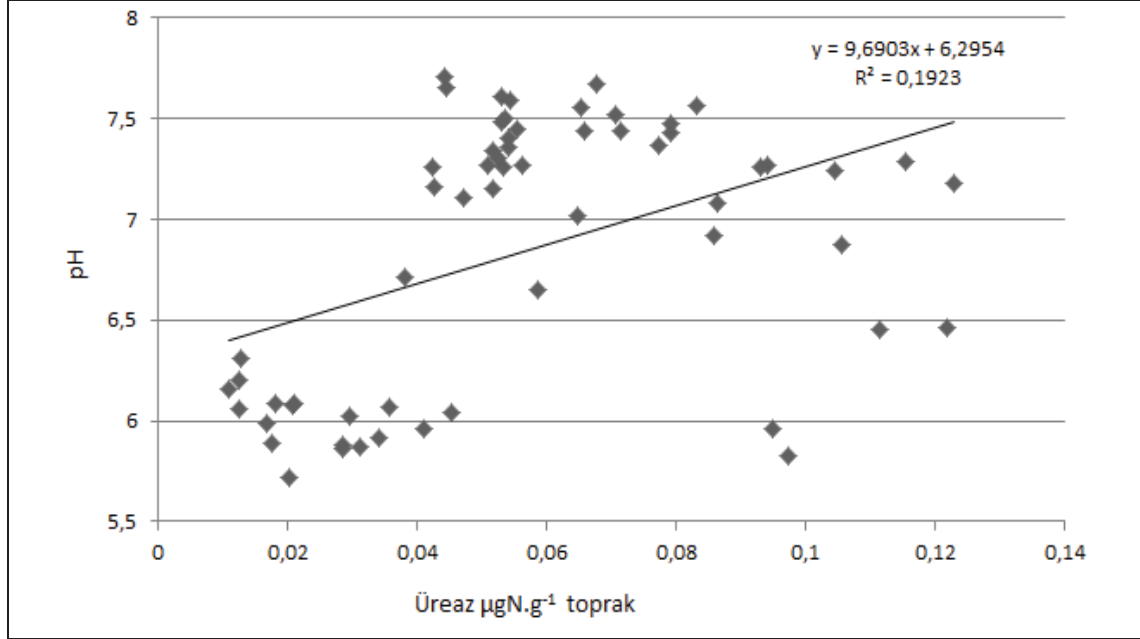
Tablo 4.67: Katalaz enzimi ile pH arasındaki ilişki



Katalaz enzim aktivitesi ile pH arasında $y=0,0065x + 6,9529$ formülü ile ifade edilen çok zayıf (-0,094) ve istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyini sağlayamayan

(istatistiki olarak anlamsız düzeyde) negatif yönlü bir ilişki tespit edilmiş, ilişkinin R^2 değeri 0,0088 olarak hesaplanmıştır. Bu veriler katalaz enzim aktivitesi ile pH arasında anlamlı düzeyde bir ilişki bulunmadığını göstermektedir.

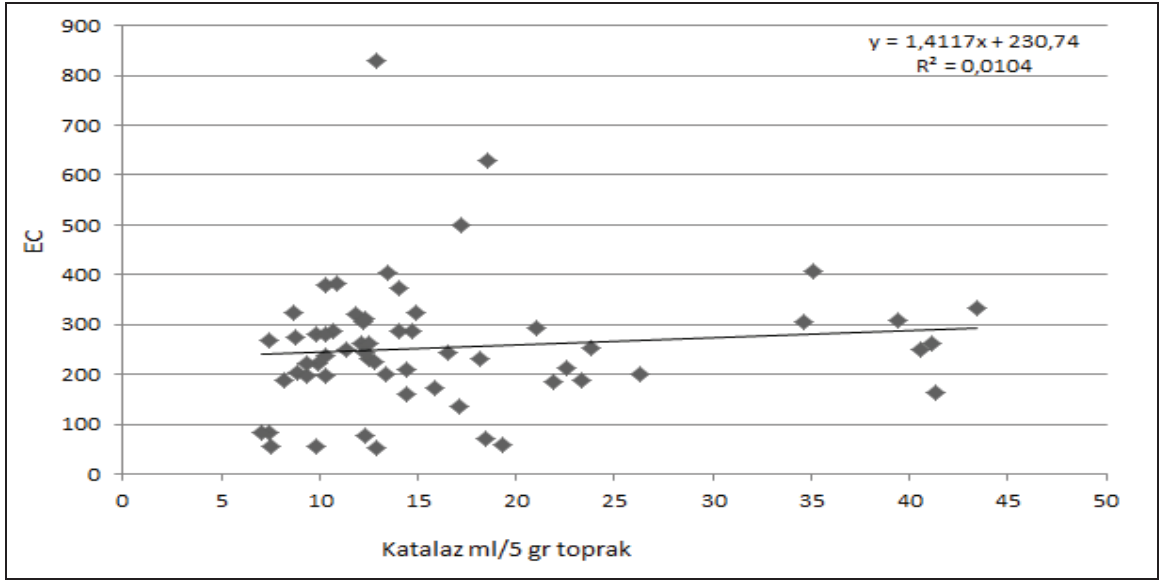
Tablo 4.68: Üreaz enzimi ile pH arasındaki ilişki



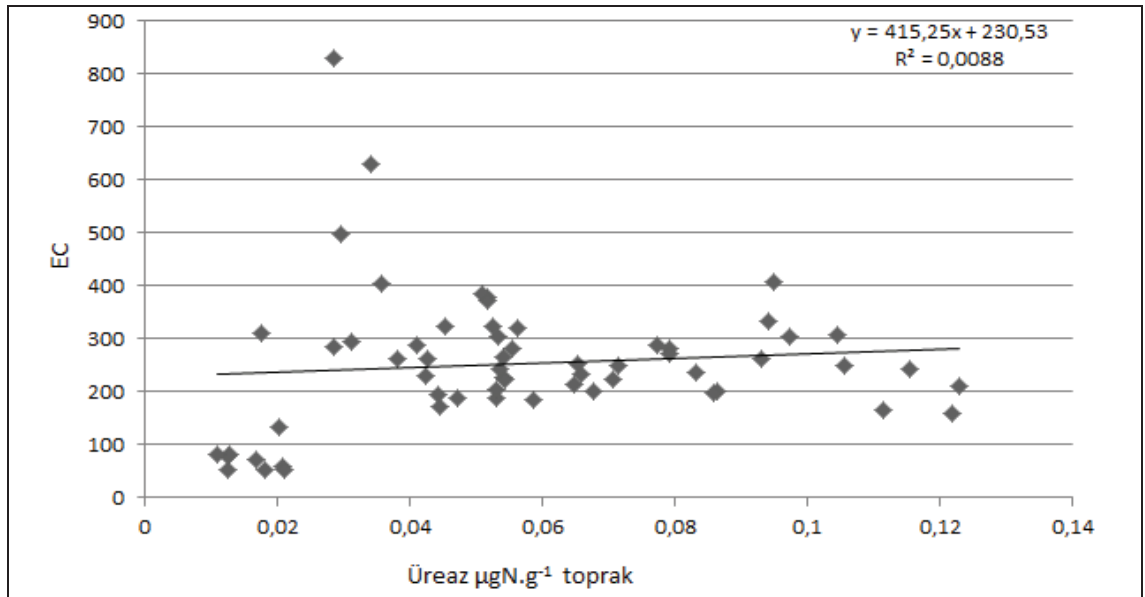
Üreaz enzim aktivitesinin pH'a bağlı olarak değişimini gösteren grafik incelendiğinde, üreaz enzim aktivitesi ile pH arasında istatistiki olarak % 99 güven düzeyinde anlamlı, kuvvetli (0,439) ve pozitif yönlü bir ilişki bulunduğu görülmektedir. Üreaz enzim aktivitesi ile pH arasındaki bu ilişkinin $y=9,6903x + 6,2954$ formülü ile ifade edilebildiği ve $R^2 = 0,1923$ olduğu hesaplanmıştır.

4.5.3.Katalaz ve Üreaz Enzim Aktiviteleri ile Elektriksel İletkenlik (EC) Arasındaki İlişki

Katalaz ve üreaz enzim aktiviteleri ile Elektriksel iletkenlik (EC) değerinin arasındaki ilişki gösterir grafik Tablo 4.69'da ve Tablo 4.70'de verilmiştir.

Tablo 4.69: Katalaz enzimi ile elektriksel iletkenlik (EC) arasındaki ilişki

Grafik ve hesaplanan değerler incelendiğinde katalaz enzim aktivitesi ile elektriksel iletkenlik değeri arasında çok zayıf ve pozitif yönlü bir ilişki olduğu ve R^2 değerinin 0,0104 olduğu hesaplanmıştır. Yapılan analizler sonucu katalaz enzim aktivitesi ile Elektriksel iletkenlik değeri arasındaki ilişkinin istatistiki olarak anlamsız düzeyde olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla katalaz enzim aktivitesi ile elektriksel iletkenlik değeri arasında bir ilişki bulunmadığı söylenebilir.

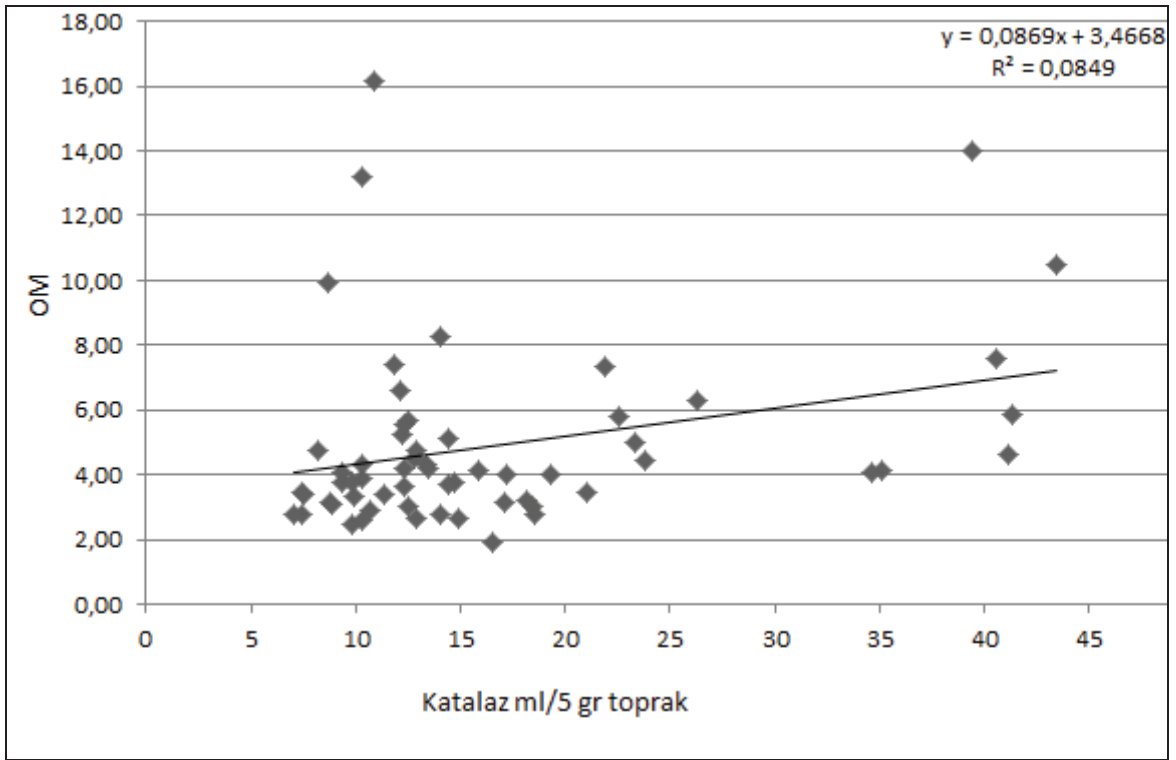
Tablo 4.70: Üreaz enzimi ile elektriksel iletkenlik (EC) arasındaki ilişki

Yapılan hesaplamalar sonucunda elektriksel iletkenlik değeri ile üreaz enzim aktivitesi arasındaki ilişkinin de katalaz enzim aktivitesinde olduğu gibi çok zayıf (0,094), pozitif yönlü ve istatistiki olarak anlamsız olduğu belirlenmiş, R^2 değerinin ise 0,0088 olduğu hesaplanmıştır.

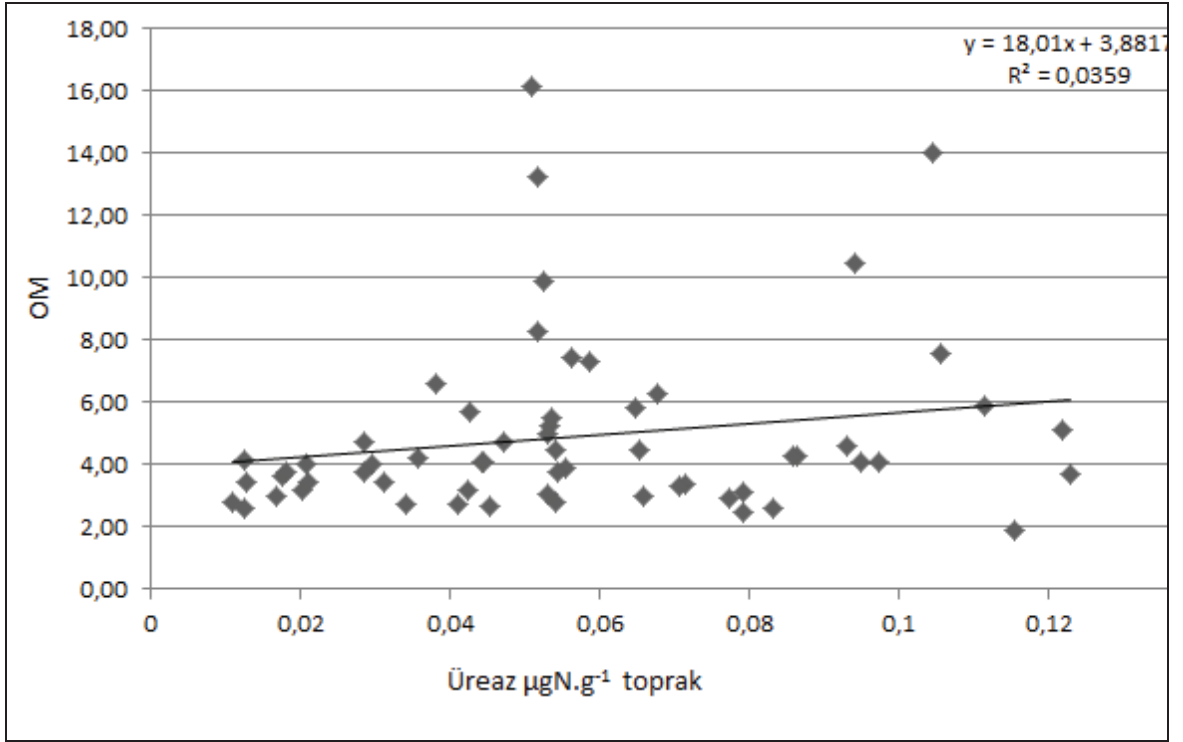
4.5.4. Katalaz ve Üreaz Enzim Aktiviteleri ile Organik madde (OM) Arasındaki İlişki

Katalaz enzimi ile organik madde (OM) arasındaki ilişki Tablo 4.71’de, üreaz enzimi ile organik madde (OM) arasındaki ilişki ise Tablo 4.72’de verilmiştir.

