

# ÇELTİK TARIMI YAPILAN TOPRAKLARIN ENZİM AKTİVİTELERİ ÜZERİNE TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN ETKİSİ

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

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

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

## ÖZET

Bu çalışma, Bafra Ovasında yoğun bir şekilde çeltik tarımı yapılan Üçpınar, Harız, Doğancı, Kaygusuz, Emenli, Sarıköy ve Gelemenağrı köylerinden alınan toprakların enzim aktiviteleri üzerine toprak özelliklerinin etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Alınan toprak örneklerinde üreaz, fosfataz,  $\beta$ -glikosidaz ve katalaz enzim aktiviteleri üzerine toprak özelliklerinin etkileri ortaya konulmuştur. Toprakların Üreaz enzim aktivitesi 24.12 ile 39.03 mg N 100 g kuru top<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Üreaz enzim aktivitesi ile toprakların organik madde ( $r = 0.89^{**}$ ), ekstrakte edilebilir Mn ( $r = 0.74^{*}$ ), değişebilir K ( $r = 0.73^{*}$ ) ve total P ( $r = 0.81^{*}$ ) kapsamaları arasında pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Toprakların Asit fosfataz enzim aktivitesi 3.00 ile 17.44 mg fenol 100g kuru top<sup>-1</sup> arasında, alkali fosfataz aktivitesi ise 12.00 ile 25.53 mg fenol 100 g kuru top<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Asit fosfataz enzim aktivitesi üzerine, değişebilir Mg ( $r = 0.71^{*}$ ) ve ekstrakte edilebilir Cu ( $r = 0.74^{*}$ )'ın pozitif yönde; Alkali fosfataz enzim aktivitesi üzerine ise pH ( $r = 0.73^{*}$ ), değişebilir Ca ( $r = 0.74^{*}$ ), değişebilir Mg ( $r = 0.71^{*}$ ), total değişebilir bazik katyonlar ( $r = 0.79^{*}$ ) ve ekstrakte edilebilir Cu ( $r = 0.70^{*}$ )'ın pozitif yönde, total P ( $r = - 0.84^{**}$ )'un negatif yönde etki ettiği tesbit edilmiştir.  $\beta$ -glikosidaz enzim aktivitesi 1.12 ile 3.64 mg salingen 100 g kuru top<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup,  $\beta$ -glikosidaz enzim aktivitesi üzerine toprakların ekstrakte edilebilir Zn kapsamaları ( $r = - 0.97^{**}$ ) negatif yönde, total değişebilir asidik katyonların ( $r = 0.70^{*}$ ) ise pozitif yönde etki ettiği saptanmıştır. Toprakların Katalaz enzim aktivitesi 5.25 ile 9.00 mg O<sub>2</sub> 5 g kuru top<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, katalaz enzim aktivitesi ile toprakların kum ( $r = - 0.92^{**}$ ) ve ekstrakte edilebilir Fe kapsamaları ( $r = - 0.85^{**}$ ) arasında negatif, kil ( $r = 0.82^{*}$ ) ve tuz ( $r = 0.83^{**}$ ) kapsamaları arasında ise pozitif ilişkiler bulunduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Çeltik, Enzim aktivitesi, Toprak

## ENZYME ACTIVITIES OF PADDY SOILS AND RELATIONSHIPS WITH THE SOIL PROPERTIES

### ABSTRACT

This study was carried out to determine the effect of soil properties on enzyme activities of paddy soils, the sample of which were taken from Üçpınar, Harız, Doğancı, Kaygusuz, Emenli, Sarıköy and Gelemenağrı villages where rice cultivation is an intensive agricultural system. In this study, soil properties having effects on urease, phosphatase,  $\beta$ -glucosidase and catalase enzyme activities were set forth. Urease enzyme activities of soil samples varied from 24.12 to 39.03 mg N 100 g dry soil<sup>-1</sup>. Significant correlations were determined between urease enzyme activities and organic matter ( $r = 0.89^{**}$ ), extractable Mn ( $r = 0.74^{**}$ ), exchangeable K ( $r = 0.73^{**}$ ) and total P content of soil ( $r = 0.81^{*}$ ). Acid phosphatase enzyme activity varied between 3.00-17.44 mg phenol 100 g dry soil<sup>-1</sup>, alkaline phosphatase enzyme activity between 12.00-25.53 mg phenol 100 g dry soil<sup>-1</sup>. Exchangeable Mg ( $r = 0.71^{*}$ ) and extractable Cu ( $r = 0.74^{*}$ ) were found to have positive effect on acid phosphatase enzyme activity and pH ( $r = 0.73^{*}$ ), exchangeable Ca ( $r = 0.74^{*}$ ), exchangeable Mg ( $r = 0.71^{*}$ ), exchangeable total basic cations ( $r = 0.79^{*}$ ) and extractable Cu ( $r = 0.70^{*}$ ) had positive effects on alkaline

