



Tarım Bilimleri Dergisi

Tar. Bil. Der.

Dergi web sayfası:  
www.agri.ankara.edu.tr/dergi

Journal of Agricultural Sciences

Journal homepage:  
www.agri.ankara.edu.tr/journal

## Arıtma Çamuru Kullanımının Buğdayın Verim, Fiziki Girdi ve Maliyetleri Üzerindeki Etkisi

Kemal YAMAN<sup>a</sup>, Emine OLHAN<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Karabük Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, 78050, Karabük, TÜRKİYE

<sup>b</sup> Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Dışkapı, Ankara, TÜRKİYE

### ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi — Tarımsal Ekonomi

Sorumlu Yazar: Kemal YAMAN, e-posta: kyaman@ankara.edu.tr, Tel: +90(370)433 31 55 / 1436

Geliş tarihi: 01 Mayıs 2010, Düzeltmelerin gelişi: 10 Temmuz 2011, Kabul: 19 Eylül 2011

### ÖZET

Bu çalışmada, arıtma çamuru kullanılarak ve kullanılmadan yapılan buğday üretiminin ekonomik sonuçlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında, çamur kullanımının verim, toplam masraflar, değişken masraflar, brüt gelir, birim maliyetler, kimyasal gübre kullanım miktarı gibi parametreler üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Araştırma verileri Ankara'nın 3 farklı ilçesinden seçilen arıtma çamuru kullanan 39 ve kullanmayan 42 işletmeden anket yoluyla toplanmıştır. Buğday üretiminde çamur kullanımını sonuçlarını analiz etmek için Bağımsız Örneklem t testi kullanılmıştır. Araştırma sonuçları; çamur kullanımının buğday verimini %17.63, brüt kârı %64.90 artırdığını, üretim maliyetini %26.01 azalttığı göstermiştir. Çamur kullanılarak yapılan tarımsal üretimde çamur kullanılmayan parsellere göre net gelir ve kullanılan kimyasal gübre miktarı ( $P < 0.01$ ), dekara verim ve birim maliyetlerdeki ( $P < 0.05$ ) farklılıklar önemli bulunmuştur. Toplam masraf, değişken masraf ve brüt gelir açısından ise önemli bir ilişki bulunmamıştır.

Anahtar sözcükler: Arıtma çamuru; Buğday verimi; Fiziki girdiler; Üretim maliyetleri

## Impact of Sewage Sludge Application on Yield, Physical Input and Costs of Wheat

### ARTICLE INFO

Research Article — Agricultural Economy

Corresponding author: Kemal YAMAN, e-mail: kyaman@ankara.edu.tr, Tel: +90(370)433 31 55 / 1436

Received: 01 May 2010, Received in revised form: 10 July 2011, Accepted: 19 September 2011

### ABSTRACT

The main objective of this research is to determine the economic results of wheat production performed with or without application of sewage sludge. In the scope of this research, the effect of sludge application on parameters such as yield, total costs, variable costs, gross profit, unit costs and physical input usage in wheat production were determined. The bulk data was collected from farms, 39 of them applied sludge and 42 not applied, by questionnaires from 3 different farms of Ankara province. The Independent-Samples t test was used in order to analyze the result of sludge application in wheat production.

The results revealed that the application of sludge increased the wheat yield by 17.63%, the gross profit by 64.90% and reduced the production cost by 26.01%. The differences in the amount of chemical fertilizer used and net income ( $P<0.01$ ), unit costs and yield per decare ( $P<0.05$ ) are significant in production of wheat performed using sludge in comparison with parcels where the sludge is not used. A significant relation in terms of total and variable expenses and gross income was not found out.

Keywords: Physical inputs; Production costs; Sewage sludge; Wheat yield

## 1. Giriş

Arıtma çamurları üretim kaynağına göre kentsel (evsel) ve endüstriyel arıtma çamuru olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Bu çalışmada; Ankara Atıksu Arıtma Tesisinden (AAAT) atılan arıtma çamurunu buğday üretiminde kullanan ve kullanmayan çiftçilerin fiziki girdileri ve üretim maliyetlerinde ne düzeyde farklılık olduğu araştırılmıştır. Arıtma çamuru uygulamasının buğday verimine ve diğer parametrelere olan etkisini araştıran çalışmalar genelde saksı, parsel ya da tarla denemeleri sonucu elde edilen verilerden oluşmakta ve dane verimi, bitki büyümesi, ağır metal içeriklerini araştırmaktadır. Ancak, buğday üretiminde arıtma çamuru kullanan ve kullanmayan çiftçilerin üretim faaliyetleri sonucunda elde ettikleri verim, fiziki girdi ve maliyet değerlerini karşılaştırmalı olarak inceleyen yayımlanmış bir araştırmaya rastlanmamıştır. Göksu et al (2008) arıtma çamuru kullanılarak yapılan buğday üretiminin farklı ekim nöbeti uygulamalarında buğday verimine etkisini ve toksik element kapsamını, Cherif et al (2008) çiftlik gübresi, kimyasal gübre ve arıtma çamuru kompostunun buğday dane verimine etkisini, Kızılkaya (2010) sera ve tarla koşullarında arıtma çamuru kompostunun buğday bitkisinin dane ve sap verimi ile toksik metal kapsamına etkisini, Rato Nunes et al (2008) ise sera koşullarında arıtma çamuru kullanımının buğday üretimine ve toprak özelliklerine kısa dönem etkilerini araştırmışlardır. Bunun yanında arıtma çamuru uygulamasının buğday dışındaki farklı bitkilerde verime ve bitki gelişimine (Gülay 2002; Türkmen 2004; Küçükhemek et al 2005), kuru madde miktarındaki artışına (Arcak et al 2000), çıkış ve fide kalitesine (Türkmen et al 2001) etkisini araştıran çeşitli çalışmalar

bulunmaktadır.

