

---

ORMANCILIK ARASTIRMA ENSTITUSU  
DERGISI

---

CİLT : 28

TEMMUZ 1982

DERGI NO : 56

---

JOURNAL OF THE TURKISH FOREST RESEARCH INSTITUTE  
JOURNAL DE L'INSTITUT TURC DE RECHERCHES FORESTIÈRES  
ZEITSCHRIFT DER TURKISCHEN FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALT  
REVISTA DEL INSTITUTO TURCO DE INVESTIGACIONES FORESTALES

---

OLTU HAVZASINDAKİ OLIGOSEN ÇÖKELLERİNİN  
FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN AŞINMA  
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ  
PHYSICAL and CHEMICAL PROPERTIES OF THE  
OLIGOCENE DEPOSITS EFFECT ON THE EROSION  
IN OLTU BASIN, NE TURKEY

Doç. Dr. İbrahim ATALAY

Ayrı Basım

Sayfa:37-52

---

ORMANCILIK ARASTIRMA ENSTITUSU YAYINLARI  
DERGI SERISI

---

**OLTU HAVZASINDAKİ OLIGOSEN ÇÖKELLERİNİN  
FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN AŞINMA  
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

**PHYSICAL and CHEMICAL FROPERTIES OF THE  
OLIGOCENE DEPOSITS EFFECT ON THE EROSION  
IN OLTU BASIN, NE TURKEY**

Doç. Dr. İbrahim ATALAY

**ÖZ**

Kuzeydoğu Anadolu Orojenik kuşağında fliş - molas özelliğindeki Oltu havzasını doldurmuş olan Oligosen çökelleri, evaporit kapalı göl ortamında oluşmuştur. Bu çökellerin alacalı horizonlarında kil % 14 - 32, mil % 6 - 44, kum % 6 - 66 arasında değişmektedir. Genel olarak killi bünyede olan depolar baskındır.

Aynı çökellerden alınan örneklerde yapılan kimyasal analizlerde pH in 8.7 - 9.9, kireçin ( $\text{CaCO}_3$ ) % 0,09 - 29.3 arasında değiştiği tesbit edilmiştir. 100 gram çökeltide miliekivalan olarak çözülebilir kalsiyum + magnezyum 0.09 - 2.53, potasyum 0.03 - 0.22, ve sodyum 0.05 - 11.9 arasında değişmektedir. Aynı çökellerde çözülebilir klor 0.11 - 4.99 m.e./100 g, bikarbonat 0.05 - 0.74 m.e./100 g ve sülfat 0.28 - 32.4 m.e./100 g. arasında seyretmektedir. Öte yandan, bu sedimentlerde sodyum absorpsiyon oranınının 0.53 - 55.7 ve değişebilir sodyum yüzdesinin 7.3 - 44.7 arasında seyrettiği saptanmıştır. Çökellerin çözültisinde 25°C deki elektriki geçirgenlik değeri ise 0.27 - 56.7 milimhos/cm arasındadır. Bu değerlere göre, Oligosen çökelleri tuzlu - alkali özelliindedir.

Oltu havzasındaki Oligosen çökellerinin killi bünyede olması ve çözülebilir halde bol sayılacak miktarda çeşitli klor, karbonat ve sülfatlı bileşiklerin bulunması, çökellerin su ile doygun hale geldiğinde adeta şeker gibi erimesine - dağılmasına neden olmaktadır. Özellikle eğimi 50 - 52° olan yamaçlarda kitle halinde akma - kaymalar meydana gelmektedir. Ayrıca, bu çökeller su ile doygun duruma geldiğinde şişmekte ve pörsümektedir. Bu esnada yamaç boyunca yüzeysel akışa geçen sular tarafından pörsümüştür zonlar kolayca aşındırılmaktadır. Böylece eğimli yamaçlar boyunca yer yer dar ve derin oyuntular oluşmaktadır.

## ABSTRACT :

The Oligocene deposits which were filled in the Oltu flysch - molasse basin in the Northeastern orogenic belt of the Anatolia, deposited under the warm climatic conditions. The Oligocene deposits contain 14 - 82 % clay, 6 - 44 % silt and 6 - 66 % sand. The main texture of such deposits is clayey.

pH of the sediments vary 8.7 - 9.9, and the lime content of the deposits range from 0.09 % to 29.3 %. The amount of the soluble degree of the Ca+Mg, K, and Na varies 0.09 - 2.53 m.e./100 g, 0.03 - 0.22 m.e./100 g, and 0.05 - 11.9 m.e./100 g, respectively. The soluble (Cl), (HCO<sub>3</sub>), and (SO<sub>4</sub>) occurs 0.11 - 3.56 m.e./100 g, 0.05 - 0.70 m.e./100 g, and 0.28 - 34.2 m.e./100 g, respectively. The sodium absorption rate of the sediments vary from 0.53 to 55.7, and the exchangeable sodium per cent is between 7.3 and 44.7. The electrical conductivity (ECx 10<sup>3</sup> at 25°C) of such sediments range 0.27 to 56.7 milimhos/cm. These values indicated that the sediments are saline - alkali.

These deposits are rich in the clay, and the soluble calcium and sodium carbonates, sulphates and chloriums. The deposits slide on the steep slopes when it became saturated with the water. Especially, the sediments are being easily slid where at the slope degree of 50 - 52. In addition, such deposits were easily eroded by the running water, and the narrow and deep gullies are being developed on the steep slopes.

## GİRİŞ

Asırlardan beri süregelen çeşitli yollardan orman tahribi, yanlış arazi kullanma, özellikle tarıma uygun olmayan V., VI. ve VII. sınıf arazilerde tarım yapılması ve otlak (mera) alanlarında otlak kapasitesinin üzerinde hayvan otlatılması sonucunda ülkemiz arazisinin en az yarısında çeşitli derecede erozyon (aşınma) aktif halde devam etmektedir. Yılda ortalama olarak akarsularımız vasıtasıyla taşınan yüzer haldeki malzeme miktarı 400 milyon ton civarındadır (Atalay, 1978 a ve b). Türkiye, yeryuvarında en fazla aşınmağa uğrayan kara alanlarının başında gelmektedir. Ülkemizde aşınmanın şiddetlenmesi ve akarsuların aşırı derecede malzeme taşımada, jeolojik yapının (anakaya ve depo) aşınmağa karşı genel olarak az direnç göstermesi gelmektedir. Özellikle, şiddetli erozyon sahalarında toprak örtüsü geniş ölçüde taşınmış - süpürülmüş olduğundan ana materyal aşınması devam etmektedir. Bu bakımdan genel bir ifade ile, şiddetli erozyon alanlarında toprak aşın-

nasından çok ana materyal aşınması olmaktadır. Gerçekten, ülkemizde en fazla aşınan ve dolayısıyla akarsu ve sellere en çok malzeme veren kaynakların fliş (Kretase - Eosen), volkanik kül tuf ile kumlu - milli Tersiyer ve Kuvaterner çökelleri olduğu saptanmıştır (Atalay 1980).

Memleketimizde en fazla aşınmağa uğrayan ve özellikle sellere eriyik ve katı halde malzeme veren arazilerden biri de, Kuzeydoğu Anadolu orojenik kuşağı dahiline giren fliş - molas havzası özelliğinde olan Oltu - Kömürlü ve Narman havzasının kuzeyindeki jipsli, tuzlu - alkali Oligosen alacalı horizonlarıdır. Gerçekten sözü edilen alandaki Oligosen çökelleri, yüzeysel akışa geçen sular ve akarsular tarafından derin olarak oyulmuş - parçalanmıştır. Bu depoların bulunduğu eğimli yamaçlarda kayma - akma ve heyelanlar aktif halde devam etmektedir (Atalay, 1979).

