

## ABD'nin Front Range Bölgesinde (Colorado) Moren Depolarının Özellikleri ve Bu Depolar Üzerinde Toprak Oluşumu

**Murat KARABULUT**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Kahramanmaraş

**Geliş Tarihi: 26.03.2007**

**Kabul Tarihi: 09.07.2007**

**ÖZET:** ABD'nin Colorado eyaleti sınırları içerisinde yer alan ve Kayalık dağların bir parçası olan Front Range bölgesi soğuk iklim koşulları nedeniyle Pleyistosen'de çeşitli buzullaşma süreçlerine sahne olmuştur. Günümüzde bölgenin yüksek kesimlerinde en az dört tanınabilir Pleyistosen buzullaşmasına ait izlere rastlamak mümkündür. Bu buzullar yaşlıdan gence doğru: Pre-Bull Lake, Bull Lake, Pinedale ve Neoglasyal olarak sıralanabilir. Bu buzullaşmaların neticesinde meydana gelen till depoları ve buzullarla ilgili morenler Front Range bölgesinin doğu bölümünde birçok vadide görülmektedir. Burada meydana gelen toprakların oluşum süreçleri ile ilgili yapılan çalışmalar depoların yaşlarının 12000 ile 500000 yıl arasında değiştiğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Buzul, till, moren, glasyal toprak, kayalık dağları.

### Characteristics of Moraines and Developments of Soils in the Front Range (Colorado), USA

**ABSTRACT:** The front range of the Colorado was glaciated by ice advances because of cold climate conditions during Pleistocene. At least four recognizable episodes have occurred since the Pleistocene in areas of higher elevation. From oldest to youngest these glaciations are: Pre-Bull Lake, Bull Lake, Pinedale and Neoglaciations. Till deposits resulting from these advances and their associated moraines are visible in many of the valleys along the east slope of the Front Range. The soils formed in each of the till deposits have studied in detail. The age of deposits, ranging in age from 12000 to about 500000 years for the Pleistocene deposits, correlates quite well with degree of soil development found on the different moraines.

**Key words:** Glacier, till, moren, glacier soil, rocky mountain

### GİRİŞ

Pleyistosen'de yerküre üzerinde çok önemli ve geniş ölçüde buzullaşmalar meydana gelmiştir. Günümüzde sadece kutup ve yakın çevreleri ile yüksek dağların zirvelerinde (Himalaya, Kayalık, Cascade, Ağrı, Alp ve And dağları) yaygınlık gösteren buzullar kuvaternerin ilk bölümünde özellikle kuzey yarım kürenin yukarı enlemlerinin büyük bir bölümünü örtüler halinde kaplamıştır. Aynı devirde yüksek dağların bugünkü buzul seviyelerinin yaklaşık 800-1000 m daha alçak yükseltilerine kadar indiği buzul izlerinden anlaşılmaktadır (İzbırak, 1989). Buzul dönemlerinin yeryüzü üzerinde (toprak, topografya, iklim, bitki örtüsü) yapmış olduğu etkileri günümüzde dahi önemini korumaktadır. Bugün yeryüzünde bulunan buzul alanları yaklaşık 15 milyon km<sup>2</sup> alana sahipken, Pleyistosen'de 55 milyon km<sup>2</sup> civarında bir alan kapladığı tahmin edilmektedir (İzbırak, 1989). 1.8 milyon yıllık bir zamanı kaplayan bu jeolojik devir Geç Pleyistosen olarak adlandırılan son 500 bin yıl boyunca tamamen buzul dönemlerini yaşamamış, zaman zaman iklimde meydana gelen ısınma hareketleri ile buzul arası periyotlara sahip olmuştur. İşte bu sıcak dönemlerde buzulların biriktirmiş olduğu malzemeler fiziksel ve kimyasal süreçlerden geçerek değişikliğe uğramış günümüzde de kendi dönemlerinin karakterlerini yansıtan delilleri barındırarak bilimsel çalışmalara ışık tutmuştur (İzbırak, 1989; Akkan ve Tuncel, 1993; Doğu, 1993; Doğu ve diğ., 1994; Gürgen, 2003). Özellikle morenler içerisinde yer alan sıcak dönemi yansıtan tortullar bunların en güzel örneklerini oluşturmaktadır.

Pleyistosen'de hakim soğuk iklim koşulları sonucu kuzey yarım kürenin yüksek enlemleri ve dağların yüksek kesimlerinde en az dört farklı buzullaşma dönemi yaşanmıştır. Bazı bilim adamlarına göre yerküre halen buzul arası dönemi yaşamaktadır. Buzul devirlerinde kalın kristalin buz kütleleri yavaş yavaş hareketleri sırasında meydana getirdikleri yüksek basınçla geçtikleri yüzeyleri aşındırarak ve malzemeleri bünyelerinde taşıyarak moren adı verilen yığıntılar meydana getirmişlerdir (Sugden ve Jhon, 1986). Bu malzemelerin biriktiği yerler dikkate alınarak yan moren veya cephe moreni gibi adlar verilmiştir. Buzulların hızlı erime nedeniyle yeterince ilerleyemediği alanlarda (kısımlarda) biriken ve çoğunlukla çakıl büyüklüğünde iri malzemeleri içeren nispeten düzleşmiş buzul birikintilerine till adı verilmektedir. Diğer taraftan hızlı erimenin gerçekleştiği alanlarda meydana gelen sel karakterli suların taşıyarak biriktirdiği ve çoğunlukla iri çakıl ve kum tanelerinden oluşan düzlüklere dış yıkıntı depoları adı verilmektedir (Akan, 1983).

Bilim adamları genellikle morenler ve diğer topografik deliller üzerinde çalışarak kendine has birçok buzul periyodu tespit etmişlerdir. Ancak isimlendirme yapılırken incelenen alanların uzaklığı ve bakış açılarındaki farklılıklar nedeniyle her bölge için farklı adlar ortaya çıkmıştır. Özellikle Avrupa ve Kuzey Amerika'da bu farklı isimlendirme durumunu açıkça görmek mümkündür. Hatta örtü buzulları ile alp tipi buzullar her iki bölgede de farklı isimlerle ortaya konmuştur. Bu farklılıkları Tablo 1'de görmek mümkündür. Türkiye'deki literatür doğal olarak

yakınlığı nedeni ile Avrupa'da kullanılan isimleri tercih etmiştir (İzbrak, 1989). Ancak ABD'li bilim adamları Kayalık dağlarındaki alp tipi buzullaşmaları incelerken çok farklı bir bakış açısı getirerek bölgeye has buzul dönemleri dolayısıyla bölgeye uygun isimler belirlemişlerdir. Bu araştırmada literatürümüzde yer almayan bu bakış açısı doğrultusunda Colorado Front Range bölgesinin kuzeybatısında Kayalık Dağları Milli Park alanında bulunan Alp tipi buzullara ait morenlerin özellikleri incelenmiştir. Aynı şekilde morenler üzerinde oluşmuş olan topraklar araştırılmıştır. Çalışma 1996 yılı Ekim ayı ve 2001 yılı Temmuz aylarında bölgede Kayalık Dağları Milli Park alanında yapılan arazi gözlemleri sırasında toplanan veriler ve literatür incelenerek ortaya konmuştur. Bu makale baştan sona metodolojik bir yaklaşımı sergilememekte ancak yapılan arazi çalışmaları sırasında toplanan verilerin yorumlanmasını ve literatürün bakış açısını içermektedir.

