

TOKAT BÖLGESİ HİDROMORFİK TOPRAKLARININ REDOKSİMORFİK ÖZELLİKLERİ VE REDOKS POTANSİYELLERİ

Alper DURAK

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Doç. Dr., Tokat

Kenan KILIÇ

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Arş. Gör., Tokat

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, Tokat bölgesinde yer alan hidromorfik toprakların redoks özelliklerini, oksidasyon-redüksiyon koşullarını ve bu koşullara bağlı olarak redoks değişimlerini belirlemektir.

Bu amaçla Tokat-Çamlıbel ilçesi ve havaalanında bulunan hidromorfik topraklardan birer profil çukuru tanımlanmış, morfolojik, fiziksel, kimyasal, redoks özellikleri ve redoks potansiyelleri belirlenmiştir. Havaalanı hidromorfik toprağının sıcaklık rejimi thermic, nem rejimi aquic olup, typic epiaquent olarak sınıflandırılmış, Çamlıbel hidromorfik toprağının sıcaklık rejimi mesic, nem rejimi aquic olup mollic endoaquent olarak sınıflandırılmıştır.

Her iki toprakta da zamana, profil özelliklerine ve yere göre, redoks potansiyellerin de farklılıkların olduğu gözlenmiştir. Redoks potansiyelinin genellikle üst horizonlardan alt horizonlara, kurak sezondan nemli sezona doğru arttığı belirlenmiştir.

REDOX POTENTIAL AND REDOX FEATURES OF HYDROMORPHIC SOILS IN TOKAT REGION

ABSTRACT

The object of this research was to determine redox features, oxidation-reduction conditions of the hydromorphic soils in Tokat region, and the redox changes depending on these conditions.

Two profiles were defined from hydromorphic soils in Çamlıbel and airport in Tokat region, and morphological, physical, chemical, redox features, and redox potential of these profiles were determined. Temperature regime of hydromorphic soil in airport was thermic, and moisture regime was aquic, and this soil was classified as typic epiaquent. In the same way, temperature regime of hydromorphic soil in Çamlıbel was mesic, and moisture regime was aquic, and this soil was classified as mollic endoaquent.

In both soils, The important differences were observed in redox potential according to time, profile features, and place. Generally, redox potential increased from top soil to sub soil, from dry season to wet season.

GİRİŞ

Aquic nem rejimi, Toprak Taksonomisinde, su ile doygun toprakların bulunduğu toprak suyunun çözülebilir oksijen içermediği kimyasal olarak indirgenmiş koşullarda kullanılmıştır. Toprakların alt ordolara ayrılmasında toprak yüzeyinden 2 metre derinliğe kadar satire ve redükte olmuş aquic nem rejim özellikleri dikkate alınır. Alt grup seviyesinde bir sınıflandırmada en alt horizonları doymuş ve indirgenmiş topraklar göz önünde bulundurulur. Seri seviyesinde yapılan bir sınıflandırma için yukarıdaki özelliklerle beraber su tablasının çeşidi, derinliği ve devamlılığı gibi aquic nem özellikleride dikkate alınmalıdır.

Aquic nem rejimi saturasyon ve redüksiyon işlemlerine bir açıklık getirirken, bu özelliklerin ölçümü toprakların sınıflandırılmasında kullanılmaz. Eğer topraklar yılın bazı dönemlerinde doygun ve indirgenmiş ise, aquic nem rejimini belirlemede toprak renkleri kullanılır. Saturasyon ve redüksiyonun göstergesi olarak genellikle düşük kroma (≤ 2) veya gri renkler kullanılır iken bazı topraklarda ise demir beneklerinin varlığında 2,5Y veya 5Y hue'ler kullanılmaktadır.

Herbir toprak serisi için aquic koşullar 3 ayrı özelliğın belirlenmesi ile tanımlanabilir.

1. Saturasyon derinliği
2. Redüksiyonun oluşumu

3. Redoksimorfik özelliklerin varlığı

Redoksimorfik özellikler, redüksiyon, translokasyon ve Fe-Mn oksitlerin oksidasyonu ile toprakta oluşmuş Fe nodülleri ve beneklerini içerir. Aquic koşulların tanımlaması için gerekli olan bu 3 özellik birçok durumda oluşur. Saturasyon ve redüksiyon yılın bazı dönemlerinde toprakta devamlı olarak meydana gelir.

Bu çalışmanın amacı;

1. Aquic koşulların belirlenebilmesi için ihtiyaç duyulan tanımlama
2. Aquic koşulları gösteren redoksimorfik özelliklerin morfolojisini belirlemek ve tanımlamak ve
3. Redoksimorfik özellikleri yorumlamak'tır.