Oligosen alacalı horizonlarındaki aktif erozyon olaylarını araştırmak için, 20 den fazla çökel örneğinin fiziksel ve kimyasal analizi yapılmıştır. Çökellerin **mekanik analizi**, Bouyoucos'un hidrometre yöntemi ile (Bouyoucos 1951), çökelin **reaksiyonu**, cam elektrotlu pH metre ile 1 : 2,5 luk çökel - su süspansiyonunda ölçülmüştür (Feech, 1965). **Kireç** ( $CaCO_3$ ), Scheibler kalsimetresi kullanılarak volümetrik yol ile; **Jips**, 1 : 10 luk çökel - su süspansiyonundan elde edilen süzekten, asetonla çötmek suretiyle sağlanan çökeldaki kalsiyum tayin edilerek bulunmuştur (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954). **Eriyebilir sodyum, kalsiyum ve magnezyum**, saturasyon ekstraktının sodyum içeriği flame fotometre ile, kalsiyum + magnezyum muhtevası ise Versanat ile titrasyon sonucu tayin edilmiştir; **değişebilir potasyum**, çökelin 1.0 normal amonyum asetatla ekstraksiyonu sonucu elde edilen solisyonun potasyum içeriğinden saturasyon ekstraktının potasyum içeriği çıkarılmak suretiyle bulunmuş, ekstraktların potasyum içeriği flame fotometre ile ölçülmüştür (U.S. Salinity Lab. Staff 1954). **Değişebilir sodyum**, çökelin normal amonyum asetatla ekstraksiyonu sonucu elde edilen solüsyonun sodyum muhtevasından, saturasyon ekstraktının sodyum muhtevası çıkarılmak suretiyle bulunmuş, ekstraktların sodyum içeriği flame fotometre ile ölçülmüştür (U.S. Salinity Lab. Staff 1954). **Sodyum absorbsiyon oranı ve değişebilir sodyum yüzdesi**, sodyum absorbsiyon oranı saturasyon ekstraktının sodyum, kalsiyum ve magnezyum içeriğinden, değişebilir sodyum yüzdesi ise sodyum absorbsiyon oranından hesaplanmıştır (U.S. Salinity Lab. Staff 1954). **Saturasyon ekstraktının elektriki geçirgenliği**, satüre çökel macunundan elde edilen süzüğün, Wheatstone Bridge ile elektriki geçirgenliği ölçülerek tayin edilmiştir (U.S. Salinity Lab. Staff 1954).

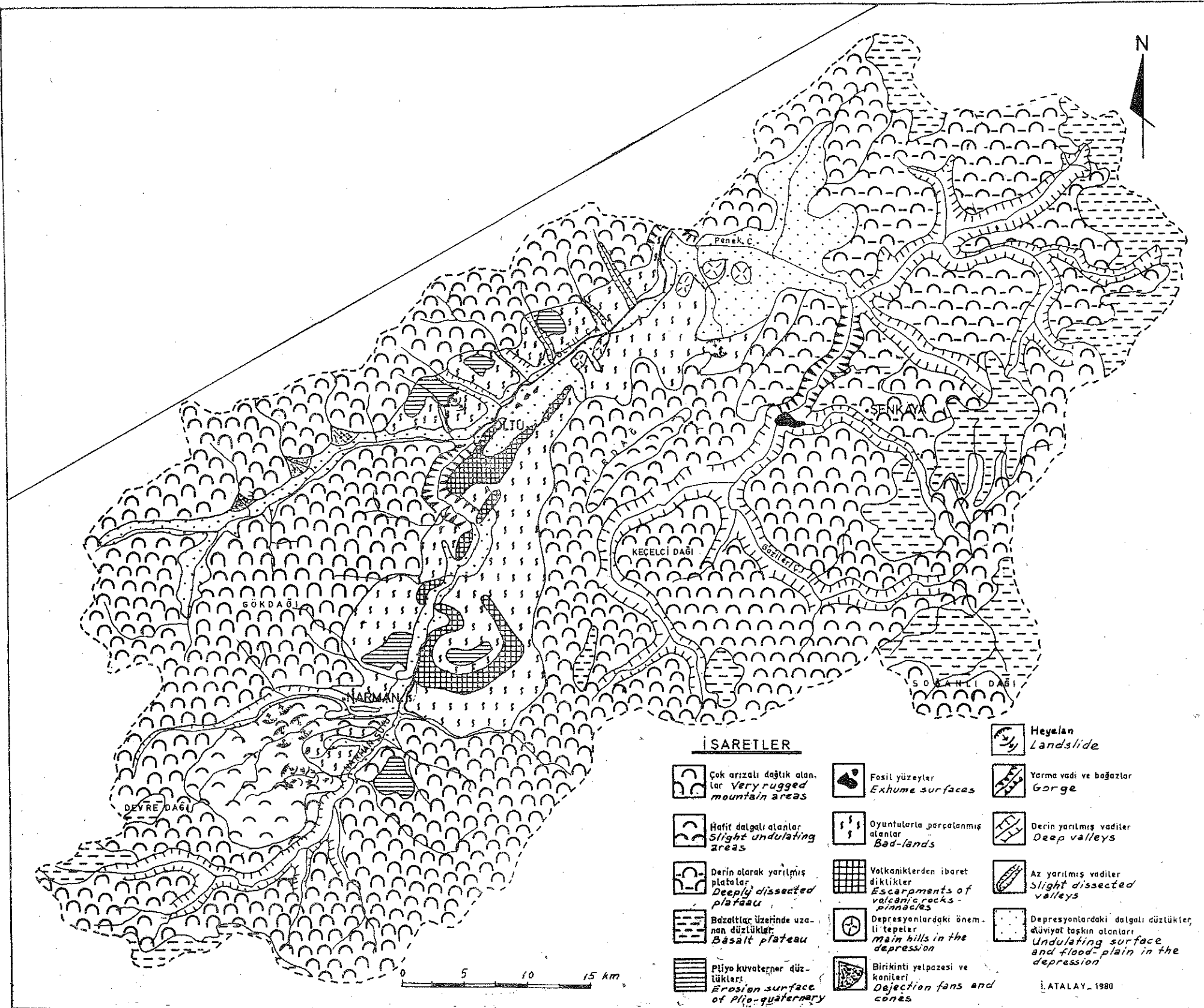
## ARAŞTIRMA ALANININ GENEL JEOLojİK VE MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Araştırmaya konu olan Oltu - Kömürlü ve Narman havzası, KD - GB yönünde uzanan Kuzey Anadolu dağları arasındaki çöküntü - senklinal kuşağına yerleşmiştir. 1150 - 1500 m. leri arasında uzanan Oltu - Kömürlü havzasının kuzeyinde yer yer volkanik (bazalt, andezit, trakit) katkılı Kretase fliş ve kireçtaşlarından ibaret Akdağ (3047 m), Uzundağ (2483 m), Çaldağı (2534 m) ve Dutludağı (2522 m) uzanmaktadır. Aynı havzanın güneybatısında tamamen ofiyolitlerden oluşmuş (peridotit - serpantin, gabro, bazalit, andezit) Narman Karadağ kütlesi (Kızıldağ 2610 m, Taşlıdağ 2797 m, Gökdağ 2731 m, Çataldağ 2720 m), güneyde epimetamorfik yeşil şistlerden oluşmuş Kırdag (2823 m) ve güneydoğuda volkanik (bazalt) ve volkano - sedimanter Çatdağı (2558 m) ve Ziyaretdağı (2543 m) uzanmaktadır (Atalay ve diğ., 1980). Narman havzasının güneyinde ise temelde ofiyolitlerin (yeşil karmaşık) ve üstte bazaltların yer aldığı Allahüekber dağlarının güneybatı kanadı yer almaktadır (Şekil 1).

