

# FINDIK TARIMI YAPILAN TOPRAKLARIN BİYOKİMYASAL AKTİVİTE ÖZELLİKLERİ İLE TOPRAK ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

**Ayten KARACA\*, Rıdvan KIZILKAYA\*\*, Hasan HORUZ\*\*, Sevinç ARCAK\***

\*Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Ankara

\*\* Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Samsun

## ÖZET

Bu araştırmada, Terme - Ünye yöresinde fındık tarımı yapılan topraklarda üreaz,  $\beta$ - Glikosidaz, asit ve alkali fosfataz enzim aktiviteleri belirlenmiş ve bu aktiviteler ile toprakların bazı önemli özellikleri ile, iz element ve ağır metal içerikleri arasındaki ilişkiler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Yapılan regresyon-korelasyon analiz sonuçlarına göre, üreaz enzim aktivitesi ile organik madde, azot ve ekstrakte edilebilir Cu, asit fosfataz aktivitesi ile organik madde, organik C ve azot arasında pozitif, ekstrakte edilebilir Mn arasında da negatif bir ilişki belirlenmiştir. Ayrıca, alkali fosfataz enzim aktivitesi ile pH, alınabilir P, ekstrakte edilebilir Cu, Zn ve Pb arasında önemli pozitif ilişki bulunmuştur. Toprakların  $\beta$ -Glikosidaz aktivitesi ile toprak özellikleri arasında C/N oranı ve ekstrakte edilebilir Cd miktarı hariç, hiçbir önemli ilişki bulunamamıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Enzim aktivitesi, İz element, Ağır metal, Fındık tarımı yapılan topraklar

## THE RELATIONSHIPS BETWEEN BIOCHEMICAL ACTIVITY CHARACTERISTICS AND SOIL PROPERTIES OF HAZELNUT GROWN SOILS

### ABSTRACT

In this research, enzyme activities of soil cultivated for hazelnut in Terme and Ünye townships were determined and the relationships between the activities and some soil properties, trace elements and heavy metals were evaluated. Correlation and regression analysis showed that there was significant positive correlation between urease activity and organic carbon, nitrogen and extractable Cu; strong positive correlation between acid phosphates activity and organic matter, organic carbon and nitrogen; but negative correlation between the activities and extractable Mn content. Additionally, positive correlation was found between alkaline phosphatase activity and pH, available P, extractable Cu, Zn and Pb contents. With the exception of C/N ratio and extractable Cd content, no significant correlation was observed between  $\beta$ - glikosidase activity and soil properties.

**Key Words :** Enzyme activity, Trace element, Heavy metal, Hazelnut grown soils

### 1. GİRİŞ

Fındık ülkemizin başta gelen ihraç ürünlerinden olup, yılda yaklaşık 700 milyon dolarlık döviz kazandırmaktadır. Başlıca üretim alanları Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi olmak üzere az miktarda ise Marmara Bölgesinde yetiştirilmektedir. Özellikle

Karadeniz bölgesinde geniş plantasyonlar halinde olup yaklaşık 400.000 aile işletmesi ve 5 milyon insan geçimini fındıktan sağlamaktadır (Kılıç, 1994).

Dünya fındık üretim alanının % 79.16'sı Türkiye'de, % 11.88'i İtalya'da, % 6.47'si İspanya'da ve

% 2.47'si Amerika'da bulunmaktadır. İtalya'da dekara fındık verim ortalaması 170 kg ve Amerika'da 100 kg dolaylarında iken Türkiye'de dekara verim ortalaması 70 kg dolaylarında bulunmaktadır (Işık ve Dündar, 1992).

Fındık tarımı yapılan ülkeler arasında dikim alanı, üretim ve ihracat bakımından dünyada ilk sırada yer almamıza karşılık, birim alandan elde edilen verim açısından henüz istenilen seviyeye ulaşılammıştır (Okay ve ark., 1986).

Fındık tarımı yapılan alanlarda verimi artırıcı uygulamalar, bitki hastalık ve zararlıları ile yapılan mücadele (Ecevit ve ark., 1996), gübreleme (Tous ve ark., 1987), kireçleme (Sürücü ve Korkmaz, 1996) uygulamalarıdır. Doğu Karadeniz Bölgesi sahil şeridinde asit reaksiyonlu topraklar oluşmuştur (Ateşalp, 1976). Fındık bitkisi ise genellikle 6 pH düzeyinde en iyi şekilde gelişmektedir (Özbek, 1979). Bu amaçla doğal verimliliği düşük olan çok asidik topraklara yapılan kireçleme uygulamaları verimi artırma çalışmalarının başında gelmektedir.

Günümüze kadar yapılan çalışmalar, toprağın kalitesini, verimlilik düzeyini ve bitki beslenmesi açısından alınması gereken önlemleri ortaya koymasından başka toprağın fiziksel, kimyasal, biyokimyasal, mikrobiyolojik, mineralojik, zoolojik ve bitki fizyolojisi ile ilgili konuların birlikte ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır (Schinner, 1986). Toprakların biyolojik özelliklerinin belirlenmesinde mikroorganizmaların topraktaki sayı ve dağılımı ile birlikte bunların aktivitelerinin ölçülmesi prensibinden hareket edilmektedir (Gök ve Onaç, 1995). Toprakların toplam biyokimyasal aktivitesi enzimler tarafından katalizlenen bir seri reaksiyonları kapsamaktadır. Bu enzimlerin az bir kısmı mikroorganizma içerisinde görev alan endo - enzimler ile, çok büyük bir kısmı canlı toprak mikroorganizmalarının besin maddelerini parçalamak amacıyla dışarıya saldıkları ekto-enzimlerdir. Ekto-enzimler çevresel etkilere karşı diğer enzimlerden daha dayanıklı olup killer ve humin maddeleri gibi toprağın anorganik ve organik kolloidleri tarafından adsorbe edilirler.

Toprakların ekstraselüler enzimleri toprak biyolojik aktivitesinde ve toprak verimliliğinde önemli rol oynamaktadır. Toprakların enzimatik aktivitelerinin ölçülmesi, iyi uygulanabilirliği ve diğer mikrobiyolojik teknikler ile karşılaştırıldığında daha iyi ve güvenilir sonuçlar vermesi hem ksenobiyotiklere karşı tepkilerinin belirlenmesinde (Arcak ve ark., 1996) hem de toprak verimliliğinin

belirlenmesinde (Ünal, 1967) yaygın olarak kullanılmaktadır.