Redoksimorfik Özellikler

Benekler ve düşük kromalı renkler, redoksimorfik özellikler olarak Toprak Taksonomisinde yer almıştır. Bu özellikler redüksiyon, translokasyon ve Fe-Mn oksitlerin oksidasyonu işlemleriyle oluşur. Karbonat birikimi ve organik lekeleri içeren benekler saturasyon ve redüksiyonu göstermez. Başka bir deyişle, redoksimorfik özellikler mevsimsel olarak doygun topraklarda Fe ve Mn bileşiklerinin oksidasyonu ve redüksiyonu ile oluşur.

Redoksimorfik özellikler mikromorfolojiksel kavramlar kullanılarak belirlenmiştir (Bullock et al., 1985). Bu özellikler çıplak gözle veya el lensi ile görülebildiğinden arazide toprak haritalayıcıları tarafından tanımlanabilirler. İnce kesitlerin rutin olan redoksimorfik özellikleri tanımlama ve teşhis etmede kullanılmadığı ve bu özelliklerin mikroskopik incelenmesinin pratik olmadığı söylenebilir.

Aşağıdaki redoksimorfik özellikler profil tanımlaması kullanılarak teşhis edilebilir.

1. Redoks Konsantrasyonları

Fe ve Mn oksitlerin birikiminin gözle görülebildiği parçacıklar (Şekil 1).

a. **Nodüller ve Konkresyonlar** (Şekil 3): Extrem pekişmiş, düzensiz olarak şekillenmiş diffüze sınırlara sahip parçalar. İkiye kırılan konkresyonlar konsentrik tabakalara, oysa nodüller uniform bir iç yapıya sahiptir. Bununla beraber nodül ve konkresyon terimleri genellikle birbirleriyle değişimli olarak kullanılmıştır.

b. **Küteller** (Şekil 4): Yumuşak kütlelerin şekli genellikle matriks içerisinde değişkendir. Fe oksitlerin birikiminin gözle görüldüğü kütleler "Kırmızımsı Benekler" olarak isimlendirilmiştir.

c. **Por Kanalları** (Şekil 5): Birikme zonları ya por yüzeyinde kaplamalar yada pora bitişik matrikste birikme şeklinde görülür.

2. Redoks Azalmaları

4 veya daha fazla value sahip düşük kromalı (≤ 2) parçacıklar, Fe-Mn oksitler aşağılara yıkanır veya burada olduğu gibi Fe-Mn oksitler kille beraber yıkanır (Şekil 2).

a. **Demir yıkanması:** (Şekil 6A ve B) Kil içeren düşük kromalı parçaların kroması bitişik matriksin kromasına benzerdir. Bu özellikler bazen "Gri Benekler", "Gley Benekleri", "Albanlar" veya "NeoAlbanlar" olarak isimlendirilmiştir. Demir yıkanması matriks içinde ve makroporlar boyunca oluşabilir. Toprak matriksi 2'den az bir kromaya sahipse demir yıkanma matriksi olarak kabul edilebilir.

b. **Kil yıkanması:** (Şekil 6C) Bitişik toprak matriksinden daha az Fe, Mn ve kil içeren parçacıklar matriksten daha az kromaya sahiptir. Bunlar kanallar veya ped yüzeyleri boyunca oluşmuş silt kaplamaları veya skeletanlar olarak tanımlanır. Yıkanan kil alttaki horizonlarda ped yüzeylerinde kaplama olarak bulunur.

3. Redükte Olmuş Matriksler (Şekil 7)

Fe (II)'yi içeren toprak matriksleri yerinde oluşmuş düşük kromalı renge sahiptir. Fakat havaya maruz kalan Fe(II), Fe(III)'e okside olur, hue ve kromada renk değişir.

Renkdeki değişme, örnek havaya maruz kaldıktan sonra, 30 dakika veya daha az bir zamanda gerçekleşir. Değişken olan bu dönem lokal arazi çalışmalarını ile belirlenebilir.

4. İstisnalar

Yukarıda bahsedilmiş olan özellikler Aquic koşulları yansıtan redoksimorfik özellikler olarak tam teşhis edilemezse, istisna olarak iki durum söz konusudur.

a. Düşük kromalı matris renkleri saturasyon ve redüksiyonu göstermez. Organik madde birikmesi ile horizonlarda bulunan ve nemli iken 3 veya daha az bir value'ye sahip renkler redoksimorfik özellikler olarak kullanılamaz. Düşük kromalı organik lekeler ve karbonat birikimleri redoksimorfik özellikler olarak dikkate alınmaz. Bu şekilde value sınırında istisnalar oluşur, daha yüksek valueler bazı durumlarda redoksimorfik özellikleri tanımlamada hariç tutulmalıdır.