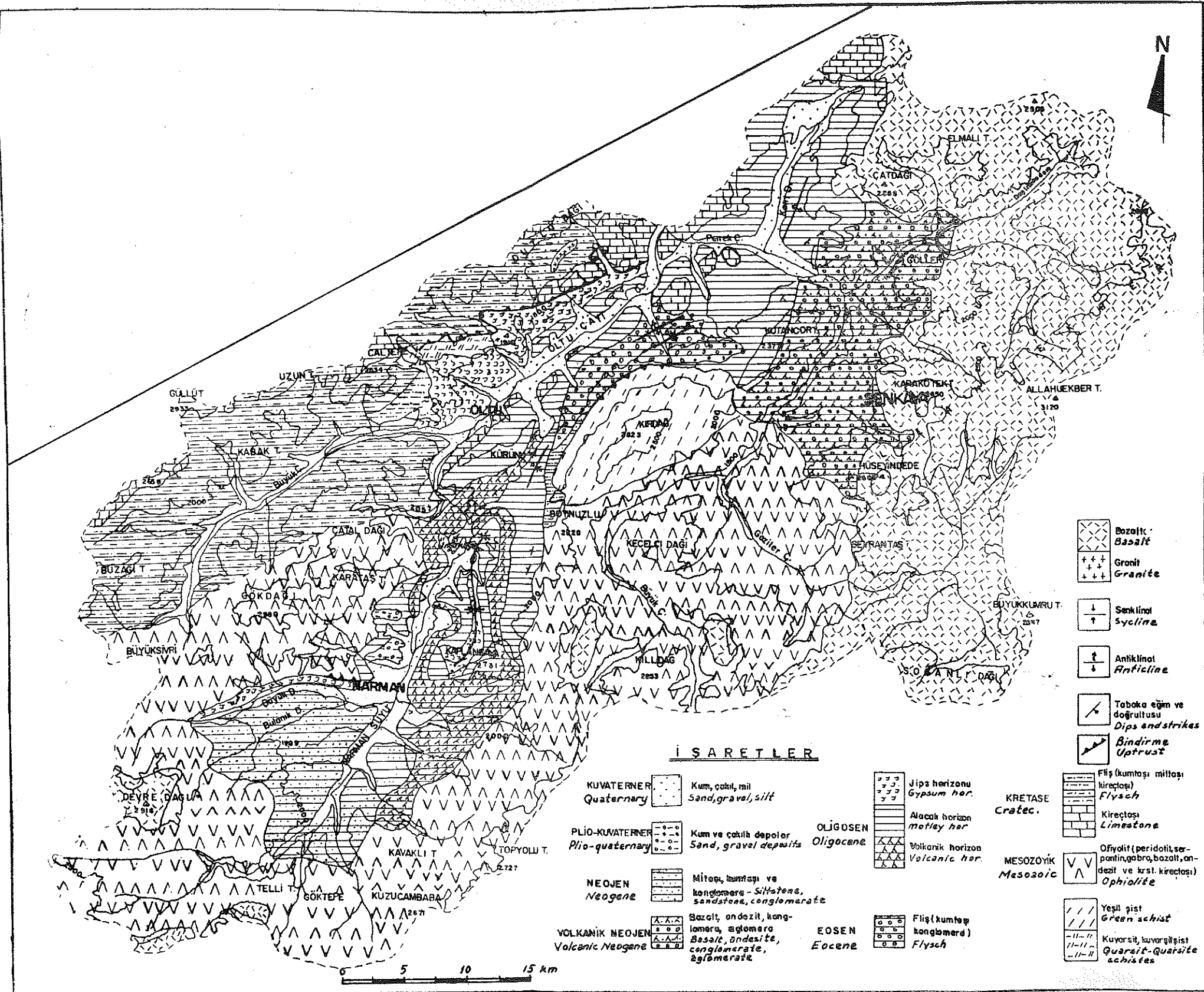
Sözü edilen havzalar ile onları çevreleyen dağlar arasındaki yükseklik farkı 1000 m. ye ulaşmakta ve hatta aşmaktadır. Örnek olarak, Kırdag ile Oltu vadisi arasında 5 - 6 km lik mesafe dahilinde yükseklik farkı 1300 - 1400 m civarındadır. Kırdag'ın Oltu Havzasına bakan kuzey yamacının eğimi ise % 28 - 30 civarındadır.

Söz konusu alan Mesozoyik başlarından itibaren Tetis denizi tarafından işgal edilmiş ve deniz tabanına bol miktarda ultrabazik magma yayılmıştır. Oynak olan bu jeosenklinalde özellikle Kretase'de karbonatlı çökeller ve flişler çökelmiştir. Kretase sonunda Mesozoyik çökelleri kıvrılarak yer yer deniz yüzeyine çıkmıştır. Eosen'de Kuzeydoğu Anadolu orojenik kuşağının büyük bir bölümü deniz yüzeyine çıkmıştır. Eosen denizleri ise, bu kuşağın kuzey, güneyine ve kuşak dahilindeki senklinal alanlarına çekilmiştir. Eosen denizel ortamda ise flişler çökelmiştir. Nitekim, Oltu havzasının güneyinde Kırdag'ın kuzey eteğinde bulunan eosen flişleri, Kretase flişi üzerine uyumsuz olarak oturmaktadır (Atalay ve Koçman 1979, Atalay ve diğ., 1980).

Oligosen'de kapalı bir havza karakterinde olan Oltu - Kömürlü ve Narman havzası, gölle işgal edilmiş ve bu göl havzasına yüksek alanlardan taşınan katı ve eriyik haldeki malzemeler çökelmiştir. Nitekim özellikle sıcak iklim şartlarının hüküm sürdüğü bu göl ortamında killi, kum, çakıl, miller ile jips ve az miktarda kireçtaşı



Şekil 1 : Oltu havzası ve çevresinin jeolojisi haritası.  
Figure 1 : Geological map of the Oltu basin and its surroundings.



Şekil 2 : Oltu havzası ve çevresinin jeomorfoloji haritası.  
Figure 2 : Geomorphologic map of the Oltu basin and its surroundings.

çökelmiştir. Ayrıca bu çökellerin bünyesinde bol miktarda karbonatlar, sülfatlar ve klorürler bulunmaktadır. Oligosen'deki tektonik hareketler esnasında havza dahilindeki fay - zayıf zonlardan çıkan lav ve piroklastik maddeler, evaporit molas ortamındaki göl çökellerine enjekte olmuş ve yer yer çökellerin üst kısmını kaplamıştır. Bu volkanizma devresinden sonra havzada sedimantasyon devam etmiştir ve sedimantasyon kalın bir jips çökmesi ile sona ermiştir.

Büyük bir olasılıkla, Oligosen sonunda Kuzeydoğu Anadolu oropenik kuşağı dahilinde şiddetli tektonik hareketler meydana gelmiştir. Bu hareketlerle Oligosen çökelleri kıvrılmış ve yer yer şiddetli olarak deforme olmuştur. Oltu havzasının kuzeyindeki Dutlu dağı güneye doğru Oligosen çökelleri üzerine itilmiş ve güneydeki Kırdag kütlesi de kuzeye doğru abanmıştır. Böylece özellikle Oltu - Kömürlü havzası sıkışmağa (kompresyon) uğramıştır (Şekil 1).

