

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HARRAN OVASI TOPRAKLARINDA ORGANİK KARBON STOĞUNUN
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TEKNİĞİ İLE HARİTALANMASI**

Esra ERDOĞAN KARADAĞ

TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME

**ŞANLIURFA
2016**

Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU danışmanlığında, Esra ERDOĞAN KARADAĞ'ın hazırladığı “Harran Ovası Topraklarında Organik Karbon Stokunun Coğrafi Bilgi Sistemleri Tekniği İle Haritalanması” konulu bu çalışma 10/06/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU

Üye : Doç. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ

Üye : Prof. Dr. İsmail ÇELİK


.....

.....

.....

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

Prof. Dr. Recep GÜNDOĞAN
Enstitü Müdürü



Bu Çalışma TÜBİTAK ve HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.

TÜBİTAK Proje No: 1110706

HÜBAK Proje No : 15047

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	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER DİZİNİ	vi
1.GİRİŞ	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1.Karbon	3
2.1.1.Karbonun önemi	3
2.2.Karbon dioksit ve Kullanıldığı Alanlar	4
2.3.Karbon Stoku Nedir	6
2.3.1. İklim değişikliği ve karbon stoku	7
2.3.2.Toprakta bulunan organik karbonun yönetilmesi	8
2.3.3.Karbonun toprakta tutulması	8
2.3.3.1.Toprakta depolanan karbonun önemi	10
2.3.3.2. Arazi kullanımının karbon depolanmasına etkisi	11
2.3.3.3. Toprakların tarım amacıyla kullanımının karbon depolanmasına etkisi	11
2.4.Küresel Isınma	12
2.4.1.Küresel ısınmada sera etkisi	13
2.4.2. Kyoto protokolü.....	14
2.4.3. Sera gazları ve karbondioksitin (CO ₂) etkisi	17
2.4.4.Gelecekteki iklim.....	18
2.4.5.İklim değişikliklerinin türkiye üzerindeki olası etkileri.....	18
2.5.Konu Üzerinde Uluslararası Düzeyde Yapılmış Çalışmalar	23
2.6.Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Haritalama.....	27
2.6.1. Haritaların CBS için önemi	28
2.6.2.CBS verilerinde görselleştirme.....	29
3.MATERYAL ve YÖNTEM	30
3.1.Materyal	30
3.1.1.Araştırma alanının coğrafi konumu	30
3.1.2.Toprak örnekleri	30
4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	34
4.1.CBS Veri Tabanı Hazırlama	35
4.2.Organik Maddenin Haritalanması	37
4.3.Harran Ovası Organik Karbon Stoğunun Hesaplanması.....	40
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	44
KAYNAKLAR	46
ÖZGEÇMİŞ	52

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HARRAN OVASI TOPRAKLARINDA ORGANİK KARBON STOĞUNUN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TEKNİĞİ İLE HARİTALANMASI

Esra ERDOĞAN KARADAĞ

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

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU
Yıl:2016, Sayfa:52

Bu çalışmanın amacı Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tekniğini kullanarak Harran Ovası organik karbon stoğunu tahmin etmektir. Toprak örnekleme yapmadan önce toprak seri haritaları kullanılarak CBS veri tabanı hazırlanmıştır. Bu toprak grupları kullanılarak toprak örnekleme yapılmıştır. Araziden alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri analize hazırlanmıştır. Harran Ovası'nın organik karbon stoğunu hesaplamak için organik madde ve hacim ağırlığı analizleri yapılmıştır. Harran Ovası'nda organik karbon stoğunun haritalanması ve tahmini için GPS kullanarak ve koordinatlı olarak 0-30 cm toprak derinliğinden 400'ün üzerinde toprak örneği alınmıştır. Araziden toplanan toprak örneklerinden elde edilen organik madde ve hacim ağırlığı analiz değerleri ArcGIS yazılımı veritabanına koordinatlı olarak eklenerek organik karbon stoğu tahmin edilmiştir. CBS analizlerine göre, 140 963.8 hektardan oluşan Harran Ovası'nın 0-30 cm derinliğindeki toprak katmanının toplam organik karbon stoğunun 6.95 Tg (teragram, 1 Tg=10¹² g) olduğu saptanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Organik karbon stoğu, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

ABSTRACT

MSc Thesis

MAPPING OF ORGANIC CARBON STOCK OF HARRAN PLAIN SOILS BY USING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM TECHNICS

Esra ERDOĞAN KARADAĞ

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

**Supervisor: Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU
Year:2016, Page:52**

The aim of this study is to estimate the organic carbon stock of Harran Plain by using Geographical Information System Techniques (GIS). Before collecting soil samples, the soil series database was formed in the GIS media. Soil samples were collected according to these soil groups. Disturbed and undisturbed soil samples were prepared for analyses. In order to estimate the organic carbon stock of Harran Plain, organic matter and bulk density analyses were completed. In order to mapping and estimating of carbon stock of Harran Plain, over 400 soil samples were collected from 0-30 cm soil depth with GPS coordinate data. The data as organic matter and bulk density values collected from field entered to the ArcGIS database with coordinate. Depth, area, organic carbon and bulk density values were evaluated in ArcGIS media in order to estimate carbon stock of 0-30 cm soil depth for Harran Plain. Organic carbon and bulk density values integrated with soil series database and total organic carbon stock of Harran Plain was estimated. According to GIS analysis, the organic carbon stock of Harran Plain for 0-30 cm depth was estimated for total area of 140963,8 hectares as 6.95 tg (teragram, 1 tg= 10^{12} gram).

KEY WORDS: Organic carbon stok, Geographic Information Systems (GIS)

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada yardımlarını, teőviklerini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, insanlığını, karakterini, davranıőlarını hayatım boyunca kendime örnek alacağım çok saygıdeğer danıőmanım Sayın Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU' ya sonsuz teşekkür ederim.

Çalışma esnasında yardımlarına baővurduęum ve yine yardımlarını asla esirgemeyen Sayın hocam Doç. Dr. Volkan Ali BİLGİLİ' ye sonsuz teşekkür ederim.

Çalıőmalarım boyunca daima yanımda olan, yardımlarını hiç esirgemeyen sevgili eőim Ercan KARADAĞ' a, hayatım boyunca olduğu gibi Yüksek Lisans çalıőmalarımda da bana daima destek olmuő sevgili babam Mustafa Galip ERDOĞAN' a, sevgili annem Sakine ERDOĞAN' a ve sevgili kardeőlerime sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Karbon döngüsünün oluşumu	7
Şekil 2.2. Küresel karbon döngüsü.....	9
Şekil 2.3. Farklı bitkisel ekosistemlerde biriken karbonun depolanma süresi.....	10
Şekil 2.4. Küresel sıcaklık değişimi	13
Şekil 2.5. Sera etkisinin gerçekleşme mekanizması	14
Şekil 2.6. Küresel sıcaklıktaki yükseliş.....	16
Şekil 2.7. İnsanlardan kaynaklanan sera gazlarının nedenleri.....	17
Şekil 2.8. Karbonun orman ürünleri ve ormanda depolanma süreci	25
Şekil 3.1. Harran ovası'nın konumu.....	30
Şekil 4.1. Harran ovası'nda toprak örneği alınan alanlar	34
Şekil 4.2. Harran ovası toprak serileri ve toprak örnekleme yerleri.....	36
Şekil 4.3. Harran ovası organik madde haritası.....	38
Şekil 4.4. Harran ovası organik karbon haritası	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1. Büyük yaşam alanlarında bitki materyali ve toprakta (1m) karbon stokları ve net yıllık üretim.....	26
Çizelge 2.2. Türkiye’de mevcut büyük yaşam alanlarında depolanan ve üretilen organik karbon miktarları.....	27
Çizelge 4.1. Analiz sonuçlarının ortalama, maksimum ve minimum değerleri.....	35

SİMGELER DİZİNİ

Ar	Argon
AKS	Alt Toprak Stoku
BTG	Büyük Toprak Grupları
C	Karbon
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CH ₄	Metan
C ₆ H ₁₂ O ₆	Glikoz
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
cmol kg ⁻¹	Centi mol kilogram
CO ₂	Karbondioksit
CO ₃ ⁻²	Karbonat
daa	Dekar
DK	Değişebilir Katyonlar
dS/m	desi Siemens/ metre
EC	Elektriki Condaktiviti
FAO	Food and Agriculture Organization
GAP	Güneydoğu Anadolu Bölgesi
Gg	Gigagram (10 ⁹ g)
g m ⁻² yıl ⁻¹	Gram / metrekare / yıl
GPS	Global Potioning System
Gt	Gigaton (Gt)
H ₂	Hidrojen
Ha	Hektar
HCO ₃	Bikarbonat
He	Helyum
İK	İnorganik Karbon
KDK	Katyon Değişim Kapasitesi
Kg m ⁻²	Kilogram / metrekare
Mg	Megagram (10 ⁶ g)
Mha	Milyon hektar
mm	Milimetre
N ₂	Azot
N ₂ O	Diazot monoksit
O ₂	Oksijen
O ₃	Ozon
OC	Organik Karbon
OM	Organik Madde
Pg	Petagram (10 ¹⁵ g)
ppm	Milyonda bir (Parts per million)
T	Ton
Tg	Teragram (10 ¹² g)
TİK	Toprak İnorganik Karbon
TOK	Toprak Organik Karbon
μ	Mikron

1. GİRİŞ

Toprakların organik madde içeriği, toprakların verimlilik kapasitesini artırması yanında, erozyona karşı toprağın direncini, toprağın besin ve su tutma kapasitesini artırma ve kök gelişimi gibi birçok alanda önem kazanmaktadır. Ayrıca küresel ısınmaya yol açan faktörlerden biri olan atmosferdeki CO₂'i toprağa bağlamanın en önemli yoludur. Atmosferdeki CO₂'in toprağa bağlanması hem küresel ısınmanın azaltılması hem de toprağa bağlanan organik madde ile toprağın verimlilik kapasitesi ve sürdürülebilirliğinin artırılmasına katkı sağlamaktadır.

İklim sistemi atmosferik ve karasal karbondan oluşmuştur. Atmosferdeki bütün karbon, CO₂ gazları olarak bulunurken karasal karbonun çoğu çözülmüş ve çökelmiş organik bileşikler formunda bulunur (Lal, 2005a).

Küresel iklim değişimleri ve atmosferdeki sera gazlarının en önemlilerinden biri olan karbondioksit miktarındaki hızlı artış, karbonlu gazların (hidrokarbonlar ve metan) ve özellikle de karbondioksitin toprakta depolanmasının sağlanmasına olan ilgiyi arttırmıştır. Endüstriyel gelişmeden önce atmosferdeki CO₂ konsantrasyonu 270 ppm seviyelerinde olurken, günümüzde 360 ppm ulaşmıştır (IPCC, 2001a). Fosil yakıtların kullanımı, geleneksel toprak işleme, arazi kullanımındaki değişim ve ormanların kesilmesi bu artışın en önemli nedenleri arasındadır. Karbonun karasal ekosistemde depolanabilmesi, atmosferdeki karbondioksit artışına engel olmak için hem en iyi hem de maliyeti çok az olan bir metottur. Karbonun topraklarda depolanmasının sağlanması toprağın verimli olması açısından çok büyük önem arz etmektedir. Topraklarda var olan organik karbonun korunup varlığının devamlılığının sağlanması, mevcut inorganik ve organik karbonun aynı zamanda da bitki örtüsünün korunmasını gerektirmektedir. Toprakta depolanan karbonun çevreye iyi şekilde etkilerinin oldukça fazladır (Marland ve ark., 2001). Karbonun, toprakta korunarak sürekliliğinin sağlanması, organik maddenin iyi bir yönetimine bağlıdır. Türkiye'nin arazi varlığı %27 çayır-mera, %27 orman, %11 yerleşim alanları, %35

tarım alanları ve %1'lik kısmını akarsu ve göller meydana getirmektedir (Anonim, 2001).

Ülkemizde mevcut geniş yaşam yerlerindeki ortalama olarak bitkide karbon, toprakta karbonun miktarı ve net yıllık karbon üretim değerleri alınıp değerlendirilmiş, toprak ve bitkide depolanan ve geniş yaşam yerleri tarafından her yıl üretilen karbon miktarları hesaplanmıştır. Bu hesaplama sonucu ile orman toprağında 2.526 milyar ve orman alanlarındaki bitkilerde 673 milyon ton olmak üzere toplamda 3.274 milyar ton karbon depolanmakta ve yılda ortalama 75 milyon ton karbon üretimi gerçekleşmektedir. Mera ve çayır örtüsünde 69 milyon ton ve toprakta ise 1.684 milyar ton yani toplam da 1.767 milyar ton karbon depolandığı tahmin edilmiştir. Yıllık net karbon (C) üretimininse 14 milyon ton olduğu ölçülmüştür. Tarım alanlarındaki bitkilerle ilgili henüz sağlıklı bilgiler elde edilememiştir (Başaran, 2003).

Bu araştırmada, Coğrafi Bilgi Sistemi teknikleri kullanılarak Harran Ovası topraklarının organik karbon stoğu tahmin edilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Karbon

Ametal bir element olan karbon (C), periyodik cetvelin 4A grubunda bulunmaktadır. Karbon doğada oldukça fazla bulunduğu gibi, yer kabuğunun yaklaşık olarak % 0,2'lik kısmını meydana getirmektedir. Bileşik oluşturan diğer elementlere göre karbon daha fazla bileşik oluşturmaktadır. Organik bileşiklerin ve kömürün ana elementi karbondur. Bir milyondan fazla karbon bileşiği vardır. Bunlardan en önemlisi olan karbondioksit, çözülmüş halde su içerisinde ve % 0,03 oranında havada bulunmaktadır. Azot, hidrojen ve oksijenle birleşerek karbonun meydana getirdiği bileşikler, hayvansal ve bitkisel organizmaların yapısında fonksiyonel görev alırlar. Karbonatlar, toprakta, iklimsel özelliklere göre bulunurlar (Kargıoğlu, 2007).

2.1.1. Karbonun önemi

Denizlerden atmosfere, yer kabuğundan bitki örtüsüne kadar her yerde karbon veya bileşikleri karşımıza çıkar. Kullandığımız doğal gazda, arabamızın lastiklerinde, yediğimiz ette, bilgisayarımızda ve hücrelerimizin içindeki DNA'da dahi olmak üzere her şeyin temelinde karbon elementi yer alır. Karbonun, canlılar için önemini İngiliz kimyager olan Nevil Sidgwick, "Chemical Elements and Their Compounds (Kimyasal Elementler ve Bileşikleri)" isimli kitabında şu şekilde ifade etmektedir:

"Karbon, yapabildiği bileşiklerin çeşitliliği ve sayısı yönünden, diğer elementlerden tamamı ile özgün ve farklı bir yapıdadır. Bugüne dek karbonun yarım milyonun üstünde çeşitli bileşikleri tanımlanmış ve ayrılmıştır. Fakat bunlar dahi karbonun özellikleri hakkında çok fazla bilgi vermez. Çünkü karbon, tüm canlı maddelerin temelini oluşturur."

Karbon elementini; Ünlü kimyager David Burnie de, "Life" adlı kitabında şöyle nitelendirir:

"Karbon, çok olağan dışı bir elementtir. Karbonun bu olağan dışı özellikleri olmasaydı, Dünya'da yaşam olmazdı."

Karbonun diğer elementlere göre yetenekleri "107 Kimya Öyküsü"nde ise şu şekilde anlatılmaktadır:

"Mendeleev çizelgesi (periyodik cetvel)'inde olağan üstü bir element bulunmaktadır. Bilinen iki milyon farklı molekülden 1.700.000'i, Karbon atomlu iskelete sahip moleküllerdir. Bu bileşikler, kimyanın Organik kimya dalında ele alınırlar. Karbon atomları, uzun çizgiler boyunca, birbiri ardına dizilerek çok kolay zincir oluştururlar. En kısa zincir, iki karbon atomundan oluşur. En uzun zincir henüz bilinmiyor. Diğer elementlerin, hiçbirinin bu şekilde bir yeteneği yoktur. Karbon, zincir oluşturma kapasitesi bakımından rakip tanımaz. Zincirler, halka oluşturmak üzere kapanabilir ve dallanabilir. Halkalar üç, dört, beş, altı ve daha fazla karbon atomundan meydana gelen çokgenlerdir."

Birçok şey gibi besin kaynaklarımızın temelini de karbon oluşturmaktadır. Bitkilerin hepsi, fotosentezle karbondioksiti alarak besinlerini üretip, büyür ve gelişirken, diğer yandan hayvanlara ve insanlara besin kaynağı olmaktadır (Kargioğlu, 2007).

2.2. Karbondioksit ve Kullanıldığı Alanlar

Bir karbon ve iki oksijen molekülünün birleşiminden oluşan karbondioksit aynı zamanda evrendeki en yaygın moleküllerden biridir (Keleş, 2006).

Yer atmosferinin yaklaşık % 0,03 ünü oluşturan karbondioksit halindeki karbon, tüm doğal sularda çözülmüş şekilde yer alır. Karbonatlar olarak kireç taşı, tebeşir ve benzeri kayalarda yer kabuğunda bulunurken; doğal gaz, kömür ve petrol ve gibi oluşumlarda ise hidrokarbonlar olarak bulunur (Kargioğlu, 2007).

Havadan farklı şekilde tanımlanan ilk gaz bileşiği karbondioksittir. 17. Yüzyılda Flaman bir kimyager olan Jan Baptist van Helmont, kömürü kapalı olan kapta yaktığında, reaksiyon sonunda oluşan kül miktarının, başlangıçtaki miktardan çok daha az olduğunu gözlemlemiştir. Buna göre de, kömürün yanma reaksiyonundan sonra gaza dönüştüğünü ileri sürmüştür. Daha sonra karbondioksitin özelliklerini İskoç bir fizikçi Joseph Black ele almıştır.

