

Diyarbakır İli Yüzey Topraklarının Karbon Stokları Ve Miktarları

Erdal SAKİN^{1*}, Elif Didem SAKİN², Ali SEYREK¹

Harran Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa¹

GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Haliliye / Şanlıurfa²

*İletişim: esakin@harran.edu.tr

Özet

Sanayi devriminden sonra artan sera gazlarının azaltılması için yoğun çalışmalar başlatılmıştır. Çalışmaların asıl amacı artan gazların (karbondioksit) azaltılmasına yönelik geliştirilen metotlardır. Karbondioksitin (CO₂) akiferlerde, tutucu sistemlerde, toprak vb alanlarda depolanması düşünülen uygulamalardır. Bu metotların en önemlisi ve en ucuzu olan toprakta karbon depolanması toprak bilim insanları tarafından desteklenmektedir. Karbonu toprakta depolamak için toprakların karbon stokları ve dengesinin bilinmesi gerekir. Bu çalışmada alınan örneklerde yapılan analizler sonucunda yüzey toprakların organik karbon miktarları 1.60-4.36, inorganik karbon değerleri 0.00-6.00 kg C m⁻² arasında değişmektedir. Diyarbakır bölgesi topraklarının toprak organik toprak (TOK) stokları 24.43-65.57 Tg, toprak inorganik karbon (TİK) stokları 0.00-91.62 Tg arasında değişmektedir. Bölge kurak ve yarı kurak iklim bölgesi olmasına rağmen TİK ve TOK stokları beklenin üzerinde çıkmıştır. Bölgede yüksek kesimlerde işlenmemiş alanlarının fazla, yüksek kesimlerden düz alanlara organik maddece zengin toprakların taşınması ve biyomas miktarlarının fazla olması karbon stoklarının yüksek olmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Diyarbakır Toprakları, Karbon Stokları, Karbon Miktarları

Carbon Stocks And Amounts Of Surface Soils Of Province The Diyarbakir

Abstract

Intensive studies have been started to reduce the increasing greenhouse gases since the industrial revolution. The main aims of these studies are the methods developed for the reduction of increasing global gases. It is thought to be CO₂ stored in the aquifer, holder system, soil and etc. systems. Carbon storage in the soil of these methods which the most important and cheapest are supported by soil scientist. We need to know the soil carbon stocks and balance for storage carbon in the soil. According to analysis results of samples, organic and inorganic carbon amounts of surface soils ranged from 1.64-4.36 and 0.00-6.00 kg C m⁻² respectively. Soil organic carbon (SOC) and soil inorganic carbon (SIC) stocks are changed between 24.43-65.57 Tg and 0.00-91.62 Tg. In spite of the arid and semi-arid region, SOC and SIC were came over our expectation. It is believed to cause the high carbon stocks that is greater in cultivated area in the region of high area, transport to soil rich on organic matter to the flat area of the high area and more than the amounts of biomass.

Key words: Diyarbakir soils, carbon amounts, carbon stocks

Giriş

Global karbon döngüsü geçen 20 yılda hemen hemen tüm bilim dalları (biyoloji, jeoloji, okyanus, toprak bilimi vs) için önemli bir konu olmuştur (Falkowski et al., 2000; Pearson and Palmer, 2000). Atmosferik karbondioksit konsantrasyonunun uzun dönem ölçüm kayıtlarına göre endüstriyel devriminden bu yana %30 oranında arttığı söylenmektedir. Arazi kullanım yönetimindeki değişikliklerin etkisi %25 olmasına rağmen, artışın büyük bölümü fosil

yakıtlardan kaynaklandığı ileriye sürülmüştür (Eshel, 2005; Marland et al., 2007).