Oltu - Kömürlü havzası, muhtemelen Neojen başlarında güneye doğru sokulan Çoruh nehri tarafından kapılmış ve böylece havzada akarsu aşındırması başlamıştır. Buna karşılık, Narman havzasının güneyi Neojen'de gölle işgal edilmiştir. Neojen sonu veya Kuvaterner başlarında Oltu havzasından güneye doğru sokulan bugünkü Narman suyu tarafından da Narman havzası kapılarak dış drenaja bağlanmıştır.

Neojen'den Kuvaterner başlarına kadar Allahüekber dağlarından geniş sahalara yayılan bazaltlar püskürmüştür. Kuvaterner'de ise merkezî bazik püskürmeler hâkim olmuştur.

Neojen'den itibaren bölgeye yerleşen akarsular, Neojen sonu ve Kuvaterner'de sahanın toptan yükselmeğe uğraması ile yataklarını geriye doğru şiddetli olarak kazmışlar ve ana akarsular dar ve derin kanyon biçiminde yarma boğazlar açmışlardır. Özellikle Oltu havzasında kurulan boyuna Oltu çayı ve kolları tarafından Oligosen çökelleri geniş ölçüde yarılmış, parçalanmış, boşaltılmıştır. Bu aşınma sonucunda Oligosen çökelleri altında bulunan Ofiyolit ve Kretase kireçtaşlarından ibaret fosil topoğrafya yer yer yüzeye çıkmıştır. Ayrıca Oligosen çökelleri içerisinde aşınmağa karşı dirençli olan volkanik breş, andezit ve çimentosu silisli olan kumtaşı ve çakılları, yumuşak tuzlu - alkali alacalı horizonların aşınması ile topoğrafya yüzeyinde kilometrelerce uzanan diklikler, küçük sivri tepeler halinde ortaya çıkmıştır (Şekil 2).



## OLİGOSEN ÇÖKELLERİNİN JEOLJİSİ

Oligosen formasyonu, 65 km. uzunluğunda ve 2-8 km. kadar genişlikte olan Oltu-Kömürlü havzasında ve Narman havzasının kuzeyinde yaygın olarak bulunmaktadır. Bu havzalar dahilinde Oligosen alacalı çökelleri 2000 m. ye kadar çıkmaktadır. Sözü edilen alanlardaki Oligosen formasyonu litolojik, istiflenme ve renk özelliklerine göre, üstten alta doğru, jipsli; üst alacalı; volkanik; alt alacalı ve temelde bulunan volkanikler olmak üzere beş ana horizona ayrılmıştır (Nebert ve diğ., 1964).

### Jipsli Horizon :

Bu horizon genellikle beyazımsı, sarımsı renktedir, jipsler yer yer kalın tabakalar ve masif yapılar halindedir, ayrıca marn ve killer içerisinde aratabakalar şeklinde de bulunmaktadır. Bu horizon, Narman havzasında, Narman kasabasının hemen kuzeyinde başlamakta ve doğu-batı yönünde uzanmaktadır. Narman havzasının kuzeyinde Narman senklinali dahilinde ve Oltu havzasının kuzeyinde geniş sahalarda boyunca birkaç km. genişlikte bir kuşak dahilinde uzanmaktadır. Jipsli horizon dahilinde senklinal-antiklinal, yatık ve devrik kıvrım tipleri ile diyapirik kıvrımlar görülmektedir. Jipsli horizonun kalınlığı en fazla 500 m kadardır.

### Üst Alacalı Horizon :

Bu horizon genel olarak kırmızımsı, kahverengimsi renktedir, bununla beraber, kalınlığı yer yer değişen bantlar halinde, gri, beyaz, beyazımsı, yeşilimsi, sarımsı ve şarabi renkler görülmektedir. Kısa mesafeler dahilinde renkler sık sık değişerek alacalı bir görünüm meydana gelmektedir; bundan dolayı, bu horizona «alacalı» horizon denilmektedir. Alacalı horizon, kumlu, kumlu balçık ve killi tekstür gösteren depolardan ibarettir. Bu depolar içerisinde tabakalar ve mercekler halinde kumtaşı, çakıtaşı, nadir olarak da jips ve kireçtaşları bulunmaktadır.

Üst alacalı horizon, tipik olarak Narman havzasının kuzeyinde Narman senklinali boyunca jipsli horizonla, altta volkanik breş, aglomera horizonu arasında yer almaktadır. Bu horizonun tipik kesiti, Ünlükaya köyünün 1 km. kadar güneyinde görülmektedir. Buradaki üst alacalı horizonun tabakalaşma ve renk özellikleri şöyledir :

0 — 25 m Açık sarımsı, gri, beyazımsı

- 25 — 36 m Koyu kırmızımsı kahverengi, kırmızımsı kahve  
 36 — 38 m Gri, açık gri  
 38 — 51 m Koyu kırmızımsı  
 51 — 70 m Açık kahve  
 70 — 76 m Açık kırmızımsı  
 76 — 115 m Grimsi, beyaz  
 115 — 141 m Kahverengi  
 141 — 153 m Gri  
 153 — 183 m Kahverengi  
 183 — 197 m Beyazımsı, açık gri  
 197 — 211 m Kahve, açık kahve  
 211 — 225 m Kırmızımsı kahverengi, gri  
 225 — 227 m Kahverengi  
 227 — 229 m Açık gri, açık kahverengimsi gri  
 229 — 243 m Kırmızımsı, açık gri  
 243 — 292 m Soluk gri, beyaz, jips bantları mevcut  
 292 — 293 m Kahve, açık kahve  
 293 — 334 m Açık kahverengimsi gri, jips bantları mevcut  
 334 — 355 m Grimsi kahve, kahve  
 355 — 565 m Açık kahverengimsi, gri, kirli beyaz

Bu horizon, Narman havzasından kuzeybatıya doğru uzanarak Oltu havzasının güney kesiminde geniş alan kaplamaktadır ve Oltu çayının kuzeyinde ince bir şerit halinde görülmektedir.

#### **Volkanik Breş, Aglomera ve Tüf Horizonu :**

Narman havzasının kuzeyinde alacalı horizonlar arasında aglomera ve volkanik breşlerden oluşmuş kalın volkanik horizon uzanmaktadır. Topoğrafya üzerinde haşın diklikler oluşturan bu volkanik horizonun dalımı 45° nin üzerindedir. Litolojik yönden volkanik horizon, bazalt, andezit ve diyabaz parçaları içeren aglomera ile tüf, volkanik breş, andezit ve bazaltlardan oluşmuştur. Narman'ın doğusunda özellikle Mahmutçavuş - Kışlaköy arasındaki tüfler oldukça muntazam bir tabakalaşma göstermektedir. Tüfler içerisindeki volkanik bloklar, peribacalarının oluşumunu sağlamıştır.

Oltu havzasında volkanikler, Oltu'nun 2 km kadar KB sından başlayarak Oltu çayının kenarları boyunca alacalı horizonu kesen filonlar şeklinde yer yer bulunmaktadır (Şekil 1). Ayrıca alacalı horizonu enjekte olmuş olivinli bazaltlar da görülmektedir. Volkanik horizonun kalınlığı 1000 m'ye ulaşmaktadır (Nebert ve diğ., 1964).

