

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Adıyaman'da Eğimli Akarsu Seki Topraklarının Sürdürülebilir Kullanımı için Öneriler

Ahmet ÇELİK^{1*}, Erhan AKÇA²

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

²Adıyaman Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Adıyaman, Türkiye

*e-posta: ahmetcelik@adiyaman.edu.tr; Tel: +90 (505) 400 44 88; Faks: +90 (416) 725 77 92

Özet: Toprak özelliklerinin ayrıntılı tanımlanması sürdürülebilir arazi yönetiminin temelidir. Tarımsal açıdan yüksek üretim potansiyeli olan Adıyaman Bölgesi toprak etüdleri 1990'lı yılların sonunda Kahta, Keysun ve Samsat ovalarında yapılan çalışmaları ile sınırlıdır. Özellikle eğimli arazisi yaygın bölgede bu arazilere ait çalışma sayısı oldukça azdır. Bu amaçla 2012 yılından sonra Adıyaman-Kahta Meslek Yüksekokulu uygulama alanı olarak kullanılan %2-8 eğimli araziden 7 farklı noktadan alınan toprak örneklerinde fiziksel, kimyasal, mineralojik ve mikromorfolojik analizler yapılmıştır. Analizler uygulama alanı topraklarının tarımsal üretimde sorun yaratacak belirgin kısıtlayıcı özellik taşımadığını ancak toprak organik maddenin artırılması ve üretim deseninin bahçecilik temelinde planlanması gerekliliğini ortaya koymuştur. Toprak organik maddenin artırılması ve eğim nedeniyle işlemeli tarımdan kaçınılarak gerçekleştirilecek sürdürülebilir tarım teknikleri doğrudan ve dolaylı olarak arazilerin verim kalitesini olumlu etkileyecektir. Sonuç olarak eğimli yarı-kurak bölgede önceliğin gelirden çok toprak kalitesini geliştirmeye yönelik olması gerektiğine inanılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Adıyaman, Akarsu sekileri, Arazi kullanımı, Bahçe tarımı, Organik madde, Toprak kalitesi

Suggestions for Sustainable Management of Sloping River Terrace Soils of Adıyaman

Abstract: Detailed definition of soil properties is the base of sustainable land management. Soil surveys of Adıyaman region where has high agricultural production potential are limited with surveys carried out in late 1990s in Kahta, Keysun and Samsat. Especially studies in sloping lands that are widely distributed are quite low. Thus, physical, chemical, mineralogical and micromorphological analyses were undertaken on soils collected from 7 different locations of the 2-8% sloping field used for experimental area of Adıyaman Kahta Vocational School since 2012. Analyses revealed that soils of the experimental field do not have significant limiting property for cultivation however the need of increasing soil organic matter and crop pattern planning based on horticultural production are manifested. Sustainable agricultural techniques by enhancing of soil organic matter and avoiding tillage will directly and/or indirectly have positive effect on lands' productivity. Finally, it is believed that priority should be given more than revenue to improve soil quality in sloping semi-arid lands.

Keywords: Adıyaman, River terraces, Land use, Horticulture, Organic matter, Soil quality

Giriş

Herhangi bir pedojenik kısıtlayıcısı olmayan tarım arazileri dünyada oldukça sınırlıdır (Zdruli ve ark. 2010). Toprakların kimyasal, fiziksel, biyolojik ve mineralojik tüm özelliklerinin ayrıntılı biçimde ölçülmesi sürdürülebilir arazi kullanımı için temel şarttır. Toprakların özelliklerine dayalı dengeli, bilinçli, planlı kullanımı ve yönetimi olarak tanımlanabilecek sürdürülebilir arazi kullanımı doğal kaynakların verimliliğini arttırmaktadır (Tunç ve Schröder 2010).

Toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini dikkate almadan yapılan yanlış arazi uygulamaları, bilinçsiz gübreleme ve sulama faaliyetleri toprakların bozunarak verim gücünün yok olmasına neden olmaktadır. Farklı kullanım özelliklerine sahip toprakların farklı kullanım isteği olduğundan toprakların özgün nitelik ve niceliklerine uygun kullanılması gerekmektedir (Akça ve ark. 2014). Ayrıca sanayileşme

ve çarpık kentleşme sonucu tarım alanlarının azalması toprakların çok daha duyarlı biçimde kullanılmasını gerektirmektedir (Akça ve ark. 2015). Bu nedenle plansız kullanıldığında arazi bozunumuna yol açabilecek gübreleme, arazi işleme ve sulama öncesi tarımsal işletme sahiplerinin bilinç düzeylerinin artırılması gerekmektedir (Bellitürk ve ark. 2009). Özellikle aşırı eğimli bölgelerde erozyon olgusu toprağın üretkenliğini negatif yönde etkilediğinden erozyondan korunma tüm dünyada öncelik taşımaktadır (Tunç ve Schröder 2010). Eğimin fazla ve toprak derinliğinin erozyon nedeniyle sığ olduğu yerlerde toprağın su tutma kapasitesinin az olması yağışla gelen suların hızla akışa geçmesine yol açmaktadır. Bitki örtüsünün zayıf olması sadece suyun değil aynı zamanda su ile sediman taşınmasını arttırmaktadır (Elmastaş 2008). Bu durum alüvyal arazilerin oluşmasında önemli bir mekanizma olan taşınım ve sedimantasyon olaylarını etkileyerek erozyonun şiddetine bağlı farklı çökel ve toprak oluşturmaktadır (Coşkun ve Dengiz 2016). Adıyaman Bölgesi akarsu kaynakları yönüyle zengin olduğundan çökel ve toprak oluşumu yaygındır (Çelik ve ark. 2015). Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM 1997) ve Elmastaş (2008)'in yaptıkları çalışmada Kahta'nın kuzeyinde yer alan Kahta Çayı Havzası'nda, akarsu vadileriyle derin bir şekilde parçalanmış eğimli bir topografya baskın olup, tarım faaliyetlerine elverişli araziler oldukça sınırlıdır. Bu nedenle tarım için değerlendirilebilen alan havzanın ancak %7,5'u düzeyindedir. Mevcut tarım alanları vadi boyunca teraslar üzerinde bulunan araziler ile ormanlık ve otlak alanlardan elde edilmiş arazilerden oluşmaktadır. Bu arazilerin bir kısmı yüksek eğim ve yanlış kullanım nedeniyle şiddetli erozyon etkisindedir. Kahta Çayı Havzası'nda arazi kullanım durumuna göre, akarsu taşkın yatağının kapladığı alan 12.4 km² ile %0.8 olarak saptanmıştır (GTHB 2006).

Adıyaman Bölgesi'nde taşkın ve erozyona maruz kalan tarım alanlarında organik madde düzeyi düşük olarak tanımlanan %1-2 arasındadır (Panagos ve ark 2012). Avrupa Birliği Toprak Bürosu tarım topraklarında %3 değerinden düşük olan organik maddenin yetersiz olduğunu rapor etmiştir (Panagos ve ark. 2012). Akça ve Çullu (2013) Adıyaman'da kuru tarım yapılan topraklarda organik madde değerinin en yüksek incir tarımında (%1.47) en düşük ise buğday tarımında (%1.03) olduğunu saptamışlardır. Tarım topraklarında organik madde içeriğiyle birlikte agregat dayanımı ve kalitesinin verimlilik açısından önemi üzerinde durulmaktadır (Wendling ve ark. 2016). İyi bir agregatlaşma toprakta verimin artmasını sağladığı gibi toprağın erozyona karşı direncini de artırmaktadır. Toprakta agregatlaşmanın varlığı, toprakların su tutma ve havalanma kapasitesi, suyun aktivitesi gibi toprak özellikleri üzerine etkilidir (Yakupoğlu ve ark. 2015). Bu nedenle toprakların mikromorfolojik düzeyde incelenmesi toprak agregat yapısına dair bilgi sağlanması açısından gereklilik göstermektedir. Bu çalışmada bu yaklaşıma uygun incelemeler gerçekleştirilmiştir.