phosphatase enzyme activity, whereas total P ( $r = - 0.84^{**}$ ) affected the activity negatively.  $\beta$ -glucosidase enzyme activity was measured to vary between 1.12-3.64 mg salingen 100 g dry soil<sup>-1</sup>. It was also observed that extractable Zn content of soil samples ( $r = - 0.97^{**}$ ) had negative effect on  $\beta$ -glucosidase activity, whereas total exchangeable acidic cations ( $r = 0.70^{*}$ ) affected the activity positively. Catalase enzyme activities of soils changed between 5.25 - 9.00 mg O<sub>2</sub> 5 g dry soil<sup>-1</sup>. Significant correlations were found between catalase activities and fraction of soils and extractable Fe content. Positive correlations, however, were determined between catalase activities and clay fraction ( $r = 0.82^{*}$ ) and salt content ( $r = 0.83^{**}$ ) of samples.

**Key Words :** Rice, Enzyme activity, Soil

## GİRİŞ

İnsanlar yaşamlarını sürdürürebilmek için bitkisel ve hayvansal besinlere gereksinim duyarlar. Dengeli beslenmede proteinli ve karbonhidratlı besinlerin yeri büyüktür. Karbonhidratlı besinler arasında ise pirinç buğdaydan sonra en çok tüketilen ürünler arasında olup dünya nüfusunun başlıca gıda maddesidir.

Çeltik tarımı su altında kalmış topraklarda yapılmaktadır. Çeltik bitkisinin besin maddelerini alabilmesi için bol su içinde bulunması gerekmektedir. Bu ise tarla toprağının sürekli olarak suyla doymun olmasını gerektirir. Bu nedenle çeltik yetiştirmede kullanılan suyun bir kısmı toprağın doyuma noktasına ulaşmasını sağlar. Su yüksekliği, yetiştirilen çeşide, hava sıcaklığına ve sağlanabilen su miktarına bağlı ise de ortalama 5 - 15 cm'dir (Kün, 1985).

Çeltik bitkisi devamlı su altında yetiştirildiğinden toprakların uzun süre su altında kalması nedeniyle toprağın pH'sı ve redoks potansiyelindeki değişiklikler ile karbondioksit basıncı çeltik bitkisinin bazı besin maddeleri alımını ve toprak mikrobiyolojik özelliklerini sınırlandırmada önemli bir rol oynamaktadır.

Toprak verimliliği yalnızca toprağın fiziksel koşulları ve besin maddesi düzeyine bağlı olmayıp biyolojik olayların yoğunluğu ile de ilgilidir. Toprak, biyolojik olarak dengede bulunan bir sistemdir. Ancak bu denge, çevresel koşulların ve özelliklerin değişimi yolu ile bozularak toprak verimliliğinden sorumlu olan mikroflora ve onun aktivitesinin değişmesi tehlikesi ile karşılaşır (Arcaç ve ark., 1996).

Toprakların toplam biyokimyasal aktivitesi enzimler tarafından katalizlenen bir seri reaksiyonları kapsamaktadır. Bu enzimlerin büyük bir kısmı, toprak mikroorganizmalarının besin maddelerini parçalamak amacıyla dışarıya saldıkları enzimlerdir. Bunlar hem toprak çözeltisinde serbest halde hem de toprakların organik ve inorganik bileşenlerine bağlı

halde bulunabilmekte (Rowell ve ark., 1973) ve hücrelerin yıkımı sonucu oluşmalarına rağmen kesinlikle aktivitelerini kaybetmemektedirler (Kıss ve ark., 1975).

Toprakların ekstraselüler enzimleri toprak biyolojik aktivitesinde ve toprak verimliliğinde önemli rol oynamaktadırlar. Toprakların enzimatik aktivitelerinin ölçülmesi, iyi uygulanabilirliği ve diğer mikrobiyolojik teknikler ile karşılaştırıldığında daha iyi ve güvenilir sonuçlar vermesi hem ksenobiyotiklere karşı tepkilerinin belirlenmesinde (Arcaç ve ark. 1996) hem de toprak verimliliğinin belirlenmesinde (Ünal, 1967) yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışma; ülkemizde çeltik tarımı yapılan ve çeltik yetiştiriciliğinde önemli bir yeri olan Bafra ovası topraklarının enzim aktivitesi seviyesini ortaya koymak ve enzim aktivitelerinin toprak özellikleri ile olan ilişkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Araştırmanın materyalini, Bafra ovasında yaygın olarak çeltik tarımı yapılan alanlardan tesadüfi olarak alınan toprak örnekleri oluşturmuştur. Alınan toprak örneklerinde yapılan fiziksel, kimyasal ve enzim aktivite analizleri 3 paralelli olarak yapılmıştır..