### **Alt Alacalı Horizon :**

Bu horizon, Narman senklinalinin kenarlarında volkanik horizonun altında ve Oltu - Kömürlü havzasında yaygın durumdadır. Narman havzasının kuzeyinde üst ve alt alacalı horizon arasında litoloji ve renk yönünden önemli fark bulunmamaktadır. Buna karşılık Oltu - Kömürlü havzasında çimentosu silisli kıvılcıklı konglomera, breş ve kumtaşları ile çimentosu kireçli yeşilimsi kumtaşları yaygındır.

### **Alt Volkanik Horizon :**

Alt alacalı horizon, temeli oluşturan Kretase kireçtaşı, fliş ve yeşil karmaşık (ofiyolit) üzerine uyumsuz olarak oturmaktadır. Narman havzasının kuzeyi ile Oltu havzasının güneyi arasında alt alacalı horizon, bazalt, olivinli bazalt ve gabrolardan ibaret bir volkanik kütle üzerine gelmektedir. Bu volkanik kütle dahilinde kalınlığı 10 m ye ulaşan çakıltı taşları ve mercekleri görülmektedir.

Diğer yandan, alt alacalı horizon dahilinde işletilmekte olan Oltu, Sütkans ve Balkaya kömür ocakları bulunmaktadır. Linyit örnekleri üzerinde yapılan palinolojik incelemelerde Oligosen yaşını veren sporomorflar grubu tesbit edilmiştir (Nebert ve diğ., 1964).

## **OLİGOSEN ALACALI HORIZONLARININ FİZİKSEL ve KİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

Oligosen çökellerinin bünyesini (tekstürünü) saptamak bakımından 20 den fazla örnek alınmış, bu örneklerde 2 mm den büyük parçalar çıkarılarak depoyu oluşturan kil, mil (silt) ve kum miktarları tesbit edilmiştir. Yapılan analizlere göre, Oligosen alacalı horizonlarında kilin % 14 - 82, milin % 6 - 46 ve kumun % 6 - 66 arasında değiştiği bulunmuştur. Bu değerlere göre, Oligosen alacalı horizonlarında hâkim bünyenin killi olduğu ortaya çıkmıştır, başka bir deyişle kil boyutundaki malzemenin, diğer malzemelerden fazla olduğu anlaşılmaktadır.

Oligosen alacalı horizonlarının kimyasal özelliklerine gelince, herşeyden önce, bu çökeller bazlar bakımından aşırı denecek derecede zengindir. Gerçekten, bu çökellerin pH si (potansiyel hidrojen) 8.7 ilâ 9.9 arasında değişmektedir. Bu değerler de çökelin orta ve kuvvetli derecede alkali reaksiyon gösterdiğini kanıtlamaktadır.

Özellikle karbonatlar, deponun pH ının yüksek olmasını sağlamıştır.

Depolardaki  $\text{CaCO}_3$  genel olarak % 5 in üzerindedir, en düşük kalsiyum karbonat % 0.09, en yüksek olarak da % 29.3 dolayında saptanmıştır. Bu değerlere göre, deponun kalsiyum karbonat yönünden zengin olduğu söylenebilir. Gerçekten, arazide asitle (HCl) yapılan muamelede, şiddetli köpürmeler gözlenmiştir.

Oligosen alacalı horizonlarında çözülebilir kalsiyum + magnezyum (Ca+Mg), 0.09 - 2.53 m.e/100 gram arasında değişmektedir. Çözülebilir potasyum 0.03 - 0.22 m.e./100 gram sodyum ise 0.05 - 11.9 m.e/100 gram dahilinde seyretmektedir. Bu katyonlardan sodyumun çözülme oranının fazla olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 1).

Alacalı horizonlarda çözülebilir klor (Cl), bikarbonat ( $\text{HCO}_3$ ) ve sülfatlara ( $\text{SO}_4$ ) gelince, klor 0.11 - 4.99 m.e/100 gram, bikarbonat 0.05 - 0.74 m.e./100 gram, sülfat 0.28 - 32.4 m.e./100 gram depo arasında değişmektedir. Bu değerlere göre, çözülebilir anyonlardan sülfatların başta geldiği, bunu klor ve bikarbonatların takip ettiği saptanmıştır (Çizelge 1).

Söz konusu çökellerde değişebilir sodyum (Na) 2.3 - 75.2 m.e./100 gram malzeme arasında bulunmaktadır. Özellikle depo bünyesinde bulunan değişebilir sodyum yüksek miktardadır. Gerçekten, değişebilir sodyum genel olarak 20 miliekivalan (m.E.) in üzerindedir. Bu durum, alacalı horizonların büyük bir bölümünde değişebilir katyonlardan sodyumun baskın olduğunu göstermektedir. Diğer yandan büyük bir olasılıkla depo kolloidlerinde bulunan kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg), sodyum ile yer değiştirmektedir. Dolayısıyla de, özellikle deponun yıkanmaya uğramayan üst zonunda sodyum hâkim duruma geçmektedir, sodyum katyonunun artması ile de yıkanmaya uğrayan deponun üst zonunun alkalilik derecesi yükselmektedir (kuvvetli alkali reaksiyon).

Değişebilir katyonlardan potasyum (K), sodyumdan sonra gelmekte olup, bu katyonun 100 gram depoda miliekivalan olarak değeri 0.13 - 3.30 arasında seyretmektedir.

Alacalı çökellerin saturasyon ekstraktındaki sodyum absorpsiyon oranı (SAR) oldukça yüksek değerler göstermektedir. Nitekim SAR değeri 0.53 ilâ 55.7 arasında değişmektedir. Değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) ise 7.3 - 44.7 arasında bulunmaktadır. Bilindiği gibi herhangi bir toprak veya çökeltide değişebilir sodyum yüzdesinin 12 - 15 den fazla olması, o toprak veya çökeltinin alkali özellikte

olduğunu göstermektedir. Bu nedenle de alacalı çökeller, esas itibariyle, sodik veya alkali özelliktedir. Diğer taraftan, saturasyon ekstraktının 25°C'deki elektriki geçirgenliği milimhos/cm olarak 0.27 - 56.7 arasındadır. 4 milimhos/cm nin üzerinde olan değerler tuzlu koşulları yansıtmaktadır. Çizelge 1'deki değerlere göre, Oligosen alacalı horizonlarının büyük bir bölümünün veya tamamına yakın bir bölümünün tuzlu olması yanında alkali olduğu da açıkça anlaşılmaktadır. Genel bir ifade ile denilebilir ki, Oltu - Kömürlü ve Narman havzasının kuzeyinde bulunan Oligosen alacalı çökelleri kimyasal yönden orta ve kuvvetli alkali reaksiyonu gösteren tuzlu - sodik (alkali) depolardır.

Oligosen alacalı horizonlarında ve jipsli horizona da bol miktarda bulunan çeşitli karbonatlı, sülfatlı ve klorürlü bileşikler, Oligosen'de Oltu - Narman, geniş mânâda Oltu kapalı havzasını işgal eden göl ortamına civardaki yüksek sahalardan eriyik halde sular tarafından getirilen malzemelerin sıcak iklim şartları altında suların buharlaşması ile çökelmiştir - oluşmuştur. Bu göl ortamında meydana gelen değişik derecede oksitlenme çökellerin değişik renklerde oksitlenmesini sağlamış ve böylece «alacalı» denilen depolar oluşmuştur. Söyle ki, alacalı horizonlardaki kırmızımsı zonlar, aerobik koşullar altında demirin sekisi oksitler ( $Fe_2O_3$ ) halinde oksitlenmesi ile, boz ve yeşilimsi renkler ise su altı koşullarında demirin FeO şeklinde oksitlenmesi sonucunda meydana gelmiştir. Öte yandan, buharlaşmanın şiddetle cereyan ettiği kesimlerde tuz (NaCl) yatakları oluşmuştur (Narman Tuztaşı mevki).