Diğer bazı araştırma sonuçları ise tarımsal kullanımın arıtma çamurunu en ucuz yok etme yöntemi olduğunu (EEA 2005; Jantzen & Woerd 2007), kısa dönemde toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin gelişmesine katkısı olduğunu (Angin & Yağanoğlu 2009), erozyona uğramış bazı toprakların mikro element içeriklerini artırdığını (Yakupoğlu & Özdemir 2007) ve toprağa yarayışlı madde içerdiğini (Akyarlı & Şahin 2005) göstermektedir. Buna karşılık arıtma çamurunun tarımsal amaçlı kullanımının orta ve uzun vadede insan sağlığına zarar verdiğini (Friis et al 1999, Hansen et al 2003; Ayres et al 2007), hava kirliliğine yol açtığını (De Angelis 2001), el ve yüzde kızarmalar, göz ve boğaz yanması, öksürük gibi sağlık sorunlarına neden olduğunu (Lewis et al 2002) ve çamur uygulaması ile doğrudan ilgili olan kişilerde kansere yakalanma riskinin yüksek olduğunu (Thorn & Kerekes 2001; Hansen et al 2003; Ayres et al 2007) ortaya çıkaran çok sayıda bilimsel araştırma mevcuttur. Bu araştırma kapsamında, literatürde pek yer almayan, buğday üretiminde arıtma çamuru kullanan ve kullanmayan çiftçilerin elde ettikleri verim, fiziki girdi ve üretim maliyet değerleri karşılaştırmalı olarak incelenerek ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Türkiye, 2010 yılında yürürlüğe giren “Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik” (AÇKY) ile toprağa uygulanacak çamurda bulunmasına izin verilen ağır metal limitlerini ve diğer bazı sınırlamaları AB standartlarına uyarlamış bulunmaktadır. Buna göre; ham çamurun toprağa doğrudan uygulanması yasaktır. Stabilize çamurun kullanımı ise izne tabidir. Bu çamurun toprağa uygulanabilmesi için içerdiği ağır metal

değerleri kurşun, kadmiyum, krom, bakır, nikel, çinko ve cıva için sırasıyla en fazla 750, 10, 1000, 1000, 300, 2500 ve 10 mg kg<sup>-1</sup> kuru madde olmalıdır (Çizelge 1). Ancak, 2006 yılından itibaren halk sağlığı riski, uygun kullanılmama vb. nedenlerden dolayı AAAT çamurları toprakta kullanılmamaktadır (Demirel 2010).

2005 yılı (Fransa, Macaristan ve Avusturya için 2004 yılı) verilerine göre; bilgi elde edilebilen 20 AB ülkesinde evsel nitelikli 9,044,800 ton çamur üretilmiş olup bunun %42.85'i tarımsal amaçlı (tarımsal üretimde gübre yerine ya da mera arazi ıslahı için) kullanılmıştır. Geri kalanın %10.97'si kompost üretiminde, %14.66'sı araziye doldurularak, %21.02'si yakılarak ve %10.49'u diğer yollarla bertaraf edilmiştir (EUROSTAT 2011).

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırmanın temel materyalini, AAAT'de üretilen arıtma çamurunu kullanan ve kullanmayan tarım işletmeleri ile yapılan anket verileri ve bu konuda yurtiçi ve yurtdışında yapılan bilimsel araştırma ve inceleme sonuçları oluşturmaktadır. İncelenen tarım işletmelerinin seçiminde AAAT'den 2004-2005 üretim döneminde arıtma çamuru talep eden Gökler (Ayaş), Tekkeköy ve Anayurt (Sincan), Türkobası (Polatlı) köyleri esas alınmıştır. Bu amaçla, arıtma çamuru kullanan ve kullanmayan çiftçiler için iki ayrı anket formu hazırlanmıştır. Anketler işletme sahipleri ile yüz yüze görüşme yöntemi ile yapılmıştır. İncelenen işletmeler buğday tarımında 1998-2005 yılları arasında ilgili yasaların izin verdiği aralıklarla arıtma çamuru kullanmış bulunmaktadırlar. Bu çamurun stabilizasyonu mezofilik anaerobik çürütme yöntemiyle yapılmakta olup USEPA'ya (United States Environmnet Protection Agency) göre "B" sınıfı, Avrupa Birliği Taslak Yönetmeliğine göre "Geleneksel Standart" sınıfındadır (Bilgin et al 2002).