Tablo 4.71: Katalaz enzimi ile organik madde (OM) arasındaki ilişki



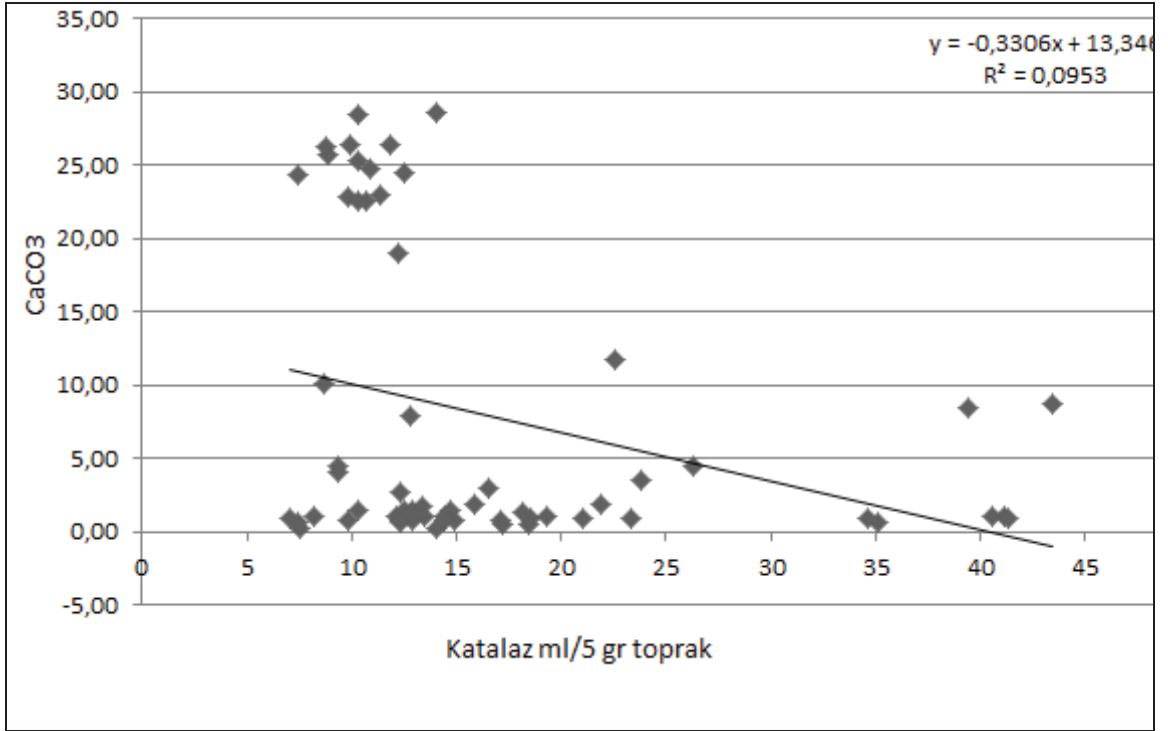
Katalaz enzim aktivitesi ile organik madde (OM) değeri arasında zayıf (0,291) ancak istatistiki olarak % 99 güven düzeyinde anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Katalaz enzim aktivitesi ile organik madde (OM) arasındaki bu ilişkinin $y=0,0869x + 3,4668$ formülü ile ifade edilebildiği ve R^2 değerinin 0,0849 olduğu hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre istatistiki olarak % 99 güven düzeyinde anlamlı olmak üzere katalaz enzim aktivitesi ile organik madde (OM) değeri arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunduğu söylenebilir.

Tablo 4.72: Üreaz enzimi ile organik madde (OM) arasındaki ilişki

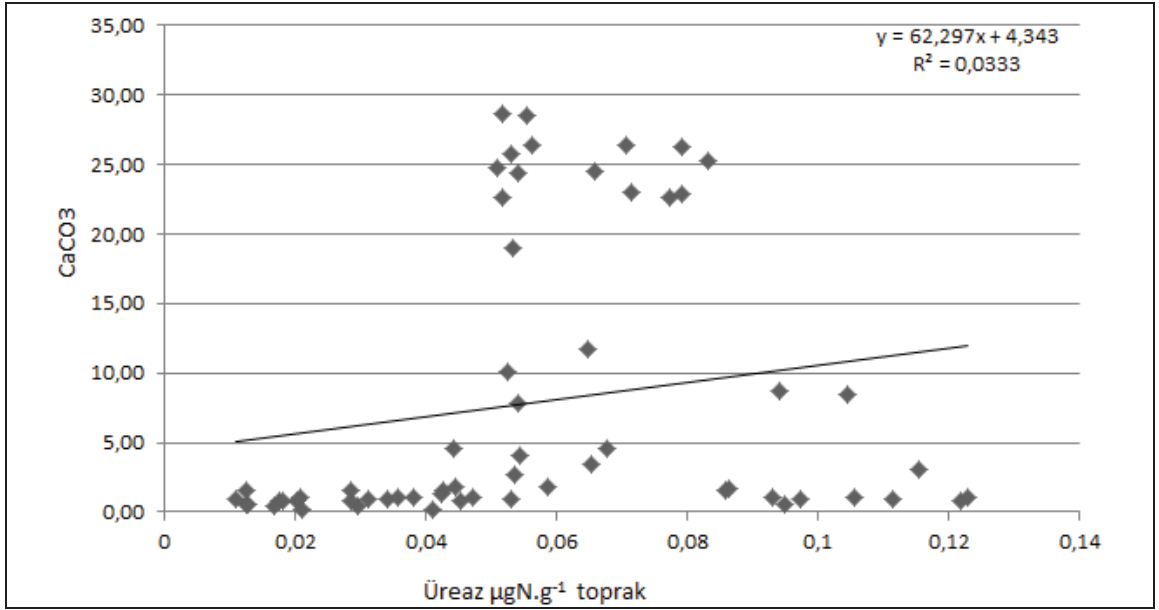
Üreaz enzim aktivitesi ile organik madde (OM) değeri arasındaki ilişkiyi gösterir grafik incelendiğinde aralarındaki ilişkinin pozitif yönlü ve çok zayıf olduğu, $R^2=0,0359$ olarak hesaplandığı ve aralarındaki ilişkinin istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyini sağlamadığı yani istatistiki olarak anlamsız olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre üreaz enzim aktivitesi ile organik madde (OM) değeri arasındaki istatistiki olarak anlamlı düzeyde bir ilişki bulunmadığı söylenebilir.

4.5.5.Katalaz ve Üreaz Enzim Aktiviteleri ile Kalsiyum karbonat (CaCO_3) Arasındaki İlişki

Kalsiyum karbonat (CaCO_3) ile hem üreaz, hem de katalaz enzim aktivitesi arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde ilişkiler bulunduğu belirlenmiş ve bu ilişkiler, katalaz enzim aktivitesi için Tablo 4.73’de, üreaz enzim aktivitesi için ise Tablo 4.74’de gösterilmiştir.

Tablo 4.73: Katalaz enzimi ile kalsiyum karbonat (CaCO_3) arasındaki ilişki

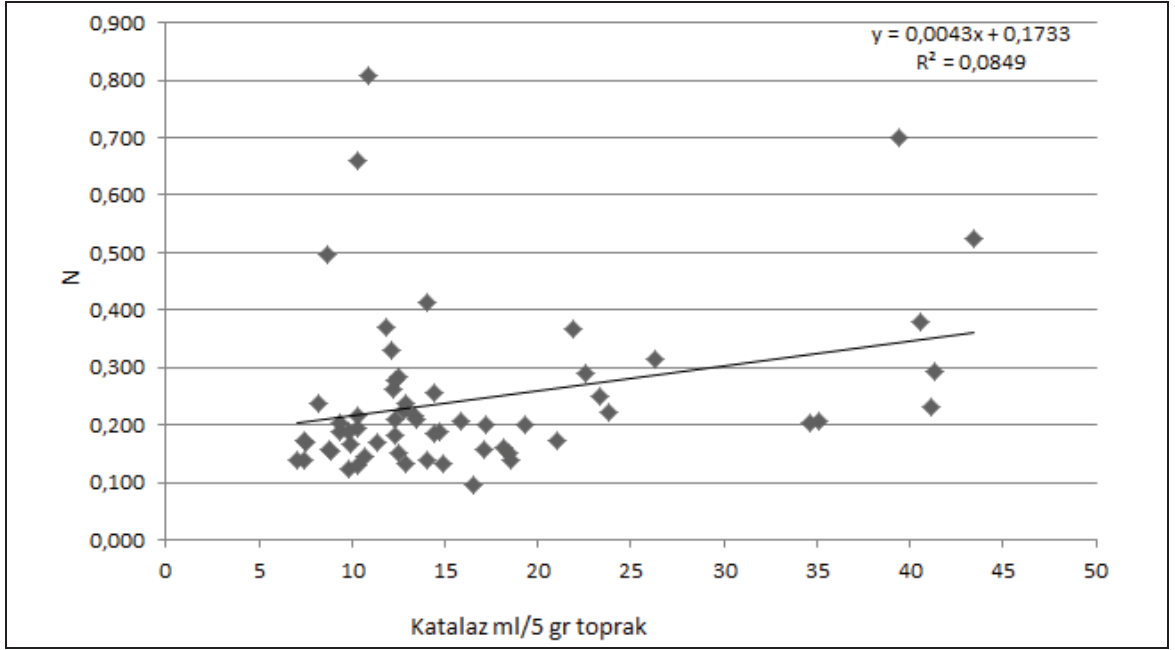
Katalaz enzim aktivitesi ile Kalsiyum karbonat (CaCO_3) arasında $y = -0,3306x + 13,346$ formülü ile ifade edilebilen zayıf ve negatif yönlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Katalaz enzim aktivitesi ile Kalsiyum karbonat (CaCO_3) arasındaki ilişki zayıf olmakla birlikte istatistiki olarak % 95 güven düzeyinde anlamlıdır. $R^2=0,0953$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.74: Üreaz enzimi ile kalsiyum karbonat (CaCO_3) arasındaki ilişki

Üreaz enzim aktivitesi ile kalsiyum karbonat (CaCO_3) arasındaki ilişkiyi gösteren grafik incelendiğinde aralarında pozitif yönlü, $y=62,297x + 4,343$ formülü ile ifade edilen bir ilişki bulunduğu bu korelasyonun istatistiki olarak % 99 güven düzeyinde anlamlı olduğu ve hesaplanan R^2 değerinin 0,0333 olduğu tespit edilmiştir.

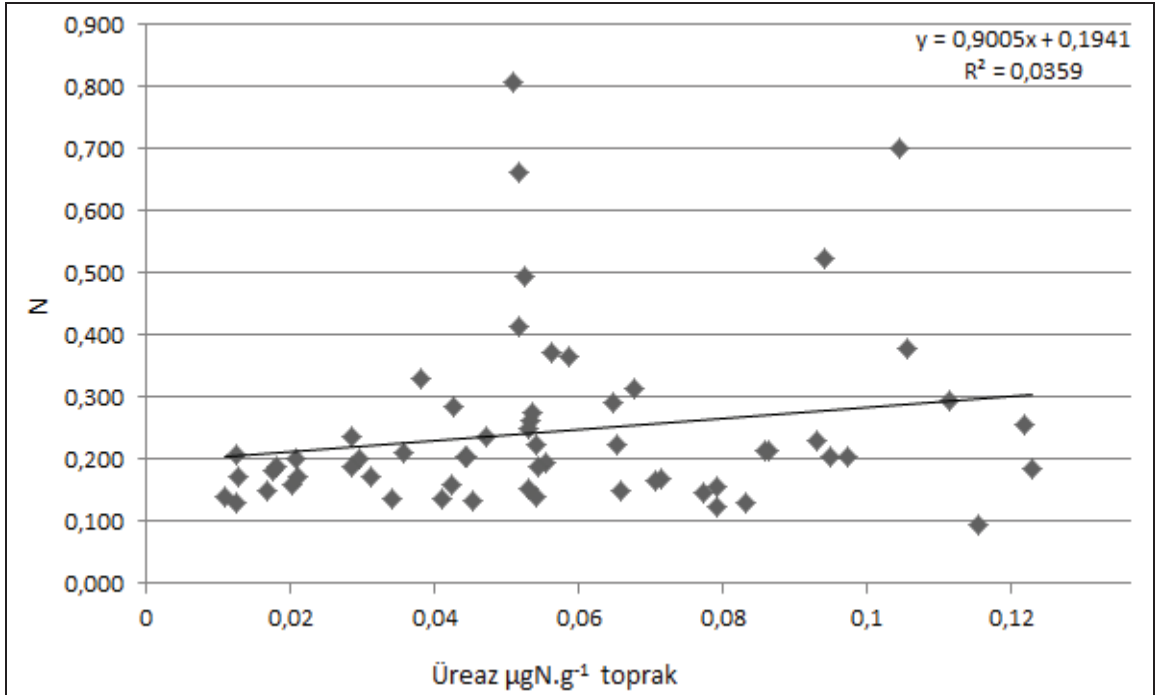
4.5.6. Katalaz ve Üreaz Enzim Aktiviteleri ile Toplam azot (N) Arasındaki İlişki

Katalaz enzim aktivitesi ile toplam azot (N) arasındaki ilişki düzeyini gösterir grafik Tablo 4.75’de, üreaz enzim aktivitesi ile toplam azot (N) arasındaki ilişki düzeyini gösterir grafik Tablo 4.76’de verilmiştir.



Tablo 4.75: Katalaz enzimi ile toplam azot (N) arasındaki ilişki

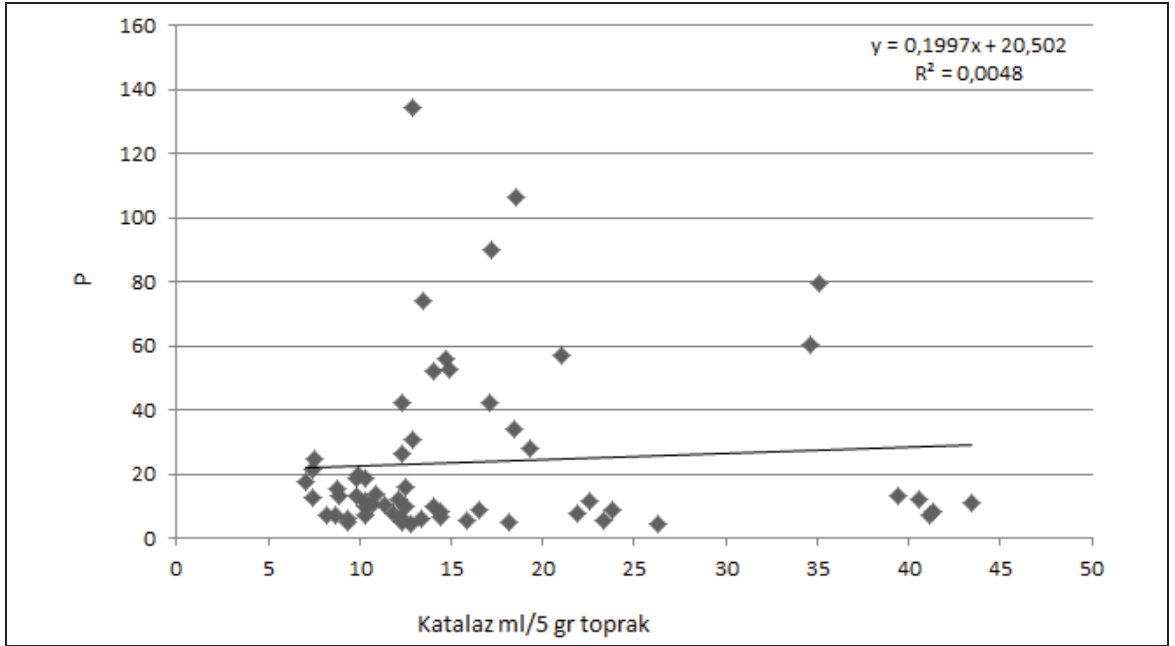
Katalaz enzim aktivitesi ile toplam azot (N) arasında istatistiki olarak % 99 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Grafikte görüleceği üzere bu ilişki $y = 0,0043x + 0,1733$ formülü ile ifade edilebilmektedir ve zayıf bir ilişkidir (0,291). $R^2 = 0,0849$ olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla katalaz enzim aktivitesi ile toplam azot (N) arasında pozitif yönlü ve zayıf ancak istatistiki olarak anlamlı düzeyde bir ilişki bulunduğu söylenebilir.

Tablo 4.76: Üreaz enzimi ile toplam azot (N) arasındaki ilişki

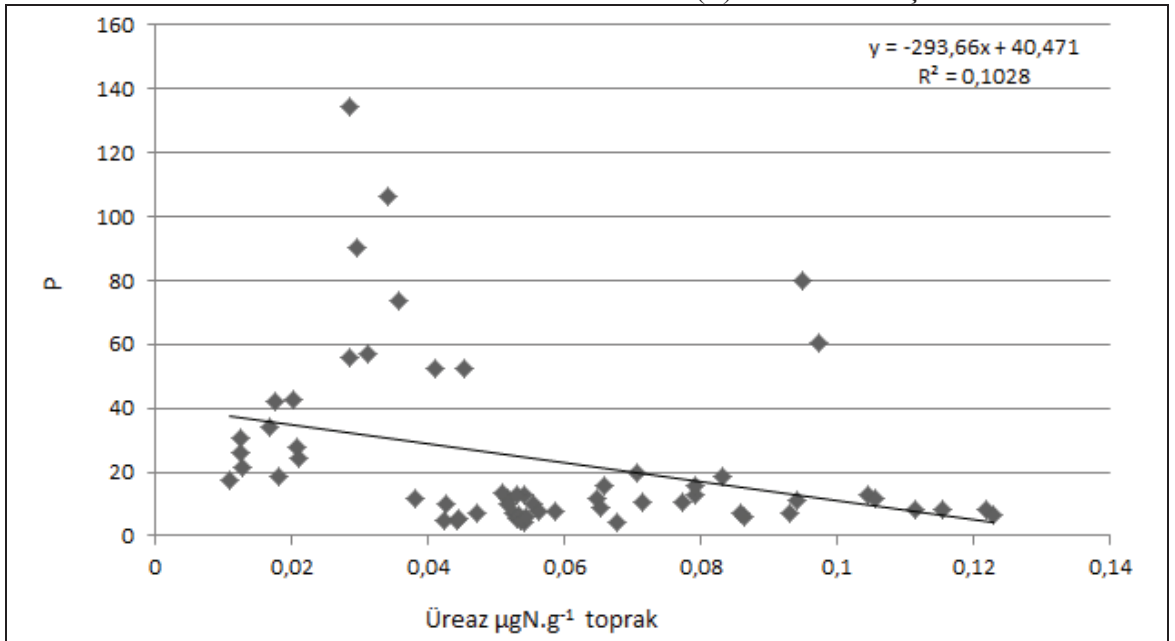
Grafikte görüldüğü üzere katalaz enzim aktivitesinin aksine üreaz enzim aktivitesi ile toplam azot (N) arasındaki ilişkinin oldukça zayıf (0,189) olduğu ve istatistiki olarak anlamsız düzeyde olduğu görülmektedir. Dolayısıyla üreaz enzim aktivitesi ile toplam azot (N) arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde bir ilişki bulunmadığı belirlenmiştir.