Black, kalsiyum karbonatın asit ile muamele edildiğinde veya ısıtıldığında havaya göre yoğunluğu daha yüksek olan karbondioksit gazının oluştuğunu ve bunun hayvan yaşamına ve ateşe ters etki ettiğini bulmuştur. Karbondioksit, ilk defa 1823 yılında yüksek basınç altında Micheal Faraday ve Humpry Davy tarafından sıvılaştırılmıştır. Karbondioksitin katılaştırılması ise Charles Thilorier tarafından 1834 yılında gerçekleştirilmiştir (Keleş, 2006).

Yağ sanayisinden gıda sanayisine kadar farklı alanlarda, farklı amaçlarla kullanılan karbondioksitin sıvı ve katı formları iyi bir soğutucudur. Yangın söndürme tüplerinin etken maddesi de karbondioksittir. Gıdalarda çoğunlukla asit düzenleyici olarak kullanılmaktadır. Şarap ve bira yapımında da kullanılmaktadır (Keleş, 2006).

Küresel iklim değişimleri ve önemli sera gazlarından biri olan CO₂ konsantrasyonunda ki hızlı artış, hem karbondioksitin hem de diğer karbonlu gazların toprakta depolanmasıyla ilgili araştırmaları arttırmıştır. Endüstriyel gelişmeden önce atmosferdeki CO₂ konsantrasyonu 270 ppm iken günümüzde artarak 360 ppm erişmiştir (IPCC, 2001a).

Son zamanlarda yapılan çalışmalar, toprak karbon stoklarında meydana gelen hızlı ayrışma nedeniyle atmosferin kimyasında ve çevrede önemli değişimler olduğunu gösteriyor. Sera gazlarından en önemlisi olan CO₂'nin atmosferdeki artışı, toprağın mikrobiyal aktivitesini, bitkilerin fizyolojisini, organik maddenin oluşumunu ve parçalanmasını ve iklimi oldukça fazla etkiler. Bir ekosistemde topraktan atmosfere salınan veya toprakta depolanan karbon miktarı, ekosistemden

atmosfere salınan toplam heterotrofik solunum ile net ekosistem üretimine bağlıdır. Atmosferde bulunan karbon için topraklar bir kaynak bir depo görevi görebilir.

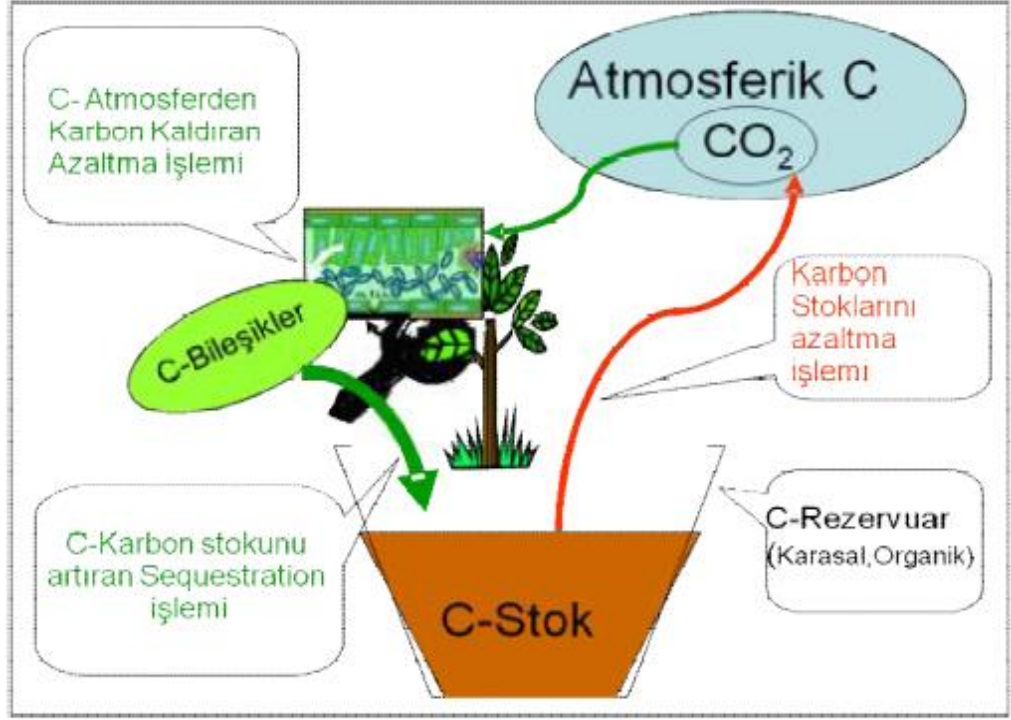
Topraklar yıllarca devam eden geleneksel toprak işleme yöntemleri nedeniyle başlangıçtaki karbonun hemen hemen % 50'sini kaybetmiştir. Sürümsüz ve minimum sürüm tarım teknikleri, organik karbonun oksidasyonunu azaltarak toprağın net C kazanmasını; böylelikle farklı şekillerde atmosfere salınmış olan karbonun tekrar toprağa kazandırılması ve depolanması sağlanabilir.

Organik karbonca zengin olan toprakların verimliliği ve kalitesi de yükselir. Bu sayede atmosferdeki karbonun depo olarak saklanması için topraklar iyi bir kaynaktır (Koçyiğit, 2008).

2.3. Karbon Stoku Nedir

İnorganik ve organik, özel zamanlarda karbonu depolayarak içerisinde barındıran saf bir karbon miktarına karbon stoku denir. Karbon içeriğinde ki depo/yutak kelimesi, küresel iklim sisteminin bir bileşenidir. İklim sistemi karşılıklı iki ana etkileşimden yani karasal ve atmosferik karbondan oluşmuştur (Şekil 2.1.).

Karbon atmosferde, CO₂ gazları olarak bulunur. Kalan iki bileşendeki karbonun büyük bir kısmı çözülmüş ve çökelmiş organik bileşikler formunda bulunmaktadır. Bu İklim sisteminin bir bileşeni karbon stokudur. Karbon rezervi şeklinde toprakta tutulan karbonun çoğu atmosferik karbondan oluşmuş bir ek karbondur (Lal, 2005b).



Şekil 2.1. Karbon döngüsünün oluşumu (Lal, 2005b)

Fotosentez olayı ile atmosferden CO_2 kaldırımı gerçekleşir. Rezervden karbon kaldırımı dekompozisyonu etkiler (Özbek ve ark. 1993). Bakteriler ve biyoçeşitliliğin farklı bileşenleri rezervden karbon bileşimini atmosfere salınmış CO_2 gazına çevirir.

2.3.1. İklim değişikliği ve karbon stoku

Canlı bitkide karbon stokunun azalması atmosferde iki çeşit etki bırakır. Bunlardan ilki, bitki biokütlesinde bulunan karbon azalıp sera gazlarına katılarak vejetasyon kaybına neden olur. Böylece atmosferde küresel ısınmayı artırır. Sera gazlarındaki artış ise atmosferik karbon tutumundan sorumlu bitkilere zarar verir, bu da ikinci etkiyi oluşturur. Bu iki etki, atmosferde sürekli CO_2 birikmesine ve küresel ısınmaya sebep olmaktadır. Toprağın alt bölgelerindeki karbon stoku (AKS) toprak da ki kalitenin göstergesidir. Karbonunda bir kısmını oluşturan toprak organik maddesi, bitkinin gelişiminde son derece önemli olan iz elementini, besin elementini ve büyük bir oranda katyonların tutulmasını sağlar. Toprağın pH'sında oluşan değişiklikler bitkilerin topraktaki minerallerin alınımı engeller. Toprak altı karbon stokunun (AKS) kuraklığın olduğu bölgelerde toprağın su barındırma kapasitesinin

üzerinde ve atmosferik CO₂ düzeyinin düşürülmesinde önemli bir etkisi vardır. Karbon stokunun artması agregat stabilitesini arttırdığından, arazi bozunmasının önüne geçmekte ve arazinin fiziksel, kimyasal verimliliğinde artışa sebep olmaktadır. Karbon stoğunda ki artış sağlıklı bir toprak üstüne ve toprağın altındaki biyoçeşitliliğin artışına aynı zamanda toprak kalitesinin de artmasında etkili olabilir (Magome ve Fabricius, 2004).

2.3.2. Toprakta bulunan organik karbonun yönetilmesi

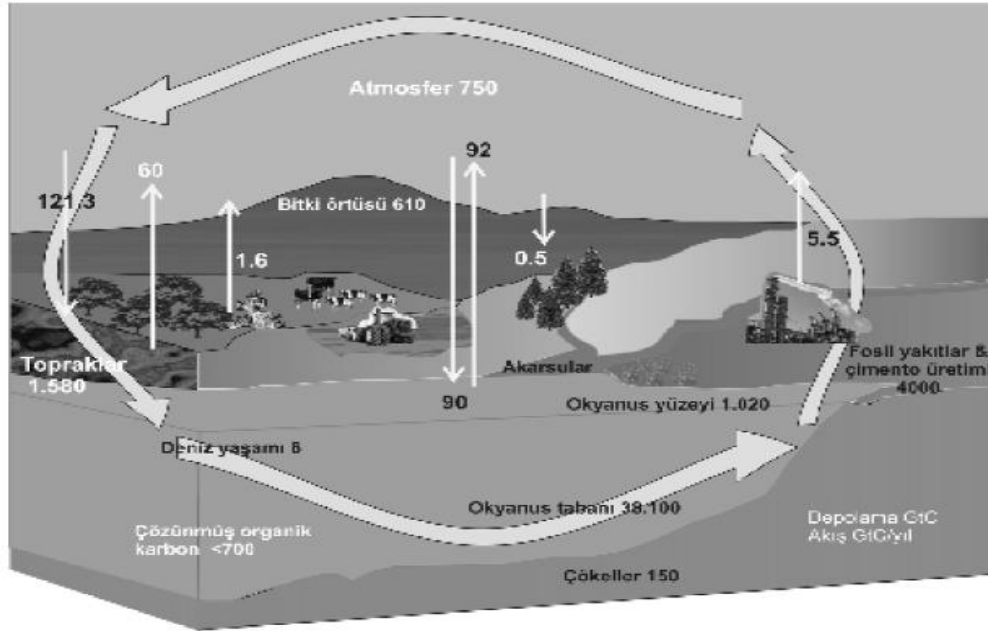
Ülkemizde ve gelişmeye devam eden diğer ülkelerde topraktaki tarımsal yetiştiriciliğin aza inmesi orman alanları, tarım alanları ve meraların amaçları dışındaki kullanımları insanlardan dolayı kaynaklanan toprak kalitesindeki düşüşe sebep olmaktadır (UÇEP,2005). Tarımsal verimlilik ve toprağın kalitesi arasındaki uyumluluk aynı biçimde toprağın kalitesi ve toprağın organik karbonu arasında da vardır. Böylece toprak da devam eden bozunma süreci toprak kalitesinin düşmesine sebep olmaktadır (IPCC, 2007a).

Topraktaki organik karbonun (TOK) verimliliğinde azalma olan toprakların verimliliğinin artmasında, kaynakları belli olmayan kirliliklerin en aza indirilerek yüzeyde ve yeraltında bulunan suların temizlenmesi gibi yararlarının yanında fosil yakıt salınımını düşürerek atmosferde bulunan CO₂ miktarının azalmasına ve dolayısıyla ekosistemin kalitesinin yükselmesine kadar birçok faydası vardır (IPCC, 2007b). Bu doğrultuda, yapılan bilimsel tespitler; bitkilendirme, tarımsal ormancılık, toprağın doğru işlenmesi gibi denemeler ile hektar başına yaklaşık 1,3 ton organik karbonun toprakta tutulmasının mümkün olduğu görülmüştür (Vagen ve ark, 2005).

2.3.3. Karbonun toprakta tutulması

Dünyamızdaki topraklarda 750 milyar ton (750 Pg) inorganik (1 Milyar ton=1 Petagram=10¹⁵g) ve 1550 milyar ton (1550 Pg) organik karbon bulunmaktadır. Bu nedenle Dünyadaki beş karbon havuzu sıralamasında okyanuslar ve jeolojik-kayaç-havuzundan sonra üçüncü sıradadır (Şekil 2.2.) (Lal, 2003). Toprakta bulunan karbon

havuzu değişken ve büyük bir stok olduğu için, karbon bağlama özelliğine sahip olan, alan yönetimi ve kullanımına bağlı değişimlerinin belirlenmesi çok önemli bir yol olarak karşımıza çıkar. Topraktaki biota için birinci derece besin ve enerji kaynağı olan ‘toprak karbon havuzu’ topraktaki biyolojik aktivitenin sürekliliğini de sağlamaktadır (Akça ve ark., 2008; Lal, 2008).



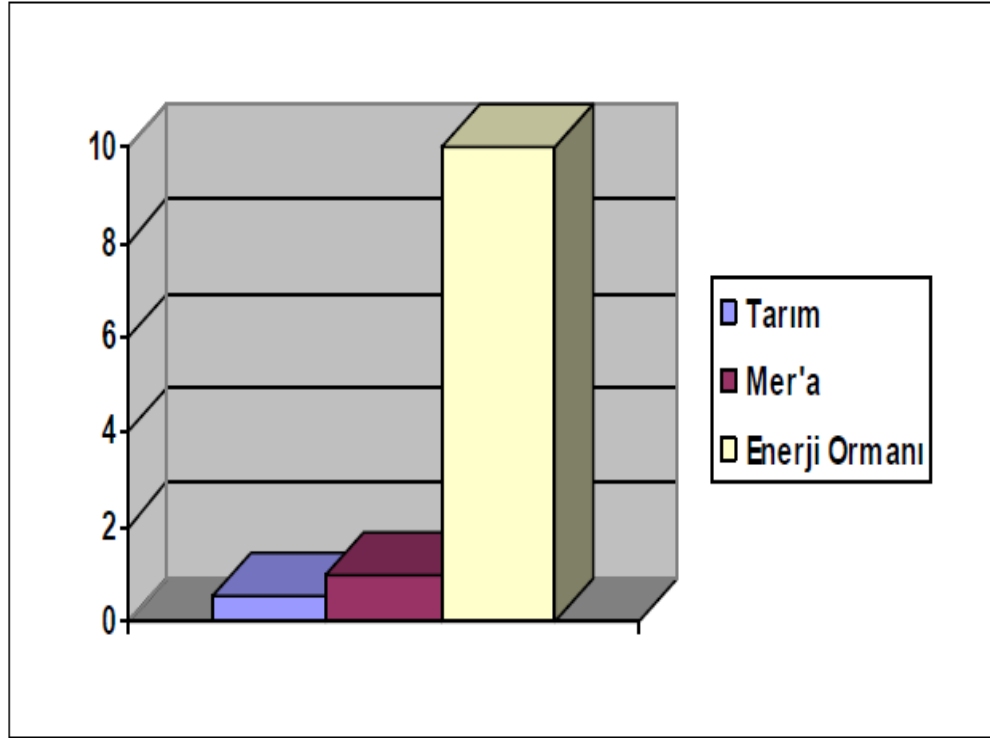
Şekil 2.2. Küresel karbon döngüsü (Asan, 2006)

Avrupa Topluluğu çerçeve programları ve LULUCF-Çevre ve Orman Bakanlığı son yıllarda, yaptıkları incelemeler doğrultusunda dünyada ve ülkemizde, toprak karbonu, toprak üstü ölü örtü ve biyo-kütle çalışmalarıyla ilgili veri tabanının oluşturulmasına dayanan, “Karbon izleme ve değerlendirme” alanında yapılan çalışmalarla, çok önemli deneyimler elde edilmiştir (Asan, 2006).

Uygun ortam koşullarında, ormanlar bağladıkları karbonu yüzlerce yıl bünyelerinde tutabilme özellikleri sayesinde diğer ekosistemlerden üstün durumdadır. Tarım alanlarında bağlanan karbon ise fotosentez olayını gerçekleştiren bitkiye göre üretim dönemi sona erdiğinde ya insan ve hayvanlar tarafından tüketilerek ya da doğrudan çürüyerek, çok kısa bir zamanda (ortalama 6 aylık süreçlerde) yeniden doğaya dönmektedir. Mera ekosistemlerinde de aynı süre geçerlidir. Mera Bitkileri kuru ot halinde saklansa bile bunlar ile bağlanan karbon en

çok bir yıl içinde CO₂ olarak tekrar atmosfere dönmektedir. Ormanlarda bağlanan karbonun CO₂ halinde doğaya geri dönmesi ise, termik santrallere yakıt sağlayan enerji ormanlarında dahi minimum 10 senedir.

Bu süreler odun ürününün üretim süresine ve kullanım yerine bağlı olarak 3 ya da 4 yüzyıla kadar uzamaktadır (Şekil 2.3.) (Zengin ve ark., 2005).



Şekil 2.3. Farklı bitkisel ekosistemlerde biriken karbonun depolanma süresi

2.3.3.1. Toprakta depolanan karbonun önemi

Organik karbon ve toprak üstü bitki örtüsü toprağı erozyondan korur. Aynı zamanda toprağın su tutma kapasitesini arttırdığı gibi besin maddesini de artırır. Bazı nedenlerle atmosfere salınan karbonun tekrar toprağa geri dönmesinin sağlanması açısından istenilen en doğru yol bitkilerin gerçekleştirdiği fotosentez ile yeniden organik yapıya bağlanmasıdır. CO₂ konsantrasyonunun atmosferdeki bu hızlı artışına dur diyerek yeniden eski durumuna getirilmesi bölgesel ölçekli küresel arazi

kullanım planlaması ile sağlanabilir (Jacobs ve Graham, 2000). Bu planlamalar ise biyolojik çeşitliliği ve insanların gıda ihtiyacını saklayacak biçimde düzenlenmelidir.