Genelde karbon tutulması organik ve inorganik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Karbonunun toprakta tutulması bitkiler vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Bitkiler atmosferik CO₂'i fotosentezde kullanmak şartıyla toprağa bağlamaktadır. Bağlanan bu karbon toprakta toprak organik karbon (TOK) veya toprak inorganik karbon (TİK) şeklinde tutulmaktadır. Toprak stokları dışında karbon, biyosferde, atmosferde ve jeosferde depolanmaktadır. Bachu and Adams (2003) ve

Fridmann (2003)'e göre okyanuslarda, biyomas ve inorganik karbon (karbonat) olarak tutulduğu belirtilmektedir. Calderia et al., (2003)'a göre geçen 10-20 yıl içinde araştırmacılar karbonu "endüstriyel" jeolojik ortamlarda tutmaya (petrol alanlar, tuz yatakları ve kömür katmanları) veya okyanus diplerine enjekte etmeye çalıştıklarını belirtmektedirler.

Organik ve inorganik karbonun dinamiklerini ve önemini daha iyi bilinmesi ve global karbon döngüsünün tamamen anlaşılmasının yanında, atmosfer biyosfer ve pedosfer arasındaki depolama ve salınımının değerlendirilmesi için çok önemlidir (Lal et al., 2000a;b). Organik karbon depolarının miktarı az çok bilinmesine rağmen, pedojenik karbonatların miktarı hakkında bilgilerin sınırlı kaldığı belirtilmiştir (Wang and Anderson, 2000).

Kaynaklarda belirtildiği gibi, doğada beş ana karbon havuzu bulunmaktadır. Bunlar: 1) Okyanus, 2) Jeolojik, 3) Toprak, 4) Biyotik, ve 5) Atmosferik'tir. Okyanuslar havuzun en geniş olup bunu sırasıyla diğerleri izlemektedir. Okyanuslar yaklaşık olarak 39 000 Pg C (1 Pg = 10^{15} g), Jeolojik karbon 5 000 – 10 000 Pg arasında tahmin edilmektedir. Toprak ve biyotik (karasal ekosistemler) yaklaşık 2 500 Pg ve atmosfer de 800 Pg C içermektedir. Toprak organik karbonu ile birlikte inorganik karbon, pedojenik karbon da dâhil, küresel karbon döngüsünde önemli bir rol oynamaktadırlar (Raich and Schlesinger, 1992; Schlesinger and Andrews, 2000; Janzen, 2004).

Bu çalışmanın amacı, Diyarbakır ili yüzey topraklarının (0-20 cm) toprak organik ve inorganik karbon miktarları ve stoklarını belirlemek ve bunları karşılaştırmaktır.

