

10. ARITMA ÇAMURLARININ TARIMDA KULLANIMI (İP10)

10.1. ODTÜ Grubu Tarafından Yapılan Çalışmalar

Arıtma çamurlarının tarımda kullanımına yönelik iş paketi kapsamında önce elde edilen çamur karakterizasyon verilerinden yola çıkarak bir risk analiz yapılmış daha sonra da risk analizi sonuçlarından faydalanarak tarımsal kullanımda çalışılacak çamurların seçimi ve tarım uygulamaları gerçekleştirilmiştir. IP 10 kapsamında yapılan tarım uygulamaları ODTÜ ve DEÜ gruplarının liderliğinde Ankara Üniversitesi ve Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü öğretim üyelerinin yönettiği faaliyetlerle gerçekleştirilmiştir. ODTÜ grubu ile faaliyet gösteren AÜ Ziraat Fakültesi çalışmalarını proje önerisinde verildiği şekilde üç aşamada yapılandırmıştır. Bunlar inkübasyon, sera ve tarla denemeleridir. DEÜ grubu ile faaliyetlerini yürüten EÜ proje önerisinde belirtildiği şekilde İzmir’de tarla denemeleri kurarak yürütmüştür. Bunlara ek olarak tarımda kullanılacak çamurların seçimi tamamlandıktan sonra proje kapsamında gerçekleştirilen çamur analizlerinden elde edilen sonuçlar kullanılarak bir takım ek kirleticiler için de sağlık riski değerleri hesaplanmıştır. Aşağıda bu iş paketi kapsamında yapılan çalışmalar anlatılmaktadır.

10.1.1. Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına İlişkin Sağlık Risklerinin Analizi

10.1.1.1. Taşınım Yolları ve Kirletici Sınır Değerleri

ABD Çevre Koruma Ajansı (U.S. EPA) biyokatıların (stabilize arıtma çamuru) tarım alanlarına uygulanmasını düzenlemek üzere 1993 yılında, “Part 503 Rule - Standards for the Use and Disposal of Sewage Sludge” yönetmeliğini çıkartmıştır (US EPA, 1993b). Bu yönetmelikteki kirletici limitleri insan sağlığını ve çevreyi korumak amacıyla risk değerlendirmesi yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir.

Bu araştırmada ABD Çevre Koruma Ajansı’nın biyokatıların tarım alanlarına uygulanmasını düzenlemek için kullandığına benzer bir sağlık risk analizi gerçekleştirilmiştir. ABD Çevre Koruma Ajansı’nın bu konu ile ilgili pek çok dokümanı bulunmaktadır; bu dokümanlara ulaşımın kolaylığı, dokümanların İngilizce olmaları ve bu projeyi gerçekleştiren araştırmacıların ABD Çevre Koruma Ajansı’nın sağlık risk analizi yöntemlerinin uygulanabilmesi için gerekli altyapı ve bilgiye sahip olmaları sebebiyle, bu

projede ABD Çevre Koruma Ajansı'nın sağlık risk yaklaşımları kullanılmıştır. ABD Çevre Koruma Ajansı'nın belirlediği kirletici limitleri Tablo 10.1'de sunulmuştur.

Tablo 10.1: Toprak uygulamaları için risk değerlendirmesi ile belirlenmiş olan kirletici limitleri (US EPA, 1993b, US EPA, 1995)

Kirletici	Kritik taşınım yolu	Kirletici limiti (kg-kirletici/ha)
Arsenik	Aritma çamuru yiyen çocuk	41
Kadmiyum	Aritma çamuru yiyen çocuk	39
Bakır	Bitki toksisitesi	1500
Kurşun*	Aritma çamuru yiyen çocuk	300
Civa	Aritma çamuru yiyen çocuk	17
Nikel	Bitki toksisitesi	420
Selenyum	Aritma çamuru yiyen çocuk	100
Çinko	Bitki toksisitesi	2800

* Kurşun için referans doz değeri, RfD, bulunmadığından kirletici limit değeri ABD Çevre Örgütü'nün geliştirdiği biyokinetik alım modeli olan IUBK (Integrated Uptake Biokinetic Model) modeli kullanılarak hesaplanmıştır (US EPA, 1992)

Risk hesaplarına esas oluşturan maruziyet yolları ve bunlara ilişkin hesaplar İP 5'de detaylı şekilde verilmektedir. Bu maruziyet yollarından iki tanesi EPA'nın yönetmelik oluşturması aşamasında öne çıkmıştır. Tablo 10.2'de verilmekte olan arsenik, kadmiyum, kurşun, civa ve selenyum için belirlenen sınır değerler "arıtma çamurunun bir çocuk tarafından yenilmesi" taşınım yolundan kaynaklanan sağlık riskleri baz alınarak belirlenmiştir. Bakır, nikel ve çinko için belirlenen sınır değerler ise "bitki toksisitesi" taşınım yolundan kaynaklanan ekolojik riskler baz alınarak belirlenmiştir. Bu proje kapsamında insan sağlığı riskleri değerlendirileceğinden Türkiye'deki çeşitli atıksu arıtma tesislerinden alınan çamur örneklerinin "düşük", "orta" ve "yüksek" riskli çamurlar olarak sınıflandırılmalarında

“arıtma çamurunun bir çocuk tarafından yenilmesi” taşınım yolundan kaynaklanan sağlık risklerinin kullanılmasına karar verilmiştir.

10.1.1.2. “Arıtma Çamurunun bir Çocuk Tarafından Yenilmesi” Taşınım Yolu için Risk Değerlerinin Hesaplanması

Kanser ve kanser dışındaki sağlık etkileri, sırasıyla risk değerleri ve tehlike indisleri kullanılarak karakterize edilir. Olası kanser dışındaki sağlık etkileri, belirli bir süre boyunca (örneğin yaşam boyu) maruz kalınan kirletici miktarının benzer bir maruz kalma süresi için hesaplanmış olan referans dozu ile karşılaştırılmasıyla hesaplanır. Maruz kalınan miktarın referans doza oranı tehlike indisi, *HI* olarak adlandırılır (US EPA, 1989):

$$\text{Tehlike indisi, } HI = \frac{E}{RfD} \quad (10.1)$$

Bu formülde *E* maruz kalınan kirletici miktarı ya da vücut alınan kirletici miktarı, *RfD* ise referans dozdur ve her iki parametre için aynı birim kullanılmalıdır.

EPA Part 503 Rule’da sınır değerleri verilen ağır metallerin kanser dışında sağlık etkilerinin olduğu kabul edilmiş ve bu ağır metaller için kanser riskleri hesaplanmamıştır. EPA Part 503 Rule’daki kirletici limit değerlerinin (Tablo 10.1) hesaplanmasında kullanılan referans doz değerleri Tablo 10.2’de verilmiştir. Bakır ve çinko için *RfD* değerleri yerine daha kısıtlayıcı olan “Önerilen diyetel izin (recommended dietary allowance, *RDA*)” değerleri kullanılmıştır. Kurşun için ise *RfD* değeri bulunmadığından kirletici limit değeri ABD Çevre Ajansı’nın geliştirdiği IUBK model kullanılarak hesaplanmıştır.

Daha önce belirtildiği gibi maruz kalınan kirletici miktarı ve *RfD* değerlerinin karşılaştırılabilmesi için aynı birimde olmaları gerekmektedir. Bu proje kapsamında atıksu arıtma tesislerinden çamur örnekleri alınmış ve bu örneklerdeki ağır metal miktarları kg kuru çamurdaki mg kirletici olarak belirlenmiştir. Tarım uygulamalarında kullanılacak olan çamurların üç farklı risk grubunda sınıflandırılması işleminde toplam 27 atıksu arıtma tesisinden kış örnekleme döneminde alınan çamur örneklerinin analizinden elde edilen sonuçlar kullanılmıştır. Atıksu arıtma tesisi çamurlarındaki ağır metal miktarları Tablo 10.3’te verilmiştir.

Tablo 10.2 : EPA Part 503 Rule'daki kirletici limit değerlerinin hesaplanmasında kullanılan *RfD* değerleri (US EPA, 1992)

Kirletici	<i>RfD</i> (mg/kg-gün)	<i>RDA</i> (mg/kg-gün)
Arsenik	0,0008	
Kadmiyum	0,001	
Bakır		0,125
Civa	0,0003	
Nikel	0,02	
Selenyum	0,005	
Çinko		0,625

Çamurların tarım alanlarına uygulanmasının insan sağlığı riski açısından uygunluğunun belirlenebilmesi için “bir çocuğun bu çamuru yemesi” sonucunda çocukta oluşacak kanser dışındaki sağlık etkileri hesaplanmıştır ve bu risk sonuçları değerlendirilerek 27 tesiste üretilen çamurlar, tarım uygulamalarında kullanılacak olan çamurların seçilmesinde yol göstermeleri amacıyla “düşük”, “orta” ve “yüksek” riskli olarak sınıflandırılmıştır. Tarım uygulamalarının gecikmeden başlatılabilmesi için sadece bu ilk çamur analiz sonuçları (kış dönemi sonuçları) kullanılmıştır. Çamurlardaki kirletici miktarlarının ve bunlardan kaynaklanan sağlık risklerinin mevsimsel değişiminin belirlenmesi amacıyla benzer bir set çamur örneği yaz döneminde de toplanmıştır. Yaz döneminde toplanan çamur örneklerinden elde edilen sonuçlar Proje Kapsamında Gerçekleştirilen Diğer Risk Analizleri başlığı altında sunulmaktadır.

Tablo 10.3 : Çamur örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları (mg ağır metal/kg kuru çamur) (kış örnekleri)

	İSTANBUL (B.ŞEHİR)	BURSA (BUSKİ)	KOCAELİ (KULLAR)	MALATYA	ELAZIĞ	GAZIAN- TEP (GASKİ 1)	GAZIAN- TEP (GASKİ 2)	DÜZCE MERKE Z	AKÇA- KOCA	SAMSUN (BAFRA)	SAMSUN (19 MAYIS)	KAYSERİ (KASKİ)	YOZGAT
Cd	2,60	1,40	1,10	2,10	1,30	1,20	2,90	4,80	0,70	4,40	2,60	318,10	0,50
Cr	33,10	504,20	137,20	39,90	34,90	1217,00	51,30	180,90	35,90	51,30	42,10	254,50	48,60
Cu	90,90	208,50	212,30	119,50	61,10	191,90	88,90	156,20	108,30	112,70	252,80	392,60	121,70
Ni	31,90	84,70	42,30	35,90	26,60	101,90	48,20	45,00	35,60	45,50	51,10	259,20	31,60
Pb	65,10	71,10	81,00	93,20	52,20	194,10	39,60	97,00	40,70	118,20	47,10	335,40	29,80
Zn	634,70	2875,00	11240,00	401,70	328,30	1628,00	795,20	926,50	625,80	890,20	797,50	2294,00	559,50
As	9,17	10,13	10,01	9,25	7,91	8,30	21,80	30,23	22,45	18,39	22,45	14,53	8,52
Hg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Se	9,16	11,72	4,07	13,58	10,16	2,75	4,44	6,57	5,94	5,44	10,85	7,21	8,33

Tablo 10.3 (devam) : Çamur örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları (mg ağır metal/kg kuru çamur) (kış örnekleri)

	KOCAELİ (KARA- MÜRSEL)	NEV- ŞEHİR	ERZİNCAN	ADANA	MERSİN	ANKARA (TATLAR)	İZMİR (ÇİĞLİ)	İZMİR (FOÇA)	SİİRT	DENİZLİ	MANİSA	ANTALYA (LARA)	VAN	ANTALYA (KEMER)
Cd	1,60	3,30	1,50	2,60	3,00	5,70	3,20	2,00	1,80	1,90	2,20	2,40	7,10	0,30
Cr	49,70	27,40	206,40	82,60	115,70	222,60	189,00	41,30	44,00	65,80	991,90	145,80	103,40	42,40
Cu	122,90	108,00	189,50	236,60	301,20	219,40	205,10	2140,00	100,90	70,30	1583,00	161,60	123,70	119,80
Ni	43,00	26,90	304,80	137,80	233,30	73,60	65,50	20,40	170,90	52,20	504,20	46,60	102,30	41,30
Pb	57,60	69,20	43,70	343,40	107,10	72,80	125,00	93,10	32,00	37,20	113,50	77,00	67,20	24,80
Zn	644,30	818,00	708,00	909,10	1084,00	1932,00	863,40	901,00	642,00	425,20	3296,00	1382,00	866,00	485,70
As	10,83	16,94	11,24	16,87	12,46	10,27	27,31	9,47	10,03	9,91	8,30	8,32	8,04	8,08
Hg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Se	8,32	7,90	5,68	7,11	5,58	6,00	7,27	6,82	6,79	7,01	2,12	0,57	1,22	0,66

Arıtma çamurunun tarım arazisinde kullanımının çamuru yiyecek çocukta yaratabileceği olası kanser dışındaki sağlık etkilerinin kabul edilebilir olup olmadığı Denklem (10.1)'de verilen tehlike indisi ile belirlenir. Tehlike indisinin 1'den küçük bir değer olması çocuktaki söz konusu ağır metalden kaynaklanacak olası sağlık etkilerinin kabul edilebilir olduğunu gösterir. Çamuru yiyen çocuk, çamur içindeki tüm ağır metallere birden maruz kalacağından her bir ağır metalden kaynaklanan tehlike indisinin toplamının 1'den küçük bir değer olması gereklidir. Arıtma çamurundaki ağır metallere maruz kalan toplam tehlike indisi aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$\text{Toplam tehlike indisi} = \sum_i \frac{E_i}{RfD_i} \quad (10.2)$$

Bu formülde i arıtma çamuru içindeki ağır metallerin herbiri, E_i i ağır metali için maruz kalınan miktar ve RfD_i i ağır metali için referans dozdur.

Her bir çamur örneğindeki her bir ağır metal için tehlike indisleri hesaplanıp, daha sonra bunlar toplanarak o çamuru yiyen çocuk için toplam tehlike indisi bulunmuştur. Daha önce belirtildiği gibi tehlike indisinin hesaplanabilmesi için maruz kalınan miktar ile referans dozun aynı birime getirilmesi gerekmektedir. Tablo 10.2'den görülebileceği gibi referans doz değerleri bir günde vücut ağırlığı başına maruz kalınan miligram kirletici cinsindedir. Tablo 10.3'te ise örnek alınan arıtma çamurlarında ölçülmüş olan ağır metal miktarları kg kuru çamur başına mg kirletici cinsinden verilmiştir. Maruz kalınan miktarın (Tablo 10.3'te verilen kirletici konsantrasyonları) Tablo 10.2'de verilen referans dozların birimine çevrilebilmesi için çocuğun vücut ağırlığı ve bir günde yiyeceği ortalama arıtma çamuru miktarı kullanılmalıdır. ABD Çevre Ajansı bir çocuğun ortalama ağırlığı olarak 16 kg ve bir günde yiyeceği ortalama çamur miktarı olarak da 0,2 g/gün kullanmaktadır (US EPA, 1992). Bu çalışmada yapılan tüm kabuller ve kullanılan formüller ABD Çevre Ajansı değerlerine dayandığından tutarlı olmak amacıyla bir çocuğun ortalama vücut ağırlığı olarak 16 kg ve bir günde yiyeceği ortalama çamur miktarı olarak da 0,2 g/gün kullanılmıştır. Bu kabülleden sonra Denklem (10.2) şu şekilde yeniden yazılabilir (bu denklem US EPA, 1992 adlı kaynakta verilen denkleme dayanmaktadır):

$$\text{Toplam tehlike indisi} = \sum_i \frac{E_i}{RfD_i \times 10^3 \times \frac{BW}{I_s}} \quad (10.3)$$

Bu formülde i arıtma çamuru içindeki ağır metallerin herbiri, E_i i ağır metali için maruz kalınan miktar (mg kirletici /kg artıma çamuru), RfD_i i ağır metali için referans doz, (mg kirletici /kg vücut ağırlığı - gün), BW çocuğun vücut ağırlığı (16 kg vücut ağırlığı), I_s çocuğun bir günde yiyeceği ortalama çamur miktarıdır (0,2 g artıma çamuru/gün).

Denklem (10.3) kullanılarak her bir ağır metal için hesaplanan tehlike indisleri Tablo 10.4'te verilmiştir. Burada vurgulanması gereken bir husus vardır. Tablo 10.4'te her bir ağır metal için verilen tehlike indisi bir çocuğun arıtma çamuru içindeki o kirleticiyi yemesi sonucunda oluşacak kanser dışındaki sağlık etkilerinin bir göstergesidir. Çocuğun Tablo 10.4'te verilen ağır metallere başka yollardan da maruz kalıyor olması muhtemeldir. Herhangi bir ağır metalin çocuk üzerinde yaratacağı tüm sağlık etkilerinin belirlenmesi için arıtma çamuru vasıtasıyla alınan ağır metal miktarına başka kaynaklar/yollar ile alınan ağır metal miktarının eklenmesi gerekir. Tablo 10.4'te sadece arıtma çamurunda bulunan yedi ağır metallere kaynaklanan tehlike indisleri hesaplanmıştır. Dolayısıyla bu tehlike indisleri halihazırda maruz kalınan miktarlara sadece arıtma çamurundan eklenen miktarın sağlık etkilerini göstermektedir. Sonuç olarak Tablo 10.4'te verilen değerler arıtma çamuru dışındaki ağır metal alımlarının sağlık etkilerini yansıtmamaktadır.

10.1.1.3. Çamurların “Düşük”, “Orta” ve “Yüksek” Riskli Çamurlar Olarak Sınıflandırılmaları

Arıtma çamurunun tarımsal kullanımı için ABD Çevre Ajansının “Part 503” Yönetmeliği, Avrupa Birliği Direktifi (86/278/EEC) ve ülkemizdeki Eysel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik (03.08.2010 Tarih ve 27661 sayılı R. G.)’de verilen ağır metal limitlerinin karşılaştırılması Tablo 10.5’te verilmiştir.

Tablo 10.4 : Çamur örneklerindeki ağır metaller için hesaplanan tehlike indisleri (kış örnekleri)

	İSTANBUL (B.ŞEHİR)	BURSA (BUSKİ)	KOCAELİ (KULLAR)	MALATYA	ELAZIĞ	GAZIAN- TEP (GASKİ 1)	GAZIAN- TEP (GASKİ 2)	DÜZCE MERKEZ	AKÇA- KOCA	SAMSUN (BAFRA)	SAMSUN (19 MAYIS)	KAYSERİ (KASKİ)	YOZGAT
Cd	0,0325	0,0175	0,0138	0,0263	0,0163	0,0150	0,0363	0,0600	0,0088	0,0550	0,0325	3,9763	0,0063
Cu	0,0091	0,0209	0,0212	0,0120	0,0061	0,0192	0,0089	0,0156	0,0108	0,0113	0,0253	0,0393	0,0122
Ni	0,0199	0,0529	0,0264	0,0224	0,0166	0,0637	0,0301	0,0281	0,0223	0,0284	0,0319	0,1620	0,0198
Zn	0,0127	0,0575	0,2248	0,0080	0,0066	0,0326	0,0159	0,0185	0,0125	0,0178	0,0160	0,0459	0,0112
As	0,1432	0,1582	0,1564	0,1445	0,1236	0,1297	0,3406	0,4723	0,3507	0,2873	0,3507	0,2270	0,1331
Hg	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417
Se	0,0229	0,0293	0,0102	0,0339	0,0254	0,0069	0,0111	0,0164	0,0149	0,0136	0,0271	0,0180	0,0208
Σ	0,2820	0,3780	0,4944	0,2887	0,2362	0,3087	0,4845	0,6527	0,4616	0,4551	0,5252	4,5101	0,2449
RG*	Düşük			Düşük	Düşük		Yüksek	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek		Düşük

Tablo 10.4 (devam): Çamur örneklerindeki ağır metaller için hesaplanan tehlike indisleri (kış örnekleri)

	KOCAELİ (KARA- MÜRSEL)	NEV- ŞEHİR	ERZİN- CAN	ADANA	MERSİN	ANKARA (TATLAR)	İZMİR (ÇİĞLİ)	İZMİR (FOÇA)	SIİRT	DENİZLİ	MANİSA	ANTALYA (LARA)	VAN	ANTALYA (KEMER)
Cd	0,0200	0,0413	0,0188	0,0325	0,0375	0,0713	0,0400	0,0250	0,0225	0,0238	0,0275	0,0300	0,0888	0,0038
Cu	0,0123	0,0108	0,0190	0,0237	0,0301	0,0219	0,0205	0,2140	0,0101	0,0070	0,1583	0,0162	0,0124	0,0120
Ni	0,0269	0,0168	0,1905	0,0861	0,1458	0,0460	0,0409	0,0128	0,1068	0,0326	0,3151	0,0291	0,0639	0,0258
Zn	0,0129	0,0164	0,0142	0,0182	0,0217	0,0386	0,0173	0,0180	0,0128	0,0085	0,0659	0,0276	0,0173	0,0097
As	0,1692	0,2646	0,1756	0,2635	0,1946	0,1604	0,4267	0,1479	0,1567	0,1548	0,1296	0,1300	0,1256	0,1263
Hg	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417
Se	0,0208	0,0198	0,0142	0,0178	0,0139	0,0150	0,0182	0,0170	0,0170	0,0175	0,0053	0,0014	0,0031	0,0016
Σ	0,3037	0,4113	0,4738	0,4835	0,4854	0,3949	0,6052	0,4764	0,3675	0,2859	0,7435	0,2760	0,3527	0,2209
RG*	Orta	Orta			Yüksek	Orta	Yüksek		Orta	Düşük		Düşük	Orta	Düşük

* RG: Risk Grubu

Tablo 10.5 : Tarımsal kullanım için arıtma çamurundaki ağır metaller için limit değerleri
(mg/kg kuru madde)

Parametreler	ABD (mg/kg kuru madde)	Avrupa Birliği (mg/kg kuru madde)	Türkiye (mg/kg kuru madde)
Kadmiyum	39	20-40	10
Bakır	1500	1000-1750	1000
Nikel	420	300-400	300
Kurşun	300	750-1200	750
Çinko	2800	2500-4000	2500
Civa	17	16-25	10
Arsenik	41	-	-
Selenyum	100	-	-
Krom	-	-	1000

Tablo 10.5’te verilen limit değerler karşılaştırıldığında kurşun hariç tüm ağır metaller için ülkemiz yönetmeliğindeki limit değerlerin diğer yönetmeliklerden daha kısıtlayıcı olduğu görülmektedir. Kurşun için ise ABD’nin kullandığı 300 mg/kg değeri en kısıtlayıcı değerdir.

Bu iş paketinde arıtma çamurlarının tarımda kullanımları detaylı olarak incelenmektedir. Arıtma çamurları kullanılarak inkübasyon, sera ve tarla deneyleri yapılacaktır. Hangi çamurların inkübasyon, sera ve tarla deneylerinde kullanılacağına karar verebilmek için iki aşamalı bir strateji geliştirilmiştir:

1. Örnek çamurdaki ağır metaller ABD, AB ve Türkiye yönetmeliklerindeki limit değerler ile karşılaştırılmıştır. Ağır metallerden herhangi birinin her üç yönetmelikten birini sağlamaması durumunda o tesisin çamuru sağlık riskleri açısından “kabul edilemez” ve dolayısıyla tarım uygulamalarında “kullanılamaz” olarak sınıflandırılmıştır. Her üç yönetmeliğe göre tarım uygulamalarında kullanılmasında sakınca olmayan çamurlar tarım uygulamalarında “kullanılabilir” olarak sınıflandırılmıştır.
2. Tarım uygulamalarında “kullanılabilir” olarak sınıflandırılmış olan çamurlar “düşük”, “orta” ve “yüksek” riskli olarak üç gruba ayrılmıştır. Burada dikkat edilmesi gereken husus “yüksek” riskli olarak sınıflandırılan çamurların bile ABD, AB ve Türkiye yönetmeliklerinin her üçünü de sağlıyor olmalarıdır. “Düşük”, “orta” ve “yüksek” riskli çamur ayrımı toplam tehlike indisleri

kullanılarak yapılmıştır. Proje önerisinde de belirtildiği gibi her risk grubundan üç tesis seçilmiş ve bu tesislere ait çamurların toprakta kullanımına yönelik deneyler yapılmıştır.

İlk aşamada Türkiye'deki 27 adet arıtma tesisinden kış aylarında alınmış olan çamur örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları (Tablo 10.3) Tablo 10.5'te verilen limit değerlerin en kısıtlayıcısıyla karşılaştırıldığında Kayseri (KASKİ) tesisi için kadmiyum'un, Gaziantep (GASKİ 1) için krom'un, İzmir (Foça) ve Manisa tesisleri için bakır'ın, Erzincan ve Manisa tesisleri için nikel'in, Bursa (BUSKİ Batı), Kocaeli (Kullar) ve Manisa tesisleri için de çinko'nun, ülkemiz yönetmelik limit değerlerini aştığı görülmüştür. Kayseri (KASKİ) ve Adana (Seyhan) tesisleri için ise kurşun'un ABD yönetmelik sınır değerini aştığı belirlenmiştir. Bu sekiz tesisin artıma çamurları sağlık riskleri açısından "kabul edilemez" olarak belirlenmiş ve tarım uygulamalarında "kullanılamaz" olarak sınıflandırılmıştır. Bu sekiz tesise ait çamurların inkübasyon, sera ve tarla denemelerinde kullanılmamasına karar verilmiştir. Bu sekiz tesis Tablo 10.3 ve 10.4'te gri ile taranmıştır. Tablo 10.4'ten görüleceği üzere Kayseri (KASKİ) tesisi hariç diğer yedi tesis (Gaziantep (GASKİ 1), İzmir (Foça), Manisa, Erzincan, Adana (Seyhan), Bursa (BUSKİ) ve Kocaeli (Kullar) için toplam tehlike indisleri 1'den küçüktür. Tehlike indisinin 1'den büyük değerleri için kanser dışındaki sağlık risklerinin oluşacağı düşünülürse bu tehlike indislerinin riskli bir durum olmadığını işaret ettiği söylenebilir. Ancak burada hatırlanması gereken birkaç husus mevcuttur:

- Tablo 10.4'de hesaplanan risk değerleri sadece "arıtma çamurunu yiyen çocuk" taşınım yolundan kaynaklanan risklerdir. Bu proje kapsamında sadece insan sağlığı risklerinin hesaplanmış olduğu unutulmamalıdır. Arıtma çamurundaki ağır metallere kaynaklanan bitki toksisite riskleri hesaplanmamıştır. Dolayısıyla Bursa (BUSKİ), Kocaeli (Kullar), Erzincan, İzmir (Foça) ve Manisa tesisleri için "arıtma çamurunu yiyen çocuk" taşınım yolundan kaynaklanan sağlık riskleri sınır değer altında kalmasına rağmen bu taşınım yoluna dahil edilmeyen ağır metallere bir veya birkaçının ölçümleri yönetmelik sınır değerlerini aştığından bu tesislerin arıtma çamurları tarım uygulamalarında "kullanılamaz" kabul edilmiştir.
- Tablo 10.5'ten görüleceği üzere ABD krom için herhangi bir sınır değeri vermemektedir. Bu sebepten Gaziantep (GASKİ 1) tesisi çamurundaki yüksek krom konsantrasyonu için "arıtma çamurunu yiyen çocuk" taşınım yolundan kaynaklanan sağlık riskleri hesaplanamamıştır. Dolayısıyla Gaziantep (GASKİ)

tesisi için toplam tehlike indisi 0,31 olarak belirlenmiştir. Ancak bu tesis çamurundaki krom değeri Türkiye Yönetmeliği'nde verilen krom limit değerini (Tablo 10.5) aştığından tarım uygulamalarında “kullanılamaz” kabul edilmiştir.

- Tablo 10.2'den görüleceği üzere kurşun için RfD değeri mevcut değildir; bu yüzden Adana (Seyhan) tesisi arıtma çamurundaki yüksek kurşun konsantrasyonları için “arıtma çamurunu yiyen çocuk” taşınım yolundan kaynaklanan sağlık riskleri hesaplanamamıştır. Dolayısıyla Adana (Seyhan) tesisleri için toplam tehlike indisleri 0,48 olarak belirlenmiştir. Ancak Tablo 10.5'ten görülebileceği üzere Adana (Seyhan) tesisi arıtma çamurundaki kurşun konsantrasyonu ABD limit değerini aştığından Adana (Seyhan) tesisi çamuru, tarım uygulamalarında “kullanılamaz” kabul edilmiştir.

Gaziantep (GASKİ 1), İzmir (Foça), Manisa, Erzincan, Kayseri (KASKİ), Adana (Seyhan), Bursa (BUSKİ) ve Kocaeli (Kullar) tesisleri dışındaki tüm tesislerin arıtma çamurları hem Türkiye hem de ABD ve AB yönetmelik sınır değerlerini sağlamaktadır; dolayısıyla tarım uygulamalarında “kullanılabilir” olarak sınıflandırılmışlardır.

İkinci aşama olarak tarım uygulamalarında “kullanılabilir” olan çamurlar toplam tehlike indisleri değerlendirilerek “düşük”, “orta” ve “yüksek” riskli olarak üç gruba ayrılmışlardır. Buradaki hedef, çamurları tarımsal uygulama öncesinde hesaplanan risk aralıklarında gruplamak, tüm çamurlar için tarımsal uygulamayı yapmak mümkün olmadığından temsili olabilecek çamurların seçimini bir sistematik çerçevesinde yapabilmektir. Tablo 10.4'ten görülebileceği gibi tarım uygulamalarında “kullanılabilir” olan çamurların toplam tehlike indisleri 0,23 ile 0,65 arasında değişmektedir. İnkübasyon, sera ve tarla deneylerinin farklı risk gruplarından çamurlar ile yapılabilmesi için bu çamurlar üç risk grubuna ayrılmıştır. Risk grupları şu şekilde belirlenmiştir:

$0 < \text{toplam tehlike indisi} < 0,3 \rightarrow \text{“düşük” riskli}$

$0,3 \leq \text{toplam tehlike indisi} < 0,47 \rightarrow \text{“orta” riskli}$

$0,47 \leq \text{toplam tehlike indisi} < 1,0 \rightarrow \text{“yüksek” riskli}$

Yukarıda önerilen toplam tehlike indisi sınırlarına göre tarımda “kullanılabilir” olan çamurlar “düşük”, “orta” ve “yüksek” riskli olarak sınıflandırılmışlar ve sonuçlar Tablo 10.4'ün en alt satırına işaretlenmiştir. Risk değerlendirme çalışmalarının hemen akabinde her üç risk grubundan üç farklı arıtma tesisinin çamuru için inkübasyon denemeleri başlatılmıştır. Bu yüzden her bir risk grubundan inkübasyon denemelerinde kullanılmak üzere üç çamur seçilmiştir:

“Düşük” risk → Antalya (Lara), Yozgat ve Elazığ

“Orta” risk → Samsun (Bafra), Kocaeli (Karamürsel) ve Ankara (Tatlar)

“Yüksek” risk → Gaziantep (GASKİ 2), Düzce (Merkez) ve İzmir (Çiğli)

Çamur örnekleri seçilirken Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinden en az birer temsili arıtma tesisi seçilmesine de özen gösterilmiştir (Tablo 10.6).

Tablo 10.6 : Tarımsal uygulama denemelerine alınacak arıtma çamurları

Yüksek risk grubu çamurları	GASKİ-2 (Güneydoğu Anadolu Bölgesi) Düzce- Merkez (Batı Karadeniz Bölgesi) İzmir-Çiğli (Ege Bölgesi)
Orta risk grubu çamurları	Ankara (İç Anadolu Bölgesi) Kocaeli-Karamürsel (Marmara Bölgesi) Samsun-Bafra (Doğu Karadeniz Bölgesi)
Düşük risk grubu çamurları	Elazığ (Doğu Anadolu Bölgesi) Antalya-Lara (Akdeniz Bölgesi) Yozgat (İç Anadolu Bölgesi)

Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik, arıtma tesisi çamurunun uygulanacağı tarım arazisi toprağındaki ağır metal konsantrasyonları için de limit değerler getirmektedir. Dolayısıyla inkübasyon denemelerinde kullanılmak üzere seçilen arıtma tesislerinin bulunduğu illerdeki tarım arazilerinden toprak numuneleri alınmış, Yönetmelik Ek-1A tablosu kapsamında toprakların analizi yapılmıştır. Buradaki kritik konu bölgesel olarak topraklarımızda ağır metal konsantrasyonları yönetmelik değerlerine yakın veya bu değerleri aşar şekilde ortaya çıkabilmektedir. Özellikle nikel bazı yörelerde toprakta yüksek değerlere erişebilmektedir. Tüm bu değerlendirmeler sonrasında inkübasyon çalışmalarına başlanmıştır.

10.1.2. Proje Kapsamında Gerçekleştirilen Diğer Risk Analizleri

Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik'te 7 ağır metal, 7 de iz organik kirletici için sınır değerler verilmektedir. Yönetmelikte geçen 7 ağır metal için kış aylarında toplanan çamur numunelerinde gerçekleştirilen risk değerlendirmesi çalışmaları ve bu sonuçlar ışığında tarımsal kullanıma yönelik gruplama yukarıda anlatılmıştır. Bu 7 ağır metale ek olarak proje kapsamında krom, kurşun, molibden ve PCB hem kış hem de yaz aylarında ölçülmüştür. Benzen, toluen, ethylbenzen, m+p-

xylene ve o-xylene ise sadece yaz aylarında toplanan numunelerde ölçülmüştür. Ağır metaller, benzen, toluen, ethylbenzen, m+p-xylene ve o-xylene için kanser dışı sağlık riskleri, PCB için ise kanser riski hesaplanmıştır. Sağlık risklerinin hesaplanmasında kullanılan *RfD* değerleri Tablo 10.7’de verilmiştir.

Tablo 10.7 : Kirletici limit değerlerinin hesaplanmasında kullanılan *RfD* değerleri

(<http://www.epa.gov/IRIS/>)

Kirletici	<i>RfD</i> (mg/kg-gün)
Krom	1,5
Kurşun*	0,0035
Molibden	0,005
Benzen	0,004
Toluen	0,08
Ethylbenzen	0,1
m+p-xylene	0,2
O-xylene	0,2

* IRIS veritabanında kurşun için *RfD* değeri bulunmadığından bu kirletici için *RfD* değeri INERIS (2008)’den alınmıştır.

Yukarıda açıklandığı üzere PCB’ler için kanser riski hesaplanmıştır. Organiklerden kaynaklanacak kanser risklerinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmaktadır (US EPA, 1992):

$$\text{Risk seviyesi} = \frac{C(Is)(DE)(q_1^*)(RE)}{(BW)1000} \quad (10.4)$$

Bu formülde *C* kirletici konsantrasyonu (μg kiretici/g kuru çamur), *Is* toprak yutma oranı (g kuru toprak/gün), *DE* maruz kalma süresi düzel *Is* me faktörü (birimsiz), q_1^* kanser eğim fak^{DE} örü (mg/kg-gün)⁻¹, *RE* yutma ile maruz kalma için d^{q₁*} zetme faktörü (birimsiz) ve *BW* vücut a^{RE} ırlığıdır (kg)’dir.

PCB için “Aritma çamurunun bir çocuk tara^{BW} ndan yenilmesi taşınım yolu” için kanser riski hesaplanmasında Tablo 10.8’de sunulan parametreler kullanılmıştır. Tablo 10.8’de verilen q_1^* değeri EPA (1992) kaynağından alınmıştır.

Tablo 10.8 : PCB için K^{q₁*} nser Riski Hesaplarında Kullanılan Parametreler (US EPA, 1992)

Parametre	Değer
<i>I_s</i> (mg/gün)	0,2
<i>DE</i>	0,0714
<i>q₁*</i> (mg/kg-gün) ⁻¹	7,7
<i>RE</i>	1
<i>BW</i> (kg)	16

Proje *I_s* apsamında kış *DE* e yaz ayl *q₁** rı olmak üzere iki *RE* ez t *BW* krarlanmış olan tüm kirletici ölçümleri sonuçları sırasıyla Tablo 10.9 ve Tablo 10.10'da sunulmaktadır. Bütünlüğün sağlanması amacıyla yukarıda kış ayları için Tablo 10.3'te verilmiş olan ağır metal ölçümleri Tablo 10.9'da tekrarlanmıştır. Kış ve yaz ayları için hesaplanan risk değerleri ise sırasıyla Tablo 10.11 ve 10.12'de verilmiştir. Benzer şekilde bütünlüğün sağlanması amacıyla yukarıda kış ayları için Tablo 10.4'te verilmiş olan risk değerleri Tablo 10.12'de tekrarlanmıştır.

Tablo 10.11'de kış örneklemeleri sonucunda hesaplanan tehlike indisleri ve risk değerleri özetlenmektedir. Tablo 10.11'de Tablo 10.4'e ek olarak krom, kurşun, molibden için tehlike indisleri ve PCB için risk değerleri verilmiştir. Tablo 10.11'den görülebileceği üzere krom, kurşun ve molibden için hesaplanan tehlike indisleri tüm tesislerde 1'in altında kalmaktadır. Ancak daha önce açıklandığı üzere reseptör için kanser dışındaki sağlık etkilerinin belirlenmesinde reseptörün maruz kaldığı tüm kimyasallar göz önünde bulundurulmalı ve toplam tehlike indisi hesaplanmalıdır. Dolayısıyla Tablo 10.11'de her bir kirletici için ayrı ayrı verilen tehlike indisleri kirletici bazında değerlendirilmelidir.

Tablo 10.11'de PCB'lerden kaynaklanan kanser riskleri de verilmiştir. Kabul edilebilir kanser riski ABD Çevre Koruma Ajansı tarafından genellikle 10⁻⁴ – 10⁻⁶ aralığından seçilmektedir (National Research Council, 2002). Biyokatıların toprakta uygulanmasında ABD Çevre Koruma Ajansı 10⁻⁴ sınır değerini kullanmaktadır (U.S. EPA, 1995). Tablo 10.11'de verilmiş olan risk değerleri incelendiğinde hiç bir tesis için risk değerinin 10⁻⁴ sınır değerini aşmadığı ancak Erzincan ve Gaziantep (GASKİ 2) tesislerinin 10⁻⁶ değerini aştıkları görülmektedir.

Tablo 10.9 : Çamur örneklerindeki kirletici konsantrasyonları (mg ağır metal/kg kuru çamur) (kış örnekleri)

	İSTAN- BUL (B.ŞEH.)	BURSA (BUSKİ)	KOCAELİ (KULLAR)	MALATYA	ELAZIĞ	GAZİAN- TEP (GASKİ 1)	GAZİAN- TEP (GASKİ 2)	DÜZCE MERKEZ	AKÇA- KOCA	SAMSUN (BAFRA)	SAMSUN (19 MAYIS)	KAYSERİ (KASKİ)	YOZGAT
Cd	2,60	1,40	1,10	2,10	1,30	1,20	2,90	4,80	0,70	4,40	2,60	318,10	0,50
Cr	33,10	504,20	137,20	39,90	34,90	1217,00	51,30	180,90	35,90	51,30	42,10	254,50	48,60
Cu	90,90	208,50	212,30	119,50	61,10	191,90	88,90	156,20	108,30	112,70	252,80	392,60	121,70
Ni	31,90	84,70	42,30	35,90	26,60	101,90	48,20	45,00	35,60	45,50	51,10	259,20	31,60
Pb	65,10	71,10	81,00	93,20	52,20	194,10	39,60	97,00	40,70	118,20	47,10	335,40	29,80
Zn	634,70	2875,00	11240,00	401,70	328,30	1628,00	795,20	926,50	625,80	890,20	797,50	2294,00	559,50
As	9,17	10,13	10,01	9,25	7,91	8,30	21,80	30,23	22,45	18,39	22,45	14,53	8,52
Hg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Se	9,16	11,72	4,07	13,58	10,16	2,75	4,44	6,57	5,94	5,44	10,85	7,21	8,33
Mo	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.18	<0.01
PCB	0.0151	0.023771	0.027116	0.0005186	0.011075	0.025639	0.2270078	0.0463378	0.00104	0.017159	0.000046	0.03429	0.0052815

Tablo 10.9 (devam) : Çamur örneklerindeki kirletici konsantrasyonları (mg ağır metal/kg kuru çamur) (kış örnekleri)

	KOCAELİ (KARA- MÜRSEL)	NEV- ŞEHİR	ERZİN CAN	ADANA	MERSİN	ANKARA (TATLAR)	İZMİR (ÇİĞLİ)	İZMİR (FOÇA)	SİİRT	DENİZ- Lİ	MANİSA	ANTALY A (LARA)	VAN	ANTAL- YA (KEMER)
Cd	1,60	3,30	1,50	2,60	3,00	5,70	3,20	2,00	1,80	1,90	2,20	2,40	7,10	0,30
Cr	49,70	27,40	206,40	82,60	115,70	222,60	189,00	41,30	44,00	65,80	991,90	145,80	103,40	42,40
Cu	122,90	108,00	189,50	236,60	301,20	219,40	205,10	2140,00	100,90	70,30	1583,00	161,60	123,70	119,80
Ni	43,00	26,90	304,80	137,80	233,30	73,60	65,50	20,40	170,90	52,20	504,20	46,60	102,30	41,30
Pb	57,60	69,20	43,70	343,40	107,10	72,80	125,00	93,10	32,00	37,20	113,50	77,00	67,20	24,80
Zn	644,30	818,00	708,00	909,10	1084,00	1932,00	863,40	901,00	642,00	425,20	3296,00	1382,00	866,00	485,70
As	10,83	16,94	11,24	16,87	12,46	10,27	27,31	9,47	10,03	9,91	8,30	8,32	8,04	8,08
Hg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Se	8,32	7,90	5,68	7,11	5,58	6,00	7,27	6,82	6,79	7,01	2,12	0,57	1,22	0,66
Mo	<0.01	0.704	<0.01	0.113	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PCB	0.0167188	0.00583	0.2415	0.05459	0.0345	0.04244	0.00677	0.00068	0.000031	0.00670	0.0008562	0.08362	0.02244	0.0004528

Tablo 10.10 : Çamur örneklerindeki kirletici konsantrasyonları (mg ağır metal/kg kuru çamur) (yaz örnekleri)

	İSTAN- BUL (B.ŞEH.)	BURSA (BUSKİ)	KOCAELİ (KULLAR)	MALATYA	ELAZIĞ	GAZIAN- TEP (GASKİ 1)	GAZIAN- TEP (GASKİ 2)	DÜZCE MERKEZ	AKÇA- KOCA	SAMSUN (BAFRA)	SAMSUN (19 MAYIS)	KAYSERİ (KASKİ)	YOZGAT
Cd	2,5	2,9	2,8	2,0	2,3	2,3	3,3	3,6	2,7	2,6	3,0	7,3	1,6
Cr	123,1	767,2	159,2	55,0	31,2	780,2	123,5	331,9	39,4	32,3	44,3	199,0	20,7
Cu	115,0	264,5	254,5	177,6	111,8	144,6	256,5	187,5	122,6	113,2	237,4	177,7	53,2
Ni	91,2	143,7	56,5	50,2	22,6	65,9	111,9	62,4	29,2	28,6	32,4	89,9	10,8
Pb	30,3	68,6	94,6	51,6	28,2	131,1	224,4	77,0	36,7	78,9	44,4	129,0	17,7
Zn	673,9	4783,000	8030,000	414,600	113,900	653,900	1912,000	1127,000	509,900	650,600	1279,000	578,800	338,500
As	2,180	5,920	2,250	2,570	3,200	4,870	1,890	0,880	1,310	5,180	19,360	18,570	3,070
Hg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Se	2,590	3,100	1,050	2,680	3,120	0,620	1,280	2,980	1,090	0,950	4,930	2,030	0,470
Mo	4,100	4,200	9,100	5,800	4,400	5,700	3,400	5,000	4,400	4,300	4,300	4,700	2,200
B	0,00352	ND	0,00211	0,00246	ND	0,00473	0,00273	0,00297	0,00558	0,00307	0,00344	0,00259	0,00212
T	ND	ND	7,83688	16,60200	0,00105	0,00008	2,09925	0,00105	0,00117	9,11723	0,00026	8,81381	10,45928
E	0,00032	ND	0,00036	0,00075	0,00045	0,00011	0,00166	0,00015	0,00008	0,00057	0,00014	0,00033	0,00021
mX	0,00030	0,00454	ND	0,00231	0,00007	0,00016	0,00783	0,00021	0,00027	0,00059	0,00059	0,00162	0,00020
oX	0,00113	0,00046	0,00104	0,00113	0,00089	0,00023	0,00504	0,00008	0,00015	0,00057	0,00013	0,00101	0,00014
PCB	0,01156	0,049611	0,061809	0,005898	0,02369	0,001828	0,079303	0,036389	0,00959	0,041888	0,000000	0,045463	0,001971

B = benzen, T=toluen, E=ethlybenzen, m=m+p-xylene, O=O-xylene, ND= samptanmamış

Tablo 10.10 (devamı) : Çamur örneklerindeki kirletici konsantrasyonları (mg ağır metal/kg kuru çamur) (yaz örnekleri)

	KOCAELİ (KARA- MÜRSEL)	NEV- ŞEHİR	ERZİN CAN	ADANA	MERSİN	ANKARA (TATLAR)	İZMİR (ÇİĞLİ)	İZMİR (FOÇA)	SIİRT	DENİZLİ	MANİSA	ANTALYA (LARA)	VAN	ANTALYA (KEMER)	ŞANLIURFA	İZMİR- GÜNEYBATI
Cd	2,3	3,9	3,0	3,9	3,2	9,5	4,1	2,7	4,1	3,6	3,4	3,0	3,5	1,6	3,7	2,4
Cr	23,2	85,6	273,6	108,7	57,2	372,1	250,6	24,0	99,0	162,2	2722,0	159,6	103,0	14,9	111,5	33,3
Cu	100,5	178,8	188,1	251,0	154,2	311,6	268,8	2321,0	156,0	134,4	1614,0	188,6	124,8	79,4	71,3	89,6
Ni	19,9	53,6	332,7	104,5	67,2	141,5	115,4	12,2	99,1	83,1	674,9	53,6	105,6	21,7	128,3	34,2
Pb	36,2	61,2	581,7	278,5	83,4	92,6	199,4	70,2	570,0	51,2	115,2	42,1	42,6	13,5	57,3	30,7
Zn	212,7	1034,0	700,1	1144,0	384,4	2418,0	1335,0	380,0	1012,0	698,7	4092,0	3889,0	434,7	547,6	113,000	3619,000
As	2,800	3,430	7,190	13,870	5,730	8,730	7,970	24,000	5,420	25,550	12,060	9,200	20,850	2,730	3,840	6,570
Hg	<1	<1	1,302	<1	1,154	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Se	0,940	4,490	1,890	2,060	1,230	1,360	2,790	0,680	4,600	2,200	0,390	2,600	2,480	6,800	3,460	2,840
Mo	4,400	9,500	7,300	5,600	3,800	6,200	8,200	4,600	12,000	7,800	5,000	7,800	9,500	3,000	15,200	3,800
B	0,00211	0,00410	0,0031	0,00138	0,01256	0,00200	0,01226	0,00469	ND	ND	0,00203	0,01485	0,00539	ND	0,00315	0,00315
T	1,05570	8,33350	0,9804	0,06364	0,02430	0,03876	0,02193	0,05300	ND	0,00001	0,54264	1,85305	1,68550	ND	0,00878	0,00831
E	0,00390	0,00030	0,0003	0,00021	0,00086	0,00149	0,00048	0,00265	ND	0,00018	0,00037	ND	0,00014	ND	0,00101	0,00133
m	0,00592	0,00124	0,0013	0,00208	0,00415	0,00433	0,00553	0,00568	ND	ND	0,00115	0,00097	0,00041	0,00025	0,00202	0,00221
O	0,00472	ND	0,0004	0,00033	0,00081	0,00169	0,00371	0,00073	ND	0,00223	0,00050	0,00070	ND	ND	0,00086	0,00035
PCB	0,012196	0	0,1023	0,05108	0,034273	0,039786	0,00956	0,00230	0	0,002439	0	0,037351	0,016838	0,007654	0,0006794	0,0505391

B = benzen, T=toluen, E=ethlybenzen, m=m+p-xylene, O=O-xylene, ND=okunamamış

Burada vurgulanması gereken husus, tehlike indisine benzer şekilde kanser risklerinin de toplam olarak hesaplanması ve değerlendirilmesi gerektiğidir. Tablo 10.11’de her bir tesis için sadece PCB’den kaynaklanan kanser riskleri verilmiştir. Tek başına PCB için tüm tesisler 10^{-4} değerini sağlamaktadır. Ancak çamur içinde kansere sebep olabilecek diğer kirleticilerin bulunması durumunda bunlardan kaynaklanacak kanser risklerinin de hesaplanması ve değerlendirmelerin toplam risk değerleri üzerinden yapılması gereklidir. Tablo 10.12’de yaz örneklerindeki tüm ağır metaller, benzen, toluen, ethlybenzen, m+p-xylene ve o-cylene için tehlike indisleri ve yine PCB için kanser risk değerleri özetlenmiştir. Kış örneklerinden farklı olarak yaz örneklerinde ağır metallere ek olarak benzen, toluen, ethlybenzen, m+p-xylene ve o-cylene için tehlike indisleri hesaplanmıştır. Tablo 10.12’den görülebileceği üzere bu kirleticilerden kaynaklanan tehlike indisleri 1’den oldukça küçük değerlerdir, dolayısıyla toplam tehlike indisine olan katkıları ağır metallere nazaran daha düşük olacaktır.

Tablo 10.11 : Çamur örneklerindeki kirleticiler için hesaplanan tehlike indisleri (HI) ve PCB için risk değerleri (kış örnekleri)

		İSTAN- BUL (B.ŞEH.)	BURSA (BUSKİ)	KOCAELİ (KULLAR)	MALATYA	ELAZİĞ	GAZIAN- TEP (GASKİ 1)	GAZIAN- TEP (GASKİ 2)	DÜZCE MERKEZ	AKÇA- KOCA	SAMSUN (BAFRA)	SAMSUN (19 MAYIS)	KAYSERİ (KASKİ)
HI	Cd	0,0325	0,0175	0,0138	0,0263	0,0163	0,0150	0,0363	0,0600	0,0088	0,0550	0,0325	3,9763
	Cr	0,0003	0,0042	0,0011	0,0003	0,0003	0,0101	0,0004	0,0015	0,0003	0,0004	0,0004	0,0021
	Cu	0,0091	0,0209	0,0212	0,0120	0,0061	0,0192	0,0089	0,0156	0,0108	0,0113	0,0253	0,0393
	Ni	0,0199	0,0529	0,0264	0,0224	0,0166	0,0637	0,0301	0,0281	0,0223	0,0284	0,0319	0,1620
	Pb	0,2325	0,2539	0,2893	0,3329	0,1864	0,6932	0,1414	0,3464	0,1454	0,4221	0,1682	1,1979
	Zn	0,0127	0,0575	0,2248	0,0080	0,0066	0,0326	0,0159	0,0185	0,0125	0,0178	0,0160	0,0459
	As	0,1432	0,1582	0,1564	0,1445	0,1236	0,1297	0,3406	0,4723	0,3507	0,2873	0,3507	0,2270
	Hg	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417
	Se	0,0229	0,0293	0,0102	0,0339	0,0254	0,0069	0,0111	0,0164	0,0149	0,0136	0,0271	0,0180
Mo	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	
Risk	PCB	1,04E-07	1,63E-07	1,86E-07	3,56E-09	7,61E-08	1,76E-07	1,56E-06	3,18E-07	7,15E-09	1,18E-07	3,19E-10	2,36E-07

Tablo 10.11 (devam) : Çamur örneklerindeki kirleticiler için hesaplanan tehlike indisleri (HI) ve PCB için risk değerleri (kış örnekleri)

		YOZGAT	KOCAELİ (KARA- MÜRSEL)	NEVŞEHİR	ERZİNCAN	ADANA	MERSİN	ANKARA (TATLAR)	İZMİR (ÇİĞLİ)	İZMİR (FOÇA)	SİİRT	DENİZLİ	MANİSA	
HI	Cd	0,0063	0,0200	0,0413	0,0188	0,0325	0,0375	0,0713	0,0400	0,0250	0,0225	0,0238	0,0275	
	Cr	0,0004	0,0004	0,0002	0,0017	0,0007	0,0010	0,0019	0,0016	0,0003	0,0004	0,0005	0,0083	
	Cu	0,0122	0,0123	0,0108	0,0190	0,0237	0,0301	0,0219	0,0205	0,2140	0,0101	0,0070	0,1583	
	Ni	0,0198	0,0269	0,0168	0,1905	0,0861	0,1458	0,0460	0,0409	0,0128	0,1068	0,0326	0,3151	
	Pb	0,1064	0,2057	0,2471	0,1561	1,2264	0,3825	0,2600	0,4464	0,3325	0,1143	0,1329	0,4054	
	Zn	0,0112	0,0129	0,0164	0,0142	0,0182	0,0217	0,0386	0,0173	0,0180	0,0128	0,0085	0,0659	
	As	0,1331	0,1692	0,2646	0,1756	0,2635	0,1946	0,1604	0,4267	0,1479	0,1567	0,1548	0,1296	
	Hg	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417
	Se	0,0208	0,0208	0,0198	0,0142	0,0178	0,0139	0,0150	0,0182	0,0170	0,0170	0,0175	0,0053	
	Mo	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250
Risk	PCB	3,63E-08	1,15E-07	4,01E-08	1,66E-06	3,75E-07	2,37E-07	2,92E-07	4,65E-08	4,65E-09	2,12E-10	4,61E-08	5,88E-09	

Tablo 10.11 (devam) : Çamur örneklerindeki kirleticiler için hesaplanan tehlike indisleri (HI) ve PCB için risk değerleri (kış örnekleri)

		ANTALYA (LARA)	VAN	ANTALYA (KEMER)
HI	Cd	0,0300	0,0888	0,1250
	Cr	0,0012	0,0009	0,0004
	Cu	0,0162	0,0124	0,0120
	Ni	0,0291	0,0639	0,0258
	Pb	0,2750	0,2400	0,0886
	Zn	0,0276	0,0173	0,0097
	As	0,1300	0,1256	0,1263
	Hg	0,0417	0,0417	0,0417
	Se	0,0014	0,0031	0,0016
	Mo	0,0250	0,0250	0,0250
Risk	PCB	5,75E-07	1,54E-07	3,11E-09

Tablo 10.11 ve Tablo 10.12’de verilen değerler karşılaştırıldığında kış ve yaz örneklerinde hesaplanmış olan tehlike indisleri ve risk değerlerinde kimi tesisler ve kirleticiler için oldukça büyük farklar bulunduğu gözlenmektedir. Örneğin Gaziantep (GASKİ 2) tesisinden alınan kış örneklerinde kurşun tehlike indisi 0,14 hesaplanmışken yaz örneklerinde bu değer 5 katından fazlası (0,80) hesaplanmıştır. Benzer şekilde Denizli tesisinden alınan kış ve yaz örneklerinde arsenik için tehlike indisi değerleri sırasıyla 0,15 ve 0,40 olarak hesaplanmıştır. Mevsimsel farklılıkların bu derece yüksek olmasının sebepleri ve alınabilecek önlemlerin belirlenmesi farklı bir araştırma projesi için çalışma konusu olabilecek hususlardır.

PCB için ise yaz örneklerinde hiç bir tesis için 10^{-6} değeri aşılmamaktadır. Kış ve yaz örneklerindeki kanser riski değerlerinde kimi tesisler için yaklaşık on kat fark olmasına rağmen risk değerleri çok düşük olduğundan herhangi bir problem teşkil etmemektedir. Ancak bir kez daha hatırlatmak gerekir ki bu değerlendirme sadece PCB için geçerlidir. Çamurlarda kansere sebep olabilecek başka kirleticilerin bulunduğu durumlarda bu kirleticilerden kaynaklanan kanser risklerinin de hesaplanması ve değerlendirmelerin toplam risk değerleri üzerinden yapılması gereklidir.

Tablo 10.12 : Çamur örneklerindeki kirleticiler için hesaplanan tehlike indisleri (HI) ve PCB için risk değerleri (yaz örnekleri)

		İSTAN- BUL (B.ŞEH.)	BURSA (BUSKİ)	KOCAELİ (KUL- LAR)	MALAT- YA	ELAZIĞ	GAZIAN- TEP (GASKİ 1)	GAZIAN- TEP (GASKİ 2)	DÜZCE MERKEZ	AKÇA- KOCA	SAMSUN (BAFRA)	SAMSUN (19 MAYIS)	KAYSERİ (KASKİ)
HI	Cd	0,0313	0,0363	0,0350	0,0250	0,0288	0,0288	0,0413	0,0450	0,0338	0,0325	0,0375	0,0913
	Cr	0,0010	0,0064	0,0013	0,0005	0,0003	0,0065	0,0010	0,0028	0,0003	0,0003	0,0004	0,0017
	Cu	0,0115	0,0265	0,0255	0,0178	0,0112	0,0145	0,0257	0,0188	0,0123	0,0113	0,0237	0,0178
	Ni	0,0570	0,0898	0,0353	0,0314	0,0141	0,0412	0,0699	0,0390	0,0183	0,0179	0,0203	0,0562
	Pb	0,1082	0,2450	0,3379	0,1843	0,1007	0,4682	0,8014	0,2750	0,1311	0,2818	0,1586	0,4607
	Zn	0,0135	0,0957	0,1606	0,0083	0,0023	0,0131	0,0382	0,0225	0,0102	0,0130	0,0256	0,0116
	As	0,0341	0,0925	0,0352	0,0402	0,0500	0,0761	0,0295	0,0138	0,0205	0,0809	0,3025	0,2902
	Hg	0,0417	0,0417	0,0000	0,0417	0,0417	0,0000	0,0417	0,0417	0,0000	0,0417	0,0417	0,0000
	Se	0,0065	0,0078	0,0026	0,0067	0,0078	0,0016	0,0032	0,0075	0,0027	0,0024	0,0123	0,0051
	Mo	0,0103	0,0105	0,0228	0,0145	0,0110	0,0143	0,0085	0,0125	0,0110	0,0108	0,0108	0,0118
	B	0,000011	0,000000	0,000007	0,000008	0,000000	0,000015	0,000009	0,000009	0,000017	0,000010	0,000011	0,000008
	T	0,000000	0,000000	0,001225	0,000000	0,000000	0,000000	0,000328	0,000000	0,000000	0,001425	0,000000	0,001377
	E	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
	m	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
	O	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Risk	PCB	7,97E-08	3,41E-07	4,25E-07	4,05E-08	1,63E-07	1,26E-08	5,45E-07	2,5E-07	6,59E-08	2,88E-07	0	3,12E-07

B = benzen, T=toluen, E=ethlybenzen, m=m+p-xylene, O=O-xylene

Tablo 10.12 (devamı) : Çamur örneklerindeki kirleticiler için hesaplanan tehlike indisleri ve PCB için risk değerleri (yaz örnekleri)

		YOZGAT	KOCAELİ (KARA- MÜRSEL)	NEV- ŞEHİR	ERZİN CAN	ADANA	MERSİ N	ANKA- RA (TAT- LAR)	İZMİR (ÇİĞLİ)	İZMİR (FOÇA)	ŞİİRT	DENİZ- Lİ	MANİSA	ANTAL YA (LARA)
HI	Cd	0,0200	0,0288	0,0488	0,0375	0,0488	0,0400	0,1188	0,0513	0,0338	0,0513	0,0450	0,0425	0,0375
	Cr	0,0002	0,0002	0,0007	0,0023	0,0009	0,0005	0,0031	0,0021	0,0002	0,0008	0,0014	0,0227	0,0013
	Cu	0,0053	0,0101	0,0179	0,0188	0,0251	0,0154	0,0312	0,0269	0,2321	0,0156	0,0134	0,1614	0,0189
	Ni	0,0068	0,0124	0,0335	0,2079	0,0653	0,0420	0,0884	0,0721	0,0076	0,0619	0,0519	0,4218	0,0335
	Pb	0,0632	0,1293	0,2186	2,0775	0,9946	0,2979	0,3307	0,7121	0,2507	2,0357	0,1829	0,4114	0,1504
	Zn	0,0068	0,0043	0,0207	0,0140	0,0229	0,0077	0,0484	0,0267	0,0076	0,0202	0,0140	0,0818	0,0778
	As	0,0480	0,0438	0,0536	0,1123	0,2167	0,0895	0,1364	0,1245	0,3750	0,0847	0,3992	0,1884	0,1438
	Hg	0,0417	0,0000	0,0417	0,0543	0,0417	0,0481	0,0417	0,0417	0,0000	0,0417	0,0417	0,0417	0,0417
	Se	0,0012	0,0024	0,0112	0,0047	0,0052	0,0031	0,0034	0,0070	0,0017	0,0115	0,0055	0,0010	0,0065
	Mo	0,0055	0,0110	0,0238	0,0183	0,0140	0,0095	0,0155	0,0205	0,0115	0,0300	0,0195	0,0125	0,0195
	B	0,000007	0,000007	0,000013	0,00001	0,000004	0,000039	0,000006	0,00004	0,000015			0,000006	0,00005
	T	0,001634	0,000165	0,001302	0,00015	0,00001	0,000004	0,000006	0,000003	0,000008		0,0000	0,000085	0,00029
	E	0,000000	0,000000	0,00000	0,0000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,0000	0,000000	
	M	0,000000	0,000000	0,00000	0,0000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000			0,000000	0,00000
o	0,000000	0,000000	0,00000	0,0000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,0000	0,000000	0,00000	
Risk	PCB	1,35E-08	8,38E-08	0	7,03E-07	3,51E-07	2,36E-07	2,73E-07	6,57E-08	1,58E-08	0	1,68E-08	0	2,57E-07

B = benzen, T=toluen, E=ethlybenzen, m=m+p-xylene, o=o-xylene

Tablo 10.12 (devam) : Çamur örneklerindeki kirleticiler için hesaplanan tehlike indisleri ve PCB için risk değerleri (yaz örnekleri)

		VAN	ANTAL-YA (KEMER)	ŞANLIURF A	İZMİR- GÜNEYBATI
HI	Cd	0,0438	0,0200	0,0463	0,0300
	Cr	0,0009	0,0001	0,0009	0,0003
	Cu	0,0125	0,0079	0,0071	0,0090
	Ni	0,0660	0,0136	0,0802	0,0214
	Pb	0,1521	0,0482	0,2046	0,1096
	Zn	0,0087	0,0110	0,0023	0,0724
	As	0,3258	0,0427	0,0600	0,1027
	Hg	0,0417	0,0417	0,0000	0,0417
	Se	0,0062	0,0170	0,0087	0,0071
	Mo	0,0238	0,0075	0,0380	0,0095
	B			0,000010	0,000010
	T	0,00026		0,000001	0,000001
	E	0,00000		0,000000	0,000000
	M	0,00000	0,00000	0,000000	0,000000
O			0,000000	0,000000	
Risk	PCB	1,16E-07	5,26E-08	4,67E-09	3,47E-07

B = benzen, T=toluen, E=ethlybenzen, m=m+p-xylene, o=o-xylene

10.1.3. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarafından Yürütülen Çalışmalar

Arıtma çamurlarının tarımsal amaçlı olarak kullanılıp kullanılmayacağı potansiyelini ortaya koymak amacıyla 3 ay süreli inkübasyon denemesi yürütülmüş, bunu takip eden süreçte de sera denemesi ve tarla denemeleri kurulmuş ve buğday bitkisi test bitkisi olarak seçilmiştir. Denemelerden elde edilen sonuçlar ayrı başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

10.1.3.1. İnkübasyon Denemesi

Deneme materyallerinin elde edilmesi

İnkübasyon denemesinde materyal olarak arıtma çamuru ve toprak ele alınmıştır.

Arıtma Çamuru Materyalinin Seçimi

Ele alınan arıtma çamurlarının seçiminde İP 7, İDA 3.1'de yapılan detaylı çamur karakterizasyonunu takiben analiz edilen çamurlardan Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik'teki sınır değerlerini aşan çamurlar değerlendirmeye alınmamış, geride kalan çamurlarda da detaylı bir risk

değerlendirme çalışması yapılmıştır. Tarımsal kullanım potansiyellerini belirlemek amacıyla risk unsuru yüksek, orta ve düşük olan çamur gruplarından her birinden 3'er adet olmak üzere toplam 9 çamur örneği seçilmiştir. Her grupta bulunan çamur örnekleri arasındaki seçimde Türkiye'nin tüm bölgelerinin içermesine ve 7 bölgeden de çamur örneğinin denemelere tabi tutulmasına dikkat edilmiştir.

Tarımsal kullanımlarının belirlenmesine yönelik inkübasyon denemesine alınmak üzere seçilen çamurlar Tablo 10.13'te, çamurların içerik analiz değerleri ise Tablo 10.14 ve Tablo 10.15'te verilmiştir.

Tablo 10.13 : Tarımsal Uygulama için seçilen Arıtma Çamurları

Yüksek risk grubu çamurları	GASKİ-2 (Güneydoğu Anadolu Bölgesi) Düzce- Merkez (Batı Karadeniz Bölgesi) İzmir-Çiğli (Ege Bölgesi)
Orta risk grubu çamurları	Ankara (İç Anadolu Bölgesi) Kocaeli-Karamürsel (Marmara Bölgesi) Samsun-Bafra (Doğu Karadeniz Bölgesi)
Düşük risk grubu çamurları	Elazığ (Doğu Anadolu Bölgesi) Antalya-Lara (Akdeniz Bölgesi) Yozgat (İç Anadolu Bölgesi)

Tablo 10.14 : Denemesinde Kullanılan Arıtma Çamurlarının Kimyasal İçerikleri

Arıtma Çamuru	TKM %	TOM %	N %	C/N	P %	pH	EC dS/m	Ca ₂ CO ₃ (%)
<i>GASKİ-2</i>	17,60	57,15	3,92	7,29	0,12	6,57	0,491	9,11
<i>Düzce-merkez</i>	16,70	55,76	3,94	7,08	0,32	7,18	0,313	1,97
<i>İzmir-Çiğli</i>	26,00	71,72	4,52	7,93	0,11	6,48	0,725	1,89
<i>Ankara-Tatlar</i>	30,50	44,93	2,62	8,58	0,07	8,65	0,895	5,77
<i>Antalya- Lara</i>	21,00	56,00	4,15	6,75	0,28	6,75	0,402	3,51
<i>Samsun-Bafra</i>	12,75	67,17	2,70	12,44	0,23	6,54	0,349	2,50
<i>Elazığ</i>	29,60	53,06	1,98	13,40	0,14	7,77	0,285	3,57
<i>Karamürsel</i>	21,05	48,82	3,02	8,08	0,12	6,62	0,672	2,14
<i>Yozgat</i>	23,10	63,93	4,29	7,45	0,07	8,07	0,448	3,03

Tablo 10.15 : İnkübasyon Denemesinde Kullanılan Arıtma Çamurlarının Ağır Metal İçerikleri (mg kg⁻¹)

Arıtma Çamuru	Ba	Cd	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Zn	As	Hg	Se	Sb
<i>GASKİ-2</i>	571,2	0,644	10,31	84,72	<0,01	20,62	35,19	771,09	21,797	<0,005	4,439	<0,01
<i>Düzce-merkez</i>	765,35	0,898	35,15	31	<0,01	9,556	9,579	93,37	30,227	<0,005	6,571	<0,01
<i>İzmir-Çiğli</i>	181,75	0,254	59,05	70,39	<0,01	30,706	35,01	197,5	27,307	<0,005	7,265	6,099
<i>Ankara-Tatlar</i>	69,95	1,2	53,6	61,4	<0,01	22,166	9,2	644,6	10,267	<0,005	6,004	<0,01
<i>Antalya-Lara</i>	0,015	0,002	0,038	0,067	0,024	0,234	0,001	0,17	0,009	<0,005	<0,01	<0,01
<i>Samsun-Bafra</i>	168,55	0,46	2,979	25,14	<0,01	10,916	16,6	109,7	18,39	<0,005	5,439	<0,01
<i>Elazığ</i>	65,68	0,247	3,699	78,15	<0,01	2,0504	53,5	362,79	7,91	<0,005	10,156	<0,01
<i>Karamürsel</i>	53,21	<0,005	2,072	28,73	<0,01	10,326	0,928	29,34	10,827	<0,005	8,319	0,053
<i>Yozgat</i>	47,05	<0,005	1,151	25,41	<0,01	7,642	<0,5	<5	8,516	<0,005	8,326	<0,01

İnkübasyon denemesine alınan arıtma çamuru örneklerinde en yüksek organik madde (OM) içeriği İzmir-Çiğli (%71) en düşük OM ise Ankara-Tatlar (%44) çamurunda belirlenmiştir. En düşük N içeriğine Elazığ çamuru (%1,98) sahip olup, en yüksek N içeriğine de İzmir-Çiğli çamuru (4,52) sahiptir. En yüksek C/N oranı Antalya-Lara, Elazığ ve Samsun-Bafra arıtma çamurlarının olup, C/N oranı sırasıyla 13,50, 13,47 ve 12,44'dür. Denemede kullanılan diğer arıtma çamurlarının C/N oranları ise 7,07-8,57 değerleri arasındadır. Organik materyallerin azot mineralizasyonu için kabul edilen eşik değer ise 20'dir.

Çamurların pH içeriklerine bakıldığında OM'nin tersi durum söz konusu olup, en düşük pH'ya İzmir-Çiğli çamuru (6,48), en yüksek pH değerine ise Ankara-Tatlar çamuru (8,65) sahiptir. Tuzluluk bakımından çamurlar değerlendirildiğinde, en düşük EC değeri Elazığ (0,285 dS/m) en yüksek EC değeri ise Ankara-Tatlar (0,895 dS/m) çamurunda belirlenmiştir. Sature ortam ekstraktında 2-4 ds.m⁻¹ arasındaki EC değerleri organik materyaller için en uygun değerler olarak kabul edilmektedir (Kirven, 1986). Araştırmada kullanılan bütün arıtma çamuru materyallerinin tuz kapsamı bu değerlerden düşük bulunmuştur.

Toprak Örneklerinin Temini

Çamur örneklerinin seçimini takiben çamurun çıkarıldığı bölgeye yakın tarım alanlarından toprak örnekleme yapılmıştır. Tarım alanlarından 0-20 cm derinlikten alınan toprak örnekleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarlarına getirilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler analizler için havada kurutulup 2 mm'lik elekten elenmiş, tarla kapasitesi, nem, tekstür, toplam N, yarıyışlı P₂O₅, değişebilir K₂O, kireç, organik madde, katyon değiştirme kapasitesi (KDK), pH, EC, alınabilir Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr analizleri yapılmıştır. Toprak örneklerinin kuruma, eleme ve analiz işlemlerini takiben inkübasyon denemesi kurulması işlemine geçilmiştir.

İnkübasyon Denemesinin Kurulması

İnkübasyon denemesi; 4 dozlu, 3 tekrarlamalı ve 3 inkübasyon süresinde yürütülmüştür. Toplam inkübasyon süresi 120 gündür. İnkübasyonda kullanılan plastik saksılar saf su ile yıkanmış kurutulmuş ve numaralandırılmıştır. Toprak Bölümü'ne getirilen arıtma çamurları inkübasyon denemesinde kullanılmak üzere 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. İnkübasyon denemesinde toprağa uygulanan çamur dozları (kuru madde olarak) aşağıda belirtilmiştir.

Deneme konuları:

A: Kontrol (çamur uygulanmamış)

B: 2 t da⁻¹ çamur (% 1) uygulanmış

C: 4 t da⁻¹ çamur (% 2) uygulanmış

D: 8 t da⁻¹ çamur (% 4) uygulanmış

Çamur dozlarının belirlenmesinde fazla miktarda arıtma çamuru uygulamasının ekonomik olmayacağı gibi toprağın sürdürülebilirliği açısından olumsuz etkide bulunabileceği göz önüne alınmış ve maksimum çamur dozu 8 ton da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Denemede kullanılacak arıtma çamurlarının metal ve tuz içerikleri sınır değerlerin altında olmasına rağmen yüksek dozlarda sürekli uygulanması toprakta tuz ve ağır metal birikimine yol açabileceği daha önce yapılan çalışmalar ile belirtilmiştir. Bu nedenle toprağa uygulanabilecek en yüksek doz 8 ton da⁻¹ 'ı geçmemelidir.

İnkübasyon denemesinde içerisine 250 g toprak konulan plastik kaplara, yukarıdaki dozlarda arıtma çamurları hesaplanarak eklenmiştir. Her bir bölgeden alınan toprak kendi bölgesinden gelen çamur örnekleri ile karıştırılmıştır. Çamur ve toprak örneklerinin karıştırılması işleminden önce nem içerikleri belirlenmiş ve çamur örnekleri fırın kuru toprak üzerinden hesaplanarak tartılmıştır. Gerçekleştirilen çamur uygulama dozlarının etkileri 1., 60. ve 120. gün basamaklarını içeren bir inkübasyon sürecinde 3 kez değerlendirileceğinden ve her değerlendirme 3 tekrarlı olacağından dolayı farklı uygulama küvetlerindeki topraklar 250 g'lık porsiyonlar halinde uygulama ve inkübasyon düzenine göre etiketlenmiş olan saksılara bölünmüştür. Toprak örneklerinin analize hazırlanması ve inkübasyon denemesinin kurulmasına ait fotoğraflar Şekil 10.1 ve Şekil 10.2'de verilmiştir. Çamur ve toprak homojen olacak şekilde karıştırıldıktan sonra saksılar tarla kapasitelerinin %70'i oranında nemlendirilerek ağızları kapatılmış, hava alması için delikler açılarak 28 C°'ye ayarlı inkübatöre yerleştirilmiştir. İnkübasyonun başlangıç örnekleme çamurların toprağa karıştırılmasından 1 hafta sonra yapılmıştır. Deneme süresince kaplardaki nemin sabit kalması için gereken işlemler yapılmış ve inkübasyonun 60. ve 120. günlerinde de toprak örnekleme tekrarlanarak inkübasyon denemesi sonlandırılmıştır.

Her örnekleme döneminde yeni bir saksı grubu kullanılmış ve bozulan saksılarda kalan topraklar bozdolabı koşullarında (+4⁰C) muhafaza edilmiştir. İnkübasyon süreleri sonrasında, inkübasyona alınan plastik kaplardan toprak örnekleri alınarak; toplam N, organik madde, alınabilir P₂O₅, değişebilir K₂O, KDK, pH, EC, toplam ve alınabilir Cd, Pb, Cu, Zn, Ni ve Cr tayinleri yapılmıştır (Tablo 10.16). Analiz sonuçlarının istatistiksel analizleri

MSTAT ve SPSS paket programları ile yapılmıştır. Toprak örneklerinin analiz sonuçları Tablo 10.17’de verilmiştir.

İnkübasyona Alınan Örnek Sayısı Bilgileri:

UYGULAMA SAYISI	: 4 doz
TOPRAK SAYISI	: 9
120 GÜNLÜK GÖZLEM ARALIĞINDAKİ	: 3
ÖLÇÜM SAYISI (başlangıç, 60-120. günler olmak üzere)	
TEK BİR UYGULAMA İÇİN TEKRARLANAN ANALİZ SAYISI (tekerrür sayısı)	: 3
TOPLAM ÖRNEK (saksı) SAYISI	: $4 \times 9 \times 3 \times 3 = 324$

Tablo 10.16 : Denemede yapılan analizler ve metotlar

Özellik-Analiz	Açıklama	Metotlar
Toprak reaksiyonu (pH)	Toprak-su karışımında (1:2.5)cam elektrotlu pH-metre ile (Aritma çamurunda; 1: 5) ölçülerek,	Jackson (1962)
Toprak tuzluluğu (EC ₂₅ , ds m ⁻¹)	Toprak-su karışımında (1:2.5) EC-metre ile (Aritma çamurunda; 1: 5) ölçülerek,	Richards (1954)
Toprak organik maddesi (OM, %)	Bir miktar toprak örneği porselen havanda ezilerek 0.2 mm’lik pirinç elekten geçirilmiş, yaş yakılmış organik C’u bulunmuş ve OM’ye çevrilmiştir.	Jackson (1962)
Toprak kireci (%)	Scheibler kalsimetresinde % 10 HCL ile tepkimeye giren CaCO ₃ ’ın çıkardığı gaz hacmi esasına göre,	Richards (1954)
Toprak nemi tayini (%)	Belirli bir miktar toprağın 105 °C’de sabit ağırlığa ulaşmasıyla uçurulan nemin hesabı şeklinde yapılmıştır.	Richards (1954)
Toprak Katyon Değişim Kapasitesi (cmolk ⁻¹)	NaOAc (pH 8.2) ile doyurulan topraktan Amonyum asetat (pH 7) ile geri alınan Na’un Alevli Fotometrede ölçülmesi şeklinde belirlenmiştir.	Jackson (1962), Chapman (1965)
Toprak Tekstürü (% Kum, Silt, Kil)	Organik maddesi ve kireci giderilen örnekte hidrometre yardımı ile belirlenmiştir,	Bouyoucous (1951)
Toprakta NH ₃ ve NH ₄ (mg l ⁻¹)	Taze toprak örneklerinden 2 M KCl ile çalkalanıp süzülen örneklerin destilasyonu ve titrasyonu,	Bremner (1965)
Toprakta toplam N (%)	Salisilik-Sülfirik asit karışımıyla yaş yakılan örnekler damıtma setinde damıtılmış borik asit-indikatör karışımına alınan örnekler H ₂ SO ₄ ile titre edilmiştir.	Bremner (1965)

Tablo 10.16 (Devam) : Denemede yapılan analizler ve metotlar

Özellik-Analiz	Açıklama	Metotlar
Toprakta Toplam Cd, Pb, Cu, Zn ve Ni (mgkg ⁻¹)	HNO ₃ ve HCl (Kıral suyu 3:1) ortamında rodajlı balonlarda soğutmalı sistemli Hot Plate ile yaş yakılan 2 g toprak örnekleri süzülerek derecesine tamamlanmış ve doğrudan ISP-AES ve AAS ile okunmuştur	ISO/DIS (1994-1995)
Toprakta alınabilir Cd, Cu, Zn , Ni (mgkg ⁻¹)	Diethylenetriaminepentaacetic Asit (DTPA) metoduna göre çalkalanıp süzülerek ekstrakte edilen örnekler doğrudan ISP-AES ve AAS ile okunmuştur.	Lindsay ve Norvell (1978)
Toprakta alınabilir Pb (mgkg ⁻¹)	Normal NH ₄ OAC (Amonyum asetat) çözeltisi ile gerçekleştirilen toprak ekstraktında Pb, metilizobutylketon (MİBK) içerisinde ekstrakte edilen örnekler doğrudan ISP-AES ve AAS ile okunmuştur.	John (1972)
Bitkiye yarayışlı P (mgkg ⁻¹)	0.5 M NaHCO ₃ (pH 8.5) ile ekstrakte edilen P spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.	Olsen v.d. (1954)
Bitki boyu (cm)	Kök boğazından son başakçık ucuna kadar (kılçıklar hariç)	Yürür v.d. (1981)
Verim (kg da ⁻¹)	Kenar tesir alanı sonrası net parsel veriminden hesap yoluyla (örneklemelerden gelen dahil)	Tosun ve Yurtman (1973)
Bitkide Toplam N (%)	Sap ve tane ayrı olarak çelik bıçaklı değirmende öğütülmüş yaş yakılmış damıtılmış ve titrasyonla belirlenmiştir	Bremner J. M. (1965)
Bitkide P (%)	Öğütülmüş örnekler kuru yakılmış ve spektrofotometrik olarak belirlenmiştir	Olsen v.d. (1982)
Bitkide K (%)	Öğütülmüş örnekler kuru yakılmış ve fleymfotometrik olarak belirlenmiştir	Jackson (1962)
Ağır metaller sap ve tanede Cd, Pb, Cu, Zn ve Ni (mg kg ⁻¹)	Yaş yakma sonrası ISP-AES (Vista AX CCD Simultaneous) ile belirlenmiştir.	Johnson ve Ulrich (1959)
Ağır metallerin Biyolojik Alınabilirlik İndeksi (BAİ)	Elementlerin bitkideki konsantrasyonu/ topraktaki konsantrasyonu oranını ifade eder	Jarausch v.d. (1999)

Tablo 10.17 : İnkübasyon Denemesinde Kullanılan Toprak Örneklerinin İçerikleri

Toprağın adı	% Kil	% Mil	% Kum	Tekstür Sınıfı	Tarla Kapasitesi	pH	EC dS/m	OM %	Kireç %	Toplam N%	C/N	Yarayışlı P mg/kg	Değişebilir K me/100 g	KDK me/100 g
Gaziantep	48.37	28,90	22.73	Kil	37,90	7,51	0,420	1,25	23,90	0,011	65,91	22,08	1,29	53,33
Antalya-Lara	22.71	35.01	42,28	Tın	19,57	7,53	0,443	3,91	87,97	0,015	151,20	20,50	0,49	18,22
Ankara	40.55	27.58	31.87	Kil	31,04	7,71	0,190	1,11	25,62	0,150	4,29	18,92	0,90	40,02
Karamürsel	33.65	22,03	44.32	Killi Tın	30,91	7,53	0,131	2,06	2,57	0,011	108,63	5,99	0,90	53,12
Samsun-Bafra	46,52	38,63	14,85	Kil	27,69	7,98	0,136	0,24	4,55	0,006	23,20	8,74	0,46	44,76
İzmir	12,38	24,78	62,84	Kumlu Tın	15,10	7,05	0,144	0,93	4,27	0,052	10,37	16,02	0,57	10,03
Yozgat	47,65	34,64	17,71	Kil	38,66	7,69	0,190	1,33	35,17	0,012	64,29	15,89	1,43	52,66
Elazığ	50,24	37,73	12,03	Kil	27,86	7,91	0,148	1,55	41,48	0,031	29,00	28,20	0,75	37,45
Düzce	39,12	42,01	18,87	Milli Killi Tın	37,56	7,05	0,196	2,28	1,02	0,022	60,11	67,98	1,29	46,23

Tablo 10.17 (devam) : İnkübasyon Denemesinde Kullanılan Toprak Örneklerinin İçerikleri (mg kg⁻¹)

Toprağın adı	Toplam Zn	Toplam Pb	Toplam Cd	Toplam Ni	Toplam Cu	Toplam Cr
Gaziantep	61	18	<mts	69,9	25	60
Antalya-Lara	81	29	<mts	50,0	56	72
Ankara-Haymana	39	21	<mts	39,8	17	<mts
Karamürsel	45	25	<mts	44,7	22	<mts
Samsun-Bafra	57	32	<mts	63,5	34	34
İzmir	37	23	<mts	42,1	11	<mts
Yozgat	46	42	<mts	32,6	24	<mts
Elazığ	55	14	<mts	?	18	41
Düzce	75	65	<mts	43,2	35	<mts

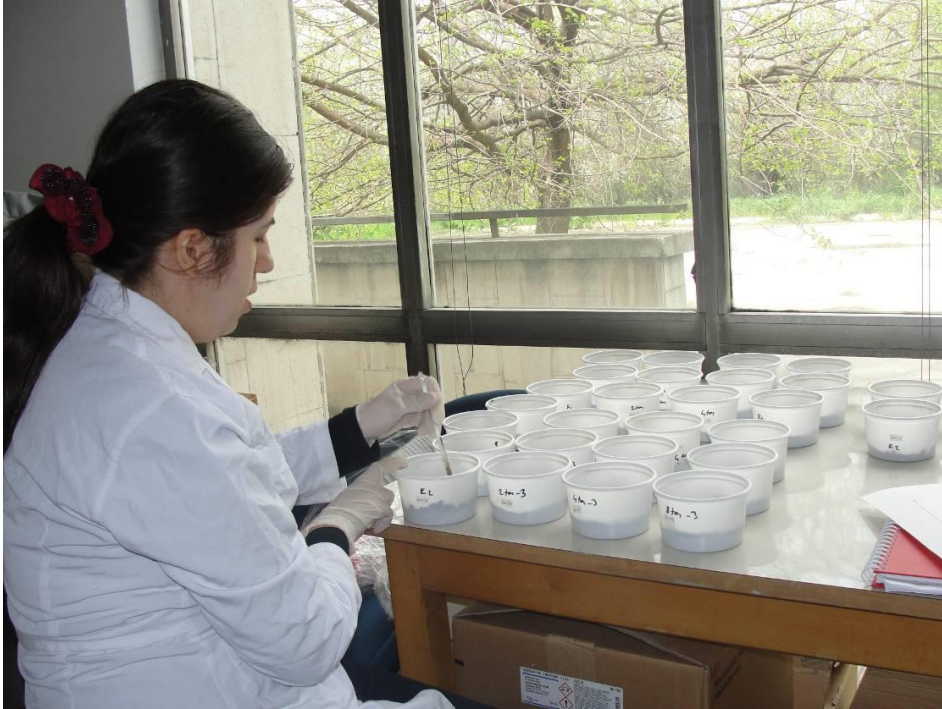
mts: minimum tayin sınırı

Tablo 10.17 (devam) : İnkübasyon Denemesinde Kullanılan Toprak Örneklerinin İçerikleri (mg/kg)

Toprağın adı	DTPA Zn	NH ₄ -Asetat Pb	DTPA Cd	DTPA Ni	DTPA Cr	DTPA Cu
Gaziantep	0,08	0,20	0,50	0,10	<0,5	0,26
Antalya- Lara	0,60	0,28	<0,5	0,07	10,1	3,00
Ankara	0,03	0,23	0,50	0,08	<0,5	0,25
Karamürsel	0,23	0,22	0,75	0,23	<0,5	0,45
Samsun- Bafra	0,03	0,56	0,51	0,16	<0,5	0,30
İzmir	0,13	0,56	0,083	0,27	<0,5	0,29
Yozgat	0,01	0,24	0,56	0,12	<0,1	0,29
Elazığ	0,32	0,40	0,54	0,10	<0,1	0,11
Düzce	0,61	0,50	0,79	0,49	0,05	1,01



Şekil 10.1 : Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması



Şekil 10.2: Toprak Örnekleri İle İnkübasyon Denemesinin Kurulması

10.1.3.2. İnkübasyon Denemesi Sonuçları

pH

İnkübasyon süresi boyunca farklı dozlarda arıtma çamuru ilave edilmiş toprak örneklerinde belirlenen pH değerleri Tablo 10.18’de verilmiştir. Her bir toprağı ayrı ayrı değerlendirecek olursak, Gaziantep toprağının pH değeri en yüksek çamur uygulamasında azalma göstermiş, Antalya-Lara ve İzmir-Çiğli toprağında artan çamur dozuyla beraber kontrole göre pH değerleri artmış, Karamürsel ve Samsun-Bafra topraklarında çamur ilavesi ile birlikte kontrol topraklarına göre pH değerlerinde istatistiki olarak önemli sayılacak azalma belirlenmiş, Elazığ topraklarının pH değerleri başlangıçta çamur uygulamasıyla beraber artış göstermiş ancak inkübasyonun 120. gününde en yüksek çamur uygulaması pH değerlerini düşürmüş, Ankara, Yozgat ve Düzce topraklarında ise çamur uygulamasının pH üzerindeki etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Toprakların pH değerleri üzerine çamur uygulamalarının etkisinde çamurun pH değerinden ziyade toprağın kil ve KDK gibi özelliklerinin daha etkili olduğu görülmektedir. Şöyle ki pH değeri çok daha yüksek olan Ankara ve Yozgat çamurlarının uygulandığı topraklarda pH’nın doza bağlı değişimi olmazken, pH değeri çok daha düşük olan Antalya-Lara ve İzmir-Çiğli çamuru uygulamasında toprak pH’sı artış göstermiştir. Bu topraklarda dikkat çeken özellikler ise Ankara ve Yozgat topraklarının yüksek KDK’sine sahip, Antalya ve İzmir-Çiğli toprağının ise çok düşük KDK ve kil içeriğine sahip olmasıdır.

