

Remzi İLAY
Yasemin KAVDIR

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Toprak Bilimi ve
Bitki Besleme Bölümü, 17020, Çanakkale / Türkiye
sorumlu yazar: rilay@comu.edu.tr

Farklı Arazi Kullanım Türlerinin Topraktaki Suda Çözünabilir İyon Kapsamına Etkileri

Effects of Different Land Use Types on the Water Soluble Ion
Content in the Soil

Alınış (Received): 21.02.2017

Kabul tarihi (Accepted): 11.04.2017

Anahtar Sözcükler:

Gökçeada, toprak, anyon, katyon, corine,
arazi örtüsü

Key Words:

Gökçeada, soil, anion, cation, corine, land
cover

ÖZET

Gökçeada, bölgenin ve ülkemizin gerek turizm gerekse organik tarım potansiyeli bakımından en önemli yerlerinden biridir. Corine arazi örtüsü sınıflamasına göre adada farklı kapsama alanına sahip 17 arazi örtüsü sınıfı tanımlanmıştır. Bu çalışmada kapsama alanı en fazla olan 9 farklı arazi örtüsü sınıfına ait alandaki topraklardan toplamda 237 yüzey toprak örneği alınarak örneklerin suda çözünabilir baskın miktarda bulunan anyon ve katyon içerikleri iyon kromatografisi ile belirlenmiştir. Topraklardaki suda çözünabilir klor, amonyum ve kalsiyum içerikleri bakımından arazi örtüsü sınıfları arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın olduğu ($p<0,05$), diğer suda çözünabilir iyon kapsamalarında arazi örtüsü sınıfının istatistiksel olarak bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ($p>0,05$).

ABSTRACT

Gökçeada is one of the most important places of Aegean Region and Turkey in terms of tourism and organic farming potential. According to the Corine land cover classification (CLC), 17 land cover classes with different coverage areas are defined in the island. In this study, 237 surface soil samples were taken from 9 different land cover classes with the largest coverage area, and the water soluble major anion and cation contents of the soil samples were determined by ion chromatography. Impacts of land cover classes on water-soluble chlorine, ammonium and calcium contents in the soil were statistically significant ($p<0.05$). On the other hand, effect of land cover classes on other water soluble ions were not statistically significant ($p>0.05$).

GİRİŞ

Topraktaki iyonların durumu bitkilerin beslenme durumlarından, mikroorganizma faaliyetlerine kadar birçok özellik açısından önemlidir. Mineraller, organik madde, bitkiler topraktaki birincil iyon kaynaklarından olup, canlılar ve iklim ikincil kaynaklardandır. Topraktaki doğal iyon kapsamı, toprağın fiziksel özellikleri başta olmak üzere, topraktaki organik madde miktarı, bitki örtüsü, iklim faktörü gibi etkenlerin yanında canlıların doğrudan veya dolaylı etkileriyle değişebilmektedir.

Çözünabilir tuzların yapısındaki iyonlardan bitkilerin yararlanması oldukça kolaydır. Nitrat veya potasyum tuzları gibi birçok tuz bitkiye gerekli besin maddelerindedir. Bitki bünyesine alınan tuz bileşiklerinin toksik etki yaratması, tuzun çeşidi ve miktarına bağlı olarak değişmektedir. Bitkiler özellikle

çimlenme ve şaşırtma sonrasında tuza daha duyarlı olmaktadır. Toksik düzeydeki tuzun bitki tarafından alınması, beslenme ve metabolik faaliyetleri bozması nedeni ile bitkiye negatif etki yaratır. Bununla birlikte suda çözünabilir tuzların topraktaki konsantrasyonunun artması ile bitkinin topraktan su alımı güçleşir, bunun yanında toprak strüktürünün bozulmasıyla bitki gelişimi sınırlanabilmektedir.

Topraktaki tüm çözünabilir tuzların toplamının ölçülmesi ile bulunabilmekte olan tuzluluk, sıcak ve kuru iklim koşullarında daha fazla görülmektedir. Tuzluluğun kaynağı minerallerin ayrışması, inorganik gübreler, sulama suları ve toprak düzenleyicilerdir (jips, kompost, ahır gübresi vb.) (Kavdir ve ark., 2006). Saturasyon çamurunda elektriksel iletkenliğin tespiti, toplam tuz konsantrasyonunun belirlenmesi için iyi bir

yöntemdir. Toplam tuz miktarına ek olarak, tuzlardaki başlıca katyonlar da (Na^+ , Ca^{+2} , vb.) özellikle toprak strüktürü üzerine etki etmektedir. Katyonlardan özellikle sodyumun (Na^+) fazla bulunması, toprağın su iletimini azaltmaktadır. Ayrıca Na^+ , direkt olarak agregatların parçalanmasını, dolaylı olarak da düşük ürün verimi ve bunun sonucunda daha az bitkisel atığın toprağa karışması yoluyla agregat oluşumu ve dayanıklılığını etkileyen dispers edici bir iyonudur. Topraktaki değişebilir Na^+ yüzdesi (ESP) %5'i geçtiğinde Na^+ 'nın agregatlaşmayı engelleyici etkisi başlar. Katyonların agregatlaşma gücü $\text{Al}^{+3} > \text{Ca}^{+2} > \text{Na}^+$ sırasına göre azalmaktadır. Fazla Ca^{+2} içeren topraklarda agregatlaşma yüksektir (Altınbaş ve ark., 2004).

Toprak çözeltisindeki ve değişim yerlerindeki değişebilir Na^+ , kil taneciklerini ayrıştıran itici yüklere katkıda bulunur. Sodyuma bağlı olarak artan dispersiyon, agregatları parçalar ve toprak organik maddesini ayrışmaya daha uygun hale getirir (Bronick ve Lal, 2005). Çok değerlikli katyonlar (Ca^{+2} , Al^{+3} ve Fe^{+3}) içeren agregatlar su içinde dağılmaya karşı daha dayanıklıdır (Tisdall, 1996). Katyonlar, (özellikle Ca^{+2} ve Na^+), elektrolitler ve pH kil dispersiyonunu etkileyebilir (Chorom ve ark., 1994; Haynes ve Naidu, 1998). Yüksek konsantrasyonlarda NH_4^+ gübresi kilin ayrışmasına sebep olur fakat bu etki geçicidir ve amonyum, nitrate dönüştüğü zaman azalmaktadır (Haynes ve Naidu, 1998). Toprağa jips eklenmesi elektrolit konsantrasyonunda ve bileşiminde değişikliğe yol açarak kilin dispersiyonunu azaltır (Haynes ve Naidu, 1998; Sumner, 1993; Baldock ve ark., 1994).

