

İLİMAN İKLİM KOŞULLARINDA SİLİKAT ANATAŞINDAN OLUŞAN TOPRAKLARIN YIKANMA VE BİRİKME HORIZONLARININ ANALİTİK OLARAK İNCELENMESİ¹

Doc. Dr. M. Doğan KANTARCI

Kı s a Ö z e t

Bu çalışma ile Kuzey Trakya Dağlık Orman Yetiştirme Bölgesinde ince kristalli şistlerden oluşmuş toprakların buldukları genetik gelişim safhaları incelenmiştir. Bölgede bulunan genetik toprak tiplerini temsil edebilecek 7 tipik toprak örnek olarak alınmıştır. Bu toprakların genetik toprak sistematigindeki yerlerinin saptanması için özellikle kil bölümünün, demir fraksiyonlarının toprak kesitindeki yikanma - taşıma ve birikme durumları araştırılmıştır. Toprakların hükümlendirilebilmesi için ayrıca morfolojik ve diğer analitik toprak özellikleri de incelemiştir. Topraktaki demir bileşiklerinin fraksiyonlaması yolu ile araştırma bölgesinde Esmer Orman Toprağı, Solgun Esmer Orman Toprağı, Boz Esmer Orman Toprağı, Podsolümsü Boz Esmer Orman Toprağı ve Podsol Esmer Orman Toprağı tiplerinin tanımlanmasına mümkün olduğu sonucuna varılmaktadır.

I. GİRİŞ

Toprağın oluşumu ve gelişiminin incelenmesi, özelliklerinin saptanması ve nihayet toprakların sınıflandırılması Toprak İlminin başlıca konularından biridir. Gerek coğrafi ölçüler içinde, gerekse yerel fakat genetik toprak araştırmalarında arazi incelemelerinin yanısıra laboratuvar da toprakların incelenmesi gerekmektedir. Toprakların buldukları genetik gelişim safhası laboratuvar da muhtelif metodlarla incelenebilmektedir. Burada bir yandan örnek olarak seçilen topraklar incelenirken, bir yandan da emin sonuçlar veren bir metodlar sisteminden bahsedilmiştir.

Toprak sınıflandırmaları incelendiğinde birbirinden çok farklı genetik toprak tiplerinin bulunduğu görülmektedir (KANTARCI, M. D. 1972). Toprak tiplerinde görülen bu farklar toprak oluşumunda etkili olan faktörlerin (anataş, iklimi, yer-yüzü şekli, zaman ve canlılar gibi) bölgesel olarak değişimlerine ve etkiye ağırlıklarına bağlı kalmaktadır. Toprak tiplerinde görülen bu çeşit farklara göre inceleme

¹ İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloji Kürsüsü, Büyükdere - İstanbul.

Toprakların analizi 1973 - 74 yılları arasında Federal Almanya'da Münih Üniversitesinin Orman Fakültesinde Toprak İlimi Enstitüsünde yapılmıştır. Enstitüsünün laboratuvarlarında çalışma olanlığı verdiği için sayın Prof. Dr. K. E. Rehfuss'a ve çalışmayı mali yönden destekleyen Alexander von Humboldt Vakfına teşekkür ederim.

metodları da farklı olabilmektedir. Burada konu edilen metod sistemi yurdumuzda rastladığımız zonal veya diğer deyimle iklimatik topraklar için uygulanmak durumundadır. Metod sisteminin yurdumuzda bulunan diğer toprak tipleri için vereceği sonuçları henüz araştırmaktayız.

Metod sisteminin uygulamasına örnek olmak üzere Kuzey Trakya Dağlık Orman Yetiştirme Bölgesinde, silikat ana-taşından ılıman iklim etkisi altında oluşmuş ve bir genetik toprak gelişim sırasında yer alan Esmer Orman Toprağı, Solgun - Esmer Orman Toprağı, Boz - Esmer Toprağı tipleri seçilmişlerdir.

Bu genetik gelişim sırasında daha ilerideki safha podsolik Boz - Esmer Orman Toprağı'dır. Diğer taraftan kuvarsça zengin, kil ve kationlarca (özellikle Ca, Fe, Al) fakir ana-taşlardan ılıman iklim etkisi altında oluşan topraklarda başka bir genetik gelişim sırası bahis konusu olabilmektedir. Bu defa Esmer Orman Toprağından, podsolik Esmer Orman Toprağı, bundan da Podsol - Esmer Orman Toprağı ve nihayet Podsol tipi gelişebilmektedir. Ancak inceleme bölgemizde (Kuzey Trakya) toprakların oluşum ve gelişimlerini etkileyen faktörler Podsol tipinin gelişimini sağlayamamış gözükümlerindedir. Bu konu sonuç bölümünde tartışılmıştır.

2. TOPRAKTA BULUNAN DEMİR FRAKSİYONLARI

Bahis konusu edilmek istenen metod sisteminde toprakta bulunan demirin fraksiyonlanmasına ve bu fraksiyonların incelenmesine ağırlık verilmektedir. Bu nedenle toprağın demir fraksiyonlarına ait bazı bilgilerin hatırlanması yararlı görülmüştür.

Toprakların genetik gelişimleri Si -, Al -, Fe - ve Mn - oksitlerin incelenmesi ile tayin edilmeğe çalışılmaktadır. Özellikle toprakta ve toprağın kil bölümünde ($d < 0.002$ mm) bulunan Si -, Al - ve Fe - oksitlerin oranlanması ile yıkanma ve birikme horizonları arasındaki farklar araştırılmıştır. Ayrıca bu oranlar kullanılarak yurdumuz topraklarında podsolleşme ve lateritleşme yönündeki genetik gelişimler de araştırılmıştır (GÜLÇUR, F. 1958, 1964 a.b.). Bilindiği gibi asit ortamda ve podsolleşme yönündeki toprak gelişiminde Al - ve Fe - oksitlerin toprakta düşey yönde yıkanma ve birikmesi bahis konusu olmaktadır. Buna karşılık Si - oksitin asit ortamda yıkanmaya uğramadığı kabul edilmektedir. Tam aksine alkali ortamda ve lateritleşme yönündeki toprak gelişim sırasında Si - oksitin yıkandığı, buna karşılık Al - ve Fe - oksitlerin ortamda kaldığı bilinmektedir. Böylece $\frac{Si}{Al + Fe}$ oksitlerin oranı ile gerek toprak horizonlarındaki yıkanma ve birikme olayı, gerekse podsolleşme ve lateritleşme yönündeki genetik gelişim incelenabilmektedir. Ancak son zamanlardaki bazı yayınlarda silisyumun asit ortamda da yıkanabildiğinin saptandığı bildirilmektedir (SCHEFFER - SCHACHTSCHABEL 1970, sh. 336). Bundan dolayı özellikle podsolleşme yönünde gelişen toprakların incelenmesinde topraktaki Fe - oksitlerin fraksiyonlanması yönündeki çalışmalara önem verilmiştir (U. SCHWERTMANN 1959 sh. 194, 1964 sh. 194, 1965 sh. 37; U. SCHWERTMANN - W. LENTZE 1966 sh. 209; E. SCHLICHTING - H. P. BLUME 1962 sh. 144; H. P. BLUME - U. SCHWERTMANN 1969). Topraktaki Al - oksitlerin tayini bazı metod ve teknik güçlükler yüzünden daha az pratik bulunmaktadır. Yukarıdaki nedenlerle topraktaki Fe - oksit fraksiyonları üzerine dikkatimiz yoğunlaşmaktadır.

Demir bileşikleri ilksel halde toprağın oluştuğu ana-taşdaki primer ve sekonder minerallere bağlı olarak bulunmaktadır¹⁾. Ayrışma esnasında serbest kalan demir

¹⁾ Bu minerallerin formülleri için bak. tablo 1.

iyonları serbest demir oksitlere dönüşürler ve kristalleşirler. Veya ortamdaki koşullara göre FeS , $FeSO_4$, $FeCO_3$ (Siderit) veya $FeCl_2$ bileşiklerine dönüşürler. Ancak ortamdaki diğer koşullara bağlı olarak demir oksitlerin oluşumu ve kristalleşmesi hemen gerçekleşmeyebilir. Bu takdirde demir oksitlerin oluşumu ve kristalleşmesi amorf demir bileşiklerinin oluşumunu takibedebilir. Bu halde toprakta üç demir fraksiyonunu tanımlamak gerekmektedir.

- (1) Anataştaki minerallere bağlı ve henüz ayrıışmamış bileşiklerdeki demir iyonları,
- (2) Toprağın amorf demir bileşiklerinde bağlı demir iyonları genellikle demir hidroksit,
- (3) Toprakta kristalleşmiş serbest oksitlerde ve topraklaşma esnasında oluşmuş diğer amorf olmayan bileşiklerde bağlı demir iyonları.

Amorf demir oksitleri ve bunların topraktaki rolleri :

Anataşın veya anataştan gelen minerallerin ayrıışması esnasında serbest kalan diğer iyonlar (Si, Al, Ti, Mn) gibi demir iyonları da genellikle amorf yapıda ve kil çapında ($d < 0.002$ mm) oksitler meydana getirirler. Bu amorf oksitler yüksek yüzey çekim yeteneğine sahip oldukları için ilksafhada ve uygun koşullarda diğer toprak taneciklerinin yüzeylerini kaplarlar ve toprak tanecikleri arasında yapıştırıcı bir rol oynarlar. Amorf demir oksitler esmer renktedirler. Toprağa da esmer rengi verirler. Özellikle Esmer Orman Toprağının B. (balçıklanma) horizonunun esmer rengi buradan gelir. Amorf demir oksitler pozitif elektrik yüküne sahip oldukları için negatif elektrik yüküne sahip kil mineralleri ile bağlanırlar ve toprakta küçük çaplı kırıntılarının oluşumunu sağlarlar. Bu olay toprakta bulunan kalsiyum katyonlarının etkisine benzemektedir. Amorf alüminyum oksitlerin de bu yönde aynen amorf demir oksitler gibi etkisi vardır. Amorf demir oksitlerin pozitif elektrik yükü ortam asitleştikçe artmaktadır. Ancak aynen kalsiyum iyonlarının yıkanmasında olduğu gibi, demir ve alüminyum iyonlarının da yıkanması kil taneciklerinin serbest kalmasını sağlamaktadır. Böylece kil bölümünün yukarıdan aşağı taşıyıp birikmesi bahis konusu olmaktadır. Kristalleşmiş demir oksitler bu yönde amorf demir oksitlerden daha az etkilidirler (SCHEFFER - SCHACHTSCHABEL 1970).

Demir ve alüminyumun amorf oksitlerinin yıkanma ve birikmesinde çelat (Chelat) teşekkülü önemli bir etkiye sahiptir. Nemli iklimlerde bitki toplumuna ve toprağın asit reaksiyonuna bağlı olarak organik maddenin (ormanda ölü örtü) ayrıışması bir çürüme ve humuslaşma sürecinden geçmektedir. Organik maddenin bu süreçteki ayrıışmasında meydana gelen en önemli ürünler küçük moleküllü bileşiklerden polifenoller ve suda çözünebilir fulvik asitlerdir. Amorf demir oksitler indirgenerek bu organik asitlerle metal-organik bileşikleri oluştururlar. Bu metal-organik bileşiklere çelat da denir. Çelat'lar suda çözünebilir bileşiklerdir. Çelat teşekkülü normal olarak asit, bazan da hafif alkali ortamda gerçekleşebilmektedir (SCHEFFER - SCHACHTSCHABEL 1970). Alkali ortamda ise organik madde yüksek mikrobiyolojik faaliyet sonucunda, oksidatif ayrıışma ile çabuk ayrııştığı için, alkali topraklarda demir ve alüminyumun yıkanma ve birikmesi seyrek rastlanan bir olaydır.

Amorf demir ve alüminyum oksitlerle çelat teşkil eden organik asitler toprağın daha derin kesimlerinde artan kalsiyum iyonları ve pH'nın etkisi ile nötrleş-

mektedirler. Bu kesimde organik asitlerin taşıdığı demir ve alüminyum da pıhtılaşmış çökellerdir. Çökelen amorf demir bileşikleride daha sonra su kaybederek kırmızı renkteki kristal demir oksitlerine dönüşürler. Böylece toprağın üst kesiminde ağarmış bir yıkanma ve alt kesiminde de kırmızımsı renkte bir birikme horizonu meydana gelmeğe başlar (SCHEFFER - SCHACHTSCHABEL 1970).

Toprakta kristalleşmiş demir oksitler :

Minerallere bağlı demir, bu minerallerin hidroliz yolu ile ayrışması esnasında çeşitli demir oksitlere dönüşür. Asit ortamında ve yavaş hidroliz sonucunda Götit (α -FeOOH) kristalleri oluşur. Götit kristallerinin oluşumunda özellikle organik maddenin ve üç tabakalı kil minerallerinin etkisine dikkat çekilmiştir (SCHWERTMAN, U. 1965). Götit kristalleri sarımsı kahverengi ve iğneler şeklindedir (SCHEFFER - SCHACHTSCHABEL 1970; SCHWERTMAN, U. 1965). Götit kristalleri ılıman bölgelerin topraklarında oluşmaktadır. Bu topraklarda Hematit bulunmamaktadır. Götiti iki değerli demir bileşiklerinin (FeSO_4 ve FeCl_2) oksidasyonu sonucunda da oluşur.

Tropik ve yarı tropik bölgelerin topraklarında ise genellikle hızlı ve devamlı hidroliz sonucunda oluşan üç değerli amorf demir hidroksit, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ su kaybederek Hematit'e (α - Fe_2O_3) dönüşür. Üç değerli demir hidroksitin ve bundan da Hematit kristallerinin oluşumu ortamda organik maddenin azlığına ve üç tabakalı kil minerallerinin bulunmayışına bağlanmaktadır (SCHWERTMAN, U. 1965 sh. 37). Hematit kan kırmızısı renktedir. Altigen prizmalar şeklinde kristaller teşkil eder. Alkalin ortamda Hematit su kaybederek Götiti'e dönüşebilir. Fakat Götiti Hematiti'e dönüşmez (SCHWERTMAN, U. 1965 sh. 37). Tropik ve yarı tropik bölgelerin topraklarında Götiti ve Hematiti ekseriya yanyana bulunurlar.

Götiti ve Hematitten başka Lepidokrokiti ve Maghemiti te toprağın demir oksitleri arasındadır. Lepidokrokiti (γ -FeOOH) portakal rengindedir. Öncelikle iki değerli demir bileşiklerinin, ortamda az miktarda CO_2 bulunması halinde, oksitlenmesi ile Lepidokrokiti oluşur. Buradaki iki değerli demir bileşikleride özellikle $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ve FeS 'tir. Bu bileşikler kilce zengin, CaCO_3 'süz ve uzun bir ıslak devreye sahip durgun su topraklarında teşekkül ederler. Lepidokrokiti dayanıklı değildir. Ortamdaki koşullara göre tekrar iki değerli demir bileşiklerine veya yeterli ve devamlı oksijen varsa Götiti'e dönüşür. Maghemiti (γ - Fe_2O_3) topraktaki iki ve üç değerli demir bileşiklerinin, organik maddenin etkisi ile (özellikle yangınlar ve turbalık yangınlarında) ve yüksek ısı altında meydana gelir. Maghemiti kırmızı-kahve renktedir (SCHWERTMAN, U. 1965. sh. 37).

Yukarıda sıralananlardan başka toprakta Magnetiti (Fe_3O_4) ve İlmeniti (FeTiO_3) te bulunur. Bu ikisi ağır minerallerden olup, güç ayrışırılar. Bunlar magmatik orijinlidirler. Toprağın oluştuğu anataştan gelirler. Magnetiti ve İlmeniti yukarıda sıralanan demir oksitler gibi sekonder bileşikler olmayıp, anataştan gelen primer demir oksitlerdir. Magnetiti ve İlmeniti ileride bahsedilecek olan ditiyoniti ve oksalat çözeltilerinde çözünmezler.

Buraya kadar verilen kısa açıklamadan da anlaşılacağı üzere toprakta biri anataştan gelen minerallere ve kile bağlı, diğeri de ayrışma sonunda yeniden teşekkül etmiş demir bileşikleride bulunmaktadır. Bunlardan birincisi gruptakini topraklaşmamış demir, ikinci gruptakini ise topraklaşmış (pedogen) demir bileşikleride olarak tanımlayabiliriz. Topraklaşmış demir bileşikleride, amorf demir bileşikleride, ve kristal-

leşmiş demir bileşikleri olmak üzere ikiye ayrılabilir. Topraklaşmış demir bileşiklerinde bağlı bulunan demir iyonları ditiyonitte çözünebilen demir fraksiyonu olarak ta tanımlanmaktadır. Topraklaşmış demir fraksiyonu Fe_3 simgesi ile gösterilir (ditiyonitten ötürü). Amorf demir bileşiklerinde bağlı bulunan demir iyonları aktif demir veya oksalat çözeltisinde çözünebilen demir fraksiyonu olarak tanımlanmaktadır. Aktif demir fraksiyonu Fe_2 simgesi ile gösterilir (oksalattan ötürü). Toprağın total demir muhtevası ise topraklaşmış ve topraklaşmamış demir fraksiyonlarının tamamını kapsar ve Fe_1 simgesi ile gösterilir. Buradan;

Topraklaşmamış demir = $Fe_2 + Fe_3$ olarak bulunur.

Aktif demirin, topraklaşmış demire oranı (Fe_2/Fe_3) topraktaki yıkanma olayının aktivitesini göstermektedir. Özellikle amorf demir bileşiklerinin fazla bulunduğu genç topraklarda bu oran yüksek olarak bulunmuştur (SCHWERTMANN, U. 1964 sh. 194). Keza organik maddenin fazla bulunduğu horizonlarda da bu oran yüksektir (SCHWERTMANN, U. 1964 sh. 194). Fe_2/Fe_3 oranından faydalanarak toprakların genetik gelişim safhaları arasındaki farklar incelenebilmektedir (SCHWERTMANN, U. 1964, sh. 194; BLUME, H. P. - SCHWERTMANN, U. 1969). Topraklaşmış demir fraksiyonunun toprağı yıkanma ve birikme horizonlarındaki miktarlarının birbirine oranı ile bu horizonlar arasındaki fark analitik olarak ortaya konmaktadır. Yıkanma ve birikme horizonlarındaki topraklaşmış demir (Fe_2) miktarlarının oranı ile yıkanma olayının şiddeti hakkında fikir edinilmektedir.