Adıyaman'da toprak özelliklerine yönelik diğer çalışmalar Çelik ve ark. (2015) tarafından yapılan bölge kil mineralojisi çalışmasıdır. Araştırmada, bölgede yaygın kil türünün smektit olduğu bunu sırasıyla illit, palıgorskit ve kaolinitin izlediği saptanmıştır. Adıyaman-Gölbasi topraklarının bazı fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerini araştıran Özgör (2015) toprakların katyon değişim kapasitesini 6-19 cmol/kg, pH'sını 6.3 ile 8.5, kireç düzeyini ise %0-32 aralığında saptamıştır. Ayrıca baskın kil mineralini smektit, ikinci sırada vermikulit ve bunları sırasıyla klorit, kaolinit, illit ve karışık tabakalı (illit/smektit) killerin izlediğini saptamıştır. Adıyaman bölgesinin tamamını kapsayan ilk toprak etütleri Maden Tetkik Arama Enstitüsü (MTA) tarafından toprakların tuğla, kiremit ve kireç üretimi uygunluğunun saptanması amacıyla yapılan çalışmalarla başlamıştır (MTA 1977). Sonrasında Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM 1984) tarafından Adıyaman ili arazi varlığı ile ilgili toprak etüdü gerçekleştirilerek, temel sınıflandırma ve arazi kullanım haritası üretilmiştir. Güncel toprak sınıflandırmasına uygun ilk çalışma ise Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından 1990, 1996 ve 1997 yıllarında Kahta, Çamgazi ve Keysun ovalarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar söz konusu ova topraklarının genelde organik madde ve çinko içeriğinin düşük, orta-ağır kil tekstürlü Toprak Taksonomide (Soil Survey Staff 2014) İnceptisol ve Vertisol ordosu, IUSS Çalışma Grubu WRB (2015) toprak gruplarında ise Cambisol, Calcisol ve Vertisol sınıfına girdiği ortaya konulmuştur. Eğimli arazilerde ise yeterince araştırma bulunmamasına karşın Alfisol (Kırmızı Akdeniz Toprağı)/Luvisol ve sığ Entisol/Leptosol toprakları görülmektedir (Çelik ve ark. 2015; Soil Survey Staff 2014; IUSS Working Group WRB 2015). Bölgede eğimli alanların düz alanlara oranla daha yaygın olması bu alanlarda araştırma yapılma gerekliliğini doğurmuştur. Çünkü Adıyaman Bölgesi, Türkiye'nin tarımsal açıdan ileri olan bölgelerine oranla yeni gelişmektedir. Bu bağlamda toprakların tarımsal kullanımlar ve arazi kalitesinin devamlılığı için duyarlılıkla yapılması çevre ve sosyo-ekonomi açıdan temel bilgi sağlayacağına inanılmaktadır. Dünya'da eğimli arazilerde son yıllarda sürdürülebilir tarım yaklaşımı temelinde gerçekleştirilen çalışmalarda minimum işleme ve kırılganlığı yüksek toprak kalitesini iyileştirici faktörler dikkate alınarak kısaca SALT (Sloping Agricultural Land Technology) olarak tanımlanan eğimli araziler tarım teknolojileri önerilmektedir (Lamichhane 2013). Bu bağlamda bölgede

bahçe bitkilerine öncelik verilmekte olup, eğimli arazilerde doğal bitki örtüsünde yer alan badem ve yabani erik varlığı söz konusu alanların bahçecilik için potansiyelini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte bölge topraklarının eğimli ve sığ toprak yapısına sahip alanlarını kapsayan ve tamamında yeterli araştırmalar olmadığından ek çalışmalara gerek olduğu görülmektedir. Bu çalışmayla, eğimli akarsu seki topraklarının kalite ve karakteristik özellikleri ile bu topraklar üzerinde yetiştirilen/yetiştirilebilecek ürünlere yönelik temel özelliklerin saptanması amaçlanmıştır. Toprakların sürdürülebilir yönetimi Türkiye Ulusal Çölleşme Eylem Planında (ÇEM 2015) belirtilmiş olup, gelecekte gıda güvenliğinin sağlanmasında öncelikli olan sürdürülebilir arazi yönetimi anlayışı ile uyum göstermektedir. Ayrıca, veriler başta çalışma alanı olmak üzere bölgede çalışma alanına benzer topraklar hakkında ön bilgi edinilmesine olanak sağlayacaktır. Çalışma aynı zamanda ülke toprak verisi içeriğinin zenginleşmesine katkıda bulunacaktır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışma alanı, Adıyaman il merkezine 40 km uzaklıkta, ilin kuzeydoğusunda 37°47'34.63" - 37°47'40.38" kuzey enlemleri ile 38°38'40.19" - 38°38'46.72" doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Çalışma alanının denizden yüksekliği 637 ile 668 m arasında değişim göstermektedir (Şekil 1, Çizelge 1). Kahta'nın iklimi Köppen-Geiger'e göre Csa sınıfındadır. Yıllık ortalama sıcaklığı 16.6°C, ortalama yağış miktarı ise 584 mm'dir (Climate Data Org 2016). Toprak Taksonomisine göre (Soil Survey Staff 1975), çalışma alanının toprak nem rejimi xeric, toprak sıcaklık rejimi mesic olarak sınıflandırılmıştır (KHGM 1997). Çalışma alanında belirlenen toprak sınıfı, morfolojik yaklaşımla Toprak Taksonomisinde Vertic Haploxerept (Soil Survey Staff 2014), IUSS WRB Çalışma Grubu (2015) sınıflamasında ise Vertic Cambisol (Fluvis) olarak saptanmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı ve örnek alım noktaları.

Adıyaman- Kahta genelinde toprakların büyük bir kısmı işlenerek tarım yapılmaktadır. Tarım yapılmayan araziler erozyon nedeniyle doğal toprağı bulunmayan veya çok sığ olan yerler olup, büyük bir bölümü bozunmuş mera arazileridir. Tarım arazilerine genelde buğday-pamuk-tütün gibi bitkiler, son zamanlarda ise mısır ekim nöbeti uygulanmaktadır (GTHB 2010). Kil miktarı yüksek topraklar çoğunlukla karbonatlı kayaların ayrışması sonucu oluşan kırmızı renkli smektit, illit ve düşük düzeyde kaolinit içeriklidir (KHGM 1990). Bunun dışında smektit ve illitçe varsıl Sahra kökenli tozların katkısı da önem taşımaktadır (Kapur ve ark. 1998). Çalışmada, Adıyaman Üniversitesi Kahta Meslek Yüksekokulu Araştırma ve Uygulama Alanında akarsu sekisinden alınan toprak örnekleri materyal olarak kullanılmıştır.