Arıtma çamuru kullanan işletmelerin seçiminde çamur kullanan işletmeler için tam sayım yapılmış ve 39 adet işletmeye anket uygulanmıştır. Çamur kullanmayan işletmelerin

belirlenmesinde ana kitle olarak bu dört köye ait Tarım İlçe Müdürlüklerinin 2005 yılı ÇKS (Çiftçi Kayıt Sistemi) verileri esas alınmıştır. Bunların içinden 2005 yılında çamur kullanan işletmeler çıkarılarak çamur kullanmayan işletmeleri oluşturan ana kitle (629 işletme) elde edilmiştir. Bu popülasyondan işletme arazi genişliğine göre, %10 hata oranı ile basit tesadüfî örnekleme yöntemi kullanılarak 42 adet anket uygulanacak örnek işletme belirlenmiştir (Güneş & Arıkan 1998). Bu çalışmada, gayri safi ürün değeri (GSÜD) hesaplanırken araştırma konusunun niteliği gereği bitki ve hayvan sermayesindeki kıymet artışı ihmal edilmiş olup aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır;

$$GSÜD = (Q1 \times P1) + (Q2 \times P2) \quad (1)$$

Bu eşitlikte;  $Q1$ , ana ürün miktarı;  $P1$ , ana ürün fiyatı;  $Q2$ , yan ürün miktarı;  $P2$ , yan ürün fiyatını temsil etmektedir. Brüt kâr ise  $GSÜD$ 'den değişen masrafların, net kâr ise brüt kârdan sabit masrafların çıkarılması ile hesaplanmıştır (Erkuş et al 1995; Kıral et al 1999).

Elde edilen veriler çamur kullanan ve kullanmayan işletmelerin buğday üretimleri açısından; ortalama verimleri, ortalama değişen ve üretim masrafları, gayri safi üretim değerleri, brüt gelir düzeylerindeki farklılıklar istatistiksel paket program kullanılarak test edilmiştir. Bu uygulamada, bağımsız iki grubun karşılaştırılmasında kullanılan student-t test tekniğinden yararlanılmıştır. Bu amaçla aşağıdaki hipotez test edilmiştir:

H0:  $\mu1 = \mu2$  (İki grubun verim, maliyet, gelir, kâr ve girdi kullanımı arasında fark yoktur),

H1:  $\mu1 \neq \mu2$  (İki grubun verim, maliyet, gelir, kâr ve girdi kullanımı arasında fark vardır).

Ham çamurun tarım arazisine uygulanması yasak olduğundan, araştırma alanındaki tarımsal işletmeler anaerobik çürütme yöntemiyle arıtılan çamurları kullanmışlardır. Gökhan (2010)'a göre; AAAT çamurunun 2005 yılı analiz sonuçları, ağır metal içeriği açısından araştırma döneminde yürürlükte olan Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (TKKY) limitlerinin altında olduğunu göstermektedir (Çizelge 1).

**Çizelge 1-AAAT arıtma çamuru ağır metal içerikleri ve yasal limitler***Table 1-The heavy metal concentrations of AAAT sewage sludge and legal limits*

Ağır Metal	2005 Ölçümleri, mg kg <sup>-1</sup> KM <sup>a</sup>	TKKY 2005	EACK 2010 <sup>b</sup>
Kadmiyum	6.9	40	10
Krom	232.8	1200	1000
Bakır	113.4	1750	1000
Cıva	2.4	25	10
Nikel	61.6	400	300
Kurşun	113.2	1200	750

<sup>a</sup> Kaynak : Demirel (2010)<sup>b</sup> Kaynak : RG (2010)**3. Bulgular ve Tartışma**

Bu bölümde, bu araştırma sonuçlarına benzer bir çalışma bulunmadığı için sadece deneme tarla ve parsellerinde, sera ya da saksılarda yapılan arıtma çamuru uygulamalarının buğday verimine olan etkilerini inceleyen araştırma sonuçları ile karşılaştırma yapılmıştır.

**3.1. Çamur kullanılmayan parsellerdeki fiziki girdi kullanımı, maliyetler ve kâr analizi**

Araştırma alanında çamur kullanılmayan parsellere ilişkin fiziki buğday üretim girdileri, maliyetler ve kârlılık değerleri incelenmiştir. Buğday üretiminde toprak 3 ya da 4 defa işlenmekte ve sonrasında mibzerle ekim yapılmaktadır. İlk sürümde pulluk, 2. ve 3. sürümde kazayağı 4. sürümde ise kazayağı ya da diskaro kullanılmaktadır. Ekim ve dikim mibzerle, gübreleme ise gübre dağıtım makinesi ile yapılmaktadır. Elle gübreleme yapan işletme bulunmamaktadır. İlk gübrelemede ekim-dikimle birlikte taban gübresi olarak genellikle DAP, sulu tarım yapılan alanlarda sulamada motopomp kullanılmakta, ilaçlama pülverizatörle, hasat işlemi tamamen biçerdöverle yapılmaktadır. Ürün taşımada genellikle traktör, nadiren kamyon kullanılmaktadır. Çamur kullanılmayan parsellerdeki buğday verimliliği 295 kg'dır. Ankara ili Akyurt ilçesinde yapılan bir araştırmada ise buğday verimi 295 kg olarak belirlenmiştir (Gündoğmuş 1996). Ankara Tarım İl Müdürlüğü 2004 yılı verilerine göre Ayaş'da buğday verimi dekara 240 kg, Polatlı'da 225 kg, Sincan'da ise 365 kg olmuştur (ATİM 2006).

