

FARKLI ALÜVİYAL TERAS ŞEKİLLERİ ÜZERİNDE OLUŞMUŞ TOPRAKLARIN DAĞILIMI VE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLEMESİ

Orhan DENGİZ^{1*} Ceyhan GÖL² İmanverdi EKBERLİ¹ Nutullah ÖZDEMİR¹

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Samsun/Türkiye

² Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi, Çankırı/Türkiye

*e.mail: odengiz@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 25.05.2009

Kabul Tarihi: 09.07.2009

ÖZET: Akarsuların zamanla taşıdığı depozitler üzerinde oluşmuş alüvyal topraklar kısa mesafeler içerisinde çok farklı özellikler göstermekte ve birbirinden farklı topraklar oluşabilmektedir. Bu çalışmanın amacı, Çankırı-Kızılırmak ilçesi çeltik tarımı yapılan alüvyal araziler üzerinde oluşmuş toprakların dağılımlarını belirlemek ve farklı toprakları sınıflamaktır. Toplam çalışma alanı yaklaşık olarak 1508.3 ha'dır. Yıllık ortalama sıcaklık 11.8 °C ve yıllık ortalama yağış ise 349.7 mm'dir. Bölgeye ait topografik, jeolojik ve jeomorfolojik haritaların incelenmesi ve arazi gözlemleri sonucunda araştırma alanında 8 adet profil açılmıştır. Detaylı arazi gözlemleri, grid yöntemi ve burğu yoklamaları ile gerçekleştirilmiştir. Açılan profillerin her birinden horizon esasına göre örnekler alınmış ve laboratuarda analizleri yapılmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçların ve arazi gözlemlerinin değerlendirilmesi ile 8 farklı toprak serisi tanımlanmıştır. Belirlenen toprakların 3 tanesi genç olmaları nedeniyle Entisol ordosuna ve 5 tanesi ise Aridisol ordolarına dahil edilmişlerdir. Araştırma alanında % 3.2 ile Doğrusuat serisi en az alana sahip iken, % 21.9 ile Kepirinönü serisi en fazla alana sahiptir. Ayrıca bu çalışmada serilerin çeltik yetiştirilmesine uygunlukları incelenerek, çeltik üretimini sınırlayan toprak özellikleri de ortaya konulmuştur ve çözüm önerileri getirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Alüvyal teras arazi, toprak etüd ve haritalama, toprak sınıflama

DETERMINATION OF DISTRIBUTION AND PROPERTIES OF SOIL FORMED ON DIFFERENT ALLUVIAL TERRACES

ABSTRACT: Alluvial land, formed on accumulated sediment depositions by time, show large variety in their properties at short distances. Therefore, different soils can be form on these lands. The objective of this research was to determine and classify different soils formed on alluvial land used for rice cultivation in Çankırı-Kızılırmak. Total study area is approximately 1508.3 ha. Average annual temperature and precipitation are 11.8 °C and 349.7 mm, respectively. After examination of topographic, land use, geologic and geomorphologic maps and land observation, 8 profile places were excavated in the study area. Detailed land observations were done with grid method and auger examinations. The soil samples were taken from each profile and their analyses were done in the laboratory. By assessing the results of analyses and field studies, 8 different soil series were determined and described. Three of them were classified as Entisol due to their young age and five are as Aridisol. Whereas Kepirinönü series has the largest area (21.9 %), Doğrusuat series has the smallest area in the study area (3.2 %). Also, suitability of soil series was investigated for the rice production and soil properties limited rice production were determined in this study and some suggestions were given to solve these soil problems.

Key Words: Alluvial terrace land, soil survey and mapping, soil classification

1. GİRİŞ

Akarsular tarafından oluşturulmuş (fluviyal) yer şekillerinin diğer jeomorfolojik güçler tarafından oluşturulanlar arasında özel bir yeri vardır. Devamlı buzullarla kaplı alanlar ve pek az yağış alan çöl bölgeleri dışında kalan yer şekillerinin önemli bir kısmı akarsular tarafından oluşturulmuştur. Bu nedenle akarsuları, yeryüzü şekillerini değiştiren ve ona yeni şekiller veren en etkin jeomorfolojik güç olarak tanımlamak mümkündür (Şenol, 2000). Fluviyal depozitler taşıdıkları kaynağa, taşıyıcı gücün enerjisine ve akışın şiddetine bağlı olarak farklı parçacık boyutlarında olabilirler (Davis, 1992). Parçacık büyüklük dağılımlarında gözlemlenen bu değişkenlik, kendisini alüvyal taşkın alanlarda depozitlerin depolanma yerlerinde oluşan topraklarda göstermektedir (Günal, 2006). Bir nehir taşkın düzlüğüne girdiğinde kendisine yakın olan yerlere kaba, uzak olan yerlere ise ince materyalleri depolamaktadır. Bu nedenle alüvyal depozitlerin özellikleri ve buna bağlı olarak toprak

oluşumu, stabil olmayıp devamlı değişime uğramakta ve farklı toprakların oluşmasına neden olmaktadır. Çalışma alanında yer alan alüvyal topraklar, çeşitli toprak ve fiziksel parçalanmaya uğramış kayaç parçalarından yıkanan minerallerin karışımlarının Kızılırmak Nehri tarafından depolanması ile oluşmuş depozitler üzerinde gelişmişlerdir. Ayrıca gelişim sürecine Kızılırmak Nehrinin zaman içerisinde oluşturmuş olduğu fluviyal yer şekilleri de katkıda bulunarak alan içerisinde morfolojik, minerolojik, fiziksel ve kimyasal olarak bir birinden farklı karakteristiklere sahip topraklar meydana gelmiştir. Dolayısıyla bu toprakların bir birinden farklı çok değişken özelliklere sahip olması, yönetim isteklerinin de birbirinden farklı olmasına neden olmaktadır. Morfometrik esaslara göre dayandırılarak yapılan bu araştırma ile, alan içerisinde dağılım gösteren farklı özelliklere sahip toprakların belirlenmesi, sınıflandırılmaları ve haritalanmasını içermektedir. Ayrıca alanda yoğun olarak yapılan çeltik üretimine olumsuz etkide bulunan toprak sorunları belirlenerek çözüm önerilerinde de bulunulmuştur.