Genel olarak değerlendirmek gerekirse; inkübasyon periyodu süresince pH değerlerinde azalma eğilimi gösteren değişimler özellikle inkübasyonun 2. ayından sonraki dönemler için daha dikkat çekicidir. Ancak bu değişimlerin dozlar arası değerlendirmeleri genellikle önemsiz bulunmuştur ($P < 0.05$; Tablo 10.18).

Çamur dozlarının pH değişimi üzerine bir etki meydana getirmediği (en yüksek doz hariç) belirlenmiştir. Arıtma çamuru verilmesinin kontrole göre toprak pH’sı nda yaptığı önemli düşüş, arıtma çamurunun içerdiği organik maddeye ve dolayısıyla organik maddenin parçalanması ile oluşan organik asitlerin etkisi ile açıklanabilir. Kontrol örnekleri ile kıyaslama yapıldığında da pH değişimlerinin çamur uygulamasından bağımsız olduğu ve inkübasyon esnasında oluşmakta olan metabolik faaliyetlere bağlı olabileceği düşünülebilmektedir. Atıkların ayrışması sırasında ortaya çıkan pH değişimleri, organik asitlerin oluşumuna, amonyak buharlaşmasına ve son dönemlerde de nitrifikasyona bağlı olarak ortaya çıkabilmektedir (Atchley ve Clark, 1979).

Toprakların çoğunluğunda arıtma çamurunun 2 ve 4 t/da uygulama düzeyleri ile kontrol arasında pH değişimi açısından fark çıkmamıştır. Bu değişim, mineralizasyon süreci ile meydana gelen asitlik unsurlarının hem toprağın sahip olduğu yüksek tampon kapasitesi ile nötralizasyonu, hem de arıtma çamurunun sahip olduğu değişebilir iyonlarla tamponlanması ile açıklanabilir (Wong vd. 1996; Stamatiadis vd. 1999). Söz konusu tamponluk gücü sadece Elazığ ve G.Antep topraklarında 8 t/da uygulama düzeyi ile aşılmıştır.

EC

Bitki gelişmesini etkileyen tuzluluk miktarı, toprağın nemi ve eriyebilir tuz kapsamının ikisine birden bağlıdır. Toprak çözeltisi genellikle toprağı doyurmaya yeterli bir miktar suyun toprakla karıştırılarak elde edilecek macundan süzülmesi ile elde edilir. Çözeltinin elektrik akımını taşıma kabiliyetinden yararlanılarak tuzluluk kalitesi kolaylıkla ölçülür. Bu özelliğe elektriksel iletkenlik (EC) denilir ve milimhos/cm yada dS/m olarak ifade edilir.

İnkübasyon süresi boyunca arıtma çamuru ilave edilmiş toprak örneklerinde belirlenen EC değerleri Tablo 10.18'de verilmiştir. Denemeye alınan bölge topraklarının tamamında, artan düzeylerde çamur uygulamasının EC üzerindeki etkileri, beklenilebileceği gibi sistemin dengeye geldiği 1. aydan sonra homojen artışla kendini göstermektedir ($P < 0.05$). Şüphesiz bu artış çamur materyalinin içermiş olduğu tuzlarla ilgili olup (Hargreaves vd., 2008) uygulanan doz arttıkça da bu etki belirginleşmektedir. Örneğin, Elazığ çamurunun EC değeri diğer çamurlara göre daha düşük olup, artan çamur uygulaması sonucunda Elazığ topraklarının EC değerleri diğer topraklardaki gibi artmış ancak bu artış çok yüksek değerlere ulaşmamıştır.

Yüksek dozda arıtma çamuru uygulanan toprakta yüksek olasılıkla metal tuzlarının oluşması nedeniyle (ağır metal ve organik madde kompleksi) en yüksek EC değeri tespit edilmiştir. Toprağı artan dozlarda arıtma çamuru ilavesiyle toprak tuzluluğunun arttığı pek çok araştırmacı tarafından belirtilirken (Moreno *et al.*, 1997; Usman *et al.*, 2004), bitki büyümesini sınırlayıcı faktörlerin başında toprak tuzluluğı gelmektedir (Richards, 1960). Proje kapsamında elde edilen sonuçlara göre, G.Antep, Antalya-Lara ve kısmen Karamürsel topraklarında çamur ilavesi sonucu başlangıçta tuzsuz sınıfta olan topraklar hafif derecede tuzlu toprak sınıfına geçmiştir.

Denemenin yürütüldüğü her üç dönemin ortalaması dikkate alındığında, EC değerinde istatistiksel olarak bir artış saptanmışsa da, bu artış bitki yetiştiriciliği için kısıtlayıcı bir tuz stresi düzeyine ulaşmamıştır.

Araştırmada kullanılan bütün arıtma çamuru materyallerinin tuz kapsamı sınır değeri olan 2 - 4 dS/m'den (Tablo 10.19 :) düşük olup tuzluluk açısından bir sorun teşkil etmemesine rağmen özellikle su bilançosu negatif olan bölge topraklarında sulu tarım uygulamalarında arıtma çamurunun kullanılmasında dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamakta yarar görülmektedir.

Kireç (CaCO₃)

İnkübasyon süresi boyunca arıtma çamuru ilave edilmiş toprak örneklerinde belirlenen kireç değerleri Tablo 10.18'de verilmiştir. Denemeye alınan topraklardan Düzce, Çiğli, Karamürsel ve Bafra topraklarında kireç miktarı düşük ve orta düzeyde olup, diğer toprakların tamamında ise yüksek miktarda kireç bulunmaktadır. En yüksek kireç Lara topraklarında belirlenmiştir. Organik maddece zengin arıtma çamuru toprağa verildiğinde hızlanan mikrobiyolojik aktiviteden dolayı kök bölgesi pH'sını düşürerek ağır metallerin çözünürlüğü artırabilir, ancak pH'ı yüksek ve kireç kapsamı fazla olan topraklarda ağır metallerin çözünürlükleri azalabilir.

Little vd. (1991) asit karakterli topraklarda (pH: 4.4-5.5) yetiştirilen mısır bitkisinin gelişmesi ve içeriğine, kireçle stabilize edilmiş ve kimyasal olarak fikse edilmiş arıtma çamuru uygulamalarının etkisini belirlemek için yaptıkları sera çalışmasında, toprak pH'sını 6.5'e yükseltmek için artan oranlarda kireç uygulamışlardır. Araştırmacılar, kireçle stabilize edilmiş ve kimyasal olarak fikse edilmiş arıtma çamuruna % 100 oranında kireç katıldığında maksimum bitki gelişiminin görüldüğünü ve katılan kireç miktarının daha da artırılması durumunda bitki gelişiminde azalma ve Zn noksanlığının ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Bir başka deyişle, toprakların pH'larının ve kireç miktarlarının yüksek olması ağır metal toksitesinin azalmasında etkili olabilir.

Tablo 10.18 : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının Toprakların pH, EC ve Kireç Üzerine Etkisi

Uygulama (ton/da)	pH			EC dS/m			Kireç %		
	1	60	120	1	60	120	1	60	120
Zaman (gün)	1	60	120	1	60	120	1	60	120
Gaziantep-O	7,51AB	7,55 ÖD	7,49A	0,44 ÖD	0,48C	0,50C	23,92 ÖD	23,56 ÖD	23,63 ÖD
Gaziantep-2	7,60AB	7,49 ÖD	7,35AB	0,47 ÖD	1,37B	2,49B	23,29 ÖD	23,83 ÖD	23,33 ÖD
Gaziantep-4	7,47B	7,40 ÖD	7,28B	0,47 ÖD	1,80A	2,84B	23,19 ÖD	22,95 ÖD	23,30 ÖD
Gaziantep-8	7,67A	7,40 ÖD	7,19B	0,56 ÖD	1,97A	3,33A	24,00 ÖD	23,63 ÖD	22,86 ÖD
LSD> 0.05	0,166			0,413			1,428		
Lara-O	7,54B	7,53B	7,51B	0,45D	0,46D	0,44D	90,84 ÖD	90,16 ÖD	90,75A
Lara-2	7,87A	7,85A	7,81A	0,86C	0,89C	0,93C	89,65 ÖD	90,15 ÖD	88,71AB
Lara-4	7,87A	7,85A	7,82A	1,55B	1,76B	1,94B	94,55 ÖD	93,19 ÖD	95,76A
Lara-8	7,84A	7,83A	7,79A	2,34A	1,56A	3,12A	94,79 ÖD	95,13 ÖD	94,52A
LSD> 0.05	0,116			0,21			7,679		
Ankara-O	7,70 ÖD	7,68 ÖD	7,71 ÖD	0,19 ÖD	0,20D	0,23D	25,62 ÖD	25,80 ÖD	25,33 ÖD
Ankara-2	7,70 ÖD	7,71 ÖD	7,70 ÖD	0,25 ÖD	0,59C	0,68C	25,57 ÖD	25,29 ÖD	25,23 ÖD
Ankara-4	7,67 ÖD	7,69 ÖD	7,69 ÖD	0,30 ÖD	1,00B	1,28B	25,81 ÖD	25,10 ÖD	25,20 ÖD
Ankara-8	7,72ÖD	7,73 ÖD	7,729 ÖD	0,28 ÖD	1,66A	1,89A	25,52 ÖD	25,26 ÖD	25,46 ÖD
LSD> 0.05	0,171			0,258			0,994		
Karamürsel-O	7,53A	7,74A	7,64A	0,13D	0,17D	0,19C	2,57 ÖD	2,48 ÖD	2,55 ÖD
Karamürsel -2	7,26B	7,38B	7,48B	0,24C	0,61C	1,74B	2,57 ÖD	2,63 ÖD	2,46 ÖD
Karamürsel -4	7,27B	7,21C	7,3BC	0,33B	0,93B	1,77B	2,37 ÖD	2,45 ÖD	2,36 ÖD
Karamürsel -8	7,19B	7,19C	7,27C	0,45A	1,23A	2,49A	2,81 ÖD	2,64 ÖD	2,68 ÖD
LSD> 0.05	0,123			0,176			0,417		
Bafra-O	8,00A	8,01A	8,02A	0,13 ÖD	0,14C	0,14C	4,55 ÖD	4,38 ÖD	4,41 ÖD
Bafra-2	7,65B	7,96AB	7,75B	0,21 ÖD	0,41C	1,29B	4,39 ÖD	4,40 ÖD	4,36 ÖD
Bafra-4	7,60B	7,78B	7,72B	0,29 ÖD	0,81B	1,15B	4,39 ÖD	4,43 ÖD	4,40 ÖD
Bafra-8	7,91AB	7,86B	7,42C	0,39 ÖD	1,14A	1,79A	4,65 ÖD	4,48 ÖD	4,50 ÖD
LSD> 0.05	0,238			0,318			0,280		
Çiğli-O	7,05 ÖD	7,08B	7,08B	0,14D	0,17D	0,13D	4,27 ÖD	4,05BC	4,10B
Çiğli-2	7,08 ÖD	7,32A	7,33A	0,44C	0,95C	0,33C	4,39 ÖD	3,84C	4,25AB

Tablo 10.18 (Devam) : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının Toprakların pH, EC ve Kireç Üzerine Etkisi

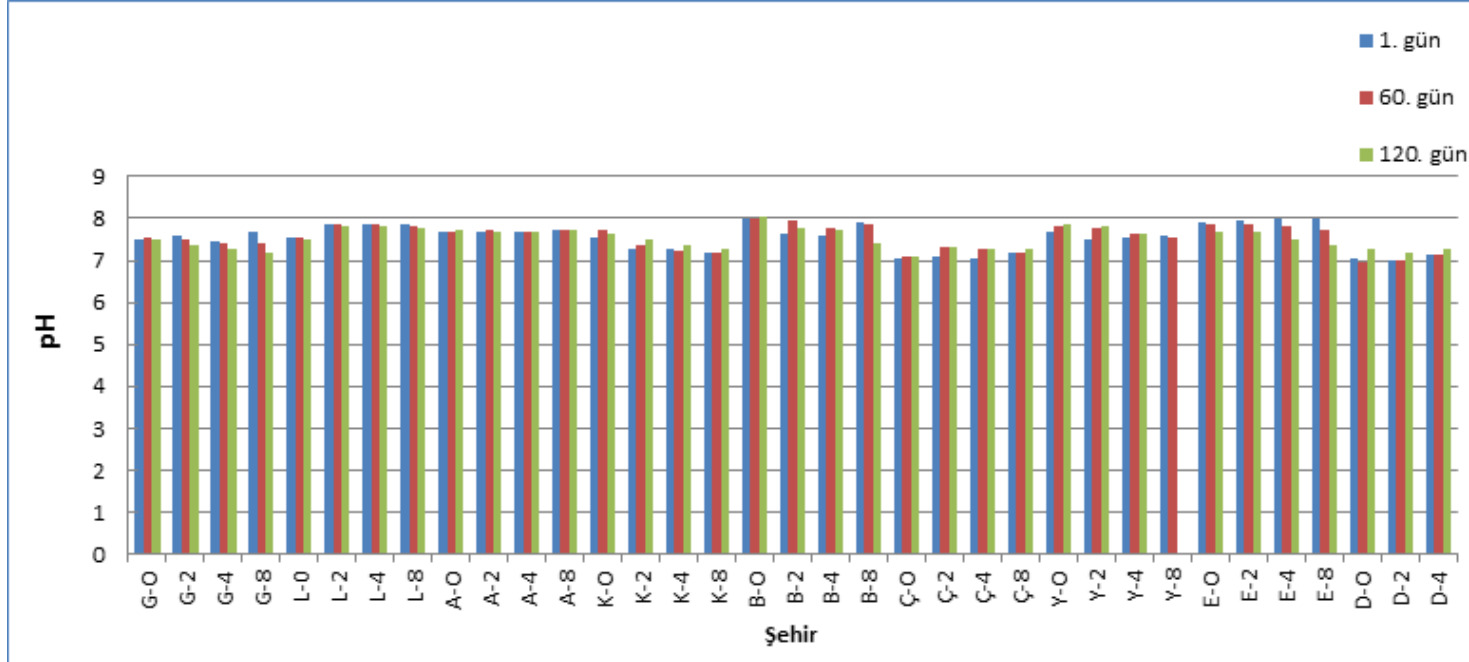
Uygulama (ton/da)	pH			EC dS/m			Kireç %		
Çiğli-4	7,04 ÖD	7,28A	7,29A	0,79B	1,54B	0,94B	4,41 ÖD	4,29AB	4,31AB
Çiğli-8	7,17 ÖD	7,17AB	7,29A	0,92A	2,42A	1,55A	4,57 ÖD	4,52A	4,51A
LSD> 0.05	0,178			0,092			0,359		
Yozgat-O	7,66 ÖD	7,83 ÖD	7,86A	0,19D	0,20D	0,18C	35,17 ÖD	34,09 ÖD	34,33 ÖD
Yozgat-2	7,48 ÖD	7,78 ÖD	7,81A	0,32C	0,33C	0,18C	34,16 ÖD	34,63 ÖD	34,33 ÖD
Yozgat-4	7,53 ÖD	7,65 ÖD	7,62AB	0,41B	0,87B	0,78B	34,74 ÖD	33,14 ÖD	34,20 ÖD
Yozgat-8	7,60 ÖD	7,56 ÖD	7,57AB	0,53A	1,64A	1,13A	34,43 ÖD	32,48 ÖD	32,26 ÖD
LSD> 0.05	0,256			0,073			1,306		
Elazığ-O	7,91B	7,86A	7,68A	0,15B	0,17B	0,17B	41,48 ÖD	41,66 ÖD	41,16 ÖD
Elazığ-2	7,97AB	7,84A	7,68B	0,20AB	0,28A	0,24A	41,48 ÖD	42,60 ÖD	41,76 ÖD
Elazığ-4	7,98AB	7,81A	7,49B	0,26A	0,39A	0,39A	41,39 ÖD	42,88 ÖD	42,53 ÖD
Elazığ-8	8,01A	7,73B	7,37C	0,31A	0,33A	0,36A	40,66 ÖD	42,65 ÖD	42,50 ÖD
LSD> 0.05	0,082			0,131			1,439		
Düzce-O	7,05 ÖD	6,97 ÖD	7,26 ÖD	0,19C	0,16D	0,26D	1,01 ÖD	1,03 ÖD	1,03 ÖD
Düzce-2	6,99 ÖD	7,01 ÖD	7,18 ÖD	0,32B	0,41C	1,18C	1,01 ÖD	0,98 ÖD	1,00 ÖD
Düzce-4	7,12 ÖD	7,15 ÖD	7,29 ÖD	0,44B	0,57B	1,76B	1,01 ÖD	0,95 ÖD	1,01 ÖD
Düzce-8	7,09 ÖD	7,10 ÖD	7,03 ÖD	0,66A	1,31A	2,51A	1,11 ÖD	1,01 ÖD	1,03 ÖD
LSD> 0.05	0,277			0,224			0,0783		

Çalışmada elde edilen sonuçlar ($P<0.05$) %95 güven aralığı için karşılaştırılmıştır. Hesaplamalar Minitab programı ile yapılmış, sonuçlar ekte sunulmaktadır. Düşey kolonlardaki sayıların yanındaki harfler her bir doz arasındaki karşılaştırmayı göstermektedir. Harf bir satırdan diğer komşu (düşey) satıra farklılaşma göstermezse, hesaplanan LSD seviyesinde aradaki farkın önemli olmadığı anlamını taşımaktadır. Harfin farklılaşması sonuçların LSD seviyesinde bir komşu satırdan farklı olduğunu ifade etmektedir.

LSD: Least Significant Difference

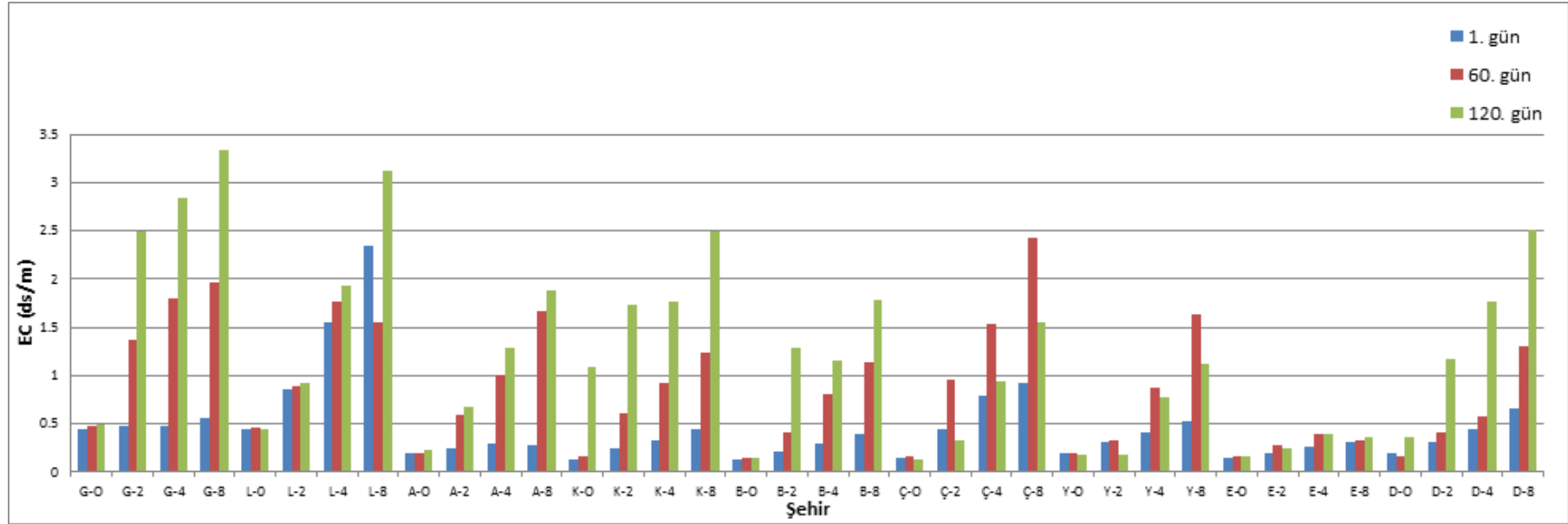
Tablo 10.19 : Toprakların Elektriksel İletkenlik (EC) Değerlerine Göre Tuzluluk Derecesi

Elektriksel iletkenlik (EC dS/m)	Tuzluluk derecesi
0-2	Tuzsuz
2-4	Çok hafif derecede tuzlu
4-8	Orta derecede tuzlu
8-15	Yüksek derecede tuzlu
>15	Çok fazla tuzlu



Kısaltmalar: G- Gaziantep; L- Lara; A-Ankara; K-Karamürsel; B-Bafra, Ç-Çiğli; Y-Yozgat; D-Düzce arıtma çamuru;
0-Kontrol; 2- 2ton/da; 4- 4ton/da; 8- 8ton/da

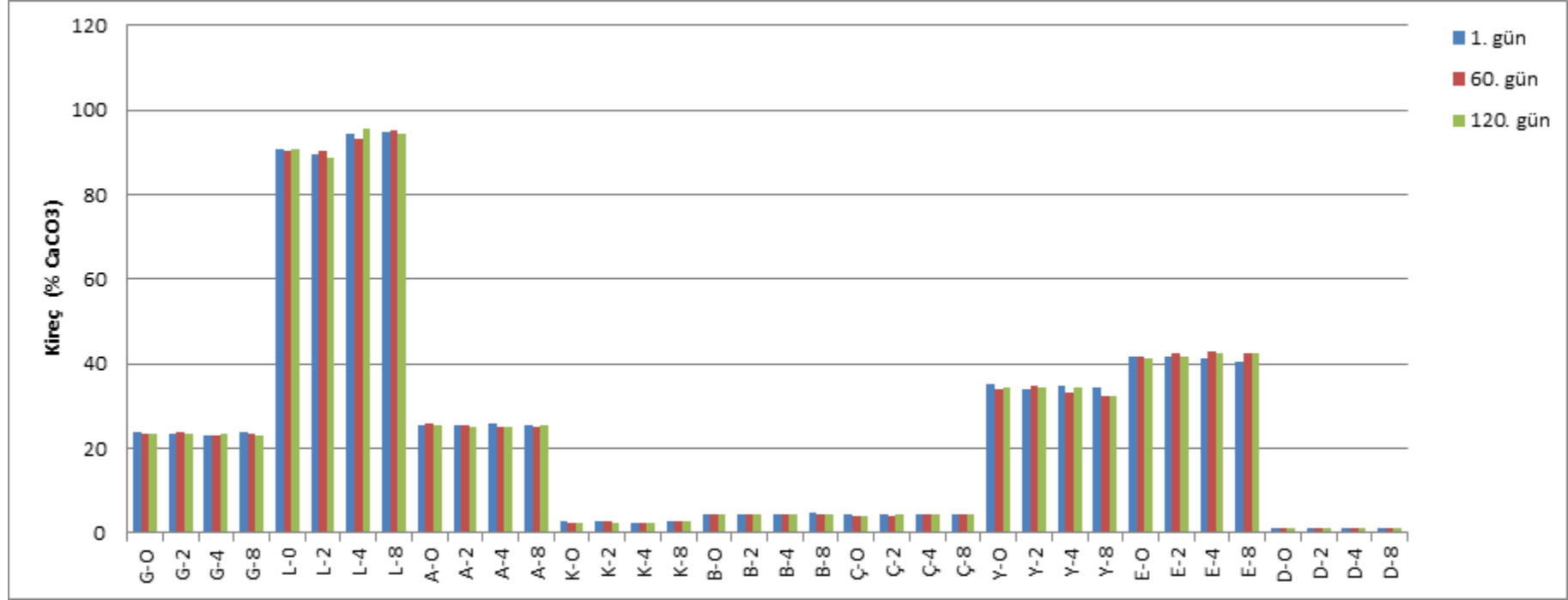
Şekil 10.3 : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının Toprak pH'sı Üzerine Etkileri



Kısaltmalar: G- Gaziantep; L- Lara; A-Ankara; K-Karamürsel; B-Baфра, Ç-Çiğli; Y-Yozgat; D-Düzce arıtma çamuru;

0-Kontrol; 2- 2ton/da; 4- 4ton/da; 8- 8ton/da

Şekil 10.4 : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının Toprak EC'si Üzerine Etkileri



Kısaltmalar: G- Gaziantep; L- Lara; A-Ankara; K-Karamürsel; B-Bafra, Ç-Çiğli; Y-Yozgat; D-Düzce arıtma çamuru;

0-Kontrol; 2- 2ton/da; 4- 4ton/da; 8- 8ton/da

Şekil 10.5 : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının Toprakların Kireç Kapsamı Üzerine Etkileri

Organik Madde (OM)

Toprakta olması gereken organik madde miktarının değeri % 3 olması gerekirken, Türkiye genelinde tarım topraklarının % 91.4'ü içerdiği organik madde açısından yetersizdir. Orta Anadolu topraklarının % 97'si, Güney Doğu Anadolu bölgesi topraklarının % 95.8'i, Göller yöresinin % 95'i, Doğu Anadolu topraklarının % 94.4'ü, Akdeniz bölgesi topraklarının % 93.1'i, Ege bölgesinde ise toprakların % 89.3'ü, Karadeniz bölgesini topraklarının da % 85.5'i, organik madde açısından yetersizdir. Proje kapsamında değerlendirmeye alınan toprak örnekleri organik madde kapsamı bakımından değerlendirilecek olursa; sadece Antalya-Lara toprağı organik madde bakımından yeterli düzeyde olup (%3,91) diğer topraklarda OM yetersiz durumdadır (Tablo 10.20).

İnkübasyon süresi boyunca arıtma çamuru ilave edilmiş toprak örneklerinde belirlenen OM değerleri Tablo 10.20'de verilmiştir. Denemeye alınan toprakların tamamında arıtma çamuru ilavesi doza bağılı olarak organik madde miktarını artırmıştır. Toprak organik maddesindeki değışim, uygulanan arıtma çamuru doz artışına paralel olarak istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Toprakların doza bağılı organik madde kapsamlarındaki artış, 3. İnkübasyon dönemine kadar devam etmiş, 3. İnkübasyon döneminde (120 gün) organik atığın mineralizasyonuna bağılı olarak azalmaya başlamıştır.

Bütün topraklarda arıtma çamuru ilavesi ile toprak organik madde içeriğı sınıfı çok az düzeyden (%0-1) orta düzeye (%2-3) yükselmiştir (Lindsay and Norwell 1969; FAO 1990). Aynı etki birçok araştırmacı tarafında da ortaya konmuştur (Albiach vd. 2001; Hernández-Apaolaza vd. 2005; Tsadilas vd. 2005; Cheng vd. 2007).

Katyon Değışim Kapasitesi (KDK)

Yetiştirme ortamının belirli bir biriminin tutabildiğı değışebilir katyonların mili eş değıer gram sayısına Katyon Değışim Kapasitesi (KDK) adı verilir. KDK bir toprağın potansiyel olarak tutabileceğı toplam besin elementi ile ilgili olarak bilgi verir ve organik madde miktarının arttırılması toprakların katyon değışim kapasitelerinin arttırılmasına neden olur.

Tablo 10.20 : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının Toprakların OM ve KDK Üzerine

Etkisi

Uygulama	OM %			KDK me/100 g		
	1	60	120	1	60	120
Zaman (gün)	1	60	120	1	60	120
Gaziantep-O	1,25B	1,27C	1,26C	53,33B	53,75A	53,33B
Gaziantep-2	1,62A	1,72AB	2,08A	61,00A	58,65A	60,00A
Gaziantep-4	1,81A	1,63B	1,65B	65,83A	58,18A	59,66A
Gaziantep-8	1,78A	2,06A	1,96AB	61,81A	58,33A	59,00AB
LSD> 0.05	0,353			5,929		
Lara-O	3,91B	3,90B	3,87B	18,24 ÖD	18,28 ÖD	18,29 ÖD
Lara-2	3,96AB	4,05AB	4,05A	15,34 ÖD	16,01 ÖD	15,76 ÖD
Lara-4	4,05AB	4,08AB	4,07AB	15,14 ÖD	15,10 ÖD	15,00 ÖD
Lara-8	4,15A	4,19A	4,21A	14,73 ÖD	14,78 ÖD	14,37 ÖD
LSD> 0.05	0,066			3,536		
Ankara-O	1,10B	1,09C	1,06B	40,42D	41,32D	41,33D
Ankara-2	1,43B	1,80B	1,99A	40,74C	43,32C	43,33C
Ankara-4	1,54B	2,13A	2,25A	41,21B	53,88B	48,33B
Ankara-8	2,74A	2,36A	1,99A	44,68A	59,78A	63,33A
LSD> 0.05	0,459			0,0489		
Karamürsel-O	2,06B	1,98B	1,46 ÖD	53,52 ÖD	52,00 ÖD	52,66 ÖD
Karamürsel -2	2,08B	2,00B	1,21 ÖD	54,59 ÖD	57,31 ÖD	57,66 ÖD
Karamürsel -4	2,47B	2,21B	1,63 ÖD	53,64 ÖD	54,29 ÖD	55,20 ÖD
Karamürsel -8	3,07A	2,69A	1,54 ÖD	54,87 ÖD	56,53 ÖD	57,66 ÖD
LSD> 0.05	0,413			8,782		
Bafra-O	0,24B	0,25C	0,28C	45,76 ÖD	43,87 ÖD	43,63 ÖD
Bafra-2	0,84A	0,63B	1,06B	51,12 ÖD	44,93 ÖD	47,33 ÖD
Bafra-4	0,67A	0,83B	0,92B	44,91 ÖD	47,30 ÖD	46,33 ÖD
Bafra-8	0,83A	1,11A	1,49A	47,86 ÖD	45,07 ÖD	45,33 ÖD
LSD> 0.05	0,274			5,970		

Toprağın kation değişirme kapasitesi toprağın ağır metalleri bağlama yeteneğinin bir göstergesi olduğu için arıtma çamuru uygulanacak toprakların bu açıdan da incelenmesi gerekmektedir. İnkübasyon süresi boyunca arıtma çamuru ilave edilmiş toprak

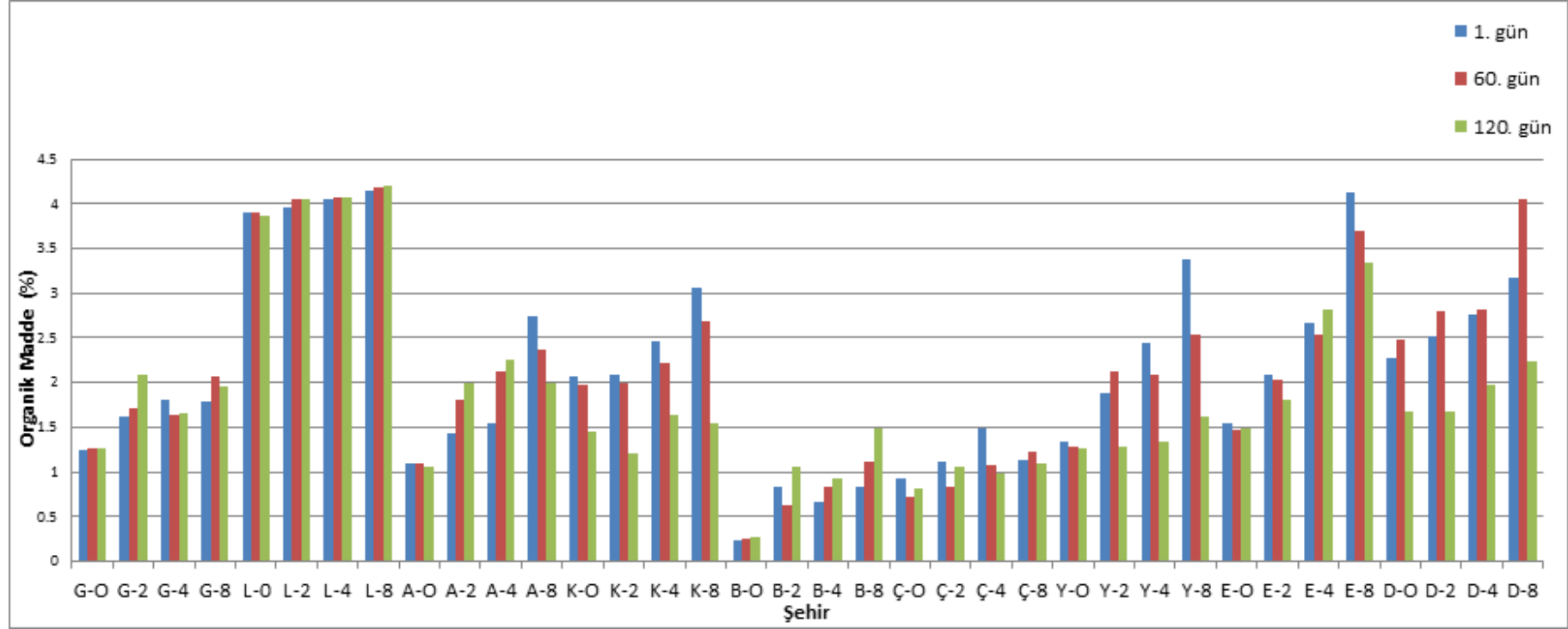
örneklerinde belirlenen KDK değerleri Tablo 10.20’de verilmiştir. Denemeye alınan topraklardan Çiğli ve Lara topraklarının KDK değerleri düşük olup, diğer toprakların KDK değerleri yüksektir. Değişen düzeylerde arıtma çamuru ilavesi, Çiğli toprakları hariç tüm toprakların kation değişim kapasitesini (KDK) istatistiksel olarak etkilemiş olup bu etki inkübasyon zamanına bağlı olarak değişiklik göstermiştir (Tablo 10.20). Arıtma çamuru uygulama düzeyine bağlı olarak toprakların KDK değerleri artış göstermiş, bu artış en fazla Düzce ve Ankara çamuru uygulanmış topraklarda belirlenmiştir (Tablo 10.20). Organik materyallerin toprak KDK’si üzerine sağladığı olumlu etki birçok araştırmacı tarafından da ortaya konulmuştur (Bergkvist vd. 2003, Antolín ve ark. 2005). Melo vd. (1994); Cavallaro vd. (1993), toprağa 24 ton/da arıtma çamuru ilavesinde KDK değerinin arttığını, bunun da organik maddenin iyon değişim kapasitesine sahip aktif yüzeye sahip olmasından kaynaklandığını, bu etkileşimde ise ortam pH’sının etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 10.20 (devam) : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının Toprakların OM ve KDK Üzerine Etkisi

Uygulama	OM %			KDK me/100 g		
	1	60	120	1	60	120
Zaman (gün)						
Çiğli-O	0,93C	0,72B	0,82 ÖD	10,03B	10,47B	10,14B
Çiğli-2	1,12C	0,84B	1,05 ÖD	10,15B	11,51AB	11,49AB
Çiğli-4	2,48B	2,08A	0,98 ÖD	11,80A	11,67AB	11,80A
Çiğli-8	2,84A	2,23A	1,09 ÖD	11,24AB	12,20A	11,86A
LSD> 0.05	0,356			1,366		
Yozgat-O	1,33D	1,28C	1,27 ÖD	53,03AB	51,66AB	52,00AB
Yozgat-2	1,89C	2,13B	1,29 ÖD	52,39AB	50,66AB	50,66AB
Yozgat-4	2,45B	2,09B	1,34 ÖD	47,60B	47,03B	47,33B
Yozgat-8	3,38A	2,53A	1,61 ÖD	56,70A	56,99A	52,00A
LSD> 0.05	0,363			8,172		
Elazığ-O	1,55C	1,47C	1,49C	36,15 ÖD	34,33C	35,16B
Elazığ-2	2,08BC	2,03BC	1,81BC	37,19 ÖD	38,00B	38,00AB
Elazığ-4	2,67B	2,54B	2,81B	38,29 ÖD	37,33BC	37,66AB
Elazığ-8	4,12A	3,69A	3,35A	39,50 ÖD	41,33A	40,50A
LSD> 0.05	0,643			3,26		
Düzce-O	2,27B	2,48B	1,68 ÖD	46,23 ÖD	45,53 ÖD	45,56 ÖD
Düzce-2	2,51AB	2,80B	1,68 ÖD	46,17 ÖD	46,00 ÖD	46,23 ÖD
Düzce-4	2,77AB	2,82B	1,97 ÖD	49,22 ÖD	46,66 ÖD	45,66 ÖD
Düzce-8	3,18A	4,05A	2,23 ÖD	47,94 ÖD	54,33 ÖD	54,66 ÖD
LSD> 0.05	0,773			12,36		

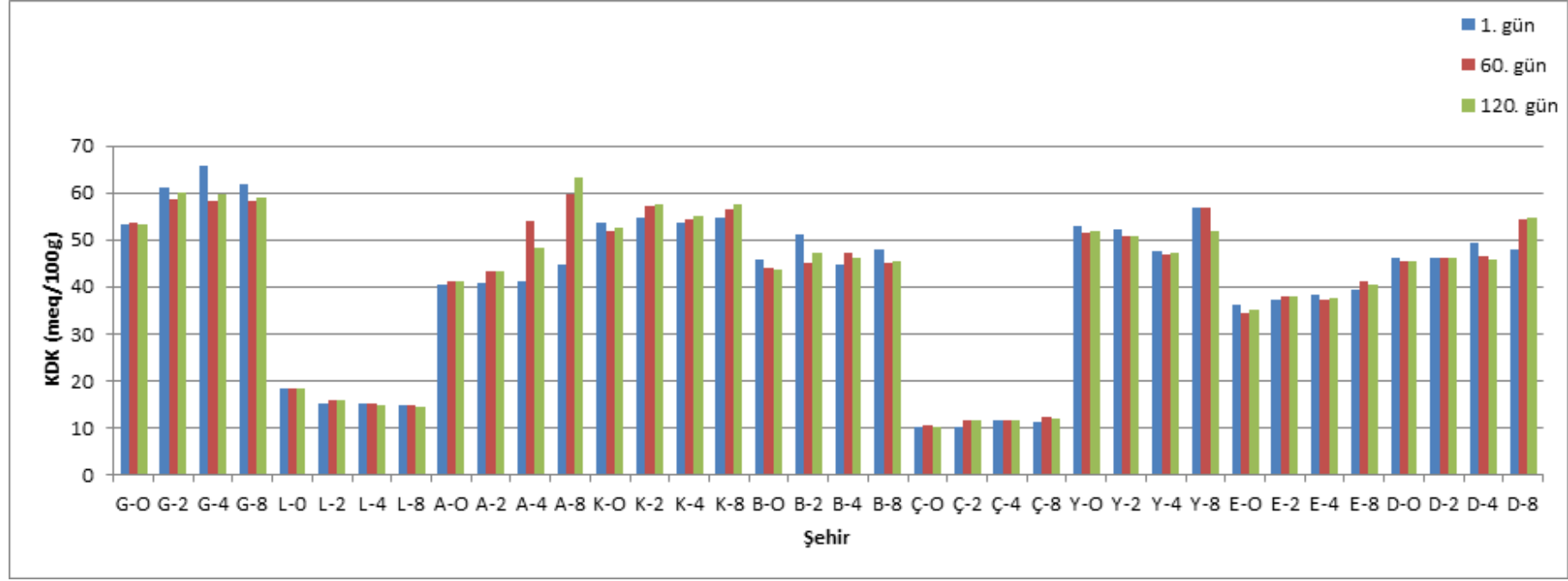
Büyük harf düzey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma (P<0.05);

LSD: Least Significant Difference



*Kısaltmalar: G- Gaziantep; L- Lara; A-Ankara; K-Karamürsel; B-Baфра, Ç-Çiğli; Y-Yozgat; D-Düzce arıtma çamuru;
0-Kontrol; 2- 2ton/da; 4- 4ton/da; 8- 8ton/da*

Şekil 10.6 : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının Toprakların Organik Madde Kapsamı Üzerine Etkileri



*Kısaltmalar: G- Gaziantep; L- Lara; A-Ankara; K-Karamürsel; B-Bafra, Ç-Çiğli; Y-Yozgat; D-Düzce arıtma çamuru;
0-Kontrol; 2- 2ton/da; 4- 4ton/da; 8- 8ton/da*

Şekil 10.7 : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının Toprakların KDK Değeri Üzerine Etkileri

Azot (N)

İnkübasyon denemesine alınan topraklar arasında en yüksek N Elazığ toprağında olup (%0,6) en düşük N ise Samsun-Bafra toprağında (%0,02) bulunmaktadır. Denemeye alınan arıtma çamuru örneklerinde ise toprağın aksine Elazığ çamuru diğer çamurlara göre en düşük N içeriğine sahip olup (%1,98), en yüksek N içeren çamur ise İzmir-Çiğli çamurudur (%4,52) (Tablo 10.21). İnkübasyon süresi boyunca arıtma çamuru ilave edilmiş toprak örneklerinde belirlenen toplam azot (N) değerleri Tablo 10.21’de verilmiştir. Arıtma çamuru ilavesi ile toprak azot içeriğinde meydana gelen değişim, toprak organik madde içeriğinde sağlanan artış ile benzerlik göstermiştir. Tüm uygulama düzeyleri kontrol toprağına göre önemli düzeyde değişiklikler göstermiş olup en yüksek etki 8 t/da en düşük etki ise 2 t/da uygulamasında elde edilmiştir ($P<0.05$). Toplam azot içeriğinde meydana gelen bu artış, arıtma çamuru ilavesinden kaynaklanmıştır (Hernández-Apaolaza vd. 2005; Mantovi vd.2005; Weber vd. 2007).

Tablo 10.21 : İnkübasyon Denemesi Uygulamaların Toprakların Toplam ve Amonyum-Nitrat Azotu Etkisi

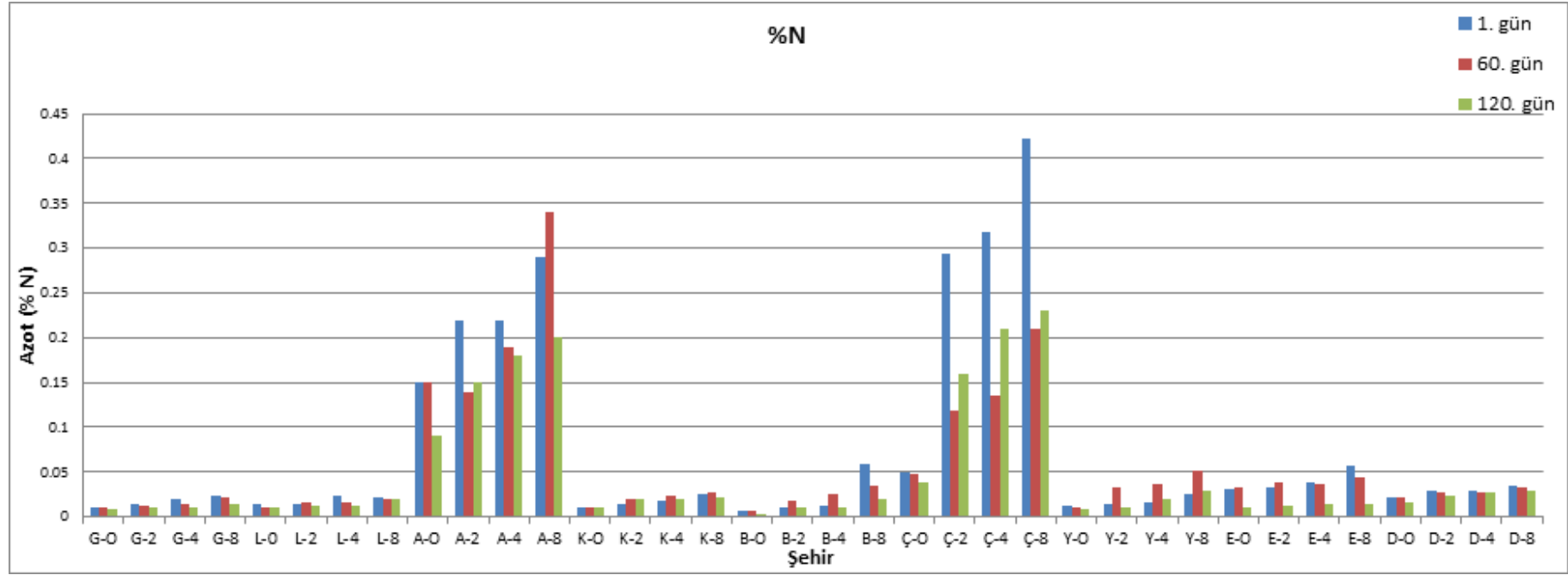
Uygulama (ton/da)	Toplam N %			NH ₄ ⁺ mg/kg			NO ₃ ⁻ mg/kg		
	1	60	120	1	60	120	1	60	120
Zaman (gün)									
Gaziantep-O	0,011B	0,011B	0,008 ÖD	141D	74D	43D	91D	50D	24D
Gaziantep-2	0,015B	0,013B	0,010 ÖD	189C	104C	89C	103C	89C	45C
Gaziantep-4	0,019AB	0,014B	0,010 ÖD	266B	121B	93B	124B	91B	53B
Gaziantep-8	0,024A	0,022A	0,014 ÖD	317A	174A	97A	134A	108A	74A
LSD>0.05	0,0104			2,383			3,803		
Lara-O	0,015 ÖD	0,010 ÖD	0,010 ÖD	173D	109D	65D	83D	65C	29D
Lara-2	0,015 ÖD	0,016 ÖD	0,013 ÖD	201C	154C	93C	109C	83B	47C
Lara-4	0,023 ÖD	0,016 ÖD	0,013 ÖD	289B	197B	113B	115B	97A	56B
Lara-8	0,021 ÖD	0,020 ÖD	0,020 ÖD	403A	274A	145A	124A	97A	63A
LSD>0.05	0,0230			4,766			4,296		
Ankara-O	0,15C	0,15C	0,09D	201D	92D	56C	105D	56C	28D
Ankara-2	0,22B	0,14C	0,15C	245C	115C	98B	121C	107B	54C
Ankara-4	0,22B	0,19B	0,18B	384B	144B	97B	136B	103B	63B
Ankara-8	0,29A	0,34A	0,20A	416A	191A	107A	154A	118A	91A
LSD>0.05	0,0101			3,768			3,952		
Karamürsel-O	0,011B	0,011B	0,010B	117D	86D	51D	54D	41D	23D
Karamürsel -2	0,015B	0,019B	0,020AB	156C	124C	84C	75C	46C	39C
Karamürsel -4	0,018B	0,023A	0,020AB	215B	131B	94B	81B	69B	45B
Karamürsel -8	0,025A	0,027A	0,022A	266A	157A	98A	117A	84A	52A

Tablo 10.21 (devam): İnkübasyon Denemesi Uygulamaların Toprakların Toplam ve Amonyum-Nitrat Azotuna Etkisi

Uygulama (ton/da)	Toplam N %			NH ₄ ⁺ mg/kg			NO ₃ ⁻ mg/kg		
	1	60	120	1	60	120	1	60	120
Zaman (gün)									
LSD>0.05	0,0107				2,918		3,952		
Bafra-O	0,006B	0,007B	0,004B	56D	41D	33D	17C	11D	9B
Bafra-2	0,008B	0,019AB	0,009B	69C	84C	51C	19C	15C	11AB
Bafra-4	0,012AB	0,026A	0,010B	92B	105B	71B	36B	23B	18A
Bafra-8	0,059A	0,034A	0,019A	134A	114A	91A	45A	29A	21A
LSD>0.05	0,0122			4,553		3,672			
Çiğli-O	0,050D	0,047D	0,038D	34D	30D	21D	24D	17D	11D
Çiğli-2	0,293C	0,118C	0,160C	96C	105C	149C	92C	71C	17C
Çiğli-4	0,317B	0,136B	0,216B	213B	209B	191B	146B	139B	64B
Çiğli-8	0,422A	0,210A	0,231A	335A	291A	252A	151A	145A	89A
LSD>0.05	0,0072			5,328		4,676			
Yozgat-O	0,012	0,010B	0,009	154D	104D	33D	92D	59C	27D
	ÖD		ÖD						
Yozgat-2	0,015	0,032B	0,010	178C	154C	71C	98C	61C	35C
	ÖD		ÖD						
Yozgat-4	0,017	0,036A	0,020	233B	167B	121B	118B	73B	49B
	ÖD		ÖD						
Yozgat-8	0,026	0,052A	0,029	385A	219A	158A	141A	97A	71A
	ÖD		ÖD						
LSD>0.05	0,0356			4,458		3,730			
Elazığ-O	0,031B	0,032B	0,010	289B	206C	125C	141B	97C	71B
			ÖD						
Elazığ -2	0,032B	0,039AB	0,013	286B	274B	148B	105D	78D	53C
			ÖD						
Elazığ -4	0,038B	0,037AB	0,014	301A	290A	128C	125C	107B	78A
			ÖD						
Elazığ -8	0,058A	0,045A	0,015	289B	206C	175A	176A	135A	83A
			ÖD						
LSD>0.05	0,0109			4,458		4,490			
Düzce-O	0,022B	0,022B	0,017B	186D	133D	45D	64D	43D	21D
Düzce-2	0,030AB	0,027AB	0,023AB	206C	154C	71C	106C	86C	42C
Düzce-4	0,030AB	0,028AB	0,028AB	305B	197B	125B	121B	100B	85B
Düzce-8	0,035A	0,032A	0,030A	416A	256A	145A	149A	105A	93A
LSD>0.05	0,0066			5,055		4,093			

Büyük harf düşey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$);

LSD: Least Significant Difference

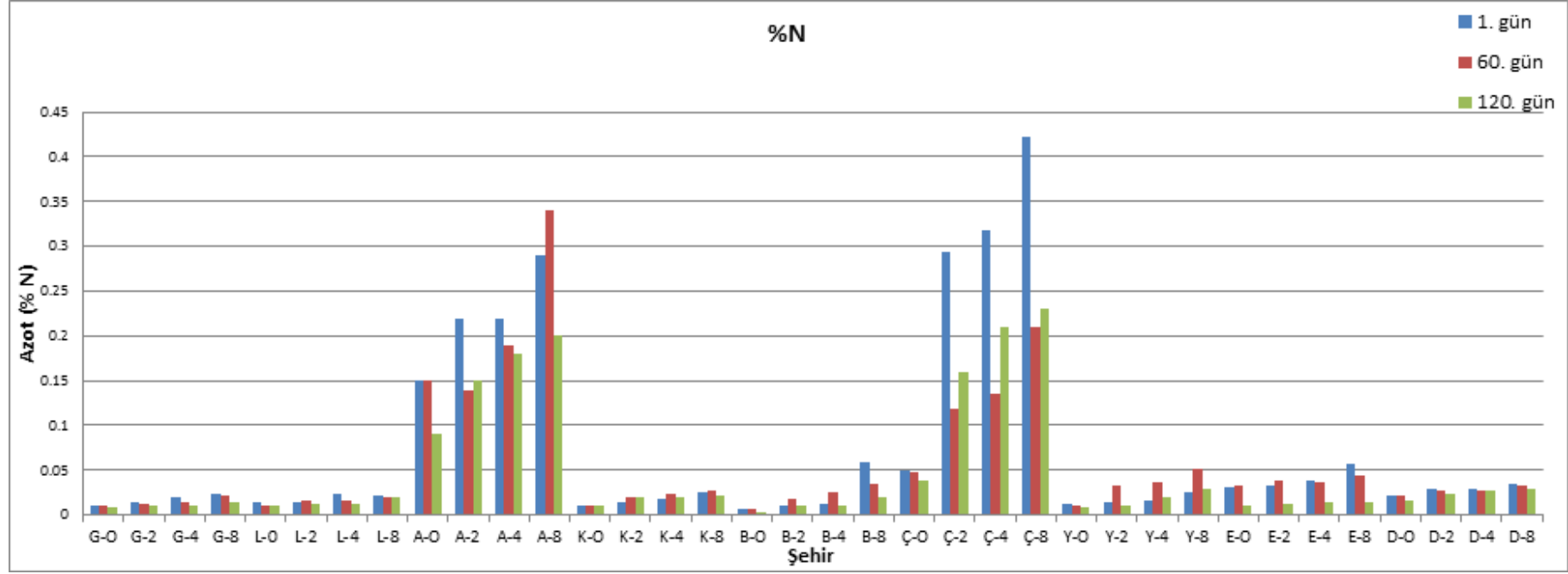


Kısaltmalar: G- Gaziantep; L- Lara; A-Ankara; K-Karamürsel; B-Bafra, Ç-Çiğli; Y-Yozgat; D-Düzce arıtma çamuru;
0-Kontrol; 2- 2ton/da; 4- 4ton/da; 8- 8ton/da

Şekil 10.8 : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının Toprakların N Değeri Üzerine Etkileri (%)

Amonyum Azotu (NH₄⁺-N) ve Nitrat Azotu (NO₃⁻-N)

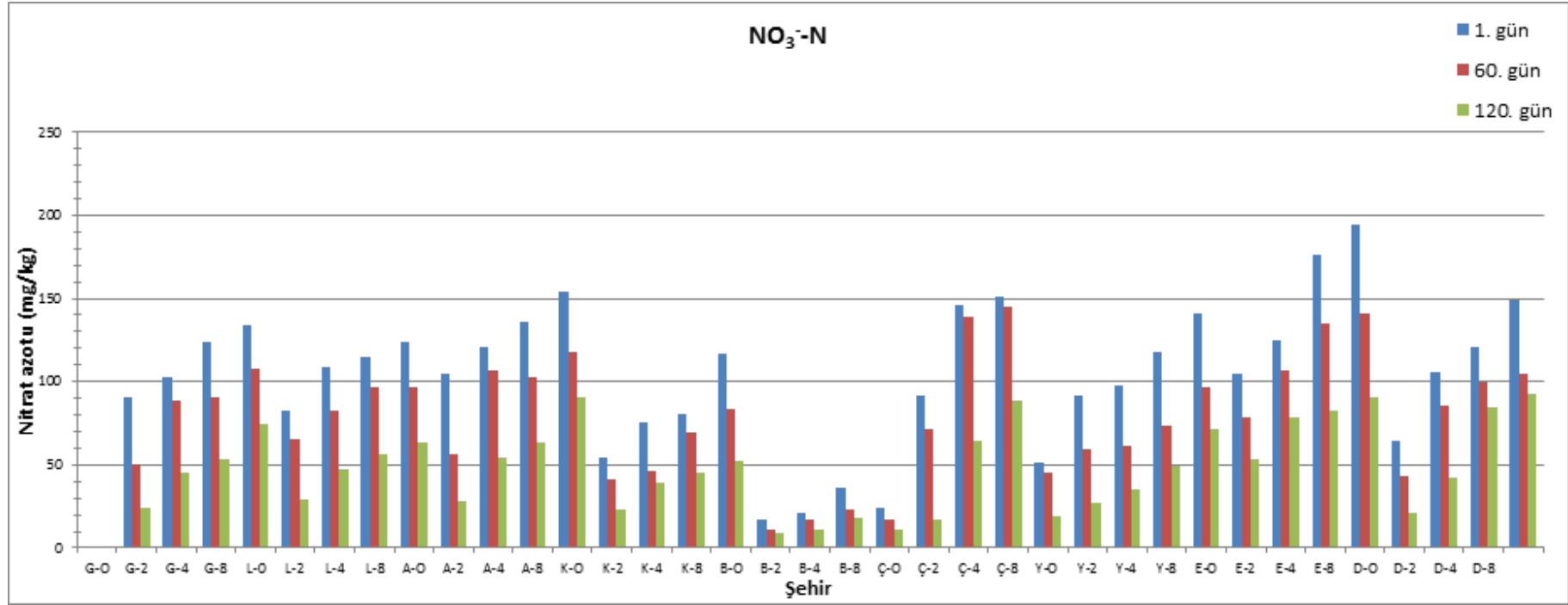
İnkübasyon süresi boyunca arıtma çamuru ilave edilmiş toprak örneklerinde belirlenen amonyum ve nitrat azotu (NH₄⁺-N ve NO₃⁻-N) değerleri Tablo 10.21’de verilmiştir. Arıtma çamuru ilavesi ile NH₄⁺-N ve NO₃⁻-N içeriklerinde meydana gelen değişim, toplam azot içeriğinde sağlanan artış ile benzerlik göstermiştir (Şekil 10.9, Şekil 10.10). İnkübasyon süresi boyunca çamur ilave edilmiş topraklardaki NH₄⁺-N u değişiminde 1. ayda mineralizasyona bağlı olarak artan çamur dozuyla beraber amonyak azotu artışı gözlenmiştir. Bunu takip eden 2 aylık dönemde bütün amonyum azotu değerlerinin azaldığı ve bu azalışın istatistiki bakımdan önemli bulunduğu (P<0.05) gözlenmiştir. Tablo 10.21’e göre toprakların NO₃⁻-N değerleri de artan çamur dozuna bağlı olarak ilk 1 aylık dönemde artış göstermiştir. Nitrifikasyon süreci gözlemlendiğinde ilk 1 aylık inkübasyon sırasında nitrat azotu maksimum düzeylere ulaşmış ve bundan sonra 120. güne kadar ise sürekli azalma göstermiştir. Bu konuda yapılan benzer çalışmalarda inkübasyon sürelerinin çok daha kısa süre tutulduğu ve bu çalışmada belirlenen değişimlerin gözlemlenmediği anlaşılmaktadır. Justice ve Smith (1962) çalışmalarında inkübasyon sırasındaki mineralizasyona bağlı yüksek amonyak konsantrasyonunun topraktaki nitrifikasyonu gerilettiğini belirtmişlerdir. Yüksek oranda toprağa çamur uygulaması sonucunda, yüksek konsantrasyonlarda amonyum ve nitrat bitki gelişmesini engelleyebildiği gibi yüksek nitrat konsantrasyonu yer altı su kaynağı kirliliklerine neden olacaktır.



Kısaltmalar: G- Gaziantep; L- Lara; A-Ankara; K-Karamürsel; B-Bafra, Ç-Çiğli; Y-Yozgat; D-Düzce arıtma çamuru;

0-Kontrol; 2- 2ton/da; 4- 4ton/da; 8- 8ton/da

Şekil 10.9 : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının $\text{NH}_4^+\text{-N}$ Değeri Üzerine Etkileri



Kısaltmalar: G- Gaziantep; L- Lara; A-Ankara; K-Karamürsel; B-Bafra, Ç-Çiğli; Y-Yozgat; D-Düzce arıtma çamuru;

0-Kontrol; 2- 2ton/da; 4- 4ton/da; 8- 8ton/da

Şekil 10.10 : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının ve NO₃⁻-N Değeri Üzerine Etkileri

Alınabilir Fosfor

İnkübasyon süresi boyunca arıtma çamuru ilave edilmiş toprak örneklerinde belirlenen alınabilir fosfor değerleri Tablo 10.22’de verilmiştir. Toprakların hepsinde ilave edilen çamur dozuna bağlı olarak ilk bir aylık dönemde alınabilir fosfor miktarları $P < 0.05$ düzeyinde önemli artış göstermiştir. Bu da toprak+çamur kapsamında fosforun bir kısmının humifikasyon periyodu boyunca mineralizasyona bağlı olarak alınabilir forma dönüşmesinden kaynaklanmaktadır (Hernandez vd. 1990). İnkübasyonun ilerleyen dönemlerinde ise mineralizasyona bağlı olarak P değerleri azalmış, çamur dozları ile kontrol arasındaki fark ise önemini korumaya devam etmiştir (Şekil 10.11).

Farklı inkübasyon dönemlerinde gözlenen alınabilir fosfor değerlerindeki doza bağlı değişimler dikkat çekicidir. Birçok parametrede olduğu gibi çamur ilave edilmiş toprak sisteminin inkübasyonun ilerleyen dönemlerinde dengeye geldiği anlaşılmaktadır. Diğer bir dikkat çekici değişim ise yarıyıllı fosfor düzeylerinin inkübasyonun 2. ayından itibaren ciddi azalma göstermesidir. Muhtemelen bu tür değişimler sistemdeki mikrobiyal faaliyetin immobilize ettiği fosfor miktarı ile ilişkili olabilir. Arıtma çamuru ilavesiyle topraktaki yarıyıllı fosfor miktarının bu denli yüksek oranda artması, hem toprak pH’sındaki düşüşten, hem de arıtma çamurunun yarıyıllı fosfor içeriğinin yüksek olmasından kaynaklanmış olabileceği tahmin edilmektedir.

Arıtma çamurları iyi bir fosfor kaynağıdır ve yüksek fosfor fiksasyon kapasiteli topraklar da dâhil kolaylıkla alınabildirler (Sommers ve Sutton, 1980; McLaughlin ve Champion, 1987). Pekçok araştırmacı (Gupta ve Hani, 1979; Furrer vd. 1984) arıtma çamurundaki alınabilir fosfor miktarının mineral fosfor gübresindeki ile aynı ya da daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Arıtma çamuru uygulanan topraklarda bitkiler tarafından yüksek alınabilir P varlığı, toprakta çözünemez formdaki fosforun açığa çıkmasında etkili olan organik bileşiklerin etkisinden kaynaklanmış olabilir. Bu etki özellikle fosforun bağlandığı kireçli (Ayuso vd. 1992) veya kristal olmayan Fe ve Al bileşiklerini içeren asit topraklarda daha fazla (García-Rodeja ve Macías, 1983) görülmektedir.

Tablo 10.22 : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının Toprakların Alınabilir Fosfor ve Değişebilir Potasyum Üzerine Etkisi

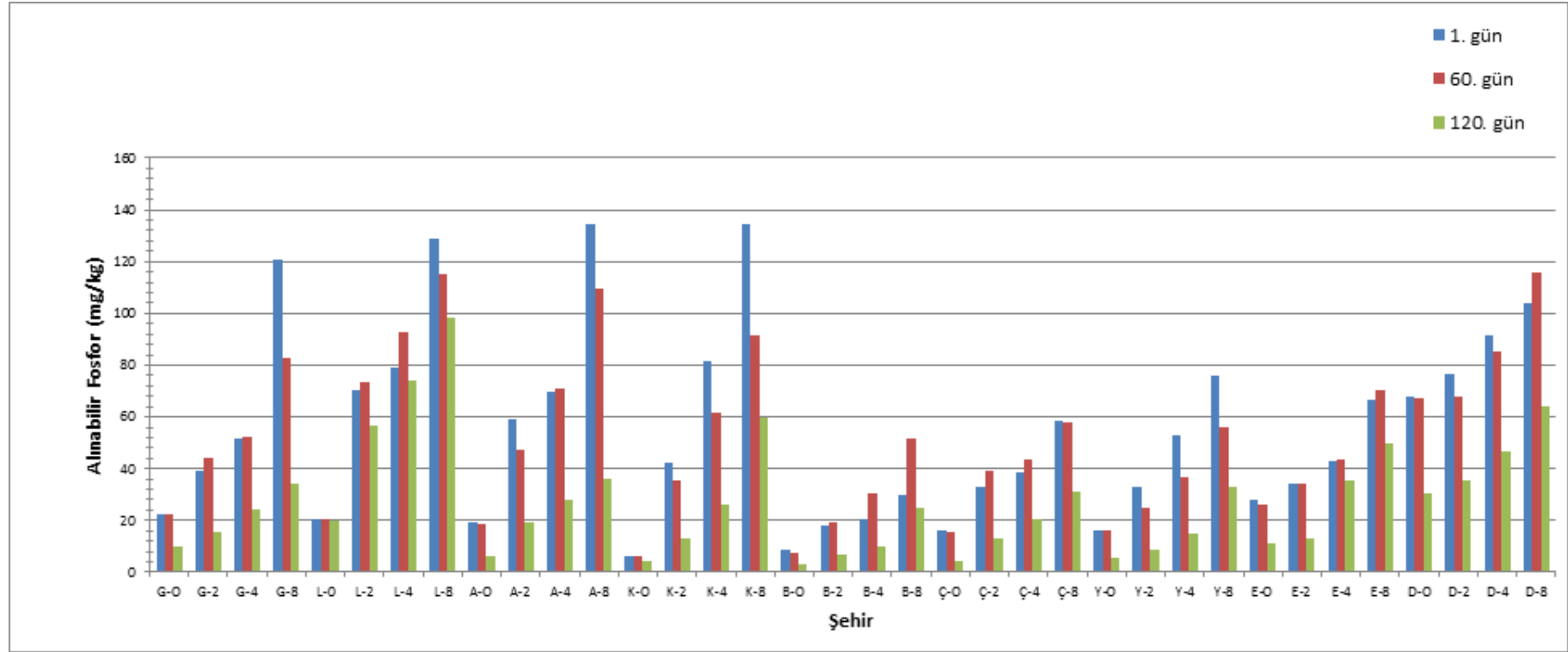
Uygulama (ton/da)	P mg/kg			K meq/100 g		
	1	60	120	1	60	120
Zaman (gün)						
Gaziantep-O	22,09D	22,61C	10,08C	1,29B	1,11 ÖD	1,15 ÖD
Gaziantep-2	39,08C	44,08B	15,73BC	1,30A	1,19 ÖD	1,17 ÖD
Gaziantep-4	51,75B	52,07B	23,97B	1,36A	1,12 ÖD	1,15 ÖD
Gaziantep-8	120,61A	82,63A	34,20A	1,34A	1,12 ÖD	1,14 ÖD
LSD>0.05	8,707			0,0301		
Lara-O	20,51C	20,45C	19,67C	0,50A	0,50 ÖD	0,48 ÖD
Lara-2	70,04B	73,35B	56,80B	0,51A	0,50 ÖD	0,50 ÖD
Lara-4	78,98B	93,01AB	74,36B	0,45B	0,51 ÖD	0,48 ÖD
Lara-8	128,57A	115,00A	98,33A	0,54A	0,53 ÖD	0,48 ÖD
LSD>0.05	22,107			0,0353		
Ankara-O	18,97C	18,86D	6,32B	0,90 ÖD	0,88 ÖD	0,54 ÖD
Ankara-2	59,09B	47,49C	19,49AB	0,91 ÖD	0,88 ÖD	0,58 ÖD
Ankara-4	69,41B	70,95B	27,83AB	0,90 ÖD	0,90 ÖD	0,56 ÖD
Ankara-8	134,54A	109,64A	35,98A	0,91 ÖD	0,89 ÖD	0,56 ÖD
LSD>0.05	22,65			0,0489		
Karamürsel-O	5,99D	5,93D	4,35C	0,90 ÖD	0,84 ÖD	0,81 ÖD
Karamürsel -2	42,17C	35,36C	13,13BC	0,91 ÖD	0,86 ÖD	0,82 ÖD
Karamürsel -4	81,75B	61,32B	26,39B	0,90 ÖD	0,89 ÖD	0,83 ÖD
Karamürsel -8	134,43A	91,33A	59,55A	0,90 ÖD	0,89 ÖD	0,82 ÖD
LSD>0.05	19,730			0,0303		
Bafra-O	8,73C	7,17D	2,82B	0,44 ÖD	0,43 ÖD	0,42 ÖD
Bafra-2	18,21B	19,06C	6,76B	0,44 ÖD	0,42 ÖD	0,40 ÖD
Bafra-4	20,50B	30,46B	9,81B	0,44 ÖD	0,45 ÖD	0,42 ÖD
Bafra-8	29,95A	51,66A	24,87A	0,44 ÖD	0,45 ÖD	0,44 ÖD
LSD>0.05	9,42			0,0405		
Çiğli-O	16,03C	15,53C	4,34C	0,57 ÖD	0,56 ÖD	0,49 ÖD
Çiğli-2	33,12B	39,46B	13,22BC	0,57 ÖD	0,58 ÖD	0,50 ÖD
Çiğli-4	38,33B	43,38B	20,56B	0,58 ÖD	0,57 ÖD	0,52 ÖD
Çiğli-8	58,66A	57,91A	30,87A	0,57 ÖD	0,56 ÖD	0,54 ÖD
LSD>0.05	9,77			0,107		
Yozgat-O	15,88D	16,37C	5,78C	1,43B	1,43 ÖD	1,10 ÖD
Yozgat-2	33,23C	24,82C	8,56BC	1,49A	1,47 ÖD	1,11 ÖD
Yozgat-4	53,02B	36,95B	15,01B	1,47AB	1,46 ÖD	1,09 ÖD
Yozgat-8	75,82A	56,21A	32,66A	1,49A	1,45 ÖD	1,12 ÖD
LSD>0.05	2,94			0,0519		

Tablo 10.22 (devam): İnkübasyon Denemesi Uygulamaların Toprakların Alınabilir Fosfor ve Değişebilir Potasyum Üzerine Etkisi

Uygulama (ton/da)	P mg/kg			K meq/100 g		
	1	60	120	1	60	120
Zaman (gün)						
Elazığ-O	28,21B	25,84B	11,07B	0,75 ÖD	0,64 ÖD	0,53B
Elazığ -2	33,97B	34,50B	12,95B	0,75 ÖD	0,67 ÖD	0,56AB
Elazığ -4	42,70B	43,55B	35,62AB	0,74 ÖD	0,64 ÖD	0,58A
Elazığ -8	66,77A	70,25A	49,51A	0,75 ÖD	0,65 ÖD	0,57A
LSD>0.05	23,483			0,0344		
Düzce-O	67,98C	67,50C	30,70C	1,29D	1,01C	1,15C
Düzce-2	76,75C	67,92C	35,44C	1,30C	1,07B	1,17C
Düzce-4	91,65B	85,27B	46,92B	1,36B	1,09B	1,25B
Düzce-8	104,21A	115,81A	64,39A	1,34A	1,12A	1,24A
LSD>0.05	11,266			0,0079		

Büyük harf düşey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma (P<0.05);

LSD: Least Significant Difference



Kısaltmalar: G- Gaziantep; L- Lara; A-Ankara; K-Karamürsel; B-Bafra, Ç-Çiğli; Y-Yozgat; D-Düzce arıtma çamuru;

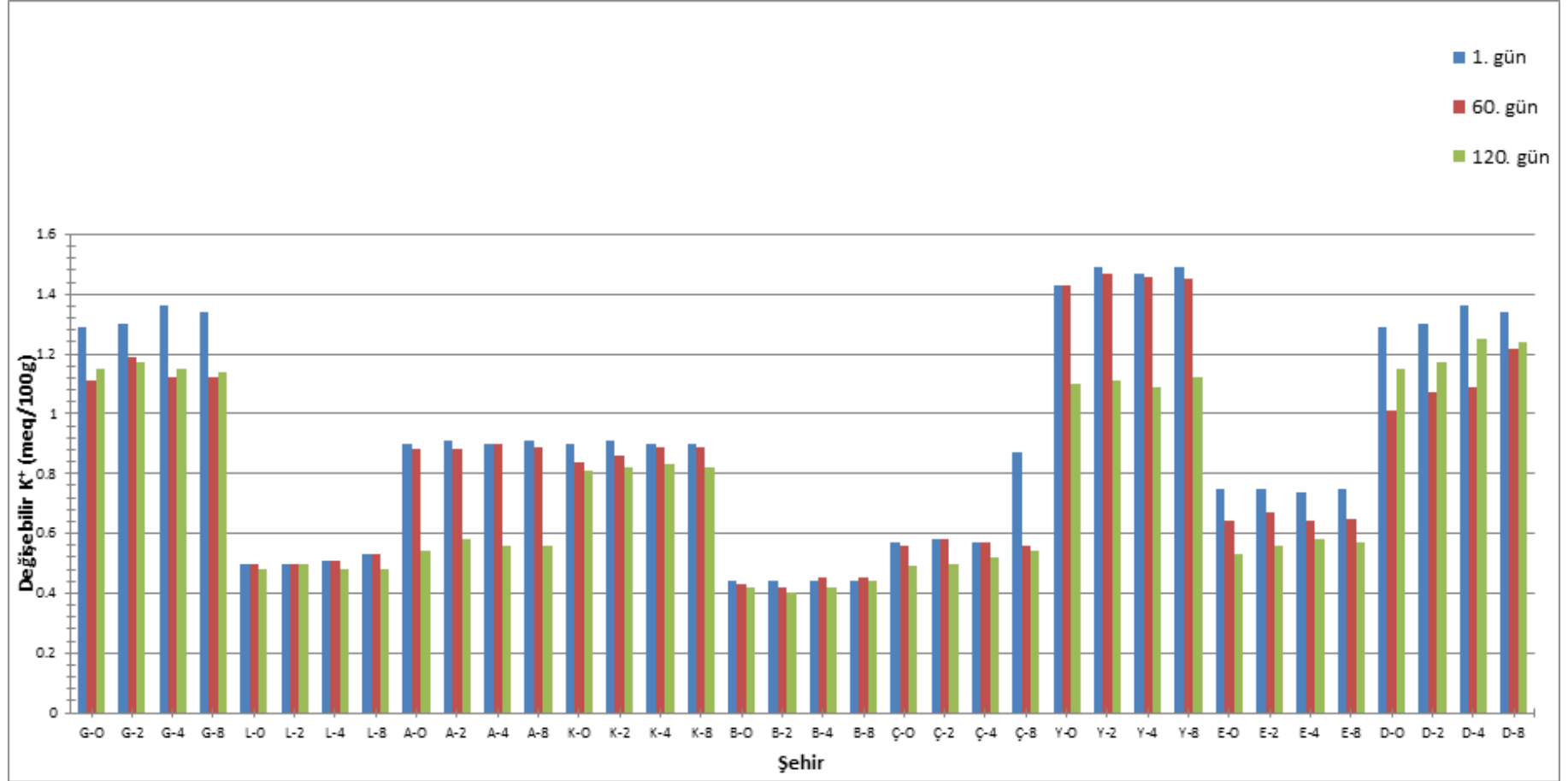
0-Kontrol; 2- 2ton/da; 4- 4ton/da; 8- 8ton/da

Şekil 10.11 : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının Alınabilir Fosfor Değeri Üzerine Etkileri

Potasyum (K⁺)

İnkübasyon süresi boyunca arıtma çamuru ilave edilmiş toprak örneklerinde belirlenen değişebilir K değerleri Tablo 10.22’de verilmiştir. Çamur ilave edilmesinin toprakların değişebilir K⁺ değerleri üzerinde yapmış olduğu etki istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Toprakların K⁺ değerleri zamana bağlı olarak azalma göstermiş ancak Düzce toprakları hariç diğer topraklarda çamur ilavesiyle toprağın değişebilir K⁺ miktarlarındaki çok hafif artış veya değişimler önemli bulunmamıştır. Düzce çamuru ilave edilen Düzce topraklarında ise artan çamur dozuna bağlı olarak toprağın K değişim miktarları P<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur (Şekil 10.12).

Arıtma çamurlarının N ve P yönünden yararlanılabilir bir kaynak olduğu ancak potasyum yönünden fakir kaldığı, özellikle sulu haldeki çürütülmüş çamurların bitkiye yararlı N ve P bakımından oldukça değerli bir kaynak olduğu bilinmektedir. Genel olarak arıtma çamurlarının potasyum (K⁺) içeriği düşüktür. Arıtma çamurlarının toprağa uygulanmasında bitkinin ihtiyacı olan N ve P besin elementlerini karşılaması dikkate alınır ve bazı durumlarda çamurun düşük K⁺ içermesinden kaynaklanan dengesiz besin elementi durumu ortaya çıkabilmektedir. Toprağa organik atık ilave edildiğinde toprakta yararlı K⁺ miktarının azaldığı, çünkü yararlı K⁺ ile toprak organik madde miktarı arasında negatif ilişki olduğu ileri sürülmektedir (Liu, 1994).



Kısaltmalar: G- Gaziantep; L- Lara; A-Ankara; K-Karamürsel; B-Bafra, Ç-Çiğli; Y-Yozgat; D-Düzce arıtma çamuru;
0-Kontrol; 2- 2ton/da; 4- 4ton/da; 8- 8ton/da

Şekil 10.12 : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının Değişebilir K⁺ Değeri Üzerine Etkileri

Alınabilir Ağır Metaller (Cd, Pb, Ni, Cu, Cr)

Toprak örneklerinde belirlenen alınabilir Zn, Pb, Cd miktarları Tablo 10.23, Ni, Cr ve Cu miktarları ise Tablo 10.24'de verilmiştir. Arıtma çamuru ilavesi topraktan alınabilir Zn miktarını artırmıştır. Özellikle Ankara çamuru ilave edilmiş bölge toprağında alınabilir Zn miktarı kontrol toprağında 0,04 mg/kg iken 8ton/da çamur uygulanmış toprakta 14,29 mg/kg'a yükselmiştir. Benzer şekilde Gaziantep uygulamasında da Zn miktarındaki artış dikkat çekicidir. Bunun nedeni sözkonusu çamurların Zn miktarının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Diğer çamur uygulamalarında da benzer şekilde artan çamur dozuna bağlı olarak alınabilir Zn miktarları artmıştır (Şekil 10.13).

Arıtma çamuru ilavesi topraktan alınabilir Pb miktarı üzerine etkisi çamur uygulamalarına göre değişiklik göstermiştir. Alınabilir Pb değerleri Gaziantep çamur uygulamasında özellikle inkübasyonun son döneminde (120. gün) önemli miktarda artış göstermiştir. İzmir, Elazığ ve kısmen Ankara çamuru uygulamalarında doza bağlı Pb miktarlarında artış belirlenmiş, geri kalan çamurlarda ise arıtma çamuru uygulaması doza bağlı olarak alınabilir Pb miktarını istatistiki olarak önem arz edecek şekilde etkilememiştir.

Antalya-Lara ve Karamürsel hariç diğer çamur uygulamalarında toprakların alınabilir Cd içerikleri inkübasyonun 1. ayında artan çamur dozuna bağlı olarak artış göstermiş, inkübasyonun 2. ve 3 aylarında ise kontrol ile dozlar arasında fark belirlenmemiştir. Çamur uygulanmış toprakların alınabilir Ni içerikleri doza bağlı olarak (Elazığ ve Lara çamur uygulamaları hariç) artış göstermiş, zamana bağlı olarak ise azalmıştır (GASKİ hariç). Gaziantep çamur uygulamasında bunun tersi olarak inkübasyonun 3. ayında alınabilir Ni miktarları artmaya devam etmiştir.

Toprakların Cr içerikleri okuma limitlerinin altında bulunmuş ve çamur uygulamaları ile kontrol arasında bir fark belirlenmemiştir.

Toprakların alınabilir Cu değerleri Ankara, Samsun-Bafra ve İzmir-Çiğli çamur uygulamalarında doza ve zamana bağlı artış göstermiş, diğer çamurlarda ise doza bağlı artışlar ve zamana bağlı azalışlar belirlenmiştir. Lara ve Düzce çamur uygulamalarında ise sadece inkübasyonun 1 ayında doza bağlı alınabilir Cu miktarları $P < 0.05$ düzeyinde önemli artış göstermiş, inkübasyonun 2. ve 3. aylarında ise kontrol ve çamur uygulamaları arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Artan dozda arıtma çamuru ilavesi ile alınabilir Cu miktarının artması humifikasyon periyodu ile ilgili olup, bakırın organik madde ile kompleks

oluşturma eğilimi, kil yüzeylerinde Cu-OH⁺ adsorpsiyonu ve kalsiyum karbonattan bazik bir Cu-karbonat oluşumu ile beraber toprakta Cu'ın tutulması ile ilgili en etkili mekanizmalardan biri olarak tanımlanmaktadır (Polo et al, 1999).

İnkübasyon süresi boyunca arıtma çamuru ilave edilmiş toprak örneklerinde Pb, Cd, Ni, Cr, Cu ve Zn miktarları genel olarak bütün çamur dozlarında zamana bağlı azalma göstermektedir (bazı çamurlar hariç, bunlar yukarıda her bir elementin açıklamasında belirtilmiştir). Bu elementlerden Cd ve Pb hariç diğerleri toprakta kompleks oluşturabilen ve mikroorganizmaların gelişmesi için ve özellikle de enzim sistemlerinin faaliyetleri için gerekli olan elementlerdir. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin İzmir-Çiğli ve Antalya-Lara toprakları hariç kil içermesi nedeniyle toprak örneklerinde belirlenen ağır metal miktarlarında genellikle inkübasyon süresi içinde bir azalma söz konusudur. Gözlenen bu azalmanın araştırmada kullanılan killi toprak örneklerinin kil minerallerindeki ilerleyen adsorpsiyona ve muhtemelen mikrobiyal biyokütledeki immobilizasyona bağlı olabileceği düşünülmektedir. Fuji vd., (1986) toprak, çamur ve su sistemlerinde metal iyonlarının sistem içindeki reaksiyonlarla hidroksit ve karbonat çözeltileri meydana getirebileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacıların bu yorumu, uzun bir inkübasyon süresinde alınabilir metal miktarının çamur dozuna bağlı olarak inkübasyon süresi boyunca azalmasına açıklayıcı bir katkı getirmektedir.

Topraklara artan dozlarda uygulanan arıtma çamurlarının toprağın alınabilir Zn, Ni, Cd, Cr, Cu vb elementlerin miktarında çamurun içerdiği miktara bağlı olarak artışlara neden olduğu pek çok araştırmacı tarafından da belirlenmiştir (Jordao vd., 2003; McGrath vd., 1988). Araştırmacılar çamura bağlı bu artışın çamurun toplam metal içeriğine bağlı olmasının yanı sıra çamurun organik madde miktarına da bağlı olabileceğini, organik maddenin elementlerin çözünebilirlik ve biyoalınabilirliği üzerine direk etki edebileceğini de belirtmektedirler Araştırmacıların genel kanısı organik maddenin varlığının alınabilir metal miktarını artırdığı ve çamurun en yüksek dozunda meydana gelen alınabilir metal miktarındaki artışın nedeninin organik madde miktarının artışıdan kaynaklandığı yönündedir (McBride vd., 1995).