İki değerlikli Ca^{+2} ve Mg^{+2} katyonları, kil tanecikleri ve toprak organik karbonu (TOK) arasında katyon köprüsü yolu ile toprak strüktürünü iyileştirir (Bronick ve Lal, 2005). Kurak ve yarı kurak koşullarda primer toprak taneciklerini bağlamak ve sekonder karbonat tabakalarını oluşturmak için Ca^{+2} ve Mg^{+2} karbonatları çökelir. Genellikle toprak strüktürünü geliştirmede Ca^{+2} , Mg^{+2} dan daha etkilidir (Zhang ve Norton, 2002). İki değerlikli katyonlar arasında Ca^{+2} , kil ve agregatlardaki Na^+ ve Mg^{+2} ile yer değiştirerek agregatların bozulmasını ve kil dispersiyonunu engeller, böylece agregat stabilitesine katkıda bulunur (Armstrong ve Tanton, 1992). Ca^{+2} a kıyasla Mg^{+2} , kil dağılımını arttırmak suretiyle toprak agregat stabilitesi üzerinde daha zararlı bir etkiye sahip olup, Ca^{+2} ile kıyaslanan Mg^{+2} 'nin olumsuz etkisinin kapsamının kilin tipi ve topraktaki elektrolit konsantrasyonuna bağlı olabileceği belirtilmiştir (Zhang ve Norton, 2002). Mg^{+2} , killerin genişleyerek şişmesine neden olur ve bu durum agregatların dağılması ile sonuçlanır. Kireç, jips ve dolomit gibi Ca^{+2} ve Mg^{+2} içeren toprak düzenleyicilerinin kullanımı toprak agregatlaşmasında büyük

etkilere sahiptir. Kireçli topraklarda artan Ca^{+2} köprüleri içeren güçlü bağ oluşumu ile agregat stabilitesi sağlanır (Chan ve Heenan, 1999). Çok değerlikli Al^{+3} ve Fe^{+3} katyonları, katyonik köprüleme ve organometalik bileşenleriyle jellerin oluşumu yoluyla toprak strüktürünü iyileştirir (Amezketta, 1999). Al^{+3} ve Fe^{+3} 'in ikisi de Oxisoller gibi, düşük kil ve TOK içeriğe sahip asidik topraklarda agregatlaşmayı kontrol eder (Oades ve Waters, 1991; Barral ve ark., 1998).

Potasyum, bitki beslemede besin elementi olarak N ve P'den sonra gelen üçüncü makro besin elementidir. Yağışlı ve orta yağışlı bölgelerde bulunan toprakların çoğunda yeterli düzeyde doğal K bulunmamaktadır. K^+ iyonu değerliğine rağmen özellikle 2:1 tipi kil içeren topraklarda önemli miktarlarda tutulmaktadır (Bayraklı, 1998).

Literatür bulgularına göre baskın miktarda bulunan anyonların başında fosfat (H_2PO_4^-), nitrat (NO_3^-), sülfat (SO_4^{+2}), klorür (Cl^-) ve bikarbonat (HCO_3^-) gelmektedir. Söz konusu anyonların toprak çözeltisindeki konsantrasyonları değişken olup, genellikle yağışlı bölge topraklarında anyon konsantrasyonu toplamı çok düşük düzeydedir (<0,01 M). En kuvvetliden itibaren adsorbe edilme sırası $\text{H}_2\text{PO}_4^- > \text{SO}_4^{+2} > \text{NO}_3^- = \text{Cl}^-$ şeklinde olup, tuzsuz toprakların çözeltisindeki anyon konsantrasyonu genel olarak katyon konsantrasyonundan daha azdır. Normal topraklarda anyonların bulunurluk sırasına göre dağılımları $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{+2} > \text{HCO}_3^- > \text{NO}_3^-$ iken sodik topraklarda HCO_3^- ve $\text{CO}_3^{+2} > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{+2} > \text{NO}_3^-$ şeklindedir ve bu sıralamanın çoğu zaman toprak ve bitki üzerine önemli etkisi olmamakla birlikte N ve S noksanlığı söz konusu olabilir (Bayraklı, 1998).

Toprak çözeltisinin SO_4^{+2} konsantrasyonu bitkiye yarayışlı sülfür miktarını gösteren önemli bir ölçüdür. Kurak bölge topraklarında sülfat konsantrasyonu genelde bitkinin sülfür ihtiyacını karşılayabilecek düzeydeyken, yağışlı iklim topraklarında yıkanma sonucunda kükürt noksanlığı görülebilir (Bayraklı, 1998). Ayrıca, kükürt immobilizasyonu topraktaki mikrobiyal aktiviteden kaynaklanır (Wu ve ark., 1995). Toprakta karbonlu bileşiklerin fazlaca bulunması topraktaki mikrobiyal biyokütlenin artışı sağladığından dolayı, S immobilizasyonun oluşmasında temel nedendir. Farklı arazi kullanımları ve gübreleme uygulamaları gibi, toprak karbon miktarını değiştiren faktörler, topraktaki kükürtün bulunuş formunu da etkileyebilir (Chapman, 1997). Bitki örtüsünün daha fazla bulunduğu kullanım sınıflarında toprakta daha fazla karbon bulunduğu için (İlay, 2016), kükürtün sülfat formuna dönüşmesi engellenmiş olabilir.

Flor (F) birçok mineralin yapısında önemli oranlarda bulunmaktadır. Gübreler, alüminyum, tuğla, çelik veya cam üreten fabrikalar fosfat içeren kayalar ve

gübreleri birçok topraktaki florun ana kaynağıdır (Cronin ve ark., 2000). Florun topraktan bitkiler tarafından alınması pasiftir. Topraktaki yüksek F içeriği içme sularına karışmasıyla insanlarda sağlık sorunlarına yol açabileceği gibi, bitkilerin alımıyla veya hayvanların otlatılmasına bağlı olarak toksik etkiler gösterebilmektedir. Anyonların mobiliteleri çok yüksektir. NO_3^- çok kolay şekilde topraktan yıkanır (Haktanır ve Arcak, 1998; Gerakis ve ark., 2006). Oksijenli şartlarda azot kolayca nitrata dönüşebildiği için yüzey topraklarında kuru şartlarda (yıkanma az ise), alt katmanlardan daha fazla nitrat bulunmaktadır.