### ALACALI HORIZONLARIN FİZİKSEL ve KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN AŞINMADAKİ ETKİLERİ

Oltu ve Narman havzalarında çeşitli nedenlerle doğal denge nin bozulması ve toprak örtüsünün aşınmasından sonra, Oligosen alacalı horizonları sel karakterindeki akarsular ve bu horizonlar üzerinde yüzeysel akışa geçen ve kanalize olan sular tarafından derin olarak oyulmuş ve parçalanmıştır. Bu çökellerden ibaret özellikli eğimli yamaçlar boyunca periyodik olarak devam eden akma - kayma olayları gelişmiştir ve bu olaylar günümüzde de bütün şiddetiyle devam etmektedir (Şekil 3, 4 ve 5). Bazı tuzcul, tuzu seven ve alkali koşullara dayanıklı özellikle İrano - Türaniyen otsu türlerin dışında bitkilerin bu çökeller üzerinde yetişmemesi, aşınmanın şiddetlenmesine ve şiddetli olarak devam etmesine neden olmaktadır.

Bu çökellerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin aşınma üzerinde doğrudan olan etkisi ağır basmaktadır. Gerçekten, çizelge 1 deki değerlerde görüldüğü gibi, alacalı horizonlarda kil boyutundaki malzemenin bol miktarda bulunması, özellikle eğimli yamaçlarda akma - kayma olayını teşvik etmektedir. Arazide yapılan gözlemlerde, akmağa uğrayan yamaçların killi bünyede olduğu ve çökeldaki kil miktarının % 50 nin üzerinde bulunduğu saptanmıştır. Ayrıca, killi bünyedeki çökeller, kurduğunda sertleşmekte ve özellikle çökelin yüzeyinde kirecin etkisi ile de değişik büyüklükte agregatlar meydana gelmektedir. Bu agregatlar oluştuktan sonra, yamaç eğimi boyunca akmakta - kaymaktadır. Özellikle, zaman zaman yaz devresinde esen şiddetli rüzgârların etkisi ile bu agregatlar yamaç boyunca hareket etmektedir.

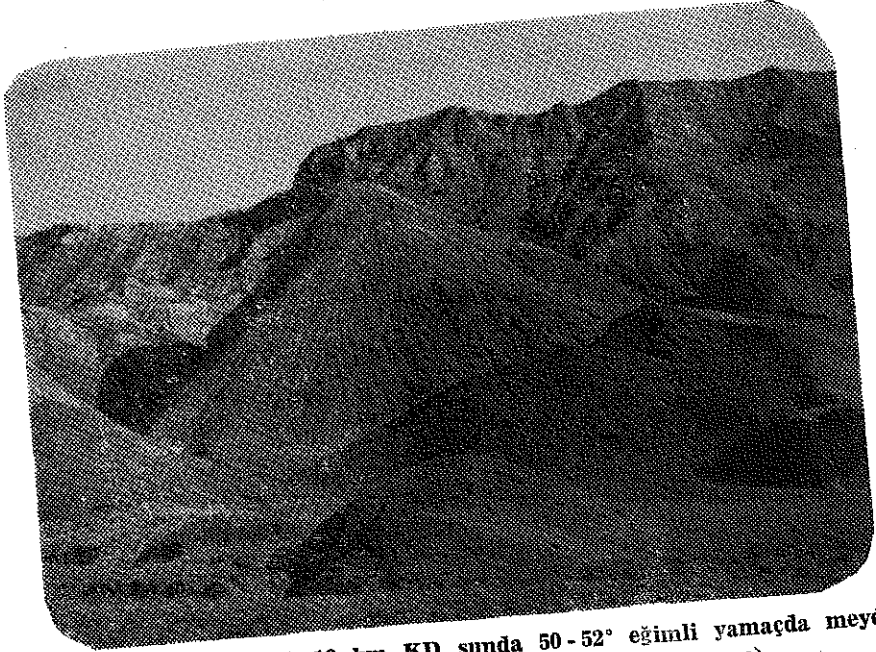
Alacalı çökellerin yamaçlar boyunca akmasında, çökelin kimyasal özelliği önemli rol oynamaktadır. Nitekim, özellikle ilkbahar ve yaz başlarında yağış suları ile depo doygun hale geldiğinde, depunun bünyesinde bol sayılacak miktarda bulunan çözülebilir Ca + Mg, Na, P ile klor, sülfat ve bikarbonatlar, erimeğe - çözülme-



**Şekil 3 :** Oltu'nun 17 km KD sunda seller tarafından derin olarak parçalanmış Oligosen tuzlu - alkali kırmızımsı çökelleri.

**Figure 3 :** Saline - alkali and reddish deposits of the Oligocene which were dissected by the periodic flooding at 17 kms NE of Oltu district.

ğe uğramaktadır. Bunun sonucu olarak özellikle eğimli yamaçlar boyunca çözülen depo çamur akıntısı halinde akmağa başlamaktadır. Gerek arazide ve gerekse laboratuvarında yapılan deneylerde, sözü edilen çökeller su ile doymun hale gelince adeta şeker gibi erimekte ve dağılmaktadır. Bu durum, çökelerde çözülebilir baz ve tuzların fazla olduğunu açık olarak kanıtlamaktadır.



**Sekil 4 :** Oltu'nun 17 - 18 km KD sında 50 - 52° eğimli yamaçda meydana gelmekte olan akınlar (resmin ortasındaki yamaç).

**Figure 4 :** The slope slides which developed on the slope degree of 50 - 52°. This position is seen in the middle part of the picture. The upper horizons of the deposits would slip when it became saturated with water.

Arazide yapılan gözlem ve ölçmeler göstermiştir ki, akma - kayma olayı, yamaç eğiminin 50 - 52° ye ulaştığı yüzeylerde kütle halinde ve aktif olarak cereyan etmektedir. Dolayısıyla alacalı çökellerden ibaret yamaçlarda eğim 52° yi aşmaktadır. Öte taraftan, sözkonusu çökeller, yağış suları ile doyunca kilin etkisi ile de şişmekte ve pörsümektedir. Bu devrede yamaçlar boyunca yüzeyel akışa geçip kanalize olan sular, pörsümüş olan 5 - 10 cm kalınlığındaki yüzeyi kolayca aşındırmakta ve yamaç eğimi boyunca yer yer derin oyuntu ve yarıntıların oluşmasını sağlamaktadır (Şekil 3 ve 4). Ya-

ÇİZELGE 1 : Oligosen alacalı çökellerinin fiziksel ve kimyasal analizleri.

TABLE 1 : Physical and chemical analysis of the oligocene sediments.