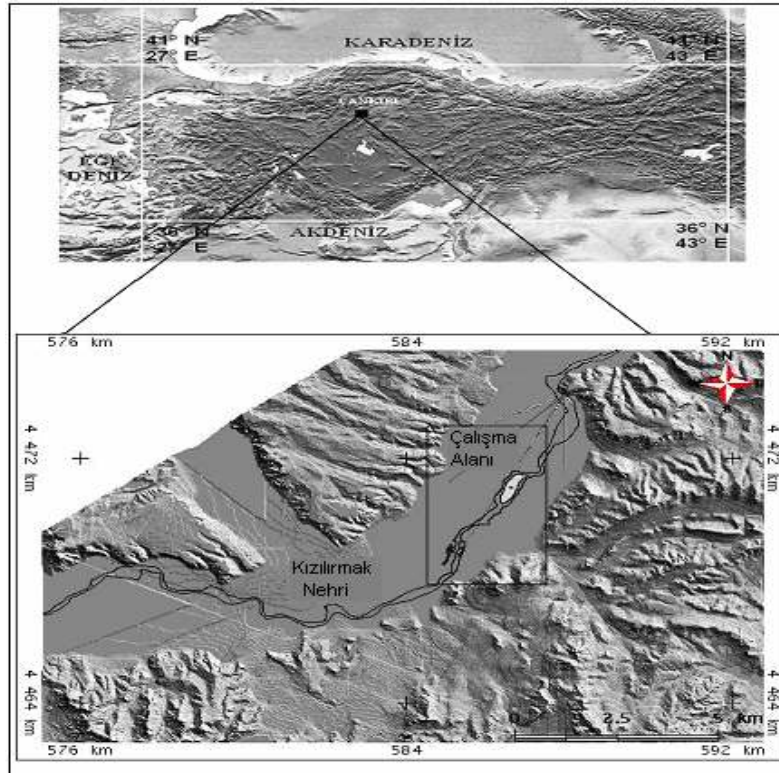
2. MATERYAL VE METOD

2.1 Materyal

Çalışma alanı Çankırı-Kızılırmak ilçesi sınırları içerisinde olup 1508.3 ha alan kaplamaktadır. Kızılırmak ilçesi, Çankırı iline 55 km., Ankara iline ise 156 km. mesafededir. 40°-21' Kuzey enlem, 39°-59' doğu boylamları arasında yer alan İlçenin, doğusunda Sungurlu İlçesi, batısında Çankırı İli, kuzeyinde Bayat İlçesi, güneyinde ise Sulakyurt İlçesi bulunmaktadır. İlçe'nin arazi yapısı engebeli olup, % 80'i ekilebilir arazi, geri kalan % 20'si ise mera ve taşlık arazidir. Deniz seviyesinde yüksekliği 730m. İlçe sınırları içerisinde seçilen çalışma alanı 997.5 ha'dır (Şekil 1). Kızılırmak İlçesi orta Anadolu iklimi gibi karasal iklim şartlarına sahiptir. Sıcaklığın en fazla olduğu aylar Haziran ve Temmuz aylarıdır. Nisan ve kasım ayları ise en fazla yağış olan aylardır. Bölgede hakim rüzgar yönü kuzey – batıdır. İlçenin en önemli yerüstü suyu Kuzeyden geçen Kızılırmak nehri ve onun kolu olan Acıçaydır. Nehir çok sığ bir yatak içinde akmaktadır. Jeolojik yapı genellikle, Kızılıрмаğın getirdiği alüvyon birikintilerin yanı sıra oligosen yaşlı çökellerden oluşmuştur. Çeltik tarımı özellikle bu alüvyon birikintiler üzerindeki alanlarda yapılmaktadır. Bu birikintiler sırasıyla üstte örtü halinde konglomera tabakası bulunmakta altta kil taşı, silt taşı, kil, marn ve kum taşı tabakaları ardışık olarak sıralanmaktadır. Ayrıca bu birimler içinde jips tabakalarına da rastlanır. Ağırlıklı olarak tarım ve hayvancılığın geçim kaynağı olduğu ilçede,

1960'lardan sonra yurt dışına yoğun bir göç yaşanmıştır. Tarımsal üretimde çeşitlilik gözlenmekte olup; kavun, pirinç, şeker pancarı gibi ürünler yaygındır. Kızılırmak ilçesi meteoroloji istasyonundan alınan iklim verileri doğrultusunda Thornthwaite (1948) yöntemine göre bölgenin iklim tipi belirlenmiştir. Hazırlanan su bilançosu Çizelge 1'deki değerler kullanılarak yukarıda açıklanan yöntemlere göre hesaplanan indis değerleri ve indis sınıflandırmasındaki karşılıkları şöyledir:

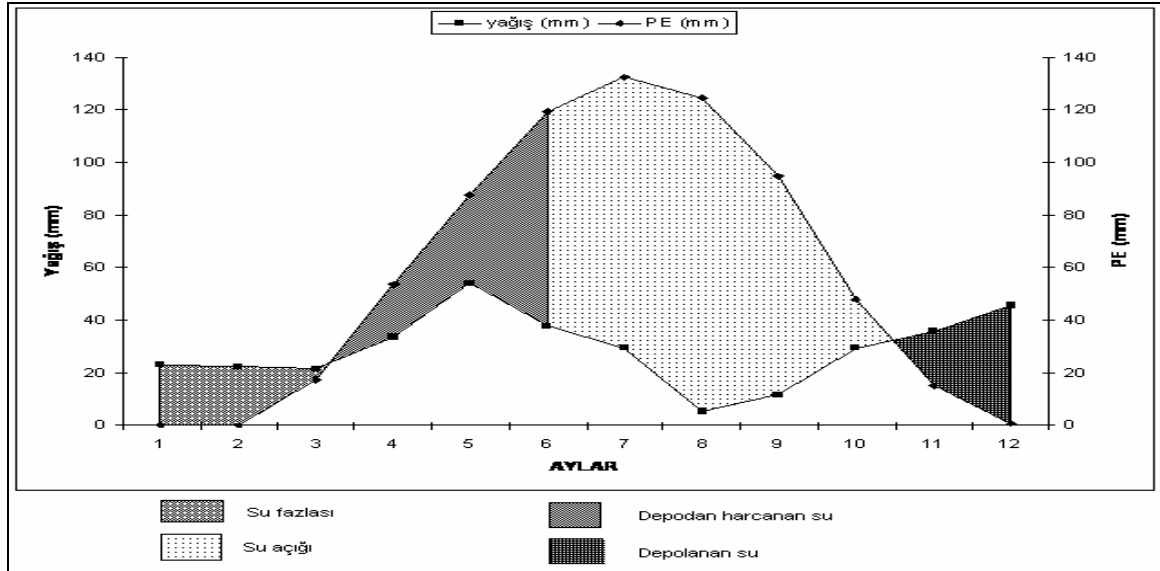
Yağış etkenlik indisi -59.86 olup < (-40) sınır değerleri arasında bulunmaktadır ve simgesi E olmaktadır. Sıcaklık etkenliği indisi yıllık ortalama düzeltilmiş PE = 693.54 olduğu için 570-712 sınır değerleri arasında yer almakta olup simgesi B1' olmaktadır. Yağış rejimine göre ortaya konan indis ise Kızılırmak'ın yağış etkenlik indisi kurak iklimler kategorisinde bulunduğu için nemlilik indisi formülüne göre 2.20 bulunmuştur ve simgesi d olmaktadır. Yıllık düzeltilmiş PE'nin üç yaz ayına ait düzeltilmiş PE değerleri toplamına oranı indisi 184.32 , simgesi d' olmaktadır. Dört madde halinde saptanan harflerin bir araya getirilmesi ile C1B1'dd' ortaya çıkmaktadır. Thornthwaite yöntemine göre yapılan bu değerlendirmede Kızılırmak'ın kurak (çöl) mikrotermal su fazlası yok ya da çok az olan tam karasal iklim özellikleri gösteren bir iklim tipine girdiği belirlenmiştir. Thornthwaite yöntemine göre hazırlanan su bilançosu elemanlarından aylık yağış ve aylık düzeltilmiş PE değerlerinden yararlanarak çizilen su bilançosu grafiği Şekil 2'de verilmiştir. Grafikte yağış eğrisinin üstte olduğu alanlar su fazlası ve depo edilen suyu gösterirken, yağış eğrisinin altta olduğu alanlar ise depodan sarf edilen su miktarını belirtmektedir.