3. TOPRAĞIN İNCELENMESİ METODLARI

Toprakların arazide incelenmesi ve horizonlarının ayırılabilmesi için gerekli bilgi A. IRMAK (1954) tarafından daha önce verilmiştir. Horizon özelliklerine göre toprakların genetik gelişim safhalarının arazide ayırılabilmesi için bir ayırım anahtarı da tertiplenmiştir (KANTARCI, M. D. 1972). Toprak horizonlarına göre alınan ve analize hazırlanan örnekler aşağıdaki sıra ile incelenmişlerdir.

- (1) Higroskopik nem tayini
- (2) Tane çaplarının tayini
- (3) pH tayini
- (4) Organik karbon tayini
- (5) Azot tayini
- (6) Total demir ve diğer katyonların total miktarlarının tayini
- (7) Topraklaşmış demir miktarının tayini
- (8) Aktif demir miktarının tayini
- (9) Toprağın mübadele edilebilir katyonlarının ve mübadele kapasitesinin tayini

Toprakların higroskopik nem, tane çapı, pH, organik karbon, azot muhtevalarının ve katyonların total ve mübadele edilebilir miktarlarının tayini için gerekli bilgiler daha önce A. IRMAK (1954) ve F. GÜLÇUR (1974) tarafından verilmiştir. Katyonların total miktarları, total demir için elde edilen toprak çözeltisinde, müba-

dele edilebilir miktarları ise Mehlich metodu ile tayin edilmişlerdir. Bu analiz metodlarının burada tekrarına lüzum görülmemiştir. Buna karşılık demir fraksiyonlarının tayini için kullanılan metodlardan konunun öneminden dolayı bahsedilmiştir.

3.1. Total demirin tayin edileceği toprak çözeltisinin elde edilmesi

Topraktaki bütün demir bileşiklerinde bağlı bulunan demir miktarının tayini için iki temel metod kullanılmaktadır.

- (1) Fluorik asitte toprağın eritilmesi metodu (SCHLICHTING, E. - BLUME, H. P. 1966'dan genişletilerek)
- (2) Susuz sodyum karbonatta toprağın eritilmesi metodu (GÜLÇUR, F. 1974)

Asit ortamda toprağın eritilmesi metodunda toprak akik veya porselen havanda çok ince öğütülerek analize hazırlanır. Bu topraktan 0.2 veya 0.5 gr örnek tartılıp 30 ml'lik platin krözede eritilir. Krözeye konulan toprak örneği önce yüksek fırında 500°C'ta veya alevde kröze kızarana kadar kızdırılarak organik madde yakılır. Kröze soğutulup bir miktar arı su ile toprak ıslatılır. Krözelerle 1 ml derişik (% 60 veya % 68) perklorik asit (HClO₄) ve 10 - 15 ml % 40'lık (veya % 48) fluorik asit eklenir¹⁾. Bundan sonra krözeler davlumbaza yerleştirilmiş kızgın kum banyosuna oturtulurak, kröze kapakları 9/10 oranında kapatılıp buharlaşmaya terk edilir²⁾. Platin kaplarda buharlaşma tamamlanınca, çökelek fazla kurutulmaz. Krözeler hemen kum banyosundan alınır ve soğumağa terk edilir. Krözeler soğuduktan sonra pisetten püskürtülen arı su ile kapak kröze içine yıkanır. Kröze kapağında tortu izi kalmamasına dikkat edilir. Krözede ki çökelek üzerine 10 ml 5 normal HCl ve 5 ml H₂O₂ eklenir. Krözeler 10 dakika kadar kum banyosuna oturtulup kızdırılarak çökelek çözündürülür. Böylece toprakta bulunan demirin tamamı FeCl₃ haline dönüşmüş olur. Çökelek çözündükten sonra elde edilen sıvının tortusuz olması gerekir. Tortu bulunması halinde krözede ki sıvı tamamen buharlaştırılır. Kröze soğutulur. Çökelek üzerine tekrar 1 ml derişik (% 60) HClO₄ ve 10 ml derişik (% 40) HF eklenerek işlem tekrarlanır. Tortusuz çözelti elde edildikten sonra kröze muhtevası 100 ml'lik bir balon jøjeye, madde kaybına meydan verilmeden, aktarılır. Balondaki çözeltide tortu bulunmamalıdır³⁾. Silisyum tayini yapılmayacak örneklerin eritilmesi bu metoduyla yapılır. Özellikle sodyum tayininin önemli görüldüğü toprakların bu metoduyla işlenmesi gerekmektedir.

Toprağın eritilmesi için susuz sodyum karbonat metodu da kullanılır. Özellikle silisyum tayini de yapılması öngörülen araştırmalarda bu metod kullanılır. Susuz sodyum karbonatla eritme metodu hakkında ayrıntılı bilgi daha önce verilmiştir (GÜLÇUR, F. 1974).

3.2. Topraklaşmış demirin tayin edileceği toprak çözeltisinin elde edilmesi

(SCHLICHTING, E. - BLUME, H. P. 1966'dan genişletilerek).

Bu işlemden pH'sı 7.3 olan ekstraksiyon çözeltisi ile topraklaşmış demir bileşiklerinde bağlı demir indirgenir ve çözündürücü sıvıya alınır. Toprakta bulunan ve

¹⁾ Güvenlik için: Perklorik asit davlumbaz penceresi indirilerek ve otomatik pipetle eklenmelidir. Fluorik asit plastik bir ölçek kullanılarak eklenir. Asitlerle çalışırken lastik eldiven kullanılmaktadır. Bu asitler ağızla emilen pipetlerle çekilemez.

²⁾ Davlumbaz devamlı çalıştırılır. Kum banyosunun sıcaklığı 200 - 220°C'ta tutulur. Asitlerin kröze içinde kaynamaması gerekir. Kaynama ve çevreye sıçrama halinde madde kaybı olur.

³⁾ Bu çözeltide Si hariç topraktaki bütün katyonların total miktarları tayin edilebilir. Silisyum fluorik asit kullanıldığı için buharlaşarak ortamdaki ayrılmıştır.

anataştan gelen minerallere bağlı demir (Mağnetit, İmenit gibi demir oksitlerdeki de dahil) çözündürülemez. pH'nın 7.3 te tutulması ile kil mineralleri de tahrib olmazlar ve kil minerallerinin bünyesinde bağlı demir de çözündürülemez.

İşlem için 2 gr hava kurusu toprak örneği 100 ml'lik santrifüj tüplerine konulur. Üzerine 40 ml 0.3 mol sodyum sitrat, 10 ml 0.1 mol sodyum bikarbonat eklenir. Santrifüj tüpleri özel sehpasına oturtulup su banyosuna daldırılır ve ısıtılır. Su banyosunun sıcaklığı 75 - 80°C'ta tutulur. Isınma esnasında tüp muhtevası cam çubuk ile karıştırılır. Yeteri kadar ısındıktan sonra tüplere 1 gr sodyum ditiyonit eklenir. 15 dakika süre ile ve cam çubukla karıştırılarak ısıtmaya devam edilir. Bu süre sonunda santrifüj tüpleri su banyosundan alınıp 5 dakika (3000 devir/dakikada) santrifüje edilir. Tüpteki sıvıda asılı madde çöker. Duru halde kalan toprak çözeltisi 100 ml'lik balon jöjeye kaba filtre kâğıdından aktarılır. Santrifüj bardağındaki çökelek üzerine 20 ml 0.3 mol sodyum sitrat ve 5 ml 0.1 mol sodyum bikarbonat çözeltisi eklenip tekrar su banyosunda ısıtılır. Isındıktan sonra tekrar 0.5 gr sodyum ditiyonit eklenir. Isıtmaya devam edilir. Bu arada devamlı cam çubukla karıştırılır. İşlem sonunda tüpler 5 dakika süre ile (3000 devir/dakikada) santrifüje edilir. Tüpteki duru sıvı balon jöjeye, bir önceki toprak çözeltisinin üstüne, aktarılır. Tüpte kalan çökelek üzerine bu defa 20 ml 0.1 normal magnezyum sülfat çözeltisi eklenir. Cam çubukla tüp muhtevası iyice karıştırılır. Tekrar santrifüje edilir. Tüpteki duru toprak çözeltisi balon jöjeye aktarılır. Böylece balonda yaklaşık 95 ml toprak çözeltisi toplanmış olur. Çözelti arı su ile 100 ml'ye tamamlanır. Elde edilen toprak çözeltisi içinde toprağın organik maddesi de bulunduğundan renk örnekten örneğe değişik olacaktır.

3.3. Aktif demiri tayin edileceği toprak çözeltisinin elde edilmesi (SCHWERTMANN, U. 1964)

Bu işlemde pH'sı 3.25 olan ekstraksiyon çözeltisi ile topraktaki amorf demir oksitler sıvıya alınır^(*). İşlem için 2 gr (amorf demirin az tahmin edildiği örneklerden 5 gr) hava kurusu toprak örneği 150 ml'lik bir erlenmayere (veya şişeye) konur. Üzerine 100 ml amonyum oksalat çözeltisi eklenir^(*). Erlenmayerin ağzı kapatılıp iki saat çalkalanır. Çalkalama işlemi çalkalama makinası ile ve karanlıkta yapılır. Çalkalama sonunda ekstrakt hemen kaba filtre kâğıdından süzülerek bir balon jöjeye veya erlenmayere aktarılır. İlk süzüntü (5 - 10 ml kadar) bulanık geçtiği için atılır. Bundan sonraki duru süzüntüler balonda toplanır. Organik maddenin etkisi ile süzüntü sarı veya daha koyu renkte olabilir. Süzüntü bekletilmez. Organik maddenin tahribi ve demirin yükseltgenmesi için hemen müteakip işleme geçilir. Bu işlem safhasından demirin tayini kısmında bahsedilmiştir.

3.4. Elde edilen çözeltilerde demir tayini metodu

Uç ayrı metod ile elde edilen çözeltilerde demir tayini yapılacaktır. Tayin edilen demir miktarları birbirleri ile karşılaştırılacağı için metodun aynı tutulmasında fayda vardır. Özellikle sodyum ditiyonit çözeltisinde tuz miktarı fazla olduğundan demirin flamfotometre veya atomabsorbsiyonmetre ile tayini güçleşmektedir. Bu nedenle demir tayiniinde kolorimetrik metod kullanılması daha uygundur.

(*) Kullanılan çözelti Tamm çözeltisidir. Bu çözelti koyu renkli şişede ve karanlık yerde saklanır. Çözeltinin hazırlanması için 35,12 gr oksalikasit ve 56,8 gr amonyum oksalat arı su ile 2 litreye çözülür.

Çözeltiler kolorimetrede ölçmeye hazırlanmadan önce bir ön işleme sokulurlar. Bu işlemden çözeltilere geçmiş olan organik madde ve indirgeyici kimyasal maddeler tahribedilerek demir üç değerli duruma yükseltgenir.

Ön işlem için:

1) Fluorik asit ile elde edilen toprak çözeltisinde ön işleme lüzum yoktur. Çözeltide organik madde veya indirgenmiş durumda demir kalmamıştır. Bu çözeltiden 2 ml çekilip 50 ml'lik bir balon jöjeye konulur.

2) Sodyum ditiyonit ile elde edilen toprak çözeltisinde organik maddenin ve ditiyonitin tahribedilmesi, iki değerli demirin de üç değerli duruma yükseltgenmesi gerekmektedir. Bu maksatla demir çözeltisinden 2 ml çekilip 50 ml'lik bir behere alınır. Behere 3 ml derişik HClO_3 eklenerek kum banyosunda veya asbest bir levha üstünde elektrik ocağında (davlumbazda) kuruyana kadar buharlaştırılır⁷⁾. Kurutma ileri derecelere götürülmez. Çökeleğin rengi beyaz kalmalıdır. Kurutma sonunda behere hafifçe soğutulur. Çökelek 3-5 ml arı su eklenip hafifçe ısıtılarak çözündürülür. Kurutma çökelek kahverengiye dönüşene kadar yapılmışsa, arı su ile tam olarak çözünmez ve beherin dibinde bir miktar kalabilir. Bu durumda yeni çözelti çekerek uçurma işlemi baştan tekrarlanmalıdır. Beherdeki çözelti yaklaşık 30 ml arı su ile (piset yardımı ile) 50 ml'lik bir balon jöjeye aktarılır.

3) Amonyum oksalat ile elde edilen toprak çözeltisinde organik maddenin tahribi ve amonyum oksalatın ortamdaki uzaklaştırılması gerekir. Bu arada demirin tamamı da üç değerli duruma yükseltgenmiş olur. Bu maksatla toprak çözeltisinden 5 ml çekilip, 50 ml'lik bir behere alınır. Behere 5 ml derişik HClO_3 eklenir⁷⁾. Behere kum banyosuna veya asbest bir levha üzerinde elektrik ocağına oturtulup (davlumbazda) kurumağa bırakılır. Çökelek tamamen kurutulmaz. Çökelek beyaz renkte iken behere ocağın altına alınır ve hafifçe soğutulur. Behere 3-5 ml arı su eklenir ve tekrar ısıtılarak çökeleğin çözünmesi sağlanır. Beherdeki çözelti yaklaşık 30 ml arı su ile 50 ml'lik bir balon jöjeye aktarılır.

Renk geliştirme :

Yukarıda üç ayrı metotla kazanılan ve ön işleme sokulan toprak çözeltilerinde aynı yoldan renk geliştirilir. Renk geliştirme için 50 ml'lik balon jöjelerdeki çözeltiye 2 ml % 25'lik sülfosalisilik asit eklenir⁸⁾. Balondaki sıvının rengi kırmızıya döner. Balona, renk sarıya dönene kadar, çalkalanarak derişik amonyum hidroksit eklenir. Renk sarıya dönünce fazladan 0.5 ml daha amonyum hidroksit eklenir. Balon arı su ile 50 ml'ye tamamlanır. 30 dakika bekletilir. Sonra kolorimetrede ölçme yapılır. Ayrıca 2 ml % 25'lik sülfosalisilik asit ve yoğun amonyum hidroksit 50 ml'lik bir balona konulup arı su ile tamamlanarak kontrol çözeltisi hazırlanır.

Standart demir çözeltilerinin hazırlanması :

Standart çözeltiler stok demir çözeltisinden alınan porsiyonlarla hazırlanır. Bu maksatla stok I ve stok II çözeltileri hazırlanır.

Stok I çözeltisi : 1 ml'sinde 100 mg Fe^{+2} bulunacak şekilde hazırlanır. Çözeltiyi hazırlamak için 0.7022 gr (0.702163 gr) ferroamonyum sülfat⁹⁾ tartılıp 500 ml arı

⁷⁾ Organik maddenin ve ditiyonitin tahribi ve demirin üç değerli duruma yükseltgenmesi için hidrojen peroksit (H_2O_2) kullanılabilir. Ancak H_2O_2 ile işlem uzamaktadır. İhtiyatlı davranmak şartı ile perklorik asit (HClO_3) kullanılması zaman kazandırmaktadır.

⁸⁾ Fazla örnekle çalışıldığında büret kullanarak.

⁹⁾ $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ formül tartısı 392.158 gr. Formüldeki demir miktarı 55.85 gr.

suda çözülür ve üzerine 20 ml derişik sülfirik asit (H_2SO_4) eklenir. Daha sonra hacim arı su ile litreye tamamlanır.

Stok II çözeltisi : Stok I çözeltisinden 10 ml çekilip arı su ile litreye seyreltilir. Bu çözeltinin 1 ml'sinde 1 mg Fe vardır.

Standart çözeltilerin hazırlanması için stok II çözeltisinden sırası ile 2, 4, 6, 8, 10, 14, 16, 20, 30 ml çekilip 50 ml'lik beherlere alınır. Beher muhtevası demirin üç değeri duruma yükseltgenmesi için 5 ml derişik $HClO_4$ ile kum banyosunda ısıtılıp buharlaştırılır. İleri derecede kurutulmadan çökelek arı su ile çözülüp 50 ml'lik balon jojeye aktarılır. Renk geliştirilir ve 30 dakika sonra kolorimetrede ölçme yapılır.

Kolorimetrede ölçme :

Kolorimetre, demir tayini için 436 mikron dalga boyuna ayarlanır. Ölçme için 1 cm'lik küvetler kullanılabilir. Daha geniş küvetlere konulan çözelti koyu renk verdiği için yüksek demir mevcudiyetinde ölçmeyi güçleştirebilir. Kolorimetrenin skalası kontrol çözeltisi için 100'e ayarlanır. Skalanın 100'de bulunup bulunmadığı her üç ölçmede bir kontrol edilir. Bu iş için küvetlerden birinin kontrol çözeltisi ile dolu olarak devamlı küvet akısında bulundurulması gerekir. Okunan değerler standartlardan elde edilen değerlere göre çizilen bir grafiğe veya hesaplanan bir formüle uygulanarak demir miktarları bulunur.

4. İNCELENEN TOPRAKLARDA ELDE EDİLEN BULGULAR

Giriş bölümünde de belirtildiği gibi, inceleme için seçilen toprak gelişim sırasında bulunan tipik toprak tipleri örnek olarak alınmışlardır. Bu toprakların hepsi Kuzey Trakya Dağlık Orman Yetiştirme Bölgesinde (Yıldız Dağlık Kütlesinde) ince kristalli şistlerden oluşmuş topraklardan seçilmişlerdir. Esmer Orman Toprağı tipinde iki toprak kesiti, Solgun - Esmer Orman Toprağından iki toprak kesiti, Boz - Esmer Orman Toprağından iki toprak kesiti örnek olarak alınmıştır. Diğer bir toprak kesiti arazi incelemelerinde Podsol - Esmer Orman Toprağı görünümünü vermekte idi. Böylece toplam 7 toprak kesiti incelenmiştir.