En kısa zamanda atmosferde giderek artan CO₂'i kontrol altına almak adına atılacak en az maliyetli ve en kolay adım karbonun toprakta depolanmasıdır.

Toprakta depolanacak olan karbonun oluşturacağı maliyet, bazı sivil toplum örgütleri ve endüstri kurumları tarafından karşılanabilmektedir. Üreticiye yapılan bu tarzdaki ödemeler karbon kredisi olarak adlandırılmaktadır ve gelişmiş ülkelerde de uygulanmaya başlanılmıştır. Mutabık bir şekilde arazi yönetim sistemleri ile karbonun toprakta muhafazası ve korunması sayesinde senede hemen hemen 1 ila 3 Gt arasında C depolanması olabilir (DOE, 2000).

2.3.3.2. Arazi kullanımının karbon depolanmasına etkisi

Topraklar yaklaşık 1500 Gt karbon içererek karasal ekosistemin en büyük karbon deposunu oluşturur. Atmosfer ile bu depo arasındaki yıllık karbondioksit değişimi, fosil yakıtlarca atmosfere salınan karbonun hemen hemen on katıdır (Schlesinger, 2003). Fakat yıl içinde fotosentezle atmosferden uzaklaşan karbon ile topraklardan atmosfere salınan karbon arasında belli bir denge vardır. Bu dengeyi arazi kullanımlarındaki değişim direk olarak etkiler. Tarım arazisi toprakları başlangıçtaki karbonunun %50 ila %66'sını kaybetmiş durumdadır ve bu 42 ila 78 Gt C değerindedir (Lal, 2004).

2.3.3.3. Toprakların tarım amacıyla kullanımının karbon depolanmasına etkisi

Toprakta depolanabilen organik karbon ile sürdürülebilir bir üretimin yanında toprağın verimliliğinde de artış olur (Bauer ve Black, 1994; Lal ve ark., 1997). Organik karbon miktarının toprakta depolanmasını toprak yönetim sistemindeki değişimler azaltıp arttırabilir. Organik karbonun depolanmasını en uygun tarımsal yönetim sistemleri organik karbonun depolanmasını sağlar ve atmosferde çok fazla olan CO₂'nin tekrar dengede olmasını sağlar (Sampson ve Scholes, 2000). İşlemsiz

tarım veya minimum toprak işleme, münavebe ve organik atıkların (hayvansal ve bitkisel) kullanılması optimum tarımsal yönetim sistemleridir. Bir deneme sonucunda geleneksel sürüm sistemini bırakıp sürümsüz tarıma geçerek, toprağın ilk 8 cm bölümünde önemli ölçüde karbonun depolandığını ve 8-15 cm de ise depolanan karbon miktarındaki artışın daha az olduğunu belirlemiştir (Kern and Johnson 1993). Toprağı işleme yöntemlerinin uygun şekilde yapılmasıyla beraber, münavebe sisteminin de kullanılması toprakta depolanan karbonu önemli miktarda artırır (Machado ve ark., 2006).

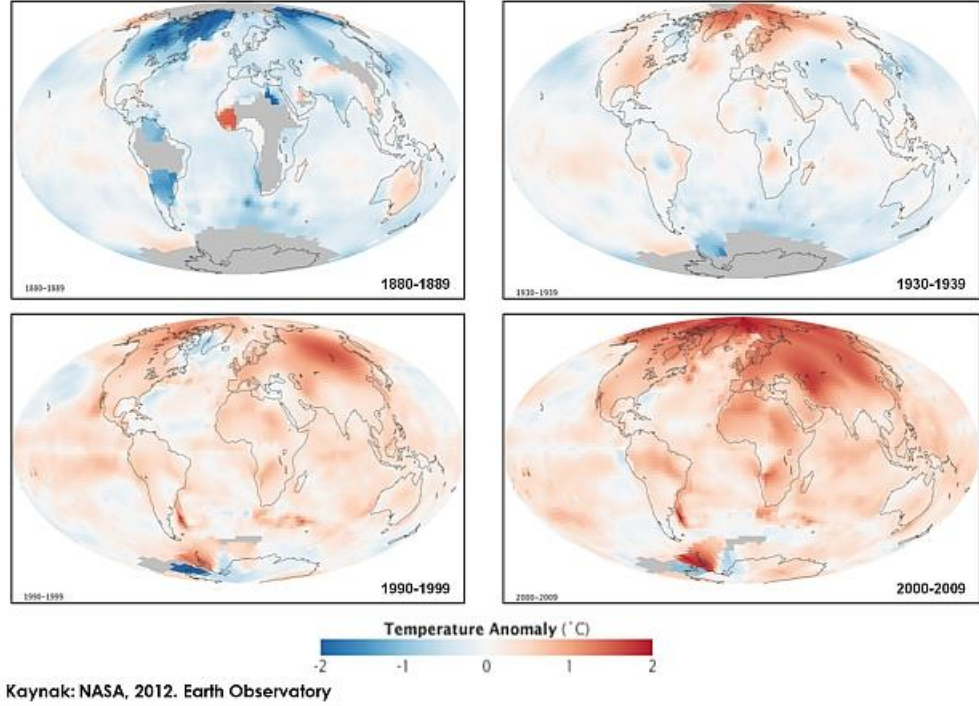
Tarım arazilerinde ve özellikle de kuru tarım yapılan tarım arazilerinde uygun münavebe sistemi ile birlikte minimum sürüm sistemi kullanılarak toprakta depolanan karbonun artışı olmaktadır (Sainju ve ark., 2006).

Topraktaki organik karbonun artışı bitki gelişimine etki eden sulama ve gübreleme gibi faktörlerin varlığına ve sürüm sistemlerine dayanır. Bunlardan en çok etkileyen etmen ise minimum sürüm sistemleridir (malçlı sürüm, çizerek sürüm ve sürümsüz tarım). Ayrıca nadas süresinin kısaltılması ve hasat atıklarının yönetimi de organik karbon miktarına etki eder. Amerika da yapılan bir çalışmada hasat atıklarının yönetimiyle ve minimum toprak işleme ile yılda yaklaşık 105 ila 30 milyon m³, kışlık örtü bitkisi kullanımı ve münavebe ile 29 ila 14 milyon m³ ve uygun şekilde gübreleme ve sulamayla 11 ila 30 milyon m³ karbonun depolanabileceği varsayılmaktadır (Follett, 2001). Yapılan araştırmalar tarımsal ekosistemde karbon depolanması sayesinde atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun %20'den daha çok azalacağını göstermektedir (Follett, 2001).

2.4. Küresel Isınma

Sanayi Devrimi ile birlikte atmosferde biriken başta CO₂ olmak üzere, diğer sera gazlarının (azot oksit (N₂O), metan (CH₄) ve flora clora karbonlar (CFC₅) vb.) yerden verilen uzun dalgalı ışınları tutması sebebiyle ortalama yüzey sıcaklıklarında belirli bir artış olmaktadır. Bu da gösteriyor ki son yüzyılda küresel sıcaklıkta 0,8 C°'lik bir artış gerçekleşmiştir (Şekil 2.4.). Bu gazlar genellikle sanayi, fosil yakıt

kullanımından, enerji üretiminden, ulaştırma, tarımsal etkinlikler ve çeşitli atıklar nedeniyle oluşmaktadır. Fakat bu konuda en mühim kaynak sanayi ve enerji üretimi için kullanılan fosil yakıtlardır (Öztürk, 2002).



Şekil 2.4. Küresel sıcaklık değişimi (NASA, 2012)

2.4.1. Küresel ısınmada sera etkisi

Atmosfer tarafından, Güneşten gelen görünür dalga boyundaki ışığın %30'u uzaya geri yansıtılır. Dünyamıza gelen ışığın bir kısmı dünya yüzeyi, bir kısmı da atmosferce emilir. Bu emilen enerjinin bir kısmı görünmez dalga boyunda ışık olarak yeniden atmosfere döner. Görünmez dalga boyunda olan ışığın bir kısmı atmosferin üst katmanlarını geçerek uzaya giderken, bir kısmı da atmosfer katmanları tarafından emilir. Atmosferde bulunan bazı gazlar Güneş'ten gelen görünür dalga boyundaki ışığa karşı daha geçirgendir; fakat yeryüzünden yansıyan görünmez dalga boyundaki ışığa karşı daha az geçirgen olduğundan, dünyamızda beklenenden daha fazla ısı artışı olur. Dünyamızın ısı dengesini düzenleyen bu süreç sera etkisi olarak isimlendirilmektedir (IPCC, 2007b) (Şekil 2.5.).



Şekil 2.5. Sera etkisinin gerçekleşme mekanizması

Küresel ısınma sorunu ve küresel iklim değişimi sera etkisi sonucunda oluşmuştur. İklim değişikliğini, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde (UNFCCC) zaman periyodunda gözlemlenebilir iklim değişikliğine ilaveten, dolaylı olarak ya da doğrudan atmosferin bileşiminde bozulmalara yol açan insan etkileri neticesinde iklimlerde meydana gelen değişimler olarak adlandırmıştır (Çakmak ve Gökalp, 2011).

2.4.2. Kyoto protokolü

Son senelerde iklimde yaşanan farklılıklar yüzünden insanların zihnine “küresel ısınma var mı?” sorusu gelmektedir. Evet, iklimler zamanla değişmektedir, eğer değişmemiş olsaydı hala buzul çağı devam ediyor olurdu. Çevrenin sürekli kirletiliyor olması özellikle fosil kökenli yakıtların kullanımındaki artış anormal bir şekilde iklimlerde ki farklılıkları birlikte getirmektedir. Mesela 1990-2000 yılları arasında hava değişimleri sebebiyle doğal afetlerden dolayı yaklaşık 600 000 kişi

hayatını yitirmiş ve büyük miktarlarda maddi kayıplar meydana gelmiştir (Kayhan, 2011).

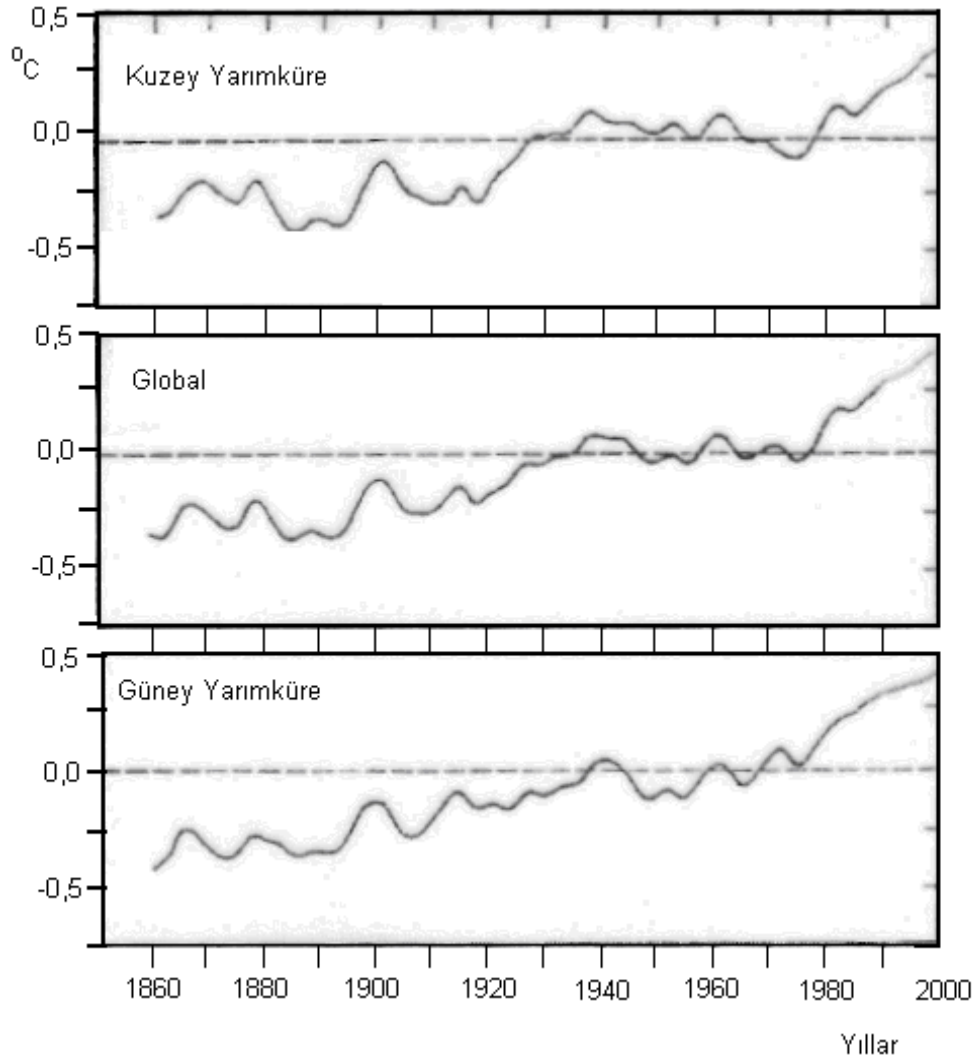
Yine örnek olarak verirsek Avrupa’da üretilen bir otomobil kilometre başına ortalama 163 gram karbondioksit gazı üretmektedir. Bunun 2012 yılına kadar 120 grama düşürülmesi amaçlanmıştır (Aytulun, 2011). Karbon salınımı nedeniyle ortaya çıkan küresel iklim değişikliğinin; fazla ve ağır miktarda yağışlar, kuraklık artışı, daha sıcak günlerin yaşanması, deniz suyu seviyesinin yükselmesi ve yoğun tropikal kasırgalar gibi olumsuz etkiler meydana getirmesi beklenmektedir. Bu bağlamda küresel iklim değişikliğinin aşağıdaki belirtildiği gibi bazı sorunları birlikte getireceği düşünülmektedir (Kayhan, 2011; Tunahan, 2010):

- Kuraklıklara sebebiyle tarımsal etkinlikler zarar görebilir,
- Atmosferdeki yoğun kirlenme nedeniyle meydana gelecek asit yağmuru şeklindeki kimyasal kirlilik tarımsal üretilere zarar verebilir,
- İklimsel etkiler nedeniyle bazı sağlık problemleri yaşanabilir,
- Meteorolojik karakterli doğal afetlerin (dolu, kuvvetli ve ani yağış, çığ, don, yıldırım, fırtına vb.) daha sık görülmesinde ve şiddetinde artış olabilir,
- Tropikal kasırgaların şiddeti ve sayısı artabilir,
- Aşırı sıcaklıklara bağlı olarak orman yangınları daha sık meydana gelebilir,
- Buzulların erimesiyle yükselecek deniz seviyesi düşük kotlu ve kıyı bölgelerinde sorun oluşturabilir, 50 Mayıs - Haziran 2011 MALİ ÇÖZÜM
- Okyanus akıntılarında oluşabilecek değişiklik iklimlerin özelliklerini değiştirebilir,
- Yer altı sularının ve toprağın kimyasal yapısı bozulabilir,
- Isıtma ve soğutma gibi konfor sıcaklıklarını sağlayarak sağlıklı kalabilmek amacıyla aşırı enerji tüketimi meydana gelebilir.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) tarafından 2005 yılında iklim değişikliğine küresel bir tepki olarak Kyoto Protokolü gündeme gelmiştir.

Türkiye ile birlikte Avrupa Birliği’nin ve 188 ülkenin ve Avrupa taraf olduğu bu protokole göre insandan dolayı kaynaklanan karbon salım miktarının 2008–2012

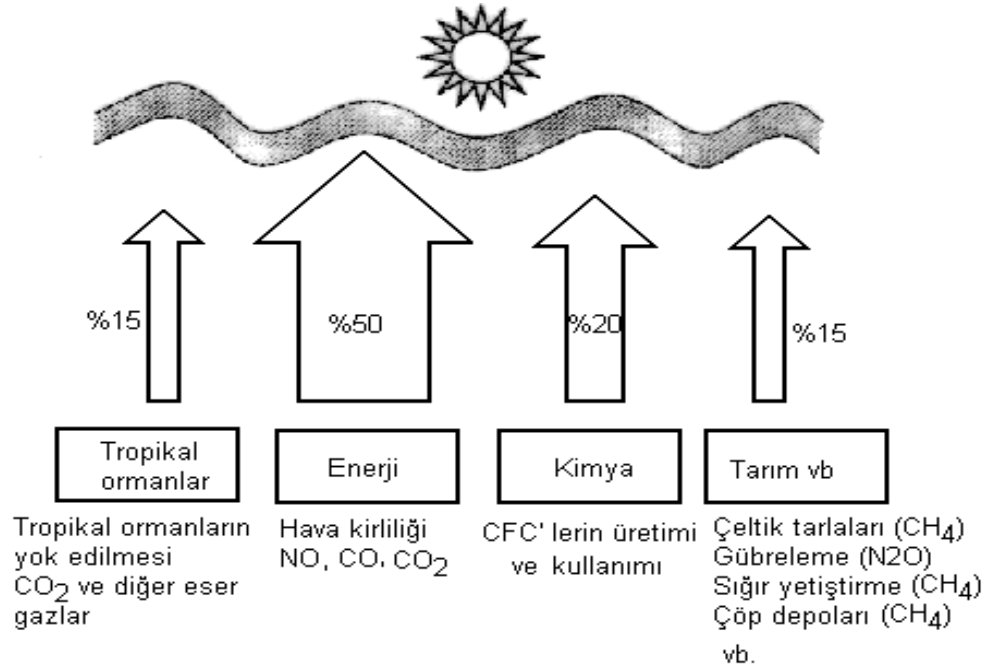
yılları arasında 1990'daki seviyesine göre en az % 5 oranında azaltılması amaç edinmiştir. Karbon salınımının en aza indirilmesi için farklı farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan birisi de; Uluslararası Salım Ticareti Sistemi'dir. Bu sistem ile ülkeler uluslararası karbon kredisi piyasalarında ticaret yapabilmektedirler. Üretim fazlası kredisi olan ülkeler bu kredileri; salım sınırlaması olan ülkelere azaltım şartları doğrultusunda satış yapabilmektedirler (Ratnatunga ve Balachandran, 2009).