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası

Çizelge 1. Samsun Çankırı Kızılırmak ilçesi su bilançosu

Bilanço Elemanları	A Y L A R												Yıllık Ort.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Sıcaklık (°C)	-1.2	0.8	5.8	12.6	16.2	20.5	23.6	2.8	19.2	13.0	6.3	1.1	11.8
Sıcaklık İndisi	0	0.06	1.25	4.05	5.93	8.47	10.48	10.62	7.67	4.25	1.41	0.10	54.3
Düzeltilmemiş PE (mm)	0	0.05	17.00	48.3	70.5	95.58	104.4	105.4	91.1	50.0	18.03	1.02	
Düzeltilmiş PE (mm)	0	0.04	17.51	53.6	87.5	119.2	132.6	124.3	94.8	48.0	14.96	0.82	693.5
Yağış (mm)	22.9	22.30	21.60	33.6	53.9	37.7	29.50	5.30	11.8	29.3	36.0	45.8	349.7
Depo Değişikliği (mm)	22.9	11.08	0	20.0	33.6	46.3	0	0	0	0	21.04	44.9	
Depolama (mm)	88.9	100	100	79.9	46.3	0	0	0	0	0	21.04	66.0	
Gerçek Ev-Tr (mm)	0	0.04	17.51	53.6	87.5	84.05	29.50	5.30	11.8	29.3	14.96	0.82	334.4
Su Açığı (mm)	0	0	0	0	0	35.17	103.1	119.0	83.0	18.7	0	0	359.1
Su Fazlası (mm)	0	11.18	4.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.3
Yüzeysel Akış (mm)	0.01	5.59	4.84	2.42	1.21	0.61	0.30	0.15	0.08	0.04	0.02	0.01	15.3
Nemlilik Oranı	0	26.5	0.23	0.37	0.38	-0,68	-0.77	-0.95	-0.8	-0.4	1.40	54.8	



Şekil 2. Çankırı Kızılırmak ilçesi su bilançosu grafiği

Toprak taksonomisine (Soil taxonomy, 1999) göre ise toprağın 50 cm derinlikte 8 °C'nin üzerinde olduğu dönemlerde toprağın ardışık 90 gün nemli olmaması nedeniyle toprak nem rejimi aridic'tir. Araştırma alanının sıcaklık rejimi; yıllık ortalama toprak sıcaklığı 8 °C'den fazla, 15 °C'den az ve 50 cm'deki yıllık ortalama kış ayları toprak sıcaklığı ile yıllık ortalama yaz ayları toprak sıcaklığı arasındaki fark 6 °C den fazla olduğu için mesic sıcaklık rejimi olarak bulunmuştur

2.2 Metot

Çankırı Kızılırmak ilçesinde yer alan ve çoğunluğunda çeltik tarımı yapılan alüviyal araziler üzerinde oluşmuş toprakların özelliklerinin belirlenmesi ve toprak haritasının oluşturulması işlemi şu şekilde gerçekleştirilmiştir. İlk aşama olarak topografik harita, jeoloji ve jeomorfolojik özellikler ile bölgeye ait iklim verileri toplanmıştır. Belirlenen bitki deseni, arazi gözlemleri ve arazi

kullanımının yanı sıra oluşturulan sayısal yükseli modeli kullanılarak alanda yayılım gösteren farklı fizyografik ünitelerden özellikle flüviyal yer şekilleri (sekiler veya teraslar, nehir bankları vb.), rölyef, bakı ve diğer arazi şekilleri (kolivyal etek araziler) belirlenmiştir. Böylece belirlenen ana materyaldeki çeşitlilik ve farklı fizyografya üzerinde oluşmuş olası farklı topraklar tespit edilmiş ve ilk taslak toprak haritası oluşturulmuştur. İkinci aşama olan arazi çalışmasında ise daha önceden yapılan büro çalışması sonucu belirlenen farklı özellikteki toprak serileri üzerinde toprak profil yerlerinin koordinatları kaydedilmiş ve GPS aleti yardımı ile bu noktalara gidilerek profil çukurları açılmıştır. Çalışma alanında saptanan 8 farklı toprak profilinden genetik horizon esasına göre toprak örnekleri alınmıştır. Arazide toprakların morfolojik özelliklerinin incelenmesi amacıyla dikkate alınacak kriterler, örneklemeler ve sınıflandırma için Soil Survey Staff (1993 ve 1999) kullanılmıştır. Alınan toprak örneklerinde bünye; Bouyoucos (1951), yarayışlı su;

Richards (1954), hidrolik iletkenlik; Oosterbaan ve Nijeland (1994), hacim ağırlığı; Blake ve Hartge (1986), kation değişim kapasitesi ve değişebilir kanyonlar; Tüzüner (1990), CaCO₃ içeriği; Hızalan ve Ünal (1966), pH ve elektriksel iletkenlik; U.S. Salinity Laboratory (1954), organik madde; Jackson (1958) yöntemlerine göre belirlenmiştir. Son aşama da ise, farklı özelliklere sahip toprakların analiz sonuçları da dikkate alınarak gerekli düzeltmeler yapılmış ve arazi sınırları kesinleştirilerek havzanın 1:25.000 ölçekli temel toprak haritası yapılmıştır (Şekil 2).

Detaylı olarak yürütülen toprak etüd ve haritalama çalışmalarında haritalama ünitesi olarak, toprak serileri ve bunların fazları kullanılmıştır. Toprakların fazlara ayrılmasında gözetilen eğim, drenaj, taşlılık, tuzluluk, derinlik ve erozyon gibi faktörler için de Soil Survey Staff (1993)'dan yararlanılmıştır. 1:25.000 ölçekli topografik haritaların sayısallaştırılması, yeni haritaların çizilmesi ve toprak veri tabanlarının hazırlanmasında TNT Mips v6.4 MicroImage Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı (1999) kullanılmıştır. Araştırma alanında yer alan tuzlu toprakların ıslah edilebilmesi için gerekli yıkama suyu ihtiyacı belirlenmesinde Sönmez (1990) tarafından belirlenen aşağıdaki tuz yıkama denklemi kullanılmıştır

Tuz Yıkama Denklemi:

$$\text{Dys/Dt} = 6.394 \cdot e^{-0.0304 C/Co \times 100} \quad r = -0.88^{**}$$

Burada;

Co: Toprakta mevcut tuz miktarı,

C: Toprakta istenilen tuz miktarı,

Dys: Yıkama suyu miktarı,

Dt: Toprak derinliği (cm).