Tablo 1. Avrupa ve Kuzey Amerika'daki önemli buzul dönemleri (İzbrak, 1989).

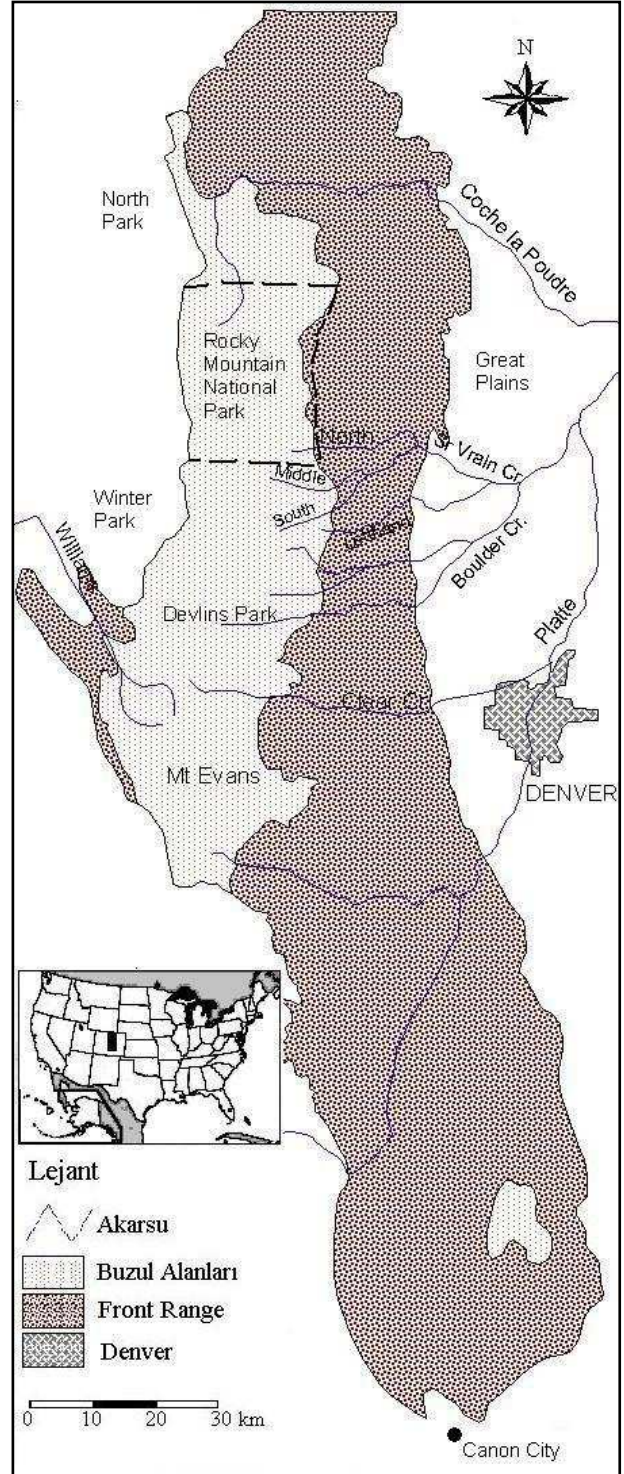
Kuzey Amerika	Kuzey Avrupa	Alpler	Yaş
Nebraskan		Günz	592000-543000-
Kansas	Elster	Mindel	478000-429000-
Illinoian	Saale	Riss	306000-183000-
Iowan-Wisconsin	Vistül	Würm	144000-21000-

Tablo 2. Front Range bölgesindeki buzul dönemleri (Richmond, 1986).

Buzullaşma	Yaş Aralığı	Oksijen-izotop durumu	Orta-Kıta ilişkisi
Pre-Bull Lake	500,000-130,000	8 ve 12	Erken Illinoian
Bull Lake	130,000-35,000	6 (ve 8)	Illinoian
Pinedale	25,000-12,000	2	Geç Wisconsin
Neoglasyal	<12000		

### ÇALIŞMA ALANIN KONUMU VE PLEYİSTOSEN BUZULLAŞMASI

Kayalık dağları sistemi içerisinde yer alan Colorado Front Range bölgesi 280-320 km uzunluğunda, 55-70 km genişliğinde kuzeyde Wyoming eyalet sınırından güneyde Canon şehrinin kuzeyine kadar uzanan masif kütledir. Bölgenin doğu sınırını Büyük ovalar bölgesine geçiş alanı meydana getirir. Batı kısmında sınır daha az belirgin olup genellikle Kayalık dağlarının su bölümü çizgisini takip etmektedir. Arazi gözlemlerinin yapıldığı Kayalık Dağları Milli Park alanının kuzey batısında North Park ve güney batısında ise Winter Park yer alır (Şekil 1).



Şekil 1. Front Range bölgesinin coğrafi konumu (Richmond, 1986).

Çalışma alanı jeolojik olarak Prekambriyen yaşlı kristalin yapılardan meydana gelmiştir. Bu saha doğuda yükselmeye maruz kalmış sediment formasyonları tarafından oluşturulan kuesta ve hogbekler, batı ve güneyde ise tektonik depresyonlarca kuşatılmıştır (Benedict, 1967).

Pleyistosen glasyal dönemi boyunca, Front Range alanı buzullarla kaplanmıştır. Lokal buzullar yüksek doruklarda yüzyıl öncesine kadar yaşamlarını sürdürmüşlerdir (Richmond, 1986). Buzulların çoğu birden fazla çıkışa sahip olup, transaksiyonel buzul tipleri bölgede yaygındır. Kuvaterner till ve yıkıntı depoları bölgeyi günümüzde de örtmektedir. Özellikle yıkıntı depoları birçok güncel nehir sekilerinde açıkça gözlenmektedir.

