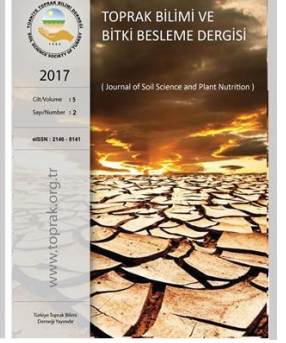




TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Kuru tarımdan sulu tarıma geçiş sonrası toprak özelliklerindeki değişimler: Adıyaman örneği

Ahmet Çelik^{1,*}, Memet İnan¹, Erdal Sakin², Gökhan Büyük¹,
Muzaffer Kırpık¹, Erhan Akça³

¹ Adıyaman Üniversitesi, Kahta Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Adıyaman

² Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa

³ Adıyaman Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Adıyaman

Özet

Toprak kalitesinin tarımsal faaliyetler sürecinde de korunması ve geliştirilmesi sürdürülebilir tarımın temelidir. Adıyaman'da kuru tarımdan sulu tarıma geçiş ile sulanan tarım alanları son yıllarda üç katına yükselmiştir. Sulama sonrası beklenildiği üzere birim alandan verim artışı sağlanmıştır. Ancak toprak kalitesindeki değişimlerle ilgili yeterli araştırma yapılmadığı için sulama sonrası tarımsal etkinliklerin sürdürülebilirliği tartışma konusudur. Bu çalışmada, Adıyaman ilinde kuru ve sulanan tarım alanlardaki toprak özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla, kuru tarımdan sulu tarıma geçiş yapan üç farklı noktadan (Adıyaman Besni/Keysun Ovası, Çamgazi Ovası ve Hasancık) iki farklı derinlikten (0-30 ve 30-60 cm) alınan toprak örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Araştırma alanındaki topraklar genellikle orta kireçli, killi ve killi tın tekstürlü, hafif alkali ve nötr özelliklere sahiptirler. Kuru tarımdan sulu tarıma geçişle beraber organik madde, potasyum, çinko, bakır ve mangan düzeylerinin azalma eğilimi gösterirken, elektriksel iletkenlik, hacim ağırlığı, azot, fosfor ve demir içerikleri artma eğilimi göstermişlerdir. Özellikle, elektriksel iletkenlikteki artış ve organik maddede azalış her ne kadar günümüzde verimi etkilemezse de, uzun dönemli tarımsal yönetim planlarında, Adıyaman'da sürdürülebilir tarım için bu olguların dikkate alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Adıyaman, degradasyon, toprak kalitesi, sürdürülebilir tarım.

Changes in soil properties following shifting from rainfed to irrigated agriculture: The Adıyaman case

Abstract

Conserving and improving soil quality during the cultivation activities are the basics of sustainable agriculture. The irrigated lands in Adıyaman increased threefold following shifting from rain fed agriculture to irrigated agriculture. As expected following irrigation productivity from a unit area increased. However, the sustainability of agricultural activities is a matter of discussion due to lack of sufficient research on soil quality changes after irrigation. In this study, soil properties were investigated at rain fed and irrigated agricultural fields in Adıyaman. For this purpose, some physical and chemical analysis were done at the soil samples taken from two depths (0-30 and 30-60cm) of three different locations (Besni/Keysun Plain, Çamgazi Plain and Hasancık, Adıyaman) shifted from rain fed agriculture to irrigated agriculture. Soils in research areas generally are moderate in lime content, clay to clay loam in texture, slightly alkaline or neutral in soil reaction. Organic matter, potassium, zinc, copper and manganese contents of soils showed a decreasing trend with shifting from rain fed to irrigated agriculture while electrical conductivity, bulk density, nitrogen and phosphorous had an increasing trend. Although, they are not effecting the current production, especially the increase in electrical conductivity and decrease in organic matter content should be taken into consideration in long term planning management for sustainable agriculture in Adıyaman.

Keywords: Adıyaman, degradation, soil quality, sustainable agriculture.

© 2017 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Topraklar, çevre hizmetleri sunan geri kazanımı neredeyse olanaksız olan doğal varlıklardır bu nedenle toprakların kullanımları sonrasında kalite değişimleri doğrudan insan yaşamını etkilemektedir. Tarımsal

* Sorumlu yazar:

Adıyaman Üniversitesi, Kahta Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 02400, Adıyaman

Tel.: 0 (416) 725 81 50

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: ahmetcelik@adiyaman.edu.tr

faaliyetlerde, özellikle sulama sonrasında topraklarda oluşan fiziksel ve kimyasal değişimler toprak kalitesini etkileyerek verimde olumsuzluklara yol açabilmektedir (Podmanicky et al., 2011). 1980'li yılların başında Adıyaman il sınırları içerisinde sadece 16.457 ha'lık alan sulanırken (Anonim, 1984), Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) sonrası 2002 ile 2016 yılları arasında %19.10'luk bir değişimle sulu tarım ivme kazanmıştır (Anonim, 2016). Sulama sonrası verim artışı olmasına karşın bölge topraklarının kalite değişimleri yeterince tanımlanmamıştır çünkü yanlış ve bilinçsiz sulama uygulamaların toprak kalitesinde düşüş ve arazi bozunumuna neden olabileceği bilinen bir gerçektir (Akça et al., 2010; Günel et al., 2015).