Buğday üretim faaliyetinde toprak hazırlığı

için 0.75 saat işgücü ve 0.66 saat çeki gücü faktörünün olduğu saptanmıştır. Dekar başına toplam işgücü talebi ise 1.82 saattir. Gündoğmuş (1996) Ankara ili Akyurt ilçesinde yaptığı araştırmada, buğday tarımında dekara işgücü talebini 1.52, çeki gücü talebi 1.23 saat olarak hesaplanmıştır. Dekara kullanılan tohum miktarı 21.53 kg'dır. Kullanılan gübre bitki besin maddesi (BBM) cinsinden 17.5 kg azot ve 3.94 kg fosfat olmak üzere toplam 21.44 kg'dır. Buğday satışından çiftçinin eline geçen fiyat 0.312 TL kg<sup>-1</sup>'dir. Çamur uygulanmayan parsellerde dekara GSÜD 100.90 TL, brüt kâr 38.40 TL, net kâr 11.59 TL'dir. Buğday üretim maliyeti ise 0.273 TL da<sup>-1</sup> bulunmuştur. Buğday tarımında dekara düşen değişen masrafları 62.49 TL, sabit masrafları ise 26.81 TL olmuştur. Toplam üretim masraflarının %69.98'i değişen masraflar, %30.02'si ise sabit masraftır (Çizelge 2).

**3.2. Çamur kullanılan parsellerdeki fiziki girdi kullanımı ve maliyetler ve kâr analizi**

Çamur kullanan işletmeler de toprak hazırlığı için dört sürüm yapmaktadırlar ve kullanılan alet ve makineler çamur kullanmayan işletmelerle aynıdır. Araştırma alanındaki çamur kullanan işletmelere ilişkin fiziki buğday üretim girdileri, maliyetler ve kârlılık değerleri incelenmiştir. Buna göre; çamur kullanılarak yapılan buğday üretim faaliyetinde toprak hazırlığı için 0.78 saat işgücü ve 0.66 saat çeki gücü faktörünün olduğu saptanmıştır. Çamur kullanmayan işletmelerle karşılaştırıldığında çeki gücü faktörünün aynı, işgücü faktörünün ise %4 daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bu durumda çamur kullanımının az da olsa işgücü talebini artırdığı söylenebilir.

**Çizelge 2-Buğday üretiminde arıtma çamur kullanmayan işletmelerin fiziki girdileri ve maliyetleri (da)**  
*Table 2-Physical inputs and costs of wheat production without sludge application in the farms(da)*

Üretim işlemleri	Kullanılan işgücü				Kullanılan çeki gücü	Kullanılan materyal	Toplam masraf tutarı		
	Çeki gücü		İşgücü				Cinsi	kg adet <sup>1</sup>	Tutar
<b>I.TOPRAK HAZIRLIĞI</b>	Saat	Tutar	Saat	Tutar					
a.Birinci sürüm	0.22	-- <sup>1</sup>	0.21	7.51	Pulluk				7.51
b.İkinci sürüm	0.12	--	0.12	4.25	Kazayağı				4.25
c.Üçüncü sürüm	0.12	--	0.12	4.04	Kazayağı				4.04
d.Dördüncü sürüm	0.11	--	0.09	3.20	Diskaro				3.20
e.Ekim veya Dikim	0.18	0.48	0.12	1.55	Mibzer	Tohum	21.53	9.15	11.18
<b>TOPLAM</b>	<b>0.75</b>	<b>0.48</b>	<b>0.66</b>	<b>20.55</b>					
<b>II.BAKIM</b>									
a.Gübreleme	0.17	0.43	0.11	1.39	Gübre dağ.mak.	N	17.50	9.10	10.92
b.Yeşil gübreleme	0.01	0.01	0.01	0.18		K	0.00	0.00	0.19
c.Ara sürüm						P	3.94	1.69	1.69
d.Sulama	0.35	1.11	0.35		Motopomp	Mazot	0.88	1.75	2.86
e.İlaçlama	0.09	0.24	0.08	0.98	Pülverizatör	T.ilaç (EM)	0.16	0.91	2.13
<b>TOPLAM</b>	<b>0.62</b>	<b>1.79</b>	<b>0.55</b>	<b>2.55</b>					
<b>III.HASAT-HARMAN</b>									
a.Hasat (biçme)	0.2	0.46	0.1	5.97	Biçerdöver				6.43
b.Harmana	0.25	0.78	0.17	2.15	Traktör-				2.93
+Pazara Taşıma					Kamyon				
c.Döner Sermaye Faizi									5.16
<b>A-DEĞİŞEN MASRAFLAR TOP.</b>									62.49
<b>B-SABİT MASRAFLAR TOPLAMI</b>									26.81
<b>C-ÜRETİM MASRAFLARI TOPLAMI(A+B)</b>									89.31
<b>SAMAN GELİRİ</b>									8.86
<b>BUĞDAY ÜRETİMİ (kg )</b>									295.00
<b>BUĞDAY SATIŞ FİYATI (kg)</b>									0.312
<b>BİRİM ÜRÜN MALİYETİ( kg)</b>									0.273
<b>GSÜD</b>									100.90
<b>Brüt Kâr</b>									38.40
<b>Net Kâr</b>									11.59

<sup>1</sup> Kiralık traktör ücreti esas alındığından, işgücü bedeli çeki gücü ücreti içinde yer almaktadır