Tablo 10.23 : İnkübasyon Denemesi Uygulamaların Toprakların Alınabilir Zn, Pb ve Cd İçerikleri Üzerine Etkisi (mg/kg)

Uygulama (ton/da)	DTPA Zn			Pb (NH ₄ ⁺ Asetat)			DTPA Cd		
	1	60	120	1	60	120	1	60	120
Zaman (gün)									
Gaziantep-O	0,083D	0,084D	0,093C	0,200 ÖD	<0,2ÖD	0,19A	0,50B	<0,5ÖD	<0,5ÖD
Gaziantep-2	2,39C	1,135C	0,773B	0,233 ÖD	<0,2ÖD	4,32B	0,97A	<0,5ÖD	<0,5ÖD
Gaziantep-4	3,60B	1,819B	1,251B	0,225 ÖD	<0,2ÖD	4,36B	0,96A	<0,5ÖD	<0,5ÖD
Gaziantep-8	5,06A	3,729A	2,737A	0,230 ÖD	<0,2ÖD	4,35B	0,96A	<0,5ÖD	<0,5ÖD
LSD>0.05	0,576			0,106			0,0191		
Lara-O	0,61D	0,62D	0,59D	0,30 ÖD	0,29 ÖD	0,30ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD
Lara-2	1,53C	1,46C	1,30C	0,30 ÖD	0,29 ÖD	0,32ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD
Lara-4	2,00B	1,88B	1,50B	0,33 ÖD	0,25 ÖD	0,32ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD
Lara-8	2,56A	2,40A	2,50A	0,32 ÖD	0,29 ÖD	0,35ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD
LSD>0.05	0,187			0,063			-		
Ankara-O	0,039C	0,041B	0,071 ÖD	0,229 ÖD	0,24 ÖD	0,25 ÖD	0,575B	<0,5ÖD	<0,5ÖD
Ankara-2	7,050B	2,441B	1,958 ÖD	0,227 ÖD	0,42 ÖD	0,36 ÖD	0,936A	<0,5ÖD	<0,5ÖD
Ankara-4	6,827B	4,748AB	5,053 ÖD	0,224 ÖD	0,49 ÖD	0,50 ÖD	0,985A	<0,5ÖD	<0,5ÖD
Ankara-8	14,29A	8,266A	4,206 ÖD	0,244 ÖD	0,54 ÖD	0,65 ÖD	1,002A	<0,5ÖD	<0,5ÖD
LSD>0.05	5,016			0,528			0,376		
Karamürsel-O	0,323D	0,257C	0,197C	0,238 ÖD	<0,2ÖD	<0,2ÖD	0,75ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD
Karamürsel -2	2,097C	0,687BC	0,786BC	0,217 ÖD	<0,2ÖD	<0,2ÖD	0,77ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD
Karamürsel -4	3,711B	1,400B	1,272AB	0,243 ÖD	<0,2ÖD	<0,2ÖD	0,77ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD
Karamürsel -8	6,650A	2,416A	1,865A	0,256 ÖD	<0,2ÖD	<0,2ÖD	0,76ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD
LSD>0.05	0,744			0,082			-		
Bafra-O	0,03B	0,03B	0,02B	0,63B	<0,5	<0,5	0,54C	<0,5	<0,5
Bafra-2	2,38B	0,90B	0,77B	1,09AB	<0,5	<0,5	0,93B	<0,5	<0,5
Bafra-4	2,41A	1,07B	1,15B	1,37A	<0,5	<0,5	0,92A	<0,5	<0,5
Bafra-8	2,77A	3,22A	2,90A	1,37A	<0,5	<0,5	0,96A	<0,5	<0,5
LSD>0.05	1,179			0,509			0,013		
Çiğli-O	0,128C	0,180B	0,144B	0,565B	0,441B	0,258B	0,083B	<0,05B	<0,05B
Çiğli-2	0,784C	1,480B	1,058AB	1,506A	1,500A	1,307A	0,633A	<0,5A	<0,5A
Çiğli-4	2,361B	2,810a	2,732AB	1,482A	1,500A	1,365A	0,873A	<0,5A	<0,5A
Çiğli-8	4,223A	4,452A	4,094A	1,542A	1,500A	1,339A	0,920A	<0,5A	<0,5A
LSD>0.05	1,3449			0,214			0,237		

Tablo 10.23 (devam) : İnkübasyon Denemesi Uygulamaların Toprakların Alınabilir Zn, Pb ve Cd İçerikleri Üzerine Etkisi (mg/kg)

Uygulama (ton/da)	Zn			Pb			Cd		
	1	60	120	1	60	120	1	60	120
Zaman (gün)									
Yozgat-O	0,014B	0,023B	0,012B	0,397 ÖD	0,307 ÖD	0,378 ÖD	0,562B	<0,5	<0,5
Yozgat-2	0,317AB	0,024B	0,857A	0,405 ÖD	0,346 ÖD	0,385 ÖD	0,971A	<0,5	<0,5
Yozgat-4	0,557A	0,538A	0,273B	0,400 ÖD	0,349 ÖD	0,407 ÖD	0,697AB	<0,5	<0,5
Yozgat-8	0,693A	0,560A	0,018B	0,400 ÖD	0,398 ÖD	0,416 ÖD	0,711A	<0,5	<0,5
LSD>0.05	0,461			0,398			0,297		
Elazığ-O	0,32D	0,22C	0,22C	0,240D	0,209 ÖD	0,204B	0,57D	<0,5ÖD	<0,5ÖD
Elazığ-2	2,44C	0,79BC	0,88BC	1,938B	0,217 ÖD	0,279AB	0,95C	<0,5ÖD	<0,5ÖD
Elazığ-4	3,67B	1,08B	1,69B	1,538C	0,223 ÖD	0,298AB	0,98B	<0,5ÖD	<0,5ÖD
Elazığ-8	5,49A	2,71A	3,08A	2,676A	0,319 ÖD	0,416A	0,96A	<0,5ÖD	<0,5ÖD
LSD>0.05	0,817			0,115			0,005		
Düzce-O	0,72C	0,72C	0,61B	0,220ÖD	<0,5ÖD	<0,5B	0,74B	<0,5ÖD	<0,5ÖD
Düzce-2	2,85BC	1,78BC	0,88B	0,227 ÖD	<0,5ÖD	3,51A	0,97A	<0,5ÖD	<0,5ÖD
Düzce-4	3,72B	2,86AB	1,82B	0,331 ÖD	<0,5ÖD	4,69A	0,99A	<0,5ÖD	<0,5ÖD
Düzce-8	7,10A	4,05A	4,59A	0,410 ÖD	<0,5ÖD	4,80A	0,98A	<0,5ÖD	<0,5ÖD
LSD>0.05	1,618			1,119			0,208		

Büyük harf düzeyi olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$);

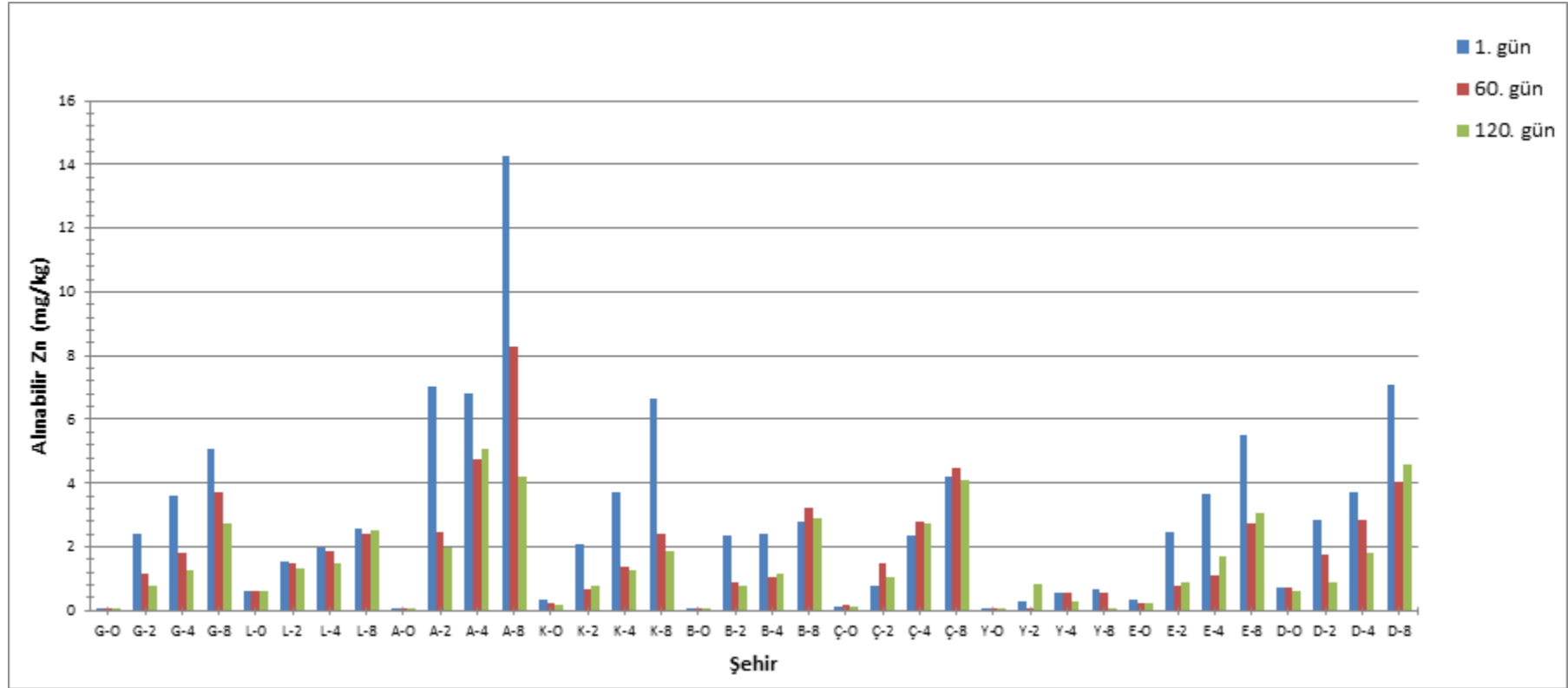
ÖD: önemli değil, LSD: Least Significant Difference

Tablo 10.24 : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının Toprakların Alınabilir Ni, Cr ve Cu İçeriklerine Etkisi (mg/kg)

Uygulama (ton/da)	DTPA Ni			DTPA Cr			DTPA Cu		
	1	60	120	1	60	120	1	60	120
Zaman (gün)									
Gaziantep-O	0,106D	<0,200ÖD	<0,200C	<0,50ÖD	<0,50ÖD	<0,50ÖD	0,265B	0,265ÖD	0,289ÖD
Gaziantep-2	0,144C	<0,200ÖD	0,302B	<0,50ÖD	<0,50ÖD	<0,50ÖD	0,617AB	0,308ÖD	0,334ÖD
Gaziantep-4	0,189B	<0,200ÖD	0,344A	<0,50ÖD	<0,50ÖD	<0,50ÖD	0,556AB	0,381ÖD	0,391ÖD
Gaziantep-8	0,290A	<0,200ÖD	0,326AB	<0,50ÖD	<0,50ÖD	<0,50ÖD	0,874A	0,408ÖD	0,392ÖD
LSD>0.05	0,035			-			0,362		
Lara-O	0,066D	0,067D	0,060D	0,102B	0,100 ÖD	0,100 ÖD	3,04B	3,01B	2,92 ÖD
Lara-2	0,107C	0,110C	0,096C	0,100B	0,123 ÖD	0,103 ÖD	3,09B	3,13B	3,00 ÖD
Lara-4	0,190B	0,160B	0,130B	0,276A	0,196 ÖD	0,196 ÖD	3,77A	3,58A	3,11 ÖD
Lara-8	0,261A	0,230A	0,174A	0,265A	0,223 ÖD	0,170 ÖD	3,95A	3,63A	3,02 ÖD
LSD>0.05	0,0308			0,137			0,332		
Ankara-O	0,082C	0,046C	<0,2ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD	0,253A	0,318A	0,315C
Ankara-2	0,611B	0,136B	<0,2ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD	0,403A	0,480A	2,145B
Ankara-4	0,584B	0,162B	<0,2ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD	0,555A	0,741A	3,404A
Ankara-8	0,724A	0,336A	<0,2ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD	<0,5ÖD	0,882A	0,809A	3,727A
LSD>0.05	0,089			-			1,168		
Karamürsel-O	0,238C	0,112B	<0,2ÖD	<0,50ÖD	<0,50ÖD	<0,50ÖD	0,45B	0,30 ÖD	0,42 ÖD
Karamürsel -2	0,330BC	0,164B	<0,2ÖD	<0,50ÖD	<0,50ÖD	<0,50ÖD	0,85B	0,43 ÖD	0,45 ÖD
Karamürsel -4	0,441B	0,374A	<0,2ÖD	<0,50ÖD	<0,50ÖD	<0,50ÖD	0,92B	0,47 ÖD	0,57 ÖD
Karamürsel -8	0,615A	0,400A	<0,2ÖD	<0,50ÖD	<0,50ÖD	<0,50ÖD	1,58A	0,54 ÖD	0,64 ÖD
LSD>0.05	0,111			-			0,683		

Tablo 10.24 (devam) : İnkübasyon Denemesi Uygulamaların Toprakların Alınabilir Ni, Cr ve Cu İçeriklerine Etkisi (mg/kg)

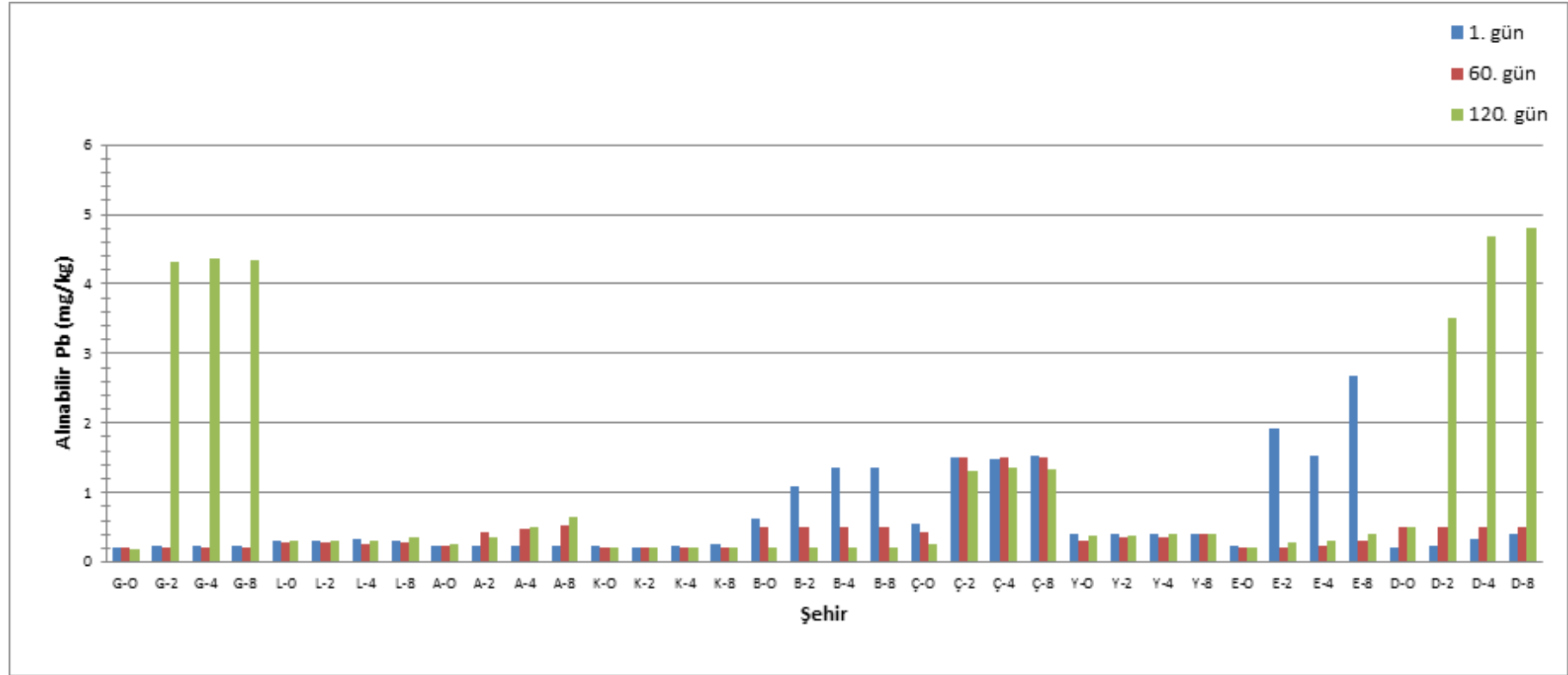
Uygulama (ton/da)	DTPA Ni			DTPA Cr			DTPA Cu		
	1	60	120	1	60	120	1	60	120
Zaman (gün)									
Bafra-O	0,16C	0,16D	<0,10 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	0,30 ÖD	0,30 ÖD	0,32 ÖD
Bafra-2	0,73B	0,28C	<0,10 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	0,34 ÖD	0,34 ÖD	0,34 ÖD
Bafra-4	0,82B	0,38B	<0,10 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	0,39 ÖD	0,37 ÖD	0,65 ÖD
Bafra-8	1,00A	0,66A	<0,10 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	0,52 ÖD	0,52 ÖD	0,70 ÖD
LSD>0.05	0,092			-			0,419		
Çiğli-O	0,277C	0,280B	<0,2ÖD	0,112D	<0,1ÖD	<0,1ÖD	0,292B	0,258B	0,223C
Çiğli-2	0,347C	0,364B	<0,2ÖD	0,356A	<0,1ÖD	<0,1ÖD	0,553AB	0,471AB	1,352B
Çiğli-4	0,494B	0,435B	<0,2ÖD	0,191C	<0,1ÖD	<0,1ÖD	0,585AB	0,722A	1,738B
Çiğli-8	0,846A	0,895A	<0,2ÖD	0,298B	<0,1ÖD	<0,1ÖD	0,797A	0,869A	3,109A
LSD>0.05	0,138			0,0016			0,399		
Yozgat-O	0,122B	0,127C	<0,1 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	0,29B	0,27 ÖD	0,21 ÖD
Yozgat-2	0,261A	0,860A	<0,1 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	1,54A	0,38 ÖD	0,29 ÖD
Yozgat-4	0,325A	0,500B	<0,1 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	1,50A	0,33 ÖD	0,35 ÖD
Yozgat-8	0,304A	0,151C	<0,1 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	1,69A	0,53 ÖD	0,50 ÖD
LSD>0.05	0,112			-			0,815		
Elazığ-O	0,101B	0,090BC	<0,1 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	0,108C	0,170B	0,158 ÖD
Elazığ-2	0,171A	0,100B	<0,1 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	0,757B	0,205B	0,338 ÖD
Elazığ-4	0,143A	0,100B	<0,1 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	0,902B	0,296B	0,491 ÖD
Elazığ-8	0,106A	0,117A	<0,1 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	<0,50 ÖD	1,655A	0,741A	0,571 ÖD
LSD>0.05	0,032			-			0,429		
Düzce-O	0,489B	0,452B	<0,5ÖD	<0,05ÖD	<0,05ÖD	<0,05 ÖD	1,01B	1,18 ÖD	1,21 ÖD
Düzce-2	1,131A	0,597B	<0,5ÖD	<0,05ÖD	<0,05ÖD	<0,05ÖD	1,08B	1,38 ÖD	1,71 ÖD
Düzce-4	1,351A	0,600B	<0,5ÖD	<0,05ÖD	<0,05ÖD	<0,05ÖD	1,49A	1,50 ÖD	1,71 ÖD
Düzce-8	1,362A	1,040A	<0,5ÖD	<0,05ÖD	<0,05ÖD	<0,05ÖD	2,16A	1,66 ÖD	1,85 ÖD
LSD>0.05	0,2878			-			0,960		



Kısaltmalar: G- Gaziantep; L- Lara; A-Ankara; K-Karamürsel; B-Baфра, Ç-Çiğli; Y-Yozgat; D-Düzce arıtma çamuru;

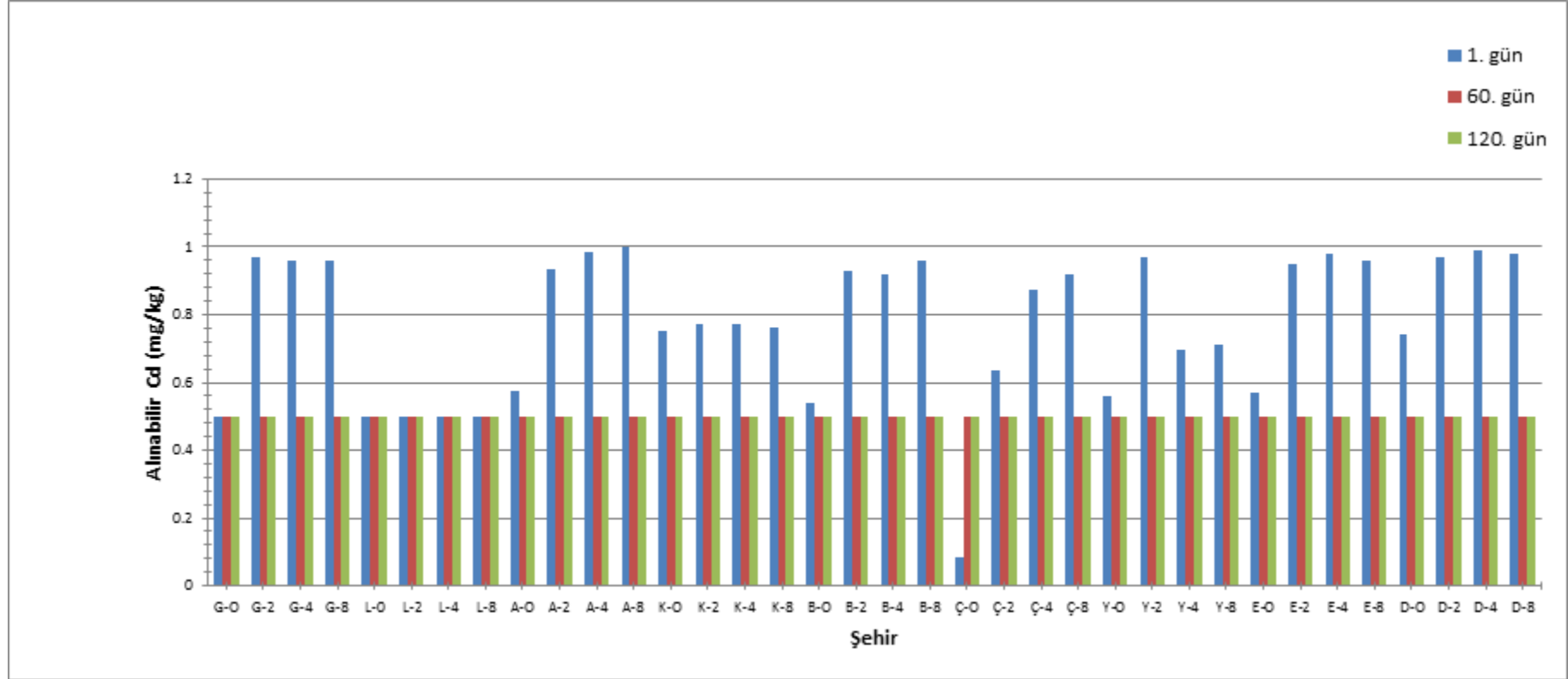
0-Kontrol; 2- 2ton/da; 4- 4ton/da; 8- 8ton/da

Şekil 10.13: İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının Alınabilir Zn Miktarı Üzerine Etkileri



*Kısaltmalar: G- Gaziantep; L- Lara; A-Ankara; K-Karamürsel; B-Bafra, Ç-Çiğli; Y-Yozgat; D-Düzce artma çamuru;
0-Kontrol; 2- 2ton/da; 4- 4ton/da; 8- 8ton/da*

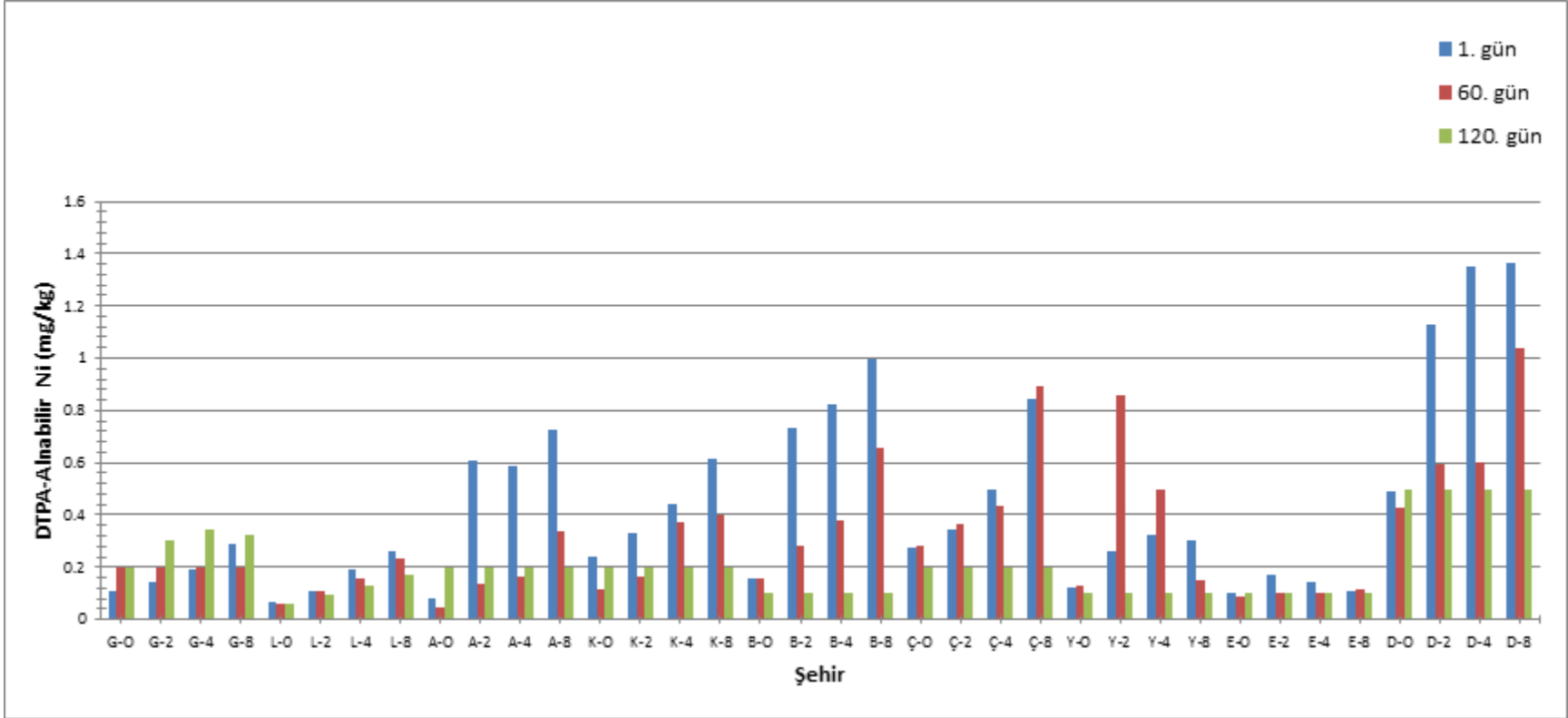
Şekil 10.14 : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının Alınabilir Pb Miktarı Üzerine Etkileri



Kısaltmalar: G- Gaziantep; L- Lara; A-Ankara; K-Karamürsel; B-Bafra, Ç-Çiğli; Y-Yozgat; D-Düzce arıtma çamuru;

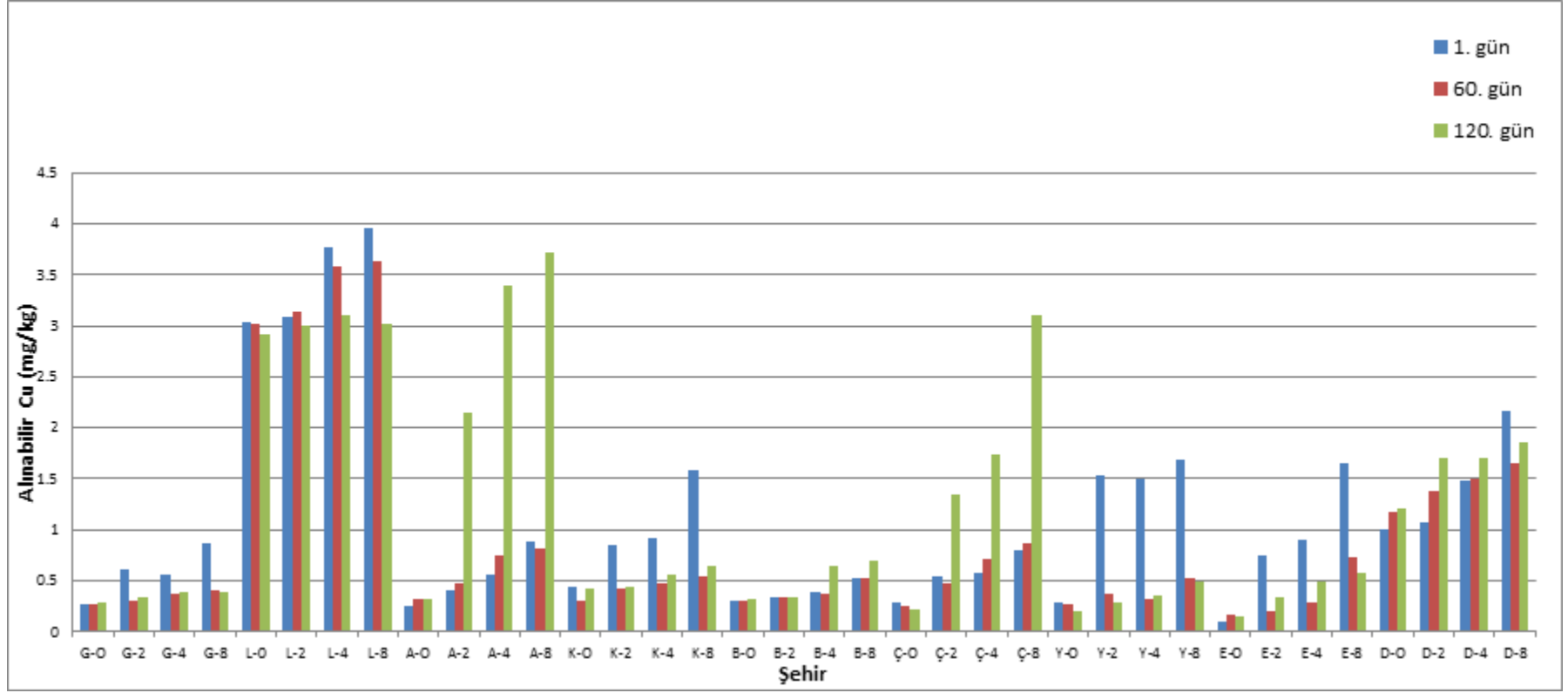
0-Kontrol; 2- 2ton/da; 4- 4ton/da; 8- 8ton/da

Şekil 10.15 : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının Alınabilir Cd Miktarı Üzerine Etkileri



*Kısaltmalar: G- Gaziantep; L- Lara; A-Ankara; K-Karamürsel; B-Bafra, Ç-Çiğli; Y-Yozgat; D-Düzce arıtma çamuru;
0-Kontrol; 2- 2ton/da; 4- 4ton/da; 8- 8ton/da*

Şekil 10.16 : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının DTPA-Alınabilir Ni Miktarı Üzerine Etkileri



*Kısaltmalar: G- Gaziantep; L- Lara; A-Ankara; K-Karamürsel; B-Bafra, Ç-Çiğli; Y-Yozgat; D-Düzce arıtma çamuru;
0-Kontrol; 2- 2ton/da; 4- 4ton/da; 8- 8ton/da*

Şekil 10.17 : İnkübasyon Denemesi Uygulamalarının Alınabilir Cu Miktarı Üzerine Etkileri

İnkübasyon denemesi sonuçları özetlenecek olursa;

1. Toprakların çoğunluğunda arıtma çamurunun 2 ve 4 t/da uygulama düzeyleri ile kontrol arasında pH değişimi açısından fark çıkmamıştır. Bu değişim, mineralizasyon süreci ile meydana gelen asitlik unsurlarının hem toprağın sahip olduğu yüksek tampon kapasitesi ile nötralizasyonu, hem de arıtma çamurunun sahip olduğu değişebilir iyonlarla tamponlanması ile açıklanabilir. Toprağın tamponlama kapasitesi sadece Elazığ ve G.Antep topraklarında 8 t/da uygulama düzeyi ile aşılmıştır.
2. Denemenin yürütüldüğü her üç dönemin ortalaması dikkate alındığında, EC değerinde istatistiksel olarak bir artış saptanmışsa da, bu artış bitki yetiştiriciliği için kısıtlayıcı bir tuz stresi düzeyine ulaşmamıştır.
3. Artan dozlarda çamur ilavesi denemeye alınan bölge topraklarının kireç kapsamı ve kireç içeriği sınıfında herhangi bir değişiklik oluşturmamıştır.
4. Denemeye alınan toprakların tamamında arıtma çamuru ilavesi doza bağlı olarak toprakların organik madde miktarını artırmıştır.
5. Arıtma çamuru uygulama düzeyine bağlı olarak toprakların KDK değerleri artış göstermiş, bu artış en fazla Düzce ve Ankara çamuru uygulanmış topraklarda belirlenmiştir.
6. Toprakların hepsinde ilave edilen çamur dozuna bağlı olarak ilk bir aylık dönemde alınabilir fosfor miktarları $P < 0.05$ düzeyinde önemli artış göstermiştir. Bu da toprak+çamur kapsamında fosforun bir kısmının humifikasyon periyodu boyunca mineralizasyona bağlı olarak alınabilir forma dönüşmesinden kaynaklanmaktadır. İnkübasyonun ilerleyen dönemlerinde ise mineralizasyona bağlı olarak P değerleri azalmış, çamur dozları ile kontrol arasındaki fark ise önemini korumaya devam etmiştir.
7. Çamur ilave edilmesinin toprakların değişebilir K^+ değerleri üzerinde yapmış olduğu etki istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Toprakların K^+ değerleri zamana bağlı olarak azalma göstermiş ancak Düzce toprakları hariç diğer topraklarda çamur ilavesiyle toprağın değişebilir K^+ miktarlarındaki çok hafif artış veya değişimler önemli bulunmamıştır. Düzce çamuru ilave edilen Düzce topraklarında ise artan çamur dozuna bağlı olarak toprağın K değişim miktarları $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Organik materyal ilavesi toprakların yarayışlı K miktarlarını olumsuz etkileyebilmekte, organik madde ile K arasında negatif ilişki bulunmaktadır. Düzce çamuru uygulamasında organik maddenin potasyumun yarayışlılığı üzerine negatif etkisinin muhtemelen olmadığı bu

nedenle de K miktarının çamur dozuna bağlı olarak toprakta artmış olabileceği düşünülmektedir.

8. Arıtma çamuru ilavesi topraktan alınabilir Zn miktarını artırmıştır. Özellikle Ankara çamuru ilave edilmiş bölge toprağında alınabilir Zn miktarı kontrol toprağında 0,04 mg/kg iken 8ton/da çamur uygulanmış toprakta 14,29 mg/kg'a yükselmiştir. Benzer şekilde Gaziantep uygulamasında da Zn miktarındaki artış dikkat çekicidir. Bunun nedeni sözkonusu çamurların Zn miktarının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Diğer çamur uygulamalarında da benzer şekilde artan çamur dozuna bağlı olarak ekstrakte edilebilir Zn miktarları artmıştır.

9. Alınabilir Pb değerleri Gaziantep çamur uygulamasında özellikle inkübasyonun son döneminde (120. gün) önemli miktarda artış göstermiştir. İzmir, Elazığ ve kısmen Ankara çamuru uygulamalarında doza bağlı Pb miktarlarında artış belirlenmiş, geri kalan çamurlarda ise arıtma çamuru uygulaması doza bağlı olarak alınabilir Pb miktarını istatistiki olarak önem arz edecek şekilde etkilememiştir. Organik maddenin varlığı alınabilir metal miktarını artırmakta ve çamurun en yüksek dozunda meydana gelen alınabilir metal miktarlardaki artışın nedeninin organik madde miktarının artışından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

10. Antalya-Lara ve Karamürsel hariç diğer çamur uygulamalarında toprakların alınabilir Cd içerikleri inkübasyonun 1. ayında artan çamur dozuna bağlı olarak artış göstermiş, inkübasyonun 2. ve 3 aylarında ise kontrol ile dozlar arasında fark belirlenmemiştir.

11. Çamur uygulanmış toprakların alınabilir Ni içerikleri doza bağlı olarak (Elazığ ve Lara çamur uygulamaları hariç) artış göstermiş, zamana bağlı olarak ise azalmıştır (GASKİ hariç). Gaziantep çamur uygulamasında bunun tersi olarak inkübasyonun 3. ayında alınabilir Ni miktarları artmaya devam etmiştir.

12. Toprakların Cr içerikleri okuma limitlerinin altında bulunmuş ve çamur uygulamaları ile kontrol arasında bir fark belirlenmemiştir.

13. Toprakların alınabilir Cu değerleri Ankara, Samsun-Bafra ve İzmir-Çiğli çamur uygulamalarında doza ve zamana bağlı artış göstermiş, diğer çamurlarda ise doza bağlı artışlar ve zamana bağlı azalışlar belirlenmiştir. Lara ve Düzce çamur uygulamalarında ise sadece inkübasyonun 1 ayında doza bağlı alınabilir Cu miktarları $P<0.05$ düzeyinde önemli

artış göstermiş, inkübasyonun 2. ve 3. aylarında ise kontrol ve çamur uygulamaları arasındaki fark önemli bulunmamıştır.

14. Toprağa uygulanacak arıtma çamurunun özellikleri (tuz içeriği, pH, organik madde, kireç, element miktarları) özellikle yüksek dozlarda uygulandığında toprağın pH, tuz, OM, ağır metal gibi özellikleri üzerinde etkili olmaktadır.

15. Arıtma çamurunun uygulanacağı toprağın başta pH olmak üzere bünye, KDK vb özellikleri de çamurdan gelebilecek ağır metallerin toprakta parçalanması ve ayrışmasında önemli bulunmaktadır.

16. Arıtma çamurunun uygulanacağı toprağın özellikleri ve bölgesel özellikler mutlaka göz önüne alınarak uygulama yapılmalıdır.

10.1.3.3. Sera Denemesi

İnkübasyon denemesini takiben arıtma çamurlarının bitki gelişimi üzerine etkisini ortaya koyabilmek amacıyla kontrollü koşullarda sera denemesi yürütülmüştür.

Deneme Materyallerinin Seçimi

Sera denemesinde her risk grubundan 1 arıtma çamuru denemeye tabi tutulmuştur. Denemeye tabi tutulacak arıtma çamurlarının belirlenmesinde inkübasyon denemesi sonuçlarının yanısıra toprakların ve arıtma çamurlarının özellikleri de dikkate alınmıştır. Şöyle ki denemeye tabi tutulan İzmir toprağının kumlu tekstürde olmasından dolayı kaba bünyeli toprakta çamur-buğday verimi ilişkisini belirlemek amacıyla İzmir-Çiğli örnekleri denemeye alınmıştır. Ankara toprağı ise tarla denemesinin Ankara'da yürütülmesinden dolayı tarla denemesi öncesi çamur-buğday verimi ilişkisini kontrollü koşullarda ortaya koyabilmek amacıyla seçilmiştir. Sera denemesine alınacak çamurların seçiminde toprakların yanı sıra çamurun özellikle EC içeriğine göre de seçim yapılmıştır. Elektriksel iletkenlik (EC) değeri en yüksek (İzmir-Çiğli ve Ankara) ve en düşük (Elazığ) olan çamur ilavesinin toprakta bitki gelişimine etkisini ortaya koymak, bu şekilde çamurun EC içeriğinin bitki gelişiminde etkisi olup olmadığını belirlemek amaçlarımızdan birisidir. Buna göre sera denemesine düşük risk grubunu temsilen Elazığ, orta risk grubunu temsilen Ankara çamuru ve yüksek risk grubunu temsilen İzmir- Çiğli çamuru kullanılmıştır. . Her bir çamur kendi bölgelerinden tarafımızca alınan toprak örnekleriyle uygulamaya tabi tutulmuş (Elazığ çamuru- Elazığ toprağı ile, Ankara çamuru-Ankara toprağı ile, Çiğli çamuru-Çiğli toprağı ile), test bitkisi olarak da buğday kullanılmıştır.

Sera Denemesinin Kurulması

İnkübasyon denemesinde toprağa uygulanan arıtma çamuru dozlarının aynısı sera denemesinde uygulamaya alınmıştır (2, 4 ve 8 ton/da). Ayrıca ek olarak biri arıtma çamuru uygulanmayıp Orta Anadolu Bölgesi Susuz Tarım Sistemine uygun tür ve miktarda ticari gübrelerin kullanılarak arıtma çamuru ile kıyaslanacağı, diğeri ise hiçbir girdinin verilmeyeceği kontrol saksısı olacak şekilde iki saksı daha oluşturulmuş, böylece toplam sera denemesi konusu 5 olmuştur. Her uygulama için 4 adet tekerrür oluşturulmuştur. Sera denemesine alınan toplam saksı sayısı 3 çamur (Elazığ, Ankara, İzmir-Çiğli) x 5 uygulama konusu x 4 tekerrür= 60 adettir.

Sera denemesi Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü serasında yürütülmüştür. Denemede plastik saksılara kuru ağırlık esasına göre 4 kg toprak üzerine yukarıda belirtilen dozlarda arıtma çamuru uygulanmıştır. 60 saksıda yürütülen denemede arıtma çamuru havada kuru hale getirildikten sonra her saksı için ayrı ayrı tartılarak saksı toprağına karıştırılmıştır. Saksılar tarla kapasitesinin %70'i düzeyinde sulandıktan sonra sera koşullarında 1 hafta inkübasyona bırakılmış, bu sürenin sonunda her saksıya 20 adet buğday tohumu (Tosun bey) 6 cm derinliğe ekilmiştir. Ekim sonrası bitkinin çimlenmesine yetecek kadar saksılara su verilerek (can suyu) saksıların üzeri hava alacak şekilde kapatılarak ani kurumaları önlenmiş, bitkilerin çimlenmesi başlayınca saksıların örtüleri tamamen alınmıştır. Her gün sera şartları ve saksıların nem miktarları kontrol edilerek saksı topraklarının tarla kapasitesinde kalmaları sağlanmıştır. Çimlenmeden itibaren her saksı tek tek izlenerek her saksıda 15 bitki (ağır metal analizine yetecek miktarda bitki elde edebilmek amacıyla) bırakılmıştır. Çamur uygulanan saksılara bitkinin azot ihtiyacının karşılanması amacıyla ilgili saksılara amonyum nitrat gübresi verilmiştir. Her gün kontrol edilen bitkilerde zaman zaman saksıların sera içinde konumları değiştirilerek seranın yer-yöney etkisi ortadan kaldırılmıştır. Sera denemesinin kurulmasından 8 haftalık vejetasyon dönemi sonunda toprağa en yakın dip kısımlarından hasat edilerek, saf su ile yıkanarak sabit ağırlığa gelinceye kadar 70 °C' de kurutulularak toprak üstü organ ve kök kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Bitkiler çelik bıçaklı bilender ile öğütülerek analize hazır hale getirilip azot ve ağır metal içerikleri belirlenmiş, ayrıca sera saksı toprakları 2 mm'den elenerek inkübasyon denemesinde yapılan analizlerin aynısı sera denemesi topraklarında yapılmıştır. Sera denemesine ait fotoğraflar Şekil 10.18 ve Şekil 10.19'da verilmiştir.



Şekil 10.18 : Sera Denemesinin Kurulması ve Bitkinin Hasadı

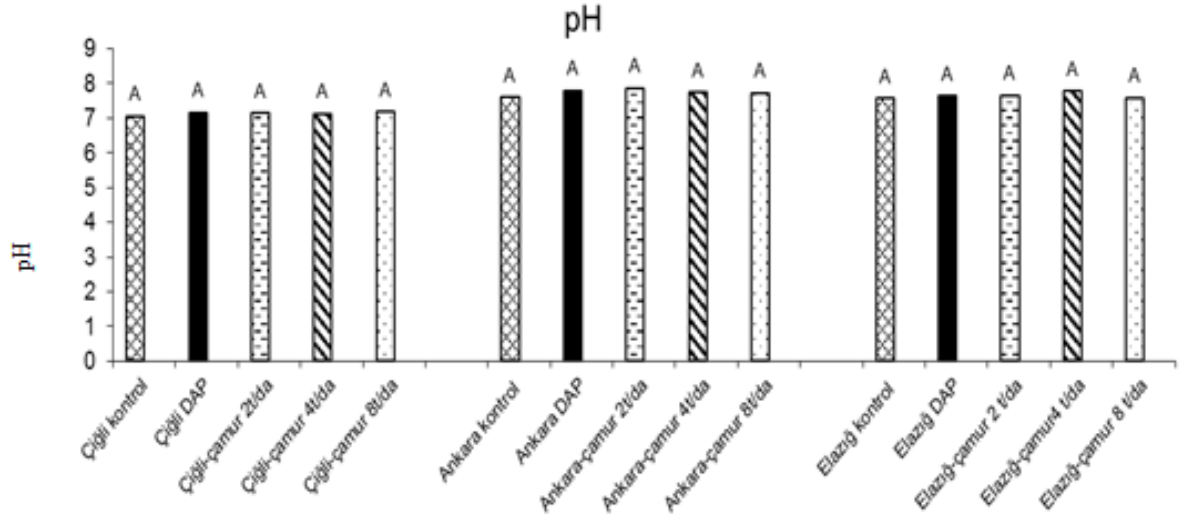


Şekil 10.19 : İzmir- Çiğli (a), Ankara (b) ve Elazığ (c) Arıtma Çamuru ile Diamonyum fosfat (DAP) Uygulamalarının Buğday Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkisi

10.1.3.4. Sera Denemesi Sonuçları

pH

Farklı dozlarda arıtma çamuru ilave edilmiş sera denemesi toprak örneklerinde belirlenen pH değerleri Tablo 10.25’te verilmiştir. Her bir çamur uygulamasını ayrı ayrı değerlendirecek olursak, Sera denemesinde kullanılan her üç arıtma çamuru uygulamasında (İzmir-Çiğli, Ankara ve Elazığ) artan çamur dozuyla beraber kontrole göre pH değerleri artmış, arıtma çamur uygulamalarına bağlı olarak belirlenen pH artışları istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Şekil 10.20).



Şekil 10.20 : Sera denemesi uygulamalarının toprakların pH değerleri üzerine etkileri

Tablo 10.25 : Sera Denemesi uygulamalarının toprakların pH, EC, Kireç, OM, KDK, N, NH₄, NO₃, kapsamları üzerine etkisi

Uygulama (ton/da)	pH	EC dS/m	CaCO ₃ %	OM %	KDK me/100 g	N %	NH ₄ mg/kg	NO ₃ mg/kg
Çiğili								
Kontrol	7,05ÖD	0,145C	4,70ÖD	0,83B	10,31ÖD	0,015C	9,57D	4,30E
DAP-15 kg/da	7,16ÖD	0,152C	4,68ÖD	0,98B	10,29ÖD	0,094B	8,22E	9,20D
Çamur-2t/da	7,15ÖD	0,182C	3,92ÖD	1,14B	10,74ÖD	0,090B	15,32C	15,05C
Çamur-4t/da	7,13ÖD	1,272B	3,76ÖD	1,05B	11,21ÖD	0,102B	19,37B	74,93B
Çamur-8t/da	7,17ÖD	2,310A	3,84ÖD	1,92A	11,75ÖD	0,128A	34,05A	192,33A
Ankara								
Kontrol	7,60ÖD	0,185B	26,06ÖD	1,34B	40,78B	0,030B	8,40E	11,15E
DAP-15 kg/da	7,79ÖD	0,198B	26,37ÖD	1,50B	40,71B	0,072A	9,40C	24,35C
Çamur-2t/da	7,87ÖD	0,197B	25,95ÖD	2,06A	42,61AB	0,070A	8,25D	17,60D
Çamur-4t/da	7,74ÖD	1,182AB	26,56ÖD	2,37A	48,46A	0,072A	11,30B	31,98B
Çamur-8t/da	7,73ÖD	1,965A	26,02ÖD	2,42A	51,13A	0,080A	12,70A	78,88A
Elazığ								
Kontrol	7,57ÖD	0,115B	40,73ÖD	1,44B	37,01ÖD	0,011B	10,87D	9,23D
DAP-15 kg/da	7,63ÖD	0,150B	42,56ÖD	1,05C	36,56ÖD	0,025AB	7,65E	8,08E
Çamur-2t/da	7,65ÖD	0,185B	41,67ÖD	1,82B	38,00ÖD	0,027AB	19,02C	37,65C
Çamur-4t/da	7,78ÖD	0,295A	42,60ÖD	2,69A	39,69ÖD	0,030A	24,45B	73,63B
Çamur-8t/da	7,58ÖD	0,302A	43,89ÖD	2,73A	42,15ÖD	0,032A	39,95A	194,35A
LSD>0.05	0,217	0,070	2,080	0,404	10,031	0,016	0,0012	0,0036

Büyük harf düşey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma (P<0.05);

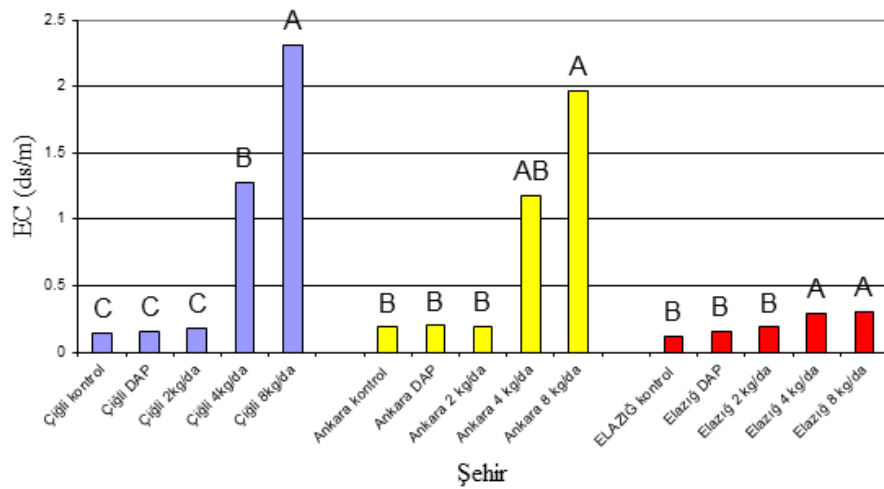
LSD: Least Significant Difference

ÖD: önemli değil

EC

Farklı dozlarda arıtma çamuru ilave edilmiş sera denemesi toprak örneklerinde belirlenen EC değerleri Tablo 10.25'te verilmiştir. Her bir çamur uygulamasını ayrı ayrı değerlendirecek olursak, sera denemesinde kullanılan her üç arıtma çamuru uygulamasında (İzmir-Çiğli, Ankara ve Elazığ) artan düzeylerde çamur uygulaması toprakların EC değerlerini artırmıştır. Arıtma çamurunun 2 ton/da dozunda uygulanması her 3 çamur uygulamasında da kontrol ve DAP uygulaması ile aynı gruba girmiş, 4 ve 8 ton/da çamur uygulamaları ise $P<0.05$ düzeyinde toprakların EC değerlerinde önemli artışa neden olmuştur. Şüphesiz bu artış çamur materyalinin içermiş olduğu tuzlarla ilgili olup (Hargreaves vd. 2008) uygulanan doz arttıkça da bu etki belirginleşmektedir. Örneğin, Elazığ çamurunun EC değeri diğer çamurlara göre daha düşük olup, artan çamur uygulaması sonucunda Elazığ topraklarının EC değerleri diğer topraklardaki gibi artmış ancak bu artış çok yüksek değerlere ulaşmamıştır. Yüksek dozda arıtma çamuru uygulanan toprakta olasılıkla metal tuzlarının oluşması nedeniyle (ağır metal ve organik madde kompleksi) en yüksek EC değeri tespit edilmiştir. Toprağa artan dozlarda arıtma çamuru ilavesiyle toprak tuzluluğunun arttığı pek çok araştırmacı tarafından belirtilirken (Moreno vd., 1997; Usman vd.,2004).

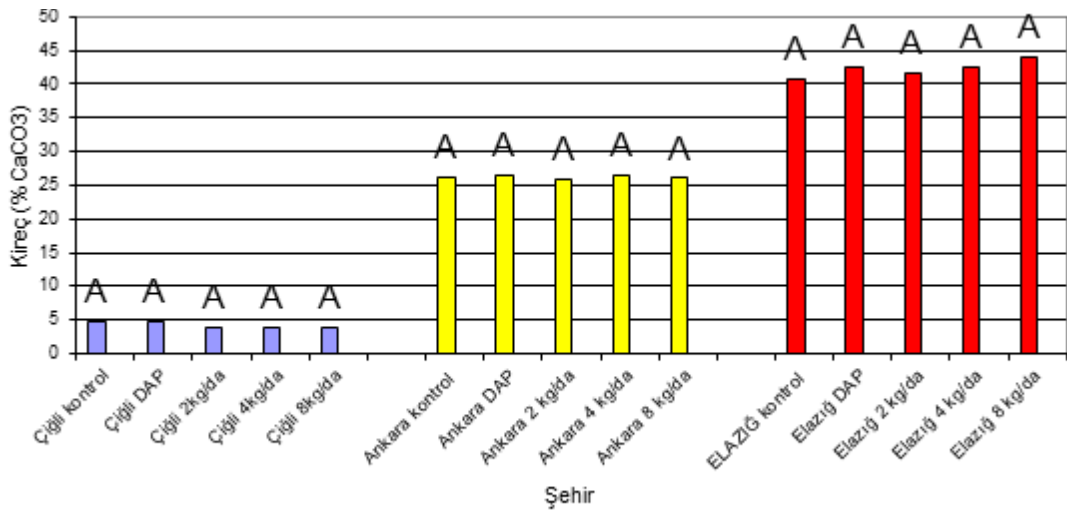
Sera denemesinde kullanılan bütün arıtma çamuru materyallerinin tuz kapsamı sınır değer olan 2-4dS/m'de düşük olup, tuzluluk açısından bir sorun teşkil etmemesine rağmen özellikle su bilançosu negatif olan bölge topraklarında sulama suyu kalitesi, toprağın özellikleri, taban suyu seviyesi, drenaj vb etkenlerden dolayı tuzlanma riski olan sulu tarım sistemlerinde tuz miktarı yüksek arıtma çamurunun kullanılmasında dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamakta yarar görülmektedir (Şekil 10.21).



Şekil 10.21 : Sera denemesi uygulamalarının toprakların EC değerleri üzerine etkileri

Kireç

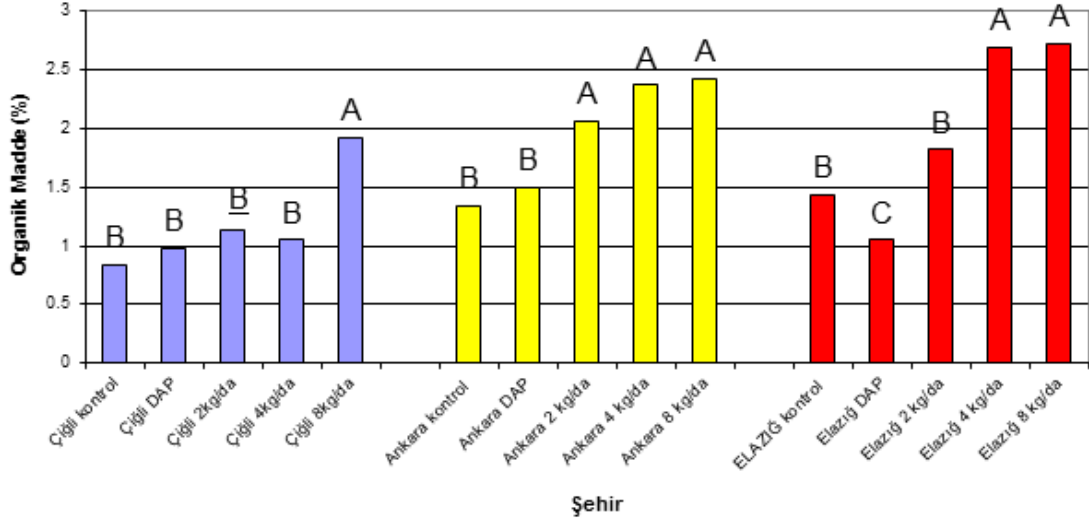
Farklı dozlarda arıtma çamuru ilave edilmiş sera denemesi toprak örneklerinde belirlenen kireç değerleri Tablo 10.25'te verilmiştir. Her bir çamur uygulamasını ayrı ayrı değerlendirecek olursak, Çiğli topraklarında kireç miktarı düşük ve orta düzeyde olup, diğer toprakların tamamında ise yüksek miktarda kireç bulunmaktadır. Artan dozlarda çamur ilavesi denemeye alınan Çiğli topraklarının kireç değerlerini azaltmış, Ankara ve Elazığ topraklarının kireç içeriklerini ise artırmıştır. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde ise her üç çamur uygulamasında meydana gelen azalış ve artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Şekil 10.22).



Şekil 10.22 : Sera denemesi uygulamalarının toprakların kireç değerleri üzerine etkileri

Organik Madde

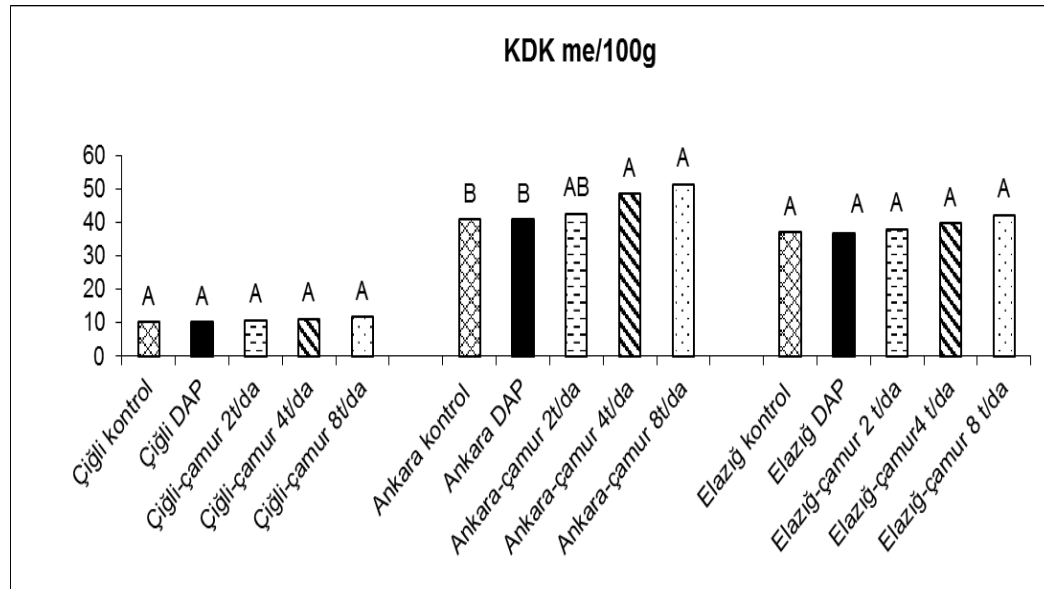
Farklı dozlarda arıtma çamuru ilave edilmiş sera denemesi toprak örneklerinde belirlenen organik madde değerleri Tablo 10.25 ve Şekil 10.23'te verilmiştir. Denemeye alınan Ankara uygulamasında her 3 arıtma çamuru ilavesi organik madde miktarını kontrole göre $P < 0.05$ düzeyinde artırmış, Çiğli uygulamasında sadece 8 ton/da çamur uygulaması $P < 0.05$ düzeyinde önemli artışa neden olmuş, Elazığ uygulamasında ise 4 ve 8 ton/da çamur uygulaması $P < 0.05$ düzeyinde toprağın organik madde miktarını artırmıştır.

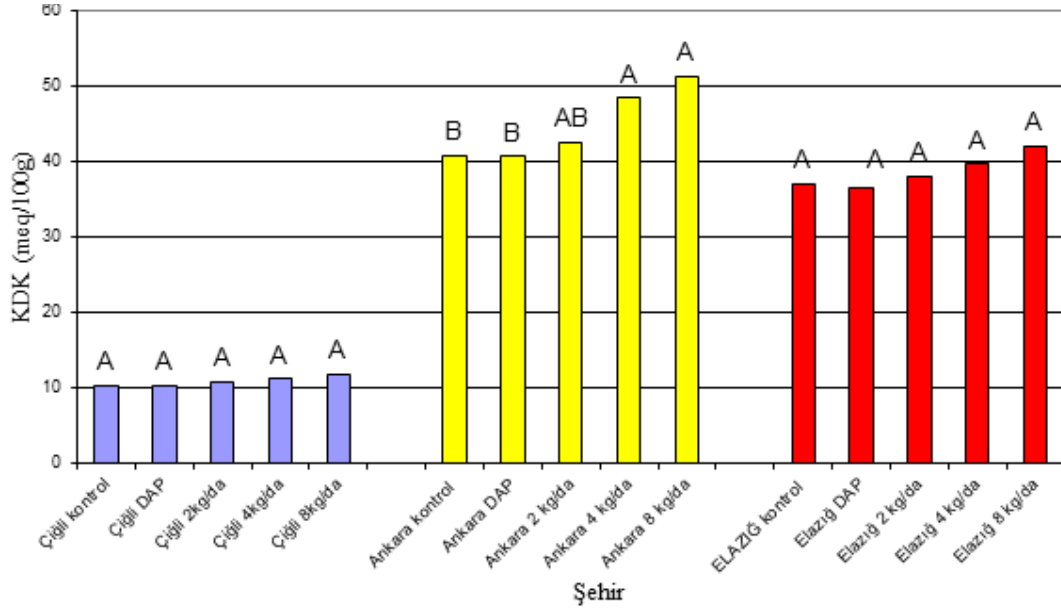


Şekil 10.23 : Sera denemesi uygulamalarının toprakların OM değerleri üzerine etkileri

Katyon Değişim Kapasitesi (KDK)

Farklı dozlarda arıtma çamuru ilave edilmiş sera denemesi toprak örneklerinde belirlenen KDK değerleri Tablo 10.25 ve Şekil 10.24'te verilmiştir. Her bir çamur uygulamasını ayrı ayrı değerlendirecek olursak, Çiğli toprağının KDK değeri düşük olup, diğer 2 toprağın (Ankara, Elazığ) KDK değerleri yüksektir. Değişen düzeylerde arıtma çamuru ilavesi, Çiğili ve Elazığ uygulamalarında toprağın katyon değişim kapasitesini (KDK) istatistiksel olarak önem arz edecek düzeyde değiştirmemiş, Ankara uygulamasında ise toprağın KDK değerleri arıtma çamuru uygulama düzeyine bağlı olarak $P < 0.05$ düzeyinde önemli artışa neden olmuştur. Toprağa yüksek dozlarda arıtma çamuru ilavesinde KDK değeri artış gösterebilmekte, bu da organik maddenin iyon değişim kapasitesine sahip aktif yüzeye sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

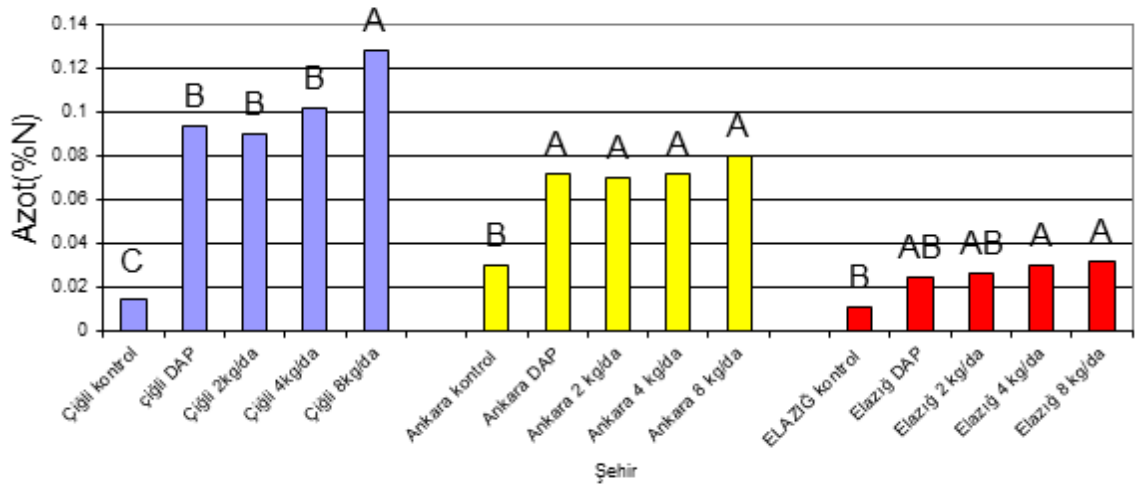




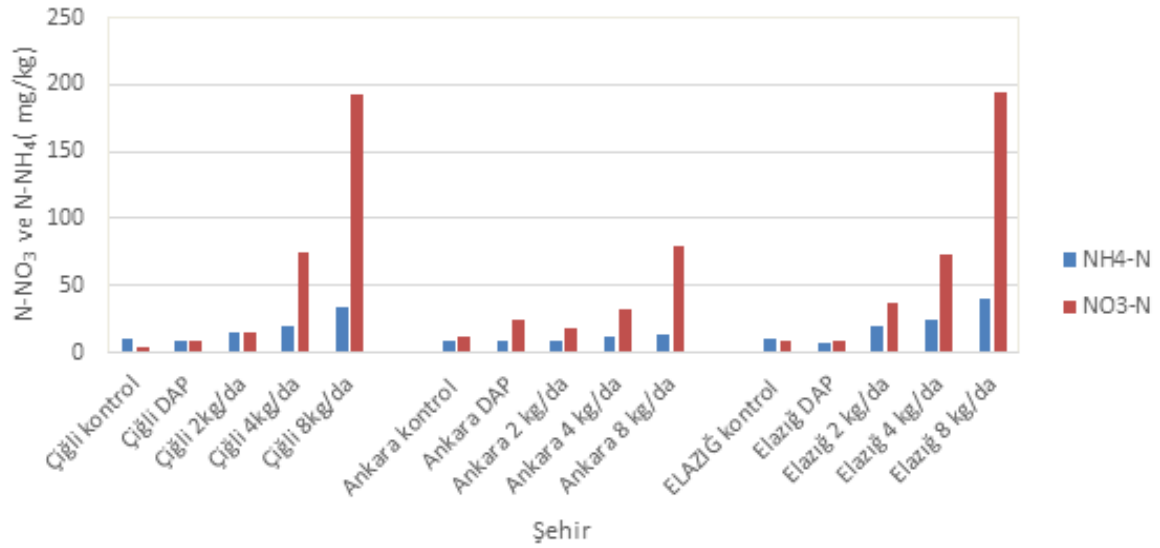
Şekil 10.24: Sera denemesi uygulamalarının toprakların KDK değerleri üzerine etkiler

Toplam azot (N), Amonyum azotu (NH_4^+-N) ve Nitrat azotu (NO_3^-N)

Farklı dozlarda arıtma çamuru ilave edilmiş sera denemesi toprak örneklerinde belirlenen toplam azot, amonyum ve nitrat azotu değerleri Tablo 10.25'te verilmiştir. Her üç çamur uygulamasında tüm uygulama düzeyleri kontrol toprağına göre önemli düzeyde değişiklikler göstermiş olup en yüksek etki 8 t/da en düşük etki ise 2 t/da uygulamasında elde edilmiştir ($P<0.05$). Sera denemesine alınan arıtma çamuru örneklerinde Elazığ çamuru en düşük N içeriğine sahip olup (%1,98), en yüksek N içeren çamur ise İzmir-Çiğli çamurudur (%4,52) (Şekil 10.25 ve Şekil 10.26). Buna bağlı olarak da Çiğli uygulamasında en yüksek çamur dozu olan 8 ton/da uygulamasında toprakların azot içerikleri önemli derecede artış göstermiş, Ankara ve Elazığ uygulamalarında ise DAP uygulamaları ile çamur uygulamaları aynı gruba girmiş, kontrole göre ise diğer tüm uygulamalar $P<0.05$ düzeyinde önemli artışa neden olmuştur. Bu artış denemenin 1. ayında dışarıdan uygulanan azotlu gübreden de kaynaklanmaktadır. Sera denemesinde belirlenen toprak azot miktarlarının inkübasyon topraklarından daha düşük bulunmasının temel nedeni ise yetiştirilen buğday bitkisinin azotu topraktan kaldırmasından dolayıdır. Tüm uygulamalarda toprakların amonyum ve nitrat azot içerikleri uygulanan çamur dozuna bağlı olarak $P<0.05$ düzeyinde artış göstermiştir.



Şekil 10.25 : Sera denemesi uygulamalarının toplam N değeri üzerine etkileri



Şekil 10.26 : Sera denemesi uygulamalarının toprakların NH₄-NO₃ değerleri üzerine etkileri

Alınabilir fosfor ve Değişebilir potasyum

Farklı dozlarda arıtma çamuru ilave edilmiş sera denemesi toprak örneklerinde belirlenen alınabilir fosfor değerleri Tablo 10.26 ve Şekil 10.27’de verilmiştir.

Çiğli ve Elazığ uygulamalarında ilave edilen çamur dozuna bağlı olarak toprakların fosfor miktarları P<0.05 düzeyinde önemli artış göstermiş, Ankara uygulamasında ise dozlar arasında meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Toprak+çamur kapsamında fosforun bir kısmı humifikasyon periyodu boyunca mineralizasyona bağlı olarak alınabilir forma dönüşmektedir.

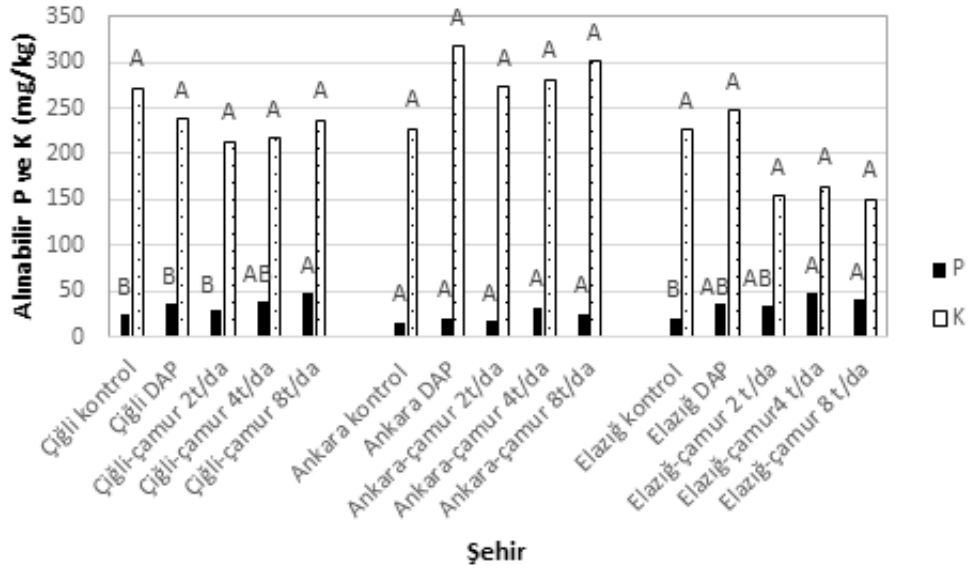
Arıtma çamurları iyi bir fosfor kaynağıdır ve yüksek fosfor fiksasyon kapasiteli topraklarda dâhil kolaylıkla alınabilmektedirler. Pekçok araştırmacı arıtma çamurundaki alınabilir fosfor miktarının mineral fosfor gübresindeki ile aynı yada daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Sera denemesi topraklarında da tek başına DAP ilave edilmiş toprakların alınabilir fosfor miktarları 4 ton/da çamur ilave edilmiş topraklarla hemen hemen aynı değerleri taşımakta, 8 ton/da çamur ilavesinde ise alınabilir P miktarları ise $P<0.05$ düzeyinde önemli artışa neden olmuştur. Arıtma çamurunun her 3 uygulamasında da (Çiğli, Ankara, Elazığ) toprakların potasyum kapsamına istatistiksel olarak önem arz edecek şekilde etki etmemiştir.

Tablo 10.26 : Sera denemesi uygulamalarının toprakların alınabilir P ve K ile Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Ni (mg/kg) kapsamları üzerine etkisi

Uygulama	P	K	Fe	Cu	Zn	Mn	Pb	Ni
Çiğili								
Kontrol	24,42B	272 ÖD	9,97B	0,89C	0,88D	2,56B	1,19A	0,50C
DAP-15 kg/da	35,52AB	239 ÖD	10,50B	0,93C	0,79D	3,13B	0,81B	0,53C
Çamur-2t/da	28,23B	214 ÖD	11,06B	1,28B	2,78C	3,79B	0,76B	0,81B
Çamur-4t/da	38,04AB	217 ÖD	11,06B	1,38B	4,30B	3,50B	0,68B	0,92B
Çamur-8t/da	47,35A	237 ÖD	14,17A	2,22A	8,02A	6,51A	0,80AB	1,54A
Ankara								
Kontrol	16,80 ÖD	228 ÖD	3,15C	0,56D	0,25D	3,61 ÖD	1,34 ÖD	0,44B
DAP-15 kg/da	19,96 ÖD	318 ÖD	2,80D	0,56D	0,15D	4,36 ÖD	1,26 ÖD	0,43B
Çamur-2t/da	16,81 ÖD	273 ÖD	4,27C	0,96C	3,09C	3,91 ÖD	1,30 ÖD	0,59AB
Çamur-4t/da	31,82 ÖD	282 ÖD	6,45B	1,44B	6,54B	5,50 ÖD	1,39 ÖD	0,76AB
Çamur-8t/da	24,60 ÖD	301 ÖD	9,45A	2,31A	13,73A	5,71 ÖD	1,47 ÖD	1,06A
Elazığ								
Kontrol	20,84B	227 ÖD	3,48B	0,87D	0,45D	4,93B	0,60 ÖD	0,67C
DAP-15 kg/da	36,40AB	248 ÖD	4,09B	0,99C	0,36D	6,33AB	0,73 ÖD	0,69C
Çamur-2t/da	32,99AB	154 ÖD	4,79B	1,10B	1,72C	6,64AB	0,68 ÖD	0,82BC
Çamur-4t/da	47,11A	165 ÖD	4,78B	1,25B	2,99B	6,81AB	0,66 ÖD	0,93B
Çamur-8t/da	39,98A	151 ÖD	6,50A	1,63A	5,49A	8,50A	0,74 ÖD	1,17A
LSD>0.05	16,42	145,2	1,244	0,170	0,953	2,262	0,373	0,173

Büyük harf düzey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$); LSD: Least Significant Difference, ÖD: önemli değil



Şekil 10.27 : Sera denemesi uygulamalarının toprakların alınabilir P ve K Değerleri üzerine etkileri

Toplam ve alınabilir iz element ve ağır metalller

Farklı dozlarda arıtma çamuru ilave edilmiş sera denemesi toprak örneklerinde belirlenen toplam ağır metal değerleri Tablo 10.27’de, alınabilir iz element ve ağır metal değerleri Tablo 10.28’de, verilmiştir. Bütün uygulamalarda toprakların toplam metal kapsamları (Ni hariç) çamur dozuna bağlı olarak artış göstermiştir. Sadece Elazığ uygulamasında en yüksek 2 doz olan 4 ve 8 ton/da uygulamasında toprağın toplam Pb değerlerinde önemli azalma meydana gelmiş, Ankara uygulaması da toprağın Pb kapsamı üzerine etkide bulunmamıştır. Elazığ topraklarında arıtma çamurunun yüksek dozlarında toprağın Pb miktarlarındaki azalmanın nedeni çamurla beraber toprak kolloidlerindeki (organik madde ve kil mineralleri) ilerleyen adsorpsiyondan kaynaklanmış olabilir. Her üç çamur uygulaması toprakların toplam Ni içerikleri üzerine etki etmemiştir.

Toprakların alınabilir ağır metal kapsamları da bütün uygulamalarda (Pb hariç) artan çamur dozuna bağlı olarak artış göstermiştir. Sadece Çiğli uygulamasında toprakların alınabilir Pb değerleri toplam Pb değerlerinin aksine doz arttıkça azalmış, toplam Pb değerleri ise Çiğli çamur uygulamasında doz arttıkça artmıştır. Ankara ve Elazığ uygulamalarında ise arıtma çamuru ilavesi toprakların Pb kapsamları üzerine etkide bulunmamıştır. Toprakların alınabilir Cd ve Cr konsantrasyonları deteksiyon limitinin ($P \leq 0,05$) altında olduğundan sonuçlar verilmemiştir. Düşey kolonlardaki sayıların yanındaki harfler her bir doz arasındaki karşılaştırmayı göstermektedir. Harf bir satırdan diğer komşu (düşey) satıra farklılaşma göstermezse, hesaplanan LSD seviyesinde aradaki farkın önemli olmadığı anlamını taşımaktadır. Harfin farklılaşması sonuçların LSD seviyesinde bir komşu satırdan farklı olduğunu ifade etmektedir. LSD: Least Significant Difference

Bitki analiz sonuçları

Farklı dozlarda arıtma çamuru ilave edilmiş sera denemesinde hasat edilen buğday bitkisinin azot, ağır metal ve iz element kapsamları ile yaş ve kuru ağırlık değerleri Tablo 10.29’da verilmiştir.

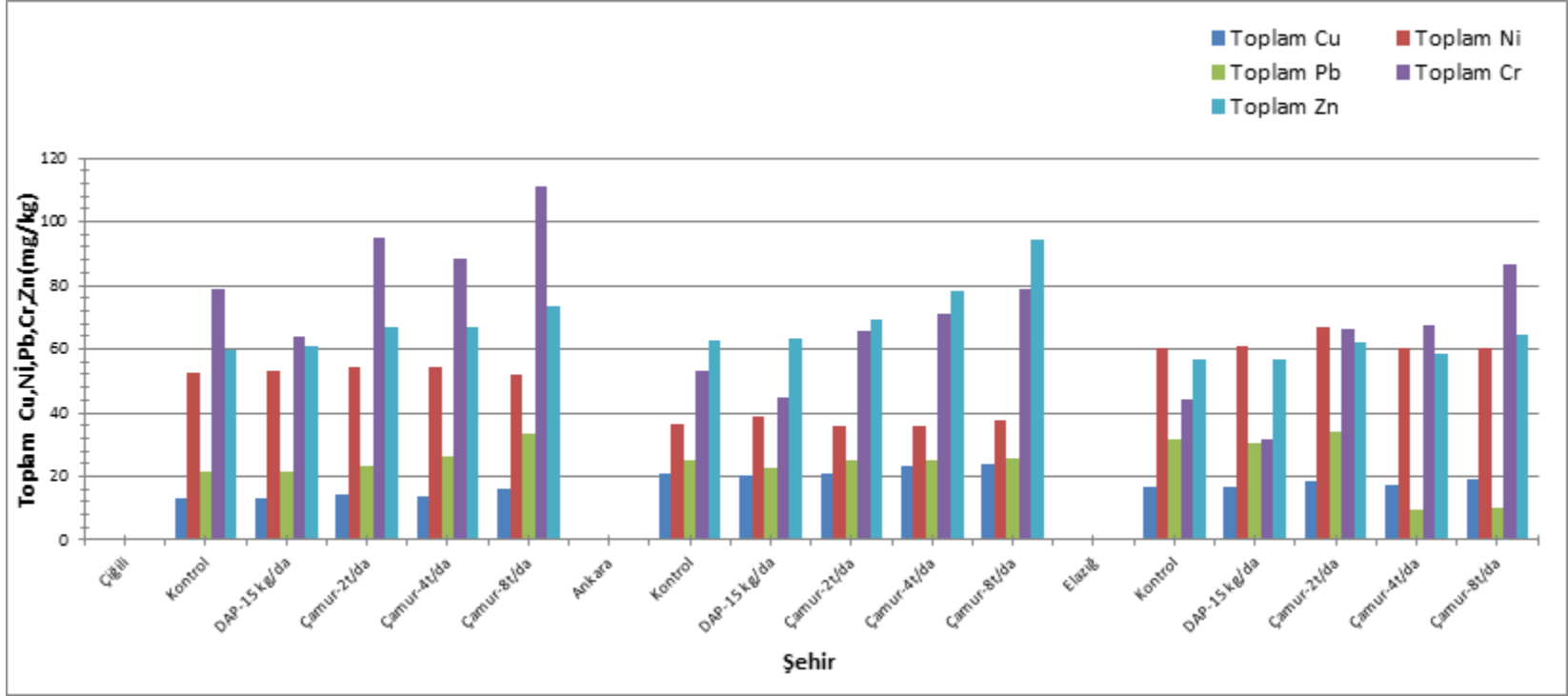
Ankara ve Elazığ çamur uygulamalarında bitkinin bakır ve çinko içerikleri artan çamur dozuna bağlı olarak artmış, Çiğli çamuru uygulamasında ise kontrol ve diğer uygulamalar arasında bir fark belirlenmemiştir. Her üç çamur çeşidi uygulamasında da bitkinin demir ve mangan kapsamları çamur uygulamasından etkilenmemiş, Elazığ uygulamasında artan çamur dozuna bağlı olarak bitkinin Mn içeriği azalmış fakat bu azalış istatistiksel olarak

önemli bulunmamıştır. Bitkinin Cd, Pb ve Ni konsantrasyonları deteksiyon limitinin ($P \leq 0,05$) altında olduğundan Çizelgede verilmemiştir.

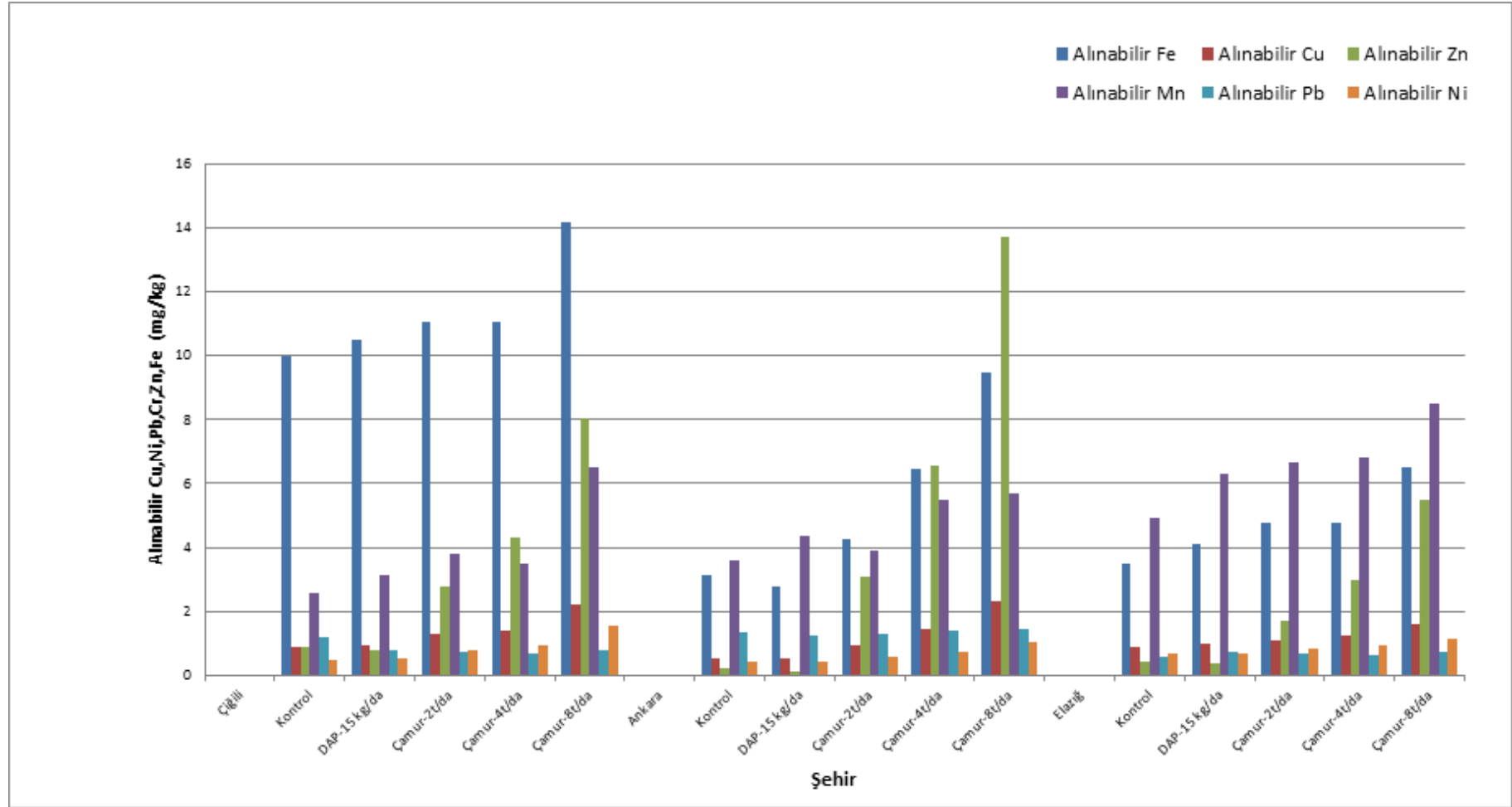
Sera denemesinde yetiştirilen buğday bitkisinin hasadından sonra tartılan yaş ağırlık değerleri gerek DAP uygulamasında gerekse çamur uygulamalarında kontrole göre artış göstermiş ancak en yüksek doz olan 8 ton/da çamur uygulamasında gerek yaş, gerekse bitki kuru ağırlıklarında önemli düşmeler görülmüştür.