Fosfatlar nitrata göre daha düşük mobiliteye sahiptir (Hinsinger, 2001). Toprakta fosfatın mobilitesi, organik P'nin stabil bileşikler tarafından absorbe edilmesi ve aşırı derecede degrade olmuş tropik topraklarda demir ve alüminyum oksitler tarafından tutulması nedeni ile düşüktür (Batjes ve Sombroek, 1997). Fosfat iyonlarının adsorbsiyon yüzeyleri tarafından sıkı bir şekilde tutulması ve toprak pH'sına bağlı olarak topraktaki Ca^{+2} , Fe^{+3} - Al^{+3} gibi elementlerle çözünürlüğü az bileşikler oluşturması sebebiyle topraklar mükemmel bir filtre görevi yapmaktadır. Topraklardaki fosfatın ana kısmı düşük çözünürlükteki bileşikler olarak katı içinde bulunur (Haktanır ve Arcak, 1998).

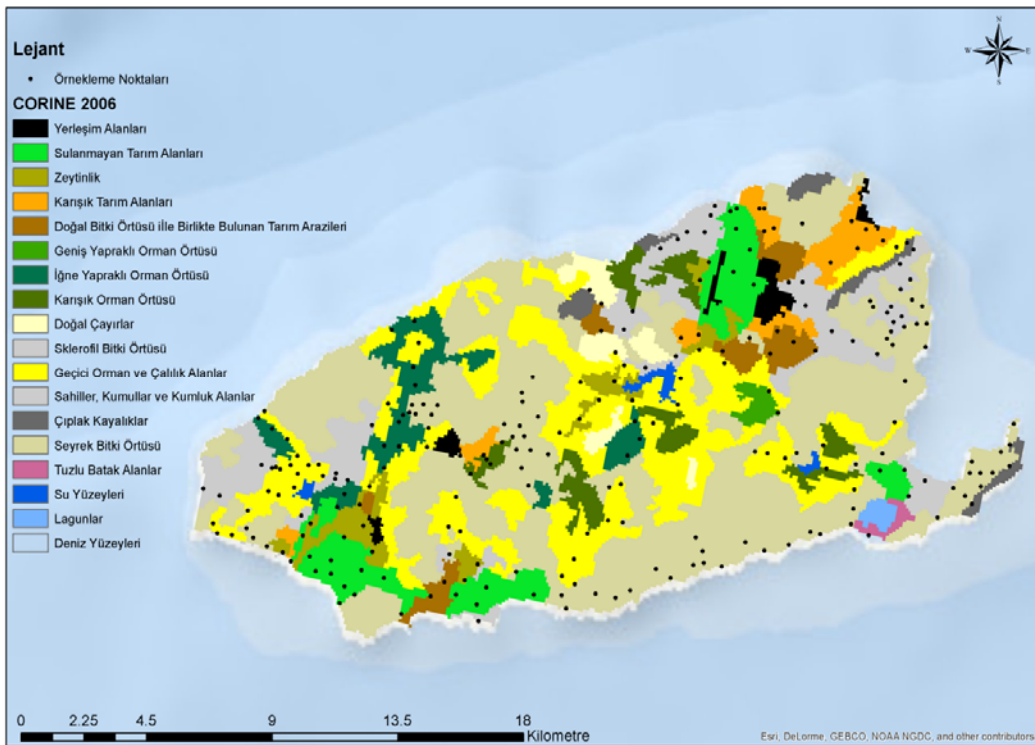
Klor iyonu (Cl^-) toprakta fazla dozlarda ise bitkilere toksik etki yapabilmektedir. Toksikite için kritik

konsantrasyonların, Cl^- 'ye duyarlı türler için 4-7 mg g^{-1} ve Cl^- 'ye dayanıklı türler için 15-50 mg g^{-1} olduğu tahmin edilmektedir (White ve Broadley, 2001). Topraktaki çözünbilir Cl^- özellikle Na^+ ile birlikte toprak çözeltisinin ozmotik potansiyelini arttırarak bitkilerin su alımlarını güçleştirir. Toprakta çok kolaylıkla yıkanabilen klorür toprak ana maddesinden çok, deniz, hava kirliliği, toz, sulama, gübreleme, yağış veya sızma suları nedeniyle toprakta biriktiği belirtilmiştir (White ve Broadley, 2001).

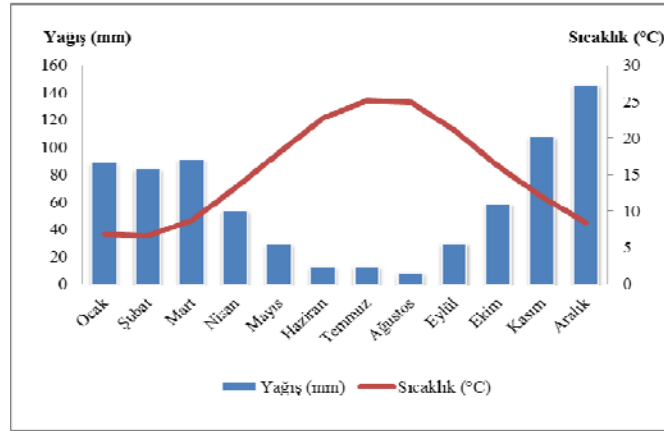
Bu çalışmada organik ada olarak da kabul gören Gökçeada topraklarındaki iyon kapsamının, Corine (EEA, 2010) 'ye göre sınıflandırılmış arazi örtüsüne göre durumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma Gökçeada'da yürütülmüş olup, adanın tamamını kapsamaktadır. Meteoroloji genel müdürlüğünden elde edilen verilere göre yıllık toplam yağış ortalama 722 mm ve yıllık sıcaklık ortalama 15 °C'dir (Şekil 2). Bu çalışma kapsamında Corine'ye (EEA, 2010) göre sınıflandırılmış farklı arazi örtülerine ait alanlardan toplam 237 adet bozulmuş yüzey toprağı (0-20 cm) alınmıştır. Alınan örneklerin dağılımı çizelge 2'de, örnekleme noktalarına ait görsel şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Çalışma alanı ve örnekleme noktaları
Figure 1. Study area and sampling points



Şekil 2.Gökçeada'ya ait meteorolojik veriler (31 yıllık ortalama) (TMGM, 2014)
Figure 2. Meteorological data in Gökçeada (31 years average)

Nem içeriği bilinen ve 2 mm'lik elekten elenmiş topraklardan 100–150 g kuru ağırlığı hesap edilerek plastik kaplara tartılarak saturasyon çamuru hazırlanmış, buharlaşması önlenerek bekletilen örnekler daha sonra vakum pompası yardımıyla ekstrakte edilmiştir (US Salinity Laboratory Staf, 1954).