### 2. 1. Toprak Analizleri

Toprakların kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre, pH saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metrede, saturasyon çamurunun elektriksel iletkenliği EC - metre ile Jackson (1962)'a göre, organik madde Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde Walkley - Black yaş yakma yöntemine göre, kireç kapsamı Çağlar (1958) tarafından bildirildiği şekilde Scheibler kalsimetresi ile saptanmıştır. Toprakların değişebilir bazik katyonları (D.B.K.) Wunsch ve Teicher (1962)'in bildirdiği şekilde Na, K, Ca, Mg Atomik

Absorpsiyon Spektrometrede, katyon değişim kapasitesi (K.D.K.) belli miktardaki toprak 1.0 N sodyum asetat (pH = 8.2) ile tamamen doyurulduktan sonra % 95 lik etanolde yıkanmış ve 1.0 N nötr sodyum asetat ile muamele edilmek suretiyle yeniden ekstrakta geçen sodyum tuzu Lange fleym fotometresi ile (Richards, 1954), değişebilir asidik katyonlar (D. A. K.) toprakların K. D. K ve değişebilir bazik katyonları belirlendikten sonra K. D. K. = D. B. K. + D.A.K. hesabı ile belirlenmiştir (Kacar, 1994). Azot Bremner (1965) tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre, toprakların yarayışlı fosfor kapsamı, Olsen ve ark. (1954)'nın bildirdiği şekilde spektrofotometrik olarak, toprakların toplam fosfor kapsamı Kacar (1994) tarafından bildirildiği şekilde ve ekstrakte edilebilir Fe, Cu, Zn, Mn ise Lindsay ve Norvell (1978)'in bildirdiği şekilde Atomik Absorpsiyon Spektrometrede belirlenmiştir.

## 2. 2. Toprakların Enzim Aktiviteleri

Asit ve Alkali Fosfataz Aktivitesi, hidrolitik parçalanma sonucu meydana gelen fenol miktarı 2,6 dibromchinon-chlorimid renk maddesi ile renklendirilerek, oluşan mavi rengin spektrofotometrik olarak okunması prensibine dayanan Hofmann ve Hoffman (1966)'ın bildirdiği şekilde belirlenmiştir. Üreaz enzim aktivitesi, üreaz

enziminin 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 Hoffman ve Teicher (1961)'in bildirdiği şekilde saptanmıştır.  $\beta$ -Glikosidaz aktivitesi,  $\beta$ -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), Hofmann ve Dedeken (1965)'e göre saptanmıştır. Toprakların katalaz aktivitesi ise, hidrojen peroksitin ayrılması sonucu ortaya çıkan oksijen miktarının gazometrik olarak ölçümüne dayanan Beck (1971)'e göre belirlenmiştir.

## 2. 3. İstatistiksel Analizler

Analiz sonuçlarının istatistiksel analizleri Yurtsever (1984) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bafra Ovası Çeltik Tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinin alındıkları yerler ile toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1, Tablo 2, Tablo 3'de, toprakların enzim aktivite sonuçları ise Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 1. Toprakların Tekstür, pH, Tuzluluk ve Kireç Değerleri

Örnek No	Alındıkları Yerler	Tekstür					pH	Tuz (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)
		Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Sınıfı				
1	Üçpınar	16.7	38.4	44.9	C	8.32	0.047	2.35	
2	Harız	14.1	34.8	51.1	C	8.25	0.036	2.74	
3	Doğancı	31.8	26.0	42.3	C	8.27	0.026	4.30	
4	Kaygusuz	8.0	32.3	59.7	C	8.34	0.041	8.60	
5	Emenli	7.1	24.4	68.5	C	8.30	0.056	8.60	
6	Sarıköy	22.3	37.6	40.1	C	7.62	0.026	2.35	
7	Gelemenağrı	8.7	35.9	55.4	C	8.32	0.052	8.60	

Tablo 2. Toprakların Azot, Organik Madde, C / N oranı ve Fosfor Değerleri

Örnek No	N (%)	Organik Madde (%)	C (%)	C / N	Yarayışlı P (ppm)	Total P (ppm)
1	0.19	2.96	1.71	9.03	9.65	1159.09
2	0.22	3.13	1.51	6.88	13.79	1909.09
3	0.16	2.69	1.56	9.75	9.65	1125.00
4	0.25	2.82	1.53	6.14	8.68	925.91
5	0.22	2.76	1.60	7.27	9.93	1056.82
6	0.23	3.09	1.79	7.79	11.72	1704.55
7	0.22	3.19	1.85	8.40	7.58	1305.32

Tablo 3. Toprakların K.D.K., Değişebilir Katyonlar ve Ekstrakte Edilebilir Mikroelement Değerleri

Örnek	DBK <sup>1</sup>	KDK <sup>2</sup>	DAK <sup>3</sup>	Ekstrakte edilebilir (ppm)
-------	------------------	------------------	------------------	----------------------------

