

**T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TUZLU-ALKALİ BİR TOPRAK PROFİLİNDE KARBON STOĞU TAHMİNİ

Kübra ASOĞLU

TOPRAK ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2019**

Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU danışmanlığında Kübra ASOĞLU'nun hazırladığı “**Tuzlu-Alkali Bir Toprak Profiline Karbon Stoğu Tahmini**” konulu bu çalışmatarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU

Üye :

Üye :

Bu Tezin Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir. Proje No: 18199 (D6)

Not:Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR	ix
1 GİRİŞ	1
2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1 Tuzlu Toprak Özellikleri ve Davranışları	3
2.2 Çalışmanın Amacı ve Hedefi	13
2.3 Özgün Değer	14
3 MATERYAL ve METOD	16
3.1 MATERYAL	16
3.1.1 Toprak örnekleme yerleri	16
3.1.2 Çalışma alanının iklimi	17
3.1.3 Çalışma alanının jeolojik yapısı	18
3.1.4 Çalışma alanının toprak özellikleri	19
3.2 METOT	19
3.2.1 Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması	20
3.2.2 Toprak analizleri	21
3.2.3 Tekstür analizi	21
3.2.4 Organik madde analizi	22
3.2.5 Kireç analizi	23
3.2.6 Reaksiyon (pH)	24
3.2.7 Elektriksel iletkenlik (EC)	25
3.2.8 Hacim ağırlığı	25
3.2.9 KDK analizi	26
4 ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	27
4.1 Toprak Profillerinin Açılması, Tanımlanması ve Morfolojik Özellikleri	29
4.1.1 Toprak profili tuzluluk değerlendirmesi	31
4.2 Toprak Profillerinde Organik Karbon Stok Tahmini	33
5 SONUÇLAR ve ÖNERİLER	39
KAYNAKLAR	41
ÖZGEÇMİŞ	44

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TUZLU-ALKALİ BİR TOPRAK PROFİLİNDE KARBON STOĞU TAHMİNİ

Kübra ASOĞLU

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU
YIL: 2019, Sayfa:44

Karbon dioksit (CO₂), küresel ısınmayı artıran başlıca sera gazları arasında yer almaktadır. Bu nedenle, bilim insanları son yıllarda bu konuda yoğun çalışmalar yapmaktadır. Karbon, yalnız atmosferde değil, aynı zamanda organik madde şeklinde toprakta birikmektedir. Topraktaki kültürel işlemlere göre organik madde ayrışarak atmosfere geçebilmektedir. Bu nedenle topraktaki organik madde stoğunu bilmek önem kazanmaktadır. Topraktaki organik madde miktarı iklim ve bitki örtüsüne göre değişmektedir. Türkiye topraklarındaki organik madde stoğu erozyon, tuzluluk ve taban suyu durumuna göre değişiklik göstermektedir. Uluslararası literatürlere göre artan tuzluluk topraktaki organik madde stoğunu azaltmaktadır. Bu gerekçeler ile hazırlanan bu çalışma tuzlu-alkali toprak profilinde bulunan karbon stoğunu tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Bu amacın gerçekleştirilmesi için biri tuzlu-alkali ve biri de tuzsuz alandan olmak üzere 2 toprak profili açılmış, tanımlanmış ve alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinde analizler yapılmıştır. Sonuç olarak tuzlu-alkali toprakların yüzeyindeki organik karbon stoğunun tuzsuz toprak örneğinden bulunan değerlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir..

ANAHTAR KELİMELELER: Tuzlu-alkali, toprak karbon stoğu, Harran Ovası

ABSTRACT

Master Thesis

ESTIMATION OF CARBON STOCKS IN A SALT-ALKALI SOILPROFILE

Kübra ASOĞLU

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Soil Science and Plant Nutrition**

Advisor: Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU

YEAR: 2019, Page: 44

CO₂ is the most important gas contributing to global warming. Therefore, scientists have been working hard on this subject in recent years. Carbon is deposited not only in the atmosphere but also in soil in the form of organic matter. According to cultural processes in the soil, organic matter can decompose and release into the atmosphere. Therefore, it is important to know the stock of organic matter in the soil. The amount of organic matter in the soil varies according to climate and land cover. Organic carbon stock of Turkey changes according to soil erosion, salinity and groundwater situation. According to international literature, increasing salinity reduces the stock of organic matter in the soil. The aim of this study is to estimate the carbon stock in saline-alkaline soil profile. In order to achieve this aim, two soil profiles, one from the saline-alkali and one from the non-salted area, were opened, identified and analyzed. As a result, the organic carbon stock of saline-alkaline soils was calculated and it was lower than the values found in the none saline soil profile.

KEYWORDS: Salty-alkali soils, soil carbon stock, Harran Plain

TEŞEKKÜR

Bu tezin oluşumunda her zaman yardımda bulunan ve akademik önerileriyle kişisel geliŐimime sağladığı katkılarından dolayı danıŐmanım Sayın Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU'ya, aileme, arkadaŐlarıma ve tezinin baŐından itibaren yardımlarıyla ve manevi desteğiyle her zaman yanımda olan hayat arkadaŐım Nasih KARAÇALI'ya teşekkür ederim.



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Çalışma alanının konumu.....	16
Şekil 3.2. Çalışma alanının bulunduğu mahalle	20
Şekil 3.3. Bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinin alınması	21
Şekil 3.4. Toprakta tekstür (bünye) analizi	22
Şekil 3.5. Organik madde analizi	23
Şekil 3.6. Scheibler Kalsimetresi ile kireç ölçümü.....	24
Şekil 3.7. Vakumlama aletinden alınmış toprak süzüğü	24
Şekil 3.8. Toprak örneklerinin süzükten okunması	25
Şekil 3.9. Bozulmamış toprak örneğiyle hacim ağırlığı hesaplama	26
Şekil 4.1. Derinlik-TOK ilişkisi	36
Şekil 4.2. EC-TOK ilişkisi	37

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1. Tuzlu-alkali toprakların temel özellikleri.....	5
Çizelge 2.2. Tuzlu ve alkali toprağın ayırt edici özellikleri	5
Çizelge 2.3. Topraktaki tuzluluk oranı ve bitki gelişimine etkisi	7
Çizelge 2.4. Bölgede yetişen bitkiler için Saturasyon ekstraktı EC'si sınır değerleri	8
Çizelge 4.1. Tuzlu-alkali toprak profilinin morfolojik özellikleri	30
Çizelge 4.2. Tuzlu-alkali profil topraklarının analiz sonuçları	30
Çizelge 4.3. Toprak Tuzluluk Sınıflandırılması değerleri	32
Çizelge 4.4. Tuzsuz profil morfolojik özellikleri ve bazı analiz verileri	32
Çizelge 4.5. Tuzsuz profil topraklarının bazı analiz sonuçları	33
Çizelge 4.6. Tuzlu-alkali profil TOK stoğunun horizonlara göre dağılımı	34
Çizelge 4.7. 1 Nolu Profili Topraklarının Tuzluluk Sınıflaması	35
Çizelge 4.8. Toprak EC ile TOK, OM, pH, Tekstür, ve Hacim Ağırlığı arasındaki Korelasyon Çizelgesi	35
Çizelge 4.9. Tuzsuz profil TOK stoğunun horizonlara göre dağılımı	37

SİMGELER ve KISALTMALAR

ESP	Değişebilir Sodyum Yüzdesi
KDK	Katyon değişim kapasitesi
SO ₄	Sülfat
Pg	Petagram
TOK	Toprak Organik Karbonu
EC	Elektriksel İletkenlik
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
OM	Organik Madde
OK	Organik Karbon

1 GİRİŞ

Dünyada milyonlarca hektar tuzluluktan etkilenen alan bulunmaktadır. Ülkemizde de kurak ve yarı kurak iklimin etkili olduğu alanlarda tuzluluk sorunları bulunmaktadır. Yapılan etütlere göre Türkiye’de tuzdan etkilenen alan yaklaşık 1.5 milyon hektardır. Bu alanların % 74’ü tuzlu, % 25.5’i tuzlu-alkali ve % 0.5’i alkali (sodyumlu) topraklardan oluşmaktadır (Sönmez, 2011).

Ülkemizdeki tuzlu-alkali alanların oranına bakıldığında neredeyse tuzlu toprakların ¼’ü tuzlu-alkali karakterdedir. Bu özellikteki topraklar bitkisel üretimi etkilediği gibi, topraktaki organik madde stoğunu da etkilemektedir. Türkiye’de tuzdan etkilenmiş alanlar yaygın olarak Aksaray, Harran (Çullu, 2010), Konya-Ereğli, Erzincan, Erzurum, Çukurova (Dinç ve ark., 1990), Iğdır, Bafra, Menemen, Söke, Acıpayam ve Salihli (Bayramin, ve ark., 2004; Sönmez, 2011), Amik (Kılıç ve ark., 2008), Reyhanlı (Atasoy ve Çeçen, 2014) ovalarında yer almaktadır.

Sulama sonrası oluşan yüksek taban suyu nedeniyle Harran Ovası’nda yıllar itibariyle artış gösteren tuzlulaşma problemi hem alansal hem de şiddet olarak artmıştır. Bu durum bitkisel üretimi tehdit eder duruma gelmiştir. Bu tuzlulaşma Ovanın güneyinde başlayarak kuzeye doğru yayılarak artmaktadır ve yaklaşık 50.000 hektarında taban suyu 1-2 m arasındadır. Bu durum gelecekte tuzluluktan etkilenecek alanların artacağını göstermektedir. Çullu ve ark.,(2010) tarafından yapılan çalışmada, taban suyu seviyesi ve taban suyunun tuz içeriğine bağlı olarak özellikle Ovanın güneyinden başlayan tuzluluk verilerinin CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) ortamında analiz edilmesi sonucunda, 2000 yılında toplam 11430 ha olan tuzlu alanlar, 10 yıl içinde yaklaşık %55 artarak 2009 yılında 17767 hektara ulaştığı belirlenmiştir. Harran Ovası’nda 2011 yılında Tarım Reformu Genel Müdürlüğü tarafından başlatılan drenaj alt yapı çalışmalarından sonra tuzdan etkilenen alanlarda önemli bir azalma meydana gelmiştir. Fakat söz konusu proje sonrasında yeni etüt ve haritalama yapılmadığından net tuzlu alan dağılımı bilinmemektedir.

Bu çalışmada, Şanlıurfa Harran Ovası Aşağı Beğdeş Mahallesinden açılan tuzlu-alkali toprak profilindeki tuzluluğun toprak karbon stoğuna olan etkisinin tahmini için, toprak karbon stoğu tahmin edilerek tuzlulukla ilişkisi yorumlanmıştır.



2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Tuzlu Toprak Özellikleri ve Davranışları

Tuzlu toprak ise bitki kök bölgesinde bitki gelişimini kısıtlayacak kadar tuz bulunduran topraklara denilmektedir. Tuzlu topraklar içerdikleri tuzların cinslerine veya elektriksel iletkenliklerine göre ifade edilirler (Tanju, 1996, Budak, 2012). Tuzlu topraklar, bitki gelişimine engel olacak miktarda çözünebilir tuz içeren topraklardır. Tuzlu topraklarda en yaygın anyonlar; klor (Cl), sülfat (SO_4^{-2}), karbonat (CO_3^{-2}) ve bikarbonattır. En yaygın katyonlar ise; sodyum (Na), magnezyum (Mg^{2+}), kalsiyum (Ca^{2+}) ve potasyum (K^+)'dur. Söz konusu katyon ve anyonların bir araya gelmesi ile tuzlar oluşur. Örneğin, sodyum klorür (NaCl) doğada en yaygın olarak ve bilinen yaygın bulunan bir tuzdur.

Doğada bulunan tüm topraklar bir miktar suda çözünür tuz içerir. Ancak bu tuzlar bitki gelişimine zarar verecek ölçüde ise, bu tür topraklar tuzlu topraklar olarak adlandırılır. Nitekim toprakta tuzluluğun başlaması ile birlikte bitkilerde zarar görmeye başlar. Bunun yanında, bu tuzlu topraklar, iyi su kalitesi ve uygun drenaj koşulları altında en kolay ıslah edilebilen toprak türlerindedir. Tuzlu topraklar genel olarak iyi yapılı ve geçirgen olup, normal fiziksel koşullara sahiptir. Tuzlu topraklar, toprakta su hareketi yukarı doğru olduğunda çoğunlukla yüzeyde beyaz bir tabaka oluşur. Bu tabaka tuz tabakasıdır. Bu durum devam etmesi durumunda ise tuz çiçeklenmesi oluşur. Toprak suyunda çözünen daha sonra tuzlar kılcal kanalcıklarla yüzeye hareket eder. Suyun buharlaşmasıyla yüzeyde bir tuz tabakası oluşur. Burada oluşan beyaz tuzlar çoğunlukla magnezyum, kalsiyum ve sodyumun anyonları olan sülfat, klorür ve karbonatlardır. Tuzlu topraklarda pH 8.5'den düşük, değişebilir sodyum içeriği % 15'den daha az, toplam tuz içeriği ise yüksektir.