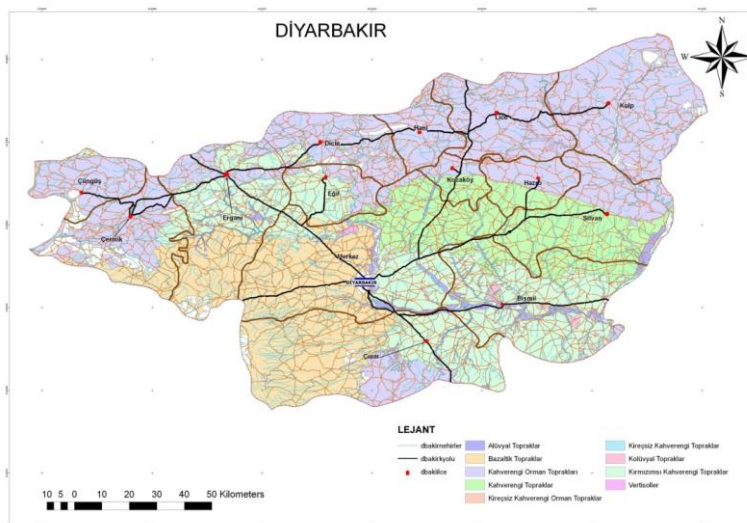
Materyal ve Metot

Materyal

Yüzölçümü 1 526 931,66 ha'lık (~1.53 Mha) alanla bölgenin ikinci büyük yüzölçümüne sahip olup, 9 büyük toprak grubu (BTG) bulunmaktadır (Şekil 1). Karasal iklimin hüküm sürdüğü bölgede yazlar kurak ve çok sıcak kışlar oldukça soğuk ve yağışlı geçmektedir. Yağışlar daha çok kış aylarında yağmur ve kar, ilkbaharda yağmur şeklindedir. Yıllık ortalama sıcaklık 15.9 °C olup, en yüksek sıcaklık temmuz ayında 41 °C, en düşük sıcaklık ocak ayında 1.8 °C'dir. Ortalama yıllık yağış merkezde 495 mm, dağlık bölgeler ise 1 000 - 1 200 mm arasında değişmektedir (KHGM, 1994).

Metot

Farklı altı bölgede (Diyarbakır merkez, Silvan, Hazro, Bismil, Diyarbakır – Siverek ve Diyarbakır - Mardin) 0-20 cm derinlikte toprak örnekleri alınmıştır. Bazaltik, Kahverengi, Kırmızı Kahverengi ve Alüviyal BTG'lerinden toplam 120 örnek alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde organik karbon miktarları, yaş yakma (Walkly and Black, 1934), inorganik karbon (Allison ve Moodie, 1965) ve hacim ağırlığı (Black, 1965) yöntemlerine göre yapılmıştır.



Şekil 1. Diyarbakır ili BTG

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Çalışma alanından alınan toprak örneklerinde yapılan analizlerde yüzey toprakların TOK miktarları 1.60-4.36, TİK miktarları ise 0.00-6.00 kg C m⁻² arasında değişmektedir (Çizelge 1). Diyarbakır bölgesi topraklarının toprak organik karbon (TOK) stokları 24.43-65.57 Tg, toprak inorganik karbon (TİK) stokları 0.00-91.62 Tg arasında değişmektedir. Toprak organik karbon miktarlarının geniş bir dağılım göstermesinin ana sebebi bölgenin üst kısmında kalan alanlarda yağış miktarı fazla alt kısımlarda ise düşüktür. Diyarbakır'ın yukarı kesimi dağlık, rakımı yüksek ve serin olup biyomas miktarı da yüksektir. Yağışın fazla ve serin olması mikroorganizma faaliyetlerinin yavaşlamasına neden olmaktadır. Böylece ayrışma ve parçalanma yavaş olmaktadır. Toprakta karbonun birikmesi için ayrışan biyomas parçalanandan daha az olması gerekir. Parçalanmış materyalinin yavaş olması nedeniyle toprağa giren karbon miktarı artmaktadır. Bu nedenle üst kısımlarda TOK miktarları ve stokları yüksektir.

Bölgenin alt kısımları yani ovalarda hem yağışın azlığı hem de topoğrafik yapının düz olması nedeni ile TOK miktarları ve stokları çalışma alanının üst kısımlarındakinden daha düşüktür. Bu bize iklimin, topoğrafyanın ve toprak işlemenin karbon miktarları ve stokları üzerinde olan etkisini göstermektedir. Bu fikir dünyada yapılan pek çok çalışma tarafından desteklenmektedir (Volkovinst, 1967; Anderson et al., 1984; Lichter et al., 2000; Entry et al., 2004; Lal, 2004b). Tarım toprakları genellikle doğal alanlardan daha az organik madde içermektedir. Bunun nedenlerinin toprağa karbon girişinin azalması, organik karbonun toprak işleme ile daha hızla parçalanması ve toprak erozyonu ile üst topraktan taşınması (Paustian et al., 2000; 2004; Bowman et al., 1999; Lal, 2004) ile diğer faktörlerin etkisiyle oluşan kayıplar olduğu belirtilmiştir. Uygun toprak yönetim pratikleriyle özellikle tarım yapılan alanlarda karbon içeriğinin artırılabilmesi araştırılmaları kanıtlanmıştır (West and Post., 2002). Paustian et al. (1998), tarım topraklarının karbon stoklama kapasitesi göz önüne alındığında artan atmosferik karbonun azaltılmasında önemli bir

araç olduğu ve böylece yıllık 0.4 – 0.9 Pg C depolanabileceği belirtmiştir.