İyonlarının belirlenmesinde Dionex 1100 marka iyon kromatografisi cihazı kullanılmıştır. Cihaz kalibrasyonu için Dionex marka 7 anyon ve 6 katyon içeren standart kullanılmıştır. Anyon ve katyon analizindeki cihaza ait çalışma koşulları çizelge 1'de verilmiştir. İyonlara ait analiz sonuçlarına yapılacak istatistiksel analizlerin ön koşulların sağlanması için veri dönüşümü uygulanmıştır. Daha sonrasında SPSS 17.0 istatistik paket programında varyans analizine tabi tutulmuş, istatistiki olarak önemli bulunan ($p < 0,05$) ortalama değerler çoklu karşılaştırma testiyle karşılaştırılmıştır.

Çizelge 1. İyonların belirlenmesinde iyon kromatografisinin çalışma şartları

Table 1. Operating conditions of ion chromatography

Parametre	Anyon	Katyon
Kolon tipi	IonPac AS9-HC Analitik (4x250)	IonPac CS12A Analitik (4x250)
Supresör tipi	ASRS 300, 4mm	CSRS ULTRA II, 4mm
Supresör akım	45 mA	59 mA
Eluent	9 mM Sodyum Karbonat (Na ₂ CO ₃)	20mN Methanesulfonik Asit
Akış hızı	1 ml/ dk	1 ml/ dk
İnjeksiyon hacmi	50 µl	50 µl
İletkenlik	25-30 µS	<2 µS

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Corine (EEA, 2010) arazi örtüsü sınıflandırmasına göre Gökçeada'nın alansal olarak yaklaşık %40'ı "Seyrek Bitki Örtüsü (SV)" sınıfı olarak ilk sırada yer almaktadır. Daha sonra bu sınıfı sırasıyla yaklaşık %20 kaplama oranıyla "Orman-Çalılık Geçiş Alanları (OCG)", %10 kaplama oranıyla "Sklerofil Bitki Örtüsü (SB)" ve %7 kaplama oranıyla "Sulanmayan Tarım Alanı (STA)"

sınıfları izlemektedir (İlay, 2016). Çizelge 2'de görüldüğü üzere bu çalışmada farklı arazi örtüsüne sahip alanlardan toplamda 237 toprak örneği alınmıştır. Farklı arazi örtülerinden alınan örnek sayılarının adanın genelindeki arazi örtüsü sınıflarının oranlarıyla paralellik gösterdiği görülmektedir. Bu bağlamda en fazla örnek SV örtü sınıfına ait alanlardan daha sonra ise OCG ile SB örtüsüne sahip topraklardan alınmıştır.

Çizelge 2. Arazi örtüsüne göre toprak örneklerin dağılımı

Table 2. Soil sample distribution according to land cover

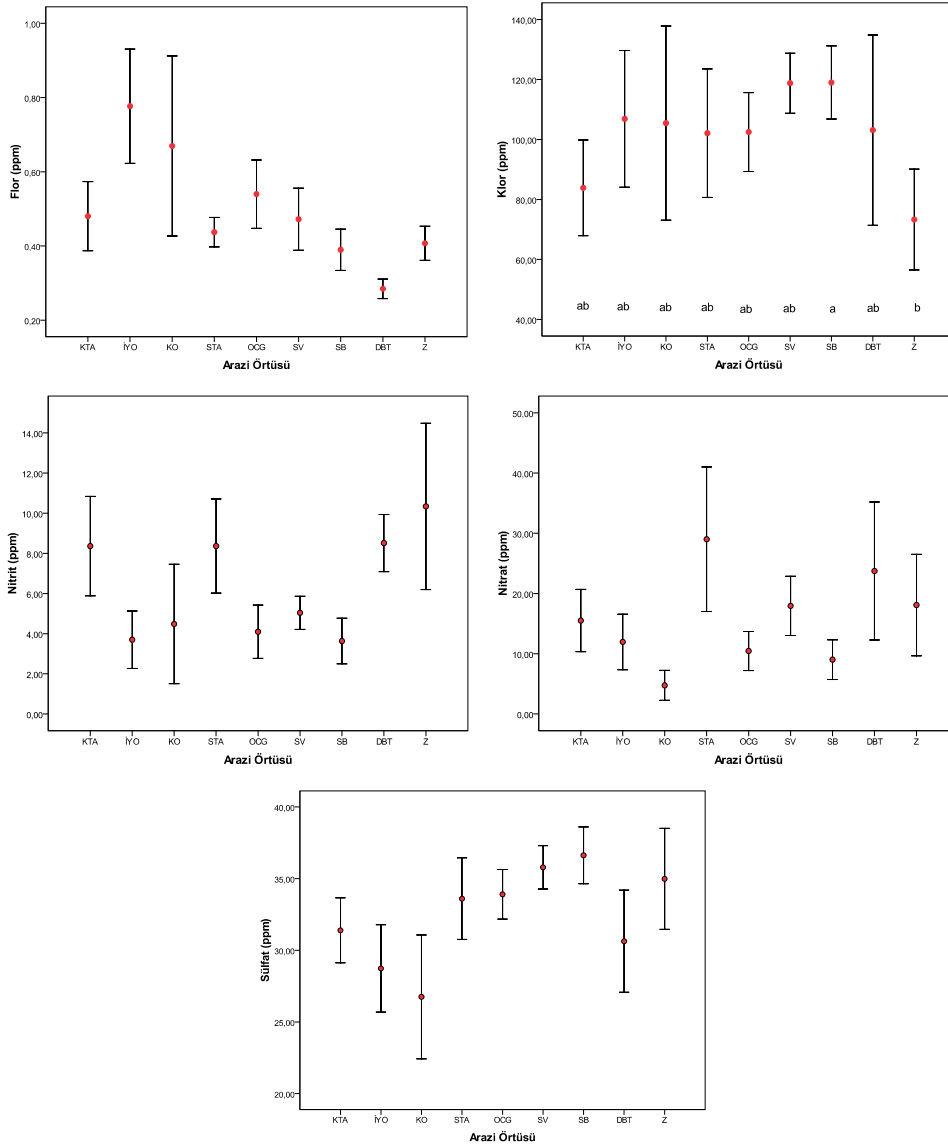
Arazi Örtüsü	Örnek Sayısı	Yüzde (%)
Karışık Tarım Alanları (KTA)	14	5,9
İğne Yapraklı Orman (İYO)	13	5,5
Karışık orman Örtüsü (KO)	6	2,5
Sulanmayan Tarım Alanları (STA)	24	10,1
Orman-Çalılık Geçici Alanları (OCG)	41	17,3
Seyrek Bitki Örtüsü (SV)	76	32,1
Sklerofil Bitki Örtüsü (SB)	37	15,6
Doğal Bitki Örtüsü ile Birlikte Bulunan Tarım A. (DBT)	10	4,2
Zeytinlik (Z)	16	6,8
Toplam	237	100,0