Yöntem

Uygulama alanında yapılan örneklemelelere göre (Soil Survey Division Staff 1993), farklı amaçlarla kullanılan ve çalışma alanını simgeleyen 7 farklı noktadan iki farklı derinlikte (0-30 cm, 30-60 cm) 14 adet bozulmuş toprak örneğinde yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Örnek alım noktaları ve arazi özellikleri

Örnek No	Konumu ve Denizden Yükseklik (m)	Eğim (%) ve Profil Derinlik (cm)	Arazi Kullanımı
1	4182962K, 468621D, 668	%4, 60-90	Tek yıllık tarla bitkileri, sulu tarım
2	4183210K, 468806D, 637	%4-6, 60-90	Tek yıllık tarla bitkileri, kıraç alan, kuru tarım
3	4182822K, 468714D, 663	%4-8, 30-60	Tek yıllık tarla bitkileri, nadas
4	4183057K, 468788D, 646	%2-4, 60-90	Çok yıllık (4 yıl) tıbbi ve aromatik bitkiler, sulu tarım
5	4182901K, 468775D, 652	%4-8, 30-60	Tek yıllık tarla bitkileri, kuru tarım
6	4182850K, 468781D, 655	%4-6, 60-90	Çok yıllık tıbbi ve aromatik bitki, kuru tarım
7	4182809K, 468687D, 665	%4-6, 90-120	Doğal bitki örtüsü

Alınan toprak örneklerinde tekstür, pH, elektriksel iletkenlik, kireç, potasyum, fosfor, azot, demir, bakır, çinko, mangan ve organik madde içerikleri Kacar (2009) tarafından tanımlanan yöntemlerle 2mm'de elenmiş hava kurusu topraklarda gerçekleştirilmiştir. Alınan örneklerin mineralojik analizleri Maden Tetkik Arama Laboratuvarlarında X-ışını kırınım aygıtıyla 3-70° (2θ) aralığında toz örneklerde normal, etil alkol ile doyurulmuş ve 550°C'ye ısıtılmış örneklerde yapılmıştır (Jackson 1979). Adıyaman Üniversitesi Merkezi Araştırmalar laboratuvarında örnekler polarize mikroskopta ve tarama elektron mikroskobunda (TEM) incelenmiş ve ürünün mikro-yapısal gelişimi ve gözenek boyut ve dağılım özellikleri irdelenmiştir (FitzPatrick 1993).

Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanı toprakları çamur akıntıları ile taşınmış etek arazi (bajada) ana materyali üzerinde oluşmuştur. Ayrıca taşkın zamanlarında birikmiş iri çakıllı alüviyal depozit özellikli ana materyalli genç teraslar üzerinde oluşmuş topraklardır. Yine çalışma alanı toprakları %4-8 eğimli dalgalı yüzey topografyasına sahip olup, orta derin topraklardır. Genellikle tarla tarımı, bahçe tarımı ve mera olarak kullanılmaktadır.

Örneklerin fiziksel ve kimyasal özellikleri

Çalışma alanında farklı tarla bitkileri yetiştiriciliğinin yapıldığı eğimli akarsu seki toprakları, killi tın (CL) ve kumlu killi tın (SCL) bünyeye sahiptir. Toprakların pH değerleri 7.60 ile 7.89 arasında değişmekte olup, ortalama pH değeri 7.77'dir (Çizelge 2).

Toprakların çözünür tuz içerikleri çok azdır. EC değerleri 0.22 ile 0.88 dS/m arasında değişmektedir. Ortalama değer ise 0.46 dS/m'dir (Çizelge 2). Bu değerlere göre toprakların tuzluluk sorunu bulunmamaktadır.

Toprakların organik madde içerikleri %2.02 ile %3.11 arasında değişmekte olup, ortalama değerleri %2.52 olarak saptanmıştır. Organik madde içeriği Ülgen ve Yurtsever (1995) tarafından "orta düzeyde" değerlendirilmiştir. Bölge iklim ve toprak işleme koşulları dikkate alındığında diğer tarım topraklarının %1-2 olan organik madde değerinden yüksek olmasına karşın sınır değerinde olmaları uygun organik karbon yönetimini gerektirmektedir. Bu bağlamda toprakların organik madde seviyesi hem toprak verimliliği ve sürdürülebilir tarımsal uygulamalar için hem de yetiştirilen ürünlerin verim ve kalitesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Kireç düzeylerinde marn ve konglomera içerikli ana materyale ve toprağın erozyona uğrama düzeyine bağlı olarak büyük farklılıklar gözlemlenmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre, %0.08 ile 7.47 arasında değişmektedir (Çizelge 2). Ortalama kireç düzeyleri %2.16 değeri ile "az kireçli" olarak tanımlanmıştır (Ülgen ve Yurtsever 1995). Kireç verileri bitkilerin Ca kaynağı açısından sorun yaşamayacaklarını ortaya koymaktadır (Barker ve Pilbeam 2015).

Çizelge 2. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Örnek No	Derinlik (cm)	Tekstür Sınıfı	% Kum	% Silt	% Kil	pH (1:2.5)	EC (dS/m)	% OM	% CaCO ₃
1	0-30	CL	25.3	31.4	33.3	7.69	0.22	2.61	0.08
	30-60	CL	27.2	23.2	39.6	7.60	0.45	2.66	2.02
2	0-30	SCL	46.8	23.5	29.7	7.81	0.88	2.19	7.47
	30-60	CL	26.5	35.7	37.8	7.77	0.71	2.69	1.57
3	0-30	CL	38.1	26.7	35.2	7.87	0.65	2.49	1.45
	30-60	CL	40.0	24.8	35.2	7.88	0.53	2.03	1.01
4	0-30	CL	43.1	21.0	35.9	7.89	0.37	2.61	0.76
	30-60	CL	36.9	25.0	38.0	7.87	0.45	2.38	0.88
5	0-30	CL	42.2	21.4	36.4	7.70	0.40	3.11	1.82
	30-60	CL	41.0	25.1	33.7	7.73	0.40	2.45	1.90
6	0-30	CL	41.0	25.2	33.8	7.78	0.34	2.33	0.77
	30-60	CL	43.0	21.0	35.8	7.75	0.40	2.86	0.69
7	0-30	CL	41.4	23.5	35.1	7.69	0.37	2.90	6.37
	30-60	CL	36.8	25.0	37.5	7.72	0.28	2.02	3.44

Toprakların besin elementleri içerikleri

Çalışma topraklarının toplam azot kapsamaları %0.02-0.11 arasında değişim göstermektedir. Belirlenen %0.06'lık ortalama azot düzeyi FAO (1990)'nun yeterlilik sınıfına göre "az" düzeyde değerlendirilmiştir (Çizelge 3). Araştırma topraklarının büyük çoğunluğunun azot içeriklerinin düşük düzeyde bulunması, düşük nem içeriği ve toprak organik maddesinin yetersizliğiyle açıklanabileceği düşünülmektedir (Pan ve ark. 2013). Ayrıca bölgenin kurak ve yarı kurak olması organik maddenin hızlı ayrışmasına yol açtığından azot değerinin düşük olmasının diğer bir nedenidir.