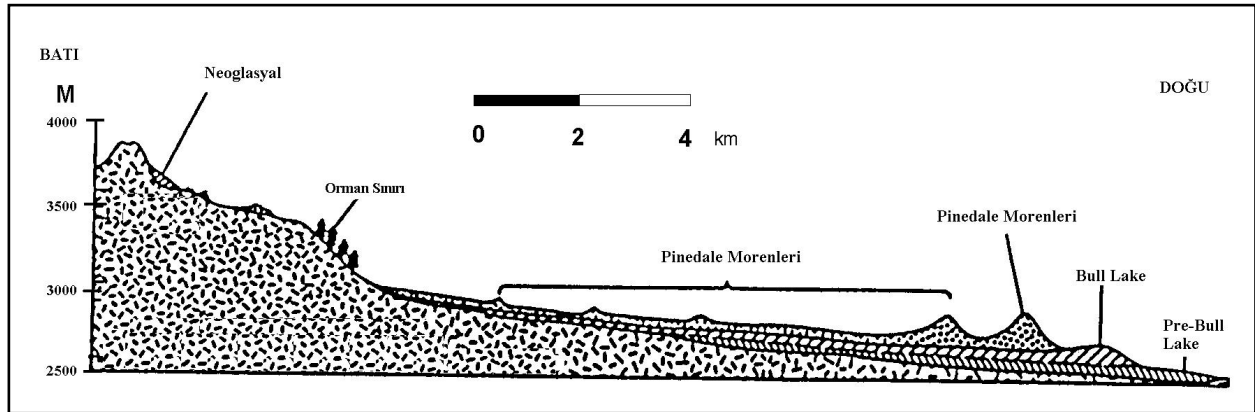
Bölgenin erken Pleyistosen buzullaşması ile ilgili bilgiler çok az ve yetersizdir. Ancak Geç Pleyistosende meydana gelen buzullar kalın vadi buzulu şeklinde gerçekleşmiştir. Bu vadi buzulları yaygın olarak 15-25 km uzunluğunda, 1-3 km genişliğinde, 215-460 m kalınlığında ve 2440-2475 metrelere kadar inmiştir (Modale, 1976). Literatürde buzul dönemlerinin isimlendirilmesi kayalık dağlarına ait till yaşları ile

ilişkilendirilerek belirlenmiştir. Daha öncede belirtildiği gibi bölgede dört buzul dönemi tanımlanmıştır.

Vadi buzullarının orijinini meydana getiren alanlardaki kayalar birincil olarak masif ve gnaysik granit, kuartz monzolit, metamorfik taşlar ve lokal riyolit ve riyolit tüflerinden meydana gelmiştir. Buzullar tarafından oluşturulan till depoları ise yukarıda adları geçen birincil kayalara ait parçalardan meydana gelmiştir.

Bölgenin doğu tarafında yer alan buzullar: Pre-Bull Lake, Bull Lake, Pinedale ve en genç olarak ise Neoglasyal şeklinde belirlenmiştir (Tablo 2). Yeni glasyal dönem Stante Peak, Ptarmigan, Triple Lake, Auduban ve Arapaho Peak gibi birçok bölüme ayrılmıştır (Modale and Shroba, 1979).

Richmond (1986), Modale ve Shroba (1979) tarafından çeşitli yaş bulma teknikleri kullanılarak glasyal dönemlerin yaşları Tablo 2'deki gibi tespit edilmiştir. Ayrıca araştırma alanında morenlerin rölatif pozisyonları ve dağılışları Şekil 2'de gösterilmiştir. Bölgede meydana gelen buzullaşmalara ait morenler yaşlıdan gence doğru incelenecektir (Tablo 3).



Şekil 2. Morenlerin rölatif pozisyonları ve dağılışları (Modale ve Shroba, 1979).

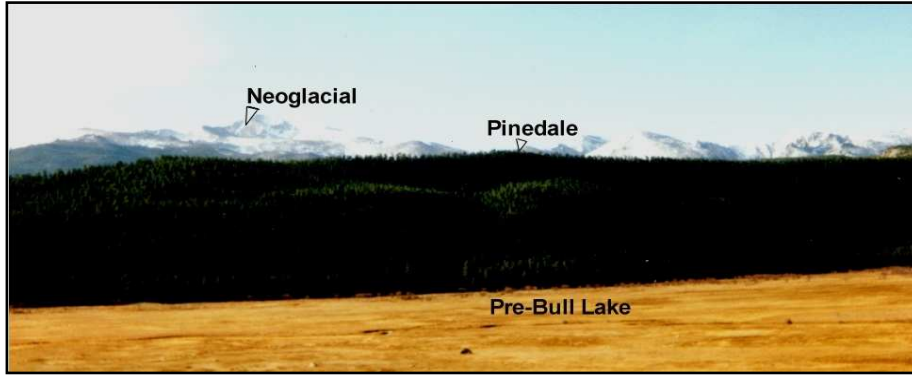
Tablo 3: Çalışma alanındaki morenlerin karşılaştırılması.

Buzullaşma	Yaş	Moren stratigrafisi	Moren eğimi	Moren toprakları
Neoglasyal	<12000	Engibeli ve üzeri kayaçlı olup çizilmiş taşlara az rastlanır.	Çok eğimli yamaçlar	Zayıf azonal topraklara sahip olup sirkler toprak içermezler.
Pinedale	12000-35000	Düzensiz, tümsekli ve çakıllıdır (çizilmiş).	Çok eğimli yamaçlar az yarılmış ve düzensizdir.	Kahverengi podzolik ve orman toprakları zayıftan orta dereceye yapısal gelişmeye sahip olup kırılğan kumlu ve kilsizdirler.
Bull Lake	35000-130000	Geniş ve engibesiz yapıya sahip cephe morenleri yarılmış olup göl içermezler. Kazanlar kolüvyal ve rüzgar depolarıyla doldurulmuştur. Çizikli çakıllarla zengindir.	Geniş ve hafif eğimli düz yamaçlar yaygındır.	Sarımsı kırmızıdan kahverengiye iyi gelişmiş topraklar bulunur. Toprak materyali kompakt, plastik yapıda, tamamen yıkanmış ve killidir.
Pre-Bull Lake	130000-500000	Tipik moren topografyasından yoksundur. Yüzeyleri düz veya hafif eğimli olup üzerlerinde kaya parçaları ise seyrekler.	Yamaçsız (eğimsiz)	Sarımsı kırmızıdan kahverengiye iyi gelişme, materyaller kompakt, plastik yapıda, tamamen yıkanmış ve killidir.