Bu çalışmanın bir diğer konu başlığı olan Tuzlu-alkali toprak ise çeşitli tuzların (Mg^{++} , Ca^{++} ve K^+) ve sodyumun (Na^+) toprakta birikimi ile meydana gelen koşullar olarak ifade edilmektedir. Alkali toprak, değişebilir sodyum yüzdesi 15'den

fazla olan veya pH değeri 8.5'dan daha fazla olan veya her iki koşulu birlikte bulduran topraktır. Alkali toprak deyimi; genellikle, açık renkli ve kabuk bağlamış topraklar için kullanılır. Bu durum tuzdan etkilenmiş topraklarda özellikle sodyum iyonunun fazla olduğunu gösterir. Tuzlu-alkali toprağın oluşması için birçok nedeni vardır. Söz konusu toprağı oluşturan ana materyalin tuzlu-alkali karakterde olması ve ayrışması ile doğal süreçlerde bu toprakların oluşmasıdır. İnsan aktivitelerine bağlı olarak uygun olmayan arazi ve su kullanımları toprağın sonradan tuzlanması şeklinde olabilmektedir. Bu ve benzer durumlarda yüksek derecede tuzlu-alkali toprakların oluşumu meydana gelmektedir.

Tuzlu ve alkali topraklar tuzlu, tuzlu-alkali ve alkali olarak üç ayrı kategoride incelenebilir. Bu kategoride elektriksel iletkenlik değerleri, değişebilir sodyum yüzdesi ve pH değerleri listelenmiştir. Çizelge 1.1'de gösterildiği gibi tuzlu topraklarda pH değeri 8,5'ten azdır. Bu durum toprağın bitki gelişmesini aksatacak kadar doğal tuzlar, sodyum ve fazla miktarda nötr tuzları içerir. Alkali olan topraklarda ise pH değeri 8,5 değerinden fazladır. Bu topraklarda Na'nın etkisiyle toprak fiziksel ve kimyasal olarak tarımsal üretim için elverişsizdir.

Alkali olarak adlandırılan topraklar yüksek sodyum içeriği nedeniyle organik maddenin sodyum tarafından dispersiyonu (küçük parçalara ayrılması) sonucu ortaya çıkar. Bu topraklarda tuz içeriği daha düşüktür. Bu alkali topraklar ıslakken hemen hemen su geçirmez, yapışkan ve kaygan bir görünüme sahiptirler. Bu topraklar kurudukça sertleşir, kesikleşir ve daha sonra kabuk bağlar. Toprak hafif ıslakken sürüldüğünde, arazide kaygan bir görünüm ve tarım araçlarına ait teker izleri ortaya çıkar. Bu tür topraklar düşük düzeyde total tuz ve yüksek düzeyde değişebilir sodyum içerir. Yüksek sodyum içeriği nedeniyle, hem kil hem de organik madde dispers duruma geçerek toprak parçacıklarının dağılmasına neden olunur.

Toprağın alkalileşmesi, çorak toprakların oluşumunda ikinci devredir. Toprakta ilk aşamada tuz birikmeye başlayınca durum değişerek sodyum egemen olur. Buharlaştırma ile toprak çözeltisi su kaybederek yoğunlaşır. Kalsiyum sülfat ve magnezyum karbonat gibi tuzların erime sınırları aşılmış olur ve bu tuzlar çöker.

Çözelti içinde sodyum oranı yükselmiş olur. Toprak kolloidlerine bağlı bulunan orijinal magnezyum ve kalsiyum sodyum ile yer değiştirir. Bu şekilde, topraktaki değişebilir katyonlar arasında sodyum egemen duruma geçmiş olur.

Çizelge 2.1. Tuzlu-alkali toprakların temel özellikleri (Richards, 1954)

Toprak niteliği	Elektriksel iletkenlik (dS/m)	Değişebilir sodyum yüzdesi	pH
Tuzlu	>4	<15	<8,5
Tuzlu- alkali	>4	>15	≈8,5
Alkali	<4	>15	>8,5

Toprağın sıkıştırılması ile birlikte burada bulunan gözenek aralıklarının büyüklüğünü ve sayısını azaltır. Bu durumda da toprak profili boyunca su ve hava kolay hareket edemez. Zayıf havalanma ve çoğunlukla toksik düzeyde olan yüksek sodyum kapsamı, alkali toprakların ıslahını güçleştirir. Alkali topraklar, çoğu bitkilerin gelişimine zararlı etkide bulunur.

Çizelge 2.2. Tuzlu ve alkali toprağın ayırt edici özellikleri(Öztürk, 2012)

Tuzlu topraklar	Alkali topraklar
Ca, Mg, Na'un Klorür ve sülfat tuzlarının egemen olduğu çözünebilir tuzlar.	Önemli miktarda doğal çözünebilir tuzlar genellikle mevcut değildir. Na ₂ CO ₃ gibi alkali hidroliz yeteneğinde tuzların önemli miktarı mevcuttur.
Topraklar önemli derecede jips gibi çözünebilir Ca bileşikleri içerirler.	Bu topraklar jips içermez.
Fazla miktardaki nötr çözünebilir tuzlardan dolayı kil fraksiyonu çökelmiştir. Bu topraklar stabil bir strüktüre sahiptir.	Fazla miktardaki değişebilir sodyum ve yüksek pH dispersiyona ve dolayısıyla toprak strüktürünün bozulmasına yol açar.
Toprakların hava ve su geçirgenlikleri ve diğer fiziksel özellikleri genelde normal topraklar gibidir.	Toprakların hava ve su geçirgenlikleri sınırlanmıştır. pH sınırın artması, ESP'nin artması daha kötü fiziksel özelliklere neden olur.
Tuzlu toprakların ıslahı, temel olarak kök bölgesindeki tuzların yıkanmasına ve drenajın gereksinim duyar.	Değişim komplekslerindeki sodyumun toprak ıslah edici maddelerden oluşan kalsiyum ile yer değiştirmesi ve açığa çıkan sodyum tuzlarının yıkanması ve drenaja ihtiyaç duyması

Toprak profilinde bulunan eriyebilir tuzlar aşağıya doğru tamamen yıkanır. Bundan sonra ise değişebilir sodyum (Na) hidrolize olarak sodyum hidroksit (NaOH) oluşur. Sodyum hidroksit (NaOH), havadan adsorbe edilen veya mikroorganizmaların oluşturduğu CO₂ ile reaksiyona girerek sodyum karbonat (Na₂CO₃)'a dönüşür.

Bunların sonucu olarak sodyum katyonunun artmasıyla toprak yüksek bir alkali reaksiyon kazanır. Yüksek alkali reaksiyonda Na₂CO₃ karşısında toprakta humus varsa küçük parçalara ayrılır ve daha sonra dağılır. Bu humus, toprak parçacıklarının üzerine yayılarak burada koyu bir renk oluşturur. Bu renklerden dolayı bu toprak türüne siyah alkali topraklar adı verilmiştir. Fakat toprakta humus yoksa veya çok az ise bu siyah renkli yapı oluşmayabilir. Tuzlu-alkali sözcüğü, hem tuzlu ve hem de alkali olan topraklar için kullanılır.

Toprak maddesi tek başına birçok yapı oluşturduğu için bu bağlamda bir çok bilim alanının konusuna girmektedir. Bu bağlamda toprağın fiziksel özelliklerini incelemek için toprak fiziği alanı gelişmiştir. Bu alan kapsamında toprağın bünyesi, gözenekliliği, strüktürü, sıcaklığı incelenir. Toprak kimyası kapsamında toprağın tuzluluğu, kireci, katyon değişim kapasitesi, pH değerleri ve bitki besin değerleri gibi özellikler incelenir. Aynı şekilde toprağın biyolojik özelliklerini incelemek için toprak biyolojisi ve toprağın sınıflandırılması ve haritalandırılması içinde toprak genesisi alanları bulunmaktadır.

Bir toprağın içerisinde olması gereken mineral ve bileşiklerin değerlerin neler olacağı incelenen toprağı oluşturan ana materyal, bitki örtüsü ve iklime göre değişmektedir. Bu toprağın içinde barındırdığı madde ve miktarına göre hangi kategoride sınıflandırılacağı anılan özelliklere bağlı olarak değişmektedir. Tuzlu ve alkali toprak olarak sınıflandırılan bir toprağın barındıracağı madde sınır değerleri yukarıda açıklanmıştır. Bu tür bir toprak çeşidinin etkileri de barındırdığı madde miktarına göre değişmektedir. Bu bağlamda tuzlu ve alkali bir toprak toprağın su geçirgenliğine etki etmektedir. Tuzluluk oranının artmasıyla mikro organizmaların faaliyet göstermesi azalır imkânsız hale gelebilmektedir. Bu tür topraklarda besin

madde dengesi bozulmaktadır. Besin yetersizliğinden dolayı da bitkilerin gelişmesi kısıtlanmaktadır.

Aşağıdaki çizelgede farklı tuz oranına sahip topraklar ve buradaki bitki gelişimine etkisi incelenmiştir. Çizelge 1.3 incelendiğinde Saturasyon ekstraktı EC'si 0-2 dS/m olan topraklar tuzsuz kabul edilip bu topraklarda tuzluluğun bitkiye etkisi ihmal edilebilir kabul edilmektedir. Fakat 'hafif tuzlu' (tuzluluk yüzdesi 0 – 0,15) olan topraklarda tuzluluğa duyarlı bitkilerde verim sınırlanabilir.

Saturasyon ekstraktıEC'si (dS/m) değeri 16'dan büyük ve tuzluluk oranı 0,65'ten büyük olan topraklar çok kuvvetli tuzlu olarak kabul edilmektedir. Bu tür topraklarda sadece birkaç toleranslı bitki gelişir diğer bitkilerin yetişme imkânı yoktur. Diğer tuzluluk oranı yukarıda sıralanan tuzluluk oranları arasında kalmaktadır. Geniş bilgi aşağıdaki çizelgede sunulmuştur.

Çizelge 2.3. Topraktaki tuzluluk oranı ve bitki gelişimine etkisi

Toprak tuzluluk sınıfı	Saturasyon ekstraktı EC (dS/m)	% Tuz	Bitki üzerine etki
Tuzsuz	0 - 2		Tuzluluk etkileri ihmal edilebilir
Hafif tuzlu	2 – 4	0 – 0,15	Tuzluluğa duyarlı bitkilerde verim sınırlanabilir.
Orta tuzlu	4 - 8	0,15 – 0,35	Birçok bitkide verim sınırlanır.
Kuvvetli tuzlu	8 – 16	0,35 – 0,65	Tuza toleranslı bitkilerde tatmin edici verim, diğer pek çoğu şiddetli düzeyde zarar görür.
Çok kuvvetli tuzlu	> 16	> 0,65	Sadece birkaç toleranslı bitki gelişir.

Çizelge 1.3'te barındırdığı tuz miktarına göre toprakların tuzluluk bağlamında sınıflandırılması yansıtılmıştı. Toprağın saturasyon ekstraktıEC'si (dS/m) değerlerine bağlı olarak ne tür bitkilerin yetiştirilebileceği ayrıca önem kazanmaktadır. Buna

göre arpa bitkisi en yüksek EC'de yetişebilirken mısır bitkisi en düşük EC'de yetişmektedir. Pamuk ve buğday arpaya yakın EC değerlerinde yetişirken domates mısıra yakın EC değerinde yetişmektedir.