Her kültür toprağında, toprakta kalan ürün kalıntılarının bileşim ve miktarına, çevre koşullarına ve amenajman yöntemlerine göre değişen ve mevsimsel koşullardan da etkilenen bir enzim düzeyi vardır. Enzim aktiviteleri toprakta bulunan bitki çeşidi tarafından büyük oranda etkilenebilmektedir (Arcak ve ark., 1994).

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

Bu nedenle Terme ve Ünye yöresi fındık tarımı yapılan topraklarda, toprak enzimolojisi ile herhangi bir çalışmanın yapılmamış olması ve bu toprakların Asit fosfataz, Alkali fosfataz,  $\beta$ -Glikosidaz ve Üreaz enzim aktivitesi seviyesinin saptanması ile toprak özellikleri arasındaki ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Araştırma materyalini oluşturan topraklar, Terme - Ünye yöresi fındık bahçelerinin 0-30 cm toprak derinliğinden alınmıştır. Terme yöresi fındık bahçesi toprakları 21 köyden, Ünye yöresi toprakları ise 30 köyden alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde yapılan analizler paralelli olarak yürütülmüştür. Toprak örneklerinin kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre, pH ve elektriksel iletkenlik saturasyon çamurunda Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde potansiyometrik olarak, organik madde Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde Walkley-Black yaş yakma yöntemine göre, kireç Çağlar (1958) tarafından bildirildiği şekilde Scheibler kalsimetresi ile belirlenmiştir. Toprakların K, Ca ve Mg içerikleri Richards (1954) tarafından bildirildiği şekilde 1N Amonyum asetat (pH:7.0) ile ekstrakte edilerek Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre'de, azot Bremner (1965) tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre ve yarıyıllı fosfor kapsamları da toprakların pH'sına göre Olsen ve ark., (1954) ve Bray ve Kurtz (1945) tarafından bildirildiği şekilde spektrofotometrik olarak saptanmıştır. Ekstrakte edilebilir Fe, Cu, Zn, Mn, Cd, Ni, DTPA (Dietilentriaminpenta asetik asit) ile Lindsay ve Norvell (1978)'in bildirildiği şekilde Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrede, ekstrakte

edilebilir Pb NH<sub>4</sub>OAc (amonyum asetat) çözeltisiyle gerçekleştirilen toprak ekstraktında ve MİBK (metilzobütülketon) içerisinde ekstrakte edilmiş ve Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrede belirlenmiştir (John, 1972).

Toprakların Fosfataz (Asit ve Alkali) aktivitesi, hidrolitik parçalanma sonucu meydana gelen fenol miktarı 2,6 dibromchinon-chorimid renk maddesi ile renklendirilerek oluşan mavi rengin spektrofotometrik olarak okunması prensibine dayanan Hofmann ve Hoffmann (1966)'ın bildirdiği şekilde ortaya konmuştur. Üreaz enzim aktivitesi üreaz enzimini substrat olarak kullanılan üreyi belirli bir süre içinde hidrolize ederek amonyak ve karbondioksit ayırması ve böylece meydana gelen ve toprak çözeltisinde çözünen amonyak miktarının spektrofotometrik olarak okunması prensibine dayanan Hoffmann ve Teicher (1961)'in bildirdiği şekilde belirlenmiştir. β-Glikosidaz aktivitesi ise β-Glikosidaz enziminin substrat olarak kullanılan

salisini, salingen ve glikoza hidrolize etmesi ve meydana gelen salingen'in pH'sı 9'dan büyük kalevi ortamlarda 2,6 dibromchinon chlorimid ile safir mavisi renginde indofenol renk maddesi prensibine dayanan Hofmann ve Hoffmann (1953), Hoffmann ve Dedeken (1965)'in bildirdiği şekilde saptanmıştır.

İstatistiksel çözümler Yurtsever (1984)'e göre değerlendirilmiştir.

### 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

#### 3. 1. Araştırma Materyalini Oluşturan Toprak Örneklerinin Alındıkları Yerler

Araştırma materyalini oluşturan toprakların örnekleme noktaları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Toprak Örneklerinin Alındıkları Yerler ve Büyük Toprak Grupları

Lab No	Alındığı Yer	Lab No	Alındığı Yer	Lab No	Alındığı Yer	Lab No	Alındığı Yer	Lab No	Alındığı Yer	Lab No	Alındığı Yer
	TERME	10	Evcı- A	20	Kumcağız-A	29	İncirli-G	40	Düzköy-G	50	E.karaca kase-K
1	Dibekli- A	11	Sakarlı- K	21	Gölyazı-A	30	İnkur-G	41	Kuşçulu-G	51	Keş-K
2	Şeyhli- G	12	Ahmetbey-A		ÜNYE	31	Uğurlu-G	42	Elmacık-G		
3	Mescitli- A	13	Gündoğdu-A	22	Göbünalçı-G	32	Çınarcık-G	43	Çiğdem-G		
4	Oğuzlu- A	14	Y.söğütlü-A	23	Göbü-A	33	Tekkiraz-G	44	Üçpınar-G		
5	Kocamanbaşı -G	15	Kargucak-A	24	Çatal-G	34	Dizdar-G	45	Ağdere-G		
6	Kesikkaya-G	16	Y.taşpınar-A	25	Söylemez-G	35	Yaycı-G	46	Kadılar-K		
7	Kocaman- A	17	Murathı-A	26	Çatalpınar-G	37	Nurettin-G	47	Gökyazı-G		
8	Y.yayla- A	18	Karacaköy-A	27	Kale-G	38	Günpınarı-G	48	Yüceler-G		
9	Evcı- A	19	Emiryusuf-A	28	Nadırlı-G	39	Çakmak-G	49	Güzelyalı-K		

(A-Alüviyal, G- Gri kahverengi podzolik, K- Kırmızı sarı podzolik toprak grubu)

#### 3. 2. Toprakların Üreaz Enzim Aktivitesi Üzerine Toprak Özelliklerinin, İz Element ve Ağır Metal İçeriklerinin Etkisi

Araştırma materyalini oluşturan toprak örneklerine ait fiziksel ve kimyasal özellikler Tablo 2'de, ekstrakte edilebilir iz element ve ağır metal içerikleri Tablo 3'de ve üreaz enzim aktivitesi sonuçları ise Tablo 4'de verilmiştir.