Her yıl ülkemizde tarımsal alanlarda 500 milyon ton, toplamda ise yaklaşık 1.4 milyar ton toprak erozyon sonucu kaybolmaktadır (E.İ.E.İ., 2006). Bu kaybın ana nedenlerinden biride toprağın karbon içeriğinin düşük olması ve toprağa karbon girişinin çıkışının ise fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Toprak organik maddesinin, erozyonu azaltmada, su tutma kapasitesinin artırılmasında, su ve hava infiltrasyonunu artırmada ve toprak yapısının geliştirmesinde ve sürdürülmesinde büyük önemi bulunmaktadır (Baldock and Nelson, 2000; Franzluebbers, 2002; Wall and Heiskanen, 2003).

Çalışma alanı topraklarının TOK miktarları ve stoklarının beklenenin üzerinde çıkmıştır. Çünkü kurak ve yarı kurak iklim bölgesinde bulunan çalışma sahasının TOK miktarları ve stoklarının düşük olması tahmin edilmektedir. Ancak durum tam tersini göstermektedir. Bunun asıl nedeni bölge topraklarının killi (ağır bünyeli) olması TOK'u koruyarak onun ayrışma ve parçalanmaya karşı daha dirençli olmasını sağlamıştır. Bu nedenle karbon miktarları tahmin edilenden daha fazla olmaktadır (Sakin, 2013). Silikat kil mineral tiplerinin TOM dinamiklerini etkileyen büyük faktörlerden biri olduğu ifade edilmiştir (Paul, 1984). Bu killerin humusu koruduğu ve organik madde ile kompleksler oluşturduğu birçok çalışmada açıkça görülmektedir (Anderson and Paul, 1984). Toprakta karbonun birikim hızı sabit olmayıp, arazi şekilleri arasındaki dinamiklere, vejetasyon, iklim ve toprak içi su düzeyine bağlıdır. TOM'un birikimi toprak oluşunun başlangıcından beri süregelmektedir ve koşullara göre birikim hızları değişmektedir (Milne et al., 2007).

Pedosferde (TOK) ve (TİK) olmak üzere iki tip karbon havuzu bulunmaktadır. TİK havuzların çoğu yarı kurak bölge topraklarında bulunduğu ifade edilmektedir (Lal et al., 1998). Ancak dünya topraklarında TİK stokları kesin olarak bilinmemektedir. Dünya topraklarında TOK havuz tahmin edilmesine rağmen (Eswaran, 1995) TİK havuzu kesin olarak tahmin edilememektedir. TİK değeri kesin olmamakla beraber TOK havuzlarının 0.12 katı kadar olduğu düşünülmektedir (Grossman et al., 2005; Schlesinger, 1991).

TİK miktarları ise 0.00-6.00 kg C m⁻², TOK stokları ise 24.43-65.57 Tg arasında değişmektedir. Bölge ikliminin kurak ve yarı kurak olması nedeni ile inorganik karbon miktarları ve stokları yüksek olması beklenirdi. Ancak çalışma alanını oluşturan toprakların büyük bir kısmı kireçsiz ana materyal üzerinde oluşması sebebi ile düşük çıkmıştır. Ayrıca bölgenin üst kısımlarda yağışın fazla olması da TİK'in birikmesini engellemektedir. Buna rağmen çalışma sonuçları dünyada yapılan çalışmalarla benzer çıkmıştır. Batjes (2006) yılında yapmış olduğu çalışmaya göre vertisollerin 3.60 kg C m⁻² içerdiği belirtmiştir. TİK havuzları yıllık yağış miktarı 500 mm'den az olan kurak ve yarı kurak bölge topraklarının yoğun olduğu alanlarda görülmektedir. İkincil karbonatların profil içinde birikmesi yağışa ve pH'ya bağlıdır (Matlock, 1981).