Çizelge 3'te arazi örtüsü farklılığı gözetmeksizin alınan toprak örneklerinin suda çözünebilir iyon kapsamlarına ait temel veriler sunulmuştur. Gökçeada toprakları ortalama anyon kapsamları bakımından değerlendirildiğinde en fazla klorür, daha sonra sülfat, nitrat, ve nitrit anyonlarının bulunduğu görülmektedir. Topraklarda en az tespit edilen anyonlar ise bromür ve florürdür. Yine çizelge 3'te toprakların ortalama katyon kapsamlarına ait veriler sunulmuştur. Topraklardaki katyon kapsamlarının sırasıyla sodyum, kalsiyum, magnezyum, potasyum ve amonyum şeklinde olduğu görülmektedir. Corine'ye (EEA, 2010) göre 9 Farklı arazi örtüsünden toprak örneği alınmıştır. Arazi örtüsüne göre belirlenen 5 anyona ait ortalama değerler şekil 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Ada topraklarının genel iyon durumu
Table 3. Ion content status of island soils

ANYONLAR					
	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Hata
Flor (ppm)	158	0,16	2,80	0,48	0,03
Klor (ppm)	232	19,93	406,80	107,54	5,45
Nitrit (ppm)	128	0,46	39,43	6,01	0,65
Bromür (ppm)	75	0,49	1,52	0,89	0,02
Nitrat (ppm)	229	0,49	260,96	15,81	2,29
Sülfat (ppm)	230	9,57	69,51	34,19	0,80

KATYONLAR					
	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Hata
Sodyum (ppm)	231	24,71	189,88	76,47	2,45
Amonyum (ppm)	219	0,51	11,73	4,52	0,16
Potasyum (ppm)	230	2,65	38,86	11,18	0,47
Magnezyum (ppm)	228	1,47	35,64	12,77	0,46
Kalsiyum (ppm)	232	3,79	130,95	48,39	1,88



Şekil 3. Arazi örtüsüne göre toprakların anyon içerikleri
Figure 3. Anion contents of soils according to land cover

Topraklar flor kapsamı bakımından değerlendirildiğinde; en yüksek flor kapsamının İğne "Yapraklı Orman (İYO)" örtüsüne sahip topraklarda bulunduğu, daha sonra sırasıyla "Karışık Orman Örtüsü (KO)", "Orman-Çalılık Geçici Alanları (OCG)" ve "Karışık Tarım Alanları (KTA)"nda olduğu görülmektedir. En düşük flor değeri ortalaması ise 0,28 ppm olup "Doğal Bitki Örtüsü ile Birlikte Bulunan Tarım Alanları (DBT)" arazi örtüsüne sahip alanlarda tespit edilmiştir. Ada topraklarının flor kapsamı ortalaması 0,48 ppm'dir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde flor ve arazi örtüsü sınıfı arasında anlamlı bir farkın bulunmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$).

SV ve SB arazi örtüsüne sahip toprakların klor kapsamı diğer örtü sınıflarına göre yaklaşık 118 ppm olarak en yüksek seviyelerde bulunmuştur. En düşük klor kapsamı ise 73,33 ppm ile zeytinlik (Z), 83,86 ppm ile DBT arazi örtüsüne sahip topraklarda bulunmuştur. Arazi örtüsünün topraklardaki klor kapsamı ile ilişkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Anyonların mobiliteyi çok yüksektir. Cl^- de suda çözünerek ve gaz halinde ortamdaki uzaklaşabilen bir iyon olduğundan, otsu veya çalı formunun hakim olarak toprak yüzeyinin daha fazla örtülü olduğu SB örtü sınıfında Cl^- içeriği daha fazla bulunmuştur. Marchesini ve ark. (2016) toprakların klor içeriklerini, 90 yıl önce ormandan açılarak tarıma başlanan ekili alanlarda 0,36 kg m⁻² bulurken, yalnızca 6 yıllık tarıma sahip olan arazilerde 0,23 kg m⁻² olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, derin drenajın profildeki tuzların % 95'ini yıkadığını doğrulamaktadır. Bununla beraber kurak iklime sahip ormanlarda ve daha yeni tarım alanlarında (<6 yıl) yüksek elektriksel iletkenlik görülmektedir. Ancak 20 yılı aşkın süre önce tarıma açılan topraklarda klor miktarı az bulunmuştur (Jayawickreme ve ark., 2011). Avustralya'da toprakta klor birikimi Arjantin'den daha yüksektir. Bu sonuç Avustralya'daki ekili arazilerin okyanuslarına yakınlığı ile açıklanmaktadır. Bununla beraber Gökçeada topraklarında klor miktarı, bu çalışmalarda bulunan Avustralya ve Arjantin topraklarındaki miktardan yaklaşık 100 kat azdır.

Ada topraklarının nitrit kapsamı ortalaması 6,01 ppm'dir (Çizelge 2). Nitrit kapsamı bakımından ilk sırada 10,34 ppm nitrit kapsamıyla Z örtüsüne sahip alanlar, 8,51 ppm ortalamayla ise DBT ikinci sırada bulunmaktadır. En düşük nitrit içeriğine sahip topraklar ise SB sınıfındadır. Topraklardaki nitrit içeriklerinin, istatistiksel olarak arazi örtüsü farklılığından etkilenmediği tespit edilmiştir ($p > 0,05$).