Esmer Orman Toprakları :

T.P. - 121 ve T.P. - 122 numaralı iki kesitte incelenen topraklar arazide morfojenetik değerlendirmelere göre Esmer Orman Toprağı tipine girmektedirler¹⁰⁾ (MÜCKENHAUSEN, E. 1962 - 66). Bu kesitlerin tanımları ekte verilmiştir. Her iki toprak kloritli şist anataşından oluşmuştur. Anataşın ufalanma zonu yoktur. B - C horizonu anataş üstünde yer almaktadır. Bu zonda topraklaşmamış demir miktarı ($Fe_0 - Fe_d$) iki kesitte de birbirine yakındır. Bu durum iki toprağın anataşlarının demir muhtevası bakımından da denk olduğuna işaret etmektedir. Her iki kesitte kil miktarları ve toprak tekstürleri de birbirine çok yakındır (Tablo 2 - 3, Şekil 1 - b). İki toprak arasında önemli fark A_0 horizonunda organik karbon miktarında bulunmuştur. Bu fark ağaç türüne, dolayısıyla ölü örtünün miktarına ve özelliğine bağlıdır. Organik maddenin T.P. - 121'in A_0 horizonunda yüksekliği bu zonda hacim ağırlığının (toprak + taş) düşük olmasını sonuçlandırmıştır (Tablo 2 - 3 ve Şekil 1 - a). Aktif demirin topraklaşmış demire oranı (Fe_0/Fe_d) % 60'ın üstünde bulunmaktadır. Bu yüksek oran her iki Esmer Orman Toprağının A_0 ve B, ho-

¹⁰⁾ T.P. : Trakya'da incelediğimiz toprak profilleri için kullanılan özel simgedir.

rizonlarında yüksek bir yıkanma aktivitesini göstermektedir (Tablo 2-3 ve Şekil 2-c).

Solgun - Esmer Orman Toprakları :

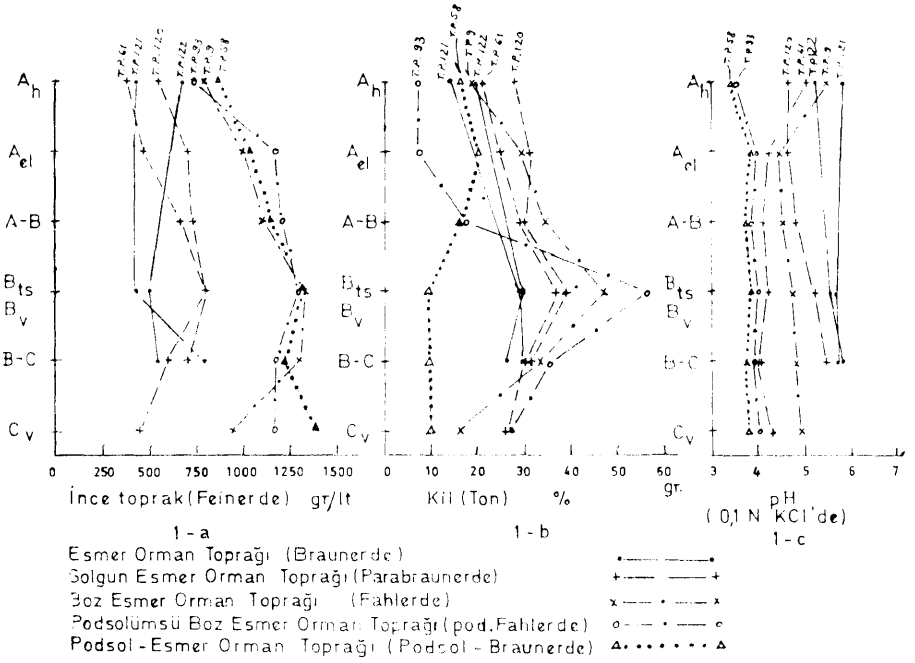
T.P. - 61 ve T.P. - 120 numaralı kesitlerde incelenen topraklar arazide yapılan morfojenetik değerlendirmelere göre Solgun - Esmer Orman Toprağı tipindedirler. Bu topraklar yabancı literatürde Sol lésive veya Parabraunerde olarak adlandırılmışlardır (MUCKENHAUSEN, E. 1962 - 66). Solgun kahverengi bir yıkanma ve kırmızısı kahverengi bir birikme horizonuna sahiptirler. Özellikle kil bölümünün toprak kesitinde yukarıdan aşağı taşınıp birikmesi tipiktir (Tablo 4-5 ve Şekil 1-b). Kil bölümünün toprak içinde yer değiştirmesi yıkanma ve birikme horizonları arasında hacim ağırlığı ve tane çaplarındaki farklara sebep olmuştur. Ayrıca birikme horizonunda strüktür elemanlarının yüzeylerinde bulunan kil kaymakları çok karakteristiktir. Solgun - Esmer Orman Toprağı tipine bu ismi Esmer Orman Toprakları sınıfında bulunduğu için ve solgun yıkanma horizonlarından ötürü verdik. Örnek toprakların tanımları ekte verilmiştir (Tablo 4-5). Her iki toprağın da anataşı kloritli şisttir. Anataş ufalanma zonundaki topraklaşmamış demir miktarı ($Fe_1 - Fe_2$) birbirine çok yakındır. Toprakta yukarıdan aşağı belirgin bir kil taşınma ve birikmesinin meydana geldiği analitik olarak ta saptanmıştır. Yıkanma horizonundaki kil miktarının birikme horizonundaki kil miktarına oranı T.P. - 120'de % 79, T.P. - 61'de % 68 olarak bulunmuştur. Toprakların pH değerleri de yıkanma zonunda 4.2 - 4.6 (0.1 N KCl'de) arasında bulunup kil taşınma ve birikmesi için uygun sınırlar arasındadır (Tablo 4-5 ve Şekil 1-c). Topraklaşmış demir fraksiyonu da yıkanma ve birikme horizonları arasında fark göstermektedir (Tablo 4-5 ve Şekil 2-a). Yıkanma horizonundaki Fe_3 miktarının birikme horizonundaki Fe_4 miktarına oranı T.P. - 120'de % 87, T.P. - 61'de % 72 olarak bulunmuştur. Bu oranlar topraklaşmış demir fraksiyonunun henüz aşırı derecede bir yıkanma ve birikmeye uğramadığına işaret etmektedir. Ancak aktif demir fraksiyonunun topraklaşmış demir fraksiyonuna oranı (Fe_5/Fe_6) orta derecede bir yıkanma aktifliğini göstermektedir. Fe_7/Fe_8 oranı her iki toprağın da üst horizonlarında (A_1 , A_2 , A-B) % 30 - 60 arasında kalmaktadır (Tablo 4-5 ve Şekil 2-c).

Boz - Esmer Orman Toprakları :

T.P. - 9 ve T.P. - 93 numaralı kesitlerde incelenen topraklar arazide yapılan morfojenetik değerlendirmelere göre Boz - Esmer Orman Toprağı tipindedirler. Bu topraklar özellikle genetik toprak sistematğinde Fahlerde olarak tanımlanmışlardır (MUCKENHAUSEN, E. 1962 - 66). Solgun - Esmer Orman Toprağından daha ileri gitmiş bir kil taşınma ve birikmesine ve daha asit yıkanma horizonuna sahiptirler (Tablo 6-7 ve Şekil 1-b, 1-c). Yıkanma horizonu boz rengi, birikme horizonu da daha kırmızısı rengi ile belirginlerdir.

Örnek olarak seçilen iki toprağın tanımları ekte verilmiştir (Tablo 6-7). Bu iki topraktan T.P. - 9'daki toprağın anataşı serisit şist, T.P. - 93'teki toprağın anataşı kuvars serisit şisttir. T.P. - 9'daki toprağın ufalanma zonunda topraklaşmamış demir miktarı ($Fe_1 - Fe_2$) 2.454 gr 100 gr toprak, değeri ile kloritli şistlerin topraklarının aynı horizontdaki demir miktarının yarısı kadardır. T.P. - 93'ün ufalanma zonundaki topraklaşmış demir miktarı ise 1.250 gr/100 gr toprak, değeri ile çok düşüktür. Kesit boyunca yukarıdan aşağı çok belirgin bir kil taşınma ve birikmesi vardır. Yıkanma ve birikme horizonları arasında kil miktarlarının birbirine oranı T.P. - 9'da % 13 olarak bulunmuştur. Toprağın yıkanma zonunda pH değeri T.P. -

9'da 4.4, T.P. - 93'te 3.9 olarak (0.1 N KCl'de) ölçülmüştür. T.P. - 9'daki pH değeri kil bölümünün taşınma ve birikmesi için uygun sınırlar arasında kalmaktadır. T.P. - 93'teki pH değeri ise kilin tahribolduğu ve podsolleşmenin başladığı şiddetli asit ortama girmektedir (Tablo 6 - 7 ve Şekil 1 - c). Topraklaşmış demir miktarlarından



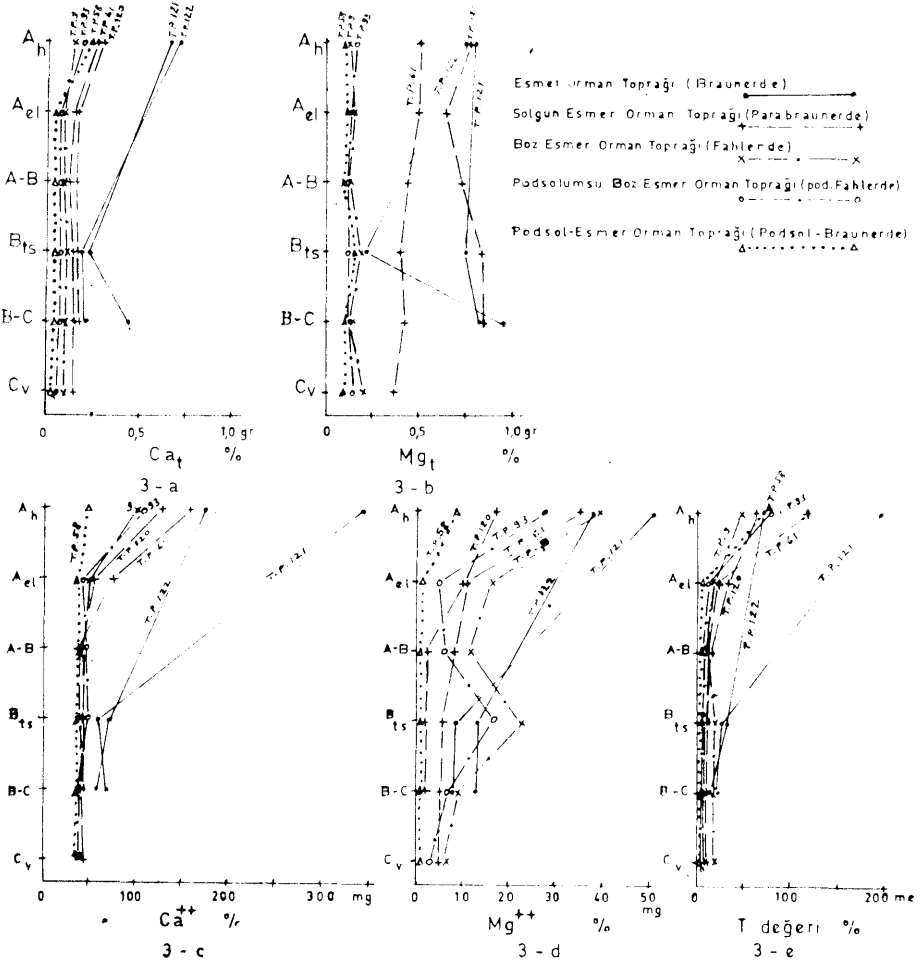
Şekil 1. Kuzey Trakya Dağlık Orman Yetiştirme Bölgesinde silikat anataşlarından oluşmuş tipik topraklarda ince toprak miktarının (gr/Lt), kil bölümünün (%), ve pH değerinin (0.1 N KCl'de) toprak horizonlarına göre değişimi.

Abb. 1. Die Variierung der Feinerdegehalte, Tongehalte und pH - werte nach den Bodenhorizonten der typischen Böden aus silicatischen Ausgangsgesteinen im Nord - Thrakischen Gebirgslandschaft.

da yıkanma ve birikme olayının ilerlemiş olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 6 - 7 ve Şekil 2 - a). Yıkanma ve birikme horizonları arasında topraklaşmış demir miktarlarının birbirine oranı T.P. - 9'da % 43, T.P.93'te % 26'dır. Aktif demir fraksiyonunun topraklaşmış demire oranı (Fe_0/Fe_3) orta dereceli bir yıkanma aktifliğini göstermektedir (Tablo 6 - 7 ve Şekil 2 - c). Ancak T.P. - 93'ün A_h horizonundaki yüksek aktiflik oranına (% 89) dikkati çekmek gerekir. Kanımızca bu yüksek aktiflik oranında düşük pH değerleri ile asit karakterdeki kara çam ölü örtüsünün etkisi bulunmaktadır.

Podsol - Esmer Orman Toprağı :

T.P. - 58 numaralı kesitte incelenen toprak arazideki değerlendirmemizde Podsol'e benzetilmiştir. Toprağın oluştuğu anataş kuvars - serisit sistemdir. Kesitte yukarıdan aşağıya kil taşınma ve birikmesi saptanamamıştır (Tablo 8 ve Şekil 1 - b). Buna karşılık belirgin ağarmış ve kırmızı renkleri ile yıkanma ve birikme horizonları görülmüştür. Ayrıca kalın ve tam ayrışmamış, siyah renkte bir meşe + kayın + orman güllü ölü örtüsü ilgi çekicidir. Toprak tanıtımı ekte verilmiştir (Tablo 8). Toprağın



Şekil 3. Kuzey Trakya Dağlık Orman Yetiştirme Bölgesinde silikat anataşlarından oluşmuş tipik topraklarda total kalsiyum (Ca_t), total magnezyum (Mg_t), değiştirilebilir kalsiyum (Ca^{++}), değiştirilebilir magnezyum (Mg^{++}) ve toplam kanyon değişim kapasitesi (T değeri) miktarlarının toprak horizonlarına göre bulunuşu.

Abb. 3. Die Variierung der totalen Calcium (Ca_t), totalen Magnesium (Mg_t), austauschbaren Calcium (Ca^{++}), austauschbaren Magnesium (Mg^{++}) -gehalte und totalen Austauschkapazität (T - wert) nach den Bodenhorizonten aus silicatischen Ausgangsgesteinen im Nord-Thrakischen Gebirgslandschaft.

laboratuvarındaki incelemelerinde de kumlu bir tekstüre sahip bulunduğu, topraklaşmış demirin yıkanma ve birikme horizonlarındaki miktarlarının birbirine oranının % 50 olduğu anlaşılmıştır. Aktif demir fraksiyonunun topraklaşmış demire oranı (Fe_w/Fe_d) üst toprak horizonlarında çok yüksek bir yıkanma aktifliğini göstermektedir (Tablo 8 ve Şekil 2 - c). Toprağın pH değerleri A_h ve A_{el} horizonlarında 3.5 ve 3.8 (0.1 N KCl'de) olarak ölçülmüştür (Tablo 8, Şekil 1 - c). Bütün bulgular bu toprağın Solgun - Esmet Orman Toprağı → Boz - Esmet Orman Toprağı gelişim sıra-

sında olmadığını, aksine tipik Podsol'e giden Esmer Orman Toprağı → podsolimsü Esmer Orman Toprağı → Podsol - Esmer Orman Toprağı → Esmer Orman Toprağı - Podsol → Podsol gelişim sırasında bulunduğu işaret etmektedir. Ancak aynı toprakta baz doygunluğu oranı ($\% V=S/T$) yüksek bulunmuştur (Tablo 8). Baz doygunluğu oranı yıkanma zonunda $\% 42$, birikme zonunda $\% 47$ 'dir. Bu oranlar tipik Podsol'lerden çok yüksek sayılırlar.

I. TARTIŞMA VE SONUÇ :

Yukarıdan beri dört toprak tipi bir metod sisteminde incelenmeğe çalışılmıştır. Toprakta yıkanma ve birikme olaylarının incelenmesinde burada verilen metod sistemini destekleyen diğer bazı metodların da kullanılması gerekebilir. Metod sistemimizde arazideki morfogenetik toprak tanımlamasına ve laboratuvarında kil bölümlünün taşıyıp birikmesi ile demir fraksiyonlarının yıkanma ve birikmesinin analitik olarak incelenmesine ağırlık verilmiştir. Bu bulgular toprağın reaksiyonuna, organik madde miktarına, C/N oranları ile mübadele edilebilir katyonlara, baz doygunluğu ($\% V$) oranına ve total katyonlara ait bilgilerle desteklenmiştir. Bu metod sistemi ile ülkemizde ılıman iklimlerin hakim olduğu bölgelerde silikat anataşından oluşmuş toprakların genetik gelişimlerine ait önemli bilgileri elde etmek mümkün görünmektedir.

Toprak tanımlama tablolarında da görüldüğü üzere arazide horizonların ayırtılması ile toprakların bulunduğu genetik gelişim safhaları hakkında temel bilgiler elde edilmiştir. Laboratuvarında elde edilen analiz sonuçları arazideki bulgularımızı desteklemektedir. Bu cümleden olarak aşağıdaki sonuçları sıralayabiliriz.

Toprağın hacim ağırlığındaki farklar :

Toprakların genetik gelişimleri ilerledikçe hacim ağırlığında da farklar meydana gelmiştir. Esmer Orman Topraklarının A_0 horizonları bir anlamda yıkanmanın başlama eğiliminde olduğu veya başladığı zonlardır. Fakat B_0 horizonları tipik birikme zonu durumunda değildir. B_0 horizonu daha çok ufalanma ve ayrışma ile bir taraftan da kil minerallerinin olduğu zon olup «balçıklanma zonu» olarak tanımlanırlar. Esmer Orman Topraklarının A_0 ve B_0 horizonları arasında ince toprağın hacim ağırlığı (gr./lt) farkı T.P. - 121'de belirgin değildir. T.P. - 122'de ise bu fark A_0 horizonu lehinedir. Taşlılık oranı her iki toprağın A_0 ve B_0 horizonlarında birbirine yakındır (Tablo 2 - 3, Şekil 1 - a).

İnce toprağın birim hacimdeki ağırlığı Solgun - Esmer Orman Toprağında daha az, Boz - Esmer Orman Toprağında daha fazladır. İnce toprağın birim hacimdeki miktarının Esmer Orman Toprağından Boz - Esmer Orman Toprağına doğru arttığı görülmektedir. Buna karşılık birim hacimdeki taşlılık oranında azalma vardır (Tablo 2 - 3 ve Şekil 1 - a). Yıkanma ve birikme horizonları arasında birim hacimdeki ince toprak farkı bu horizonlar arasında bir sıklık farkının bulunduğunu işaret etmektedir. Bu bulgu toprağın bazı bölümlerinin yukarıdan aşağı taşıyıp biriktiriminin de belirtisidir.