Dekara kullanılan tohum miktarı 22.25 kg'dır. Kullanılan gübre BBM cinsinden 4.77 kg azot ve 3.03 kg fosfat olmak üzere toplam 7.8 kg'dır. Çamur kullanılmayan parsellere 17.5 kg azot ve 3.94 kg fosfat kullanıldığına göre kimyasal gübre kaynaklı olmak üzere %72 daha az azot ve %23 daha az fosfat kullanılmıştır. Özçelik et al (1999) ise sözleşmeli olarak makarnalık buğday üreten işletmelerde ortalama olarak 7.34 kg da<sup>-1</sup> azot ve 9.52 kg da<sup>-1</sup> fosfat olmak üzere toplam 16.86 kg da<sup>-1</sup> BBM kullanıldığını bulmuşlardır. 1996 yılı dünya ortalaması toplam 11,6 kg da<sup>-1</sup> 'dır (FAO 2005). Buna göre incelenen işletmelerde BBM cinsinden gübre kullanımı dünya ortalamasından 5.26 kg daha fazladır. Tarım ilacı olarak

kullanılan herbisit miktarı dekara 0.17 kg da<sup>-1</sup>'dir. İlaç miktarı çamur kullanılmayan parsellerde 0.16 kg da<sup>-1</sup> olduğundan çamur kullanılan ve kullanılmayan işletmeler arasında önemli bir fark yoktur ( $P>0.05$ ). Özçelik et al (1999) ise yaptıkları araştırmada farklı işletme grupları için kullanılan herbisit miktarını 119 ve 157 gr da<sup>-1</sup> olarak bulmuşlardır. Dekara toplam işgücü talebi 2.15 saat olmuştur.

Çamur uygulama miktarı kuru madde cinsinden ortalama 720 kg da<sup>-1</sup>, çamur kullanılan parsellerdeki buğday verimliliği ise 347 kg da<sup>-1</sup>'dir. Çamur kullanılmayan parsellerdeki dekara verim 295 kg olduğuna göre, çamur kullanımının buğday üretiminde ortalama olarak %17.63

oranında verim artışı sağladığı söylenebilir. Rato Nunes et al (2008) ise Portekiz ve İspanya'da sera şartlarında 12 ton  $da^{-1}$  çamur uygulamasında buğday dane veriminde %32-36 arasında azalma tespit etmiştir. Göksu et al (2008) Konya ilinde patates+buğday ekim nöbeti uygulayarak yaptıkları araştırmada, ilk uygulama yılı için 3 ton  $da^{-1}$  çamur kullanılan denemelerde buğday verimi 301.1 kg  $da^{-1}$ , çamur kullanılmayan parselde 182.1 kg  $da^{-1}$ , sadece kimyasal gübre kullanılan parselde ise 145.6 kg  $da^{-1}$ , Kızılkaya (2010) ise farklı oranlardaki arıtma çamuru kompostu uygulamalarında 322.50 - 626.83 kg  $da^{-1}$  arasında değişen miktarlarda buğday verimi elde etmiştir. Araştırmaların verim değerlerindeki farklılık araştırma tekniğinde ve toprak özelliklerindeki farklılıklardan kaynaklanması mümkündür. Çamur kullanılarak yapılan buğday tarımında dekara düşen değişen masrafları 56.11 TL, sabit masrafları ise 24.90 TL olmuştur. Toplam üretim masraflarının %69.26'ı değişen masraflar, %30.74'ü ise sabit masraftır. Değişen masrafların %54.72'si toprak hazırlığı, %19.06'si bakım, %17.97'si hasat-harman ve %8.26'sı döner sermaye faizidir (Çizelge 3).

Araştırma verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda; çamur kullanılan ve kullanılmayan parsellerdeki verim, toplam işgücü faktörü, GSÜD ( $P<0.05$ ), kullanılan gübre miktarı ve buğday üretim maliyetindeki ( $P<0.01$ ) farklılıklar anlamlı bulunmuştur. Brüt kâr, net kâr, değişen ve sabit masraflar açısından istatistiksel düzeyde önemli bir ilişki bulunmamıştır ( $P>0.10$ ). Brüt ve net kâr artış oranlarının sırasıyla %69.01 ve %245.13 gibi yüksek çıkması ve buna rağmen anlamlı ilişki bulunamaması, bu değerlerin başabaş noktasına çok yakın olması ile açıklanabilir. Gübre kullanımındaki ( $P<0.01$ ) farklılık arıtma çamuru kullanan çiftçilerin kimyasal gübre kullanımında önemli bir tasarruf sağladıklarını göstermektedir. Gayri Safi Üretim Değerindeki farklılık da çiftçilerin kimyasal gübre kullanımı yerine bedelsiz olarak dağıtılan arıtma çamurunun kullanımından kaynaklanmaktadır. Buna karşılık çamur kullanılan parsellerde çamurun tarlaya dağıtılması işgücü talebinde %5

düzeyinde anlamlı bir artışa yol açmıştır (Çizelge 4).