Toprakların üreaz enzim aktivitesi 6.5 ile 35 mg N/100g top<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Hofmann ve Hoffmann (1966) toprakların üreaz enzimini aktivitelerine göre düşük (<8), normal (8-16) ve yüksek (>16) terimleriyle üç sınıfa ayırmaktadır. Bu sınıflandırma esas alınarak araştırma topraklarının % 3.92'si düşük (Terme % 0; Ünye % 6.67), % 60.78'si normal (Terme % 61.90; Ünye % 60.00),

ve % 35.30'u yüksek (Terme % 38.10; Ünye % 3.33) üreaz aktivitesi içermektedir.

Toprakların üreaz enzim aktivitesi üzerine toprak özelliklerinin etkisini belirleyebilmek için yapılan istatistiksel analizler sonucunda Tablo 5'deki sonuçlar elde edilmiştir. Terme-Ünye fındık bahçesi topraklarının üreaz enzim aktivitesi üzerine organik madde (Şekil 1), % karbon, % azot, ekstrakte edilebilir Cu ve Zn (Şekil 2) miktarları istatistiksel açıdan %1 önem düzeyinde pozitif yönde etki etmektedir. Bu etki, ekst. edilebilir Zn > organik madde > azot, > ekst. edilebilir Cu > organik karbon sırasını izlemektedir. Toprak üreaz enzim aktivitesi toprak özellikleri, ürün tipi ve kültür tipleri ile yakından ilişkilidir (Frankberger ve Dick, 1983).

Tablo 2. Fındık Tarımı Yapılan Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Örnek No	Tekstür				Sat. Çamur		% Nem	% Org. Mad.	% Kireç
	Kum,	Silt, %	Kil, %	Sınıfı	pH	EC			
1	31.0	39.1	29.9	CL	6.20	$5.2 \times 10^2$	8.48	3.45	0.17
2	12.7	28.5	58.8	C	6.35	$5.3 \times 10^2$	9.72	1.76	0.12
3	37.6	23.3	39.1	CL	4.60	$4.5 \times 10^2$	16.43	0.81	0.05
4	65.7	21.4	12.9	SiL	5.35	$1.7 \times 10^2$	10.99	2.51	0.05
5	51.4	28.1	20.5	L	5.40	$1.0 \times 10^2$	8.27	4.84	0.15
6	31.7	36.7	31.5	CL	6.00	$1.0 \times 10^2$	5.24	1.66	0.14
7	39.8	23.4	36.8	CL	4.90	$2.1 \times 10^2$	11.66	2.82	0.19
8	23.9	29.1	47.0	C	6.30	$3.1 \times 10^2$	6.82	2.42	0.15
9	45.1	22.2	32.8	SCL	5.20	$2.4 \times 10^2$	9.34	1.53	0.15
10	55.3	26.1	18.6	SL	5.85	$1.4 \times 10^2$	3.31	1.66	0.48
11	53.0	23.4	23.7	SCL	5.60	$6.6 \times 10^2$	3.14	1.50	0.10
12	28.8	31.0	40.3	CL	7.03	$2.3 \times 10^2$	11.98	2.42	0.46
13	32.0	31.7	36.3	CL	6.50	$4.2 \times 10^2$	6.95	2.27	0.15
14	16.4	40.6	43.1	SiC	7.80	$4.6 \times 10^2$	7.77	0.89	2.41
15	33.2	23.5	43.3	C	6.60	$3.4 \times 10^2$	8.47	1.78	0.12
16	17.9	28.9	53.2	C	6.80	$3.4 \times 10^2$	8.60	2.19	0.05
17	19.0	30.3	50.8	C	7.50	$3.6 \times 10^2$	9.58	2.52	1.93
18	18.0	43.3	38.7	CL	6.80	$2.5 \times 10^2$	6.51	2.08	0.19
19	17.9	40.1	41.9	C	6.50	$3.8 \times 10^2$	6.63	3.21	0.31
20	21.7	43.0	35.3	CL	8.10	$6.2 \times 10^2$	5.88	1.77	0.22
21	30.4	37.6	32.0	CL	6.30	$3.3 \times 10^2$	5.46	2.64	0.12
22	30.5	31.0	38.5	CL	5.80	$2.8 \times 10^2$	10.60	2.93	1.08
23	28.5	26.6	47.6	C	5.10	$2.9 \times 10^2$	11.00	2.25	0.49
24	24.2	24.9	50.9	C	4.90	$2.4 \times 10^2$	10.10	3.43	0.34
25	38.4	26.2	35.4	CL	5.75	$1.2 \times 10^2$	6.49	2.16	0.39
26	46.2	15.7	37.7	SCL	5.65	$1.0 \times 10^2$	6.92	0.69	0.24
27	51.5	26.3	22.1	L	6.15	$2.9 \times 10^2$	12.90	0.32	0.27
28	22.8	23.2	54.0	C	5.80	$3.3 \times 10^2$	8.92	2.29	0.22
29	38.0	23.8	38.1	CL	5.00	$3.0 \times 10^2$	13.40	1.04	0.34
30	49.3	23.4	27.3	SCL	4.90	$1.2 \times 10^2$	6.58	1.87	0.12
31	44.3	28.1	27.6	SCL	5.50	$4.8 \times 10^2$	17.00	0.40	0.20
32	37.3	29.2	33.4	CL	5.10	$4.2 \times 10^2$	16.90	1.49	0.12
33	60.0	15.8	24.2	SCL	7.40	$7.4 \times 10^2$	13.80	1.21	3.22
34	17.7	28.9	53.4	C	6.35	$4.4 \times 10^2$	8.47	2.20	0.09
35	78.9	11.5	12.6	SL	6.30	$1.3 \times 10^2$	8.52	1.11	0.10
36	27.4	19.1	53.4	SCL	6.30	$2.0 \times 10^2$	8.51	1.28	0.10
37	59.9	24.7	15.5	SC	5.70	$1.3 \times 10^2$	5.99	3.82	0.10
38	43.1	19.8	37.0	CL	6.70	$2.9 \times 10^2$	10.20	2.24	0.09
39	45.3	30.9	23.8	L	5.50	$4.0 \times 10^2$	10.30	0.91	0.19
40	36.4	21.2	42.4	C	6.65	$5.1 \times 10^2$	8.05	1.65	0.22
41	41.0	21.4	37.6	CL	5.50	$1.9 \times 10^2$	3.80	1.78	0.15
42	37.8	23.5	38.7	CL	5.10	$3.5 \times 10^2$	8.60	3.08	0.29
43	27.4	18.2	54.3	C	7.40	$4.5 \times 10^2$	7.34	0.35	0.29
44	28.8	16.7	24.6	SCL	5.10	$1.4 \times 10^2$	4.16	1.53	0.10
45	20.7	22.6	56.6	C	6.80	$4.8 \times 10^2$	7.69	1.06	0.05
46	37.6	27.2	35.2	CL	6.00	$1.4 \times 10^2$	4.77	1.28	0.29
47	58.4	12.3	29.3	SCL	7.05	$4.1 \times 10^2$	2.55	1.35	2.27
48	52.9	19.6	27.5	SCL	6.30	$3.3 \times 10^2$	3.20	1.16	0.19
49	51.2	20.5	28.3	SCL	7.55	$3.3 \times 10^2$	2.54	1.58	1.30
50	33.8	24.3	41.9	C	6.10	$2.7 \times 10^2$	5.74	1.77	0.27
51	35.0	17.4	47.5	SCL	6.00	$1.7 \times 10^2$	4.25	2.56	0.17