Araştırma topraklarının alınabilir fosfor (P) kapsamalarının 2.5 kg P₂O₅/da ile 6.03 kg P₂O₅/da arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Ortalama alınabilir fosfor düzeyi 5.0 kg P₂O₅/da olup, Ülgen ve Yurtsever (1995)'in yeterlilik sınıfına göre "az" olduğu saptanmıştır. Saraçoğlu ve ark. (2014) Halfeti'de (Şanlıurfa) yaptıkları çalışmada tarım topraklarının %17'sinde P₂O₅ düzeyini bu çalışmaya benzer biçimde düşük olduğunu belirlemişlerdir. Buna karşın 7 no'lu örnekte alınabilir fosfor düzeyinin 1, 3 ve 6 no'lu örneklerle oranla yüksek olması doğal bitki örtüsünden kaynaklanan birikim etkisine bağlanmıştır (Akça ve ark. 2010). Bu nedenle bölgede gübreleme yapılırken topraklarda var olan P düzeyinin dikkate alınarak gübre uygulaması çevre sağlığı ve ekonomi için gereklilik göstermektedir.

İnceleme alanı topraklarının alınabilir potasyum (K) kapsamaları 68.24 kg K₂O/da ile 90.26 kg K₂O/da arasında değişim göstermektedir (Çizelge 3). Belirlenen ortalama 82.01 kg K₂O/da potasyum düzeyi, Ülgen ve Yurtsever (1995)'in sınır değerlerine göre "yüksek" düzeydedir. Bunun başlıca nedeni toprakların kil mineralojisi yapısında K içeren illitin yer almasıdır (Çimrin ve ark. 2004). Adıyaman ve Şanlıurfa'nın ilçelerinde yapılan çalışmalarda toprakların yarayıklı K içeriklerinin çoğunlukla yeterli ve yüksek düzeylerde olduğu görülmüştür (Çelik 1997; Saraçoğlu ve ark. 2009; 2014; Demirekin ve Erdal 2015). K, yetiştirilen ürünün tat, renk, aroma ve dayanımı gibi pazar şansını arttıran kalite unsurlarını etkilediği için tarımı yapılan kültür bitkilerinin analiz sonuçlarına bağlı olarak toprakların K içeriği sadece kil mineralojine bakılarak göz ardı edilmeden analizlerin duyarlılıkla yapılması gerekmektedir (Büyük ve ark. 2010).

Toprakların DTPA ile ekstrakte edilebilir demir (Fe) kapsamaları 1.98 mg/kg ile 2.98 mg/kg arasında değişmektedir (Çizelge 3). Ortalama yarayıklı Fe düzeyi 2.32 mg/kg olarak saptanmıştır. Lindsay and Norvell (1978)'in sınır değerlerine göre, Fe 2,3,4,5 ve 7 no'lu örneklerde düşük düzeyde, 1 ve 6 numaralı örnekte orta düzeydedir. Alınabilir Fe miktarının düşük düzeyde bulunması, kurak ve yarı kurak bölgelerde toprakların Fe'in alınabilirliğini azaltan yüksek pH, kireç ve smektitik kil içeriği ile düşük organik madde etkileri ile açıklanabilir (Mengel 1994). Dünya topraklarının yaklaşık %50'sinin kurak ve yarı kurak bölgelerde olması ve ¼'ünün de kireçli olması nedeniyle bitkilerde Fe eksikliği dünya çapında yaygın bir sorundur (Mengel 1994). Buna göre, çalışılan toprakların büyük bir bölümü önerilen dozun altında olduğundan bölgede klorofil üretiminde doğrudan etkili demirin yeterli düzeye ulaştırılmasına önem

verilmesi gerekmektedir. Analizi yapılan toprak örneklerinin bakır (Cu) düzeyleri, 0.78 mg/kg ile 2.57 mg/kg arasında değişim göstermektedir (Çizelge 3). Ortalama bakır düzeyi 1.9 mg/kg olarak saptanmıştır. Bu değerler Lindsay ve Norvell (1978)'in sınır değerlerine göre “yeterli” düzeyde olduğundan bölgede Cu içerikli gübre ve gübreleme işlemine gereksinim duyulmamaktadır. Benzer sonuçlar Saraçoğlu ve ark. (2009, 2014), tarafından çalışma alanına yakın olan Şanlıurfa’da yapılan çalışmalarla uyum içindedir.

Araştırma topraklarının yarayışlı çinko (Zn) kapsamı, 0.33 mg/kg ile 1.08 mg/kg arasında değişmektedir (Çizelge 3). Ortalama yarayışlı çinko düzeyi, 0.59 mg/kg olarak saptanmıştır. Örneklerin Zn içerikleri FAO (1990)'nun sınır değerlerine göre “düşük” düzeydedir. Bu sonuçlara göre, bölgede Zn gübrelemesine özel önem verilmesi gerekmekte olup, Zn noksanlığı verim üzerinde oldukça etkilidir (Candan ve ark. 2013). Bölge topraklarında Zn'nun düşük oluşunun nedenini yüksek toprak pH'sı ile karbonatlı çökel kökenli ana materyalin üzerinde gelişen topraklardan kaynaklandığı düşünülmektedir (Kızılgöz ve ark. 2011).

İnceleme alanında toprakların mangan (Mn) kapsamı 4.71 mg/kg ile 8.27 mg/kg arasında değişmektedir (Çizelge 3). 6.19 mg/kg olarak saptanan ortalama mangan değeri Lindsay ve Norvell (1978)'in sınır değerlerine göre yeterli düzeyde saptanmıştır.

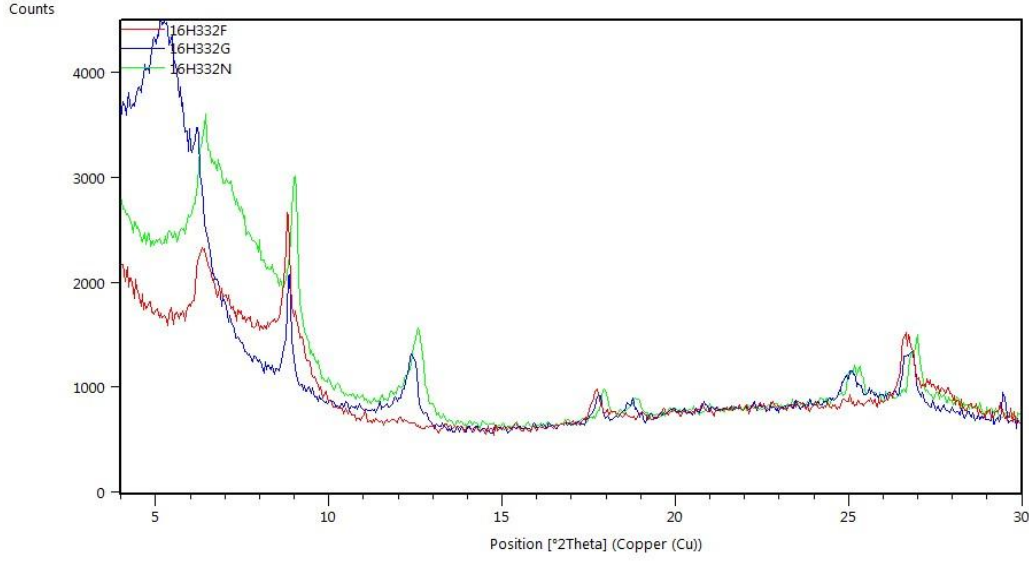
Çizelge 3. Araştırma alanı topraklarının makro ve mikro element düzeyleri