Toprağın tekstüründeki farklar ve kil bölümünün taşıyıp - birikmesi :

Esmer Orman Topraklarında A_0 ve B_0 horizonlarının tekstürleri farklı bulunmuştur. T.P. - 121'de toprak A_0 horizonunda balçık türünde, balçıklanma (B_0) zo-

nunda ise balçıklı kil türündedir. T.P. - 122'de toprak A₁ zonunda killi balçık türünde, balçıklanma zonunda ise balçıklı kil türündedir. Solgun - Esmer Orman Topraklarının yıkanma (A₁) ve birikme (B₁) horizonlarında toprak balçıklı kil türünde bulunmuştur (Tablo 4 - 5). Buna karşılık Boz - Esmer Orman Topraklarında yıkanma zonunda kumlu, birikme zonunda ise killi tekstürde toprak bulunduğu anlaşılmaktadır (Tablo 6 - 7). Podsol - Esmer Orman Toprağında ise toprak türü yıkanma zonunda (A) kumlu killi balçık iken, birikme zonunda (B) kumlu balçıktır. Bu toprak tipinde yukarıdan aşağı bir kil taşınma ve birikmesi saptanamamıştır (Tablo 8, Şekil 1 - b).

Arazi incelemelerinde kil bölümünün yıkanma ve birikme zonlarında farklı miktarlarda bulunduğu saptanmıştır. Özellikle yıkanma zonundaki toprak parmaklar arasında daha kumlu, birikme zonundaki toprak daha killi bir his vermiştir. Bunun yanında yıkanma zonunda toprağın strüktürünün kısmen tek tane yapısında, birikme zonunda ise köşeli topraklı ve daha ileri gelişim safhasında prizmatik yapıda bulunması kil taşınma ve birikmesinin diğer bir belirtisidir. Fakat birikme zonunda kil birikiminin en belirgin işareti strüktür elemanlarının yüzeyindeki kil kaymaklarıdır. Kil kaymakları hem Solgun - Esmer Orman Toprağında hem de Boz - Esmer Orman Toprağında birikme (B₁) horizonlarında bulunmuştur. Esmer Orman Toprağının balçıklanma zonunda (B) ve Podsol - Esmer Orman Toprağının birikme (B) zonlarında kil kaymakları bulunamamıştır. Kil taşınma ve birikmesi yıkanma ve birikme horizonlarındaki kil miktarlarının birbirine oranı ile ifade edilebilir. Bu oran toprağın gelişim safhası ile doğru orantılı olarak azalmaktadır. T.P. - 121 de % 79, T.P. - 61'de % 68, T.P. - 9'da % 43, T.P. - 93'te % 13 (Tablo 2, 3, 4, 5, 6, 7). Podsol - Esmer Orman Toprağında ise yıkanma zonundaki kil miktarı birikme zonundakinden fazladır (Tablo 8). Kil miktarının birim hacimdaki ağırlığı da (gr/l) yukarıdan aşağı önemli bir miktar kil taşınma ve birikmesinin gerçekleştiğini göstermektedir. Buna karşılık Podsol - Esmer Orman Toprağında birim hacimdaki toprak, yıkanma zonundan birikme zonuna doğru arttığı halde, birim hacimdaki kil miktarı azalmaktadır (Tablo 2 - 8 ve Şekil 1 - b).

Araştırma bölgemizde ılıman bir iklim ve yapraklı bir orman toplumu etkisi altında kil bölümünün yukarıdan aşağı taşınıp birikmesi olayı gerçekleşmiştir. Toprakların reaksiyonu da kil bölümünün serbest kalması (disperzleşmesi) ve taşınmasının gerçekleşmesi için en uygun sınırlar içindedir. Bilindiği gibi kil bölümünün toprak içinde ve düşey yönde taşınıp birikmesi, ılıman bölgelerde, yapraklı orman altında, pH 4.5 - 6.5 arasında optimumundadır⁽¹⁾. Katyonların (özellikle Ca, Fe ve Al) yıkanması kilin serbest kalmasını sağlamaktadır. Hızlı sıızan toprak suyunda süspansiyon olan kil bölümü de çatlaklar ve iri çaplı gözenekler boyunca yukarıdan aşağı taşınıp birikmektedir. Ancak toprak reaksiyonunun daha asitleşmesi (pH < 4.5) bu defa kil minerallerinin tahribine sebep olmaktadır. Özellikle asit ayrışma ürünleri veren toprak ölü örtüsü ve iklimin serinleşmesi, anataşın çok değerli katyonlarca (Ca, Fe, Al gibi) fakirliği üst toprağın asitlik derecesinin artmasını sağlamaktadır. Örneklerimizde de T.P. - 93'te kara çam ormanının asit ölü örtüsü altında (yükselte 155 m) kil bölümünün yıkanma (A₁) horizonunda önemli ölçüde az bulunduğu saptanmıştır. Bu durum kil minerallerinin bir yandan taşınırken bir yandan da bu asit ortamda tahribi ile ilişkili olmalıdır. Diğer yandan T.P. - 58'de (yükselte 655 m) yıkanma zonundan (A), birikme zonuna (B), yani yukarıdan aşağı bir kil taşınma ve birikmesi olayı saptanamamıştır. Bu durum ise pH değerinin düşük ve yıkanmanın ileri derecede bulunduğu ortamda kilin tahriboldüğünü işaret eder görünmektedir. Anataşın iki ve üç değerli katyonlarca fakirliği, yükseltiye bağlı

olarak iklimin nisbi serinlemesi ve nemliliğin artışı, toprak yüzeyinin tamamen orman güllü ile kaplı oluşu bu fikrimizi kuvvetlendirmektedir. Meşe + kayın ormanı altında ve toprağı tamamen kapatan orman güllü örtüsünden dolayı güneş ışınları toprağın yüzeyine ulaşmamaktadır. Bu şartlar altında ölü örtünün ayrışması güçleşmektedir. T.P. - 58'de üst toprak yüzeyinde kalın ve çok belirgin çürüntü tabakasına sahip bir ölü örtü bulunmuştur. Keza A_n horizonunun kalınlığı ve bu horizontdaki yüksek C/N oranı (% 40) da humusun yeterli bir hızla ayrışmadığını göstermektedir. Bu koşullar kil bölümünün yukarıdan aşağı taşınmasından ziyade tahribine daha uygundur¹¹⁾.

Toprak reaksiyonu :

İncelenen toprakların hepsi asit reaksiyona sahiptir. Ancak asitliğin derecesi Esmer Orman Topraklarından Boz - Esmer Orman Topraklarına doğru artmaktadır. Yapraklı orman altında yeralan Esmer Orman Topraklarında ortamın pH 5.2 - 5.8 arasında bulunuşu, bu topraklarda kil bölümünün taşınmağa başlaması için en uygun durumdur. Nitekim daha ileri safhada, yani Solgun - Esmer Orman Toprağı safhasında yıkanma horizonunda pH değerleri T.P. - 61'de 4.2, T.P. - 120'de 4.6 olarak bulunmuştur. Bu safhada belirgin bir kil taşınması da saptanmıştır. Boz - Esmer Orman Topraklarında ise yıkanma horizonunda T.P. - 9'da pH 4.4, T.P. - 93'te pH 3.9 olarak bulunmuştur. Yapraklı orman altında yer alan T.P. - 9 tipik Boz - Esmer Orman Toprağının yıkanma zonuna sahiptir. Kara çam ormanı altında yer alan T.P. - 93'ün yıkanma zonundaki pH değeri ise kilin taşınabildiği fakat aynı zamanda tahribolduğu, yani podsolleşmenin başladığı bir ortamı temsil etmektedir. T.P. - 58'de ise A_n ve A_c zonunda pH değerinin düşüklüğü (pH 3.5 ve 3.8) podsolleşme olayı açısından dikkat çekicidir (Şekil 1 - c)¹¹⁾.

Topraklarda organik karbon miktarı :

Organik maddenin miktarı yanında, oluşturduğu ölü örtünün özellikleri de çok önemlidir. Organik maddenin ayrışması ile meydana gelen ürünlerin asit karakterde olup olmadığı, ölü örtüyü veren bitki toplumuna olduğu kadar, ölü örtünün ayrışmasını etkileyen koşullara da bağlı bulunmaktadır. Araştırdığımız toprakların bir kısmı (T.P. - 121, 122, 61, 120, 9) meşe ve kayın meşcerelerinin altından alınmıştır. Diğer ikisinden T.P. - 58 meşe + kayın + orman güllü meşceresinin altından, T.P. - 93 ise kara çam meşceresinin altından alınmıştır. Toprakta yıkanmanın aktifliği (Fe₀/Fe₃) konusunda ölü örtünün karakteri ve organik maddenin miktarına dikkati çekmek gerekecektir.

Organik maddenin özellikle kolloidal ölçülerde toprak kesiti boyunca yukarıdan aşağı taşınıp birikmesi özellikle podsolleşme olayında önemli bir anlam kazanmaktadır. Demir - humus podsolü oluşumu organik karbonun toprak kesiti boyunca değişiminin incelenmesi ile analitik olarak saptanabilmektedir. İncelediğimiz toprakların birikme zonunda organik karbon miktarında bir artış görülmemiştir. T.P. - 93'te

¹¹⁾ — Kil Bölümünün taşınması için en uygun pH dereceleri 5.5 - 6.5 arasındadır (sh. 334).

Kilin taşınması pH 4.5'ta durur (sh. 383) (Scheffer - Schachtschabel 1970).

— Kil bölümü pH 4.5 - 6.5 arasında taşınabilir (D. Schröder 1969 sh. 88).

— pH 4.5 - 5.0 arasında kil bölümünün taşınması ve tahribi (podsolleşme) birlikte yürür (E. Mückenhausen 1966 sh. 82).

— Podsolleşme şiddetli asit ortamda başlar (pH < 4.5) (Scheffer - Schachtschabel 1970 sh. 383).

— Kil minerali pH 3'ten aşağıda hızla tahribolur.

— Burada bahis konusu olan pH 0.1 N KCl çözeltisinde ölçülen pH değeridir.

A - B ve B₁ horizonlarında görülen artış ise çok önemli değildir. Buna rağmen bu artış toprağın genetik gelişimindeki yönü göstermekte olup diğer bulgularla birlikte ele alındığında ilginç bir işaret sayılabilir. Daha yüksek ve serin - nemli iklime sahip dağlık bölgelerimizdeki toprakların incelenmesinde organik karbonun tayini önemli bilgiler edinmemize yardımcı olabilir.

Diğer taraftan organik karbonun azot miktarına oranı (C/N) özellikle humus tipinin tayini ve ölü örtünün ayrışmasının hükümlendirilmesinde bir ölçü olarak kullanılmaktadır¹²⁾. C/N oranı tek başına önemli bir ölçü olarak ele alınmamalıdır. Ancak toprağın genetik gelişim yönünü gösteren diğer bulguların desteği ile veya onları destekleyecek bir anlam kazanabilir. T.P. - 58'in A₀ horizonunda C/N oranı 40 olarak bulunmuştur. Bu yüksek C/N oranı, toprağın asitliği, ağaç türü, ölü örtünün morfolojik yapısı, yükseltiye bağlı olarak nemli ve serin bir iklimin etkisi, kil taşınmasının olmayışı fakat yüksek yıkanma aktifliği gibi bulguların yanısıra, podsolleşme yönünde bir gelişimi göstermektedir. Diğer toprak kesitlerinde A₀ horizonundaki C/N oranları organik madde ayrışmasının aşırı derecede engellenmiş olduğunu göstermektedir. Bu topraklarda humus tipinin de çürüntülü mul olarak bulunuşu ile C/N oranları arasında uygunluk vardır.

Toprağın demir fraksiyonları :

Topraklaşmamış demir fraksiyonu (Fe₁-Fe₂) incelenen toprakların oluştukları anataşa göre farklı miktarlarda bulunmuştur. Toprağın henüz oluştuğu ufalanma zonu veya B - C horizonunda anataşın etkisi en fazladır. Bu zon hemen anataşın üstünde yer almaktadır. Burada ince toprağın topraklaşmamış demir muhtevası anataştan gelen etki hakkında bir fikir verebilir. Hemen anataşın üstünde yer alan horizonlarda topraklaşmamış demir muhtevası (Fe₁ - Fe₂) kloritli şistlerin topraklarında 3.4 - 4.7 gr/100 gr toprak, arasında bulunmuştur. Topraklaşmamış demir; serisit şist'ten oluşmuş toprağın ufalanma zonunda 2.4 gr/100 gr toprak, Kuvars - serisit şistten oluşmuş toprakların ufalanma zonunda T.P. - 93'te 1.2 gr/100 gr toprak, T.P. - 58'de 0.36 gr/100 gr toprak olarak bulunmuştur. Topraklaşmamış demir muhtevası az olan kuvars - serisit şistlerden oluşan toprakların horizonlarındaki topraklaşmamış demir muhtevalarının, kloritli şistlerden oluşan toprakların horizonlarındakinden az oluşu, anataşın toprak ve toprağın genetik gelişimi üstündeki etkisinin bir belirtisidir (Bak. Tablo 2 - 8 ve Şekil 2 - d).

Topraklaşmış demir (Fe₃) fraksiyonunun yıkanma horizonlarında azaldığı, birikme horizonlarında arttığı görülmektedir. Yıkanma ve birikme horizonlarındaki topraklaşmış demir miktarlarının birbirine oranı Solgun - Esmer Orman Topraklarında % 72 ve % 87, Boz - Esmer Orman Topraklarında % 26 ve % 43, Podsol - Esmer Orman Toprağında ise % 50 olarak bulunmuştur. Bu oranlar toprak kesiti boyunca demirin yıkanıp birikmesinden ileri gelen ve toprağın bulunduğu genetik gelişim safhasına göre değişen renk farklarını da açıklamaktadır (Şekil 2 - a). Topraklaşmış demir muhtevası ile anataş arasında bir ilişkinin de bulunduğu anlaşılmaktadır (Şekil 2 - a).

¹²⁾ Scheffer - Schachtschabel 1970.

C/N oranı: Esmer Orman Toprağının organik horizonunda 10 - 22 arasında,
Solgun - Esmer Orman Toprağının organik horizonunda 10 - 15 arasında,
Boz - Esmer Orman Toprağının organik horizonunda 30 - 40 arasındadır.

C/N oranı hem humusta 30 - 40 arasında, çürüntülü mul tipi humusta 20 civarındadır.

Aktif demir (Fe_0) miktarı özellikle organik maddece zengin A_0 horizonlarında daha fazla bulunmuştur. Toprak tiplerine göre aktif demir fraksiyonları karşılaştırıldığında belirgin farklar görülmektedir. Aktif demirin Esmer Orman Topraklarında en fazla bulunduğu ve Boz - Esmer Orman Toprağı tipine doğru azalma gösterdiği anlaşılmaktadır (Şekil 2 - b). Aktif demir fraksiyonunun miktarı topraklardaki renk farklarını açıklığa kavuşturmaktadır. Esmer Orman Toprağının balçıklanma zonundaki esmer - kahve renk burada aktif demirin fazlalığından ileri gelmektedir. Solgun - Esmer Orman Toprağında ise solgun kahverenkteki yıkanma zonu aktif demirin etkisini göstermektedir. Solgun - Esmer Orman Toprağının birikme zonunda aktif demir fraksiyonu azalmakta, topraklaşmış demirin kristalleşmiş fraksiyonu artmaktadır. Bu durum birikme horizonunun kırmızimsı kahve rengini açıklamaktadır. Boz - Esmer Orman Toprağında aktif demirin çok az oluşu yıkanma zonunun renklenmesine yetmemektedir. Birikme zonunda ise artan kristalleşmiş demir fraksiyonu (Fe_1 - Fe_2) bu zona kırmızimsı rengi vermektedir. Aynı durum Podsol - Esmer Orman Toprağı için de geçerlidir.

Aktif demirin yukarıdan aşağı yıkanması ve birikme horizonunda birikmesi olayı toprağın arazide incelenmesinde de farkedilmektedir. Birikme horizonunda strüktür elemanlarının yüzeyinde biriken kil kaymakları aktif demir ihtiva ettiklerinden esmer renkten kahve rengine kadar değişen tonlara sahiptirler. Bu nedenle strüktür elemanlarının yüzeylerinde daha kahvemsî veya esmer kahvemsî, kesitlerinde kırmızimsı bir renk görülmektedir. Toprağın genetik gelişimi ilerledikçe strüktür elemanlarının yüzeylerinde biriken amorf (aktif) demir fraksiyonu da giderek kristalleşmiş demir fraksiyonuna dönüşmektedir. Böylece strüktür elemanlarının yüzeylerinde koyu kırmızimsı kahve renkte kil + demir kaymakları görülebilmektedir. Bu durum özellikle T.P. - 93'te ve diğer Boz - Esmer Orman Topraklarının birikme horizonlarında tarafımızdan gözlenmiştir.

Demirin aktifliği :

Topraklaşmış demirin aktifliği, topraktaki yıkanma olayının aktifliğinin saptanması için bir ölçek olarak kullanılmaktadır¹. Topraklaşmış demirin aktiflik ölçüsü, amorf demir fraksiyonunun, topraklaşmış demir fraksiyonuna oranı (Fe_0/Fe_1) ile bulunmaktadır. Özellikle organik maddenin bol olduğu horizonlarda demirin aktiflik derecesi artmaktadır. İncelediğimiz profillerde de A_0 horizonlarında aktiflik yüksek derecededir ($Fe_0/Fe_1 > \% 60$, Tablo 2 - 8 ve Şekil 2 - c). Diğer yandan Esmer Orman Topraklarında aktiflik derecesinin yüksek olduğu anlaşılmaktadır ($Fe_0/Fe_1 > \% 60$, Tablo 2 - 8 ve Şekil 2 - c). Solgun - Esmer Orman Topraklarında orta derecede bir aktiflik görülmektedir ($Fe_0/Fe_1 \% 20 - 60$ arasında). Boz - Esmer Orman Topraklarının A_0 horizonlarında (T.P. - 9'da A_{01} 'de de) aktiflik oranı yüksek bulunmuştur. Boz - Esmer Orman Topraklarının daha alt horizonlarında aktiflik derecesi Solgun - Esmer Orman Toprakları seviyesinde bulunmuştur. İlgî çekici bulgu Podsol - Esmer Orman Toprağında üst toprak horizonlarında (A_0 , A_1 , A - B) aktiflik derecesinin yüksekliğidir. Ortamın asitleşmesi demirin aktifleşmesini bununla birlikte yıkanmayı arttırmaktadır. Podsolleşme için tipik olan bu olay incelediğimiz Podsol - Esmer Orman Toprağında da görülmektedir (Tablo 2 - 8 ve Şekil 2 - c, karşılaştırmız BLUME - SCHWERTMANN 1969).