Bu sayılanlara ek olarak, düşük kromalı renkler doğal olarak az veya hiç demir içermeyen bazı ana materyallerden oluşabilir. Aynı zamanda demir, şelatlar gibi organik bileşikler tarafından toprak partiküllerinden uzaklaştırılabilir ve bu reaksiyonlar su ile doymuş koşullarda oluşmayabilir. Saturasyon ve redüksiyon ile oluşmayan düşük kromalı renkler ince tekstürlü topraklardan ziyade çok kumlu topraklarda çok sık olarak bulunma eğilimindedir (Hyde ve Ford, 1989). Buna göre toprakta düşük kromalı renkleri gözlemeden önce saturasyon ve redüksiyon ölçümleri ile belirlenmeli sonra toprağın mevsimsel olarak doymuş ve indirgenmiş olup olmadığına karar verilmelidir. Yani toprağın doymuş ve indirgenmiş olduğu ölçümleri ile desteklenmelidir.

b. Fe ve Mn oksitlerden oluşmuş nodüller ve konkresyonlar dayanıklı özelliktedirler ve uzun zaman önce daha ıslak koşullarda kalarak yerinde oluşmuş veya başka yerlerde oluşarak şu anda bulunduğu yere taşınmış olabilir. Kesin sınırlarla ayırt edilebilen nodüller ve konkresyonlar gözlemlendiği horizonlarda oluşmamışlardır, özellikle kil yıkanmasının olduğu horizonlarda meydana gelmişlerdir. Şu andaki koşulları gösteren su ile doymuşluk ölçümleri bilinmiyorsa, nodüller ve konkresyonlar yalnızca var olan özelliklerse, bu gibi durumlarda nodüller ve konkresyonlar redoksimorfik özellikler olarak kullanılmazlar.

Redoksimorfik Özelliklerin Oluşumu

Toprak rengi ve Fe ve Mn'in oksidasyon ve redüksiyon durumları

Alt toprak horizonlarında, Fe-oksit mineralleri, Fe minerallerinin varlığına bağlı olarak horizonlara kırmızı, kahverengi, sarı veya portakal renklerini verir. Mn-oksit mineralleri siyah renkler meydana getirir. Fe ve Mn-oksitler kum, silt ve kil partiküllerinin yüzeylerini kaplama eğilimindedirler. Yüzeylerinde oksitler olmaksızın bu partiküller gridir.

Demirin okside olduğu durumlarda kırmızı, kahverengi, sarı ve portakal renkleri oluşur. Aynı şekilde manganın okside olduğu durumda (Mn(III) veya Mn(IV)) siyah renkler oluşur. Genel toprak koşulları altında okside olmuş Fe ve Mn kimyasal olarak redükte olabilir. Herbir iyon, organik made gibi, başka bir kaynaktan elektronlar aldığı anda redüksiyon oluşur. Bu elementler toprakta birkaç olay olduğunda redükte olur.

1. Fe ve Mn oksit mineralleri suda çözülmeye başlar
2. Toprak rengi griye değişir
3. Redükte olmuş Fe(II) ve Mn(II) iyonları toprak suyu ile profilin diğer bölümlerine taşınır veya horizon aralarına diffüze olur veya topraktan yıkanabilir.

Fe ve Mn'nin redükte olmuş formlarından çok okside formları toprak rengini önemli derecede etkiler. Aynı zamanda Fe(II) bazı renk etkilerine sahip olmasına rağmen, gri toprak rengi aslında kum, silt ve kil partiküllerinin tabii renginin ürünüdür (Ponnamperuma, 1972).

Fe(III) ve Mn(III ve IV) anaerobik koşullar altında organik maddenin bakteriler tarafından ayrıştırılması sırasında redükte olur. Aerobik toprak nemlidir fakat satüre değildir, organik artıkların dekompozisyonu sırasında hava ile dolu porlarda bakteri O_2 'i azaltır ve tüketir. Hava azaldıkça porlar su ile dolacak, anaerobik topraklar satüre olacaktır. Bu topraklardaki bakteriler toprak suyundaki çözünebilir oksijeni tüketecek, böylece organik madde ayrışacaktır. Çözünebilir O_2 topraktan uzaklaştığında, toprak suyunun redükte olduğu söylenebilir. Bakteriler organik maddeyi ayrıştırırken bu sırada organik kimyasallar üretilecek NO_3^- ve N_2 gazı ve Mn(III) ve Fe(III) oksit mineralleri azalacaktır. Bu kimyasal reaksiyonlar sırasıyla oluşur, önce O_2 azalır, daha sonra NO_3^- ,