No	Na	K	Ca	Mg	Toplam			Fe	Cu	Zn	Mn
1	0.90	0.53	25.14	8.31	34.89	38.98	4.09	26.74	4.20	0.40	20.02
2	0.52	1.06	30.68	8.91	41.18	42.72	1.53	33.11	1.14	0.60	15.39
3	2.30	0.74	31.27	10.29	44.60	45.59	0.98	54.19	7.09	0.42	12.27
4	1.17	0.95	35.82	10.69	48.63	51.19	2.55	40.85	8.29	0.39	9.72
5	1.93	0.83	37.21	10.69	52.01	54.56	2.50	31.77	7.59	0.22	10.80
6	0.43	0.90	17.42	12.07	26.28	29.47	3.18	53.55	4.18	0.58	23.50
7	1.55	1.19	29.69	7.52	45.70	47.32	1.16	29.43	13.26	0.44	19.79

<sup>1</sup>DBK; Değişebilir Bazik Katyonlar, me 100 g toprak<sup>-1</sup>. <sup>2</sup>KDK; Katyon Değişim Kapasitesi, me 100 g toprak<sup>-1</sup>. <sup>3</sup>DAK; Değişebilir Asidik Katyonlar, me 100 g toprak<sup>-1</sup>.

Tablo 4 . Toprakların Enzim Aktivite Değerleri

Örnek No	Asit Fosfataz (mg fenol / 100 g kuru top <sup>-1</sup> )	Alkali Fosfataz (mg fenol / 100 g kuru top <sup>-1</sup> )	Üreaz (mg N / 100g kuru top <sup>-1</sup> )	$\beta$ - Glikosidaz (mg salingen / 100g kuru top <sup>-1</sup> )	Katalaz (mg O <sub>2</sub> / 5g kuru top <sup>-1</sup> )
1	4.00	17.84	29.09	3.64	8.10
2	4.46	14.61	37.36	1.12	8.25
3	3.00	21.53	28.86	3.10	5.25
4	3.69	25.53	25.09	3.27	8.80
5	7.23	20.00	24.12	3.64	9.00
6	5.03	12.00	37.36	3.64	5.35
7	17.44	21.84	39.03	3.40	8.25

### 3. 1. Üreaz Aktivitesinin Toprak Özellikleri ile İlişkisi

Toprakların üreaz enzim aktivitesi 24.12 ile 39.03 mg N / 100 g kuru 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 sınıflandırmaya göre araştırma topraklarının tamamında üreaz aktivitesi yüksek seviyededir.

Toprakların üreaz enzim aktivitesi üzerine; toprak özelliklerinin etkisini belirleyebilmek için yapılan korelasyon analizi sonuçları Tablo 5'de gösterilmiştir. Bafra ovası çeltik tarımı yapılan topraklarının, üreaz enzim aktivitesi ile organik madde, ekstrakte edilebilir Mn, değişebilir K ve toplam P arasında pozitif bir ilişki tesbit edilmiştir (Şekil 1). Çeltik tarımı, su altında kalmış topraklarda yapılmasına rağmen, su yüksekliği üreaz aktivitesi üzerine olumsuz etki yapmamaktadır (Dealune ve Patrick, 1970). Araştırma topraklarının pH'sı 7.62 - 8.34 arasında değişmektedir. Üreaz aktivitesi için optimum pH'nın 6.5 - 7.0 arasında olduğu belirtilmiştir (Pettit ve ark., 1976). Buna karşın bir kısım araştırmacılar ise 8.8 - 9.0 arasında olduğunu da belirtmektedir (May ve Douglas, 1976).

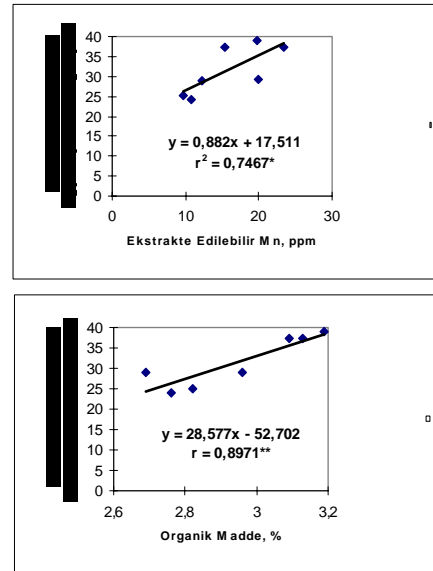
Bruah ve Mishra (1984), üreaz aktivitesinin genellikle su altında kalmış çeltik topraklarında yüksek bulunduğunu ve özellikle toprağın organik madde, organik karbon, toplam azot, değişebilir potasyum ve fosfor miktarı ve toprağın nem miktarı ile aktivitenin arttığını belirtmişlerdir.

Sheudzhen ve ark., 1991, çeltik topraklarında iz element gübrelemesinin enzim aktiviteleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırma sonuçlarına göre topraklarda Mn ve Zn uygulamasının üreaz aktivitesini engellediği ve Cu,

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

B, Co, Mo uygulamalarının ise başlangıçta ve 14. gün sonunda üreaz aktivitesini arttırdığını ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar, ayrıca N, P, K B, Co, Mo, Zn, Mn ve Cu uygulamalarının deneme boyunca fosfataz aktivitesini arttırdığını, toprak nitrat redüktaz aktivitesinin artışının ise sadece Mo tarafından engellendiğini de belirlemişlerdir.