Ayrıca iki değerli katyonların (Ca, Mg) total ve mübadele edilebilir fraksiyonlarının da toprak tipleri arasında belirgin farklar gösterdiği Tablo 2 - 8 ve Şekil 3'ün incelenmesinden anlaşılmaktadır.

Yukarıdan beri incelenen örnek toprak tiplerinde sonuca varmak için önemli bir hususun hatırlanması gerekmektedir. Çok yaygın olarak kullanılan podsol, podsolleşmiş, podsolik tanımlamalarının sınırları nereden başlamaktadır? Toprak genetiğinde podsolleşme deyimi toprak reaksiyonunun çok asit olduğu ve kil mineralinin tahrib edildiği ortamlar için kullanılmaktadır (MÜCKENHAUSEN, E. 1966 sh. 94, 95, 96, 97). 0.1 N KCl'de ölçülen pH derecesinin 4.5'tan aşağı düştüğü topraklarda kilin taşınıp birikmesi duraklamakta ve podsolleşme başlamaktadır. Kil bölümünün taşınma ve birikme olayı pH 4.5-6.5 arasında gerçekleşmektedir. Kilin taşınma ve birikmesi için optimum pH sınırlarının 5.0-6.5 arasında olduğu bildirilmektedir (SCHEFFER - SCHACHTSCHABEL 1970 sh. 334-383). Ilıman iklimlerde pH değerinin 4.5-5.0 arasında olduğu topraklarda kilin taşınması ile podsolleşmenin birlikte yürüdüğü ifade edilmiştir (MÜCKENHAUSEN 1966 sh. 82). Esmer Orman Toprağından gelişen ve kil bölümünün taşınıp birikmesi ile ilerleyen genetik toprak gelişim sırası ile gene Esmer Orman Toprağından başlayan fakat asit ortamda kil mineralinin tahribi ile ilerleyen genetik toprak gelişim sırasını birbirinden ayırmak gerekir. Birincisinde kil tanelerini bağlayabilen katyonların (Ca, Fe, Al gibi) daha fazla bulunduğu ve toprak asitliğinin (anataş, iklim ve bitki örtüsüne bağlı olarak) çok şiddetli olmadığı bazlarca zengin Esmer Orman Toprağı bahis konusudur. Bazlarca zengin Esmer Orman Toprağından aşağıdaki sıraya göre bir gelişim beklenmektedir (MÜCKENHAUSEN, E. 1966 sh. 94, 95, 96, 97).

Esmer Orman Toprağı → Solgun - Esmer Orman Toprağı → Boz - Esmer Orman Toprağı → podsolümü Boz - Esmer Orman Toprağı → Podsol
(pH 4.5'tan aşağı düştüğü topraklarda)

İkincisinde kil tanelerini bağlayabilen katyonların daha az bulunduğu ve toprak asitliğinin kil mineralinin tahribini sağlayacak kadar şiddetli olduğu bazlarca fakir Esmer Orman Toprağı bahis konusudur. Bazlarca fakir Esmer Orman Toprağından aşağıdaki sıraya göre bir gelişim beklenmektedir (MÜCKENHAUSEN, E. 1966 sh. 94, 95, 96, 97).

Esmer Orman Toprağı → podsolümsü Esmer Orman Toprağı → Podsol - Esmer Orman Toprağı → Esmer Orman Toprağı podsolü → Podsol

Bazlarca zengin Esmer Orman Toprağı Orta Avrupa'daki koşullarda Pararendsina'dan gelişmektedir (örneğin Lös anamateryalinden). Bazlarca fakir Esmer Orman Toprağı ise Ranker'den gelişmektedir (MÜCKENHAUSEN, E. 1966, sh. 94, 95, 96, 97). Toprak örneklerinizi aldığımız sahada (Yıldız Dağlık Bölgesinde) Esmer Orman Toprakları kloritli şistlerden oluşmuşlar ve Ranker'den gelişmişlerdir. Bu Esmer Orman Topraklarından Orta Avrupa koşullarında Podsol - Esmer Orman Topraklarının gelişmesi beklenirdi. Halbuki Kuzey Trakya Dağlık Orman Yetiştirme Bölgesinde incelediğimiz topraklarda kil mineralinin tahribi yerine, taşınıp birikmesi olayı ile karşılaşırız. Bu durumu, anataşa bulunan yüksek demir muhtevası, iklimin Orta Avrupa'ya nazaran daha ılıman oluşu ve yapraklı ağaçlardan oluşan bir orman toplumuna bağlayarak açıklamak mümkün görünmektedir. Diğer taraftan Ca, ve Mg, yanında demir miktarı da çok düşük olan kuvars - serisit anataşından oluşmuş toprakta (T.P. - 58) meşe + kayın + orman gülü bitki toplumu altında ve nemli - serin bir iklim etkisinde Esmer Orman Toprağından Podsol - Esmer Orman Toprağı gelişmiştir.

Arazi ve laboratuvardaki incelemeler sonucunda örnek olarak seçilen toprakları şu genetik gelişim sıralarına koymak mümkündür.

Ranker → Esmer Orman Toprağı → Solgun - Esmer Orman Toprağı →
T.P. - 121 ve 122 T.P. - 61 ve 120

Boz - Esmer Orman Toprağı → podsolümsü Boz - Esmer Orman Toprağı → Podsol
T.P. - 9 T.P. - 93

Ranker → Esmer Orman Toprağı → podsolümsü Esmer Orman Toprağı →
Podsol - Esmer Orman Toprağı → Esmer Orman Toprağı podsolü → Podsol
T.P. - 58

Arazi incelemelerimizde kuvars - serisit şistlerden oluşan topraklarda Esmer Orman Toprağına ve podsolümsü Esmer Orman Toprağına örnek bulamadık. T.P. - 58 numaralı toprağın tipik podsol olarak tanımlanması da yüksek baz doygunluğu oranları nedeni ile uygun bulunmamıştır. Diğer taraftan kalın ve belirgin bir yıkanma horizonunun varlığı bu toprağın podsolümsü değil Podsol - Esmer Orman Toprağı olarak tanımlanmasını gerektirmektedir (MÜCKENHAUSEN, E. 1962 - 1966 da genetik toprak sistematigi için verilen esaslara göre).

Sonuç olarak toprakların yıkanma ve birikme horizonlarının incelenmesinde kullandığımız metod sisteminin ilginç ve sonuca götürücü bulguları verdiği anlaşılmaktadır. Elde edilen bulgulara göre ılıman bölgelerimizde silikat anataşlarından oluşan toprakların genetik gelişimlerinin değerlendirilmesi mümkün görülmektedir. Bu inceleme için seçilen örnekler özellikle ince kristalli şistlerden alınmıştır. Aynı bölgede bulunan granit, gnays gibi anataşlardan ve pliosen tortullarından oluşan toprakların incelemesine devam etmekteyiz. Aynı şekilde bahis konusu metod sisteminin kireç taşlarından veya kireçli materyallerden oluşmuş ve daha kurak iklimler altında gelişmiş topraklar için vereceği sonuçları da incelemekteyiz.

Tablo 1.

Toprakların oluştuğu anataşlarda bulunan ve demir ihtiva eden minarallerden bazıları

Mağmatik taşlarda bulunanlar :

| | | |
|----------------|-------------|---|
| Magnetit | Fe_3O_4 | |
| İlmenit | $FeTiO_3$ | |
| Pirit | FeS_2 | |
| Piroksen grubu | Hipersten | $(Mg, Fe)SiO_3$ |
| | Hedenbergit | $CaFe^{+2}Si_2O_6$ |
| | Ojit | $(Na, Ca)(Mg, Fe, Al)(Si, Al)_2O_6$ |
| Amfibol grubu | Tremolit | $Ca_2(Mg, Fe)_3(Si_4O_{11})_2(OH)_2$ |
| | Hornblende | $Ca_2(Mg, Fe, Al)_3(Si, Al)_8O_{22}(OH)_2$ |
| Olivin grubu | Fayalit | Fe_2SiO_4 |
| | Olivin | $(Mg, Fe)_2SiO_4$ |
| Mika grubu | Biyotit | $K(Mg, Fe^{+2}, Mn^{+2})_3(Si, Al)_7O_{20}(OH)_2$ |

Tortul materyallerde bulunanlar :

(Yukarıdakilerden bazıları da bulunabilir.)

| | |
|-----------|---|
| Ankerit | $Ca(Mg, Fe, Mn)(CO_3)_2$ |
| Siderit | $FeCO_3$ |
| Limonit | $H_2Fe_2O_3$ |
| Vivianit | $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ |
| Glaukonit | Muhtelif miktarlarda $FeO, Fe_2O_3, Al_2O_3, MgO, CaO, K_2O$ bulunur. |

Metamorf taşlarda bulunanlar :

(Yukarıdakilerden bazıları da bulunabilir.)

| | |
|-----------|--|
| Granat | $(Ca, Mg, Fe^{+2}, Mn)_3(Al, Fe^{+3}, Cr^{+3})_2(SiO_4)_3$ |
| Stavrolit | $Al_4(SiO_3)_2Fe(OH)_2$ |
| Epidot | $Ca_2(Al, Fe^{+3})_3Si_3O_{12}(OH)$ |
| Kloritoid | $Fe_2Al_2(Al_2Si_2O_{10})(OH)_2$ |
| Almandit | $Fe_3Al_4(SiO_4)_3$ |

Tablo 2 - a

Toprak No. : T.P. 121

İnceleme tarihi : 22.11.1972

Yer : Demirköy - Yeniceköy arasında

Kardeşlik çeşmesi batısındaki yamaç

Yeryüzü şekli : Orta yamaç

Yükselti : 780m. Bakı : Doğu Eğim : % 40

Meşcere ve kapalılığı : Kuru, 10

Hakim ağaç : *Fagus orientalis* Lipsky 5

Karışan ağaç : —

Çalılar : *Rhododendron ponticum* L. 2

Anataş : Klorit şist

Toprak tipi : Esmer Orman Toprağı (Braunerde)

Dış toprak hali : Ölü örtü ile kaplı

Yaprak tabakası (L) : 2 cm.

Kazı derinliği : 100 cm.

Çürüntü tabakası (F) : 1 cm.

Fizyolojik derinlik : 100 cm.

Humus tabakası (H) : 0,5 cm.

Drenaj : Serbest

Humus tipi : Çürüntülü mull

Toprak horizonları :

- 0 — 6 A₁ : Kuru halde humus etkisi ile çok koyu esmer (10 YR 3/1) renktedir. Balçık tekstüründe, kırıntılı strüktüre sahip, sıkıca, % 33 taşlı, inceleme anında nemli, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO₃ yok, kökler pek sık derecede.
- 6 — 40 B₁ : Kuru halde esmer (10 YR 4/3) renktedir. Balçıklı kil tekstüründe, ince - orta çapta köşeli topaklı strüktüre sahip, sıkı, % 68 taşlı, inceleme anında nemli, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO₃ yok, kökler pek sık derecede.
- 40 — 90 B - C : Kuru halde sarımsı kahve (10 YR 5/4) renktedir. Balçıklı kil tekstüründe, orta çapta köşeli topaklı strüktüre sahip, sıkı, % 52 taşlı, inceleme anında nemli, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO₃ yok, kökler sık derecede.
- 90 — C₁ : Toprak ve kökler dar anataş çatlakları arasında bulunuyor. CaCO₃ yok.

Tablo 2 - b

Toprak No. T.P. 121

| | | Horizonlar | | |
|-------------------------|------------------|------------|-----------|-----------|
| | | Ah | Bv | B - C |
| | | 0 - 6 | 6 - 40 | 40 - 90 |
| | | 10 YR 3/1 | 10 YR 4/3 | 10 YR 5/4 |
| Derinlik (Tiefe) | cm | | | |
| Renk (Farbe) | | | | |
| İnce toprak (Feinerde) | gr/lt | 439 | 427 | 785 |
| Taş ve çakıl (Skelet) | gr/lt | 220 | 889 | 853 |
| Taşlılık (Skeletantell) | % | 33 | 68 | 52 |
| Kil (Ton) | gr/lt | 61 | 124 | 236 |
| Kum (Sand) | % gr | 63 | 42 | 51 |
| Toz (Schluff) | % gr | 23 | 29 | 19 |
| Kil (Ton) | % gr | 14 | 25 | 30 |
| Toprak türü (Bodenart) | | B(L) | BK(İT) | BK(İT) |
| pH | H ₂ O | 6.4 | 6.2 | 6.1 |
| | KCl | 5.8 | 5.7 | 5.7 |
| CaCO ₃ | % gr | — | — | — |

Total maddeler %

| | | | | |
|--------------|------|-------|-------|-------|
| Ct | % gr | 13.40 | 2.53 | 1.10 |
| Organik mad. | % gr | 23.05 | 4.44 | 1.89 |
| Nt | % mg | 706 | 170 | 129 |
| Pt | % mg | 52.14 | 22.24 | 16.03 |
| Kt | % gr | 1.948 | 2.436 | 2.430 |
| Nat | % gr | 0.722 | 1.030 | 2.258 |
| Cat | % gr | 0.675 | 0.230 | 0.434 |
| Mgt | % gr | 0.735 | 0.746 | 0.830 |
| Fet | % gr | 3.862 | 4.920 | 5.376 |
| C/N | | 19 | 15 | 8.5 |

Mübadile edilebilir katyonlar ve diğer maddeler %

| | | | | |
|----------------------------------|------|--------|-------|-------|
| K ⁺ | % mg | 65.44 | 23.46 | 20.93 |
| | % me | 1.67 | 0.59 | 0.53 |
| Na ⁺ | % mg | 10.13 | 7.65 | 8.68 |
| | % me | 0.44 | 0.34 | 0.38 |
| Ca ⁺⁺ | % mg | 341.75 | 60.19 | 67.39 |
| | % me | 17.09 | 3.01 | 3.37 |
| Mg ⁺⁺ | % mg | 50.38 | 8.67 | 8.17 |
| | % me | 4.14 | 0.71 | 0.67 |
| S | % me | 23.34 | 4.65 | 4.95 |
| T | % me | 197.32 | 25.17 | 18.50 |
| V | % | 12 | 19 | 27 |
| Fe ₁ | % mg | 1323 | 1751 | 1951 |
| Fe ₂ | % mg | 1124 | 1459 | 1272 |
| Fe ₃ /Fe ₄ | % | 85 | 83 | 65 |
| Fe ₁ -Fe ₄ | % mg | 2539 | 3169 | 3425 |

Tablo 3 a

Toprak No. T.P. 122

İnceleme tarihi : 23.11.1972

Yer : Sergen - Demirköy yolunda
eskiyol - yenyol kavşağında
500 m. Sergen yönünde
(Kaşağan pınarından Sergen yönünde)

Yeryüzü şekli : Orta yamaç

Yükselti : 680 m. Bakı : Doğu - Güneydoğu Eğim : % 40

Meşcere ve kapallığı : Baltalık, 10

Hakim ağaç : *Quercus dschorochensis* K. Koch 4

Karışan ağaç : *Quercus cerris* L. 1

Çalılar : —

Anataş : Klorit şist

Toprak tipi : Esmer Orman Toprağı (Braunerde)

Dış toprak hali : Yeşillenmiş

Yaprak tabakası (L) : 2 cm. Kazı derinliği : 70 cm.

Çürüntü tabakası (F) : — Fizyolojik derinlik : 70 cm.

Humus tabakası (H) : 0,2 cm. Drenaj : Serbest

Humus tipi : Mull

Toprak horizonları :

- 0 — 10 A_h : Kuru halde humus etkisi ile çok koyu esmer (10 YR 3/2) renktedir. Killi balçık tekstüründe, kırıntılı strüktüre sahip, sıkıca, % 27 taşlı, inceleme anında nemli, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO₃ yok, kökler pek sık derecede.
- 10 — 40 B : Kuru halde esmer (10 YR 4/3) renktedir. Balçıklı kil tekstüründe, ince - orta çapta köşeli topaklı strüktüre sahip, sıkı, % 65 taşlı, inceleme anında nemli, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO₃ yok, kökler pek sık derecede.
- 40 — 60 B - C : Kuru halde sarımsı kahve (10 YR 5/4) renktedir. Balçıklı kil tekstüründe, orta çapta köşeli topaklı strüktüre sahip, sıkı, % 67 taşlı, inceleme anında nemli, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO₃ yok, kökler sık derecede.
- 60 — 70 C_h : Ufalannmış anataş zonu, % 95 taşlı, toprak ve kökler taş çatlakları arasında, CaCO₃ yok.