Bitkinin kuru ağırlıkları, Çiğli uygulamasında kontrol dışındaki diğer tüm uygulamalarda (DAP ve 3 çamur dozu) istatistiksel olarak aynı gruba girmiş, kontrole göre bitkinin kuru ağırlığını $P < 0.05$ düzeyinde önemli derecede artırmıştır. Ankara çamuru uygulamasında en düşük kuru madde miktarları kontrol ve 2 ton/da çamur uygulanmış saksılarda belirlenmiş, DAP uygulaması ile 4 ve 8 ton/da çamur uygulamaları ise istatistiksel olarak aynı gruba girmiş ve kuru madde ağırlığını artırmıştır.

Her üç çamur uygulamasında (Çiğli, Ankara, Elazığ) her 3 çamur dozu (2, 4, 8 ton/da) da bitkinin azot kapsamını DAP uygulaması ve kontrole göre $P < 0.05$ düzeyinde önemli artışa neden olmuştur.



Şekil 10.28 : Sera denemesi uygulamalarının toprakların toplam Cu, Ni, Pb, Cr ve Zn değerleri üzerine etkileri



Şekil 10.29 : Sera denemesi uygulamalarının toprakların alınabilir Cu, Ni, Pb, Cr ve Zn değerleri üzerine etkileri

Tablo 10.27 : Sera denemesi uygulamalarının toprakların toplam Cu, Ni, Pb, Cr ve Zn (mg/kg) kapsamları üzerine etkisi

Uygulama	Cu	Ni	Pb	Cr	Zn
Çiğli					
Kontrol	12,94B	52,84 ÖD	21,70C	78,63C	60,00C
DAP-15 kg/da	13,38B	53,07 ÖD	21,55C	64,15C	60,99C
Çamur-2t/da	14,10B	54,61 ÖD	23,20C	94,79AB	66,94B
Çamur-4t/da	13,48B	54,47 ÖD	26,42B	88,45B	67,07B
Çamur-8t/da	15,89A	51,74 ÖD	33,56A	110,94A	73,44A
Ankara					
Kontrol	20,99B	36,37 ÖD	25,12ÖD	53,16BC	62,94D
DAP-15 kg/da	20,28B	38,75 ÖD	22,39 ÖD	44,62C	63,30D
Çamur-2t/da	21,03B	35,56 ÖD	25,31 ÖD	65,61AB	69,05C
Çamur-4t/da	23,28A	35,56 ÖD	24,78 ÖD	71,34A	77,97B
Çamur-8t/da	23,71A	37,40 ÖD	25,50 ÖD	78,64A	94,41A
Elazığ					
Kontrol	16,63C	60,42 ÖD	31,41AB	44,38C	56,56C
DAP-15 kg/da	16,96C	60,78 ÖD	30,36B	31,83C	56,68C
Çamur-2t/da	18,67AB	66,84 ÖD	34,31A	66,32B	61,89AB
Çamur-4t/da	17,32C	60,48 ÖD	9,50C	67,77B	58,62BC
Çamur-8t/da	18,97A	60,20 ÖD	10,25C	86,65A	64,76A
LSD>0.05	1,444	5,424	2,914	16,238	4,786

Büyük harf düşey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$); LSD: Least Significant Difference
 ÖD: önemli değil

Tablo 10.28 : Sera Denemesi Uygulamalarının Toprakların Alınabilir P ve K ile Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Ni (mg/kg) Kapsamları Üzerine Etkisi

Uygulama	P	K	Fe	Cu	Zn	Mn	Pb	Ni
Çiğli								
Kontrol	24,42B	272 ÖD	9,97B	0,89C	0,88D	2,56B	1,19A	0,50C
DAP-15 kg/da	35,52AB	239 ÖD	10,50B	0,93C	0,79D	3,13B	0,81B	0,53C
Çamur-2t/da	28,23B	214 ÖD	11,06B	1,28B	2,78C	3,79B	0,76B	0,81B
Çamur-4t/da	38,04AB	217 ÖD	11,06B	1,38B	4,30B	3,50B	0,68B	0,92B
Çamur-8t/da	47,35A	237 ÖD	14,17A	2,22A	8,02A	6,51A	0,80AB	1,54A
Ankara								
Kontrol	16,80 ÖD	228 ÖD	3,15C	0,56D	0,25D	3,61 ÖD	1,34 ÖD	0,44B
DAP-15 kg/da	19,96 ÖD	318 ÖD	2,80D	0,56D	0,15D	4,36 ÖD	1,26 ÖD	0,43B
Çamur-2t/da	16,81 ÖD	273 ÖD	4,27C	0,96C	3,09C	3,91 ÖD	1,30 ÖD	0,59AB
Çamur-4t/da	31,82 ÖD	282 ÖD	6,45B	1,44B	6,54B	5,50 ÖD	1,39 ÖD	0,76AB
Çamur-8t/da	24,60 ÖD	301 ÖD	9,45A	2,31A	13,73A	5,71 ÖD	1,47 ÖD	1,06A
Elazığ								
Kontrol	20,84B	227 ÖD	3,48B	0,87D	0,45D	4,93B	0,60 ÖD	0,67C
DAP-15 kg/da	36,40AB	248 ÖD	4,09B	0,99C	0,36D	6,33AB	0,73 ÖD	0,69C
Çamur-2t/da	32,99AB	154 ÖD	4,79B	1,10B	1,72C	6,64AB	0,68 ÖD	0,82BC
Çamur-4t/da	47,11A	165 ÖD	4,78B	1,25B	2,99B	6,81AB	0,66 ÖD	0,93B
Çamur-8t/da	39,98A	151 ÖD	6,50A	1,63A	5,49A	8,50A	0,74 ÖD	1,17A
LSD>0.05	16,42	145,2	1,244	0,170	0,953	2,262	0,373	0,173

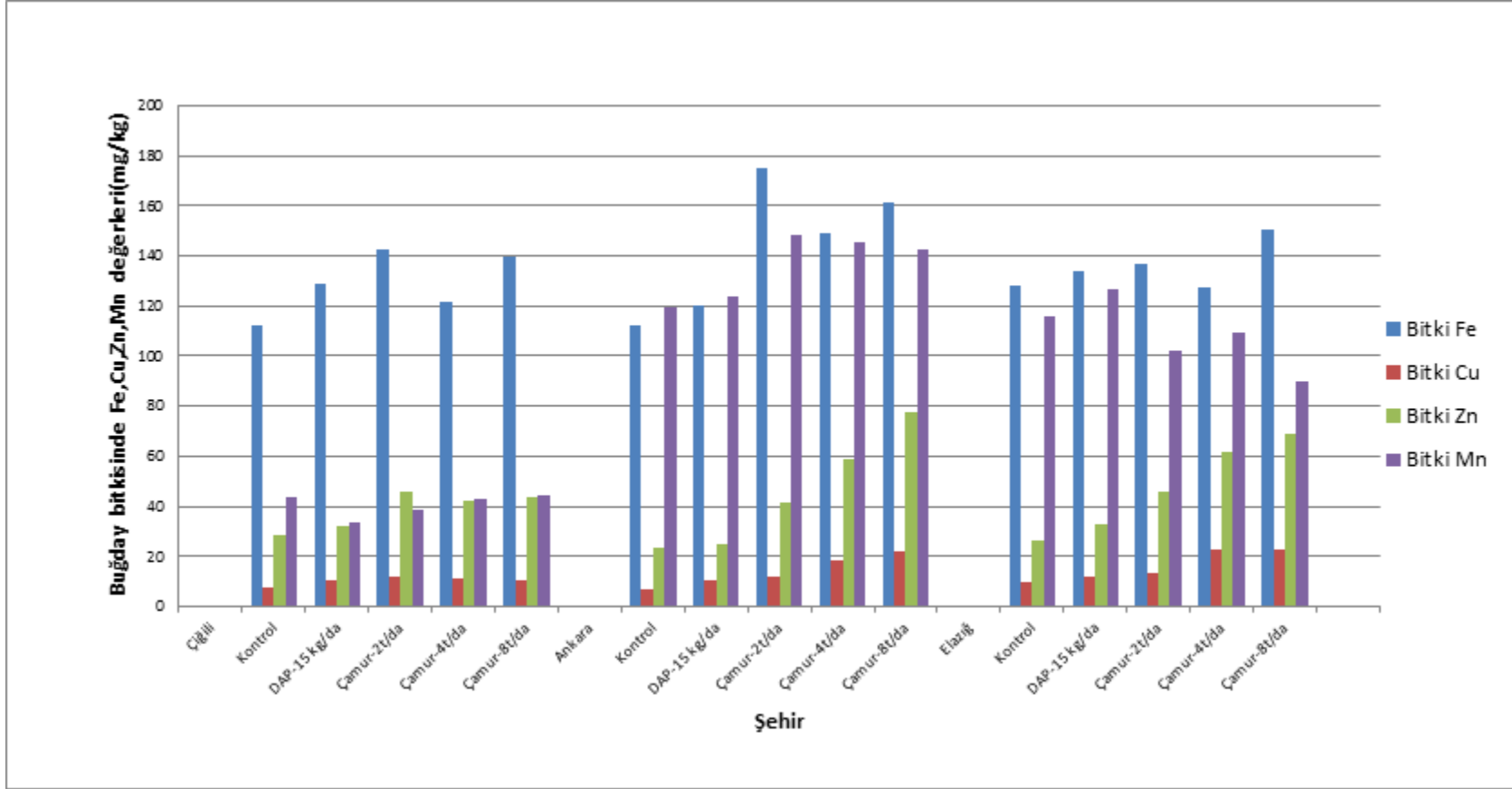
Tablo 10.29 : Sera denemesi uygulamalarının bitkinin % N ve Fe, Cu, Zn, Mn (mg/kg) içerikleri ile yaş ve kuru ağırlıkları (g) üzerine etkisi

Uygulama	N	Fe	Cu	Zn	Mn	Yaş ağırlık	Kuru ağırlık
Çiğili							
Kontrol	2,40C	112,53ÖD	7,80 ÖD	28,60 ÖD	43,28 ÖD	12,11C	1,47B
DAP-15 kg/da	3,59B	129,15ÖD	10,20 ÖD	31,77 ÖD	33,28 ÖD	16,45B	2,34A
Çamur-2t/da	4,59A	142,40ÖD	11,95 ÖD	45,55 ÖD	38,63 ÖD	22,21A	2,76A
Çamur-4t/da	4,56A	121,63 ÖD	11,05 ÖD	42,25 ÖD	42,58 ÖD	22,62A	2,34A
Çamur-8t/da	5,11A	139,95 ÖD	10,40 ÖD	43,75 ÖD	44,13 ÖD	16,34B	2,30A
Ankara							
Kontrol	3,49 B	112,13 ÖD	7,07C	23,23D	119,68 ÖD	10,58B	1,26B
DAP-15 kg/da	3,98AB	120,33 ÖD	10,37BC	24,70D	124,13 ÖD	16,71A	1,93A
Çamur-2t/da	4,17AB	175,15 ÖD	12,12BC	41,55C	148,68 ÖD	14,75A	1,66AB
Çamur-4t/da	4,48A	149,28 ÖD	18,32AB	59,05B	145,33 ÖD	15,75A	2,10A
Çamur-8t/da	4,80A	161,70 ÖD	22,20A	77,53A	142,78 ÖD	9,03B	1,90A
Elazığ							
Kontrol	3,46B	128,45 ÖD	10,00B	25,95D	115,53 ÖD	10,86B	1,34C
DAP-15 kg/da	3,29B	134,10 ÖD	11,52B	33,05CD	126,88 ÖD	13,47B	1,77BC
Çamur-2t/da	4,49A	137,00 ÖD	13,02B	46,03BC	102,45 ÖD	17,04A	2,39A
Çamur-4t/da	4,87A	127,58 ÖD	22,35A	61,88AB	109,30 ÖD	18,18A	2,35A
Çamur-8t/da	5,26A	150,70 ÖD	22,52A	69,05A	89,53 ÖD	17,25A	2,20AB
LSD>0.05	0,811	98,820	8,706	16,770	35,392	2,260	0,522

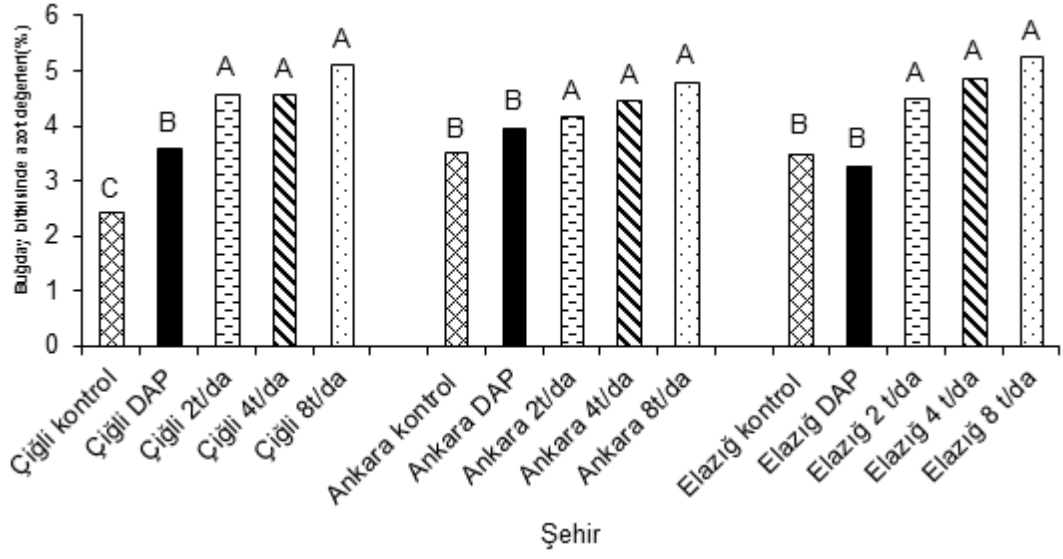
Büyük harf düşey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$);

LSD: Least Significant Difference ÖD: önemli

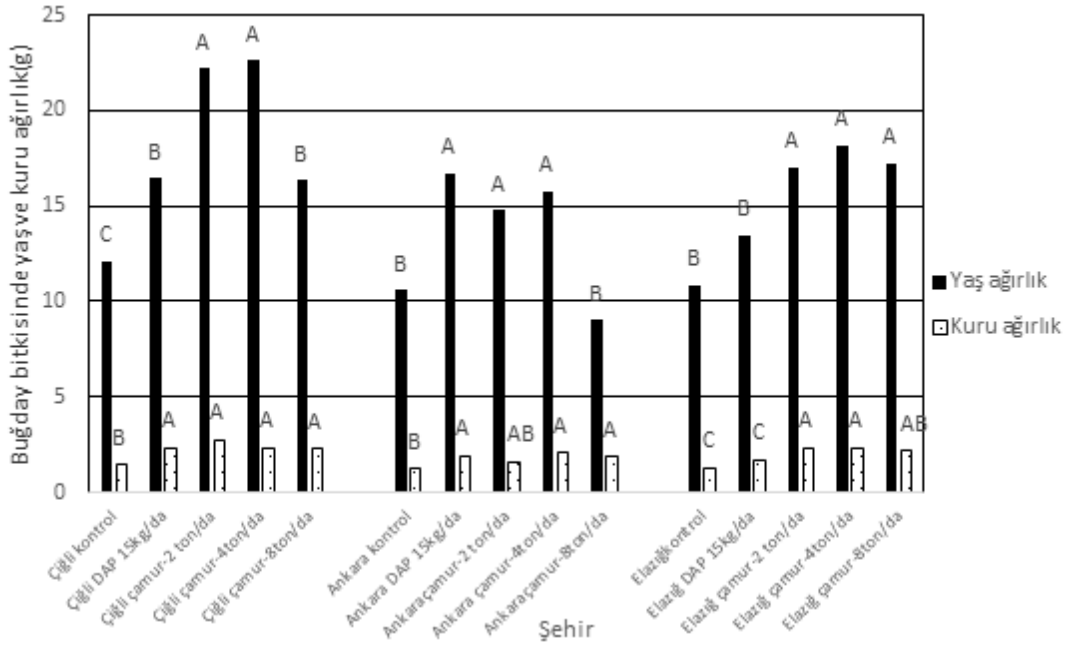
değil



Şekil 10.30 : Sera denemesi uygulamalarının buğday bitkisi Fe, Cu, Zn, Mn değerleri üzerine etkileri



Şekil 10.31 : Sera denemesi uygulamalarının buğday bitkisi azot değerleri üzerine etkileri



Şekil 10.32 : Sera denemesi uygulamalarının buğday bitkisi yaş ve kuru ağırlık değerleri üzerine etkileri

Sera denemesi sonuçları özetlenecek olursa;

1. Sera denemesinde kullanılan özellikle Ankara (İ4) ve Elazığ (D2) arıtma çamuru uygulamalarında artan çamur dozuyla beraber kontrole göre pH değerleri artmış, ancak arıtma çamur uygulamalarına bağlı olarak belirlenen pH artışları istatistiki olarak ($P < 0,05$) önemli bulunmamıştır.
2. Her üç arıtma çamuru uygulamasında artan düzeylerde çamur uygulaması toprakların OM ve EC değerlerini artırmıştır.
3. Artan dozlarda çamur ilavesi denemeye alınan her üç çamur uygulamasında kireç ve K değerlerinde meydana gelen azalış ve artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.
4. Değişen düzeylerde arıtma çamuru ilavesi, Çiğli (E1) ve Elazığ (D2) uygulamalarında toprağın katyon değişim kapasitesini (KDK) istatistiksel olarak önem arz edecek düzeyde değiştirmemiş, Ankara (İ4) uygulamasında ise toprağın KDK değerleri arıtma çamuru uygulama düzeyine bağlı olarak $P < 0.05$ düzeyinde önemli artışa neden olmuştur. Toprağa yüksek dozlarda arıtma çamuru ilavesinde KDK değeri artış gösterebilmekte, bu da organik maddenin iyon değişim kapasitesine sahip aktif yüzeye sahip olmasından kaynaklanmaktadır.
5. Çiğli (E1) uygulamasında en yüksek çamur dozu olan 8 ton/da uygulamasında toprakların azot içerikleri önemli derecede artış göstermiş, (diğer iki çamura göre yüksek azot içeriği ve OM içeriğine sahip), Ankara (İ4) ve Elazığ (D2) uygulamalarında ise DAP uygulamaları ile çamur uygulamaları aynı gruba girmiş, kontrole göre ise diğer tüm uygulamalar $P < 0.05$ düzeyinde önemli artışa neden olmuştur.
6. $\text{NH}_4^{++}\text{-N}$ ve $\text{NO}_3^{--}\text{-N}$ değerleri her üç çamur uygulamasında tüm uygulama düzeyleri kontrol toprağına göre önemli düzeyde değişiklikler göstermiş olup en yüksek etki 8 t/da en düşük etki ise 2 t/da uygulamasında elde edilmiştir ($P < 0.05$).
7. Çiğli (E1) ve Elazığ (D2) uygulamalarında ilave edilen çamur dozuna bağlı olarak toprakların fosfor miktarları $P < 0.05$ düzeyinde önemli artış göstermiş, Ankara (İ4) uygulamasında ise dozlar arasında meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.
8. Sera topraklarının özellikle Çiğli çamur uygulamasında toplam Pb içerikleri önemli artışa neden olmuştur. Cd açısından değerlendirildiğinde ise Çiğli ve Ankara çamur uygulamaları kontrole göre Cd konsantrasyonlarını artırmış, Elazığ uygulamasında ise kontrole göre herhangi bir değişiklik belirlenmemiştir. Arıtma çamuruna bağlı toprakta meydana gelen ağır metal artışı, çamurun toplam metal içeriğine bağlı olmasının yanı

sıra çamurun organik madde miktarına da bağlı olup, organik madde elementlerin çözünebilirlik ve biyoalınabilirliği üzerine direk etki edebilmektedir.

9. Toplam Ni her 3 çamur uygulamasında da önem arz edecek değişikliğe uğramamıştır. Toplam ve alınabilir Cr değerleri de Çiğli çamur uygulamasında doza bağlı $P < 0.05$ düzeyinde artışa neden olmuş, (Çiğli arıtma çamuru diğer iki çamura göre yüksek Cr içeriğine sahiptir), diğer 2 çamur uygulaması ise Cr içeriklerini önem arz edecek seviyede etkilememiştir.
10. Bitkinin azot, bakır ve çinko içerikleri artan çamur dozuna bağlı olarak artmış, bitkinin demir ve mangan kapsamları çamur uygulamasından etkilenmemiştir. Elazığ uygulamasında artan çamur dozuna bağlı olarak bitkinin Mn içeriği azalmış fakat bu azalış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.
11. Her üç çamur uygulaması ve her 3 çamur dozu (2, 4, 8 ton/da) da bitkinin azot kapsamını DAP uygulaması ve kontrole göre $P < 0.05$ düzeyinde önemli olacak şekilde artırmıştır.
12. Bitki örneklerinin Cd içerikleri deteksiyon limit değerlerinin altında belirlenmiş, Cr, Ni ve Pb içerikleri ise her 3 çamur uygulamasında da sadece en yüksek çamur dozu uygulanmış topraklarda diğer uygulamalara göre $P < 0.05$ düzeyinde artışa yol açmış, kontrol dahil diğer uygulamalar arasında fark belirlenmemiştir.
13. Sera denemesinde yetiştirilen buğday bitkisinin hasadından sonra tartılan yaş ağırlık değerleri gerek DAP uygulamasında gerekse çamur uygulamalarında kontrole göre artış göstermiş ancak en yüksek doz olan 8 ton/da çamur uygulamasında gerek yaş, gerekse bitki kuru ağırlıklarında önemli düşmeler görülmüştür.

10.1.3.5. Tarla Denemesi

Sera denemesinin başlatılmasını takiben, kontrollü koşullar dışında arazi koşullarında çamurun toprak ve bitki üzerindeki etkilerinin ortaya konulması amacıyla tarla denemesi kurulmuştur.

Deneme Materyalinin Seçimi

Tarla denemesinde materyal olarak Ankara ASKİ çamuru, Ankara Polatlı Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü arazisi ve Tosunbey buğday çeşidi kullanılmıştır.

Tarla Denemesinin Kurulması

Deneme Yeri Konumu

Deneme Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne (TİGEM) bağlı Polatlı Tarım İşletmesi'nde yürütülmüştür. Polatlı Tarım İşletmesi 39° 30' 00'' ile 39° 00' 00'' doğu enlemleri ve 32° 00' 00'' ile 32° 30' 00'' kuzey boylamları arasında yer almaktadır.

Deneme Yeri Toprak Özellikleri

Tarla denemesi Beyazbayır serisi (Dinç vd., 1998 tarafından tanımlanmış olan seri) diye adlandırılan alanda kurulmuştur. Beyazbayır serisine ait topraklar neojen yaşlı yükseltilerde dolgu ana materyali üzerinde orta eğimli bir topoğrafyaya sahip derin topraklardır. Profilde 110 cm derinlikte 1-2 cm' lik kil bantları görülmektedir. Bu da çok derin kök gelişimi gösteren bitkiler dışında ideal görülmektedir. Toprak profilinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 10.30'te verilmiştir.

Morfolojik Özellikleri

Ap horizonu (0-13 cm); donuk kahverengi (7.5 YR5/4) yaş, donuk turuncu (7.5 YR7/3) kuru; kil; orta zayıf granüler; hafif sert, dağılgan, yapışkan, az plastik; orta kireçli; yoğun saçak kök; geçişli dalgalı sınır.

Ad horizonu (13-27 cm); donuk kahverengi (7.5YR5/4) yaş; kil; masif; sert dağılgan, plastik yapışkan, orta kireçli; orta yoğun saçak kök; seyrek kireç miselleri; seyrek biyolojik aktivite; geçişli dalgalı sınır.

Bw horizonu (27-40 cm); turuncu (7.5YR3/3) yaş; kil; zayıf zayıf prizmatik; sert, dağılgan, yapışkan, plastik; orta kireçli; orta yoğun saçak kök; seyrek kireç miselleri; seyrek biyolojik aktivite; geçişli dalgalı sınır.

Bk horizonu (40-56 cm); kahverengi (10YR4/4) yaş, kil; orta orta prizmatik; sert, sıkı, yapışkan, plastik; orta kireç; seyrek ince saçak kök; orta yaygın kireç cepleri; geçişli dalgalı sınır.

Bk2 horizonu (56-89 cm); donuk sarımsı kahverengi (10YR5/3) yaş; kil; orta prizmatik; sert, sıkı, plastik, yapışkan; orta kireç; çok seyrek ince kök; 1-2 cm'lik kireç cepleri; belirgin dalgalı sınır.

BC horizonu (89-110 cm); donuk sarı turuncu (10YR6/3) yaş; kil; zayıf orta prizmatik; sert, dağınık, plastik, yapışkan; orta kireç; çok seyrek ince kök; çok seyrek 0.5 cm'lik kireç miselleri; belirgin dalgalı sınır.

2 C horizonu (110-150 cm); parlak sarı kahverengi (10YR7/6) yaş; kil; masif; sert, dağınık, az yapışkan; az plastik; az kireçli; 1-2 cm kırmızı benekli kil bantları; belirgin dalgalı sınır.

Tablo 10.30 : Beyazbayır Serisi Toprak Profiline Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Bünye	Derinlik (cm)	pH (1:1)	Tuz (%)	KDK (me /100g)	Değişebilir Katyonlar (me/100 g)			Kireç (%)	Org. Mad (%)	Tane İrilik Dağılımı (%)			Bünye
					Na+	K+	Ca++ Mg++			Kum	Silt	Kil	
Ap	0-14	7.52	0.070	47.78	0.05	1.28	46.44	6.50	1.57	16.0	32.8	51.2	C
Ad	14-26	7.63	0.060	43.44	0.05	0.89	42.49	6.70	1.41	16.6	35.4	48.0	C
Bw1	26-42	7.66	0.065	44.52	0.05	0.44	44.03	10.6	0.45	18.1	25.1	56.8	C
Bw2	42-60	7.57	0.060	48.87	0.05	0.38	48.44	15.2	0.96	13.7	28.9	57.4	C
Bk	60-83	7.41	0.050	38.01	0.10	0.38	37.53	22.8	0.48	15.8	26.0	58.2	C
Ck	83-100	7.61	0.035	26.46	0.21	0.25	26.00	53.9	0.32	14.0	32.1	53.9	SCL
C2	100- 150	7.92	0.025	14.13	0.24	0.16	13.73	52.2	0.32	14.6	58.2	27.2	SCL

C= Killi, SCL: Kumlu killi tın

İklim Özellikleri

Denemenin yürütüldüğü alan karasal iklim özelliklerini taşımakta olup, 1999-2012 yılları arası toplam ve ekilişe düşen yağış miktarları Tablo 10.31'de verilmiştir. Buna göre, Orta Anadolu Bölgesinde buğday tarımında en önemli iklim koşullarından olan yağış miktarının aylara göre dağılımı incelendiğinde Ocak ayında uzun yıllar ortalamasının oldukça üzerinde seyretmiş olmasına rağmen, nisan ayında uzun yıllar ortalamasının altında, ancak diğer aylar uzun yıllarda ortalamasına eşdeğer denebilecek seviyede yağış alınmıştır.

Tüm dünyada son yıllarda yaşanan iklimdeki ekstrem değişimler nedeniyle tarımsal üretimde önemli dalgalanmalar görülmüştür. Türkiye genelinde kuraklıktan dolayı kayıplar yaşanırken, 2011-2012 yetiştirme yılında bölgesel kuraklık, sel ve taşkınlar ile dolu zararları yaşanmıştır.

Tablo 10.31 : Polatlı Tarım İşletmesi Müdürlüğü 1999-2012 Yılları Arası Toplam ve Ekiliş Düşen Yağış Miktarları (Anonim, 2012)

AYLAR YILLAR	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM (mm)	EKİLİŞ ÜZERİNE DÜŞEN YAĞIŞ (mm)
1999	15,2	34,7	45,1	28,7	0,0	45,4	110,5	42,7	4,0	22,4	18,9	12,4	380,0	286,7
2000	49,5	32,0	24,6	84,6	23,8	28,5	0,0	2,9	5,9	21,0	7,6	26,2	306,6	300,7
2001	1,1	12,6	22,1	17,5	31,4	0,0	0,0	23,2	8,4	0,0	56,4	87,4	260,1	145,4
2002	48,0	11,5	21,9	45,2	16,3	17,7	22,3	0,0	30,2	9,2	17,2	42,5	282,0	312,8
2003	34,2	49,4	24,7	50,6	23,6	3,0	0,0	0,0	20,3	19,7	2,2	50,3	278,0	284,6
2004	28,6	17,8	18,4	35,9	36,6	15,8	16,6	2,9	0,0	6,8	35,2	11,5	226,1	245,6
2005	14,3	8,9	61,5	91,5	42,2	21,1	21,0	0,0	10,5	27,5	70,0	15,8	384,3	293,0
2006	38,0	46,5	9,5	29,3	19,5	32,6	9,4	16,3	34,6	75,3	12,2	2,4	325,6	299,2
2007	32,7	30,4	35,6	17,2	17,7	16,3	1,8	0,0	0,0	8,8	66,7	52,3	279,5	274,4
2008	9,7	30,2	21,7	24,1	6,5	5,6	0,0	0,0	27,3	13,5	24,0	38,0	200,6	225,6
2009	32,2	56,9	43,0	49,6	46,0	7,5	3,0	0,0	10,3	35,7	23,8	34,5	342,5	338,0
2010	55,2	24,0	31,8	35,5	44,0	31,8	2,5	0,0	1,0	71,0	10,6	65,6	373,0	385,5
2011	28,0	21,7	39,1	28,2	70,3	50,0	6,0	0,0	0,0	44,0	0,0	22,0	309,3	280,7
2012	96,0	32,0	35,0	5,0	46,7	0,0	0,0	0,0					214,7	
10 yıl ORT.	32,6	32,3	32,7	46,3	28,0	20,5	17,0	8,0	13,9	28,3	31,3	39,9	330,8	308,3

Kaynak: Polatlı TİGEM Aylık Klimatoloji Rasat Cetveli

Denemede Kullanılan Bitki Materyali

Denemede; Orta Anadolu Bölgesi taban ve yarı taban alanları için TARM'ın (Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü) geliştirdiği Tosunbey ekmeklik buğday çeşidi materyal olarak kullanılmıştır.

Buğday (Tosunbey): Kılçıklı ve beyaz başaklı, beyaz tanelidir. Alternatif gelişme tabiatlı, soğuğa, kurağa ve yatmaya dayanıklı, gübreye tepkisi iyi olan bir çeşittir. 1000 tane ağırlığı 28-35 gr, hektolitre ağırlığı 79-80 kg, sedimentasyon 50-66,3, protein oranı %13-14 yumuşama değeri 55-80 ve ekmeklik kalitesi olarak 1. sınıfta yer almaktadır. Sarı ve kara pasa dayanıklıdır. İç Anadolu ve Geçit bölgelerinin taban ve yarı taban alanlarına önerilir.

Parselasyon ve Toprak Hazırlığı

Çamur uygulaması öncesinde parseller uygun sürüm işlemleri ile homojenize edilmiş ve parselasyon yapılmıştır. Parselasyon sırasında farklı uygulamalara alınan parseller tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve 8 uygulama konulu (Tablo 10.32) olarak bir yıl süreli kurulmuştur. Parseller 5m x 2m boyutlarında, bloklar arası ve parseller arası 1,5 m boşluklar bırakılarak, parsellere 6 sıra ekim yapılmıştır (Tablo 10.33). Tarla denemesi deseni, denemenin kurulduğu toprağa (0-20 cm derinlik) ve tarla denemesinde kullanılan arıtma çamuruna ait analiz sonuçları Tablo 10.33 ve Tablo 10.34'de, Tarla denemesi parselasyon hazırlığına ait görüntüler Şekil 10.33'de verilmiştir.

Tablo 10.32 : Deneme Deseni (Polatlı Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TİGEM))

IV. Tekerrür	C	H	D	E	F	B	A	G
III. Tekerrür	H	F	E	B	G	A	D	C
II. Tekerrür	E	B	A	G	D	F	C	H
I. Tekerrür	D	C	G	F	H	B	E	A

Tekerrürler arası 1,5 m boşluk, parsel eni 2 m, boyu 5 m= 10 m² parsel büyüklüğü

Tablo 10.33 : Tarla Denemesinde Kullanılan Toprak Örneğinin İçeriği

Toprağın adı	% Kil	% Silt	% Kum	Tekstür Sınıfı	Tarla Kapasitesi %	pH	EC dS/m	OM %	Kireç %	Toplam N%	Alınabilir P₂O₅ mg/kg	KDK me/100 g
Polatlı	51,2	32,8	16,0	Killi	29,33	7,60	0,060	1,57	16,50	0,038	12,13	43,44

Tablo 10.33 (devam): Tarla Denemesinde Kullanılan Toprak Örneğinin Elementsel İçerikleri (mgkg⁻¹)

Toprağın adı	Cd (ppb)	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Polatlı	138	15,87	17,50	37,40	25	61,02

Tablo 10.34 : Tarla Denemesinde Kullanılan Arıtma Çamurunun Kimyasal İçerikleri

Arıtma çamuru	TKM %	TOM %	Nem %	pH	EC µS/cm	Alınabilir P₂O₅ kg/da	N %	Amonyum azotu %	Organik azot %
Ankara-Tatlar	30,5	44,93	5,66	8,65	895	141,25	2,62	0,18	2,42

Tablo 10.34 (devam) : Tarla Denemesinde Kullanılan Arıtma Çamurunun Elementsel İçerikleri (mgkg⁻¹)

Arıtma çamuru	Ba	Cd	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Zn	As	Hg	Se	Sb
Ankara-Tatlar	69,95	1,2	53,6	61,4	<0,01	22,166	9,2	644,6	10,267	<0,005	6,004	<0,01



Şekil 10.33 : Tarla Denemesi Parselasyon Hazırlığı

Arıtma Çamurunun Sağlanması ve Deneme Alanına Uygulanması

Tarla denemesinde kullanılan arıtma çamuru Eylül 2011’de Ankara Merkezi Atıksu Arıtma Tesisi’nden temin edilmiştir. Arıtma çamuru tesisin uygun bir yerinde serilerek havada kurutulmuş ve uygun parça büyüklüğüne gelene kadar ufalanmış, çuvallanarak tarla denemesinin yürütüleceği Polatlı TİGEM deneme arazisine getirilerek hesaplanan miktarlarda kuru madde bazında tartılıp ilgili parsellere uygulanarak homojen bir şekilde toprağa karıştırılmıştır (Şekil 10.34; Şekil 10.35).

Toprağa uygulanacak arıtma çamuru dozunun ne kadar olması gerektiği konusunda Amerika Birleşik Devletleri’nde kullanılan çamur kullanım el kitabından yararlanılmıştır. Bu konuda genel olarak izlenen yol; daha doğrusu toprağa ilave edilecek çamur miktarının belirlenmesinde bitkinin N ve P ihtiyacı dikkate alınmaktadır. Öncelikle toprağın alınabilir

P miktarı (sodyum bikarbonatta ekstrakt edilen) belirlenir, bu miktar 50 mg/kg'dan az ise yetiştirilecek ürünün N ihtiyacına göre (agronomik miktar) doz ayarlaması yapılır; 50-100 mg/kg P var ise bitkinin topraktan kaldıracığı P miktarına bakılır; 100 mg/kg'dan fazla P var ise çamur uygulaması yapılmaz. Bu açıklamalar ışığında, kurduğumuz tarla denemesinde toprağın alınabilir P içeriği 12,13 mg/kg olduğundan, arıtma çamurunun amonyum azotu içeriğine göre ve toprağın azot içeriği dikkate alınarak doz hesaplaması yapılmıştır. Agronomik N miktarının belirlenmesinde öncelikle, çamurun amonyum azotu, nitrat azotu, toplam azot ve organik azot miktarları (toplam N- inorganik N) belirlendi. Bitkinin yararlanabileceği N miktarının belirlenmesinde çamurun organik N içeriğinin %30'u ve amonyum azot içeriğinin %50'si kadarı hesaplanarak (Cogger vd., 2001) ilave edilecek çamur miktarları belirlenmiştir.

Çalışmada yetiştirilen buğday bitkisinin azot gereksinmesinin 8 kg/da olduğu düşünülerek, bu azotun tamamının kimyasal gübre (DAP+Amonyum nitrat) ile (B konusu), %50'si arıtma çamuru ile (C konusu), %100'ü arıtma çamuru ile (D konusu), %200'ü arıtma çamuru ile (E konusu) ve %400'ü arıtma çamuru ile (F konusu) karşılanmıştır. F konusunun temeldeki amacı ise yüklü miktarda çamur uygulamasında toprak veya bitkide ağır metal birikiminin olup olmadığını ortaya koyabilmektir. Ayrıca söz konusu azotun bir kısmının kimyasal gübre ile (amonyum nitrat) ve bir kısmının arıtma çamuru ile karşılandığı G ve H uygulama konuları bulunmaktadır. Buna göre G konusunda 4 kg/da N (arıtma çamuru azotu) + 4 kg/da N (amonyum nitrat azotu) uygulanmıştır. H konusunda ise 6 kg/da N (arıtma çamuru azotu) + 2 kg/da N (amonyum nitrat azotu) uygulanmıştır. G ve H uygulamalarında kimyasal azotlar üst gübreleme ile uygulanmıştır. Ayrıca herhangi bir uygulamanın yapılmadığı kontrol uygulaması da (A konusu) denemeye tabi tutulmuştur.

Uygulama Konuları

A: Kontrol: Gübresiz ve çamursuz kontrol

B: DAP (2,5 kg azot) + 5,5 kg kimyasal N (üst gübreleme olarak amonyum nitrat gübresi)

C: 4 kg/da azota denk çamur

D: 8 kg/da azota denk çamur

E: 16 kg/da azota denk çamur

F: 32 kg/da azota denk çamur

G: 4 kg/da azota denk çamur + 4 kg kimyasal N (üst gübreleme olarak amonyum nitrat)

H: 6 kg/da azota denk çamur + 2 kg kimyasal N (üst gübreleme olarak amonyum nitrat gübresi)

Buna göre deneme parsellerine uygulanan çamur dozları,

C: 490 kg/da,

D: 980 kg/da,

E: 1960 kg/da,

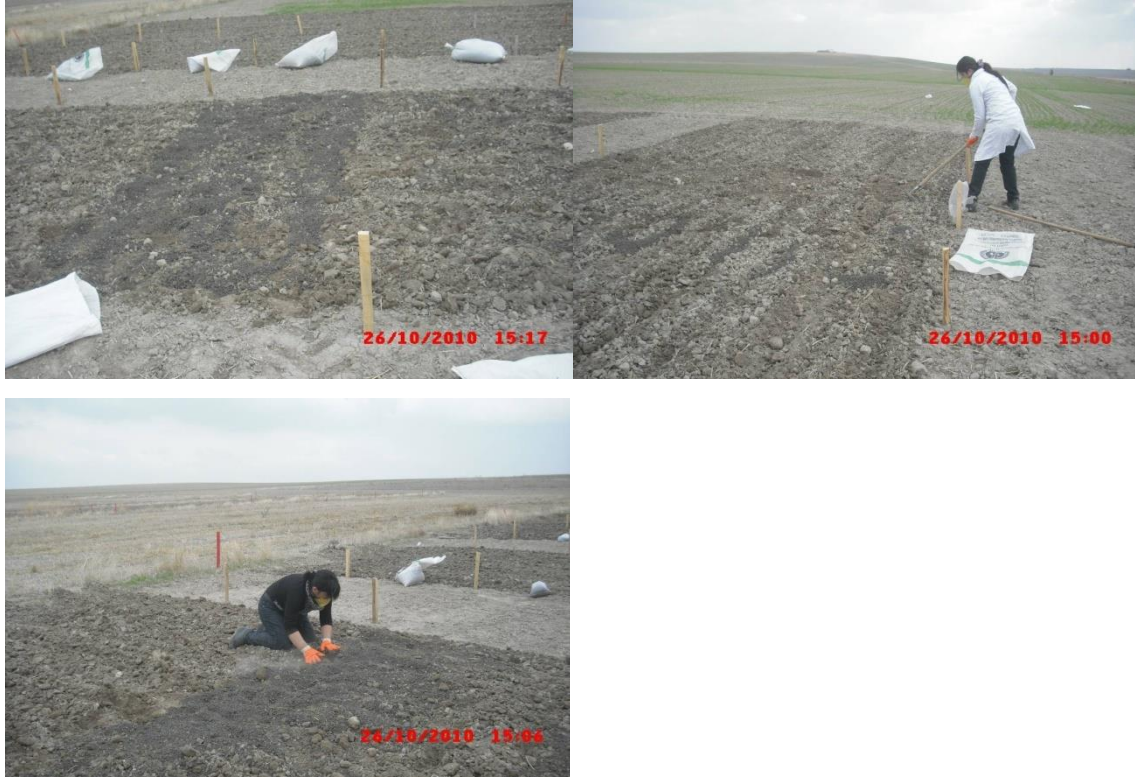
F: 3920 kg/da,

G: 490 kg/da,

H: 735 kg/da şeklinde olmuştur.



Şekil 10.34 : Çamurların Tartılması



Şekil 10.35 : Çamurların Parsellere Karıştırılması

Parsellerde Hastalık Ve Zararlılara Karşı İlaçlama ve Üst Gübreleme

Yabancı otlara karşı ilaçlama yapılması amacıyla araziye gidildiğinde herhangi bir yabancı ot büyümesi gözlenmemiş ve bu nedenle parsellere herhangi bir ilaçlama yapılmamıştır. İlgili parsellere Nisan 2012 tarihinde amonyum nitrat gübresi uygulanmıştır (Şekil 10.36).



Şekil 10.36 : Üst gübreleme



Şekil 10.37 : Mayıs 2012 deneme parsellerinden görüntüler

Hasat

Tarla denemesi 08 Temmuz 2012 tarihinde parsel biçerdöveriyle (HEGE) buğday hasatı yapılmıştır. Hasatı yapılan her bir parselin en ve boy uzunlukları ayrı ayrı ölçülerek parseldeki verimlerin belirlenmesinde dikkate alınmıştır (Şekil 10.38).



Şekil 10.38 : Bitki boyu ölçümleri



Şekil 10.39 : Buğday hasadı

Parsellerden Alınan Bitki Örneklerinde Verim Kriterlerinin Değerlendirilmesi

Verim kriterlerinin belirlenmesi amacıyla her parselden tesadüfi olarak 10 bitki örneği alınmış, laboratuvara getirilip değirmende öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir.

Buğday bitkilerinin bitki boyu (cm) arazide her bir parselden tesadüfi seçilen 10 bitkide cetvel yardımıyla ölçülmüş ve ortalama değerleri alınmıştır. Buğday bitkisinin hasadından sonra verim ağırlıkları belirlenen buğday taneleri de laboratuvarında değirmenden öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Hem bitki sapında hem de tanede fosfor, azot, Cd, Ni, Cr, Pb, Cu ve Zn analizleri yapılmıştır.

İstatistiksel Analizler

Araştırma sonuçları, üzerinde durulan özellikler bakımından, tekrarlanan ölçümlü (repeated measurement) varyans analizi tekniği ile değerlendirilmiştir. Denemedeki faktörlerden arıtma çamuru faktörünün altı seviyesi ve gübreli ve gübresiz kontrol uygulamaları bulunmaktadır. Tekrarlanan ölçümler yıl faktörünün seviyelerinde yapılmış ve üçer tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Hesaplamalarda “SPSS 15.0”, “MSTAT” paket bilgisayar programları kullanılmıştır. Değerlendirmelerde Düzgüneş vd. (1987)’den yararlanılmıştır. (EK F-VI)

10.1.3.6. Tarla Denemesinden Elde Edilen Sonuçlar

pH ve EC

2010-2011 yılı tarla denemesi ürün döneminde 8 uygulama faktörüne ilişkin 1. ay ve hasat dönemi topraklarının pH ve EC değerleri

Tablo 10.35’de verilmiştir.

Toprakta pH her iki dönemde de en düşük kontrol uygulamasında, en yüksek ise 8 kg/da ve 16 kg/da azota denk çamur uygulamalarında belirlenmiştir. Çamur ilavesi toprağın pH değerini bir miktar artırmış olsa da bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Şekil 10.40). Husseini vd. (2010), kireçli bir toprakta 6 dozda çamur uygulamasının arpa bitkisinin (*Hordium Vulgare*, Giza 123) verimi ile toprak özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Kireçli toprakta çamur uygulaması toprak pH’sını düşürmüştür, besin element içerikleri özellikle azot ve yarayışlı fosfor miktarları ile EC artmıştır. En fazla arpa verimi en yüksek azot içeriği olan topraklarda belirlenmiştir.

Toprakta EC değerleri 1.ay ve hasat analiz sonuçlarına göre en düşük kontrol parselinde ve en yüksek ise 32 kg/da azota denk çamur uygulamasında belirlenmiştir. Her iki dönemde de bütün uygulama konularında belirlenen EC değerleri kontrol parselinden daha yüksek belirlenmiş olup, belirlenen artış $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Duncan testi

sonuçları ortalamaların yanında harfli gösterim yaklaşımı ile verilmiştir. Hasat döneminde tüm çamur uygulanmış deneme konularında belirlenen EC değerleri 1.ayda belirlenen EC değerlerinden daha yüksek belirlenmiştir (Şekil 10.41). EC değerinde istatistiksel olarak bir artış saptanmışsa da, bu artış bitki yetiştiriciliği için kısıtlayıcı bir tuz stresi düzeyine ulaşmamıştır. Söz konusu etkinin zamanla azalması, arıtma çamurunun etkinliğini kaybetmesi ve sulama uygulamasına bağlı olarak tuzun bitki kök bölgesinden uzaklaşması ile ilişkilendirilebilir (Aşık ve Katkat, 2008; Gascó ve Lobo, 2007). Araştırmada kullanılan bütün arıtma çamuru materyallerinin tuz kapsamı sınır değer olan 2-4 dS/m'den düşük olup tuzluluk açısından bir sorun teşkil etmemesine rağmen özellikle su bilançosu negatif olan bölge topraklarında sulu tarım uygulamalarında sulama suyu kalitesi, toprağın özellikleri, taban suyu seviyesi, drenaj vb etkenlerden dolayı tuzlanma riski olan sulu tarım sistemlerinde ayrıca tuz miktarı yüksek arıtma çamurunun kullanılmasında dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamakta yarar görülmektedir.

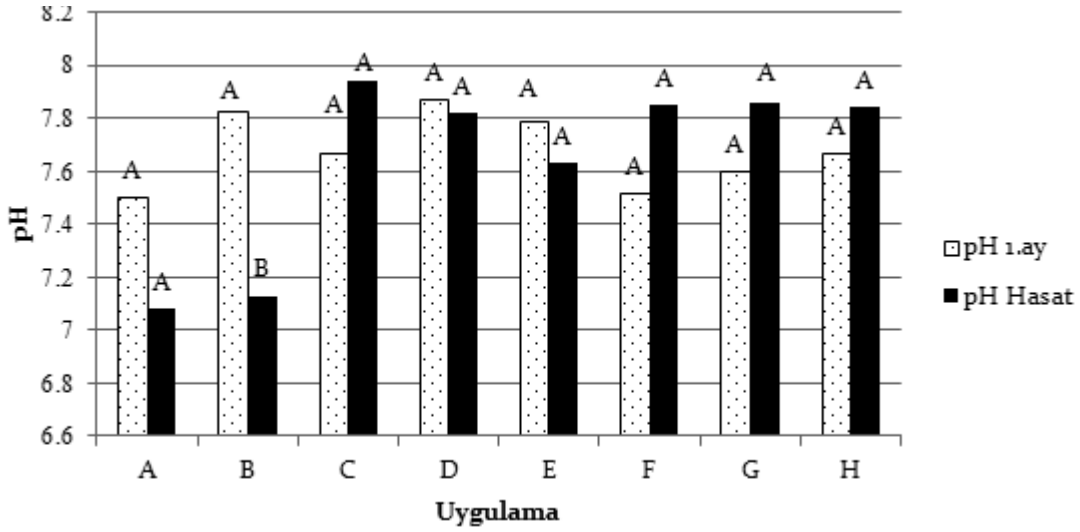
Tablo 10.35 : Tarla Denemesi Uygulamalarının Toprakların pH ve EC Kapsamları Üzerine Etkisi

Uygulama	pH 1.ay	pH Hasat	EC dS/cm 1. ay	EC dS/cm Hasat
A	7,50 ÖD	7,08 B	0,057 C	0,062 C
B	7,83 ÖD	7,13 B	0,060 C	0,060 C
C	7,68 ÖD	7,94 A	0,070 C	0,140 B
D	7,87 ÖD	7,82 A	0,127 BC	0,157 B
E	7,79 ÖD	7,63 A	0,145 AB	0,180 B
F	7,52 ÖD	7,85 A	0,202 A	0,275 A
G	7,60 ÖD	7,86 A	0,097 BC	0,112 BC
H	7,67 ÖD	7,84 A	0,072 C	0,107 BC
LSD<0.05	0,325		0,066	

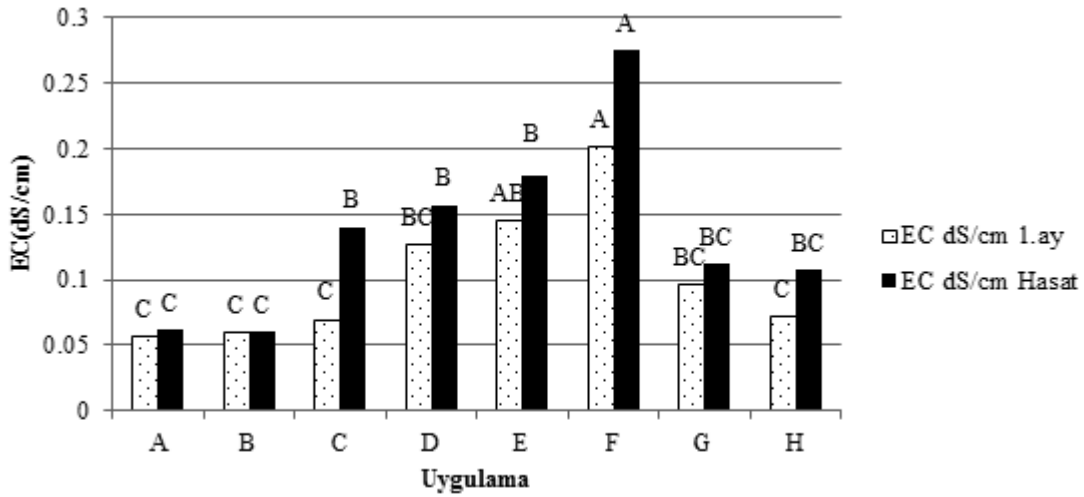
Büyük harf düşey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma (P<0.05);LSD: Least Significant Difference.

A: Kontrol: Gübresiz ve çamursuz kontrol	0 kg/da çamur
B: DAP (2,5 kg azot) + 5,5 kg kimyasal N *	0 kg/da çamur
C: 4 kg/da azota denk çamur	490 kg/da çamur
D: 8 kg/da azota denk çamur	980 kg/da çamur
E: 16 kg/da azota denk çamur	1960 kg/da çamur

F: 32 kg/da azota denk çamur 3920 kg/da çamur
 G: 4 kg/da azota denk çamur + 4kg kimyasal N* 490 kg/da çamur
 H: 6 kg/da azota denk çamur + 2kg kimyasal N* 735 kg/da çamur
 *Kimyasal N (üst gübreleme olarak NH₄NO₃)



Şekil 10.40 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların pH miktarı üzerine etkisi



Şekil 10.41 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların EC miktarı üzerine etkisi

Azot (N)

2010-2011 yılı tarla denemesi ürün döneminde 8 uygulama faktörüne ilişkin 1. ay ve hasat dönemi topraklarının toprak azotu değerleri

Tablo 10.35'de verilmiştir.

Toprakta toplam azot ve amonyum azotu değerleri 1.ay ve hasat analiz sonuçlarına göre en düşük olarak kontrol parselinde ve en yüksek olarak da 32 kg/da azota denk çamur uygulamasında belirlenmiştir. Her iki dönemde de bütün uygulama konularında belirlenen

toplam ve amonyum azotu değerleri kontrol parselinden daha yüksek belirlenmiştir. Ancak, bütün uygulama konularında toprakların toplam ve amonyum azot değerlerinin kontrol topraklarında (hasat toprağı toplam azot hariç) belirlenen değerlerin üzerinde belirlenmesi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Hasat dönemi topraklarının toplam azot değerlerinde ise başlangıç toraklarına göre önemli artışlar belirlenmiş, çamur uygulamalarında belirlenen yüksek azot değerleri ile kontrol uygulama arasında $P < 0,05$ düzeyinde önemli fark belirlenmiştir. Toprakta 450-900 mg/kg N yetersiz, 900-1700 mg/kg N bulunması yeterli iken, 1700-3200 mg/kg N fazla olarak değerlendirilmektedir. Buna göre, başlangıç topraklarında F uygulaması hariç diğer tüm uygulamalarda N yetersiz, hasat topraklarında ise kontrol parsellerinde yetersiz N bulunmakta, diğer uygulamalarının tamamında fazla N bulunmaktadır.

Birinci ay topraklarında toprakların nitrat azot değerlerinde artan çamur dozuna bağlı olarak belirlenen artış $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuş, ancak hasat dönemi topraklarında belirlenen uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (şekil 10.42, şekil 10.43 şekil 10.44).

Toprakta nitrat konusu, Avrupa Birliği Nitrat Yasasıyla birlikte çok önemli duruma gelmiştir. Nitratın besin maddesi olarak değeri (Sommers, 1977; O’Riordan vd., 1987) yanında özellikle fazla hareketliliği nedeniyle potansiyel kirletici olarak önem kazanmıştır (Hernandez v.d., 1991). Organik azotun mineralizasyonunu kompleks bir dizi toprak olayları (toprak tipi, toprak pH’sı, toprak sıcaklığı, toprak nemi ve uygulanan çamur karakterine bağlı olaylar) sonucunda ve bu olayların etkisi derecesinde olmaktadır (Epstein v.d., 1978; Anonim, 1983; Sims, 1990). Bu araştırmada da, uygulamaların toprak nitrat kapsamındaki değişimleri yıllarda tekrarlanan çamur uygulamasına ve çakılı deneme nedenine bağlı etkisinden olabileceği düşünülebilir.

Azot, çamurun uygulanma hızını belirleyen en önemli parametredir. Arıtma çamurlarındaki azot yüzdesi çamurun tipine bağlı olarak %1,8 ile %5,9 arasında değişmektedir. Arıtma çamurunun toprağa verilmesinden sonra mevcut NH_4 'un büyük bir kısmı nitrata (NO_3^-) dönüşmektedir. Özellikle rutubetli bölgelerde toprağa, ürünün ihtiyaç duyduğundan daha fazla miktarda verilen azot, topraktan sızabilmekte ve nitratın yeraltı sularına bulaşmasına neden olabilmektedir. Bu yüzden tarımsal uygulamalarda, toprağa uygulanacak çamurdaki yıllık azot miktarının hesabında, yetiştirilecek tarımsal ürünün ihtiyaç duyduğu azot miktarları baz alınmaktadır (Uzun ve Bilgili, 2011). Arıtma çamuru ilave edildiğinde

toprakta toplam azotun arttığı gözlenmiştir. Bu durum beklenen bir sonuç olup Hernandez v.d. (1991) tarafından yapılan çalışmalarında da belirtilmiştir.

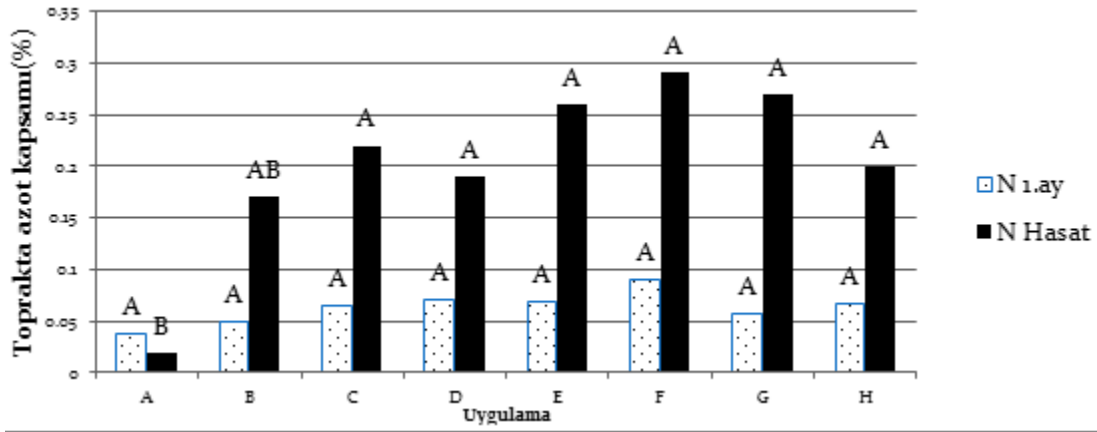
Tablo 10.36 : Tarla Denemesi Uygulamalarının Toprakların Azot Kapsamları Üzerine Etkisi

Uygulama	N %		NH ₄ mgkg ⁻¹		NO ₃ mgkg ⁻¹	
	1.ay	Hasat	1. ay	Hasat	1. ay	Hasat
A	0,038	0,019	6,77	6,98	16,37	12,38
	ÖD	B	B	ÖD	C	ÖD
B	0,050	0,17	5,62	7,14	36,52	24,13
	ÖD	AB	B	ÖD	BC	ÖD
C	0,065	0,22	7,55	10,64	25,22	41,70
	ÖD	A	B	ÖD	C	ÖD
D	0,072	0,19	7,10	4,62	58,40	16,76
	ÖD	A	B	ÖD	AB	ÖD
E	0,07	0,26	8,03	4,09	62,32	18,41
	ÖD	A	B	ÖD	AB	ÖD
F	0,090	0,29	29,15	9,02	77,02	39,80
	ÖD	A	A	ÖD	A	ÖD
G	0,057	0,27	7,72	6,47	34,67	27,40
	ÖD	A	B	ÖD	BC	ÖD
H	0,067	0,20	7,62	8,36	33,52	38,27
	ÖD	A	B	ÖD	BC	ÖD
LSD<0.05	0,121		5,782		27,290	

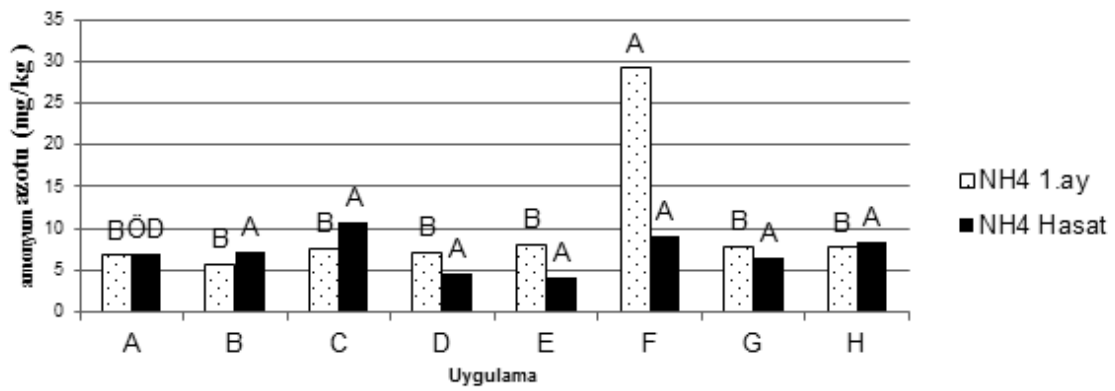
Büyük harf düzeyi olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma (P<0.05);LSD: Least Significant Difference.

- A: Kontrol: Gübresiz ve çamursuz kontrol 0 kg/da çamur
 B: DAP (2,5 kg azot) + 5,5 kg kimyasal N * 0 kg/da çamur
 C: 4 kg/da azota denk çamur 490 kg/da çamur
 D: 8 kg/da azota denk çamur 980 kg/da çamur
 E: 16 kg/da azota denk çamur 1960 kg/da çamur
 F: 32 kg/da azota denk çamur 3920 kg/da çamur
 G: 4 kg/da azota denk çamur + 4kg kimyasal N* 490 kg/da çamur
 H: 6 kg/da azota denk çamur + 2kg kimyasal N* 735 kg/da çamur

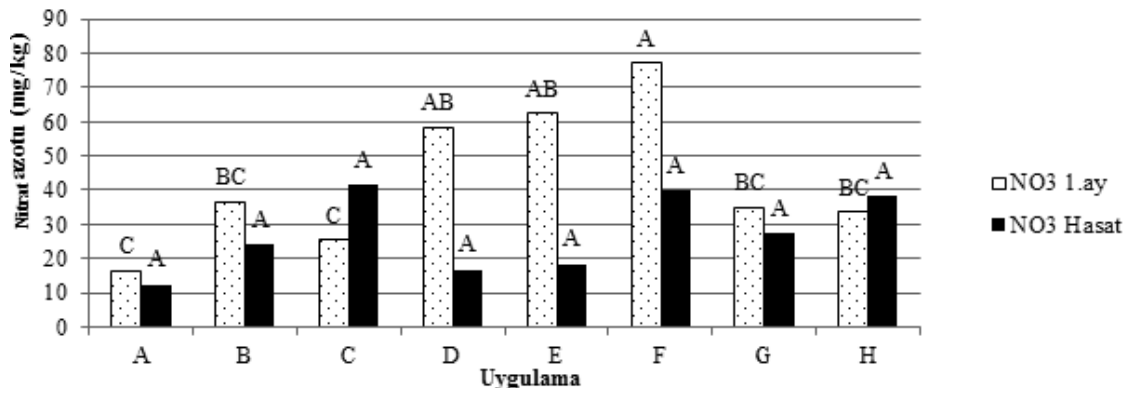
*Kimyasal N (üst gübreleme olarak NH₄NO₃)



Şekil 10.42 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların azot kapsamı üzerine etkisi



Şekil 10.43 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların N-NH₄ kapsamı üzerine etkisi



Şekil 10.44 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların N-NO₃ kapsamı üzerine etkisi

Alınabilir Fosfor ve Değişebilir Potasyum

2010-2011 yılı tarla denemesi ürün döneminde 8 uygulama faktörüne ilişkin 1. ay ve hasat dönemi topraklarının yarıyışlı fosfor ve değişebilir potasyum değerleri Tablo 10.37'de verilmiştir.

Toprakta yarayışlı fosfor değerleri 1.ay ve hasat analiz sonuçlarına göre en düşük fosfor kontrol parselinde ve en yüksek fosfor ise 32 kg/da azota denk çamur uygulamasında belirlenmiştir. Her iki dönemde de bütün uygulama konularında belirlenen yarayışlı fosfor değerleri kontrol parselden daha yüksek belirlenmiştir. Ancak, bütün uygulama konularında toprakların yarayışlı fosfor değerlerinin kontrol topraklarında belirlenen değerlerin üzerinde belirlenmesi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (şekil 10.45). Verimlilik açısından değerlendirildiğinde toprakta 3-8 mg/kg P az, 8-25 mg/kg P yeterli ve 25-80 mg/kg P fazla olarak değerlendirilmekte, buna göre her iki dönem toprak örneklemede de tüm uygulamalarda toprakların P içerikleri yeterli durumdadır, sadece hasat toprağı F uygulamasında (en yüksek çamur uygulaması) toprak yarayışlı fosforu 35 mg/kg ile fazla durumdadır.

Hernandez vd. (1991), artan dozda arıtma çamuru uygulamasının toprakta alınabilir fosforu artırdığını, toprak örneklemede alınabilir fosfor değerlerinin 19,32-24,12 mg kg⁻¹ arasında olduğunu belirlemişlerdir. Bunun açıklamasında da toprak+çamur kapsamında fosforun bir kısmının humifikasyon periyodu boyunca mineralizasyona bağlı olarak alınabilir forma dönüşmesinden kaynaklanmaktadır. Lerch vd. (1990), atık çamurların tarım alanlarında (kuru tarım, kışlık buğday) uygulama oranlarının neler olabileceğini araştırmışlardır. Araştırmacılar arid koşullarda kışlık buğday – nadas amenajman sisteminde 3 ton acre⁻¹ (741,3 kg da⁻¹) atık çamurun maksimum emniyet düzeyi olduğunu ve bu dozun yüksek uygulama oranlarında gözlenen ağır metal birikmesi ve nitrat kirliliği sorunları olmaksızın bitkilere N, P sağladığını ve ayrıca buğdayda tanenin protein miktarını olumlu etkilediğini de belirtmişlerdir.

Toprakların değişebilir potasyum değerleri ise, her iki toprak örnekleme döneminde de en düşük potasyum kontrol parselinde ve en yüksek potasyum ise 32 kg/da azota denk çamur uygulamasında belirlenmiş olup, belirlenen artış P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Duncan testi sonuçları ortalamaların yanında harfli gösterim yaklaşımı ile verilmiştir. Toprakta 200 - 300 mg/kg potasyum bulunması yeterli olup, deneme parsellerinin tamamında potasyum yeterli durumdadır (şekil 10.46).

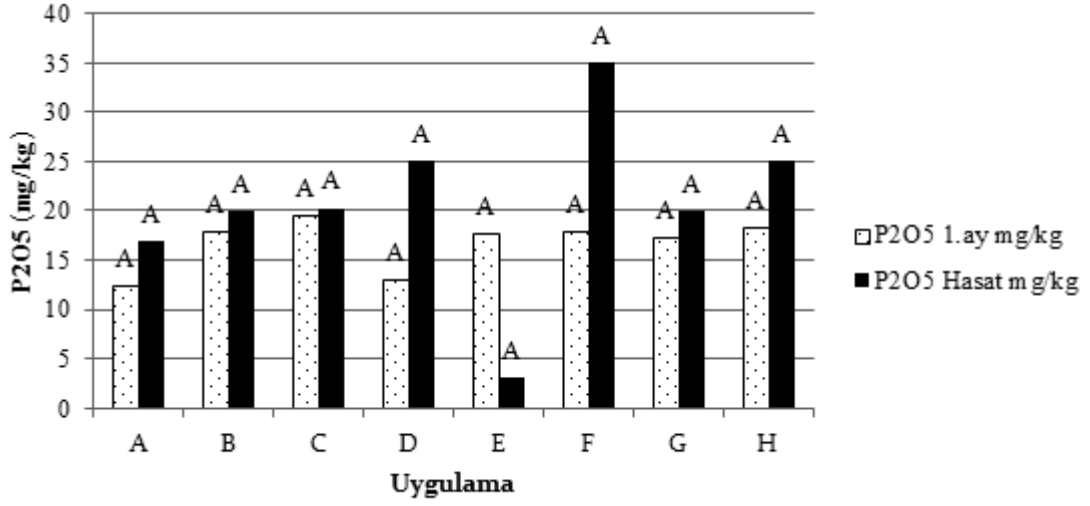
Tablo 10.37 : Tarla Denemesi Uygulamalarının Toprakların Alınabilir P ve değişebilir Kapsamları Üzerine Etkisi (mgkg⁻¹)

Uygulama	P ₂ O ₅		K ₂ O	
	1.ay	Hasat	1. ay	Hasat
A	12,4	17,0	280	284
	ÖD	ÖD	B	B
B	17,9	20,0	301	303
	ÖD	ÖD	AB	B
C	19,6	20,03	288	255
	ÖD	ÖD	B	B
D	13,1	25,0	296	269
	ÖD	ÖD	AB	B
E	17,8	3,02	349	294
	ÖD	ÖD	AB	B
F	17,9	35,0	366	376
	ÖD	ÖD	A	A
G	17,3	20,0	308	295
	ÖD	ÖD	AB	B
H	0,184	0,25	286	288
	ÖD	ÖD	B	B
LSD<0.05	13,64		67,81	

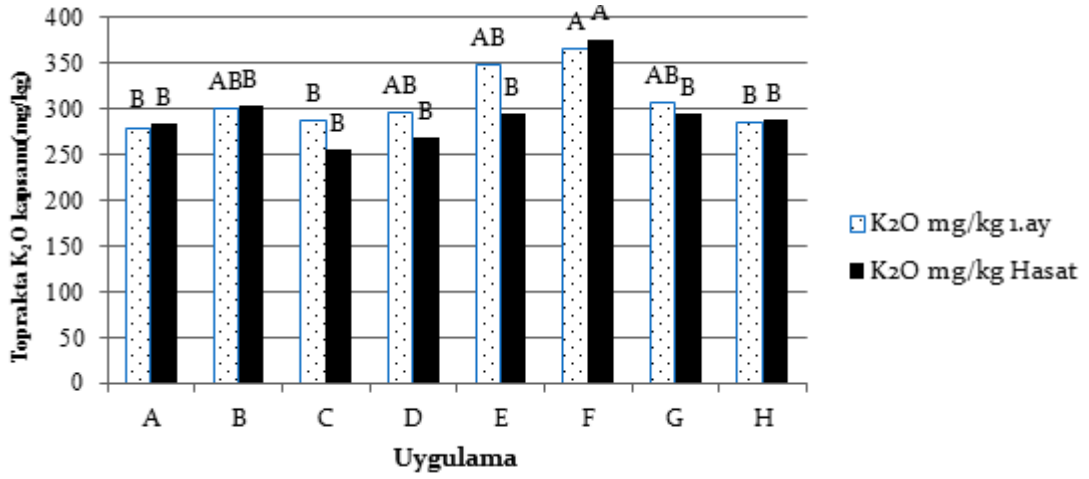
Büyük harf düşey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma (P<0.05);LSD: Least Significant Difference.

A: Kontrol: Gübresiz ve çamursuz kontrol	0 kg/da çamur
B: DAP (2,5kg azot) + 5,5 kg kimyasal N *	0 kg/da çamur
C: 4 kg/da azota denk çamur	490 kg/da çamur
D: 8 kg/da azota denk çamur	980 kg/da çamur
E: 16 kg/da azota denk çamur	1960 kg/da çamur
F: 32 kg/da azota denk çamur	3920 kg/da çamur
G: 4 kg/da azota denk çamur + 4 kg kimyasal N*	490 kg/da çamur
H: 6 kg/da azota denk çamur + 2 kg kimyasal N*	735 kg/da çamur

*Kimyasal N (üst gübreleme olarak NH₄NO₃)



Şekil 10.45 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların fosfor kapsamı üzerine etkisi



Şekil 10.46 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların potasyum kapsamı üzerine etkisi

Organik Madde (OM) ve Katyon Değişim Kapasitesi (KDK)

2010-2011 yılı tarla denemesi ürün döneminde 8 uygulama faktörüne ilişkin 1. ay ve hasat dönemi topraklarının organik madde ve KDK kapsamı Tablo 10.38'de verilmiştir.

Toprakta OM ve KDK değerleri 1.ay ve hasat analiz sonuçlarına göre en düşük kontrol parselinde, en yüksek ise 32 kg/da azota denk çamur uygulamasında belirlenmiştir. Her iki dönemde de bütün uygulama konularında belirlenen OM ve KDK değerleri kontrol parselinden daha yüksek belirlenmiş olup, belirlenen artış $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Şekil 10.47, Şekil 10.48). Duncan testi sonuçları ortalamaların yanında harfli gösterim yaklaşımı ile verilmiştir.

Tablo 10.38 : Tarla Denemesi Uygulamalarının Toprakların OM ve KDK Kapsamları Üzerine Etkisi

Uygulama	OM % 1.ay	OM % Hasat	KDK me/100g 1. ay	KDK me/100g Hasat
A	1,59 E	1,43 C	43,23 B	43,39 C
B	1,68 DE	1,55 C	44,15 AB	44,02 BC
C	2,16 CD	2,09 B	44,75A	45,35 AB
D	2,30 BC	1,93 BC	44,25 AB	44,95 AB
E	2,64 AB	2,17 B	44,75 A	45,45 BC
F	2,85 A	2,72 A	44,50 AB	45,86 A
G	1,96 DE	2,27 AB	44,50 AB	45,60 A
H	2,14 CD	1,80 BC	43,79 AB	45,38 AB
LSD<0.05	0,483		1,214	

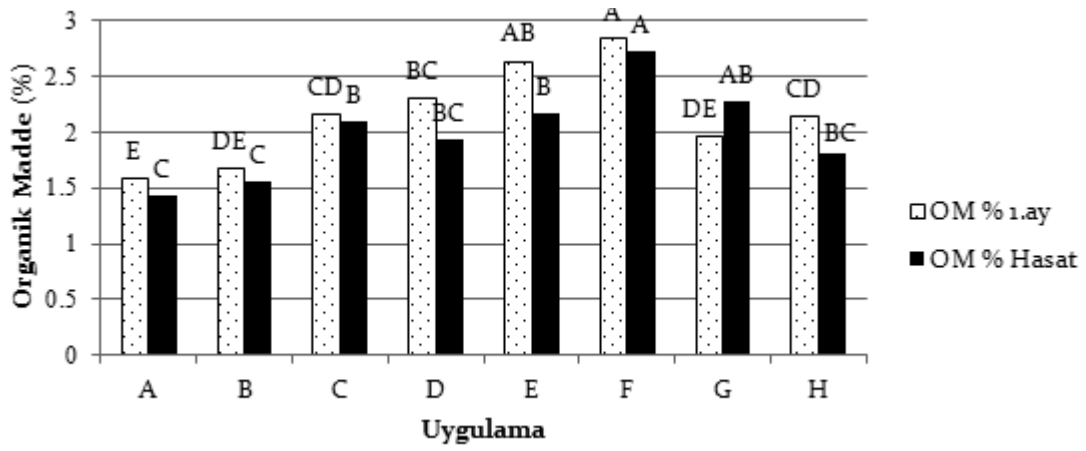
Büyük harf düzeyi olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$);LSD: Least Significant Difference.

ÖD: Önemli Değil

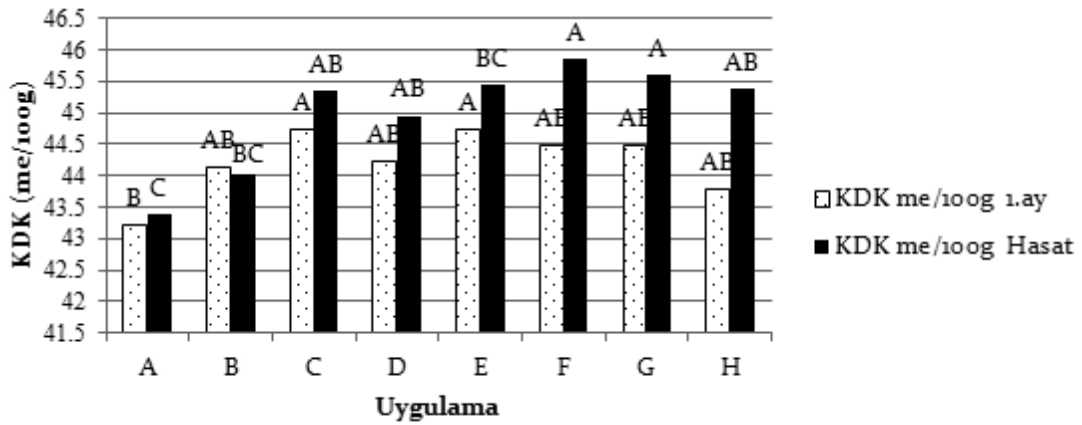
A: Kontrol: Gübresiz ve çamursuz kontrol	0 kg/da çamur
B: DAP (2,5kg azot) + 5,5 kg kimyasal N *	0 kg/da çamur
C: 4 kg/da azota denk çamur	490 kg/da çamur
D: 8 kg/da azota denk çamur	980 kg/da çamur
E: 16 kg/da azota denk çamur	1960 kg/da çamur
F: 32 kg/da azota denk çamur	3920 kg/da çamur
G: 4 kg/da azota denk çamur + 4kg kimyasal N*	490 kg/da çamur

H: 6 kg/da azota denk çamur + 2kg kimyasal N* 735 kg/da çamur

*Kimyasal N (üst gübreleme olarak NH_4NO_3)



Şekil 10.47 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların OM miktarı üzerine etkisi



Şekil 10.48 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların KDK miktarı üzerine etkisi

Kireç (CaCO₃)

2010-2011 yılı tarla denemesi ürün döneminde 8 uygulama faktörüne ilişkin 1. ay ve hasat dönemi topraklarının kireç değerleri Tablo 10.39'da verilmiştir.

Toprakta her iki dönemde de belirlenen kireç değerleri uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir değişikliğe neden olmamıştır.

Tablo 10.39 : Tarla Denemesi Uygulamalarının Toprakların Kireç Kapsamları Üzerine

Etkisi		
KİREÇ (%)		
	1.AY	HASAT
A	16,05 ÖD	16,01 ÖD
B	16,59 ÖD	16,59 ÖD
C	15,98 ÖD	16,10 ÖD
D	15,78 ÖD	16,03 ÖD
E	16,02 ÖD	16,10 ÖD
F	16,24 ÖD	16,10 ÖD
G	16,00 ÖD	16,01 ÖD
H	16,04 ÖD	16,02 ÖD
LSD<0.05	2,86	

Büyük harf düzey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma (P<0.05);LSD: Least Significant Difference.

ÖD: Önemli Değil.

A: Kontrol: Gübresiz ve çamursuz kontrol	0 kg/da çamur
B: DAP (2,5 kg azot) + 5,5 kg kimyasal N *	0 kg/da çamur
C: 4 kg/da azota denk çamur	490 kg/da çamur
D: 8 kg/da azota denk çamur	980 kg/da çamur
E: 16 kg/da azota denk çamur	1960 kg/da çamur
F: 32 kg/da azota denk çamur	3920 kg/da çamur
G: 4 kg/da azota denk çamur + 4 kg kimyasal N*	490 kg/da çamur
H: 6 kg/da azota denk çamur + 2 kg kimyasal N*	735 kg/da çamur

*Kimyasal N (üst gübreleme olarak NH₄NO₃)

Toplam Ağır Metaller (Cd, Pb, Ni, Zn, Cr, Cu)

2010-2011 yılı tarla denemesi ürün döneminde 8 uygulama faktörüne ilişkin 1. ay ve hasat dönemi topraklarının Toplam Cd, Pb ve Ni değerleri Tablo 10.40, Toplam Cr, Zn ve Cu değerleri de Tablo 10.41’de verilmiştir.

Toprakta toplam Cd her iki dönemde de diğer sonuçların aksine, en düşük 32 kg/da azota denk çamur uygulamasında, en yüksek ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Artan çamur ilavesine bağlı olarak toprakların toplam Cd değerlerinde azalma belirlenmiş ve dozlar arasındaki fark $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Her iki örnekleme zamanı ele alındığında ise, kontrol ve kimyasal gübre uygulamasında Cd değerleri değişiklik göstermemiş ancak çamur uygulanmış topraklarda hasat topraklarında başlangıç topraklarına göre istatistiksel olarak önemli olmasa da artışlar belirlenmiştir. Bu türden yapılan çalışmalarda özellikle uzun süreli çamur uygulamaları sonucunda topraklarda birikim (akümülyasyon) olduğu görüşünü savunan araştırmacılar çamurun mineralizasyon süreci boyunca toprak özelliklerinin bu sonuçları etkilediklerini ayrıca belirtmektedirler (Grant v.d.,1998; Basta ve Tabatabai, 1992; Kabata-Pendias v.d.,2001; Nan v.d.,2002). Kabata-Pendias ve Pendias (1992), tarımda kullanılabilir topraklara ağır metallerin Maksimum Kabul Edilebilir Yükleme (MAL) ve Maksimum Kabul Edilebilir Konsantrasyonları (MAC) ile ilgili oldukça önemli kriterler koymuşlardır. Ayrıca, bu metallerden Cd’un tüm diğer mikro besin elementi ve ağır metallerden daha fazla biyoakümülyasyona uğradığını belirtmişlerdir. Alloway (1995), İngiltere’de evsel/kentsel arıtma çamurlarında ortalama $17-23 \text{ mg kg}^{-1} \text{ KM}$ ve ABD’de $16 \text{ mg kg}^{-1} \text{ KM}$ Cd olduğunu bildirmiştir. Ayrıca araştırmacı dokularında $3 \text{ mg kg}^{-1} \text{ Cd}$ içeren bitkilerle düzenli olarak beslenen insanlarda Cd toksisitesi görüldüğünü bildirmektedir.

Bidwell ve Dowdy (1987), arıtma çamurunun ilk yıl uygulanmasından sonra toprakta Cd miktarında azalma olduğunu belirtmişlerdir. Bu görüşlerin aksine Haan (1975), uzun yıllar çamur uygulaması ile Cd’un biyoalınabilirliğinin de arttığını belirtmişlerdir. Araştırmacı bunun nedeninin, azotun nitrifikasyonuna bağlı olarak substratın asidifikasyonu ve çamurdaki kirecin hızlı yıkanması olduğunu ifade etmiştir. Topraktaki organik madde aracılığıyla ağır metaller metal-organik kompleksler oluştururlar. Ağır metallerin çözünürlükleri ve yarıyışlılıkları da ortamda bulunan organik substratlar tarafından azaltılmaktadır. Ağır metallerin çözünürlükleri çözünebilir organik kompleks oluşturucu komponentler tarafından artırılabilir. Ancak zamanla organik maddenin toprakta

mineralizasyonu ile organik madde tarafından tutulmuş bulunan ağır metaller toprak çözeltisine geçmektedir (Yuan ve Lavkulich, 1997; Arnesen ve Singh, 1999; Karaca, 2004). Kısaca çamur uygulamasına bağlı olarak toprak kolloidleri tarafından ağır metaller organo-metal kompleksleri oluşturmak suretiyle toprakta tutulabilmekte, uzun vadede ise organik maddenin ayrışmasıyla toprak çözeltisine geçmektedirler.

Arıtma çamuru uygulanan topraklarda metallerin biyoalınabilirliği üzerinde çalışan araştırmacıların tamamı metallerin toprakta alınabilir formda kaldığını rapor etmişlerdir. Bunlardan bir kısmı metal alınabilirliğinin üst üste çamur uygulaması ile artış gösterdiğini belirtirken (Chang vd., 1982) diğerleri ise en son çamur uygulamasında azaldığını belirtmişlerdir (Bidwell ve Dowdy, 1987).

Toprakların toplam Pb kapsamları her iki dönemde de en düşük kontrol, en yüksek 32 kg/da azota denk çamur uygulamasında belirlenmiş, artan çamur dozuna bağlı olarak belirlenen artış başlangıç dönemlerinde istatistiksel olarak önemli bulunmazken, hasat topraklarında doza bağlı toplam Pb'da meydana gelen artış $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Çamur uygulanmış topraklarda hasat topraklarında başlangıç topraklarına göre istatistiksel olarak önemli olmasa da artışlar belirlenmiştir belirlenmiş ancak bu artışlar yönetmelik sınır değerlerini geçmemiştir. Topraklarda Pb zenginleşmesinin temel öğeleri arasında arıtma çamurları, benzin katkı maddesi olarak kullanılan tetra-alkil ve tetra-aryl bileşikleri, sabunlar ve batarya türü endüstri ürünleri ilk sıralarda sayılmaktadır (Davies, 1990). Arıtma çamurunda kuru maddede 1.200 mg kg^{-1} değerlerine kadar Pb görülürken toprakta izin verilen Pb değeri 100 mg kg^{-1} ve topraklarda değişim aralığı $0,1-20 \text{ mg kg}^{-1}$ Pb olarak belirtilmektedir (Kloke vd., 1993).

Toprakların toplam Ni kapsamları her iki örnekleme dönemlerinde de çamur dozuna bağlı olarak artmış ve toprakların toplam Ni kapsamlarında doza bağlı toplam Ni'de meydana gelen artış $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Çamur uygulanmış topraklarda hasat topraklarında başlangıç topraklarına göre istatistiksel olarak önemli artışlar belirlenmiştir ($P < 0,05$).