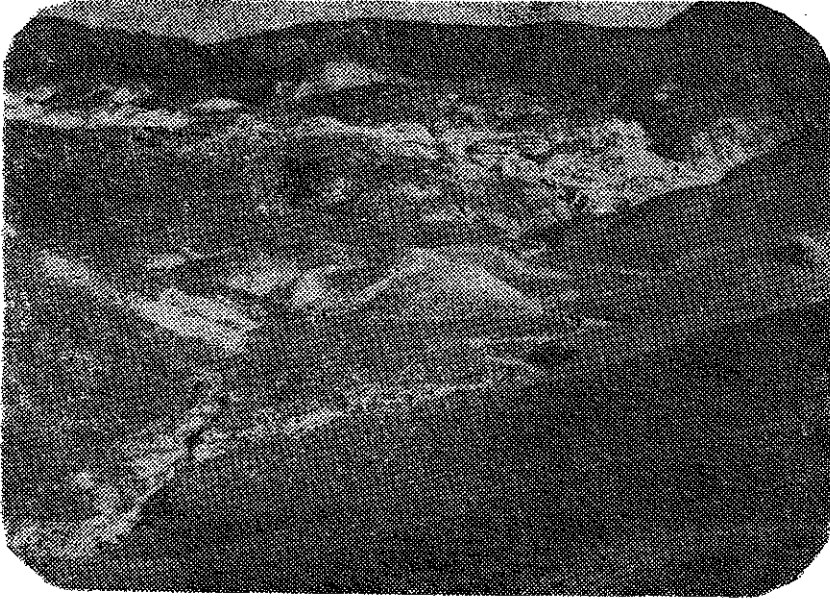
Depodan örnek alınan yer Samples Location	Horizon	Derinlik Depth	Tekstür Texture			Bünye tipi Type of texture	pH	CaCO <sub>3</sub> (%)	Çözülebilir Soluble		P ppm	Değişebilir Exchangeable		Çözülebilir Soluble			Saturasyon ekstraktında in saturation extraction		ECx25°C milimhos/cm ESP	Tuzluluk - Sodiklik - Salinity - alkalinity	
			Kil %	Milli %	Kum %				Ca+Mg m.e/100g	Na m.e/100g		K m.e/100g	Na m.e/100g	K m.e/100g	Cl m.e/100g	HCO <sub>3</sub> m.e/100g	SO <sub>4</sub> m.e/100g	SAR			ESP
Narman, Ünlükaya köyü 1200 m güneydoğusu	C	0—5	76	16	8	C	9.8	6.2	0.09	1.79	0.03	2.40	23.9	2.28	0.54	0.70	0.92	23.0	24.7	0.86	Sodik
Yükseklik : 1100 m.	C	5—10	82	6	12	C	9.4	5.9	0.22	3.82	0.02	4.30	7.42	2.31	1.22	0.57	1.60	32.3	31.7	5.89	Tuzlu - sodik
Eğim : % 40	C	10—20	70	19	11	C	8.8	11.2	2.44	4.42	0.10	3.70	5.71	2.10	4.99	0.32	15.8	14.9	17.2	55.22	Tuzlu - sodik
Aynı yerde Yamaç tabanındaki yüzey	C	0—10	27	44	29	L	9.8	29.3	0.07	0.47	0.003	2.20	8.44	0.92	0.08	0.14	0.28	11.8	13.9	1.19	Normal
Oltu'nun 17 km NE su OLTU - GÖLE asfaltının hemen kuzeyindeki kırmızı- zımsı depo	C	0—10	49	40	11	C	9.9	10.9	0.11	0.92	0.006	5.00	21.2	1.73	0.15	0.33	—	14.8	17.1	1.33	Sodik
	C	10—20	44	46	10	SİC	9.5	10.3	0.22	4.09	0.01	1.2	31.1	1.66	0.77	0.18	3.83	46.8	40.4	8.32	Tuzlu - sodik
Ünlükaya köyünün 1100 m SE sundaki kahveremgimsi depo, eğim : % 15	C	0—10	70	18	12	C	9.9	4.5	0.31	3.7	0.015	8.4	33.04	0.13	1.37	0.60	2.79	24.5	25.63	5.52	Tuzlu - sodik
	C	10—20	56	36	8	C	9.0	5.6	2.53	3.82	0.09	8.6	47.5	2.01	3.56	0.07	10.5	13.6	15.87	56.69	Tuzlu - sodik
Aynı deponun hemen yanındaki tarla toprağı	AC	0—20	56	23	21	C	9.7	5.3	0.13	0.56	0.01	3.4	5.52	1.76	0.37	0.39	0.54	8.16	9.73	4.05	Tuzlu - sodik sınırdadır
Alicik köyü (Oltu'nun 20 km NE su) beyazımsı depo, eğim % 25	C	0—20	40	34	6	C	9.0	10.0	3.7	7.0	0.07	0.49	25.7	3.30	1.31	0.74	12.3	9.22	10.98	3.32	Normal
Oltu'nun 17 km NE suda 50° eğimli yamaçta akan depo malzemesi	C	0—15	57	35	8	C	9.0	7.04	2.67	5.30	0.14	0.49	32.71	1.6	0.23	0.09	3.94	20.0	22.08	21.4	Tuzlu - sodik
Ünlükaya köyünün 2 km. SE sundaki kırmızımsı depo	C	0—15	47	38	15	C	9.2	0.09	1.54	11.91	3.21	0.57	48.54	2.5	0.23	0.11	13.95	55.67	44.71	23.9	Tuzlu - sodik
Koyu kırmızımsı depo	C	0—15	40	37	17	C	8.8	0.12	1.91	8.77	0.22	3.18	33.99	2.3	0.13	0.17	22.41	34.4	31.76	18.59	Tuzlu - sodik
Koyu kırmızımsı akan depo malzemesi	C	0—15	64	21	15	C	8.7	9.38	1.73	0.05	0.023	1.81	53.23	2.36	0.24	0.10	0.47	0.53	—	0.27	Normal
Ünlükaya köyünün 1 km S' inde açık kahverengi depo- nun iri agregatlı üst sonu	C	0—10	70	22	8	C	9.1	20.86	0.65	7.73	0.05	0.80	27.92	2.05	0.47	0.32	3.57	36.5	34.5	7.58	Tuzlu - sodik
Aynı deponun alt sonu	C	15—30	40	35	25	C	9.1	13.9	2.45	3.97	0.09	0.80	75.17	1.93	0.30	0.19	23.9	14.1	16.4	55.21	Tuzlu - sodik
Aynı deponun bitki örtüsüne sahip zonu	C	0—15	14	20	66	SL	8.7	1.56	0.97	0.83	0.02	2.00	2.30	0.57	0.11	0.05	2.10	6.2	7.3	6.63	Tuzlu

Tablodaki Kısaltmalar : C Kil, SİC Milli kil, SL kumlu balçık, SAR sodyum absabsiyon oranı, ESP değişebilir sodyum yüzdesi.



macın derin oyuntularla yarılmayı - parçalanması, yamaç dengesinin bozulmasına neden olmaktadır. Bilhassa derin yarılmış oyuntuların yamaçlarındaki çökellerin, yağışlı devrelerde su ile doygun hale gelerek ağırlığı artmakta ve iç sürtünme açısı azalmaktadır; bu olayın sonucunda ise çökel, kitle halinde derin oyuntulara doğru kaymaktadır. Ayrıca, oyuntularla derin olarak parçalanmış Oligosen çökellerinde yer yer aktif halde devam eden heyelan olayları da görülmektedir. Örnek olarak Oltu'nun 5 - 6 km KB sındaki Oligosen çökelleri güneye doğru kaymaktadır (Şekil 5). Alacalı çökellerde kayma - akma olayları yamaç eğimi 15 - 20° olduğu sahalara kadar devam etmektedir. Başka bir deyişle, yamaç eğimi 15 - 20° ye ulaştığında akma - kayma olayı durmaktadır. Ancak, bundan daha düşük eğimlerde kütle halinde kaymalar sinsi olarak devam etmektedir. Bu durum, girland biçiminde olan mikro topoğrafya şekillerinden anlaşılmaktadır.