Kuru tarımdan sulu tarıma geçiş, toprakların verimliliğinde etkili olan yapı, tekstür, organik madde, tuz, kireç ve gözenekliliğini olumsuz yönde değiştirebilmektedir. Sulama ile artan azotlu gübre kullanımı organik maddenin daha hızlı ayrışarak toprak organik madde içeriğinde azalmalara, toprak agregatlarının zayıflamasına ve sonuçta erozyona yol açmaktadır (Blair and Crocker, 2000).

Adıyaman'da sulama öncesi Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından Adıyaman Çamgazi Ovası Sulama Projesi sahasında yapılan çalışmalarda, topraklarda tuzluluk ve alkalilik sorunları bulunmamaktadır. Toprakların pH değerleri 7.0 ile 8.2 arasında, tuz içerikleri % 0.043 ile 0.110 arasında değişmektedir. Kireç içerikleri ana materyale bağlı olarak genelde düşüktür. Toprakların organik madde içerikleri düşük olup, % 1.04 ile 1.85 arasında değişmektedir. Yararlı mikro element analizlerine göre, profil boyunca yararlı Zn 0.16 ile 0.80 ppm aralığında, yararlı Cu 0.40 ile 2.64 ppm aralığında, yararlı Fe değerleri 2.56 ile 12.80 aralığında ve yararlı Mn ise 0.80 ppm ile 98.00 ppm olarak ölçülmüştür. Saptanan yararlı fosfor içerikleri Ap horizonlarında 6.0 ile 14.0 kg/da arasında değişmektedir (Anonim, 1990). Adıyaman-Besni, Keysun ve Kızılın Ovası Sulama Proje Sahasında tuzluluk ve alkalilik sorunu bulunmamaktadır. pH nötr ve hafif alkali olup, kireç içerikleri genel olarak profil derinliği ile artış göstermektedir (Anonim, 1996). Adıyaman-Kâhta Ovasına ait sulama sahasında tanımlanan 24 toprak serisinde, topraklar genelde kil tekstürlü olduğundan arazi sınıflamasına göre I. sınıf araziler çok azdır. Toprakların tuzluluk ve alkalilik sorunları bulunmamaktadır. pH değerleri tüm profile olmak üzere 7.02 ile 8.19 arasında değişmektedir. Toprakların çözünür tuz içerikleri çok azdır ve en çok % 0.15 değerine ulaşmakta, kireç içerikleri üst toprakta % 1.39 ile % 68.9 arasında, organik madde miktarı ise üst toprakta % 0.69 ile % 2.64 arasında değişmektedir. Fosfor genelde yeterli düzeydedir ve üst toprakta 3.21 kg P₂O₅/da ile 24.5 kg P₂O₅/da arasında değişmektedir (Anonim, 1997). Tazebay ve Saltalı (2011) Adıyaman-Besni'de kuru tarım sonrası, sulu tarım uygulaması yapılan topraklarda yaptıkları çalışmada, sulama sonrası tuzluluk, kireç içeriği, tuz, organik madde ve pH düzeylerinin arttığını, buna karşın, fosfor ve potasyum düzeylerinin azaldığını saptamışlardır.

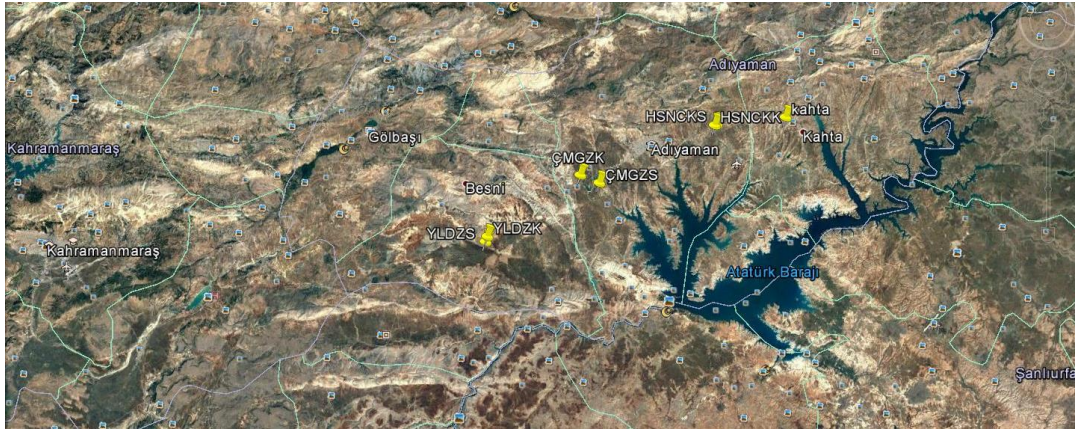
Sulamayla birlikte birim alandan elde edilen ürün verim ve çeşitliliği artmasına rağmen, toprakların sürdürülebilir kullanımıyla ilgili bölgede yeterli düzeyde çalışma yapılmamıştır. Bu nedenle, kuru tarım yapılan ve sulamaya açılan bölgelerden (Besni-Keysun Ovası, Çamgazi Ovası ve Hasancık) alınan toprak örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizler sonucu, karşılaştırmalar yapılarak sulamanın toprak kalitesine etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışma alanı, Adıyaman ili 37° 34' 25" - 37° 47' 02" K enlemleri ile 37° 54' 02" - 38° 25' 05" doğu boylamları arasında yer almakta olup, denizden yüksekliği 583 ile 722.5 m'dir (Şekil 1). Adıyaman iklimi, yazları kurak ve sıcak, kışları ılık ve yağışlı; kuzeyi yazları kurak ve serin, kışları yağışlı ve soğuktur. Çalışma alanının yıllık ortalama sıcaklık düzeyi 17.4°C'dir. Yıllık yağış ortalaması 504.7 mm ve serbest su yüzeyi buharlaşması 1500 mm'nin üzerindedir (Anonim, 2017a; Anonim, 2017b). Örneklem yapılan alanlara ilişkin toprak yapılarına ait saptanan bazı özellikler Çizelge 1'de verilmiştir. İnceleme alanında Besni/Keysun Ovası toprakları kolüviyal etek arazi üzerinde çok sığ topraklardan oluşmuş olup, derine doğru artan 5-10 cm çaplı, köşeli-yarı köşeli taşlar saptanmıştır. Çamgazi Ovasından alınan toprak örnekleri marn ana materyalli AC horizonlu derin topraklar olarak tanımlanmıştır. Hasancık toprakları ise kuzeyde bulunan dağlardan gelen çamur akıntısı üzerinde oluşmuş, yüzeyde çapları 2-3 cm olan ve % 5-10 alan kaplayan yuvarlak taşlılığa sahip derin topraklardan oluşmuştur. Örneklerin alındığı kuru tarım alanlarında ağırlıklı olarak buğday, arpa, nohut ve mercimek tarımı yapılmaktadır. Sulamaya açılan alanlarda ise bu bitkilere ek olarak ağırlıklı olarak pamuk, mısır gibi tarla ürünlerine yer verilmiştir.