Buna ilaveten yapılan diğer çalışmalarda da toprakların üreaz aktivitesi üzerine organik karbon'un (Tabatabai, 1977), organik madde kapsamının (Burns, 1978), toplam azotun (Zantuna ve ark., 1977) ve KDK'nın (Dalal, 1975) yüksek düzeyde etki ettiğini; buna karşılık pH'nın ise vejetasyonun türüne bağlı olarak farklılık gösterebileceğini (Pancholy ve Rice, 1973) ortaya koymuştur.



Şekil 1. Üreaz enzim aktivitesi ile ekstrakte edilebilir Mn ve organik madde arasındaki ilişkiler

	Asit Fosfataz	Alkali Fosfataz	Üreaz	$\beta$ - Glikosidaz	Katalaz
Kum	-0.46	-0.31	0.13	-0.01	-0.92**
Silt	0.16	-0.44	0.63	-0.06	-0.02
Kil	0.31	0.52	-0.46	0.05	0.82*
pH	0.15	0.73*	-0.44	-0.16	0.65
Tuz	0.55	0.41	-0.28	0.26	0.83**
CaCO <sub>3</sub>	0.53	0.78*	-0.37	0.30	0.56
Org. Madde	0.53	-0.51	0.89**	-0.30	0.08
C (%)	0.66	-0.25	0.54	0.54	-0.18
N (%)	0.20	0.01	0.09	-0.03	0.49
C / N	0.07	-0.05	0.11	0.30	-0.57
Na	0.25	0.71*	-0.44	0.29	-0.07
K	0.66	-0.09	0.73*	-0.59	0.29
Ca	0.05	0.74*	-0.61	-0.16	0.63
Mg	0.71*	0.71*	-0.16	0.18	0.47
D.B.K.	0.23	0.79*	-0.53	-0.06	0.59
K.D.K.	0.21	0.80*	-0.59	-0.03	0.64
D.A.K.	-0.02	-0.09	-0.25	0.70*	0.19
Yarayışlı P	-0.05	-0.79*	0.32	-0.70	-0.20
Toplam P	0.06	-0.84**	0.81*	-0.64	-0.27
Fe	-0.42	-0.14	0.02	0.10	-0.85**
Cu	0.74*	0.70*	-0.06	0.52	0.19
Zn	-0.09	-0.63	0.80*	-0.56	-0.45
Mn	0.30	-0.67	0.74*	0.16	-0.37

\* p<0.05 ; \*\* p<0.01

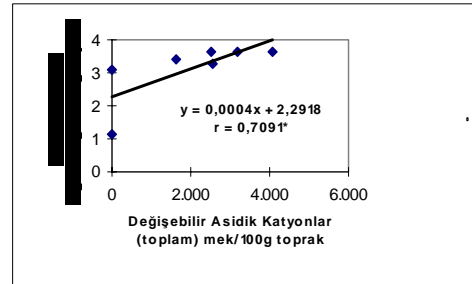
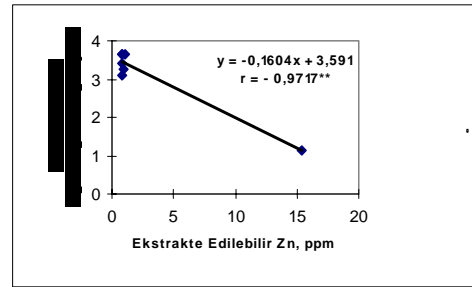
### 3. 2. $\beta$ - Glikosidaz Aktivitesinin Toprak Özellikleri ile İlişkisi

Toprakların  $\beta$  - Glikosidaz enzim aktivitesi 1.12 ile 3.64 mg salingen / 100 g kuru top.<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Hofmann ve Hoffmann (1966) toprakların  $\beta$  - Glikosidaz enzimini aktivitelerine göre; düşük (< 20), normal (20-40) ve yüksek (> 40) terimleriyle üç sınıfa ayırmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre araştırma topraklarının tamamında  $\beta$ - Glikosidaz enzim aktivitesi düşüktür.

Toprakların  $\beta$ -Glikosidaz enzim aktivitesi ile toprak özelliklerinin ilişkisini belirleyebilmek için yapılan korelasyon analizleri sonucunda Tablo 5'deki sonuçlar elde edilmiştir. Araştırma topraklarının  $\beta$ -Glikosidaz enzim aktivitesi üzerine; toprakların ekstrakte edilebilir Zn kapsamları negatif yönde, toplam değişebilir asidik katyonları ise pozitif yönde etki etmektedir (Şekil 2). Bu etkiler istatistiksel açıdan önemlidir.