Mn(III veya IV) oksitler ve en son Fe(III) oksitler redükte olur. Fe-oksit mineralleri O_2 , NO_3 ve Mn-oksitlerden sonra redükte olacaktır. Ölü kök dokusu gibi organik maddeleri ayrıştıran bakteriler dokudaki çözünebilir karbonu bitirir. Eğer çözünebilir karbonun kaynağı köklerse, redüksiyon kök yakınında toprakta meydana gelecektir. Bununla beraber, organik bileşikler suda çözünürse, redüksiyon, porların su ile dolu olduğu durumda toprak horizonunun her yerinde meydana gelebilir. Karbon suda çözünebilir olmalıdır. Organik maddenin hepsi suda çözünebilir olmayabilir, bu nedenle organik madde oluşan redükte koşullarda kullanılmaz (Daniels ve Buol, 1992).

Fe ve Kil Yıkanmasının Oluşumu

Fe ve kil yıkanmasının oluşumu birbirine benzerdir ve her ikisinde yıkanması aynı veya bitişik horizonlar içerisinde oluşabilir. Bu özelliklerin oluşumunun stabil makroporlar boyunca gelişen kökler etrafında gözlenebilmesi gayet kolaydır. Stabil makroporlarda Fe ve kil yıkanmasının gözlenebilmesi için kökler aynı makroporlar boyunca gelişmeli ve ölmelidir. arazi çalışmaları bu özelliklerin, az sature olmuş hidrolik kondaktiviteye sahip olan kalın horizonlarda gözlenebildiğini göstermektedir (Daniels et al., 1968; Vepraskas and Wilding, 1983; Ransom et al., 1987).

Stürüktürel çatlak veya kanal boyunca gelişen kökler, demir redüksiyonu için, mikroorganizmaların ihtiyaç duyduğu enerji kaynağını (organik madde) sağlar. Kökler öldüğü ve makroporlar su ile doyduğunda, eğer toprak sıcaklıkları bakterilerin aktif olması için yeterince yüksek ise, bakteriler sudaki oksijeni azaltacak ve kök dokularını çürütecektir. O_2 ve NO_3 'ın redüksiyonundan sonra, kanal boyunca toprakta Mn(III ve IV) ve Fe(III)'den ibaret oksit mineralleri redükte olacaktır (Şekil 8b). Çözünmüş olan Mn(II) ve Fe(II) iyonları matriks içerisinde diffüze olur ve redoks konsantrasyonu oluşumu sırasında okside olabilirler. Kanallar boyunca Fe ve Mn'ın taşınması sonucu oluşmuş olan ağarmış tabaka redoks azalmasını özellikle Fe yıkanmasını gösterir. Fe'in tamamen yıkanması, Fe ve Mn'ın çok az bulunduğu toprak matriksinden farklıdır. Fe yıkanmasının olduğu yer, redoksimorfik özelliği yansıtan \leq kromalı bir renge sahip olmalıdır.

Mn ve Fe oksitlerin taşınması kanal boyunca kilin dispers olmasına neden olabilir. Makropor boyunca suyun aşağılara taşınması sırasında gri renkli kil su içerisinde suspanse olabilir ve daha alt bir horizona taşınır. Taşınmış kil kilin yıkandığını gösterir (Şekil 8c). Gri kil kaplamaları genellikle kil yıkanmasının olduğu makroporlar boyunca bulunur.

Redüksiyonun artması için çözünebilir karbon gibi bir enerji kaynağına ihtiyaç duyulduğundan, Fe ve kil yıkanması, köklerin geliştiği kök kanalları ve ped yüzeyleri boyunca olacaktır. Karbonca zengin su matrisi içerisine sızır ve redüksiyon koşulları oluşursa, Fe yıkanması toprak matrisi içerisinde oluşabilir.

Fe ve kil yıkanması muhtemelen yavaş yavaş oluşur. yıkanmanın daha da artması için kökler makropor boyunca büyümeli, ölmeli ve Fe redüksiyonuna neden olması içinde ayrışmalıdır. Bununla beraber yıkanma muhtemelen genişliği 2 mm'den büyük stabil makroporlar etrafında oluşur. Bu gibi makroporlar, çapları 3 cm'den büyük agregatlara sahip kalın B horizonlarında, bioturbasyonun az olduğu horizonlarda oluşabilmektedir. A horizonlarında çok fazla bioturbasyon, küçük agregatlar, fiziksel bozulma, organik madde ve organik artıklar olduğundan yıkanma özelliklerinin görülmesi zordur.