Toprak taksonomisine göre (Soil Survey Staff, 2014), çalışma alanının toprak sıcaklık rejimi mesic, toprak nem rejimi xeric olarak sınıflandırılmıştır. Örnek alanında toprak sınıfı morfolojik yaklaşımla Toprak Taksonomisinde Vertic Haploxerept, IUSS Çalışma Grubu WRB (2015) sınıflamasında ise Vertic Cambisol (Fluvisol) ve olarak sınıflandırılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı ve örnek alım noktalarının konumu

Çizelge 1. Çalışma alanı topraklarının kullanım durumları

Örnek kodu	Alındığı bölge		Eğim (%) ve profil derinlik(cm)	Yükseklik (m)	Arazi kullanımı	Drenaj durumu	Taşlılık düzeyi
	Yer	Açıklama					
YLDZK (Keysun-Yoldüzü) (Kuru)	Besni	Keysun-Yoldüzü Bölgesi	%0-2, 60-90	598	Bugday, Baklagiller- Kuru Tarım	İyi Drenaj	Orta Taşlı
YLDZS (Yoldüzü)(Sulu)	Besni	Keysun-Yoldüzü Bölgesi	% 0-2, 90-120	583	Pamuk, Mısır- Sulu Tarım	Orta Drenaj	Hafif Taşlı
ÇMGZK (Çamgazi)(Kuru)	Adiyaman Merkez	Adiyaman- Şanlıurfa karayolu 20. km	% 0-2, 60-90	664	Bugday, Arpa- Kuru Tarım	İyi Drenaj	Orta Taşlı
ÇMGZS (Çamgazi) (Sulu)	Adiyaman Merkez	Adiyaman-Gölbaşı karayolu 18. km	% 2-4, 90-120	655	Pamuk, Mısır- Sulu Tarım	İyi Drenaj	Hafif Taşlı
HSNCKK (Hasancık)(Kuru)	Adiyaman Merkez	Adiyaman-Kahta karayolu 14. km	% 2-4, 60-90	722.5	Tütün- Kuru Tarım	İyi Drenaj	Hafif Taşlı
HSNKS (Hasancık) (Sulu)	Adiyaman Merkez	Adiyaman-Kahta karayolu 16. km	% 0-2, 90-120	709.4	Pamuk-Sulu Tarım	İyi Drenaj	Hafif Taşlı

Yöntem

Toprak örnekleri Besni/Keysun, Çamgazi Ovalarında ve Hasancık'ta yaygın toprak serilerinden (Cambisol, Vertisol, Calcisol) 0-30 ve 30-60 cm derinlikte A ve B horizonlarından alınmıştır. Toprak analizleri ABD Tarım Bakanlığı Doğal Kaynakları Koruma Servisi Toprak Etüdü Laboratuvar ([USDA-NRCS, 1996](#)) yöntemleriyle fiziksel (tekstür, hacim ağırlığı), kimyasal (pH, organik madde, kireç, EC, azot, fosfor, potasyum, çinko, demir, bakır, mangan) analizleri yapılmıştır. Elde edilen veriler SPSS 16.0 paket programında değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Kuru ve Sulu Tarım Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Çalışmada kuru ve sulu tarım alanlarında elde edilen verilerle yapılan t testi analizinden elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Toprak örneklerinden % kum, C:N ve % kireç içeriği istatistiksel anlamda önemsizken, % silt, kil, toprak reaksiyonu, elektriksel iletkenlik, organik madde, organik karbon ve hacim ağırlıkları önemli çıkmıştır. Sulu tarım alanlarında ise % kum, C:N ve % kireç içeriği istatistiksel anlamda önemsiz, diğer parametreler arasındaki farklılıklar ise önemli seviyededir.