### 3.3. Arıtma çamuru kullanılarak ve kullanılmadan yapılan buğday üretiminin ekonomik analizi

Aritma çamurunun buğday üretiminde kullanılması sonucunda; verim, toplam işgücü faktörü, GSÜD, brüt kâr ve net kârda sırasıyla yüzde 17.63, 19.44, 19.93, 69.01, 245.13 artış sağlanmıştır. Kullanılan gübre, üretim maliyeti, değişken ve toplam masraflarda sırasıyla yüzde 63.62, 26.01, 10.21 ve 10.28 oranında azalış gerçekleşmiştir (Çizelge 4). Bu durumda; verim artışı kazancı 16.48 TL  $da^{-1}$  (verim artışı 52 kg  $\times$  birim fiyat 0.317 TL  $kg^{-1}$ =16.48) kimyasal gübre kullanımından sağlanan kazanç 7.95 TL  $da^{-1}$ , çamurun tarlaya dağıtılmasının çiftçilere yüklediği ek masraf ise 4.25 TL  $da^{-1}$ , toplamda çamurun ikame değeri dekara 20.18 TL olmuştur (Çizelge 5). Vakalis et al (2005) ise 750 kg  $da^{-1}$  çamur uygulayarak buğday üretimi yaptığı deneme parselinde 4.6 ABD doları net kazanç bulmuşlardır. Buna karşılık arıtma çamurunun tarımsal amaçlı kullanımı sonucunda toprağa, çevreye, insan ve hayvan sağlığına verdiği zararın ekonomik boyutunu özellikle orta ve uzun vadede ölçmek çok zordur.

Araştırma verilerine göre kısa vadede arıtma çamuru kullanımının ikame değeri 20.18 TL  $da^{-1}$  bulunmuştur. Ancak bazı araştırma sonuçlarının orta ve uzun vadede sadece toprak kalitesindeki azalmaya neden olduğunu göstermiş olması, bu kazancın daha ihtiyatlı yorumlanmasını gerektirmektedir. Ayrıca, çamur kullanımından kaynaklanan ürün verimindeki azalmalar da göz önüne alınmalıdır. Işık (2003)'ün bildirdiğine göre; arıtma çamurunun ilk uygulamasında verim artışı sağlanmasına rağmen sonraki yıllarda özellikle organik maddelerin parçalanması ile serbest hale gelen bazı toksik elementlerin bitki ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olabilmektedir. Sonuçta, bir ekim döneminde elde edilecek ekonomik faydadan vazgeçip uzun dönemde çamur kullanımının toplumsal maliyeti göz önüne alınarak en azından bitkisel üretimde çamur kullanımının tamamen yasaklanması gerekir. Arıtma çamuru kullanımının kimyasal

**Çizelge 3-Buğday üretiminde çamur kullanan işletmelerin fiziki girdileri ve maliyetleri (da)**  
*Table 3-Physical inputs and costs of wheat production with sludge application in the farms (da)*

Üretim işlemleri	Kullanılan işgücü				Kullanılan ekipmanlar	Kullanılan materyal	Toplam masraf tutarı		
	Çeki gücü		Çeki gücü				Cinsi	kg adet <sup>1</sup>	Tutar
	Saat	Tutar	Saat	Tutar					
<b>I.TOPRAK</b>									
<b>HAZIRLIĞI</b>									
a.Birinci sürüm	0.21	-- <sup>1</sup>	0.21	7.51	Pulluk				7.51
b.İkinci sürüm	0.13	--	0.12	4.25	Kazayağı				4.25
c.Üçüncü sürüm	0.13	--	0.12	4.04	Kazayağı				4.04
d.Dördüncü sürüm	0.12	--	0.09	3.20	Diskaro				3.20
e.Ekim veya Dikim	0.19	0.62	0.12	1.55	Mibzer	Tohum	22.25	9.53	11.70
<b>TOPLAM</b>	<b>0.78</b>	<b>0.62</b>	<b>0.66</b>	<b>20.55</b>					<b>30.7</b>
<b>II.BAKIM</b>									
a.Gübreleme	0.08	0.21	0.05	0.64	Gübre dağ.mak.	N	4.77	2.48	3.33
b.Yeşil gübreleme	0.10	0.38	0.08	0.17		K	0.00		0.54
c.Ara sürüm						P	3.03	1.30	1.30
d.Sulama	0.63	2.01	0.63		Motopomp	Mazot	1.59	3.17	3.40
e.İlaçlama	0.09	0.23	0.07	0.92	Pülverizatör	T.İlaç (EM)	0.17	0.97	2.12
<b>TOPLAM</b>	<b>0.90</b>	<b>2.83</b>	<b>0.83</b>	<b>1.73</b>			<b>4.77</b>	<b>2.48</b>	<b>3.33</b>
<b>III.HASAT-HARMAN</b>									
a.Hasat(biçme)	0.16	0.42	0.09	6.69	Biçerdöver				7.10
b.Harmana					Traktör-				2.98
+Pazara Taşıma	0.31	1.00	0.16	1.99	Kamyon				4.63
c.Döner Sermaye Faizi									4.63
<b>A-DEĞİŞEN MASRAFLAR TOP.</b>									<b>56.11</b>
a.Genel idare gideri (A x %3)									1.73
b.Arazi kirası									23.17
<b>B-SABİT MASRAFLAR TOPLAMI</b>									<b>24.90</b>
<b>C-ÜRETİM MASRAFLARI TOPLAMI(A+B)</b>									<b>81.01</b>
<b>SAMAN GELİRİ</b>								10.93	
<b>BUĞDAY ÜRETİMİ (kg)</b>									<b>347.25</b>
<b>BUĞDAY SATIŞ FİYATI ( kg)</b>									<b>0.317</b>
<b>BİRİM ÜRÜN MALİYETİ( kg)</b>									<b>0.202</b>
<b>GSÜD</b>									<b>121.01</b>
<b>Brüt kâr</b>									<b>64.90</b>
<b>Net kâr</b>									<b>40.00</b>