Şekil 2.6. Küresel sıcaklıktaki yükseliş (Bayar, Behrend 1994'ten)

Küresel ısınmaya sebep olan gazlar genellikle sanayi, enerji üretimi, fosil yakıt kullanımı, sanayi, ulaştırma, tarımsal faaliyetler ve çeşitli atıklardan dolayı oluşmaktadır.

Fakat bu kısımda en mühim sebep sanayi ve kömürler, petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtlardır diyebiliriz (Şekil 2.7.).



Şekil 2.7. İnsanlardan kaynaklanan sera gazlarının nedenleri (Bayar, Behrend 1994'ten değiştirilerek)

2.4.3. Sera gazları ve karbondioksitin (CO₂) etkisi

Küresel ısınmayı etkileyen sera gazlarının içinde karbondioksitin daha önemli bir yeri bulunmaktadır. Güneşten direk gelen kısa dalgalı ışınları yüksek oranda geçiren bir sera gazı olan karbondioksit (CO₂), yerden gelen uzun dalgalı ışınları tutarak atmosferin alt katmanlarının ısınmasında büyük bir yer tutar. Atmosferdeki karbondioksit miktarının artmasına, birinci derecede fosil yakıtların kullanımı gibi aynı zamanda tropikal yağmur ormanlarındaki tahribatın yoğunluğu, ormansızlaşma ve dünyanın farklı yerlerindeki ormanların yerini yeni bitki örtüsünün alması neden olmaktadır.

Daha önceki çalışmalarda, geçtiğimiz yüzyılın sonlarında atmosfere yılda verilen karbondioksit miktarının yaklaşık 355 ppm olduğunu, içinde bulunduğumuz yüzyılda ise bunun iki misline ulaşabileceğini tahmin etmektedirler.

2050 yıllarında CO₂ miktarındaki bu iki misli artışın küresel sıcaklıkta sıcaklığın ortalama olarak 1,5 ile 4,5 derece arasında yükseleceğine neden olacağını, birçok matematiksel iklim model sonuçları ortaya çıkarmaktadır. Fakat bu tarz çalışmalarda bazı belirsizlikler oluşmaktadır. Karbondioksit artışına, fosil yakacak kullanımından ziyade, ormanların tahrip edilmesi ana sebep olarak gösterilirse, karbondioksit miktarı tahmin edildiğinden daha az olacağı için küresel ısınmanın değeri de daha düşük seviyelerde olacaktır (Ahrens, 1994).

2.4.4. Gelecekteki iklim

Birleşmiş Milletler, Hükûmetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından 2100 yılına kadar küresel sıcaklıkta ortalama 1 ilâ 3,5 derecelik bir artışı olacağı, ortaya atılmıştır. Buna göre en iyi koşullara göre her on yılda yaklaşık olarak 0,1 derecelik bir sıcaklık artışı olacaktır (IPCC, 2001b). Bu değişimler sebebiyle de; yağış ve sıcaklık rejimlerinin değişmesinden, deniz seviyesinin yükselmesinden kaynaklanan ve afet derecesine ulaşan çok değişik sonuçlar görülecektir. Fırtınalar, seller, taşkınlar, kuraklık ve neticesinde çölleşme, kökeni biyolojik olan afet şeklindeki salgınlar, bu problemlerden birkaçı olup, bunlar sık sık görülecek ve daha geniş alanlara yayılacaktır.

2.4.5. İklim değişikliklerinin Türkiye üzerindeki olası etkileri

Parçalanmış bir topografyası bulunan ülkemizin aynı zamanda dağlarının özellikleri ve üç tarafının denizlerle çevrili olması sebebiyle çeşitli bölgelerinde farklı iklimler gözlemlenmektedir. Bu nedenle de iklim değişikliğinden bu bölgelerde farklı derecede ve farklı şekilde etkilenecektir. Mesela sıcaklık artışından en çok yeterli suya sahip olmayan yarı nemli bölgeler ile çölleşme tehdidi altındaki kurak ve

yarı kurak bölgeler tesir altında kalacaktır (Güney doğu, Ege, Akdeniz ve İç Anadolu bölgeleri) (Türkeş, 1998).

İklim değişimlerinin ülkemizde görülebilecek sonuçlarını şöyle özetleyebiliriz.

1. Oluşabilecek iklim değişikliği ile ülkemizdeki biyolojik çeşitlilik azalacak ve doğal çevreyle ilgili sistemler bozulacaktır. Türler değişime uğrayan iklimsel rejimlere (örnek olarak verecek olursak; buharlaşma, yağış, sıcaklık rejimlerine) farklı biçim ve düzeyde tepki vereceği için, birçok ekosistemin üretkenliği, yapısı, coğrafi dağılışı, bileşimi, bozulacaktır. Floranın ve faunanın yaşam yerlerinin değişmesi ile yeni türler oluşacaktır. Fakat çoğalan yangınlar ve bulaşıcı hastalıklar gibi olumsuzluklar istenmeyen türlerde artışlara ve biyolojik çeşitlilikte azalmaya neden olabilecek, yaşam ortamındaki bölünmeler, iklime bağlı olarak göç eden türler için sorunlar çıkarabilecektir.

Böyle sorunları azaltmak için, doğu-batı ve kuzey-güney doğrultusunda özel bir biçimde düzenlenmiş ve ayrılmış rezerv alanlarına ve parklara gerek duyulmaktadır. İklimlerde görülebilecek bu değişiklikler toprak erozyonunu, akarsu akışını ve rejimini, iklimi, atık kalitesini, hava kalitesini kontrol ederek hizmet ve mal üretimine katkı sağlayan ekosistemleri etkisi altına alacaktır (T1996 c).

2. Ekolojik dengenin ana unsurlarından biri olan çayır ve meralar ile ormanların tahrip edilmesi, millî parkların yeteri kadar korunamaması, gelecekte Türkiye açısından büyük sorunlar meydana getirecektir. Anadolu'da büyük uygarlıklar yaşamıştır ve bu nedenle de ormanlar kısa zaman içinde yok edilmiştir. Ülkemizde orman olarak geçen alan 20,2 milyon hektardır ve ülkemizin genişliğinin %26'sını kapsamaktadır (Görmez, 1991).

İklimsel değişikliklerden ormanlar oldukça etkilenmektedir. Yoğun bir şekilde tahrip edilen ormanlarımızın, olası bir iklim değişikliğinde (yangınlar, yağış, zararlıların yayılması, sıcaklık), değişeceği düşünülmektedir. Ormanlar yağış rejiminde,

zararlıların yayılışındaki farklılıklar neticesi ile karbon içeriğindeki azalmalar nedeni ile duyarlılığı en fazla olan sistemler içerisindedir (IPCC, 2001c; Watson, 2001).

Ormanlar tarım, yangın ve yerleşim alanları açmak için durmadan azaltılarak yok olmaktadır. 1961- 1996 yılları aralığında 15 596 orman yangınının çıktığı ve 2 293 390 hektar orman alanının yandığı (Görmez, 1991) göz önünde bulundurulursa, problemin büyüklüğü ve bu durumun ne kadar acı olduğu anlaşılır.

3. Ülkemiz, küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından, riskli ülkeler arasındadır. Yapılan araştırmalar sonucunda, küresel ısınma sebebiyle çevreyle ilgili bozulmalardan ülkemizin olumsuz etkileneceği aşikardır. Bunlara karşı gereken önlemler alınmazsa ülkemizin, kurak alanlarla birlikte yarı kurak alanlardaki su kaynakları ile kentlerdeki su kaynaklarının durumu, problemlere bir yenisini daha ekleyecek ve içme amaçlı su ihtiyacı daha da fazlalaşacaktır.

Ülkemizde uzun yıllar boyunca yağış ortalaması 631 mm iken, 1999 yılında yağış miktarı, % 15 oranında, 2000 yılında ise % 7 oranında azalmıştır. Yağış rejimindeki sapmalar ve oranlarda ortaya çıkan azalışlar ve tarımsal üretimi olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Bu sebeplerden dolayı kuraklık devam ederse önümüzdeki senelerde suyla ilgili daha fazla problemler ortaya çıkacaktır (Türkeş, 1999).

Ülkemizde, kullanılabilir durumda olan ve kişi başına düşen su miktarı 1 692 m³'tür. Kullanılan ve kişi başına düşen su miktarı 575 m³'tür. Buradan yola çıkarak ülkemizi dünya ortalamasıyla karşılaştırdığımızda bilinenin aksine, sınırlı su kaynaklarına sahip olduğumuzu söyleyebiliriz.

4. Temiz su sıkıntısı birçok bölgede olduğu için tarımsal üretimde en büyük kaynak kısıtlaması su olmuştur. Bunların başında tarım alanlarının kötü kullanımı, tuzlanma, çoraklaşma, aşırı gübre, pestisit kullanımına bağlı kirlenme ve su kullanım şeklindeki eksikliklerden kaynaklanan su baskınları gelmektedir. Ülkemizde de mühim olan hububat üretim yerlerinde, ürün kayıplarının % 40-50 oranına yükseldiği gözlenmektedir (TAGEM, 2001).

2000-2001 yılı ekim dönemi ile ilgili olarak tarımsal araştırmalar genel müdürlüğü (TAGEM), mayıs ayı başından itibaren yaptığı incelemelerde; Karaman, Konya, Yozgat illerinde az olan yağışlar yüzünden ekim yapılan alanlarda % 80-90 oranında kuraklık sebebiyle zararın meydana geldiği, daha birçok ilin de % 27-62 oranında kuraklık sebebiyle etkileneceği bildirilmiştir (TAGEM, 2001).

5. Türkiye'nin özellikle çölleşme tehlikesi bulunan yarı nemli ve yarı kurak bölgelerinde (İç Anadolu, Güney Doğu Anadolu, Ege ve Akdeniz Bölgeleri gibi) ormancılık, tarım ve su kaynakları açısından olumsuz etkilere neden olabileceği ile ilgili uyarılar yapılmaktadır. Araştırmacılara göre, iklim kuşakları yer kürenin jeolojik geçmişinde olduğu gibi, ekvator dan kutuplara doğru yüzlerce kilometre kayabilecek ve bunun sonucu itibarıyla da Türkiye, bugün Kuzey Afrika ve Orta Doğu'da hâkim olan sıcak ve kurak iklim kuşağının etkisine girebilecektir (Türkeş, 1998).

6. Ülkemizde görülen yağışın dağılımındaki ve miktarındaki sapmalar, yer üstü ve yer altı su rezervlerinde olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Meteoroloji genel müdürlüğünün tespitlerine göre, iklimdeki bu sapmalar bir süreklilik göstermektedir. Yağış rejiminde oluşan farklılık, süreklilik ve düzen göstermediği sürece, yağış oranındaki artışın tarımsal faaliyetlere olumlu bir etkisi olmayacaktır (Türkeş, 2001). İklim değişikliklerinin, tarım üzerindeki etkileri panelini düzenleyen Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğünün düzenlemiş olduğu, kuraklığın etkileri aşağıdaki şekilde belirtilmiştir (TAGEM, 2001).

Kuraklığın Etkileri

Kuraklık etkileri üç gruba ayrılabilir. Bunlar: Ekonomik, çevresel, sosyal etkilerdir.

1) Ekonomik Etkileri

a) Turizmde kayıplar

- b) Enerji üretiminde azalma
- c) Hayvancılıkta görülecek olan kayıplar
- d) Hayvanlar için su ve besin temin edilememesi
- e) Bitki hastalıkları
- f) Orman yangınları
- g) Ürün kalitesinde düşüklük
- h) Orman ürünlerinde büyük miktarda azalmalar
- i) Otlakların verimliliğinin azalması
- j) Orman alanlarındaki verimliliğinin büyük oranda azalması
- k) Su ürünlerinde kayıp
- l) Ağaçların hastalıkları
- m) Ürünlerde kayıplar
 - n) Ekonomik gelişmede gecikme, ulusal büyümede kayıp,
 - o) Yiyecek stoklarında azalma
 - p) Çiftçi gelirinde oluşabilecek kayıplar
 - q) Yeni su kaynaklarının geliştirilmesindeki maddiyatın fazlaca artışı
 - r) Finansal kaynak bulmada zorluk kredi riski
 - s) Tarımsal üretimin doğrudan bağlı olduğu endüstriler de kayıplar
 - t) Böcek istilâsı
 - u) Hükûmetlerin vergi gelirlerinde kayıplar
 - v) Üretimdeki düşüşe bağlı işsizlik

2) Çevresel Etkileri

- a) Bitki alanlarının zarara uğraması
 - b) Hayvanların doğal yaşam alanlarının daralması
 - c) Hayvan kalitesindeki bozulmalar
 - d) Rüzgar erozyonu ve topraktaki su erozyonu
 - e) Su kalitesinin bozulması
- ## 3) Sosyal Etkileri
- a) Yoksullukta artış
 - b) Yiyecek kıtlığı

- c) Göç olaylarında artış
- d) Sosyal huzursuzluk

2.5. Konu Üzerinde Uluslararası Düzeyde Yapılmış Çalışmalar

Evrendilek ve ark. (2004), Türkiye’de Akdeniz ikliminin yaşandığı bölgede, yan yana bulunan otlaklardan tarım arazisine çevrilen arazilerde bir çalışma yaparak arazideki on iki yıllık süreçte organik karbon içeriğinde ve diğer fiziksel özelliklerinde meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Bu süreçte otlaktan tarım arazisine dönüştürülen arazide organik karbon içeriğinin % 43, toprak organik maddesinin % 48,8, yarayıslı su kapasitesinin % 30,5 ve toplam porozitenin % 9,1 azaldığını, toprak erodibilitesinin ise % 46,2, hacim ağırlığının ise % 10,5 arttığını, yapılan analizlerle ortaya çıkarmışlardır.

Neufeldt ve ark. (2002), Brezilya’da arazi kullanımı ve farklı toprak tekstürünün topraktaki organik madde üzerine etkisini tınlı ve killi tekstüre sahip olan yan yana parsellerdeki tarım arazileri, mera ve orman alanlarında inceleme yapmışlardır. Okaliptüs ormanları ve merada topraktaki organik maddenin kalite ve miktarının arttığı, killi topraklarda ise topraktaki organik maddenin daha fazla olduğu, çam ormanında ve tarım arazisinde ise azaldığını belirtmişlerdir.

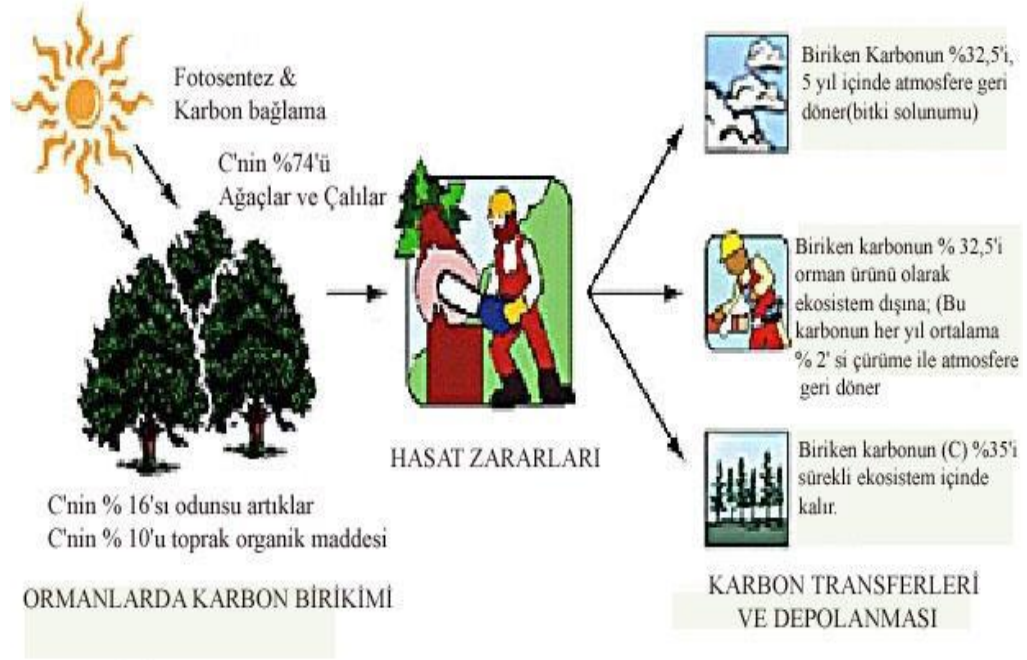
Chan (2001), Avustralya’nın Güney Wales Bölgesi’nde, 5 tarım bilimi için oluşturduğu deneme alanlarında toprak parçacıklarında bulunan organik karbonun içindeki toplam organik karbon oranını incelemiştir. Çalışmaların yapıldığı alanların büyük çoğunluğu mera arazisi olmakla birlikte, geleneksel amenajman uygulamalarının bulunduğu arazi ve konservatif amenajman uygulamalarının olduğu arazi izlemiştir. Yapılan denemede, toprak parçacıklarında bulunan organik karbon miktarının toplam organik karbon miktarının % 42-74’ünü oluşturduğu belirlenmiştir. Uzun süre mera olarak kullanılan topraklarda organik karbon miktarının çok fazla olduğu, meradan tarım arazilerine çevrilen arazilerde ise organik karbon miktarının hızlı bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir.