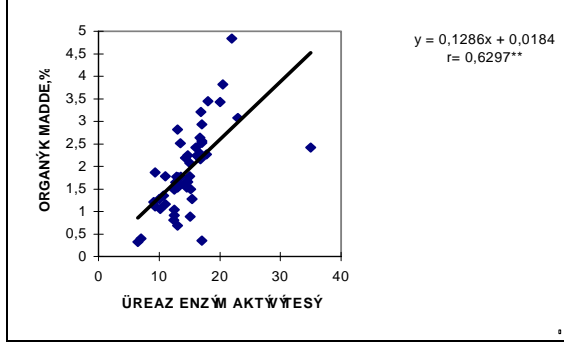
Tablo 3. Toprakların Ekstrakte Edilebilir İzolement ve Ağır Metal İçerikleri (mg/kg)

Örnek No.	Fe	Cu	Zn	Mn	Cd	Pb	Ni
1	88.94	6.84	0.91	70.62	0.34	0.59	1.46
2	31.34	3.14	0.20	20.73	0.32	1.19	3.07
3	81.10	0.49	0.33	4.49	0.47	0.21	1.54
4	31.09	0.32	0.27	10.82	0.15	0.69	0.78
5	34.28	0.87	0.23	9.61	0.08	0.57	0.09
6	35.75	0.56	0.05	6.67	0.07	0.33	0.06
7	24.72	0.13	0.06	12.39	0.12	0.26	0.91
8	62.47	0.43	1.48	59.52	0.10	1.39	1.88
9	57.08	1.53	0.29	29.58	0.09	0.72	0.63
10	93.85	5.95	1.16	49.69	0.17	0.26	1.59
11	48.01	2.58	0.62	3.66	0.14	2.27	0.57
12	42.13	13.69	11.79	26.36	0.14	1.03	1.03
13	62.72	4.05	0.34	24.91	0.19	0.81	6.45
14	16.47	2.20	0.17	7.68	0.10	1.12	2.01
15	51.93	6.24	0.35	27.65	0.07	0.84	9.75
16	36.98	4.74	0.34	25.07	0.23	1.63	8.59
17	36.24	6.24	0.31	12.84	0.15	1.75	4.21
18	131.11	6.47	0.43	28.78	0.19	1.15	8.63
19	91.64	4.97	0.41	29.26	0.17	0.96	8.53
20	51.44	3.12	0.27	14.53	0.21	0.62	3.17
21	91.39	3.98	0.52	56.78	0.16	0.69	7.99
22	62.72	1.39	0.37	64.83	0.21	1.29	0.67
23	19.74	0.17	0.12	48.57	0.22	0.62	1.36
24	17.09	0.20	0.36	15.81	0.11	1.41	3.22
25	29.62	0.84	0.37	71.26	0.12	1.36	0.89
26	31.34	0.01	0.09	87.36	0.21	0.45	1.23
27	16.19	0.04	0.18	12.54	0.17	0.45	0.15
28	32.57	0.16	0.07	42.78	0.21	0.93	1.58
29	11.88	0.09	0.23	45.35	0.00	1.15	1.18
30	7.78	0.06	0.28	39.56	0.52	0.09	0.25
31	7.35	0.38	0.43	58.07	0.38	0.02	0.59
32	98.26	1.84	0.32	23.30	0.49	0.00	1.86
33	7.96	0.50	0.38	5.72	0.09	0.09	1.16
34	19.18	1.49	0.32	51.63	0.19	1.29	2.39
35	14.43	2.22	0.06	7.68	0.07	0.26	0.48
36	13.29	0.63	0.36	32.32	0.06	0.19	0.86
37	39.18	1.39	0.30	13.24	0.22	0.17	0.17
38	20.86	1.79	0.61	38.92	0.10	0.17	0.78
39	23.48	0.23	0.31	59.56	0.02	0.09	0.55
40	15.89	0.98	0.28	41.17	0.04	0.09	0.40
41	56.10	0.83	0.25	18.86	0.08	1.63	0.48
42	40.65	1.51	0.27	79.63	0.44	0.38	0.86
43	10.58	0.81	0.16	14.66	0.48	1.03	0.48
44	57.81	0.91	0.65	26.36	0.45	1.05	0.25
45	16.07	0.74	0.23	44.39	0.17	1.77	0.40
46	79.14	2.24	0.39	100.72	0.27	0.76	1.94
47	11.09	0.06	0.13	31.67	0.35	0.24	1.32
48	21.11	0.33	0.16	21.52	0.32	0.50	0.08
49	19.82	1.06	0.31	16.94	0.28	0.81	0.17
50	17.11	0.69	0.50	112.30	0.26	0.62	0.19
51	31.58	0.95	0.39	92.51	0.34	0.86	0.63

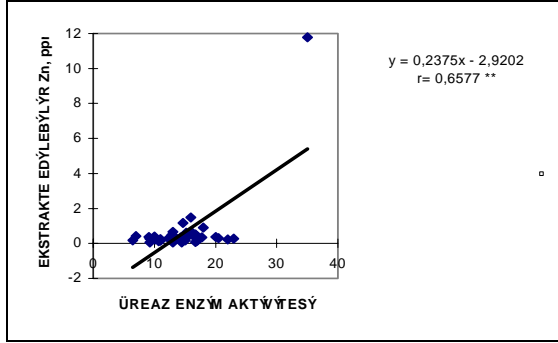
Yapılan çalışmalar, toprakların üreaz aktivitesi üzerine organik karbonun (Tabatabai, 1977; Zantuna et al., 1977), organik madde kapsamının (Burns, 1982) ve KDK'nın (Dalal, 1975) yüksek düzeyde etki ettiğini, buna karşılık pH'nın ise vejetasyonun

türüne göre çeşitlilik gösterebileceğini (O'Toole et al., 1985) ortaya koymuştur. Speir (1984) de toprakların üreaz aktivitesi ile KDK, toplam değişebilir katyonlar ve azot arasında çok önemli pozitif ilişki belirlemiştir.