Çizelge 1. Toprakların tanımlayıcı TOK ve TİK istatistikleri

İstatistikler	TOK	TİK
N (örneklem sayısı)	120	120
Ortalama	2,7276	2,8468
Std. hata	,17298	,46271
Std. sapma	,86490	2,31354
Minimum	1,60	,00
Maksimum	4,36	6,00

Diyarbakır ilinin doğu-batı ve kuzey kesimleri fazla miktarda yağış almasının yanında toprakların kireçsiz orman ve kireçsiz kahverengi ile orman topraklarından oluşmaktadır. Bu nedenle bu alanlarda genellikle inorganik karbon miktarları düşük olup, ancak 1 m derinliğin altında oluşmuş sekonder karbonatlar bulunmaktadır. Singh et al. (2007)'e göre Hindistan'ın Rajasthan bölgesinde Entisol, Aridisol, Inceptisol, Vertisol ve Alfisol ordolarına giren topraklarda yapılan çalışmalarda yağış miktarı artıkça inorganik karbon miktarlarının azaldığı, yağışın azalmasına bağlı olarak arttığı tespit etmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Bölge topraklarının karbon miktarları ve stokları benzer iklim ve toprak özelliklerine sahip bölgelerin ki ile benzer bulunmuştur,

En fazla organik madde biriktiren topraklar ormanlık alanlarda bulunmaktadır. Eğimin fazlalığına rağmen değerler yüksek çıkması çoğunlukla yağışın fazlalığından ve sıcaklığın da düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir,

Ayrıca çalışma alanında bulunan ovalarda toprak kalınlığının fazla olması TOK stoklarının bir ölçüde artmasına neden olmuştur. Toprak organik maddesini artırmak için, birçok ülkede kabul gören korumalı toprak sürümünün öne çıkarılması, toprak yüzeyindeki biyomasının artırılması ve bitkisel kalıntıların toprağa karıştırılması gibi toprak yönetim tekniklerinin kullanılması ve toprağı koruyan uygulamalara geçilmesinde fayda vardır.

Kaynaklar

- Allison, L.E., Moodie, C.E. 1965. Carbonate. In: C.A, Black et al (ed). Methods of Soils Analysis. Part 2. Agronomy 9 (1). Am. Soc. of Argon., Inc., Madison, pp. 1379 – 1400, Wisconsin U.S.A.
- Anderson, D.W., Paul, E.A. 1984. Organo - Mineral Complexes and Their Study by Radiocarbon Dating. Soil Sci. Soc. Am. J., 48; 298 - 301.
- Anderson, D.W., Paul, E.A. 1984. Organo - Mineral Complexes and Their Study by Radiocarbon Dating. Soil Sci. Soc. Am. J., 48; 298 - 301.
- Anderson, D.W. 1987. Pedogenesis in the Grassland and Adjacent Forest of the Great Plains. Advances in the Soil Sci., 7; 53 – 93.
- Bachu, A., Adams, J.J. 2003. Sequestration of CO₂ in Geological Media in Response to Climate Change. Capacity of Deep Saline Aquifers to Sequester CO₂ in Solution. Energy Conversion and Management, 44; 3171 – 3175.
- Baldock, J.A., Nelson, P.N. 2000. Soil Organic Matter. In: Sumner, M. E. (ed.), Handbook of Soil Science, CRC Press, pp. 25 – 84, Boca Raton, USA.
- Batjes, N.H. 2006. Soil Carbon Stocks of Jordan and Projected Changes upon Improved Management of Croplands. Geoderma, 132; 361 – 371.