Ayrıca Topraktaki tuz miktarı ve toprağın bazı fiziksel-kimyasal özellikleri arasındaki korelasyon ve regresyon ilişkiler MINITAB-32 bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Toprak Serilerinin Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Morfolojik Özellikleri

Çalışma alanında toplam 8 seri belirlenmiştir (Şekil 3). Serilere ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2 ve Çizelge 3'de, belirlenen toprak serilerinin fazları Çizelge 4 de ve serilerin alan içerisindeki dağılımları ise Çizelge 5'de verilmiştir. Seriler içerisinde % 3.2 ile Doğrusuat serisi en az alana sahip iken % 21.9 ile Kepirönü serisi en fazla alana sahiptir. Ayrıca alanın %12.5'ni ırmak yatağı ve kumul alanlar oluşturmaktadır. Çalışma alanı içerisinde topraklar özellikle Fluvial yer şekillerinden taşkın düzlükler, genç ve yaşlı teraslar üzerinde yer almaktadırlar. Taşkın düzlükler üzerinde Sakarca, Doğrusuat ve Ağılönü toprak serileri yer almaktadır. Sakarca Serisi, Kızılırmak Nehrinin biriktirdiği depozitler üzerinde oluşmuş, düz ve derin topraklardır. Kızılırmak Nehrinin sağ sahilinde ve Sakarca

Köyünün batısında kalan bu seri toprakları 94.7 ha alan ile toplam alanın %6.3'nü kaplamaktadır. Topraklar 33 cm den sonra nehrin farklı zamanlarda getirmiş olduklar kil, silt ve ince kum sediment katmanları yer almaktadır. Topraklar yüzeyden bu derinliğe kadar topraklar %44 dolaylarında kil içermektedir. 33 cm den sonra bünyenin hafifleşmesi özellikle geçirgenliği arttırmakta, su tutma kapasitesini biraz düşürmektedir. Toprakların yüzey ve yüzey altındaki horizontda tuzluluk orta seviyede (9.93-14.21 dSm⁻¹, %0.48-0.70) belirlenmiştir. Bu nedenle yüzeyden tuzların yıkanması gerekmektedir. 33 cm toprak derinliği için uygulanması gereken yıkama suyu miktarı 90 cm dir. Toprakların pH'ları yüzeyde 7.41 iken bu oran derinlere doğru artış göstermektedir. Kireç profilde %13.31 ile 18.63 arasında değişmektedir. Organik madde miktarı %1.34 ile düşük seviyededir. Ayrıca bu oran derinlere doğru daha da azalmaktadır. Taşkın düzlük üzerinde yer alan topraklarda istatistiksel olarak özellikle hidrolik iletkenlik ile kil arasında önemli derecede (r = - 0.983 **) negatif, kum arasında da (r = 0.980**) pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Kızılırmak Nehrinin sol sahilinde, Mazıcı mevkiinin güney doğusunda taşkın düzlüklerde yer alan Doğrusuat Serisi, toprakları, düz derin topraklardır. Seri toprakları 46.8 ha alan ile toplam alanın %3.2'ni kaplamaktadır. Profilde 70 cm'e kadar bünye killi olup kil oranı %68'lere çıkmaktadır. Bu derinlikten sonra tın bünyeli 2 mm den büyük kaba materyali çok az olan alüvyal ana materyal katmanları yer almaktadır. Yüzeyden 70 cm derinlik içerisinde kaba materyali az, killi, yüksek su tutma kapasiteli ve düşük hacim ağırlığına sahip olmaları çeltik bitkisi için uygun fiziksel koşulları oluşturmaktadır. Ayrıca kimyasal yönden ise çok fazla tuzluluk sorunu görülmemen, toprak reaksiyonları hafif alkali kireç oranları ise %11 ile %17 arasında değişmektedir.

Ağılönü Serisine ait topraklar siltli tın bünyeye sahip derin topraklardır. Seri toprakları 156.3 ha alan ile toplam alanın %10.4'nü kaplamaktadır. Profilde geçirgenlik 3.0-4.28 cm/sa arasındadır. Bu değerler çeltik bitkisi için 2.0-6.25 cm/sa arası olan az uygunluk sınıfına girmektedir. Ayrıca özellikle A.1 haritalama birimine ait topraklarda tuzluluk seviyesi alan içerisinde en yüksek seviyeye ait topraklardır. İlk 50 cm derinlik içerisinde EC ve tuz değerleri 33.37- 79.46 dSm⁻¹ ve %2.75-4.50 arasında değişmektedir. Toprak pH'ları 8.22-8.48 arasında, kireç oranları ise %11.41-15.21 arasında değişmektedir.

Kızılırmak, Mazıcı ve Kavaklı Serileri genç ve alçak alüvyal teraslar üzerinde yer almaktadırlar. Kızılırmak serisi toprakları, Sakarca köyünün kuzeyinde, Kızılırmak nehrinin sol sahilinde yer alan genç teraslar üzerinde oluşmuş derin topraklardır. Seri 123.8 ha alan ile toplam alanın %8.2'ni kaplamaktadır. Topraklar pedolojik sürecin etkisi altında fazla kalmamıştır. Profil içerisinde 60 cm den sonraki gleyleşme dışında her hangi bir toprak oluşumu olayı görülmemektedir. Bu nedenle bu topraklar genç toprak olarak nitelendirilmektedir. Yüzey toprakları çok ağır bünyeli olup kil %63 tür. Yüzey toprağındaki bu yüksek oranda kil kurak dönemlerde

çatlakların oluşmasına neden olmaktadır. Bu oran derinlere doğru gittikçe azalarak %26 ya düşerek bünye siltli tına dönüşmektedir. Bu durum hacim ağırlığında artışa, su tutma kapasitesinde azalışa neden olmaktadır. Profil içerisinde pH değişimi horizonlar arasında değişkenlik göstererek 7.60-8.76 arasında değişmektedir. Topraklarda tuz yüzeyde birikme göstererek orta tuzlu olan %0.42 düzeyindedir. Fakat bu oran derinlere doğru azalarak tuzsuz sınıfa girmektedir. Kireç profil içerisinde %14.45-17.49 arasında değişmektedir.

Mazıcı Serisi, Kulburun mevkiinin güney ve güney doğusunda, Kızılırmak nehrinin sol sahilinde yer alan alçak teraslar üzerinde oluşmuş derin topraklardır. Topraklar eğim özeliği bakımından değişkenlik gösterip M.1 haritalama birimleri %0-2 arasında eğime sahip iken, M.2 haritalama birimleri %2-4 arasında eğime sahiptir. Seri 242.9 ha alan ile toplam alanın %16.1'ni kaplamaktadır. 58 cm toprak derinliği içerisinde kil %70-75 arasında değişmekte olup bünye çok ağırdır. Yoğun tarla trafiği işlemlerinden dolayı yüzey toprağı altında fazla sıkışmış geçirimsiz bir kat olan taban taşı oluşumu meydana gelmiştir. Bu katta belirlenen hacim ağırlığı %70 killi bünyeye sahip olmasına karşın hacim ağırlığı 1.93 g.cm^{-3} olarak belirlenmiştir. Kök gelişimi açısından bu durum oldukça önemlidir. 58 cm den sonra toprak ana materyal olan tın bünyedeki sedimenter ana materyal gelmektedir. Bünye hafifleşmekte ve toprağın su tutma kapasitesi düşmektedir. Fakat çeltik bitkisi için etkili derinlik 50 cm yeterli olduğu için fazla etkilememektedir. Yüzeiden derinlere doğru pH artış göstererek 7.88 ile 9.07 arasında değişmektedir. Mazıcı serisinde topraklarda EC değerleri 18.11 dSm^{-1} ve tuz miktarları ise %0.91 ile fazla tuzlu sınıfa girmektedir.