Örnek No	Derinlik (cm)	N %	P ₂ O ₅ kg/da	P mg/kg	K ₂ O kg/da	K mg/kg	Fe mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Mn mg/kg
1	0-30	0,07	5,95	11,5	86,78	161	2,98	1,76	1,08	6,97
	30-60	0,04	4,69	9,1	86,99	161	2,89	2,11	0,58	6,08
2	0-30	0,04	2,68	5,2	76,47	141,6	1,99	2,24	0,56	5,20
	30-60	0,06	2,50	4,8	89,29	165,3	1,98	2,42	0,70	5,87
3	0-30	0,07	5,73	11,1	68,24	126,4	2,19	2,16	0,45	5,43
	30-60	0,06	5,04	9,8	60,19	111,5	2,49	2,57	0,64	6,50
4	0-30	0,04	4,58	8,9	88,91	164,6	2,17	1,78	0,76	5,74
	30-60	0,06	4,39	8,5	88,94	164,7	2,14	1,81	0,76	6,80
5	0-30	0,05	5,86	11,4	86,75	160,6	2,20	2,07	0,56	5,52
	30-60	0,02	5,72	11,1	86,21	159,6	2,32	2,38	0,67	7,05
6	0-30	0,11	5,95	11,5	90,26	167,1	2,69	1,62	0,39	8,27
	30-60	0,06	5,69	11	89,67	166	2,10	1,68	0,47	6,47
7	0-30	0,07	6,03	11,7	75,65	140	2,31	1,22	0,33	6,04
	30-60	0,03	5,24	10,2	74,89	138,7	2,02	0,78	0,37	4,71

Örneklerin mineralojik ve mikromorfolojik özellikleri

Alanda yaygın kil minerali 2:1 tabakalı smektit olup, bunu sırasıyla azalan düzeylerde illit ve kaolinit izlemektedir. Çalışılan toprakların Toprak Taksonomisinde Vertic Haploxerept, IUSS Working Group WRB (2015) sınıflamasında ise Vertic Cambisol (Fluvisol) olarak sınıflandırılması mineralojik analizlerde saptanan smektit içeriğiyle uyum içerisindedir (Şekil 2, Çizelge 4, 5).

Toprakların smektitçe varlığı toprakların şişme büzülme özelliğini ön plana çıkarmaktadır. Bu olay kation değişim kapasitesini olumlu etkilerken, arazi işlemede toprak sıkışmasına yol açabilmektedir. Toprakların fiziksel yapısını olumsuz etkilememek için arazilerin uygun toprak neminde işlenmesi verimliliğin sürdürülebilirliği için kritik noktadır (Alagöz ve ark. 2006). İnceleme alanında birincil minerallerden kuvars, kalsiyumlu feldispat (plajiyoklas) ve çok düşük düzeyde mika saptanmıştır. Bu mineral dizilimi büyük yarı kurak bölgelerde düşük yağış nedeniyle ayrışma düzeyinin ileri derece olmaması ve karbonatça varlık Kuartern dönemi karasal-sığ-deniz (gösel) çökellerinin yaygın olmasına bağlanabilir (Yılmaz ve Akça 2000).



Şekil 2. 3 No'lu örneğin toz (öğütülmüş) XRD grafiği.

Örneklere illit kil minerali ve düşük düzeyde de olsa mika varlığı toprakların değişebilir ve potansiyel potasyum içeriğinin kısa vadede sorun yaratmayacağını göstermektedir (Büyük ve ark. 2011).

Çizelge 4. Kil minerallerinin başatlık ve kristallik durumları

Örnek	Smektit		İllit		Kaolinit	
	Başatlık	Kristallik	Başatlık	Kristallik	Başatlık	Kristallik
3	+++	*	++	**	+	**

+++ : iyi, ++ : orta, + : zayıf, *** : iyi, ** : orta, * : zayıf

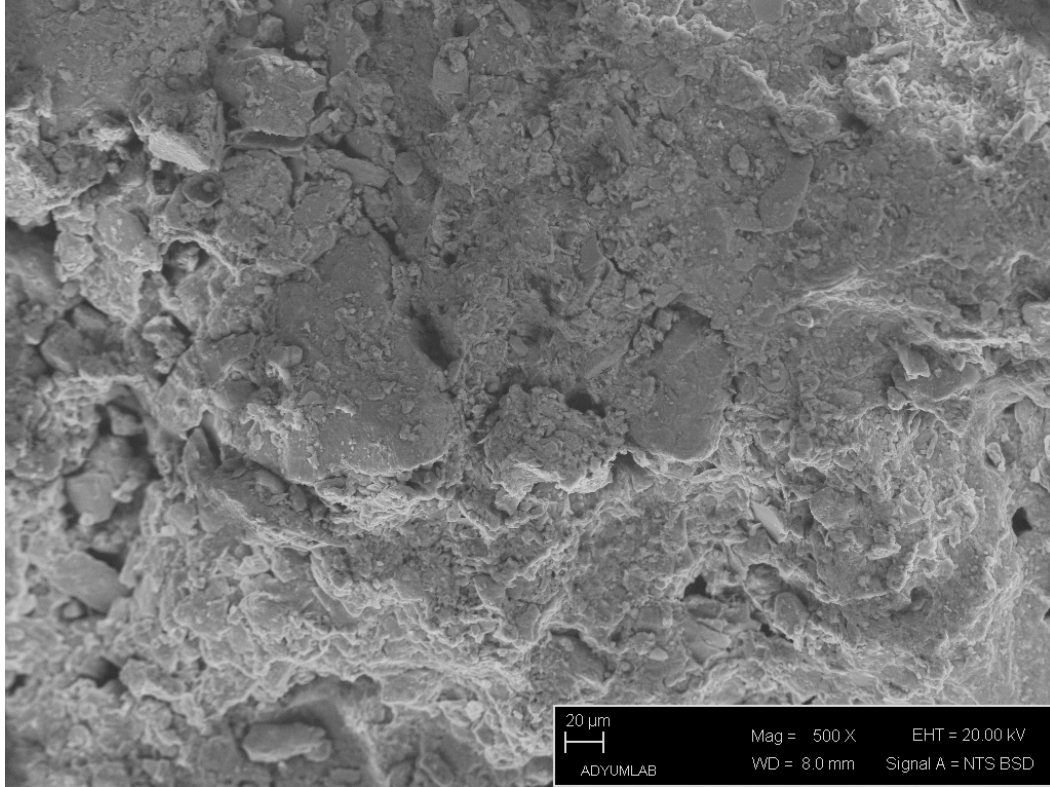
Çizelge 5. XRD Grafiğine göre örneklerde saptanan tüm mineraller