$\beta$ -Glikosidaz enzim aktivitesi için optimum pH 5.9 - 6.2 (Markosyan ve Galstyan, 1963) ve 4.8'in üzerinde olduğu kabul edilmektedir (Hayano, 1973). Araştırma toprakları alkali reaksiyonlu olduğu için  $\beta$ -Glikosidaz aktivitesi ile pH arasında negatif yönde bir ilişki belirlenmiştir. Fakat bu ilişki ( $r = -0.16$ ) istatistiksel açıdan önemli değildir. Toprakların kireç kapsamı ile organik madde arasında önemli bir ilişki bulunmamasına rağmen, Haktanır (1973) tarafından yapılan bir çalışmada,  $\beta$ -Glikosidaz aktivitesi ile topraktaki

kireç miktarı ve toprak organik maddesinin C / N oranı arasında negatif önemli ilişkiler belirlenmiştir.



Şekil 2.  $\beta$ -Glikosidaz enzim aktivitesi ile ekstrakte edilebilir Zn ve değişebilir asidik katyonlar arasındaki ilişkiler

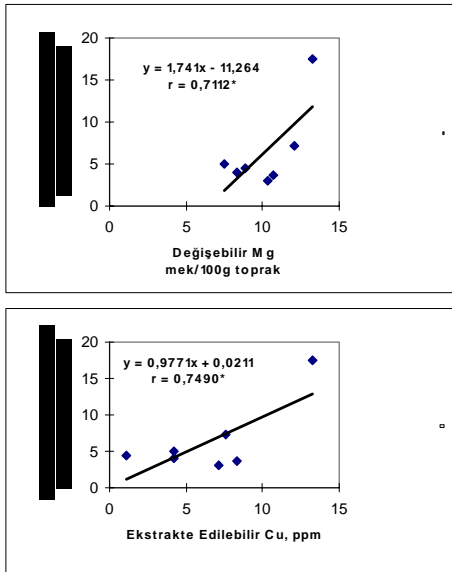
### 3. 3. Asit ve Alkali Fosfataz Aktivitesinin Toprak Özellikleri ile İlişkisi

Bafra ovası çeltik tarımı yapılan toprakların asit fosfataz aktiviteleri 3.00 ile 17.44 mg fenol / 100 g kuru top.<sup>-1</sup> arasında, alkali fosfataz aktiviteleri ise 12.00 ile 25.53 mg fenol / 100 g kuru top.<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Toprakların yarayışlı fosfor miktarı ile toprak pH'sı, fosfataz aktivitesine büyük ölçüde

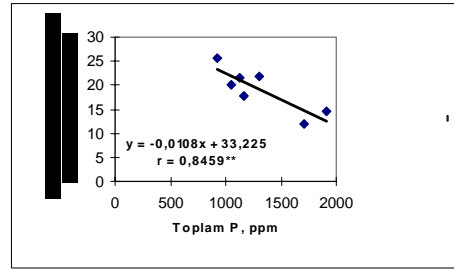
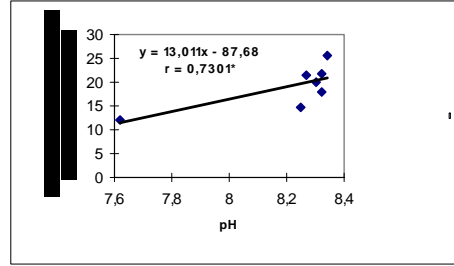
etki yaptığı için bir toprağın fosfataz'ca zenginlik veya fakirliği diğer enzimlerde olduğu gibi belli aktivite sayılarıyla ifade edilememektedir (Ünal, 1967). Toprakların asit ve alkali fosfataz enzim aktivitesi üzerine toprak özelliklerinin etkisini belirleyebilmek için yapılan korelasyon analizleri sonucunda Tablo 5'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Araştırma topraklarının asit fosfataz enzim aktivitesi ile olan ilişkilerine toprakların değişebilir Mg ve ekstrakte edilebilir Cu kapsamı pozitif yönde etki etmektedir (Şekil 3). Alkali fosfataz aktivitesi üzerine ise pH (Şekil 4), CaCO<sub>3</sub>, değişebilir Na, Ca, Mg ve ekstrakte edilebilir Cu pozitif yönde, yarıyıllı P ile toplam P (Şekil 4) ise negatif yönde etki etmektedirler. Asit ve alkali fosfataz aktivitesinin topraklarda ya sadece biri ya da her ikisi birden bulunabilmektedir (Parks, 1974). Genel olarak optimal pH oranları asit fosfataz için 4 - 6, alkali fosfataz için 8 - 10 arasında değişmektedir (Thornton ve Mc Laren, 1975).