Kuru ve sulu tarım yapılan topraklardan alınan örneklerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3'de verilmiştir. Kuru tarım örneklerinin ortalama tekstür dağılımı kum, silt ve kil sırasıyla % 25.10, % 29.07 ve % 45.83 iken, sulu tarımda ise sırasıyla % 23.73, % 27.53 ve % 48.73 olarak belirlenmiştir. Kuru tarım topraklarının tekstürel yapıları killi ve killi tın, sulu koşullardaki topraklar ise killi yapıda saptanmıştır. Toprak reaksiyonları (pH) kuru tarımda ortalama 7.54, sulu tarımda 7.33 olup, [Ülgen ve Yurtsever \(1995\)](#) tarafından kuru koşullarda "hafif alkali", sulu koşullarda "nötr" olarak değerlendirilmiştir. Benzer şekilde daha önce Adiyaman-Kahta Ovasında yapılan çalışmalarda pH değerleri nötr ve hafif alkali düzeyde saptanmıştır ([Anonim, 1997](#)).

Çizelge 2. Toprak örneklerinin t testi ile karşılaştırılması

	Kuru tarım (95% güven aralığı farkı)					Sulu tarım (95% güven aralığı farkı)				
	t	İki yönlü önem düzeyi	Ortalama fark	En düşük	En yüksek	t	İki yönlü önem düzeyi	Ortalama fark	En düşük	En yüksek
Kum %	3.63	0.068 ^{NS}	25.10	-4.60	54.80	3.471	0.07 ^{NS}	23.73	-5.68	53.15
Silt %	6.91	0.020 ^{**}	29.06	10.97	47.15	7.357	0.018 ^{**}	27.53	11.43	43.63
Kil %	15.07	0.004 ^{**}	45.83	32.75	58.91	15.524	0.004 ^{**}	48.73	35.22	62.24
pH	29.70	0.001 ^{**}	7.54	6.44	8.63	46.640	0.000 ^{**}	7.33	6.65	8.00
EC dSm ⁻¹	16.11	0.004 ^{**}	0.61	0.44	0.77	5.312	0.034 ^{**}	1.00	0.19	1.81
OrgMad.%	29.28	0.001 ^{**}	2.89	2.47	3.32	7.806	0.016 ^{**}	2.81	1.26	4.37
Org.Kar	29.22	0.001 ^{**}	1.67	1.43	1.92	7.827	0.016 ^{**}	1.63	0.73	2.52
Kireç %	1.7	0.237 ^{NS}	11.32	-17.83	40.47	1.382	0.301 ^{NS}	4.05	-8.56	16.66
C:N	3.17	0.087 ^{NS}	27.48	-9.81	64.79	4.198	0.052 ^{NS}	16.61	-0.41	33.65
H. A.gr/cm ³	210.50	0.000 ^{**}	1.40	1.37	1.43	51.556	0.000 ^{**}	1.40	1.28	1.52

*p<0.05; **p<0.01, H.A.: Hacim Ağırlığı

Çizelge 3. Kuru-Sulu tarım topraklarının bazı fiziko-kimyasal tanımlayıcı istatistik değerleri

	Kuru tarım					Sulu tarım				
	Min.	Maks.	Ort	Std. Hata	Std. Sapma	Min.	Maks.	Ort	Std. Hata	Std. Sapma
Kum %	13.40	37.30	25.10	6.90	11.95	10.6	33.6	23.73	6.84	11.84
Silt %	22.9	37.1	29.07	4.20	7.28	22.7	34.9	27.53	3.74	6.48
Kil %	39.80	49.50	45.83	3.04	5.26	43.7	54.5	48.73	3.14	5.43
pH	7.05	7.90	7.54	0.25	0.44	7.08	7.62	7.33	0.16	0.27
EC dS m ⁻¹	0.55	0.68	0.61	0.04	0.065	0.70	1.35	1.01	0.19	0.32
Org. Mad %	2.76	3.09	2.89	0.10	0.17	2.11	3.28	2.81	0.36	0.62
Org. Karbon	1.60	1.79	1.68	0.06	0.10	1.22	1.91	1.63	0.21	0.36
Kireç %	0.50	23.80	11.32	6.77	11.73	0.74	9.90	4.05	2.93	5.07
C:N	11	41	27.49	8.67	15.02	12	24	16.62	3.95	6.85
Hac.Ağ.gr/cm ³	1.39	1.41	1.40	0.007	0.012	1.37	1.46	1.41	0.03	0.05

Kuru tarım yapılan toprakların ortalama EC değerleri 0.61 dS m⁻¹ iken, sulu tarım yapılan toprakların ise 1.01 dS m⁻¹ olarak ölçülmüştür (Çizelge 3). Sulu tarım yapılan alanlarda kimyasal gübrelerin yoğun kullanımı nedeniyle toprakta EC değerlerinin yükselmesine neden olduğu düşünülmektedir. Çalışma alanı toprakları [Maas \(1986\)](#)'a göre "tuzsuz" olarak sınıflandırılmıştır. Toprakların çözünür tuz içerikleri çok az düzeydedir. [Seyrek ve ark. \(1999\)](#) ve [Saraçoğlu ve ark. \(2013\)](#) bu çalışma ile benzer sonuçlar saptamışlardır. Besni-Keysun Ovasında sulu tarıma geçişten itibaren sadece pamuk tarımının yapılması tuzluluğu arttırmıştır (1.35 dS m⁻¹). Pamuk tarımının yapıldığı alanlarda mutlaka ekim nöbetinin uygulatılması, uzun vadede toprakların bozunumunu ve tuzluluk seviyesinin artmasını önleyecektir.