Tablo 2 - b

Toprak No. T.P. 121

| | | Horizonlar | | |
|-------------------------|------------------|------------|-----------|-----------|
| | | Ah | Bv | B - C |
| | | 0 - 6 | 6 - 40 | 40 - 90 |
| | | 10 YR 3/1 | 10 YR 4/3 | 10 YR 5/4 |
| Derinlik (Tiefe) | cm | | | |
| Renk (Farbe) | | | | |
| İnce toprak (Feinerde) | gr/lt | 439 | 427 | 785 |
| Taş ve çakıl (Skelet) | gr/lt | 220 | 889 | 853 |
| Taşlılık (Skeletanteil) | % | 33 | 68 | 52 |
| Kil (Ton) | gr/lt | 61 | 124 | 236 |
| Kum (Sand) | % gr | 63 | 42 | 51 |
| Toz (Schluff) | % gr | 23 | 29 | 19 |
| Kil (Ton) | % gr | 14 | 29 | 30 |
| Toprak türü (Bodenart) | | B(L) | BK(IT) | BK(IT) |
| pH | H ₂ O | 6.4 | 6.2 | 6.1 |
| | KCl | 5.8 | 5.7 | 5.7 |
| CaCO ₃ | % gr | — | — | — |

T o t a l m a d d e l e r %

| | | | | |
|--------------|------|-------|-------|-------|
| Ct | % gr | 13.40 | 2.58 | 1.10 |
| Organik mad. | % gr | 23.05 | 4.44 | 1.89 |
| Nt | % mg | 706 | 170 | 129 |
| Pt | % mg | 52.14 | 22.24 | 16.03 |
| Kt | % gr | 1.948 | 2.436 | 2.430 |
| Nat | % gr | 0.722 | 1.030 | 2.258 |
| Cat | % gr | 0.675 | 0.230 | 0.434 |
| Mgt | % gr | 0.735 | 0.746 | 0.830 |
| Fet | % gr | 3.862 | 4.920 | 5.376 |
| C/N | | 19 | 15 | 8.5 |

Mübadele edilebilir katyonlar ve diğer maddeler %

| | | | | |
|----------------------------------|------|--------|-------|-------|
| K ⁺ | % mg | 65.44 | 23.46 | 20.93 |
| | % me | 1.67 | 0.59 | 0.53 |
| Na ⁺ | % mg | 10.13 | 7.65 | 8.68 |
| | % me | 0.44 | 0.34 | 0.38 |
| Ca ⁺⁺ | % mg | 311.75 | 60.19 | 67.39 |
| | % me | 17.09 | 3.01 | 3.37 |
| Mg ⁺⁺ | % mg | 50.38 | 8.67 | 8.17 |
| | % me | 4.14 | 0.71 | 0.67 |
| S | % me | 23.34 | 4.65 | 4.95 |
| T | % me | 197.32 | 25.17 | 18.50 |
| V | % | 12 | 19 | 27 |
| Fe _d | % mg | 1323 | 1751 | 1951 |
| Fe _o | % mg | 1124 | 1459 | 1272 |
| Fe _o /Fe _d | % | 85 | 83 | 65 |
| Fe _i -Fe _d | % mg | 2539 | 3169 | 3425 |

Tablo 3 a

Toprak No. T.P. 122

İnceleme tarihi : 23.11.1972

Yer : Sergen - Demirköy yolunda
eskiyol - yenyol kavşağında
500 m. Sergen yönünde
(Kaşağan pınarından Sergen yönünde)

Yeryüzü şekli : Orta yamaç

Yükselti : 680 m. Bakı : Doğu - Güneydoğu Eğim : % 40

Meşcere ve kapalılığı : Baltalık, 10

Hakim ağaç : *Quercus dschorochensis* K. Koch 4

Karışan ağaç : *Quercus cerris* L. 1

Çalılar : —

Anataş : Klorit şist

Toprak tipi : Esmir Orman Toprağı (Braunerde)

Dış toprak hali : Yeşillenmiş

Yaprak tabakası (L) : 2 cm. Kazı derinliği : 70 cm.

Çürüntü tabakası (F) : — Fizyolojik derinlik : 70 cm.

Humus tabakası (H) : 0,2 cm. Drenaj : Serbest

Humus tipi : Mull

Toprak horizonları :

- 0 — 10 A₁ : Kuru halde humus etkisi ile çok koyu esmer (10 YR 3/2) renktedir. Killi balçık tekstüründe, kırıntılı strüktüre sahip, sıkıca, % 27 taşlı, inceleme anında nemli, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO₃ yok, kökler pek sık derecede.
- 10 — 40 B₁ : Kuru halde esmer (10 YR 4/3) renktedir. Balçıklı kil tekstüründe, ince - orta çapta köşeli topaklı strüktüre sahip, sıkı, % 65 taşlı, inceleme anında nemli, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO₃ yok, kökler pek sık derecede.
- 40 — 60 B - C : Kuru halde sarımsı kahve (10 YR 5/4) renktedir. Balçıklı kil tekstüründe, orta çapta köşeli topaklı strüktüre sahip, sıkı, % 67 taşlı, inceleme anında nemli, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO₃ yok, kökler sık derecede.
- 60 — 70 C₁ : Ufalanmış anataş zonu, % 95 taşlı, toprak ve kökler taş çatlakları arasında, CaCO₃ yok.

Tablo 4 - b

| Toprak No. T.P. 61 | Horizonlar | | | | | | |
|--|------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|--------|
| | Ah | Acl | A - B | Bts | B - C | Cv | |
| Derinlik (Tiefe) cm | 0 - 3 | 3 - 23 | 23 - 35 | 35 - 55 | 55 - 90 | 90 - 140 | |
| Renk (Farbe) | 10 YR 3, 2 | 10 YR 5/4 | 10 YR 5/4 | 10 YR 4/4 | 10 YR 5, 6 | 10 YR 5/6 | |
| İnce toprak (Feinerde) | 395 gr/lt | 461 | 663 | 599 | 607 | 457 | |
| Taş ve çakıl (Skelet) | 150 gr/lt | 655 | 623 | 593 | 738 | 866 | |
| Taşıllık (Skeletanteil) | 28 % | 59 | 48 | 42 | 55 | 65 | |
| Kil (Ton) | 83 gr/lt | 115 | 192 | 299 | 182 | 119 | |
| Kum (Sand) | 53 % gr | 46 | 47 | 42 | 10 | 53 | |
| Toz (Schluff) | 26 % gr | 29 | 24 | 21 | 30 | 21 | |
| Kil (Ton) | 21 % gr | 25 | 29 | 37 | 30 | 26 | |
| Toprak türü (Bodenart) | BK(IT) | BK(IT) | BK(IT) | BK(IT) | BK(IT) | BK(IT) | |
| pH | H ₂ O | 6.1 | 5.0 | 5.4 | 5.3 | 5.2 | 5.0 |
| | KCl | 5.0 | 4.2 | 4.1 | 4.2 | 4.0 | 4.3 |
| CaCO ₃ | % gr | — | — | — | — | — | — |
| T o t a l m a d d e l e r % | | | | | | | |
| Ct | % gr | 15.73 | 5.73 | 1.23 | 0.88 | 0.60 | 0.88 |
| Organik mad. | % mg | 27.10 | 9.90 | 2.12 | 1.50 | 1.03 | 1.51 |
| Nt | % mg | 540 | 150 | 170 | 100 | 60 | 90 |
| Pt | % gr | 81.40 | 62.30 | 56.90 | 60.10 | 68.20 | 104.20 |
| Kt | % gr | 2.540 | 2.916 | 2.952 | 2.916 | 3.014 | 3.265 |
| Nat | % gr | 0.981 | 1.166 | 1.145 | 0.958 | 1.007 | 1.007 |
| Cat | % gr | 0.280 | 0.168 | 0.122 | 0.152 | 0.153 | 0.153 |
| Mgt | % gr | 0.493 | 0.497 | 0.433 | 0.404 | 0.420 | 0.370 |
| Fet | | 4.627 | 5.231 | 5.557 | 5.896 | 6.049 | 6.716 |
| C/N | | 29 | 32 | 7 | 8 | 10 | 10 |
| Mübadele edilebilir katyonlar ve diğer maddeler % | | | | | | | |
| K ⁺ | % mg | 46.70 | 30.05 | 23.41 | 22.05 | 20.60 | 22.44 |
| | % me | 1.19 | 0.76 | 0.60 | 0.57 | 0.53 | 0.57 |
| Na ⁺ | % mg | 9.08 | 7.89 | 7.63 | 7.60 | 8.90 | 8.76 |
| | % me | 0.39 | 0.35 | 0.34 | 0.33 | 0.39 | 0.38 |
| Ca ⁺⁺ | % mg | 157.73 | 54.50 | 48.09 | 43.08 | 41.19 | 44.33 |
| | % me | 7.89 | 2.73 | 2.40 | 2.16 | 2.06 | 2.22 |
| Mg ⁺⁺ | % mg | 35.28 | 11.46 | 8.14 | 5.57 | 5.34 | 4.93 |
| | % me | 2.91 | 0.95 | 0.67 | 0.46 | 0.44 | 0.40 |
| S | % me | 12.38 | 4.79 | 4.01 | 3.52 | 3.42 | 3.57 |
| T | % me | 113.28 | 20.46 | 12.89 | 11.07 | 8.88 | 8.96 |
| V | % | 11 | 23 | 31 | 32 | 31 | 40 |
| Fe _d | % mg | 1882 | 2030 | 2289 | 2823 | 2859 | 2514 |
| Fe _c | % mg | 867 | 1051 | 862 | 961 | 820 | 615 |
| Fe _o /Fe _d | % | 46 | 52 | 38 | 34 | 29 | 18 |
| Fe ₁ -Fe _d | % mg | 2745 | 3192 | 3268 | 3073 | 3190 | 4202 |
| Kil (Ton) A _{cl} /B _{ts} =0,68 | | | | | | | |
| Fe _d A _{cl} /B _{ts} =0,72 | | | | | | | |

Tablo 5 - a

| | |
|--|---|
| Toprak No. T.P. 120 | |
| İnceleme tarihi : 22.11.1972 | |
| Yer : Balaban (Velika) köprüsü ile Kardeşlik çeşmesi arasında yolun batısındaki sırt | |
| Yeryüzü şekli : Orta yamaç | |
| Yükselti : 600 m. | Bakı : Güneybatı, Eğimi : % 33 |
| Meşcere ve kapahlığı : Kuru, 10 | |
| Hakim ağaç : | Fagus orientalis Lipsky. 4 |
| Karışan ağaç : | Quercus dschorochensis K. Koch 1 |
| Çalılar : | Rhododendron ponticum L. 3 |
| Anataş : Klorit şist | |
| Toprak tipi : Solgun - Esmer Orman Toprağı (Parabraunerde) | |
| Dış toprak hali : Ölü örtü ile kaplı | |
| Yaprak tabakası (L) : | 2 cm Kazı derinliği : 110 cm. |
| (Orman gülleri altında 10 cm) | Fizyolojik derinlik : 100 cm. |
| Çürüntü tabakası (F) : | 2 cm. Drenaj : Serbest |
| Humus tabakası (H) : | 0,5 cm. |
| Humus tipi : Çürüntülü mull | |
| Toprak horizonları : | |
| 0 --- 4 A ₀ : | Kuru halde humus etkisi ile çok koyu esmer (10 YR 3/2) renktedir. Balçıklı kil tekstüründe, kırıntılı strüktüre sahip, gevşek, % 38 taşlı, inceleme anında nemli, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO ₃ yok, kökler pek sık derecede. |
| 4 --- 25 A ₁ : | Kuru halde açık sarımsı (solgun) kahve (10 YR 6/4) renktedir. Balçıklı kil tekstüründe, ince - orta çapta köşeli topaklı strüktüre sahip, sıkıca, % 41 taşlı, inceleme anında nemli, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO ₃ yok, kökler sık derecede. |
| 25 --- 39 A - B : | Kuru halde sarımsı kahve (10 YR 5/6) renktedir. Balçıklı kil tekstüründe, ince - orta çapta köşeli topaklı strüktüre sahip, sıkı, % 50 taşlı, inceleme anında nemli, geçirgen, renk lekesi yok, kökler sık derecede. |
| 39 --- 60 E ₁ : | Kuru halde kırmızımsı kahve (7,5 YR 5/6) renktedir. Balçıklı kil tekstüründe, ince - orta çapta köşeli topaklı strüktüre sahip, topakların yüzeylerinde kil kaymakları var; sıkı, % 48 taşlı, inceleme anında nemli, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO ₃ yok, kökler sık derecede. |
| 60 --- 102 B - C : | Kuru halde kırmızımsı sarı (7,5 YR 6/6) renktedir. Balçıklı kil tekstüründe, ince - orta çaplı köşeli topaklı strüktüre sahip, sıkı, % 51 taşlı, inceleme anında nemli, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO ₃ yok, kökler orta derecede. |
| 102 --- C : | Kuru halde kırmızımsı sarı (7,5 YR 6/6) renktedir. Balçıklı kil tekstüründeki toprak anataşın çatlakları arasında bulunmaktadır. % 90 taşlı, CaCO ₃ yok, kökler taş çatlakları arasında ve seyrek derecede. |

Tablo 5 - b

Toprak No. T.P. 120

| | | Ah | Ael | A - B | Bts | B - C |
|----------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Derinlik (Tiefe) | cm | 0 - 4 | 4 - 25 | 25 - 39 | 39 - 60 | 60 - 102 |
| Renk (Farbe) | | 10 YR 3/2 | 10 YR 6/4 | 10 YR 5/6 | 7.5 YR 5/6 | 7.5 YR 6/6 |
| İnce toprak (Feinerde) | gr/lt | 543 | 703 | 721 | 808 | 700 |
| Taş ve çakıl (Skelet) | gr/lt | 334 | 481 | 715 | 760 | 740 |
| Taşlılık (Skeletanteil) | % | 38 | 41 | 50 | 48 | 51 |
| Kil (Ton) | gr/lt | 152 | 218 | 216 | 315 | 217 |
| Kum (Sand) | % gr | 46 | 42 | 41 | 37 | 41 |
| Toz (Schluff) | % gr | 26 | 27 | 29 | 24 | 28 |
| Kil (Ton) | % gr | 28 | 31 | 30 | 39 | 31 |
| Toprak türü (Bodenart) | | BK(1T) | BK(1T) | BK(1T) | BK(1T) | BK(1T) |
| pH | H ₂ O | 5.8 | 5.5 | 5.6 | 5.7 | 5.7 |
| | KCl | 4.6 | 4.6 | 4.8 | 5.2 | 5.4 |
| CaCO ₃ | % gr | -- | -- | -- | -- | -- |

Total maddeler %

| | | | | | | |
|--------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ct | % gr | 6.11 | 5.58 | 3.34 | 2.26 | 1.15 |
| Organik mad. | % gr | 10.50 | 9.60 | 5.70 | 3.90 | 1.98 |
| Nt | % mg | 273 | 183 | 106 | 77 | 82 |
| Pt | % mg | 46.35 | 41.75 | 36.07 | 39.50 | 38.00 |
| Kt | % gr | 3.372 | 3.607 | 3.693 | 3.681 | 3.861 |
| Nat | % gr | 0.792 | 1.115 | 1.065 | 1.026 | 1.118 |
| Cat | % gr | 0.276 | 0.174 | 0.163 | 0.178 | 0.178 |
| Mgt | % gr | 0.755 | 0.640 | 0.726 | 0.833 | 0.833 |
| Fet | % gr | 5.079 | 5.268 | 5.663 | 6.270 | 6.313 |
| C/N | | 22 | 30 | 32 | 29 | 14 |

Mübadale edilebilir katyonlar ve diğer maddeler %

| | | | | | | |
|----------------------------------|------|--------|--------|-------|-------|-------|
| K ⁺ | % mg | 52.08 | 37.86 | 22.41 | 23.86 | 23.37 |
| | % me | 1.33 | 0.97 | 0.57 | 0.61 | 0.60 |
| Na ⁺ | % mg | 9.90 | 9.72 | 7.64 | 8.63 | 8.13 |
| | % me | 0.43 | 0.42 | 0.33 | 0.38 | 0.36 |
| Ca ⁺⁺ | % mg | 128.65 | 159.97 | 40.75 | 43.16 | 41.65 |
| | % me | 6.44 | 3.80 | 2.04 | 2.16 | 2.08 |
| Mg ⁺⁺ | % mg | 17.19 | 10.44 | 2.04 | 1.27 | 1.26 |
| | % me | 1.42 | 0.86 | 0.16 | 0.10 | 0.10 |
| S | % me | 9.62 | 6.05 | 3.10 | 3.25 | |
| T | % me | 63.69 | 32.40 | 10.90 | 8.89 | 6.88 |
| V | % | 15 | 19 | 28 | 37 | |
| Fe _d | % mg | 1580 | 1706 | 1764 | 1970 | 1882 |
| Fe _e | % mg | 791 | 839 | 991 | 547 | 649 |
| Fe _e /Fe _d | % | 50 | 49 | 56 | 28 | 34 |
| Fe _e -Fe _d | % mg | 3499 | 3562 | 3899 | 4300 | 4431 |

Kil (Ton) A_d/B_e = 0,79Fe_e/A_d/B_e = 0,87

Tablo 6 - a

Toprak No. T.P. 9

İnceleme tarihi : 23.2.1969

Yer : Çilingöz - Çamlıkoy (Kasatura) arasında
Beytepe'nin doğu yamacında

Yeryüzü şekli : Orta yamaç

Yükselti : 235 m. Bakı : Doğu Eğim : % 7

Meşcere ve kapallığı : Baltalık, 9

Hakim ağaç : *Quercus dschorochensis* K. Koch 5

Karışan ağaç : *Sorbus torminalis* L. 2

: *Sorbus aucuparia* L. +

Anataş : Serisit şist

Toprak tipi : Boz - Esmer Orman Toprağı (Fahlerde)

Dış toprak hali : Yeşillenmiş

Yaprak tabakası (L) : 3 cm. Kazı derinliği : 110 cm.

Çürüntü tabakası (F) : — Fizyolojik derinlik : 90 cm.

Humus tabakası (H) : 0,2 cm. Drenaj : Serbest

Humus tipi : Mull

Toprak horizonları :

- 0 — 7 A₃ : Kuru halde humus etkisi ile çok koyu esmer (10 YR 3/2) renktedir. Killi balçık tekstüründe, kırıntılı strüktüre sahip, gevrek, % 9 taşlı, inceleme anında pek kuru, geçirgen, lekelenme yok, CaCO₃ yok, kökler pek sık derecede.
- 7 -- 27 A₂ : Kuru halde çok soğun kahve (bozumsu) (10 YR 7/3) renktedir. Kumlu kil tekstüründe, ince ve orta çapta yarı köşeli topaklı Kumlu kil tekstüründe, ince ve orta çapta yarı köşeli topaklı strüktüre sahip, gevrek, % 7 taşlı, inceleme anında pek kuru, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO₃ yok, kökler sık derecede.
- 27 — 32 A - B : Kuru halde kahvemsı sarı (10 YR 6/6) renktedir. Balçıklı kil tekstüründe, ince ve orta çapta yarı köşeli topaklı strüktüre sahip, sıkı, % 12 taşlı, inceleme anında kuru, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO₃ yok, kökler sık derecede.
- 32 — 53 E₁ : Kuru halde kırmızimsı kahve (7.5 YR 5/6) renktedir. Kil tekstüründe, köşeli topaklı ve ince çapta prizmatik strüktüre sahip, strüktür elemanlarının yüzeyinde kil kaymakları var, pek sıkı, % 5 taşlı, inceleme anında kuru, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO₃ yok, kökler sık derecede.
- 53 — 68 B - C : Kuru halde kırmızimsı sarı (7.5 YR 6/8) renktedir. Balçıklı kil tekstüründe, köşeli topaklı (orta) strüktüre sahip, sıkı, % 2 taşlı, inceleme anında tazece, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO₃ yok, kökler orta derecede.
- 68 — 110 C₁ : Kuru halde açık kırmızimsı sarı (7.5 YR 7/8) renktedir. Kumlu killi balçık tekstüründe, ufalanmış şist zonu olduğu için strüktür yaprağımsı ve taneli, sıkışmış, % 36 taşlı, inceleme anında tazece, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO₃ yok, kökler seyrek derecede.
- Not : Kök sıklığı meşe dibinden 50 cm. uzaklıkta incelenmiştir.