Çizelge 2.4. Bölgede yetişen bitkiler için Saturasyon ekstraktı EC'si sınır değerleri

Bitki	EC (dS/m)
Arpa	8,0
Pamuk	7,7
Buğday	6,0
Mısır	1,7
Domates	2,5

Topraklarda tuzluluğun artması ve bunun sonucu olarak bitki ekiminin azalması dünya genelinde yaygın olan bir problemdir. Yapılan araştırmalarda Dünyada her yıl 10 milyon hektar arazinin tuzluluk nedeniyle elden çıkmaktadır. Kurak ve yarı kurak bölgeler dünyadaki toplam alanın yaklaşık %46'sını kaplamaktadır. Bu iklim bölgelerinde sulanan alanların yaklaşık %50'sinde ise değişik düzeylerde tuzluluk sorunu vardır. FAO/UNESCO tarafından hazırlanan raporlarda, Dünya Toprak Haritası verilerine dayanarak, dünya genelinde 954 milyon hektar tuzdan etkilenmiş ve üretkenliği kısıtlanmış toprak bulunduğu bildirilmektedir Szabolcs (1991). Özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde düşük yağış ve aşırı buharlaşma tuzluluğun oluşmasında en başta gelen nedenlerinden birisidir (Richards ve ark., 1954; Öz ve Karasu, 2007).

Yüzölçümü 78 milyon hektar olan Türkiye'nin işlenen toprak alanı 27-28 milyon hektardır. Türkiye'nin topraklarının % 1.7'sinde (1.518.746 hektar), tarımsal alanların ise % 3.8'inde (837.405 hektar) tuzluluk ve alkalilik sorunlarına rastlandığı, özellikle yarı kurak bölgelerde tuzlu toprakların sürdürülebilir tarım açısından özel bir öneme sahip olduğu görülmüştür. Türkiye'de tuzluluk ve alkaliliğin görüldüğü bölgeler: Ege Bölgesinde Gediz Havzasının Alaşehir, Salihli, Manisa-Mütevelli ve Menemen Ovaları, Saray Köyü sulama alanlarından Göremezli Yöresi, Menderes Havzasında Söke Ovası'nın büyük bir bölümü ile Koçarlı Ovasının kimi bölümleri,

Büyük Bakırçay Havzası'nın Aşağı Kırıklar Yöresi ve KüçükMenderes'in denize döküldüğü bölgelerdir. Bunun yanında Güney Anadolu'da Tarsus Ovası, Çukurova'nın Akdeniz'e yakın drenajın yetersiz bölümleri, Kuzey Anadolu'da Çarşamba Ovası, Doğu Anadolu'da Iğdır Ovası ve OrtaAnadolu'da Tuz Gölü Yöresi, Konya ve Çumra Ovaları'dır (Sayman ve ark., 2011).

Ülkemizde bu kadar çok tarımsal alanın tuzluluk ve alkalilik sorunu içerisinde olması tarım ülkesi olması hedefini gerçekleştirmesine engel olabilecek bir tehdittir. Bu bağlamda bu sorunun aşılması için verimli ve yerinde sulama yapılması önem kazanmaktadır. Bunun yanında tuzlu ve alkali toprakların bitkiler için elverişli bir ortam olması için bazı aşamalardan geçirilmesi gerekmektedir. Bu aşamalar kısaca; yıkama/uzaklaştırma/temizleme, tuzları daha az zararlı hale getirme ve korumadır. Temizleme aşamasında toprakta bulunan zararlı tuzlar drenaj, yıkama ve kazıma yolu ile giderilebilir. Suda bulunan tuzun artmaması için topraktaki suyun buharlaşmasını engellenebilir. Bunun için bir anda çok su verme yerine azar azar ve yavaş yavaş su verildiğinde bu azaltılmış olur. Ayrıca malç kullanarak topraktaki suyun buharlaşması engellenir.

2.2. Atmosfer ve Toprakta Organik Karbon Bağlanma İlişkileri

Geçen 20 yılda atmosferik karbondioksit artışının fark edilmesi ve global ısınma tehdidi CO₂'inin azaltılması konusunu öncelikli hale getirmiştir. Farklı karasal ekosistemlerde karbonun tutulmasıyla sera gazlarının azalması düşüncesi veya atmosferden CO₂'i almayı (bağlamayı) bugün yoğun bir şekilde tartışmaktadır (Smith et al., 1997; Lal et al., 1999; Vanden Bygaart et al., 2003; Mann., 2008; Lal, 2004; Xie et al., 2007).

Karbon tutulması ya da ayrı bağlanması serbest atmosferik karbondioksitin bitkiler tarafından fotosentez aracılığıyla organik madde olarak önce canlı kısımda sonrasında toprakta depo edilmesi işlemidir. Bu bağlamda tarım-ekosistem yönetimlerinde TOK'un karasal alanlarda tutulması önemli bir karbon azaltma

stratejisidir. Arazi kullanım tekniklerinin toprak organik karbonun tutulmasında önemli fonksiyonları olduğu açıktır (Post and Kwon 2000).

Toprakta karbonun en önemli kaynaklarından biri CO₂'tir ve atmosferden fotosentez aracılığıyla toprakta yaşayan bitkiler tarafından depo edilmektedir veya onlar tarafından geriye salındığı ifade edilmektedir (Lal et al., 1998; Landi and Mermut, 2006). Nemli bölgelerde organik madde üretimi sonucu biyolojik aktivite yüksektir ve topraklarda organik madde genel ortalama değerlerden yüksek düzeyde olmaktadır. Organik maddenin parçalanmasında çok az bir kısım geriye kalmaktadır, kalan ve ayrışmayan organik madde, geniş ve kompleks moleküller ile koyu renkli aromatik bileşenler oluşturmaktadır (Humik Asitler).

Ölü bitki ve hayvan artıklarıyla organik karbonun toprağa girişi meydana gelirken, giren materyallerin parçalanması ve mineralizasyonu ile çıkışı meydana gelmektedir. Aerobik koşullar altında toprağa giren karbonun çoğu CO₂ olarak köklerin solunumu, organik maddenin parçalanması, ototrofik solunum ve heterotrofik solunum olayları ile bir kısmı atmosfere salınmakta diğer bölümü de toprakta ikincil karbonatlara dönüşmektedir (Chadwick et al., 1994; Mermut et al., 2000)

Bugüne kadar elde edilen bilgilere göre, bitki örtüsü atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun düzenlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Orman ağaçlarının kesilmesinin atmosferik CO₂ konsantrasyonuna etkisi son zamanlarda büyük kaygı oluşturmuştur. Tropikal ormanlar karbon döngüsünü 3 yolla etkilemektedir.

- Toprak organik maddesi olarak toprakta depolamak,
- Tropikal canlıkütle sistemi içerisinde karbonun yeniden sentezlenmesini sağlamak ve
- Tropikal ormanlarından drenaj ile karbonun önemli bir kısmının taşınmasını engellemek (Lal, 1987).

Topraktaki karbon stokları organik ve inorganik karbondan oluşmaktadır. Karbon sadece ürün üretimi ve çevre işlevleri için değil aynı zamanda küresel karbon döngüsünde de önemli bir rol oynamaktadır. Atmosferdeki karbonun toprak ve biyokütle tutulması sadece sera etkisini azaltmakla kalmamakta aynı zamanda toprağın kalitesini de arttırmaktadır (Mermut et al., 2000; Mermut, 2006).

Toprak organik maddesinin, erozyonu azaltmada, su tutma kapasitesinin artırılmasında, su ve hava infiltrasyonunu artırmada ve toprak yapısının geliştirilmesinde ve sürdürülmesinde büyük önemi bulunmaktadır (Baldock and Nelson, 2000; Franzluebbers, 2002; Wall and Heiskanen, 2003; Çelik, 2005).

Toprak organik maddesi (TOM) terimi kısa otlar, hafif fraksiyonlar, mikrobiyokütleler suda çözülebilir organikler ve durağan organik madde veya humus içeren, topraklardaki tüm organik materyaller için kullanıldığı belirtilmiştir. TOM'un aktif ve stabil olmak üzere iki büyük havuzu bulunduğu bildirilmektedir. Aktif havuzlar hafif fraksiyon, biyokütle, humik olmayan materyaller ve küçük bitki artıklarını içerdiği ifade edilmektedir. Stabil fraksiyonlar parçalanmaya daha fazla direnç göstermekte, besin elementleri kaynağı ve toprağın uzun dönem dengesinde çok önemli görevleri bulunmaktadır (Stevenson, 1994).

Dünyada tuzdan etkilenen geniş alanlar bulunmakla birlikte (yaklaşık 900 milyon ha), C stoğunun birikim mekanizması hakkında fazla bilgi bulunmamaktadır. Toprakta tuzluluk ve sodikliğin artışı ile birlikte karbon dinamiği değişimi üzerinde çok az çalışma bulunmaktadır. (Nelson et al., 1997, Nelson et al., 1996, Pankhurst et al., 2001, Sarig et al., 1993).

Tuzlu-Alkali alanlarda fazla kültür bitkisi yetişmemekte ve toprak işleme gibi kültürel işlemler uygun düzeyde yapılamamaktadır. Topraktaki bitkisel üretim dışında iklimsel faktörler C birikimini etkilemekteyse de topraktaki tuzluluk değişimi ve konsantrasyonu da organik C değişimini etkilediği literatürlerde belirtilmektedir. Bu çalışmada tuzlu-alkali ve normal tuzsuz toprak profillerinden alınacak toprak örnekleri ile C stoğu hesaplanmıştır. Tuzlu-alkali topraklarda yüksek dispersiyon ve

düşük geçirgenlik doğrudan bitki gelişimini etkilemektedir. Aşırı tuzluluğun etkisi sonucu agregatların bozulması ve organik maddenin çözünürlüğünün artması, toprakta OM birikimini azaltmaktadır. Ayrıca topraklarda fiziksel ve kimyasal özelliklerin bozulması ile birlikte besin elementi dengesi ve ayrışma işlemlerindeki düzenin bozulmasına neden olmaktadır (Wong ve ark., 2005).

Tuzlu alkali topraklardaki bitki türlerin sodyum ve potasyum içerikleri üzerine yapılan akademik çalışmalarda türler arasında önemli farklar belirlenmiştir (Sayman ve ark., 2011). Araştırmacılara göre, tuzluluk oranı yükseldikçe ağaçlardaki sodyum ve potasyumun arttığı, fakat tuza dayanıklı türlerde bu artışın daha az olduğu belirlenmiştir (Zhanet al.,1999).

Strogonov (1964), toprağın tuzlanması, bitkinin gelişmesi için uygun olmayan koşullar yarattığını, bu tuzların toprak eriğinin osmotik basıncını arttırdığını, bitkinin su alımını güçleştirdiğini belirterek, bazı tuzların bitkilere zehir etkisi yaptığını bildirmektedir (Sayman ve ark., 2011).

Toprak organik karbon (TOK) modelleri, TOK stoklarındaki ve topraklardan kaynaklanan karbondioksit (CO₂) emisyonlarındaki değişiklikleri tahmin etmek için kullanılır ve tuzlu olmayan topraklar için başarıyla uygulanmıştır. Ancak, TOK modelleri tuzlu topraklarda TOK bütçesini simüle etmek için geliştirilmemiştir. Dünyada çok fazla tuzdan etkilenen alan olması nedeniyle, tuzdan etkilenen topraklarda TOK dinamiklerini doğru şekilde tahmin etmek önemlidir. Bu bilgi boşluğunu kapatmak için, Hindistan'daki iki tarım bölgesinde (120 toprak) ve Avustralya'da (160 toprak) tuzdan etkilenmeyen topraklardan elde edilen verileri kullanarak, tuzdan etkilenen topraklarda TOK bütçesini simüle etmek için Rothamsted Carbon Model'i (RothC) uygulanmıştır (Setia et al., 2012). Setia ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan çalışmada, tuzluluk nedeniyle geçmiş dönem TOK kayıplarını tahmin etmek ve tuzluluğun gelecekteki TOK stoklarını bölgesel ölçekte nasıl etkilediğini göstermek için yeni bir yöntem sunulmuştur. Tuzluluk, ayrışma oranlarını azalttığı için, tuzluluk için ayrışma hız değiştiricisini kullanan simülasyonlar, TOK birikimine işaret etmektedir. Bununla birlikte, eğer bitkilerin

toprağa katkıları tuzlu koşullar altında azalan bitki büyümesini yansıtacak şekilde ayarlanmışsa, simülasyonlar geçmişte tuzlanma nedeniyle önemli miktarda toprak karbonu kaybı gösterir, Hindistan topraklarındakilere göre (31 t C ha⁻¹), Avustralya topraklarında ortalama TOK kaybı daha yüksek bulunmuştur (55 t C ha⁻¹). TOK kaybı ile ozmotik potansiyel arasında anlamlı bir negatif korelasyon bulunmuştur. Gelecekteki TOK stoklarının ayrıştırma oranı değiştiricisi ve bitki katkı değiştiricisi ile simülasyonları, TOK'ta salın içindeki tuzlu olmayan topraklara kıyasla daha fazla bir düşüş olduğunu göstermektedir. Tuzluluğa bağlı olarak geçmiş TOK kayıplarının simülasyonları, ölçülen kömür-C veya Falloon ve arkadaşlarının tahmin ettiği durağan organik madde kullanılarak tekrarlanmıştır. Her iki sonuç kümesi de, tuzlu toprakların karbonu kaybettiğini ve gelecekteki iklimde karbon kaybetmeye devam edeceğini göstermektedir. Bu, tuzlu topraklarda TOK stoklarındaki gelecekteki değişikliklerin simülasyonunda hem azaltılmış ayrışmanın hem de bitki organik madde katkısının azalmasının önemini göstermektedir (Setia et al., 2012).