Kuru tarım topraklarının ortalama kireç içerikleri % 11.32 iken, sulu alanların ise % 4.05 olarak belirlenmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre, ortalama kireç düzeyleri [Ülgen ve Yurtsever \(1995\)](#) tarafından sulu tarım alanlarında "orta", kuru tarım alanlarında "kireçli" olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Sonuçlar [Anonim \(1997\)](#), [Seyrek ve ark. \(1999\)](#), [Saraçoğlu ve ark. \(2013; 2014\)](#), [Çelik ve ark. \(2015\)](#) ve [Özgör \(2015\)](#)'ün çalışmalarıyla uyum göstermiştir.

Toprakların ortalama organik madde içerikleri kuru tarım uygulamalarında % 2.89, sulu tarım uygulamalarında ise % 2.81 (orta) olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Bölgede yoğun sulu tarıma geçiş sonrası arazi işleme düzeyinin artması, iklimsel olaylara bağlı olarak ayrışma hızının artması, anızın yakılması veya topraktan uzaklaştırılması nedeniyle organik maddenin azaldığı saptanmıştır. Bu nedenle bölgede yeşil gübreleme, hayvan gübresi ve ekim nöbeti gibi organik madde içeriğini artırıcı uygulamaların yapılması toprak kalitesi açısından önemlidir. Organik madde miktarı aynı zamanda tekstüre de bağlı olup ([Plante et al., 2006](#); [Sakin, 2012](#)), kil miktarı arttıkça organik maddenin de arttığı, ancak arazi işleme ile topraklarda olumsuz bir durumun söz konusu olduğu bildirilmektedir ([Kölbl and Kögel-Knaber, 2004](#); [Sakin et al., 2011](#)). Çalışma alanında organik karbon içerikleri incelendiğinde, kuru tarım koşullarında % 1.68, sulu tarım koşullarında ise % 1.63 olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Kuru tarıma göre sulu tarımda organik karbon değerlerinin düşük düzeyde nedenlerinden birisi olarak, bitkisel üretimin az olması sonucu toprağa daha az bitkisel atık maddenin katılması olarak değerlendirilebilir.

Çalışma alanı topraklarının C:N oranları incelendiğinde, kuru ve sulu şartlarda sırasıyla 27.49 ve 16.62 olarak saptanmıştır. Kuru tarım topraklarında mono kültür nedeni ile ayrışma ve parçalanmanın oldukça yavaş olduğu bu nedenle anızın toprakta biriktiği gözlemlenmiştir. Sulu tarım alanlarında ise ayrışma ve parçalanmadan dolayı C:N oranlarının dengede olduğu belirlenmiştir. Bölgenin kurak ve yarı kurak iklimsel özellik göstermesi, oksidasyonun bol ve aşırı arazi işleme nedeniyle topraklar C ve N kaybetmektedir. C ve N düzeyindeki azalmayı önlemek için belirli aralıklarda organik gübreler toprağa ilave edilmelidir (Sakin et al., 2011). Kuru ve sulu tarım alanlarında ortalama hacim ağırlıkları sırasıyla 1.40 ve 1.41 gr/cm³ olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Hacim ağırlıkları arasında fazla bir fark olmamasına rağmen sulu tarım alanlarında ayrışma ve parçalanma nedeni ile hacim ağırlıkları kuru tarım alanlarından yüksek bulunmuştur.

Kuru ve Sulu Tarım Topraklarının Besin Elementi İçerikleri

Toprak örneklerinin besin maddesi içeriği Çizelge 4'te verilmiştir. Buna göre kuru tarım alanlarında toprakların ortalama N içeriği % 0.071, fosfor kapsamı 33.16 kg P₂O₅ da⁻¹, K içeriği 369.46 kg K₂O da⁻¹ ayrıca Fe, Cu, Zn ve Mn kapsamları sırası ile 2.81, 3.32, 1.05 ve 38.32 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Sulu tarım alanlarında ise ortalama N içeriği % 0.077, fosfor kapsamı 42.19 kg P₂O₅ da⁻¹, K içeriği 308.63 kg K₂O da⁻¹ ayrıca Fe, Cu, Zn ve Mn kapsamları sırası ile 4.06, 3.08, 0.68 ve 36.23 mg kg⁻¹ saptanmıştır.

Çizelge 4. Kuru ve sulu tarım toprakları besin elementi tanımlayıcı istatistik değerleri

	Kuru tarım					Sulu tarım				
	Min.	Max.	Ort	Std. Hata	Std. Sapma	Min.	Max.	Ort	Std. Hata	Std. Sapma
N %	0.03	0.14	0.07	0.017	0.041	0.03	0.15	0.07	0.022	0.054
P kg P ₂ O ₅ da ⁻¹	11.68	44.76	33.16	6.26	15.34	28.18	50.58	42.19	3.87	9.50
K kg K ₂ O da ⁻¹	262.65	508.86	369.46	44.55	109.13	241.55	496.58	308.63	39.12	95.84
Fe mg kg ⁻¹	2.14	3.64	2.81	0.26	0.63	2.08	5.23	4.06	0.56	1.37
Cu mg kg ⁻¹	2.41	4.42	3.32	0.32	0.78	2.53	3.95	3.08	0.26	0.63
Zn mg kg ⁻¹	0.55	1.83	1.05	0.23	0.57	0.22	1.18	0.68	0.16	0.41
Mn mg kg ⁻¹	29.26	44.22	38.32	2.56	6.29	21.63	45.26	36.23	3.67	8.99