<sup>1</sup> Kiralık traktör ücreti esas alındığından, işgücü bedeli çeki gücü ücreti içinde yer almaktadır

**Çizelge 4-Buğday üretiminde bazı fiziki girdi ve maliyetlerin arıtma çamuru kullanımına göre karşılaştırması (da)**

*Table4-Comparison of some physical inputs and costs based on sludge usage in wheat production (da)*

Faktörler	Çamur kullanılmayan parseller	Çamur kullanılan parseller	Artış/Azalış, %	P Değeri
Kullanılan Çamur, kg Kuru adde	---	720		
Verim, kg	295	347	17.63	0.031
Kullanılan tohum, kg	21.53	22.25	3.34	0.470
Kullanılan gübre, kg	21.44	7.80	-63.62	<0.001
Tarım ilacı-herbisit, kg	0.16	0.17	6.25	0.067
Toplam işgücü faktörü, saat	1.8	2.15	19.44	0.037
Üretim Maliyeti, TL kg <sup>-1</sup>	0.273	0.202	-26.01	0.070
GSÜD, TL	100.90	121.01	19.93	0.003
Brüt Kâr, TL	38.40	64.90	69.01	0.174
Net Kâr, TL	11.59	40.00	245.13	0.210
Değişen Masraflar, TL	62.49	56.11	-10.21	0.755
Toplam Masraflar, TL	89.30	80.12	-10.28	0.665

**Çizelge 5-Buğday üretiminde arıtma çamuru kullanımının ikame değeri hesabı (da)**

Table 5-The replacement value of sludge application in wheat production (da)

Parametreler	Kazançlar		Kayıplar		İkame Değeri	
	Miktar, kg	Değer, TL	Miktar, kg	Değer, TL	Miktar, kg	Değer, TL
Verim artışı	52	16.48			52	16.48
	13.73	7.95			13.73	7.95
Çamur uygulama maliyeti <sup>1</sup>				-4.25		-4.25
Çamur İkame Değeri						20.18

<sup>1</sup> Buğday üretim faaliyetindeki 2. sürüm maliyeti esas alınmıştır

gübre kullanımını azaltması ve kısa dönemde verim artışı sağlamış olması olumlu bir etki olarak görülsede, uzun dönemde toprak ve ürün kalitesinde azalmaya yol açması, toprakta ve üründe ağır metal birikimini artırması nedeni ile toplam maliyeti yüksek olacaktır.

**4. Sonuçlar**

Araştırma sonuçları, buğday üretiminde arıtma çamuru uygulamasının gübre kullanımının, ürün maliyeti, verim, işgücü faktörü. GSÜD ve birim

maliyetlerde anlamlı bir farklılık oluşturduğunu göstermektedir. Buna karşılık; brüt kâr, net kâr, değişen ve toplam masraflarda anlamlı bir farklılığın olmadığı anlaşılmıştır. Bu nedenle, arıtma çamurlarının bitkisel üretimde kullanılması yerine araziye depolanması, paket çim üretiminde kullanılması gibi alternatif bertaraf yöntemlerinin benimsenmesi sürdürülebilir çevre koruma politikalarının bir gereğidir.

**Kısaltmalar**

AAAT	Ankara Atıksu Arıtma Tesisi
AÇKY	Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik
BBM	Bitki Besin Maddesi
ÇKS	Çiftçi Kayıt Sistemi
GSÜD	Gayri Safi Ürün Değeri
TKKY	Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği
Q1, Q2, P1, P2	Değişkenler
USEPA	United States Environment Protection Agency

**Kaynaklar**

- Akyarlı A & Şahin H (2005). Arıtma çamurunun bertarafında kireç kullanımı. I.Ulusal Arıtma Çamurları Sempozyumu Bildiriler, 191-200. 23-25 Mart 2005, İzmir
- Angın İ & Yağanoğlu A V (2009). Arıtma çamurlarının fiziksel ve kimyasal toprak düzenleyicisi olarak kullanımı. *Ekoloji* 73: 39-47
- ATİM (2006) Ankara Tarım Master Planı. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı Ankara Tarım İl Müdürlüğü. 192, Ankara
- Arcak S, Türkmen C, Karaca A & Erdoğan E (2000). A study on potential agricultural use of sewage sludge of Ankara waste water treatment plant. In:

- Proceedings of the International Symposium on Desertification, 416-421, 13-17 June, Konya
- Ayres J G, Dick S & Semple S (2007). Human health and the environmental impacts of using sewage sludge on forestry and for restoration of Derelict Land, Final Report Project: UKLQ09. SNIFFE, 88 p, Scotland
- Bilgin N, Eyüpoğlu H & Üstün H (2002). Biyokatıların (Arıtma Çamurlarının) arazide kullanımı. Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü, 75
- Ankara.Cherif H, Ayari F, Ouzari H, Marzorati M, Lorenzo B, Jedidi N, Hassen A & Daffonchio D (2008). Effects of municipal solid waste compost, farmyard manure and chemical fertilizers on wheat growth, soil composition and soil bacterial