4.5.7.Katalaz ve Üreaz Enzim Aktiviteleri ile Bitkiye Yarayışlı Fosfor (P) Arasındaki İlişki

Fosfor (P) ile katalaz ve üreaz enzim aktiviteleri arasındaki ilişkinin negatif yönlü olduğu belirlenmiştir. Fosfor (P) ile enzim aktiviteleri arasındaki ilişki düzeyleri, yönleri ve formüllerini gösterir grafikler katalaz enzim aktivitesi için Tablo 4.77’de, üreaz enzim aktivitesi için Tablo 4.78’de verilmiştir.

Tablo 4.77: Katalaz enzimi ile fosfor (P) arasındaki ilişki

Katalaz enzim aktivitesi ile fosfor (P) arasında $y = 0,1997x + 20,502$ formülü ile ifade edilebilen, oldukça zayıf (0,07) ve pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Ancak bu ilişkinin istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyini sağlayamadığı yani istatistiki olarak anlamsız olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla katalaz enzim aktivitesi ile fosfor (P) arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde bir ilişki bulunmadığı söylenebilir.

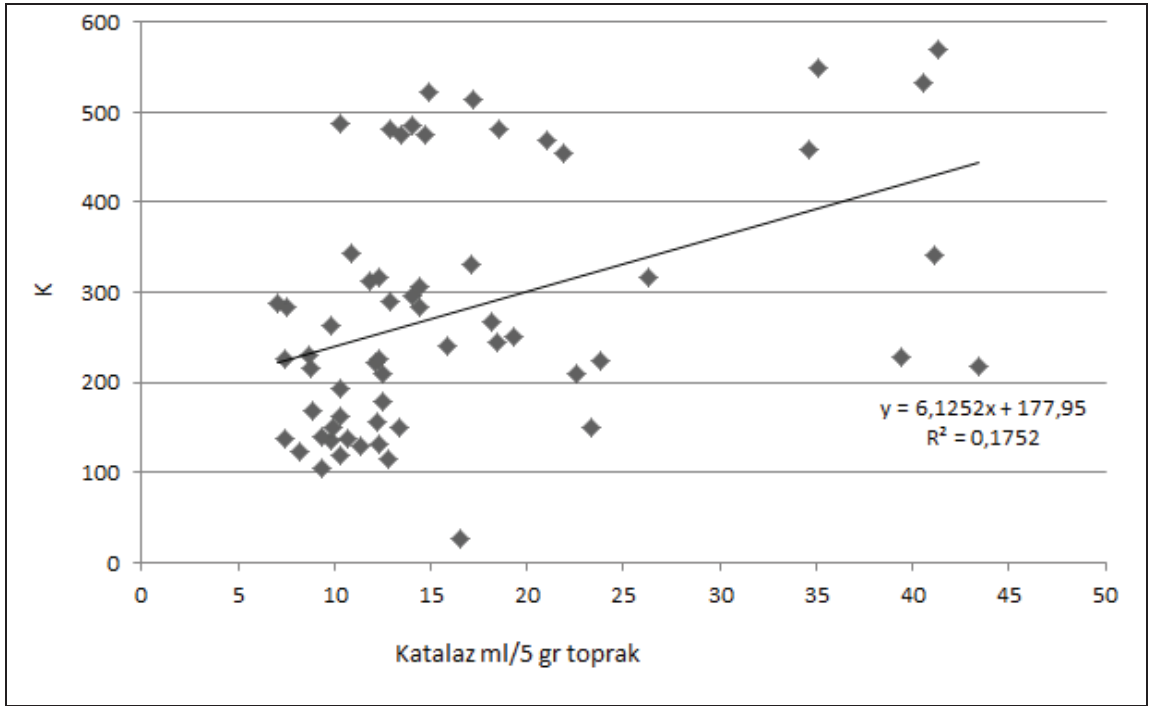
Tablo 4.78: Üreaz enzimi ile fosfor (P) arasındaki ilişki

Tablo incelendiğinde üreaz enzim aktivitesi ile fosfor (P) arasında istatistiki olarak % 99 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Ancak bu ilişki pozitif değil negatif yönlüdür. Yani topraktaki fosfor (P) oranının artması, üreaz enzim aktivitesini azaltmaktadır. Üreaz enzim aktivitesi ile fosfor (P) arasındaki bu ilişkinin $y = -293,66x + 40,471$ formülü ile ifade edilebildiği ve $R^2 = 0,1028$ olduğu hesaplanmıştır.

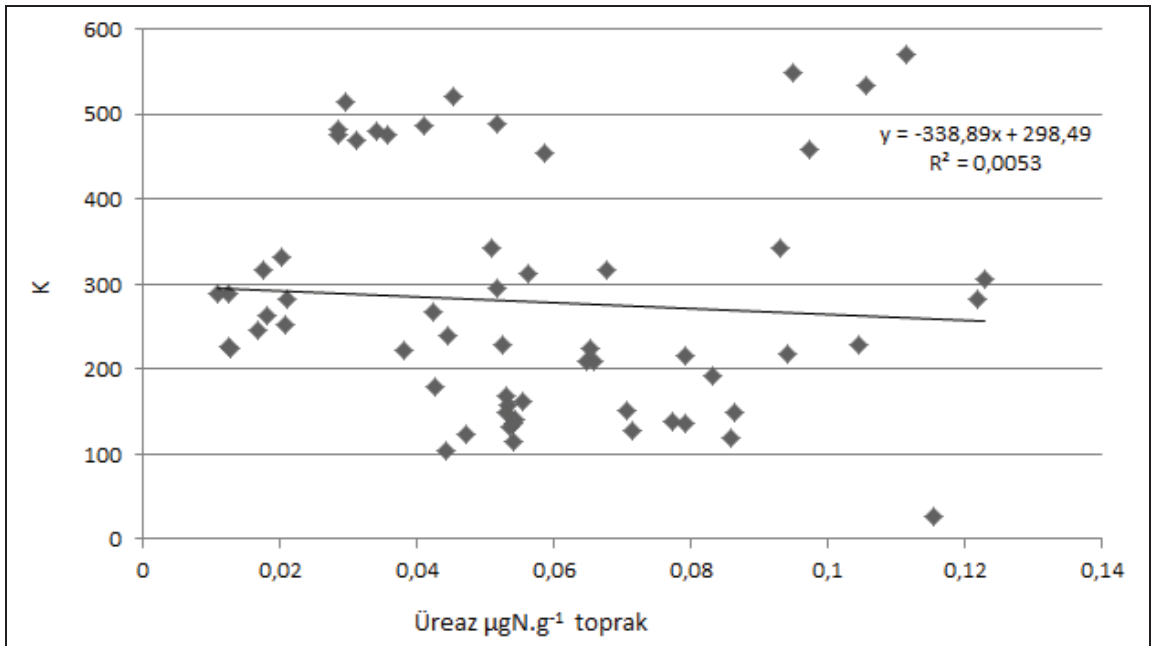
4.5.8.Katalaz ve Üreaz Enzim Aktiviteleri ile Potasyumun (K) Arasındaki İlişki

Katalaz enzim aktivitesi ile Potasyumun (K) arasındaki korelasyon Tablo 4.79’da, üreaz enzim aktivitesi ile K arasındaki korelasyon Tablo 4.80’de verilmiştir.

Tablo 4.79: Katalaz enzimi ile potasyumun (K) arasındaki ilişki



Katalaz enzim aktivitesi ile potasyumun (K) arasındaki ilişki incelendiğinde bu ilişkinin nispeten kuvvetli (0,419) ve istatistiki olarak % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Grafik üzerinde gösterildiği üzere katalaz enzim aktivitesi ile potasyumun (K) arasındaki ilişki $y = 6,1252x + 177,95$ formülü ile ifade edilebilmektedir, pozitifdir ve $R^2 = 0,1752$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.80: Üreaz enzimi ile potasyumun (K) arasındaki ilişki

Üreaz enzim aktivitesi ile potasyumun (K) arasında ise $y = -338,89x + 298,49$ formülü ile ifade edilebilen bir ilişki bulunmaktadır. Formülden anlaşılacağı üzere bu ilişki negatif yönlüdür ve oldukça zayıf (-0,073) ayrıca istatistikî olarak en az % 95 güven düzeyinde anlamlı değildir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. ARAŞTIRMA ALANLARINA AİT SONUÇLAR

Farklı arazi kullanım şekillerinin üreaz ve katalaz enzim aktiviteleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmış bu çalışmada 3 farklı alandan ve her alandan da 3 tekerrür olmak üzere toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri üzerinde yapılan analizlerin sonucunda elde edilen veriler SPSS paket programı yardımıyla değerlendirilmiştir.

Çalışmanın sonucunda, kum oranının en düşük güney bakıdaki tarım topraklarının 5-10 cm derinliğindeki kısmında (% 29,5), en yüksek ise kuzey bakıdaki mera topraklarının 5-10 cm derinliğindeki kısmında (% 56) tespit edildiği, çalışılan toprak örnekleri üzerinde ortalama kum oranının % 41,1 olduğu belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda kuzey bakıdaki toprakların kum oranı % 50,3 olarak bulunurken bu oran güney bakıdaki topraklarda % 31,9 olarak tespit edilmiştir.

Arazi kullanımına göre yapılan hesaplamalarda ise kum oranının orman topraklarında % 40,08 düzeyinde olduğu, bu oranın tarım topraklarında % 40,13'e, mera topraklarında ise % 43,1'e yükseldiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, arazi kullanımının topraktaki kum oranını belirgin düzeyde etkilemediğini göstermektedir. Benzer sonuçlar kum oranının derinliğe bağlı değişiminde de kendini göstermektedir. Toprağın 0-5 cm derinlik kademesinde % 40,25 olarak hesaplanan kum oranı, 5-10 cm derinlikte ise % 41,95 olarak hesaplanmıştır.

Çalışmanın yapıldığı toprak örneklerinde % kil oranının en düşük % 22,1 olduğu ve bu değer kuzey bakıdaki mera topraklarının 5-10 cm derinliğindeki kısmında elde edildiği, % kil oranının en yüksek % 49,1 olduğu ve bu değer güney bakıdaki mera topraklarının 5-10 cm derinliğindeki kısmında elde edildiği söylenebilir. Çalışılan toprakların ortalama % kil oranı % 35,47 olarak hesaplanmıştır. Bu değer mera topraklarında % 33,88, orman topraklarında % 34,35 ve tarım topraklarında % 38,2 olarak hesaplanmıştır. Kil miktarının farklı bakılardan alınan toprak örneklerinde oldukça değişken olduğu belirlenmiş, kuzey bakıda % 26,6 olarak hesaplanan % kil oranının kuzey bakıda % 44,35'e çıktığı tespit edilmiştir. Toprak derinliği bakımından ise önemli bir fark göze çarpmamaktadır. Toprağın 0-5 cm derinliğindeki kısmında %

36,12 olarak hesaplanan kil oranı, toprağın 5-10 cm derinliğindeki kısmında % 34,83 olarak hesaplanmıştır.

Topraktaki toz oranı ise % 19,8 (güney bakıdaki mera topraklarının 5-10 cm derinliğinde) ile % 27,7 (kuzey bakıdaki orman topraklarının 5-10 cm derinliğinde) arasında değiştiği ve ortalama % 23,45 olduğu hesaplanmıştır. Toz oranı arazi kullanımına göre orman topraklarında % 25,58 olarak bulunurken bu oranın mera topraklarında % 23,05'e ve tarım topraklarında % 21,73'e düştüğü tespit edilmiştir. Toz oranının değişimini en az etkilenen faktör ise toprak derinliği olup toprağın 0-5 cm derinliğinde % 23,65 olarak hesaplanan toz oranı, toprağın 5-10 cm derinliğinde % 23,25 olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen değerlere göre, kuzey bakıdan 30 farklı noktadan alınan toprakların 16 adedinin killi balçık, 14 adedinin balçıklı kil yapısında olduğu belirlenmiştir. Güney bakıdan 30 farklı noktadan alınan toprakların ise 20 adedinin kil ve 10 adedinin balçıklı killi yapıda olduğu tespit edilmiştir.

Orman topraklarının % 75'inin balçıklı kil, % 25'inin killi balçık, tarım topraklarının % 50'sinin balçıklı kil, % 50'sinin kil türünde, mera topraklarının ise % 50'sinin killi balçık, % 50'sinin kil türünde olduğu tespit edilmiştir.

Kuzey bakıdaki toprakların ortalama hacim ağırlık değeri $1,06 \text{ gr/cm}^3$, güney bakıda ise $1,09 \text{ gr/cm}^3$ olarak bulunmuştur. Bu değerler hacim ağırlığının bakıya bağlı olarak belirgin bir şekilde değişmediğini göstermektedir. Benzer durum toprak derinliği bakımından yapılan değerlendirmelerde de görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonucunda hacim ağırlık değerinin toprak derinliğine bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak anlamsız düzeyde olduğu belirlenmiştir. Toprakların 0-5 cm derinlikteki ortalama hacim ağırlık değerinin $1,04 \text{ gr/cm}^3$, 5-10 cm derinlikte ise $1,11 \text{ gr/cm}^3$ olduğu görülmüştür.

Farklı arazi kullanımına bağlı olarak ise ortalama hacim ağırlık değerinin orman topraklarında $0,73 \text{ gr/cm}^3$, tarım topraklarında $1,23 \text{ gr/cm}^3$ ve mera topraklarında $1,26 \text{ gr/cm}^3$ olduğu belirlenmiştir. Bu durum hacim ağırlık değerinin arazi kullanım şekline bağlı olarak belirgin bir şekilde değiştiğini göstermektedir. Özellikle killi topraklarda tanecik boyutunun küçülmesiyle yüzey alanı genişlemekte ve hacim ağırlığı artmaktadır (Başkan, 2004). Hacim ağırlığının mera alanlarında en yüksek, tarla ve orman ekosistemlerinde ise daha düşük olduğu görülmektedir. Demir, (2013) farklı kullanım altındaki toprakların kıvam limitleriyle bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkileri

belirlemek için yaptıkları çalışmada da benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Bu durum, mera olarak kullanılan alanlarda hayvan otlatması nedeniyle meydana gelen sıkışmadan kaynaklanmaktadır. Özellikle üst toprağın sürekli olarak işlenmesi nedeniyle tarım alanlarında mera alanlarına kıyasla daha düşük hacim ağırlığı değerleri beklenmelidir. Orman ekosistemlerinde ise üst topraktaki yüksek organik madde içeriği hacim ağırlığı değerlerinin daha düşük olmasına neden olmaktadır.

5.2.TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN FAKTÖRLERE BAĞLI OLARAK DEĞİŞİMİ

En düşük toprak reaksiyonu (pH) değeri güney bakıdaki tarım topraklarının 0-5 cm derinliğinde ölçülmüştür (pH 5,92). En yüksek pH değeri ise kuzey bakıdaki tarım topraklarının her iki derinlik kademesinde belirlenmiştir (pH 7,45). Toprak örneklerinin tamamı dikkate alındığında ortalama pH 6,84 olarak hesaplanmıştır. Kuzey bakıdaki toprakların tamamının pH'sının 7'den yüksek yani alkalen olduğu, buna karşın güney bakıdaki topraklardan sadece orman topraklarının 5-10 cm derinlik kademesindeki toprakların alkalen (pH= 7,17) diğer bütün toprakların ise pH'ının 7'den düşük yani asidik olduğu görülmektedir.

Kuzey bakıdaki toprakların ortalama pH'sı 7,33, güney bakıdaki toprakların ise pH 6,36 olarak tespit edilmiştir.