Kavaklı Serisi, Kavaklı Köyünün batısında, Kızılırmak Nehrinin sağ sahilinde taşkın düzlükler üzerinde yer alan, her hangi bir yüzey altı tanı horizonuna sahip olmayan genç topraklardır. Seri toprakları 91.1 ha alan ile toplam alanın %6.1'ni kaplamaktadır. 21-94 cm ler arasında farklı periyodik zamanlar içerisinde biriktirilmiş sekiz farklı bünyeye sahip katman belirlenmiştir. Yüzeide killi tın iken derinlerde kumlu tın, siltli tın, kil bünyeye sahip katmanlar yer almaktadır. Geçirgenlikleri yüzey altında 5 cm/sa ulaşmaktadır. Su tutma kapasiteleri düşüktür. pH'ları genellikle

hafif alkali, hafif tuzlu, %14-21 arasında kireç içermektedir. Organik maddeleri çok düşük olup %0.91'dir. Bünyedeki değişim KDK' yı da etkileyerek profil içerisinde 14.3-35.7 meq/100 gr arasında değişmektedir.

Genç teraslar üzerinde yer alan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikler arasında istatistiksel açıdan önemli ilişkiler belirlenmiştir. Fiziksel özelliklerden hidrolik iletkenlik ile toprakların silt ($r=0.806^{**}$), kum ($r=0.923^{**}$), kil ($r=-0.982^{**}$) içerikleri ve tarla kapasiteleri (ve -0.952^{**}) arasında önemli ilişkiler elde edilmiştir. Ayrıca yine iletkenlik değerlerinin kimyasal özelliklerden organik madde, tuz, katyon değişim kapasitesi ve sodyum içerikleri arasında ise önemli derecede ($r=-0.715^*$, -0.755^* , -0.952^{**} ve -0.669^*) ilişkiler bulunmuştur.

Yaşlı ve yüksek alüvyial teraslar üzerinde yer alan toprak serileri ise Pazaryolu ve Kepirinönü seileridir. Kulburnu mevkiinin güneyinde, Küçük bahçeli mahallesinin doğusunda, Kızılırmak Nehrinin batısında yüksek teraslarda yer alan Pazaryolu Serisi orta derin, %0-2 ile %2-4 eğime sahiptir. Seri toprakları 235.5 ha alan ile toplam alanın %15.6'nı kaplamaktadır. Topraklar 45 cm derinlikte %54'e ulaşan kil içerirken, bu derinlikten sonra kumlu ana materyal gelmektedir. Bundan dolayı geçirgenlik 45 cm'e kadar oldukça düşük ve yüksek su tutma özeliği varken, bu derinlikten hemen sonra bünyedeki değişime bağlı olarak geçirgenlik artmakta 8.6 cm/sa ulaşmaktadır. Yüzeide orta seviyede bir tuz birikimi mevcut iken bu oran derinlere doğru bir azalma göstermektedir.

Kocakepir tepenin kuzey ve kuzey batısındaki etek araziler ile Kızılırmak Nehrinin sağ sahilinde bulunan yüksek teraslarda dağılım gösteren Kepirinönü Serisi, ağır bünyeli, eğimi terasların bulunduğu alanlarda %0-2, eteklere doğu %6 dan fazla olan, derin topraklardır. Seri toprakları 330.8 ha alan ile toplam alanın %21.9'nu kaplamaktadır. Eğimin artış gösterdiği Ke.2 haritalama birimi çeltik yetiştiriciliği açısından sınırlandırıcı en önemli faktörü oluşturmaktadır. Profil içerisinde bünye killi ve siltli killi bir dağılım göstermektedir. Özellikle kil 48-85 cm arasında %75'lere ulaşmaktadır. Geçirgenlikleri oldukça düşüktür. EC ve yüzde tuz profil içerisinde 10 dSm^{-1} ve %0.50 düzeylerinde olup orta tuzludur. pH kök derinliği içerisinde hafif alkali reaksiyonlu olup, kireç %14-16 arasında değişmektedir.

Yaşlı alüvyial teraslar üzerinde yer alan topraklarda ise hidrolik iletkenlik ile sırasıyla organik madde, tuz ve katyon değişim kapasiteleri arasında ($r=-0.999^{**}$, -0.629^* , 0.887^*) önemli ilişkiler belirlenmiştir.

Çizelge 2. Araştırma alanı toprak profilleri kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik cm	pH	EC dS m ⁻¹	Tuz %	Kireç %	Organik madde %	KDK cmol kg ⁻¹	Değişebilir, cmol kg ⁻¹			
								Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
Kızılırmak											
Ap	0-35	7.60	8.65	0.42	14.45	1.99	61.3	0.20	0.03	53.50	5.85
C1	35-51	8.73	3.10	0.14	15.59	0.69	48.7	0.17	0.02	43.63	5.85
C2	51-60	7.80	3.17	0.15	17.49	0.53	42.5	0.21	0.01	35.50	5.90
C3g	60-78	8.76	3.38	0.15	15.59	0.42	31.7	0.03	0.01	26.75	6.15
Mazıcı											
Ap	0-19	7.88	18.11	0.91	10.65	2.09	88.8	0.24	0.04	67.25	17.4
Bw	19-58	8.59	24.60	1.27	12.93	0.59	77.2	0.75	0.02	66.25	8.20
Ck1	58-89	9.07	22.16	1.13	17.11	0.32	29.3	0.47	0.01	19.00	5.80
C2	89+	8.74	24.52	1.26	14.45	0.21	30.9	0.49	0.01	22.38	7.00
Sakarca											
Ap	0-17	7.41	9.93	0.48	13.69	1.34	50.4	0.11	0.03	42.13	5.25
A2	17-33	8.54	14.21	0.70	13.31	0.59	52.8	0.22	0.02	44.63	6.75
C1	33-53	9.47	6.58	0.31	18.63	0.16	10.2	0.11	0.01	5.90	4.50
Doğrusuat											
Ap	0-28	7.62	4.83	0.23	11.41	1.72	57.9	0.05	0.03	50.13	5.45
Bt	28-70	7.93	8.00	0.38	17.11	0.69	73.2	0.07	0.02	66.50	7.40
C1	70-98	8.52	5.10	0.24	17.87	0.17	31.5	0.04	0.01	26.13	4.35
C2	98+	8.79	4.61	0.21	15.21	0.05	23.6	0.04	0.01	18.00	4.45
Ağılönü											
Ap	0-12	8.22	79.46	4.50	11.41	1.24	12.9	1.27	0.03	10.15	1.00
Cz1	12-31	8.48	65.73	3.65	15.21	0.27	14.7	1.01	0.02	9.25	3.90
Cz2	31-68	8.47	33.37	2.75	13.69	0.20	14.3	0.48	0.01	9.75	5.40
Cz3	68+	8.47	20.43	1.04	13.69	0.16	19.1	0.20	0.01	12.75	5.85
Kavaklı											
Ap	0-21	7.87	5.66	0.27	13.69	0.91	35.7	0.03	0.02	31.13	3.55
C1	21-27	8.37	3.20	0.15	17.49	0.21	14.3	0.02	0.01	9.75	4.90
C2	27-34	8.35	5.10	0.24	21.29	0.17	32.5	0.04	0.01	29.38	3.95
Pazaryolu											
Ap	0-24	7.59	7.97	0.38	13.69	1.56	57.9	0.04	0.03	50.00	8.60
Bw	24-45	8.80	4.21	0.19	14.07	0.70	62.8	0.05	0.02	52.75	8.90
2C	45-121	9.30	1.80	0.08	11.41	0.16	10.1	0.02	0.00	6.43	4.45
Kepirinönü											
Ap	0-30	8.18	6.48	0.31	14.07	1.58	58.9	0.09	0.03	47.75	9.80
A2	30-48	8.19	10.27	0.50	15.59	0.59	50.4	0.12	0.02	40.88	6.65
Bt	48-85	7.82	10.21	0.50	16.73	0.42	89.2	0.13	0.02	79.75	10.3
C1	85-107	8.77	10.25	0.50	16.35	0.26	30.9	0.13	0.01	25.25	5.45
C2	107+	8.27	11.35	0.55	19.01	0.17	77.3	0.18	0.01	66.00	6.70