- characteristics under Tunisian arid climate. *European Journal of Soil Biology* **45** (2): 138-145
- De Angelis A (2001). Issues and problems related to sewage sludge application in agriculture and forest land, EC Agricultural Directorate General, Brussels
- Demirel G (2010). Ankara merkezi atıksu arıtma tesisi ve arıtma çamurları bertarafı. II. Ulusal Arıtma Çamurları Sempozyumu, Bildiriler: 145-153. 04-06 Kasım 2009, İzmir. EC (2001). Disposal and recycling routes for sewage sludge. European Commission DG Environment, Luxemburg
- EEA (2005). European Environment Agency. European Environment Outlook, 59. Copenhagen
- Erkuş A, Bülbül M, Kırıl T, Açıl A F & Demirci R (1995). Tarım Ekonomisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:5, Ankara
- EUROSTAT (2011). European Union statistical database. Available: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>
- FAO (2005). Fertilizer use by crop. FAO Fertilizer and plant nutrition bulletin 17. Available: <http://www.fao.org>
- Friis L, Mikoczay Z, Hagmar L & Edling C (1999). Cancer incidence in a cohort of Swedish sewage workers: extended follow up. *Occupation Environment Medicine* **56**:672-673
- Göksu N, Işık Y, Atçeken T, Ojuz O & Tongarlık Ş (2008). Arıtma çamuru uygulamasının buğdayın verim ve potansiyel toksik element kapsamı üzerine etkileri, Ülkesel Tahıl Sempozyumu, Bildiriler: 552-561, 2-5 Haziran 2008, Konya
- Gülây M (2002). İçmesuyu arıtma tesislerinden çıkan çamur atıklarının değerlendirilmesi, Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Trabzon
- Gündoğmuş E (1996). Ankara ili Akyurt ilçesi tarım işletmelerinde ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* L.) üretiminin fonksiyonel analizi ve üretim maliyetinin hesaplanması. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* **22**: 251-260
- Güneş T & Arıkan R (1998). Tarım Ekonomisi İstatistiği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları: 1049, Ders Kitabı: 260, Ankara
- Hansen E S, Hilden J, Klausen H & Rosdahl N (2003). Wastewater exposure and health-a comparative study of two occupational groups. *Occupation Environment Medicine* **60**:595-598
- Jantzen J & van der Woerd H (2007). Sound Sludge, Project report about disposal and recycling routes for sewage sludge, Available: <http://extranet.groupeirhennvironnement.com>
- Kırıl T, Kasnakoğlu H, Tatlıdil F F, Fidan H & Gündoğmuş E (1999). Tarımsal Ürünler için Maliyet Hesaplama Metodoloji ve Veri Tabanı Rehberi, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayınları:37, 143, Ankara
- Kızılkaya R (2010). Fındık zurufu ve ahır gübresi ile kompostlanmış arıtma çamurunun buğday bitkisinin verim ve toksik metal kapsamına etkisinin belirlenmesi, I.Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi. 1-4 Haziran 2010 - Eskişehir
- Küçükhemek M & Berktaş A (2005). Uzun havalandırmalı aktif çamur prosesinde oluşan çamurların stabilizasyonu ve karakterizasyonu, I. Ulusal Arıtma Çamurları Sempozyumu, Bildiriler: 153-160, İzmir
- Lewis L D, David Gattie D K, Novak M E, Sanchez S & Pumphrey C (2002). Interactions of pathogens and irritant chemicals in land-applied sewage sludges (biosolids). *BMC Public Health* **2**:11, Available: <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1471-2458-2-11.pdf>
- Özçelik A, Turan A & Tanrıvermiş H (1999). Türkiye’de tarımın pazara entegrasyonunda sözleşmeli tarım ve bu modelin sürdürülebilir kaynak kullanımı ile üretici geliri üzerine etkileri, Proje raporu(II): 167, Ankara
- Rato Nunes J, Cabral F & Lo’pez-Pineiro A (2008). Short-term effects on soil properties and wheat production from secondary paper sludge application on two Mediterranean agricultural soils. *Bioresource Technology* **99**: 4935-4942
- RG (2010). “Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik”, TC Resmi Gazete, Sayı: 27661, Tarih: 3 Ağustos 2010.
- Türkmen Ö, Şensoy Ş & Çıkra M (2001). Kentsel arıtma çamurunun hiyarda çıkış ve fide gelişimi üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi* **11**(1): 1-4
- Türkmen C (2004). Kireçli Toprak Sisteminde Kentsel Arıtma Çamurunun Arpa Bitkisinin Gelişiminin Bazı Ağır Metallerin Alımı Üzerine Etkisi. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Ankara
- Thorn J & Kerekes E (2001). Health effects among employees in sewage treatment plants: A literature survey. *American Journal of Industrial Medicine*. **40**:170-179
- Vakalis, P, Tsadilas, C D & Sgouras I (2005). Influence of amelioration of strongly acid soils with

calcareous materials and sewage sludge on wheat yield and economic results. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* **36**: 2677-2686

Yakuboğlu T & Özdemir N (2007). Erozyona uğramış topraklara uygulanan arıtma çamuru ve çay endüstrisi atığının toprakların mikro element içeriklerine etkileri, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* **22**(2):207-213