Redoksimorfik Konsantrasyonun Oluşumu

Por yolları, kanallar gibi, ped yüzeyleri boyunca meydana gelir (Şekil 5 ve 9). Por yolları bitki kökleri üzerinde bulunur ve doygun topraklarda köklere oksijen taşıyabilirler. Redükte olmuş Fe ve Mn iyonları, hava içeren makroporlara doğru diffüze olur ve makroporlara bitişik kök yüzeylerinde okside olurlar (Fisher ve Stone, 1991). Solusyonda Fe ve Mn'in her ikisinde varsa, Fe daha düşük Eh'de okside olacağından, önce Fe daha sonra ise Mn çökelecektir (Collins ve Buol, 1970). Bununla beraber por yollarına Mn ve Fe oksitlerin dağıldığı görülebilir. Böyle bir dağılım iyonların Fe oksitlerden Mn oksitlere doğru diffüze olduğunu göstermektedir.

MATERYAL VE METOD

MATERYAL

Bu araştırmada kullanılan toprak örnekleri orta Karadeniz bölgesinde, Tokat il sınırları içerisinde yer alan havaalanı ve amlıbel-Yatmış kasabası civarında bulunan hidromorfik topraklarda açılan iki toprak profilinden Soil Survey Staff (1975)'da belirtilen esaslara göre alınmıştır. Bu topraklar Toprak Taksonomisine göre sırasıyla typic epiaquent ve mollic endoaquent olarak sınıflandırılmıştır.

METOD

Tekstir analizi Bouyoucous (1952)'e göre, pH, 1:2.5 toprak:su solusyonunda Jackson tarafından belirtilen yönteme göre, CaCO₃, Scheibler kalsimetresi ile, organik madde, Walkley-black yöntemine göre, KDK, Jackson (1960)'a göre, değişebilir Na ve K, flame photometre ile, değişebilir Fe ve Mn, Olson ve Ellis (1982)'e göre, DTPA'da ekstrakte edilebilir Fe ve Mn, Lindsay ve Norvell (1978)'e göre, suda czlebilir Fe ve Mn, Adams (1965)'e göre belirlenmiştir(izelge 1).

Redoks Potansiyelinin lm

Tokat il sınırları içerisinde yer alan çalışma alanı toprakları Kuarterner materyalden oluşmuştur. Çamlıbel-Yatmış kasabası civarında yer alan hidromorfik toprak'ın nem rejimi aquic, sıcaklık rejimi mesic, havaalanında bulunan hidromorfik toprak'ın nem rejimi aquic, sıcaklık rejimi ise thermic'dir.

Redoks potansiyeli, tanımlanan herbir horizontda kombine platin elektrot ile altı ay boyunca peryodik olarak llmřtir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Toprakların Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Çamlıbel-Yatmış Hidromorfik Toprağı

Bu topraklar, %0-2 eğimli, ana materyali alüvyon olan O, A, AC ve C horizonlu, tekstürleri siltli-kil ve kil olan orta derin topraklardır. Renkleri bütün horizonlarda farklılık göstermekte olup, kromaları ≤ 2 'dir. Organik madde miktarları %1.86-17.32 arasında değişmekte ve derinlik ile azalmaktadır. Toprakların KDK'sı yüksek (11.41-35.32 me/100g) baskın katyonları Ca, Mg, Fe ve Mn'dir. Profile ait örneklerin Morfolojik özellikleri aşağıda, Fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Profil no : 1

Yeri : Çamlıbel-Yatmış köyü karayolunun 1 km ilerisi yolun kenarı

Rölyef : %0-2 eğimli taban arazi

Ana materyal : Alüviyal

Vejetasyon : Mer'a, suyu seven bitkiler

<u>Horizon</u>	<u>Derinlik (cm)</u>	<u>Morfolojik Tanım</u>
O	0-5	Koyu kırmızımsı kahverengi (5 YR 3/2) yaş; siltli kil; masif; az yapışkan az plastik yaş; orta kireçli; çok yoğun saçak kök; kesin düz sınır
Ag	5-43	Gri (7,5 Y 5/1) yaş; kil; çok zayıf yarı köşeli blok; yapışkan plastik yaş; orta kireçli; yoğun saçak kök; az yoğun Fe benekleri; geçişli dalgalı sınır
ACg	43-60	Koyu grimsi sarı (2,5 Y 5/2) yaş; kil; zayıf yarı köşeli blok; yapışkan plastik yaş; orta kireçli; orta yoğun saçak kök; orta yoğun Fe benekleri; geçişli dalgalı sınır
C ₁ g	60-90	Grimsi sarı kahverengi (10 YR 5/2) yaş; siltli kil; masif; yapışkan plastik yaş; orta kireçli; çok az yoğun saçak kök; yoğun Fe benekleri; dalgalı sınır
C ₂ g	90+	Grimsi kahverengi (7,5 YR 4/2) yaş; siltli kil; masif; az yapışkan az plastik yaş; orta kireçli; orta yoğun Fe ve Mn benekleri