Örnek kodu	Mineral bileşimi
3	Smkt, İlt, Kao, K, Fldspt, Mi

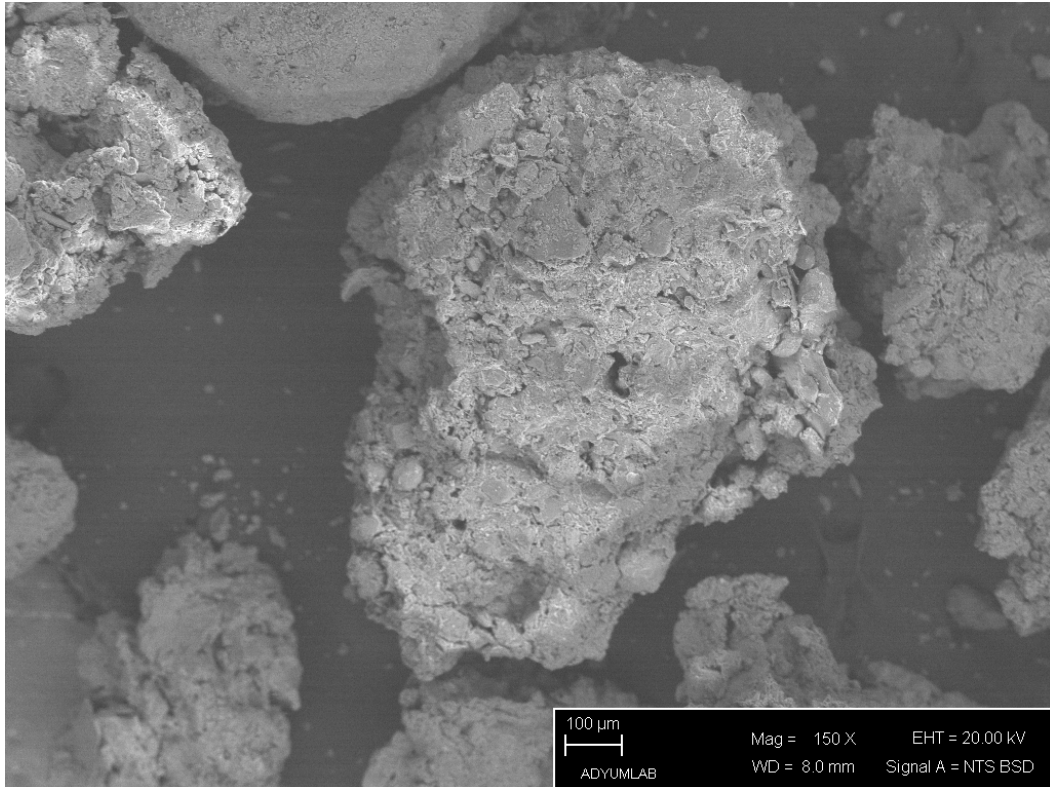
K: Kuvars, Kao: Kaolinit, Smkt: Smektit, İlt: İllit, Fldspt: Feldspat, Mi: Mika

Mikromorfolojik analizlerde ise, örnekler TEM'de incelenmiş ve ürünün mikro-yapısal gelişimi ve gözenek boyut ve dağılım özellikleri irdelenmiştir (FitzPatrick 1993) (Şekil 3, 4, 5).

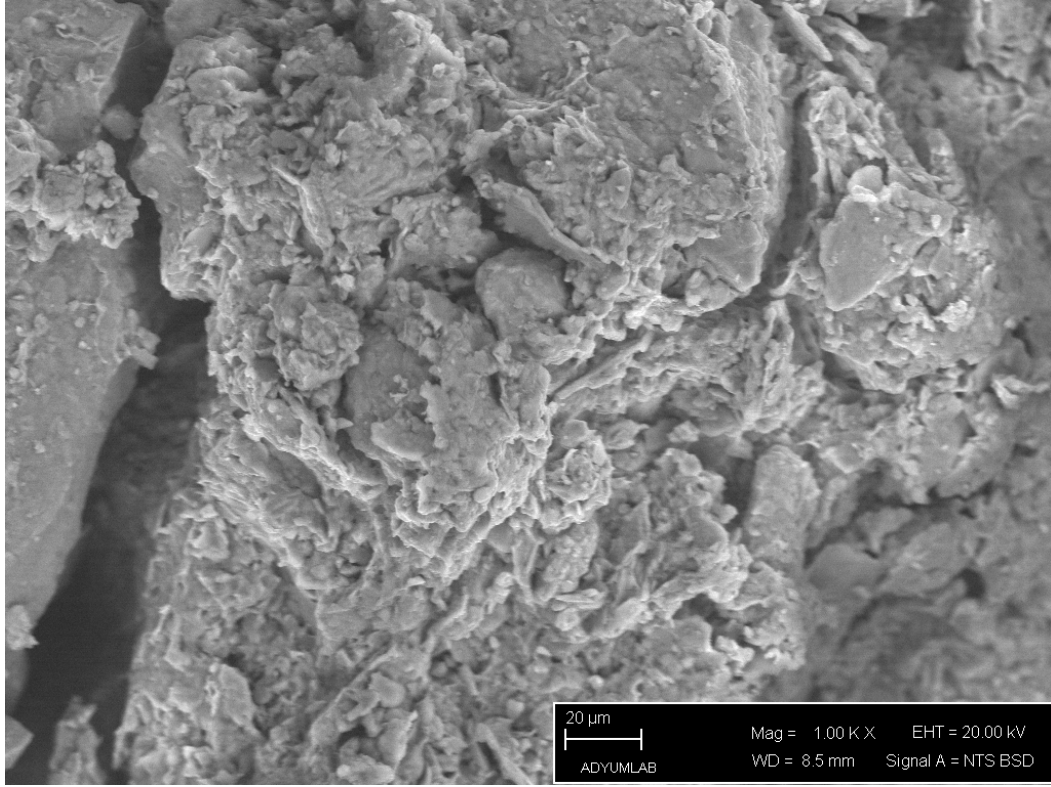
Mikromorfolojik çalışmalarda smektitik kil içeriği nedeniyle yanlış arazi işlemenin yol açtığı sıkışma mikroyapıda saptanmıştır (Şekil 3). Sıkışma nedeniyle oluşan masif yapı kök gelişimi üzerine olumsuz etki yapmaktadır. Buna karşın toprakların yüksek plastiklik özelliği ve smektitik mineral içeriği agregatlaşmaya olumlu katkı yaptığından yüzeyde toprak yapısının göreceli olarak bitki gelişimi için uygun olmasına yol açmıştır (Şekil 4). Şekil 4, 5 ve 6'da agregat içerisinde ve dışında organik kökenli herhangi bir olgu saptanmaması bu düşüncüyü doğrulamaktadır. Toprak agregatlarında organik madde katkısı agregatların dayanımını artırarak toprağın su, havalanma ve erozyona karşı direncine olumlu katkılar yapmaktadır (Devine ve ark. 2014). Bu bağlamda topraklarda orta düzeyde olan organik maddenin hızlı dekompoze olan aktif sınıfta olduğu ve toprakta uzun süre kalan pasif formda olmadığı bir göstergesi olarak kabul edilebilir (Kutch ve ark. 2009). Ayrıca agregatların küçük boyutta olması (500µm) aşırı arazi işleme sonucu agregatların dağılıp ufalanmasına bağlanabilir (Six ve ark. 1999) (Şekil 4, 5, 6).