Riezebos ve Loerts (1998), Güney Brezilya'da tarım arazisine çevrilen bir orman arazisinde, deneme yaparak mekanik ve geleneksel toprak işleme yöntemleri sonucunda toprak özelliklerinde oluşan farklılıkları gözlemlemişlerdir. Tarım arazisine dönüşen orman arazisinde organik madde miktarının azaldığını ve mekanik toprak işleme ile toprak organik maddesinde geleneksel işlemeye göre daha yüksek miktarda azalmaya yol açtığını tespit etmişlerdir.

Saviozzi ve ark. (2001), İtalya'da yan yana olan 45 sene geleneksel toprak işleme yöntemleriyle boyna tahıl üretimi yapılan arazi, doğal mera ve kavaklık arazilerinde toprak kalitesini incelemişlerdir. Yapılan bu inceleme sonucunda, uzun vade de tahıl yetiştirilen arazide organik karbon içeriğinin kavak arazisine göre %60, meraya göre ise %70, toplam azotun ise sırasıyla % 26 ve % 15 daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Bu araştırmaya sonucunda uzun zaman zarfı içerisinde tahıl üretimi yapılan arazilerin toprak kalitesinde, diğerlerine oranla, belli bir düşüşün olduğunu gözlemlemişlerdir.

Grerup ve ark. (2006), Güney İsveç'te meşe ormanı ile farklı kullanımlar öncesi hemen hemen aynı özellikleri taşıyan uzun vadede toprak işleme yapılan arazide toprağın kimyasal özelliklerindeki farklılıkları ele almışlardır. Yapılan analizler sonucunda toprak işleme yapılan bölümlerde toprağın fosfor oranının arttığını, asitlik, azot ve karbonun ise azaldığını, ortaya çıkarmışlardır. Aynı zamanda bu deneme ile asidik orman örtüsü altında bulunan topraklarda nitrat yıkanma riskinin olduğunu öngörmüşlerdir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan araştırmalar ile, orman ekosistemlerinde bulunan karbonun % 26'sı toprak altında, % 74'ü toprak üstündedir. Toprak üstündeki bölümünün, % 32,5' i normal çürüme ve ayrışma ile atmosfere dönmekte, % 35' i sürekli olarak ekosistem içinde tutulmakta kalan % 32,5 ise odundan üretilen orman ürünleri içinde bulunmaktadır (Şekil 2.8.). Orman ürünlerinde stoklanan karbonun her yıl % 2 oranında azaldığı tahmin edilmektedir (Wayburn ve ark, 2000).



Şekil 2.8. Karbonun orman ürünleri ve ormanda depolanma süreci (Wayburn ve ark, 2000)

Farklı farklı bitki örtülerinin topraktaki organik karbon üzerine olan etkisinin incelendiği çalışmada çalimsı alanların tüm toprak profilinde TOK'a en yüksek katkıya (%77) sebep olurken yüzey horizonlarında orman örtüsünün %50 ile en yüksek katkıyı yaptığı tespit edilmiştir. Tek yıllık bitkiler ise yüzey horizonlarında %42, tüm profilde %43 katkı yaparak her iki örtü değerinin arasında yer almışlardır (Jobbagy and Jackson, 2000).

Amthor ve ark. (1998) dünya üzerinde 16 büyük yaşam alanı belirleyip yaklaşık 4000 adet toprak ve bitki örneği alarak hem toprakta hem de vejetasyonda tutulan Organik Karbon miktarını belirlemiştirler. Toplamda toprakta 2056 Pg, bitkide 486.4 Pg tutulan organik karbon miktarını bulmuşlardır (Çizelge 2.1.), (Başaran 2003).

Çizelge 2.1. Büyük yaşam alanlarında bitki materyali ve toprakta (1m) karbon stokları ve net yıllık üretim (NYÜ) (Amthor ve ark., 1998).

	ALAN (Milyon km ²)	NYÜ (gC/m ² yıl)	NYÜ (PgC/ yıl)	Bitki C (g/m ³)	Bitki C (Pg)	Toprak C (g/m ³)	Toprak (Pg)	Topla m (Pg)
Tropikal Ormanlar	14.8	925	13.7	16500	244.2	8300	123	367
Ilıman Ormanlar ve Plantastonlar	7.5	670	5	12270	92	12000	90	182
Boreal Ormanlar	9	355	3.2	2445	22	15000	135	157
Ilıman Baltalık Ormanlar	2	700	1.4	8000	16	12000	24	40
Chaparallar	2.5	360	0.9	3200	8	12000	30	38
Tropikal Savanlar	22.5	790	17.8	2930	65.9	11700	263	329
Ilıman Otlaklar	12.5	350	4.4	720	9	23600	295	304
Tundra Arktik ve Alpinler	9.5	105	1	630	6	12750	121	127
Çöl ve Yarı Çöl Makiler	21	67	1.4	330	6.9	8000	168	175
Kumul Çöller	9	11	0.1	35	0.3	2500	23	23
Buzullar	15.5	0	0	0	0	0	0	0
Islak Alanlar	2	200	0.4	10	0	0	0	0
Göl ve Akarsular	2.8	1180	33	4300	12	72000	202	214
Peat Alanları	3.4	0	0	0	0	133800	455	455
Tarımsal Alanlar	14.8	425	6.3	200	3	7500	117	120
Yerleşim Yerleri	2	100	0.2	500	1	5000	10	11
TOPLAM	150.8		59.1		486.4		2056	2542

Amthor ve ark. (1998) Türkiye’de bulunan 5 büyük yaşam alanlarına ait ortalama depolanan C miktarı ise; bitkide 834 Tg (1Tg=1012g) ve toprakta 6.792 Pg olmak üzere toplam 7.718 Pg olarak bulmuşlardır. Yıllık toplam net üretim ise 217 milyon tondur (Çizelge 2.2.), (Başaran 2003).

Çizelge 2.2. Türkiye’de mevcut büyük yaşam alanlarında depolanan ve üretilen organik karbon miktarları (Amthor ve ark., 1998).

Türkiyede Mevcut Büyük Yaşam Alanları	Alan (Milyon km ²)	NYÜ (gC/m ² yıl)	NYÜ (PgC/yıl)	Bitki C (g/m ²)	Bitki C (Pg)	Toprak C (g/m ²)	Toprak (Pg)	Toplam (Pg)
Ormanlar (chaparal)	0.2105	360	0.075	3200	0.673	12000	2.526	3.274
Çayır Meralar (Yarı Çöl Makiler ve Çöl)	0.2105	67	0.014	330	0.069	8000	1.684	1.767
Tarım Alanları	0.273	425	0.116	200	0.0054	7900	2.156	2.21
Yerleşim Alanı	0.085	100	0.008	500	0.042	5000	0.425	0.467
Göl ve Akarsular	-	200	0.001	10	-	-	-	-
Toplam	0.779		0.217		0.834		6.792	7.718

2.6. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Haritalama

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS); grafik ve grafik olmayan bilgilerin konuma dayalı gözlemlerle elde edilmesini, işlenmesini, saklanmasını ve kullanıcıların hizmetine sunulmasını sağlayan bir bilgi sistemi bütünüdür (Yomralıoğlu, 2000). Daha geniş anlamda, CBS sosyoekonomik ve doğal çevrenin izlenmesinde, planlanmasında ve yönetilmesinde alınacak kararlarda destek sağlamak için; bu verilerin toplanması, depolanması, işlenmesi, yönetimi, konumlarının analiz edilmesi ve sorgulanması işlemlerinin yapılmasını sağlamak için düzenli şekilde bir araya getirilen bilgilerden oluşmuş sayısal bir sistem bütünüdür (Maraş, 1999).

CBS, bulunulan yeri ve yakınındaki çevreyi kapsayan mekansal bilgi sisteminin adıdır. Bu yüzden, yeryüzünde bulunan nesnelere ve bu nesnelere birbirleriyle olan ilişkilerini (topoloji) açıklamak için, temel verisi (çizgi, nokta ve alansal olarak belirtilen) geometrik karaktere dayanan konum verileridir. Konum verileri ulusal referans sisteminde tanımlanan (jeodezik referans sistemi, idari birimler, mülkiyet birimleri, adresler, vb.) ve birimlerle açıklanan verilerin tamamıdır. Sistemin mekansal olması için konum bilgisinin dışında tanımlanmış mekana ait semantik bilgi (tematik bilgisi, tanımlayıcı bilgisi, sözel bilgi ve öznitelik bilgisi, vb.) ile tamamlanır. Sistemdeki bilgilerin güncellenebilmesi açısından tarih, zaman ve hangi döneme ait olduğu bilgileri sistemde yer almalıdır. Ayrıca sistemdeki yer alan

verilerin hakkındaki bilgilerinde tutulması gerekmektedir. Sistemde bulunan tüm verilerin gruplandırılarak kendi içlerinde ve birbirleriyle olan ilişkileri kartografik olarak görselleştirilmelidir. Bu görselleştirme işleminin de sistemde, sorgulanan, analiz edilen amaca ve ölçeğe bağlı olarak otomatik olarak yapılması hedeflenmiştir. Henüz tam otomatik çözümler sağlanmamıştır bu konu ile ilgili araştırmalara devam edilmektedir (Doğru ve Uluğtekin, 2005).

CBS haritaları; verilerin toplanma aşamasında kullanılan haritalar olarak, sorgulama ve analiz etme aşamasında ise ekran haritaları olarak ve son olarak ta oluşturduğu bilginin kullanılmasında ve paylaşımı için tasarlanan haritalar olarak, kullanılmaktadır. Coğrafi bilgi sistemlerinin ana çıkış şekilleri ekran haritaları veya analog haritalar şeklindedir. CBS projelerinin çoğunluğu veri girişi sırasında doğru ve iyi planlanmış haritalara ihtiyaç duymaktadır. Kullanıcının yanılmaması için CBS verileri sunulurken iyi tasarlanmış haritalar önem kazanır.

Sonuçta, bu haritalar kullanıcısının veriler ışığında niteliği/niceliği bilgilerini kullanarak haritalar yardımıyla karar vermesini sağlayacaktır. Karar verecek olan kullanıcı uygun görmediği bilgileri ya da veriyi kabul etmeyecek veya anlamakta zorluk çektiği veriden yararlanamayacaktır (Uluğtekin ve İpbüker, 1996).

2.6.1. Haritaların CBS için önemi

Konuma dayalı sorunların çözümü için haritalar önemli bir yer tutar. Haritalara komşuluk, yapı, konumsal ilişkiler, süreklilik, hiyerarşi, yoğunluk, şekil, büyüklük, konum, yükseklik, uzaklık, yön gibi bilgilerle doğrudan veya dolaylı olarak dünyanın genelleştirilmiş modelidir diyebiliriz. Harita öteleme, sınıflandırma, eleme (seçme) ve grafik gibi işlemlerle yapılır. Bu tarz işlemler veri tabanı oluşturulması için de kullanılır (AGI, 1992).

Genellikle CBS kullanıcıları için özel bir objenin doğası veya çevresine ilişkin hangi ölçekte ve ne tür bir harita kullanacakları önemlidir. Harita ölçeği özellikle

konumsal verinin sayısallaştırılması için görünebilirlik ve çözünürlük açısından çok büyük önem taşımaktadır. Ekranda haritayı küçültüldükçe verilerin okunaklılığı ve detay azalır. Ölçek küçüldüğünde kıyı çizgileri gibi objeler birbirlerini kesen çizgiler şeklinde görülecektir. Ölçek büyüdüğünde ise büyütme nedeni ile ekrandaki harita görüntüsünde oldukça az topografik bilginin yer alması komşuluk ilişkilerinin görülememesi yön bulma gibi birtakım problem oluşturacaktır. Bu problem ise veri tabanı genelleştirmesi ile ortadan kaldırılabilir (Bildirici ve Uçar, 1997).

2.6.2. CBS verilerinde görselleştirme

Görselleştirilen konumsal veri haritaları kullanıcılarına konumsal ilişkilerin daha doğru ve kolay şekilde iletilmesini sağlarlar. 1980'lerde yazılım paketleri, konumsal verinin sorgulanmasını ve analizini sağlayarak bu sistemlere CBS adını verdiler.

CBS ortamında konumsal analiz haritalar ile başlamakla birlikte haritalar konumsal analizde çok önemlidir. CBS de görselleştirme 3 farklı durumda uygulanmaktadır (Kraak ve Ormeling, 1996):

- Çoğunlukla ham verinin ortaya çıkarılması için kullanılır. Mesela uzaktan algılama verilerinde zamansal veriler kullanılır. Üzerinde çalışılan problemle ilgili benzerliklerin hangi veri takımında olduğu ve veri takımının doğasının ne olduğu gibi sorular, daha konumsal analiz işlemleri başlamadan cevaplandırılmalıdır.
- Görselleştirme konumsal bilginin iletilmesinde, herkes tarafından kolay ve anlaşılır bir şekilde tasarlanmış haritalar aracılığı ile uygulanır. Burada kartografik tasarım kurallarından faydalanılır.
- Görselleştirme verinin işlenebilmesi için, analiz sırasında uygulanır. İki farklı veri takımı kullanılarak çevresel bir planlama yapıldığında kullanılır. Konumsal analiz işleminde, her iki veri takımı birleştirilerek aralarındaki mümkün olan ilişkiler belirlenir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma alanının coğrafi konumu

Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Harran Ovası $36^{\circ} 47'$ ve $39^{\circ} 15'$ doğu meridyenleri ile $36^{\circ} 40'$ ve $37^{\circ} 41'$ kuzey paralelleri arasında olup yaklaşık 150.000 ha sulanabilir alanı kaplamaktadır. Güneyinde Suriye sınırı, kuzeyinde Urfa- Germuş Dağları, Batıda Fatik Dağları, doğuda ise Tektek Dağları bulunmaktadır. Ovanın ortalama denizden yüksekliği 350-500 m arasında olmakla birlikte, kuzeye doğru yükseklik artmaktadır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Harran ovası'nın konumu

3.1.2. Toprak Örnekleri

Araştırmada Harran Ovası'nın organik karbon stoğunun belirlenmesi amacıyla mevcut 26 toprak serisinin yüzey topraklarında (0-30 cm) bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri GPS yardımıyla alınmıştır. Daha önce (Dinç ve ark., 1988) yapılan

toprak serilerinin dağılımı dikkate alınarak oavadan 400'ün üzerinde bozulmuş ve bozulmamış toprak örneği kullanılmıştır. Alınan toprak örnekleri laboratuvar koşullarında kurutularak analize hazırlanmıştır (Bilgili ve ark., 2015).

Ovanın toprak veri tabanının oluşturulması için toprak serileri sayısallaştırılarak öznitelik tablosu hazırlanarak veri tabanı oluşturulmuştur. Veri tabanı bilgileri ve sayısal uydu veri yorumları kullanılarak toprak örnekleme ve dağılım yoğunluğu belirlenmiştir.

Harran Ovası'nın organik karbon stoğunun hesaplanması için organik madde ve hacim ağırlığı değerleri ArcGIS yazılımındaki öznitelik tablosuna girilerek ilgili bölgedeki toprak serileri ile ilişkilendirilmiştir. ArcGIS yazılımı yeteneği kullanılarak ovanın farklı alanlarından alınan organik karbon ve hacim ağırlığı değerleri seri poligonlarıyla entegre edilmiş ve hesaplama seri seviyesindeki poligonların alanı üzerinden yapılmıştır. Öznitelik tablosuna girilen hacim ağırlığı, organik karbon değeri, derinlik ve alansal poligonlarla ilişkilendirilerek ovanın toplam organik karbon stoğu tahmin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak Analizleri

Bozulmamış toprak örneklerinde hacim ağırlığı (Blake and Hartge, 1986), bozulmuş toprak örneklerinde organik madde (Walkey-Black, 1934), pH (Jackson, 1958) ve elektriksel iletkenlik (EC) (Richards, 1954), kireç (Allison ve Moodie, 1965) ve tekstür (Bouyoucos, 1962) analizleri yapılmıştır.

Toprak reaksiyonu (pH) ve Elektriksel iletkenlik (EC)

Hava koşullarında kurutulup 2 mm elekten geçirildikten sonra hazır hale getirilen topraklar 1:2.5 toprak-su karışımı içinde pH ve EC metre ile ölçümler yapılmıştır.

Toprak reaksiyonu (pH): Toprak örneklerinin reaksiyonu “cam elektrotlu pH metre” ile ölçülmektedir. Aktüel asitlik için topraklar 1/2,5 oranında arı suyla; katyon değişim asitliği için ise 1/2,5 oranında nKCl ile ıslatılıp bir gece bekletilip takiben ölçme yapıldı (Irmak 1954, Jackson 1962, Gülçür 1974).

Elektriki iletkenlik (ECX103): Hazırlanan toprak saturasyon ekstratının 25 C°’deki elektriki iletkenliği “Conductance Bridge” aletinde miliSiemens/cm olarak ölçülmek suretiyle belirlendi (Jackson 1962, Eruz 1979).

Toprakların kireç miktarı (% CaCO₃): HCl ile reaksiyona giren toprağın çıkardığı karbondioksit miktarının Scheibler kalsimetresi ile ölçülmesi sonucu belirlendi (Nelson, 1982).

Tekstür: Hidrometre okuma yöntemi kullanılarak gerçekleştirildi. (Bouyoucos, 1951).