Balıgar ve ark. (1991), yaptıkları çalışmada üreaz aktivitesi ile pH, kum, silt ve kil kapsamı arasında önemli bir ilişki bulunmadığını buna karşın C, N, P, S ve nem kapsamı ile üreaz aktivitesi arasında önemli pozitif ilişki belirlemişlerdir.



Şekil 1. Üreaz ile organik madde arasındaki korelasyon



Şekil 2. Üreaz ile ekstrakte edilebilir Zn arasındaki korelasyon

### 3. 3. Toprakların $\beta$ -Glikosidaz Enzim Aktivitesi Üzerine Toprak Özelliklerinin, İz Element ve Ağır Metal İçeriklerinin Etkisi

Toprakların  $\beta$ -Glikosidaz enzim aktivitesi 0.70 ile 8.00 mg salingen /100g top<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (Tablo 4). Hofmann ve Hoffmann, (1966) toprakların  $\beta$ -Glikosidaz enzimini aktivitelerine göre düşük (<20), normal (20-40) ve yüksek (>40) terimleriyle üç sınıfa ayırmaktadır. Bu sınıflandırma esas alınarak araştırma topraklarının tamamında  $\beta$ -Glikosidaz enzim aktivitesi düşüktür.

Toprakların  $\beta$ -Glikosidaz enzim aktivitesi üzerine toprak özelliklerinin etkisini belirleyebilmek için yapılan istatistiki analizler sonucunda Tablo 5'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Terme - Ünye fındık bahçesi topraklarının  $\beta$ -Glikosidaz enzim aktivitesi üzerine toprakların ekstrakte edilebilir Cd içerikleri pozitif yönde (Şekil 3), toprakların C / N oranları ise negatif

yönde (Şekil 4) etki etmektedir. Bu etkiler istatistiksel açıdan % 1 ihtimal sınırında önemlidir.

Benzer şekilde Haktanır (1973) tarafından yapılan bir çalışmada,  $\beta$ -Glikosidaz aktivitesi ile topraktaki kireç miktarı ve toprak organik maddesinin C / N oranı arasında önemli negatif ilişkiler bulunmuştur.

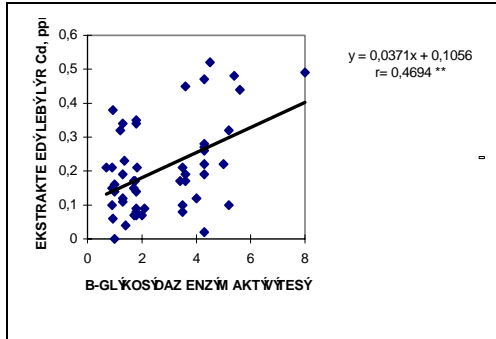
Tablo 4. Toprakların Enzim Aktivite Sonuçları

Örnek No	Asit Fosfataz mg fenol 100g	Alkali mg fenol	$\beta$ - mg	Üreaz mg 100g top <sup>-1</sup>
1	22.0	10.5	1.80	18.0
2	19.0	12.0	5.20	13.1
3	48.0	12.0	4.30	12.4
4	42.0	10.2	0.91	13.5
5	20.0	10.5	1.80	22.0
6	11.0	80.0	1.72	14.5
7	54.0	17.0	4.00	13.0
8	15.0	15.0	0.90	16.0
9	32.0	20.0	2.10	14.6
10	28.0	9.0	1.75	14.7
11	20.0	105.0	1.00	15.2
12	31.0	85.0	1.80	35.0
13	25.0	30.0	4.30	17.8
14	9.0	57.0	3.50	15.1
15	12.0	40.0	1.80	15.0
16	55.0	45.0	1.35	14.3
17	53.0	140.0	1.70	17.0
18	41.0	10.0	1.30	15.0
19	31.0	12.5	1.70	16.9
20	17.0	25.0	3.50	13.6
21	41.5	7.0	1.00	16.7
22	12.7	55.0	0.90	17.0
23	23.3	22.0	4.30	14.7
24	38.0	15.0	1.30	20.0
25	9.0	11.0	1.30	16.8
26	10.0	10.5	1.82	13.0
27	12.5	17.0	3.60	6.5
28	15.0	22.0	0.70	16.7
29	23.0	10.0	1.00	12.5
30	32.0	1.5	4.50	9.3
31	25.0	10.0	0.93	7.0
32	40.0	32.0	8.00	12.5
33	38.0	25.0	1.80	9.1
34	28.0	28.0	3.60	16.7
35	20.0	16.0	2.00	9.3
36	10.0	14.0	0.93	15.4
37	57.0	15.0	5.00	20.5
38	50.0	17.0	5.20	16.2
39	10.0	4.0	4.30	12.5
40	20.0	12.0	1.40	12.7
41	20.0	10.5	3.50	11.0
42	40.0	5.0	5.60	23.0
43	9.2	10.0	5.40	17.0
44	19.0	10.0	3.60	13.0
45	20.0	37.0	3.40	10.2
46	10.5	11.0	4.30	10.0
47	17.0	12.0	1.80	10.7
48	13.0	20.0	1.20	11.0
49	42.0	60.0	4.30	13.3
50	18.0	35.0	4.30	12.9
51	20.5	10.0	1.29	17.0

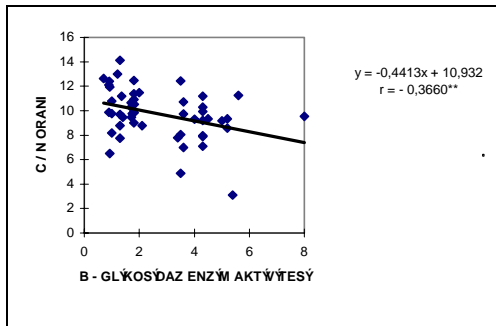
Tablo 5. Enzim Aktiviteleri ile Toprak Özellikleri Arasındaki Lineer Korelasyon Katsayıları