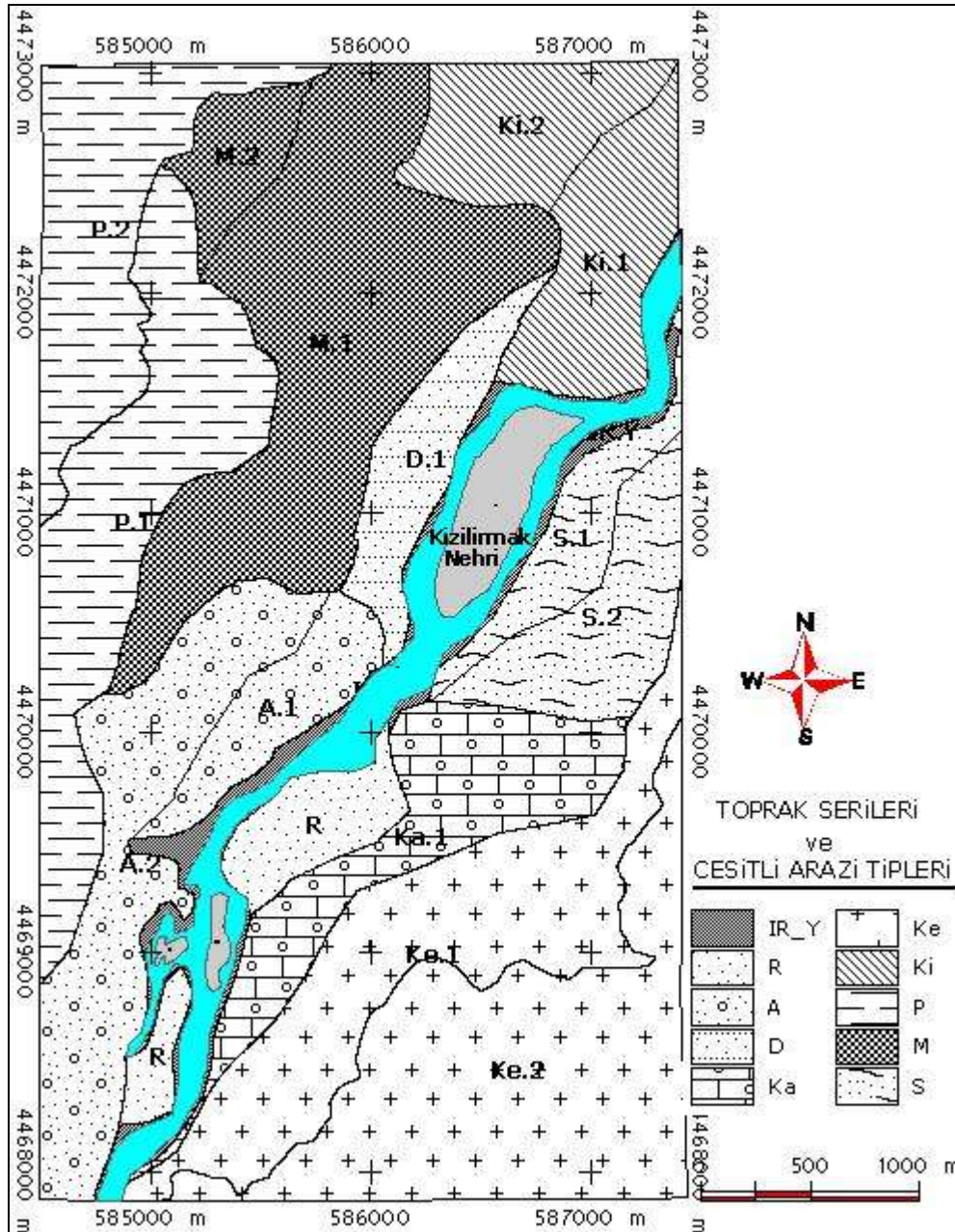
Farklı alüvyial teras şekilleri üzerinde oluşmuş toprakların dağılımı ve özelliklerinin belirlenmesi

Çizelge 3. Araştırma alanı toprak profilleri fiziksel analiz sonuçları

Horizon	Derinlik cm	Bünye, %				Hidrol. ilet. cm h ⁻¹	Hacim ağırlığı g cm ⁻³	Tarla kapasitesi %	Solma noktası %	Yarayışlı su %
		Kil	Silt	Kum	Sınıf					
Kızılrnak										
Ap	0-35	63	32	5	C	0.609	1.12	39.65	15.86	23.79
C1	35-51	46	39	15	C	0.100	1.39	31.97	12.78	19.18
C2	51-60	38	44	18	SiCL	0.195	1.38	31.22	12.48	18.73
C3g	60-78	26	55	19	SiL	0.734	1.33	27.48	10.99	16.49
Mazıcı										
Ap	0-19	75	19	6	C	0.009	0.95	42.94	17.17	25.76
Bw	19-58	70	24	6	C	0.055	1.93	39.60	15.84	23.76
Ck1	58-89	22	41	37	L	3.205	1.35	19.50	7.80	11.70
C2	89+	26	33	41	L	3.342	1.33	22.20	8.88	13.32
Sakarca										
Ap	0-17	41	39	20	C	0.904	1.34	30.97	12.39	18.58
A2	17-33	44	38	18	C	0.107	1.48	31.39	12.55	18.83
C1	33-53	14	48	38	L	5.163	1.35	16.79	6.71	10.08
Doğrusuat										
Ap	0-28	52	28	20	C	0.123	1.21	36.88	14.75	22.12
Bt	28-70	68	26	6	C	0.000	1.18	31.72	12.69	19.03
C1	70-98	24	49	27	L	1.044	1.25	26.87	10.74	16.12
C2	98+	18	34	48	L	2.244	1.39	17.82	7.12	10.69
Ağılınönü										
Ap	0-12	14	57	29	SiL	3.000	1.39	24.86	9.94	14.91
Cz1	12-31	13	56	31	SiL	3.585	1.34	21.76	8.70	13.05
Cz2	31-68	12	57	31	SiL	4.283	1.20	19.11	7.64	11.47
Cz3	68+	15	39	46	L	4.335	1.27	18.54	7.41	11.12
Kavaklı										
Ap	0-21	29	31	40	CL	2.201	1.38	22.11	8.84	13.26
C1	21-27	13	29	58	SL	4.994	1.26	13.21	5.28	7.92
C2	27-34	22	71	7	SiL	1.511	1.34	33.52	13.40	20.12
Pazaryolu										
Ap	0-24	48	37	15	C	0.028	1.23	36.04	14.41	21.63
Bw	24-45	54	31	15	C	0.282	1.34	31.46	12.46	19.00
2C	45-121	13	8	79	SL	8.611	1.33	8.92	5.56	5.35
Kepirinönü										
Ap	0-30	53	34	13	C	0.028	1.12	38.84	15.53	23.30
A2	30-48	42	54	4	SiC	0.335	1.24	35.94	14.37	21.56
Bt	48-85	75	19	6	C	0.000	1.42	35.70	14.28	21.42
C1	85-107	24	43	33	L	1.974	1.14	23.80	9.52	14.28
C2	107+	70	20	10	C	0.042	1.16	38.21	15.28	22.92