Topraklarda belirlenen ortalama azot düzeyleri FAO (1990)'nun yeterlilik sınıfına göre "az" düzeyde değerlendirilmiştir. Sulu koşullarda N değerlerinin kuru koşullara göre yüksek düzeyi tarımsal uygulamalarda kullanılan kimyasal gübrelerin yoğunluğuyla açıklanabilir. Anonim (1990, 1997), Çimrin ve Boysan (2006) benzer sonuçlar saptamışlardır. Araştırma alanında toprakların büyük çoğunlukla azot içeriklerinin az düzeyde saptanması, organik maddenin yetersizliğinden ve yüksek denitrifikasyondan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sulu tarım yapılan alanlarda saptanan alınabilir P düzeyi kuru tarım yapılan alanlardan daha yüksek belirlenmiştir. Bunun nedeni, bu alanların yoğun işlenmesi ve kimyasal gübre uygulamasının sık olmasına bağlanabilir. Ayrıca sulu tarım alanlarında mikrobiyal faaliyet sonucu oluşan CO₂'in su ile oluşturduğu karbonik asit ve organik artıkların ayrışması sonucu açığa çıkan bazı organik asitlerin toprak pH'ının düşmesine neden olduğu ve P çözünürlüğünü arttırdığı düşünülmektedir. Toprakların P içerikleri kuru ve sulu şartlarda Ülgen ve Yurtsever (1995)'in yeterlilik sınıfına göre "yüksek" düzeyde saptanmıştır. Bulgularımız Anonim (1997), Taban ve ark. (2004), Saraçoğlu ve ark. (2014)'nin bildirdikleri sonuçlarla örtüşmektedir.

İncelenen örneklerde kuru tarım yapılan alanlarda elde edilen K değerleri sulu koşullara göre daha yüksek düzeyde saptanmıştır. Toprak örneklerinin K düzeyi Ülgen ve Yurtsever (1995)'in sınır değerlerine göre "yüksek" düzeyde belirlenmiştir. Bu sonuçlar, genellikle toprakların alınabilir K içeriği açısından uygun durumda olduğunu göstermektedir. Özellikle Adıyaman ve çevre illerde yapılan bazı çalışmalarda toprakların yarayışlı K içeriklerinin çoğunlukla yeterli ve çok yüksek düzeylerde olduğu görülmüştür (Anonim, 1997; Saraçoğlu ve ark., 2014). Tüm örneklerde bitkilerin kök bölgesinden (0-30 cm) alınan toprak örneklerindeki potasyum içeriği, 30-60 cm derinliğinden alınan potasyum içeriğinden daha yüksek düzeyde saptanmıştır. Bunun nedeni potasyumun alt horizonlara, karbonatlara benzer şekilde yıkanmamasıdır (Okur, 2010; Büyük et al., 2011).

Çalışma alanında en yüksek demir içerikleri sulu koşullarda ÇMGZ (7,8) ve HSNCK (11,12) örneklerinde saptanmıştır. Ortalama yarayışlı Fe düzeyi Lindsay and Norvell (1978)'in sınır değerlerine göre "orta" düzeyde belirlenmiştir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde toprakların pH değerinin yüksek, kireçli, killi, organik maddenin düşük (veya çok yüksek) düzeyde bulunması Fe düşüklüğü ile açıklanabilir. Adıyaman'da Kahta Ovası sulama proje sahası etüdünde Paşalık ve Gözebaşı serilerinde benzer sonuçlar elde edilmiştir (Anonim,

1997). Kuru koşullarda Cu düzeyi sulu koşullardan daha yüksek elde edilmiştir. Bu değerler [Lindsay and Norvell \(1978\)](#)'in sınır değerlerine göre “yeterli” düzeydedir. Herhangi bir Cu içerikli gübre ve gübreleme işlemine gereksinim duyulmamaktadır. Benzer sonuçlar [Anonim \(1990, 1996, 1997\)](#), [Çimrin ve Boysan \(2006\)](#), [Saraçoğlu ve ark. \(2013, 2014\)](#) tarafından bildirilmektedir. Çalışma alanında sulu tarımla birlikte yüksek Fe ve kireç içerikli Besni-Yldz (sulu) ve Hsnck (sulu) örneklerinde bakır düzeyi düşük saptanmıştır.

Çalışma alanında toprakların ortalama yarıyıllık Zn içerikleri kuru tarım şartlarında sulu tarım koşullarından daha yüksek bulunmuştur. [FAO \(1990\)](#)'nın sınır değerlerine göre “az” ve “yeter” düzeyde saptanmıştır. Çinkonun az/yeter düzeyde bulunmasının nedeni toprak ana materyali, pH, tekstür ve Zn noksanlığına duyarlı bitkilerden kaynaklanabilir ([Welch et al., 1991](#)). Bölgede sulu tarım uygulamalarıyla yoğun tarımsal faaliyetler, yüksek düzeyde kireç içeriği, potasyum içeriği fazla olan örneklerde Zn eksikliği ile ilgili sorunları beraberinde getirebileceği düşünülmektedir. Bölgede daha önce yapılan çalışmalarda benzer şekilde Zn değerleri düşük düzeyde saptanmıştır ([Anonim, 1990, 1996, 1997](#)).