Toprak Özellikleri	Üreaz Aktivitesi	Asit Fosfataz Aktivitesi	Alkali Fosfataz Aktivitesi	$\beta$ -Glikosidaz Aktivitesi
Kum, %	-0.2913 *	0.0436	-0.1960	-0.0278
Silt, %	0.2698	-0.0878	0.1998	-0.0298
Kil, %	0.2053	-0.1036	0.1470	0.0283
pH	0.0662	0.0088	0.3723 **	-0.0836
EC	0.1529	0.3849 **	0.1944	0.0972
Organik Madde, %	0.6297 **	0.0358	0.0137	-0.1222
Kireç, %	-0.0885	0.4072 **	0.3338 *	-0.0945
C, %	0.5956 **	0.4068 **	0.0204	-0.0143
N, %	0.6281 **	0.0619	0.0538	0.0490
C / N	0.1096	0.1998	-0.0726	-0.3660 **
P	0.0962	0.0769	0.4995 **	0.1656
K	0.1234	0.0739	-0.0311	-0.0397
Ca	-0.1469	0.1258	0.0497	0.1899
Mg	0.2127	0.2715	0.2603	-0.2170
Nem, %	-0.0454	0.1883	-0.0442	0.1498
Fe, mg/kg	0.1880	0.2031	-0.0450	0.0030
Cu, mg/kg	0.5999 **	0.0565	0.3978 **	-0.1415
Zn, mg/kg	0.6577 **	-0.2858 *	0.2992 *	-0.1057
Mn, mg/kg	0.0228	0.1162	-0.2914 *	-0.0324
Cd, mg/kg	-0.1024	-0.0778	-0.1895	0.4694 **
Pb, mg/kg	0.2258	0.2473	0.4654 **	-0.2700
Ni, mg/kg	0.1302	0.2473	0.0676	-0.1801

\* : % 5 düzeyinde önemli, \*\* : % 1 düzeyinde önemli



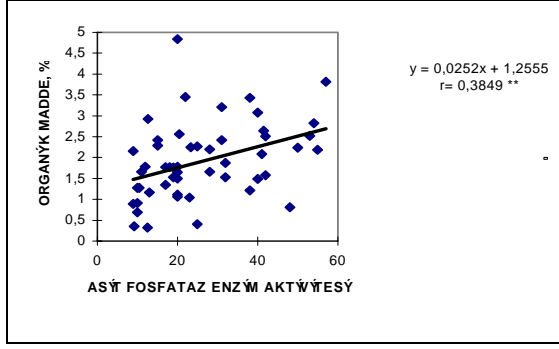
Şekil 3.  $\beta$ -Glikosidaz ile ekstrakte edilebilir Cd arasındaki korelasyon



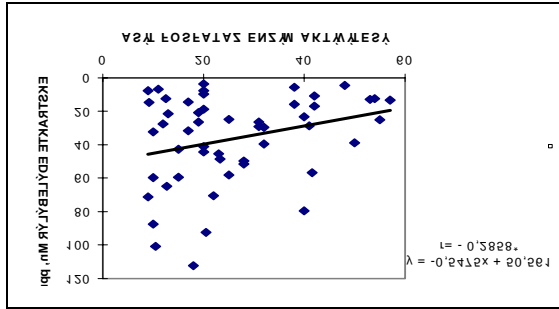
Şekil 4.  $\beta$ -Glikosidaz ile C / N oranı arasındaki korelasyon

### 3. 4. Toprakların Asit ve Alkali Fosfataz Enzim Aktivitesi Üzerine Toprak Özelliklerinin, İz Element ve Ağır Metal İçeriklerinin Etkisi

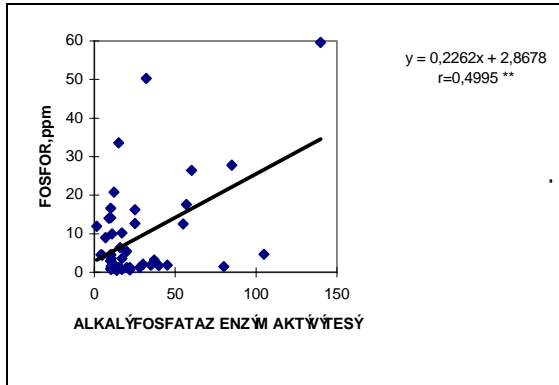
Terme - Ünye fındık tarımı yapılan toprakların asit fosfataz aktiviteleri 9.00 ile 57.00 mg fenol /100g top<sup>-1</sup> arasında, alkali fosfataz aktiviteleri ise 1.50 ile 140.00 mg fenol / 100g top<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (Tablo 4). Toprakların yarayışlı fosfor miktarı ile toprak pH'sı fosfataz aktivitesine büyük ölçüde etki yaptığı için bir toprağın fosfatazca zenginlik veya fakirliği diğer enzimlerde olduğu gibi belli aktivite sayılarıyla ifade edilememektedir (Ünal, 1967). Toprakların asit ve alkali fosfataz enzim aktivitesi üzerine toprak özelliklerinin etkisini belirleyebilmek için yapılan istatistikî analizler sonucunda Tablo 5'deki sonuçlar elde edilmiştir. Fındık bahçesi topraklarının asit fosfataz enzim aktivitesi üzerine toprakların % karbon, % azot ve organik madde (Şekil 5) içerikleri pozitif yönde, toprakların ekstrakte edilebilir Mn miktarları ise negatif yönde (Şekil 6) etki etmektedir. Alkali fosfataz aktivitesi üzerine ise yarayışlı P (Şekil 7), pH (Şekil 8), kireç kapsamı ile ekstrakte edilebilir Cu (Şekil 9), Zn, Pb pozitif yönde, ekstrakte edilebilir Mn ise negatif yönde (Şekil 10) etki etmektedir.