Arazi kullanım şekillerine göre değerlendirildiğinde, mera topraklarının pH 6,65, tarım topraklarının pH 6,7 olduğu, yani tarım ve mera topraklarının hafif asidik karakter gösterdiği, buna karşın orman topraklarının ise pH 7,19 ile hafif alkalen reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir. pH değerinin derinlik faktörüne bağlı olarak ise belirgin bir şekilde değişmediği, 0-5 cm toprak derinliğindeki 6,8 olan pH değerinin 5-10 cm toprak derinliğinde pH 6,89 olduğu görülmüştür. Oysa yapılan bir çalışmada üst toprakta pH değeri mera alanlarında 8.11-8.18, tarım alanlarında 8.18-8.36 ve orman alanlarında ise 8.26-8.28 değerleri arasında tespit edilmiştir. Aynı çalışmada alt toprakta ise pH değeri mera alanlarında 8.16-8.19, tarım alanlarında 8.19-8.40 ve orman alanlarında ise 8.26-8.28 olarak ölçülmüştür (Demir ve diğ., 2012). Oğuz ve Acar (2011) da çalışmalarında pH değerinin üst toprakta mera alanlarında 7.84-8.30, tarım alanlarında 7.95-8.06, meyve bahçesi alanlarında 7.16-7.79 ve orman alanlarında 7.32-7.65 arasında değiştiğini, alt toprakta ise mera alanlarında 8.00-8.05, tarım alanlarında 8.01-8.11 ve meyve bahçesi alanlarında 7.59-7.55 arasında ölçüldüğünü belirtmektedirler.

Farklı alanlardan, farklı bakılardan ve farklı derinlik kademelerinden alınmış olan toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik (EC) değerinin $79,0 \mu\text{S.cm}^{-1}$ ile $426,6 \mu\text{S.cm}^{-1}$ arasında değiştiği belirlenmiştir. Bakıya göre değerlendirildiğinde, kuzey bakıdaki topraklarda ortalama $264,05 \mu\text{S.cm}^{-1}$ olan elektriksel iletkenlik (EC) değeri güney bakıdaki topraklarda $244,13 \mu\text{S.cm}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Arazi kullanımına bağlı olarak ise değerler daha geniş bir aralıkta değişmektedir. Orman topraklarında ortalama $264 \mu\text{S.cm}^{-1}$ olarak ölçülen elektriksel iletkenlik (EC) değerinin tarım topraklarında $340,2 \mu\text{S.cm}^{-1}$ 'ye çıktığı, mera topraklarında ise $158,08 \mu\text{S.cm}^{-1}$ 'e düştüğü görülmektedir. Bu durum özellikle tarım alanlarında yapılan gübrelemeler ve orman topraklarının yüksek organik madde içeriğinden kaynaklanabilir. Ölçülen değerlere göre toprakların tuzluluk yönünden herhangi bir sorunu bulunmamaktadır (Tüzüner, 1990).

Demir ve diğ., (2012) nin çalışmalarında üst toprakta EC değeri mera alanlarında 212-287 $\mu\text{S/cm}$, tarım alanlarında 209-305 $\mu\text{S/cm}$ ve orman alanlarında 209-228 $\mu\text{S/cm}$ olarak hesaplanmıştır. Alt toprakta ise EC değeri mera alanlarında 203-245 $\mu\text{S/cm}$, tarım alanlarında 200-301 $\mu\text{S/cm}$, orman alanlarında 203-222 $\mu\text{S/cm}$ olarak hesaplanmıştır. Oğuz ve Acar (2011) ise EC değerinin üst topraklarda mera alanlarında 360-441 $\mu\text{S/cm}$, tarım alanlarında 420-624 $\mu\text{S/cm}$, meyve bahçesi alanlarında 401-677 $\mu\text{S/cm}$ ve orman alanlarında 401-491 $\mu\text{S/cm}$ arasında değişim gösterdiğini belirtmektedirler. Aynı çalışmada alt topraklarda ise EC değerinin mera alanlarında 329-408 $\mu\text{S/cm}$, tarım alanlarında 375-417 $\mu\text{S/cm}$ ve meyve bahçesi alanlarında 461-543 $\mu\text{S/cm}$ arasında değiştiği belirtilmektedir.

Toprak derinliğinin elektriksel iletkenlik (EC) değeri üzerine belirgin bir etkisi görülmemektedir. 0-5 cm derinliğindeki elektriksel iletkenlik değeri $260,43 \mu\text{S.cm}^{-1}$, 5-10 cm derinliğinde ise $247,75 \mu\text{S.cm}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Nitekim bu değerler varyans analizi sonuçları ile karşılaştırıldığında uyumlu olduğu görülmektedir. Arazi kullanımının elektriksel iletkenlik (EC) özellikleri üzerine % 99,9 güven düzeyinde etkili olduğu, toprak derinliğinin ise istatistiki olarak % 95 güven düzeyini sağlayamadığından istatistiki olarak anlamlı düzeyde etkili olmadığı anlaşılmaktadır.

Ortalama organik madde (OM) miktarı kuzey bakıda % 5,80, güney bakıda ise % 4,01 olduğu hesaplanmıştır. Arazi kullanım şekilleri dikkate alındığında ortalama organik madde (OM) değerinin orman topraklarında % 7,22, mera topraklarında % 4,14 ve tarım topraklarında % 3,36 olduğu belirlenmiştir. Bu durum orman ekosistemlerinde her yıl ölü örtüye ve dolayısıyla toprağa katılan organik maddeden kaynaklanmaktadır. Mera

topraklarında ise otlayan hayvanların dışkıları ile birlikte bir miktar organik maddenin toprağa karışması tarım topraklarına kıyasla daha fazla organik madde içeriğinin bulunmasının bir nedeni olabilir.

Organik madde miktarı 0-5 cm derinlikteki topraklarda ortalama % 5,75, 5-10 cm derinlikteki topraklarda ise % 4,06 olarak hesaplanmıştır. Bu durum organik maddenin üst toprakta biriktiğinin derinlere doğru ise azaldığının bir göstergesidir. Üst topraktaki yüksek organik madde içeriği ise her yıl üst toprağa katılan organik artıklardan kaynaklanmaktadır. Demir, (2012)'in yapmış olduğu bir çalışmada da en yüksek organik madde değerlerinin, orman ekosistemlerinde olduğunu, bunu tarım ve mera alanlarının izlediğini bildirmiştir. Erol ve Hızal (2006) çalışmalarında organik madde içeriğinin orman, tarım ve mera topraklarında sırasıyla %2.67, %2.05, %2.44 olduğunu ancak, bu değerler arasında istatistiki anlamda önemli bir fark bulunmadığını belirtmektedirler. Demir ve diğ., (2012) ise çalışmalarında üst toprak örneklerinin organik madde içeriğinin mera alanında % 2.6-3.4, tarım alanlarında %5.1-5.9 ve orman alanlarında %6.1-6.5 olduğunu belirtmektedir. Aynı çalışmada alt toprak örneklerinin organik madde içeriği mera alanında % 2.1-2.7, tarım alanlarında %4.2-4.9 ve orman alanlarında %5.4-5.9 olarak belirlenmiştir. Oğuz ve Acar (2011) çalışmalarında organik madde miktarının üst topraklarda mera alanlarında % 0.92-2.74, tarım alanlarında % 1.09-2.74, meyve bahçesi alanlarında % 0.76-1.70 ve orman alanlarında % 3.71-4.95 arasında, alt topraklarda ise mera alanlarında %0.80-1.68, tarım alanlarında % 0.10-0.83 ve meyve bahçesi alanlarında % 0.12-1.38 arasında değiştiğini belirtmektedirler.

Kalsiyum Karbonat (CaCO_3) değerleri % 0,63 ile % 25,59 gibi geniş bir aralıkta değişmektedir. En yüksek değer kuzey bakıda 5-10 cm derinlikteki orman topraklarında (% 25,59), en düşük değer ise güney bakıda, 5-10 cm derinlikteki mera topraklarında (% 0,63) bulunmuştur.

Bakıya göre genel olarak bir değerlendirme yapıldığında, kalsiyum karbonat (CaCO_3) miktarının belirgin bir şekilde değiştiği, güney bakıdaki ortalama % 1,09 olan değer, kuzey bakıda % 14,66'ya ulaştığı belirlenmiştir. Özellikle kuzey bakıdaki tarım topraklarındaki kireç fazlalığının örnek alım tarihinden bir yıl kadar önce tarla sahibi tarafından yapılan kireçli amonyum nitrat uygulamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu deęişim toprak derinlięi deęerlerine ise yansımamaktadır. Toprak örneklerinin genel olarak deęerlendirildięinde 0-5 cm derinlikteki topraklarda ortalama % 7,74 olarak hesaplanan kalsiyum karbonat (CaCO_3) deęeri, 5-10 cm derinlięindeki topraklarda % 8,02 olarak hesaplanmıřtır. Oysa topraklarda genel olarak kalsiyum karbonat (CaCO_3) deęerinin % 0,63 ile % 25,59 arasında deęiřtięi dūřünūldūęünde toprak derinlięine baęlı olarak geręekleřen deęiřimin oldukęa önemsiz olduęu sūylenebilir.

Farklı arazi kullanım şekillerine göre kalsiyum karbonat (CaCO_3) değeri belirgin bir şekilde değişmektedir. Tarım topraklarında % 1,95 olarak hesaplanan kalsiyum karbonat (CaCO_3) değerinin orman topraklarında % 8,82 ve mera topraklarında % 12,87 olduğu belirlenmiştir. Bu durum gübreleme uygulaması dışında arazi kullanım şeklinin etkisinden çok mevcut toprakların özelliğinden kaynaklanmaktadır. Nitekim yapılan bir ęalıřmada mera alanlarında kireğ iğeriği %59.67-62.65, tarım ve orman alanlarında sırasıyla %56.11-61.18 ve %83.04-98.66 arasında değiştiği tespit edilirken alt topraklarda mera alanlarında kireğ iğeriği %62.1-71.7, tarım alanlarında %44-64.6 ve orman alanlarında %90.4-96.9 arasında olduğu tespit edilmiştir (Demir ve dię., 2012). Oęuz ve Acar (2011) kireğ miktarının ūst topraklarda mera alanlarında % 44.44-50.00, tarım alanlarında % 51.85-59.26, meyve bahęesi alanlarında % 56.05-64.95, orman alanlarında % 48.25-49.5 arasında değiştiğini belirtmektedirler. Oęuz ve Acar (2011) kireğ miktarının alt topraklarda mera alanlarında % 44.44-50.00, tarım alanlarında %32.41-64.81 ve meyve bahęesi alanlarında % 53.82-66.81 arasında değişim gösterdiğini belirtmektedirler.

En dūřük toplam azot (N) miktarı kuzey bakıdaki tarım topraklarının 0-5 cm ve 5-10 derinliğinde (% 0,14-% 0,164) bulunmuştur. Kuzey ve güney bakıdaki orman topraklarının 0-5 cm derinliğinden alınan toprak örnekleri) en yüksek azot iğeriklerine sahiptir (% 0,638-% 0,317).

Kuzey bakıdaki topraklarda ortalama % 0,29 olan toplam azot (N) değeri güney bakıdaki topraklarda % 0,20 olarak hesaplanmıştır. Toplam azot (N) değeri arazi kullanımına bağlı olarak daha geniş bir aralıkta seyretmektedir. Orman topraklarında ortalama % 0,36 olarak hesaplanan toplam azot (N) değerinin, mera topraklarında % 0,21'e ve tarım topraklarında ise % 0,17'ye dūřtüęü belirlenmiştir. Bu durum orman ekosistemlerinde her yıl toprağa ulaşan organik artıklar ile mera alanlarındaki hayvan dışkılarından kaynaklanmaktadır. Toprakların azot iğeriği ile organik madde miktarı

arasında genellikle pozitif bir ilişki bulunmakta, organik madde miktarının artışı ile azot içeriği de yükselmektedir.

Toprak derinliğinin toplam azot (N) değeri üzerine gerek orman, mera gerekse de tarım alanlarında belirgin bir etkisi görülmemektedir. 0-5 cm derinliğindeki topraklarda % 0,29 olarak hesaplanan toplam azot (N) değeri 5-10 cm derinliğindeki topraklarda % 0,20 olarak hesaplanmaktadır. Oğuz ve Acar (2011) Azot miktarının üst topraklarda mera alanlarında % 0.12-0.14, tarım alanlarında % 0.02-0.05, meyve bahçesi alanlarında % 0.16-0.22 ve orman alanlarında % 0.24-0.28 arasında değişim gösterdiğini, bu değişimin alt topraklarda mera alanlarında % 0.06-0.13, tarım alanlarında % 0.02-0.04 ve meyve bahçesi alanlarında % 0.11-0.28 arasında olduğunu belirtmektedirler.

Toprak örneklerinin en yüksek fosfor (P) içeriklerinin güney bakıda, 0-5 cm derinlikteki tarım topraklarında 78,62 ppm olduğu, kuzey bakıda, 5-10 cm derinlikteki mera topraklarında ise 6,26 ppm'e düştüğü belirlenmiştir. Fosfor değerinin kuzey bakıda ortalama 10,25 ppm, güney bakıda ise 37,36 ppm'e yükseldiği belirlenmiştir. Arazi kullanım şekillerine göre ortalama fosfor değeri orman topraklarında 8,11 ppm, mera topraklarında 18,25 ppm ve tarım topraklarında 45,06 ppm olduğu hesaplanmıştır. Derinlik dikkate alındığında ortalama fosfor değeri 0-5 cm derinlikteki topraklarda 25,69 ppm, 5-10 cm derinlikteki topraklarda ise 21,92 ppm olarak bulunmuştur. Oğuz ve Acar (2011) çalışmalarında yarıyıllı fosfor miktarının üst topraklarda mera alanlarında 1,82-2,60 ppm, tarım alanlarında 2,23-4,12 ppm, meyve bahçesi alanlarında 26,67-41,15 ppm ve orman alanlarında 12,87-29,50 ppm arasında değiştiğini belirtmektedirler. Aynı çalışmada alt topraklarda ise yarıyıllı fosfor kapsamı mera alanlarında 4,12-42,30 ppm, tarım alanlarında 3,54-10,53 ppm ve meyve bahçesi alanlarında 10,53-38,88 ppm arasında ölçülmüştür.

Toprakların potasyumun (K) içeriğinin bakıya bağlı olarak belirgin bir şekilde değiştiği görülmektedir. Sadece kuzey bakıdaki orman topraklarının 0-5 cm derinliğinde potasyumun (K) değerinin, güney bakıdaki potasyumun (K) değerlerden yüksek olduğu, bunun dışında kuzey bakıdaki bütün değerlerin güney bakıdaki değerlerin tamamından düşük olduğu görülmektedir.

Potasyumun (K) değeri kuzey bakıda ortalama 192,82 ppm, güney bakıda 365,72 ppm olarak hesaplanmıştır.

Arazi kullanımına bağlı olarak potasyumun değişimine bakıldığında, en düşük potasyum değerinin mera topraklarında (217,15 ppm) olduğu, bunu orman topraklarının

(293,03 ppm) takip ettiği ve tarım topraklarının ise en yüksek değere (327,63 ppm) sahip olduğu görülmektedir. Toprak derinliğine bağlı olarak yapılan hesaplamalarda ise 0-5 cm toprak derinliğinde 313,88 ppm olarak hesaplanan Potasyum değerinin 5-10 cm derinliğindeki topraklarda 244,65 ppm'e düştüğü belirlenmiştir. Oğuz ve Acar (2011) da üst toprakta elverişli potasyum miktarının mera alanlarında 449,14-639,05 ppm, tarım alanlarında 364,00-502,61 ppm, meyve bahçesi alanlarında 189,74-238,78 ppm ve orman alanlarında 152,08-354,01 ppm arasında, alt topraklarda ise mera alanlarında 333,89-435,80 ppm, tarım alanlarında 270,26-354,84 ppm ve meyve bahçesi alanlarında 130,67-161,68 ppm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

5.3.KATALAZ VE ÜREAZ ENZİM AKTİVİTELERİNE AİT SONUÇLAR

Yapılan T testi sonuçlarına göre kuzey bakıda mera topraklarındaki katalaz enzim aktivitesi seviyesi 0-5 cm toprak derinliği ile 5-10 cm toprak derinliği arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılıklar bulunmaktadır. Yine katalaz enzim aktivitesi seviyesi bakımından güney bakıdaki tarım, orman ve mera topraklarının tamamında 0-5 cm toprak derinliği ile 5-10 cm toprak derinliği arasında T testi sonuçlarına göre istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılıklar bulunmaktadır.