Toprakların Mn içerikleri kuru alanlarda daha yüksek bulunmuştur. Ortalama mangan değerleri [Lindsay ve Norvell \(1978\)](#)'in sınır değerlerine göre “yeterli” düzeyde saptanmıştır. Sulanan alanlarda hafif tekstürlü ve % kum içeriği yüksek topraklarda Mn düşüklüğünden pek çok çalışmada bahsedilmiştir ([Anonim, 1990, 1996, 1997; Çimrin ve Boysan, 2006; Akça ve ark., 2015](#)).

Sonuç

Sürdürülebilir doğal ekosistem için toprak kalite parametrelerinin belirlenen düzeyin altında olmaması gerekmektedir. İklim değişikliği, nüfus artışı, sera gazı, ormansızlaşma, gıda güvenliği ve benzeri birçok çevresel sorunun çözümünde toprakla barışık ve koruyucu önlemler gerekmektedir. Özellikle doğanın en önemli denge unsuru olan toprakların devamlılığı için organik madde içeriği, nitrojen ve karbon döngüsü, toprakta agregat stabilitesi ve toprak erozyonunu etkileyen önemli toprak kalite ölçütüdür. Çalışma alanında kuru tarımdan sulu tarıma geçiş sonrası elde edilen analiz sonuçlarına göre, toprakların tekstürel yapısı killi ve killi-tın, pH hafif alkali ve nötr düzeyde saptanmıştır. Tuzluluk değerleri yaklaşık iki katına çıkmıştır. Sonuçlar tuzsuz olarak değerlendirilse de ilerleyen süreçte daha yüksek değerlere ulaşabilir. Taban suyu ve drenaj problemi bulunmamaktadır. Bölgede sulu tarımla 20-27 yıllık süreç içerisinde yoğun kimyasal gübre kullanımıyla azot, fosfor ve demir düzeylerinin arttığı düşünülmektedir.

Azot ve fosfor artışı gübrelemeye bağlı iken tuzluluk henüz tehdit edici düzeyde olmasa da toprakların yüksek düzeyde kil içermesi önümüzdeki yıllar için önlem alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bölgenin kurak ve yarı kurak iklim özelliklerine sahip olması nedeniyle organik madde topraklarda birikim yapamamaktadır. Yine sulu tarımla toprakların aşırı ve yoğun kullanımı, ekim nöbeti eksikliği bazı bitki besin elementi eksikliklerine neden olmuştur. Çalışma alanında bitki besin elementlerinden özellikle potasyum, bakır, çinko, mangan düzeyleri azalmıştır. Sulu tarım alanlarında yoğun bir pamuk üretimi söz konusudur. Oysa ki kolza, çörekotu, ayçiçeği, soya, yerbıstığı, susam, fiğ, mürdümük, yonca, sorgum, fasulye, vb. tarla bitkilerinin ekim nöbetine dahil edilmesi farklı derinlikteki bitki besin elementlerinden daha etkin kullanımına ve toprak mikrobiyolojisinin zenginleşmesine katkı sağlayacaktır. Arazi kullanımındaki iyileştirmeler, ekim nöbetinin yaygınlaştırılması, anıza doğrudan ekim ve azaltılmış toprak işleme uygulamaları ile tarladaki yoğunluk azaltılarak toprakların kalite düzeyi artırılabilir. Sulu tarıma geçişten sonra bölgede ilk defa yapılan bu çalışma, önümüzdeki süreçte toprağın ayrıntılı fiziksel, kimyasal ve mikromorfolojik özelliklerine dayalı yapılacak çalışmalara katkı sağlayacaktır.

Teşekkür

Bu araştırmayı KMYOBAP/2013-0002 Nolu bilimsel araştırma projesi kapsamında destekleyen Adıyaman Üniversitesi Rektörlüğü BAP birimine teşekkür ederiz

Kaynaklar

- Akça E, Kapur S, Tanaka Y, Kaya Z, Bedestenci HÇ, Yaktı S, 2010. Afforestation effect on soil quality of sand dunes. *Polish Journal of Environmental Studies*. 19:6 1109-1116.
- Akça MO, Türkmen F, Taşkın MB, Soba MR, Öztürk HS, 2015. Ankara üniversitesi kalecik araştırma ve uygulama çiftliği topraklarının verimlilik durumlarının incelenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 3 (2) 54 – 63.
- Anonim. 1984. Adıyaman İli Arazi Varlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, İl rapor No:02, Genel Yayın No:781, Ankara, s. 26.
- Anonim. 1990. Adıyaman Çamgazi Ovası Sulama Projesi Sahası Detaylı Temel Toprak Etütleri. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak Etüd Şubesi Ankara, s. 212.
- Anonim. 1996. Adıyaman-Besni, Keysun ve Kızılın Ovası Sulama Proje Sahası Detaylı Toprak Etütleri, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Etüd ve Proje Dairesi Başkanlığı, Ankara, s. 168.