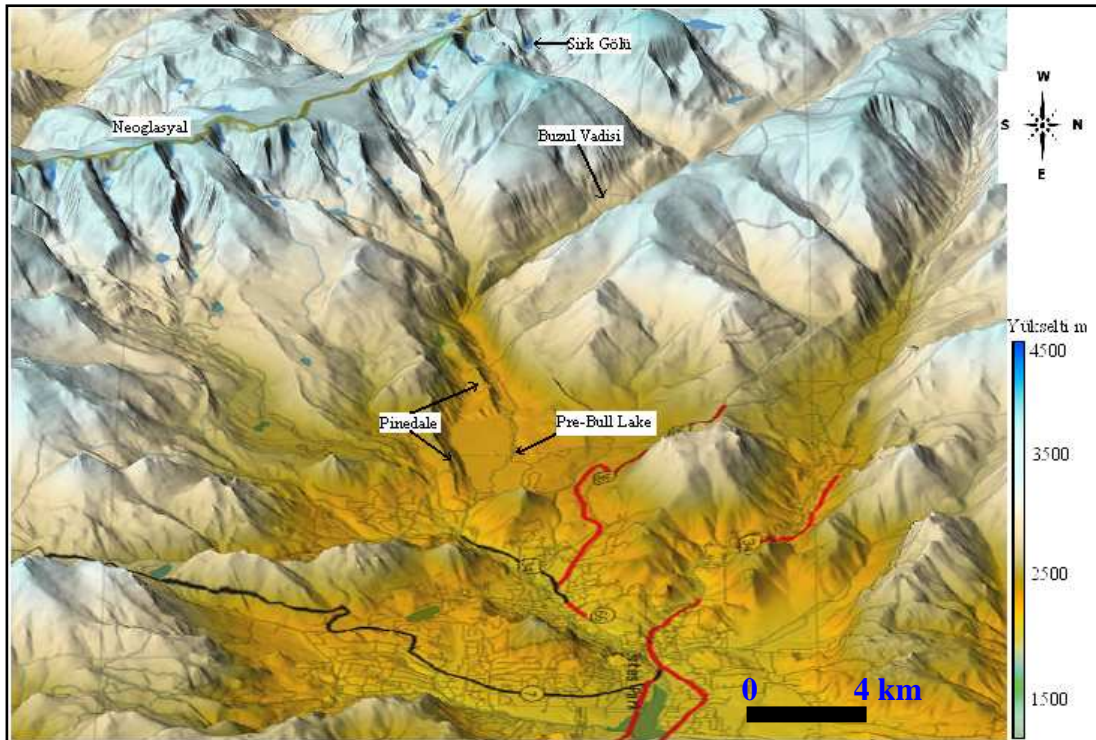
### Pre-Bull Lake

Çalışma alanında en yaşlı buzul dönemine denk gelen Pre-Bull Lake tilleri genellikle küçük parçalar halinde ve düz olup çoğunlukla tipik moren topografyasından yoksundur. Maksimum kalınlık 180 cm civarındadır. Bunlar genellikle buzul vadilerinin alt çıkırında vadi tabanlarında, yüksek rakımlarda ise vadi duvarlarının üst kısımlarında diğer depolardan daha yüksekte bulunmaktadır (Şekil 2-4). Bu döneme ait tiller çoğu zaman morenel topografyalarının olmayışından tanınabilmektedir. Bunlar çoğu zaman örtü benzeri depolar şeklinde olup, üzerlerinde kalın, kırmızımsı, killi toprakların varlığıyla diğer depolardan kolaylıkla ayırt edilebilmektedirler (Richmond, 1960). Bu depolar kaya parçaları, çakıl, kum ve silt karışımından meydana gelmiştir. Egzotik taş tipleri yaygındır. Birçok taş parçaları ve matriks zemindeki parçalanmış ana kayadan koparılarak taşınmıştır. Bazı taşlar buzul işlemesine

maruz kalarak düzleşmiş ve yassılaştırılmış ancak çoğu köşeli veya yarı köşeli olarak kalmıştır. Bu depoların parçalanma ve ufalanma dereceleri diğer buzul dönemlerine benzememekte onlardan farklı karakter göstermektedir. Ufalanmış bölümün maksimum kalınlığı 1,20 m civarındadır. Materyaller kuru olduklarında sarımsı kırmızı (5 YR 5/6) iken ıslak (nemli) olduklarında ise koyu kahverengidir (7,5 YR 5/6). Kuru olduklarında sert, kompakt, kaba, köşeli ve blokluya sahiptirler. Ufalanma zonu altında bulunan taze tiller daha kompakt olup silt-kil içeriği çok fazladır. Fiziksel ve kimyasal süreçlere dayanıksız çakılların büyük bir bölümü çizikli ve oyuklu durumlarını kaybetmişler, ancak daha dayanıklı mineralojik yapının olduğu yerlerde taşlar orijinal cıllanmış özelliklerini korumuşlardır (Richmond, 1986).



Şekil 3. Buzul dönemlerine ait morenlerin rölatif pozisyonları (Foto çekim tarihi: 18 Ekim 1996).



Şekil 4. Çalışma alanının morfolojik yapısı ve morenlerin rölatif pozisyonları (<http://www.brentonwhite.com>).

Çalışma alanında Pre-Bull Lake yaşlı buzulların birçoğunun daha sonraki dönemlerde meydana gelen buzullarla aynı boyutlarda olmaları, farklı dönemlere ait buzulların derin ve genellikle dar vadileri birbirlerine benzer boyutlarda doldurarak aşındırma ve biriktirme yapmaları, ormanlık alanlarda Pre-Bull Lake ve Bull Lake tillerinin birbirinden ayırt edilememeleri gibi nedenlerden dolayı bu döneme ait depoların tanımlanmaları oldukça zordur.

### **Bull Lake**

Bull Lake depolarının yaklaşık ortalama yaşı 45000 yıl civarındadır. Bu buzul dönemi alçak morenlerin yer aldığı iki buzul ilerlemesi ile karakterize edilmektedir. Front Range'in doğu yamacındaki birçok vadi içerisindeki Bull Lake buzulları Pinedale buzullarından daha geniş alanları etkilemiştir. Bunun neticesinde de bu döneme ait tiller Pinedale yanal ve terminal morenlerinden 0,8 ile 1,6 km kadar daha ileri mesafelere yayılmışlardır. Bazı alanlarda, Pinedale buzulları vadi içlerinde daha da aşağılara inseler de Bull Lake tillerinden daha az yaygındırlar (Şekil 2).

Bull Lake zamanına ait morenler, hafif eğilimli ve geniş yüzeylidir. Morenlerin yamaçları düz olup etrafa yayılmış iri kaya parçaları içerirler. Bu kaya parçalarının çoğu köşeli özelliklerini kaybederek yuvarlağımsı yapı kazanmışlardır (White, 1971). Birçoğu tamamen ufalanmış olduklarından dolayı çizilmiş yüzeyleri tanınmaz hale gelmiştir. Ancak dayanıklı taşlar üzerinde buzul çizikleri korunmuştur. Cephe morenleri geniş yarıklarla parçalanmış olduklarından dolayı üzerlerinde göl oluşumu gözlenmemektedir. Yanal morenler küçük dereler tarafından parçalanmıştır. Kazanlar (ketil) yaygın bir şekilde kolüvyalarca ve rüzgarla taşınan malzemeler tarafından doldurulmuş olup çok ender olarak su ihtiva ederler. Tiller derinlerde gri kahverengi ve kompaktır. Ayrıca tane boyutu siltten kuma ve iri çakıl parçalarına kadar uzanabilir. İri çakıl parçaları morenlerin tamamında derine doğru bütün deponun kalınlığı boyunca dengeli bir şekilde dağılmamıştır.

Bu yaştaki tiller kompakt olma eğilimi gösterir ve Pinedale buzul tillerine göre daha olgun ve daha az kaya parçaları barındıran yamaçlara sahiptir. Tillerin üzerinde oluşmuş olan topraklar bir önceki buzul dönemine ait tillere benzer şekilde olgun zonal profillere sahip olup ancak daha az ufalanmaya maruz kalmıştır (Richmond, 1960). Toprakların bu gelişim özellikleri Bull Lake dönemine ait morenleri daha genç Pinedale morenlerinden ayırt etmede önemli bir ipucu olarak kullanılabilir.