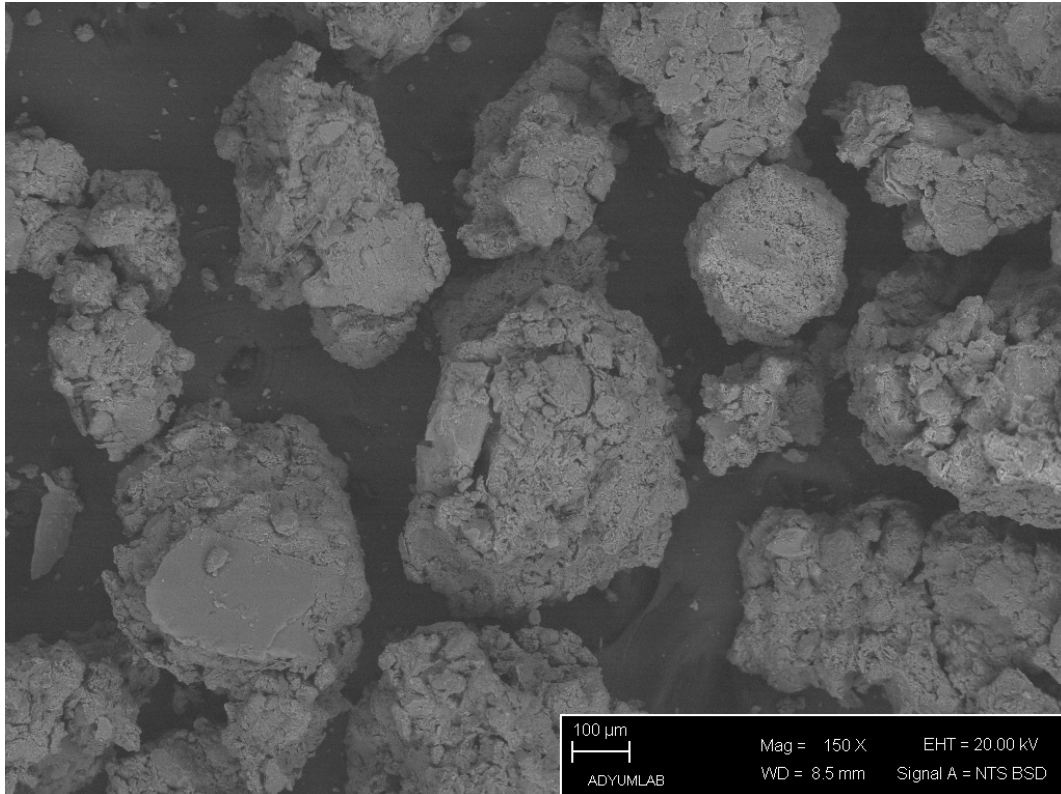
Şekil 3. 1 No'lu örnekte yoğun arazi işleme ve yüksek smektit varlığı nedeniyle oluşan masif yapı (x500).



Şekil 4. 1 No'lu örneğin kil mineralleri tarafından desteklenen agregat yapısı (x150).



Şekil 5. 3 No'lu örnekte aşırı arazi işleme sonucu oluşan mikroagregatlar (x 100.000).



Şekil 6. 3 No'lu örnekte aşırı arazi işleme sonucu oluşan mikroagregatlar (x 150).

Sonuç

Adıyaman Bölgesi'nde yaygın olan akarsu seki üzerinde gelişen toprakların az kireçli, orta derinlikte ve killi tın kumlu, killi tınlı, hafif alkali özellik gösterdiği saptanmıştır. Seki topraklarında yüksek düzeyde su tutabilen smektit varlığı toprakların uygun nemde işlenmemesi durumunda pulluk altı katmanı gelişebileceğini ortaya koymaktadır. Mikromorfolojik analizlerde sıkışma sonucu oluşan masif yapı bu olgunun bölge tarımı için dikkat edilmesi gereken bir konu olduğunu ortaya koymaktadır. Yüzey horizonundaki mikroagregatlarda ise agregat dayanımını arttıran organik materyalin olmaması agregatların arazi işleme dayanımının düşük olduğunu diğer bir göstergesidir. Eğimin genellikle %4'ten fazla olması arazilerin yanlış arazi kullanımında şiddetli erozyonun etkisinde kalabileceğini göstermektedir. Bu bağlamda toprak agregatlarının erozif etkilere dayanıklı olması için organik maddenin artırılması gerekmektedir. Buna karşın sulu ve kuru tarımda aşırı arazi işleme, arazilerin yıl boyu bitki örtüsüne sahip olmaması ve gübrelemede organik materyal katkısının gözardı edilmesi toprakların organik madde içeriğinin düşük olmasına yol açmaktadır. Var olan organik madde içeriğinin ise çabuk dekompoze olan aktif sınıfta olduğu ve agregat yapısında etkili olmadığı mikromorfolojik olarak saptanmıştır. Seki toprakların eğim ve derinlik nedeniyle işlemeli tarla tarımına uygun olmadığı buna karşın yeterli önlemler alındığında (gübreleme programı, sekileme) bahçe tarımı için daha uygun olduğu saptanmıştır. Doğal alanlarda yabani badem ve erik varlığı bu görüşü desteklemektedir. Buna karşın ana materyalden kaynaklanan düşük Zn ve Fe içeriğinin uygun gübreleme programlarıyla olası ise organik tarıma uygun mineral (bazaltik pomza) ve organik gübre (ahır ve kompost) kullanımı ile artırılması gerekmektedir. Ayrıca toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerini yakından ilgilendiren toprak organik maddesinin artırılması için baklagil münavebesi, yeşil gübreleme ve hasat sonrası bitkisel atıkların toprağa kazandırılması toprağı koruyacak ve destekleyecektir. Bölgede öncelikle yaygın olan anız yakmanın önüne geçilmesi gerekmektedir. Önerilen uygulamalar sonucunda yalnızca daha yüksek gelir elde edilmeyecek aynı zamanda toprağın kalitesinde artışlar sağlanacaktır. Sonuç olarak Adıyaman Bölgesi eğimli akarsu seki topraklarının bu çalışmada önerilen arazi kullanımı ile ulusal çölleşme eylem planlarının temelini oluşturan sürdürülebilir arazi yönetimi için örnek oluşturacağına inanılmaktadır.

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 E, Çullu MA (2013). C09 Adıyaman Project Activities. Harran University & Adıyaman University Research Group GAP Region Case Site Activity Report FY2012. RIHN, Kyoto, Japan. 41p.
- Akça E, Kapur S, Miavagni SR (2014). Sustainable Land Management in Turkey. CIHEAM Watch Letter No. 28. ISSN 2134-3129, Bari, Italy.
- Akça MO, Türkmen F, Taşkın MB, Soba MR, Öztürk HS (2015). Ankara Üniversitesi Kalecik Araştırma ve Uygulama Çiftliği Topraklarının Verimlilik Durumlarının İncelenmesi, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 3(2): 54-63.
- Alagöz Z, Yılmaz E, Öktüren F (2006). Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2): 245-254.
- Barker AV, Pilbeam DJ (2015). *Handbook of Plant Nutrition*. 2nd ed. CRC press. 774p.
- Bellitürk K, Danışman F, Sözübek B (2009). Tekirdağ Yöresindeki Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri İle Mineralizasyon Kapasiteleri Arasındaki İlişkiler, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2): 141-147.
- Büyük G, Ryan J, İbrikci H, Kume T, Güzel N, Akça E (2010). Extractable potassium and its relation to clays of Mesaoria plain soils, Cyprus. *International J. of Agriculture and Biology*, 12(3): 435-438.
- 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.
- Candan N, Çakmak İ, Öztürk L (2013). High seed zinc concentration assures high seedling vigor and biomass production in durum wheat under zinc deficiency and drought stress. XVII. International Plant Nutrition Colloquium & Boron Satellite Meeting, Sabancı University, August 2013.
- Climate Data Org (2016). İklim: Kahta. <https://tr.climate-data.org/location/15358/>.
- Coşkun A, Dengiz O (2016). Samsun Terme Havzası Bazı Temel Fizyografik Karakteristikleri Belirlenmesi ve Tarımsal Taşkın Alanlarının Toprak Haritalanması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*. (2016) 3: 1-13.