Genel olarak ada topraklarında ortalama 15,81 ppm nitrat tespit edilmiştir. Arazi örtüsü bakımından

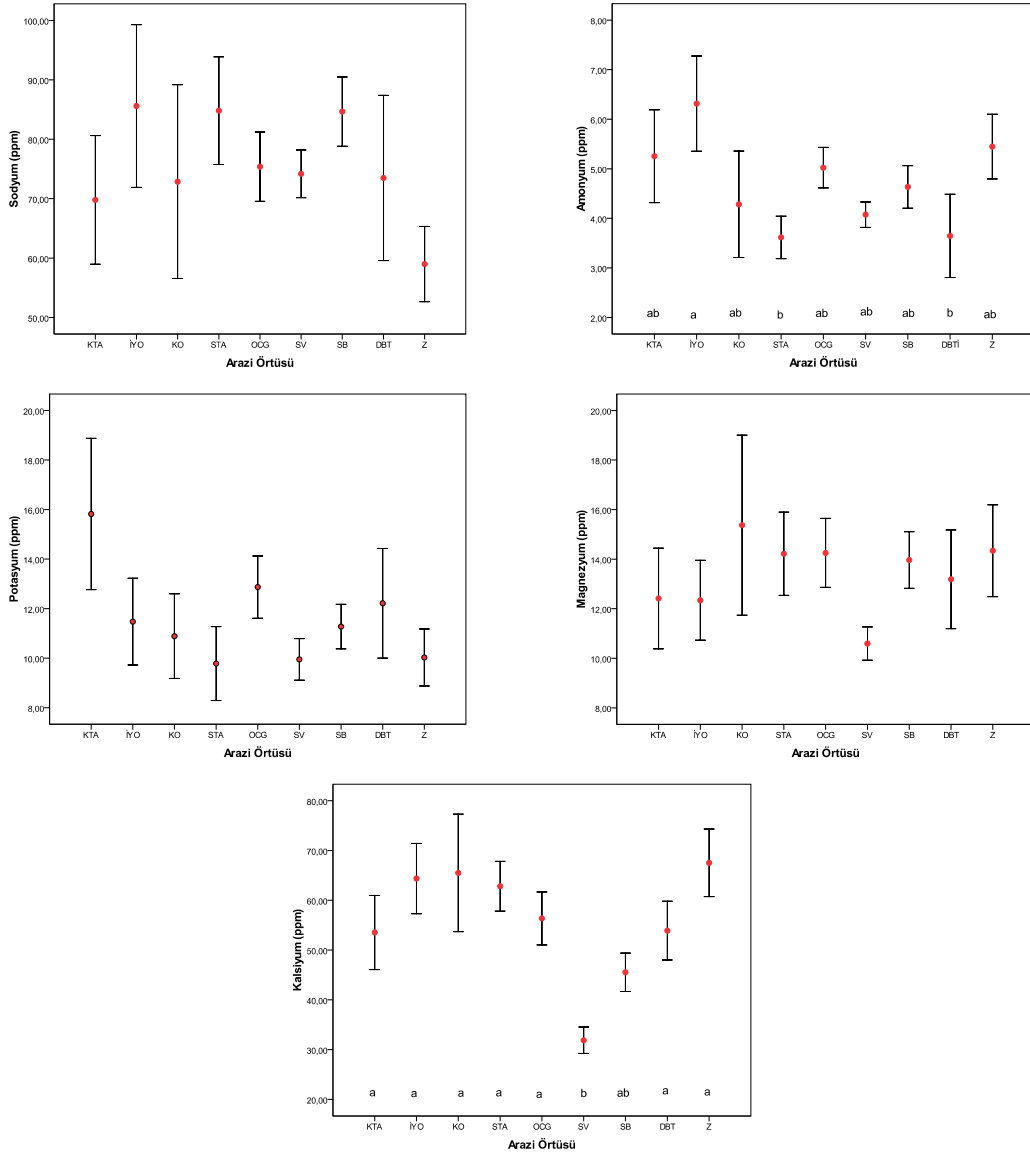
değerlendirildiğinde en yüksek nitrat düzeyinin 29,01 ppm ile STA ve 23,73 ppm ile DBT arazi örtüsüne sahip topraklarda bulunduğu görülmektedir. KO arazi örtüsü sınıfındaki topraklarda ise 4,75 ppm ortalama ile en düşük nitrat içeriği tespit edilmiştir. Arazi örtüsünün nitrat içeriğine etkisi bakımından istatistiksel bir önemlilik tespit edilememiş olsa da ($p > 0,05$), STA ve DBT arazi örtüsüne sahip alanlardaki yüksek nitrat içeriğine tarımsal faaliyetlerin etkisinin olduğu sonucuna varılabilmektedir.

Alınan toprak örneklerinde ortalama sülfat içeriği 34,19 ppm olarak bulunmuştur. Sülfat ortalaması en yüksek değer 36,62 ile SB arazi örtüsü, en düşük ise 2,74 ppm ortalamayla KO arazi örtüsüne sahip topraklarda tespit edilmiştir. Bununla birlikte arazi örtüsünün farklı olmasının topraklardaki sülfat kapsamına istatistiksel olarak etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$).

Corine sınıflama sistemine göre 9 farklı arazi örtüsünden toprak örneği alınmıştır. Arazi örtüsüne göre belirlenen 5 katyona ait ortalama değerler şekil 4'te verilmiştir.

Adanın genelinde topraklarda ortalama 76,47 ppm sodyum tespit edilmiştir. Arazi örtüsüne göre topraktaki sodyum ortalamaları 58,99-85,59 ppm arasında değişmektedir. En yüksek değer İYO, en düşük değer ise Z sınıfı arazi örtüsüne sahip topraklarda tespit edilmiştir. Bununla birlikte toprakların sodyum içerikleri ve arazi örtüsü sınıfı arasında istatistiksel bir önemlilik bulunamamıştır ($p > 0,05$).

Genel olarak amonyum kapsamına bakıldığında topraklarda ortalama değerin 4,52 ppm olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Amonyum kapsamı arazi örtüsü sınıfına göre ortalama 3,61-6,31 ppm arasında değişmektedir. En yüksek amonyum içeriği İYO, en düşük ise STA arazi örtüsüne sahip topraklarda bulunmuştur. Arazi örtüsünün farklılaşmasıyla amonyum değerlerinin istatistiksel olarak önemli düzeyde değiştiği görülmektedir ($p < 0,05$). Organik maddenin parçalanması sonrasında açığa çıkan temel elementlerden biri azottur. Ormanlarda tarım alanlarına oranla daha fazla miktarda organik madde bulunmaktadır. Nitekim Gökçeada'da yapılan çalışmada da durumun aynı şekilde olduğu ortaya konmuştur (İlay, 2016). Yapılan bu çalışmada da organik maddenin dolayısıyla N'nin fazla olduğu İYO arazi örtüsünde N döngülerinin fazla olma ihtimalinden amonyumun daha fazla olması doğaldır. Bununla birlikte organik maddenin daha az bulunması ve tarımsal faaliyetler sonucu STA arazi örtüsünde amonyumun az bulunması da doğal kabul edilebilir.