Kaptanoğlu Berber ve Namlı, (2014) toprak derinliğinin üreaz enzim aktivitesi üzerine etkili olduğunu belirtmişlerdir. Türkmen ve diğ., (2013) çalışmalarında farklı yöntemlerle ıslah edilen meralarda farklı derinlik kademelerinde üreaz enzim aktivitesinin değiştiğini, 0-15 cm derinlikten alınan topraklardaki ortalama üreaz enzim aktivitesinin 15-30 cm derinlikten alınan topraklardaki üreaz enzim aktivitesinden yaklaşık % 42 daha fazla olduğunu belirtmektedirler. Aynı çalışmada 0-15 cm derinlikten alınan topraklardaki ortalama katalaz enzim aktivitesinin de yine 15-30 cm derinlikten alınan topraklardaki katalaz enzim aktivitesinden yaklaşık % 22 daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Her iki enzim aktivitesinin toprak derinliğine bağlı değişimi istatistiki olarak anlamlı düzeyde bulunmuştur. Türkmen ve diğ., (2013) çalışmalarında farklı toprak kullanımının katalaz enzim aktivitesi üzerindeki etkisi belirlenmiş ve çalışma sonucunda kontrol grubunda $7,42 \text{ mg O}_2 \text{ 5 g}^{-1}$ toprak olarak tespit edilen katalaz enzim aktivitesinin; 15 yıl önce ıslah edilen topraklarda $6,83 \text{ mg O}_2 \text{ 5 g}^{-1}$ toprak, ot öldürücü ile çalılar öldürülen topraklarda $3,72 \text{ mg O}_2 \text{ 5 g}^{-1}$ toprak, dozerle çalılar sökülen topraklarda $6,69 \text{ mg O}_2 \text{ 5 g}^{-1}$ toprak ve uzun yıllar tarım yapılmaktayken yeniden ıslah edilen mera alanlarında da $5,72 \text{ mg O}_2 \text{ 5 g}^{-1}$ toprak düzeyinde olduğu

tespit edilmiştir. Li ve diğ., (2014) ise çalışmalarında ağaçlandırma alanı, doğal orman, çalılık, çimenlik, teras, çölleşmekte olan kayalık alan ve tarım arazilerinde katalaz enzim aktivitesinin ortalama 2,0 mL 0.1 mol/L $\text{KMnO}_4/\text{g/h}$ seviyesi civarında olduğunu ve istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaşmadıklarını belirtmektedirler.

Zhao ve diğ., (2012) farklı toprakların farklı derinliklerindeki üreaz enzim aktivitelerini karşılaştırmışlar, toprakların 0-10, 10-20, 20-30 ve 30-40 cm derinliklerinden örnekler alarak üreaz enzim aktivitesini belirlemişlerdir. Çalışmada en yüksek üreaz enzim aktivitesi orman topraklarının 0-10 cm derinliğinde olduğu ve bu topraklarda üreaz enzim aktivitesinin 0.12 to 1.29 mg g^{-1} arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda orman topraklarında ve parklarda derinlik arttıkça üreaz enzim aktivitesinin düştüğü belirlenmiştir. Çiftlik topraklarında, cadde ağaçlandırması ve yol ağaçlandırması yapılan alanlarda ise üreaz enzim aktivitesinin toprak derinliğine bağlı olarak değişimi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Türkmen ve diğ., (2013) çalışmasında ise toprak derinliğinin katalaz enzim aktivitesi üzerine etkisi istatistiki olarak %99 güven düzeyinde anlamlı bulunmuş ve 0-15 cm derinliğindeki topraklarda katalaz enzim aktivitesi 6,67 $\text{mg O}_2 \text{ 5 g}^{-1}$ toprak olarak tespit edilen katalaz enzim aktivitesinin 15-30 cm derinliğindeki topraklarda 5,48 $\text{mg O}_2 \text{ 5 g}^{-1}$ toprak düzeyine gerilediği tespit edilmiştir.

Arazi kullanımının üreaz ve katalaz enzim aktivitesi üzerindeki etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre ise hem kuzey, hem de güney bakıda, katalaz ve üreaz enzim aktivitesi arazi kullanımına göre belirgin bir şekilde farklılaşmaktadır. Oluşan bu farklılaşmaların tamamı istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde anlamlıdır.

Varyans analizi sonuçları ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplaşmalar incelendiğinde kuzey bakıda 0-5 cm derinliğindeki topraklarda en yüksek üreaz enzim aktivitesinin mera topraklarında belirlendiği bunu orman toprakları ve tarım topraklarının takip ettiği görülmüştür. Tarım, orman ve mera topraklarının her biri ayrı bir grup oluşturmaktadır. Bir başka ifade ile her biri diğerinden farklı düzeyde üreaz enzim aktivitesine sahiptir.

Kuzey bakıdaki toprakların 5-10 cm derinlik kademesinde üreaz enzim aktivitesi en yüksek tarım topraklarında tespit edilmiş, orman ve mera toprakları ise aynı homojen grupta yer almıştır.

Güney bakıda ise üreaz enzim aktivitesi bakımından en yüksek değerler her iki derinlik kademesinde de orman topraklarında belirlenmiş, orman topraklarını tarım ve mera toprakları takip etmiştir. Bu sonuçlar üreaz enzim aktivitesi üzerinde arazi kullanımının belirgin ve istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde etkili olduğunu göstermektedir.

Li ve diğ., (2014) ağaçlandırma alanı, doğal orman, çalılık, çimenlik, teras, çölleşmekte olan kayalık alan ve tarım arazilerini üreaz enzim aktivitesi yönünden karşılaştırmış, sadece ağaçlandırma alanlarında belirlenen üreaz enzim aktivitesinin diğerlerinden yüksek olduğunu, diğer alanlarda istatistiki olarak anlamlı düzeyde fark bulunmadığını tespit etmişlerdir. Li ve diğ., (2014) çalışmalarında ağaçlandırma alanında üreaz enzim aktivitesinin ortalama $0,20-0,25 \mu\text{g NH}_4^+ \text{-N/g/h}$ düzeyinde olduğunu, doğal orman, çalılık, çimenlik, teras, çölleşmekte olan kayalık alan ve tarım arazilerinde ise $0,15 \mu\text{g NH}_4^+ \text{-N/g/h}$ seviyesinin altında kaldığını belirtmektedirler.

Wang ve diğ., (2012) çalışmalarında vejetasyon tipinin üreaz enzim aktivitesi üzerine etkisini belirlemişler ve en yüksek üreaz enzim aktivitesinin *Caragana Korshinskii* ile kaplı alanlarda, en düşük üreaz enzim aktivitesinin ise çayırılık alanlarda tespit edildiğini bildirmişlerdir. Wang ve diğ., (2012) bu çalışmada *Caragana Korshinskii* ile kaplı alanlarda üreaz enzim aktivitesi seviyesinin $55 \mu\text{mol NH}_3^+ \text{-N/g}$ toprak seviyesinin üzerinde olduğunu ancak çayırılık alanlarda $15 \mu\text{mol NH}_3^+ \text{-N/g}$ toprak seviyesine kadar gerilediğini belirtmektedirler.

Çalışmamızda da özellikle güney bakıda en yüksek üreaz enzim aktivitesi seviyesi orman topraklarında belirlenmiştir. Arazi kullanımının üreaz enzim aktivitesi üzerine etkili olduğu bilinmektedir. Kaptanoğlu Berber ve Namlı, (2014) toprak kullanımının üreaz enzim aktivitesi üzerine etkili olduğunu, çıplak alanlarda $0,19 \mu\text{g N g}^{-1}$ olan üreaz enzim aktivitesinin 10 yıllık plantasyon ormanlarında $0,15 \mu\text{g N g}^{-1}$ seviyesinde ve 23 yıllık plantasyon ormanlarında $0,24 \mu\text{g N g}^{-1}$ seviyesinde olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada bu değerler istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklı bulunmuştur.

Türkmen ve diğ., (2013) çalışmalarında farklı toprak kullanımının üreaz enzim aktivitesi üzerindeki etkisi belirlenmiş ve çalışma sonucunda kontrol grubunda $40,24 \text{ mg NH}_3\text{-N } 100 \text{ g}^{-1}$ toprak olarak tespit edilen katalaz enzim aktivitesinin; 15 yıl önce ıslah edilen topraklarda $34,18 \text{ mg NH}_3\text{-N } 100 \text{ g}^{-1}$ toprak, ot öldürücü ile çalıları öldürülen topraklarda $31,48 \text{ mg NH}_3\text{-N } 100 \text{ g}^{-1}$ toprak, dozerle çalıları sökülen topraklarda $40,07 \text{ mg NH}_3\text{-N } 100 \text{ g}^{-1}$ toprak ve uzun yıllar tarım yapılmaktayken

yeniden ıslah edilen mera alanlarında da 38,89 mg $\text{NH}_3\text{-N}$ 100 g^{-1} toprak düzeyinde olduğu tespit edilmiştir.

Kaptanoğlu Berber ve Namlı, (2014) arazi kullanımının bazı toprak özelliklerini ve dolayısıyla toprağın yapısını etkilediğini ve bunun da üreaz enzim aktivitesini etkilediğini belirtmektedirler. Bu durum özellikle organik madde içeriği, toprak sıkışması gibi toprak özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

Udawatta ve diğ., (2008) ölü örtü değişkenliğinin enzim aktivitelerini etkilediğini, bu alanlarda enzim aktivitelerinin daha yüksek olduğunu belirtmektedirler.

Kızılkaya ve Dengiz (2010) de bu sonucu desteklemekte ve üreaz enzim aktivitesi ile organik madde arasında pozitif yönlü bir korelasyon bulunduğunu belirtmektedirler. Ancak, Kaptanoğlu Berber ve Namlı, (2014) yaptıkları araştırmada organik madde ile üreaz enzim aktivitesi arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde bir ilişkinin bulunmadığını bildirmişlerdir.

Güney bakıdaki orman topraklarında organik maddenin fazla olması üreaz enzim aktivitesini artıran faktörlerden birisi olabilir. Yapılan ölçümlerde en yüksek organik madde miktarının, orman topraklarının 0-5 cm derinlik kademesinde elde edildiği, hatta elde edilen değerlerin diğer topraklarda elde edilen organik madde miktarlarının iki katına yakın değerler olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda en yüksek üreaz enzim aktivitesi, kuzey bakıda mera olarak kullanılan toprakların 0-5 cm derinliğinde belirlenmiştir. Trasar-Cepeda ve diğ., (2008) benzer sonuçlar elde etmişler ve arazi kullanımının üreaz enzim aktivitesini etkilediğini, en düşük üreaz enzim aktivitesinin üzüm bağı ve mısır ekilen topraklarda tespit edildiğini, okaliptüs ormanında üreaz enzim aktivitesinin oldukça yüksek olduğunu, çam ve meşe ormanlarında daha da yükseldiğini ancak en yüksek ortalama değerlerin meralarda elde edildiğini bildirmişlerdir.

Kaptanoğlu Berber ve Namlı, (2014) çalışmalarında daha önce otlatma yapılan ve sonra ağaçlandırılan alanlarda üst tabakadaki topraklarda üreaz enzim aktivitesinin 0.22 $\mu\text{g N g}^{-1}$ dan 0.18 $\mu\text{g N g}^{-1}$ a ve alt tabakadaki topraklarda ise 0.22 $\mu\text{g N g}^{-1}$ dan 0.20 $\mu\text{g N g}^{-1}$ a düştüğünü belirtmektedirler.

Kızılkaya ve Dengiz (2010) çalışmalarında farklı arazi kullanımlarını karşılaştırmışlar ve en yüksek üreaz enzim aktivitesinin otlak olarak kullanılan alanlarda yani meralarda, en düşük üreaz enzim aktivitesinin ise tarım topraklarında tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Kızılkaya ve Dengiz (2010) ise meralarda üreaz enzim aktivitesinin yüksek oluşunun, otlak olarak kullanılan bu alanlarda otlayan hayvanların dışkı ve idrarlarının etkisiyle açıklanabileceğini belirtmektedirler.

Üreaz enzim aktivitesini etkileyen faktörlerden birisi de toprak sıkışmasıdır. Üreaz enzim aktivitesinin, sıkışan topraklarda azalma gösterdiği bildirilmektedir (Karaca ve diğ., 2000).

Üreaz aktivitesinin pulluk derinliği içindeki kök bölgesine doğru artışı, yoğun toprak işlenmesi sonucu, bu derinlikteki toprak katının havalanmasının iyi oluşu yanında, toprak nem miktarının pulluk derinliğine doğru yüzeydekenden daha fazla olması nedeniyle üreolitik mikroorganizmaların daha aktif oldukları ve ortama, faaliyetleri esnasında daha fazla üreaz grubu enzim saldıkları, salınan bu hücre dışı üreaz enziminin önemli kısmının, diğer enzimlerde olduğu gibi, çevredeki toprak kolloidlerince tutularak birikmesi sonucunda toprakta üreaz enzim aktivitesinde artış olduğu şeklinde açıklanmaktadır (Hofmann, 1956; Hoffman, 1959).

Haktanır (1973)'ın, Ankara bölgesi topraklarında yapmış olduğu araştırmada da benzer sonuçlar alınmıştır.

Song ve diğ., (2012) işlenen bataklık topraklarda üreaz enzim aktivitesinin azaldığını belirtmektedirler.

Çalışmamızda kuzey bakıda 5-10 cm derinliğindeki topraklarda en yüksek üreaz enzim aktivitesinin tarım topraklarında elde edilmiş olması bu sonuçla paralellik göstermektedir. Ancak üreaz enzim aktivitesi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Kaptanoğlu Berber ve Namlı, 2014,).

Toprak üreaz enzim aktivitesi toprak özellikleri, ürün tipi ve kültür tipleri (Karaca ve diğ., 1998), toprağın geçmişteki kullanımı, organik madde içeriği, toprak derinliği, ağır metaller, sıcaklık gibi çevre koşulları (Kaptanoğlu Berber ve Namlı, 2014), nem (Gispert ve diğ., 2013), besin miktarı ve pH (Fekete ve diğ., 2011) ile ilişkilidir.

Zhao ve diğ., (2012) farklı amaçlarla kullanılan toprakların farklı derinliklerindeki üreaz enzim aktivitelerini karşılaştırmışlar ve çalışma sonucunda en yüksek üreaz enzim aktivitesinin orman topraklarında, daha sonra ise parklardaki topraklarda olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada çiftlik topraklarında, cadde ağaçlandırması ve yol ağaçlandırması yapılan alanlarda ise üreaz enzim aktivitesinin oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Türkmen ve diğ., (2013) çalışmasında toprak derinliğinin üreaz enzim aktivitesi üzerine etkisi istatistiki olarak %99 güven düzeyinde anlamlı bulunmuş ve 0-

15 cm derinliğindeki topraklarda katalaz enzim aktivitesi $43,42 \text{ mg NH}_3\text{-N g}^{-1}$ toprak olarak tespit edilen katalaz enzim aktivitesinin 15-30 cm derinliğindeki topraklarda $30,51 \text{ mg NH}_3\text{-N g}^{-1}$ toprak düzeyine gerilediği tespit edilmiştir.

Kızılkaya ve diğ., (1998) üreaz enzim aktivitesi için optimum pH seviyesinin 6,5-7,0 olduğunu belirtmektedirler. Çalışma yapılan alanlardaki pH seviyesi incelendiğinde sadece güney bakıdaki orman topraklarının 0-5 cm derinlik kademesinde toprak pH'ının bu aralıkta (pH 6,98) olduğu görülmektedir. Yine en yüksek üreaz enzim aktivitesinin güney bakıdaki orman topraklarının 0-5 cm derinlik kademesinde ölçülmüş olması dikkat çekicidir.

Aragon ve diğ., (2014) ormanlardaki üreaz enzim aktivitesinin orman yapısına göre değişip değişmediğini belirlemişler ve doğal sekonder ormanlarda üreaz enzim aktivitesinin baskı altındaki sekonder ormanlardan daha yüksek olduğunu ancak, aralarında istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık bulunmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada Aragon ve diğ., (2014) baskı altındaki ormanlarda üreaz enzim aktivitesinin $40.33 \pm 6.83 \text{ } \mu\text{g N-NH}_4^+ \text{g}^{-1} \text{h}^{-1}$ olarak tespit edildiğini bu rakamın doğal ormanlarda $43.63 \pm 12.99 \text{ } \mu\text{g N-NH}_4^+ \text{g}^{-1} \text{h}^{-1}$ a yükseldiğini belirlemişlerdir.

Katalaz enzim aktivitesi ise üreaz enzim aktivitesinde olduğu gibi arazi kullanımına bağlı olarak hem kuzey ve güney bakıda hem de her iki derinlik kademesinde istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi ve Duncan testi sonuçlarına göre hem kuzey, hem de güney bakıda, her iki derinlik kademesinde en yüksek katalaz enzim aktivitesi değerleri orman topraklarında elde edilmiştir. En düşük katalaz enzim aktivitesi değerleri ise kuzey bakıda tarım, güney bakıda ise mera topraklarında elde edilmiştir.

Çalışma sonuçları genel olarak taranan kaynaklardaki veriler ile uyumludur. Wang ve diğ., (2012 b) çalışmalarında vejetasyon tipinin katalaz enzim aktivitesi üzerine etkisini belirlemişler ve en yüksek katalaz enzim aktivitesinin *Robinia pseudoacacia* ve *Platycladus orientalis* ile kaplı alanlarda, en düşük katalaz enzim aktivitesinin ise tarım alanlarında olduğunu bildirmişlerdir. Wang ve diğ., (2012 b) çalışmalarında *Platycladus orientalis* ve *Robinia pseudoacacia* ile kaplı alanlarda katalaz enzim aktivitesinin $500 \text{ } \mu\text{mol KMnO}_4/\text{g}$ toprak seviyesine yaklaşırken bu rakamın tarım topraklarında yaklaşık $250 \text{ } \mu\text{mol KMnO}_4/\text{g}$ toprak seviyesinde kaldığını belirtmektedirler.