Araştırma toprakları; alkalın reaksiyonlu olduğu için alkali fosfataz aktivitesi daha fazla miktarlarda bulunmaktadır. Çeltik tarımı yapılan topraklarda ise asit fosfataz için 6, alkali fosfataz için 9 - 10 olmak üzere iki optimal pH bulunmaktadır (Fauvel ve Rouquerol, 1970). Ayrıca alkali fosfataz aktivitesinin sature topraklarda, asit fosfataz aktivitesinin ise sature olmamış topraklarda daha fazla olabileceği belirtilmiştir (Arutyunyan ve Galstyan, 1975). Toprakların alkali fosfataz aktivitesi ile toplam ve yarıyıllı P kapsamı arasında negatif yönde önemli bir ilişki belirlenmiştir.



Şekil 3. Asit fosfataz ile değişebilir Mg ve ekstrakte edilebilir Cu arasındaki ilişkiler



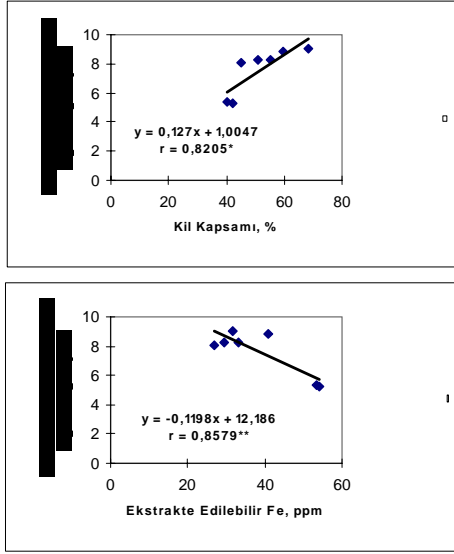
Şekil 4. Alkali fosfataz aktivitesi ile pH ve toplam P arasındaki ilişkiler.

Benzer şekilde Almanya topraklarında çözünebilir P ile fosfataz aktivitesi arasındaki ilişki yüksek oranda negatif korelasyon gösterirken, Mısır topraklarında pozitif korelasyon gösterdiği saptanmıştır (Hofmann ve Kasseba, 1962). Asit ve alkali fosfataz aktivitesinin toprakların organik madde kapsamı ile önemli düzeyde ilişki içerisinde bulunduğu bilinmektedir. Hoffmann ve Elias-Azar (1965)'ın yapmış oldukları çalışmada, İran'ın kuzeyindeki topraklarda, organik madde kapsamı ile asit ve alkali fosfataz aktivitesi arasında pozitif korelasyon bulunduğunu belirtmişlerdir.

### 3. 4. Katalaz Aktivitesinin Toprak Özellikleri ile İlişkisi

Araştırma topraklarının katalaz aktivitesi 5.25 - 9.00 mg O<sub>2</sub> / 5 g<sup>-1</sup> kuru toprak arasında değişmektedir. Toprakların katalaz enzim aktivitesinin toprak özellikleri ile ilişkisini belirleyebilmek için yapılan korelasyon analizleri sonucunda Tablo 5'deki sonuçlar elde edilmiştir. Toprakların katalaz aktivitesi üzerine kum kapsamı ve ekstrakte edilebilir Fe kapsamının negatif yönde, toprakların kil ve tuz kapsamının ise, pozitif yönde etki ettiği belirlenmiştir (Şekil 5).

Araştırma topraklarında katalaz enzim aktivitesi ile organik madde kapsamı arasında önemli bir ilişki bulunmamasına karşın Riozin ve Egorov (1972)'un yapmış oldukları çalışmada, katalaz aktivitesinin organik madde kapsamı arasında ilişki olduğunu, buna karşın toprakların mikroorganizma sayıları ile ilişkilerinin bulunmadığını belirlemişlerdir.



Şekil 5. Katalaz aktivitesi ile kil kapsamı ve ekstrakte edilebilir Fe arasındaki ilişkiler.

#### 4. KAYNAKLAR

Arcak, S., Karaca, A., ve Haktanır, K. 1996. "Trifluralin'in Üreaz ve Alkali Fosfataz Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi". Tarım - Çevre İlişkileri Sempozyumu, Mersin. Bildiri Kitabı. 384-393.

Arutyunyan, E. A., Galstyan, A. S. H. 1975. Determination of the Activity of Alkaline and Acid Phosphatases in Soils. *Agrochimie* (5), 128 - 133.

Baruah, M., Mishra, R. R. 1984. Dehydrogenase and Urease Activities in Rice Field Soils. *Soil Biology and Bioc.*, 16 (4), 423-424.

Beck, T. H. 1971. Die Messung Katalasen Aktivitaet Böden. *Z. Pflanzenernaehai. Sodenk.* (130), 68 - 81.

Bouyoucos, G. J. 1951. A Recalibration of Hidrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. *Agronomy Journal*, 143 (9).

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. 1978. *Soil Enzymes.* Academic Press. 149-190.

Çağlar, K. Ö. 1958. *Toprak İlmi.* Ankara Üniversitesi Yayınları. No: 10.

Dalal, R. C. 1975. Ureasae Activity in Some Trinidad Soils. *Soil Biology Biochemistry.* (7), 5 - 8.