Toprakta toplam Cr her iki dönemde de en düşük kontrol uygulamasında, en yüksek ise 32 kg/da azota denk çamur uygulamalarında belirlenmiştir. Tarla denemesinin başlangıcında artan çamur dozuna bağlı olarak meydana gelen Cr artışı istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($P < 0,05$) ancak hasat topraklarında çamura bağlı Cr kapsamlarındaki artış

istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Hasat topraklarının başlangıç topraklarına göre çamur uygulanmış parsellerinde Cr kapsamalarında önemli azalmalar ($P<0,05$) meydana gelmiş, kontrol ve kimyasal gübre uygulamasında ise değişiklik önemli bulunmamıştır. Burada da Cd'da belirlenen sonuca benzer sonuç elde edilmiş, organik materyallerin zamanla Cr metalini bağladığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

Toprakta toplam Zn değerleri 1.ay ve hasat analiz sonuçlarına göre en düşük kontrol parselinde ve en yüksek ise 32 kg/da azota denk çamur uygulamasında belirlenmiştir. Her iki dönemde de bütün uygulama konularında belirlenen toplam Zn değerleri kontrol parselinden daha yüksek belirlenmiş ancak belirlenen artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Tablo 10.40 : Tarla Denemesi Uygulamalarının Toprakların Toplam Cd, Pb, Ni Kapsamları Üzerine Etkisi

Uygulama	Cd ($\mu\text{g/kg}$)		Pb (mg /kg)		Ni (mg/kg)	
	1.ay	Hasat	1. ay	Hasat	1. ay	Hasat
A	145,0	145	25,75	26,56	37,25	37,26
	A	A	ÖD	B	B	C
B	148,7	140,2	26,69	27,72	39,25	41,72
	A	A	ÖD	B	AB	AB
C	112,5	115,7	28,75	30,51	40,00	42,43
	AB	AB	ÖD	AB	AB	B
D	106,2	108,7	29,00	32,36	40,50	40,96
	BC	BC	ÖD	AB	AB	AB
E	73,7	75,2	28,50	32,10	39,75	41,67
	CD	CD	ÖD	AB	AB	AB
F	64,0	65,7	30,75	35,47	40,50	41,46
	D	D	ÖD	A	AB	AB
G	83,7 \pm 0,210	86,5 \pm 0,282	29,75 \pm 0,334	35,80 \pm 0,607	41,00 \pm 0,458	43,29 \pm 0,843
	CD	CD	ÖD	A	A	AB
H	63,5 \pm 0,638	67,0 \pm 0,0981	29,25 \pm 0,250	34,84 \pm 0,905	40,75 \pm 1,09	44,78 \pm 1,19
	D	D	ÖD	A	A	A
LSD<0.05	34,41		6,271		2,982	

Büyük harf düşey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0,05$); LSD: Least Significant Difference.

- A: Kontrol: Gübresiz ve çamursuz kontrol 0 kg/da çamur
B: DAP (2,5kg azot) + 5,5 kg kimyasal N * 0 kg/da çamur
C: 4 kg/da azota denk çamur 490 kg/da çamur
D: 8 kg/da azota denk çamur 980 kg/da çamur
E: 16 kg/da azota denk çamur 1960 kg/da çamur
F: 32 kg/da azota denk çamur 3920 kg/da çamur
G: 4 kg/da azota denk çamur + 4kg kimyasal N* 490 kg/da çamur
H: 6 kg/da azota denk çamur + 2kg kimyasal N* 735 kg/da çamur
*Kimyasal N (üst gübreleme olarak NH_4NO_3)

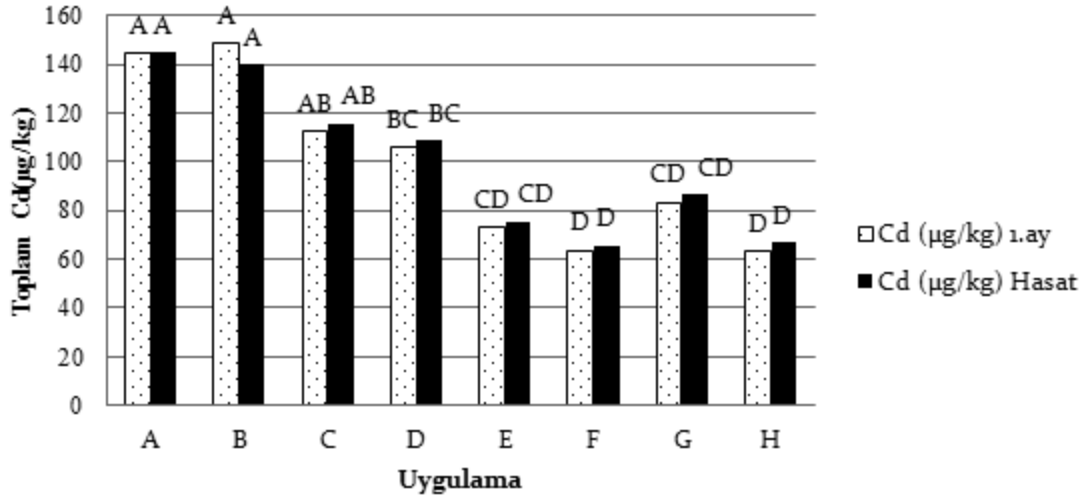
Toprakların toplam Cu kapsamları her iki dönemde de en düşük kontrol uygulamasında, en yüksek ise 32 kg/da azota denk çamur uygulamalarında belirlenmiştir. Tarla denemesinin her iki örnekleme döneminde de artan çamur dozuna bağlı olarak meydana gelen Cu artışı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Hasat topraklarının başlangıç topraklarına göre tüm uygulamalarda toplam Cu kapsamlarında azalmalar meydana gelmiş ancak söz konusu azalmalar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Tablo 10.41 : Tarla Denemesi Uygulamalarının Toprakların Toplam Cr, Zn, Cu Kapsamları Üzerine Etkisi (mgkg^{-1})

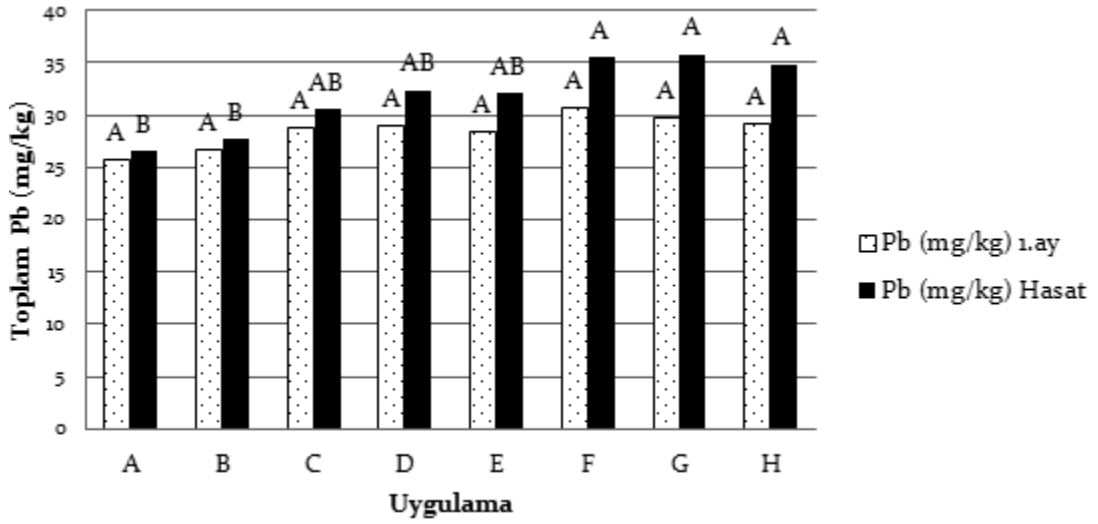
Uygulama	Cr 1.ay	Cr Hasat	Zn 1. ay	Zn Hasat	Cu 1. ay	Cu Hasat
A	16,25 C	17,02 ÖD	60,25 ÖD	57,37 ÖD	17,50 A	17,94 B
B	19,15 C	24,65 ÖD	61,00 ÖD	60,49 ÖD	18,00 A	18,64 AB
C	18,00 C	25,07 ÖD	62,50 ÖD	78,27 ÖD	19,12 A	20,73 AB
D	21,50 C	23,00 ÖD	67,25 ÖD	63,00 ÖD	18,00 B	18,08 B
E	36,75	23,83 ÖD	82,25 ÖD	58,29 ÖD	18,75 B	18,69 AB
F	47,75 B	24,96 ÖD	86,25 ÖD	60,48 ÖD	18,75 A	21,93 A
G	42,75 A	23,92 ÖD	62,00 ÖD	78,67 ÖD	18,50 B	21,02 AB
H	48,50 AB	25,98 ÖD	62,00 ÖD	81,25 ÖD	18,75 B	20,77 AB
LSD<0.05	8,162		23,030		3,363	

Büyük harf düşey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$);LSD: Least Significant Difference.

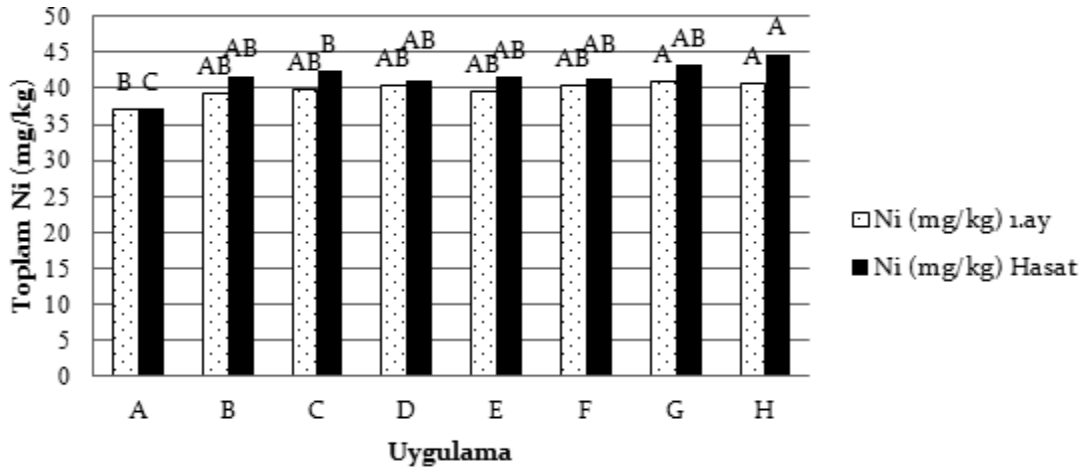
- A: Kontrol: Gübresiz ve çamursuz kontrol 0 kg/da çamur
 B: DAP (2,5 kg azot) + 5,5 kg kimyasal N* 0 kg/da çamur
 C: 4 kg/da azota denk çamur 490 kg/da çamur
 D: 8 kg/da azota denk çamur 980 kg/da çamur
 E: 16 kg/da azota denk çamur 1960 kg/da çamur
 F: 32 kg/da azota denk çamur 3920 kg/da çamur
 G: 4 kg/da azota denk çamur + 4kg kimyasal N* 490 kg/da çamur
 H: 6 kg/da azota denk çamur + 2 kg kimyasal N* 735 kg/da çamur
 *Kimyasal N (üst gübreleme olarak NH_4NO_3)



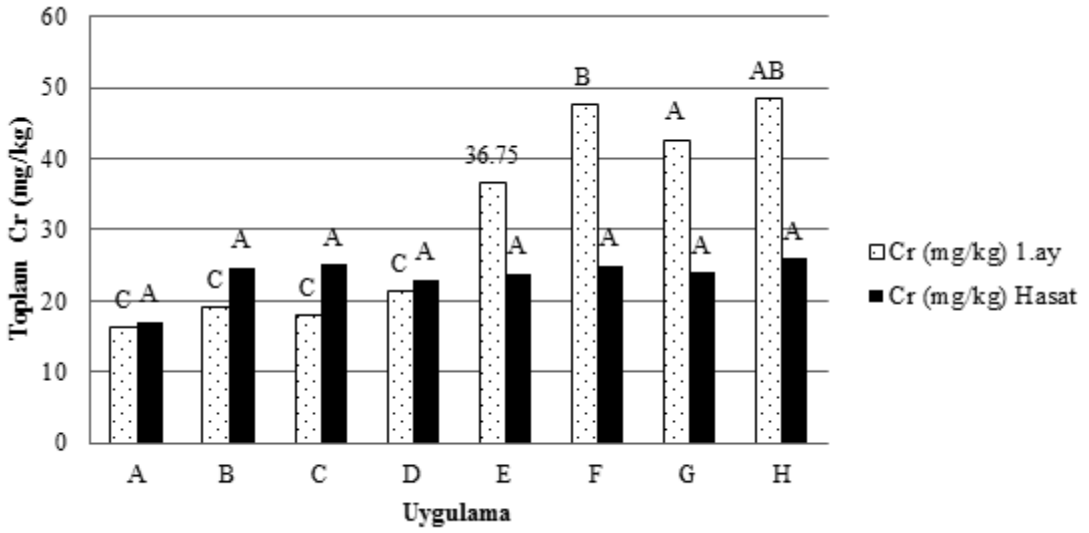
Şekil 10.49 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Cd kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)



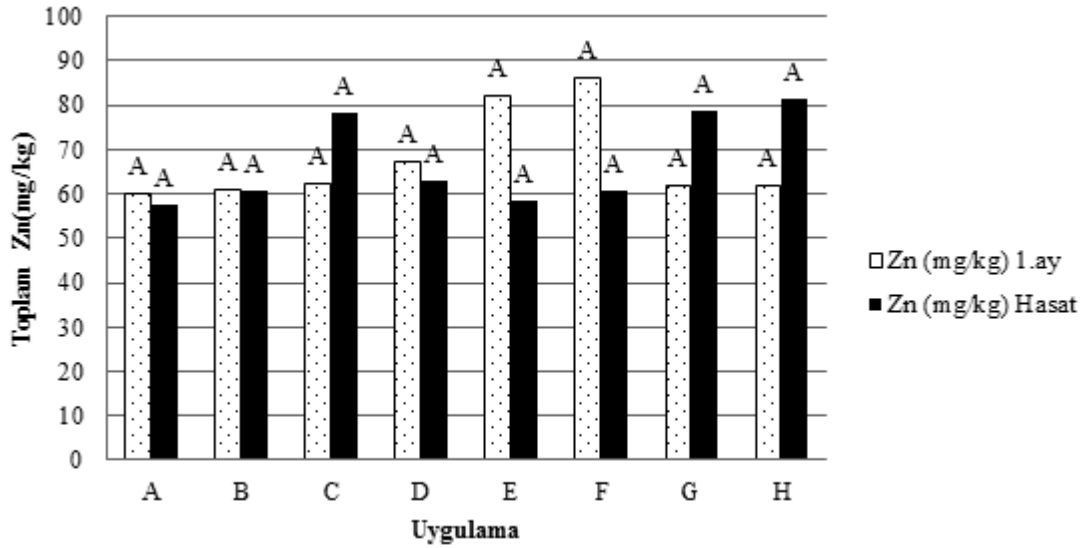
Şekil 10.50 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Pb kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)



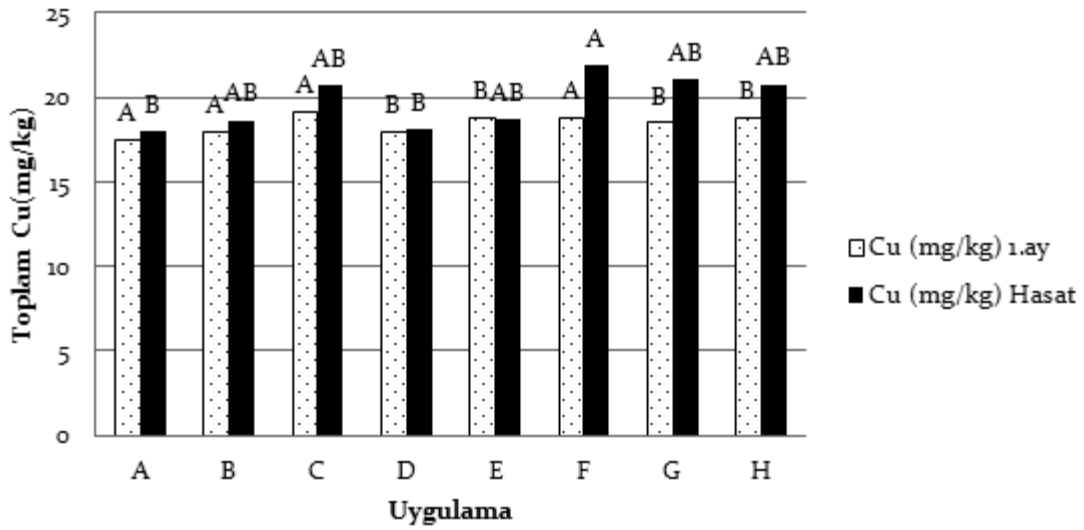
Şekil 10.51 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Ni kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)



Şekil 10.52 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Cr kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)



Şekil 10.53 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Zn kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)



Şekil 10.54 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Cu kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)

Alınabilir Ağır Metaller (Cd, Pb, Ni, Zn, Cr, Cu)

2010-2011 yılı tarla denemesi ürün döneminde 8 uygulama faktörüne ilişkin 1. ay ve hasat dönemi topraklarının alınabilir Cd, Pb ve Ni değerleri

Tablo 10.42, alınabilir Cr, Zn ve Cu değerleri de Tablo 10.43'te verilmiştir.

Toprakların alınabilir Cd kapsamı toplam Cd kapsamının aksine en düşük kontrol ve en yüksek 32 kg/da azota denk çamur uygulanmış parselde belirlenmiştir. Her iki

örnekleme döneminde de toprakların alınabilir Cd kapsamları çamur dozuna ve zamana bağlı olarak artış göstermiş ancak bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Toprakta bulunan Cd'un bitkiye geçen miktarlarını belirlemede toprağın toplam Cd içeriğinden çok alınabilir miktarının daha iyi bir gösterge olduğu pek çok araştırmacı tarafından saptanmıştır. Örneğin, Li vd. (1994), topraktaki toplam Cd miktarı ile bitkinin Cd kapsamı arasında çok zayıf bir ilişki olduğunu, buna karşılık alınabilir miktarının Cd birikimi için çok önemli bir gösterge olduğunu belirtmişlerdir. Alloway (1993), toprak çözeltisindeki $0,001 \text{ mg kg}^{-1}$ düzeyindeki Cd'u sınır değer olarak belirtmiştir. Antoniadis ve Alloway (2001) toprağa uygulanan 8 t ha^{-1} çamur dozundan az çamur uygulamalarında toprakta Cd miktarlarının artış göstermesinin Cd ve Zn gibi hareketli metallere toprakta alınabilirliklerini artıracak ve bunun da risk oluşturabileceğini belirtmişlerdir.

Toprakların amonyum asetat ile alınabilir Pb kapsamları en düşük kontrol ve en yüksek 32 kg/da azota denk çamur uygulanmış parselde belirlenmiştir. Tarla denemesinin 1. ay toprak örneklemeinde belirlenen alınabilir Pb kapsamlarında doza bağlı belirlenen artış $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuş, hasat topraklarında belirlenen çamur dozuna bağlı artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Toprakların alınabilir Ni kapsamları her iki dönemde de en düşük kontrol uygulamasında, en yüksek ise 32 kg/da azota denk çamur uygulamalarında belirlenmiştir. Tarla denemesinin her iki örnekleme döneminde de artan çamur dozuna bağlı olarak meydana gelen Ni artışı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Hasat topraklarının başlangıç topraklarına göre tüm uygulamalarda alınabilir Ni kapsamlarında artışlar meydana gelmiş ancak söz konusu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Toprakların alınabilir Cr kapsamları en düşük kontrol ve en yüksek 32 kg/da azota denk çamur uygulanmış parselde belirlenmiştir (Tablo 10.43). Tarla denemesinin 1. ay toprak örneklemeinde belirlenen alınabilir Cr kapsamlarında doza bağlı belirlenen artış istatistiksel olarak önemli bulunmamış, hasat topraklarında belirlenen çamur dozuna bağlı artış ise $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Hasat topraklarının başlangıç topraklarına göre tüm uygulamalarda alınabilir Cr kapsamlarında artışlar meydana gelmiş ancak söz konusu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Tablo 10.42 : Tarla Denemesi Uygulamalarının Toprakların Alınabilir Cd, Pb ve Ni Kapsamları Üzerine Etkisi

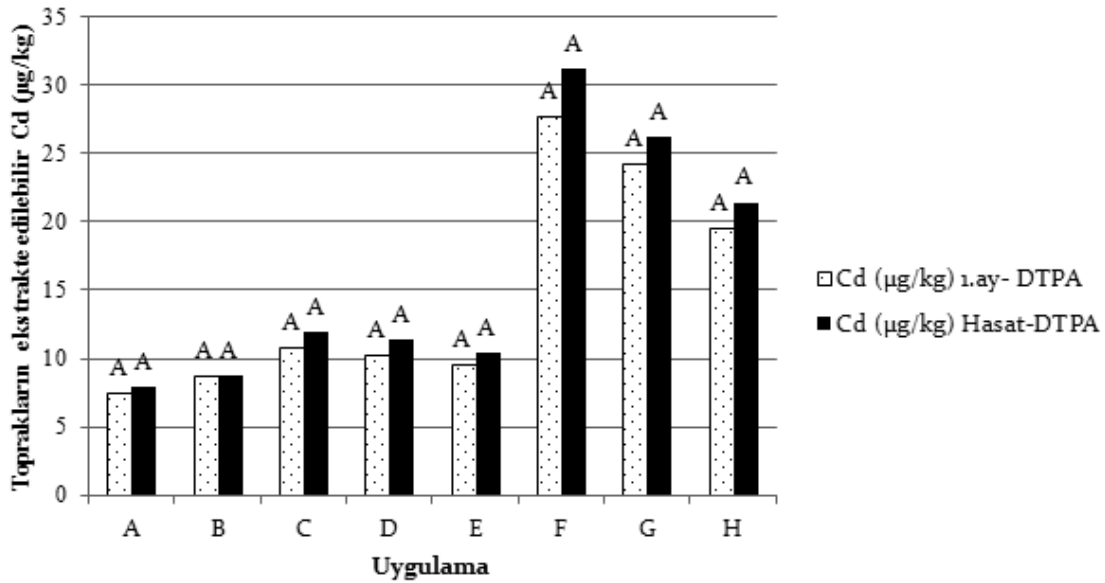
Uygulama	Cd (µg/kg) 1.ay-DTPA	Cd (µg/kg) Hasat- DTPA	Pb (µg/kg) 1. ay- NH ₄ asetat	Pb (µg/kg) Hasat- NH ₄ asetat	Ni (mg/kg) 1. ay- DTPA	Ni (mg/kg) Hasat-DTP
A	7,50 ÖD	7,86 ÖD	804 D	769 ÖD	0,316 B	0,307 C
B	8,75 ÖD	8,79 ÖD	832 CD	794 ÖD	0,367 B	0,492 BC
C	10,75 ÖD	11,97 ÖD	895 CD	894 ÖD	0,335 B	0,978 A
D	10,25 ÖD	11,40 ÖD	893 CD	791 ÖD	0,471 B	0,579 BC
E	9,50 ÖD	10,38 ÖD	1137 A	902 ÖD	0,903 A	0,948 A
F	27,75 ÖD	31,20 ÖD	1110 AB	926 ÖD	0,947 A	0,995 A
G	24,25 ÖD	26,24 ÖD	936 CD	880 ÖD	0,437 B	0,809 AB
H	19,50 ÖD	21,41 ÖD	1009 BC	804 ÖD	0,453 B	0,752 AB
LSD<0.05	23,081		167,56		0,383	

Büyük harf düşey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$);LSD: Least Significant Difference.

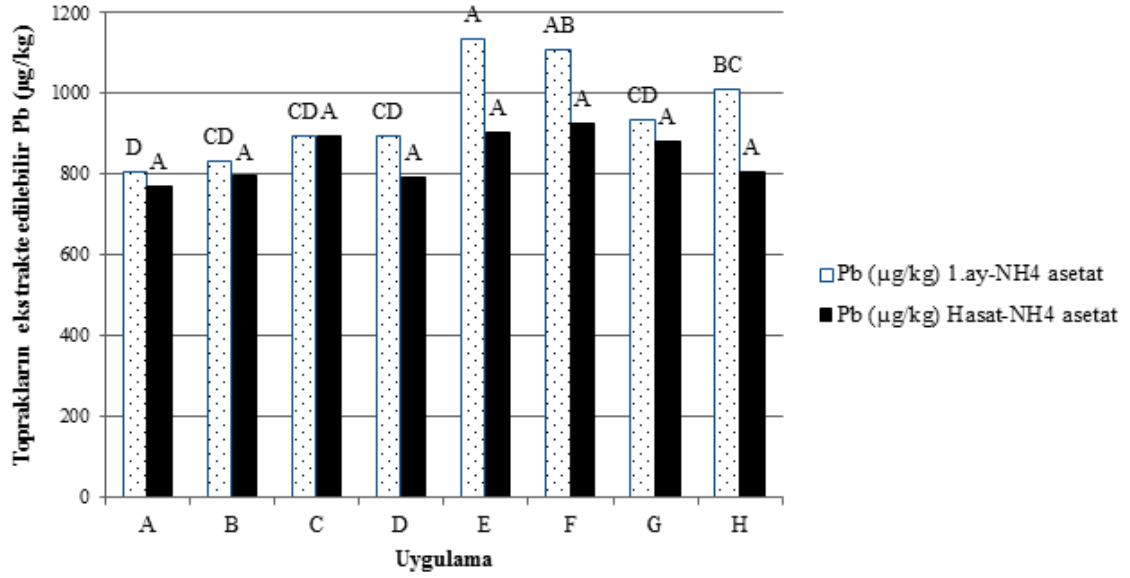
- A: Kontrol: Gübresiz ve çamursuz kontrol
 B: DAP (2,5kg azot) + 5,5 kg kimyasal N *
 C: 4kg/da azota denk çamur
 D: 8kg/da azota denk çamur
 E: 16kg/da azota denk çamur
 F: 32kg/da azota denk çamur
 G: 4kg/da azota denk çamur + 4kg kimyasal N*
 H: 6kg/da azota denk çamur + 2kg kimyasal N*
 *Kimyasal N (üst gübreleme olarak NH₄NO₃)
- 0kg/da çamur
 0kg/da çamur
 490 kg/da çamur
 980 kg/da çamur
 1960 kg/da çamur
 3920 kg/da çamur
 490 kg/da çamur
 735 kg/da çamur

Toprakta alınabilir Zn değerleri 1.ay ve hasat analiz sonuçlarına göre en düşük kontrol parselinde ve en yüksek ise 32 kg/da azota denk çamur uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 10.43). Her iki dönemde de bütün uygulama konularında belirlenen alınabilir Zn değerleri kontrol parselinden daha yüksek belirlenmiş ancak belirlenen artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ayrıca, hasat topraklarının başlangıç topraklarına göre tüm uygulamalarda alınabilir Zn kapsamlarında artışlar meydana gelmiş ancak söz konusu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

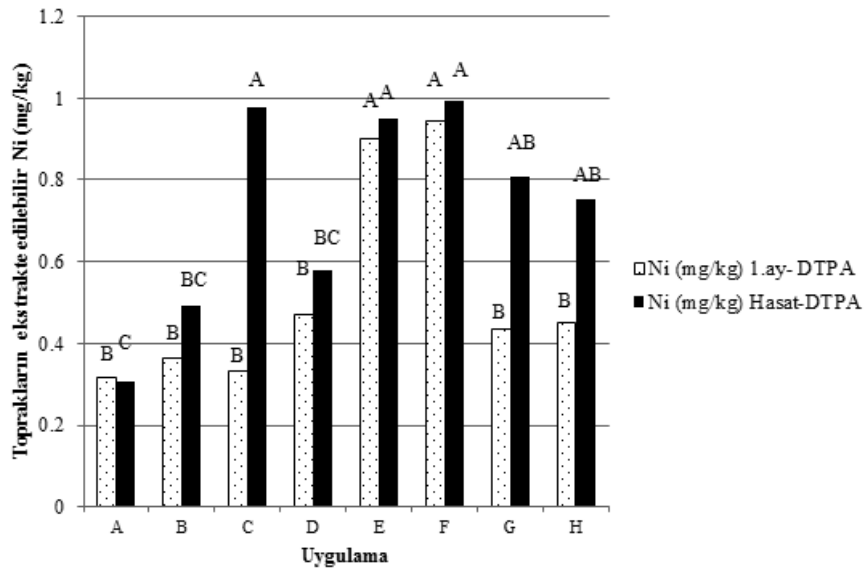
Toprakların alınabilir Cu kapsamları her iki dönemde de en düşük kontrol uygulamasında, en yüksek ise 32 kg/da azota denk çamur uygulamalarında belirlenmiştir. Tarla denemesinin her iki örnekleme döneminde de artan çamur dozuna bağlı olarak meydana gelen Cu artışı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Hasat topraklarının başlangıç topraklarına göre tüm uygulamalarda alınabilir Cu kapsamlarında artışlar meydana gelmiş ancak söz konusu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.



şekil 10.55 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların ekstrakte edilebilir Cd kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)



Şekil 10.56 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların ekstrakte edilebilir Pb kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)



Şekil 10.57 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların ekstrakte edilebilir Ni kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)

Tablo 10.43 : Tarla Denemesi Uygulamalarının Toprakların Alınabilir Cr, Zn ve Cu

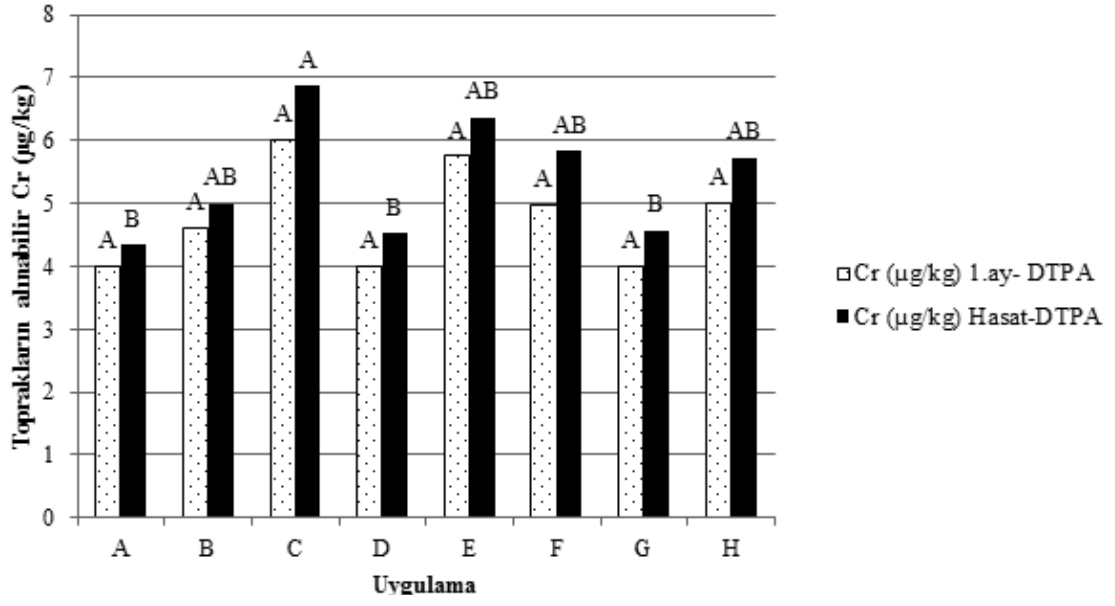
Kapsamları Üzerine Etkisi

Uygulam	Cr µg/kg	Cr µg/kg	Zn mg/kg	Zn mg/kg	Cu mg/kg	Cu mg/kg
a	1.ay	Hasat	1. ay	Hasat	1. ay	Hasat
A	4,00	4,34	0,085	0,079	0,36	0,35
	ÖD	B	ÖD	ÖD	B	B
B	4,62	5,00	0,185	0,47	0,43	0,44
	ÖD	AB	ÖD	ÖD	B	AB
C	6,00	6,88	0,907	7,056	0,42	1,24
	ÖD	A	ÖD	ÖD	B	A
D	4,00	4,52	1,337	1,315	0,46	0,52
	ÖD	B	ÖD	ÖD	B	AB
E	5,75	6,37	8,988	0,809	1,62	0,51
	ÖD	AB	ÖD	ÖD	A	AB
F	4,98	5,84	10,67	1,320	1,76	0,57
	ÖD	AB	ÖD	ÖD	A	AB
G	4,00	4,57	0,446	5,056	0,40	1,01
	ÖD	B	ÖD	ÖD	B	B
H	5,00	5,73	1,296	4,308	0,56	0,89
	ÖD	AB	ÖD	ÖD	B	AB
LSD<0.0	1,929		23,030		0,757	
5						

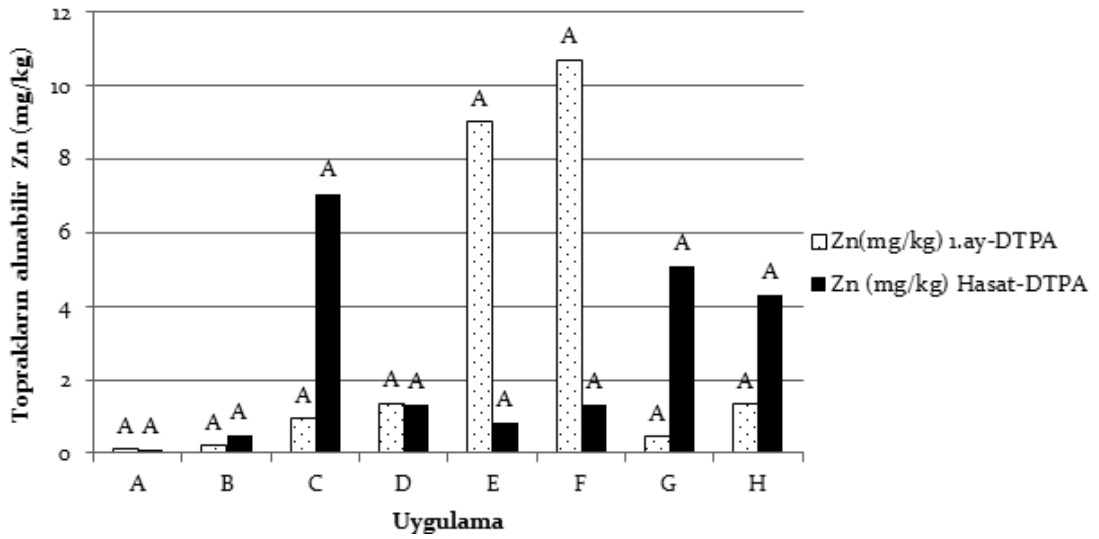
Büyük harf düşey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P < 0.05$); LSD: Least Significant Difference.

- A: Kontrol: Gübresiz ve çamursuz kontrol 0 kg/da çamur
 B: DAP (2,5 kg azot) + 5,5 kg kimyasal N * 0 kg/da çamur
 C: 4 kg/da azota denk çamur 490 kg/da çamur
 D: 8 kg/da azota denk çamur 980 kg/da çamur
 E: 16 kg/da azota denk çamur 1960 kg/da çamur
 F: 32 kg/da azota denk çamur 3920 kg/da çamur
 G: 4 kg/da azota denk çamur + 4 kg kimyasal N* 490 kg/da çamur
 H: 6 kg/da azota denk çamur + 2 kg kimyasal N* 735 kg/da çamur

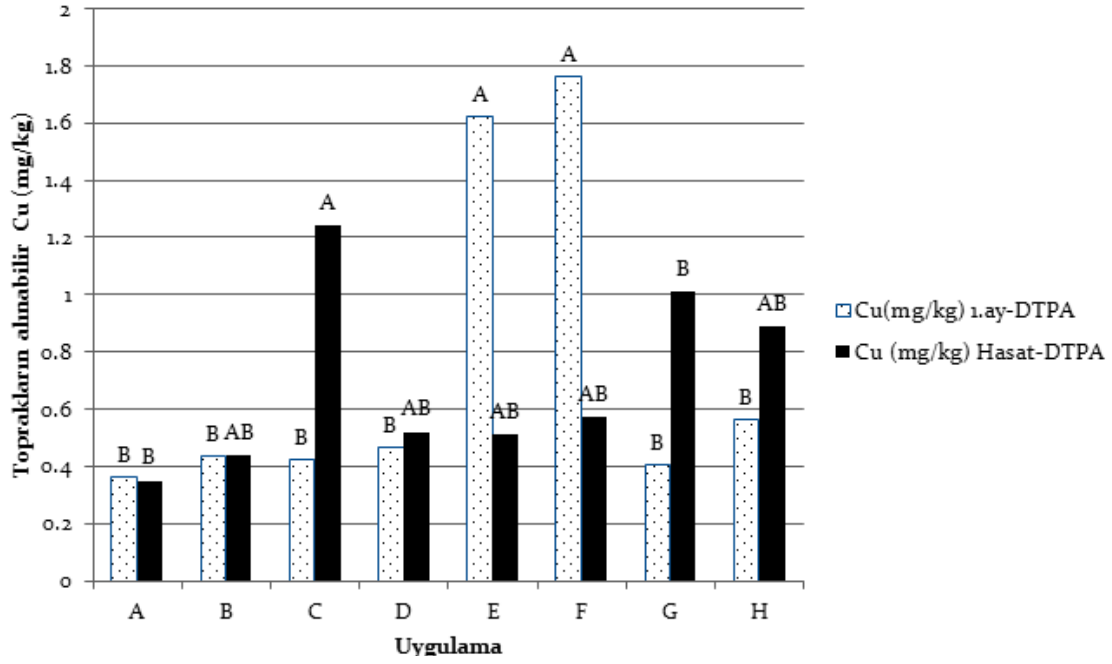
*Kimyasal N (üst gübreleme olarak NH_4NO_3)



Şekil 10.58 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların alınabilir Cr kapsamı üzerine etkisi (µg/kg)



Şekil 10.59 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların alınabilir Zn kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)



Şekil 10.60 : Tarla denemesi uygulamalarının toprakların alınabilir Cu kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)

Bitki Analiz Sonuçları

2010-2011 yılı tarla denemesi ürün döneminde 8 uygulama faktörüne ilişkin bitki örneklerinde belirlenen bitki boyu, verim, bitki ve tane N ve P içerikleri Tablo 10.44'te verilmiştir.

Bitki Boyu

Arıtma çamuru uygulanmış parsellerde yetişen buğday bitkilerinin boyu, kontrol parseline göre fazla bulunmuş, en yüksek bitki boyu ise 4 kg/da azota denk çamur verilen C uygulamasında belirlenmiştir. Uygulamalar arasında belirlenen fark $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

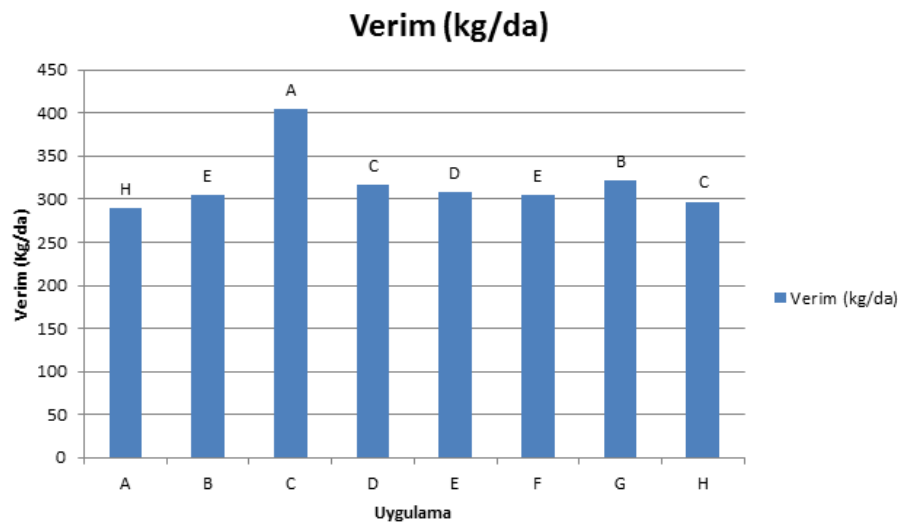
Bitki boyu, hasat indeksi ve yatmaya etkisi yönünden önemli morfolojik özelliklerden biridir. Araştırma sonucunda bitki boyuna ilişkin elde edilen veriler (73-79), Anonim (2009)'in 7 ekmeklik buğday çeşidini kullanarak yaptığı çalışmadaki bitki boyu ortalamalarının (91-112 cm) oldukça altındadır. Bitki boyu çeşidin genetik yapısı, ekim sıklığı, ekim zamanı, yağış durumu, gübreleme ve toprak şartlarına göre değişmektedir. Tarla denemesinin yürütüldüğü 2011-2012 yılı yağış rejimindeki düzensizliklerden kaynaklanabilecek bir durum söz konusu olabileceği düşünülmektedir.

Dekara Tane Verimi

Tarla denemesi hasat sonucunda en düşük verim kontrol parselinde 289 kg/da olarak belirlenirken, en yüksek verim 404 kg/da olarak 4 kg/da azota denk çamur uygulaması olan C uygulama konusunda belirlenmiştir. Kontrole göre çamur ve kimyasal gübre uygulamalarında verimde meydana gelen artış $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Tarla denemesinin yürütüldüğü Polatlı TİGEM işletme arazisinde 2011-2012 ekim döneminde ortalama buğday veriminin 350 kg/da olduğu yetkililer tarafından belirtilmiş, bu sonuca göre de çamur uygulamalarının %15 oranında verime etkisi olduğu görülmüştür.

Arıtma çamuru uygulanan topraklarda yetişen buğday sapı P kapsamı 0,076 mg/kg (kontrol) - 0,1029 mg/kg (16 kg/da azota denk çamur- E uygulaması) değerleri arasında belirlenmiştir. Buğday tanesi P içerikleri de en düşük 0,216 mg/kg ile kontrol parselinde, en yüksek ise 0,249 mg/kg olarak C uygulamasında (8 kg/da azota denk çamur-C uygulaması) belirlenmiştir. Buğday tanesinde uygulamalar arasında belirlenen artış $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuş, buğday sapı P içeriklerinde belirlenen uygulamalar arasındaki değişim ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Arıtma çamuru uygulanan topraklarda yetişen buğday sapı N kapsamı % 0,62 (kontrol)- 1,72 (8 kg/da azota denk çamur -F uygulaması) değerleri arasında belirlenmiştir. Buğday tanesi N içerikleri de en düşük %1,152 ile kontrol parselinde, en yüksek ise %3,52 olarak 32 kg/da azota denk çamur uygulanan F uygulamasında belirlenmiştir. Çamur dozuna bağlı sap ve tanenin N kapsamlarında artış görülmüş olup ancak bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.



Şekil 10.61 : Tarla denemesi uygulamalarının verim kapsamı üzerine etkisi

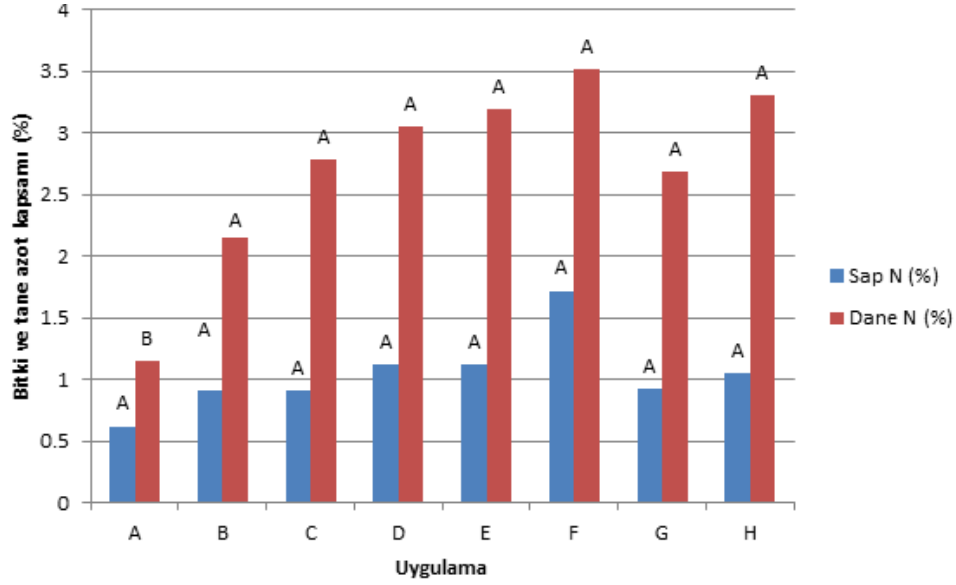
Tablo 10.44 : Tarla Denemesi Uygulamalarının buğday bitki boyu, verim, bitki ve tane N ve P kapsamaları Üzerine Etkisi

Uygulama	Bitki Boyu (cm)	Verim (kg/da)	Sap N (%)	Sap P (mg/kg)	Tane N (%)	Tane P (mg/kg)
A	73,42	289	0,62C	0,0760	1,152C	0,216
	G	H		ÖD		B
B	76,63	304	0,91B	0,0872	2,15B	0,226
	D	E		ÖD		AB
C	79,17	404	0,91B	0,0869	2,78A	0,249
	A	A		ÖD		A
D	74,88	317	1,12	0,0951	3,05A	0,225
	F	C	A	ÖD		AB
E	77,42	308	1,12A	0,1029	3,19A	0,235
	B	D		ÖD		AB
F	77,13	305	1,72A	0,0816	3,52 A	0,231
	C	E		ÖD		AB
G	77,13	321	0,92 B	0,0946	2,69 A	0,227
	C	B		ÖD		AB
H	75,67	297	1,05AB	0,09770	3,30A	0,229
	E	C		ÖD		AB
LSD<0.05	0,261	0,461	0,683	0,0349	0,921	0,0288

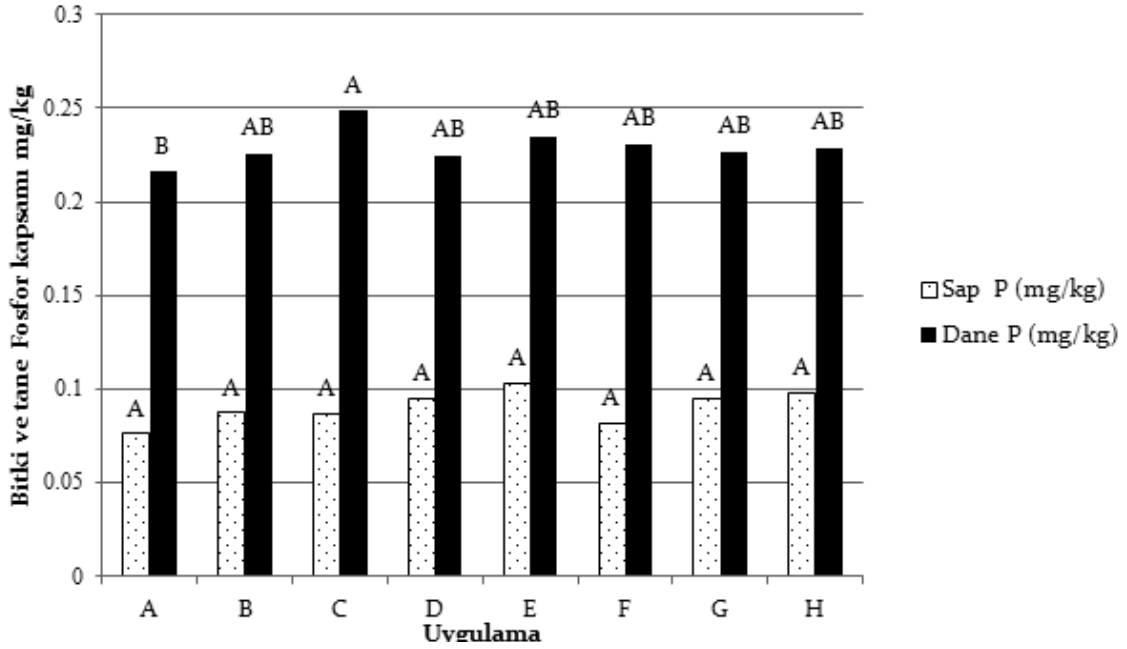
Büyük harf düzeyi olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma (P<0.05);LSD: Least Significant Difference.

A: Kontrol: Gübresiz ve çamursuz kontrol	0 kg/da çamur
B: DAP (2,5 kg azot) + 5,5 kg kimyasal N *	0 kg/da çamur
C: 4 kg/da azota denk çamur	490 kg/da çamur
D: 8 kg/da azota denk çamur	980 kg/da çamur
E: 16 kg/da azota denk çamur	1960 kg/da çamur
F: 32 kg/da azota denk çamur	3920 kg/da çamur
G: 4 kg/da azota denk çamur + 4 kg kimyasal N*	490 kg/da çamur
H: 6 kg/da azota denk çamur + 2 kg kimyasal N*	735 kg/da çamur

*Kimyasal N (üst gübreleme olarak NH₄NO₃)



Şekil 10.62 : Tarla denemesi uygulamalarının bitki ve tane N kapsamı üzerine etkisi



Şekil 10.63 : Tarla denemesi uygulamalarının bitki ve tane P kapsamı üzerine etkisi

Buğday Sapı ve Tanesinde Ağır Metaller

2010-2011 yılı tarla denemesi ürün döneminde 8 uygulama faktörüne ilişkin buğday sapı ve tanesinde Cd, Pb ve Ni değerleri Tablo 10.45 ve buğday sap ve tanesinde Cr, Zn ve Cu değerleri de Tablo 10.46’te verilmiştir.

Arıtma çamuru uygulanan topraklarda yetişen buğday sapı Cd kapsamı 1,52 (kontrol) – 15,37 µg/g (8 kg/da azota denk çamur-D uygulaması) değerleri arasında belirlenmiş olup, buğday tanesine ait Cd değerleri ise 2,82 µg/g (kontrol) – 79,30 µg/g (32kg/da azota denk çamur-F uygulaması) arasında belirlenmiştir (Tablo 10.45). Buğday tanesi Cd değerleri

bitkiye göre fazla bulunmuş, buna göre de Cd taneye taşınmış gözükmektedir. Çamur uygulanmış parsellerde buğday bitkisinin gerek sapı gerekse tanesinde kontrole göre belirlenen artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Buğday bitkisi sapında Cd, Z, Cu, Pb, Ni vb. ağır metallere ait sınır değerler veya herhangi bir kodeks bulunmamıştır. FAO ve WHO (1993), tahıllarda ve baklagillerde izin verilebilir maksimum Cd konsantrasyonunu 0,1 mg kg⁻¹ olarak belirlemiş, EC (2001) ve FAO'nun 2011 yılında yayınladığı bülten de ise buğdayda 0,2 mg/kg değerini Cd sınır değeri olarak belirlemişlerdir. Avrupa Birliği pH'sı 6'dan büyük topraklarda yetişen buğday tanesinde olması gereken maksimum Cd miktarının 0,235 mg/kg olarak sınırlandırmıştır. Türk Gıda Mevzuatı Kodeksi (1999)'e göre bu değerler daha yüksek olup buğday için tanede 0,3 mg kg⁻¹'dir. Buna göre deneme buğday bitkisinde belirlenen Cd değerleri çamur dozuna bağlı artış göstermiş olsa da yukarıda belirtilen değerlerin altında kalmaktadır.

Arıtma çamuru uygulanan topraklarda yetişen buğday bitki sap ve tanesinin Pb ve Ni kapsamları benzer sonuçlar göstermiş, artan çamur dozuna bağlı olarak bitki ve tane Pb ve Ni içerikleri artmış, kontrole göre buğday tanesinin Pb ve Ni içeriklerinde belirlenen artış istatistiksel olarak önemli bulunmamış ancak buğday bitkisinin Pb ve Ni içeriklerinde kontrole göre çamur uygulamalarında meydana gelen artış P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Cd'a benzer şekilde buğday tanesinde bitki sapına göre daha fazla Pb belirlenmiştir (Tablo 10.47). Bitkide tolere edilebilir Pb limit değeri 5-10 mg kg⁻¹ olarak Kabata-Pendias ve Pendias (1992) tarafından belirtilmiştir. Nikelin çoğu için esansiyel olmamakla beraber tahılların tanesinde çimlenme gücü açısından önemli olduğu belirtilmektedir (McGrath ve Smith, 1990). Bitkilerde kritik seviyenin kuru maddede 20-30 µg g⁻¹ olduğu ve Ni için toprak-bitki transfer katsayısının 0,1-1 olduğu belirtilmektedir (Sauerbeck, 1991). Araştırma bulguları bu değerlerin altındadır.

EC (2001) sınır değerlerine göre buğday tanesinde 0,2 mg/kg Pb olması gerekmekte, bu değere göre tarla denemesi kontrol parselleri dışında kimyasal gübre uygulanmış parseller dahi tüm uygulamalarda buğday tanesi Pb içerikleri (kontrol toprağında 2 mg/kg; en yüksek çamur uygulamasında 9,3mg/kg ve DAP gübresi uygulamasında 5.5 mg/kg Pb) sınır değerlerin oldukça üzerinde belirlenmiştir. Bunun yanı sıra Ukrayna'da DSC komitesi tarafından 2004 yılında kabul edilmiş buğdayın gıda amaçlı kullanılması durumunda maksimum 0,5 mg/kg Pb ve yem olarak tüketilmesi durumunda da 5 mg/kg Pb içermesi gerektiğine dair belirlenmiş kritik değerler bulunmaktadır.

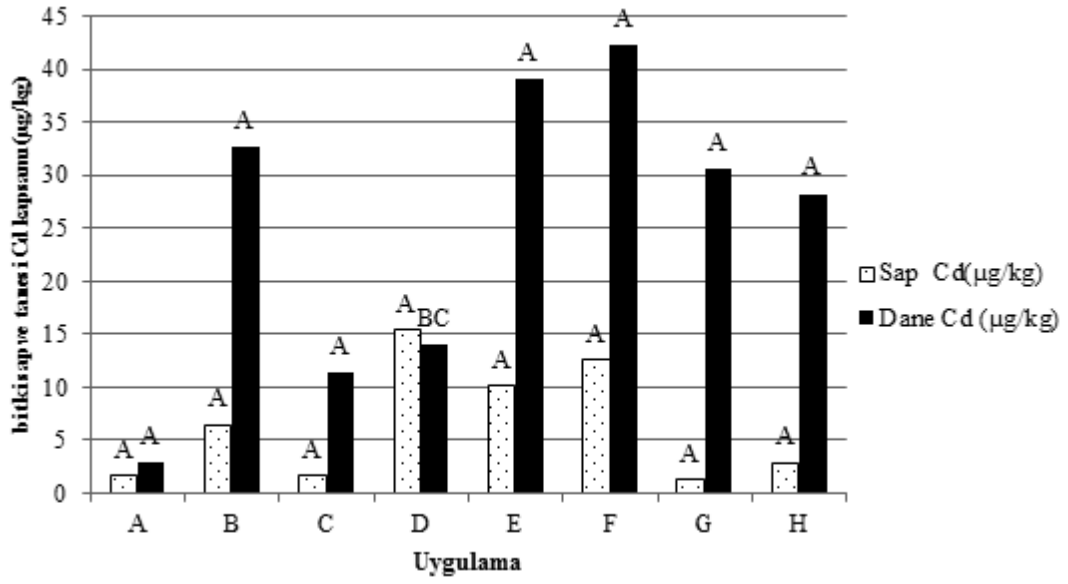
Tablo 10.45 : Tarla Denemesi Uygulamalarının Buğday Bitkisi Sap ve Tanesinin Cd, Pb ve Ni Kapsamları Üzerine Etkisi

Uyg.	Cd µg/kg		Pb µg/kg		Ni µg/kg	
	Sap	Tane	Sap	Tane	Sap	Tane
A	1,52	0,03	1051	2017	1447	3388
	ÖD	A	B	ÖD	B	ÖD
B	6,37	0,03	1468	5513	1765	14682
	ÖD	A	AB	ÖD	AB	ÖD
C	1,52	11,30	1592	2789	1785	3747
	ÖD	A	AB	ÖD	AB	ÖD
D	15,37	13,97	1806	2703	2372	4471
	ÖD	B	A	ÖD	A	ÖD
E	10,10	39,00	1830	9365	1584	5904
	ÖD	A	A	ÖD	AB	ÖD
F	12,52	42,30	1439	9310	2289	10393
	ÖD	A	AB	ÖD	A	ÖD
G	1,23	30,62	1277	6737	1850	4115
	ÖD	A	B	ÖD	AB	ÖD
H	2,80	28,20	1143	3996	1584	3713
	ÖD	A	AB	ÖD	AB	ÖD
LSD<0.05	22,13	71,92	554,39	7599	707,88	13252

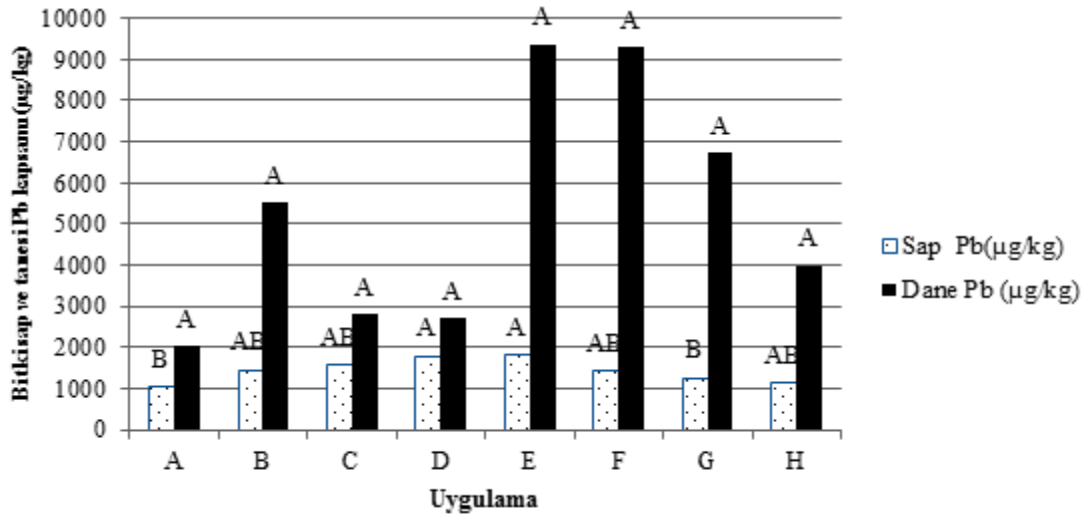
Büyük harf düşey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma (P<0.05);LSD: Least Significant Difference.

- A: Kontrol: Gübresiz ve çamursuz kontrol 0kg/da çamur
 B: DAP (2,5kg azot) + 5,5 kg kimyasal N * 0kg/da çamur
 C: 4kg/da azota denk çamur 490 kg/da çamur
 D: 8kg/da azota denk çamur 980 kg/da çamur
 E: 16kg/da azota denk çamur 1960 kg/da çamur
 F: 32kg/da azota denk çamur 3920 kg/da çamur
 G: 4kg/da azota denk çamur + 4kg kimyasal N* 490 kg/da çamur
 H: 6kg/da azota denk çamur + 2kg kimyasal N* 735 kg/da çamur

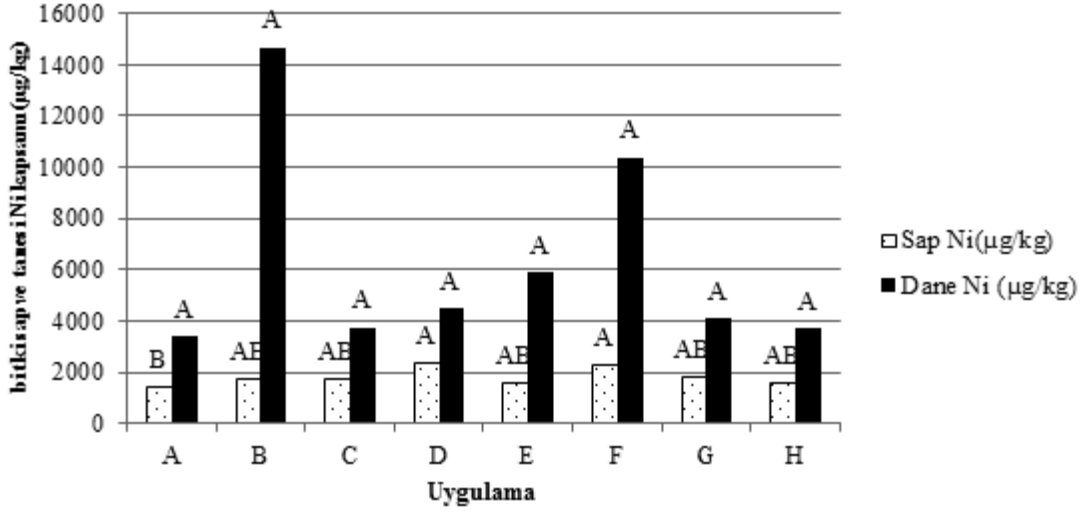
*Kimyasal N (üst gübreleme olarak NH₄NO₃)



Şekil 10.64 : Tarla denemesi uygulamalarının buğday sap ve tanesi Cd Kapsamı Üzerine Etkisi



Şekil 10.65 : Tarla denemesi uygulamalarının buğday sap ve tanesi Pb kapsamı üzerine etkisi



Şekil 10.66 : Tarla denemesi uygulamalarının buğday sap ve tanesi Ni kapsamı üzerine etkisi

Arıtma çamuru uygulanan topraklarda yetişen buğday bitki sap ve tanesinin Cr kapsamı çamur uygulanmış parsellerde kontrole göre artış göstermiş ve bu artış $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Buğday tanesinde sapına göre bazı uygulamalarda yüksek Cr, bazı uygulamalarda ise düşük Cr belirlenmiştir.

Arıtma çamuru uygulanan topraklarda yetişen buğday bitki tanesi Zn değerleri 19,55 mg/kg (kontrol) - 5/kg (G uygulamasında); bitki sapında ise 30,75 (kontrol) - 46,47 mg/kg (E uygulaması) arasında belirlenmiş olup, artan çamur dozuna bağlı olarak bitki sap ve tane Zn kapsamı artış göstermiş ancak bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Tablo 10.46). Buğday tanesinde olması gereken Cr, Zn ve Cu'a ait EC kritik değeri bulunmamaktadır.

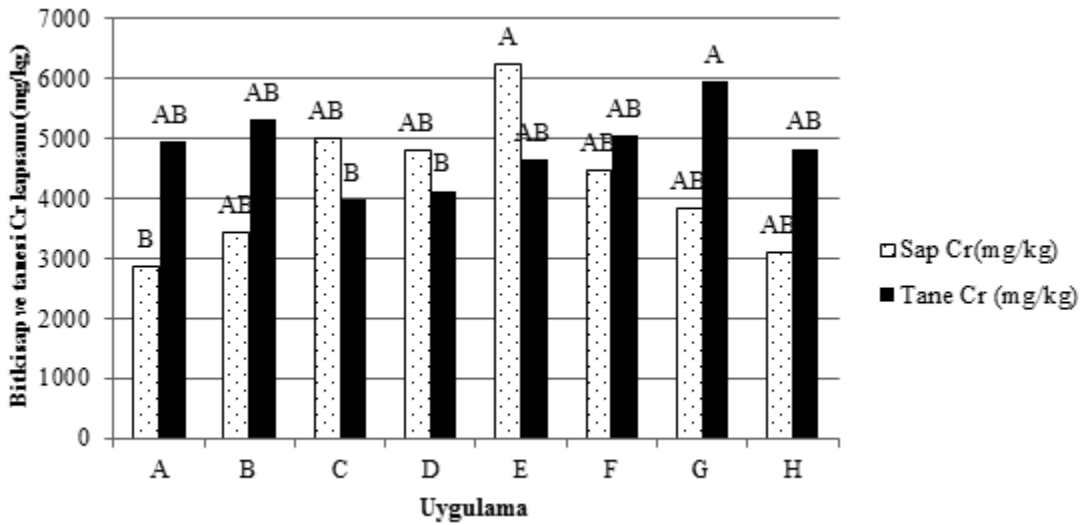
Arıtma çamuru uygulanan topraklarda yetişen buğday sapının Cu kapsamı en düşük kontrol, en yüksek D uygulamasında belirlenmiş, uygulamalar arasındaki fark $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 10.46). Buğday tanesi Cu içerikleri ise B (kimyasal gübre uygulaması), F ve G uygulamalarında diğer uygulamalara göre yüksek bulunmuş, uygulamalar arasındaki fark $P < 0,95$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Pb ve Cd'a benzer şekilde buğday tanesinde bitki sapına göre daha fazla Cu belirlenmiştir (Tablo 10.46).

Tablo 10.46 : Tarla Denemesi Uygulamalarının Buğday Bitkisi Sap ve tanesinin Cr, Zn ve Cu Kapsamları Üzerine Etkisi

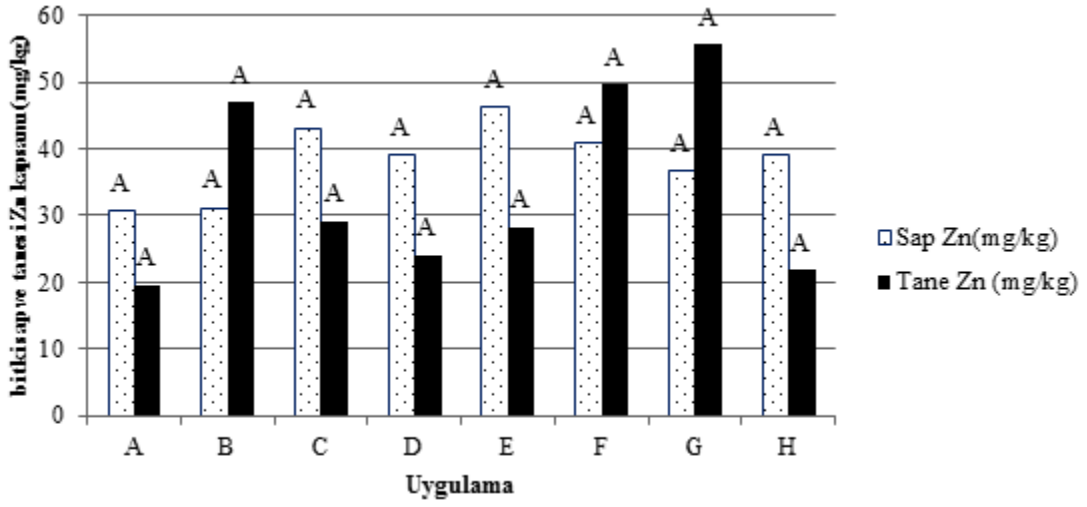
Uygulama	Cr µg/kg Sap	Cr µg/kg tane	Zn mg/kg Sap	Zn mg/kg Tane	Cu mg/kg Sap	Cu mg/kg tane
A	2857	4933	30,75	19,55	11,22	20,35
B	3448	5315	31,25	46,90	12,60	72,65
C	4995	3982	43,22	29,17	13,17	18,50
D	4796	4127	39,17	24,10	13,32	20,07
E	6255	4636	46,47	28,32	12,80	37,67
F	4469	5052	41,00	49,77	13,02	90,97
G	3838	5958	36,72	55,65	12,67	72,37
H	3112	4832	39,07	21,90	12,92	21,07
LSD<0.05	2821,53	1464,86	17,35	37,92	0,594	68,91

Büyük harf düzeyi olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$);LSD: Least Significant Difference.

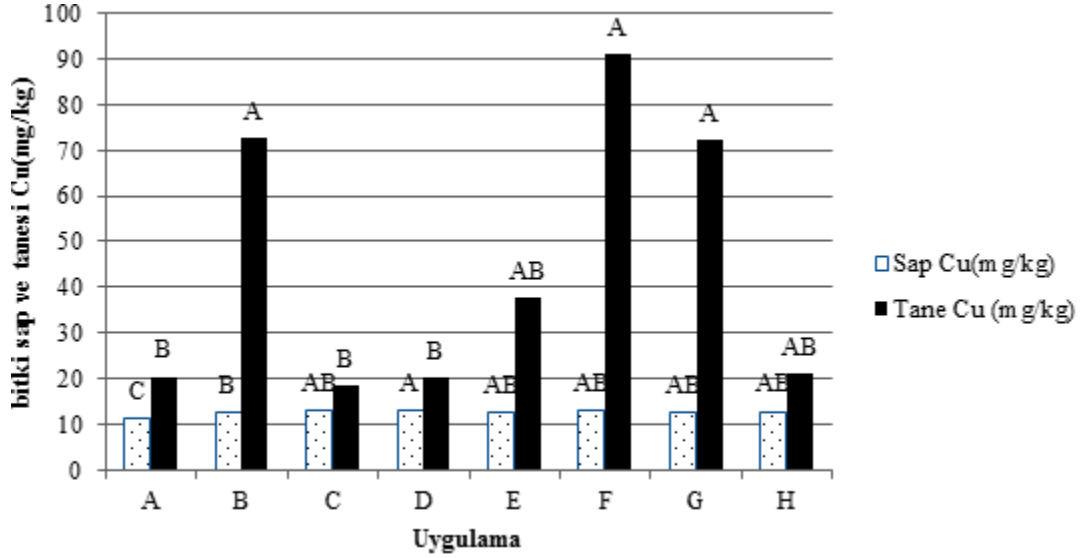
- A: Kontrol: Gübresiz ve çamursuz kontrol 0 kg/da çamur
 B: DAP (2,5kg azot) + 5,5 kg kimyasal N * 0 kg/da çamur
 C: 4 kg/da azota denk çamur 490 kg/da çamur
 D: 8 kg/da azota denk çamur 980 kg/da çamur
 E: 16 kg/da azota denk çamur 1960 kg/da çamur
 F: 32 kg/da azota denk çamur 3920 kg/da çamur
 G: 4 kg/da azota denk çamur + 4 kg kimyasal N* 490 kg/da çamur
 H: 6 kg/da azota denk çamur + 2 kg kimyasal N* 735 kg/da çamur
 *Kimyasal N (üst gübreleme olarak NH_4NO_3)



Şekil 10.67 : Tarla denemesi uygulamalarının buğday sap ve tanesi Cr kapsamı üzerine etkisi



Şekil 10.68 : Tarla denemesi uygulamalarının buğday sap ve tanesi Zn kapsamı üzerine etkisi



Şekil 10.69 : Tarla denemesi uygulamalarının buğday sap ve tanesi Cu kapsamı üzerine etkisi

Ağır Metallerin Biyo-alınabilirlikleri (Transfer Faktörü)

Biyo-alınabilirlik elementin bitkideki miktarının toprakta bulunan toplam miktarına oranıyla bulunmaktadır ve genellikle transfer faktörü (TF) olarak adlandırılmaktadır (Freitag, 1986). Aynı bitki için Cd, Zn, Pb vb metaller açısından transfer faktörü farklıdır.

Smolders (2001) de yapmış olduğu çalışmada farklı bitkiler için TF belirlemiş ve buğday için Cd TF değerinin 0,055 olduğunu belirtmiştir. Proje kapsamında buğday bitkisinin metaller için TF faktörünü belirlerken buğday bitkisi sap ve tanesinin ağır metal içerikleri,

hasat dönemi topraklarının toplam ağır metal içeriklerine bölünmüş ve Tablo 10.47 ve 10.48’de verilmiştir.

Tablo 10.47 : Buğday sap ve tanesi için Cd, Pb ve Ni Transfer Faktörü (bitki metal/toprak toplam metal)

Uygulama	Sap Cd TF	Tane Cd TF	Sap Ni TF	Tane Ni TF	Sap PbTF	Tane Pb TF
A	0,010B	0,033B	0,004ÖD	0,008B	0,004ÖD	0,009B
B	0,053B	0,271A	0,005ÖD	0,020A	0,004ÖD	0,035A
C	0,013B	0,098AB	0,005ÖD	0,009A	0,004ÖD	0,008B
D	0,141A	0,128A	0,006ÖD	0,008A	0,007ÖD	0,011A
E	0,134A	0,518A	0,006ÖD	0,029A	0,004ÖD	0,014A
F	0,190A	0,643A	0,004ÖD	0,026A	0,005ÖD	0,025A
G	0,018B	0,457A	0,003ÖD	0,011A	0,004ÖD	0,009B
H	0,032B	0,353A	0,004ÖD	0,019A	0,004ÖD	0,008B
LSD<0.05	0,153	0,423	0,00273	0,022	0,0028	0,0255

A: Kontrol: Gübresiz ve çamursuz kontrol	0 kg/da çamur
B: DAP (2,5 kg azot) + 5,5 kg kimyasal N *	0 kg/da çamur
C: 4 kg/da azota denk çamur	490 kg/da çamur
D: 8 kg/da azota denk çamur	980 kg/da çamur
E: 16 kg/da azota denk çamur	1960 kg/da çamur
F: 32 kg/da azota denk çamur	3920 kg/da çamur
G: 4 kg/da azota denk çamur + 4 kg kimyasal N*	490 kg/da çamur
H: 6 kg/da azota denk çamur + 2 kg kimyasal N*	735 kg/da çamur

*Kimyasal N (üst gübreleme olarak NH₄NO₃)

Tablo 10.47 incelendiğinde toprakların toplam Cd değerleri arıtma çamuru uygulamasına bağlı olarak azalmış olmasına rağmen, artan çamur dozuna bağlı olarak TF faktörü de artış göstermiş yani topraktan bitkiye Cd transferi çamur uygulamalarında doza bağlı olarak daha fazla olmuştur. Buğday tanesinin Cd transfer faktörü, buğday sapı transfer faktörüne göre oldukça yüksek olup, buna göre Cd’nin topraktan buğday bitkisi sapından daha çok tanesine geçişi olmuştur (P<0,05).

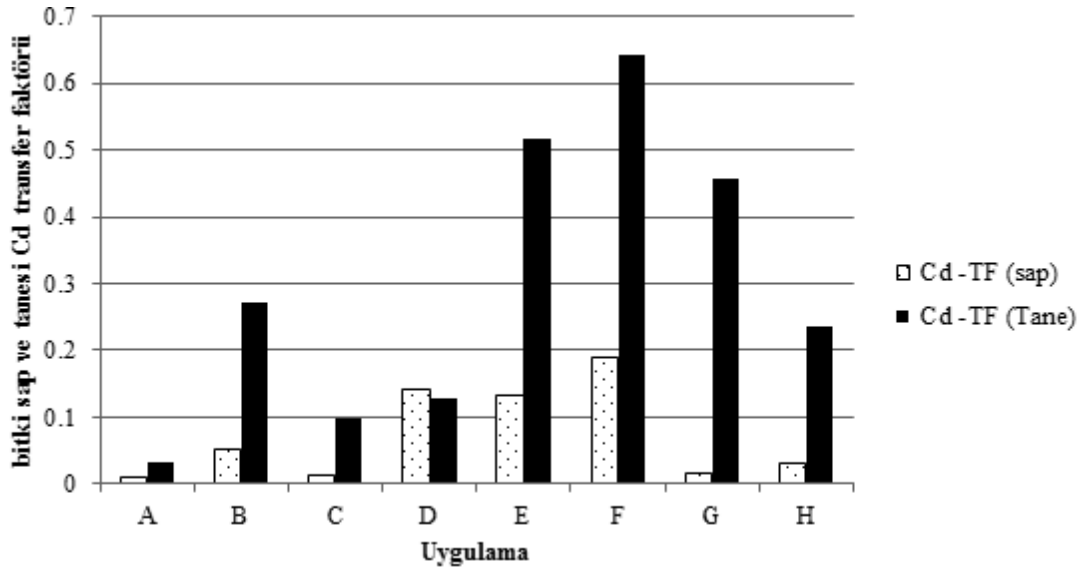
Pb ve Ni metallerinin TF değerine bakıldığında ise bitki sapına metal transferi bakımından uygulamalar arasında çok değişkenlik belirlenmemiş topraktan bitkiye Pb ve Ni geçişinde önemli bir fark ortaya konulmamıştır. Buna karşın bitki tanesine Pb ve Ni transferi uygulamalar arasında değişiklik göstermiş, tüm uygulamalar kontrole göre bitki tanesine Pb ve Ni taşınımında $P < 0,05$ düzeyinde etkili olmuştur.

Tablo 10.48 : Buğday sap ve tanesi için Zn, Cu ve Cr Transfer Faktörü (bitki metal/toprak toplam metal)

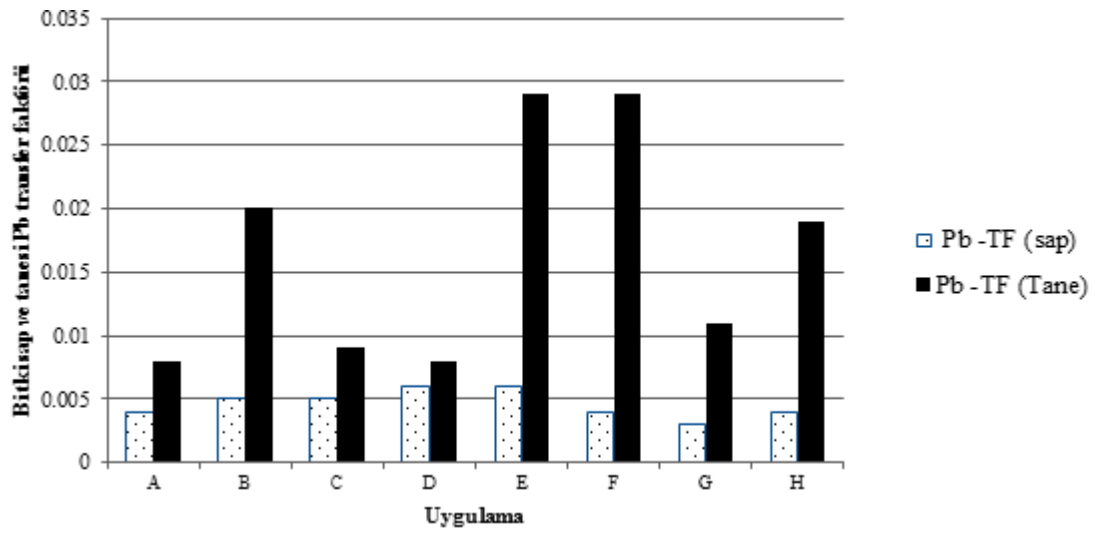
Uygulama	Sap Zn TF	Tane Zn TF	Sap Cu TF	Tane Cu TF	Sap Cr TF	Tane Cr TF
A	0,536ÖD	0,341B	0,625ÖD	1,134B	0,017ÖD	0,029ÖD
B	0,517ÖD	0,775A	0,676ÖD	3,898A	0,014ÖD	0,022ÖD
C	0,552ÖD	0,373B	0,635ÖD	0,941B	0,020ÖD	0,016ÖD
D	0,622ÖD	0,383B	0,737ÖD	1,110B	0,021ÖD	0,018ÖD
E	0,797ÖD	0,486A	0,685ÖD	2,016A	0,026ÖD	0,019ÖD
F	0,678ÖD	0,823A	0,594ÖD	4,148A	0,018ÖD	0,020ÖD
G	0,467ÖD	0,707A	0,603ÖD	3,443A	0,016ÖD	0,025ÖD
H	0,481ÖD	0,270B	0,622ÖD	1,014B	0,012ÖD	0,019ÖD
LSD<0.05	0,323	0,310	0,147	2.898	0,011	0,015

- A: Kontrol: Gübresiz ve çamursuz kontrol 0 kg/da çamur
B: DAP (2,5kg azot) + 5,5 kg kimyasal N * 0 kg/da çamur
C: 4 kg/da azota denk çamur 490 kg/da çamur
D: 8 kg/da azota denk çamur 980 kg/da çamur
E: 16 kg/da azota denk çamur 1960 kg/da çamur
F: 32 kg/da azota denk çamur 3920 kg/da çamur
G: 4 kg/da azota denk çamur + 4 kg kimyasal 490 kg/da çamur
H: 6 kg/da azota denk çamur + 2 kg kimyasal 735 kg/da çamur

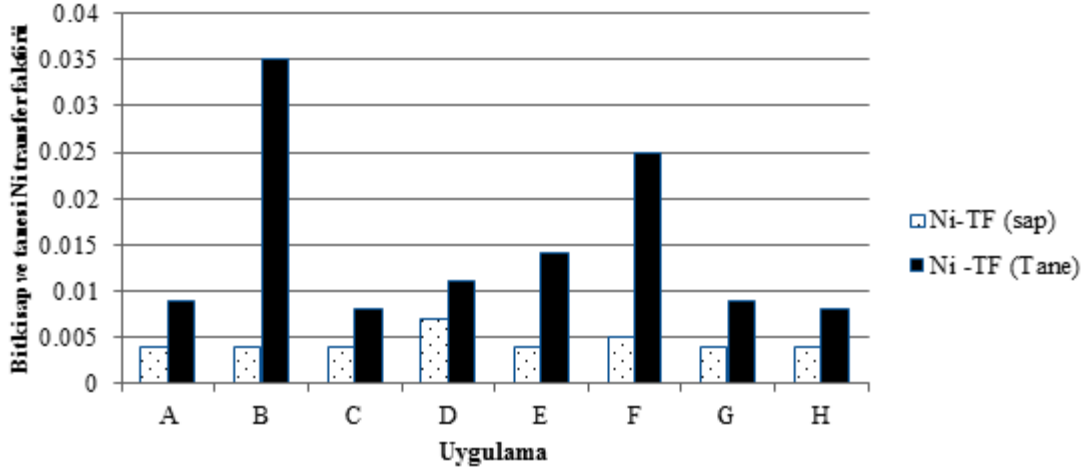
*Kimyasal N (üst gübreleme olarak NH_4NO_3)



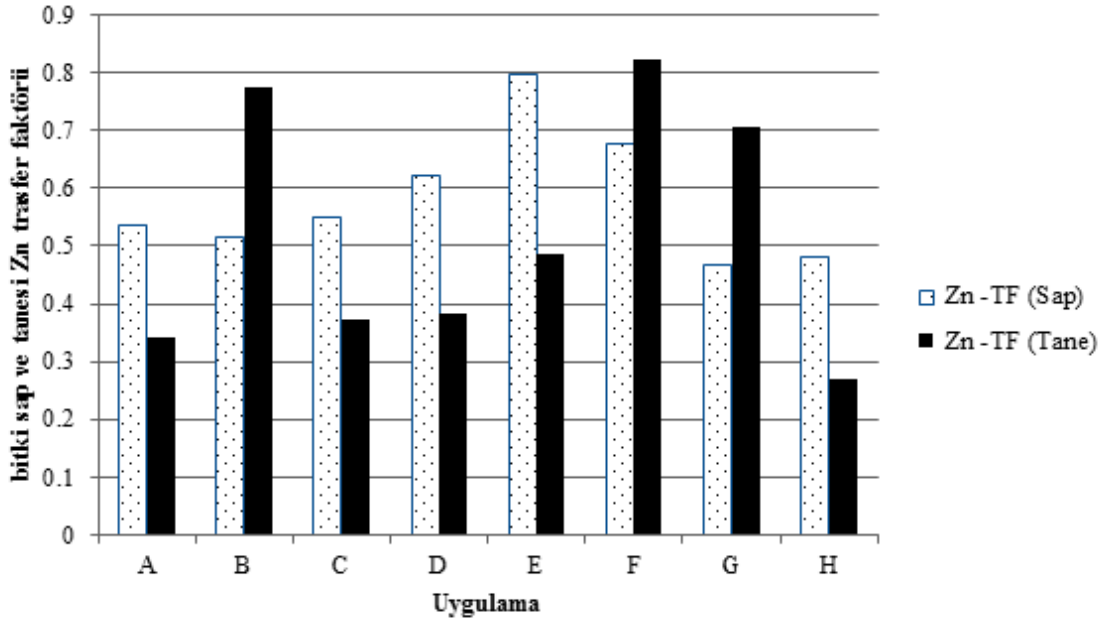
Şekil 10.70 : Buğday sap ve tanesi için Cd Transfer Faktörü (Bitki metal/Toprak toplam metal)



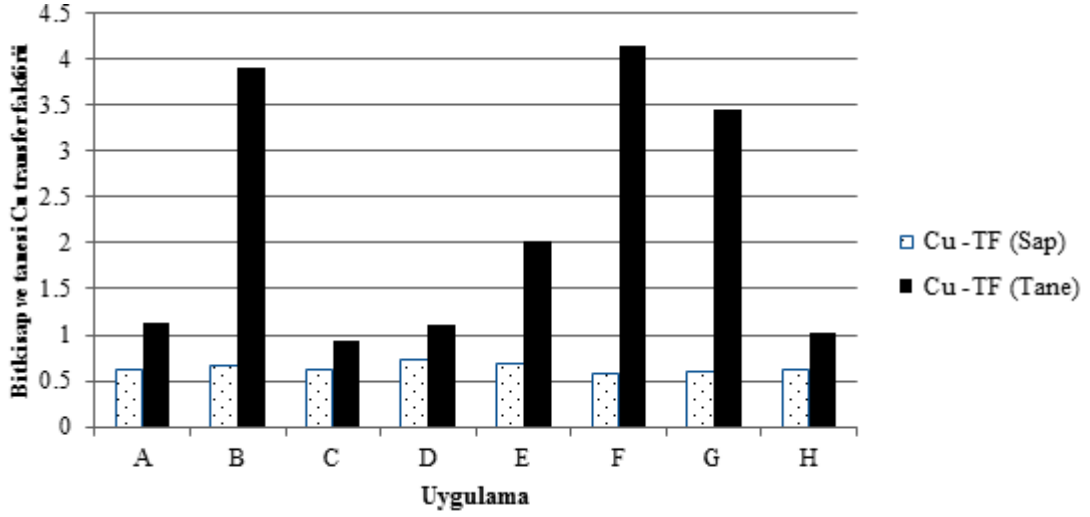
Şekil 10.71 : Buğday sap ve tanesi için Pb Transfer Faktörü (Bitki metal/Toprak toplam metal)



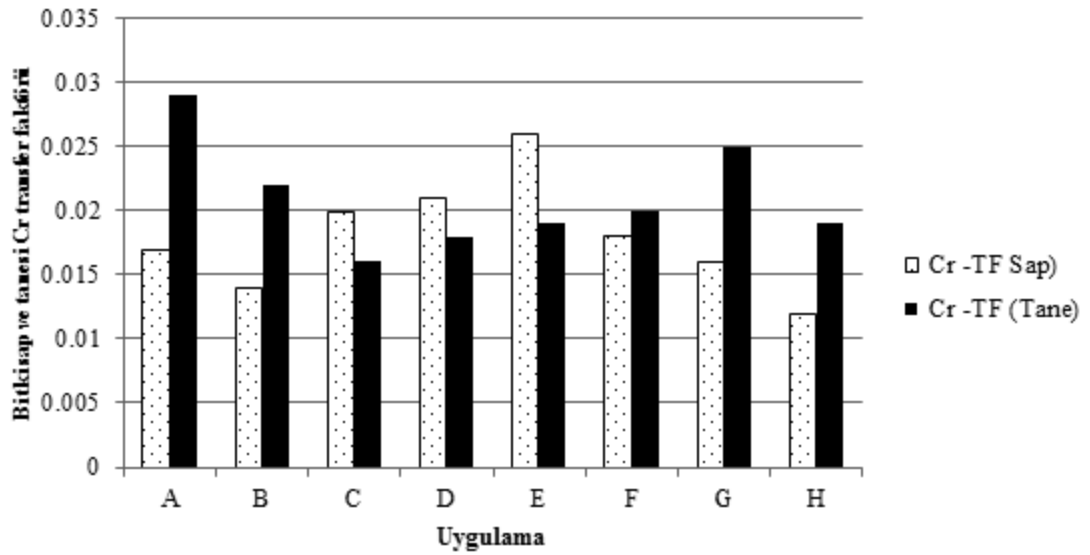
Şekil 10.72 : Buğday sap ve tanesi için Ni Transfer Faktörü (Bitki metal/Toprak toplam metal)



Şekil 10.73 : Buğday sap ve tanesi için Zn Transfer Faktörü (Bitki metal/Toprak toplam metal)



Şekil 10.74 : Buğday sap ve tanesi için Cu Transfer Faktörü (Bitki metal / Toprak toplam metal)



Şekil 10.75 : Buğday sap ve tanesi için Cr Transfer Faktörü (Bitki metal/Toprak toplam metal)

Tarla denemesi sonuçları özetlenecek olursa;

1. Toprak numunelerinde artan çamur dozuna bağlı olarak toplam azot, alınabilir P, K, organik madde, KDK ve EC değerlerinde artışlar belirlenmiştir.
2. Toprakların pH değerlerinde önemli bir değişiklik belirlenmemiştir.
3. Toprakta toplam ve alınabilir ağır metal (Ni, Pb, Cu, Cr, Zn) kapsamlarında artış belirlenmiş, alınabilir Ni hariç diğer metallerde belirlenen bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Toplam Cd ise artan çamur dozuna bağlı olarak istatistiksel olarak önemli bir azalma göstermiştir. Çamur uygulamasına bağlı olarak toprak kolloidleri tarafından ağır metaller organo-metal kompleksleri oluşturmak suretiyle toprakta tutulabilmekte, uzun vadede ise organik maddenin ayrışmasıyla toprak çözeltisine geçmektedirler.
4. Buğday bitkisinin sap ve tanesindeki Cd ve Zn miktarları farklı uygulamalar ile kontrole göre istatistiksel olarak önemli bir artış göstermemiştir.
5. Buğday bitkisinin tanesindeki Cu, Pb, Cd ve Ni miktarları farklı uygulamalar ile kontrole göre istatistiksel olarak önemli bir artış göstermiştir. Ancak sapındaki Cu, Pb ve Ni miktarları ise kontrole göre diğer uygulamalarda istatistiksel olarak önemli bir değişiklik göstermemiş, sadece sap Cd içeriği tane Cd içeriğine benzer şekilde tüm uygulamalarda kontrole göre artış göstermiştir.
6. Hesaplanan transfer katsayısına göre topraktan taneye taşınan ağır metal miktarları, topraktan sapa taşınandan daha fazla gerçekleşmiştir ($P < 0.05$).
7. Buğday tanesinde belirlenen Cd miktarı Gıda kodeksi, FAO ve AB'nin buğday tanesi için belirlemiş olduğu sınır değer (ort. $0,2 \text{ mgkg}^{-1}$) altında bulunmuş, ancak kontrole göre kimyasal gübre uygulaması da dahil olmak üzere bütün uygulamalarda tanedeki kurşun sınır değer (ort. $0,2 \text{ mgkg}^{-1}$) oldukça üstünde bulunmuştur.
8. Tarla denemesi sonuçlarına bakıldığında verimde artış C uygulamasında (4 kg da^{-1} çamur uygulaması) belirlenmiştir. Çamur dozunun artmasıyla da verimde düşüş saptanmıştır.