Tuzlu topraklar, dünyadaki toplam arazi alanının % 8 'ini (831 milyon hektar) kaplamaktadır. Toprak organik karbonu (TOK) stoğu, bitkilerden elde edilen karbon (C) girdileri ile ayrışma, yıkanma ve erozyon arasındaki kayıpları yansıtır. Yeni tanımlanan bir tuzluluk ayrışma oranı değiştiricisi ve bir bitki giriş değiştiricisi olan değiştirilmiş bir Rothamsted Carbon modelinin (RothC) kullanılması, tarihsel olarak, şu anda tuzlu olan dünya topraklarının tuzlu olduklarından bu yana ortalama 3.47 t TOK ha⁻¹ kaybettiğini tahmin edilmektedir (Setia et al, 2013). Bununla birlikte, toprak C stoklarını arttırma açısından bakıldığında, tuzlu topraklarda düşük TOK ayrışma oranı göz önüne alındığında, tuzdan etkilenen bölgelerde C'yi tutmak için toleranslı bitkiler kullanılabilir.

2.2 Çalışmanın Amacı ve Hedefi

Artan nüfusun gıda ihtiyacı ve diğer yaşamsal gereksinimler nedeniyle doğal kaynaklardaki tahribat, aşırı fosil yakıt kullanımları ve diğer uygulamalar atmosferdeki karbondioksit (CO₂) ve diğer sera gazlarının artışına neden olmaktadır. Sanayi devriminden sonra yapılan ölçümler sonucunda, atmosferdeki CO₂ miktarında

artışların olduğu bilim dünyası ve politikacıların dikkatini çekmektedir. Atmosferdeki sera etkisi yapan gazlardaki bu artış doğrudan iklimi etkilediğinden, gıda üretimi olan tarım alanları da etkilenmektedir.

Yapılan tarımsal faaliyetler bir yandan atmosfere azot oksit salarak ve diğer yandan da atmosferdeki CO₂'i tutarak etkide bulunmaktadır. Bu dengenin ölçülmesi ve takip edilmesi sera gazı etkisinin azaltılması için gereklidir.

Tüm bunlar yanında tarımsal faaliyetler sonucunda topraklar işlenmekte, toprağın organik maddesi arttırılmakta veya azaltılmaktadır. Toprağa organik maddenin bağlanması veya topraktaki organik maddenin ayrışarak atmosfere geçmesi küresel ısınmanın doğru tahmininde kullanılan değerleri vermektedir.

Türkiye'de çok farklı iklim, topoğrafya ve arazi kullanım şekilleri bulunması nedeniyle, toprakların organik madde içerikleri de farklılık göstermektedir. Topraklardaki OM birikimini ve karbon stoğunu birçok faktör etkilerken, drenajı bozuk, kurak ve yarı kurak alanlarda oluşan tuzlu arazilerdeki OM stoğu tahminini yapmak söz konusu arazilerin sürdürülebilir kullanımı için gereklidir.

Bu çalışmada Harran Ovası'nda tuzlu-alkali ve tuzsuz alanlardan olmak üzere 2 toprak profili tanımlanacak, horizon esasına göre örneklenecek ve OK stoğu derinlik olarak hesaplanarak yorumlanmıştır.

2.3 Özgün Değer

Son zamanlarda artan küresel ısınma insan yaşamını tehdit etmeye başlamıştır. Atmosferde küresel ısınmaya birçok gaz neden olurken, CO₂ başlıca olumsuz etki yapan gazlar arasındadır. Sanayi devriminden günümüze kadar yapılan ölçümlere göre atmosferdeki CO₂ gazının arttığı görülmektedir. Atmosferdeki CO₂ gazını azaltmanın en önemli yöntemlerden birisi, bitki örtüsü ile toprağa bağlamaktır. Yeşil aksam aracılığıyla toprağa bağlanan CO₂ hem atmosferden azalmış olmakta ve hem de toprağa yararlı olan organik madde haline dönmektedir. Bazı durumlarda da

topraktaki organik madde ayrışmakta ve atmosfere tekrar CO₂ gazı şeklinde geçmektedir. Bu nedenle atmosferdeki CO₂ seviyesi yanında topraktaki organik madde miktarını bilmek de önem kazanmaktadır.

Ülkemizde bulunan farklı toprak çeşitlerindeki organik madde içeriği de farklılık göstermektedir. Bu durum iklim, yüzey örtüsü ve diğer toprak özelliklerine göre değişiklik göstermektedir.

Yapılan literatür taramalarında tuzlu-alkali topraklardaki karbon stoğunun diğer topraklara göre farklılık gösterdiği belirtilmektedir. Farklı şekilde karbon depolayan ve tuzdan etkilenen toprakların aynı zamanda atmosfere gaz salınımları da farklı olmaktadır. Artan tuzluluk, topraktaki bitkisel gelişimi azalttığı gibi, toprak strüktürü ve geçirgenliğinin bozulmasına ve sonuçta toprağa organik madde girişinin azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca yüksek tuzluluk koşullarında toprakta organik maddenin dispersiyonu artarak ayrıştırmakta, ayrışan organik madde yıkandığı gibi mikroorganizmalar tarafından da tüketilmektedir (Wong ve ark., 2006)

Bu çalışma ile Harran Ovası'nda bulunan tuzlu-alkali topraklarda karbon stoğunun profil boyunca dağılımı ve stoğu tahmin edilerek uluslararası literatürlerle karşılaştırması yapılmıştır.

Sıcak ve kurak bir iklim etkisinde olan Harran Ovası Aşağı Beğdeş köyünde seçilen Tuzlu-Alkali ve tuzsuz 2 profilin tanımlanması sonucunda organik madde stoğunun hesaplanması ülkemizde eksik olan literatür bilgisine katkı sağlaması açısından önem kazanacaktır.

3 MATERYAL ve METOD

3.1 MATERYAL

3.1.1 Toprak örnekleme yerleri

Harran Ovası'nda bulunan tuzlu-alkali toprakların organik karbon stoğunu tahmin etmek amacıyla Aşağı Beğdeş köyünde 2 toprak profili çukuru açılarak tanımlanmış ve örneklenmiştir (Şekil 1).



Şekil 3.1. Çalışma alanının konumu

Çalışma 37. dilim UTM WGS84 koordinat sistemine göre profil 1=X=492653- Y= 4074695 ve Profil 2=X=493371 -Y= 4073736 Y koordinatları arasında yer almaktadır (Şekil 1).

3.1.2 Çalışma alanının iklimi

Harran Ovası ve çevresinde karasal ve Akdeniz iklimi hakimdir. Yazları sıcak ve kurak, kışlar ise yağışlı ve soğuk geçer. Bu iklimin en önemli özelliği, en sıcak ve en soğuk ayların sıcaklık ortalamaları arasında büyük fark olmasıdır. En düşük sıcaklık $-13,9^{\circ}\text{C}$, en yüksek sıcaklık $46,5^{\circ}\text{C}$ olarak ölçülmüştür.

Minimum sıcaklık ocak ve şubat ayları arasında meydana gelirken, maksimum sıcaklık Temmuz ayında görülmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı 350mm ve bu miktar kuzeye doğru 410mm'ye kadar yükselme eğilimi göstermektedir. 1921-2005 yılları arasında bölgenin ortalama yıllık yağış miktarı yaklaşık 410 mm olarak hesaplanmıştır (MGM, 2000). Yağışın büyük bir kısmı kış ve ilkbahar mevsimlerinde gerçekleşir. Özellikle Haziran ve Eylül ayları arası neredeyse tamamen yağışsız bir dönem özelliği gösterir. Kış aylarında da yetersiz yağış alan ova toprakları, aynı zamanda uzun bir süre yüksek sıcaklığın etkisi altında olup, Mayıs ile Kasım ayları arasında çok az miktarda yağış almaktadır. Toprak yüzeyinden meydana gelen buharlaşma oransal olarak neredeyse yağışın dört katı seviyesindedir. En yüksek buharlaşma Temmuz ayında ve en düşük buharlaşma ise ocak ayında oluşmaktadır. Bu değerler ovada tarımsal faaliyetler için kontrollü sulamanın önemini göstermektedir. Ova'nın topoğrafik konumunun çevresine göre çukur bir pozisyonda olması, çevreden gelen ve sulama sonucu biriken fazla suların tahliye edilememesi (geçirimsiz katmanlardan dolayı) ovanın güneyinde suyun birikerek kuzeye doğru taban suyu seviyesinin artmasını sağlamakta ve çoraklaşmaya önemli oranda etkili olmaktadır (Dinç, ve ark., 1991; Aydemir ve ark., 2005).

3.1.3 Çalışma alanının jeolojik yapısı

Denizden ortalama yükseltisi 400 metre olan ova toplam olarak 225.109 hektarlık bir alan kaplamaktadır. Harran ovası, kuzeyinde Germüş, doğusunda Tektek, batısında Fatik ve Cudi dağları, güneyinde ise Türkiye-Suriye sınırıyla çevrilidir (Dinç ve ark., 1988).

Harran ovası Şanlıurfa'nın güneyinden Suriye sınırına doğru kuzey-güney yönünde alçalma gösterir. Şanlıurfa'nın güneyinde 400 metre olan ovanın yükseltisi, ovanın merkezi kesimlerinde 380 metreye, daha da güneyde Suriye sınırı yakınlarında ise 370 metreye kadar iner. Ova Harran ilçesinden Suriye sınırına kadarki alanda bir çanaklaşma veya çukurlaşma özelliği göstermektedir.

Harran ovası topoğrafik özellikleri bakımından genel olarak düz veya düze yakın arazilerden oluşmaktadır. Ovadaki eğim değerleri genellikle % 0-2 arasındadır. Ovanın kuzey, batı ve doğu kesimlerinde yer alan ve birer horst özelliği gösteren tepelik alanlara doğru eğim değerleri % 2-6 arasında değişim gösterir. Ovanın merkezi kısımları düz, düze yakın arazilerden oluşmasına rağmen yer yer hafif tepe ve sırt özelliği gösteren alanlara da rastlamak mümkündür.

Harran Ovası'nda su taşıyan iki akifer¹ bulunmaktadır. Birincisi, ovanın tamamını oluşturan ve stratigrafik olarak en üst seviye olan Miosen-Pliosen formasyonu içinde bulunan kum ve çakıl seviyeleri, ikincisi ise bunun altındaki Eosen kireçtaşlarıdır. Kırmızı kili içerisinde bulunan kum ve çakıl seviyelerinin yer altı suyu imkanları, alttaki kalkerden daha zayıftır. Eosen kireçtaşları karstik olaylara müsait, bol çatlaklı bir formasyon olduğu için yeteri kadar su verebilecek bir akiferdir. Kalker akiferden alınan su iyi bir nitelik gösterirken, üst akifer suyunda acılık ve tuzluluk daha fazladır. Üst akiferde yaz ve kış ayları arasında belirgin bir seviye değişimi görülmemektedir. Kalker akiferden alınan sular iyi kalite ve üst akiferden alınan sular acı ve tuzludur. Özellikle jips katmanı ile temasta bulunan

¹ Gözenekli veya geçirgen halde olabilen, yüksek hacimde su depolayabilen jeolojik birime akifer denir.

kuyularda, baskın tuz kalsiyum sülfat olduğundan tuzluluk çok yüksek değerlerde çıkmaktadır (DSİ, 1972).