Dealune, R. D., Patrick, W. H. 1970. Urea Conversion to Ammonia in Water - Logged Soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 34, 603 - 607.

Fauvel, B., Rouquerol, T. 1970. The phosphatase test considered as an index of soil activity and evolution. *Revue Ecol. Biol. Sol.* 7, 393 - 406.

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.

Hayano, K. 1973. A Method for the Determination of  $\beta$  - Glicosidase Activity in soil. *Soil Sci. Pl. Nutr.* (19), 103-108.

Hoffman, G. G., Dedeken, M. 1965. Eine Methode Zur Kolorimetrischen Bestimmung Der-Glucosidase -Aktivatat in Böden. *Z. Pflanzenernahr. Düng. Bodenkunde*, (108), 193-198.

Hoffmann, G., Elias-Azar, K. 1965. Various Soil Fertiliy Factors of North Persian Soils and Their Concentions With the Activity of Hydrolytic Enzymes. *Z. Pflanzenernahr. Düng. Bodenk.* (108), 199-217.

Hofmann, E. D., Hoffmann, G. G. 1966. Die Bestimmung Der Biologischen Tatigheit in Böden Mit Enzymethoden. Reprinted From *Advances in Enzymology and Related Subject of Biochemistry*, (28), 365-390.

Hofmann, E., Kasseba, A. 1962. Enzymes in Egyption Soils. *Z. Pflanzenernahr. Düng. Bodenk.* (99), 9-20. (Chem. Abstr. 58, 4993 d.

Hoffmann, G. G. Teicher, K. 1961. Ein Kolorimetrisches Verfahren Zur Bestimmung Der Urease Aktivitat in Böden. *Z. Pflanzenernahr. Düng. Bodenkunde.* 91 (140), 55-63.

Hofmann, E. D., Hoffmann, G. G. 1953. Über Das Enzymsystem Unserer Kulturböden. IV. Die  $\beta$ -Glikosidase. *Biochemische Zeitschrift*, Bd, (324), 297-400.

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

Kacar, B. 1994. *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri 3.* AÜZF Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları. No: 3. 184-199. Ankara.

Kiss, S., Dragan - Bularda, M. and Radulescu, D. 1975. Biological Significance of Enzymes Accumulated in Soil. *Adv. Agron.* (27), 25-87.

- Kün, E. 1985. Sıcak İklim Tahılları. A.Ü.Z.F. Yayınları. 953, Ders Kitabı. (275), 49-83.
- 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.
- Markosyan, L. V., Galstyan, A. H. 1963. Optimum pH of Some Hydrolases of Soil. *Isv. Akad. Nauk. Arm. SSR. Biol. Nauki.* (16), 45-52.
- May, P. B., Douglas, L. A. 1976. Assay for Soil Urease Activity. *Plant Soil* (45), 301-305.
- 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.
- 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.
- Parks, F. P. 1974. The Sorption of Escherichia Coli Alkaline Phosphatase by Selected Clay Minerals. Ph. D. Thesis, University of Idaho.
- 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.
- Richards, L. A. 1954. Diagnosis and Improvement of Salina and Alkalina Soils. U. S. Dept. of Agr. Handbook 60: 105-105.
- Roizin, M. B., Egorov, V. I. 1972. Biological Activity of Podzolic Soils of the Kola Peninsula. *Pochvovedenie* (3), 106-114.
- Rowell, M. J., Ladd, J. N., and Paul, E. A. 1973. Enzymatically Active Complexes of Proteases and Humic and Analogues. *Soil Biol. Biochem.* (5), 699-703.
- Sheudzhen, A. K., Aleshin, E. P., and Doseeva, O. A. 1991. Variation in Enzyme Activity of Rice Field Soil Under the Effect of Trace Element Fertilizers. *Soviet Agricultural Sciences*, (8), 15-16.
- Tabatabai, M. A., 1977. Effects of Trace Elements on Urease Activity in Soils. *Soil Biol. Biochem.* (9), 9-13.
- Thornton, J. I., Mc Laren, A. D. 1975. Enzymatic Haracterization of Soil Evidence. *J. Forensic Sci.* (20), 674-692.
- Ünal, H. 1967. Rize Çay Topraklarının Enzim Aktiviteleri ve bu Aktivitelerle Önemli Toprak Özellikleri Arasındaki İlgiler. A. Ü. Z. F. Yayınları : 306 Çalışmalar: 191.
- Wünsch, A., Teicher, K. 1962. Über die Bestimmung Von mg in Pflanzensubstazen Durck Absorbtion-Flammens Spektorkopie. *Z. Pflanzenernahr. Düng. Bodenkunde* (97), 142.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metodları. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara, 623.
- Zantuna, M. I., Dumenil, L. C., and Bremner, J. M. 1977. Relationships Between Soil Urease Activity and Other Soil Properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* (41), 350-352.