Alacalı çökellerin 5 - 10 cm kalınlığındaki yüzey zonunda yıkanmağa bağlı olarak önemli kimyasal değişimler olmaktadır. Şöyle ki, deponun yüzey zonunda yıkanma sonucunda çözülebilir kalsi-



Şekil 5 : Oltu'nun 5 - 6 km kuzeybatısında Oligosen depoları üzerinde oluşmuş bir heyelanın genel görünüşü.

Figure 5 : The landslide is seen on the Oligocene deposits, at about 5 - 6 kms NW of Oltu district.

yum + magnezyum, sodyum, potasyum ile klor ve sülfatlar önemli ölçüde uzaklaşmaktadır. Gerçekten çizelge 1 deki değerlere bakıldığında, sözü edilen çözülebilir katyonlar ve anyonlar, çökelin yıkanmağa uğramış üst zonunda azalmaktadır. Bu yıkanma sonucunda özellikle tuzlu bileşikler azalmakta ve su ile çökelin doygun olduğu esnada meydana gelen kimyasal reaksiyonda sodyum iyonları hâkim duruma geçerek deponun yüzey zonunda sodikleşme olmaktadır. Bilhassa değişebilir sodyum katyonu, yıkanma sonucunda uzaklaşan diğer katyonların yerine geçmektedir. Buna bağlı olarakta, sodyum absorpsiyon oranı ve değişebilir sodyum yüzdesi artmaktadır. Kısaca, çeşitli tuzların deponun üst zonundan uzaklaşması ve sodyum iyonunun hâkim duruma geçmesi ile sodikleşme olayı ön plana geçmektedir.



Şekil 6 : Oltu'nun 1 km kadar batısında bitki örtüsü ile ana materyal arasındaki ilişkiler görülmüyor. Ot örtüsü aynı eğim gösteren yamaçın üst bölümündeki Plio - kvaterner depoları üzerinde bulunduğu halde, yamaçın altındaki tuzlu - alkali Oligosen depoları üzerinde bulunmamaktadır.

Figure 6 : Relationships between vegetation cover and parent material are seen 1 km west of Oltu town. The herbaceous plant occur on the Plio - quaternary deposit on the upper part of the slope while the Oligocene deposits bare due to the deposits are saline - alkali on the lower part of the slope.

Alacalı çökellerden kaynaklanan sular, bol miktarda eriyik halde çeşitli tuzlar ve karbonatlar taşımaktadır. Bu alanlardan kay-

naklanan suların buharlaştığı dere içleri ve çukur alanlar yer yer çok ince beyaz lekelerle kaplanmaktadır. Bu alanlardan alınan örneklerin analizlerinde çeşitli karbonatların (kalsiyum karbonat, sodyum karbonat), ana depoda bulunandan fazla olduğu tesbit edilmiştir, yani suların buharlaşması ile özellikle karbonat yığılması meydana gelmektedir. Ayrıca, alacalı çökellerden kaynaklanan suların yayıldığı tarımsal alanlarda verim düşmektedir ve dolayısıyla tarımsal yönden büyük sorunlar meydana gelmektedir. Böylece, alacalı çökellerde çözülebilir çeşitli tuzların ve bazların fazla olması ve bunların eriyik halde sularda taşınması bir taraftan çökelin dağılmasını, pörsümesini ve aşınmasını hızlandırmış, diğer taraftan tarımsal alanlarda sekonder tuzlaşma ve alkalileşme sorununu oluşturmuştur.

Öz olarak, Oligosen alacalı çökellerinin bünyesindeki çözülebilir türlü karbonat, sülfat ve klorürler, yağışlı devrelerde erimekte ve çözülmektedir. Bu erimeler sonucunda depo içerisinde minyatür su yutan kanalları bile teşekkül etmektedir. Özellikle eğimli yamaçlardaki erime ve çözülmeler, çökelin bağlılığını (kohezyon) önemli ölçüde azaltmakta, çökelin pörsümesine ve dağılmasına neden olmaktadır. Bu esnada depo yüzeyinde akışa geçen sular, derin oyuntular oluşturmaktadır.

### **KATKI BELİRTME**

Bu araştırma, Tübitak Tarım ve Ormanlık Araştırma Grubu tarafından desteklenen «Oltu Çayı Havzasında Havza Amenajmanı Yönünden Araştırmalar» konulu araştırma projemizin olanakları ile hazırlanmıştır. Bu bakımdan Tübitak yetkililerine ve Prof. Dr. Necmettin ÇEPEL'e teşekkür ederim.

### **KAYNAKÇA**

Atalay, İ., 1980, Türkiye ve Dünyanın Ana Akarsularında Taşınan Yüzer Haldeki Sediment Miktarları — The Suspended Sediment Yields of Main Streams of Turkey and the World : **Ormanlık Araştırma Enst. Der.**, Cilt 26, Sayı 52, s. 5 - 39.

Atalay, İ., 1979, Oltu Çayı Havzasında Beşeri, Morfolojik ve Jeolojik Faktörlerin Doğal Dengenin Bozulmasına Olan Etkileri : Tübitak Yay. : 423, Toağ seri : 80, 99 - 110.

- Atalay, İ. ve Koçman, A., 1979, Kuzeydoğu Anadolu'nun Jeoteknik ve Morfo-tektonik Evriminin Ana Çizgileri (Outlines of the Geotectonic and Morphotectonic Evolution of the Northeastern Anatolia) : Jeomorfoloji Derg., 8, 41 - 76.
- Atalay, İ., 1980, Türkiye'nin Morfolojik ve Jeolojik Özelliklerinin Aşınma ve Birikme Olaylarına Etkileri : 1. Ulusal Erozyon ve Sedimentasyon Sempozyumu Tebliğleri, DSİ Yay. : 982, Özel No. : 92, 60 - 70, Ankara.
- Atalay, İ., Karakaplan, S. ve Koçman, A., 1980 Oltu Çayı Havzasında Havza Amenajmanı Yönünden Araştırmalar : Tübitak, Toag Proje No. : 377, Ankara.
- Bouyoucos, C. J., 1951, A Recalibration of the Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soils : Agron. J., 43, 434 - 438.
- Gattinger, T. E., 1956, Trabzon, Rize Gümüşhane, Erzurum, Artvin ve Kars Vilayetlerinin Bulunduğu Sahadaki Doğu Pontitlerde Yapılan Löve, İkmal ve Revizyon Çalışmaları Hakkında Rapor : MTA Enst. Rap. No. : 2380 (basılmamış) Ankara.
- Hızalan, E. ve Ünal, H., 1966, Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler : A.Ü. Ziraat Fak. Yay : 273, Erzurum.
- Hocaoğlu, Ö. L., 1966, Toprakta Organik Madde, Nitrojen ve Nitrat Tayini : A. Ü. Ziraat Fak. Ziraat Araş. Enst. Tek. Bül. 6, 14 - 16.
- Knudsen, D., 1975, Recommended Phosphorus Soil Tests, in Recommended Chemical Soil Test Procedure : North Central Regional Publ. : 221.
- Nebert, T., Engin, T. ve Engin, O., 1964, Oltu (Erzurum) Çevresindeki Oligosen Çökellerinin (alacalı horizon) Jeolojisi Hakkında Rapor : MTA Enst. Rap. No. : 3485 (basılmamış), Ankara.
- Peech A., 1965, Hydrogen-ion Activity, in Methods of Soil Analysis, Part 2. 914 - 925.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1953, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils : Handbook 60.