LiQ ve diğ., (2014) ise ağaçlandırma alanı, doğal orman, çalılık, çimenlik, teras, çölleşmekte olan kayalık alan ve tarım arazilerini katalaz enzim aktivitesi yönünden

karşılaştırmışlar, en düşük katalaz enzim aktivitesinin doğal ormanlarda olduğunu, ancak değerler arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde fark bulunmadığını tespit etmişlerdir.

Katalaz enzim aktivitesinin sulanan topraklarda azaldığı belirlenmiştir (Okur ve diğ., 2001).

Formanek ve Vranova (2003) katalaz enzim aktivitesinin bitki örtüsüne bağlı olarak değiştiğini, organik madde miktarı, toplam N, kullanılabilir P ve K ile de ilişkili olduğunu belirtmektedirler.

Bunun aksine Kızılkaya ve diğ., (1998) katalaz enzim aktivitesi ile organik madde arasında bir ilişki bulunmadığını ileri sürmektedirler.

Türkmen ve diğ., (2013) ise derinlik arttıkça katalaz enzim aktivitesinin azaldığını, katalaz enziminin en yüksek olduğu alanların işlenmeyen alanlar olduğunu belirtmektedir.

5.4. KORELASYON ANALİZİNE AİT SONUÇLAR

Yapılan korelasyon analizi sonucunda katalaz ve üreaz enzim aktivitelerinin birbirleri ile istatistiki olarak % 99 güven düzeyinde anlamlı ve pozitif yönlü olarak ilişkili oldukları belirlenmiştir. Bunun dışında üreaz enziminin pH ve fosfor (P) ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Üreaz enziminin katalaz ve pH ile ilişkisi % 99, fosfor (P) ile ilişkisi ise % 95 güven düzeyinde anlamlı olarak hesaplanmıştır. Katalaz enzimi ise üreaz dışında potasyumun (K) ile % 99, organik madde (OM), kalsiyum karbonat (CaCO_3) ve toplam azot (N) ile ise % 95 güven düzeyinde anlamlı ilişki içerisindedir. İstatistiki olarak en az % 95 güven düzeyindeki anlamlı ilişkilerden üreaz ile P ve katalaz ile de kalsiyum karbonat (CaCO_3) arasındaki ilişki negatif yönlü, diğer ilişkiler ise pozitif yönlüdür.

Üreaz aktivitesi için optimum pH'nın 6.5-7.0 arasında olduğu belirtilmiştir (Pettit ve ark., 1976). Buna karşın bir kısım araştırmacılar ise pH 8.8 - 9.0 arasında olduğunu da belirtmektedir (May ve Douglas, 1976). Bruah ve Mishra (1984), üreaz aktivitesinin özellikle toprağın organik madde, organik karbon, toplam azot, değişebilir potasyum ile arttığını belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada ise üreaz enzim aktivitesinin pH ve kalsiyum karbonat (CaCO_3) ile pozitif yönlü, fosfor (P) ve potasyumun (K) ile ise negatif yönlü ilişkide oldukları belirlenmiştir. Ancak bu ilişkilerden üreaz ile kalsiyum karbonat (CaCO_3) ve potasyumun (K) arasındaki ilişki istatistiki olarak anlamlı

düzeyde değildir. Üreaz ile pH arasındaki ilişki bazı araştırmalarda istatistiki olarak anlamlı (Kaptanoğlu Berber ve Namlı, 2014), bazı araştırmalarda ise anlamsız (Zhao ve diğ., 2012) bulunmaktadır. Pancholy ve Rice, (1973) ise pH'nın vejetasyonun türüne bağlı olarak farklılık gösterdiğini bunun da enzim aktivitesini etkilediğini belirtmektedir. Çalışmamızda katalaz ve üreaz enzim aktivitelerinin birbirleri ile istatistiki olarak % 99 güven düzeyinde anlamlı ve pozitif yönlü olarak ilişkili oldukları belirlenmiştir. Benzer sonuçlar Formanek ve Vranova (2003) tarafından da bulunmuştur.

Kızılkaya ve diğ., (1998) Bafra ovası çeltik tarımı yapılan topraklarda, üreaz enzim aktivitesi ile organik madde, değişebilir potasyumun (K) ve toplam fosfor (P) arasında pozitif bir ilişki tespit etmişlerdir. Kaptanoğlu Berber ve Namlı, (2014) ise çalışmalarında üreaz enzim aktivitesi ile pH, organik madde (OM), elektriksel iletkenlik (EC) ve kalsiyum karbonat (CaCO_3) arasındaki ilişkinin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olmadığını bildirmişlerdir.

Wang ve diğ., (2012 a) üreaz enzim aktivitesi ile organik karbon, toplam azot (N), bitkiye yarayışlı fosfor (P) ve değişebilir potasyum (K) arasında pozitif yönlü, kuvvetli ve istatistiki olarak anlamlı düzeyde korelasyon bulunduğunu belirtirken pH ile üreaz arasındaki ilişkinin negatif yönlü ve ayrıca istatistiki olarak anlamsız düzeyde olduğunu belirtmektedir.

Zhao ve diğ., (2012) çalışmalarında üreaz enzim aktivitesi ile pH, toplam azot ve C/N oranı arasındaki ilişkinin istatistiki olarak anlamsız olduğunu buna karşın üreaz ile organik madde arasında pozitif yönlü ve istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunduğunu belirtmişlerdir.

Frankberger ve diğ., (1983) yapmış oldukları araştırmada, organik maddesi yüksek atık ilavesinin ilk haftalarda toprakta mikrobiyal faaliyeti arttırdığını, mikrobiyal faaliyetin artması sonucu üreaz aktivitesinin arttığını ve toprak kök bölgesi dışında üreaz aktivitesinin belli bir zamandan sonra da azaldığını bildirmişlerdir.

Wang ve diğ., (2012a) katalaz enzim aktivitesi ile organik karbon, toplam azot (N) ve potasyumun (K) arasında pozitif yönlü, kuvvetli ve istatistiki olarak anlamlı düzeyde korelasyon bulunduğunu belirtirken pH, ve toplam fosfor (P) ile katalaz arasındaki ilişkinin istatistiki olarak anlamsız düzeyde olduğunu belirtmektedir. Bu sonuçlar çalışmamızda elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir.

Çalışma alanlarında katalaz enzim aktivitesi ile organik madde kapsamı arasında önemli bir ilişki bulunmuştur. Benzer şekilde Riozin ve Egorov (1972)'un yapmış oldukları

çalışmada, katalaz aktivitesi ile organik madde kapsamları arasında ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Oysa Kızılkaya ve diğ., (1998) ise katalaz enzim aktivitesi ile organik madde arasında bir ilişki bulunmadığını belirtmektedirler.

Enzim aktiviteleri doğal koşullar altında geniş ölçüde değişkenlik gösterir. Bundan dolayı toprak sağlığının doğru değerlendirilmesi için toprak enzim aktiviteleri diğer fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal ölçümlerle birlikte yürütülmeli ve bu konuda daha kapsamlı çalışmalar yapılmalıdır. Toprak toplam ve yarıyışlı azot, fosfor miktarları yanında bazı verimlilik indekslerinin tespiti ve toprak özellikleriyle ve süreçleriyle ilişkilerinin ortaya koyulduğu çalışmaların yapılmasının bu araştırmada sunulan değişimlerin işleyişlerini anlamamız açısından faydalı olacağı düşünülmektedir (Kaptanoğlu Berber ve Namlı, 2014).

Üreaz topraktaki azot döngüsünde önemli bir rol oynar (Wang ve diğ., 2012 b). Song ve diğ., (2012) ayrıca üreaz enzim aktivitesinin hem toprak kalite göstergesi hem de topraklar üzerinde etkilerin bir göstergesi olarak kullanılabileceğini belirtmektedirler. Üreazın toprak kalite göstergesi olarak kullanılabileceği başka araştırmacılar tarafından da belirtilmektedir (Gil-Sotresa ve diğ., 2005)

Ancak, yapılan çalışmalarda bazen birbirleri ile çelişkili sonuçlar elde edilebilmektedir. Örneğin Karaca ve diğ., (1998) üreaz aktivitesi ile pH arasında önemli bir ilişki bulunmadığını belirtmektedirler. Kaptanoğlu Berber ve Namlı, (2014)'da yine pH ile üreaz enzim aktivitesi arasındaki ilişkinin istatistiki olarak anlamsız düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. Zhao ve diğ., (2012) de pH ile üreaz arasındaki ilişkinin negatif yönlü ancak istatistiki olarak anlamsız düzeyde olduğunu belirtmektedirler. Kaptanoğlu Berber ve Namlı, (2014) ise üreaz ile pH arasındaki ilişkinin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğunu belirtmektedir. Bu sonuç çalışmamız ile de örtüşmektedir.

Öneriler;

Enzim aktiviteleri toprak kalite göstergesi olarak kullanılabileceği gibi, yapılan çalışmalar enzim aktivitelerinin toprağın geçmişi hakkında da bilgi verebileceğini göstermektedir. Ancak, her ne kadar kaynak taraması esnasında enzimler hakkında yapılan çalışmaların sayısı fazla gözükse de, elde edilen sonuçlar incelendiğinde bu alanda yapılan çalışma sayısının henüz enzim aktivitelerini anlamak için oldukça yetersiz düzeyde olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalarda en temel konularda bile (örneğin üreaz enzim aktivitesi ile pH ilişkisi) araştırma bulguları arasında çelişkili

sonuçlara rastlanması, kompleks enzim aktivitelerinin tam olarak anlaşılabilmesi için mevcut çalışmaların yeterli düzeyde olmadığına kanıttır.

Araştırmacıların bazen birbirleri ile çelişkili bilgiler vermesinin sebeplerinden birisi de enzim aktiviteleri üzerine etkili olan faktörlerin çokluğu olabilir. Nitekim enzim aktiviteleri üzerine toprak yapısından iklim faktörlerine, organik madde miktarından arazi kullanımına kadar pek çok faktör etkilidir. Bu faktörlerden bir veya birkaç tanesinin araştırmalara dahil edilip, diğerlerinin göz ardı edilmesi yanıltıcı sonuçlara yol açabilir. Bundan dolayı çalışmaların kontrollü ortamlarda tekrarlanması, çalışılan faktörler dışındaki faktörlerin sabit tutulması, enzimatik aktivitelerin daha rahat yorumlanmasını sağlayabilir.

Bunların yanında gelecekte yapılacak çalışmalara yol göstermesi bakımından aşağıdaki öneriler sunulabilir:

- Benzer yetiştirme ortamı koşullarında bulunan farklı ağaç türlerinde toprak enzim aktivitelerinin belirlenmesi
- Farklı yetiştirme ortamı koşullarında bulunan aynı ağaç türlerinde toprak enzim aktivitelerinin belirlenmesi
- Farklı orman ekosistemlerinde toprak canlılarının ayrışma sürecindeki etkilerinin araştırılması ve enzim aktivitelerinin toprak canlıları ile değişiminin ortaya konulması,
- İklim değişikliği, üretim, aralama, yangın gibi olaylar nedeniyle orman ekosistemlerinde meydana gelebilecek olan değişimlerin enzim aktivitelerine olan etkileri araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Andersson, M., Kj  ller, A., Struwe, S., 2004. Microbial Enzyme Activities in Leaf Litter, Humus and Mineral Soil Layers of European Forests, *Soil Biology & Biochemistry*, 36, 1527–1537.
- Anonim,1993. Kastamonu İli Arazi Varlığı ve Arazilerin Tarımsal Kullanma Uygunluğu, T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel M  d  rl  ğu, Ankara, Kastamonu İli Arazi Varlığı Haritası Baskı no:189.
- Arag  n R., & Sardans J., & Pe  uelas J., “Soil Enzymes Associated With Carbon and Nitrogen Cycling in Invaded And Native Secondary Forests Of Northwestern Argentina” *Plant Soil*, DOI 10.1007/s11104-014-2192-8, Springer International Publishing, Switzerland, 2014.
- Arcak, S., 1987, Toprak Organizmaları ve Enzimlerinin Toprak Verimliliğine Etkiler. *Türkiye Tabiabal  ıkı Koruma Derneği Toprak Semineri Sempozyumu*, 132-194, İstanbul.
- Arcak, S., 1989, *Toprak Pirofosfataz Aktivitesi Tayininde Etkili Olan Bazı Toprak Fizikokimyasal   zellikleri İle Metodolojik Uygulamaların Etkileri*. Doktora Tezi, A.  .Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, 5-7,Ankara
- Arcak, S., Haktanır, K., Karaca, A., 1994, Soğuksu Milli Parkı Topraklarında Bazı Ekolojik ve Kimyasal   zellikler ile Enzim Aktiviteleri Arasında İlişkiler. *Tr. J. Of Agriculture And Forestry*, 21 (1997) 35–40, Tübitak, Ankara
- Arcak, S., K  t  k, A.C., Haktanır, K.,   aycı, G., 1997.   ay Atıklarının Toprakta Enzim Aktivitesi ve Nitrifikasyon   zerine Etkileri, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(1), 261-266.
- Arcak, S., Karaca, A., Turgay, O.,C., Haktanır, K., 1999. A.  .Z.F. Kenan Evren Araştırma Uygulama   iftliği Topraklarının Bazı Enzim Aktivitelerine Bitki Türlerinin Etkileri, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(1) 959-966.
- Baruah, M., Mishra, R. R. 1984. Dehydrogenase and Urease Activities in Rice Field Soils. *Soil Biology and Bioc.*, 16 (4), 423-424.
- Başkan, O. 2004. *G  lbaşı Y  resi Topraklarının Mühendislik, Fiziksel   zellik İlişkilerinde Jeostatistik Uygulanması*, Doktora Tezi, A.   ., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. *Bulk density*, In: Miller, A.L., Keeney, R.H. (Eds.), *Methods of Soil Analysis. Part I, second ed. : Physical and Mineralogical Methods*, Agronomy Monogr, 9. Madison, Wisconsin. 363–374
- Boerner, R. E. J., Gai, C., Huang, J., Miesel, J. R., 2008, Initial effects of fire and mechanical thinning on soil enzyme activity and nitrogen transformations in eight North American forest ecosystems. *Soil Biology & Biochemistry*, 40: 3076–3085, 1-10, USA
- Bouyoucos, G.J. 1951, A Recalibration of Hydrometer for Marking Mechanical Analysis of Soil. *Agronomy Journal*. Vol. 43, pp. 434-438.
- Bremner, J.M. 1965, *Total nitrogen pp: 1149-1178. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*. Ed. C.A. Black. Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agron. Series. No: 9, Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Burns, R. G. 1978. *Soil Enzymes*. Academic Press. 149-190.
- Caldwell, B.A., 2005, *Enzyme Activities as a Component of Soil Biodiversity*. A review. *Pedobiologia* 49, 637-644.
- Çengel, M., 2004, Toprak Mikrobiyolojisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 558:19-25, İzmir.
- Chander K., Brookes P.C., 1991, Is the dehydrogenase assay invalid as a method to estimate microbial activity in copper contaminated soils, *Soil Biol. Biochem.* 23, 909-915
- Decker, K.L., Boerner, R.E.J., Morris, S.J., 1999, Scale-dependent patterns of soil enzyme activity in a forested landscape. *Canadian Journal of Forest Research*, 29(2): 232–241, Canada.
- Demir, S., KILIÇ, K., AYDIN, M., 2012, Farklı Kullanım Altındaki Toprakların Kıvam Limitleriyle Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişki. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29 (2), 63-71.
- Dick, R. P., Kandeler, E., 2004, *Encyclopedia of Soils In The Environment*. Editors; Hatfield, J. L., Scow, K. M., Powlson, D. S., Singer J. M., Rosenzweig, C., Sparks, D. L., ISBN-13: 978-0123485304, 448-449, USA
- Durand, G., 1965. *Ecol. Biol. Sol.* 2, 141.
- Ekberli, İ., Kızılkaya, R., Kars, N., 2009. Organik Atıkların Toprakta Üreaz Enzim Aktivitesine Ait Termodinamik Parametrelere Etkisi, *Anadolu Tarım Bilim Derg.*, 24(1), 44-53.
- Ekberli, İ. ve Kars, N., 2011, Balçıklı Bir Toprağın Katalaz Aktivitesi ve Kinetiği Üzerine 2,4-D (Diklorofenoksiasetik Asit) Herbisibalçığın Etkisi, *Anadolu Tarım Bilim Derg.*, 26(3), 231-240.