Çizelge 1. Çamlıbel-Yatmış köyü hidromorfik topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	KDK (me/100g)	Değişebilir Katyonlar (me/100g)			Org.Mad. (%)	CaCO ₃ (%)
			Na	K	Ca+Mg		
O	0-5	35.32	0.39	0.40	34.53	17.32	11.19
Ag	5-43	23.91	0.048	0.27	23.59	5.21	8.86
Acg	43-60	20.65	0.032	0.26	20.07	2.70	13.10
C _{1g}	60-90	17.93	0.027	0.25	17.65	2.98	13.87
C _{2g}	90+	11.41	0.021	0.22	11.16	1.86	12.71
Tekstür	pH	Toplam Fe (ppm)	Değ. Fe (ppm)	Suda Çözünbilir (ppm)		DTPA'da Exc. Edilebilir (ppm)	
				Fe	Mn	Fe	Mn
SiC	8.50	3625	116	112.4	0.959	24.951	11.281
C	8.39	4772	101	-	0.800	6.828	3.447
C	8.30	3586	138	-	0.900	4.274	3.453
SiC	8.25	4426	124	30.1	1.486	8.488	3.148
SiC	8.43	3631	128	31.4	0.349	5.550	3.848

Havaalanı Hidromorfik Toprağı

%0-2 eğimli, alüvyal ana materyal üzerinde oluşmuş olan bu topraklar O, A, AC ve C horizonlu, tekstürleri siltli kil ve kil olan orta derin topraklardır. Renk kromaları genellikle ≤3'dür. Organik madde miktarları %2.31-8.72 arasında değişmektedir. Diğer toprakta olduğu gibi bu toprakta da baskın katyonlar Ca, Mg, Fe ve Mn'dir.

Bu topraklara ait örneklerin morfolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıda verilmiştir (Çizelge 2).

Profil no : 2
 Yeri : Tokat havaalanı içi
 Rölyef : %0-2 eğimli, Düz ve Düze yakın arazi
 Ana materyal : Alüvyal
 Vejetasyon : Mer'a, Doğal çayır

Horizon	Derinlik (cm)	Morfolojik Tanım
O	0-6	Grimsi zeytuni (7,5 Y 4/2) yaşı; Siltli kil; masif; Az yapışkan az plastik yaşı; orta kireçli; çok yoğun saçak kök; kesin dalgalı sınır
A	6-30	Donuk sarımsı kahverengi (10 YR 5/3) yaşı; kil; zayıf orta yarı köşeli blok; az yapışkan az plastik yaşı; orta kireçli; orta yoğun saçak kök; az yoğun Fe benekleri; geçişli dalgalı sınır
AC	30-47	Grimsi sarı kahverengi (10 YR 5/2) yaşı; siltli kil; masif; az yapışkan az plastik yaşı; orta kireçli; az yoğun saçak kök; orta yoğun Fe ve Mn benekleri; geçişli dalgalı sınır
C _{1g}	47-90	Donuk kahverengi (7,5 YR 5/3) yaşı; siltli kil; masif; az yapışkan az plastik yaşı; orta kireçli; az yoğun saçak kök; az yoğun Fe ve Mn benekleri; kesin düz sınır
C _{2g}	90+	Gri (10 Y 5/1) yaşı; siltli kil; masif; az yapışkan plastik değil yaşı; az kireçli; kök yok; çok yoğun Fe ve Mn benekleri

Çizelge 2. Havaalanı Hidromorfik Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	KDK (me/100g)	Değişebilir Katyonlar (me/100g)			Org.Mad. (%)	CaCO ₃ (%)
			Na	K	Ca+Mg		
O	0-6	30.97	0.032	0.11	30.82	8.72	16.18
A	6-30	23.36	0.032	0.30	23.02	3.98	12.71
AC	30-47	23.36	0.032	0.25	23.07	4.09	10.78
C _{1g}	47-90	15.76	0.010	0.16	15.50	2.31	13.48
C _{2g}	90+	23.36	0.021	0.25	23.08	6.32	8.47
Tekstür	pH	Toplam Fe (ppm)	Değ. Fe (ppm)	Suda Çözünebilir (ppm)		DTPA'da Exc. Edilebilir (ppm)	
				Fe	Mn	Fe	Mn
SiC	7.90	2690	122	116	1.68	56.140	31.408
C	8.28	3567	205	175.7	0.68	11.298	4.475
SiC	8.39	4062	122	112	0.50	17.364	8.321
SiC	8.42	3819	159	60.8	0.62	12.575	3.967
SiC	7.64	3834	175	26.3	0.74	68.082	8.650