Hacim Ağırlığı: Hacim silindirleriyle alınan toprak örnekleri ilk önce 105 °C sıcaklıkta kurutularak fırın kurusu ağırlıkları belirlenir. Fırın kurusu ağırlıkların silindir örneğinin hacmine oranı ile örneklerin hacim ağırlıkları “g cm⁻³ ” olarak hesaplanır (Blake and Hartge 1986).

Organik madde miktarı: Topraklar hava kuruda kurutulup 0,5 mm’ lik elekten elenir. 0.5 gr toprak 500 ml’ lik erlenin içerisine konulur. Üzerine 10 ml potasyum dikromat eklenir. Toprak iyice ıslandıktan sonra üzerine 20 ml derişik sülfürik asit eklenilir ve soğutulur daha sonra 180 °C de 20 dakika ısıtılır. Sonra tekrar soğutulur. Soğuduktan sonra üzerine 200 ml su eklenir iyice karıştırılır soğuduktan sonra 3-5 damla indikatör eklenir ve demir sülfat heptahidrat çözeltisi ile titre edilir. (Walkley, ve ark.1934).

Organik karbonun hesaplanması: Organik maddde analizinden ve hesaplanmasından yola çıkarak organik karbonun hesaplaması yapılır.

$$\% \text{ Organik Karbon} = ((A - BNk) \times 0.337) / T$$

$$\% \text{ Organik Madde} = \text{Organik Karbon} \times 1.724$$

Veya;

$$\% \text{ Organik Madde} = ((A \times BNk) \times 0.581) / T$$

A: 1.0 N Potasyum dikromattan alınan hacim (ml)

B: Titrasyonda harcanan standart demir sülfat çözeltisinin miktarı

Nk: Standart demir sülfat çözeltisinin kesin normalitesi

T: Analize alınan toprak miktarı

1.724 faktörü = 100/58 yani toprak O.M'sinde yaklaşık olarak %58 karbon bulunduğu esasına dayanır.

0.337 faktörü = (3x100)/(1000x0.89) 'dan bulunur. Burada 3=12/4 yani karbonun ekivalan ağırlığıdır. Organik karbon yüzdesini bulmak için 100 ile çarpılmıştır. Bu yöntem ile organik maddenin ancak %89'u parçalanabildiği için hesaba = 0.89 alınmıştır ve gram olarak alınan toprak örneğini mg'a çevirmek için 1000'e bölünmüştür.

$$0.581 \text{ faktörü} = 0.337 \times 1.724 \text{ 'tür.}$$

3.2.2. Organik karbon stok hesaplama formülü

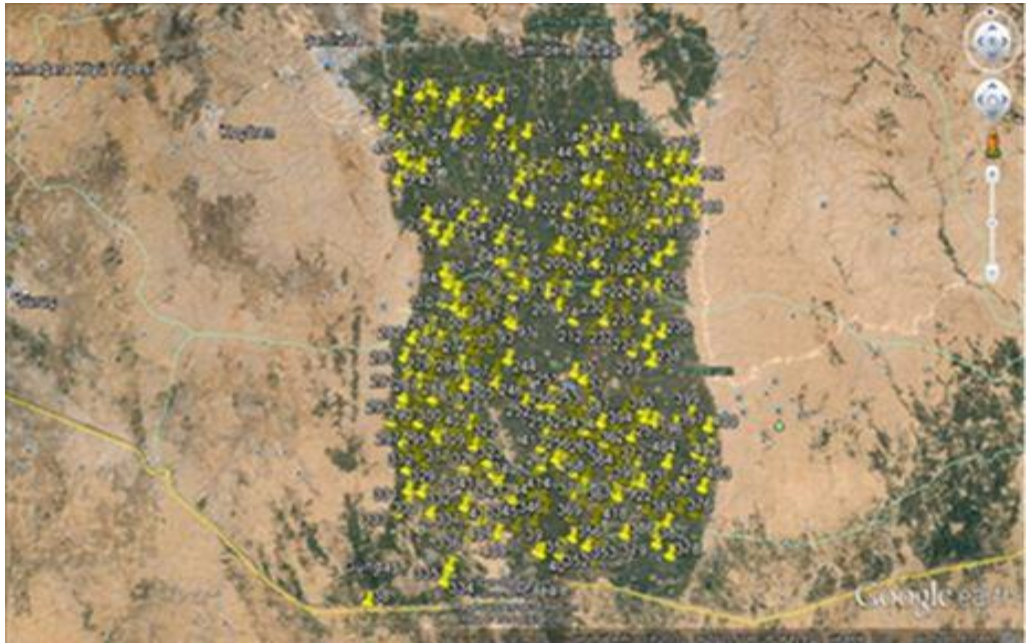
$$\text{OC} = \text{Alan (hektar)} \times \text{Toprak Derinliği (metre)} \times \text{Hacim Ağırlığı (gr / cm}^3\text{)} \times \text{Organik karbon (O.M / 1.724)} = \text{(ton/ha)}$$

Yukarıdaki formül ArcGIS yazılımındaki veri tabanı ile entegre edilerek ve sorgulanarak Harran Ovası'nın sulanan alanlarında depo edilen organik madde stoğu hesaplanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Küresel ısınmada en çok etkili olan gazlardan CO₂ atmosfer dışında, organik madde şeklinde toprağa bağlanabilmektedir. Atmosferdeki CO₂'ın bitki örtüsü ve farklı arazi kullanımları ile toprağa organik madde şeklinde bağlanması, küresel ısınma oranlarının tahmininde önemli olmaktadır. Atmosfer dışında bitkide ve organik madde şeklinde toprakta tutunan organik karbon stoğunun tahmin edilmesi özellikle modellerin oluşturulması ve tahminlerin yapılmasında önem arz etmektedir. Bu nedenle dünyadaki canlı bitki örtüsü dışında toprakta başlanan organik madde miktarının tahmini, yapılacak çalışmalara yön verecektir. Bu araştırmada GAP'ın en geniş ve tarımsal açısından yüksek tarımsal potansiyele sahip Harran Ovası'nın 0-30 cm derinliğindeki toprak katmanındaki karbon stoğunun hesaplanması yapılmıştır.

Harran Ovası'nda organik karbon stoğunun hesabı için GPS (Global Positioning System) cihazı kullanılarak koordinatlı olarak, TÜBİTAK tarafından desteklenen TÜBİTAK-1001, 111O706 nolu proje (Bilgili ve ark., 2015) çerçevesinde alınan 400'ün üzerinde olan toprak örneğinin alındığı yerler Şekil 4.1.'de görülmektedir.



Şekil 4.1. Harran ovası'nda toprak örneği alınan alanlar

Araziden koordinatlı olarak toplanan bozulmuş toprak örnekleri laboratuvarda kurutularak organik madde (OM) analizi ve organik karbon (OC) hesabı yapılmıştır.

Diğer yandan çelik silindirlerle alınan bozulmamış toprak örneklerinden de hacim ağırlığı analizi yapılmıştır. Bu analizlerin ortalama, maksimum ve minimum değerleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

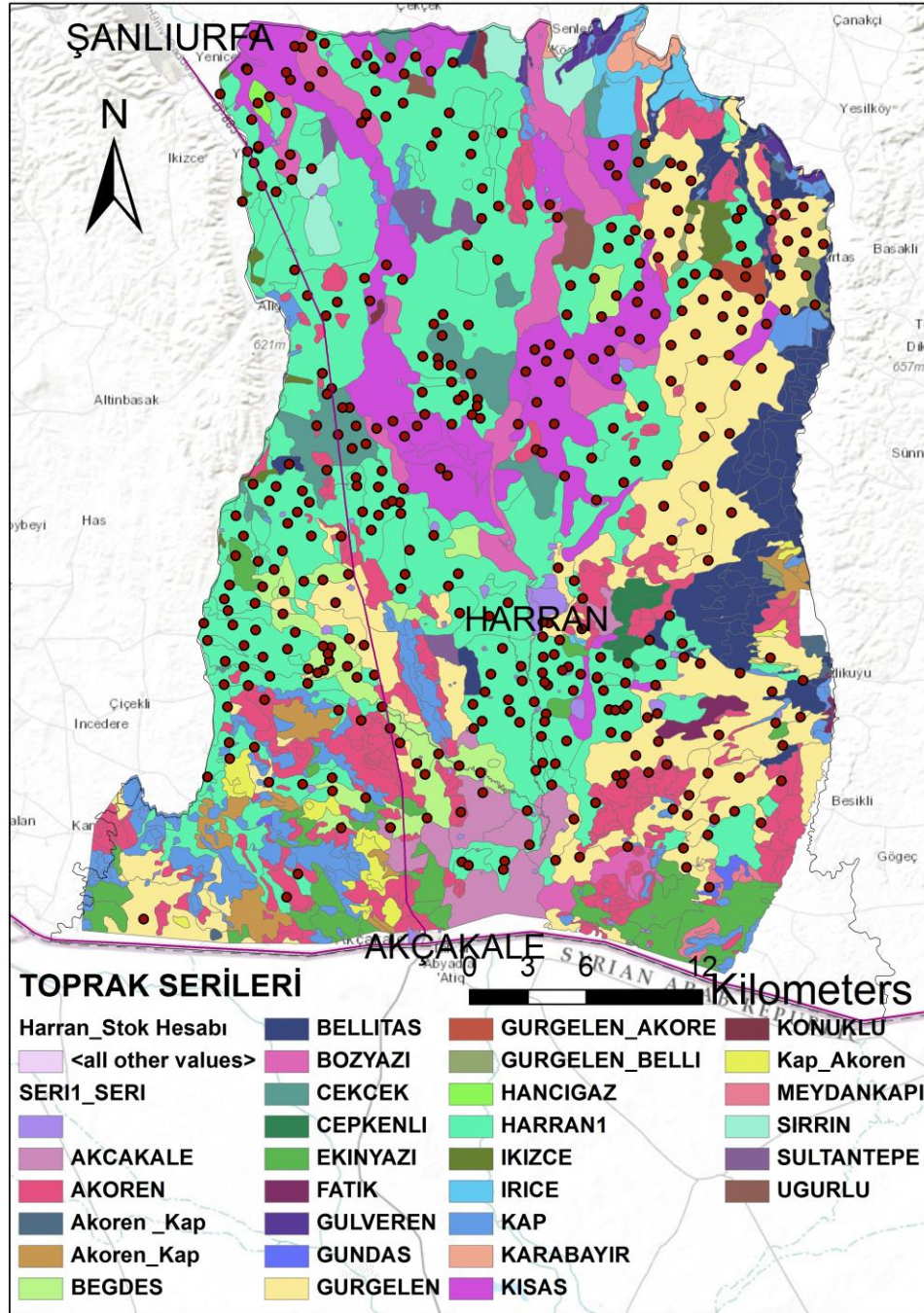
Çizelge 4.1. Analiz sonuçlarının ortalama, maksimum ve minimum değerleri

	pH	EC	HACİM	OM	OC
Ortalama	7.92	2.34	1.27	1.37	1.59
Max	8.67	50.4	1.40	6.79	7.90
Min	6.84	0.302	1.01	0.14	0.16

4.1. CBS Veri Tabanı Hazırlama

Coğrafi bilgi sistemi (CBS) mantığı çerçevesinde Harran Ovası'nın detaylı toprak haritasının veri tabanı hazırlanmış ve ovada yer alan toprak serileri haritalanmıştır. Araziden koordinatlı olarak alınan toprak örneklerinin organik madde değerleri bu harita ile entegre edilmiştir (Şekil 4.2.).

Dinç ve ark. (1988) tarafından yapılan detaylı toprak etüt sonuçlarının veri tabanındaki analizde belirlenen 26 farklı toprak serisindeki toprak çeşitleri ve karakteristikleri birbirinden farklılık göstermektedir. Toprakların oluştuğu ana materyal, iklimsel faktörler, arazi kullanımı ve yapılan kültürel uygulamalara göre toprakta stok edilen organik madde miktarı değiştirmektedir. Toprakların fiziksel, kimyasal ve mineralojik karakteristikleri, toprakta organik madde stoğunu etkilediğinden hesaplama toprak seri dağılımına göre yapılmıştır.



Şekil 4.2. Harran ovası toprak serileri ve toprak örnekleme yerleri

Toprakların karakteristikleri yanında özellikle uygulanan tarımsal faaliyetler çok etkili olmaktadır. Toprak işleme, arazide uygulanan arazi kullanım çeşidi, anız yakma, anızın toprak ile karıştırılması, toprakların sulanması gibi birçok işlem toprakta organik madde birikimine etkide bulunmaktadır.

Toprak işleme, toplam organik karbon içeriğini çok fazla değiştirmezken, mikrobiyal biyokütleye bağlı C’da büyük değişimlere neden olabilmektedir. Karışık ürün rotasyonunda toprak organik karbonunda önemli değişiklikler saptanmıştır. Mikrobiyal biyokütle C ve agregat dengesi işlemeli tarım yapılan dönemde büyük oranda azalırken, mera kullanımında hızla arttığı gözlenmiştir (Haynes ve Swift, 1990; Haynes ve ark., 1991).

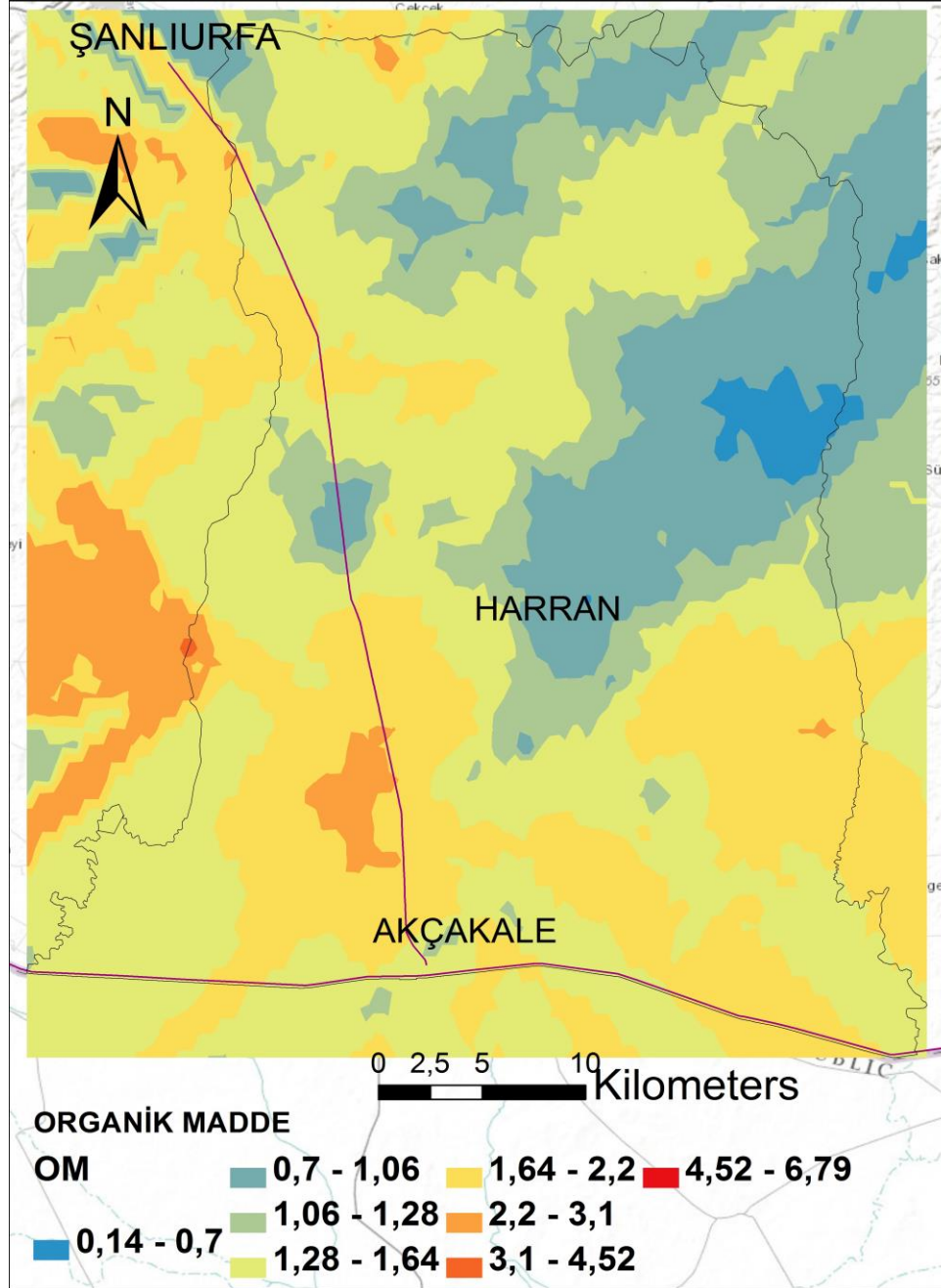
Son yıllarda atmosferdeki CO₂’ın toprağa bağlanması ve tekrar atmosfere geçmesi konusundaki çalışmalar kayda değer miktarda artış göstermiştir. Araştırmacılar bitkiler aracılığıyla toprağın organik madde miktarını artırmayı arzu ederken, diğer yandan toprakta bulunan OM miktarının da azalmaması için araştırmalar yapmaktadır.

Özellikle sıcak ve yarı kurak alanlardaki topraklarda yüksek sıcaklık nedeniyle organik maddenin birikmemesi dışında, yapılacak toprak işleme işlemleri de organik maddenin azalmasında etkili olmaktadır. 1995 yılına kadar ovanın genelinde yapılan kuru tarımdan sonra sulu tarımın başlaması ova topraklarındaki karbon stoğunu etkilediği düşünölmektedir. Yapılan araştırmada her bir toprak serisine karşılık gelen çok sayıda toprak örneği alınarak söz konusu alanın OM stoğu hesaplanmasında kullanılmıştır.