- Ekberli, İ. ve Kars, N., 2012, 2,4-D (Diklorofenoksiasetik Asit) Herbisibalçığın Uygulanan Kil ve Kum Bünyeli Toprakta Katalaz Aktivitesi ve Kinetiğinin İncelenmesi, *Anadolu Tarım Bilim Derg.*, 27(2), 89-100.
- EROL, A., HIZAL, A., 2006. Gümüşhane İli Köse Deresi Yağış Havzasında Hidro-Fiziksel Toprak Özelliklerinin, Toprak Oluşumunda Etkili Faktörlere Bağlı Olarak Değişimi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 10, Sayı 1, syf 74-89, ISSN 1300-7668, Isparta.
- Fekete I., Varga C., Kotrocó Z., Tóth J. A. Várbiró G., 2011, The Relation Between Various Detritus Inputs And Soil Enzyme Activities in a Central European Deciduous Forest. *Geoderma* 167-168 -15-21.
- Floch, C., Capowiez, Y., Criquet, S., 2008, Enzyme activities in apple orchard agroecosystems: How are they affected by management strategy and soil properties. *Soil Biology & Biochemistry* xxx: 1-8, 2-8, USA
- Formánek, P., Vranová, V., 2003. The effect of Spruce Stand Thinning On Biological Activity in Soil, *journal of Forest Science*, 49, (11): 523-530.
- Frankberger, W. T. and Dick, W. A. 1983. Relationships With Enzyme Activities and Microbial Growth and Activity Indices in Soil. *Soil Sci. Soc. Of American J.* 47, 945-951.
- García-Ruiz R., Ochoa, V., Hinojosa, M.V., Carreira, J.A., 2008, Suitability of enzyme activities for the monitoring of soil quality improvement in organic agricultural systems. *Soil Biology & Biochemistry* 40: 2137-2145, 2137-2144, USA
- Gil-Sotresa, F., Trasar-Cepeda, C., Leiro'sa, M. C., Seoanea, S., 2005, Different Approaches to Evaluating Soil Quality Using Biochemical Properties. *Soil Biology & Biochemistry*. 37, 877-887.
- Gispert, M., Emran M., Pardini G., Doni S., Ceccanti B., 2013, "The Impact of Land Management And Abandonment On Soil Enzymatic Activity, Glomalin Content And Aggregate Stability". *Geoderma* 202-203, 51-61, 2013.
- Haktanır, K. 1973. *Ankara Şartlarında Nadas-Buğday-Baklagil Ekim Nöbetinin Önemli Toprak Enzimlerinin Aktiviteleri Üzerine Etkileri*. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 613. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 356. Ankara.
- Haktanır, K. Arcak S., 1996, Enzimler, Özellikleri ve Topraktaki İşlevleri. *A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları*: 79-94, Ankara
- Hofmann, Ed., 1956. Der Enzymspiegel Im Boden. *Landw. Forschung* (7), 80-82.
- Hoffman, Gg. 1959. Verteilung und Herkunft Einiger Enzyme in Boden. 2. *Pflanzenernähr. Düng. N. Bodenk.* 85, 97-104.

- Hu, C., Cao, Z., 2007, Size and Activity of the Soil Microbial Biomass and Soil Enzyme Activity in Long-Term Field Experiments. *World Journal of Agricultural Sciences* 3 (1): 63-70
- Jackson, M.L. 1958, *Soil chemical analysis*. p. 1-498. Prentice- Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA
- Jackson, M.L. 1967, *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Kacar, B. 1995, Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. III. Toprak analizleri. *A.Ü.Z.F. vakfı yayınları*. No:3, Ankara.
- Kaptanoğlu Berber A. S., Farasat S., Namli A., 2014, Afforestation Effects On Soil Biochemical Properties. *Eurasian Journal of Forest Science*, 1(1): 25-34.
- Karaca, A., Kızılkaya R., Horuz H., Arcak, S., 1998. Fındık Tarımı Yapılan Toprakların Biyokimyasal Aktivite Özellikleri İle Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4 (3), 813-822.
- Karaca, A., Baran, A., Haktanır, K., 2000. The Effect of Compaction on Urease Enzyme Activity, Carbon Dioxide Evaluation and Nitrogen Mineralisation, *Turk J Agric For* 24 (2000) 437–441 *Tübitak*, Ankara.
- Karaca, A., 2001. Afşin-Elbistan Termik Santrali Emisyonlarının Çevre Topraklarının Fiziksel, Kimyasal Ve Biyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7 (1) 95-102.
- Karaca A., Naseby, D.C., Lynch, J.M., 2002. Effect of Cadmium Contamination With Sewage Sludge And Phosphate Fertiliser Amendments on Soil Enzyme Activities, Microbial Structure and Available Cadmium, *Biol Fertil Soils*, 35:428–434.
- Karlson P., 1992. *Tıp ve Fenciler İçin Biyokimya*. Ed: Telefoncu A., Sermet Matbaası, Kırklareli.
- Kıran, Ö., Çömlekçioğlu, U., Dostbil, N., 2006. Bazı Mikrobiyal Enzimler ve Endüstrideki Kullanım Alanları, *KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(1), 12-19.
- Kızılkaya, R., Arcak, S., Horuz, A., Karaca, A., 1998. Çeltik Tarımı Yapılan Toprakların Enzim Aktiviteleri Üzerine Toprak Özelliklerinin Etkisi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4 (3), 797-804.
- Kızılkaya R., Dengiz, O., 2010. “Variation of Land Use and Land Cover Effects on Some Oil Physico-Chemical Characteristics and Soil Enzyme Activity” ISSN 1392-3196, *Zemdirbyste-Agriculture*, vol. 97, No. 2, p., 15-24.

- Kiss, S., Dragan-Bularda, M., Redulescu, D., 1978. *Soil Polysaccharides Activity and Agricultural Importance*. In *Soil Enzims*. (R.G Burs, Ed.), Academic Press, London. 117-147.
- Larson, J.L., Zak, D.R., Sinsabaugh, R.L., 2002, Extracellular enzyme activity beneath temperate trees growing under elevated carbon dioxide and ozone. *Soil Biology & Biochemistry*, 66:1848-1856, USA
- Leinweber P., Jandla, G., Bauma, C., Eckhardt, K.U., Kandeler, E., 2008. Stability and Composition of Soil Organic Matter Control Respiration And Soil Enzyme Activities, *Soil Biology & Biochemistry*, 40, 1496–1505.
- Li Q., Liang J. H., He Y. Y., Hu Q. J., Yu S., 2014. “*Effect of Land Use On Soil Enzyme Activities at Karst Area in Nanchuan, Chongqing, Southwest China*”, *Plant Soil Environ*. Vol. 60, No. 1: 15–20
- Liu. X.M., Li, Q., Liang, W. J., Jiang, Y., 2008, Distribution of Soil Enzyme Activities and Microbial Biomass Along a Latitudinal Gradient in Farmlands of Songliao Plain. *Northeast China* 18(4): 431–440.
- May, P. B., Douglas, L. A. 1976. Assay for Soil Urease Activity. *Plant Soil* (45), 301-305.
- Melero, S., Ruiz Porras, J.C., Herencia, J.F., Madejon, E., 2006. Chemical and Biochemical Properties In a Tozy Loam Soil Under Conventional And Organic Management, *Soil & Tillage Research* 90, 162–170.
- Oğuz, İ., Acar, M., 2011. Tokat Kazova Koşullarında Farklı Arazi Kullanım Türlerinin Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisinin Araştırılması. *GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2), 171-178.
- Okur, N., Çengel, M., Uçkan, H., Katkat, V., 2001. Kirlenme Sürecindeki İznik Göl Suyu İle Sulanan Tarım Topraklarında Mikrobiyolojik Aktivitenin Değişimi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Derg.* 38(2-3), 119-126.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, N.C. 1954. *Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate*. U. S. Dept of Agr. Cir. 939, Washington. D.C.
- Özdemir, N., Kızılkaya, R., Sürücü, A., 2000, Farklı organik atıkların toprakların üreaz enzim aktivitesi üzerine etkisi. *Ekoloji Çevre Dergisi* 10(37), 23-26.
- Özdemir, N., Kızılkaya, R., Sürücü, A., 2000. Farklı Organik Atıkların Toprakların Üreaz Enzim Aktivitesi Üzerine Etkisi, *Ekoloji Çevre Dergisi*, 10(37), 23-26.
- Pancholy, S., Rice, E. 1973. Soil Enzymes in Relation to Old Field Succession : Amylasei Cellulase, Intervase, Dehydrogenase and Urease. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* (37), 47-50.

- Pettit, N. M., Smith, A.R. J., Fredman, R. B., and Burns R. G. 1976. Soil Urease: Activity, *Stability and Kinetic Properties*. *Soil Biol. Biochem.* (8), 479-484.
- Pratt, P.F. 1965. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*. Ed. C. A. Black. Amer. Soc. of Agron. Inc. Puc. Agron. Series No. 9.
- Rodriguez, Kabana, R., Truelove, B., 1982. *Effects of Crop Rotation and Fertilization on Catalase Activity in a Soil of the South-Eastern U.S.A*, 97-104
- Roizin, M. B., Egorov, V. I. 1972. Biological Activity of Podzolic Soils of the Kola Peninsula. *Pochvovedenie* (3), 106-114.
- Sardans, J., Pen˜ uelas, J., Estiarte M., 2008. Changes in Soil Enzymes Related to C and N Cycle and in Soil C and N Content Under Prolonged Warming And Drought in a Mediterranean Shrubland, *Applied Soil Ecology* 39, 223 – 235.
- Sa´nchez-Peinado, M.M., Rodelas B., Martı´nez-Toledo, M.V., Gonza´lez-Lo´pez, J., Pozo, C., 2008, Response of soil enzymes to Linear Alkylbenzene Sulfonates (LASs) addition in soil microcosms. *Soil Biology & Biochemistry* xxx: 1–8, USA
- Shillam, L., Hopkins, D.W., Badalucco, L., Laudicina, V.A., 2008, Structural diversity and enzyme activity of volcanic soils at different stages of development and response to experimental disturbance. *Soil Biology & Biochemistry* 40: 2182–2185, USA
- Skujins, J., 1978. History of Abiotic Soil Enzyme Research. In *Soil Enzymes*. (R.G Burns, Ed.), Academic Press, London. 1-49.
- Smethurst, P.J., Nambiar, E.K.S., 1998, *An appraisal of the in situ soil-core technique for measuring nitrogen uptake by a young Pinus radiata plantation*. *Soil Biol. Biochem.*, 21 (1989), pp. 939–942
- Snajdr, J., Valaskova, V., Merhautova V., Herinkova, J., Cajthaml, T., Baldrian, P., 2007, Spatial variability of enzyme activities and microbial biomass in the upper layers of *Quercus petraea* forest soil. *Soil Biology & Biochemistry* 40: 2068–2075, USA
- Song Y., Song C., Yang G., Miao Y., Wang J., Guo Y., 2012. “Changes in Labile Organic Carbon Fractions and Soil Enzyme Activities after Marshland Reclamation and Restoration in the Sanjiang Plain in Northeast China” *Environmental Management*, 50:418–426, DOI 10.1007/s00267-012-9890-x.
- Tabatabai, M.A., Dick, W., 2002. *Enzymes in Soil: Research and Developments in Measuring Activities*. *Enzymes in the environment*, Editors; Burns, R, G, Dick, R, P., ISBN: 0-8247-0614-5, 567-570, USA
- Thornton, J.I. ve McLaren, A.D., 1975. *J. Forensic Sci.* 20, 674.

- Trasar-Cepeda, C.T., Leiro' s , M.C., Sotres, G. F., 2008. Hydrolytic Enzyme Activities in Agricultural and Forest Soils. Some Implications For Their use as Indicators of Soil Quality, *Soil Biology & Biochemistry*, 40, 2146–2155.
- Türkmen C., Müftüoğlu N. M., Kavdır Y., 2013, Değişik Yöntemlerle Islah Edilen Meralarda Bazı Toprak Kalite Özelliklerinin Değişimi. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 19, 245-255.
- Tüzüner, A. 1990. *Toprak ve Su Analiz Laboratuvarı El Kitabı*. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, sf:375 Ankara.
- Udawatta, R.P., Kremer, R.J., Garrett, H.E., Anderson, S.H., 2008. Soil Enzyme Activities And Physical Properties In a Watershed Managed Under Agroforestry And Row-Crop Systems, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1-7.
- Wallenstein, M.D., Weintraub, M.N., 2008, Emerging tools for measuring and modeling the in situ activity of soil extracellular enzymes. *Soil Biology & Biochemistry* 40: 2098–2106, 2099-2104, USA
- Wang, O.K., Wang, S.L., Liu Y.X., 2008, Responses to N and P fertilization in a young Eucalyptus dunnii plantation: Microbial properties, enzyme activities and dissolved organic matter. *Applied Soil Ecology*, 40: 484 – 490, 484- 489, England.
- Wang B., Xue S., Liu G. B., Zhang G. H., Li G., 2012a, Zong Ping Ren Changes in Soil Nutrient And Enzyme Activities Under Different Vegetations in The Loess Plateau Area, Northwest China. *Catena*. 92, 186–195.
- Wang B., Liu G., Xue S., 2012b, Effect of Black Locust (*Robinia pseudoacacia*) on Soil Chemical And Microbiological Properties in The Eroded Hilly Area of China's Loess Plateau. *Environ Earth Sci* 65:597–607, DOI 10.1007/s12665-011-1107-8.
- Wiseman, A., 1987, *Handbook of Enzymes Biotechnology*. Second Edition. Chapter 3. The Application of Enzymes in Industry p. 274-373.
- Yong-Mei, Z., Ning, V., Guo-Yi, Z., Wei-Kai, B., 2005, *Changes in enzyme activities of spruce (Picea balfouriana) forest soil as related to burning in the eastern Qinghai-Tibetan Plateau*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Applied soil ecology ISSN 0929–1393, 215–225.
- Zhao D., Li F., Wang F., 2012, The effects of Different Urban Land Use Patterns On Soil Microbial Biomass Nitrogen And Enzyme Activities in Urban Area of Beijing, China. *Acta Ecologica Sinica* (32) 144–149.
- Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü, <http://www.deprem.gov.tr/sarbis/Shared/Default.aspx> [Ziyaret tarihi: 4 Kasım 2002].

EKLER

Ek 1: Toprak Analiz Sonuçları

Bakı	Alnan	pH	EC	% O.M	% CaC O3	Tekstür sınıfı	% N	ppm P	ppm K
GÜNEY BAKI	Tarım 0-5cm	6,02	499	4,00	0,45	Kil	0,200	90,14	514
	Tarım 5-10cm	6,07	405	4,19	1,05	Kil	0,210	73,84	475
	Tarım 0-5cm	5,87	294	3,46	0,90	Kil	0,173	56,76	468
	Tarım 5-10cm	5,88	286	3,77	1,51	Kil	0,188	56,12	476
	Tarım 0-5cm	5,92	629	2,76	0,90	Kil	0,138	106,26	481
	Tarım 5-10cm	5,86	829	4,76	0,75	Kil	0,238	134,34	482
	Tarım 0-5cm	5,96	406	4,12	0,60	Kil	0,206	79,74	550
	Tarım 5-10cm	6,04	325	2,67	0,75	Kil	0,134	52,62	522
	Tarım 0-5cm	5,83	305	4,10	0,90	Kil	0,205	60,18	458
	Tarım 5-10cm	5,96	287	2,76	0,15	Kil	0,138	52,36	486
	Mera 0-5cm	5,72	135	3,16	0,75	Kil	0,158	42,38	331
	Mera 5-10 cm	5,89	310	3,61	0,75	Kil	0,181	42,32	317
	Mera 0-5cm	6,08	58	4,02	1,05	Kil	0,201	28,04	252
	Mera 5-10 cm	6,09	54	3,75	0,75	Kil	0,188	18,74	262
	Mera 0-5cm	5,99	71	3,00	0,45	Kil	0,150	34,12	246
	Mera 5-10 cm	6,09	54	3,42	0,15	Kil	0,171	24,42	283
	Mera 0-5cm	6,2	53	2,62	1,51	Kil	0,131	30,74	290