Çizelge 4. Çalışma alanına ait haritalama birimleri (HB), seri ve fazlarını gösteren haritalama lejanti

HARİTALAMA LEJANTI			
H.B	Seri ve Fazları	H.B	Seri ve Fazları
Ki.1	Kızılrnak kili, düz eğimli, derin, zayıf drenaj, az taşlı, az tuzlu	A.1	Ağılınönü siltli tını, düz eğimli derin, iyi drenajlı, az taşlı, çok tuzlu
Ki.2	Kızılrnak kili, düz eğimli, derin, yetersiz drenaj, az taşlı, az tuzlu	A.2	Ağılınönü siltli tını, düz eğimli derin, yetersiz drenajlı, az taşlı, az tuzlu
M.1	Mazıcı kili, düz eğimli, derin, zayıf drenaj, az taşlı, orta tuzlu	Ka.1	Kavaklı kil tını, düz eğimli, orta derin iyi drenaj, az tuzlu
M.2	Mazıcı kili, orta eğimli, derin, zayıf drenaj, az taşlı, orta tuzlu	P.1	Pazaryolu kili, düz eğimli, derin, zayıf drenaj, az taşlı, az tuzlu
S.1	Sakarca kili, düz eğimli, sığ, orta drenaj, az taşlı, orta tuzlu	P.2	Pazaryolu kili, orta eğimli, sığ, yetersiz drenaj, az taşlı, az tuzlu
S.2	Sakarca kili, düz eğimli, orta derin, yetersiz drenaj, az taşlı, az tuzlu	Ke.1	Kepirinönü kili, düz eğimli, derin, zayıf drenajlı, az taşlı, az tuzlu
D.1	Doğru suat kili, düz eğimli, derin, zayıf drenaj, az taşlı, tuzsuz	Ke.2	Kepirinönü kili, dik eğimli, çok sığ, iyi drenajlı, aşırı taşlı, az tuzlu



Şekil 3. Çankırı Kızılırmak ilçesi çeltik alana ait temel toprak haritası

3.2. Araştırma Alanları Topraklarının Toprak Taksonomisine Göre Sınıflandırılması

Çalışma alanı Kızılırmak'ın taşkın zamanlarında taşıdıkları materyalleri gerek dikey gerekse de uzunlamasına sıralamak suretiyle farklı yer şekilleri olan nehir bankları, nehir terasları vb fluvial yer şekillerinin yer aldığı genç alüvyal depozitler ile çukur kil depozitler üzerinde, ayrıca çok az bir kısmı da yamaç arazilerden gelen kolivyal etek arazileri üzerinde oluşmuş topraklara sahiptir. Araştırma konusu topraklar arazide yapılan morfolojik çalışmaların yanı sıra laboratuvar analiz sonuçları dikkate alınarak 7. Yaklaşım veya Toprak Taksonomisine (Soil Taxonomy, 1999) göre sınıflandırılmış ve alanda yaygın olarak Entisol, ve Aridisol ordolarına ait toprakların mevcudiyeti belirlenmiştir (Çizelge 5). Araştırma alanında 9 profil

çukuru açılmış 2 nolu profil benzer özellikler içermesi nedeniyle değerlendirmeye alınmamıştır. Kızılırmak, Sakarca ve Kavaklı toprak serileri toprak oluşum sürecinin başlangıç evresinde olmaları nedeniyle Entisol ordosuna, Kızılırmak ve Sakarca serileri fluventlik özellik taşıması sonucu Fluvent alt ordosuna, Kavaklı serisi ise kumul materyal oranının yüksek olması ve 2 mm den büyük kaba fraksiyonların % 35 den az olması nedeniyle Psamment alt ordosuna, toprak nem rejiminden dolayı bu topraklar Torrifluent ve Torripsamment büyük grubuna, Kızılırmak serisi yüzeyde vertic özellikler göstermesi nedeniyle Vertic Torrifluent, diğerleri ise büyük gruplarının tüm özelliklerini içermeleri nedeniyle Typic Torrifluent ve Typic Torripsamment alt grupları şeklinde sınıflandırılmıştır.

Mazıcı, Doğrusuat, Ağılınönü, Pazaryolu ve Kepirinönü serileri yüzey altı tanı horizonları olarak cambic, argilic ve salık horizonları içermesi ayrıca toprak nem rejimlerinin aridic olası nedeniyle Aridisol ordosuna, Mazıcı serisi Cambid, Ağılınönü serisi Salid ve diğerleri ise Argid alt ordosuna sınıflandırılmıştır. Büyük grupları ise Mazıcı serisi strüktürel gelişim göstermesi dolayısıyla cambic horizon içermesi nedeniyle Haplocambid, Pazaryolu ve Kepirinönü serileri Haplargid, Ağılınönü seri ise 100 cm derinlik içerisinde 30 dS.m⁻¹ fazla tuz bulunması nedeniyle Haplosalid büyük grubuna dahil edilmiştir. Alt grup sınıflamalarında ise Mazıcı, Doğrusuat ve Kepirinönü seriler yüzeylerinde vertic özellikler içermeleri nedeniyle Vertic Haplocambid, Vertic Haplargid, Ağılınönü ve Pazaryolu serileri ise Typic Haplosalid ve Typic Haplargid sınıflarına yerleştirilmişlerdir.

Çizelge 5. Çankırı-Kızılırmak araştırma alanına ait toprak serilerinin alansal ve oransal dağılımları

Seri Adı	Alan (ha)	Oran (%)	Ordo	Alan (ha)	Oran (%)
Kızılırmak	123.8	8.2			
Sakarca	94.7	6.3	Entisol	309.6	20.6
Kavaklı	91.1	6.1			
Mazıcı	242.9	16.1			
Doğrusuat	46.8	3.2	Aridisol	1012.3	66.9
Ağılınönü	156.3	10.4			
Pazaryolu	235.5	15.6			
Kepirinönü	330.8	21.9			