### **Pinedale**

Bu buzul dönemi yaklaşık olarak 25000 ila 12000 yılları arasında kapsar (Tablo 3). Pleyistosen'deki en son buzullaşmayı ifade eden Pinedale glasyaline ait tiller bölgedeki en geniş ve yaygın glasyal depolarını oluşturur. Bu buzul depoları 2400-3200 m arasındaki alanların %80-90'nını örtmüştür (Modale, 1976). Bu

depolar topraktan mahrum yüzeyleri ve belirgin yapısal şekilleri nedeni ile en kolay tanınabilen morenlerdir. Pinedale tilleri kılavuz olarak kullanılarak diğer depoların belirlenmesi veya tanınmasına yardımcı olabilmektedirler. Bu buzullara ait morenler genellikle dik yamaçlı olup çoğunlukla buzulun dış taraflarında eski morenlere galip gelerek belirginleşmişlerdir. Yanal morenlerin drenajı yönlendirmesi ve set yoluyla biriktirmeleri neticesinde birçok daimi kazan gölünün meydana gelmesine sebep olmuştur.

Pinedale buzulları, Bull Lakeden daha geniş alanlara yayılmıştır. Moren yüzeyleri düzensiz, tümsekli ve kaya parçaları ile bezenmiş durumdadır. Yamaçlar biraz parçalanmış ve kazanlar en azından mevsimlik olarak su içerir hale gelmişlerdir (Benedict, 1967). Cephe morenleri erozyonla dar bir şekilde parçalanmış olup yanal morenler göl içermezler. Tam tersi olarak orta ve geç dönemlere ait tiller genellikle göl içerirler (Richmond, 1986). Terminal morenler aksenel akarsular tarafından kısmen parçalanmıştır. Tiller Bull Lakeden daha çok kumlu ve daha az kompakt olup daha çok kaya parçaları içerirler. Kaya parçalarının birçoğu taze, çok azı çatlaklı ve bazıları çizilmiştir. Erken ve orta evrelerin morenleri yaygın olarak birbirlerine belli mesafede yer alırlar. Son döneme ait depolar vadilerin yukarı çıkırından uzakta yer almışlardır. Orta ve geç Pinedale buzullaşmaları rölatif olarak küçük olmalarına rağmen yüzey şekilleri ve topraklar erken evrelerinkine benzerlik gösterirler.

Pinedale ve Neoglasyal buzullaşması arasındaki dönem postglasyal optimum olarak adlandırılır. Bu dönemde buzullar araştırma alanında tamamen kaybolmuştur. Pinedale döneminde birçok sirk oluşmasına rağmen, bu sirkler postglasyal dönemde varlıklarını koruyamamışlardır (Modale, 1976).

### **Neoglasyal Dönem**

Bu dönem sirk alanlarında etkili olan birden fazla buzul ilerlemesi ile karakterize edilir. Cephe morenleri ve kaya glasyalleri sirk duvarları içerisinde yaklaşık 1.5 km uzunluğa sahiptir. Morenler çok tazedir, bu nedenle yüzeyleri pürüzlü ve çakıllıdır. Bitki ve toprak içermezler, ancak bazı öncül bitkiler (likenler) morenlerin dış yamaçlarında yaşam ortamı bulmuşlardır. Tiller yeni, kumlu ve çok çakıllıdır. Birçok kaya parçası bloklu ve köşeli olup, ancak çok az bir bölümü glasyal aşındırmanın etkilerini göstermektedir. Genç dönemlere ait morenler ve onlara ait kayaçlar bloklu ve taze bir yapıya sahip olup sirkler içerilerinde toprak oluşumu ihtiva etmezler.

Neoglasyal döneme ait kaya glasyelleri ve morenler 3300-3375 m yükselti basamağında 2 ila 4 km arasında uzunluğa sahip olabilmektedirler. Bunlar genellikle orman üst sınırından daha yüksekteki alanlarda yaygındırlar. Bu döneme ait tiller çoğu zaman alansal pozisyonları, ufalanma derecesi ve toprak oluşum özellikleri ile birlikte üzerlerinde büyüyen diagnostik likenlerin büyüklükleri ve vasküler bitkilerin yetiştiği

depoların yaygınlığına göre ayırt edilebilmektedirler (Richmond, 1960; Modale, 1976).

Bölgede bulunan en yaşlı Neoglasyal till depoları Triple Lake'dir. Üzerlerini otsu bitkilerin örttüğü bu morenlerle ilgili tiller 5 ile 10 m kalınlıkta, orman sınırının üzerinde ve sadece vadilerin üst kısımları ile sınırlı kalmışlardır. Liken varlığından dolayı gri renkli bir görünüme sahip olan bu depolar, az bitki barındıran ve daha genç morenlerden çok belirgin bir şekilde ayrılırlar (Richmond, 1960; Modale, 1976).

Audubon morenleri diğer Neoglasyal yaşlı olanlara göre çok daha geniş alanlara yayılmıştır. Buldukları (tanımlanabildikleri) yerlerde çoğu zaman parmak benzeri bir şekilde sirk içerisinde yayılmış olup üzerlerinde likenler mevcuttur. Bunlar genel olarak 200 m genişliğe 600 m uzunluğa sahip olabilmektedirler. Tespit edilebilen ortalama en düşük rakımları yaklaşık olarak 3315 m'dir (Modale, 1976).

Arapaho zirvesindeki depolar çoğunlukla till ve talus (birikinti) karakterinde olup geçmiş 300-400 yıl içerisinde biriken malzemelerden meydana gelmiştir. Morenler ortalama 7-18 m yükseklikte ve sirk sınırları içerisinde bulunmaktadır. Ortalama en düşük rakım 3600 m civarındadır. Bu dönemde oluşan till ve taluslar gri renkli olup ufalanmaya maruz kalmamışlardır (Modale, 1976).

### TOPRAK ÖZELLİKLERİ

Front Range bölgesinin doğu yamaçlarında var olan buzul birikintileri üzerinde çeşitli derecelerde toprak oluşum süreçleri gerçekleşmiştir. Burada toprak oluşum faktörleri olan ana kaya, iklim, biyosfer, topografya belirli oranlarda etkili olmuştur. Ancak zaman faktörü burada toprak oluşumunu kontrol eden en önemli faktör olarak göze çarpmaktadır.

Yukarıda da belirttiğimiz gibi herhangi bir vadide toplanan malzemelerin lokal kaynağı sirklerin duvarları ve tepe noktalarıdır. Bu yüzden bölgedeki ana materyaller birbirlerinin aynısı ya da benzeridir. Dolayısıyla aynı kompozisyon içeriklerini taşımaktadırlar. Bölgede morenler içerisinde rastlanan kayaç türlerinin çoğunluğunu gnayslar oluştururken, daha az miktarlarda granit bulunmaktadır. Yapılan araştırmalara göre kumlu tiller içerisinde rastlanan taşların % 25-70 oranında çapları 2 mm'den daha büyüktür. 2 mm'den daha küçük boyuttaki malzemelerin %70'i kum; %22'si silt ve %7'si killerden oluşmaktadır (Modale ve Shroba, 1979).