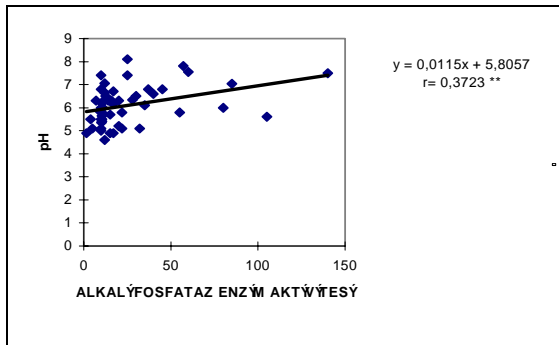
Şekil 5. Asit fosfataz ile organik madde arasındaki korelasyon



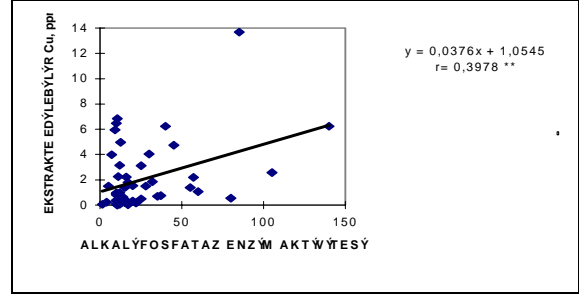
Şekil 6. Asit fosfataz ile ekstrakte edilebilir Mn arasındaki korelasyon



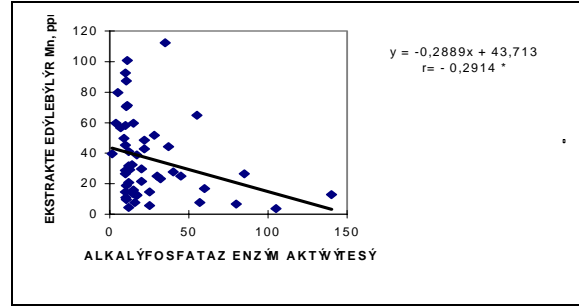
Şekil 7. Alkali fosfataz ile yarıyıllık P arasındaki korelasyon



Şekil 8. Alkali fosfataz ile pH arasındaki korelasyon



Şekil 9. Alkali fosfataz ile ekstrakte edilebilir Cu arasındaki korelasyon



Şekil 10. Alkali fosfataz ile ekstrakte edilebilir Mn arasındaki korelasyon

Appiah (1975), toprakta fosfataz enzim aktivitesinin dağılımının ve bu enzim ile toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin toprakta yetiştirilen ürüne bağlı olabileceğini belirtmiştir. Araştırmacı, kültüre alınmamış toprakta fosfataz aktivitesi ile organik C ve toplam N arasında çok önemli pozitif ilişki belirlerken, aynı özelliklere sahip kakao yetiştirilen topraklarda ise bu ilişkilerin belirlenmediğini ortaya koymuştur.

Speir (1984), fosfataz aktivitesi ile fosfor kapsamı arasında önemli bir korelasyon olmadığını ancak kükürt hariç diğer besin elementleri ilave edilmiş topraklarda verimlilik ile fosfataz aktivitesi arasında, fosfor hariç diğer besin elementleri ilave edilmiş topraklarda da verimlilik ile üreaz aktivitesi arasında önemli pozitif ilişki belirlemiştir.

Darmaar ve ark. (1984), farklı vejetasyon altında fosfataz, üreaz ve dehidrogenaz aktivitesinin en fazla kış sezonunda olduğunu ve bunun ayrışmakta olan kök materyali ile ilişkili olduğunu belirtmektedirler.

Araştırma materyalini oluşturan toprakların organik madde içerikleri, organik karbon, azot ve pH gibi toprak özellikleri enzim aktiviteleri üzerine önemli ölçüde etki etmektedir. Buna bağlı olarak, toprakların izelement ve ağır metal içeriklerinin enzim aktiviteleri üzerine etkileri çeşitlilik göstermektedir. Toprakların ekstrakte edilebilir Fe



ve Mn içerikleri yüksek düzeydedir. Buna bağlı olarak enzim aktiviteleri ile negatif korelasyon gösterebilmektedir. Cd, Pb ve Ni gibi ağır metal içerikleri ise normal tarım topraklarında bulunabilecek sınırdadır. Ni az yada çok tüm topraklarda bulunur. Ancak Ni miktarı killi ve mineral topraklarda fazladır. Toprağın ince fraksiyonlarında göreceli olarak Ni miktarı daha fazla bulunmaktadır. Ultrabazik kayalar ile olivin ve serpantin içeren kayalardan oluşan ana materyale sahip topraklarda da Ni fazlalığına rastlanmaktadır. Ağır metallerin topraklardaki kaynağını ise ana materyal oluşturmakta, toprak pH'sına bağlı olarak çözünürlükleri artabilmektedir. Bu sebeple kirlenme olmamış tarım topraklarının ağır metal ve iz element içerikleri ile bazı enzim aktiviteleri arasında pozitif korelasyon görülebilmektedir.