- Çelik A (1997). Şanlıurfa-Bozova İlçesinde Bulunan Bir Paleosol Toprağın Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Mineralojik Özellikleri. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- 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 Değerlendirilme Potansiyelleri, 16. Ulusal Kil Sempozyumu, Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Yayınları: 127 Sempozyum Kitabı, 128-138s, Çanakkale.
- ÇEM (2015). Çölleşme ile Mücadele Ulusal Stratejisi ve Eylem Planı 2015-2023. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü. Ankara. 148 S.
- Çimrin KM, Akça E, Şenol M, Büyük G, Kapur S (2004). Potassium Potential of the Soils of the Gevaş Region in Eastern Anatolia. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 28(4): 259-266.
- Demirekin H, Erdal İ (2015). Hakkâri-Çukurca Yöresi Topraklarının Verimlilik Durumlarının Belirlenmesi, YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi, 25(2): 140-147.
- Devine S, Markewitz D, Hendrix P, Coleman D (2014). Soil aggregates and associated organic matter under conventional tillage, no-tillage, and forest succession after three decades. PloS one, 9(1): e84988.
- Elmastaş N (2008). Kahta Çayı Havzası'nda Arazi Kullanımı. Coğrafi Bilimler Derg., 6(2): 159-190.
- Eyüpoğlu F, Kurucu N, Talaz S (1996). Türkiye Topraklarının Bitkiye Yarayışlı Bazı Mikroelementler Bakımından Genel Durumu. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- FAO (1990). Micronutrient, assesment at the country level, an intemational study. FAO Soils Bul. 63.
- FitzPatrick EA (1993). Soil Microscopy and Micromorphology. Chichester No. 631.43 F5. John Wiley & Sons. 433P.
- GTHB (2006). Adıyaman İli Tarımsal Verileri. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB), Adıyaman İl Müdürlüğü, Adıyaman.
- GTHB (2010). Adıyaman İli Tarım Potansiyeli. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB), Adıyaman İl Müdürlüğü, Adıyaman.
- Jackson ML (1979). Soil Chemical Analysis. Adv. Course. Dept.of Soil Sci.Mad., Wisconsin, 247p.
- IUSS Working Group 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.
- Kacar B (2009). Toprak Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım.
- Kapur S, Saydam C, Akça E, Çavuşgil VS, Karaman C, Atalay İ, Özsoy T (1998). Carbonate Pools in Soils of the Mediterranean: A Case Study from Anatolia. In: Global Climate Change and Pedogenic Carbonates (Eds. R. Lal, J.M. Kimble, B.A. Stewart). Lewis Publishers. 187-212.
- KHGM (1984). Adıyaman İli Arazi Varlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, İl Rapor No:02, Ankara, Genel Yayın No:781.
- KHGM (1990). Adıyaman Çamgazi Ovası Sulama Projesi Sahası Detaylı Temel Toprak Etütleri. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) Toprak Etüd Şubesi Ankara, 212s.
- KHGM (1996). Adıyaman-Besni, Keysun ve Kızılın Ovası Sulama Proje Sahası Detaylı Toprak Etütleri, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) Etüd ve Proje Dairesi Başkanlığı, Ankara, 168s.
- KHGM (1997). Adıyaman Kâhta Ovası Sulama Proje Sahası Detaylı Toprak Etütleri, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Etüd ve Proje Dairesi Başkanlığı, Ankara, 250s.
- Kızılgöz İ, Sakin E, Gürsöz S (2011). Ovacık Köyü'nde (Şanlıurfa) Yetiştirilen Asma (*Vitis vinifera* L.) Çeşitlerinin Mineral Beslenme Durumunun Değerlendirilmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(1):1-10.
- Kutsch WL, Bahn M, Heinemeyer A (2009). Soil Carbon Dynamics: An Integrated Methodology. Cambridge University Press. 289P.
- Lamichhane K (2013). Effectiveness of sloping agricultural land technology on soil fertility status of mid-hills in Nepal. Journal of forestry research, 24(4): 767-775.
- Lindsay WL, Norvell WA (1978). Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Sci., Soc. Am. J. 42: 421-428.
- Mengel K. (1994). Iron availability in plant tissues-iron chlorosis on calcareous soils. Plant and Soil, 165(2): 275-283.
- MTA (1977). Adıyaman İli ve Civarı Tuğla-Kiremit Hammaddeleri Ön Araştırma Raporu, M.T.A. Enstitüsü Endüstriyel Hammaddeler Daire Başkanlığı Yapı Taşları Servisi, Ankara.
- Özgor Ö (2015). Adıyaman-Gölbaşı Topraklarının Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Mineralojik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

- Pan JL, Dai WA, Shang ZH, Guo RY (2013). Review of research progress on the influence and mechanism of field straw residue incorporation on soil organic matter and nitrogen availability. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 21(5): 526-535.
- Panagos P, Van Liedekerke M, Jones A, Montanarella L (2012). European Soil Data Centre: Response to European Policy Support and Public Data Requirements. *Land Use Policy*, 29 (2): 329-338.
- Saraçoğlu M, Taş M, Koşar İ, Yetim S, Sürücü A (2009). Şanlıurfa İli Bozova İlçesi Topraklarının Bitki Besin Elementi Kapsamlarının Belirlenmesi. IX. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 7-10 Ekim 2009, 255s, Nevşehir.
- Saraçoğlu M, Sürücü A, Koşar İ, Anlağan Taş M, Aydoğdu M, Kara H (2014). Şanlıurfa İli Halfeti İlçesi Topraklarının Bazı Özellikleri ve Bitki Besin Elementi Kapsamlarının Belirlenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 2(2): 38-45.
- Six J, Elliott ET, Paustian K (1999). Aggregate and soil organic matter dynamics under conventional and no-tillage systems. *Soil Science Society of America Journal*, 63(5): 1350-1358.
- Soil Survey Staff (1975). *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. USDA, A Soil Cons. Service, Apr, Handbook No: 436. 754P.
- Soil Survey Staff (1993). *Soil Survey Manual*. USDA, Handbook No: 18. USA.
- Soil Survey Staff (2014). *Keys to Soil Taxonomy*, 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
- Şahin Ö, Taşkın MB, Kaya EC (2016). Fosfor Uygulamasının Marul ve Soğan Bitkilerinin Mineral Element Konsantrasyonlarına Etkisi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 150-160.
- Tunç E, Schröder D (2010). Ankara'nın Batısındaki Tarım Topraklarında USLE ile Erozyon Boyutunun Tespiti. *Ekoloji*, 19(75): 58-63.
- 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, 230s, Ankara.
- Welch RM, Hause WA, Alloway A, Kubuto S (1991). *Geographic Distribution of Trace Element Problems, Micronutrients in Agriculture*, 2nd Edition, 49-51.
- Wendling V, Legout C, Gratiot, Michallet H, Grangeon T (2016). Dynamics of soil aggregate size in turbulent flow: Respective effect of soil type and suspended concentration. *Catena*, 141: 66-72.
- Yakupoğlu T, Şişman AÖ, Gündoğan R (2015). Toprakların Agregat Stabilitesi Değerlerinin Yapay Sınır Ağları ile Tahminlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*. Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi. *Turk J Agric Res*: 83-92
- Yılmaz K, Akça E (2000). Kahramanmaraş Ovası Topraklarının Kil Mineralojisi ve Yavaş Yararlı Potasyum İçerikleri. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3(1): 97-107.
- Zdruli P, Pagliai M, Kapur S, Cano AF (Eds.) (2010). *Land Degradation and Desertification: Assessment, Mitigation and Remediation*. Springer, Netherlands.