Birçok moren üzerinde benzer topografik pozisyonlar dikkate alınırca topografya faktörünün her bir moren için genel olarak sabit olduğu kabul edilebilir. Ancak çalışma alanında birçok morenin bulunduğu ve farklı karakterlere sahip oldukları düşünülürse, aslında topografyayı sabit bir faktör olarak söylemek zorlaşabilir. Fakat bazı bilim adamları, etki derecesinin sınırlı olması nedeniyle ve konunun tartışılması amacıyla farklı morenler üzerinde benzer topografik koşulların var olduğunu kabul etmiştir (Richmond, 1986).

Her bir vadinin iklim koşullarının, bakı ve yükselti farkından dolayı aralarında farklılık gösterebilecekleri beklenebilir. Ancak Pinedale, Bull Lake ve Pre-Bull Lake dönemlerine ait moren alanlarının birbirlerine yakın olmaları nedeniyle genel olarak aynı iklim koşullarına sahip oldukları düşünülebilir. Dolayısıyla glasyal periyotlar boyunca her bir moren farklı coğrafi koşul etkisinde kalıp günümüze kadar farklı karakter kazandığı için bu alanlarda toprak oluşumunda en geçerli faktörün zaman olduğunu kabul edebiliriz.

Çalışma alanında Allen Zirvesinin yıllık ortalama sıcaklığı yaklaşık 5,8 °C'dir. Aylık ortalama sıcaklık ise Ocak -3,1 °C ile Temmuz 15,7 °C arasında değişmektedir. Yıllık ortalama 54,1 cm olan yağışın yarısı Nisan ile Ağustos arasında gerçekleşir. Mayıs en yağışlı, Şubat en kurak ayı oluşturur. Neoglasyal dönemde buzullaşmalar sadece yüksek ve soğuk rakımlarda meydana geldiği için bu alanlarda toprak oluşumunda iklim önemli bir faktör olarak karşımıza çıkar.

Alandaki bitki örtüsü çoğunlukla çam daha az miktarlarda ise köknar ve titrek kavaktan meydana gelmiştir. Orman altı bitki örtüsü seyrek olup sadece organik materyal içeriği çok az olan toprakların bulunduğu alanlarda görülür. Buzul arası dönemler karşılaştırıldığında bölgedeki vejetasyon karakteristiğinde çok belirgin değişimlerin meydana gelmediği kabul edilmektedir. Bu nedenle birçok moren üzerinde toprak oluşumu benzer bitki örtüsü koşullarında gerçekleşmektedir. Ancak morenler yaşlarıyla orantılı olarak farklı döngülere maruz kalmıştır (Ives, 1980).

Yukarıda açıklandığı şekilde genel olarak toprak oluşum faktörlerinin zaman hariç benzer olduğunu görmekteyiz. Tillerin farklı zamanlarda meydana geldiğini jeolojik araştırmalardan anlıyoruz. Pleyistosen depolara baktığımızda daha öncede belirttiğimiz gibi tillerin yaşları 12000 ile 500000 arasında değişmektedir (Tablo 3). Bu yüzden farklı toprakların oluşumunda zaman faktörünün en önemli etken olduğu literatür tarafından kabul edilmiştir.

Toprak oluşumuna etki eden faktörler incelenirken B birikme horizonu birçok toprak türü için zaman faktörünün etkisini en iyi ortaya koyan horizon olduğu kabul edilmektedir (Birkeland, 1984; Mater, 1998). Çünkü bu zon A horizonundan taşınmış bulunan kil, humus, demir ve alüminyum hidroksit ve karbonat kolloidlerinin çökelerek yoğunlaşması gibi birçok mineralojik ve kimyasal birikimin gerçekleştiği yerdir. Bu bölüm genellikle blok ve prizmatik yapılı bir alan oluşturduğu için yüzey toprağına göre açık fakat parlak renkli görünen bir katmandır. Bu nedenle B horizonu renk, doku, horizon kalınlığı ve porozite gibi özellikler dikkate alınarak kolayca ayırt edilebilmektedir (Akalın, 1983).

Modale ve Shroba (1979) Colorado'daki Nort St. Vrain Creek vadisinde Pre-Bull Lake, Bull Lake ve Pinedale periyotlarına ait morenler üzerinde toprak oluşum süreçlerini incelemişler ve farklı yaştaki

morenler üzerinde meydana gelen toprakların yaşlarına bağlı olarak çeşitlilik gösterdiklerini ortaya koymuşlardır. Literatürden (Mahaney ve Fahey, 1976) alınan bilgiler ve arazi çalışmaları sırasında toplanan

veriler ışığında çalışma alanındaki toprakların horizon özellikleri ortaya konulmuştur (Tablo 4, Şekil 5).

Tablo 4. Çalışma alanında morenler üzerinde meydana gelen toprakların özellikleri (renkler kuru topraklara göre belirlenmiştir, **ç**: çakıllı, **kç**:köşeli çakıl, **kk**:kumlu kil, **ikk**:ince kumlu kil, **klk**:killi kum, **sil**:siltli kil, **k**:kum).

	Ayrışma Derinliği(cm)	Toprak Horizonu	Kalınlık (cm)	Renk	Yapı	Doku
Arapaho	30-45	Cox	13-30	10YR 4/2-6/2	masif	ç-kk
		IICox	13-27	10YR 4/1-5/2	masif	ç-kk, kç-klk
		Cn		2.5Y 7/1		
Audubon	45-65	A	7-20	10YR 3/3-6/3	granüler	ç-kk, ç-klk
		Cox	38-45	10YR4/3-5/3	masif	ç-kk, ç-klk
		Cn		2.5Y 4/3-5/3		
Triple Lakes	45-65	O	2-4	10YR 2/1-2/2		organik
		A	7-20	10YR 3/2-4/4	granüler	ç-k, ç-kk
		B	0-25	10YR 4/4,5/8, 7.5YR3/4	bloklı	ç-klk, ç-kk
		Cox	25-46	2.5Y 5/6	masif	ç-k to ç-kk
		Cn				
Pinedale	60-100	O	2-5	10YR 2/1-3/2		organik
		A	5-25	10YR 2/2- 10YR 4/4	granüler	klk-kil
		Bt, Bw	10-50	10YR 3/4- 10YR 5/6	bloklı	ç-kk, ç, sil
		Cox	22-70	10YR 5/8- 5YR 4/8	masif	ç-kk
		Cn		2.5 Y 6/3, 10YR 6/3	masif	ç-kk
Bull Lake	95-100	O	4-6	10YR 2/1		organik
		A	5-13	10 YR 3/2-4/3	granüler	klk, kk, ikk
		A2 (E)	8-28	10YR 6/2-7/3	granüler	kk, ç-kk
		Bt	24-50	7.5YR4/6- 10YR 6/6	bloklı	ç-kk, kk
		Cox	55-60	10YR 6/6 - 7.5YR 5/8	tabakalı	ç-kk, ç-klk
		Cn		10YR 5/4, 10YR 7/1	masif	ç-kk, kç-kk
Pre-Bull Lake	200 kadar	B		7.5YR 5/6		

