

NARMAN HAVZASI KIRINTILI ÇÖKELTİLERİNDEKİ KÜTLE HAREKETLERİ: MALZEME, OLUŞUM MEKANİZMASI VE YORUMU

Mass Movement in Clastic Deposits of Narman Basin Material,
Formation Mechanism and Their Interpretation

Yrd. Doç. Dr. Özer YILMAZ*

ÖZET

Narman havzası Paleojen yaşta temel üzerinde, kuzey ve doğudan faylarla sınırlanmış kapalı bir göl alanı olarak Miyosen'in ortalarında oluşmaya başlamıştır. Temelin kuzeydoğu kesimi Oligosen yaşta volkanikler bulunan kırıntılı-jips aralanmasından, diğer kesimi Eosen yaşta kalk-alkelen bileşiminde volkanik birimlerden oluşmaktadır. Bu birimlerde kıvrım eksenlerinin egemen doğrultusu KKD-GGB'dir. Üst-Miyosen kırıntılı sedimentler, bu temel üzerine açısız diskondantla birikmiştir.

Az eğimli bu çökellerde, malzeme ve oluşum mekanizması yönünden farklı nitelikler gösteren ve havzanın değişik yörelerinde izlenen iki grup kütle hareketleri gelişmiştir.

Birinci grup, havzanın B, G ve GB kenarları boyunca ve önceki sahayı çevreleyen bölge içinde izlenmiştir. Egemen kütle hareketleri olan, tek ve daha çok kompleks nitelikte gelişmiş heyelanlarda hareket yönü, havza merkezine, yani KD'ye doğrudur. Heyelanlarda ana ve tali aynalar havza merkezine içbükey biçimindedir. Çökme bölgesindeki bataklık ve göller heyelan aynalarına paralel dağılım gösterir. Akma bölgesinde ise, genelde moloz akması ve yer yer çamur ve toprak akmaları da oluşmuştur. Ayrıca vadi yamaçları boyunca da slump tabakalar, bunlar arasında killi arakatıklar ve tabaka eğimi, heyelanların oluşumunu kontrol eden temel etkenlerdir.

İkinci grup, havzanın merkezi durumunda olan, Narman, Şekerli-Yoldere arasında gözlenmiştir. Kaya düşmesi ve yamaç akması egemen hareketlerdir. Malzeme, az çimentolu çamur tabakaları ile münavebeli iyi çimentolu, sert kumlu, çakıllı tabakalardan ibarettir. Çimentolanmaya bağlı olarak direnç farklılığı ve seçici aşındırma sonucu, dik basamaklı vadiler gelişmiştir. Yamaç yüzeyine, sert kumlu-çakıllı tabakalardan gravite etkisinde bol miktarda ve yoğun olarak iri bloklar düşmüştür.

* Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Afyon.

ABSTRACT

Narman basin was initiated as a closed lake area in a Paleogene basement following Lower Miocene. The north and east boundaries are characterised by faults. Northeastern part of the basement consist of Oligocene alternating clastic-gypsum deposits with volcanic emplacements, whereas the remaining part comprise of Eocene calc-alkaline volcanics. Predominating orientation of refolded fold-axes of those units is NNE-SSW. Upper Miocene clastic sediments were deposited over this basement by angular-unconformity.

Two groups of mass-movements in gently-tilted deposits formed by different mechanism and in materials of different degree of cementation, are developed in various parts of the basin.

First group, developed in the basin marginal area surrounding the first area. Single and composite landslides includes debris-flow, mud-flow and soil-flows are characteristic for this part of basin. Main and secondary scarps are concave towards basin center. Lakes and swamp-areas show parallel orientation with scarps. Slumps are common along both sides of valleys. Existence of weakly cemented gravel and sandy beds, clayly intercalation and gentle dipping off-beds are the main factors controlling the formation of landslides.

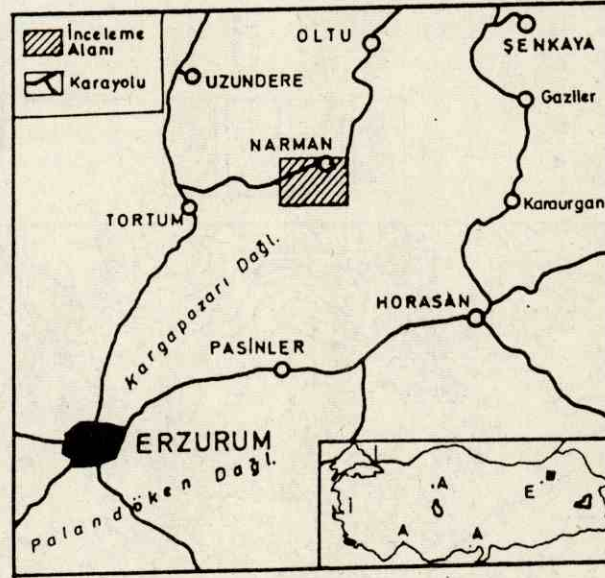
Second group movements formed in the area between Narman-Şekerli-Yol-dere where is the centre of lake basin. Rockfall and slope-debris are dominant types of movements. Materials comprised of well cemented sandstone and conglomerates intercalated by thick muddy beds. Steep valleys formed due to differential weathering of nearly horizontal beds with different resistance. Big blocks of conglomerates frequently fall-down on slopes, even by earthquakes besides gravity.