Tablo 6 - b

Toprak No. T.P. 9

| | Horizonlar | | | | | | |
|------------------------------|------------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-----|
| | Ah | Ae1 | A - B | Bts | B - C | Cv | |
| Derinlik (Tiefe) cm | 0 - 7 | 7 - 27 | 27 - 32 | 32 - 53 | 53 - 68 | 68 - 110 | |
| Renk (Farbe) | 10 YR 3/2 | 10 YR 7/3 | 10 YR 6/6 | 7.5 YR 5/6 | 7.5 YR 6/8 | 7.5 YR 7/8 | |
| Ince toprak (Feinerde) gr/lt | 781 | 1007 | 1123 | 1362 | 1286 | 960 | |
| Taş ve çakıl (Skelet) gr/lt | 80 | 75 | 160 | 65 | 25 | 530 | |
| Taşlık (Skeletanteil) % | 9 | 7 | 12 | 5 | 2 | 36 | |
| Kil (Ton) gr/lt | 148 | 292 | 382 | 640 | 437 | 238 | |
| Kum (Sand) % gr | 55 | 62 | 55 | 29 | 36 | 73 | |
| Toz (Schluff) % gr | 26 | 9 | 11 | 21 | 30 | 11 | |
| Kil (Ton) % gr | 19 | 29 | 34 | 47 | 34 | 16 | |
| Toprak türü (Bodenart) | KB(tL) | KuK(stT) | KB(tL) | K(T) | BK(tT) | KuKB(stL) | |
| pH | H ₂ O | 6.1 | 5.4 | 5.3 | 5.5 | 5.0 | 5.0 |
| | KCl | 5.4 | 4.4 | 4.5 | 4.7 | 4.8 | 4.9 |
| CaCO ₃ | % gr | | | | | | |

Total maddeler %

| | | | | | | | |
|--------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ct | % gr | 4.29 | 1.12 | 2.54 | 0.58 | 0.19 | 0.19 |
| Organik mad. | % gr | 7.40 | 1.90 | 4.37 | 1.00 | 0.33 | 0.33 |
| Nt | % mg | 120 | 100 | 160 | 100 | 80 | 90 |
| Pt | % mg | 34.30 | 34.90 | 19.40 | 12.80 | 49.70 | 58.50 |
| Kt | % gr | 0.804 | 0.795 | 0.964 | 1.781 | 1.442 | 3.999 |
| Nat | % gr | 0.287 | 0.253 | 0.257 | 0.207 | 0.405 | 0.428 |
| Cat | % gr | 0.169 | 0.096 | 0.101 | 0.114 | 0.072 | 0.077 |
| Mgt | % gr | 0.123 | 0.159 | 0.114 | 0.194 | 0.115 | 0.191 |
| Fet | % gr | 1.266 | 1.448 | 2.078 | 4.085 | 3.202 | 3.435 |
| C/N | | 20 | 11 | 24 | 6 | 2 | 2 |

Mübadele edilebilir katyonlar ve diğer maddeler %

| | | | | | | | |
|----------------------------------|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| K ⁺ | % mg | 46.07 | 31.11 | 27.14 | 27.17 | 23.35 | 20.91 |
| | % me | 1.18 | 0.80 | 0.69 | 0.69 | 0.60 | 0.53 |
| Na ⁺ | % mg | 10.75 | 10.63 | 10.15 | 14.49 | 11.29 | 9.95 |
| | % me | 0.47 | 0.47 | 0.44 | 0.65 | 0.49 | 0.43 |
| Ca ⁺⁺ | % mg | 100.84 | 48.61 | 43.13 | 40.63 | 39.51 | 38.76 |
| | % me | 5.05 | 2.43 | 2.16 | 2.03 | 1.93 | 1.91 |
| Mg ⁺⁺ | % mg | 38.13 | 15.95 | 11.16 | 22.26 | 8.47 | 6.12 |
| | % me | 3.13 | 1.32 | 0.91 | 1.83 | 0.70 | 0.50 |
| S | % me | 9.83 | 5.02 | 4.20 | 5.18 | 3.77 | 3.40 |
| T | % me | 45.05 | 14.82 | 11.08 | 20.31 | 17.25 | 16.92 |
| V | % | 22 | 34 | 38 | 26 | 22 | 20 |
| Fe _d | % mg | 626 | 750 | 1200 | 1729 | 1391 | 981 |
| Fe _e | % mg | 437 | 508 | 541 | 246 | 149 | 109 |
| Fe _e /Fe _d | % | 70 | 68 | 45 | 14 | 11 | 11 |
| Fe _e -Fe _e | % mg | 640 | 698 | 878 | 2356 | 1811 | 2454 |

Kil (Ton) A_d/B_e=0,62Fe_d A_d/B_e=0,43

Tablo 7 - a

Toprak No. T.P. 93
 İnceleme tarihi : 28.7.1971
 Yer : Çamlıkoya (Saraydan) inen yol ile
 Sultanbahçe dere arasında
 Yeryüzü şekli : Üst yamaç
 Yükselti : 155 m. Bakı : Kuzeybatı Eğim : % 10
 Meşcere ve kapallığı : Kuru, 10
 Hakim ağaç : Pinus nigra Rehd. 5
 Karışan ağaç : Quercus dschorechensis K. Koch +
 Çalılar : Erica arborea L. 2
 : (Erica arborea açıklıklarda) 3
 : Erica verticillata Forsk 2
 : (Erica verticillata açıklıklarda) 3
 : Arbutus unedo L. 2
 : Cistus sp. 1

Anataş : Kuvars - serisit şist

Toprak tipi : Podsolümsü Boz - Esmir Orman Toprağı (podsolige Fahlerde)

| | | |
|----------------------|----------------------|-------------------------------|
| Dış toprak hali | : Ölü örtü ile kaplı | |
| Yaprak tabakası (L) | : 3 cm. | Kazı derinliği : 130 cm. |
| Çürüntü tabakası (F) | : — | Fizyolojik derinlik : 130 cm. |
| Humus tabakası (H) | : 0,5 cm. | Drenaj : Serbest |

Toprak horizonları :

- 0 — 5 A₁ : Kuru halde humus etkisi ile koyu esmer (10 YR 4/1) renktedir. Kumlu balçık tekstüründe, taneli ve kırıntılı strüktüre sahip, gevşek, % 5 taşlı, inceleme anında kuru, geçirgen, lekelenme yok, CaCO₃ yok, kökler sık derecede.
- 5 — 17 A₂ : Kuru halde boz (10 YR 7/2) renktedir. Kumlu balçık tekstüründe, taneli strüktüre sahip, gevşek, % 7 taşlı, inceleme anında kuru, geçirgen, lekelenme yok, CaCO₃ yok, kökler sık derecede.
- 17 — 24 A - B : Kuru halde çok solgun kahve (10 YR 7/4) renktedir. Kumlu killi balçık tekstüründe, taneli ve ince-orta çapta yarı köşeli topaklı strüktüre sahip, gevşek, % 24 taşlı, inceleme anında taze, geçirgen, lekelenme yok, CaCO₃ yok, kökler sık derecede.
- 24 — 44 B : Kuru halde sarımsı kırmızı (5 YR 5/8) renktedir. Kil tekstüründe, orta çapta köşeli topaklı strüktüre sahip, topakların, yüzeyinde koyu kırmızı renkli kil kaymakları var, sıkı, % 3 taşlı, inceleme anında taze, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO₃ yok, kökler sık derecede.
- 44 — 70 B - C : Kuru halde kırmızımsı sarı (7,5 YR 6/6) renktedir. Balçıklı kil tekstüründe, orta çapta yarı köşeli topaklı strüktüre sahip, gevrek, % 5 taşlı, inceleme anında taze, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO₃ yok, kökler orta derecede.
- 70 — C : Kuru halde çok solgun kahve (beyazımsı) (10 YR 8/3) renktedir. Balçıklı kil tekstüründe, taneli ve ufalanan anataşın şisti yapısına uyan yaprağımsı görünüşte bir strüktüre sahip, gevrek % 6 taşlı, geçirgen, renk lekesi yok, CaCO₃ yok, kökler orta derecede.

NOT : Kök sıklığı Karaçam kök sisteminde incelenmiştir.

Tablo 7 - b

| Toprak No. T.P. 93 | Horizonlar | | | | | | |
|-------------------------|------------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|--------|
| | Ah | Ael | A - B | Bts | B - C | Cv | |
| Derinlik (Tiefe) cm | 0 - 5 | 5 - 17 | 17 - 21 | 24 - 44 | 44 - 70 | 70 - | |
| Renk (Farbe) | 10 YR 4/1 | 10 YR 7 2 | 10 YR 7/4 | 5 YR 5/8 | 7.5 YR 6/6 | 10 YR 8/3 | |
| İnce toprak (Feinerde) | gr/lt | 735 | 1172 | 1211 | 1323 | 1185 | 1187 |
| Taş ve çakıl (Skelet) | gr/lt | 40 | 85 | 170 | 40 | 60 | 80 |
| Taşlılık (Skeletanteil) | % | 5 | 7 | 21 | 3 | 5 | 6 |
| Kil (Ton) | gr/lt | 51 | 82 | 189 | 741 | 415 | 361 |
| Kum (Sand) | % gr | 83 | 83 | 73 | 20 | 36 | 40 |
| Toz (Schluff) | % gr | 10 | 10 | 16 | 24 | 29 | 34 |
| Kil (Ton) | % gr | 7 | 7 | 17 | 56 | 35 | 26 |
| Toprak türü (Bodenart) | | KuB(sL) | KuE(sL) | KuKB (stL) | K(T) | BK(1T) | BK(1T) |
| pH | H ₂ O | 4.5 | 4.1 | 4.6 | 4.5 | 4.6 | 4.6 |
| | KCl | 3.5 | 3.9 | 3.8 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| CaCO ₃ | % gr | — | — | — | — | — | — |

Total maddeler %

| | | | | | | | |
|--------------|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ct | % gr | 4.65 | 0.40 | 0.53 | 0.60 | 0.20 | |
| Organik mad. | % gr | 8.00 | 0.70 | 0.90 | 1.00 | 0.34 | |
| Nt | % mg | 261.00 | 32.60 | 25.20 | 24.16 | 14.10 | 4.60 |
| Pt | % mg | 9.72 | 10.67 | 9.48 | 17.26 | 28.57 | 13.43 |
| Kt | % gr | 0.801 | 0.869 | 0.817 | 1.442 | 1.490 | 1.870 |
| Nat | % gr | 0.145 | 0.126 | 0.161 | 0.478 | 0.620 | 0.707 |
| Cat | % gr | 0.202 | 0.060 | 0.071 | 0.067 | 0.061 | 0.050 |
| Mgt | % gr | 0.135 | 0.131 | 0.089 | 0.128 | 0.120 | 0.157 |
| Fet | % gr | 0.877 | 0.890 | 1.154 | 2.479 | 1.956 | 1.464 |
| C/N | | 18 | 12 | 21 | 25 | 14 | — |

Mübadale edilebilir katyonlar ve diğer maddeler %

| | | | | | | | |
|----------------------------------|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| K+ | % mg | 31.02 | 21.64 | 20.68 | 22.35 | 20.34 | 20.19 |
| | % me | 0.80 | 0.55 | 0.52 | 0.58 | 0.52 | 0.51 |
| Na+ | % mg | 15.51 | 8.56 | 9.08 | 12.85 | 10.17 | 8.33 |
| | % me | 0.67 | 0.37 | 0.39 | 0.55 | 0.44 | 0.36 |
| Ca++ | % mg | 108.58 | 45.29 | 41.10 | 48.83 | 42.70 | 40.13 |
| | % me | 5.42 | 2.26 | 2.05 | 2.44 | 2.13 | 2.00 |
| Mg++ | % mg | 27.66 | 4.01 | 6.30 | 16.44 | 7.12 | 3.03 |
| | % me | 2.28 | 0.40 | 0.51 | 1.36 | 0.59 | 0.25 |
| S | % me | 9.17 | 3.58 | 3.47 | 4.93 | 3.68 | 3.12 |
| T | % me | 77.26 | 10.19 | 7.72 | 15.05 | 10.33 | 6.06 |
| V | % mg | 12 | 35 | 45 | 33 | 36 | 52 |
| Fe _d | % mg | 214 | 257 | 492 | 989 | 591 | 215 |
| Fe _o | % | 190 | 118 | 178 | 342 | 122 | 88 |
| Fe _o /Fe _d | % mg | 89 | 46 | 36 | 35 | 21 | 41 |
| Fe _t -Fe _d | % | 663 | 633 | 662 | 1490 | 1368 | 1250 |

Kil (Ton) A_{e1}/B_{1e}=0,13Fe_d A_{e1}/B_{1e}=0,26

Tablo 8 - a

| | |
|--|---|
| Toprak No. T.P. 58 | |
| İnceleme tarihi : 27.8.1970 | |
| Yer : Kadinkule - Sergen yolunda kuvarsit ocağı yukarısında | |
| Yeryüzü şekli : Orta yamaç | |
| Yükselti : 655 m. | Bakı : Batı Eğim : % 20 |
| Meşcere ve kapallığı : Kuru. 8 | |
| Hakim ağaç : | Quercus dschorochensis K. Koch 4 |
| Karışan ağaç : | Fagus orientalis Lipsky 1 |
| | Sorbus torminalis L. + |
| Çahlar : | Rhododendron ponticum L. Girift |
| Anataş : | Kuvarsit (Kuvars - serisit şist) |
| Toprak tipi : Podsol - Esmere Orman Toprağı (Podsol - Braunerde) | |
| Dış toprak hali : | Ölü örtü ile kaplı |
| Yaprak tabakası (L) : | 1 cm. Kazı derinliği : 140 cm. |
| Çürüntü tabakası (F) : | 1 cm. Fizyolojik derinlik : 85 cm. |
| Humus tabakası (H) : | 2 cm. Drenaj : Serbest |
| Humus tipi : | Çürüntülü Mull |
| Toprak horizonları : | |
| 0 — 12 A ₁ : | Kuru halde ve humus etkisi ile siyah (10 YR 2/1) renktedir. Kumlu killi balçık tekstüründe, granüler strüktüre sahip, gevşek, % 16 taşlı, inceleme anında taze, aşırı geçirgen, lekelenme yok, CaCO ₃ yok, kökler keçeleşmiş durumda. |
| 12 — 33 A ₂ : | Kuru halde boz (10 YR 7/2) renktedir. Kumlu balçık tekstüründe, taneli strüktüre sahip, gevrek % 22 taşlı, inceleme anında kuru, aşırı geçirgen, lekelenme yok, CaCO ₃ yok, kökler sık derecede. |
| 33 — 47 A - B : | Kuru halde sarımsı - açık kahve (10 YR 6/2) renktedir. Kumlu killi balçık tekstüründe, taneli ve az miktarda orta çapta yarı köşeli topaklı strüktüre sahip, gevrek, % 10 taşlı, inceleme anında kuru, geçirgen, lekelenme yok, CaCO ₃ yok, kökler sık derecede. |
| 47 — 81 B : | Kuru halde sarımsı kırmızı (5 YR 5/8) renktedir. Kumlu balçık tekstüründe, taneli ve az miktarda yarı köşeli topaklı strüktüre sahip, gevrek, % 25 taşlı, inceleme anında kuru, aşırı geçirgen, lekelenme yok, CaCO ₃ yok, kökler orta derecede. |
| 81 — 120 B - C : | Kuru halde kırmızımsı sarı (5 YR 6/8) renktedir. Balçıklı kum tekstüründe, taneli strüktüre sahip, sıkışmış, % 21 taşlı, inceleme anında kuru, aşırı geçirgen, lekelenme yok, CaCO ₃ yok, kökler seyrek derecede. |
| 120 — 140 C : | Kuru halde beyaza yakın boz (10 YR 8/3) renktedir. Kumlu balçık tekstüründe, taneli strüktüre sahip, çok sıkışık, % 16 taşlı, inceleme anında tazece, geçirgen, lekelenme yok, CaCO ₃ yok, köklere rastlanmadı. |