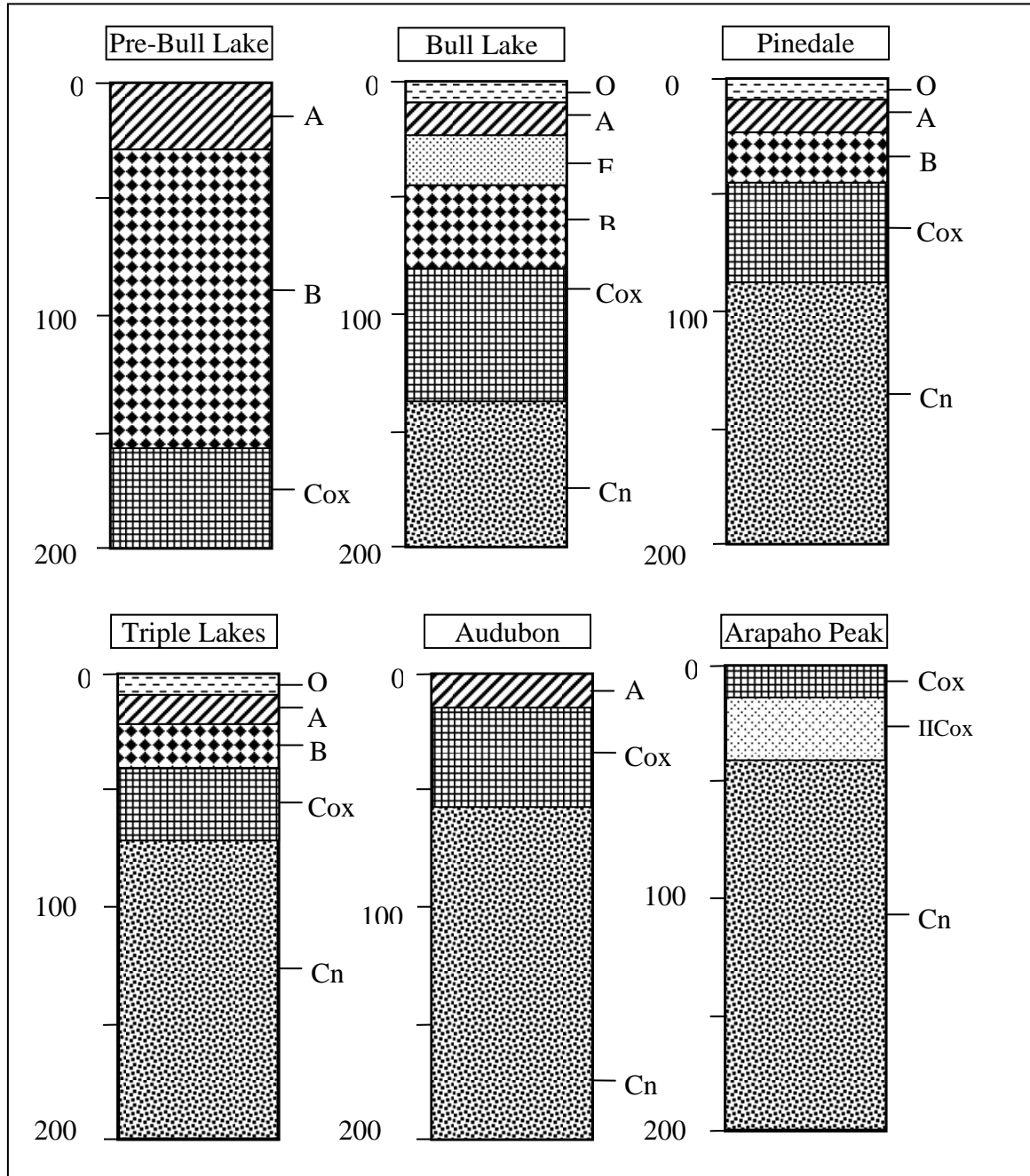
Pinedale yaşlı topraklar çok belirgin bir şekilde farklı derecelenme gösteren B horizonuna sahiptir. Çoğu kambik B horizonu (Bw) veya zayıf argillik horizonu (Bt) sahiptir. Bu toprakların kambik horizonları C horizonu ile karşılaştırıldığında tipik olarak % 1'den daha az kil içerir. Bw horizonu yaklaşık 30 cm kalınlıkta olup rengi sarımsı kahverengiden pembeye kadar (2,5 Y-10YR renkte) değişiklik gösterebilir. C horizonu için oksidasyon derinliği lokal pozisyona göre değişmek üzere 60 ile 190 cm arasında değişmektedir (Modale ve Shroba, 1979).

Bull Lake döneminde meydana gelen topraklar C horizonundan 2 kat daha fazla kil içeren orta derecede gelişmiş Bt horizonu ile karakterize edilir. Bt horizonun rengi kahverengiden sarımsı kırmızıya kadar olup ancak genellikle kırmızımsı kahverengiden açık kırmızımsı kahverengiye kadar değişiklik gösterebilir. Horizon kalınlıkları yaklaşık 50 cm civarındadır. Pedler (doğal toprak kümesi) genellikle zayıftan orta dereceye,

inceden orta dereceye yarı köşeli bloklı yapıya sahiptir. Bu topraklar çoğu zaman oksidasyon rengi 10YR civarında olup 2 m'lik derinliğe sahip olabilmektedir (Modale ve Shroba, 1979).

Pre-Bull Lake zamanında meydana gelen topraklar iyi gelişmiş argillik horizonu (Bt) sahip olup içerdikleri kil miktarı C horizonun üç katından daha fazladır. Bt horizonu genellikle kırmızımsı kahverengiden sarımsı kırmızı renege kadar değişir ve kalınlığı 1 m civarındadır. Horizon pedleri genellikle orta dereceden güçlüye, inceden kabaya köşeli bloklı yapıya sahiptir. Oksitlenme renkleri 7,5YR olup derinlikler 2 m'ye kadar inebilir.

Mahaney ve Fahey (1976) Front Range bölgesinde toprak oluşumları ile ilgili bir rapor hazırlayarak Neoglasyal dönemde Arapaho, Audubon ve Triple Lakes buzul alanlarında meydana gelen toprakları Tablo 4'deki gibi karakterize etmişlerdir.



Şekil 5. Çalışma alanında Neoglasyal morenleri üzerinde meydana gelen toprakların profilleri.