3.1.4 Çalışma alanının toprak özellikleri

Sıcak ve düşük yağışlı bir iklim etkisinde oluşan bölge topraklarının organik maddesi içeriği düşük iken, pH, kireç ve kil içerikleri ise yüksektir. Topraklarda verimliliği sınırlayan en önemli sorunlar yetersiz toprak derinliği, eğim ve bazı alanlarda etkili olan yüksek taban suyudur. Bölge topraklarında kısmı taban suyu etkisi olmakla birlikte tuzluluk sorunu bulunmamaktadır. Eğimli arazideki yetersiz toprak derinliği ile birlikte taşlılık da diğer bir tarımsal sorundur. Sulanınca yüksek verim kapasitesine sahip topraklar, kuru koşullarında düşük verim kapasitesine sahiptir. Topoğrafik olarak düzensiz bir yapıya sahip arazilerin önemli bir kısmında ekonomik üretim yapılabilmektedir (Çullu ve ark., 2015).

3.2 METOT

Harran Ovası merkezine yakın Aşağı Beğdeş Köyünde (Şekil 3.2) 1 adedi tuzlu-alkali ve 1 adedi de tuzsuz olmak üzere 2 farklı alandan toprak profili açılacak, horizon esasına göre tanımlanarak örneklenmiştir (Soil Survey Staff, 1996). Toprak profili tanımlaması ile birlikte horizon esasına göre bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınarak analizler için hazırlanmıştır.



Şekil 3.2. Çalışma alanının bulunduğu mahalle

3.2.1 Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması

Harran Ovası merkezine yakın Aşağı Beğdeş Köyünde 1 adedi tuzlu-alkali ve 1 adedi de tuzsuz olmak üzere 2 farklı alandan toprak profili açılmış olup, horizon esasına göre tanımlanması yapılmıştır. Toprak profili tanımlaması ile birlikte her bir profilden horizon esasına göre 5'er bozulmuş toplamda 10 adet örnek alınmıştır; bunun yanında hacim ağırlığını belirlemek için her bir profilden horizon esasına göre çelik silindirler yardımıyla 5'er toplamda 10 adet bozulmamış örnek alınmıştır. Alınan bozulmuş örnekler laboratuvara getirilmiş ve kurutma işlemleri tamamlandıktan sonra 2 mm'lik elekten geçirilmiş analize hazır hale getirilmiştir. Bozulmamış örneklerde de tıraşlama yapılarak hacim ağırlığı değerlendirilmesi yapılmıştır (Demiralay, 1993).



Şekil 3.3. Bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinin alınması

3.2.2 Toprak analizleri

Araziden alınan bozulmuş toprak örneklerinde; pH (Jackson, 1958), elektriksel iletkenlik (EC) (Richards, 1954), kireç (Allison ve Moodie, 1965) ve tekstür (Bouyoucos, 1962), organik madde (Walkley ve ark.1934) analizleri yapılmıştır. ESP hesaplaması için değişebilir sodyum (Na) (Jackson, 1962, Kacar, 1994) ve KDK analizleri (Richard, 1954) yapılarak ESP (Değişebilir Sodyum Yüzdesi) hesaplama ile yapılmıştır.

Toprakta değişebilir sodyum yüzdesi;

$ESP = (Değ. Na / KDK) \times 100$ formülü ile hesaplanmıştır.

3.2.3 Tekstür analizi

Bu analiz çalışmasında ‘Bouyoucos Hidrometresi’ yöntemi kullanılmıştır. 2 mm’lik elekten elenmiş, fırın kuru topraktan 50 g toprak örneği alınarak, 400 ml’lik tekstür kaplarına konmuştur. Örnek toprak üzerine hazırlanmış olan %10’luk sodyum

hexametafosfat (NaPO_3)₆ çözeltisinden 10 ml ve 150 ml de saf su eklenerek, bagetle karıştırılıp, bir gece (24 saat) laboratuvar ortamında bekletilmiştir. 24 saat sonra mikserde 10-15 dakika karıştırılmış ve karıştırılan toprak çözeltisi Bouyoucos silindrine boşaltılarak hidrometre içerisinde iken hacmi 1130 ml'ye saf suyla tamamlanmıştır. Pirinç karıştırma çubuğuyla homojenliği sağlamak için 20 defa aşağı-yukarı karıştırma işlemi yapılmıştır. Daha sonra sıcaklık (20 °C) baz alınarak, 40. sn ve 2.saat hidrometre okuması yapılmıştır. Sıcaklık düzeltilmesi yapıp, kontrol değerleride hesaplanarak, % kil, silt ve kum değerleri formülle bulunmuştur (Demiralay, 1993).



Şekil 3.4. Toprakta tekstür (bünye) analizi

3.2.4 Organik madde analizi

Havada kurutulmuş ve 0.5 mm (35 mesh)'lik elekten elenmiş 0.5 g toprak örneği 500 ml kapasiteli Erlenmayere konulur. Üzerine 10 ml 1 N Potasyum Dikromat çözeltisi eklenmiştir. Toprak ile çözeltinin iyice karışması için erlenmayer hafif hafif karıştırılmıştır. Daha sonra erlenmayerdeki süspansiyona 20 ml sülfürik asit eklenmiştir. Toprak ile iyi bir karışım sağlanabilmesi için erlenmayer ile yavaş yavaş sonra hızlı bir şekilde karıştırılmıştır. Asbest tabaka üzerinde 30 dakika beklendikten sonra soğutmaya bırakılmış soğuduktan sonra üzerine 200 ml saf su eklenerek yeterince karıştırılmıştır. Soğuduktan sonra 11-12 damla Baryum difenilaminsülfonat (indikatör) eklenip, demir sülfat heptahidrat çözeltisi ile titrasyon

yapılmıştır. Renk dönüşümü olunca, titrasyonda harcanan demir sülfat heptahidrat kaydedilmiştir (Kaçar, 2012).



Şekil 3.5. Organik madde analizi

3.2.5 Kireç analizi

Kurak ve yarı kurak yöre topraklarda göreceli olarak fazlaca bulunan kireç, çoğunlukla kalsit (CaCO_3) ya da dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) şeklindedir. 2 mm'lik elekten elenmiş topraktan 0.5 g kavanoz şeklindeki bir şişeye kondu. Asit ve toprak arasında derhal reaksiyona girmekten kaçınmak için, 5 ml seyreltilmiş HCl jakuzili şişedeki küçük plastik bir kap içine konulur, sistem kapatılır. Toprak numunesi ile asidin çalkalanarak reaksiyona girmesi sağlanır. Gaz salınımı duruncaya kadar çalkalamaya devam edilmiştir. Gaz çıkışı sona erdikten sonra, kalsimetrede salınan CO_2 gaz hacmi not edilmiştir (V_t). Bunun için çevrenin basınç ve sıcaklık değerleri sırasıyla barometre ve termometre kullanılarak ölçülmüş ve bu değerler kaydedilmiştir. Gerçek gaz hacmi (V_0 , 0°C ve 760 mmHg) Boyle-Mariotto formülü ile hesaplanır (Gülçür, 1974).

$$V_{\text{CO}_2} = V_t \cdot (b-e) \cdot \frac{273}{273+t} \cdot \frac{760}{p}$$

Maritto formülü

V_{CO_2} = Normal şartlarda dönüştürülen gaz hacmi (cm^3).

V_t = Kalsimetre üzerinde okunan gaz hacmi (cm^3),

b = Geri kazanılan Barometre basıncı (mm / Hg),

e = Su buharı basıncı (mm / Hg)

t = Sıcaklık (°C)

A = Toprak Örnek ağırlığı (g)



Şekil 3.6. Scheibler Kalsimetresi ile kireç ölçümü

3.2.6 Reaksiyon (pH)

2 mm'lik elekten elenmiş, hava kuru topraktan 100 g alınıp, dereceli büretle toprağın tam olarak satire olması sağlanır. Hazırlanan saturasyon çamuru bir gece laboratuvar koşullarında bekletilip, vakumlama sistemiyle süzüğü alınır. Alınan süzükte, pH-metre ile toprak reaksiyonunun (pH) ölçümü yapılmıştır (Richards, 1954).



Şekil 3.7. Vakumlama aletinden alınmış toprak süzüğü

3.2.7 Elektriksel iletkenlik (EC)

2 mm'lik elekten elenmiş topraktan 100 g alınarak, saf suyla doymun hale getirilmiştir. Yapılan bu saturasyon çamuru bir gece (24 saat) laboratuvar koşullarında bekletildi. Ertesi gün vakumlama sistemiyle süzük alındı. Alınan süzükte, elektriksel iletkenliği EC-metre cihazıyla ölçülmüştür (Black, 1965).



Şekil 3.8. Toprak örneklerinin süzükten okunması

3.2.8 Hacim ağırlığı

Araziden doğal durumdaki topraklardan bozulmamış örnek alma seti ile toprak örneği çelik silindirle alınmıştır. Çelik silindirlerin her iki tarafından fazla toprağı spatula yardımı ile tıraş edilerek daha sonra 100 cm³ hacmine sahip olan çelik silindirin içindeki toprağı alüminyum folyo kabına boşaltarak örnekler bir gece (24 saat) 105 °C etüvde kurutularak fırın kuru ağırlıkları tartılmıştır (Demiralay, 1993).

Hacim ağırlığı formülü;

$$H.A (g/cm^3) = \text{Toprak tanelerinin fırın kuru ağırlığı} / \text{Toprağın Hacmi (cm}^3\text{)}$$



Şekil 3.9. Bozulmamış toprak örneğiyle hacim ağırlığı hesaplama

3.2.9 KDK analizi

Bu analizde U.S. Salinity Lab Staff (1969) yöntemi kullanılmıştır. Bu metotta 4'er g tartılan toprak örnekleri pH değeri 8,2 olan 1 N sodyum asetat ile 3 defa muamele edilerek değişim yerleri doyurulmuş ve etil alkol ile 3 defa yıkanmıştır. Doyurulan örnek daha sonra pH değeri 7,0 olan 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilmiş ve ekstrakte edilen Na ölçülerek KDK tayin edilmiştir.

Toprakta değişebilir sodyum yüzdesi;

ESP= (Değ. Na/KDK)X100 formülü ile hesaplanmıştır.

4 ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Karbonun bitkiler için önemi ve bunun bileşik oluşturarak atmosfere ve çevreye verdiği olumlu ve olumsuz etkiler bilim insanları ve politika yapıcılar için kayda değer veri olarak dikkati çekmektedir. Tarım yapılan topraklarda bulunan karbon miktarının tahmini, toprakların sürdürülebilir yönetimi ve toprak sağlığı açısından önemli bir parametredir. Dünyadaki küresel ısınmaya en fazla katkısı olan CO₂ gazının atmosferden toprağa bağlanması en geçerli azaltım metodudur. Atmosferdeki CO₂ toprağa bitkiler tarafından alınarak organik madde şeklinde bağlanmaktadır. Böylece atmosferdeki CO₂ miktarı azalırken, toprağın da organik madde içeriği artış göstermektedir. Toprakta organik madde seviyesini yüksek tutmak, küresel ısınma hızının azaltılmasının en can alıcı bölümlerinden birisidir.

Son yıllarda bilim dünyası atmosferdeki CO₂ miktarının toprağa daha fazla bağlanması için çalışmalar yürütmekte ve toprağa CO₂ gazını organik madde şeklinde bağlayarak, sadece küresel ısınmanın azalmasına katkı yapmayacağı aynı zamanda toprak bozunumunun azaltılmasına da katkı yapılacağı bildirilmektedir.

Toprağa organik karbonun bağlanmasında iklimsel parametreler, arazi örtüsü, arazi kullanımı, toprak özellikleri ve topoğrafik koşullar önemli etkide bulunmaktadır. Türkiye'nin özellikle kurak ve yarı kurak iklim özelliği taşıyan alanlarında oluşan tuzlu-alkali toprakların organik madde stoklama kapasitelerinde farklılık olduğu tahmin edilmektedir.