10.1.3.7. Sonuç

Tüm denemelerde çamur uygulamalarının toprağın bazı kimyasal özelliklerini (OM, KDK, N, P, K) olumlu yönde etkilediği gözlenmiştir. Kireç ve pH etkilenmemiş, toprağın tuz içeriği ise artmıştır. Toprak tuzluluğu Türkiye topraklarının ayrıca önemli problemi iken arıtma çamuru ilavesi ile uzun vadede tuzsuz toprakları tuzlu topraklar haline getirerek toprakların çoraklaşmasına da neden oluşturarak tuzlu toprakların ıslahı ile ilgili araştırmaların artmasına neden oluşturabilecektir. Artan dozlarda arıtma çamuru ilave edilmiş topraklarda yukarıda belirtilen bazı kimyasal özelliklerin de ilk senede belirlenen olumlu etkilerin yanısıra toprakta gerek toplam gerekse alınabilir ağır metal kapsamlarında artış belirlenmiştir. Bir yıllık yürütülen tarla uygulamasında toprağa verilen arıtma çamurları artan doza bağlı olarak ağır metal miktarlarını genel olarak artırma şeklinde etki etmiş, ancak topraklarda belirlenen ağır metal değerleri ilgili çamur yönetmeliği sınır değerlerinin altında olmuştur. Bir yıllık çalışma ile belirlenen bu değerlerin uzun vadede başta kullanılacak olan çamurun niteliği olmak üzere uygulanacağı toprak özelliklerine de bağlı olarak artması sözkonusu olabilir.

Bir yıllık tarla denemesinden elde edilen sonuçlar doğrultusunda buğday bitkisinin sap ve tanesinde Pb miktarının kontrole göre bütün uygulamalarda fazla olması ve özellikle de Gıda kodeksi, FAO ve AB 'nin belirlediği sınır değer (0.2 mg kg⁻¹) üzerinde olması Ankara Atıksu Arıtma Tesisi çamurunun tarımsal amaçlı kullanılmaması gerektiğini belirtmektedir. Bir yıllık bu çalışmanın uzun vadeli çalışmalarla desteklendikten sonra bu sonuç netleştirilmelidir.

Topraktan bitkiye ağır metal taşınım miktarını belirleyen transfer katsayısı değerleri uygulamalara bağlı olarak artış göstermiştir. Buğday sap ve tanesinin Ni TF değerleri Sauerbeck (1991)'in Ni için verdiği transfer katsayısının (0,1-1) oldukça altında bulunmuştur. Buğday bitkisi Cd transfer faktörü ise en yüksek çamur uygulamasında (F) sap için 0,19 ve tane için 0,643 olarak belirlenmiş, bu değer Smolders (2001) tarafından verilen Cd TF değerinin (0.055) üzerindedir. Diğer metallerle ilgili TF sınır değerlerine ait bilgiler bulunamamıştır. İnorganik gübre olan DAP gübresi uygulaması dahil tüm uygulamalarda buğday bitkisinin tanesinde sapına göre daha yüksek ağır metal miktarları belirlenmiştir. Bu da kirleticilerin gerek inorganik gübrelerle gerekse arıtma çamuru gibi organik atıklarla besin zincirine girerek insan ve hayvan sağlığı üzerinde olumsuz etki oluşturabileceğini göstermektedir.

Bu projenin sonuçları, kentsel arıtma çamuru kullanılarak kuru tarım koşullarında kireçli ana materyale sahip killi bir toprakta buğday yetiştiriciliğine ait 1 yıllık toprak ve bitki analiz sonuçlarıdır. Bir yıl yapılan bütün çalışmalara bakıldığında bazı parametrelerde olumlu sonuç verirken bazılarında ise ilk yılda bile olumsuz sonuçlar ortaya konulmuştur. Arıtma çamurlarının toprağa uygulanması özellikle insan ve hayvanların tükettiği bitkisel ürünlerde kullanılıp kullanılmamasına yönelik karar verilmesi gereken durumlarda farklı iklim koşullarında (kuru ve sulu tarım), farklı toprak bünyelerinde ve farklı bitki çeşitlerinde uzun vadeli denenmesi gerekmektedir.

Arıtma çamurunun tarım amaçlı olarak kullanılabilirlik miktarları, arıtma çamur ile uygulama yapılacak toprağın kendi yapısında bulunan besin, ağır metal ve organik mikro kirletici oranlarına göre değişiklik gösterir ve oluşabilecek olası riskler patojenlerin miktarlarına bağlıdır.. Arıtma çamurları gibi diğer organik atıklar (ahır gübresi dahil) ve inorganik gübreler de ağır metal içerebilmekte (özellikle fosforlu gübreler önemli miktarlarda Cd içermekte), ülkemizde toprağa uygulanacak organik gübreler (arıtma çamurları bu kapsamda değil) için Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının yönetmelik kapsamında belirlemiş olduğu sınır değerler bulunmakta ve buna göre organik gübrelerin kontrolü yapılabilmektedir. Buna karşın inorganik gübrelere yönelik aynı bakanlığın ağır metal sınır değerleri bulunmamakta ve inorganik gübrelerde ağır metal kontrolü yapılmamaktadır. Bu proje çıktılarında DAP gübresi uygulama parselleri ile arıtma çamuru uygulama parselleri topraklarında benzer sonuçlar elde edilmiş, tüm uygulamalarda genel olarak kontrole göre toprakların ve test bitkisinin ağır metal miktarları artış göstermiştir. İnorganik gübrelerin kullanımını arıtma çamurundan ayıran kısım ise; inorganik gübrenin kullanılan miktarının kilogram bazında çok az olması, çiftçi tarafından para ile alınıyor olması, içeriğinin net olarak biliniyor olmasıdır. Buna karşın arıtma çamurları ton düzeyinde kullanılmakta, kullanımının kontrolü zor veya mümkün olmamakta ve en önemlisi ise içerisinde ağır metal dışında pek çok bilinmeyen bulunmasıdır. Arıtma çamurlarının tarım topraklarında bitki geliştirici veya toprak düzenleyici olarak kullanılıp kullanılmayacağına karar verilmesi konusu kısa vadede cevap bulabilecek bir konu olmayıp, çamurların nitelikleri, kullanılacak toprakların özellikleri ve hangi bitkilerde kullanılıp kullanılmayacağı konularında il bazında uzun vadeli çalışmalar yapılmalıdır.

10.1.4. Türkiye’de Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanım Ve Potansiyelinin Belirlenmesi

Bu bölümde ülkemizde arıtma çamurlarının tarımda kullanılma potansiyelinin teorik bir hesap çerçevesinde değerlendirilmesine yönelik çalışmalar ve bunların sonuçları özetlenmektedir. Öncelikle grubumuz tarafından Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’na bağlı Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü’ne ÇŞB’nin de katılımı ile bir ziyaret yapılmıştır. Toplantıda önceki yıllarda ülkemizde arıtma çamurları kullanılarak yapılan tarım uygulamalarının bir değerlendirmesi yapılmıştır. Enstitü yetkilileri kendi tecrübelerini aktarmışlardır. Arıtma çamurunun toprakta kullanımına dair ülkemizde pek çok çalışmanın yapıldığı ve bu çalışmalarda belli bir doza kadar yapılan uygulamalarda çamurun toprakta ya da bitkide kayda değer bir olumsuz etkisinin görülmediği ifade edilmiştir. Bu dozun pek çok çalışmada 2-3 ton kuru madde/da civarında olduğu belirtilmiştir. Ancak toplantıda Enstitü yetkilileri ilgili çalışmaların görece kısa dönemlik çalışmalar olduğunu belirterek, uzun dönemlik uygulamalar konusunda belirsizliklerden dolayı endişelerini ve olumsuz görüşlerini de dile getirmişlerdir. Ayrıca toplantıda bölgeye has toprak özelliklerinin de önemli olduğu ve bu konunun da değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu toplantıda bahsi geçen çalışmalara ek olarak, ülkemizde yapılan ve mümkün olduğunca tüm coğrafi bölgeleri kapsayan tam ölçekli tarla denemesi çalışmalarının tekrar derlenerek bir kez daha gözden geçirilmesi kararlaştırılmıştır. Buradaki hedef bölgesel toprak farklılaşması ile ya da bitki veya çamur türüne bağlı olarak uygulanabilecek arıtma çamurunun dozunu ortaya çıkarmaktır. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü’nde yapılan toplantının ve yapılan literatür çalışmalarının değerlendirilmesi ve bir sonraki çalışmamız için grup görüşünün alınması amacıyla 27 Eylül 2012 tarihinde ÇŞB, İTÜ, DEÜ, AÜ ve EÜ ile Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü temsilcilerinin katılımı ile ODTÜ’de bir toplantı yapılmıştır. Bu toplantıda proje başından beri gerçekleştirilen çalışmaların bir değerlendirmesi yapılmış ve çamurun toprakta kullanımı ve uygun dozlar hakkında görüşler ortaya konmuştur. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı katılımcıları ve proje ekibimize Ziraat Fakülteleri’nden destek veren bazı öğretim üyeleri arıtma çamurlarının toprakta kullanımı hakkında endişelerini vurgulamışlardır. Buna karşın bazı katılımcılar da (ekibimizdeki diğer Ziraat Fakültesi öğretim üyeleri) bu uygulamalarda kullanılacak arıtma çamurunun dozunun ve bitkinin dikkatli seçilmesi durumunda sorun yaşanmayacağını dile

getirmişlerdir. Toplantıdaki fikir alışverişleri ve tartışmalar sonucunda endüstriyel bir bitki olması sebebi ile pamuk ve ülkemizde hakkında en çok çalışılmış ve yaygın olarak yetiştirilen buğday bitkilerinin bu hesaplarda kullanılmasına karar verilmiştir. Teorik hesaplarda oldukça tutucu bir yaklaşımla maksimum arıtma çamuru uygulama dozunun 1 ton kuru madde/da olarak varsayılmıştır.

Çamur Uygulamalarına Yönelik Teorik Hesaplar

Ülkemizde üretilen stabilize arıtma çamurlarının yapılan kaynak araştırması ve alınan uzman görüşleri çerçevesinde (pamuk ve buğday üretiminde ve 1 ton kuru madde/da uygulama dozunu aşmayacak şekilde) toprakta kullanılarak bertarafının mümkün olup olmadığının ortaya konması amacıyla teorik bir çalışma yapılmıştır. Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanımına Dair Yönetmelik (2010) kapsamında stabilize olmamış çamurların toprakta kullanımının yasak olması sebebiyle uygulanan anketlerde stabilizasyon ünitesine sahip olduğunu belirten arıtma tesislerinde (58 tesis) üretilen günlük ve yıllık çamur miktarları belirlenmiştir. Buna göre, stabilizasyonu olan tesisler, 191 atıksu arıtma tesisine gelen toplam atıksu debisinin %66'sını kapsamaktadır. Stabilizasyonu olan tesislerden atıksu debisi 1800 m³/gün'den az olan veya çamur üretim bilgisinin daha önceki raporlarda da belirtildiği gibi güvenilir olmadığı düşünülen 7 tesisin çamur üretimi dikkate alınmadığında, geri kalan tesislerin (51 tesis) toplamda üretilen çamur miktarının kuru bazda %60'ını, ıslak bazda ise % 53'ünü ürettiği belirlenmiştir.

Çamurun tarımsal alanlarda kullanımı için teorik çalışma şu şekilde oluşturulmuştur: Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı'ndan Türkiye'nin tüm illerinin 2010 ve 2011 yılına ait tüm tarım alanları ve buğday ve pamuk üretim alanları elde edilmiştir. Kullanılan veri tabanında 2011 yılına ait verilerin geçici olduğu belirtildiğinden, 2010 yılı üretim alanları çalışmada esas alınmıştır. Teorik hesaplarda her ilde ait yıllık stabilize arıtma çamuru miktarı (kuru bazda) o ildeki tüm tesislerin ürettikleri çamur toplamı olarak hesaplanmış ve bu çamurun o ilde bulunan buğday ve/veya pamuk tarım alanlarına uygulandığı varsayılmıştır. Gerçek uygulamada ancak stabilize çamurlarından yönetmelik sınır değerlerine uygun kalitede olanlar toprakta kullanılabilir.

Hiç arıtma tesisi bulunmayan toplam 50 il, arıtma çamuru üretimi olmadığı gerekçesiyle hesaplarda yer almamıştır. Uygulanan ilk senaryoda stabilize çamurların üretildikleri illerde sadece buğday, sadece pamuk veya hem buğday hem de pamuk ekili alanlara

uygulanması durumunda Türkiye'nin sahip olduğu potansiyel belirlenmiştir. Tablo 10.49'a göre stabilize çamur üretimi olan illerdeki toplam buğday ekili alanlar 44.512.312 da olup, bu değer bu illerdeki toplam tarım alanlarının %32'sine karşılık gelmektedir. İl bazında değerlendirildiğinde, buğday ekili alanlar ilgili illerdeki toplam tarım alanlarının %2,2'si ile %49,6'sını oluşturmaktadır ve TUIK verilerine göre 2010 yılında stabilizasyon ünitesi olan tesislerimizin yer aldığı iller içinde buğday tarımı yapılmayan bir il bulunmamaktadır. Benzer şekilde pamuk tarımı ise toplam 1.928.995 da alanda yapılmakta, bu rakam toplam tarım alanlarının ortalama %1,4'üne karşılık gelmektedir. Pamuk ekimi sadece tesislerin yer aldığı 12 ilde yapılmakta, diğer illerde yapılmamaktadır. Buğday ve pamuk üretimi birlikte değerlendirildiğinde, buğday+pamuk tarımının toplam tarım arazilerinin %17,1'inde gerçekleştirildiği görülmektedir (Tablo 10.49). Tablo 10.49'da aynı zamanda her ilde oluşan toplam arıtma çamurunun o ildeki toplam buğday+pamuk tarımı yapılan araziye homojen bir şekilde uygulanması durumunda arazinin dekarına kaç tonluk bir uygulama yapılacağı da gösterilmiştir. Bu tabloya göre, stabilize arıtma çamuru bulunan illerdeki buğday+pamuk ekili arazilere homojen bir şekilde çamur uygulaması yapılmak istenirse, dekar başına minimum 0,00005 ton ile maksimum 0,17 ton kuru arıtma çamuru uygulanabilmektedir. Bu rakamlar, yukarıda bahsedilen toplantılar ve değerlendirmeler sonunda tutucu bir yaklaşımla kabul gören uygulama miktarı olan 1 ton/da rakamının yirmi binde biri ile altıda biri arasında yer almaktadır. Bu yaklaşımla, en yüksek uygulama dozu olan 0,17 ton/da sürekli olarak uygulanırsa yaklaşık olarak 6 yılın sonunda bahsi geçen 1 ton/da miktarına erişilecektir.

Uygulanan ikinci senaryoda ise buğdayın yoğun olarak üretildiği İç Anadolu, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde üretilen stabilize çamurların üretildikleri illerde sadece buğday ekili alanlara; pamuğun yoğun olarak üretildiği Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgesi'nde üretilen stabilize çamurların üretildikleri illerde sadece pamuk ekili alanlara uygulanması durumunda Türkiye'nin sahip olduğu potansiyel belirlenmiştir (Tablo 10.50). Tablo 10.50'e göre stabilize çamur üretimi olan ve belirlenen bölgeler içinde yer alan illerdeki toplam buğday ekili alanlar 24.353.704 da olup, bu değer bu illerdeki (10 il) toplam tarım alanlarının %21,1'ine karşılık gelirken, aynı şekilde stabilize çamur üretimi olan ve belirlenen bölgeler içinde yer alan pamuk ekili alanlar 1.928.995 da alanda bulunup, buldukları illerdeki (12 il) toplam tarım alanlarının %1,7'sini oluşturmaktadır. İl bazında değerlendirme yapıldığında ise buğday ekili alanlar ilgili illerdeki toplam tarım alanlarının %26,7'si ile %49,2'sini oluştururken pamuk ekili alanlar buldukları illerdeki toplam tarım alanlarının %0,4'ü ile %16,9'unu oluşturmaktadır. Bu senaryonun uygulanması

durumunda, stabilize arıtma çamuru bulunan illerdeki buğday veya pamuk ekili arazilere homojen bir şekilde çamur uygulaması yapılmak istenirse, dekar başına minimum 0,0001 ton ile maksimum 117 ton kuru arıtma çamuru uygulanabilmektedir. 1 ton/da uygulama sınırını aşan tek il Bursa olmaktadır. Bursa dışında kalan illere önerilen arıtma çamuru dozu olan 1 ton/da uygulama yapabilmek için minimum 3 yıl ile maksimum 19.485 yıl gerekmektedir. Bu da, tarım arazilerinde kontrollü çamur uygulamasının (bir alana gerektiğinden veya izin verilenden daha fazla çamur uygulanmasının engellenmesi) gerçekleştirildiği ve homojen uygulamanın söz konusu olduğu durumda, Türkiye'deki çamur potansiyelinin buğday veya pamuk üretimi için bile yetersiz olduğu anlamına gelmektedir (TÜİK verileri bazında). Çamurun, ancak pilot bölgelerde küçük alanlara yüksek dozlarda uygulanması durumunda yayayışlı dozaj (ton/da) uygulamasının gerçekleştirilmesi söz konusu olabilir.

Tablo 10.49 : Stabilizasyon ünitesi olan tesislerde oluşan kuru çamurun il bazında toplam, buğday, pamuk ve buğday + pamuk ekili tarım alanlarına uygulaması

İl	Yıllık Çamur Oluşumu (kuru) ton/yıl	Toplam Tarım Alanı (da)	Buğday (da)	Buğday ekili alanların yüzdesi (%)	Pamuk (da)	Pamuk ekili alanların yüzdesi (%)	Buğday+Pamuk (da)	Buğday+Pamuk ekili alanların yüzdesi (%)	Buğday+Pamuk kuru çamur uygulaması (ton/da)
Adana	14312,3	5.506.353	2.176.246	39,5	479.200	8,7	2.655.446	48,2	0,005
Afyonkarahisar	1096,9	4.893.713	1.807.685	36,9			1.807.685	36,9	0,001
Ankara	29421,0	11.555.034	4.057.734	35,1			4.057.734	35,1	0,007
Antalya	3287,3	3.672.513	1.147.763	31,3	41.878	1,1	1.189.641	32,4	0,003
Aydın	1936,0	3.755.028	276.338	7,4	504.698	13,4	781.036	20,8	0,002
Balıkesir	1327,2	4.090.593	1.327.039	32,4	4.057	0,1	1.331.096	32,5	0,001
Bolu	802,4	1.124.217	519.861	46,2			519.861	46,2	0,002
Bursa	29255,5	3.230.785	875.171	27,1	250	0,0	875.421	27,1	0,033
Çorum	1606,0	6.094.791	2.525.000	41,4			2.525.000	41,4	0,001
Denizli	7056,7	3.675.430	847.959	23,1	44.307	1,2	892.266	24,3	0,008
Düzce	1898,0	720.466	15.712	2,2			15.712	2,2	0,121
Eskişehir	7499,8	4.583.446	1.563.233	34,1			1.563.233	34,1	0,005
Gaziantep	15816,7	3.088.599	720.043	23,3	82.671	2,7	802.714	26,0	0,020
Hatay	1584,0	2.731.145	904.604	33,1	460.600	16,9	1.365.204	50,0	0,001
Isparta	2375,2	2.057.821	441.661	21,5		0,0	441.661	21,5	0,005
İstanbul	52991,9	707.730	307.319	43,4		0,0	307.319	43,4	0,172
İzmir	49.110,90	3.490.996	415.480	11,9	236,082	6,8	651,562	18,7	0,075
Kayseri	20124,3	6.032.063	1.669.368	27,7		0,0	1.669.368	27,7	0,012
Konya	12743,1	20.769.209	6.757.705	32,5		0,0	6.757.705	32,5	0,002
Kütahya	3834,0	3.219.059	1.347.610	41,9		0,0	1.347.610	41,9	0,003
Malatya	5138,9	3.189.373	851.142	26,7		0,0	851.142	26,7	0,006

Tablo 10.49 (Devam) : Stabilizasyon ünitesi olan tesislerde oluşan kuru çamurun il bazında toplam, buğday, pamuk ve buğday + pamuk ekili tarım alanlarına uygulaması

İl	Yıllık Çamur Oluşumu (kuru) ton/yıl	Toplam Tarım Alanı (da)	Buğday (da)	Buğday ekili alanların yüzdesi (%)	Pamuk (da)	Pamuk ekili alanların yüzdesi (%)	Buğday+Pamuk (da)	Buğday+Pamuk ekili alanların yüzdesi (%)	Buğday+Pamuk kuru çamur uygulaması (ton/da)
Manisa	3794,8	4.822.608	1.100.991	22,8	31.600	0,7	1.132.591	23,5	0,003
Mersin	7148,3	3.796.588	1.097.048	28,9	37.812	1,0	1.134.860	29,9	0,006
Nevşehir	100,4	3.241.593	1.172.861	36,2		0,0	1.172.861	36,2	0,0001
Niğde	815,2	2.670.903	717.047	26,8		0,0	717.047	26,8	0,001
Osmaniye	1116,9	1.664.382	826.171	49,6	5.840	0,4	832.011	50,0	0,001
Sakarya	1681,2	1.782.562	164.265	9,2		0,0	164.265	9,2	0,010
Sivas	4622,3	9.588.755	2.795.077	29,1		0,0	2.795.077	29,1	0,002
Tokat	1256,2	3.041.795	1.314.642	43,2		0,0	1.314.642	43,2	0,001
Van	2483,8	3.032.486	1.134.456	37,4		0,0	1.134.456	37,4	0,002
Yozgat	186,6	7.395.574	3.635.081	49,2		0,0	3.635.081	49,2	0,0001
TOPLAM	286.423,6	139.225.610	44.512.312	32,0	1.928.995	1,4	46.441.307	33,4	

Tablo 10.50 : Stabilizasyon ünitesi olan tesislerde oluşan kuru çamurun il bazında toplam, buğday veya pamuk ekili tarım alanlarına uygulaması

İL	Yıllık Çamur Oluşumu (kuru) ton/yıl	Toplam Tarım Alanı (da)	Buğday (da)	Buğday ekili alanların yüzdesi (%)	Pamuk (da)	Pamuk ekili alanların yüzdesi (%)	Buğday veya Pamuk kuru çamur uygulaması (ton/da)
Adana	14.312,3	5.506.353		0,0	479.200	8,7	0,03
Ankara	29.421,0	11.555.034	4.057.734	35,1		0,0	0,007
Antalya	3.287,3	3.672.513		0,0	41.878	1,1	0,08
Aydın	1.936,0	3.755.028		0,0	504.698	13,4	0,004
Balıkesir	1.327,2	4.090.593		0,0	4.057	0,1	0,3
Bursa	29.255,5	3.230.785		0,0	250	0,0	117,0
Denizli	7.056,7	3.675.430		0,0	44.307	1,2	0,2
İzmir	49.110,9	3.490.996		0,0	236.082	6,8	0,2
Eskişehir	7.499,8	4.583.446	1.563.233	34,1		0,0	0,005
Gaziantep	15.816,7	3.088.599		0,0	82.671	2,7	0,2
Hatay	1.584,0	2.731.145		0,0	460.600	16,9	0,003
Mersin	7.148,3	3.796.588		0,0	37.812	1,0	0,2
Kayseri	20.124,3	6.032.063	1.669.368	27,7		0,0	0,01
Konya	12.743,1	20.769.209	6.757.705	32,5		0,0	0,002
Malatya	5.138,9	3.189.373	851,142	26,7		0,0	0,006
Manisa	3.794,8	4.822.608		0,0	31.600	0,7	0,1
Nevşehir	100,4	3.241.593	1.172.861	36,2		0,0	0,0001
Niğde	815,2	2.670.903	717,047	26,8		0,0	0,001
Sivas	4.622,3	9.588.755	2.795.077	29,1		0,0	0,002
Van	2.483,8	3.032.486	1.134.456	37,4		0,0	0,002
Yozgat	186,6	7.395.574	3.635.081	49,2		0,0	0,0001
Osmaniye	1.116,9	1.664.382		0,0	5.840	0,4	0,2
TOPLAM	218.881,8	115.583.456	24.353.704	21,1	1.928.995	1,7	

10.2. DEÜ Grubu Tarafından Yapılan Çalışmalar

Bu iş paketi kapsamında yürütülen çalışmalar Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü ile sürdürülmüştür.

10.2.1. Materyal ve Yöntem

10.2.1.1. Materyal

Denemelerde materyal olarak Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme tarlaları toprakları, İzmir İZSU Çiğli Atıksu Arıtma Tesisi arıtma çamuru, deneme bitkileri olarak ZP 737 hibrit mısır çeşidi (*Zea mays* L.) ile Ege 88 makarnalık buğday çeşidi (*Triticum durum*) tohumları kullanılmıştır. Deneme topraklarının bazı özellikleri Tablo 10.51, deneme topraklarının ağır metal içerikleri Tablo 10.52, denemelerde kullanılan arıtma çamurunun özellikleri Tablo 10.53’de verilmiştir.

Tablo 10.51 : Deneme Topraklarının Bazı Özellikleri

Deneme No	Kum (%)	Mil (%)	Kil (%)	Bünye	pH	Tuz Kireç OM		
						(%)	(%)	(%)
Kumlu tın 1	55,84	31,44	12,72	Kumlu tın	7,61	0,085	4,56	1,80
Kumlu tın 2	57,84	29,44	12,72	Kumlu tın	7,50	0,096	4,52	2,73
Kumlu kil 3	44,84	16,44	38,72	Kumlu kil	7,53	0,167	0,51	0,94
Kumlu kil 4	43,84	16,44	39,72	Kumlu kil	7,71	0,165	0,63	1,53

Tablo 10.52 : Deneme Topraklarının Ağır Metal İçerikleri (mg/ kg)

Deneme No	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Zn	Hg
Kumlu tın 1	10,81	0,51	25,62	52,42	40,78	49,64	0,183
Kumlu tın 2	11,68	0,64	36,71	57,38	36,04	52,82	0,178
Kumlu kil 3	15,93	0,62	13,43	16,30	23,75	51,16	0,112
Kumlu kil 4	16,40	0,76	15	17,28	24,68	46,10	0,110
Sınır değer	70 ¹	1	60	50	50	150	0,5
	100 ²	1,5	100	100	70	200	1,0

¹pH 6-7 için sınır değerler ²pH 7< için sınır değerler

Tablo 10.53 : Denemelerde Kullanılan Arıtma Çamurunun Özellikleri

EC	mS/cm	16,35	Fe	%	1,14
Kireç	(%)	10,24	Cu	mg/kg	268,8
Org. madde)	(%)	70,32	Zn	mg/kg	1335
Org. C	(%)	40,79	Mn	mg/kg	298,6
Top. N	(%)	5,33	B	mg/kg	35,2
P	(%)	1,33	Co	mg/kg	14,2
K	(%)	0,68	Cd	mg/kg	4,1
Ca	(%)	3,74	Cr	mg/kg	250,6
Mg	(%)	0,68	Ni	mg/kg	115,4
Na	(%)	0,59	Pb	mg/kg	199,4

Araştırma için kurulan denemeler, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü arazileri üzerinde kurulmuşlardır. Denemelerin yürütüldüğü araziler Gediz Havzası içerisinde yer alan Menemen Ovası'nda bulunmaktadırlar. Gediz Havzası, Batı Anadolu'daki dört büyük vadi arasında havza ve taban genişliği bakımından ikinci sırada yer alır. Havzanın alüviyal tabanı Manisa'nın batısındaki Emiralem boğazı ile ikiye bölünmüştür. Söz konusu boğaz ile deniz arasında kalan kısım Menemen Ovası olup doğuda Yamanlar Dağı, Kuzeyde Foça dağlık yöresi ile kuşatılmıştır (Anonim, 1971).

Araştırma Yerinin Arazi ve Toprak Özellikleri

Menemen ovası, Emiralem Boğazından denize doğru açılan bir yelpaze şeklindedir. Büyük kısmını Gediz alüviyumu ve ikinci derecede yan dere alüviyum ana materyali üzerinde oluşmuş alüviyal topraklar oluşturmaktadır. Ovayı çevreleyen yamaçların eteklerinde ince kolüviyum ana materyali şeridi üzerinde oluşmuş kolüviyal topraklar yer almaktadır. Ova güney-kuzey yönünde 30 km, batı-doğu yönünde ise yaklaşık 20 km'dir. Ovayı doğu ve kuzeyden dik eğimli dağ ve tepeler kuşatır. Gediz alüviyal tabanı 0-6 metre, yan alüviyaller ve kolüviyaller ise 6 ile 30 metre yükseltidedir. Çevre dağları ise 1100 metreye yaklaşır (Anonim, 1971).

Deneme alanlarında toprak etüdü için profiller açılarak, farklı katmanlarından toprak örnekleri alınarak gerekli inceleme, gözlem ve analizler yapılmıştır. Tablo 10.54'de kumlu tın bünyeli 1 nolu deneme toprağının bulunduğu arazinin özellikleri, Şekil 10.76'da kumlu tın bünyeli 1 nolu deneme toprağına ait profilden görünümüne sunulmuştur.

Tablo 10.54 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının Bulunduğu Arazinin

Özellikleri

Örnekleme yeri	: Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Deneme Tarlası
Arazi Tipi	: Alüviyal Düzlük
Rölyef	: Düz, Düze yakın eğim (% 0-2)
Ana Materyal	: Alüviyum
Erozyon Sınıfı	: Yok
Taşlılık Sınıfı	: Yok
Kayalık Sınıfı	: Yok
Drenaj Sınıfı	: İyi
Arazi Kullanım Şekli	: Sulu Tarım
Bitki Türü	: Mısır-buğday-mısır
Arazi Kul. Yetenek Sınıfı	: I
Sıra	: Entisol
Alt Sıra	: Fluvent
Büyük Grup	: Xerofluvent
Alt Grup	: Typic Xerofluvent

Horizon	Derinlik (cm)	10.3. Profil Tanımlaması
Ap	0-15	Kuru iken (2,5 Y 5/4) açık zeytuni kahverengi, ıslak iken (2,5 Y 4/2) koyu grimsi kahverengi, kumlu tın bünyeli (SL), belirli ve düz sınırlı, orta granüler strüktür, kuru iken hafif sert, ıslak iken az yapışkan, az plastik, HCL ile şiddetli köpürme.
C1	15-44	Kuru iken (2,5 Y 5/4) açık zeytuni kahverengi, ıslak iken (2,5 Y 4/2) koyu grimsi kahverengi, kumlu tın bünyeli (SL), belirli ve düz sınırlı, orta granüler strüktür, kuru iken hafif sert, ıslak iken az yapışkan, az plastik, HCL ile şiddetli köpürme.
C2	44-59	Kuru iken (2,5 Y 5/4) açık zeytuni kahverengi, ıslak iken (2,5 Y 4/2) koyu grimsi kahverengi, kumlu tın bünyeli (SL), belirli ve düz sınırlı, orta granüler strüktür, kuru iken hafif sert, ıslak iken az yapışkan, az plastik, HCL ile şiddetli köpürme.
C3	59-108	Kuru iken (10 YR 6/2) açık kahverengimsi gri, ıslak iken (10 YR 4/2) koyu grimsi kahverengi, kumlu tın bünyeli (SL), belirli ve düz sınırlı, orta granüler strüktür, kuru iken hafif sert, ıslak iken az yapışkan, az plastik, HCL ile şiddetli köpürme.
C4	108+	Kuru iken (10 YR 6/2) açık kahverengimsi gri, ıslak iken (10 YR 4/2) koyu grimsi kahverengi, tın bünyeli (L), belirli ve düz sınırlı, orta granüler strüktür, kuru iken hafif sert, ıslak iken az yapışkan, az plastik, HCL ile şiddetli köpürme.



Şekil 10.76 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağına Ait Profilden Görünümler

Tablo 10.55’de kumlu tın bünyeli 2 nolu deneme toprağının bulunduğu arazinin özellikleri, Şekil 10.77’de kumlu tın bünyeli 2 nolu deneme toprağına ait profilden görünümeler sunulmuştur.

Tablo 10.55 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının Bulunduğı Arazide Açılan Toprak Profiline Bazı Özellikleri

Örnekleme yeri	:	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Deneme Tarlası
Arazi Tipi	:	Alüviyal Düzük
Rölyef	:	Düz, Düze yakın eğim (% 0-2)
Ana Materyal	:	Alüvyum
Erozyon Sınıfı	:	Yok
Taşlılık Sınıfı	:	Yok
Kayalık Sınıfı	:	Yok
Drenaj Sınıfı	:	İyi
Arazi Kullanım Şekli	:	Sulu Tarım
Bitki Türü	:	Mısır-buğday-mısır
Arazi Kul. Yetenek Sınıfı	:	I
Sıra	:	Entisol
Alt Sıra	:	Fluvent
Büyük Grup	:	Xerofluent
Alt Grup	:	Typic Xerofluent

Horizon	Derinlik (cm)	10.4. Profil Tanımlaması
Ap	0-19	Kuru iken (2,5 Y 5/4) açık zeytuni kahverengi, ıslak iken (2,5 Y 4/2) koyu grimsi kahverengi, kumlu tın bünyeli (SL), belirli ve düz sınırlı, orta granüler strüktür, kuru iken hafif sert, ıslak iken az yapışkan, az plastik, HCL ile şiddetli köpürme.
C1	19-40	Kuru iken (2,5 Y 5/4) açık zeytuni kahverengi, ıslak iken (2,5 Y 4/2) koyu grimsi kahverengi, kumlu tın bünyeli (SL), belirli ve düz sınırlı, orta granüler strüktür, kuru iken hafif sert, ıslak iken az yapışkan, az plastik, HCL ile şiddetli köpürme.
C2	40-102	Kuru iken (2,5 Y 5/4) açık zeytuni kahverengi, ıslak iken (2,5 Y 4/2) koyu grimsi kahverengi, kumlu tın bünyeli (SL), belirli ve düz sınırlı, orta granüler strüktür, kuru iken hafif sert, ıslak iken az yapışkan, az plastik, HCL ile şiddetli köpürme.
C3	102-138	Kuru iken (10 YR 6/2) açık kahverengimsi gri, ıslak iken (10 YR 4/2) koyu grimsi kahverengi, tın bünyeli (L), belirli ve düz sınırlı, orta granüler strüktür, kuru iken hafif sert, ıslak iken az yapışkan, az plastik, HCL ile şiddetli köpürme.
C4	138+	Kuru iken (10 YR 6/2) açık kahverengimsi gri, ıslak iken (10 YR 4/2) koyu grimsi kahverengi, tın bünyeli (L), belirli ve düz sınırlı, orta granüler strüktür, kuru iken hafif sert, ıslak iken az yapışkan, az plastik, HCL ile şiddetli köpürme.



Şekil 10.77 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağına Ait Profilden Görünümler

Tablo 10.56’da kumlu kil bünyeli 3 nolu deneme toprağının bulunduğu arazinin özellikleri, Şekil 10.78’de de kumlu kil bünyeli 3 nolu deneme toprağına ait profilden görünümeler sunulmuştur.

Tablo 10.56 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının Bulunduğı Arazinin Özellikleri

Örnekleme yeri	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Deneme Tarlası
:	
Arazi Tipi	: Etek Arazi
Rölyef	: Hafif Eğim(% 4-6)
Ana Materyal	: Kolüvyum
Erozyon Sınıfı	: Yok
Taşlılık Sınıfı	: Yok
Kayalık Sınıfı	: Yok
Drenaj Sınıfı	: Orta derecede drenaj
Arazi Kullanım Şekli	: Sulu Tarım
Bitki Türü	: Mısır-buğday-mısır
Arazi Kul. Yetenek Sınıfı	: III
Sıra	: Entisol
Alt Sıra	: Orthent
Büyük Grup	: Xerortent
Alt Grup	: Typic Xerortent

Horizon	Derinlik (cm)	10.5. Profil Tanımlaması
Ap	0-22	Kuru iken (10 YR 5/2) grimsi kahverengi, ıslak iken (10 YR 3/2) çok koyu grimsi kahverengi, kumlu kil bünyeli (SC), dalgalı ve geçişli sınır, orta granüler strüktür, kuru iken sert, ıslak iken yapışkan, plastik, HCL ile köpürme.
C1	22-58	Kuru iken (10 YR 5/2) grimsi kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/2) koyu grimsi kahverengi, kumlu kil bünyeli (SC), dalgalı ve geçişli sınır, orta köşeli blok strüktür, kuru iken sert, ıslak iken yapışkan, plastik, HCL ile köpürme.
C2	58-105	Kuru iken (10 YR 5/2) grimsi kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/2) koyu grimsi kahverengi, kumlu killi tın bünyeli (SCL), dalgalı ve geçişli sınır, orta köşeli blok strüktür, kuru iken sert, ıslak iken yapışkan, plastik, HCL ile çok az köpürme.
C3	105-131	Kuru iken (10 YR 5/2) grimsi kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/2) koyu grimsi kahverengi, kumlu killi tın bünyeli (SCL), dalgalı ve geçişli sınır, orta köşeli blok strüktür, kuru iken sert, ıslak iken yapışkan, plastik, HCL ile çok az köpürme.
C4	131+	Kuru iken (10 YR 5/2) grimsi kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/2) koyu grimsi kahverengi, kumlu killi tın bünyeli (SCL), dalgalı ve geçişli sınır, orta köşeli blok strüktür, kuru iken sert, ıslak iken yapışkan, plastik, HCL ile köpürme.



Şekil 10.78 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağına Ait Profilden Görünümler

Tablo 10.57’de kumlu kil bünyeli 3 nolu deneme toprağının bulunduğu arazinin özellikleri, Şekil 10.79’da kumlu kil bünyeli 3 nolu deneme toprağına ait profilden görünümler sunulmuştur.

Tablo 10.57 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının Bulunduğu Arazinin Özellikleri

Örnekleme yeri	: Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Deneme Tarlası
Arazi Tipi	: Etek Arazi
Rölyef	: Hafif Eğim (% 4-6)
Ana Materyal	: Kolüvyum
Erozyon Sınıfı	: Yok
Taşlılık Sınıfı	: Yok
Kayalık Sınıfı	: Yok
Drenaj Sınıfı	: Orta derecede drenaj
Arazi Kullanım Şekli	: Sulu Tarım
Bitki Türü	: Mısır-buğday-mısır
Arazi Kul. Yetenek Sınıfı	: III
Sıra	: Entisol
Alt Sıra	: Orthent
Büyük Grup	: Xerortent
Alt Grup	: Typic Xerortent

Horizon	Derinlik (cm)	10.6. Profil Tanımlaması
Ap	0-23	Kuru iken (10 YR 5/2) grimsi kahverengi, ıslak iken (10 YR 3/2) çok koyu grimsi kahverengi, kumlu kil bünyeli (SC), dalgalı ve geçişli sınır, orta granüler strüktür, kuru iken sert, ıslak iken yapışkan, plastik, HCL ile köpürme.
C1	23-47	Kuru iken (10 YR 5/2) grimsi kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/2) koyu grimsi kahverengi, killi tın bünyeli (CL), dalgalı ve geçişli sınır, orta köşeli blok strüktür, kuru iken sert, ıslak iken yapışkan, plastik, HCL ile köpürme.
C2	47-69	Kuru iken (10 YR 5/2) grimsi kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/2) koyu grimsi kahverengi, kumlu killi tın bünyeli (SCL), dalgalı ve geçişli sınır, orta köşeli blok strüktür, kuru iken sert, ıslak iken yapışkan, plastik, HCL ile çok az köpürme.
C3	69-123	Kuru iken (10 YR 5/2) grimsi kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/2) koyu grimsi kahverengi, tın bünyeli (L), dalgalı ve geçişli sınır, orta köşeli blok strüktür, kuru iken sert, ıslak iken yapışkan, plastik, HCL ile çok az köpürme.
C4	123+	Kuru iken (10 YR 5/2) grimsi kahverengi, ıslak iken (10 YR 4/2) koyu grimsi kahverengi, kumlu killi tın bünyeli (SCL), dalgalı ve geçişli sınır, orta köşeli blok strüktür, kuru iken sert, ıslak iken yapışkan, plastik, HCL ile köpürme.



Şekil 10.79 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağına Ait Profilden Görünümler

1 ve 2 nolu denemelerin kurulduğu arazilerde açılmış olan toprak profilleri Soil Taxonomy (1999)'a göre incelenerek tanımlanmış ve alüviyal depozitler üzerinde oluşmaları, “*Xeric*” toprak rutubet rejimine girmeleri yanında, yapılan analiz, gözlem ve değerlendirmeler ışığında deneme alanları toprakları “*Xerofluvent*” büyük toprak grubuna ve bu grubun tüm özelliklerini taşıması nedeniyle de “*Typic Xerofluvent*” alt grubuna yerleştirilmişlerdir. Bu toprakların eski sınıflandırma sistemindeki yeri, Azonal toprak sırası içerisinde yer alan Alüviyal Büyük Toprak Grubu'dur.

3 ve 4 nolu denemelerin kurulduğu arazilerde açılmış olan toprak profilleri Soil Taxonomy (1999)'a göre incelenerek tanımlanmış ve kolüviyal depozitler üzerinde oluşmaları, “*Xeric*” toprak rutubet rejimine girmeleri yanında, yapılan analiz (Ek 1), gözlem ve değerlendirmeler ışığında deneme alanları toprakları “*Xerortent*” büyük toprak grubuna ve bu grubun tüm özelliklerini taşıması nedeniyle de “*Typic Xerortent*” alt grubuna yerleştirilmişlerdir. Bu toprakların eski sınıflandırma sistemindeki yeri, Azonal toprak sırası içerisinde yer alan Kolüviyal Büyük Toprak Grubu'dur.

Araştırma yerinin iklim özellikleri

Araştırma alanının da içinde yer aldığı Menemen Ovası'nda Akdeniz iklimi görülmektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır. Çok yıllık (55 yıl) iklim verilerine göre; ortalama toplam yıllık yağış 525.3 mm' dir. Yağışın yaklaşık % 50' si kış, % 25' i ilkbahar, % 23' ü sonbahar ve % 2' si yaz aylarında düşmektedir. Ortalama sıcaklık 16.9 °C; ortalama nispi nem % 57.5; ortalama yıllık buharlaşma 1532.1 mm' dir (Anonim, 2009).

Araştırmada kullanılan Arıtma çamuru

Araştırmada kullanılan arıtma çamuru, İzmir Körfezi'nin kirlenmesini önlemek amacı ile İzmir Büyük Kanal Projesi dahilinde inşa edilmiş olan İZSU Çiğli Atıksu Arıtma Tesisi'nden temin edilmiştir. Tesis; mekanik ön arıtım üniteleri, azot ve fosfor gideriminin yapıldığı ön çökeltmeli, anaerobik biyofosfor havuzu ilaveli ileri biyolojik arıtma sistemi ile inşa edilmiş olup uzun havalandırılmalı oksidasyon havuzları türündedir. Tesis ayrıca çamur susuzlaştırma ünitelerini de içermektedir. Çiğli Atıksu Arıtma Tesisi 2000 yılı başında devreye alınmış olup 2002 yılından bu yana günde ortalama 605.000 m³ atıksu arıtılarak İzmir orta körfeze deşarj edilmektedir (<http://www.izmir.bel.tr/projeler>). Arıtma çamurunun alındığı Çiğli Atıksu Arıtma Tesisi'nin görüntüsü Şekil 10.80'de verilmiştir.



Şekil 10.80 : Çiğli Atıksu Arıtma Tesisi'nin Görüntüsü

10.1.1.4. Yöntem

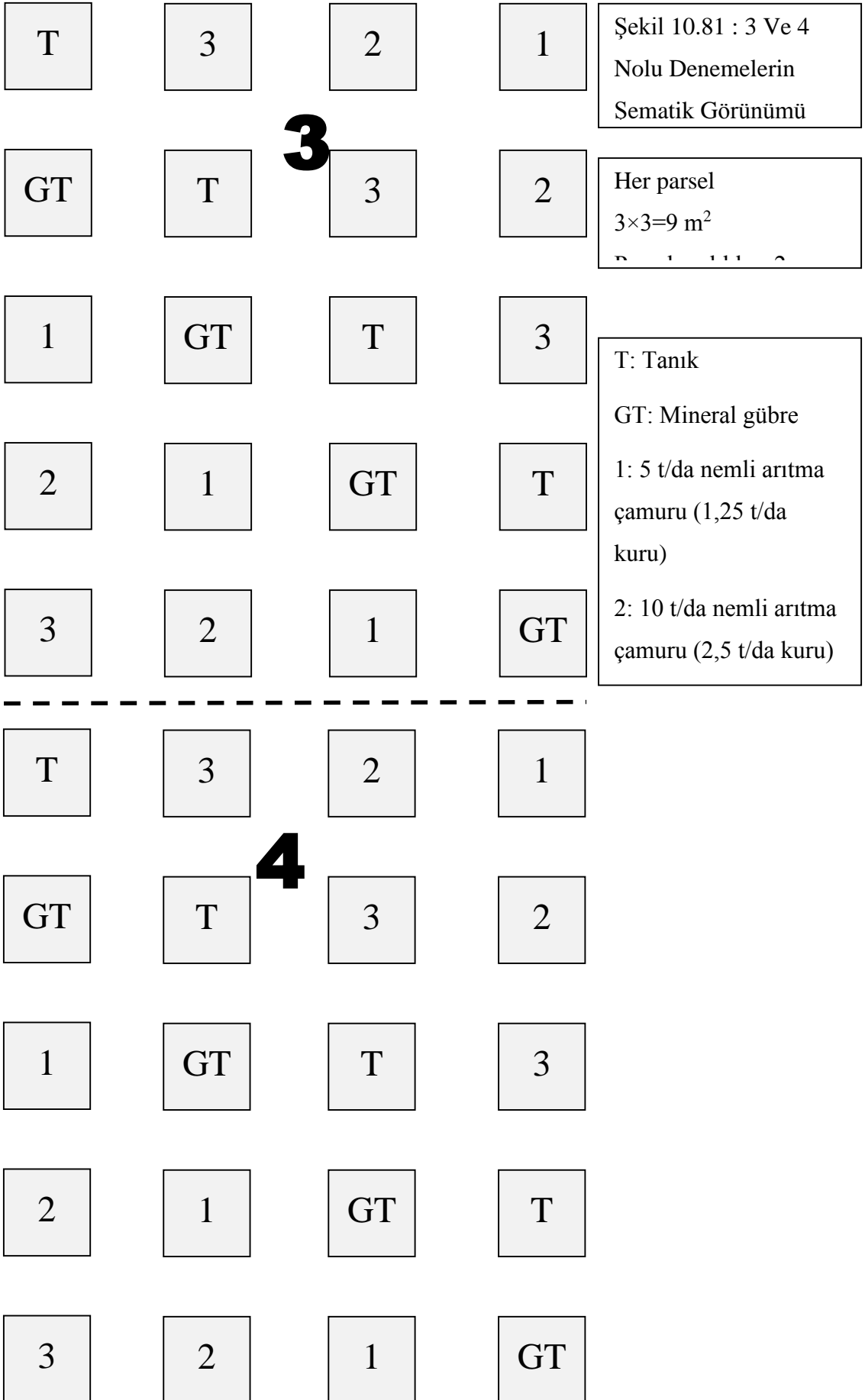
Projenin Ege Bölgesi'ni temsil eden bölümünde, tarımda kullanıma uygun stabilize arıtma çamurlarından olan, İzmir Büyükşehir Belediyesi Çiğli Atıksu Arıtma Tesisinden çıkan arıtma çamuru denemelerde kullanılmıştır. Bu çamurun kullanılabilmesi için İzmir Büyükşehir Belediyesi İZSU Dönemler ortalaması Müdürlüğünden gerekli izinler alınmıştır. Denemelerin kurulması için gerekli özelliklere sahip olan iki adet arazi, İzmir İli Menemen İlçesi sınırları içerisinde, Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü sınırları içerisinde belirlenmiştir. Deneme arazilerinden birinin toprağı kumlu tın, diğeri ise kumlu kil bünyeye sahiptir. İki adet kumlu tın, iki adet kumlu kil bünyeli toprak üzerinde toplam dört adet deneme kurulmuştur. Deneme arazilerinde birinci yıl iki ürün (mısır ve buğday) yetiştirilirken, ikinci yıl sadece mısır yetiştirilmiştir. Tüm denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre, 4 tekrarlamalı olarak kurulmuşlardır. Parseller 3x3 m boyutlarında, aralarında 2 m boşluk olacak şekilde oluşturulmuşlardır. Denemelerdeki konular:

1. Tanık
2. Mineral gübre uygulaması,
3. Kuru madde olarak dekara 1,25 ton (nemli ağırlık olarak 5 ton) arıtma çamuru uygulaması,
4. Kuru madde olarak dekara 2,5 ton (nemli ağırlık olarak 10 ton) arıtma çamuru uygulaması,
5. Kuru madde olarak dekara 3,75 ton (nemli ağırlık olarak 15 ton) arıtma çamuru uygulamasından oluşmuştur.

Her deneme 20 parselden oluşmuştur. Aynı arazi (kumlu tın bünyeli) üzerine kurulan denemelerden birine iki yıl üst üste birer kere arıtma çamuru uygulaması yapılırken, diğer denemeye 2. yıl arıtma çamuru uygulaması yapılmadan üretim yaparak çamurun kalıcı etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Aynı uygulamalar diğer arazi (kumlu- kil bünyeli) için de benzer şekilde yapılmıştır. Bir ve 2 nolu denemeler kumlu tın bünyeli toprağa sahip arazide, 3 ve 4 nolu denemeler ise kumlu-kil bünyeye sahip arazide kurulmuşlardır.

Denemelerin Kurulması ve Yapılan İşlemler İle İlgili Sürec

Bir ve 2 nolu denemelerin kurulması 8 Temmuz 2011 tarihinde; 3 ve 4 nolu denemelerin kurulması ise 14 Temmuz 2011 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Şekil 10.81’de 3 ve 4 nolu denemelerin planları verilmiştir. Denemelerin kurulması sürecinde, öncelikle İzmir Büyükşehir Belediyesi Çiğli Atıksu Arıtma Tesisinden uygulamada kullanılan arıtma çamuru alınarak deneme tarlasına getirilmiştir (Şekil 10.83 ve Şekil 10.84). Deneme tarlasında bloklar ve parseller oluşturulduktan sonra mineral gübreli parsellere 100 kg/da 15-15-15 gübresi uygulanmıştır (dekara 15 kg N, 15 kg P₂O₅, 15 kg K₂O). Diğer parsellere ise dekara 1,25; 2,5 ve 3,75 t/da kuru ağırlık (5, 10 ve 15 t/da nemli ağırlık) hesabı ile arıtma çamuru uygulanmıştır. Uygulanan arıtma çamurları ve mineral gübre toprağın 15 cm derinliğine rotavatör ile karıştırılmıştır. Daha sonra havalı mibzer ile sıra arası 70 cm, sıra üzeri 18 cm olacak şekilde dört denemeye de mısır ekimi yapılmıştır. Deneme alanının işlenmesi, deneme parsellerinin oluşturulması, arıtma çamurunun deneme parsellerine uygulanması, arıtma çamuru uygulanmış deneme alanı, arıtma çamurunun rotavatörle toprağa karıştırılması, mibzerin ekime hazır hale getirilmesi, havalı mibzer ile mısır ekimi şekillerde görülmektedir (Şekil 10.85-Şekil 10.92).





Şekil 10.83 : İZSU Çiğli Arıtma Tesisinden Arıtma Çamurunun Alınışı



Şekil 10.84 : Arıtma Çamurunun Tarlaya Getirilişi



Şekil 10.85 : Deneme Alanının İşlenmesi



Şekil 10.86 : Deneme Parsellerinin Oluşturulması



Şekil 10.87 : Arıtma Çamurunun Deneme Parsellerine Uygulanması



Şekil 10.88 : Arıtma Çamurunun Deneme Parsellerine Uygulanması



Şekil 10.89 : Arıtma Çamuru Uygulanmış Deneme Alanı



Şekil 10.90 : Arıtma Çamurunun Rotavatorle Toprağa Karıştırılması



Şekil 10.91 : Mibzerin Ekime Hazır Hale Getirilmesi



Şekil 10.92 : Havalı Mibzer İle Mısır Ekimi

18 Temmuz 2011 tarihinde denemelerin damla sulama sistemleri kurulmuştur (Şekil 10.93).

27 Temmuz 2011 tarihinde 1 ve 2 nolu denemelerin çapalanması ve otlarının temizlenmesi el ile yapılırken ara apaları makine ile yapılmıştır.28 Temmuz 2011 tarihinde 3 ve 4 nolu denemelerin çapalanması ve otlarının temizlenmesi el ile yapılırken ara apaları makine ile yapılmıştır (şekil 10.94-şekil 10.98).



şekil 10.93 : Damla Sulama Sisteminin Kurulması



şekil 10.94 : apa ve Ot Temizliği



Şekil 10.95 : Ara İşlemesi Yapılmış Parseller



Şekil 10.96 : Çapalama-Sulama Ekibinden Bazıları



Şekil 10.97 : Makine İle Ara İşlemeden Önce Damla Sulama Borularının Kaldırılması



Şekil 10.98 : Makine İle Ara İşleme



Şekil 10.99 : Denemelerin Kontrolü

Denemelerin kontrolü, sulama, uygulamaların bitki gelişimine etkileri Şekil 10.99-Şekil 10.105’de verilmiştir.



Şekil 10.100 : Sulama



Şekil 10.101 : Uygulamaların Bitki Gelişimine Etkisi



Şekil 10.102 : Uygulamaların Bitki Gelişimine Etkisi



Şekil 10.103 : Uygulamaların Bitki Gelişimine Etkisi



Şekil 10.104 : Uygulamaların Bitki Gelişimine Etkisi



Şekil 10.105 : Uygulamaların Mısır Bitkisinin Gelişimine Etkisi

3 Ağustos 2011 tarihinde 1 ve 2 nolu denemelerden ilk toprak örnekleri yapısı bozulmamış olarak alınmıştır. Aynı zamanda denemeler çapalanmış, otları temizlenmiş ve denemeler sulanmıştır.

11 Ağustos 2011 tarihinde 3 ve 4 nolu denemelerden ilk toprak örnekleri yapısı bozulmamış olarak alınmıştır. Aynı zamanda denemeler çapalanmış, otları temizlenmiş ve sulanmıştır.

17 Ağustos 2011 tarihinde 1 ve 2 nolu denemeler tekrar sulanmış ve otları temizlenmiştir.

25 Ağustos 2011 tarihinde 3 ve 4 nolu denemeler tekrar sulanmış ve otları temizlenmiştir.

14 Eylül 2011 tarihinde denemeler tekrar sulanmış ve otları temizlenmiştir.

16 Kasım 2011 tarihinde 3 ve 4 nolu denemelerden toprak örnekleri alınmıştır.

17 Kasım 2011 tarihinde 3 ve 4 nolu denemelerdeki mısırların hasadı yapılarak toplam mısır verimi belirlenmiş, kök, sap, yaprak ve koçan örnekleri alınmıştır. Mısır tane verimi, mısırların koçanlarından ayrılarak kurutulmalarından sonra tartımla belirlenmiştir.

Birinci yıl mısır hasadından sonra toprak 2. ürün buğday ekimi için hazırlanmıştır. Kimyasal gübreli parsellere 40 kg/da 20-20 gübresi uygulanmış (dekara 8 kg N, 8 kg P₂O₅) diğer parsellere uygulama yapılmadan arıtma çamurunun 2. ürün üzerine etkisi ortaya

ıkarılmaya alışılmıştır. 22 Kasım 2011 tarihinde 3 ve 4 nolu denemelere mibzerle buğday ekimi yapılmıştır.

1 Aralık 2011 tarihinde 1 ve 2 nolu denemelerden toprak örnekleri alınmıştır.

15 Aralık 2011 tarihinde 1 ve 2 nolu denemelerdeki mısırların hasadı yapılarak toplam mısır verimi belirlenmiş, kök, sap, yaprak ve koçan örnekleri alınmıştır. Mısır tane verimi, mısırların koçanlarından ayrılarak kurutulmalarından sonra tartımla belirlenmiştir.

22 Aralık 2011 tarihinde 1 ve 2 nolu denemelere mibzer ile buğday ekilmiştir (3 ve 4 nolu denemelere yapılan uygulamaların aynısı yapılmıştır). Buğdayın gelişimi ve hasadı ile ilgili görüntüler Şekil 10.106-Şekil 10.108’de verilmiştir.



Şekil 10.106 : Parsellerdeki Buğdayların Görünümü



Şekil 10.107 : Parsel Araları İşlenmiş Buğday Denemesi



Şekil 10.108 : Parsellerdeki Olgunlaşmış Buğdaylar

10 Temmuz 2012 tarihinde 1, 2, 3 ve 4 nolu denemelerdeki buğday hasat edilerek tane ve saman örnekleri alınmıştır (Şekil 10.109). Aynı zamanda buğday tane verimi belirlenmiştir.



Şekil 10.109 : Deneme Parsellerindeki Buğdayın Hasadı

11 Temmuz 2012 tarihinde 1, 2, 3 ve 4 nolu denemelerden toprak örnekleri alınmıştır (Şekil 10.110-Şekil 10.111).



Şekil 10.110 : Buğday Hasadı Sonrası Toprak Örneklerinin Alınması



Şekil 10.111 : Her Parselin Farklı Üç Noktasından Toprak Örneklerinin Alınışı

17 Temmuz 2012 tarihinde 1, 2, 3 ve 4 nolu denemelerin parselleri tekrar oluşturulmuş, 2 ve 4 nolu denemelere 2. yıl mısır ekimi öncesi tekrar arıtma çamuru uygulaması 1. yıldaki

gibi yapılmıştır (Şekil 10.112-Şekil 10.113). 1 ve 3 nolu denemelere tekrar arıtma çamuru uygulanmayarak arıtma çamurunun 2. yıl etkisi ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.



Şekil 10.112 : 2. Yıl Mısır Ekimi Öncesi Tekrar Arıtma Çamuru Uygulaması



Şekil 10.113 : Parsellere Uygulanan Arıtma Çamurlarının Rotavatör İle Toprağa Karıştırılması

18 Temmuz 2012 tarihinde tüm denemelere 2. yıl mısır ekimi havalı mibzer ile yapılmıştır (Şekil 10.114). Ekim işlemi sonrası tüm denemelere damla sulama sistemi kurulmuştur (Şekil 10.115-Şekil 10.116).



Şekil 10.114 : 2. Yıl Mibzer İle Mısır Ekimi



Şekil 10.115 : Denemelere Damla Sulama Sistemi Kurulması



Şekil 10.116 : Damla Sulama Sisteminin Kontrolü

Birinci yıl olduğu gibi denemelerdeki mısırların sulama ve ot temizleme işleri periyodik olarak yapılmıştır (Şekil 10.117-Şekil 10.118).



Şekil 10.117 : Mısırların Çapa Makinesi İle Çapalanması



Şekil 10.118 : Makine İle Çapalama Sonrası Damla Sulama Sisteminin Tekrar Kurulması

Şekil 10.119 ve Şekil 10.120’da arıtma çamuru uygulamalarının mısır gelişimi üzerine olan etkileri görülmektedir.



Şekil 10.119 : 2. Yıl Arıtma Çamuru Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Gelişimine Etkisi



Şekil 10.120 : 2. Yıl Arıtma Çamuru Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Gelişimine Etkisi

7 Ağustos 2012 tarihinde denemelerden toprak örnekleri alınmıştır.

1 Kasım 2012 tarihinde 3 ve 4 nolu denemelerdeki mısırlar hasat edilerek toplam mısır verimi belirlenmiş, kök, sap, yaprak ve koçan örnekleri alınmıştır. Mısır tane verimi, mısırların koçanlarından ayrılarak kurutulmalarından sonra tartımla belirlenmiştir.

9 Kasım 2012 tarihinde 3 ve 4 nolu denemelerden toprak örnekleri alınmıştır.

14 Kasım 2012 tarihinde 1 ve 2 nolu denemelerdeki mısırlar hasat edilerek toplam mısır verimi belirlenmiş, kök, sap, yaprak ve koçan örnekleri alınmıştır. Mısır tane verimi, mısırların koçanlarından ayrılarak kurutulmalarından sonra tartımla belirlenmiştir.

23 Kasım 2012 tarihinde 1 ve 2 nolu denemelerden toprak örnekleri alınmıştır.

Toprak ve bitki örneklerinde yapılan analizler

Denemelerden alınan toprak örnekleri önce hava kurusu duruma getirilmişlerdir. Bu örneklerin yarısı strüktür ve agregat analizleri için 8 mm'lik elekten elenirken, diğer yarısı diğer analizler için 2 mm'lik elekten elenmişlerdir.

Her iki yıl mısırdan alınan örnekler ile 1. yıl 2. ürün olarak yetiştirilen buğdaydan alınan örnekler, temizlendikten sonra kurutma dolabında kurutulmuş ve değirmende öğütülerek analizler için hazır hale getirilmişlerdir.

Toprak reaksiyonu (pH), doygunluk çamurunda; arıtma çamurunda pH toprak-su karışımında (1:2.5) cam elektrotlu pH-metre ile ölçülerek, (Jackson,1962),

Toprak tuzluluğu (EC_{25} , $ds\ m^{-1}$), toprak-su karışımında (1:2.5) EC-metre ile (Aritma çamurunda; 1: 5) ölçülerek, (Richards, 1954),

Toprak organik maddesi (OM, %), yaş yakma yöntemi ile yakılan toprak örneklerinde organik C saptanıp organik madde hesaplanmıştır (Jackson,1962),

Toprak kireci (%), Scheibler kalsimetresinde HCl ile tepkimeye giren $CaCO_3$ 'dan çıkan CO_2 hacminin ölçülmesi ile (Richards, 1954),

Toprak katyon değişim kapasitesi (me/100g), NaOAc (pH 8.2) ile doyurulan topraktan Amonyum asetat (pH 7) ile geri alınan Na^+ 'un Alevli Fotometrede ölçülmesi ile, (Jackson 1962; Chapman, 1965),

Toprakta tane irilik dağılımı-Toprak bünyesi- (Kum, Mil, Kil), Bouyoucous silindiri ve hidrometre ile, (Bouyoucous, 1951),

Toprakta toplam N salisilik-sülfürik asit karışımıyla yaş yakılan örnekler, damıtma setinde damıtılmış borik asit-indikatör karışımına alınıp, H_2SO_4 ile titre edilerek belirlenmiştir (Bremner, 1965),

Bitkiye yarayışlı P, 0.5 M $NaHCO_3$ (pH 8.5) ile ekstrakte edilen P spektrofotometrik olarak saptanmıştır (Olsen vd.,1954).

Değişebilir K, 1 N amonyum asetat ile ekstrakte olan K'un alev fotometrede okunması ile belirlenmiştir (Pratt, 1965).

Toprakta toplam Cd, Pb, Cu, Cr, Zn ve Ni, HCl ve HNO_3 (Kral suyu 3:1) ortamında rodajlı balonlarda soğutmalı sistemli hot plate ile yaş yakılan toprak örneklerinde AAS ile belirlenmiştir (ISO/DIS, 1994-1995).

Toprakta bitkiye yarayışlı Cd, Pb, Cu, Cr, Zn ve Ni, Diethylenetriaminepentaacetic Asit (DTPA) metoduna göre çalkalanıp süzülerek ekstrakte edilen örneklerde AAS ile saptanmıştır (Lindsay ve Norvell, 1978).

Bitkide ağır metaller Cd, Pb, Cu, Zn, Cr ve Ni, yaş yakma ile (4 kısım nitrik asit+1 kısım perklorik asit) yakma ve AAS ile saptanmıştır (Lindsay ve Norvell, 1978).

Ağır metallerin biyo alınabilirlikleri Jarausch vd. (1999)'ne göre yapılmıştır.

Bulguların istatistiksel değerlendirilmesinde, SPSS istatistik programı kullanılarak Tukey çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır (SPSS, 1999).

10.2.2. Arıtma Çamuru Uygulamalarının Mısır Ve Buğday Verimi Üzerine Etkileri

Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemeden Elde Edilen Toplam Mısır (Yaprak+Sap+Koçan) ve Tane Verimi Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Kumlu tın bünyeli 1 nolu denemeden elde edilen toplam mısır (yaprak+sap+koçan) ve tane verimi üzerine arıtma çamuru uygulamalarının etkisi Tablo 10.58 ve Tablo 10.59'da verilmiştir.

Tablo 10.58 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemeden Elde Edilen Toplam Mısır Verimi (Yaprak+Sap+Koçan) Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Toplam Verim (kg/da)

1. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	4026	4000	4125	4274	3800
2	3910	4218	4246	4555	4565
3	4185	4350	4281	4298	5470
4	4152	4286	4328	4650	5275
\bar{x}	4068 a ¹	4214 a	4245 a	4444 a	4778 a
σ	126	152	87	187	759

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

1. Deneme 2.yıl (Tukey:**)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	2292	2347	2403	2609	2664
2	2030	3045	2641	2744	3259
3	3854	4187	2601	3132	3997
4	3212	2609	2411	4013	4639
\bar{x}	2847 ab ¹	3047 ab	2514 b	3124 ab	3640 a
σ	841	813	125	632	861

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.58 (devam) : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemeden Elde Edilen Toplam Mısır Verimi (Yaprak+Sap+Koçan) Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl		2.yıl		
Kontrol	3458 b ¹	4068 a	A ²	2847 ab	B	**
Gübreli kontrol	3630 ab	4214 a	A	3047 ab	B	**
1,25 t/da	3379 b	4245 a	A	2514 b	B	**
2,50 t/da	3784 ab	4444 a	A	3124 ab	B	**
3,75 t/da	4209 a	4778 a	A	3640 a	B	**
	*			**		

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Kumlu tın bünyeli 1 nolu denemede 1. yıl elde edilen toplam mısır verimi (yaprak+sap+koçan) artan dozdaki arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre artış göstermiş, fakat bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. 2. yıl ile 1. ve 2. yıl toplam mısır verimi ortalamaları ise arıtma çamuru uygulamalarına koşut olarak kontrole göre artış göstermiş ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Tablo 10.59 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemeden Elde Edilen Mısır Tane Verimi Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tane Verimi (kg/da)

1. Deneme 1.yıl (Tukey:**)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	881	1164	1144	1302	1480
2	853	1026	1223	1425	1437
3	958	1210	1095	1380	1512
4	1024	1186	1253	1294	1541
\bar{x}	929 b ¹	1147 ab	1178 ab	1350 a	1493 a
σ	77	83	72	63	45

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

1. Deneme 2.yıl (Tukey:**)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	372	494	460	473	621
2	323	752	613	890	754
3	789	934	433	662	907
4	778	635	533	1035	1349
\bar{x}	565 ab ¹	704 ab	510 b	765 ab	908 a
σ	253	186	81	248	317

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.59 (devam) : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemeden Elde Edilen Toplam Mısır Verimi (Yaprak+Sap+Koçan) Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$: $P \leq 0,05$

	1. ve 2. Yıl ort.	1.yıl		2.yıl		
Kontrol	747 c ¹	929 b	A ²	565 ab	B	**
Gübreli kontrol	925 abc	1147 ab	A	704 ab	B	**
1,25 t/da	844 bc	1178 ab	A	510 b	B	**
2,50 t/da	1058 ab	1350 a	A	765 ab	B	**
3,75 t/da	1200 a	1493 a	A	908 a	B	**
	*	**		**		

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; * : İstatistiksel olarak $P \leq 0,05$ düzeyde önemli ilişki; ¹farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki, farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

Kumlu tın bünyeli 1 nolu denemede 1. yıl, 2. yıl ile 1. ve 2. yıl tane mısır verimi ortalamaları artan dozdaki arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre istatistiksel olarak önemli artış göstermiştir. Kısaca arıtma çamuru ve gübre uygulamaları mısırın tane verimini kontrole göre artırmıştır.

Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemeden Elde Edilen Toplam Mısır (Yaprak+Sap+Koçan) ve Tane Verimi Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Kumlu tın bünyeli 2 nolu denemeden elde edilen toplam mısır (yaprak+sap+koçan) ve tane verimi üzerine arıtma çamuru uygulamalarının etkisi Tablo 10.60-Tablo 10.61'de verilmiştir.

Tablo 10.60 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemeden Elde Edilen Toplam Mısır Verimi
(Yaprak+Sap+Koçan) Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Toplam Verim (kg/da)

2. Deneme 1.yıl (Tukey:*)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	4015	3795	4135	3695	4680
2	4114	4365	4520	4280	5003
3	4365	4845	4615	5510	4565
4	4180	4415	4115	4480	5865
\bar{x}	4169 b ¹	4355 ab	4346 ab	4491 ab	5028 a
σ	148	431	259	756	588

*: İstatistiksel olarak $P \leq 0,05$ düzeyde önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.60 (devam) : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemeden Elde Edilen Toplam Mısır Verimi (Yaprak+Sap+Koçan) Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

2. Deneme 2.yıl (Tukey:**)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	3061	3616	3600	4346	4584
2	3806	2871	3846	4917	4488
3	3457	3719	3592	4289	4790
4	3576	4208	4695	4330	4488
\bar{x}	3475 c ¹	3604 bc	3933 abc	4470 ab	4587 a
σ	312	553	521	298	142

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,01$: $P \leq 0,05$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl		2.yıl	
Kontrol	3822 b	4169 a	A ²	3475 c	A
Gübreli kontrol	3979 b	4355 ab	A	3604 bc	A
1,25 t/da	4140 ab	4346 ab	A	3933 abc	A
2,50 t/da	4481 ab	4491 ab	A	4470 ab	A
3,75 t/da	4808 a ¹	5028 a	A	4587 a	A

** * **

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; * : İstatistiksel olarak $P \leq 0,05$ düzeyde önemli ilişki; ¹farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

Kumlu tın bünyeli 2 nolu denemede 1. yıl, 2. yıl ile 1. ve 2. yıl mısır toplam verimi (yaprak+sap+koçan) artan dozdaki arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre artış göstermiş, bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kısaca, artan dozda uygulanan arıtma çamurları kumlu tın bünyeli 2 nolu denemede mısır toplam verimini kontrole göre artırmıştır.

Tablo 10.61 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemeden Elde Edilen Mısır Tane Verimi
Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tane Verimi (kg/da)

2. Deneme 1.yıl (Tukey:**)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	938	1193	1190	1179	1407
2	990	1313	1143	1334	1501
3	881	1216	1251	1392	1420
4	1007	786	1164	1238	1487
\bar{x}	954 b ¹	1127 ab	1187 ab	1286 ab	1454 a
σ	57	233	47	95	47

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.61 (devam) : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemeden Elde Edilen Mısır Tane Verimi Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

2. Deneme 2.yıl (Tukey:**)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	705	974	986	1005	1018
2	976	707	1006	1311	1124
3	978	929	1098	1344	1165
4	603	1388	1196	1432	1338
\bar{x}	816 b ¹	999 ab	1072 ab	1273 a	1161 ab
σ	191	284	96	186	133

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,01$

	1. ve 2. Yıl ort.	1.yıl		2.yıl	
Kontrol	885 b ¹	954 b	A ²	816 b	A
Gübreli kontrol	1063 ab	1277 ab	A	999 ab	A
1,25 t/da	1129 ab	1187 ab	A	1072 ab	A
2,50 t/da	1279 a	1286 ab	A	1273 a	A
3,75 t/da	1308 a	1454 a	A	1161 ab	A
	**	**		**	

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Kumlu tın bünyeli 2 nolu denemede 1. yıl, 2. yıl ile 1. ve 2. yıl tane mısır verimi ortalamaları artan dozdaki arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre istatistiksel olarak önemli artış göstermiştir. Öz olarak, arıtma çamuru uygulamaları mısırın tane verimini kontrole göre artırmıştır.

Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemeden Elde Edilen Toplam Mısır (Yaprak+Sap+Koçan) ve Tane Verimi Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Kumlu kil bünyeli 3 nolu denemeden elde edilen toplam mısır (yaprak+sap+koçan) ve tane verimi üzerine arıtma çamuru uygulamalarının etkisi Tablo 10.62-Tablo 10.63'de verilmiştir.

Tablo 10.62 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemeden Elde Edilen Toplam Mısır Verimi (Yaprak+Sap+Koçan) Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi
Toplam Verim (kg/da)

3. Deneme 1.yıl (Tukey:**)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	3473	3854	4710	5551	7359
2	3862	5507	5416	6007	6328
3	3608	3569	5202	4548	4492
4	2958	4306	4421	4960	5733
\bar{x}	3475 c ¹	4309 bc	4937 abc	5267 ab	5978 a
σ	381	855	454	643	1197

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

3. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	3632	2990	3164	3243	4250
2	2117	3521	3442	4338	3378
3	3481	2506	2871	3553	3814
4	3680	3791	2823	3172	2744
\bar{x}	3228 a ¹	3202 a	3075 a	3576 a	3547 a
σ	745	571	287	534	643

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,01$

	1. ve 2. Yıl ort.	1.yıl		2.yıl		
Kontrol	3351 b ¹	3475 c	A ²	3228 a	A	
Gübreli kontrol	3755 ab	4309 bc	A	3202 a	A	
1,25 t/da	4006 ab	4937 abc	A	3075 a	B	**
2,50 t/da	4421 ab	5267 ab	A	3576 a	B	**
3,75 t/da	4762 a	5978 a	A	3547 a	B	**
	**	**				

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Kumlu kil bünyeli 3 nolu denemede 1. yıl ile 1. ve 2. yıl ortalaması olarak elde edilen toplam mısır verimi (yaprak+sap+koçan) artan dozdaki arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre artış göstermiş, bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 2. Yıl toplam mısır verimi (yaprak+sap+koçan) artan dozdaki arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre istatistiksel olarak artış göstermemiştir. Kumlu kil bünyeli 3 nolu denemeye 2. yıl tekrar arıtma çamuru uygulaması yapılmamıştır. Bu sonuç, arıtma çamurunun yılda 2 ürün yetiştirilen yerlerde ikinci yıl etkisinin azaldığını göstermektedir.

Tablo 10.63 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemeden Elde Edilen Mısır Tane Verimi
Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tane Verimi (kg/da)

3. Deneme 1.yıl (Tukey:**)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	331	598	652	979	1249
2	285	743	779	950	951
3	423	603	929	760	1039
4	285	645	730	749	834
\bar{x}	331 c ¹	647 b	772 ab	859 ab	1019 a
σ	65	67	117	122	175

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

3. Deneme 2.yıl (Tukey:*)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	317	293	285	324	762
2	197	437	312	452	492
3	295	173	246	376	525
4	354	353	222	340	300
\bar{x}	291 b ¹	314 ab	266 b	373 ab	520 a
σ	67	111	40	57	189

* : İstatistiksel olarak $P \leq 0,05$ düzeyde önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl		
Kontrol	311 c ¹	331 c A ²	291 b A		
Gübreli kontrol	481 bc	647 b A	314 ab B	**	
1,25 t/da	519 bc	772 ab A	266 b B	**	
2,50 t/da	616 ab	859 ab A	373 ab B	**	
3,75 t/da	769 a	1019 a A	520 a B	**	
	**	**	*		

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; * : İstatistiksel olarak $P \leq 0,05$ düzeyde önemli ilişki; ¹farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Kumlu kil bünyeli 3 nolu denemede 1. yıl, 2. yıl ile 1. ve 2. yıl tane mısır verimi ortalamaları artan dozdaki arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre istatistiksel olarak önemli artış göstermiştir. 2. yıl mısır tane verimleri 1. yıl mısır tane verimlerine göre çok düşüktür.

Kumlu kil bünyeli 3 nolu denemeye 2. yıl arıtma çamuru uygulanmaması ve arıtma çamurunun ikinci yıl etkisinin azalması bu sonuca neden olmuştur denilebilir.

Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemeden Elde Edilen Toplam Mısır (Yaprak+Sap+Koçan) ve Tane Verimi Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Kumlu kil bünyeli 4 nolu denemeden elde edilen toplam mısır (yaprak+sap+koçan) ve tane verimi üzerine arıtma çamuru uygulamalarının etkisi Tablo 10.64 ve Tablo 10.65’de verilmiştir.

Tablo 10.64 : Kumlu kil bünyeli 4 nolu denemeden elde edilen toplam mısır verimi (yaprak+sap+koçan) üzerine arıtma çamuru uygulamalarının etkisi

Toplam Verim (kg/da)

4. Deneme 1.yıl (Tukey:**)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	2934	3493	3354	5595	5432
2	3588	4191	4968	5234	6415
3	4798	3854	4845	6645	6027
4	2458	3196	4647	4925	5658
\bar{x}	3445 c ¹	3683 c	4454 bc	5600 ab	5883 a
σ	1014	432	745	749	431

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

4. Deneme 2.yıl (Tukey:**)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	3505	1943	2791	3021	3505
2	2244	2530	2982	3672	3909
3	3188	2379	3362	4766	4433
4	2601	3299	3346	3291	3886
\bar{x}	2885 ab ¹	2538 b	3120 ab	3687 ab	3933 a
σ	568	565	281	767	381

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,01$: $P \leq 0,05$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl		2.yıl		
Kontrol	3165 c ¹	3445 c	A ²	2885 ab	A	
Gübreli kontrol	3111 c	3683 c	A	2538 b	B	*
1,25 t/da	3787 bc	4454 bc	A	3120 ab	B	**
2,50 t/da	4644 ab	5600 ab	A	3687 ab	B	**
3,75 t/da	4908 a	5883 a	A	3933 a	B	**
	**	**		**		

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; * : İstatistiksel olarak $P \leq 0,05$ düzeyde önemli ilişki; ¹farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Kumlu kil bünyeli 4 nolu denemede 1. yıl, 2. yıl ile 1. ve 2. yıl toplam mısır (yaprak+sap+koçan) verimi ortalamaları artan dozdaki arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre istatistiksel olarak önemli artış göstermiştir. Öz olarak, arıtma çamuru uygulamaları mısırın toplam (yaprak+sap+koçan) verimini kontrole göre artırmıştır.

Tablo 10.65 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemeden Elde Edilen Mısır Tane Verimi Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi
Tane Verimi (kg/da)

4. Deneme 1.yıl (Tukey:**)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	249	620	502	873	980
2	361	650	478	774	1062
3	494	660	877	1070	1322
4	362	603	750	773	1052
\bar{x}	366 c ¹	633 bc	652 b	873 ab	1104 a
σ	100	26	194	140	150

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

4. Deneme 2.yıl (Tukey:**)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	383	351	321	486	582
2	261	253	368	920	774
3	313	318	564	789	642
4	222	389	329	398	534
\bar{x}	295 b ¹	328 b	396 ab	648 a	633 a
σ	70	58	114	247	104

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl		
Kontrol	331 b ¹	366 c A ²	295 b	A	
Gübreli kontrol	481 b	633 bc A	328 b	B	**
1,25 t/da	524 b	652 b A	296 ab	B	*
2,50 t/da	760 a	873 ab A	648 a	B	*
3,75 t/da	868 a	1104 a A	633 a	B	**
	**	**	**		

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; * : İstatistiksel olarak $P \leq 0,05$ düzeyde önemli ilişki; ¹farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Kumlu kil bünyeli 4 nolu denemede 1. yıl, 2. yıl ile 1. ve 2. yıl tane mısır verimi ortalamaları artan dozdaki arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre istatistiksel olarak önemli artış göstermiştir. Öz olarak, arıtma çamuru uygulamaları mısırın tane verimini kontrole göre artırmıştır.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının 2. Ürün Buğday Tane Verimi Üzerine Etkileri

Denemelerden elde edilen 2. ürün buğday tane verimi üzerine arıtma çamuru uygulamalarının etkisi Tablo 10.66-

Tablo 10.69'da verilmiştir.