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Aluviyal arazilerdeki topraklar tipik olarak nehir yatağından uzaklaştıkça daha ağır tekstürlüdür. Aluviyal ana materyaller üzerinde gelişen topraklar Entisol ve Aridisol ordolarında sınıflandırılmıştır. Çalışma alanı toprakları aluviyal araziler üzerinde yer alan taşkın düzlükleri, genç ve alçak teraslar ile yaşlı teraslardan oluşan fluviyal yer şekilleri üzerinde oluşmuş topraklardır. 1508.3 ha olan çalışma alanında yoğun olarak çeltik üretimi yapılmaktadır. Hemen hemen tüm toprakların (1074.5 ha % 71.2) yüzey ve yüzey altı katları ağır bünyeli olup, kil içerikleri çok yüksektir. Buna karşın, Ağılınönü ve Kavaklı serilerinde bu oran düşük olup bünye siltli tın ile kil tın arasında değişmektedir. Bu durum özellikle sürüm, tohum yatağı ve çeltik tavalalarının oluşturulmasında önemli bir faktör olup, toprağın tav veya işleme zamanının iyi belirlenmesi gerekmektedir. Farklı bünyelere sahip toprakların farklı tav zamanları vardır. Killi toprakların bu zamandan önce işlenmesi durumunda toprakların fiziksel yapılarında önemli bozulmalar olurken, fazla nemli koşullarda işlenmeleri durumunda ise fazla çeki gücü istemesinin yanı sıra topraklarda iri kesekler meydana gelmektedir. Gülser ve Candemir (2006) Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampus Topraklarının işlenebilirlikleri üzerine yaptıkları çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada kampüs içerisinde yer alan toprak

serilerinde en uygun toprak işleme için maksimum nem içeriği, kıvam indisinin yaklaşık 1.0'e eşit olmasını sağlayan tarla kapasitesindeki nem değerleri veya PL'in %90'ındaki nem değerleri olarak belirlenmiştir. Çankırı Kızılırmak çeltik yetiştirilen arazilerde yüzey topraklarında tuz birikim durumlarının olduğu belirlenmiştir. Topraklar hafif (4-8 dSm⁻¹) ile çok fazla tuzlu (>16 dSm⁻¹) sınıflarına girmektedir. Kaldı ki çeltik bitkisi özellikle gelişiminin başlangıç aşamalarında EC değerinin 5.5 dSm⁻¹ den fazla olan topraklarda verimde önemli kayıplar meydana gelmektedir. Bu nedenle çeltik arazilerinde bu fazla tuzluluğun giderilmesi için yıkama işlemlerinin yapılması gerekmektedir. Sönmez (1990) Çankırı Kızılırmak ilçesinde alüviyal arazilerde üzerinde oluşmuş tuzlu toprakların ıslah çalışmasında, tuzlu sodyumlu toprakların yıkama suyu miktarları ile yıkama sürelerini belirlemiştir. 2 yıl süren çalışma sonucunda deneme parseline uygulanan 270 cm yıkama suyunun etkisiyle 0-100 cm toprak derinliğinde başlangıçta 20 dSm⁻¹ seviyesinde olan tuzların %82'si yıkanmıştır. Elde edilen verilere göre, başlangıça göre toprakta kalan tuz yüzdesinin yıkama suyu miktarının toprak derinliğine oranı ile ilişkisi bulunarak tuz yıkama eğrisi elde edilmiştir.

Ağılınönü serisine ait topraklarda ilk 50 cm derinlik içerisinde EC ve tuz değerleri 33.37- 79.46 dSm⁻¹ ve %2.75-4.50 arasında değişmektedir. Bu değerler çeltik bitkisi için oldukça yüksek ve sınırlandıran en önemli faktördür. Bu alanların çeltik yetiştiriciliğine kazandırılabilmesinde öncelikli olarak tuz konsantrasyonunun en az 50 cm derinlikte istenilen seviyeye düşürmek gerekmektedir. Bu amaçla alanda oluşturulan tavalarda yıkama yapılması amacıyla 50 cm toprak derinliğinde 274.3 cm su uygulanması gerekmektedir. Mazıcı serisine ait topraklar ise EC değerleri 18.11 dSm⁻¹ ve tuz miktarları ise %0.91 ile fazla tuzlu sınıfa girmektedir. Bu tuzluluğun çeltik bitkisinin gelişme ve verime olan olumsuz etkisini en aza indirmek için, toprağın 60 cm derinlik içerisinde ve 3 dSm⁻¹ EC değeri elde edilebilmesinde seri topraklarına 232 cm yıkama suyu uygulanması gerekmektedir. Ayrıca Kepirinönü serisinin EC ve yüzde tuz değerleri 10 dSm⁻¹ ve %0.50 düzeylerinde olup orta tuzlu sınıftadır. Yine bu tuzluluk değerini 60 cm toprak derinliğinde 4 dSm⁻¹ altına çekebilmek için 117 cm yıkama suyu uygulanması gerekmektedir.

Çalışma alanında karşılaşılan diğer bir toprak sorunu ise toprak sıkışması ve taban taşı oluşumunun belirlenmesidir. Bu durum özellikle Kızılırmak ve Mazıcı serilerine ait topraklarda görülmekte olup gerek arazide pedon incelemeleri sırasında, gerekse de toprakların yüzey ve yüzey altı katlarında bünyede değişiklik olmamasına karşın hacim ağırlığında ani ve yüksek bir artış belirlenmiştir. Bu durumda özellikle bitkilerin kök gelişimini ve daha derinlere ulaşma imkanını kısıtlar hale getirmektedir.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından desteklenen 107-O-443 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

- Blake, G.R. ve Hartge, K.H. 1986. Bulk Density and Particle Density. In: Methods of Soil Analysis, Part I, Physical and Mineralogical Methods. Pp: 363-381. ASA and SSSA Agronomy Monograph No: 9 (2nd ed), Madison.
- Bouyoucos, G.J. 1951. A Recalibration of Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soils. Agronomy Journal. 43: 9.
- Davis, R.A. 1992. Depositional Systems: An Introduction to Sedimentology and Stratigraphy. Prentice Hall, New Jersey.
- Günel, H. 2006. Ardışık İki Topografya'da Yer Alan Toprakların Oluşumları ve Sınıflamaları. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 23 (2), 59-68
- Gülser, C ve Candemir, F. 2006. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampus Topraklarının Bazı Mekaniksel Özellikleri ve İşlenebilirlikleri. OMÜ.Zir.Fak.Dergisi, 21 (2), 213-217.
- Hızalan, E. ve Ünal, H. 1966. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 278.
- Jackson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J. USA.
- Oosterbaan, R.J. ve Nijeland, H.J. 1994. Determining The Saturated Hydraulic Conductivity. In. Drainage Principles and Applications by H.P. Ritzen (editor-in-chief), ILRI Publication 16, The Netherlands, 1125.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. U.S. Dept. Agr. Handbook, 60, 109. Riverside
- Soil Survey Staff. 1993. Soil Survey Manual, USDA. Handbook No: 18 Washington D.C.
- Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy. A Basic of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey. U.S.D.A Handbook No: 436, Washington D.C.
- Sönmez, B. 1990. Aşağı Kızılırmak Havzası Tuzlu-Sodyumlu Toprakların İslah için Gerekli İslah Maddesi ve Yıkama Suyu Miktarı İle Yıkama Süresi. T.C Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü. Genel yayın no: 165, Rapor seri no: R.87, p. 33.
- Şenol, S. 2000. Pedo-Jeomorfoloji. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, p.33.
- TNT, 1999. TNT (The New Thing) MIPS (MicroImage Processing System), Getting Started Geospatial Analysis, MicroImages, USA.
- Thorntwaite, C.W. 1948. An Approach to a Rational Classification of Climate. Geographic Review, 38: 55-94.
- Tüzüner, A. 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- U.S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agri. Handbook, No: 60.