- Black, C. A. 1965. *Methods of Soil Analysis, Part II*, American Soci. of Agroninc. Pub. No: 9 Madison WI, USA.
- Bowman, R.A., Vigil, M.F., Nielsen, D.C., Anderson, R.L. 1999. Soil Organic Matter Changes in Intensively Cropped Dryland Systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 63; 186 – 191.
- Calderia, K., Wickett, M.E. 2003. Antropogenic Carbon and Ocean pH. *Nature*, 425; 365 – 365.
- E.İ.E.İ., 2006. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü. Türkiye Akarsularında Süspanse Sediment Gözlemleri Yıllığı (1999-2005), Ankara.
- Entry, J.A., Sojka, R.E., Shewmaker, G.E. 2004. Irrigation Increases Inorganic Carbon in Agricultural soils. *Environ. Manage.*, 33; 309 – 317.
- Eshel, G., Singer, M.J. 2007. Total Soil Carbon and Water Quality: An Implication for Carbon Sequestration. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 71; 397 – 405.
- Eswaran, H., Bergh, V.D., Reich, P And Kimble, J. 1995. Global Soil Carbon Resources. In: Lal. R., Kimble. J., Levine, L and Stewart, B. A (ed), *Soil and Global Change*. CRC / Lewis Publisher, Boca Raton, FL, 354p.
- Falkowski, P.G., Scholes, R.J., Boyle, E. 2000. The Carbon Cycle: A Test of Our Knowledge of Earth System. *Science*, 290; 291 – 296.
- Franzluebbers, A.J. 2002. Water Infiltration and Soil Structure Related to Organic Matter and Its Stratification with Depth. *Soil Tillage Res.*, 66; 197 – 205.
- Fridmann, S. J. 2003. Storing Carbon in Earts. *Geotimes*, 48 (3); 18 – 20.
- Grossman, P.Y., Knight, R.W., Esterling, D.R., Karl, T.R., Hegrl, G.C., Razuvaev, V.N. 2005. Trends in Intense Precipitation in the Climate Record. *Journal of Climate*, 18; 1326 – 1330.
- Janzen, H.H. 2004. Carbon Cycling in Earth System – a Soil Science Perspective. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 104; 399 – 417.
- KHGM, 1994. Diyarbakır İli Arazi Varlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, İl Rapor No:21, Ankara
- Lal, R., Kimble, J.M. 2000a. Pedogenic Carbonate and the Global Carbon Cycle. In: Lal, R., Kimble, J. M., Eswaran, H and Stewart, B. A., (ed). *Global Climate Change and Pedogenic Carbonates*. CRC Pres, pp 1 – 14, USA.
- Lal, R. 2004. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security Special Section. *Science*, 34; 1549 – 1700.
- Lal, R., Kimble, J.M. 2000b. Inorganic Carbon and the Global Carbon Cycle: Research and Development Priorities. In: Lal, R., Kimble, J. M., Eswaran, H and Stewart, B. A., (ed). *Global Climate Change and Pedogenic Carbonates*. CRC Pres, pp 291 – 302. USA.
- Lal, R., Kimble, J.M., Follet, R. 1998. Pedospheric Processes and the Carbon Cycle. In: Lal, R., Kimble, J., Levine, E and Stewart, B. A. (ed), *Soil and Global Change*. CRC / Lewis Publisher, pp 1 – 8, Boca Raton, FL.
- Lichter, J., Lavine, M., Mace, K.A., Schlesinger, W.,H, 2000. Throughfall Chemistry in a Loblolly Pine Plantation under Elevated Atmospheric CO₂ Concentration. *Biogeochemistry*, 50; 73 – 93.
- Marland, G., Boden, T.A., Andres, R.J. 2007. Global, Regional and National CO₂ Emissions. http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/meth_reg.html, USA.
- Matlock, G.W. 1981. Realistic Planing for Arid Lands. Natural Resource Limitations to Agriculture Development. Harwood Academi Pres Publisher Chur. In: Lal, R., Kimble, J. M., Eswaran, H and Stewart, B. A. (ed). *Global Climate Change and Pedogenic Carbonates*. Adv. in Soil Science, CRC Lewis Publ., Chap. 1. pp 1 – 14, New York.
- Milne, E., Paustian, K., Easter, M., Sessay, M., Al – Adamat, R., Batjes, N. H., Bernoux,M., Bhattacharyya, T., Cerri, C.C., Eduardo, C., Cerri, P., Coleman, K., Falloon, P., Feller, C., Gicheru, P., Kamoni, P., Killian, K., Pal, D.K., Powlson, D.S., Williams, D.S., Rawajfih, R., 2007. An Increased Understanding of Soil Organic Carbon Stocks and Changes in Non - Temperate Areas: National and Global Implications. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 122; 125 – 136.