1966-1971 yılları arasında TOPRAKSU Genel Müdürlüğü tarafından yapılan istikşafı (arazi incelemesi) seviyedeki toprak haritalama çalışmaları sonucunda 1.518.722 ha olarak belirlenen tuzdan etkilenen alanlar, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından 2000 yıllarında yapılan revizyon çalışmalarında 1.367.255 hektara kadar değiştiği belirlenmiştir (Sönmez, 2004). Şu anda Türkiye'de bulunan yaklaşık 1.5 milyon hektar tuzlu arazi, mevcut sulanan arazilerin %30, toplam sulanabilir arazilerin %11 ve ekonomik sulanabilir arazilerin %17'sini oluşturmaktadır. Dikkat edilirse günümüzde yeterince önemsenmeyen tuzlulaşma,

tarım alanlarımızın önemli bir bölümünü tehdit etmekte ve bitkisel verim kayıplarına neden olmaktadır. Henüz ekonomik olarak sulanabilir topraklarımızın yaklaşık % 60'ı sulanmaktadır. Sulanabilir alanların artması ile birlikte tuzlulaşan arazilerde de artış olabilir. Günümüzdeki tuzlu arazilerin genişliği ve gelecekte de oluşma durumu göz önüne alındığında, tuzluluğun dikkate alınması ve tanınmasının önemini ortaya koymaktadır (Çullu, 2011). Türkiye'de geniş alanlar kaplayan ve farklı tuzluluktan etkilenen toprakların organik karbon stoğunun tahmini, ülkemiz topraklarının organik karbon stoğunun daha sağlıklı tahminine katkı olacaktır.

Tuzlu topraklardaki organik karbon stoğunu etkileyen iki faktör bulunmaktadır;

- a) Tuzluluk nedeniyle toprağa bitki materyal girişinin azalması sonucu organik karbon stoğunun az olması
- b) Tuzlulaşmadan dolayı topraktaki organik karbon ayrışma oranının azalması, karbon girişinin sabit kalması durumunda karbon artışına neden olabilir (Coleman ve Rak., 1997; Smith ve ark., 1997).

Toprakta tuzluluğun artışı, iyonlar ve besin elementleri arasında dengesizliklere ve bu da bitki verimliliğini ve bitki besin elementi döngüsünü etkilemektedir (Marshner, 1995). Mikroorganizmalar topraktaki organik madde ayrışmasında temel rolü oynamaktadır. Bu nedenle tuzdan etkilenmiş toprakların organik madde dinamiği üzerinde bir etkisi vardır.

Harran Ovası'nda sulama sonrası oluşan yüksek taban suyu nedeniyle yıllar itibariyle artış gösteren tuzlulaşma problemi hem alansal hem de şiddet olarak artmış, bitkisel üretimi tehdit eder duruma gelmiştir. Ovanın güneyinde başlayan tuzlulaşma kuzeye doğru yayılarak artmıştır. Önemli bir bölümünde yüksek taban suyunun 1-2 m arasında olması, gelecekte tuzluluktan etkilenecek alanların artacağını göstermektedir. Taban suyu seviyesi ve taban suyunun tuz içeriğine bağlı olarak özellikle ovanın güneyinden başlayan tuzluluk verilerinin CBS ortamında analiz edilmesi sonucunda, 2000 yılında toplam 11430 ha olan tuzlu alanlar, 10 yıl içinde yaklaşık %55 artarak 2009 yılında 17767 hektara ulaştığı belirlenmiştir (Çullu ve

ark., 2010). Tarım Reformu Genel Müdürlüğü tarafından Harran Ovası'nda 2011 yılında başlatılan drenaj alt yapı çalışmalarından sonra tuzdan etkilenen alanlarda önemli bir azalma meydana gelmiş, ancak yeni haritalama yapılmadığından net alan bilinmemektedir (Çullu, 2015).

Bu araştırmada Harran Ovası Aşağı Beğdeş Mahallesi'nde bulunan tuzlu-alkali toprakların organik karbon stoğunun tahmini için 2 profil açılarak tanımlanmış, örneklenmiş ve organik karbon stoğu hesaplanmıştır.

4.1 Toprak Profillerinin Açılması, Tanımlanması ve Morfolojik Özellikleri


Bu çalışma kapsamında iki toprak profili açılarak incelenmiş ve horizon esasına göre örnekleme yapılmıştır. Karşılaştırma yapmak amacıyla tuzlu-alkali ve tuzsuz olmak üzere açılan 2 toprak profili Soil Survey Staff, 2016'ya göre tanımlanmış ve örneklenmiştir (Çizelge 4.1). Tuzlu-alkali toprak profili ve bazı yüzey görünümleri Şekil 4.1'de görülmektedir.



Şekil 4.1. Tuzlu-Alkali Toprakların Yüzey Görünümleri

Açılan tuzlu-alkali toprak profili tanımlanmış ve tanımlama verileri Çizelge 4.1’de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Tuzlu-alkali toprak profilinin morfolojik özellikleri

Morfolojik Görünüm	Horizon	Derinlik (cm)	Renk	Kireç	Tekstür
	Az ₁	0-15	7,5 YR 3/4	Çok Kireçli	C
	A ₂	15-27	7,5 YR 4/4	Çok Kireçli	C
	B _{w1}	27-50	5 YR 3/4	Çok Kireçli	CL
	B _{w2}	50-75	5 YR 3/4	Çok Kireçli	CL
	C	75-100	5 YR 3/4 N	Çok Kireçli	CL

Tuzlu-alkali topraktan açılan profilden alınan örneklerin bazı analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Tuzlu-alkali profil topraklarının analiz sonuçları

Profil Adı	Derinlik (cm)	pH (exs .)	EC (dS/m)	OM %	KİREÇ %	KUM %	KİL %	SİLT %	BÜNYE SINIFI	HACİM AĞIRLIĞI g/cm ³
Az ₁	0-15	7,8	26,01	1,46	21,9	35,44	33,44	31,12	CL	1,35
A ₂	15-27	7,7	6,30	1,55	23,2	39,44	32,44	28,12	CL	1,48
B _{w1}	27-50	7,8	4,48	1,50	22,7	35,44	39,44	25,12	CL	1,24
B _{w2}	50-75	7,8	3,33	1,31	25,1	31,44	43,44	25,12	C	1,32
C	75-100	7,7	3,51	1,01	22,8	33,44	45,44	21,12	C	1,31

Toprak profili analiz değerlerine bakıldığında, elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 0-15 cm aralığında 26,01 dS/m seviyesindeyken, 15-27 cm aralığında 6,30 dS/m seviyesinde ve daha derinliklerde ise daha düşük değerlerde olduğu

anlaşılmıştır. Dikkat edildiğinde toprak profilinin yüzey tuz içeriği alt horizonlara göre en yüksek seviyededir.

Kurak ve yarı kurak bölgelerde yetersiz yağıştan dolayı çözünebilir tuzlar uzaklara taşınmamakta, özellikle sıcak ve yağışsız olan dönemlerde, tuzlu taban suları kılcal yükselme ile toprak yüzeyine kadar ulaşabilmektedir. Evaporasyonun yüksek oluşu nedeni ile sular, toprak yüzeyinden kaybolurken beraberinde taşıdıkları tuzları toprak yüzeyinde veya yüzeye yakın kısımlarda bırakmaktadır. Diğer bir deyişle, bu bölgelerdeki tuzlulaşmanın ve toprak bozunmasının temel nedeni yağışların yetersiz, buna karşılık evaporasyonun yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Richards, 1954).

Tuzlu-alkali toprak profilinde organik madde yüzdeleri incelendiğinde, yüzey horizonu olan Azı'deki miktarın alt horizonlara göre biraz düşük olduğu görülmekte ve en düşük değer de C horizonunda olduğu anlaşılmaktadır. Aynı şekilde bu toprak profilindeki kireç yüzdesi değerleri derinliğe doğru hafif bir artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Toprağın bünye değerleri incelendiğinde üst horizonlar killi (C) bünyeye sahip iken, alt horizonlara yaklaştıkça toprak bünyesi killi tına (CL) dönmektedir.

4.1.1 Toprak profili tuzluluk değerlendirilmesi

Çalışmada seçilen tuzlu-alkali (Çizelge 4.1) toprağın KDK ve değişebilir Na analiz değerleri kullanılarak değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) hesaplanmıştır (Çizelge 4.3).


Çizelge 4.3. Toprak Tuzluluk Sınıflandırılması değerleri

Horizon Adı	EC (dS/m)	Değ. Na me/100 g	KDK me/100 g	ESP %	Toprak Tuzluluk Sınıflandırılması
Az1	26,01	15,65	51,14	30,61	Tuzlu-Alkali
A2	6,30	9,49	54,13	17,53	
Bw1	4,48	11,87	55,43	21,41	
Bw2	3,33	11,63	56,41	20,62	
C	3,51	12,15	49,78	24,41	

Çizelge 4.4'teki analiz değerleri kullanılarak yapılan değerlendirmede açılan 1 nolu profil toprağı Tuzlu-Alkali sınıflamasında yer almaktadır (Richards, 1954, Soil Survey Staff, 2016).

Tuzlu alkali toprakların organik karbon stoğu ile karşılaştırma yapmak amacıyla tuzsuz bir alandan açılan toprak profilinin tanımlanma değerleri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Tuzsuz profil morfolojik özellikleri ve bazı analiz verileri

TUZSUZ PROFİL					
Morfolojik Görünüm	Horizon	Derinlik	Renk	Kireç	Tekstür
	A _p	0-12	7,5 YR $\frac{3}{4}$	Çok kireçli	C
	A ₂	12-30	5 YR $\frac{3}{4}$	Çok kireçli	C
	B _w	30-60	5 YR $\frac{3}{4}$	Çok kireçli	C
	B _k	60-85	5 YR $\frac{4}{6}$	Çok kireçli	C
	C _k	85-120	5 YR $\frac{4}{6}$ N	Çok kireçli	C

Tuzsuz toprak profilinde alınan bazı toprak örneklerinin analiz sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Tuzsuz profil topraklarının bazı analiz sonuçları

Profil	Derinlik (cm)	pH (ext)	EC dS/m	OM %	Kireç %	Kum %	Kil %	Silt %	Bünye Sınıfı	Hacim Ağırlığı g/cm ³
A _p	0-12	7,6	1,27	2,32	21,9	37,44	43,44	19,12	C	1,34
A ₂	12-30	7,8	1,21	1,36	23,2	37,44	46,44	16,12	C	1,47
B _w	30-60	7,6	1,42	0,43	22,7	35,44	49,44	15,12	C	1,24
B _k	60-85	7,7	1,07	0,24	25,1	37,44	43,44	19,12	C	1,31
C _k	85-120	7,8	0,95	0,14	22,8	37,44	41,44	21,12	C	1,30

Tuzsuz toprak profili analiz değerleri incelendiğinde tüm horizonlarda EC değerleri düşük (tuzsuz), kireç miktarı yüzeyden altlara doğru hafif artış göstermekte, yüzeydeki organik madde aşağıya doğru azalmakta ve tüm profil boyunca toprak kil tekstür özelliği taşımaktadır. .

4.2 Toprak Profillerinde Organik Karbon Stok Tahmini

Bu araştırmada tuzlu-alkali ve tuzsuz toprak profillerindeki karbon stoğu tahmin edilmiştir. Bu bağlamda alınan toprak örneklerinin organik madde ve hacim ağırlığı analizleri yapılmış ve profillerin toprak karbon stoğu (TOK) hesaplanmıştır. Toprakların organik madde içeriği, alandaki toprak miktarı (toprak derinliği dikkate alınarak 1 ha alan için hesaplanmıştır) ve hacim ağırlık değerleri kullanılarak toprakların organik madde stoğu aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

<p>Toprakta Organik Karbon (TOK) Stoğu Hesabı (ton/ha): 1 Hektardaki Toprak Miktarı X Org. Mad. (OM/1.724) X Hacim</p>	(4.1)
--	-------

1 nolu toprak profilinden alınan örneklerin karbon stoğu Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Tuzlu-alkali profil TOK stoğunun horizonlara göre dağılımı

Horizon adı	Derinlik	Toprak Organik Karbon Stoğu (ton/ha)
Az₁	0-15	17,21
A₂	15-27	15,98
B_{w1}	27-50	24,81
B_{w2}	50-75	24,89
C	75-100	18,85
Toplam Stok (ton/ha)		101,748

Tuzlu-alkali profil horizonlarından alınan toprak örneklerinde yapılan analizler yukarıdaki Çizelge 4.5’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre sırasıyla Az₁0-15 cm aralığında toprak organik karbon (TOK) stoğu değeri 17,21 ton/ha, A₂15-27 cm aralığı için 15,98 ton/ha, B_{w1} 27-50 cm için 24.81 ton/ha, B_{w2} 50-75 cm için 24.89 ton/ha ve C 75-100 cm için de 18.85 ton/ha olarak tahmin edilmiştir. Çizelge 4.5’deki tuzlu-alkali toprak profilinin yüzey horizonu (Az₁+A₂) karbon stoğunun 27 cm için 33.19 ton/ha olarak hesaplanırken alt horizon olan B (B_{w1}+B_{w2}) derinliği için 49.70 ton/ha olduğu görülmektedir. Ana materyal olan C horizonun TOK miktarı ise 18.85 ton/ha olarak tahmin edilmiştir.

Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi tuzlu alkali toprak profilindeki karbon stoğu yüzey toprağındaki miktarın alt horizonlara göre daha düşük olduğu hesaplanmıştır.

Tuzlu-alkali topraklarda bitki gelişimi iyi olmadığından veya bitki artıkları girişi az olduğundan organik madde miktarları da düşük olmaktadır (Coleman ve ark., 1997, Simith ve ark., 1997; Setia ve ark., 2013).

1 nolu toprak profilde yapılan toprak analiz verileri kullanılarak yapılan sınıflama (Richards, 1954) Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. 1 Nolu Profili Topraklarının Tuzluluk Sınıflaması

Toprak Sınıfı	pH	EC (dS/m)	ESP
Tuzsuz	< 8.5	< 4	<15
Tuzlu	< 8.5	>4	<15
Tuzlu-Alkali	< 8.5	>4	>15
Alkali	>8.5	< 4	>15

1 nolu profil toprak analiz değerleri kullanıldığında yapılan tuzluluk sınıflamasında profil toprağının *Tuzlu-Alkali* bir toprak olduğu anlaşılmaktadır. Harran Ovası Aşağı Beğdeş Mahallesi çevresinde bulunan ve uzun zamandır tuzluluk etkisi altında olan araştırma konusu toprağında uluslararası literatürlerde belirtildiği gibi yüzey tuzluluğun en fazla olduğu yüzey toprağının (26.01 dS/m) Tuzlu-Alkali özellik taşıdığı ve tuzsuz toprak profiline (Çizelge 4.4) göre daha düşük tuz içerdiği anlaşılmaktadır. Bu durum da yüksek tuzdan etkilen toprakların organik karbon stoğunu etkilediğinden, ülke için toplam olarak karbon stoğu hesaplamalarını da doğal olarak etkileyecektir.

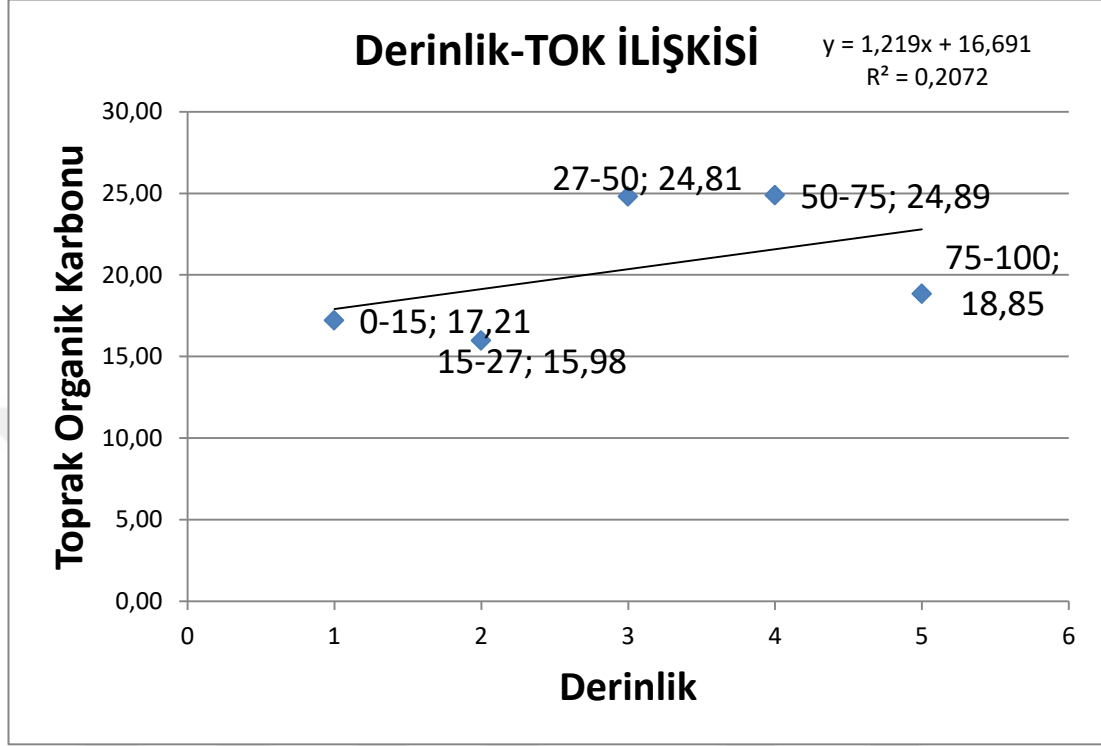
Çizelge 4.8. Toprak EC ile TOK, OM, pH, Tekstür, ve Hacim Ağırlığı arasındaki Korelasyon Çizelgesi

KOLERASYON									
Pearson Correlation	saltEC	saltTOK	SaltOM	SaltpH	SaltKirec	SaltKum	SaltKil	Saltsilt	SaltHA
SaltEC	1								
SaltTOK	-.481	1							
SaltOM	.326	-.060	1						
SaltpH	.358	.632	.360	1					
SaltKirec	-.614	.548	-.147	.107	1				
SaltKum	.193	-.650	.646	-.431	-.489	1			
SaltKil	-.617	.595	-.830	-.016	.462	-.829	1		
Saltsilt	.805	-.409	.778	.366	-.330	.496	-.896*	1	
SaltHA	.152	-.761	.327	-.570	.026	.670	-.635	.455	1
	.807	.135	.592	.315	.967	.216	.250	.441	

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

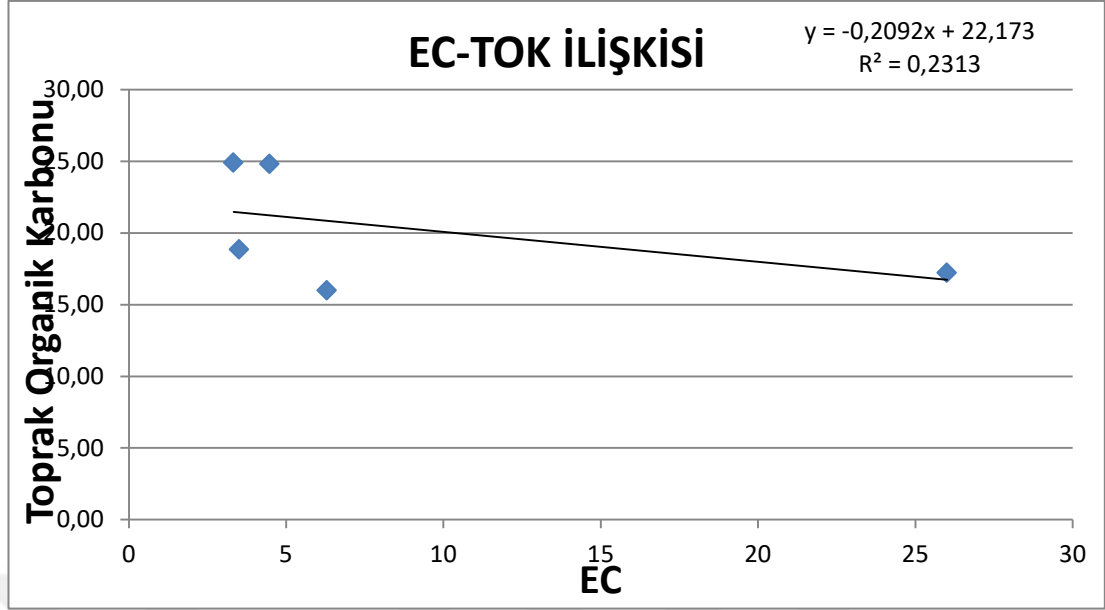
Tuzlu toprak profili EC içerikleri ile TOK, OM, pH, tekstür ve hacim ağırlığı arasında yapılan korelasyonda anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (Çizelge 4.8).

Ayrıca derinlik ile toprak organik karbon (TOK) stoğu ilişkisi için yapılan korelasyonda düşük çıkmıştır ($R^2=0,207$) (Çizelge 4.8).



Şekil 4.1. Derinlik-TOK ilişkisi

Toprak tuz içeriği (EC) ile toprak organik karbon içeriği arasında yapılan korelasyon analizinde, ilişki zayıf bir seviyede çıkmıştır ($R^2=0,231$).



Şekil 4.2. EC-TOK ilişkisi

Tuzlu toprak profilinin yüzeyindeki organik karbon içeriği alt horizonlara göre düşük çıkmakla birlikte istatistiksel olarak önemsiz görünmektedir. Bununla birlikte bu fark geniş alanlar için değerlendirildiğinde organik karbon stoğu açısından ve toprak verimliliği bakımından anlamlıdır.

Tuzlu topraklarla karşılaştırma yapmak amacıyla açılan tuzsuz toprak profili karbon stok değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Tuzsuz profil TOK stoğunun horizonlara göre dağılımı

Horizon adı	Derinlik	Toprak Organik Karbon Stoğu (ton/ha)
A _p	0-12	24,92
A ₂	12-30	20,36
B _{w2}	30-60	11,25
B _k	60-85	5,36
C _k	85-120	4,28
Toplam Stok (ton/ha)		66,17 ton/ha

Tuzsuz toprak örneğinde elde edilen organik karbon (TOK) stoğu incelendiğinde yüzey toprağının değerleri alt horizonlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tuzsuz toprağın 0-12 cm aralığında elde edilen TOK stoğu miktarı 24,92 iken 12-30 cm aralığında bu değer 20,36'e inmiştir.

Tuzsuz 2 nolu profil için yapılan korelasyon ve regresyon analizlerinde de EC ile diğer parametreler arasında anlamlı bir ilişki belirlenememiştir.



5 SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Dünya literatüründe tuzluluktan etkilenen toprakların organik karbon bağlama kapasitelerinin farklı olduğu bildirilmektedir. Özellikle yüksek tuzluluğun etkili olduğu tuzlu-alkali ve alkali (sodik) topraklarda bitki gelişimi sınırlı olmasından dolayı organik karbonun da düşük olduğu fikri araştırmalarla desteklenmektedir.

Türkiye’de de geniş alanlar kaplayan tuzlu-alkali topraklardaki karbon stoğunun belirlenmesi, özellikle ülkesel karbon stok tahminlerine katkı yapacak bir veri olacaktır.

Bu çalışmada Şanlıurfa Harran Ovası Aşağı Beğdeş mahallesinde örneklenen tuzlu-alkali bir toprağın karbon stoğu tahmin edilmiş ve topraktaki karbon değişiminin derinlik boyunca değişimi yorumlanmıştır. Karşılaştırma yapmak amacıyla tuzsuz bir toprak profili açılarak tanımlanmış ve karbon stoğu tahmin edilmiştir.

Toprakların organik madde değerleri incelendiğinde en yüksek değer tuzsuz profildeki ilk katman olan A_p horizonu toprağına ait olduğu görülmüştür. Oysa tuzlu-alkali toprak profilinin üst horizonu olan A_{z1} katmanında organik madde alt horizonlara göre en düşük seviyede çıkmıştır. Topraktaki yüksek tuzluluk, topraktaki bitki gelişimini olumsuz etkilediğinden, topraktaki organik karbon stoğunu da düşürmektedir (Coleman ve Rak., 1997; Smith ve ark., 1997).

Dünyada 1m derinliğindeki toplam organik karbon stoğu 1550 pg (petagram) iken (Lal, 2009), bu miktar Türkiye’deki 20 cm’lik üst toprak için 2.23 pg sevelerinde tespit edilmiştir (Aydın ve ark., 2017).

Türkiye’de özellikle yarı kurak iklimlerde yaygın olarak bulunan ve yaklaşık 300.000 hektar olduğu tahmin edilen tuzlu-alkali toprakların karbon stoğunun hesaplanmasında bu bilgiler önemli ışık tutacaktır.

Tuzlu-alkali toprak ve tuzsuz toprak örneklerinde yapılan organik karbon (OK) stoğu analizinde her iki toprak çeşidi arasında farklılıklar olduğu anlaşılmıştır. Tuzsuz topraktan alınan örneğin üst tabakasındaki OK stoğu tuzlu-alkali topraktan alınan örneğin üst tabakasındaki OK stoğu değerinden fazla çıksa da derinlere gittikçe bu değer azalma göstermiştir. Tuzlu-alkali toprağın yüzey horizonunda stok edilen organik karbon miktarı alt horizonlara göre düşük olmakla birlikte, yapılan korelasyon ve regrasyon analizlerine göre tuzluluk ile organik karbon birikimi istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır.