Tablo 8 - b

| Toprak No. T.P. 58 | | Horizonlar | | | | | |
|--|------------------|------------|------------|------------|----------|----------|-----------|
| | | Ah | Ae1 | A - B | Bts | B - C | Cv |
| Derinlik (Tiefe) cm | | 0 - 12 | 12 - 33 | 33 - 47 | 47 - 81 | 81 - 120 | 120 - 140 |
| Renk (Farbe) | | 10 YR 2/1 | 10 YR 7 2 | 10 YR 6 4 | 5 YR 5 8 | 5 YR 6 8 | 10 YR 8 3 |
| İnce toprak (Feinerde) | gr/lt | 854 | 1021 | 1130 | 1298 | 1212 | 1413 |
| Taş ve çakıl (Skelet) | gr/lt | 140 | 220 | 115 | 320 | 260 | 220 |
| Taşlılık (Skeletanteil) | gr/lt | 16 | 22 | 10 | 25 | 21 | 16 |
| Kil (Ton) | % | 137 | 194 | 181 | 117 | 121 | 141 |
| Kum (Sand) | % gr | 75 | 71 | 75 | 82 | 86 | 81 |
| Toz (Schluff) | % gr | 9 | 7 | 9 | 9 | 4 | 9 |
| Kil (Ton) | % gr | 16 | 19 | 16 | 9 | 10 | 10 |
| Toprak türü (Bodenart) | | KuKB (stL) | KuKB (stL) | KuKB (stL) | KuB (sL) | BKu (s) | BKu (s) |
| pH | H ₂ O | 4.0 | 4.7 | 4.8 | 4.9 | 4.9 | 4.7 |
| | KCl | 3.5 | 3.8 | 4.3 | 4.4 | 4.3 | 4.3 |
| CaCO ₃ | % gr | — | — | — | — | — | — |
| T o t a l m a d d e l e r % | | | | | | | |
| Ct | % gr | 11.80 | 1.15 | 0.85 | 0.20 | 0.13 | 0.10 |
| Organik mad. | % gr | 55.70 | 5.43 | 4.01 | 0.94 | 0.61 | 0.47 |
| Nt | % mg | 291.50 | 42.60 | 34.05 | 9.90 | 10.06 | 2.78 |
| Pt | % mg | 24.5 | 7.9 | 6.1 | 7.9 | 12.2 | 16.7 |
| Kt | % gr | 2.445 | 3.006 | 3.076 | 2.994 | 3.317 | 3.216 |
| Nat | % gr | 0.394 | 0.373 | 0.383 | 0.200 | 0.191 | 0.176 |
| Cat | % gr | 0.264 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.045 | 0.010 |
| Mgt | % gr | 0.110 | 0.120 | 0.120 | 0.145 | 0.126 | 0.088 |
| Fet | % gr | 0.620 | 0.828 | 0.831 | 1.102 | 0.754 | 0.529 |
| C/N | | 40 | 27 | 25 | 20 | 13 | 33 |
| Mübadele edilebilir katyonlar ve diğer maddeler % | | | | | | | |
| K ⁺ | % mg | 37.55 | 20.43 | 20.68 | 22.03 | 20.64 | 20.60 |
| | % me | 0.96 | 0.52 | 0.52 | 0.56 | 0.52 | 0.52 |
| Na ⁺ | % mg | 9.58 | 5.80 | 6.29 | 6.51 | 6.51 | 8.04 |
| | % me | 0.41 | 0.25 | 0.27 | 0.28 | 0.28 | 0.35 |
| Ca ⁺⁺ | % mg | 51.80 | 38.83 | 38.58 | 38.80 | 39.26 | 40.20 |
| | % me | 2.59 | 1.95 | 1.93 | 1.94 | 1.96 | 2.01 |
| Mg ⁺⁺ | % mg | 8.81 | 0.76 | 0.76 | 1.25 | 0.89 | 0.88 |
| | % me | 0.73 | 0.06 | 0.06 | 0.11 | 0.07 | 0.07 |
| S | % me | 4.69 | 2.78 | 2.78 | 2.89 | 2.83 | 2.95 |
| T | % me | 73.34 | 6.61 | 6.27 | 6.12 | 4.40 | 4.39 |
| V | % | 6.4 | 42 | 44 | 47 | 64 | 67 |
| Fe _d | % mg | 255 | 239 | 474 | 479 | 307 | 165 |
| Fe _o | % mg | 213 | 200 | 439 | 167 | 91 | — |
| Fe _o /Fe _d | % | 84 | 84 | 93 | 35 | 30 | — |
| Fe _t -Fe _o | % mg | 365 | 589 | 357 | 623 | 447 | 364 |
| Fe _d A _{cl} /B _{ts} =0,50 | | | | | | | |

EINE ANALYTISCHE STUDIE ÜBER DIE AUSWASCHUNG- UND ANREICHERUNGSHORIZONTEN MANCHER AUS SILICATISCHEN AUSGANGSGESTEINEN UNTER DEN GEMÄSSIGTEN KLIMAVERHÄLTNISSEN ENSTANDENEN BÖDEN IM NORD - OST THRAKIEN - TÜRKEI *

Doç. Dr. M. Doğan Kantarci¹⁾

A b s t r a k t :

Mit der vorliegenden Arbeit ist die genetische Entwicklungsstadien der aus fein kristallinen Schiefen entstandenen Böden im Nord - Thrakischen Gebirgslandschaft untersucht. Um die analytische und morphologische Merkmale der Bodentypen zu geben, sind die typischen 7 Pedon ausgewählt. Besonders sind die Laboranalysen auf den Tongehalt und Fe - fraktionen und auf ihre Gehalte in den Auswaschungs - und Anreicherungs - horizonten konzentriert. Neben bei sind die pH - werte, Ca, Ca⁺⁺, Mg, Mg⁺⁺ und T - wert u.a. der Böden untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind herausgebracht, dass der Bodentyp Fahlerde auch aus den kalkfreien silicatischen Gesteinen im Entwicklungsreihe von Ranker → Braunerde → Parabraunerde im Untersuchungsgebiet entwickeln kann. In Mittel Europa wurde eine Fahlerde aus Pararendzina entwickeln, aber Nord Thrakischen Gebirgslandschaft liegt in noch südlicher Breite und Klima ist noch milder als Mittel und Nord - Europa.

In der Bodensystematik finden wir verschiedene Bodentypen, die voneinander abweichende Eigenschaften vorzeigen (KANTARCI, M. D. 1972). Die regional wirkenden Effekte der bodenbildenden Faktoren verursachen die Unterschiede zwischen den Bodentypen. Nach den bodenbildenden Faktoren und Bodentypen kann die Untersuchungsmethode der Böden auch manche Unterschiede oder Differenzen haben. In dieser Arbeit sind manche typische Böden der Wuchsgebiet von Nord - Thrakischen Gebirgslandschaft in einer Methodensystem untersucht.

In dieser Methodensystem sind verschiedene Methoden zusammengefasst.

— Die Böden sind im Gelände nach ihrer Morphogenetischen Merkmale differenziert, und die typische Bodenprofile ausgewählt. Die Proben sind mit den Volumzylinder aus jeden Bodenhorizont literweise entnommen.

1) Istanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloji Kürsüsü Doçenti Büyükdere - İstanbul.

*) Die Bodenanalysen sind im Jahre 1973 - 74 im Institut für Bodenkunde der Forstlichen Fakultät der Universität München im Rahmen einer Forschungsprogramm durchgeführt. Herrn Prof. Dr. K. E. Rehfuess danke ich für die Möglichkeiten, die er mir um in seinem Institut zu arbeiten gegeben hatte. Auch an die Alexander von Humboldt - Stiftung danke ich für die finanziellen Unterstützung meiner Forschungsprogramm in Deutschland.

— Im Labor sind die Korngrösse nach Bouyoucos Methode, pH mit Glasselektrode, C-org. kondüktometrisch mit dem Wösthof Carmomat - Apparat, N mit dem H_2SO_4 Aufschluss nach Kjeldhal, Fe, und anderen kationen mit der Bauschanalyse, Fe_0 mit der dithionitcitrat Extraktion bei pH 7.3, Fe_{ox} mit der oxalsaurem NH_4 -oxalat Extraktion bei pH 3.25 bestimmt. Die Austauschkapazität und die austauschbaren Kationen sind nach Mechlich Perkolationsverfahren flammenphotometrisch bestimmt.

Die ausgewählte Böden sind im Wuchsgebiet Nord-Thrakischen Gebirgslandschaft aus den kalkfreien fein kristallinen Schiefen entstanden. Besonders zu Schwarz Meer geneigten Abfall des Wuchsgebietes herrschen gemässigten humiden Klimaverhältnisse. Die Böden sind aus diesem Teil des Gebietes ausgewählt. Von den Böden sind T.P. - 121 und - 122 Braunerde, T.P. - 61 und - 120 Parabraunerde, T.P. - 9 und - 93 Fahlerde, T.P. - 58 Podsol - Braunerde¹⁾.

Die Braunerde sind aus Chlorit - Schiefer unter dem Eichen - Buchenbestand entstanden. Die Parabraunerde sind auch aus Chlorit - Schiefer unter dem Eichen - Buchenbestand entstanden. Von den Fahlerden einer (T.P. - 9) aus dem Sericit - Schiefer unter dem Eichenbestand entstanden. Zweite (T.P. - 93) ist aus Quarz - Sericit Schiefer unter dem natürlichen Schwarz Kiefernbestand entstanden. Die Podsol - Braunerde ist aus Quarz - Sericit Schiefer unter dem Eichen - Buchen - Rhododendron ponticum - gesellschaft entstanden.

Die Feinerdegewichte und Skeletgehalt im Litervolum variieren nach der Entwicklungsstadien der Böden. In den A_h - und B_s - horizonten der Braunerden sind die Feinerdegewichte zwischen 427 - 680 gr/lt, und Skeletgehalte sind 27 - 68 %. Bei den Parabraunerden sind die Feinerdegewichte höher als Braunerden (bis 809 gr/lt im B_{sc} - horizont). Aber Skeletgehalte der Parabraunerde sind gleich wie Braunerde. Bei den Fahlerden sind die Feinerdegewichte über 1 kg/lt, und die Skeletgehalt sehr niedrig gefunden. Die Feinerdegewichte zeigen die Differenzen zwischen den Auswaschungs - und Anreicherungshorizonten. Diese Unterschiede werden von Parabraunerden zu Fahlerden deutlicher (Abb. 1 - a).

Der Tonanteil der Böden variieren von Horizont zu Horizont je nach Entwicklungsstadien. Die Tonhäutchen sind auf den Oberflächen der Strukturelementen des B_{sc} - horizontes deutlich zu erkennen. Diese Tonhäutchen sind nicht im B_s - horizont der Braunerden (T.P. - 121, und 122), und B_{sc} - horizont der Podsol - Braunerde (T.P. - 58) zu sehen. Die Tonquotienten sind zwischen den Auswaschungs - und Anreicherungshorizonten der Parabraunerden bei T.P. - 120 79 %, bei T.P. - 61 68 %, obwohl Bodenart von Horizont zu Horizont nicht variiert. Die Bodenarten und die Tonquotienten der Fahlerden sind zwischen den Auswaschungs - und Anreicherungshorizonten sehr deutlich. Die Tonquotienten sind bei T.P. - 9 62 %, und bei T.P. - 93 13 %. Bei der Podsol - Braunerde ist keine Tonverlagerung und Auflagerung gefunden (Tabelle 2 - 8 und Abb. 1 - b). Es gibt eine Zusammenhang zwischen der pH - werte im 0.1 N KCl - lösung und der Tonverlagerung in den Untersuchtenböden. Bei Parabraunerden sind die pH - werte im A_h - und A_{11} - horizonten zwischen 4.2 - 5.0. Diese pH - werte bleiben in den optimalen Grenzen der Tonverlagerung (MÜCKENHAUSEN, E. 1966; SCHRÖDER, D.¹⁾ 1969; SCHEFFER - SCHACHTSCHABEL 1970). Bei Fahlerden sind die pH - werte im Auswaschungshorizont bei T.P. - 9 4.4 und bei T.P. - 93 (unter

¹⁾ T.P. ist eine spezielle Symbol der Bodenprofilen aus Thrakien.

Schwarz Kiefern - Bestand) 3.9 gemessen. Bei T.P. - 9 kann unter diesen pH - verhältnissen die Zerstörung der Tonmineralien bei der Tonverlagerung zusammenlaufen. Bei Podsol - Braunerde unter der Eichen - Buchen - Rhododendrongesellschaft ist die pH - werte im A_h - horizont 3.5 und im A_c - horizont 3.8 gemessen (Abb. 1 - c und Tabelle 2 bis 8).

Organische Kohlenstoffgehalte sind in den A_h - horizonten höher als den anderen Horizonten der Böden. In den Anreicherungshorizonten ist kein C_{org} . Akkumulation gefunden. C/N - verhältnisse sind in den A_h - horizonten der Böden ausser T.P. - 58 nicht zu hoch. Bei T.P. - 58 ist die C/N - quotient im A_h - horizont 40. Unter der dichten Bedeckung des Bestandes und Moder - Schicht ist diese hohe C/N - quotient in der saueren Verhältnissen des Bodens zu erwarten (Tabelle 8).

Die nicht pedogenen Eisengehalte ($Fe_1 - Fe_3$) variieren sich in den Verwitterungshorizonten nach den chemischen Zusammensetzung der Ausgangsgesteinen von Böden. Die Böden der Chlorit - Schiefer zeigen höchste nicht pedogene Eisengehalte im Verwitterungshorizont. Dagegen zeigen die Böden der Quarz - Sericit Schiefer niedrigere Eisengehalte in den Verwitterungshorizonten (Tabelle 2 - 8). Die pedogenen Eisengehalte sind in aus den Chlorit - Schiefeln entstandenen Böden mehr als in aus den Quarz - Sericit Schiefeln entstandenen Böden. Diese Zusammenhang zwischen den $Fe_1 - Fe_3$ und Fe_4 fraktionen mit den Ausgangsgesteinen gibt ein Eindruck, dass der Ausgangsgestein einen bedeutungsvollen Effekt über die Böden hat (Tabelle 2 - 8 und Abb. 2 - d).

Die Fe_4 - gehalte nehmen von Auswaschungshorizont zu Anreicherungshorizont deutlich zu. Die Fe_4 - quotiente zwischen den A_{c1} - und B_{c1} - horizonten sind in den Parabraunerden 72 % und 87 %, in den Fahlerden 26 % und 43 %, in der Podsol - Braunerde 50 % errechnet. Diese Quotiente erklären einerseits die Farbunterschiede zwischen den Bodenhorizonten analytisch. Andererseits zeigen diese Quotiente der Auswaschung und Entwicklungsstadien der Böden (Tabelle 2 - 8 und Abb. 2 - a).

Aktive Eisengehalte der Braunerden sind höher als den anderen untersuchten Bodentypen. Die Aktive Eisengehalte der Parabraunerde liegen zwischen den Braunerden und den Fahlerden (Abb. 2 - b). Diese Ergebnisse erklären die Farbunterschiede der Bodentypen den dunkel braunen B_{c1} - horizont der Braunerden und den rötlich braunen B_{c1} - horizont der Fahlerden (Tabelle 2 - 8 und Abb. 2 - b).

Die Quotiente zwischen den aktiven und pedogenen Eisen der Böden sind auch interessant. Die Fe_a/Fe_4 Quotiente in den Horizonten der Braunerden sind über 60 % gefunden. Das ist ein übliche hohe aktivität der Braunerden³⁾. Die Parabraunerde zeigen einen Aktivitätsgrad zwischen den 20 - 60 %. Aber in den A_h - horizonten der Fahlerden sind die Aktivität wieder höher (über 60 %). Fe_a/Fe_4 Quotiente der Podsol - Braunerde sind hoch wie es bei Braunerde gefunden ist (Tabelle 2 - 8 und Abb. 2 - c).

Die bisher besprochenen Gelände - und Laborbefunde der untersuchten Böden zeigen uns zwei anderen genetischen Entwicklungsreihe. In einer Reihe entwickeln die Böden neben der Tonverlagerung und - auflagerung auch mit der Auswaschung und Anreicherung des Eisen unter den optimalen pH - verhältnissen. In zweiter Reihe ent-

3) Vergleich. U. Schwertmann 1964.

H. P. Blume - U. Schwertmann 1969.

GÜLÇUR, F. 1964 - b. *Bazı Terrarosa topraklarının toz fraksiyonlarının mineralojik tabiatı ve kimyasal terkihi üzerine araştırmalar*. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt XIV, Sayı 1.

GÜLÇUR, F. 1974. *Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz metotları*. İ.Ü. Yay. No. 1970, Orman Fakültesi Yay. no. 201, İstanbul.

İRMAK, A. 1954. *Arazide ve laboratuvarında toprağın araştırılması metodları*. İ.Ü. Yay. No. 599, Orman Fakültesi Yay. No. 27, İstanbul.

İRMAK, A. 1952. (birinci baskı 1968) *Toprak İlimi*. İ.Ü. Yay. No. 1268, Orman Fakültesi Yay. No. 121, İstanbul.

KANTARCI, M. D. 1972. *Toprakların genetik ve ekolojik yönlerden sınıflandırılması*. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt XXII, Sayı 2.

MÜCKENHAUSEN, E. 1962. *Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland*. DLG Verlag - Frankfurt (Main) - Fed. Almanya.

MÜCKENHAUSEN, E. 1966. *Bodentypen und Bodensystematik*. Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung II/1 (Linsler, H. 1966) Springer Verlag, Viyana - New York.

SCHEFFER - SCHACHTSCHABEL. 1970. *Lehrbuch der Bodenkunde* (7. baskı) Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart - Fed. Almanya.

SCHLICHTING, E. - BLUME, H. P. 1962. *Art und Ausmass der Veränderungen des Bestandes mobiler Oxyde in Böden aus jungpleistozänem Geschiebemergel und ihren Horizonten*. Zeitsch. f. Pflanzenernährung und Düngung, Bodenkunde Band. 141, Heft 2, sh. 144. - Fed. Almanya.

SCHLICHTING, E. - BLUME, H. P. 1966. *Bodenkundliches Praktikum* Verlag Paul Parey Stuttgart - Fed. Almanya.

SCHFODER, D. 1969. *Bodenkunde in Stichworten Hirts Stichwortbücher*, Verlag Ferdinand Hirt, Kiel - Fed. Almanya.

SCHWERTMANN, U. 1959. *Die fraktionierten Extraktion der freien Eisenoxyde in Böden ihre mineralogischen Formel und ihre Entstehungsweisen*. Zeitsch. f. Pflanzenernährung und Düngung, Bodenkunde Band. 84, sh. 194 - Fed. Almanya.

SCHWERTMANN, U. 1964. *Differenzierung der Eisenoxyde des Bodens durch Extraktion mit Amoniumoxalat - Lösung*. Zeitsch. f. Pflanzenernährung und Düngung, Bodenkunde Band 105, sh. 194 - Fed. Almanya.

SCHWERTMANN, U. 1965. *Zur Goethit und Hämatitbildung aus amorphem Eisen (III) hydroxyd*. Zeitsch. f. Pflanzenernährung und Düngung, Bodenkunde Band. 108, sh. 37 - Fed. Almanya.

SCHWERTMANN, U. - LENZE, W. 1966. *Bodenfarbe und Eisenoxydfrom*. Zeitsch. f. Pflanzenernährung und Düngung, Bodenkunde Band. 115, sh. 209 - Fed. Almanya.