Tablo 10.66 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemeden Elde Edilen Buğday Tane Verimi Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Buğday tane verimi (kg/da)

(Tukey: *)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	194,998	417,774	255,553	379,441	312,219
2	234,442	343,885	290,553	390,552	398,885
3	289,997	533,884	207,220	233,887	229,998
4	315,552	451,107	356,108	377,218	282,219
\bar{x}	258,747 b ¹	436,662 a	277,358 b	345,274 ab	305,830 b
σ	54,339	78,793	62,637	74,487	70,730

*: $P \leq 0,05$ düzeyde önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Kumlu tın bünyeli 1 nolu denemeden elde edilen mısır sonrası ekilen 2. ürün buğdayın tane verimi üzerine, arıtma çamurunun kontrole göre istatistiksel olarak etkisi olmamıştır. Bu denemede, arıtma çamurunun 2. ürün buğdayda etkisinin azaldığı ya da kalmadığı söylenebilir.

Tablo 10.67 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemeden Elde Edilen Buğday Tane Verimi
Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Buğday tane verimi (kg/da)

(Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	311,350	454,440	415,551	421,662	470,551
2	382,774	412,218	366,663	296,108	569,439
3	289,442	468,884	403,329	520,550	535,550
4	431,107	648,882	507,773	343,885	484,440
\bar{x}	353,668 a ¹	496,106 a	423,329 a	395,552 a	514,995 a
σ	65,217	104,650	60,006	98,090	45,810

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Kumlu tın bünyeli 2 nolu denemeden elde edilen mısır sonrası ekilen 2. ürün buğdayın en yüksek tane verimi, en yüksek arıtma çamuru uygulamasında elde edilmiştir. Fakat arıtma çamuru uygulamaları ve kontrolden elde edilen buğday tane verimleri arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunamamıştır.

Tablo 10.68 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemeden Elde Edilen Buğday Tane Verimi
Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Buğday tane verimi (kg/da)

(Tukey:**)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	122,221	225,553	160,554	245,553	267,775
2	147,776	247,775	209,998	196,109	214,998
3	148,332	268,331	224,442	226,664	287,775
4	176,109	166,665	158,332	235,553	273,331
\bar{x}	148,610 b ¹	227,081 ab	188,331 ab	225,970 ab	260,970 a
σ	22,010	43,902	33,887	21,350	31,786

**: $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.69 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemeden Elde Edilen Buğday Tane Verimi
Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Buğday tane verimi (kg/da)

(Tukey: *)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	98,888	179,998	148,887	207,776	191,109
2	121,665	196,665	201,665	151,665	293,886
3	158,332	296,108	154,443	273,331	247,775
4	85,555	82,777	173,887	151,665	160,554
\bar{x}	116,110 b ¹	188,887 ab	169,721 ab	196,109 ab	223,331 a
σ	31,853	87,360	23,841	57,879	59,315

*: $P \leq 0,05$ düzeyde önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerde artan dozdaki arıtma çamuru uygulamaları ile buğday tane verimi kontrole göre istatistiksel olarak artış göstermiştir. En yüksek buğday tane verimleri en yüksek dozda arıtma çamuru uygulanan parsellerden elde edilmiştir. Kumlu kil bünyeli denemelerde besin maddelerinin yıkanması çok az ya da tutulmaları güçlü olduğundan 2. Ürün buğdayda arıtma çamuru uygulamalarının etkisi devam etmiştir yorumu yapılabilir.

10.2.3. Arıtma Çamuru Uygulamalarının Deneme Topraklarının Kimi Özellikleri Üzerine Etkileri

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Deneme Topraklarının pH Değerleri Üzerine Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının pH değerleri üzerine olan etkileri Tablo 10.70-Tablo 10.73'de verilmiştir.

Tablo 10.70 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının pH Değeri Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem	
		Kontrol	7,917 ab ¹	7,640 ab B ²	8,050 a A	7,925 a A	7,913 ab A	8,055 a A			
Gübreli kontrol	7,832 b	7,495 b D	8,058 a A	7,855 a BC	7,730 b C	8,020 a AB					**
1,25 t/da	7,939 ab	7,673 ab B	8,043 a A	7,943 a A	7,925 a A	8,113 a A					**
2,50 t/da	7,932 ab	7,655 ab C	8,093 a A	7,950 a AB	7,880 ab B	8,080 a A					**
3,75 t/da	7,952 a	7,733 a C	8,050 a AB	7,990 a AB	7,873 ab BC	8,113 a A					**
	**	**			**						

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.71 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının pH Değeri Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem	
		Kontrol	7,831 a ¹	7,505 bc C ²	8,008 a A	7,785 ab B	7,760 a B	8,100 a A			
Gübreli kontrol	7,684 b	7,323 c C	7,983 a A	7,653 b B	7,485 b BC	7,978 ab A					**
1,25 t/da	7,792 ab	7,590 ab C	8,000 a A	7,750 ab BC	7,675 ab C	7,945 ab AB					**
2,50 t/da	7,821 a	7,680 ab BC	8,040 a A	7,858 ab AB	7,588 ab C	7,938 ab A					**
3,75 t/da	7,789 ab	7,763 a A	8,100 a A	7,780 ab A	7,498 ab C	7,808 b A					**
	**	**		**	**	**					

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.72 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının pH Değeri Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

Dönemler ortalaması		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem						
Kontrol	7,333 ab ¹	7,4233 ab	AB ²	7,470 ab	A	7,223 ab	B	7,223 ab	AB	7,490 ab	A	*
Gübreli kontrol	7,090 b	7,138 b	ABC	7,378 b	A	6,795 b	BC	6,795 b	C	7,245 b	AB	**
1,25 t/da	7,542 a	7,475 ab	AB	7,770 a	A	7,533 a	B	7,533 a	AB	7,660 a	AB	**
2,50 t/da	7,565 a	7,600 a	AB	7,698 ab	A	7,560 a	B	7,560 a	AB	7,678 a	A	*
3,75 t/da	7,552 a	7,510 ab	AB	7,710 ab	A	7,578 a	B	7,578 a	AB	7,640 a	AB	*
		**	**	*	*	**	*					

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.73 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının pH Değeri Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

Dönemler ortalaması		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem						
Kontrol	7,574 ab ¹	7,765 a	A ²	7,718 a	A	7,238 a	B	7,490 ab	AB	7,658 a	A	**
Gübreli kontrol	7,377 b	7,485 a	ABC	7,538 a	A	7,180 a	BC	7,175 b	C	7,505 a	AB	*
1,25 t/da	7,583 a	7,543 a	AB	7,853 a	A	7,313 a	B	7,533 a	AB	7,675 a	AB	**
2,50 t/da	7,574 ab	7,583 a	A	7,733 a	A	7,418 a	A	7,443 ab	A	7,695 a	A	
3,75 t/da	7,568 ab	7,478 a	B	7,828 a	A	7,438 a	B	7,453 ab	B	7,643 a	AB	*
		*				*						

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Bu sonuçlara göre kumlu tın bünyeli 2 nolu deneme ile kumlu kil bünyeli 3 nolu denemenin 1. ve 2. dönem toprak örneklerinin pH değerleri ortalaması arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre artış göstermiş ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 10.71 ve 72). Denemelerde kullanılan arıtma çamurunun kireçle stabilize edilmesi ve pH'sının yüksek olması nedeni ile toprak pH'sını yükselttiği söylenebilir.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Deneme Topraklarının Tuz İçerikleri Üzerine Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının tuz içerikleri üzerine olan etkileri Tablo 10.74-Tablo 10.77’de verilmiştir.

Tablo 10.74 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının Tuz (%) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol	0,057 b ¹	0,084 c A ²	0,036 a AB	0,026 a B	0,076 a AB	0,064 a AB	**				
Gübreli kontrol	0,065 ab	0,104 c A	0,041 a B	0,026 a B	0,075 a AB	0,080 a AB	**				
1,25 t/da	0,066 ab	0,116 bc A	0,064 a AB	0,025 a B	0,056 a B	0,068 a AB	**				
2,50 t/da	0,079 ab	0,168 ab A	0,066 a B	0,030 a B	0,065 a B	0,067 a B	**				
3,75 t/da	0,094 a	0,199 a A	0,081 a B	0,035 a B	0,071 a B	0,084 a B	**				
	**	**									

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki;

Tablo 10.75 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının Tuz (%) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol	0,067 c ¹	0,094 b AB ²	0,038 a BC	0,026 a C	0,101 b A	0,078 c ABC	*				
Gübreli kontrol	0,084 bc	0,135 ab A	0,031 a B	0,028 a B	0,115 b A	0,111 bc A	**				
1,25 t/da	0,084 bc	0,105 b AB	0,046 a B	0,031 a B	0,133 b A	0,104 bc AB	**				
2,50 t/da	0,113 ab	0,138 ab A	0,056 a B	0,033 a B	0,170 ab A	0,169 ab A	**				
3,75 t/da	0,151 a	0,183 a A	0,088 a B	0,033 a B	0,230 a A	0,224 a A	**				
	**	**			**	**					

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.76 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının Tuz (%) İçeriği Üzerine
Aritma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol	0,136 c ¹	0,165 c	AB ²	0,103 c	BC	0,070 a	C	0,186 a	A	0,156 a	AB	**
Gübreli kontrol	0,160 bc	0,190 bc	AB	0,131 bc	BC	0,080 a	C	0,241 a	A	0,157 a	B	**
1,25 t/da	0,159 bc	0,228 bc	A	0,131 bc	BC	0,076 a	C	0,196 a	AB	0,165 a	AB	**
2,50 t/da	0,178 ab	0,248 ab	A	0,174 ab	B	0,089 a	C	0,205 a	AB	0,174 a	B	**
3,75 t/da	0,202 a	0,288 a	A	0,230 a	AB	0,078 a	C	0,225 a	AB	0,191 a	B	**
	**	**		**								

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.77 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının Tuz (%) İçeriği Üzerine
Aritma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol	0,131 c ¹	0,139 c	AB ²	0,109 a	AB	0,079 a	B	0,170 c	A	0,156 c	A	*
Gübreli kontrol	0,161 c	0,160 bc	AB	0,106 a	B	0,093 a	B	0,228 c	A	0,220 c	A	**
1,25 t/da	0,170 c	0,173 bc	AB	0,126 a	B	0,089 a	B	0,244 c	A	0,220 c	A	**
2,50 t/da	0,232 b	0,240 ab	B	0,129 a	C	0,090 a	C	0,336 b	A	0,364 b	A	**
3,75 t/da	0,299 a	0,305 a	B	0,173 a	C	0,089 a	C	0,463 a	A	0,465 a	A	**
	**	**						**		**		

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

4 denemede de, 5 farklı dönemde alınan toprak örneklerinin ortalamasından oluşan dönemler ortalamalarına bakıldığında, suda çözünebilir toplam tuz değerleri en düşük kontrol parsellerinden elde edilirken, artan dozdaki arıtma çamuru uygulamalarının toprağın tuz içeriğini artırdığı ve bu artışın istatistiksel olarak önemli olduğu tablolarda görülmektedir. Göçmez (2006), yaptığı araştırmada, arıtma çamuru dozlarının artışı ile

topraktaki tuz niceliğinin arttığını; ancak bu artışın toprakta tuzluluk oluşturacak düzeyde olmadığını; aynı zamanda toprağın tuz içerik sınıfını değiştirmedeğini bildirmiştir.

Aritma Çamuru Uygulamalarının Deneme Topraklarının Kireç İçerikleri Üzerine Etkileri

Aritma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının kireç içerikleri üzerine olan etkileri Tablo 10.78-Tablo 10.81’de verilmiştir.

Tablo 10.78 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının Kireç (%) İçeriği Üzerine Aritma Çamuru Uygulamalarının Etkisi
Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol	4,877 a ¹	4,475 a	B ²	4,762 b	B	5,535 a	A	4,494 a	B	5,117 a	AB	**
Gübreli kontrol	4,910 a	4,466 a	B	4,882 ab	AB	5,279 a	A	4,750 a	AB	5,174 a	AB	**
1,25 t/da	5,137 a	4,783 a	B	5,158 ab	AB	5,554 a	A	4,775 a	B	5,417 a	AB	**
2,50 t/da	5,111 a	4,808 a	AB	5,172 ab	AB	5,478 a	A	4,640 a	B	5,458 a	A	**
3,75 t/da	5,204 a	4,932 a	AB	5,452 a	A	5,478 a	A	4,821 a	B	5,340 a	AB	*

*

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.79 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının Kireç (%) İçeriği Üzerine Aritma Çamuru Uygulamalarının Etkisi
Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol	4,684 b ¹	4,491 ab	B ²	4,481 b	B	5,061 a	A	4,499 a	B	4,890 ab	AB	**
Gübreli kontrol	4,619 b	4,242 b	B	4,434 b	B	5,241 a	A	4,529 a	B	4,647 b	AB	**
1,25 t/da	4,883 ab	4,439 ab	C	4,686 ab	BC	5,307 a	AB	4,618 a	C	5,365 a	A	**
2,50 t/da	4,882 ab	4,503 ab	C	4,673 ab	BC	5,345 a	A	4,697 a	ABC	5,190 ab	AB	**
3,75 t/da	5,149 a	4,853 a	B	5,239 a	AB	5,155 a	AB	4,956 a	AB	5,543 a	A	**

**

*

**

**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.80 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının Kireç (%) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi
Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol	0,617 c ¹	0,445 b	B ²	0,592 a	AB	0,779 a	A	0,684 a	AB	0,584 b	AB	**
Gübreli kontrol	0,630 bc	0,461 b	B	0,570 a	AB	0,794 a	A	0,677 a	AB	0,651 ab	AB	**
1,25 t/da	0,673 abc	0,539 ab	B	0,547 a	B	0,824 a	A	0,818 a	A	0,636 ab	AB	**
2,50 t/da	0,769 ab	0,635 ab	B	0,713 a	AB	0,855 a	A	0,825 a	AB	0,815 ab	AB	*
3,75 t/da	0,795 a	0,684 a	A	0,714 a	A	0,855 a	A	0,848 a	A	0,847 a	A	
		*										**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.81 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının Kireç (%) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi
Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol	0,628 c ¹	0,529 b	AB ²	0,516 b	B	0,718 a	A	0,726 b	A	0,650 b	AB	**
Gübreli kontrol	0,649 c	0,547 ab	A	0,626 ab	A	0,741 a	A	0,689 b	A	0,642 b	A	
1,25 t/da	0,716 bc	0,533 ab	B	0,713 ab	AB	0,779 a	A	0,832 ab	A	0,726 ab	AB	**
2,50 t/da	0,796 ab	0,707 ab	A	0,717 a	A	0,820 a	A	0,898 ab	A	0,840 ab	A	
3,75 t/da	0,859 a	0,774 a	AB	0,744 a	B	0,872 a	AB	0,969 a	A	0,934 a	AB	*
	**	**		*				*		**		

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Artan arıtma çamuru dozlarına bağlı olarak, kumlu tın bünyeli 1 nolu deneme toprağının dönemler ortalaması kireç içeriğinde kontrole göre istatistiksel olarak değişim olmamıştır. Öte yandan, kumlu tın bünyeli 2 nolu deneme ile kumlu kil bünyeli her iki denemede de dönemler ortalamalarına göre arıtma çamurlarının artan dozları toprağın kireç içeriğini kontrole göre istatistiksel olarak önemli artışa neden olmuştur. Arıtma çamurunun kireç içeriği %10,24 'dür ve deneme topraklarının kireç içeriğinden çok fazladır. Bu nedenle

arıtma çamuru uygulama dozlarının artışına koşut olarak topraklardaki kireç miktarı da artmıştır.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Deneme Topraklarının Katyon Değişim Kapasitesi (KDK) Üzerine Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının katyon değişim kapasitesi (KDK) üzerine olan etkileri Tablo 10.82-Tablo 10.85’de verilmiştir.

Tablo 10.82 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının KDK’si (me/100g) Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
		Kontrol	12,486 a ¹	10,960 a	B ²	11,322 a	B	10,236 a	B	16,676 a	A	13,236 a
Gübreli kontrol	12,369 a	10,507 a	BC	11,866 a	BC	9,964 a	C	16,107 a	A	13,402 a	AB	**
1,25 t/da	12,784 a	10,960 a	BC	11,051 a	BC	10,236 a	C	17,772 a	A	13,902 a	B	**
2,50 t/da	13,256 a	11,141 a	B	11,594 a	B	11,051 a	B	18,507 a	A	13,985 a	B	**
3,75 t/da	13,311 a	11,322 a	BC	11,594 a	BC	10,960 a	C	18,526 a	A	14,152 a	B	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.83 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının KDK’si (me/100g) Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
		Kontrol	11,673 b ¹	11,366 b	AB ²	11,043 b	B	10,127 a	B	12,012 ab	AB	13,818 b
Gübreli kontrol	12,001 b	11,547 ab	B	12,203 b	AB	10,304 a	B	11,631 b	B	14,317 ab	A	**
1,25 t/da	12,669 ab	12,409 ab	AB	12,681 ab	AB	10,917 a	B	12,520 ab	AB	14,817 ab	A	**
2,50 t/da	12,955 ab	12,819 ab	AB	12,659 ab	B	11,033 a	B	13,112 ab	AB	15,150 ab	A	**
3,75 t/da	13,963 a	13,457 a	BC	14,674 a	AB	11,848 a	C	13,689 a	AB C	16,149 a	A	**
	*	*		**				*		*		

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.84 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının KDK'si (me/100g) Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,05

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	25,954 a ¹	27,355 a A ²	26,268 a A	25,105 a A	25,669 a A	25,372 a A	
Gübreli kontrol	25,830 a	27,264 a A	25,272 a AB	25,239 a AB	26,850 a AB	24,525 a B	*
1,25 t/da	26,731 a	28,080 a A	26,993 a A	25,855 a A	27,103 a A	25,623 a A	
2,50 t/da	26,717 a	27,083 a A	26,902 a A	25,967 a A	27,509 a A	26,123 a A	
3,75 t/da	27,010 a	26,630 a A	26,993 a A	26,598 a A	27,908 a A	26,922 a A	

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

* P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.85 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının KDK'si (me/100g) Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	24,796 b ¹	25,272 a A ²	25,453 a A	23,913 a A	24,769 ab A	24,573 ab A	
Gübreli kontrol	24,808 b	25,181 a A	25,859 a A	24,366 a A	24,261 b A	24,373 b A	
1,25 t/da	25,700 ab	25,543 a A	26,449 a A	25,025 a A	25,410 ab A	26,070 ab A	
2,50 t/da	26,234 ab	26,178 a A	26,812 a A	25,493 a A	26,116 ab A	26,572 ab A	
3,75 t/da	26,750 a	26,768 a A	27,083 a A	26,159 a A	27,019 a A	26,722 a A	
	**				*	*	

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Kumlu tın bünyeli 1 nolu deneme toprağı ile kumlu kil bünyeli 3 nolu deneme topraklarının dönemler ortalaması KDK değerleri arıtma çamuru uygulamaları ile istatistiksel olarak değişim göstermemiştir. Buna karşılık, kumlu tın bünyeli 2 nolu ve kumlu kil bünyeli 4 nolu deneme topraklarının dönemler ortalaması KDK değerleri arıtma çamuru uygulamaları ile istatistiksel olarak artış göstermişlerdir. Bu iki deneme de ikinci yıl tekrar arıtma çamuru uygulanan denemelerdir. Bu sonuç, uzun dönem arıtma çamuru

uygulamalarının toprakların KDK değerlerini önemli düzeyde artırabileceğini göstermektedir. Bu durum, toprağa gübreler ya da diğer yollarla gelen bitki besin maddelerinin yıkanarak topraktan gitmesini engelleyecektir.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Deneme Topraklarının Organik Madde İçerikleri Üzerine Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının organik madde içerikleri üzerine olan etkileri Tablo 10.86-Tablo 10.89'da verilmiştir.

Tablo 10.86 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının Organik Madde (%) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol	1,504 b ¹	1,849 b	A ²	1,405 b	A	1,479 a	A	1,406 a	A	1,379 a	A	
Gübreli kontrol	1,586 b	2,271 ab	A	1,469 ab	B	1,418 a	B	1,433 a	B	1,338 a	B	**
1,25 t/da	1,677 ab	2,455 a	A	1,514 ab	B	1,559 a	B	1,456 a	B	1,399 a	B	**
2,50 t/da	1,953 a	2,819 a	A	2,017 a	B	1,839 a	B	1,642 a	B	1,451 a	B	**
3,75 t/da	1,951 a	2,827 a	A	2,025 a	B	1,839 a	B	1,598 a	B	1,466 a	B	**
	**	**		**								

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.87 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının Organik Madde (%) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol	1,707 b ¹	2,384 b	A ²	1,534 b	B	1,576 b	B	1,533 b	B	1,505 b	B	**
Gübreli kontrol	1,764 a	2,315 b	A	1,645 b	AB	1,679 ab	AB	1,661 b	AB	1,519 b	B	**
1,25 t/da	1,974 a	2,546 b	A	1,729 b	B	1,847 ab	AB	1,934 ab	AB	1,817 ab	B	**
2,50 t/da	2,113 a	2,691 ab	A	1,837 b	B	1,906 ab	B	2,264 a	AB	1,865 ab	B	**
3,75 t/da	2,564 a	3,289 a	A	2,887 a	AB	2,170 a	C	2,537 a	BC	2,119 a	C	**
	**	**		**		*		**		*		

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.88 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının Organik Madde (%) İçeriği
Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	1,400 b ¹	1,219 b B ²	1,199 b B	1,726 a A	1,495 a AB	1,361 a AB	**
Gübreli kontrol	1,435 ab	1,290 ab B	1,273 ab B	1,797 a A	1,482 a AB	1,335 a B	**
1,25 t/da	1,486 ab	1,326 ab B	1,362 ab B	1,784 a A	1,534 a AB	1,426 a AB	**
2,50 t/da	1,540 ab	1,474 ab A	1,473 ab A	1,774 a A	1,529 a A	1,452 a A	
3,75 t/da	1,619 a	1,655 a A	1,640 a A	1,686 a A	1,577 a A	1,534 a A	
	*	**	**				

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.89 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının Organik Madde (%) İçeriği
Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	1,362 b ¹	1,541 b A ²	1,435 b A	1,327 a A	1,321 b A	1,186 b A	
Gübreli kontrol	1,343 b	1,548 b A	1,415 b A	1,269 a A	1,312 b A	1,173 b A	
1,25 t/da	1,628 bc	1,858 bc A	1,802 ab AB	1,411 a AB	1,711 ab AB	1,356 bc B	*
2,50 t/da	1,904 ab	2,269 ab A	2,021 a AB	1,526 a B	1,930 a AB	1,774 ab AB	**
3,75 t/da	2,145 a	2,799 a A	2,126 a B	1,705 a B	2,184 a B	1,913 a B	**
	**	**	**		**	**	

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Dört denemeye ait toprakların organik madde içeriği artan dozdaki arıtma çamuru uygulaması ile kontrole göre istatistiksel olarak önemli düzeyde artmıştır. Tarımsal uygulamalar ile toprağın organik maddesinin artırılması temel hedeflerden biridir. Toprak organik maddesi toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirerek verimliliğini artıran en önemli faktördür. Artan dozdaki arıtma çamuru uygulamalarının da toprağın organik maddesinin artırması, istenilen çok önemli bir sonuçtur.

10.2.4. Arıtma Çamuru Uygulamalarının Topraktaki Bitki Besin Maddeleri Üzerine Etkileri

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Toprağın Toplam Azot (N) İçeriğine Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının toplam azot (N) içerikleri üzerine olan etkileri Tablo 10.90-Tablo 10.93’de verilmiştir.

Tablo 10.90 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının Toplam Azot (N) (%) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	0,076 b ¹	0,101 b A ²	0,083 b AB	0,074 a AB	0,080 a AB	0,043 a B	**
Gübreli kontrol	0,096 ab	0,141 ab A	0,104 ab AB	0,080 a BC	0,110 a AB	0,043 a C	**
1,25 t/da	0,087 ab	0,129 ab A	0,108 ab A	0,076 a AB	0,079 a AB	0,041 a B	**
2,50 t/da	0,104 ab	0,158 a A	0,125 ab AB	0,085 a BC	0,096 a BC	0,055 a C	**
3,75 t/da	0,114 a	0,178 a A	0,147 a AB	0,113 a BC	0,090 a CD	0,043 a D	**
	**	**	**				

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.91 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının Toplam Azot (N) (%) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	0,093 b ¹	0,141 b A ²	0,123 b AB	0,079 a BC	0,083 b BC	0,041 a C	**
Gübreli kontrol	0,106 b	0,161 ab A	0,130 b AB	0,081 a BC	0,106 ab BC	0,052 a C	**
1,25 t/da	0,107 b	0,146 b A	0,130 b A	0,091 a AB	0,113 ab A	0,057 a B	**
2,50 t/da	0,117 ab	0,167 ab A	0,139 b AB	0,093 a BC	0,117 ab ABC	0,070 a C	**
3,75 t/da	0,144 a	0,207 a A	0,209 a A	0,107 a BC	0,129 a B	0,071 a C	**
	**	**	**		*		

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.92 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının Toplam Azot (N) (%) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem					
Kontrol	0,083 b ¹	0,099 c A ²	0,101 b A	0,086 a A	0,085 a A	0,045 a B	**				
Gübreli kontrol	0,088 b	0,110 bc A	0,108 b A	0,081 a A	0,098 a A	0,041 a B	**				
1,25 t/da	0,090 ab	0,118 bc A	0,109 b A	0,095 a A	0,084 a A	0,043 a B	**				
2,50 t/da	0,098 ab	0,134 ab A	0,131 ab A	0,082 a B	0,101 a AB	0,044 a C	**				
3,75 t/da	0,109 a	0,157 a A	0,153 a A	0,085 a B	0,107 a B	0,043 a C	**				
	**	**	**								

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.93 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının Toplam Azot (N) (%) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem					
Kontrol	0,076 c ¹	0,108 b A ²	0,080 b AB	0,081 a AB	0,068 d AB	0,042 b B	**				
Gübreli kontrol	0,091 bc	0,118 b A	0,090 b A	0,092 a A	0,113 bc A	0,044 b B	**				
1,25 t/da	0,094 bc	0,118 b A	0,109 b A	0,091 a A	0,101 cd A	0,050 ab B	**				
2,50 t/da	0,113 b	0,146 b A	0,119 ab AB	0,095 a BC	0,143 ab A	0,062 ab C	**				
3,75 t/da	0,147 a	0,222 a A	0,153 a B	0,106 a C	0,164 a B	0,089 a C	**				
	**	**	**		**	**					

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Dört denemeye ait toprakların toplam N içerikleri artan dozdaki arıtma çamuru uygulaması ile kontrole göre istatistiksel olarak önemli düzeyde artmıştır. 1 ve 3 nolu denemelere 2. yıl arıtma çamuru uygulaması yapılmadığı için, bu denemelerin 3., 4. ve 5. dönem toprak örneklerinde azot miktarı kontrole göre istatistiksel olarak fark göstermemiştir. Yetiştirilen ürünün topraktaki N'ü kaldırması nedeniyle 1 ve 3 nolu denemelere ait son dönemlerdeki toprak örneklerindeki N miktarları azalmıştır. İki yıl arka arkaya arıtma çamuru uygulanan

2 ve 4 nolu denemelere ait son dönemlerdeki toprak örneklerinin toplam N içerikleri ise kontrole göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. Bunun nedeni, arıtma çamurunun içerdiği %5,33 toplam N miktarıdır.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Fosfor (P) İçeriğine Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının alınabilir fosfor (P) içerikleri üzerine olan etkileri Tablo 10.94-Tablo 10.97’de verilmiştir.

Tablo 10.94 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Fosfor (P) (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi
Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

	Dönemler ortalaması	Dönemler										
		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	100,057 b ¹	154,856 b A ²	107,691 c B	85,058 b B	72,537 b B	80,142 b B						**
Gübreli kontrol	110,420 b	161,300 b A	117,054 bc B	100,837 ab BC	79,918 ab C	92,990 ab BC						**
1,25 t/da	107,096 b	161,404 b A	114,785 bc B	89,291 b B	81,526 ab B	88,476 ab B						**
2,50 t/da	139,917 a	214,404 b A	150,750 b B	112,965 ab C	109,180 a C	111,756 a C						**
3,75 t/da	154,668 a	214,936 a A	192,300 a A	132,973 a B	115,506 a B	113,700 a B						**
	**	**	**	**	**	*						

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.95 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Fosfor (P) (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi
Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	Dönemler										
		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	89,079 c ¹	126,740 c A ²	86,305 d B	79,928 b B	77,026 b B	75,396 b B						**
Gübreli kontrol	111,785 c	173,848 b A	100,390 cd B	106,399 ab B	88,525 ab B	89,763 ab B						**
1,25 t/da	125,891 bc	185,132 ab A	130,600 bc B	100,219 ab B	110,004 ab B	103,499 ab B						**
2,50 t/da	139,876 ab	204,388 ab A	154,400 ab B	108,768 ab C	118,728 a BC	113,094 ab C						**
3,75 t/da	154,538 a	222,348 a A	184,998 a A	122,673 a B	127,380 a B	115,292 a B						**
		**	**	**	**	**						**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.96 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Fosfor (P)

(mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	41,190 d ¹	63,682 c A ²	27,250 c B	46,146 c AB	37,219 c B	31,654 c B	**
Gübreli kontrol	61,427 bc	73,858 c A	43,200 c B	78,020 b A	63,058 ab AB	49,000 bc B	**
1,25 t/da	53,700 cd	67,942 c A	39,900 c B	63,108 bc A	51,051 bc AB	46,501 bc AB	**
2,50 t/da	73,188 b	96,894 b A	79,300 b A	82,724 b A	53,076 bc B	53,949 b B	**
3,75 t/da	103,291a	121,028 a A	111,900 a A	121,584 a A	81,491 a B	80,451 a B	**
	**	**	**	**	**	**	

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.97 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Fosfor (P)

(mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	32,387 d ¹	45,878 d A ²	26,400 c B	32,796 c AB	32,212 d AB	24,648 d B	*
Gübreli kontrol	53,891 c	75,274 c A	33,300 c C	57,164 ab AB	59,320 c AB	44,396 cd BC	**
1,25 t/da	59,225 c	75,214 c A	54,750 b AB	44,008 bc B	68,056 c A	54,096 c AB	**
2,50 t/da	80,315 b	108,496 b A	61,550 b C	55,074 ab C	93,138 b AB	83,315 b B	**
3,75 t/da	111,979 a	156,184 a A	102,713 a	75,328 a C	119,976 a B	105,693 a B	**
	**	**	**	**	**	**	

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Denemelerden alınan toprak örneklerinin alınabilir P analizi sonuçlarına göre, artan dozda arıtma çamuru uygulamalarına paralel olarak deneme topraklarındaki alınabilir P miktarları kontrole göre istatistiksel olarak artış göstermiştir. Bu artışın nedeni arıtma çamurunun içerdiği yüksek P miktarıdır. Arıtma çamuru uygulaması ile topraktaki bitki besin maddeleri içerisinde en önemlilerinden olan fosforun artışı olumlu bir sonuçtur.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Potasyum (K) İçeriğine Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının alınabilir potasyum (K) içerikleri üzerine olan etkileri Tablo 10.98-Tablo 10.101’de verilmiştir.

Tablo 10.98 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Potasyum (K) (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	Dönemler					
		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	475,829 b ¹	514,494 b A ²	514,102 ab AB	440,577 a B	439,116 b B	443,857 a B	**
Gübreli kontrol	515,726 ab	563,413 b A	543,340 ab A	453,891 a B	559,418 a A	458,571 a B	**
1,25 t/da	478,046 b	566,494 b A	465,372 b BC	406,686 a C	496,179 ab AB	455,498 a BC	**
2,50 t/da	505,751 ab	618,494 ab A	501,919 ab BC	429,943 a C	522,934 a B	455,164 a BC	**
3,75 t/da	529,137 a	648,088 a A	548,213 a B	449,842 a D	532,663 a BC	466,883 a CD	**
	**	**	**	**	**		

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.99 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Potasyum (K) (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	Dönemler					
		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	480,924 b ¹	590,450 a A ²	497,046 a AB	432,896 a B	445,705 a B	438,523 a B	**
Gübreli kontrol	552,890 a	643,425 a A	511,665 a B	496,254 a B	622,656 a A	490,450 a B	**
1,25 t/da	514,677 ab	611,463 a A	509,229 a BC	461,628 a BC	551,443 a AB	439,621 a C	**
2,50 t/da	527,469 ab	638,763 a A	518,975 a BC	470,894 a BC	559,621 a AB	449,096 a C	**
3,75 t/da	550,612 a	644,100 a A	564,633 a ABC	503,891 a BC	571,579 a AB	468,857 a C	**
	**						

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.100 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Potasyum (K)
(mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

Dönemler ortalaması		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	168,819 c ¹	188,831 b A ²	175,238 ab AB	168,502 a AB	161,731 b AB	149,794 b B	**
Gübreli kontrol	211,350 a	213,294 ab B	207,103 a B	190,347 a B	259,254 a A	186,753 a B	**
1,25 t/da	171,959 bc	191,163 b A	165,936 b AB	181,779 a AB	164,586 b AB	156,331 ab B	*
2,50 t/da	179,346 bc	205,150 ab A	180,492 ab AB	176,873 a AB	168,287 b B	165,928 ab B	**
3,75 t/da	190,718 b	226,131 a A	184,857 ab B	180,346 a B	179,658 b B	182,600 ab B	**
	**	**	**		**	**	

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.101 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Potasyum (K)
(mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

Dönemler ortalaması		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	170,070 c ¹	174,844 c A ²	168,119 a A	165,821 a A	172,554 b A	169,014 b A	
Gübreli kontrol	204,695 ab	235,456 b A	202,230 a AB	186,301 a B	218,022 ab AB	181,467 ab B	*
1,25 t/da	183,311 bc	184,169 bc A	172,992 a A	170,965 a A	204,512 ab A	183,919 ab A	
2,50 t/da	203,954 ab	228,463 bc A	185,174 a AB	169,465 a B	223,564 ab AB	213,107 ab AB	**
3,75 t/da	224,481 a	298,400 a A	192,928 a BC	174,294 a C	240,793 a B	215,989 a BC	**
	**	**			**	**	

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Denemelerden alınan toprak örneklerinin dönemler ortalaması alınabilir K analizi sonuçlarına göre, artan dozda arıtma çamuru uygulamalarına paralel olarak, deneme topraklarındaki alınabilir K miktarları kontrole göre istatistiksel olarak artış göstermiştir. Bu artışın nedeni arıtma çamurunun içerdiği yüksek K miktarıdır.

10.2.5. Arıtma Çamuru Uygulamalarının Topraktaki Ağır Metal Birikimine Etkileri

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Deneme Topraklarının Toplam Cu İçeriği Üzerine Olan Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının toplam Cu içeriği üzerine olan etkileri Tablo 10.102-Tablo 10.105’de verilmiştir.

Tablo 10.102 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının Toplam Cu (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤0,01

Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol 55,145 a ¹	56,138 a A ²	56,663 a A	58,750 a A	53,713 ab	A 50,463 a A	
Gübreli kontrol 53,670 a	54,606 a A	51,881 a A	55,188 a A	54,744 ab	A 51,931 a A	
1,25 t/da 59,548 a	53,774 a A	56,225 a A	61,000 a A	65,681 a	A 61,056 a A	
2,50 t/da 56,583 a	51,918 a A	61,288 a A	63,000 a A	54,994 ab	A 51,713 a A	
3,75 t/da 57,320 a	55,888 a AB	60,163 a AB	67,313 a A	46,369 b	B 56,869 a AB	**

**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.103 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının Toplam Cu (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:ö.d.

Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol 68,337 a ¹	61,649 a A ²	69,743 a A	70,303 a A	73,244 a A	66,744 a A	
Gübreli kontrol 71,924 a	72,763 a A	65,868 a A	77,531 a A	75,588 a A	67,869 a A	
1,25 t/da 72,149 a	75,621 a A	66,038 a A	73,067 a A	72,525 a A	73,494 a A	
2,50 t/da 72,169 a	71,296 a A	73,330 a A	68,482 a A	77,806 a A	69,931 a A	
3,75 t/da 73,483 a	72,325 a A	75,913 a A	76,688 a A	75,025 a A	67,463 a A	

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

ö.d.: Önemli değil

Tablo 10.104 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının Toplam Cu (mg/kg)

İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

Dönemler ortalaması		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	19,047 a ¹	16,619 a B ²	18,575 b B	22,075 a A	18,247 a B	19,719 a AB	**
Gübreli kontrol	19,367 a	17,853 a B	18,659 b B	22,263 a A	18,428 a B	19,631 a AB	**
1,25 t/da	19,165 a	17,150 a B	19,497 ab AB	21,506 a A	17,619 a B	20,053 a AB	**
2,50 t/da	19,508 a	18,263 a B	20,000 ab AB	21,163 a A	18,775 a AB	19,341 a AB	*
3,75 t/da	20,665 a	18,053 a B	22,231 a A	22,522 a A	19,150 a AB	21,369 a AB	**

**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.105 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının Toplam Cu (mg/kg)

İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

Dönemler ortalaması		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	19,043 c ¹	17,572 b B ²	18,950 ab AB	21,766 a A	18,844 bc AB	18,084 b B	**
Gübreli kontrol	18,957 c	17,531 b B	18,563 b B	21,834 a A	18,403 c B	18,450 b B	**
1,25 t/da	20,235 bc	18,819 ab B	20,422 ab AB	21,519 a A	20,041 abc AB	20,375 b AB	*
2,50 t/da	21,732 ab	19,141 ab C	20,822 ab BC	23,022 a AB	21,466 ab ABC	24,209 a A	**
3,75 t/da	22,122 a	20,938 a B	21,131 a AB	22,513 a AB	22,438 a AB	23,591 a A	*

**

**

*

**

**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

1, 2 ve 3 nolu denemelere ait toprak örneklerinin dönemler ortalaması toplam Cu içerikleri artan dozda arıtma çamuru uygulamaları ile istatistiksel olarak değişim göstermemiştir. Kumlu kil bünyeli ve iki yıl üst üste arıtma çamuru uygulanan 4 nolu denemede ise, artan dozdaki arıtma çamuru uygulamaları toprağın toplam Cu içeriğini kontrole göre istatistiksel olarak artırmıştır. Bu artışa rağmen, 4 nolu deneme toprağının toplam Cu içeriği yönetmelikte belirtilen sınır değerlerin altında belirlenmiştir.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Deneme Topraklarının Toplam Zn İçerikleri Üzerine Olan Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının toplam Zn içerikleri üzerine olan etkileri Tablo 10.106-Tablo 10.109'da verilmiştir.

Tablo 10.106 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının Toplam Zn (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$

Dönemler ortalaması		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem		
Kontrol	56,953 ab ¹	48,247 a B ²	47,552 a B	60,244 bc AB	63,094 a AB	65,625 a A		**
Gübreli kontrol	52,732 b	47,275 a B	43,766 a B	54,119 c AB	54,250 a AB	64,250 a A		**
1,25 t/da	60,126 ab	53,156 a BC	46,200 a B	69,431 ab AB	61,469 a ABC	70,375 a A		**
2,50 t/da	60,960 ab	53,988 a AB	53,100 a B	66,869 abc AB	60,906 a AB	69,938 a A		**
3,75 t/da	61,560 a	55,659 a A	55,550 a A	68,213 a A	58,444 a A	68,531 a A		
	**			**				

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.107 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının Toplam Zn (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

Dönemler ortalaması		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem		
Kontrol	53,255 b ¹	53,147 a AB ²	44,350 b B	58,400 a A	58,688 b A	56,688 a A		*
Gübreli kontrol	56,583 ab	50,056 a BC	49,085 ab C	62,275 a AB	62,938 ab A	58,563 a ABC		*
1,25 t/da	61,012 ab	57,563 a AB	49,378 ab B	65,806 a A	65,969 ab A	66,344 a A		**
2,50 t/da	59,553 ab	51,059 a B	51,147 ab B	61,119 a AB	71,313 a A	63,125 a AB		**
3,75 t/da	64,932 a	56,294 a B	63,619 a AB	65,338 a AB	72,875 a A	66,531 a AB		**
	**		**		*			

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.108 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının Toplam Zn (mg/kg)

İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

Dönemler ortalaması		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	53,099 ab ¹	52,963 a AB ²	39,006 b B	61,400 a A	56,000 a AB	56,125 b AB	**
Gübreli kontrol	51,807 b	45,700 a AB	38,650 b B	62,056 a A	58,344 a A	54,281 b AB	**
1,25 t/da	56,421 ab	44,847 a B	41,513 ab B	66,119 a A	58,219 a AB	71,406 a A	**
2,50 t/da	56,230 ab	50,981 a AB	46,144 ab B	64,025 a A	62,625 a A	57,375 ab AB	*
3,75 t/da	61,247 a	44,947 a B	57,788 a AB	67,463 a A	68,719 a A	68,219 ab A	**
	*		**			*	

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.109 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının Toplam Zn (mg/kg)

İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

Dönemler ortalaması		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	53,365 c ¹	45,231 b BC ²	35,534 b C	62,025 a A	66,031 b A	58,000 b AB	**
Gübreli kontrol	53,493 c	45,750 b BC	37,066 b C	60,713 a A	66,938 b A	57,000 b AB	**
1,25 t/da	59,113 bc	50,556 ab BC	45,763 ab C	61,556 a AB	73,063 ab A	64,625 b AB	**
2,50 t/da	64,302 ab	46,735 b C	46,125 ab C	67,931 a B	75,219 ab AB	85,500 a A	**
3,75 t/da	70,792 a	63,103 a B	56,359 a B	65,713 a B	83,750 a A	85,031 a A	**
	**	**	**		**	**	

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Dört denemeye ait toprakların dönemler ortalaması toplam Zn içerikleri artan dozdaki arıtma çamuru uygulaması ile kontrole göre istatistiksel olarak artış göstermiştir. Bu artışa arıtma çamurunun içerdiği yüksek Zn miktarı (1335 mg/kg Zn) yol açmıştır denilebilir. Bu artışlara rağmen, deneme topraklarının toplam Zn içerikleri yönetmelikte belirtilen sınır değerlerin altında belirlenmiştir.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Deneme Topraklarının Toplam Cr İçerikleri Üzerine Olan Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının toplam Cr içerikleri üzerine olan etkileri Tablo 10.110-Tablo 10.113’de verilmiştir.

Tablo 10.110 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının Toplam Cr (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

Dönemler ortalaması		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem		
Kontrol	56,953 ab ¹	48,247 a B ²	47,552 a B	60,244 bc AB	63,094 a AB	65,625 a A	A	**
Gübreli kontrol	52,732 b	47,275 a B	43,766 a B	54,119 c AB	54,250 a AB	64,250 a A	A	**
1,25 t/da	60,126 ab	53,156 a BC	46,200 a B	69,431 ab AB	61,469 a AB	70,375 a A	A	**
2,50 t/da	60,960 ab	53,988 a AB	53,100 a B	66,869 abc AB	60,906 a AB	69,938 a A	A	**
3,75 t/da	61,560 a	55,659 a A	55,550 a A	68,213 a A	58,444 a A	68,531 a A	A	
		**		**				

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.111 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının Toplam Cr (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

Dönemler ortalaması		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem		
Kontrol	37,609 b ¹	38,813 a A ²	32,600 a A	37,359 a A	40,125 a A	39,147 a A	A	
Gübreli kontrol	40,420 ab	43,759 a A	33,716 a A	44,803 a A	41,384 a A	38,434 a A	A	
1,25 t/da	40,647 ab	37,468 a AB	33,625 a B	51,084 a A	41,506 a AB	39,550 a AB	AB	**
2,50 t/da	39,855 ab	37,770 a A	33,644 a A	41,463 a A	45,541 a A	40,859 a A	A	
3,75 t/da	46,492 a	49,620 a A	42,603 a A	48,629 a A	48,078 a A	43,528 a A	A	
		*						

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.112 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının Toplam Cr (mg/kg) İçeriği
Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

Dönemler ortalaması		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	16,867 ab ¹	13,622 a B ²	12,141 ab B	18,719 a A	20,859 a A	18,991 a A	**
Gübreli kontrol	16,705 b	14,009 a B	11,906 b B	18,819 a A	20,578 a A	18,209 a A	**
1,25 t/da	17,100 ab	13,625 a B	12,922 ab B	19,163 a A	20,322 a A	19,469 a A	**
2,50 t/da	17,527 ab	14,500 a C	13,428 ab C	18,559 a B	22,088 a A	19,056 a AB	**
3,75 t/da	18,519 a	14,680 a B	14,969 a B	20,225 a A	21,834 a A	20,884 a A	**
	*		*				

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.113 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının Toplam Cr (mg/kg) İçeriği
Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

Dönemler ortalaması		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	17,117 bc ¹	14,822 ab CD ²	11,672 a D	19,556 a AB	20,072 ab A	17,463 b BC	**
Gübreli kontrol	16,530 c	14,444 b B	11,613 a B	18,716 a A	20,138 b A	17,741 b A	**
1,25 t/da	17,213 bc	15,384 ab BC	12,838 a C	17,859 a AB	21,066 ab A	18,916 b A	**
2,50 t/da	18,756 ab	14,981 ab B	13,147 a B	20,325 a A	22,881 ab A	22,444 a A	**
3,75 t/da	19,486 a	17,180 a CD	13,984 a D	20,144 a BC	23,772 a A	22,347 a AB	**
	**	*		**	**		

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Dört denemeye ait toprakların dönemler ortalaması toplam Cr içerikleri artan dozdaki arıtma çamuru uygulaması ile kontrole göre istatistiksel olarak artış göstermiştir. Bu artışa arıtma çamurunun içerdiği Cr miktarı (250,6 mg/kg Zn) yol açmıştır denilebilir. Bu artışlara rağmen, deneme topraklarının toplam Cr içerikleri yönetmelikte belirtilen sınır değerlerin altında belirlenmiştir.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Deneme Topraklarının Toplam Cd İçerikleri Üzerine Olan Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının toplam Cd içerikleri üzerine olan etkileri Tablo 10.114-Tablo 10.117’de verilmiştir.

Tablo 10.114 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının Toplam Cd (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem						
Kontrol	0,488 a ¹	0,531 a	AB ²	0,534 a	AB	0,628 a	A	0,331 a	B	0,416 a	AB	**
Gübreli kontrol	0,479 a	0,519 a	AB	0,516 a	AB	0,600 a	A	0,297 a	B	0,466 a	AB	**
1,25 t/da	0,516 a	0,547 a	AB	0,525 a	AB	0,741 a	A	0,313 a	B	0,456 a	B	**
2,50 t/da	0,546 a	0,550 a	AB	0,691 a	AB	0,738 a	A	0,297 a	C	0,456 a	B	**
3,75 t/da	0,553 a	0,569 a	AB	0,706 a	A	0,722 a	A	0,325 a	C	0,444 a	B	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.115 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının Toplam Cd (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem						
Kontrol	0,592 a ¹	0,609 a	AB ²	0,516 a	B	0,819 a	A	0,397 a	B	0,616 a	AB	**
Gübreli kontrol	0,523 a	0,566 a	AB	0,291 b	C	0,719 a	A	0,428 a	BC	0,613 a	AB	**
1,25 t/da	0,550 a	0,603 a	AB	0,303 b	C	0,747 a	A	0,431 a	BC	0,663 a	AB	**
2,50 t/da	0,521 a	0,575 a	A	0,338 ab	B	0,703 a	A	0,338 a	B	0,650 a	A	**
3,75 t/da	0,610 a	0,663 a	AB	0,475 ab	B	0,759 a	A	0,503 a	B	0,650 a	AB	**

*

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.116 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının Toplam Cd (mg/kg)

İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	0,571 a ¹	0,638 a A ²	0,300 a B	0,641 a A	0,619 a A	0,659 a A	**
Gübreli kontrol	0,590 a	0,678 a A	0,313 a B	0,694 a A	0,613 a A	0,653 a A	**
1,25 t/da	0,576 a	0,653 a A	0,309 a B	0,638 a A	0,603 a A	0,675 a A	**
2,50 t/da	0,587 a	0,688 a A	0,334 a B	0,600 a A	0,653 a A	0,656 a A	**
3,75 t/da	0,617 a	0,672 a A	0,356 a B	0,716 a A	0,625 a A	0,713 a A	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.117 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının Toplam Cd (mg/kg)

İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	0,662 a ¹	0,806 a A ²	0,263 b B	0,753 a A	0,722 a A	0,766 a A	**
Gübreli kontrol	0,687 a	0,822 a A	0,422 ab B	0,722 a A	0,725 a A	0,744 a A	**
1,25 t/da	0,713 a	0,844 a A	0,513 ab B	0,716 a AB	0,734 a AB	0,756 a AB	**
2,50 t/da	0,727 a	0,856 a A	0,400 ab B	0,831 a A	0,756 a A	0,791 a A	**
3,75 t/da	0,709 a	0,909 a A	0,316 ab B	0,750 a A	0,775 a A	0,794 a A	**

*

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Dört denemeye ait toprakların dönemler ortalaması toplam Cd içerikleri artan dozdaki arıtma çamuru uygulaması ile kontrole göre istatistiksel olarak değişim göstermemişlerdir. Başka deyişle, arıtma çamuru uygulamaları deneme topraklarının toplam Cd içeriklerini artırmamıştır.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Deneme Topraklarının Toplam Ni İçerikleri Üzerine Olan Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının toplam Ni içerikleri üzerine olan etkileri Tablo 10.118-Tablo 10.121’de verilmiştir.

Tablo 10.118 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının Toplam Ni (mg/kg)
İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	46,395 a ¹	41,700 a B ²	45,331 a AB	50,584 a A	48,122 a AB	46,234 a AB	**
Gübreli kontrol	46,505 a	40,878 a B	44,759 a AB	52,346 a A	48,847 a AB	45,694 a AB	**
1,25 t/da	47,544 a	41,644 a B	44,147 a B	54,933 a A	49,566 a AB	47,428 a AB	**
2,50 t/da	47,330 a	40,428 a B	46,328 a B	55,231 a A	48,256 a AB	46,406 a B	**
3,75 t/da	47,066 a	40,888 a B	45,006 a B	56,256 a A	46,884 a B	46,294 a B	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.119 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının Toplam Ni (mg/kg)
İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	44,721 a ¹	37,750 a C ²	44,106 a B	50,975 a A	45,759 a AB	45,013 a AB	**
Gübreli kontrol	43,755 a	36,113 a C	42,650 a B	49,238 a A	45,634 a AB	45,138 a AB	**
1,25 t/da	44,800 a	37,356 a C	42,363 a BC	51,981 a A	46,463 a AB	45,838 a B	**
2,50 t/da	44,386 a	36,256 a C	48,128 a B	50,219 a A	47,956 a AB	44,369 a AB	**
3,75 t/da	44,644 a	37,350 a C	42,406 a BC	51,166 a A	47,219 a AB	45,078 a B	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.120 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının Toplam Ni (mg/kg) İçeriği
Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	0,571 a ¹	0,638 a A ²	0,300 a B	0,641 a A	0,619 a A	0,659 a A	**
Gübreli kontrol	0,590 a	0,678 a A	0,313 a B	0,694 a A	0,613 a A	0,653 a A	**
1,25 t/da	0,576 a	0,653 a A	0,309 a B	0,638 a A	0,603 a A	0,675 a A	**
2,50 t/da	0,587 a	0,688 a A	0,334 a B	0,600 a A	0,653 a A	0,656 a A	**
3,75 t/da	0,617 a	0,672 a A	0,356 a B	0,716 a A	0,625 a A	0,713 a A	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.121 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının Toplam Zn (mg/kg)
İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	25,274 a ¹	24,619 a AB ²	25,263 a AB	27,469 a A	25,059 a AB	23,959 a B	**
Gübreli kontrol	25,063 a	24,597 a AB	24,759 a AB	27,516 a A	24,478 a AB	23,963 a B	**
1,25 t/da	25,850 a	26,209 a A	26,056 a A	26,588 a A	25,347 a A	25,050 a A	
2,50 t/da	26,631 a	25,491 a B	26,744 a AB	28,622 a A	25,997 a B	26,300 a AB	*
3,75 t/da	26,193 a	25,163 a B	25,731 a AB	27,738 a A	25,856 a AB	26,472 a AB	*

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu ve kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelere ait toprakların, 2 yılda 5 farklı dönemde alınan örneklerin ortalaması toplam Ni içerikleri artan dozdaki arıtma çamuru uygulaması ile kontrole göre istatistiksel olarak değişim göstermemişlerdir. Öz olarak, arıtma çamuru uygulamaları deneme topraklarının toplam Ni içeriklerini artırmamışlardır.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Deneme Topraklarının Toplam Pb İçerikleri Üzerine Olan Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının toplam Pb içerikleri üzerine olan etkileri Tablo 10.122-Tablo 10.125’de verilmiştir.

Tablo 10.122 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının Toplam Pb (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

Dönemler ortalaması		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	12,409 a ¹	10,750 a B ²	10,484 a B	14,281 ab A	12,938 a AB	13,594 a AB	**
Gübreli kontrol	11,825 a	10,156 a BC	9,813 a C	13,281 b AB	12,344 a ABC	13,531 a A	**
1,25 t/da	12,556 a	10,813 a BC	9,719 a C	15,406 ab A	12,750 a ABC	14,094 a AB	**
2,50 t/da	13,056 a	10,563 a B	11,188 a B	15,938 ab A	12,688 a AB	14,906 a A	**
3,75 t/da	12,775 a	10,750 a B	10,844 a B	16,000 a A	12,594 a B	13,688 a AB	**

*

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.123 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının Toplam Pb (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

Dönemler ortalaması		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	12,600 a ¹	12,031 a AB ²	9,656 a B	13,719 a A	13,313 a A	14,281 a A	**
Gübreli kontrol	12,500 a	11,438 a AB	9,000 a B	14,375 a A	13,438 a A	14,250 a A	**
1,25 t/da	12,869 a	11,813 a BC	8,906 a C	15,031 a A	13,750 a AB	14,844 a AB	**
2,50 t/da	12,713 a	11,438 a AB	9,219 a B	14,375 a A	14,219 a A	14,313 a A	**
3,75 t/da	13,481 a	12,375 a AB	11,125 a B	14,438 a A	14,844 a A	14,625 a A	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.124 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının Toplam Pb (mg/kg) İçeriği
Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	16,913 a ¹	15,719 a B ²	12,844 a C	19,000 a A	18,094 a AB	18,906 a A	**
Gübreli kontrol	16,950 a	17,031 a AB	12,500 a C	19,844 a A	16,781 a B	18,594 a AB	**
1,25 t/da	16,425 a	15,969 a B	12,438 a C	19,000 a A	16,094 a AB	18,625 a AB	**
2,50 t/da	16,463 a	16,563 a A	12,500 a B	17,781 a A	16,719 a A	18,750 a A	**
3,75 t/da	16,750 a	16,188 a B	13,156 a C	18,750 a AB	16,344 a B	19,313 a A	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.125 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının Toplam Pb (mg/kg) İçeriği
Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	16,800 a ¹	16,219 a B ²	10,969 a C	20,781 a A	17,750 a B	18,281 a AB	**
Gübreli kontrol	16,900 a	16,531 a B	10,938 a C	21,250 a A	17,969 a B	17,813 a B	**
1,25 t/da	17,481 a	17,406 a B	12,313 a C	20,469 a A	18,281 a AB	18,938 a AB	**
2,50 t/da	17,756 a	16,844 a B	12,469 a C	21,906 a A	18,469 a B	19,094 a AB	**
3,75 t/da	17,500 a	16,906 a B	11,500 a C	21,063 a A	18,625 a AB	19,406 a AB	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Dört denemeye ait toprakların dönemler ortalaması toplam Pb içerikleri artan dozdaki arıtma çamuru uygulaması ile kontrole göre istatistiksel olarak değişim göstermemişlerdir. Başka deyişle, arıtma çamuru uygulamaları deneme topraklarının toplam Pb içeriklerini artırmamıştır.

10.2.6. Arıtma Çamuru Uygulamalarının Mısır Tanesinin Ağır Metal İçeriği Üzerine Etkileri

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Mısır Tanesinin Cu İçeriği Üzerine Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu denemeler ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerde yetiştirilen mısır tanesinin Cu (mg/kg) içeriği üzerine etkileri Tablo 10.126-Tablo 10.129'da verilmiştir.

Tablo 10.126 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Cu (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

1. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	10,900	8,350	9,950	8,875	9,000
2	8,125	9,275	8,025	8,650	9,175
3	8,650	7,800	9,125	8,900	8,275
4	9,400	8,525	10,050	8,750	9,125
\bar{x}	9,269 a ¹	8,488 a	9,288 a	8,794 a	8,894 a
σ	1,207	0,609	0,938	0,116	0,419

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

1. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	3,150	3,300	3,250	3,150	3,800
2	3,400	3,750	3,500	2,950	3,150
3	2,500	2,900	2,650	2,950	2,600
4	2,850	4,400	3,450	2,450	2,500
\bar{x}	2,975 a ¹	3,588 a	3,213 a	2,875 a	3,013 a
σ	0,388	0,643	0,390	0,299	0,598

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.126 (devamı) : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Cu (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri
Tukey:P≤ 0,01

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl		2.yıl		
Kontrol	6,122 a ¹	9,269 a	A ²	2,975 a	B	**
Gübreli kontrol	6,038 a	8,488 a	A	3,588 a	B	**
1,25 t/da	6,250 a	9,288 a	A	3,213 a	B	**
2,50 t/da	5,834 a	8,794 a	A	2,875 a	B	**
3,75 t/da	5,953 a	8,894 a	A	3,013 a	B	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli 1 nolu denemede yetiştirilen mısır tanesinin Cu içeriği üzerine istatistiksel olarak önemli etkisi olmamıştır.

Tablo 10.127 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Cu (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

2. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	1,075	1,550	1,350	0,900	1,025
2	1,350	1,200	1,675	1,475	1,275
3	0,975	1,275	1,075	1,275	1,300
4	0,950	1,025	1,000	1,075	1,000
\bar{x}	1,088 a ¹	1,263 a	1,275 a	1,181 a	1,150 a
σ	0,183	0,218	0,306	0,249	0,159

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

2. Deneme 2.yıl (Tukey: P≤ 0,01)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	3,250	2,700	2,600	3,700	3,800
2	3,400	3,400	3,350	3,400	3,350
3	2,800	2,850	3,300	3,400	3,600
4	3,100	2,850	2,750	3,550	4,000
\bar{x}	3,138 ab ¹	2,950 b	3,000 b	3,513 ab	3,688 a
σ	0,256	0,308	0,381	0,144	0,278

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı

belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,01$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl		
Kontrol	2,113 a ¹	1,088 a B ²	3,138 ab A		**
Gübreli kontrol	2,106 a	1,263 a B	2,950 b A		**
1,25 t/da	2,138 a	1,275 a B	3,000 b A		**
2,50 t/da	2,347 a	1,181 a B	3,513 ab A		**
3,75 t/da	2,419 a	1,150 a B	3,688 a A		**

**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki

İki yıl üst üste arıtma çamuru uygulanan kumlu tın bünyeli bu denemeden 2. yıl elde edilen mısır tanelerindeki Cu içeriği 3,75 t/da arıtma çamuru uygulamasında en yüksek bulunurken, bunu 2,50 t/da, kontrol, 1,25 t/da arıtma çamuru ve gübreli kontrol uygulamaları takip etmiştir.

Tablo 10.128 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Cu (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri
3. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	1,325	0,950	0,900	0,925	1,150
2	1,650	1,250	0,900	1,175	1,250
3	0,875	1,225	1,050	1,075	1,325
4	1,400	1,300	1,150	1,300	1,450
\bar{x}	1,313 a ¹	1,181 a	1,000 a	1,119 a	1,294 a
σ	0,323	0,157	0,122	0,159	0,126

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

3. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	2,600	2,750	2,800	2,550	2,750
2	3,850	3,400	3,100	2,950	2,850
3	3,700	3,550	3,600	3,000	3,150
4	3,350	3,950	3,650	3,450	3,650
\bar{x}	3,375 a ¹	3,413 a	3,288 a	2,988 a	3,100 a
σ	0,558	0,499	0,409	0,368	0,404

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey:P≤ 0,01

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl	
Kontrol	2,344 a ¹	1,313 a B ²	3,375 a A	**
Gübreli kontrol	2,297 a	1,181 a B	3,413 a A	**
1,25 t/da	2,144 a	1,000 a B	3,288 a A	**
2,50 t/da	2,053 a	1,119 a B	2,988 a A	**
3,75 t/da	2,197 a	1,294 a B	3,100 a A	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Aritma çamuru uygulamalarının kumlu kil bünyeli 3 nolu denemede yetiştirilen mısır tanesinin Cu içeriği üzerine kontrole göre istatistiksel olarak önemli etkisi olmamıştır.

Tablo 10.129 : Aritma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Cu (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

4. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	1,100	1,000	0,975	1,625	1,050
2	1,100	1,125	1,325	1,250	1,375
3	1,425	1,525	1,600	0,950	1,250
4	1,200	1,675	1,275	1,375	1,125
\bar{x}	1,206 a ¹	1,331 a	1,294 a	1,300 a	1,200 a
σ	0,153	0,320	0,256	0,281	0,143

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

4. Deneme 2.yıl (Tukey: $P \leq 0,05$)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	1,950	2,150	2,350	3,000	2,500
2	2,300	2,600	3,150	2,650	2,950
3	2,650	2,850	2,700	2,850	3,150
4	2,600	3,400	3,450	3,650	3,250
\bar{x}	2,375 b ¹	2,750 ab	2,913 ab	3,038 a	2,963 a
σ	0,323	0,521	0,485	0,433	0,333

* $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} :

Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl		2.yıl		
Kontrol	1,791 a ¹	1,206 a	B ²	2,375 b	A	**
Gübreli kontrol	2,041 a	1,331 a	B	2,750 ab	A	**
1,25 t/da	2,103 a	1,294 a	B	2,913 ab	A	**
2,50 t/da	2,169 a	1,300 a	B	3,038 a	A	**
3,75 t/da	2,081 a	1,200 a	B	2,963 a	A	**

*

* $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki; ** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

İki yıl üst üste arıtma çamuru uygulanan kumlu kil bünyeli bu denemeden 2. yıl elde edilen mısır tanelerindeki Cu içeriği 3,75 t/da ve 2,50 t/da arıtma çamuru uygulamalarında en yüksek bulunurken, bunu 1,25 t/da arıtma çamuru, gübreli kontrol ve kontrol uygulamaları takip etmiştir.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Mısır Tanesinin Zn İçeriği Üzerine Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu denemeler ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerde yetiştirilen mısır tanesinin Zn (mg/kg) içeriği üzerine etkileri Tablo 10.130-Tablo 10.133'de verilmiştir.

Tablo 10.130 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Zn (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

1. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	33,275	30,200	26,800	36,825	25,500
2	33,475	28,125	36,025	31,400	25,600
3	27,675	35,375	29,475	24,850	33,625
4	26,725	26,525	29,425	32,050	36,950
\bar{x}	30,288 a ¹	30,056 a	30,431 a	31,281 a	30,419 a
σ	3,587	3,852	3,933	4,923	5,784

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

1. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	45,300	45,000	49,000	45,150	48,400
2	57,850	52,650	57,700	43,800	48,250
3	42,600	44,950	44,150	43,050	45,150
4	43,250	44,200	48,600	37,800	42,400
\bar{x}	47,250 a ¹	46,700 a	49,863 a	42,450 a	46,050 a
σ	7,160	3,984	5,669	3,219	2,857

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey:P≤ 0,01

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl		2.yıl		
Kontrol	38,769 a ¹	30,288 a	B ²	47,250 a	A	**
Gübreli kontrol	38,378 a	30,056 a	B	46,700 a	A	**
1,25 t/da	40,147 a	30,431 a	B	49,863 a	A	**
2,50 t/da	36,866 a	31,281 a	B	42,450 a	A	**
3,75 t/da	38,244 a	30,419 a	B	46,050 a	A	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli 1 nolu denemede yetiştirilen mısır tanesinin Zn içeriği üzerine kontrole göre istatistiksel olarak önemli etkisi olmamıştır.

Tablo 10.131 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Zn (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri
2. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	21,125	23,925	22,925	23,600	23,850
2	26,225	24,275	24,575	33,275	22,775
3	20,225	19,825	24,300	24,200	25,550
4	22,525	20,925	24,600	19,575	24,475
\bar{x}	22,525 a ¹	22,238 a	24,100 a	25,163 a	24,163 a
σ	2,642	2,202	0,795	5,785	1,161

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

2. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	53,950	45,050	45,900	45,800	47,750
2	50,150	51,100	43,550	46,650	47,500
3	38,200	50,150	49,400	48,150	38,450
4	52,750	46,450	42,250	47,100	49,200
\bar{x}	48,763 a ¹	48,188 a	45,275 a	46,925 a	45,725 a
σ	7,218	2,898	3,138	0,979	4,908

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey:P≤ 0,01

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl		
Kontrol	35,644 a ¹	22,525 a B ²	48,763 a A		**
Gübreli kontrol	35,213 a	22,238 a B	48,188 a A		**
1,25 t/da	34,688 a	24,100 a B	45,275 a A		**
2,50 t/da	36,044 a	25,163 a B	46,925 a A		**
3,75 t/da	34,944 a	24,163 a B	45,725 a A		**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli 2 nolu denemede yetiştirilen mısır tanesinin Zn içeriği üzerine kontrole göre istatistiksel olarak önemli etkisi olmamıştır.

Tablo 10.132 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Zn (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

3. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	28,225	28,750	26,400	26,000	27,950
2	28,550	24,450	25,575	39,125	26,675
3	21,950	25,350	25,750	27,950	32,850
4	24,125	23,575	22,925	24,400	36,800
\bar{x}	25,713 a ¹	25,531 a	25,163 a	29,369 a	31,069 a
σ	3,217	2,265	1,533	6,664	4,657

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

3. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	44,800	48,000	47,750	46,500	47,550
2	53,600	49,300	50,200	45,350	46,900
3	47,500	47,900	47,200	47,450	45,800
4	46,650	53,000	48,500	49,750	52,750
\bar{x}	48,138 a ¹	49,550 a	48,413 a	47,263 a	48,250 a
σ	3,812	2,387	1,305	1,867	3,086

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey:P≤ 0,01

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl		
Kontrol	36,925 a ¹	25,713 a B ²	48,138 a A		**
Gübreli kontrol	37,541 a	25,531 a B	49,550 a A		**
1,25 t/da	36,787 a	25,163 a B	48,413 a A		**
2,50 t/da	38,316 a	29,369 a B	47,263 a A		**
3,75 t/da	39,659 a	31,069 a B	48,250 a A		**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu kil bünyeli 3 nolu denemede yetiştirilen mısır tanesinin Zn içeriği üzerine istatistiksel olarak önemli etkisi olmamıştır.

Tablo 10.133 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Zn (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

4. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	29,275	26,600	19,800	23,400	19,200
2	29,675	28,175	32,825	23,975	25,525
3	22,150	22,225	23,250	22,675	19,850
4	19,675	24,925	21,450	19,075	21,525
\bar{x}	25,194 a ¹	25,481 a	24,331 a	22,281 a	21,525 a
σ	5,048	2,544	5,835	2,203	2,841

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

4. Deneme 2.yıl (Tukey: P≤ 0,05)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	44,900	46,950	55,700	53,400	57,100
2	47,150	43,550	50,800	54,850	49,350
3	44,350	48,450	46,400	47,050	51,000
4	46,600	48,450	50,500	55,250	57,200
\bar{x}	45,750 c ¹	46,850 bc	50,850 abc	52,638 ab	53,663 a
σ	1,337	2,311	3,806	3,809	4,083

* P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} :

Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl		
Kontrol	35,472 a ¹	25,194 a B ²	45,750 c	A	**
Gübreli kontrol	36,166 a	25,481 a B	46,850 bc	A	**
1,25 t/da	37,591 a	24,331 a B	50,850 abc	A	**
2,50 t/da	37,459 a	22,281 a B	52,638 ab	A	**
3,75 t/da	37,594 a	21,525 a B	53,663 a	A	**

*

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,01 düzeyinde önemli ilişki

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu kil bünyeli 4 nolu denemede 2. yıl yetiştirilen mısır tanesinin Zn içeriği üzerine kontrole göre istatistiksel olarak önemli etkisi olduğu saptanmıştır. Bu deneme 2. yıl tekrar arıtma çamuru uygulanan denemelerdendir.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Mısır Tanesinin Ni İçeriği Üzerine Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu denemeler ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerde yetiştirilen mısır tanesinin Ni (mg/kg) içeriği üzerine etkileri Tablo Tablo 10.134-Tablo 10.137’de verilmiştir.

Tablo 10.134 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemede

Yetiştirilen Mısır Tanesinin Ni (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

1. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,700	0,800	0,625	0,725	0,550
2	0,725	1,050	1,000	1,200	1,000
3	0,600	0,925	0,925	0,875	1,225
4	0,800	0,875	1,500	0,800	1,075
\bar{x}	0,706 a ¹	0,913 a	1,013 a	0,900 a	0,963 a
σ	0,083	0,105	0,363	0,209	0,290

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

1. Deneme 2.yıl (Tukey: P≤ 0,05)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	3,850	3,700	3,850	3,100	2,950
2	4,100	3,200	3,750	3,100	3,000
3	3,300	3,600	3,900	3,050	3,500
4	3,600	3,950	3,650	3,500	3,700
\bar{x}	3,713 ab ¹	3,613 abc	3,788 a	3,188 c	3,288 bc
σ	0,342	0,312	0,111	0,210	0,371

* P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} :

Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl		
Kontrol	2,209 a ¹	0,706 a AB ²	3,713 ab A		**
Gübreli kontrol	2,263 a	0,913 a B	3,613 abc A		**
1,25 t/da	2,400 a	1,013 a B	3,788 a A		**
2,50 t/da	2,044 a	0,900 a B	3,188 c A		**
3,75 t/da	2,125 a	0,963 a B	3,288 bc A		**

*

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Kumlu tın bünyeli 1 nolu denemede 1. ve 2. yıl yetiştirilen mısır tanesinin Ni içeriği ortalaması üzerine, arıtma çamuru uygulamalarının kontrole göre istatistiksel olarak önemli etkisi olmadığı saptanmıştır.

Tablo 10.135 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Ni (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri
2. Deneme1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	1,650	1,175	0,925	0,775	0,650
2	1,275	0,825	1,000	0,725	0,825
3	1,125	1,225	0,825	0,900	1,100
4	1,225	1,125	1,400	0,850	0,850
\bar{x}	1,319 a ¹	1,088 a	1,038 a	0,813 a	0,856 a
σ	0,229	0,180	0,252	0,078	0,185

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

2. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	3,800	7,900	7,350	6,700	6,900
2	7,750	7,450	7,150	7,500	7,350
3	7,300	8,150	7,800	7,550	6,700
4	8,100	7,700	7,500	7,300	7,150
\bar{x}	6,738 a ¹	7,800 a	7,450 a	7,263 a	7,025 a
σ	1,986	0,297	0,274	0,390	0,284

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey:P≤ 0,01

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl		
Kontrol	4,028 a ¹	1,319 a	A ² 6,738 a	B	**
Gübreli kontrol	4,444 a	1,088 a	A 7,800 a	B	**
1,25 t/da	4,244 a	1,038 a	A 7,450 a	B	**
2,50 t/da	4,037 a	0,813 a	A 7,263 a	B	**
3,75 t/da	3,941 a	0,856 a	A 7,025 a	B	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Kumlu tın bünyeli 2 nolu denemede 1. ve 2. yıl üretilen mısır tanesinin Ni içeriği, arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre istatistiksel olarak değişim göstermemiştir.

Tablo 10.136 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Ni (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

3. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	1,725	1,125	1,600	0,975	1,125
2	1,675	1,350	1,200	1,400	1,325
3	0,900	1,250	1,150	1,250	1,000
4	0,525	0,925	1,350	1,275	0,950
\bar{x}	1,206 a ¹	1,163 a	1,325 a	1,225 a	1,100 a
σ	0,591	0,183	0,202	0,179	0,167

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

3. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	7,850	8,000	7,050	5,800	7,950
2	9,000	8,500	8,200	8,050	8,300
3	8,750	9,100	8,450	8,650	8,150
4	8,650	8,700	8,900	9,050	8,450
\bar{x}	8,563 a ¹	8,575 a	8,150 a	7,888 a	8,213 a
σ	0,497	0,457	0,788	1,451	0,214

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey:P≤0,01

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl		
Kontrol	4,884 a ¹	1,206 a B ²	8,563 a A		**
Gübreli kontrol	4,869 a	1,163 a B	8,575 a A		**
1,25 t/da	4,738 a	1,325 a B	8,150 a A		**
2,50 t/da	4,556 a	1,225 a B	7,888 a A		**
3,75 t/da	4,656 a	1,100 a B	8,213 a A		**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Arıtma çamuru uygulamaları ile kumlu kil bünyeli 3 nolu denemede 1. ve 2. yıl üretilen mısır tanesinin Ni içeriği, kontrole göre istatistiksel olarak değişim göstermemiştir.

Tablo 10.137 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Ni (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri
4. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,550	0,375	0,350	0,125	0,350
2	0,675	0,800	0,500	0,425	0,425
3	0,375	0,775	0,475	0,300	0,300
4	0,550	0,825	0,475	0,475	0,625
\bar{x}	0,538 a ¹	0,694 a	0,450 a	0,331 a	0,425 a
σ	0,123	0,213	0,068	0,156	0,143

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

4. Deneme 2.yıl (Tukey:**)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	8,750	9,100	8,850	8,650	7,850
2	7,850	9,100	9,250	8,950	5,000
3	9,800	9,800	9,450	9,150	8,750
4	10,050	9,250	9,450	9,500	9,300
\bar{x}	9,113 ab ¹	9,313 a	9,250 ab	9,063 ab	7,725 b
σ	1,013	0,333	0,283	0,357	1,912

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P_≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tukey:P_≤ 0,01

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl			
Kontrol	4,825 a ¹	0,538 a	B ²	9,113 ab	A	**
Gübreli kontrol	5,003 a	0,694 a	B	9,313 a	A	**
1,25 t/da	4,850 a	0,450 a	B	9,250 ab	A	**
2,50 t/da	4,697 a	0,331 a	B	9,063 ab	A	**
3,75 t/da	4,075 a	0,425 a	B	7,725 b	A	**

**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P_≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Arıtma çamuru uygulamaları kumlu kil bünyeli 4 nolu denemede yetiştirilen mısır tanesinin 1. ve 2. yıl Ni içeriği ortalamalarını kontrole göre istatistiksel olarak değiştirmemiştir.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Mısır Tanesinin Cr İçeriği Üzerine Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu denemeler ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerde yetiştirilen mısır tanesinin Cr (mg/kg) içeriği üzerine etkileri Tablo 10.138-Tablo 10.141’de verilmiştir.

Tablo 10.138 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Cr (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

1. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	1,225	0,875	1,325	1,200	1,175
2	0,975	1,550	1,050	1,850	2,075
3	1,225	1,175	0,900	1,300	1,475
4	1,575	0,875	1,375	1,100	1,425
\bar{x}	1,250 a ¹	1,119 a	1,163 a	1,363 a	1,538 a
σ	0,247	0,320	0,226	0,335	0,382

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

1. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,868	0,613	0,928	0,840	0,823
2	0,683	0,985	0,735	1,295	1,453
3	0,858	0,823	0,645	0,910	1,003
4	1,003	0,613	0,954	0,795	0,998
\bar{x}	0,853 a ¹	0,758 a	0,815 a	0,960 a	1,069 a
σ	0,131	0,181	0,150	0,228	0,269

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,05$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl		
Kontrol	1,051 a ¹	1,250 a A ²	0,853 a	A	
Gübreli kontrol	0,939 a	1,119 a A	0,758 a	A	
1,25 t/da	0,989 a	1,163 a A	0,815 a	A	
2,50 t/da	1,161 a	1,363 a A	0,960 a	A	
3,75 t/da	1,303 a	1,538 a A	1,069 a	B	*

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

* $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.139 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Cr (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

2. Deneme1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,450	0,450	0,525	0,325	0,375
2	0,075	0,375	0,175	0,050	0,100
3	0,250	0,125	0,200	0,125	0,350
4	0,550	0,100	0,225	0,250	0,125
\bar{x}	0,331 a ¹	0,263 a	0,281 a	0,188 a	0,238 a
σ	0,212	0,176	0,164	0,123	0,145

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

2. Deneme2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,540	0,540	0,630	0,390	0,450
2	0,223	0,450	0,210	0,247	0,120
3	0,300	0,150	0,240	0,150	0,420
4	0,490	0,120	0,270	0,300	0,680
\bar{x}	0,388 a ¹	0,315 a	0,338 a	0,272 a	0,418 a
σ	0,151	0,211	0,197	0,100	0,230

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

(Tukey:öd)

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl
Kontrol	0,360 a ¹	0,331 a A ²	0,388 a A
Gübreli kontrol	0,289 a	0,263 a A	0,315 a A
1,25 t/da	0,309 a	0,281 a A	0,338 a A
2,50 t/da	0,230 a	0,188 a A	0,272 a A
3,75 t/da	0,328 a	0,238 a A	0,418 a A

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

öd: Önemli değil

Tablo 10.140 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Cr (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri
3. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,400	0,225	0,775	0,575	0,275
2	0,400	0,375	0,600	0,300	0,250
3	0,450	0,125	0,850	0,225	0,550
4	0,375	0,975	0,525	0,400	0,525
\bar{x}	0,406 a ¹	0,425 a	0,688 a	0,375 a	0,400 a
σ	0,031	0,381	0,151	0,151	0,159

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

3. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,360	0,203	0,698	0,518	0,248
2	0,360	0,338	0,540	0,265	0,225
3	0,415	0,223	0,764	0,203	0,495
4	0,338	0,689	0,473	0,360	0,473
\bar{x}	0,368 a ¹	0,363 a	0,619 a	0,336 a	0,360 a
σ	0,033	0,225	0,135	0,137	0,143

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,05$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl		2.yıl	
Kontrol	0,387 ab ¹	0,406 a	A ²	0,368 a	A
Gübreli kontrol	0,394 ab	0,425 a	A	0,363 a	A
1,25 t/da	0,653 a	0,688 a	A	0,619 a	A
2,50 t/da	0,356 b	0,375 a	A	0,336 a	A
3,75 t/da	0,380 ab	0,400 a	A	0,360 a	A

*

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

* $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.141 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Cr (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

4. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,550	0,425	0,475	0,475	0,500
2	0,400	0,525	0,700	0,700	0,550
3	0,725	0,975	0,525	0,775	0,625
4	1,100	0,775	0,475	0,725	0,900
\bar{x}	0,694 a ¹	0,675 a	0,544 a	0,669 a	0,644 a
σ	0,302	0,248	0,107	0,133	0,178

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

4. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,605	0,468	0,523	0,523	0,550
2	0,440	0,578	0,770	0,770	0,605
3	0,798	0,690	0,578	0,853	0,688
4	0,890	0,853	0,523	0,798	0,990
\bar{x}	0,683 a ¹	0,647 a	0,598 a	0,736 a	0,708 a
σ	0,201	0,164	0,117	0,146	0,196

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

(Tukey:öd)

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl		2.yıl	
Kontrol	0,689 a ¹	0,694 a	A ²	0,683 a	A
Gübreli kontrol	0,661 a	0,675 a	A	0,647 a	A
1,25 t/da	0,571 a	0,544 a	A	0,598 a	A
2,50 t/da	0,702 a	0,669 a	A	0,736 a	A
3,75 t/da	0,676 a	0,644 a	A	0,708 a	A

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

öd: Önemli değil

Aritma çamuru uygulamaları ile kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu, kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerde 1. ve 2. yıl üretilen mısır tanelerinin Cr içeriği kontrole göre istatistiksel olarak değişim göstermemiştir. Öz olarak, deneme topraklarına yapılan arıtma çamuru uygulamaları yetiştirilen mısırın tanesindeki Cr içeriğine etki etmemiştir.

Aritma Çamuru Uygulamalarının Mısır Tanesinin Pb İçeriği Üzerine Etkileri

Aritma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu denemeler ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerde yetiştirilen mısır tanesinin Pb (mg/kg) içeriği üzerine etkileri Tablo 10.142-145’de verilmiştir.

Tablo 10.142 : Aritma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Pb (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

1. Deneme 1.yıl (Tukey: P≤ 0,01)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	2,250	2,250	2,500	3,000	2,750
2	2,500	2,750	3,000	3,250	4,000
3	2,600	2,750	3,500	3,750	3,000
4	3,000	3,250	3,750	3,000	3,750
\bar{x}	2,588 b ¹	2,750 ab	3,188 ab	3,250 a	3,375 a
σ	0,312	0,408	0,554	0,354	0,595

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı

belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

1. Deneme 2.yıl (Tukey: $P \leq 0,05$)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	1,850	1,800	2,000	2,400	2,200
2	2,000	2,200	2,400	2,600	2,900
3	2,080	2,200	2,800	2,600	2,400
4	2,200	2,300	2,500	2,400	2,900
\bar{x}	2,033 b ¹	2,125 ab	2,425 ab	2,500 ab	2,600 a
σ	0,147	0,222	0,330	0,115	0,356

* $P \leq 0,05$ düzeyinde çok önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl	
Kontrol	2,310 c ¹	2,588 b A ²	2,033 b B	*
Gübreli kontrol	2,438 bc	2,750 ab A	2,125 ab B	*
1,25 t/da	2,806 abc	3,188 ab A	2,425 ab B	**
2,50 t/da	2,875 ab	3,250 a A	2,500 ab B	**
3,75 t/da	2,987 a	3,375 a A	2,600 a B	**
	**	**	*	

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli ilişki

Aritma çamuru uygulamaları ile kumlu tın bünyeli 1 nolu denemede 1. ve 2. yıl üretilen mısır tanelerinin Pb içeriği kontrole göre istatistiksel olarak artmıştır. Mısır tanelerindeki en yüksek Pb miktarı en yüksek arıtma çamuru uygulamasında saptanmıştır.