- Paustian, K., Elliott, E.T., Six, J., Hunt, H.W. 2000. Management Options for Reducing CO₂ Emissions From Agricultural Soils, *Biogeochemistry*; 48; 147 – 163.
- Paustian, K., Babcock, B., Kling, C., Hatfield, J.L., Lal, R., Mccarl, B., Mclaughlin, S., Post, W.M., Mosier, A.R., Rice, C., Robertson, G.P., Rosenberg, N.J., Rosenzweig, C., Schlesinger, W.H., Zilberman, D. 2004. Climate Change and Greenhouse Gas Mitigation: Challenges and Opportunities for Agriculture. Council for Agricultural Science and Technology. Task Force Report No. 141, 120p.
- Paustian, K., Cole, C.V., Sauerbeck, D., Sampson, N. 1998. CO₂ Mitigation by Agriculture: An Overview, *Clim. Change*, 40; 135 – 162.
- Paul, E.A. 1984. Dynamic of Organic Matter in Soils. *J. Plant Soil.*, 76; 275 – 285.
- Pearson, P.N., Palmer, M.R. 2000. Atmospheric Carbondioxide Concentration over the past 60 millions years. *Nature*, 406; 695 – 699.
- Raich, J.W., Schlesinger, W.H. 1992. The Global Carbondioxide in Soil Respiration and Its Relation on Ship to Vegetation and Climate. *Tellus*, 44 B; 81 – 99.
- Sakin, E. 2013. Carbon balance and stocks in soils of south-eastern region (SAR). *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.11 (3&4): 2186-2189.
- Schlesinger, W.H., Andrews, J.F. 2000. Soil Respiration and the Global Carbon Cycle. *Biogeochemistry*, 48; 7 - 20.
- Schlesinger, W. H., 1991. *Biogeochemistry: An Analysis of Global Change*. Academic Pres, San Diego, 580p.
- Singh, S.K., Singh, A.K., Sharma, B.K., Tarafdar, J.C. 2007. Carbon Stock and Organic Carbon Dynamics in Soils of Rajasthan, India. *Journal of Arid Environments*, 68; 408 – 421.
- Volkovinst, V.I. 1967. Soil Formasyon in the Stepe Basins of Southern Siberia. *Sov. Soil Sci.*, 4; 383 - 391.
- Wang, D., Anderson, D W. 2000. Pedogenic Carbonate in Chernozomic Soils and Landscape of Southeastern Saskatchewan. *Can. J. Soil Sci.*, 80; 251 – 261.
- Walkley, A., Black, L.A. 1934. An Examination of the Determining Method for Determining Organic Soil Matter and an Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. *Soil Sci.*, 37; 29 – 38.
- Wall, A., Heiskanen, J. 2003. Water - Retention Characteristics and Related Physical Properties of Soil on Afforested Agricultural Land in Finland. *Ecol. Manage.*, 186; 21 – 32.
- West, T.O., Post, W.M. 2002. Soil Organic Carbon Sequestration Rates by Tillage and Crop Rotation. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 66; 19 - 30.