4.2. Organik Maddenin Haritalanması

Ovadan 400’ün üzerinde alınan toprak örnekleri OM analiz değerleri ArcGIS (ESRI) yazılımı yardımıyla seri haritası ile entegre edilmiştir. Yapılan entegrasyon sonucunda her bir toprak serisine karşılık gelen ortalama OM değeri ilgili poligonun bulunduğu alana yazılmıştır. Bu değerler ArcGIS yazılımındaki Jeostatistiki (Webster ve Oliver, 2001) analiz sorgulaması kullanılarak ovanın OM haritası hazırlanmıştır (Şekil 4.3.).

Şekil 4.3. incelendiğinde Harran Ovası'nın OM değerleri 0.7 ile 6.79 arasında değiştiği görülmektedir. Beklendiği gibi ovanın genelinde organik madde miktarı 0.7 ile 3.1 arasındaki değerlerde olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4.3. Harran ovası organik madde haritası

Topraktaki karbonun bir bölümü organik maddenin yapısında bulunur. Bununla birlikte kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde kireçli ana materyal üzerinde oluşmuş topraklarda CO₃-C önemli bir yer tutar (Sanford et al., 1985). Yeryüzünde karasal ekosistemde toprağın 1 m'lik kısmında depolanan organik karbon miktarı yaklaşık 1200-1600 Gt C'dur (Giga ton C) (Batjes and Sombroek, 1997).

Bu haliyle toprak bitkilerin yapısındaki karbondan 2.5 kat daha fazla (560 Gt C) ve atmosferdeki karbondan ise yaklaşık iki kat fazla C içerir (Schlesinger, 2003).

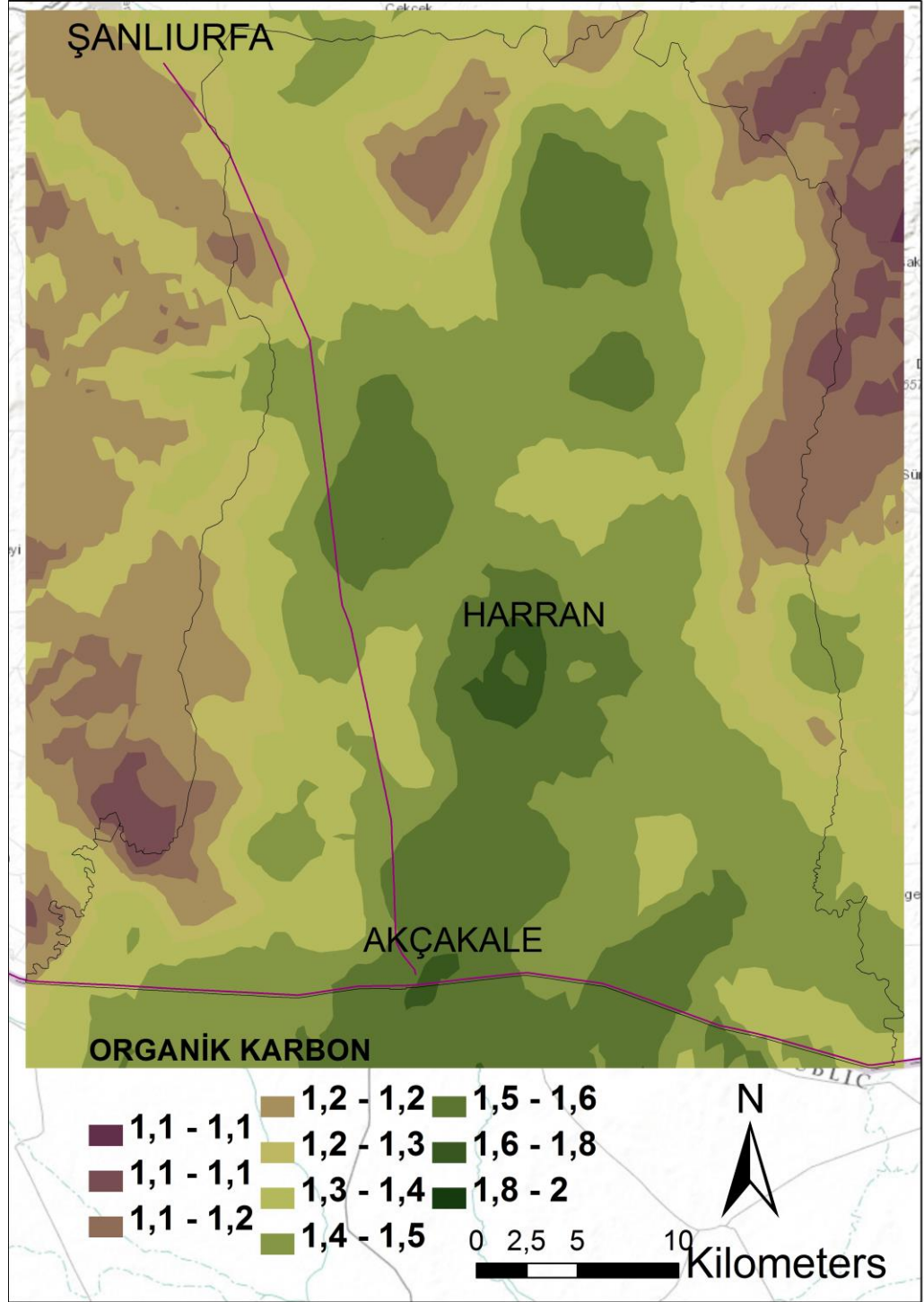
Topraklarda depolanan karbon miktarı ekosistemden ekosisteme farklılık göstermekle birlikte, bu karbonun toprak içerisindeki dağılımı da değişir. Çoğunlukla toprak yüzeyinden derinlere doğru inildikçe organik karbon miktarı azalır. Bu yüzeyde depolanan organik karbon miktarı toprakta bitki besin döngüsünü ve atmosferle olan gaz değişimini doğrudan etkiler. Topraktaki organik maddenin dinamiği bölgenin yağış durumu, sıcaklığı, toprağın drenaj durumu ve tekstürüne bağlıdır. Toprakların verimliliği toprağın biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerine bağlı olmakla birlikte aynı zamanda bu özellikler toprağın organik madde içeriğiyle de yakından ilgilidir. Karbonun toprakta depolanmasının tarımsal ve çevresel olarak ne kadar önemli olduğunu bu durum ile ortaya çıkarmaktadır.

Genellikle tarımsal uygulamalar toprakta organik madde seviyesinin düşmesine ve toprağın fiziksel özelliklerinin bozulmasına neden olur. Bu durum toprağın besin dengesinin bozulması ve bitkisel üretimin düşmesine neden olur. Yapılan bir araştırmada tarıma açılmamış otlakta toplam karbon miktarı % 3.74 iken, bu oranın ekili alanda %1.66'ya düştüğü belirlenmiştir (Whitbread ve ark, 1996). Yine aynı çalışmada topraktaki mikroagregat miktarının sürümle birlikte % 8.3 oranında arttığı ortaya konulmuş ve tarım alanlarının erozyona daha eğilimli olduğu sonucuna varılmıştır. Tarım yapılan toprakta, makro agregatlarda (>250 µm) ise önemli bir düşüş tesbit edilmiştir. Topraktaki agregat durumu toprak organik maddesinin fonksiyonunda anahtar bir rol oynar. (Janzen ve ark., 1982; Cambardella ve Elliott, 1992).

Sadece küresel ısınmadaki modellemeler için değil, aynı zamanda, tarımsal verimlilik ve toprak kalitesinin değerlendirilmesinde OM stoğunun bilinmesi kıymetli bilgileri oluşturmaktadır. 4.3'de oluşturulan harita, ovanın kök bölgesindeki OM miktarını göstermekte ve bu aynı zamanda organik karbonunun bir ifadesidir.

4.3. Harran Ovası Organik Karbon Stoğunun Hesaplanması

Harran Ovası'ndaki OC stoğunun hesaplamasının yapılması için ilk aşamada CBS veritabanındaki OM değerleri OC değerlerine dönüştürülmüş ve veriler Jeostatistiksel analizlerle OC haritasına dönüştürülmüştür (Şekil 4.4.). Hazırlanan OC stok haritası, ovanın karbon stoğunun hesaplamasında temel veri olarak kullanılmıştır.



Şekil 4.4. Harran ovası organik karbon haritası

Ovadan GPS ile 0-30 cm derinlikten toplanan toprak örneklerindeki OM analizleri, aynı alanın hacim ağırlığı ve temsil ettiği alan ile ilişkilendirilmesi sonucu ovanın karbon stoğu belirlenmiştir.

Yapılan hesaplamada Harran Ovası topraklarının 0-30 cm katmanındaki organik karbon stoğunun 6.95 tg (teragram, 1 tg=10¹² gram) olduğu hesaplanmıştır. Ovada toprak örnekleme ve hesaplama salma sulamanın yapıldığı 140 963.8 hektarlık alan için yapılmıştır. Toplam alan dikkate alındığında ovadaki toplam organik karbon stoğu 694 819 6.4 ton veya 49.29 ton/ha olarak hesaplanmıştır.

Sakin ve ark., (2010) Harran Ovası'ndaki yaygın 16 toprak serisinde ve 100 cm derinlikten alınan örneklerde yaptığı hesaplamada, OC stoğunun sulanan ve sulanmayan 225000 hektarlık alan için 56.41 tg olduğu hesaplanmıştır. Yapılan yeni çalışmada toprak örneklerinin 0-30 cm derinliğinde ve sadece sulanan 140963.8 hektar alan için hesaplanması, Sakin ve ark., (2010) tarafından alınan örneklerin ise 100 cm derinliklerinde alınması ve 225000 hektarlık alan için yapılması aradaki stok farklılığının temel nedenidir (Sakin ve ark., (2010). Güneydoğu Anadolu Bölge topraklarının killi olması toprakta organik karbon (TOK) birikimine katkı yapan bir özellik olduğu, ağır bünye nedeniyle havalanmanın düşük olması nedeniyle ayrışma oranını düşürdüğü vurgulanmıştır. Aybal (2015) Büyük Toprak Grubu (BTG) sınır verileri yardımıyla alınan toprakların CBS ortamında analizi sonucunda Diyarbakır ilinin toplam organik karbon stoğunun 26 Tg olduğu hesaplanmıştır.

Aydın ve ark., (2016) tarafından yapılan araştırmada, Türkiye topraklarında organik karbon stoğunun 9.23 Pg (petagram=10¹⁵ g) ve tarımsal emisyonun da 25.7 Tg olduğu belirtilmiştir. Başaran (2003) ise, bitki örtüsü ve toprak dahil olmak üzere, orman, yerleşim alanları, mera ve tarım ile akarsularda ve göllerde depolanan toplam organik karbon miktarının yaklaşık 7.7 milyar ton olduğu ve toplam yıllık üretimin ise 217 milyon ton/yıl seviyelerinde bulunduğu ölçülmüştür.

Atmosfere salınan sera gazlarının en önemli yutağını oluşturan orman arazileri, içinde yer aldığı arazi kullanımı, diğer arazi kullanım, Türkiye'de atmosfere salınan toplam CO₂'ın yaklaşık %25'lik kısmını geri başlamakta. Yaygın olarak 3 karbon havuzuna (1-toprak üstü canlı örtüsü, 2- toprak altı canlı ve 3- ölü kısım) göre yapılan hesaplamalar ve daha sonra organik toprak kısmını da kapsayacak şekilde yapılabildiğinde bu miktar ortalama %50 seviyesinde yükselecek gibi görünse de,

gelişen sanayinin neden olacağı gaz artışları karşısında bu oranın yine aynı seviyede kalacağı anlaşılmaktadır (Asan, 2011).

Türkiye'nin organik karbon stoğunun küçük ölçekte belirlenmesi dışında Harran Ovası'ndaki alanlarda yapılacak büyük ölçekli çalışmalar ülkenin karbon stoğunun daha sağlıklı hesaplanmasına katkı sağlayacaktır.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Türkiye'nin Kyoto protokolünü imzalamasından sonra, atmosferde meydana gelecek ve küresel ısınmada etkili olan gazların miktarı önemli olacaktır. Farklı miktarlarda ve çeşitlerde küresel ısınmaya neden olan gazlardan en çok etkili olanı CO₂ gazıdır. Tarımsal planlamalarda ve uygulamalarda yapılacak düzenlemelerle yüzey örtüsü ile toprağa bağlanacak ve atmosfere verilecek miktar hesaplanabilecektir.

Küresel ısınmada diğer gazlar gibi CO₂ miktarının azaltılmasının en önemli yolu toprağa bağlamaktır. CO₂'i toprağa bağlama işlemi bitkiler ve sonuçta organik madde ile toprağa bağlamaktır. Toprağa organik madde bağlama dışında, stoğun artırılması için de korumalı tarımsal uygulamalar seçilmesinde yarar bulunmaktadır. Türkiye'de bitki örtüsü ile bağlanabilecek CO₂ miktarının hesaplanabilmesi için arazi kullanımı ve yüzey örtüsünün de doğru bilinmesi gerekmektedir. Arazi kullanımının değişmesinden sonraki ilk 20 yılda topraktaki organik karbon miktarı en düşük seviyeye olurken, aynı toprakta organik karbonun miktarını artırmak için yaklaşık yüz yıllık bir zaman dilimine ihtiyaç vardır. (FAO, 1993). Son 300 yıl içerisinde tarımsal faaliyetler nedeniyle yer yüzeyinin yarısından fazlası arazi kullanımı ve arazi örtüsündeki değişimler (LULCC-land use and land cover change), tarım alanlarının genişlemesinden etkilenmiştir (Hurt ve ark., 2011). İnsanlar arazi kullanımı ve yönetiminin iklim değişimlerine etkisini hesaplama çalışmalarını 1850 yılından günümüze kadar devam ettirmektedir. Arazi kullanımı ve örtüsündeki birincil faktör orman ve mera alanlarından tarım alanlarına değişim ki bu da bitki ve topraktan CO₂'in atmosfere dönmesine neden olmaktadır. CO₂'in yaklaşık %16'sının arazi kullanımındaki değişimlerden, diğerlerinin ise fosil yakıtlar ve kentleşmeden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Toprakta organik karbonun tutulması her açıdan olumlu sonuçlar içerir. Verimliliğini kaybetmiş toprakların rehabilitasyonu ile kaynağı belli olmayan kirliliğin azaltılarak yeraltı ve yüzey sularının temizlenmesi gibi yan faydalarla ekosistem kalitesinin yükseltilmesi ayrıca fosil yakıt emisyonunu azaltarak da atmosferdeki CO₂ miktarının aza indirgenmesi gibi birçok faydası

vardır. Yapılan bilimsel araştırmalar sunucunda; tarımsal ormancılık, toprak işleme yöntemleri gibi uygulamalarla hektar başına 1.3 tona kadar organik karbonun toprakta tutulmasının sağlandığı görülmüştür. Bu uygulamaların vakit kaybedilmeden kuru tarım yapılan alanlarda da uygulanmalıdır (Anonim, 2015a).

Türkiye’de küresel ısınma ile ilgili gelecekte yapılacak hesaplamalar ve politikalarda sadece atmosferdeki gazlar değil, bitki ve toprağa bağlanan karbon da önem kazanacaktır. Bu araştırma ile yoğun tarımsal faaliyet yapılan ve sulanmaya başlanan Harran Ovası’nda CBS teknikleri kullanılarak tahmin edilen karbon stoğunun tahmini diğer alanlar da örnek teşkil edilecektir.

Bu çalışmanın diğer çalışmalardan farkı ise, son yıllarda dünyada yaygın olarak kullanılan CBS tekniğinin kullanılmasıdır. Geniş alanlarda ve karbon stoğu ile ilgili olan iklim, topoğrafya, toprak karakteristikleri, arazi kullanımı, yüzey örtüsü ve diğer yöresel uygulamalar CBS ortamında farklı katmanlar haline getirilebilmektedir. Bölgesel veri detayı ve izleme oranlarına göre bu farklı katmanlara puanlar ve dereceler verilerek topraktaki organik madde veya organik karbon miktarı ile ilişkilendirilmektedir. Geniş alanlardaki hesaplamalarda CBS ile yapılan hesaplamalar coğrafik koordinatlı yapıldığından daha doğru sonuçlar verebilmektedir.