Redoks Potansiyeli

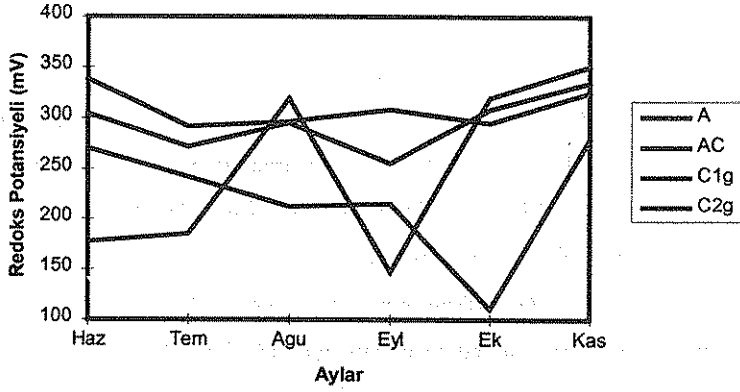
Çalışma yapılan topraklarda redoks potansiyeli zaman, yer ve derinliğe göre farklılıklar göstermiştir. Her iki toprak profili de horizon esasına göre tanımlanmış, belirlenen herbir horizonta her ay (6 ay boyunca) periyodik olarak redoks potansiyeli

ölçülmüş ve herbir horizontda zamana bağlı olarak redoks değişimleri grafiklenerek gösterilmiştir (Şekil 10, 11). Grafiklerden de görüldüğü gibi her iki toprakta da, aylara bağlı olarak oksidasyon ve redüksiyon koşulları değiştikçe redoks potansiyelleride değişmiştir (Şekil 10 ve 11). Toprak profilinin su ile doygun yani redükte olduğu koşullar da redoks potansiyeli yükselir iken, taban suyunun düşmesi ve profilde oksidasyon koşullarının hakim duruma geçmesi ile redoks potansiyelide düşmüştür (Şekil 10 ve 11). Ölçüm değerlerinin alındığı bir aylık peryod içerisinde, yani aynı zamanda alınan ölçüm değerleri arasında farklılıkların olduğu görülmüştür. Profilde oksidasyon-redüksiyon sırasında Fe(II) ve Mn(II) formları profilin alt horizonlarına yıkanmıştır. Alt horizonlarda farkedilebilir bir Fe ve Mn birikimi göze çarpmaktadır. Fe ve Mn miktarının birikiminin fazla olduğu horizonlarda da redoks potansiyeli değerleri yüksek bulunmuştur.

Havaalanı mevkiinden açılan profilde okunan redoks potansiyelleri, Çamlıbel-Yatmış mevkiinden açılan profilde okunan redoks potansiyel değerlerinden yüksek bulunmuştur (Şekil 10, 11). Çizelge 1 ve 2'den görüldüğü gibi, toplam Fe, değişebilir Fe(III), suda çözünebilir Fe ve Mn ve DTPA'da ekstrakte edilebilir Fe ve Mn değerleri havaalanı topraklarında daha yüksektir. Fe ve Mn miktarının yüksek olması redoks potansiyelinde yüksek olmasına neden olmuştur.

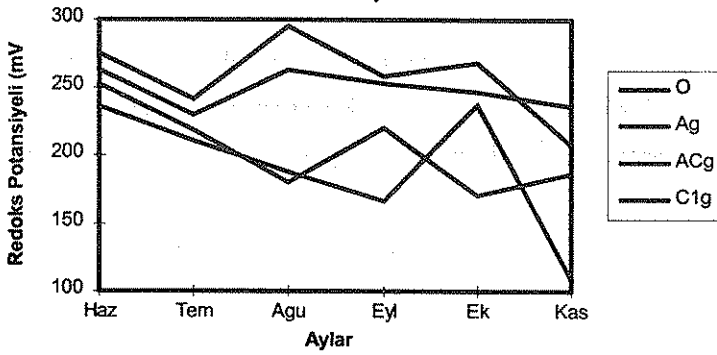
Çamlıbel hidromorfik toprağının derinlik ile redoks potansiyelindeki değişme dalgalı, genellikle artan ve azalan şekilde olmasına rağmen, havaalanı hidromorfik toprağının derinlik ile redoks potansiyeli genellikle artan bir şekilde değişmiştir. Bunun nedeni, Çamlıbel hidromorfik toprağının havaalanı hidromorfik toprağına göre, ölçüm yapılan bütün aylarda, su ile daha doygun yani devamlı redükte koşullarda olması, havaalanı hidromorfik toprağında ise oksidasyon ve redüksiyon koşullarının devamlı olmamasından ve Fe ve Mn miktarlarının yüksek olmasından kaynaklandığı şeklinde açıklanabilir.