Şekil 4. Arazi örtüsüne göre toprakların katyon içerikleri
Figure 4. Cation contents of soils according to land cover

Arazi farkı gözetmeksizin ada topraklarında 11,18 ppm potasyum tespit edilmiştir. Arazi örtüsüne göre ise ortalamaların 9,78-15,81 ppm arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 2). İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde arazi örtüsüne göre toprakların potasyum içerikleri arasında önemli bir fark bulunamamıştır ($p > 0,05$). Yine magnezyum ada genelinde ortalama 12,77 ppm düzeyinde bulunmakta olup, arazi örtüsüne göre değerler farklılaşabilmektedir. Ancak bu değerler arasındaki farklılıkların arazi örtüsünün farklı olmasından ileri gelmediği tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Bununla birlikte genel suda çözünebilir kalsiyum ortalaması 48,39 ppm olarak tespit edilmiştir. Arazi örtüsü farklılığına göre ise topraklardaki kalsiyum

ortalamarı 31,88- 67,52 ppm arasında değişmektedir. Tespit edilen katyonlar içinde amonyum ortalamaları gibi kalsiyumun da ortalamaları arasındaki farklılıkların arazi örtüsüne göre istatistiksel önemde değiştiği tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Topraklardaki iyonların arazi örtüsüne göre istatistiksel olarak farklılık göstermelerine sebep olan bir çok faktör ele alınabilir. Doğal haldeki toprakların iyon varlığındaki en önemli faktörün toprak anamateryali, toprak tekstürü ve organik madde içeriği olduğu söylenebilir. Ancak topoğrafik durum, iklimsel faktörler ve bitki örtüsü çeşidinin biri veya birkaçının etkisiyle topraktaki iyon içeriği önemli oranlarda değişebilmektedir. Arazi örtülerindeki hakim bitki

türleri iklim, topoğrafik durum ve toprak özelliklerine göre çeşitlilik gösterebilmektedir. Ancak doğal haldeki arazi örtüsünün farklı şekillerdeki tahribatı veya farklı amaçlar için kullanılmaya başlanması doğal bitki örtüsüne etki edecek dolayısıyla toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik birçok özelliğinin farklılaşmasına neden olacaktır.

Gökçeada'da toprakların pH ortalamasının 7,18 olduğu tespit edilmiştir, bununla birlikte arazi örtüsü durumuna göre en düşük pH ortalamasının 6,66 ile SV arazi örtüsüne sahip topraklarda bulunmuştur (İlay, 2016) (Çizelge 4). Yine aynı çalışmada en yüksek kum oranı ortalamasının (%52,58) bu arazi örtüsü sınıfında bulunması, arazi örtüsü kaplanma oranının düşük olmasıyla birlikte bazik elementlerin daha çok yıkanma ihtimalini kuvvetlendirmiştir.

Çizelge 4. Arazi örtüsüne göre topraklara ait bazı özellikler (İlay,2016)

Table 4. Some properties of soils according to land cover

Arazi Örtüsü	pH			(% Kil)			(% Silt)			(% Kum)		
	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.
Karışık Tarım Alanları (KTA)	6,18	8,33	7,46	9,20	36,24	23,33	17,31	53,48	30,80	27,51	62,73	45,87
İğne Yapraklı Orman (İYO)	6,59	8,19	7,61	7,21	52,69	22,97	17,16	64,46	39,70	20,56	54,09	37,33
Karışık Orman Örtüsü (KO)	5,74	7,90	7,32	13,37	48,31	33,35	24,46	51,77	38,16	18,54	34,86	28,49
Sulanmayan Tarım Alanları (STA)	6,47	8,28	7,78	3,23	36,95	22,84	12,18	75,72	36,67	11,44	61,87	40,49
Orman-Çalılık Geçici Alanları (OCG)	5,40	8,29	7,24	4,48	41,91	21,45	10,66	60,46	29,26	23,51	65,45	49,29
Seyrek Bitki Örtüsü (SV)	5,34	8,33	6,66	4,49	64,00	24,53	1,28	56,83	22,90	13,45	84,24	52,58
Sklerofil Bitki Örtüsü (SB)	6,55	7,97	7,09	7,22	41,62	23,62	3,01	61,96	25,64	28,55	89,77	50,74
Doğal Bitki Ö. Tarım A. (DBT)	6,77	8,24	7,63	11,25	35,90	21,90	16,42	47,57	30,62	32,76	57,35	47,48
Zeytinlik (Z)	6,89	8,19	7,63	7,27	43,97	18,92	12,75	71,51	43,17	16,68	66,73	37,92

SONUÇ

Bu çalışmada bitkiler ile ilişkili olan topraklardaki iyon kapsamalarının arazi örtüsü sınıfına göre durumları belirlenmiştir. Gökçeada'da yürütülen söz konusu çalışmada arazi örtüsüne göre toprakların iyon kapsamalarında farklılıklar tespit edilse de, bunlardan sadece klor, amonyum ve kalsiyum iyonlarının istatistiksel olarak önemli farka sahip olduğu bulunmuştur. Bunun yanında, istatistiksel fark bulunmamasına

Ca⁺² ve Mg⁺² gibi iki ve daha fazla yük sayısı olan kationların tercihi olarak organik madde tarafından adsorbe edildiği bununla beraber kaolin gibi killerin ise +1 değerlikli kationları daha iyi adsorbe ettiği bilinmektedir (Phillips ve ark, 1988). KO bitki örtüsü altında Ca⁺² ve Mg⁺²'nin diğer bitki örtüsü altındaki topraklara göre fazla çıkması, bu topraklarda organik karbonun fazla olmasındandır. Nitekim KO ve OCG arazi örtüsüne sahip topraklar organik karbon kapsamı bakımından ilk iki sırada yer almaktadır (İlay, 2016). Toprakta artan miktarda organik karbon bulunması, suda çözülebilir Ca⁺² ve Mg⁺² yi arttırmaktadır. Wolt (1994)'un bildirdiğine göre suda çözülebilir Ca⁺² ve Mg⁺² konsantrasyonları ile organik karbon arasında lineer bir ilişki vardır.