Tablo 10.143 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Pb (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

2. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	2,000	2,000	1,750	1,500	1,950
2	1,500	2,250	2,000	1,750	2,000
3	1,000	1,750	1,750	1,850	2,000
4	1,500	1,250	1,750	1,750	1,500
\bar{x}	1,500 a ¹	1,813 a	1,813 a	1,713 a	1,863 a
σ	0,408	0,427	0,125	0,149	0,243

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

2. Deneme2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	2,200	2,200	1,925	1,950	2,145
2	1,650	2,300	2,200	1,925	2,200
3	1,800	1,925	1,925	2,035	2,200
4	1,650	1,675	1,925	1,925	1,650
\bar{x}	1,825 a ¹	2,025 a	1,994 a	1,959 a	2,049 a
σ	0,260	0,282	0,138	0,052	0,267

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

(Tukey:öd)

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl
Kontrol	1,663 a ¹	1,500 a A ²	1,825 a A
Gübreli kontrol	1,919 a	1,813 a A	2,025 a A
1,25 t/da	1,903 a	1,813 a A	1,994 a A
2,50 t/da	1,836 a	1,713 a A	1,959 a A
3,75 t/da	1,956 a	1,863 a A	2,049 a A

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

öd: Önemli değil

Tablo 10.144 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Pb (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

3. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,950	1,500	1,500	1,500	1,750
2	1,500	0,750	0,750	1,500	1,250
3	1,000	1,750	1,750	1,450	1,500
4	1,500	1,500	1,500	1,500	2,000
\bar{x}	1,238 a ¹	1,375 a	1,375 a	1,488 a	1,625 a
σ	0,304	0,433	0,433	0,025	0,323

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

3. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,900	1,200	1,200	1,200	1,400
2	1,200	0,950	0,900	1,200	1,000
3	0,800	1,400	1,400	1,160	1,200
4	1,200	1,200	1,200	1,200	1,550
\bar{x}	1,025 a ¹	1,188 a	1,175 a	1,190 a	1,288 a
σ	0,206	0,184	0,206	0,020	0,239

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

(Tukey:öd)

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl		2.yıl	
Kontrol	1,131 a ¹	1,238 a	A ²	1,025 a	A
Gübreli kontrol	1,281 a	1,375 a	A	1,188 a	A
1,25 t/da	1,275 a	1,375 a	A	1,175 a	A
2,50 t/da	1,339 a	1,488 a	A	1,190 a	A
3,75 t/da	1,456 a	1,625 a	A	1,288 a	A

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

öd: Önemli değil

Tablo 10.145 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemede Yetiştirilen Mısır Tanesinin Pb (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

4. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	2,000	2,250	1,750	2,750	3,250
2	2,250	2,250	3,000	2,500	2,750
3	2,750	2,250	2,750	2,500	2,250
4	2,000	2,750	2,500	2,250	2,250
\bar{x}	2,250 a ¹	2,375 a	2,500 a	2,500 a	2,625 a
σ	0,354	0,250	0,540	0,204	0,479

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

4. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	1,800	2,025	1,775	2,375	2,625
2	2,025	2,025	2,700	2,250	2,475
3	2,275	2,025	2,475	2,250	2,025
4	1,800	2,475	2,250	2,025	2,025
\bar{x}	1,975 a ¹	2,138 a	2,300 a	2,225 a	2,288 a
σ	0,226	0,225	0,395	0,146	0,309

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,01$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl		
Kontrol	2,113 a ¹	2,250 a A ²	1,975 a A		**
Gübreli kontrol	2,256 a	2,375 a A	2,138 a A		**
1,25 t/da	2,400 a	2,500 a A	2,300 a A		**
2,50 t/da	2,363 a	2,500 a A	2,225 a A		**
3,75 t/da	2,456 a	2,625 a A	2,288 a A		**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki

Arıtma çamuru uygulamaları ile kumlu tın bünyeli 2 nolu, kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerde 1. ve 2. yıl üretilen mısır tanelerinin Pb içeriği kontrole göre istatistiksel olarak değişim göstermemiştir. Öz olarak, bu denemelerin topraklarına yapılan arıtma çamuru uygulamaları yetiştirilen mısırın tanesindeki Pb içeriğine etki etmemiştir.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Mısır Tanesinin Cd İçeriği Üzerine Etkileri

Tüm denemelerde, üretilen mısır tanelerinde kadmiyum (Cd) elementi saptanmamıştır.

10.2.7. Arıtma Çamuru Uygulamalarının Buğday Tanesinin Ağır Metal İçeriği Üzerine Etkileri

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Buğday Tanesinin Cu İçeriği Üzerine Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu denemeler ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerde yetiştirilen buğday tanesinin Cu (mg/kg) içeriği üzerine etkileri Tablo 10.146-Tablo 10.149'da verilmiştir.

Tablo 10.146 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Cu (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

1. Deneme (Tukey: *)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	8,300	8,400	7,600	7,500	8,950
2	7,600	9,300	8,850	8,750	8,900
3	7,650	8,750	8,350	8,600	8,550
4	8,050	8,750	8,400	8,450	8,550
\bar{x}	7,900 b ¹	8,800 a	8,300 ab	8,325 ab	8,738 ab
σ	0,334	0,372	0,518	0,563	0,217

* $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.147 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Cu (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

2. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	8,400	8,900	8,200	8,800	9,500
2	8,800	9,700	9,650	9,650	10,200
3	9,550	9,500	9,050	8,200	9,000
4	9,250	9,650	10,300	9,750	9,200
\bar{x}	9,000 a ¹	9,438 a	9,300 a	9,100 a	9,475 a
σ	0,505	0,368	0,893	0,736	0,525

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.148 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Cu (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

3. Deneme (Tukey:**)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	9,500	9,950	9,350	9,800	10,700
2	10,150	11,100	10,700	11,150	11,550
3	9,950	11,150	10,450	11,150	10,850
4	10,200	12,000	10,550	11,050	11,600
\bar{x}	9,950 c ¹	11,050 ab	10,263 bc	10,788 ab	11,175 a
σ	0,319	0,842	0,617	0,660	0,466

** $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} :

Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.149 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Cu (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

4. Deneme (Tukey:*)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	9,850	10,950	10,100	11,500	10,600
2	10,300	10,800	11,250	10,250	11,250
3	10,600	11,600	11,450	11,100	11,500
4	10,300	11,800	11,000	12,550	11,800
\bar{x}	10,263 b ¹	11,288 ab	10,950 ab	11,350 a	11,288 ab
σ	0,309	0,487	0,596	0,955	0,511

* $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı

belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Kumlu tın bünyeli 1 nolu denemede yetiştirilen buğday tanesinin Cu içeriği en yüksek gübreli kontrol uygulamasında bulunurken en düşük ise kontrolde saptanmıştır. Uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kumlu tın bünyeli 2 nolu denemede ise uygulamalar ile kontrol parsellerinden elde edilen buğday tanesinin Cu içeriğinde istatistiksel olarak fark saptanmamıştır. Kumlu kil bünyeli 3 nolu denemede buğday tanesinde en yüksek Cu miktarı en yüksek arıtma çamuru uygulamasında saptanırken, onu gübreli tanık izlemiştir. Kumlu kil bünyeli 4 nolu denemede ise, buğday tanesindeki en yüksek Cu miktarı 2,5 t/da arıtma çamuru uygulamasında belirlenmiştir. Onu gübreli kontrol ile en yüksek arıtma çamuru uygulaması takip etmiştir. En düşük Cu

içeriği de kontrol parsellerinden elde edilen buğday tanelerinde saptanmıştır. Bu sonuçlara göre, buğday tanesindeki Cu miktarını uygulanan arıtma çamuru miktarı farklı şekillerde etki edebilmekle birlikte, arıtma çamuru uygulamaları yanında gübre uygulamalarının da buğday tanesindeki Cu miktarını artırdığı söylenebilir.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Buğday Tanesinin Zn İçeriği Üzerine Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu denemeler ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerde yetiştirilen buğday tanesinin Zn içeriği üzerine etkileri Tablo 10.150-Tablo 10.153’de verilmiştir.

Tablo 10.150 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Zn (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

1. Deneme (Tukey:*)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	65,700	56,450	60,300	62,200	58,950
2	61,500	58,750	63,500	58,900	61,400
3	63,900	55,000	67,950	62,400	59,750
4	55,600	56,250	59,050	54,400	53,750
\bar{x}	61,675 ab ¹	56,613 b	62,700 a	59,475 ab	58,463 ab
σ	4,400	1,563	3,970	3,745	3,303

* $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.151 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Zn (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

2. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	55,600	59,750	59,050	55,650	58,450
2	58,350	54,500	61,700	65,050	62,000
3	55,200	53,350	56,800	49,650	53,500
4	57,150	47,650	58,750	53,500	52,900
\bar{x}	56,575 a ¹	53,813 a	59,075 a	55,963 a	56,713 a
σ	1,452	4,964	2,014	6,547	4,314

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.152 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Zn (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

3. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	58,400	56,550	62,750	62,650	65,450
2	60,550	63,300	66,350	73,200	71,600
3	56,400	58,150	57,850	62,750	61,100
4	58,600	67,700	59,150	60,550	60,200
\bar{x}	58,488 a ¹	61,425 a	61,525 a	64,788 a	64,588 a
σ	1,696	5,079	3,827	5,699	5,207

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.153 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Zn (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

4. Deneme (Tukey:**)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	61,400	56,150	62,350	65,200	66,050
2	62,150	58,800	68,900	63,650	68,250
3	55,800	50,950	63,300	61,750	61,100
4	59,000	60,550	57,850	66,100	69,100
\bar{x}	59,588 b ¹	56,613 c	63,100 ab	64,175 ab	66,125 a
σ	2,860	4,186	4,539	1,907	3,588

** P_≤ 0,01 düzeyinde önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Kumlu tın bünyeli 1 nolu denemede yetiştirilen buğday tanesinin Zn içeriği en yüksek 1,25t/da arıtma çamuru uygulamasında bulunurken, en düşük ise gübreli kontrolde saptanmıştır. Kontrol ve diğer uygulamalar istatistiksel olarak aynı grup içerisinde yer almışlardır. Uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kumlu tın bünyeli 2 nolu deneme ile kumlu kil bünyeli 3 nolu denemelerden elde edilen buğday tanelerinin Zn içeriği, arıtma çamuru uygulamaları ile kontrol parsellerinden elde edilen buğday tanesinin Zn içeriğine göre istatistiksel olarak önemli değişim göstermemiştir. Kumlu kil bünyeli 4 nolu denemeden elde edilen buğday tanesinde en düşük Zn miktarı gübreli tanıkda elde edilirken, arıtma çamuru dozlarının artışına bağlı olarak buğday

tanesindeki Zn miktarının arttığı belirlenmiştir. Arıtma çamurunda bulunan 1335 mg/kg düzeyindeki toplam Zn miktarının bunda etkili olduğu söylenebilir.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Buğday Tanesinin Ni İçeriği Üzerine Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu denemeler ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerde yetiştirilen buğday tanesinin Ni içeriği üzerine etkileri Tablo 10.154-Tablo 10.157’de verilmiştir.

Tablo 10.154 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Ni (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

1. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	1,500	1,500	1,300	1,050	4,600
2	4,700	5,000	5,250	5,550	5,200
3	3,700	4,400	4,900	4,500	4,650
4	3,500	3,900	3,750	3,750	3,500
\bar{x}	3,350 a ¹	3,700 a	3,800 a	3,713 a	4,488 a
σ	1,340	1,534	1,786	1,922	0,712

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.155 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Ni (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

2. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	4,300	3,800	3,500	3,750	3,550
2	3,400	3,350	3,400	3,250	3,550
3	3,800	5,350	6,300	6,250	5,600
4	4,200	4,650	4,850	5,850	5,050
\bar{x}	3,925 a ¹	4,288 a	4,513 a	4,775 a	4,438 a
σ	0,411	0,890	1,363	1,495	1,049

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.156 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Ni (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

3. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	5,600	5,450	5,600	5,750	5,850
2	5,000	4,550	2,500	5,400	5,150
3	7,000	6,750	6,350	5,650	6,300
4	6,400	6,600	6,000	6,300	6,650
\bar{x}	6,000 a ¹	5,838 a	5,113 a	5,775 a	5,988 a
σ	0,879	1,036	1,768	0,380	0,647

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.157 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Ni (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

4. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	6,550	6,200	6,300	7,000	6,350
2	8,100	7,150	7,300	4,550	7,000
3	6,450	5,950	6,650	4,700	5,550
4	6,750	7,500	6,500	6,750	7,350
\bar{x}	6,963 a ¹	6,700 a	6,688 a	5,750 a	6,563 a
σ	0,769	0,743	0,433	1,304	0,792

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu denemeler ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerde yetiştirilen buğday tanesinin Ni içeriği üzerine arıtma çamuru uygulamalarının kontrole göre istatistiksel olarak fark oluşturmadığı saptanmıştır. Öz olarak, arıtma çamuru uygulamaları buğday tanesinin Ni içeriği üzerine etkide bulunmamıştır.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Buğday Tanesinin Cr İçeriği Üzerine Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu denemeler ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerde yetiştirilen buğday tanesinin Cr içeriği üzerine etkileri Tablo Tablo 10.158-Tablo 10.161'de verilmiştir.

Tablo 10.158 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Cr (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

1. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,400	0,400	0,400	0,500	0,450
2	0,550	0,400	0,550	0,400	0,550
3	0,400	0,450	0,550	0,400	0,400
4	0,600	0,550	0,350	0,450	0,400
\bar{x}	0,488 a ¹	0,450 a	0,463 a	0,438 a	0,450 a
σ	0,103	0,071	0,103	0,048	0,071

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.159 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Cr (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

2. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,300	0,300	0,450	0,350	0,400
2	0,400	0,350	0,350	0,450	0,450
3	0,550	0,350	0,300	0,300	0,250
4	0,200	0,400	0,250	0,300	0,400
\bar{x}	0,363 a ¹	0,350 a	0,338 a	0,350 a	0,375 a
σ	0,149	0,041	0,085	0,071	0,087

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.160 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Cr (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

3. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	1,100	0,950	1,150	0,850	0,950
2	1,100	1,150	1,050	1,050	1,050
3	0,950	0,850	0,900	0,800	1,300
4	1,100	0,900	0,900	0,950	1,050
\bar{x}	1,063 a ¹	0,963 a	1,000 a	0,913 a	1,088 a
σ	0,075	0,131	0,122	0,111	0,149

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.161 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Cr (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

4. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,950	1,050	0,950	0,850	1,050
2	0,900	0,950	1,050	0,950	0,950
3	1,050	0,850	1,150	1,050	1,100
4	1,050	0,950	1,050	1,150	1,150
\bar{x}	0,988 a ¹	0,950 a	1,050 a	1,000 a	1,063 a
σ	0,075	0,082	0,082	0,129	0,085

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu denemeler ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerde yetiştirilen buğday tanesinin Cr içeriği üzerine arıtma çamuru uygulamalarının kontrole göre istatistiksel olarak fark oluşturmadığı saptanmıştır. Sonuç olarak, arıtma çamuru uygulamaları buğday tanesinin Cr içeriğini artırmamıştır.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Buğday Tanesinin Cd İçeriği Üzerine Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu denemeler ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerde yetiştirilen buğday tanesinin Cd içeriği üzerine etkileri Tablo 10.162-Tablo 10.165’de verilmiştir.

Tablo 10.162 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Cd (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

1. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,450	0,400	0,350	0,500	0,450
2	0,350	0,450	0,400	0,400	0,550
3	0,550	0,550	0,350	0,450	0,350
4	0,500	0,600	0,500	0,350	0,400
\bar{x}	0,463 a ¹	0,500 a	0,400 a	0,425 a	0,438 a
σ	0,085	0,091	0,071	0,065	0,085

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.163 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Cd (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

2. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,550	0,650	0,850	0,950	0,900
2	0,600	0,750	0,900	0,850	0,900
3	0,700	0,850	0,750	0,850	0,850
4	0,650	1,000	0,700	0,700	0,700
\bar{x}	0,625 a ¹	0,813 a	0,800 a	0,838 a	0,838 a
σ	0,065	0,149	0,091	0,103	0,095

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.164 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Cd (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

3. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	1,050	1,150	0,950	0,700	0,800
2	0,950	1,100	0,850	0,800	0,900
3	0,800	0,850	0,900	0,850	1,150
4	1,000	0,950	0,800	0,900	0,900
\bar{x}	0,950 a ¹	1,013 a	0,875 a	0,813 a	0,938 a
σ	0,108	0,138	0,065	0,085	0,149

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.165 : Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemede Yetiştirilen Buğday Tanesinin Cd (mg/kg) İçeriği Üzerine Etkileri

4. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,800	1,000	1,100	1,200	1,200
2	1,350	1,300	1,200	1,300	1,100
3	1,250	1,350	1,000	1,100	1,250
4	1,400	1,550	1,100	1,150	1,250
\bar{x}	1,200 a ¹	1,300 a	1,100 a	1,188 a	1,200 a
σ	0,274	0,227	0,082	0,085	0,071

öd: İstatistiksel olarak önemli değil ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu denemeler ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerde yetiştirilen buğday tanesinin Cd içeriği üzerine arıtma çamuru uygulamalarının kontrole göre istatistiksel olarak fark oluşturmadığı saptanmıştır. Sonuç olarak, arıtma çamuru uygulamaları buğday tanesinin Cd içeriğini artırmamıştır.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Buğday Tanesinin Pb İçeriği Üzerine Etkileri

Kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu denemeler ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerde yetiştirilen buğday tanelerinde Pb elementi saptanmamıştır. Sonuç olarak, arıtma çamuru uygulamaları buğday tanesinin Pb içeriğine etki yapmamıştır.

10.2.8. Arıtma Çamuru Uygulamalarının Topraktaki Alınabilir Ağır Metal Birikimine Etkileri

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Deneme Topraklarının Alınabilir Cu İçeriği Üzerine Olan Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının alınabilir Cu içeriği üzerine olan etkileri Tablo 10.166-Tablo 10.169'da verilmiştir.

Tablo 10.166 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Cu (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem
Kontrol 14,614 b ¹	15,694 ab A ²	14,634 bc AB	14,174 b AB	14,989 a AB	13,579 b B
Gübreli kontrol 14,709 b	15,134 b A	14,395 c A	14,164 b A	14,995 a A	14,856 ab A
1,25 t/da 15,594 ab	16,928 ab A	15,842 abc AB	15,532 ab AB	14,846 a AB	14,821 ab B
2,50 t/da 16,213 a	17,177 ab A	16,555 ab AB	16,104 ab AB	15,874 a AB	15,356 a B
3,75 t/da 16,548 a	17,628 a A	17,164 a AB	16,335 a AB	16,050 a AB	15,564 a B
**	**	**	**	*	

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.167 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Cu (mg/kg)

İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem
Kontrol	13,995 d ¹	13,760 c	A ² 13,751 c	A 14,262 b	A 14,897 b	A 13,484 bc
Gübreli	14,247 cd	14,225 bc	A 13,962 bc	A 14,400 ab	A 15,285 ab	A 13,363 c
kontrol						
1,25 t/da	15,630 bc	15,852 abc	A 15,157 abc	A 15,778 ab	A 16,158 ab	A 15,204 abc
2,50 t/da	16,635 ab	16,863 ab	A 16,603 ab	A 16,114 ab	A 17,432 ab	A 16,165 ab
3,75 t/da	17,214 a	17,713 a	A 17,606 a	A 16,541 a	A 17,657 a	A 16,555 a
		**	**	*	**	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.168 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Cu (mg/kg)

İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem
Kontrol	1,359 c ¹	1,926 b	A ² 1,280 c	BC 1,575 a	AB 1,041 a	C 0,976 a
Gübreli	1,347 c	1,885 b	A 1,307 c	BC 1,572 a	AB 1,051 a	C 0,919 a
kontrol						
1,25 t/da	1,524 bc	2,222 b	A 1,883 b	AB 1,504 a	B 1,040 a	C 0,971 a
2,50 t/da	1,587 b	2,251 b	A 2,064 b	A 1,555 a	B 1,097 a	C 0,968 a
3,75 t/da	1,942 a	2,757 a	A 2,693 a	A 1,773 a	B 1,294 a	C 1,194 a
	**	**	**			**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.169 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Cu (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi
Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	1,178 c ¹	1,702 b A ²	1,286 c AB	1,187 a AB	0,907 b B	0,810 c B	*
Gübreli kontrol	1,263 c	1,824 b A	1,493 bc AB	1,221 a AB	0,943 b AB	0,835 c B	**
1,25 t/da	1,824 b	2,295 b A	2,342 ab A	1,368 a B	1,793 ab AB	1,324 bc B	**
2,50 t/da	2,459 a	4,103 a A	2,716 a B	1,589 a C	1,952 a BC	1,937 ab BC	**
3,75 t/da	2,883 a	4,697 a A	2,774 a B	1,819 a C	2,697 a BC	2,430 a BC	**
	**	**	**		**	**	

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu denemeler ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerin topraklarındaki dönemler ortalaması alınabilir Cu miktarı, artan dozdaki arıtma çamuru uygulamalarına paralel olarak kontrole göre istatistiksel olarak önemli artış göstermiştir. İki yıl üst üste arıtma çamuru uygulanan denemelerdeki artış daha belirgindir.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Deneme Topraklarının Alınabilir Cd İçeriği Üzerine Olan Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının alınabilir Cd içeriği üzerine olan etkileri Tablo 10.170-Tablo 10.173'de verilmiştir.

Tablo 10.170 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Cd (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi
Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	0,047 a ¹	0,034 a B ²	0,052 a AB	0,049 a AB	0,063 a A	0,037 a B	**
Gübreli kontrol	0,043 a	0,034 a B	0,052 a AB	0,041 a AB	0,058 a A	0,029 a B	**
1,25 t/da	0,045 a	0,037 a B	0,049 a AB	0,044 a AB	0,059 a A	0,039 a B	*
2,50 t/da	0,049 a	0,035 a B	0,051 a AB	0,055 a AB	0,068 a A	0,038 a B	**
3,75 t/da	0,050 a	0,037 a B	0,049 a B	0,052 a B	0,075 a A	0,038 a B	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.171 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Cd (mg/kg)
İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol	0,066 a ¹	0,075 a	AB ²	0,086 a	A	0,081 a	A	0,037 a	B	0,053 a	AB	**
Gübreli kontrol	0,068 a	0,073 a	AB	0,091 a	A	0,073 a	AB	0,050 a	B	0,054 a	B	*
1,25 t/da	0,066 a	0,072 a	AB	0,082 a	A	0,078 a	AB	0,043 a	B	0,053 a	AB	*
2,50 t/da	0,065 a	0,081 a	AB	0,086 a	A	0,073 a	AB	0,045 a	AB	0,041 a	B	**
3,75 t/da	0,077 a	0,092 a	A	0,092 a	A	0,086 a	AB	0,063 a	AB	0,055 a	B	*

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.172 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Cd (mg/kg)
İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol	0,039 a ¹	0,031 a	B ²	0,024 a	B	0,068 a	A	0,020 a	B	0,053 a	A	**
Gübreli kontrol	0,038 a	0,033 a	B	0,024 a	B	0,069 a	A	0,023 a	B	0,043 ab	B	**
1,25 t/da	0,035 a	0,034 a	B	0,027 a	B	0,066 a	A	0,017 a	B	0,030 b	B	**
2,50 t/da	0,036 a	0,030 a	B	0,026 a	B	0,064 a	A	0,025 a	B	0,034 ab	B	**
3,75 t/da	0,044 a	0,034 a	BC	0,032 a	BC	0,073 a	A	0,029 a	C	0,051 a	B	**

**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.173 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Cd (mg/kg)

İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	0,037 bc ¹	0,031 b BC ²	0,030 a BC	0,055 ab A	0,025 a C	0,042 ab AB	**
Gübreli kontrol	0,035 c	0,033 b BC	0,028 a BC	0,056 ab A	0,021 a C	0,040 b AB	**
1,25 t/da	0,039 abc	0,035 ab B	0,030 a B	0,052 b A	0,034 a B	0,044 ab AB	**
2,50 t/da	0,045 ab	0,046 ab AB	0,034 a BC	0,057 ab A	0,029 a C	0,058 a A	**
3,75 t/da	0,048 a	0,050 a BC	0,034 a C	0,066 a A	0,034 a C	0,057 a AB	**
	**	**		*		**	

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu denemeler ile kumlu kil bünyeli 3 nolu deneme topraklarındaki dönemler ortalaması alınabilir Cd miktarı, arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre istatistiksel olarak değişim göstermemiştir. Kumlu kil bünyeli 4 nolu deneme topraklarındaki dönemler ortalaması alınabilir Cd miktarı ise, artan dozdaki arıtma çamuru uygulamalarına paralel olarak kontrole göre istatistiksel olarak önemli artış göstermiştir. Bu deneme üst üste iki yıl arıtma çamuru uygulanan denemedir. Üst üste arıtma çamuru uygulaması ile birlikte, denemenin bünyesinin kumlu kil olması da Cd'un toprakta tutulmasına ve birikmesine neden olmuştur denilebilir.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Deneme Topraklarının Alınabilir Cr İçeriği Üzerine

Olan Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının alınabilir Cr içeriği üzerine olan etkileri Tablo 10.174-Tablo 10.177'de verilmiştir.

Tablo 10.174 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Cr (mg/kg)
İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi
Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol	0,824 a ¹	0,862 b	AB ²	0,800 a	AB	0,949 a	A	0,800 a	AB	0,708 a	B	*
Gübreli kontrol	0,853 a	0,878 b	A	0,855 a	A	0,931 a	A	0,855 a	A	0,747 a	A	
1,25 t/da	0,882 a	0,967 ab	A	0,909 a	A	0,853 a	A	0,873 a	A	0,809 a	A	
2,50 t/da	0,947 a	1,128 a	A	0,940 a	AB	0,938 a	AB	0,841 a	B	0,889 a	AB	**
3,75 t/da	0,922 a	1,105 a	A	0,919 a	AB	0,845 a	B	0,849 a	B	0,895 a	AB	*

*

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.175 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Cr (mg/kg)
İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi
Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol	0,696 c ¹	0,725 a	A ²	0,670 a	A	0,804 ab	A	0,662 c	A	0,621 b	A	
Gübreli kontrol	0,751 bc	0,824 a	A	0,758 a	A	0,741 ab	A	0,759 bc	A	0,673 ab	A	
1,25 t/da	0,803 abc	0,850 a	A	0,787 a	A	0,678 b	A	0,907 abc	A	0,796 ab	A	
2,50 t/da	0,925 ab	0,901 a	A	0,827 a	A	0,917 ab	A	1,096 ab	A	0,887 ab	A	
3,75 t/da	0,974 a	0,915 a	A	0,863 a	A	1,023 a	A	1,127 a	A	0,945 a	A	

**

*

**

*

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.176 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Cr (mg/kg)

İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol	0,731 d ¹	0,817 c	A ²	0,730 b	AB	0,761 b	AB	0,689 b	AB	0,659 b	B	**
Gübreli kontrol	0,833 c	0,893 bc	A	0,839 ab	AB	0,905 b	A	0,782 ab	AB	0,749 ab	B	**
1,25 t/da	0,884 bc	0,958 bc	AB	0,841 ab	BC	1,101 a	A	0,805 ab	C	0,717 ab	C	**
2,50 t/da	0,932 ab	1,018 ab	AB	0,917 a	BC	1,113 a	A	0,839 a	C	0,774 ab	C	**
3,75 t/da	0,999 a	1,142 a	A	0,967 a	B	1,173 a	A	0,885 a	B	0,826 a	B	**
	**	**		**		**		**		**		**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.177 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Cr (mg/kg)

İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol	0,590 d ¹	0,605 c	A ²	0,589 c	A	0,550 c	A	0,600 c	A	0,607 c	A	
Gübreli kontrol	0,656 d	0,689 c	A	0,653 c	A	0,675 c	A	0,639 c	A	0,626 c	A	
1,25 t/da	0,853 c	0,894 b	A	0,844 b	A	0,820 b	A	0,893 b	A	0,816 b	A	
2,50 t/da	0,929 b	0,938 ab	A	0,909 ab	A	0,896 ab	A	0,979 b	A	0,921 ab	A	
3,75 t/da	1,034 a	1,063 a	AB	0,992 a	B	0,982 a	B	1,139 a	A	0,996 a	B	**
	**	**		**		**		**		**		**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Kumlu tın bünyeli 1 nolu deneme topraklarındaki dönemler ortalaması alınabilir Cr miktarı, arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre istatistiksel olarak değişim göstermemiştir. İki yıl üst üste arıtma çamuru uygulanan kumlu tın bünyeli 2 nolu deneme ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerin topraklarındaki dönemler ortalaması Cr miktarı, arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre istatistiksel olarak artış göstermiştir. Bu sonuçlara

göre üst üste arıtma çamuru uygulaması ve toprağın kumlu kil olması topraktaki alınabilir Cr'un birikmesine ve artışına neden olmuştur denilebilir.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Deneme Topraklarının Alınabilir Ni İçeriği Üzerine Olan Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının alınabilir Ni içeriği üzerine olan etkileri Tablo 10.178-Tablo 10.181'de verilmiştir.

Tablo 10.178 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Ni (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol 0,778 b ¹	0,581 b	B ²	1,248 c	A	0,748 a	B	0,782 a	B	0,531 a	B	**
Gübreli kontrol 0,857 ab	0,605 b	AB	1,497 bc	A	0,872 a	B	0,830 a	AB	0,484 a	B	**
1,25 t/da 0,853 ab	0,667 ab	B	1,733 ab	A	0,714 a	B	0,692 a	B	0,458 a	B	**
2,50 t/da 0,999 ab	0,882 ab	BC	1,773 ab	A	0,945 a	B	0,859 a	BC	0,537 a	C	**
3,75 t/da 1,050 a	1,045 a	B	1,920 a	A	0,844 a	AB	0,902 a	AB	0,542 a	C	**
**	**		**								

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.179 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Ni (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol 0,766 c ¹	0,885 b	B ²	1,357 b	A	0,551 a	C	0,558 b	C	0,482 b	C	**
Gübreli kontrol 0,787 bc	0,905 b	B	1,238 b	A	0,635 a	BC	0,634 b	BC	0,524 ab	C	**
1,25 t/da 0,944 ab	0,981 ab	B	1,674 a	A	0,653 a	C	0,765 ab	BC	0,647 ab	C	**
2,50 t/da 0,972 a	1,006 ab	B	1,819 a	A	0,583 a	C	0,801 ab	BC	0,652 ab	C	**
3,75 t/da 1,103 a	1,156 a	B	1,871 a	A	0,734 a	C	0,980 a	BC	0,775 a	C	**
**	*		**				**		**		

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.180 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Ni (mg/kg)

İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	0,456 c ¹	0,513 b A ²	0,432 c A	0,429 b A	0,444 b A	0,462 a A	
Gübreli kontrol	0,480 bc	0,533 b A	0,466 bc A	0,491 ab A	0,445 b A	0,465 a A	
1,25 t/da	0,509 bc	0,636 ab A	0,559 abc AB	0,431 b C	0,468 b AB	0,453 a C	**
2,50 t/da	0,567 ab	0,674 ab A	0,620 ab AB	0,529 ab AB	0,522 ab AB	0,490 a C	**
3,75 t/da	0,656 a	0,782 a A	0,694 a A	0,623 a AB	0,667 a AB	0,512 a B	**
	**	**	**	**	**		

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.181 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Ni (mg/kg)

İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem	
Kontrol	0,426 b ¹	0,481 c A ²	0,439 c A	0,340 a A	0,451 c A	0,422 c A	
Gübreli kontrol	0,476 b	0,481 c A	0,443 c A	0,378 a A	0,595 c A	0,482 c A	
1,25 t/da	0,601 b	0,621 bc A	0,665 bc A	0,443 a A	0,724 bc A	0,550 bc A	
2,50 t/da	0,878 a	0,976 ab A	0,986 ab A	0,494 a B	1,005 ab A	0,931 ab A	**
3,75 t/da	1,016 a	1,231 a A	1,139 a A	0,511 a B	1,178 a A	1,020 a A	**
	**	**	**			**	

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu denemeler ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerin topraklarındaki dönemler ortalaması alınabilir Ni miktarı, artan dozdaki arıtma çamuru uygulamalarına paralel olarak kontrole göre istatistiksel olarak önemli artış göstermiştir.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Deneme Topraklarının Alınabilir Pb İçeriği Üzerine Olan Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının alınabilir Pb içeriği üzerine olan etkileri Tablo 10.182-Tablo 10.185’de verilmiştir.

Tablo 10.182 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Pb (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol	0,703 a ¹	0,503 ab	B ²	1,203 a	A	0,995 a	A	0,627 a	B	0,190 a	C	**
Gübreli kontrol	0,661 a	0,460 b	BC	1,131 a	A	0,955 a	A	0,544 a	B	0,217 a	C	**
1,25 t/da	0,656 a	0,479 ab	C	1,062 a	A	0,890 a	AB	0,652 a	BC	0,195 a	D	**
2,50 t/da	0,649 a	0,478 ab	B	1,056 a	A	0,960 a	A	0,597 a	B	0,157 a	C	**
3,75 t/da	0,725 a	0,669 a	B	1,093 a	A	0,935 a	A	0,614 a	B	0,314 a	C	**

*

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.183 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Pb (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
Kontrol	0,716 a ¹	0,574 a	B ²	1,125 a	A	1,035 a	A	0,525 a	B	0,321 a	B	**
Gübreli kontrol	0,724 a	0,598 a	B	1,241 a	A	1,015 a	A	0,455 a	B	0,309 a	B	**
1,25 t/da	0,746 a	0,539 a	B	1,205 a	A	1,115 a	A	0,495 a	B	0,378 a	B	**
2,50 t/da	0,742 a	0,690a	BC	1,223 a	A	0,995 a	AB	0,435 a	CD	0,366 a	D	**
3,75 t/da	0,825 a	0,726 a	B	1,346 a	A	1,135 a	A	0,605 a	BC	0,312 a	C	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.184 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Pb (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey: $P \leq 0,01$

Dönemler ortalaması		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem			
Kontrol	0,697 a ¹	1,006 a A ²	0,567 a B	1,260 a A	0,445 a BC	0,207 a C			**
Gübreli kontrol	0,693 a	1,017 a A	0,557 a B	1,160 a A	0,385 a B	0,348 a B			**
1,25 t/da	0,720 a	0,973 a A	0,641 a B	1,235 a A	0,420 a BC	0,333 a C			**
2,50 t/da	0,695 a	1,018 a A	0,581 a B	1,130 a A	0,425 a B	0,322 a B			**
3,75 t/da	0,740 a	1,047 a A	0,655 a B	1,190 a A	0,445 a BC	0,364 a C			**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.185 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Pb (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi
Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

Dönemler ortalaması		1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem			
Kontrol	0,688 b ¹	0,816 ab A ²	0,810 b A	1,025 ab A	0,400 a B	0,388 a B			**
Gübreli kontrol	0,700 b	0,821 ab A	0,837 ab A	0,892 b A	0,465 a B	0,483 a B			**
1,25 t/da	0,755 ab	0,796 b AB C	0,902 ab AB	0,934 ab A	0,555 a C	0,588 a BC			**
2,50 t/da	0,901 a	1,135 a A	1,136 a A	1,060 ab A	0,545 a B	0,631 a B			**
3,75 t/da	0,899 a	1,111 ab A	1,055 ab A	1,175 a A	0,610 a B	0,545 a B			**
	**	**	**	*					

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu denemeler ile kumlu kil bünyeli 3 nolu denemenin topraklarındaki dönemler ortalaması alınabilir Pb miktarı, artan dozdaki arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre istatistiksel olarak değişim göstermemiştir. Kumlu kil bünyeli 4 nolu denemede ise, artan dozdaki arıtma çamuru uygulamaları dönemler ortalaması alınabilir Pb miktarını kontrole göre istatistiksel olarak önemli düzeyde artırmıştır.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Deneme Topraklarının Alınabilir Zn İçeriği Üzerine Olan Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının deneme topraklarının alınabilir Zn içeriği üzerine olan etkileri Tablo 10.186-Tablo 10.189'da verilmiştir.

Tablo 10.186 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Zn (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
		Kontrol	2,331 bc ¹	2,557 cd	B ²	2,491 cd	B	2,642 ab	B	2,425 ab	B	1,542 a
Gübreli kontrol	2,082 c	2,292 d	A	2,209 d	AB	2,349 b	A	2,196 b	AB	1,366 a	B	**
1,25 t/da	2,680 b	3,400 bc	A	3,265 bc	AB	2,522 ab	B	2,551 ab	B	1,670 a	C	**
2,50 t/da	3,215 a	4,241 b	A	3,886 ab	AB	3,252 a	BC	2,805 ab	C	1,890 a	D	**
3,75 t/da	3,625 a	5,602 a	A	4,311 a	B	3,360 a	C	2,983 a	C	1,869 a	D	**
	**	**		**		**		*				

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.187 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Zn (mg/kg) İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem		2.dönem		3.dönem		4.dönem		5.dönem		
		Kontrol	3,428 c ¹	5,036 c	A ²	4,350 c	AB	3,253 a	BC	2,714 c	CD	1,789 b
Gübreli kontrol	3,418 c	4,699 c	A	4,362 c	AB	3,168 a	BC	2,991 bc	CD	1,874 b	D	**
1,25 t/da	4,395 b	5,683 bc	A	5,657 b	A	3,642 a	B	3,997 ab	B	2,997 ab	B	**
2,50 t/da	4,990 ab	6,571 b	A	7,344 a	A	3,452 a	B	4,296 a	B	3,287 a	B	**
3,75 t/da	5,658 a	7,988 a	A	7,742 a	A	3,874 a	B	4,774 a	B	3,914 a	B	**
	**	**		**				**		**		

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.188 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Zn (mg/kg)

İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem					
Kontrol	1,545 a ¹	2,157 c A ²	0,930 c C	1,910 b AB	1,568 bc ABC	1,162 b BC	**				
Gübreli kontrol	1,466 a	2,082 c A	1,121 c BC	1,865 b AB	1,366 c ABC	0,894 b C	**				
1,25 t/da	2,442 b	3,443 b A	3,072 b A	2,038 b B	2,073 abc B	1,586 ab B	**				
2,50 t/da	2,887 b	3,762 b A	4,013 a A	2,530 ab B	2,487 ab B	1,643 ab B	**				
3,75 t/da	3,778 a	5,661 a A	4,846 a A	3,025 a B	2,908 a B	2,451 a B	**				
	**	**	**	**	**	**	**				

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.189 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Deneme Toprağının Alınabilir Zn (mg/kg)

İçeriği Üzerine Arıtma Çamuru Uygulamalarının Etkisi

Tukey:P≤ 0,01

	Dönemler ortalaması	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	5.dönem					
Kontrol	1,586 d ¹	2,359 c A ²	1,418 c AB	1,548 b AB	1,743 d AB	0,863 d B	**				
Gübreli kontrol	1,615 d	2,414 c A	1,367 c BC	1,489 b AB	1,885 d AB	0,919 d C	**				
1,25 t/da	2,453 c	2,677 bc A	2,251 bc AB	1,628 b B	2,975 c A	2,733 c A	**				
2,50 t/da	3,421 b	3,514 b AB	3,129 b B	2,100 ab C	4,094 b A	4,268 b A	**				
3,75 t/da	4,597 a	5,076 a AB	4,303 a B	2,832 a C	5,512 a A	5,264 a A	**				
	**	**	**	**	**	**	**				

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu denemeler ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerin topraklarındaki dönemler ortalaması alınabilir Zn miktarı, artan dozdaki arıtma çamuru uygulamalarına paralel olarak kontrole göre istatistiksel olarak önemli artış göstermiştir. Öz olarak, arıtma çamuru uygulamaları topraktaki alınabilir Zn miktarını artırmıştır.

10.2.9. Arıtma Çamuru Uygulamalarının Ağır Metallerin Biyo-Alınabilirlikleri (Transfer Faktörü) Üzerine Etkileri

Biyo-alınabilirlik, elementin bitkideki miktarının toprakta bulunan toplam miktarına oranıyla belirlenir. Bu oran aynı zamanda o elementin transfer faktörü (TF) olarak da adlandırılır (Freytag, 1986). Denemelerden elde edilen mısır ve buğday tanelerindeki ağır metal miktarları ile topraktaki toplam ağır metal değerleri kullanılarak bulunan Biyo-alınabilirlik oranları (transfer faktörleri) aşağıda sunulmuştur.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Mısır Tanesindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) Üzerine Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli 1 nolu denemeden elde edilen 1. ve 2. yıl mısır tanelerindeki ağır metal / topraktaki toplam ağır metal oranı (transfer faktörü) üzerine olan etkileri Tablo 10.190'da verilmiştir.

Tablo 10.190 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

Tane Cu Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Cu / Hasatta topraktaki toplam Cu)

1. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,143	0,143	0,138	0,110	0,121
2	0,127	0,139	0,125	0,121	0,137
3	0,215	0,186	0,218	0,175	0,163
4	0,205	0,212	0,214	0,209	0,188
\bar{x}	0,172 a ¹	0,170 a	0,174 a	0,154 a	0,152 a
σ	0,044	0,035	0,049	0,047	0,029

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.190 (devamı) : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

1. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,038	0,049	0,038	0,047	0,048
2	0,068	0,059	0,055	0,050	0,054
3	0,079	0,073	0,055	0,078	0,054
4	0,076	0,117	0,074	0,057	0,059
\bar{x}	0,065 a ¹	0,075 a	0,055 a	0,058 a	0,054 a
σ	0,016	0,026	0,013	0,012	0,004

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey:P≤ 0,01

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl		
Kontrol	0,119 a ¹	0,172 a A ²	0,065 a	B	**
Gübreli kontrol	0,122 a	0,170 a A	0,075 a	B	**
1,25 t/da	0,115 a	0,174 a A	0,055 a	B	**
2,50 t/da	0,106 a	0,154 a A	0,058 a	B	**
3,75 t/da	0,103 a	0,152 a A	0,054 a	B	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tane Zn Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Zn / Hasatta topraktaki toplam Zn)

1. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,766	0,680	0,567	0,696	0,388
2	0,679	0,643	0,789	0,613	0,487
3	0,600	0,898	0,799	0,426	0,602
4	0,520	0,558	0,535	0,642	0,710
\bar{x}	0,641 a ¹	0,695 a	0,672 a	0,594 a	0,547 a
σ	0,105	0,145	0,141	0,118	0,140

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

1. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,679	0,738	0,769	0,665	0,771
2	0,923	0,864	0,870	0,671	0,695
3	0,696	0,733	0,526	0,586	0,601
4	0,601	0,599	0,719	0,517	0,635
\bar{x}	0,725 a ¹	0,734 a	0,721 a	0,610 a	0,675 a
σ	0,120	0,094	0,125	0,063	0,064

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.190 (devamı) : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

(Tukey:öd)

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl
Kontrol	0,683 a ¹	0,641 a A ²	0,725 a A
Gübreli kontrol	0,714 a	0,695 a A	0,734 a A
1,25 t/da	0,697 a	0,672 a A	0,721 a A
2,50 t/da	0,602 a	0,594 a A	0,610 a A
3,75 t/da	0,611 a	0,547 a A	0,675 a A

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil

Tane Ni Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Ni / Hasatta topraktaki toplam Ni)

1. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	1. ve 2. yıl ortalaması	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,015	0,019	0,014	0,014	0,011
2	0,017	0,023	0,024	0,029	0,024
3	0,012	0,020	0,021	0,018	0,027
4	0,018	0,020	0,034	0,018	0,024
\bar{x}	0,016 a ¹	0,020 a	0,023 a	0,020 a	0,022 a
σ	0,002	0,002	0,009	0,007	0,007

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x}

: Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

1. Deneme 2.yıl (Tukey:*)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,073	0,078	0,077	0,065	0,059
2	0,101	0,074	0,092	0,077	0,072
3	0,076	0,081	0,073	0,068	0,074
4	0,075	0,083	0,081	0,066	0,080
\bar{x}	0,081 a	0,079 ab	0,081 a	0,069 b	0,071 ab
σ	0,011	0,004	0,007	0,005	0,008

*: İstatistiksel olarak $P \leq 0,05$ düzeyde önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl	
Kontrol	0,048 a ¹	0,016 a B ²	0,081 a A	**
Gübreli kontrol	0,050 a	0,020 a B	0,079 ab A	**
1,25 t/da	0,052 a	0,023 a B	0,081 a A	**
2,50 t/da	0,044 a	0,020 a B	0,069 b A	**
3,75 t/da	0,046 a	0,022 a B	0,071 ab A	**

*

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.190 (devam) : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

Tane Cr Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Cr / Hasatta topraktaki toplam Cr)

1. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,048	0,028	0,052	0,040	0,037
2	0,031	0,057	0,041	0,059	0,069
3	0,046	0,043	0,043	0,046	0,052
4	0,062	0,036	0,053	0,043	0,053
\bar{x}	0,047 a ¹	0,041 a	0,047 a	0,047 a	0,053 a
σ	0,013	0,012	0,006	0,008	0,013

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

1. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,031	0,023	0,032	0,029	0,029
2	0,019	0,036	0,024	0,045	0,049
3	0,032	0,030	0,021	0,032	0,035
4	0,035	0,020	0,033	0,025	0,036
\bar{x}	0,029 a	0,027 a	0,028 a	0,033 a	0,037 a
σ	0,006	0,006	0,005	0,007	0,007

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey:P \leq 0,05

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl	
Kontrol	0,038 a ¹	0,047 a A ²	0,029 a A	
Gübreli kontrol	0,034 a	0,041 a A	0,027 a A	
1,25 t/da	0,037 a	0,047 a A	0,028 a B	*
2,50 t/da	0,040 a	0,047 a A	0,033 a A	
3,75 t/da	0,045 a	0,053 a A	0,037 a A	

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

* P \leq 0,05 düzeyinde önemli ilişki;

Tane Pb Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Pb / Hasatta topraktaki toplam Pb)

1. Deneme 1.yıl (Tukey:*)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,217	0,228	0,241	0,270	0,229
2	0,238	0,250	0,304	0,313	0,400
3	0,251	0,275	0,346	0,323	0,279
4	0,281	0,388	0,441	0,258	0,353
\bar{x}	0,247 b ¹	0,285 ab	0,333 a	0,291 ab	0,315 ab
σ	0,027	0,071	0,084	0,032	0,076

*: İstatistiksel olarak P \leq 0,05 düzeyde önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki

farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.190 (devam) : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

1. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,129	0,127	0,144	0,171	0,157
2	0,155	0,168	0,183	0,204	0,225
3	0,162	0,169	0,178	0,148	0,171
4	0,154	0,166	0,183	0,157	0,209
\bar{x}	0,150 a ¹	0,158 a	0,172 a	0,170 a	0,191 a
σ	0,013	0,017	0,016	0,021	0,028

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl		
Kontrol	0,198 a ¹	0,247 b A ²	0,150 a B	**	
Gübreli kontrol	0,221 a	0,285 ab A	0,158 a B	**	
1,25 t/da	0,252 a	0,333 a A	0,172 a B	**	
2,50 t/da	0,230 a	0,291 ab A	0,170 a B	**	
3,75 t/da	0,253 a	0,315 ab A	0,191 a B	**	

*

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli 2 nolu denemeden elde edilen 1. ve 2. yıl mısır tanelerindeki ağır metal / topraktaki toplam ağır metal oranı (transfer faktörü) üzerine olan etkileri Tablo 10.191'de verilmiştir.

Tablo 10.191 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü)
(Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

Tane Cu Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Cu / Hasatta topraktaki toplam Cu)

2. Deneme 1.yıl (*Tukey:öd*)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,013	0,024	0,022	0,011	0,016
2	0,018	0,017	0,026	0,018	0,016
3	0,015	0,020	0,023	0,019	0,017
4	0,017	0,016	0,011	0,016	0,012
\bar{x}	0,016 a ¹	0,019 a	0,020 a	0,016 a	0,015 a
σ	0,002	0,004	0,006	0,004	0,002

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.191 (devamı) : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü)
(Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

2. Deneme 2.yıl (*Tukey:**)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,058	0,045	0,037	0,055	0,051
2	0,057	0,059	0,042	0,042	0,057
3	0,033	0,032	0,044	0,060	0,060
4	0,047	0,043	0,039	0,047	0,053
\bar{x}	0,049 ab ¹	0,045 ab	0,041 b	0,051 ab	0,055 a
σ	0,010	0,010	0,003	0,007	0,003

*: İstatistiksel olarak $P \leq 0,05$ düzeyde önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl		
Kontrol	0,032 a ¹	0,016 a B ²	0,049 ab A		**
Gübreli kontrol	0,032 a	0,019 a B	0,045 ab A		**
1,25 t/da	0,031 a	0,020 a B	0,041 b A		**
2,50 t/da	0,034 a	0,016 a B	0,051 ab A		**
3,75 t/da	0,035 a	0,015 a B	0,055 a A		**

*

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Tane Zn Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Zn / Hasatta topraktaki toplam Zn)

2. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,564	0,564	0,504	0,489	0,399
2	0,522	0,480	0,489	0,689	0,313
3	0,443	0,300	0,515	0,441	0,489
4	0,512	0,560	0,451	0,368	0,352
\bar{x}	0,510 a ¹	0,476 a	0,490 a	0,497 a	0,388 a
σ	0,050	0,123	0,028	0,138	0,076

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

2. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,919	0,719	0,714	0,712	0,640
2	0,903	0,963	0,575	0,812	0,719
3	0,647	0,889	0,780	0,779	0,597
4	0,987	0,748	0,681	0,683	0,806
\bar{x}	0,864 a ¹	0,830 a	0,688 a	0,747 a	0,690 a
σ	0,129	0,100	0,074	0,051	0,080

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.191 (devam) : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

Tukey: $P \leq 0,01$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl			
Kontrol	35,644 a ¹	22,525 a	B ² 48,763 a	A	**	
Gübreli kontrol	35,213 a	22,238 a	B	48,188 a	A	**
1,25 t/da	34,688 a	24,100 a	B	45,275 a	A	**
2,50 t/da	36,044 a	25,163 a	B	46,925 a	A	**
3,75 t/da	34,944 a	24,163 a	B	45,725 a	A	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki

Tane Ni Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Ni / Hasatta topraktaki toplam Ni)

2. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,035	0,026	0,022	0,017	0,015
2	0,031	0,019	0,024	0,017	0,020
3	0,026	0,032	0,020	0,022	0,028
4	0,028	0,026	0,031	0,019	0,019
\bar{x}	0,030 a ¹	0,026 a	0,024 a	0,019 a	0,020 a
σ	0,004	0,005	0,005	0,002	0,005

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

2. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,090	0,154	0,153	0,148	0,140
2	0,173	0,180	0,178	0,186	0,177
3	0,153	0,197	0,162	0,172	0,153
4	0,180	0,166	0,160	0,152	0,156
\bar{x}	0,149 a ¹	0,174 a	0,163 a	0,165 a	0,157 a
σ	0,036	0,016	0,009	0,015	0,013

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,01$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl		2.yıl		
Kontrol	0,090 a ¹	0,030 a	B ²	0,149 a	A	**
Gübreli kontrol	0,100 a	0,026 a	B	0,174 a	A	**
1,25 t/da	0,094 a	0,024 a	B	0,163 a	A	**
2,50 t/da	0,092 a	0,019 a	B	0,165 a	A	**
3,75 t/da	0,089 a	0,020 a	B	0,157 a	A	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.191 (devam) : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

Tane Cr Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Cr / Hasatta topraktaki toplam Cr)

2. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,016	0,016	0,021	0,010	0,007
2	0,002	0,008	0,004	0,001	0,002
3	0,007	0,004	0,008	0,004	0,010
4	0,021	0,003	0,005	0,008	0,003
\bar{x}	0,011 a ¹	0,008 a	0,009 a	0,006 a	0,006 a
σ	0,008	0,006	0,008	0,004	0,004

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

2. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,017	0,014	0,017	0,009	0,008
2	0,004	0,011	0,005	0,005	0,002
3	0,007	0,004	0,007	0,004	0,011
4	0,017	0,003	0,006	0,009	0,021
\bar{x}	0,011 a ¹	0,008 a	0,009 a	0,007 a	0,011 a
σ	0,006	0,005	0,005	0,002	0,007

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey:öd.

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl
Kontrol	0,011 a ¹	0,011 a A ²	0,011 a A
Gübreli kontrol	0,008 a	0,008 a A	0,008 a A
1,25 t/da	0,009 a	0,009 a A	0,009 a A
2,50 t/da	0,006 a	0,006 a A	0,007 a A
3,75 t/da	0,008 a	0,006 a A	0,011 a A

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil

Tane Pb Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Pb / Hasatta topraktaki toplam Pb)

2. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,229	0,235	0,219	0,150	0,166
2	0,124	0,209	0,213	0,189	0,157
3	0,118	0,233	0,219	0,214	0,235
4	0,162	0,135	0,171	0,194	0,130
\bar{x}	0,158 a ¹	0,203 a	0,205 a	0,187 a	0,172 a
σ	0,051	0,047	0,023	0,027	0,045

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.191 (devam) : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

2. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,166	0,145	0,127	0,130	0,132
2	0,111	0,170	0,163	0,138	0,157
3	0,126	0,150	0,131	0,149	0,160
4	0,112	0,108	0,120	0,132	0,114
\bar{x}	0,129 a ¹	0,143 a	0,135 a	0,137 a	0,141 a
σ	0,022	0,022	0,016	0,008	0,019

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl		
Kontrol	0,144 a ¹	0,158 a A ²	0,129 a A		
Gübreli kontrol	0,173 a	0,203 a A	0,143 a B	*	
1,25 t/da	0,170 a	0,205 a A	0,135 a B	**	
2,50 t/da	0,162 a	0,187 a A	0,137 a A		
3,75 t/da	0,156 a	0,172 a A	0,141 a A		

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu kil bünyeli 3 nolu denemeden elde edilen 1. ve 2. yıl mısır tanelerindeki ağır metal / topraktaki toplam ağır metal oranı (transfer faktörü) üzerine olan etkileri Tablo 10.192'de verilmiştir.

Tablo 10.192 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

Tane Cu Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Cu / Hasatta topraktaki toplam Cu)

3. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,072	0,050	0,049	0,050	0,059
2	0,086	0,067	0,046	0,059	0,052
3	0,050	0,065	0,052	0,053	0,054
4	0,074	0,071	0,057	0,061	0,069
\bar{x}	0,070 a ¹	0,063 a	0,051 a	0,056 a	0,059 a
σ	0,015	0,009	0,005	0,005	0,007

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.192 (devam) : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

3. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,122	0,149	0,149	0,142	0,149
2	0,201	0,169	0,159	0,149	0,111
3	0,187	0,190	0,164	0,148	0,148
4	0,179	0,186	0,182	0,179	0,182
\bar{x}	0,172 a ¹	0,173 a	0,164 a	0,154 a	0,148 a
σ	0,030	0,016	0,012	0,015	0,025

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey:öd

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl
Kontrol	0,121 a ¹	0,070 a A ²	0,172 a A
Gübreli kontrol	0,118 a	0,063 a A	0,173 a A
1,25 t/da	0,107 a	0,051 a A	0,164 a A
2,50 t/da	0,105 a	0,056 a A	0,154 a A
3,75 t/da	0,103 a	0,059 a A	0,148 a A

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil

Tane Zn Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Zn / Hasatta topraktaki toplam Zn)

3. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,774	0,745	0,676	0,667	0,603
2	0,725	0,630	0,619	0,813	0,442
3	0,541	0,681	0,597	0,633	0,461
4	0,609	0,590	0,539	0,457	0,693
\bar{x}	0,662 a ¹	0,661 a	0,608 a	0,643 a	0,550 a
σ	0,107	0,067	0,057	0,146	0,120

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

3. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,755	1,009	0,911	0,889	0,846
2	0,946	0,849	0,660	0,726	0,476
3	0,871	0,938	0,797	0,856	0,741
4	0,865	0,877	0,495	0,839	0,935
\bar{x}	0,859 a ¹	0,918 a	0,716 a	0,827 a	0,750 a
σ	0,068	0,062	0,155	0,061	0,172

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.192 (devam) : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

Tukey: $P \leq 0,05$

	1. ve 2. yıl ortalaması	1.yıl	2.yıl	
Kontrol	0,761 a ¹	0,662 a A ²	0,859 a A	
Gübreli kontrol	0,790 a	0,661 a B	0,918 a A	*
1,25 t/da	0,662 a	0,608 a A	0,716 a A	
2,50 t/da	0,735 a	0,643 a A	0,827 a A	
3,75 t/da	0,650 a	0,550 a A	0,750 a A	

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

* $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Tane Ni Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Ni / Hasatta topraktaki toplam Ni)

3. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,069	0,044	0,067	0,041	0,045
2	0,064	0,053	0,047	0,056	0,047
3	0,034	0,048	0,041	0,048	0,036
4	0,020	0,036	0,048	0,046	0,036
\bar{x}	0,047 a ¹	0,045 a	0,051 a	0,048 a	0,041 a
σ	0,024	0,007	0,011	0,006	0,006

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

3. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,295	0,344	0,302	0,251	0,347
2	0,353	0,321	0,327	0,324	0,279
3	0,331	0,369	0,314	0,343	0,306
4	0,346	0,312	0,335	0,359	0,341
\bar{x}	0,331 a ¹	0,337 a	0,320 a	0,319 a	0,318 a
σ	0,022	0,022	0,013	0,041	0,027

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey:P≤ 0,01

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl		
Kontrol	0,189 a ¹	0,047 a B ²	0,331 a	A	**
Gübreli kontrol	0,191 a	0,045 a B	0,337 a	A	**
1,25 t/da	0,185 a	0,051 a B	0,320 a	A	**
2,50 t/da	0,184 a	0,048 a B	0,319 a	A	**
3,75 t/da	0,180 a	0,041 a B	0,318 a	A	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki

Tablo 10.192 (devam) : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

Tane Cr Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Cr / Hasatta topraktaki toplam Cr)

3. Deneme 1.yıl (Tukey:*)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,032	0,018	0,060	0,044	0,020
2	0,033	0,032	0,046	0,022	0,016
3	0,037	0,011	0,065	0,018	0,034
4	0,031	0,085	0,042	0,028	0,037
\bar{x}	0,033 ab ¹	0,036 ab	0,053 a	0,028 ab	0,027 b
σ	0,003	0,034	0,011	0,011	0,011

*: İstatistiksel olarak $P \leq 0,05$ düzeyde önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

3. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,018	0,013	0,036	0,029	0,016
2	0,020	0,017	0,028	0,014	0,008
3	0,021	0,012	0,039	0,010	0,024
4	0,019	0,035	0,024	0,019	0,025
\bar{x}	0,019 a ¹	0,019 a	0,032 a	0,018 a	0,018 a
σ	0,001	0,009	0,006	0,007	0,007

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,05$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl
Kontrol	0,026 a ¹	0,033 ab A ²	0,019 a A
Gübreli kontrol	0,028 a	0,036 ab A	0,019 a A
1,25 t/da	0,043 a	0,053 a A	0,032 a A
2,50 t/da	0,023 a	0,028 ab A	0,018 a A
3,75 t/da	0,023 a	0,027 b A	0,018 a A

*

*

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

* $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Tane Pb Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Pb / Hasatta topraktaki toplam Pb)

3. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,078	0,121	0,129	0,129	0,141
2	0,111	0,059	0,060	0,122	0,092
3	0,075	0,136	0,133	0,116	0,106
4	0,122	0,125	0,120	0,110	0,160
\bar{x}	0,096 a ¹	0,110 a	0,111 a	0,119 a	0,125 a
σ	0,024	0,035	0,034	0,008	0,031

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.192 (devam) : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

3. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,049	0,070	0,069	0,069	0,079
2	0,066	0,051	0,049	0,058	0,046
3	0,039	0,076	0,071	0,063	0,062
4	0,064	0,060	0,063	0,065	0,084
\bar{x}	0,055 a ¹	0,064 a	0,063 a	0,064 a	0,068 a
σ	0,011	0,010	0,008	0,004	0,015

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey:P≤ 0,01; P≤ 0,05

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl		
Kontrol	0,076 a ¹	0,096 a A ²	0,055 a B	*	
Gübreli kontrol	0,087 a	0,110 a A	0,064 a B	*	
1,25 t/da	0,087 a	0,111 a A	0,063 a B	*	
2,50 t/da	0,092 a	0,119 a A	0,064 a B	**	
3,75 t/da	0,096 a	0,125 a A	0,068 a B	**	

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** P≤ 0,01 düzeyinde çok önemli ilişki; * P≤ 0,05 düzeyinde önemli ilişki

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu kil bünyeli 3 nolu denemeden elde edilen 1. ve 2. yıl mısır tanelerindeki ağır metal / topraktaki toplam ağır metal oranı (transfer faktörü) üzerine olan etkileri Tablo 10.193'de verilmiştir.

Tablo 10.193 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü)
(Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

Tane Cu Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Cu / Hasatta topraktaki toplam Cu)

4. Deneme 1.yıl (*Tukey:öd*)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,057	0,055	0,050	0,082	0,046
2	0,057	0,062	0,063	0,059	0,069
3	0,074	0,077	0,080	0,045	0,060
4	0,067	0,093	0,060	0,065	0,054
\bar{x}	0,064 a ¹	0,072 a	0,063 a	0,063 a	0,057 a
σ	0,008	0,017	0,013	0,016	0,010

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.193 (devam) : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü)
(Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

4. Deneme 2.yıl (*Tukey:öd*)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,112	0,120	0,117	0,131	0,108
2	0,125	0,140	0,149	0,115	0,119
3	0,140	0,151	0,137	0,110	0,117
4	0,148	0,185	0,168	0,146	0,167
\bar{x}	0,131 a ¹	0,149 a	0,143 a	0,125 a	0,128 a
σ	0,014	0,023	0,019	0,014	0,023

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,01$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl		
Kontrol	0,098 a ¹	0,064 a B ²	0,131 a A		**
Gübreli kontrol	0,110 a	0,072 a B	0,149 a A		**
1,25 t/da	0,103 a	0,063 a B	0,0143 a A		**
2,50 t/da	0,094 a	0,063 a B	0,125 a A		**
3,75 t/da	0,093 a	0,057 a B	0,128 a A		**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki

Tane Zn Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Zn / Hasatta topraktaki toplam Zn)

4. Deneme 1.yıl (Tukey:**)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,731	0,711	0,385	0,612	0,283
2	0,778	0,853	0,692	0,448	0,374
3	0,682	0,533	0,580	0,475	0,442
4	0,626	0,690	0,487	0,424	0,486
\bar{x}	0,704 a ¹	0,697 a	0,536 ab	0,490 ab	0,396 b
σ	0,065	0,131	0,131	0,084	0,089

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

4. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,858	0,889	0,882	0,730	0,593
2	0,757	0,734	0,798	0,708	0,604
3	0,762	0,831	0,751	0,471	0,522
4	0,787	0,842	0,723	0,603	0,888
\bar{x}	0,791 a ¹	0,824 a	0,788 a	0,628 a	0,652 a
σ	0,040	0,056	0,060	0,102	0,140

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.193 (devam) : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

Tukey: $P \leq 0,01$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl	
Kontrol	0,748 ab ¹	0,704 a A ²	0,791 a A	
Gübreli kontrol	0,760 a	0,687 a A	0,824 a A	
1,25 t/da	0,662 abc	0,536 ab B	0,788 a A	**
2,50 t/da	0,559 bc	0,490 ab A	0,628 a A	
3,75 t/da	0,524 c	0,396 b B	0,652 a B	**

**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki

Tane Ni Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Ni / Hasatta topraktaki toplam Ni)

4. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,021	0,015	0,015	0,005	0,014
2	0,026	0,033	0,018	0,017	0,018
3	0,015	0,029	0,019	0,011	0,011
4	0,023	0,034	0,017	0,017	0,023
\bar{x}	0,021 a ¹	0,028 a	0,017 a	0,012 a	0,017 a
σ	0,005	0,009	0,002	0,006	0,005

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

4. Deneme 2.yıl (Tukey:**)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,392	0,406	0,376	0,324	0,298
2	0,321	0,373	0,344	0,364	0,185
3	0,395	0,393	0,390	0,333	0,316
4	0,415	0,383	0,370	0,359	0,374
\bar{x}	0,381 a ¹	0,389 a	0,370 a	0,345 ab	0,293 b
σ	0,036	0,012	0,017	0,017	0,068

** : İstatistiksel olarak $P \leq 0,01$ düzeyde çok önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl	2.yıl	
Kontrol	0,201 ab ¹	0,021 a B ²	0,381 a A	**
Gübreli kontrol	0,208 a	0,028 a B	0,389 a A	**
1,25 t/da	0,194 ab	0,017 a B	0,370 a A	**
2,50 t/da	0,179 ab	0,012 a B	0,345 ab A	**
3,75 t/da	0,155 b	0,017 a B	0,293 b A	**
	*		**	

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki; * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Tablo 10.193 (devam) : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

Tane Cr Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Cr / Hasatta topraktaki toplam Cr)

4. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,043	0,036	0,036	0,036	0,030
2	0,035	0,045	0,049	0,050	0,040
3	0,064	0,083	0,043	0,059	0,049
4	0,099	0,069	0,039	0,060	0,069
\bar{x}	0,060 a ¹	0,058 a	0,042 a	0,051 a	0,047 a
σ	0,028	0,022	0,006	0,011	0,016

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

4. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,035	0,028	0,028	0,023	0,024
2	0,025	0,032	0,037	0,039	0,027
3	0,045	0,037	0,032	0,035	0,027
4	0,052	0,049	0,028	0,034	0,052
\bar{x}	0,039 a ¹	0,036 a	0,031 a	0,033 a	0,033 a
σ	0,010	0,008	0,004	0,006	0,011

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,05$

	Genel	1.yıl		2.yıl	
Kontrol	0,050 a ¹	0,060 a	A ²	0,039 a	A
Gübreli kontrol	0,047 a	0,058 a	A	0,036 a	B
1,25 t/da	0,037 a	0,042 a	A	0,031 a	A
2,50 t/da	0,042 a	0,051 a	A	0,033 a	A
3,75 t/da	0,040 a	0,047 a	A	0,033 a	A

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

* $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli ilişki

Tane Pb Biyo Alınabilirlik (Mısır tanesindeki Pb / Hasatta topraktaki toplam Pb)

4. Deneme 1.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,168	0,196	0,159	0,227	0,265
2	0,186	0,202	0,202	0,180	0,253
3	0,244	0,184	0,244	0,204	0,182
4	0,232	0,310	0,206	0,194	0,214
\bar{x}	0,208 a ¹	0,223 a	0,203 a	0,201 a	0,229 a
σ	0,036	0,059	0,035	0,020	0,038

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.193 (devam) : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemeden Elde Edilen 1. ve 2. Yıl Mısır Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb için)

4. Deneme 2.yıl (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,104	0,118	0,100	0,123	0,132
2	0,113	0,113	0,143	0,122	0,126
3	0,111	0,111	0,136	0,114	0,101
4	0,104	0,138	0,108	0,107	0,112
\bar{x}	0,108 a ¹	0,120 a	0,122 a	0,117 a	0,118 a
σ	0,004	0,011	0,018	0,007	0,012

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tukey: $P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$

	1. ve 2. yıl ort.	1.yıl		2.yıl		
Kontrol	0,158 a ¹	0,208 a	A ²	0,108 a	B	**
Gübreli kontrol	0,172 a	0,223 a	A	0,120 a	B	**
1,25 t/da	0,162 a	0,203 a	A	0,122 a	B	**
2,50 t/da	0,159 a	0,201 a	A	0,117 a	B	**
3,75 t/da	0,173 a	0,229 a	A	0,118 a	B	**

¹Farklı küçük harfler uygulamalar, ²farklı büyük harfler dönemler arasındaki farkı belirtir.

** $P \leq 0,01$ düzeyinde çok önemli ilişki

Kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu deneme ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerden elde edilen 1. ve 2. yıl mısır tanelerinin içerdiği ağır metaller ile topraktaki toplam ağır metallerin oranından bulunan, ağır metallerin biyo alınabilirlikleri (transfer faktörü) artan dozdaki arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre artış göstermemiştir. Öz olarak, topraktaki toplam ağır metal miktarı ile mısır tanesindeki ağır metal (Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb) miktarı arasında arıtma çamuru uygulamalarına bağlı bir ilişki bulunamamıştır. Ayrıca mısır tanesinde Cd bulunmadığı için transfer faktörü de hesaplanamamıştır.

Arıtma Çamuru Uygulamalarının Buğday Tanesindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) Üzerine Etkileri

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli 1 nolu denemeden elde edilen buğday tanelerindeki ağır metal / topraktaki toplam ağır metal oranı (transfer faktörü) üzerine olan etkileri Tablo 10.194'de verilmiştir.

Tablo 10.194 : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemeden Elde Edilen Buğday Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Cd için)

Tane Cu Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Cu / Hasatta topraktaki toplam Cu)

1. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,134	0,090	0,083	0,089	0,096
2	0,106	0,251	0,152	0,121	0,128
3	0,163	0,181	0,158	0,154	0,165
4	0,148	0,209	0,202	0,212	0,155
\bar{x}	0,138 a ¹	0,183 a	0,149 a	0,144 a	0,136 a
σ	0,021	0,059	0,042	0,045	0,027

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tane Zn Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Zn / Hasatta topraktaki toplam Zn)

1. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	1,386	0,942	1,013	0,971	0,792
2	0,866	1,739	1,235	0,938	0,992
3	1,022	0,869	0,969	0,777	0,877
4	0,926	0,945	0,611	0,901	0,786
\bar{x}	1,050 a ¹	1,124 a	0,957 a	0,897 a	0,862 a
σ	0,202	0,357	0,224	0,073	0,083

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri**Tane Ni Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Ni / Hasatta topraktaki toplam Ni)**

1. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,038	0,026	0,023	0,018	0,079
2	0,084	0,129	0,121	0,111	0,098
3	0,067	0,072	0,078	0,077	0,076
4	0,068	0,075	0,066	0,068	0,066
\bar{x}	0,064 a ¹	0,076 a	0,072 a	0,069 a	0,080 a
σ	0,017	0,037	0,035	0,033	0,012

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.194 (devam) : Kumlu Tın Bünyeli 1 Nolu Denemeden Elde Edilen Buğday Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü)
(Cu, Zn, Ni, Cr ve Cd için)

Tane Cr Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Cr / Hasatta topraktaki toplam Cr)

1. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,015	0,012	0,011	0,013	0,013
2	0,014	0,014	0,017	0,011	0,013
3	0,012	0,013	0,015	0,009	0,010
4	0,019	0,017	0,011	0,014	0,012
\bar{x}	0,015 a ¹	0,014 a	0,013 a	0,012 a	0,012 a
σ	0,003	0,002	0,003	0,002	0,001

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir. \bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tane Cd Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Cd / Hasatta topraktaki toplam Cd)

1. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	1,059	0,571	0,519	0,714	0,610
2	0,467	1,385	0,727	0,653	0,786
3	0,800	0,786	0,350	0,522	0,475
4	0,769	0,889	0,678	0,452	0,561
\bar{x}	0,774 a ¹	0,908 a	0,568 a	0,585 a	0,608 a
σ	0,210	0,298	0,148	0,104	0,114

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu tın bünyeli 2 nolu denemeden elde edilen buğday tanelerindeki ağır metal / topraktaki toplam ağır metal oranı (transfer faktörü) üzerine olan etkileri Tablo 10.195’de verilmiştir.

Tablo 10.195 : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemeden Elde Edilen Buğday Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Cd için)

Tane Cu Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Cu / Hasatta topraktaki toplam Cu)

2. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,114	0,104	0,105	0,111	0,109
2	0,124	0,135	0,127	0,140	0,151
3	0,132	0,116	0,140	0,182	0,125
4	0,144	0,136	0,140	0,120	0,115
\bar{x}	0,129 a ¹	0,123 a	0,128 a	0,139 a	0,125 a
σ	0,011	0,015	0,017	0,032	0,018

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.195 (devam) : Kumlu Tın Bünyeli 2 Nolu Denemeden Elde Edilen Buğday Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Cd için)

Tane Zn Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Zn / Hasatta topraktaki toplam Zn)

2. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,808	0,874	0,896	0,851	0,774
2	0,995	0,824	0,943	1,086	1,002
3	1,041	0,929	1,023	0,825	0,889
4	1,075	0,834	0,769	0,906	0,829
\bar{x}	0,980 a ¹	0,865 a	0,908 a	0,917 a	0,874 a
σ	0,103	0,048	0,106	0,117	0,098

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tane Ni Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Ni / Hasatta topraktaki toplam Ni)

2. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,077	0,072	0,067	0,070	0,065
2	0,065	0,070	0,067	0,067	0,071
3	0,077	0,119	0,128	0,129	0,114
4	0,090	0,090	0,087	0,117	0,099
\bar{x}	0,077 a ¹	0,088 a	0,087 a	0,096 a	0,087 a
σ	0,009	0,023	0,029	0,032	0,024

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tane Cr Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Cr / Hasatta topraktaki toplam Cr)

2. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,007	0,007	0,010	0,008	0,006
2	0,009	0,006	0,006	0,009	0,009
3	0,018	0,010	0,008	0,008	0,006
4	0,006	0,011	0,004	0,009	0,011
\bar{x}	0,010 a ¹	0,008 a	0,007 a	0,008 a	0,008 a
σ	0,005	0,002	0,003	0,001	0,002

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tane Cd Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Cd / Hasatta topraktaki toplam Cd)

2. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,657	0,839	1,172	1,226	0,935
2	0,615	0,938	1,143	1,115	1,200
3	0,824	1,333	1,364	1,417	1,360
4	1,061	1,509	0,757	1,037	1,000
\bar{x}	0,789 a ¹	1,155 a	1,109 a	1,199 a	1,124 a
σ	0,175	0,319	0,254	0,165	0,194

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu kil bünyeli 3 nolu denemeden elde edilen buğday tanelerindeki ağır metal / topraktaki toplam ağır metal oranı (transfer faktörü) üzerine olan etkileri Tablo 10.196'da verilmiştir.

Tablo 10.196 : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemeden Elde Edilen Buğday Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü)
(Cu, Zn, Ni, Cr ve Cd için)

Tane Cu Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Cu / Hasatta topraktaki toplam Cu)

3. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,419	0,447	0,447	0,447	0,475
2	0,449	0,517	0,480	0,643	0,499
3	0,491	0,492	0,452	0,479	0,484
4	0,448	0,529	0,536	0,499	0,527
\bar{x}	0,452 a ¹	0,496 a	0,479 a	0,517 a	0,496 a
σ	0,026	0,036	0,041	0,087	0,023

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tane Zn Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Zn / Hasatta topraktaki toplam Zn)

3. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,885	0,868	1,156	0,923	0,938
2	0,998	1,089	1,038	1,445	1,024
3	1,046	0,949	0,905	1,008	0,997
4	0,901	1,064	0,718	0,804	0,874
\bar{x}	0,958 a ¹	0,992 a	0,954 a	1,045 a	0,958 a
σ	0,067	0,103	0,188	0,280	0,067

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tane Ni Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Ni / Hasatta topraktaki toplam Ni)

3. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,187	0,185	0,206	0,201	0,216
2	0,167	0,162	0,086	0,258	0,178
3	0,263	0,225	0,210	0,185	0,217
4	0,223	0,219	0,206	0,213	0,233
\bar{x}	0,210 a ¹	0,198 a	0,177 a	0,214 a	0,211 a
σ	0,037	0,030	0,061	0,031	0,023

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.196 (devam) : Kumlu Kil Bünyeli 3 Nolu Denemeden Elde Edilen Buğday Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Cd için)

Tane Cr Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Cr / Hasatta topraktaki toplam Cr)

3. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,052	0,048	0,061	0,042	0,044
2	0,056	0,063	0,055	0,071	0,049
3	0,054	0,047	0,046	0,039	0,067
4	0,066	0,048	0,047	0,051	0,057
\bar{x}	0,057 a ¹	0,051 a	0,052 a	0,051 a	0,054 a
σ	0,005	0,008	0,007	0,014	0,010

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tane Cd Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Cd / Hasatta topraktaki toplam Cd)

3. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	1,909	2,091	2,111	1,273	1,085
2	1,462	1,796	1,193	1,488	1,333
3	1,362	1,172	1,220	1,333	1,673
4	1,290	1,070	1,231	1,333	1,180
\bar{x}	1,506 a ¹	1,532 a	1,439 a	1,357 a	1,318 a
σ	0,241	0,491	0,448	0,092	0,258

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Arıtma çamuru uygulamalarının kumlu kil bünyeli 4 nolu denemeden elde edilen buğday tanelerindeki ağır metal / topraktaki toplam ağır metal oranı (transfer faktörü) üzerine olan etkileri Tablo 10.197’de verilmiştir.

Tablo 10.197 : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemeden Elde Edilen Buğday Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü)
(Cu, Zn, Ni, Cr ve Cd için)

Tane Cu Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Cu / Hasatta topraktaki toplam Cu)

4. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,478	0,509	0,502	0,482	0,458
2	0,469	0,500	0,512	0,455	0,524
3	0,476	0,501	0,515	0,493	0,490
4	0,463	0,560	0,505	0,541	0,537
\bar{x}	0,472 a ¹	0,517 a	0,509 a	0,493 a	0,502 a
σ	0,006	0,025	0,005	0,031	0,031

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tablo 10.197 (devam) : Kumlu Kil Bünyeli 4 Nolu Denemeden Elde Edilen Buğday Tanelerindeki Ağır Metal / Topraktaki Toplam Ağır Metal Oranı (Transfer Faktörü) (Cu, Zn, Ni, Cr ve Cd için)

Tane Zn Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Zn / Hasatta topraktaki toplam Zn)

4. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	1,019	1,004	1,068	1,018	0,909
2	0,998	0,942	1,100	0,881	1,156
3	0,892	0,788	0,981	0,913	0,917
4	0,936	1,011	0,954	0,975	1,071
\bar{x}	0,961 a ¹	0,936 a	1,026 a	0,947 a	1,013 a
σ	0,050	0,090	0,060	0,054	0,105

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tane Ni Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Ni / Hasatta topraktaki toplam Ni)

4. Deneme (Tukey:*)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,252	0,237	0,263	0,234	0,237
2	0,293	0,268	0,271	0,170	0,265
3	0,226	0,205	0,239	0,169	0,188
4	0,244	0,266	0,235	0,225	0,261
\bar{x}	0,254 a ¹	0,244 ab	0,252 a	0,200 b	0,238 ab
σ	0,024	0,026	0,015	0,030	0,031

*: İstatistiksel olarak $P \leq 0,05$ düzeyde önemli ilişki; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tane Cr Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Cr / Hasatta topraktaki toplam Cr)

4. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,051	0,062	0,055	0,039	0,051
2	0,046	0,051	0,061	0,050	0,049
3	0,053	0,042	0,059	0,056	0,054
4	0,053	0,050	0,060	0,053	0,056
\bar{x}	0,050 a ¹	0,051 a	0,059 a	0,049 a	0,053 a
σ	0,003	0,007	0,002	0,006	0,003

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Tane Cd Biyo Alınabilirlik (Buğday tanesindeki Cd / Hasatta topraktaki toplam Cd)

4. Deneme (Tukey:öd)

Tekrar	Kontrol	Gübreli kontrol	1,25 t/da	2,50 t/da	3,75 t/da
1	0,955	1,333	1,397	1,600	1,412
2	1,862	1,733	1,185	1,576	1,630
3	1,587	1,770	1,860	1,419	1,538
4	2,113	2,480	2,095	1,179	1,887
\bar{x}	1,629 a ¹	1,829 a	1,634 a	1,444 a	1,617 a
σ	0,431	0,413	0,361	0,168	0,174

öd.: İstatistiksel olarak önemli değil; ¹Farklı küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı belirtir.

\bar{x} : Tekrarların ortalaması; σ : Ortalamaların standart sapma değerleri

Kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu deneme ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerden elde edilen, 1. Ürün mısır sonrası ekilerek elde edilen buğday tanelerinin içerdiği ağır metaller ile topraktaki toplam ağır metallerin oranından bulunan, ağır metallerin biyo alınabilirlikleri (transfer faktörü) artan dozdaki arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre artış göstermemiştir. Öz olarak, topraktaki toplam ağır metal miktarı ile buğday tanesindeki ağır metal (Cu, Zn, Ni, Cr ve Cd) miktarı arasında arıtma çamuru uygulamalarına bağlı bir ilişki bulunamamıştır. Ayrıca buğday tanesinde Pb bulunmadığı için transfer faktörü de hesaplanamamıştır.

10.2.10. Sonuçların Değerlendirilmesi ve Öneri

Artan dozda arıtma çamuru uygulamalarına bağlı olarak, denemelerden elde edilen toplam (sap+yaprak+koçan) ve tane mısır verimi kontrole göre istatistiksel olarak artış göstermiştir. Ayrıca, artan dozda arıtma çamuru uygulamaları deneme topraklarının bitki besin maddelerini, organik madde, kireç ve tuz içeriklerini kontrole göre istatistiksel olarak artırmıştır.

Kumlu tın bünyeli 1 nolu denemeden elde edilen mısır sonrası ekilen 2. ürün buğdayın tane verimi üzerine, arıtma çamurunun istatistiksel olarak etkisi olmamıştır. Bu denemede, arıtma çamurunun 2. üründe etkisinin azaldığı ya da kalmadığı söylenebilir.

Kumlu tın bünyeli 2 nolu denemeden elde edilen mısır sonrası ekilen 2. ürün buğdayın en yüksek tane verimi, en yüksek arıtma çamuru uygulamasında elde edilmiştir. Fakat arıtma

çamuru uygulamaları ve kontrolden elde edilen buğday tane verimleri arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunamamıştır.

Kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerde artan dozdaki arıtma çamuru uygulamaları ile buğday tane verimi kontrole göre istatistiksel olarak artış göstermiştir. En yüksek buğday tane verimleri en yüksek dozda arıtma çamuru uygulanan parsellerden elde edilmiştir. Kumlu kil bünyeli denemelerde besin maddelerinin yıkanması çok az ya da tutulmaları güçlü olduğundan 2. Ürün buğdayda arıtma çamuru uygulamalarının etkisi devam etmiştir.

Arıtma çamuru uygulamaları ile 2 ve 4 nolu denemelerin topraklarındaki toplam Zn miktarı; 3 ve 4 nolu denemelerin topraklarındaki toplam Cu miktarı; 4. deneme topraklarında da toplam Cr miktarlarında tanığa göre artışa neden olmuştur. Bu artışlara rağmen toprakların ağır metal içerikleri yönetmelikte belirtilen sınır değerlerin altında belirlenmiştir. Arıtma çamurlarının artan dozlarına bağlı olarak mısır danesindeki Cu miktarı 2. denemenin 2. yılında artış gösterirken, yine 4. denemenin 2.yıl mısır danesindeki Zn miktarı da artış göstermiştir. Bu iki deneme 2 yıl üst üste arıtma çamuru uygulanan denemelerdir. 1. denemenin 1. ve 2. yıl mısır danelerinde Pb miktarında da tanığa göre artış saptanmıştır. Arıtma çamuru uygulamalarının artan dozlarına bağlı olarak, mısırdan sonra yetiştirilen buğdayın Cu içeriği 3. ve 4. denemelerde tanığa göre artış göstermiştir. Yine 4. denemeden elde edilen buğday danesinde Zn miktarının tanığa göre artış gösterdiği belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, her yıl yüksek dozlarda arıtma çamuru uygulamalarının toprak ve bitkilerin ağır metal içeriklerini artırma riski oluşturduğunu göstermektedir. **Bu nedenle, yönetmelikteki koşulları sağlayan arıtma çamurlarının Ege Bölgesi koşullarında mısır üretiminde toprakta kullanımında kuru ağırlık üzerinden 1t/da düzeyi aşılmamalıdır. Benzer öneri pamuk yetiştirilen topraklar için de yapılabilir. Ayrıca, toprağa arıtma çamuru uygulaması her yıl (üst üste) yapılmamalıdır.**

Kumlu tın bünyeli 1 nolu denemeden elde edilen mısır sonrası ekilen 2. ürün buğdayın tane verimi üzerine, arıtma çamurunun istatistiksel olarak etkisi olmamıştır. Bu denemede, arıtma çamurunun 2. üründe etkisinin azaldığı ya da kalmadığı söylenebilir.

Kumlu tın bünyeli 2 nolu denemeden elde edilen mısır sonrası ekilen 2. ürün buğdayın en yüksek tane verimi, en yüksek arıtma çamuru uygulamasında elde edilmiştir. Fakat arıtma çamuru uygulamaları ve kontrolden elde edilen buğday tane verimleri arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunamamıştır.

Kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerde artan dozdaki arıtma çamuru uygulamaları ile buğday tane verimi kontrole göre istatistiksel olarak artış göstermiştir. En yüksek buğday tane verimleri en yüksek dozda arıtma çamuru uygulanan parsellerden elde edilmiştir. Kumlu kil bünyeli denemelerde besin maddelerinin yıkanması çok az ya da tutulmaları güçlü olduğundan 2. ürün buğdayda arıtma çamuru uygulamalarının etkisi devam etmiştir yorumu yapılabilir.

Genel olarak denemelerdeki toprakların alınabilir Cu, Zn, Ni, Cr, Cd ve Pb içerikleri, artan dozda arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre istatistiksel olarak önemli artış göstermiştir. Öz olarak, arıtma çamuru uygulamaları topraktaki alınabilir ağır metallerin miktarını artırmıştır.

Kumlu tın bünyeli 1 ve 2 nolu deneme ile kumlu kil bünyeli 3 ve 4 nolu denemelerden elde edilen, 1. yıl mısır ve 2. yıl mısır tanelerindeki ağır metallerin topraktaki toplam ağır metallere oranından bulunan, ağır metallerin (Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb) biyo alınabilirlikleri (transfer faktörü) artan dozdaki arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre istatistiksel olarak artış göstermemiştir. 1. yıl mısır sonrası 2. ürün olarak yetiştirilen buğday tanelerinin içerdiği ağır metaller (Cu, Zn, Ni, Cr ve Cd) ile topraktaki toplam ağır metallerin oranından bulunan, ağır metallerin biyo alınabilirlikleri (transfer faktörü) artan dozdaki arıtma çamuru uygulamaları ile kontrole göre artış göstermemiştir. Öz olarak, topraktaki toplam ağır metal miktarı ile mısır ve buğday tanelerindeki ağır metal (mısır için Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb-buğday için Cu, Zn, Ni, Cr ve Cd) miktarı arasında arıtma çamuru uygulamalarına bağlı bir ilişki bulunamamıştır. Ayrıca mısır tanesinde Cd, buğday tanesinde de Pb bulunmadığı için transfer faktörleri hesaplanamamıştır.