Şekil 10. Havaalanı Hidromorfik Toprağına Ait Örneklerin Aylara Göre Redoks Potansiyelindeki Değişim



Çamlıbel hidromorfik toprağının O horizonunda organik madde miktarı çok yüksek seviyesindedir (Çizelge 1). Bu toprakta, yüksek organik madde, Fe ve Mn redüksiyon ve oksidasyonunu kamufle etmiştir. Fe ve Mn yıkanması köklerin geliştiği kök kanalları ve ped yüzeyleri ile makroporlar boyunca meydana gelmektedir. Fe ve Mn yıkanması toprakta yavaş yavaş cereyan eden bir olaydır.

Şekil 11. Çamlıbel- Yatmış Hidromorfik Toprağına Ait Örneklerin Aylara Göre Redoks Potansiyelindeki Değişim



Fe ve Mn yıkanmasının oluşması ve daha da artması için kökler makroporlar boyunca büyümeli, daha sonra ölmeli ve Fe ve Mn redüksiyonuna neden olması içinde ayrışmalıdır. Çamlıbel hidromorfik toprağının O horizonunda kökler makroporlar boyunca gelişmiş fakat daha henüz ölmediğinden, Fe ve Mn redüksiyonu ve dolayısıyla yıkanması gerçekleşmemiştir. Bundan dolayıda, O horizonundaki redoks potansiyeli diğer horizonlara göre daha düşük bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- Adams, F., 1965.** Manganese. In: C.A. Black et al. (ed). *Methods of Soil Analysis*, part 2. Agronomy 9: 1011-1018. Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Bouyoucos, 1952.** A Recalibration of the Hydrometer. *Method for Making Mechanical Analysis of Soil*.
- Bullock, P., N., Federoff, A., Jungerius, G., Stoops, ve T., Tursina. 1985.** *Handbook for Soil Thin Section Description*. Waine Res. Publ., Wolverhampton, U.K.
- Collins, J. F., ve S. W. Buol. 1970.** Effects of Fluctuations in the Eh-pH environment on Iron and/or Manganese equilibria. *Soil Sci.* 110:111-118.
- Daniels, R. B., ve S. W. Buol. 1992.** Water Table Dynamics and Significance to Soil Genesis. pp. 66-74. In J. M. Kimble (Ed.) *Proc. Eighth Int. Soil Corr. Meetings (VIII ISCOM): Characterization, Classification, and Utilization of Wet Soils*, USDA, Soil Cons. Serv., National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
- Daniels, R. B., E. E. Gamble, ve L. J. Bartelli. 1986.** Eluvial Bodies in B horizons for Some Ultisols. *Soil Sci.* 106. 200-206.
- Fisher, H. M., ve E. L. Stone. 1991.** Iron Oxidation at The Surfaces of Slash Pine Roots from Saturated Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55:1123-1129.
- Hyde, A. G., ve R. D. Ford. 1989.** Water Table Fluctuation in Representative Immokalee and Zolfo Soils of Florida. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:1475-1478.
- Jackson, M., L., 1960.** *Soli Chemical Analysis*. Part 2: 910. Amer. Soc. of Agro. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, USA.

- Lindsay, W., L., and Norwell, W., A., 1978.** Development of a DTPA soil test for Zinc, Iron, Manganase, and Copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 421-428.
- Olson, R., W., and Ellis, R., J., 1982.** Iron. *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties.* Agronomy Monograph no:9: 301-312. ASA-SSSA. Madison, Wisconsin, USA.
- Ponnamperuma, F. N. 1972.** The Chemistry of Submerged Soils. *Adv. Agron.* 24:29-96.
- Ransom, M. D., N. E. Smeck, ve J. M. Bigham. 1987.** Micro-morphology of Seasonally Wet Soils on The Illinoisan Till Plain, USA. *Geoderma* 40:83-100.
- Vepraskas, M. J., L. P. Wilding. 1983a.** Albic Neoskeletans in Argillic Horizons as Indices of Seasonal Saturation and Iron Reduction. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47:1202-1208.