rağmen tarım alanları olarak kullanılan/işgal edilmiş alanlarla diğer doğal örtüye sahip alanlardaki farklı iyon kapsamaları dikkati çekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya sağladığı maddi desteği için Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na (2017-17 no'lu Doktora Tez Projesi) teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Altınbaş, Ü., Çengel M., Uysal, H., Okur, B., Okur, N., Kurucu, Y., S. Delibacak. 2004. Toprak Bilimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 557, Bornova/İzmir. 355 s.
- Amezketta, E. 1999. Soil Aggregate Stability: A Review. Journal of Sustainable Agriculture, 14: 83-151.
- Armstrong, A.S.B., and T.W. Tanton. 1992. Gypsum Applications to Aggregated Saline Sodic Clay Topsoils. J. Soil Sci., 43:249-260.
- Baldock, J.A., Aoyama, M., Oades J.M., Susanto, R.H., and C.D. Grant. 1994. Structural Amelioration of A South Australian Redbrown Earth Using Calcium and Organic Amendments. Aust. J. Soil Res., 32:571-594.
- Barral, M.T., Arias, M., and J. Guerif. 1998. Effects of Iron and Organic Matter on The Porosity and Structural Stability of Soil Aggregates. Soil Tillage Res., 46: 261-272.
- Batjes, N. H., and Sombroek, W. G. 1997. Possibilities for carbon sequestration in tropical and subtropical soils. Global Change Biology, 3:161-173.
- Bayraklı, F. 1998. Toprak Kimyası. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı. Samsun No: 26, 1. Baskı. 214 s.
- Bronick C.J., and R. Lal. 2005. Soil Structure and Management: A Review. Geoderma, 124:3-22.

- Chan, K.Y. and D.P. Heenan. 1999. Lime-Induced Loss of Soil Organic Carbon and Effect on Aggregate Stability. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 63: 1841-1844.
- Chapman, S. J. 1997. Carbon substrate mineralization and sulphur limitation." *Soil Biology and Biochemistry* 29 (2): 115-122.
- Chorom, M., Regasamy, P., and R.S. Murray. 1994. Clay Dispersion as Influenced By pH and Net Particle Charge of Sodic Soils. *Aust. J. Soil Res.*, 32: 1243-1252.
- Cronin, S. J., Manoharan, V., Hedley, M. J., and P. Loganathan. 2000. Fluoride: a review of its fate, bioavailability, and risks of fluorosis in grazed-pasture systems in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 43(3), 295-321.
- European Environment Agency (EEA). 2010. Corine Land Cover, (CLC) 2006 Raster Data 100 x 100 m - Version 13 (02/2010).
- Gerakis, A., Rasse, D. P., Kavdir, Y., Smucker, A. J., Katsalirou, I., and Ritchie, J. T. 2006. Simulation of leaching losses in the nitrogen cycle. *Communications in soil science and plant analysis*, 37: 1973-1997.
- Haktanır, K. ve S. Arcak. 1998. Çevre Kirliliği. A.Ü.Z.F. Yayın, No: 1503.
- Haynes, R.J., and R. Naidu. 1998. Influence of Lime, Fertilizer and Manure Applications on Soil Organic Matter Content and Soil Physical Conditions: A Review. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 51: 123-137.
- Hinsinger, P. 2001. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. *Plant and Soil*, 237: 173-195.
- İlay, R. 2016. Gökçeada Topraklarının Bazı Kalite Parametreleri ve Erozyon Riskinin Belirlenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Çanakkale.
- Jayawickreme D.H., Santoni, C.S., Kim, J.H, Jobbágy, E.G, and R.B. Jackson, 2011. Changes in hydrology and salinity accompanying a century of agricultural conversion in Argentina. *Ecological Applications* 21, 2367-2379.
- Kavdir, Y., Camcı Çetin, S., Öztürkmen, A.R. ve H.S Öztürk. 2006. Organik Tarımda Toprak Kalitesinin Önemi, In: Sürdürülebilir Rekabet Avantajı Elde Etmede Organik Tarım Sektörü Sektörel Stratejiler ve Uygulamalar, Eds. I.H.Eraslan, F.Selli, Uluslararası Rekabet Araştırmaları Kurumu Derneği (Urak) Yayınları No: 2006/1, İstanbul, Bölüm 9.
- Marchesini, V. A., Gimenez, R., Nosoetto, M. D., and E.G. Jobbágy. 2016. Ecohydrological transformation in the Dry Chaco and the risk of dryland salinity: Following Australia's footsteps?. *Ecohydrology*.
- Oades, J.M., and A.G. Waters. 1991. Aggregate Hierarchy In Soils. *Aust. J. Soil Res.*, 29: 815– 828.
- Phillips, I.R., Black, A.S., and K.C. Cameron. 1988. Effect of cation exchange on the distribution and movement of cations in soils with variable charge. I. Effect of lime on potassium and magnesium exchange equilibria. *Fert. Res.* 17:21-30.
- Sumner, M.E. 1993. Sodic Soils-New Perspectives. *Aust. J. Soil Res.*, 31: 683– 750.
- Tisdall, J.M., 1996. Formation of Soil Aggregates and Accumulation of Soil Organic Matter. In: Carter, M.R., Stewart, B.A. Eds., *Structure and Organic Matter Storage In Agricultural Soils*. CRC Press, Boca Raton, Fl. 57–96.
- TMGM. 2014. Türkiye Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- US Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agricultural Handbook No. 60. US Government Printing Office. Washington, DC.
- White, P.J. and M.R. Broadley. 2001. Chloride in soils and its uptake and movement within the plant: a review. *Annals of Botany*. 88: 967–988.
- Wolt, J.D. 1994. Soil solution chemistry: Applications to environmental science and agriculture. John Wiley & Sons, New York, NY.
- Wu, J., A.G. O'Donnell, and J.K. Syers. 1995. Influences of glucose, nitrogen and plant residues on the immobilization of sulphate-S in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 27 (11): 1363-1370.
- Zhang, X.C., and L.D. Norton. 2002. Effect of Exchangeable Mg on Saturated Hydraulic Conductivity, Disaggregation and Clay Dispersion of Disturbed Soils. *J. Hydrol.*, 260: 194– 205.