GÜNEY BAKI	Mera 5-10 cm	6,31	83	3,43	0,60	Kil	0,172	21,42	225
	Mera 0-5cm	6,06	78	4,17	0,60	Kil	0,209	26,18	226
	Mera 5-10 cm	6,16	82	2,80	0,90	Kil	0,140	17,4	288
	Orman 0-5 cm	7,26	262	4,60	1,05	Balçıklı kil	0,230	6,94	342
	Orman 5-10cm	7,29	243	1,88	3,01	Balçıklı kil	0,094	8,54	26
	Orman 0-5 cm	6,87	251	7,60	1,05	Balçıklı kil	0,380	11,8	533
	Orman 5-10cm	6,46	160	5,09	0,75	Balçıklı kil	0,255	8,3	283
	Orman 0-5 cm	6,45	165	5,89	0,90	Balçıklı kil	0,294	8,32	570
	Orman 5-10cm	7,18	210	3,68	1,05	Balçıklı kil	0,184	6,36	306
	Orman 0-5 cm	6,65	186	7,31	1,81	Balçıklı kil	0,366	7,74	454
	Orman 5-10cm	7,26	231	3,18	1,35	Balçıklı kil	0,159	4,68	268
	Orman 0-5 cm	7,67	200	6,26	4,52	Balçıklı kil	0,313	4,26	316
	Orman 5-10cm	7,65	173	4,12	1,81	Balçıklı kil	0,206	5,68	240
	KUZEY BAKI	Orman 0-5 cm	7,3	325	9,90	10,09	Balçıklı kil	0,495	6,9
Orman 5-10cm		7,26	304	5,26	18,97	Killi balçık	0,263	6,34	157
Orman 0-5 cm		7,15	379	13,23	22,58	Balçıklı kil	0,662	11,5	488
Orman 5-10cm		7,27	322	7,43	26,35	Killi balçık	0,371	7,78	313
Orman 0-5 cm		7,27	384	16,17	24,69	Balçıklı kil	0,809	13,68	343
Orman 5-10cm		7,34	372	8,28	28,60	Killi balçık	0,414	9,9	295
Orman 0-5 cm		7,27	334	10,47	8,73	Balçıklı kil	0,524	10,94	218
Orman 5-10cm		7,4	226	4,48	7,83	Killi balçık	0,224	4,46	116
Orman 0-5 cm		7,24	309	14,01	8,43	Balçıklı kil	0,700	13,04	229
Orman 5-10cm		7,5	244	5,54	2,71	Killi balçık	0,277	5,08	132
Mera 0-5cm		7,02	213	5,80	11,74	Killi balçık	0,290	11,62	210

	Mera 5-10 cm	7,11	189	4,75	1,05	Killi balçık	0,238	7,18	123
	Mera 0-5cm	7,61	189	5,01	0,90	Killi balçık	0,251	5,38	150
	Mera 5-10 cm	7,71	196	4,07	4,52	Killi balçık	0,203	4,88	105
	Mera 0-5cm	7,55	252	4,46	3,46	Killi balçık	0,223	8,96	224
	Mera 5-10 cm	7,59	223	3,78	4,06	Killi balçık	0,189	5,78	140
	Mera 0-5cm	6,7	261	6,60	1,05	Killi balçık	0,330	11,96	222
	Mera 5-10 cm	7,08	202	4,30	1,66	Killi balçık	0,215	6,1	149
	Mera 0-5cm	7,16	262	5,70	1,51	Killi balçık	0,285	10,02	179
	Mera 5-10 cm	6,92	196,5	4,30	1,51	Killi balçık	0,215	7,38	120
KUZEY BAKI	Tarım 0-5 cm	7,37	288	2,90	22,58	Balçıklı kil	0,145	10,36	138
	Tarım 5-10cm	7,36	267	2,78	24,39	Balçıklı kil	0,139	12,76	137
	Tarım 0-5cm	7,43	282	2,45	22,88	Balçıklı kil	0,123	12,92	136
	Tarım 5-10cm	7,44	251	3,38	23,03	Balçıklı kil	0,169	10,38	129
	Tarım 0-5cm	7,47	273	3,12	26,19	Balçıklı kil	0,156	15,56	216
	Tarım 5-10cm	7,45	282	3,90	28,45	Balçıklı kil	0,195	9,9	162
	Tarım 0-5cm	7,44	232	2,99	24,54	Balçıklı kil	0,150	15,72	210
	Tarım 5-10cm	7,48	203	3,06	25,74	Balçıklı kil	0,153	13,06	169
	Tarım 0-5cm	7,56	238	2,58	25,29	Balçıklı kil	0,129	18,42	192
	Tarım 5-10cm	7,52	223	3,31	26,35	Balçıklı kil	0,165	19,6	151

Ek 2:Üreaz Enzim Aktivite Sonuçları

Baki	Alanlar	Hesaplama ($\mu\text{gN.g}^{-1}$ TOPRAK)	Ortalama
KUZEY BAKI	Orman 0-5 cm	0,052	0,052
		0,052	
		0,051	
	Orman 5-10 cm	0,053	0,054
		0,056	
		0,052	
	Orman 0-5 cm	0,094	0,090
		0,105	
		0,072	
	Orman 5-10 cm	0,054	0,054
		0,054	
		0,053	
	Tarım 0-5 cm	0,077	0,079
		0,079	
		0,079	
	Tarım 5-10 cm	0,054	0,060
		0,071	
		0,055	
	Tarım 0-5 cm	0,066	0,076
		0,083	
		0,078	
	Tarım 5-10 cm	0,053	0,063
		0,071	
		0,065	
	Tarım 0-5 cm	0,066	0,062
		0,063	
		0,056	
	Tarım 5-10 cm	0,072	0,064
		0,062	
		0,058	
	Tarım 0-5 cm	0,077	0,090
		0,094	
		0,100	
	Tarım 5-10 cm	0,110	0,119
		0,129	
		0,119	
	Tarım 0-5 cm	0,059	0,055
		0,050	
		0,055	
	Tarım 5-10 cm	0,039	0,037
		0,042	
		0,031	
	Mera 0-5 cm	0,065	0,061
		0,053	
		0,065	
	Mera 5-10 cm	0,047	0,049
		0,044	
		0,054	
	Mera 0-5 cm	0,038	0,040
		0,043	
		0,038	

KUZEV BAKI	Mera 5-10 cm	0,086	0,086
		0,086	
		0,086	
	Mera 0-5 cm	0,031	0,031
		0,029	
		0,032	
	Mera 5-10 cm	0,034	0,033
		0,034	
		0,032	
	Mera 0-5 cm	0,033	0,035
		0,037	
		0,034	
	Mera 5-10 cm	0,047	0,054
		0,057	
		0,059	
	Mera 0-5 cm	0,033	0,034
		0,033	
		0,035	
	Mera 5-10 cm	0,013	0,013
		0,014	
		0,013	
	Orman 0-5 cm	0,029	0,029
		0,028	
		0,028	
	Orman 5-10 cm	0,027	0,025
		0,023	
		0,026	
	Orman 0-5 cm	0,043	0,047
		0,053	
		0,046	
	Orman 5-10 cm	0,076	0,071
		0,072	
		0,065	
	Orman 0-5 cm	0,062	0,064
		0,063	
		0,066	
	Orman 0-5 cm	0,047	0,047
		0,046	
		0,047	
GÜNEY BAKI	Mera 0-5 cm	0,020	0,019
		0,021	
		0,017	
	Mera 5-10 cm	0,017	0,019
		0,018	
		0,021	
	Mera 0-5 cm	0,012	0,012
		0,012	
		0,012	
	Mera 5-10 cm	0,013	0,014
		0,011	
		0,017	
	Mera 0-5 cm	0,020	0,017
		0,017	
		0,014	

GÜNEY BAKI	Mera 5-10 cm	0,019	0,019
		0,021	
		0,016	
	Mera 0-5 cm	0,021	0,022
		0,021	
		0,024	
	Mera 5-10 cm	0,021	0,022
		0,020	
		0,024	
	Mera 0-5 cm	0,015	0,013
		0,012	
		0,014	
	Mera 5-10 cm	0,009	0,011
		0,013	
		0,010	
	Tarım 0-5 cm	0,030	0,032
		0,031	
		0,034	
	Tarım 5-10 cm	0,036	0,031
		0,029	
		0,029	
	Tarım 0-5 cm	0,095	0,107
		0,097	
		0,127	
	Tarım 5-10 cm	0,045	0,044
		0,041	
		0,045	
	Tarım 0-5 cm	0,021	0,022
		0,023	
		0,021	
	Tarım 5-10 cm	0,018	0,020
		0,019	
		0,024	
	Tarım 0-5 cm	0,018	0,019
		0,017	
		0,023	
	Tarım 5-10 cm	0,022	0,021
		0,023	
		0,019	
	Tarım 0-5 cm	0,020	0,024
		0,024	
		0,027	
	Tarım 5-10 cm	0,020	0,019
		0,019	
		0,017	
	Orman 0-5 cm	0,093	0,103
		0,106	
		0,111	
	Orman 5-10 cm	0,115	0,120
		0,122	
		0,123	
	Orman 0-5 cm	0,059	0,065
		0,068	
		0,068	

GÜNEY BAKI	Orman 5-10 cm	0,042	0,043
		0,045	
		0,041	
	Orman 0-5 cm	0,064	0,066
		0,065	
		0,069	
	Orman 5-10 cm	0,043	0,041
		0,045	
		0,035	
	Orman 0-5 cm	0,072	0,080
		0,068	
		0,102	
	Orman 5-10 cm	0,039	0,042
		0,041	
		0,045	
	Orman 0-5 cm	0,045	0,048
		0,055	
		0,044	
	Orman 5-10 cm	0,079	0,071
		0,068	
		0,066	

Ek 3:Katalaz Enzim Aktivite Sonuçları

Baki	Alanlar	Hesaplama ml/5 g toprak	Ortalama
Kuzey Baki	Orman 0-5 cm	8,662	9,980
		10,356	
		10,921	
	Orman 5-10 cm	12,218	12,712
		11,848	
		14,069	
	Orman 0-5 cm	43,381	40,645
		39,394	
		39,160	
	Orman 5-10 cm	12,769	13,106
		12,363	
		14,187	
	Tarım 0-5 cm	10,673	9,766
		9,836	
		8,790	
	Tarım 5-10 cm	7,434	9,705
		11,357	
		10,325	
	Tarım 0-5 cm	12,526	11,200
		10,339	
		10,736	
	Tarım 5-10cm	8,910	9,556
		9,879	
		9,879	

Kuzey Bakı	Tarım 0-5 cm	11,548	11,904
		12,403	
		11,762	
	Tarım 5-10 cm	13,606	13,251
		12,968	
		13,180	
	Tarım 0-5 cm	11,196	12,662
		12,196	
		14,595	
	Tarım 5-10 cm	7,958	8,754
		8,953	
		9,351	
	Tarım 0-5 cm	8,754	9,110
		9,181	
		9,395	
	Tarım 5-10 cm	5,435	5,145
		4,783	
		5,217	
	Mera 0-5 cm	22,569	23,235
		23,368	
		23,767	
	Mera 5-10 cm	8,198	8,979
		9,370	
		9,370	
	Mera 0-5 cm	12,116	12,453
		12,520	
		12,722	
	Mera 5-10 cm	13,332	11,851
		10,302	
		11,918	
	Mera 0-5 cm	11,691	12,648
		13,127	
		13,127	
	Mera 5-10 cm	13,917	13,520
		13,719	
		12,923	
	Mera 0-5 cm	18,171	17,838
		17,572	
		17,772	
	Mera 5-10 cm	12,326	11,999
		11,739	
		11,934	
	Mera 0-5 cm	26,426	27,751
		27,419	
		29,406	
	Mera 5-10 cm	8,425	9,927
		11,560	
		9,797	
	Orman 0-5 cm	15,712	17,021
		16,539	
		18,813	
	Orman 5-10 cm	19,065	19,538
		19,470	
		20,079	

Kuzey Bakı	Orman 0-5 cm	13,541	15,001
		14,537	
		16,926	
	Orman 0-5 cm	25,422	28,045
		30,063	
		28,651	
	Orman 0-5 cm	33,354	33,354
		35,400	
		31,308	
	Orman 5-10 cm	17,369	20,609
23,780			
20,678			
Güney Bakı	Mera 0-5 cm	17,117	18,273
		19,284	
		18,417	
	Mera 5-10 cm	12,353	9,910
		9,841	
		7,537	
	Mera 0-5 cm	12,932	12,537
		12,285	
		12,393	
	Mera 5-10 cm	7,470	7,400
		7,055	
		7,677	
	Mera 0-5 cm	11,084	11,795
		13,003	
		11,297	
	Mera 5-10 cm	10,405	9,711
		8,740	
		9,988	
	Mera 0-5 cm	22,308	21,852
		20,259	
		22,991	
	Mera 5-10 cm	7,327	5,373
		4,605	
		4,187	
	Mera 0-5 cm	10,602	10,955
		11,874	
		10,390	
	Mera 5-10 cm	9,719	7,996
		6,824	
		7,445	
	Tarım 0-5 cm	17,246	18,908
		20,986	
		18,493	
	Tarım 5-10 cm	13,479	13,689
		14,743	
		12,847	
	Tarım 0-5 cm	35,079	35,079
		34,624	
		35,535	
	Tarım 5-10 cm	14,910	15,355
		14,019	
		17,135	

Güney Baki	Tarım 0-5 cm	10,860	9,751
		10,860	
		7,535	
	Tarım 5-10 cm	8,220	9,034
		11,108	
		7,775	
	Tarım 0-5 cm	22,461	23,601
		25,455	
		22,888	
	Tarım 5-10 cm	8,009	7,937
		8,226	
		7,576	
	Tarım 0-5 cm	13,566	13,218
		10,436	
		15,653	
	Tarım 5-10 cm	12,278	13,776
		13,155	
		15,896	
	Orman 0-5 cm	41,148	41,013
		40,537	
		41,352	
	Orman 5-10 cm	16,510	15,151
		14,472	
		14,472	
	Orman 0-5 cm	21,850	24,990
		26,260	
		26,861	
	Orman 5-10 cm	18,178	18,370
		15,882	
		21,049	
	Orman 0-5 cm	27,069	26,804
		27,268	
		26,074	
	Orman 5-10 cm	12,329	13,307
		15,264	
		12,329	
	Orman 0-5 cm	35,559	34,279
		34,144	
		33,134	
	Orman 5-10 cm	15,841	17,557
		18,613	
		18,217	
	Orman 0-5 cm	14,729	15,117
		16,280	
		14,342	
	Orman 5-10 cm	13,568	15,442
		18,414	
		14,343	

Ek 4: Yapılan Analizlerin Özet Tablosu

Bakı	Arazi Kullanım Şekli	Derinlik cm	Kum %	Toz %	Kil %	Toprak Türü	Hacim Ağırlığı (g/l)	pH	EC	OM g/m ²	CaCO ₃ %	N %	P ppm	K ppm	KATALAZ ml/5 g	ÜREAZ µgN.g-1
Kuzey	Orman	0-5	42,2	23,4	34,4	Balçıklı Kil	0,43	7,25	346,2	12,76	14,9	0,638	11,21	301,5	23,2002	0,0564
		5-10	49,3	27,7	23,0	Killi balçık	0,61	7,35	293,6	6,20	16,89	0,310	6,71	202,8	18,802	0,0502
	Tarım	0-5	54,6	21,1	24,3	Balçıklı Kil	1,50	7,45	262,6	2,81	24,3	0,140	14,60	178,6	10,9286	0,0724
		5-10	46,8	20,2	33,1	Balçıklı Kil	1,41	7,45	245,2	3,29	25,59	0,164	13,14	149,6	9,2822	0,0686
	Mera	0-5	52,9	24,4	22,7	Killi balçık	1,39	7,21	235,4	5,51	3,73	0,276	9,59	197,1	18,785	0,0402
		5-10	56,0	21,9	22,1	Killi balçık	1,03	7,28	201,3	4,24	2,56	0,212	6,26	127,3	11,2552	0,047
Güney	Orman	0-5	39,0	26,7	34,3	Balçıklı Kil	0,74	6,98	212,8	6,33	1,87	0,317	7,81	443,0	28,4406	0,0724
		5-10	32,4	26,0	41,1	Balçıklı Kil	1,16	7,17	203,4	3,59	1,6	0,180	6,71	224,8	15,9654	0,0634
	Tarım	0-5	29,7	24,5	45,7	Kil	0,93	5,92	426,6	3,69	0,75	0,184	78,62	494,2	20,1114	0,0408
		5-10	29,5	23,2	47,4	Kil	1,08	5,96	426,4	3,63	0,84	0,182	73,86	488,1	11,9582	0,027
	Mera	0-5	29,6	22,4	48,0	Kil	1,25	6,01	79,0	3,40	0,87	0,170	32,29	268,9	15,0824	0,0166
		5-10	31,1	19,8	49,1	Kil	1,37	6,11	116,6	3,40	0,63	0,170	24,86	275,3	8,078	0,017

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	İNCİ SEVİNÇ KRAVKAZ KUŞCU
Uyruğu	T.C.
Doğum tarihi, Yeri	20/09/1981 ISPARTA
Telefon	05053855859
E-mail	incikravkaz@gmail.com
Web adres	http://abs.kastamonu.edu.tr/?sdeger=10155

Eğitim

Derece	Kurum/Anabilim Dalı/Programı	Yılı
Doktora	İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü/ Orman Mühendisliği Bölümü Toprak İlmi Ve Ekoloji Anabilim Dalı	2014
Yüksek Lisans	G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü/ Orman Mühendisliği Bölümü Botanik Anabilim Dalı	2008
Lisans	GAZİ ÜNİVERSİTESİ KASTAMONU ORMAN FAKÜLTESİ	2005
Lise	KASTAMONU MUSTAFA KAYA ANADOLU LİSESİ	2000

Makaleler / Bildiriler

KRAVKAZ KUŞCU, İ.,KARAÖZ, M.Ö., 2009, Toprak Enzimleri ve Özellikleri, International Conference on Organic Agriculture in Scope of Environmental Problems, Magosa, Kıbrıs.
--