Gelecekte atmosferdeki CO₂ miktarının azaltılması için yapılacak uluslararası baskılar, ülkesel karbon azaltımı için alternatif yollara yönlendirecektir. Atmosferdeki karbondioksidi azaltmanın en kolay ve pratik yöntemi ise bitki aracılığıyla CO₂’ın toprağa bağlanmasıdır. Özellikle toprağın mevcut karbon stoğunun bilinmesi, değişimlerin izlenmesi ve tedbirlerin alınması açısından önemlidir. Bu nedenle ülkesel karbon stoğu tahminlerinde önemli yer alan tuzlu-alkali toprakların stoklarının hesabı, tuzsuz toprakların davranışı gibi değerlendirilmemelidir.

KAYNAKLAR

- ANONİM, 2018. www.naturalresources.sa.gov.au/.../140916-standard-tests-a...Erişim tarihi: 15.05.2018.
- ATASOY, A.ve ÇEÇEN, R.,2014. Reyhanlı ilçesinde tuzlanma problemleri. Türk Coğrafya Dergisi. 62:21-28.
- AYDEMİR, S., ÇULLU, M.A., SÖNMEZ, O. ve DİKİLİTAŞ, M.,2005. Şanlıurfa Harran Ovasındaki Tuzlu ve Tuzlu-Sodik Topraklar ve Muhtemel Oluşum Mekanizmaları. II. Ulusal Sulama Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi. DSİ Genel Müdürlüğü, Kasım 07-09. Ankara.
- AYDIN, M., ÇULLU, M. A. ÇİLEK, A. KAPUR, S. REZZAGHI MIAVAGHI, S. ERSOY, M. LAL, R. ERŞAHİN, S. ATATANIR, L. ERDOĞAN, E. AKÇA, E. YORULMAZA., 2017. Mapping Soil Carbon: Stocks in Turkey.Encyclopedia of Soil Science.
- BALDOCK, J. A.and NELSON, P.N., 2000. Soil Organic Matter. In: Summer, M. E. (ed), Handbook of Soil Science, CRC Press, pp. 25-84, Boca Raton, U.S.A.
- BRESLER, E. and CHARTER.D.L.,1982. Saline and Sodic Soils. Principles-Dynamics-Modelling. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York., p.227.
- BAYRAMİN, İ, YALÇIN, O. Z. TUNÇAY, T. ve SAMRAY, H. N.,2004. Remediation of the Salt Affected Soils and Their Economic Value; an Example From Ayrancı-Karaman, International Soil Congress on Natural Resource Management Sustainable Development, 7-10 June 2004, Erzurum.
- BLACK, C. A., 1965. Methods of Analysis Agron. Ame. Soc. Agr., Madison Wisconsin. USA., No: 9.
- BUDAK, M., 2012. Tuzlu alkali toprakların oluşumu, sınıflandırılması ve klasik toprak etüd ve jeostatistik yöntemlerle haritalanması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Tokat, 235s.
- COLEMAN, K., JENKINSON, D., CROCKER, G., GRACE, P., KLİR, J. and KÖRSCHENS, M., 1997. Simulating Trends in Soil Organic Carbon In Long-Term Experiments Using Roth C-26.3. Geoderma; 81:29-44.
- ÇEVİK, B.,1998. GAP'ta Sulama ve Sulama Sorunları. TEMA Toprak Tuzlulaşması Danışma Toplantısı. Şanlıurfa.
- ÇEVİK, B. Ve TEKİNEL, O., 2000. Sulama şebekeleri ve işletme yönetimleri. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Yayın No. A-74. Adana, 34-45.
- ÇULLU, M. A., AYDEMİR, S. ALMACA, A. ÖZTÜRKMEN, A. R. SÖNMEZ, O. BİNİCİ, T. BİLGİLİ, A. V. YILMAZ, G. DİKİLİTAŞ, M. KARAKAŞ DİKİLİTAŞ, S. SAKİN, E. ŞAHİN, Y. AYDOĞDU, M. AYDEMİR, A. ve ÇELİKER. M., 2010. Harran Ovası Tuzluluk Haritasının Oluşturulması Ve Tuzlulaşmanın Bitkisel Verim Kayıplarına Etkisinin Tahmini. T.C. Başbakanlık GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı. Proje Raporu. Şanlıurfa.
- ÇULLU M. A., KILIÇ Ş., ŞENOL S., AĞCA N., KURUCU Y., AKÇA E., ÖZCAN H., AYDIN G., AKSOY E., BİLGİLİ A. V., ŞAHİN Y., KÜSEK G., SARI M., BAYRAMİN İ., DİNÇ U., KAPUR S., ve KANBER R., 2015. Türkiye'de Toprak Tuzlulaşmasından Etkilenen Alanlar ve Haritalanması. TMMOB

- Ziraat Mühendisleri Odası VIII. Teknik Kongresi. 12-16 Ocak 2015. Ankara. S:88-101.
- DEMİRALAY, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Ün. Ziraat Fak. Yayınları, Erzurum, No:143
- DİNÇ, U., ŞENOL, S., SAYIN, M., KAPUR, S., YILMAZ, K., SARI, M., YEĞİNGİL, İ., YEŞİL SOY, M.Ş., ÇOLAK, A.K., ÖZBEK, H. ve KARA, E.E., 1991. The Physical, Chemical and Biological Properties and Classification-Mapping of Soils of the Harran Plain. TÜBİTAK-TOAG, No:534, Soils of the Harran Plain, Ankara,1-10.
- DİNÇ, U., ŞENOL, S., SAYIN, M., KAPUR, S., GÜZEL, N., DERİCİ, R., YEŞİL SOY, M.Ş., YEĞİNGİL, İ., SARI, M., KAYA, Z., AYDIN, M., KETTAŞ, F., BERKMAN, A., ÇOLAK, A. K., YILMAZ, K., TUNÇGÖĞÜS, B., ÇAVUŞGİL, V., ÖZBEK, H., GÜLÜT, K.Y., KARAMAN, C., DİNÇ, O., ÖZTÜRK, N. ve KARA. E.E.,1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları (GAT) 1. Harran Ovası. TUBİTAK Tarım ve Ormancılık Grubu GÜDÜMLÜ Araştırma Projesi Kesin Sonuç Raporu. Proje No:TOAG-534.
- DİNÇ, U., SARI, M. ŞENOL, S., KAPUR, S., SAYIN, M., DERİCİ, M. R., ÇAVUŞGİL, V., GÖK, M., AYDIN, M., EKİNCİ, H., AĞCA, N. ve SCHLİCTING, E.,1990. Çukurova Bölgesi Toprakları, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı No: 26,171, Adana.
- DİZDAR, M. Y., 1978. Türkiye’de tuzdan etkilenmiş topraklar. Toprak Su Dergisi, 47, 36-57.
- DSİ., 1972. Harran Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu. DSİ Yayını, Ankara.
- GÜLÇUR, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 1970, O. F. Yayın No: 201, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- JACOBS, G. K. and GRAHAM, R.L., 2000. Carbon Sequestration And Bioenergy Feedstock Produktion Seminar. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, 52s.
- KAÇAR, B., 2012. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3
- KILIÇ, Ş., AĞCA, N., KARANLIK, S., ŞENOL, S., AYDIN, M., YALÇIN, M., ÇELİK, İ., EVRENDİLEK, F., UYGUR, V., DOĞAN, K., ASLAN, S. ve ÇULLU, M.A.,2008. Amik Ovasının Detaylı Toprak Etütleri, Verimlilik Çalışması ve Arazi Kullanım Planlaması, Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) Projesi, 2002K 120480.
- LAL, R. 2009. Challenges and Opportunities in Soil Organic Matter Research. Eur. J. Soil Sci, 60,158–169.
- SMITH, P.,2004. Soils as Carbon Sinks: The Global Context. Soil Use Manage., 20, 212–218.
- MARSHNER, H.,1995.Mineral Nutrition of Higher Plants; Academic Press: London,
- MERMUT, A.R. AMUNDSON, R and CERLING, T.E., 2000. The Use Of Isotopes in Studying Carbonate Dynamics in Soils. In: Lal, R., Kimble, J.M., Eswaran, H and Stewart, B.A. Global Climate Change and Pedogenic Carbonates (ed.) . Adv. in Soil Science, CRC Lewis Publ.,Press, pp. 65-85. Chapter V, Boca Raton.

- MIKATI, G.,1997. Temporal Analysis of Multispektral Video/Satellite Imagery for The Detection and Monitoring of Salinity on Agricultural Lands. Utah State University USA.
- MGM (Meteoroloji Gen. Md.), 2000. Şanlıurfa Blge MdrlĖ Meteoroloji İstasyonu Verileri.
- OĖUZ, H., 2008. Toprak Ders Notları, <http://gmyo.gumushane.edu.tr/media/uploads/gmyo-bitkisel/files/toprak-dersi-notlar.pdf>, Erişim tarihi: 03.02.2019
- ÖZTÜRK, H.S.,2012. Tuzlu ve alkali topraklar ve ıslahı.Toprak Bilgisi Dersi Ders Notları, agri.ankara.edu.tr
- POST, W and KWON, K. C., 2000. Soil Sarbon Sequestration and Land- Use Change: Proseses and Potential. Global ChangeBiology, 6, 317- 327.
- RICHARDS, L. A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali soils. USDA. Agric. Handbook, 573s.
- SAYMAN, M., KILCI, M., AKBİN, G. ve PARLAK, S., 2011. Tuzlu ve alkali topraklara sahip olan İzmir-Sasalı'da ağaçlandırmada kullanılacak uygun bitki türlerinin belirlenmesi. T.C. Orman ve Su İŐleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Teknik Bülten No:51, 74s.
- SÖNMEZ, B.,2011. orak Toprakların Islahı ve Ynetimi, Bilim ve Aklın Aydınlığında EĞitim, Sayı 134, S. 52-56.
- SETIA, R., GOTTSCHALK, P., SMITH, P., MARSCHNER, P., BALDOCK, J., SETIA, D. And SMITH, J., 2013. Soil salinity decreases global soil organic carbon stocks. Science of the Total Environment 465, 267–272.
- SETIA, R.SMITH, P., MARSCHNER, P., GOTTSCHALK, P., BALDOCK, J., VERMA, V., SETIA, D., and SMITH, J., 2012. Simulation of Salinity Effects on Past, Present, and Future Soil Organic Carbon Stocks. Environmental Science and Technology, 46, 1624–1631
- SMITH P, SMITH J, POWLSON D, MCGİLL W, ARAH J, CHERTOV O, 1997. A Comparison Of The Performance Of Nine Soil Organic Matter Models Using Datasets From Seven Long-Term Experiments. Geoderma;81:153–225.
- STEVENSON, F.J., 1994. Humus Chemistry - GenesisComposition, Reaction. John &WilleySons, Inc. U.S.A.
- U.S. SALINITY LAB. STAFF.,1969. Diagnosis And İmpravement of Sajine And Alkali Soils. Handbook No. 60 U.S. Dept. Agr. USA.
- LGEN, N. ve ATEŐALP, M.,1972. Toprak ve gbre araştırma Enstitüsü Teknik Yayınlar Serisi, Sayı:21 Metin Matbaası, Ankara.
- WALKLEY, A., and L.A. BLACK. 1934. An Examination Of Degtjareff Method For Determining Soil Organic Matter And A Proposed Modification Of The Chromic Acid Titration Method. Soil Sci. 39:29-38.
- WONG, V. N. L., GREENE, R. S. B., MURPHY, B. W., DALAL, R. and MANN, S., 2005. Decomposition of Added Organic Material in Salt-Affected Soils. IN ROACH, I. (Ed.) Cooperative Research Centre for Land scape Environments and Mineral Exploration Regional Regolith Symposia, 2nd-4thNovember. Canberra, CRC LEME.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Kübra ASOĞLU
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : ŞANLIURFA / 06.05.1991
Telefon :05321748583
E-mail : kubraasoglu@hotmail.com

EĞİTİM

Bitirme Yılı

Lise : ŞANLIURFA ORHANGAZİ LİSESİ 2009
Üniversite : HARRAN ÜNİVERSİTESİ 2015