#### 4. KAYNAKLAR

- Appiah, M. R. 1975. Organic Phosphorus and Phosphates Activity in Cocoa Soils of Ghana. Ghana J. of Agr. Sci. (8), 45-50.
- Arcak, S., Haktanır, K., Camcı, S. 1994. Bitki Deseninin Asit ve Alkali Fosfataz Aktivitesine Etkileri. A. Ü. Z. F. Yayın No 1394. Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler 775, Ankara.
- Arcak, S., Karaca, A., Haktanır, K. 1996. "Trifluralin'in Toprak Üreaz ve Alkali Fosfataz Aktiviteleri Üzerine Etkileri". **Tarım-Çevre İlişkileri Sempozyumu**. Mersin
- Ateşalp, M. 1976. Doğu Karadeniz Bölgesi Asit Reaksiyonlu Toprakların Kireçlenmesi ve Bununla İlgili Araştırmalar. T. C. Köyişleri Bakanlığı Toprak Genel Müd., Toprak ve Gübre Araş. Ens. Müd. Yayınları, Genel Yayın No. 65, Rapor Seri No.4. Ankara.
- Baligar, V. C., Staley, T. E. and Wright, R. 1991. Enzyme Activities in Appalachen Soils. 2. Urease. Comm. Soil Sci. Pl. Anal., (22), 315-322.
- Bouyoucos, G. J. 1951. A Recalibration of Hidrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. Agronomy Journal, (143), 9.
- Bray, R. H. and Kurtz, L. T. 1945. Determation of Total Organic and Available Forms of Phosphorus in Soils. Soil Sci. (59), 39 - 45.
- Bremner, J. M. 1965. Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties. Ed. A. C. A. Black Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agron. Series No : 9 Madison USA.
- Burns, R. G. 1982. Enzyme Activity in Soils; location and Possible Role in Microbial Ecology. Soil Biol. Bioc., (14), 423-427.
- Çağlar, K. Ö. 1958. Toprak İlimi. Ankara Üniversitesi Yayınları. No: 10.
- Dalal, R. C. 1975. Urease Activity in Some Trinidad Soils. Soil Biol. Biochem., (7), 5-8.
- Darmaar, J. F., Johnston, A., Smoliak, S. 1984. Seasonal Changes in Carbon Content and Dehydrogenase, Phosphatase and Urease Activities in Mixed Prairie and Fescue Grassland Ah horizons. J. of Range Management, 97 (1), 31-35.
- Ecevit, O., Özman, S. K., Hatat, G., Okay, A. N., Kaya, A., Mennan, S. 1996. "Karadeniz Bölgesinde Önemli Fındık Çeşitlerinin Zararlı ve Hastalıklara Karşı Duyarlılıklarının Belirlenmesi". **Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Sempozyumu**. 10-11 Ocak 1996. OMÜ. Ziraat Fakültesi, Samsun.
- Frankberger, W. T., Dick, W. A. 1983. Relationships Between Enzyme Activity and Microbial Growth and Activity Indices in Soil. Soil Sci. Soc. Am. J. (47), 945-951.
- Gök, M., Onaç, I. 1995. "Hilvan ve Baziki Ovalarında Yer Alan Yaygın Toprak Serilerinin Bazı Mikro-Biyolojik Özellikleri". **Toprak İlimi Derneği İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu**. Ankara.
- Haktanır, K. 1973. Ankara Şartlarında Nadas-Buğday - Baklagil Ekim Nöbetinin Önemli Toprak Enzimlerinin Aktiviteleri Üzerine Etkileri. A. Ü. Zir. Fak. Yay : 613. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler : 356. Ankara.
- Hoffmann, Gg., Dedeken, M. 1965. Eine Methode zur Kolorimetrischen Bestimmung der-Glucosidase -Aktivat in Böden. Z. Pflanzenernahr. Düng. Bodenkunde, (108), 193-198.
- Hoffmann, Gg. Teicher, K. 1961. Ein Kolorimetrisches Verfahren zur Bestimmung der Urease Aktivitat in Böden. Z. Pflanzenernahr. Düng. Bodenkunde. 91 (140), 55 - 63.
- Hofmann, Ed., Hoffmann, Gg. 1953. Über das Enzymsystem Unserer Kulturböden. IV. Die  $\beta$ -Glikosidase. Biochemische Zeitschrift, Bd, (324), 297-400.

Hofmann, Ed., Hoffmann, Gg. 1966. Die Bestimmung der Biologischen Tätigkeit in Böden Mit Enzymethoden. Reprinted From Advances in Enzymology and Related Subject of Biochemistry, (28), 365 - 390.

Işık, M., DüNDAR, F. 1992. Fındık Zararlıları ve Hastalıkları ile Mücadele. T. C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı. Ankara.

Jackson, M. C. 1962. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall. Inc. Eng. Cliff. USA.

Jackson, M. C. 1962. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall. Inc. Eng. Cliff. USA.

John, M. K. 1972. Lead Availability Related to Soil Properties and Extractable Lead. J. Environ. Quality 1 (3), 295 - 298.

Kılıç, O. 1994. Fındıkta Dönüm Noktası. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Dergisi. Tarım ve Köy. (97), 38-40.

Lindsay, W. L., Norwell, W. A. 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Sci. Soc. Am. J. (42), 421 - 428.

Okay, A. N., Kaya, A., Küçük, V. Y., Küçük, A. 1986. Fındık Tarımı. T. C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı. Teşkilatlanma ve Destekleme Gen. Müd., Yayın No: Genel 142, TEDGEM-12, Ankara.

Olsen, S. R., Cole, V., Watanabe, F. S. and Dean, L. A. 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction With Sodium Bicarbonate. U. S. Dept. of Agr. Cir. 939. Washington. D. C.

O' Toole, P., Morgan, M. A. and Mc Garry S. J. 1985. A Comparative Study of Urease in Pasture and Tillage Soils. Comm. Soil Sci. Pl. Anal. (16), 759-773.

Özbek, N. 1979. Bahçe Bitkileri Gübrelemesi. Tarım Bakanlığı. Ankara.

Richards, L. A. 1954. Diagnosis and Improvement of Salina and Alkalina Soils. U. S. Dept. of Agr. Handbook 60: 105.

Schinner, F. 1986. "Veröffentlichungen der Landwirtschaftlich-Chemischen Bundesanstalt Linz / Donau". **11. Seminar: Die Anwendung Enzymatischer und Mikrobiologischer Methoden in der Bodenanalyse.**

Speir, T. W. 1984. Urease, Phosphatase and Sulphatase Activities of Cook Island and Tongan soils. Newzeland J. of Sci. (27), 73-79.

Sürücü, A., Korkmaz, A. 1996. "Fındık Tarımı Yapılan Asit Toprakların Kireç İhtiyaçlarının Belirlenmesinde Kullanılan Farklı Yöntemlerin Karşılaştırılması Üzerine Araştırmalar, II. Asit Topraklarda Kirecin Toprakların Ekstrakte Edilebilir Fe, Mn, Zn, Cu Elementleri Kapsamına Etkileri Yönünden". **Fındık Ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Sempozyumu. 10-11 Ocak 1996. OMÜ. Ziraat Fak., Samsun.**

Tabatabai, M. A. 1977. Effects of Trace Elements On Urease Activity İn Soils. Soil Biol. Biochem. (9), 9-13.

Tous, J., Romero, A, Plana, J. 1987. Cultivo Del Avellano. Fruticultura Profesional, (11), 115-123.

Ünal, H., 1967. Rize Çay Topraklarının Enzim Aktiviteleri ve bu Aktivitelerle Önemli Toprak Özellikleri Arasındaki İlgiler. AÜZF Yayınları: 306 Çalışmalar: 191. Ankara

Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metodları. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. 623. Ankara.

Zantuna, M. I., Dumonil, L. C., Bremner, J. B. 1977. Relationships Between Soil Urease Activity and Other Soil Properties. Soil Sci. Soc. Am. J. (41), 350-352.