- Anonim. 1997. Adıyaman Kâhta Ovası Sulama Proje Sahası Detaylı Toprak Etütleri, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Etüd ve Proje Dairesi Başkanlığı, Ankara, s. 250.
- Anonim. 2016. Adıyaman İli Tarım Potansiyeli. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Adıyaman İl Müdürlüğü Yayınları, Adıyaman.
- Anonim. 2017a. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kayıtları. Ankara.
- Anonim. 2017b. Climate Data Org, İklim: Kahta. <https://tr.climate-data.org/location/15358/>. (Erişim tarihi:05.01 2017)
- Blair N, Crocker GJ, 2000. Crop rotation effects on soil carbon and physical fertility of two Australian soils. *Aust. Journal Soil Research*, 38: 71-84.
- Büyük G, Akça E, Serdem M, İsfendiyaroglu S, Nagano T, Kume T, Kapur S, 2011. Effect of 50-year reclamation on soil quality in a sand dune area of central Anatolia. *J. of Environmental Protection and Ecology*. 12(2), 743-751.
- Çelik A, Akça E, Yıldırım Y, Büyük G, Kapur S, 2015. Adıyaman Bölgesi'nde tarım dışı alanlardaki kil yataklarının kil mineralojisi: tuğla-seramik hammaddesi olarak değerlendirileme potansiyelleri, 16. *Ulusal Kil Sempozyumu*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Yayınları: 127, 02-05 Eylül, Çanakkale, s. 128-138.
- Çimrin KM, Boysan S, 2006. Van yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleri ile ilişkileri, Yüzüncü Yıl Üni., Ziraat Fak., *Tarım Bilimleri*, 16 (2): 105-111.
- FAO, 1990. Micronutrient, assessment at the country level, an international study. *FAO Soils Bulletin*, 63. Rome.
- Günel H, Korucu T, Birkas M, Özgöz E, Halbac-Cotoara-Zamfir R, 2015. Threats to sustainability of soil functions in Central and Southeast Europe. *Sustainability*, 7(2), 2161-2188.
- Kölbl A, Kögel-Knabner I, 2004. Content and composition of free and occluded particulate organic matter in a differently textured arable Cambisol as revealed by solid-state ¹³C NMR spectroscopy. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 167(1), 45-53.
- Lindsay WL, Norvell WA, 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Sci., Soc. Am. J.* 42. pp. 421-428.
- Maas EV, 1986. Salt Tolerance of Plants, *Applied Agricultural Research*, 1: 12-26.
- Okur M, 2010. Tarihsel orta Anadolu arazi kullanım dokusundaki mera bitkilerinin toprak kalitesine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana, s. 156.
- Özgor Ö, 2015. Adıyaman-Gölbaşı topraklarının bazı fiziksel, kimyasal ve mineralojik özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Plante AF, Conant RT, Stewart CE, Paustian K, Six J, 2006. Impact of soil texture on the distribution of soil organic matter in physical and chemical fractions. *Soil Sci. Soc. of America J.*, 70(1), 287-296.
- Podmanicky L, Balázs K, Belényesi M, Centeri C, Kristof D, Kohlheb N, 2011. Modelling soil quality changes in Europe. An impact assessment of land use change on soil quality in Europe. *Ecological indicators*, 11(1), 4-15.
- Sakin E, Deliboran A, Sakin ED, Aslan H, 2011. Carbon and nitrogen stocks and C:N ratios of Harran plain soils. *Romanian Agricultural Research*, 28:171-180.
- Sakin E, 2012. Organic carbon organic matter and bulk density relationships in arid-semi arid soils in Southeast Anatolia region. *African Journal of Biotechnology*, 11(6), 1373-1377.
- Saraçoğlu M, Anlağan Taş M, Koşar İ, Aydoğdu M, Kara H, Sürücü A, Oğur Özkan N, 2013. Şanlıurfa ili Hilvan ilçesi kuru alanlardaki toprakların bitki besin elementi kapsamalarının belirlenmesi. 6. *Ulusal Bitki Besleme ve Gübreleme Kongresi*, 3-7 Haziran, Nevşehir, s. 332-334.
- Saraçoğlu M, Sürücü A, Koşar İ, Anlağan Taş M, Aydoğdu M, Kara H, 2014. Şanlıurfa ili Halfeti ilçesi topraklarının bazı özellikleri ve bitki besin elementi kapsamalarının belirlenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 2 (2) 38 - 45.
- Seyrek A, Kızılgöz İ, Çullu MA, İnce F, 1999. Harran ovasında taban suyu etkisindeki toprakların ağır metal içerikleri, *GAP 1. Tarım Kongresi*, 26-28 Mayıs, Şanlıurfa.
- Soil Survey Staff, 2014. Keys to Soil Taxonomy, 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
- Taban S, Çıkılı Y, Kebeci F, Taban N, Sezer SM, 2004. Taşköprü yöresinde sarımsak tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu ve potansiyel beslenme problemlerinin ortaya konulması. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 10 (3) 297-304.
- Tazebay N, Saltalı K, 2011. Adıyaman-Besni ilçesi kuru ve sulu tarım alanı topraklarının verimlilik açısından değerlendirilmesi. *Ulusal Toprak ve Su Sempozyumu*, 25-27 Mayıs, Ankara.
- USDA-NRCS, 1996. Soil Survey Laboratory Manual. Soil Survey Investigation Report No. 42. Version 3.0. 693 P. Washington.
- Ülgen N, Yurtsever N, 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı), T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, Ankara, s. 230.
- Welch RM, Hause WA, Alloway A, Kubuto S, 1991. Geographic distribution of trace element problems, Micronutrients in Agriculture, 2nd Edition, pp. 49-51.
- WRB, 2015. World Reference Base For Soil Resources. International Soil Classification System For Naming Soils And Creating Legends For Soil Maps. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.