KAYNAKLAR

- AHRENS, D.C., 1994. Meteorology Today, An Introduction to Weather, Climate and the Environment. Fifth Edition, West Publishing Company, USA, 600p.
- AKÇA, E., İSFENDİYAROĞLU, S., ÖZESMİ, U., UZBİLEK, M., BÜYÜK, G., PALTA, Ç., OKUR, M., YILMAZ, O., OKUR, S., PEKEL, M. ve KAPUR, S., 2008. Arazi Yönetiminin Toprak Bitki Örtüsü Gelişimi, Alınabilir Fosfor ve Organik Karbon Tutumuna Etkisi: Karapınar (Konya) ve Akyatan Lagünü (Adana) Örnekleri. IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu "İklim Değişimi ve Etkileri", 25-28 Mart. İTÜ, İstanbul, s461-471.
- AMTHOR, J.S. and MEMBERS OF THE ECOSYSTEMS WORKING GROUP, 1998. Terrestrial Ecosystem Responses to Global Change: Research Strategy. Oak Ridge National Laboratory. ORNL/TM- 1998/27.
- ANONİM, 2001. Bazı Ülkelerde Önemli Göstergeler 1998/2001 Yılı. <http://www.tarim.gov.tr/arayuz/9/icerik.asp?efl=../uretim/istatistikler/istatistikler.htm&curdir=\\uretim\istatistikler&fl=bazitarimsal/gosterge.htm>.
- ASAN, Ü., 2006. Türkiye Sera Gazları Envanteri Birinci (İlk) Ulusal Bildirime Esas Olmak Üzere Tarım Ve Ormanlık Grubunun LULUCF Çerçevesinde Yaptığı Çalışmalar, İzlediği Yöntemler ve Ulaşılan Sonuçlar İle, İleriye Dönük Politikalar Konusunda Değerlendirme Raporu. <http://www.ogm.gov.tr/iklim/dokuman.htm>.
- ASAN Ü., 2011. Türkiye Ormanlarındaki Yıllık Karbon Stok Değişimi Trendinin İrdelenmesi ve 2023 Yılındaki Durumun Kestirilmesi. I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim, Cilt I, Kahramanmaraş, s.931-932.
- AGI, 1992. Association of Geographic Information Report Cartography and Geographical Information Systems. Education, Training and Research Committee of the AGI, The Cartographic Journal. 29(1):51-54.
- AYBAL S., 2015. Diyarbakır İli Topraklarının Karbon Stokunun Coğrafi Bilgi Sistemleri Tekniği İle Haritalanması. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 91s.
- AYDIN G., ÇULLU M.A., ERŞAHİN S., AKÇA ., ERDOĞAN E., ATATANIR L. A., YORULMAZ A., ÇİLEK A., ERSOY M., REZZAGHİ MİAVAGHİ S., KAPUR S. ve LAL R., 2016. Turkey, Mapping Soil Carbon Stock. Encyclopedia of Soil Science, Third Edition. DOI: 10.1081/E-ESS3-120052900.
- AYTULUN A., 2011. Karbon Muhasebesi. <http://malibulusma.org/makaleler/73-karbon-muhasebesi.html>.
- BATJES, NH. and SOMBROEK, W.G., 1997. Possibilities For Carbon Sequestration in Tropical and Subtropical Soils. Global Change Biology, 3(1):161-173.
- BAURNER, A. and BLACK, A.L., 1994. Quantification of the Effect of Soil Organic Matter Content on Soil Productivity. Soil Science Society of America Journal, 58:185-193.
- BAŞARAN, M., 2003. Türkiye'nin Organik Karbon Stoğu. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(3/4): 31-36.

- BAYAR, A. B. ve BAHREND. H., 1994. Küresel Çevre Problemleri. Özkan matbaası, Ankara, 216s.
- BİLDİRİCİ, İ.Ö., UÇAR, D., 1997. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Genelleştirme. 6. Harita Bilimsel Teknik Kurultayı HKMO, 3-7 Mart, Ankara, s75-85.
- BİLGİLİ A.V., ÇULLU, M. A., KÜÇÜK Ç., ALMACA, A. ve ÖZTÜRKMEN, A. R., 2015. Harran Ovası Farklı Toprak Serilerinde Toprak Kalite İndeksi (Skor Fonksiyonları) Kullanarak Toprakların Kalitelerinin Değerlendirilmesi ve Takip Edilme Potansiyelinin Araştırılması. TÜİTAK 1001. Proje No: 1110706.
- BLACK, C. A., 1965. Methods of Soil Analysis Part. I. American Society of Agronomy, Wisconsin USA, 961s.
- BLAKE, G. R., and HARTGE, K.H., 1986. Bulk Density and Methods of Soil Analysis, Part I. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition, Argon Monograph 9. Madison WI., 398p.
- BOUYOUCOS, G.D., 1951. A Recalibration of the Hydrometer method for Making Mechanical Analysis of the Soil. Agro. J., 43(1): 434-438.
- CHAN, K.Y., 2001. Soil Particulate Organic Carbon Under Different Land use and Management. Soil Use and Management, 17(4): 217-221.
- ÇAKMAK B. ve GÖKALP Z., 2011. İklim Değişikliği ve Etkin Su Kullanımı. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 4(1): 87-95.
- DOE (U.S. Department of Energy), 2000. Carbon Sequestration Research and Development Report, DOE/SC/FE-1, Washington, D.C.
- DOĞRU, A.Ö. ve ULUGTEKİN N. 2005. CBS Uygulaması Olarak Araç Navigasyon Sistemleri. Ege CBS Sempozyumu, 27-29 Nisan, Ege Üniversitesi İzmir, s27-29.
- ERUZ, E., 1979. Toprak Tuzluluğu ve Bitkiler Üzerindeki Genel Etkileri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 29(2): 112-120.
- EVRENDİLEK, F., ÇELİK, I., KILIC, S., 2004. Changes in a Soil Organic Carbon and Other Physical Soil Properties Along Adjacent Mediterranean Forest, and Cropland Ecosystems in Turkey. Journal of Arid Environments, 59(1): 743-752.
- FAO, 1993. Guidelines for Land Use Planning. Inter-Departmental Working Group on Land Use Planning, Seventh Draft, Rome, 121s.
- FOLLET, R.F., 2001. Soil Management Concepts and Carbon Sequestration in Cropland Soils. Soil Till, 61(1): 77-91.
- GÖRMEZ, K., 1991. Türkiye’de Çevre Politikaları. Gazi Büro I. Baskı, Ankara 225s.
- GRERUP, U.F., BRINK, D. J. ve BRUNET, J., 2006. Land use Effects on Soil N, P,C and pH Persist Over 40-80 Years of Forest Growth on Agricultural Soils. Forest Ecology and Management, 225(1): 74-81.
- 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, 225s.
- HART, P. B. S., AUGUST, J.A., ROSS, C. W., and JULIAN, J.F., 1988. Some Biochemical and Physical Properties of Tokomaru Silt Loam Under Pasture and After 10 Years of Cereal Cropping. New Zealand Journal Agricultural Research, 31:77-86.

- HAYNES, R. J., and SWIFT, R.S., 1990. Stability of Soil Aggregates in Relation to Organic Constituents and Soil Water Content. *Journal of Soil Science*, 41(1): 73-83.
- HAYNES, R.J., SWIFT, R.S. and STEPHEN, R.C., 1991. Influence of Mixed Cropping Rotations (pasture-arable) on Organic Matter Content, Water Stable Aggregation and Clod Porosity in a Group of Soils. *Soil Tillage Res.*, 19(1): 77-87.
- HURTT, G. C., CHİNİ, L. P., FROLKİNG , S., BETTS, R. A., FEDDEMA, J., FİSCHER, G., FİSK, J. P., HİBBARD, K., JANETOS, A., JONES, C. D., HOUGHTON, R. A., KİNDERMANN, G., KİNOSHİTA, T., KLEİN GOLDEWİJK, K., RİAHİ, K., SHEVLİAKOVA, E., SMİTH, S., STEHFEST, E., THOMSON, A., THORNTON, P., VUUREN, D. P., and WANG, Y. P., 2011. Harmonization of Land-use Scenarios For the Period 1500–2100: 600 Years of Global Gridded Annual Land-Use Transitions, Wood Harvest, and Resulting Secondary Lands. *Climatic Change*, 109(1): 117–161.
- IPCC, 2001a. *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assesment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, Cambridge-New York, 881p.
- IPCC, 2001b. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assesment Report.* Cambridge University Press, Cambridge-New York, 1000p.
- IPCC 2001c. *Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assesment Report.* Cambridge University Press, Cambridge-New York, 700p.
- IPCC, 2007a. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Raporu. I. Çalışma Grubu'nun, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin Dördüncü Rapor Değerlendirmelerine Katkısı, 5 Şubat, Paris, s.2-18.
- IPCC, 2007b. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis.* Cambridge University Press, New York-USA, 996p.
- IRMAK, A., 1954. *Arazide ve Laboratuvarında Toprağın Araştırılması Metodları.* İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 599s.
- JACOBS, G. K. and GRAHAM, R.L., 2000. Carbon sequestration and Bioenergy Feedstock Production Seminar. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, 52s.
- JACKSON, M. L., 1962. *Soil Chemical Analysis.* Constable and Company Ltd., London, 485s.
- JANZEN, H.H., CAMPBELL, C. A., BRANDT, S. A., LAFOND, G. P., and TOWNLEY-SMİTH, L., 1982. Light Fraction Organic Matter in Soils From Long-Term Crop Rotations. *Soil Science Society of America Journal*, 56: 1799-1806.
- JOBBAGY, E. G., and JACKSON, R. B., 2000. The Vertical Distribution of Soil Organic Carbon and its Relation to Climate and Vegetation. *Ecological Applications*, 10: 423-436.
- KARGIOĞLU, A., 2007. Dünya Yaşamının Temel Elementi Karbon. <http://www.yaklasansaat.com/dunyamiz/dunya/karbon.asp>

- KAYHAN, M., 2011. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye. <http://www.eyd.cevreorman.gov.tr/kureselisinma/kureseliklimdegisimiveturkiye.pdf>
- KELEŞ, N., 2006. Karbondioksit. <http://scienceforkids.kidipede.com/chemistry/atoms/carbondioxide.htm>
- KERN, J. S., and JOHNSON, M. G., 1993. Conservation Tillage Impact on National Soil and Atmospheric Carbon Levels. *Soil Science Society of America Journal*, 57: 200-210.
- KOÇYİĞİT, R., 2008. Karasal Ekosistemde Karbon Yönetimi ve Önemi. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(1): 81-85.
- KRAAK, M. J., ORMELİNG, F. J., 1996. Cartography the Visualization of Spatial Data. Longman, Londra, 222s.
- LAL, R., and KİMBLE, J. M., 1997. Conservation Tillage for Carbon Sequestration. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 49: 243-253.
- LAL R., 2003. Offsetting Global Carbon Emissions by Restoration of Degraded Soils and Intensification of World Agriculture and Forestry. *Land Degredation and Development* 14: 309-322.
- LAL, R., 2004. Agricultural Activities and the Global Carbon Cycle. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 70(2): 103-116.
- LAL, R., 2005a. Forest Soils and Carbon Sequestration. *Forest Ecology and Management*, 220(1-3): 242-258.
- LAL, R., 2005b. Soil Erosion and Carbon Dynamics. *Soil and Tillage Research*. 81(2): 137-142.
- LAL, R., 2008. Sequestration of Atmospheric CO₂ Into Global Carbon Pool. *Energy and Environmental Science*, 1: 86-100.
- MACHADO, S., RHİNHART, K., and PETRİE, S., 2006. Long-term Cropping System Effects on Carbon Sequestration in Eastern Oregon. *J. Environ. Qual*, 35:1548-1553
- MAGOME, H. and FABRICIUS, C., 2004. Reconciling Biodiversity Conservation With Rural Development. In *Rights, Resources and Rural Development the Community-based Natural Resource Management in Southern Africa*, Earthscan, London, s.93-111.
- MARLAND, G., FRUIT, K., and SEDİO, R., 2001. Accounting for Sequestered Carbon: The question of Permanence. *Environmental Science and Policy* 4: 259-268.
- MARAŞ, H., 1999. Coğrafi Veri Tabanı Güncelleştirmesine Yönelik Coğrafi Bilgi Sistemi Tasarımı ve Uygulaması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 123.
- NEUFELDT, H., RESCK, D. V. S. ve AYARZA, M.A., 2002. Texture and Land-use Effects on Soil Organic Matter in Cerrado Oxisols, Central Brazil. *Geoderma New York*, 107:151-164.
- NELSON, R. E., 1982. Carbonate and Gypsum. In *Methods of Soil Analysis, Agron. Monogr. 9*. American Standards Association and SSSA, Madison WI, 2(2):181-197.
- ÖZBEK, H., KAYA Z., GÖK, M. ve KAPTAN, H., 1993. Toprak Bilimi. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No: 73, Ders Kitapları Yayın No: A16, Adana , 119s.

- ÖZTÜRK K., 2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(1):47-65.
- RATNATUNGA, J. ve BALACHANDRAN, K., 2009. Carbon Business Accounting: The Impact of Global Warming on the Cost and Management Accounting Profession. Journal of Accounting, Auditing and Finance, 24(2):333-355.
- RIEZEBOS, H. T. ve LOERTS, A.C., 1998. Influence of Land use Change and Tillage Practise on Soil Organic Matter Southern Brazil and Eastern Paraguay. Soil and Tillage Research, 49(1):271-275.
- SAİNJU, U.M., LENNSEN, A., CAESAR-THONTHAT, T. and WADDELL, J., 2006. Carbon Equestration in Dryland Soils and Plant Residue as Influenced by Tillage and Crop Rotation. Journal of Environ Qual, 35(1):1342-1347.
- SAKİN, E. 2010. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Topraklarının Karbon Stokları ve Dengesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Şanlıurfa, 211s.
- SAKİN, E. D., DELİBORAN, A., SAKİN, E. ve TUTAR E., 2010. Carbon Stocks in Harran Plain Soils Sanliurfa, Turkey. Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj, 38(3):151-156.
- SAMPSON, R.N. and SCHOLE, R.J., 2000. Additional Human-Induced Activities. In Land use, Land-use Change, and Forestry. A Special Report of the Intergovernmental Panal on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 377s.
- SANFORD, R.L., SALDARRİAGA, J., K.E. CLARK, K.E., UHE, C. and HERRERA, R., 1985. Amazon Rainforest Fires. Science, 227(1):53-55.
- SAVIOZZI, A., MINZI, R.L., CARDELLI, R. and RIFFALDI, R., 2001. A Comparison of Soil Quality in Adjacent Cultivated Forest and Native Grassland Soils. Plant and Soil, 233:251-259.
- TAGEM, 2001. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü (TAGEM), İklim Değişikliklerinin Tarım Üzerine Etkileri Paneli Raporu, Ankara.
- TUNAHAN H., 2010. Küresel İklim Değişikliğini Azaltmanın Bir Yolu Olarak Karbon Finansman. Muhasebe ve Finansman Dergisi, 46:199-215.
- TÜRKEŞ, M., 1998. Influence of Geo-Pontential Heights Cyclon Frequency and Southern Oscillation on Rainfall Variations in Turkey. International Journal of Climatology, 18:649-680.
- TÜRKEŞ, M., 1999. Vulnerability of Turkey to Desertification with Respect to Precipitation and Aridity Condition. Tr. J. of Engineering and Environmental Science TUBITAK, 23:363-380.
- TÜRKEŞ, M., 2001. Hava, İklim, Şiddetli Hava Olayları ve Küresel Isınma. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri, Teknik Sunumlar, Seminer Dizisi, 1:187-205.
- UÇEP (Ulusal Çölleşme Eylem Programı), DÜZGÜN M., KAPUR S., CANGİR C., AKÇA E., BOYRAZ D., GÜLŞEN N., 2005. Çölleşme ile Mücadele Ulusal Eylem Programı. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayınları No:250, Ankara, 110s.
- ULUĞTEKİN, N. ve İPBÜKER, C., 1996. Kartografya ve Coğrafi Bilgi Sistemi. Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu-CBS 96 Bildiriler Kitabı, İstanbul, 357s.
- VAGEN T. G., LAL R. ve SİNGH B.R., 2005. Soil Carbon Sequestration in Sub-Saharan Africa. A Review, Land Degredation and Development, 16:53-71.

- 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 Science*, 39:29-38.
- WATSON, R.T., 2001. Climate Change 2001. Presented at the Resumed Sixth Conference of Parties to The United Nations Frame Work Convention on Climate Change, July 19, Bonn, p.142-145
- WAYBURN, L.A., FRANKLIN, F.J., GORDON, J.C., BINKLEY, C.S. MLANDENOFF, D.J., CHRISTIAN, JR., 2000. Forest Carbon in the United States Opportunities and Options for Private Lands. The Pacific Forest Trust, Inc., Santa Rosa, CA.
- WEBSTER, R. and OLİVER, M. A., 2001, *Geostatistics for Environmental Scientists*. Wiley, Chichester, Hardbound, 271pp.
- WHİTBREAD, A. M., LEFROY, R. D. B. ve BLAİR, G.J., 1996. Changes in Soil Physical Properties and Soil Organik Carbon Fractions With Cropping on a Red Brown Earth Soil. Department of Agronomy and Soil Science, University of England, Armidale, 2351p.
- YOMRALIOĞLU, T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri, Temel Kavramlar ve Uygulamalar. DGN Bilgi Sistemleri A.Ş., 49s.
- ZENGİN, H., ASAN, Ü., DESTAN, S. ve ÖZKAN, Y., 2005. Küresel Isınmanın Önlenmesinde Ormanların Rolü ve Önemi. İ.Ü.Orman Fakültesi, Orman Amenajmanı Anabilim Dalı 34473 Bahçeköy, İstanbul
<http://www.ogm.gov.tr/iklim/dokuman.htm>

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Esra ERDOĞAN KARADAĞ
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : PÜLÜMÜR/04.02.1986
Telefon : 05369236394
e-mail : esraerdogan062@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme yılı
Lise	:Erzincan Lisesi/Erzincan	2003
Üniversite	:Atatürk Üniversitesi/Erzincan MYO /Harita ve Kadastro	2007
Üniversite	:Harran Üniversitesi/Şanlıurfa /Ziraat Fakültesi/Toprak Bilimi ve Bitki Besleme	2013
Yüksek Lisans	: Harran Üniversitesi/Şanlıurfa /Fen Bilimleri Enstitüsü/Ziraat Fakültesi /Toprak Bilimi ve Bitki Besleme	2016
Yabancı Dil	:İngilizce	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2007-2009	ÖZEL FİRMALAR	HARİTA KADASTRO TEKNİKERİ
2014-	GAZİANTEP BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ	ZİRAAT MÜHENDİSİ