Arapaho zirvesinde meydana gelen topraklar iyi gelişmemiş, ince profilli ve yaygın olarak okside olmuş C horizonu ile birlikte en altta ufalanmamış Cn ana materyalinden meydana gelmiştir. Genel olarak masif bir yapıya sahip olan bu toprakların derin Cn horizonuna kadar olan kalınlığı 30-45 cm'dir.

A, Cox ve Cn horizon sıralamasına sahip daha gelişmiş topraklar Audubon yaşlı materyaller üzerinde meydana gelmiştir. A horizonları tipik olarak 20 cm'den daha ince olup Cn horizonu 60 cm'lik mesafede yer alır. A horizonu genellikle granüler yapıya sahiptir.

Triple Lakes toprakları yaygın olarak O-A-B-C horizonlarına sahiptir. C horizonuna kadar olan derinlik yaklaşık 66 cm civarındadır. O horizonları genel olarak

2,4 cm, A horizonları 7-20 cm ve B horizonları 12-27 cm kalınlıktadırlar. B horizonları yaygın olarak demir oksit tabakalarına sahiptir. Ancak bazı durumlarda yıkanmaya bağlı olarak kil içeriğinin arttığı gözlemlenebilir. A horizonları granüler, B horizonları bloklu ve C horizonları ise masif yapıdadır.

#### SONUÇ

Pleyistosende soğuk iklim koşulları nedeniyle yerküre üzerinde çok önemli ve geniş ölçülü buzlaşmalar meydana gelmiştir. Günümüzde sadece kutup ve yakın çevreleri ile yüksek dağların zirvelerinde (Himalaya, Kayalık, Cascade, Ağrı, Alp ve And dağları) yaygınlık gösteren buzullar kuvaternerin ilk bölümünde



özellikle kuzey yarı kürenin yüksek enlemlerinin büyük bir bölümünü örtüler halinde kaplamıştır.

Birçok bilim adamı yerkürenin çeşitli bölgelerinde morenler ve diğer topografik deliller üzerinde çalışarak kendine has birçok buzul periyodu tespit etmişlerdir. Ancak isimlendirme yapılırken incelenen alanlarının coğrafik özellikleri ve aralarındaki mesafe farklılıkları sebebiyle her bölge için farklı adlar kullanılmıştır. Bu nedenle ABD’li bilim adamları Kayalık dağlarındaki alp tipi buzullaşmaları incelerken çok farklı bir bakış açısı getirerek bölgeye has buzul dönemleri dolayısıyla bölgeye uygun isimler belirlemişlerdir. Bu çalışmada literatürümüzde yer almayan bu bakış açısı doğrultusunda Colorado Front Range bölgesindeki moren topografyası ve meydana gelen toprakların özellikleri incelenmiştir.

Bölgenin doğu tarafında yer alan buzullar: Pre-Bull Lake, Bull Lake, Pinedale ve en genç olarak ta Neoglasyal dönemleri olarak adlandırılmıştır. Yeni glasyal dönem Stante Peak, Triple Lake, Auduban ve Arapaho Peak gibi birçok bölüme ayrılmıştır. Çalışma alanındaki farklı glasyal dönemlere ait morenler genellikle morfolojik özellikleri ve üzerlerinde oluşan toprakların karakteristik durumları bakımından birbirlerinden ayrılmaktadırlar.

Front Range bölgesinin doğu yamaçlarında var olan buzul birikintileri üzerinde toprak oluşum süreçleri çeşitli derecelerde gerçekleşmiştir. Burada toprak oluşum faktörleri olan ana kaya, iklim, biyosfer, topografya belirli derecelerde etkili olmuştur. Ancak zaman faktörü burada toprak oluşumunu kontrol eden en önemli faktör olarak göze çarpmaktadır. Morenlerin yaşlarına bağlı olarak toprak kalınlığında ve dolayısıyla profil özelliklerinde belirgin değişikliklerin meydana geldiği görülmektedir.

#### KAYNAKLAR

- Akalan, İ. 1983. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 878s.
- Akkan, E., Tuncel, M. 1993. Esence (Keşiş) Dağlarında Buzul Şekilleri. Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, Ankara Üniversitesi, 2: 225-240.
- Benedict, J.B. 1967. Recent Glacial History of an Alpine Area in the Colorado Front Range, USA. Journal of Glaciology, 6 (48): 817-831.
- Birkeland, P.W. 1984. Soils and Geomorphology (second edn.). Oxford press, New York and London, 372s.

- Doğu, A.F., Çiçek, İ., Gürgen, G., Tunçel, H., Somuncu, M. 1994. Göller (Hunt) Dağında Buzul Şekilleri, Yaylalar ve Turizm. Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, Ankara Üniversitesi, 3: 193-218.
- Doğu, A.F. 1993. Sandıras Dağında Buzul Şekilleri. Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, Ankara Üniversitesi, 2: 263-274.
- Gürgen, G. 2003. Çapans Dağları Kuzeyinin (Rize) Glasyal Morfolojisi. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23 (3): 159-175.
- Ives, D.S. 1980. Geocology of the Colorado Front Range; A study of Alpine and Subalpine Environments. Westveiw pres, Boulder, Colorado, 484s.
- İzbrak, R. 1989, Sular Coğrafyası, Öğretmen Kitapları Dizisi, İstanbul, 243s.
- Jenny, H. 1941. Factors of Soil Formation. McGraw Hill Co., New York, 271s.
- Mahaney, W.C., Fahey, B.D. 1976. Quaternary Soil Stratigraphy of the Front Range, Colorado. Quaternary Stratigraphy of North America, edited by W.C. Mahaney, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., Stroudsburg, Pennsylvania, 512s.
- Mater, B. 1998. Toprak Coğrafyası. Çantay Kitapevi, İstanbul, 263s.
- Modale, R. F. 1976. Glacial Geology of the Front Range, Colorado, Quaternary Stratigraphy of North America, edited by W. C. Mahaney, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., Stroudsburg, Pennsylvania, 512s.
- Modale, R.F., Shroba, R.R. 1979. Till Sequence and Soil Development in the North St. Vrain Drainage Basin, East Slope, Front Range, Colorado, Field Guide Northern Front Range and Northwest Denver Basin. Colorado, edited by F.G. Ethridge, Colorado State university, Ft. Collins, Colorado, 123-178.
- Richmond, G.M. 1986. Stratigraphy and Corelation of Glacial Deposits of the Rocky Mountains, the Colorado Plateau and the Ranges of the Great Basin, Quaternary Glaciation in the Northern Hemisphere. edited by Sibrova, Boven ve Richmond, Quaternary Science Reviews, 5: 9-127.
- Richmond, G.M. 1960. Glaciations of the east slope of Rocky Mountain National Park, Geologogic Society of America, 71: 1371-1381.
- Sugden, D.E., Jhon, B.J. 1986. Glaciers and Landscapes. Edward Arnold Pub. London, 376s.
- White, S.E. 1971. Rock Glacier Studies in the Colorado Front Range. Arctic ve Alpine Research, 3 (1):43-64.