Giriş

Bu makalede, ülkemizin Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Erzurum ilinin kuzeydoğusundaki Narman ilçesinin hemen güneyinde, oldukça sınırlı genç bir sedimentler havza olan ve Narman havzası olarak anılan yörede, havza dolgusunu oluşturan sedimentlerin genel jeolojik-litolojik yapısı ile bu dolgu içerisinde ve üzerinde gelişmiş değişik kütle hareketleri ve heyelanların arasındaki ilişkiler araştırılmış ve yorumu yapılmıştır.

İnceleme alanı, Erzurum ilinin 100 km. kuzeydoğusunda yaklaşık 200 km'lik alana sahip Neojen yaşta bir birikim havzasıdır (Şekil 1).

Havza, kuzey güney doğrultusunda yaklaşık 12 km. doğu-batı doğrultusunda ise 10 km.'dir. Havzanın kuzeyi ve doğusu yüksekliği 2500 m'yi geçen Paleojen ve Neojen yaşlı formasyonlardan oluşmuş Karadağ, Tombuldağ ve Haşut dağı, güneybatı ve güneyden Murat dağı genç volkanitleri tarafından çevrilmiştir. Havzanın yüksekliği 1650-1850 m.'ler arasındadır (Şekil 2).



Şekil 1- İnceleme Alanının Lokasyon Haritası
Figure 1- Location map of research study.

Havza, kaynağını çevredeki yüksek dağlardan alan ve havza dahilinde bulunan büyüklü küçüklü derelerin birleşmesi sonucu oluşan Büyükçay ve Narman suyu tarafından drene edilmektedir. Büyükçay ile havzanın kuzeydoğusundan birleşen Narman suyu daha sonra Çoruh nehrinin ana kollarından biri olan Oltu çayına birleşmektedir. Böylelikle inceleme alanı Çoruh nehri hidrolojik havzası içerisinde mütalaa edilmekte ve bu hidrolojik havzanın yukarı çıkırında yer almaktadır.

Narman havzasında gelişmiş değişik tipteki kütle hareketleri ve heyelanlar, genellikle bu havza dolgusunu oluşturan (Neojen) formasyonlarda gelişme gösterdiğinden öncelikle bu formasyonların litolojik-jeomorfolojik özellikleri ele alınacaktır. Daha sonra bunların üzerinde gelişen kütle hareketlerinin ve heyelanlarının, oluşum mekanizması ve günümüzdeki durumları yorumlanmaya çalışılacaktır.

Jeolojik Yapı ve Oluşumu

Kütle hareketleri ve heyelanların geliştiği Neojen'e ait formasyonlar, Eosen volkanik temel üzerine diskordansla oturmuşlardır. En güzel örneklerinin görüldüğü yerin yakınındaki yerleşme merkezlerine affen isimlendirilen bu formasyonlar eskiden yeniye doğru (alttan-üstte doğru) şöyledir:

a) Alacayar formasyonu,



Şekil 2- Narman Havzası Topoğrafya Haritası
Figure 2- Topography map of Narman basin.

b- Beyler Formasyonu,

c- Akciva Formasyonu.

a. Alacayar Formasyonu

Bu formasyon Narman havzasının en derin ve merkezi kısmı olan Narman, Yanıktaş ve Şekerli arasında aflorman vermektedir (Şekil 3).

Kuzeydoğuya doğru incelen ve içinde konglomera ve kumtaşları bulunduran kalın çamurtaşı tabakalarından oluşmuştur. Kırmızı renkli paralel tabakalar tamamen volkanik kökenli kırıntılı malzemeden ibarettir. Üst seviyelere doğru ince jips ve tuz bantları da bulunmaktadır. Eski göl dolgununun tabanını oluşturur.

Genel olarak formasyon, mercekler halinde konglomera ve ince kumtaşı tabakaları bulunduran çamurtaşı tabakalarından oluşmuştur. Malzeme volkaniktir. Kırmızı renk, taneleri kaplayan demiroksitten ileri gelmektedir. Dikey dizilimde yer yer ince tüflü arakatıklar, üst seviyelerde jips bantları bulunmaktadır. Çimento genellikle kalsit ve kilden oluşmuştur.

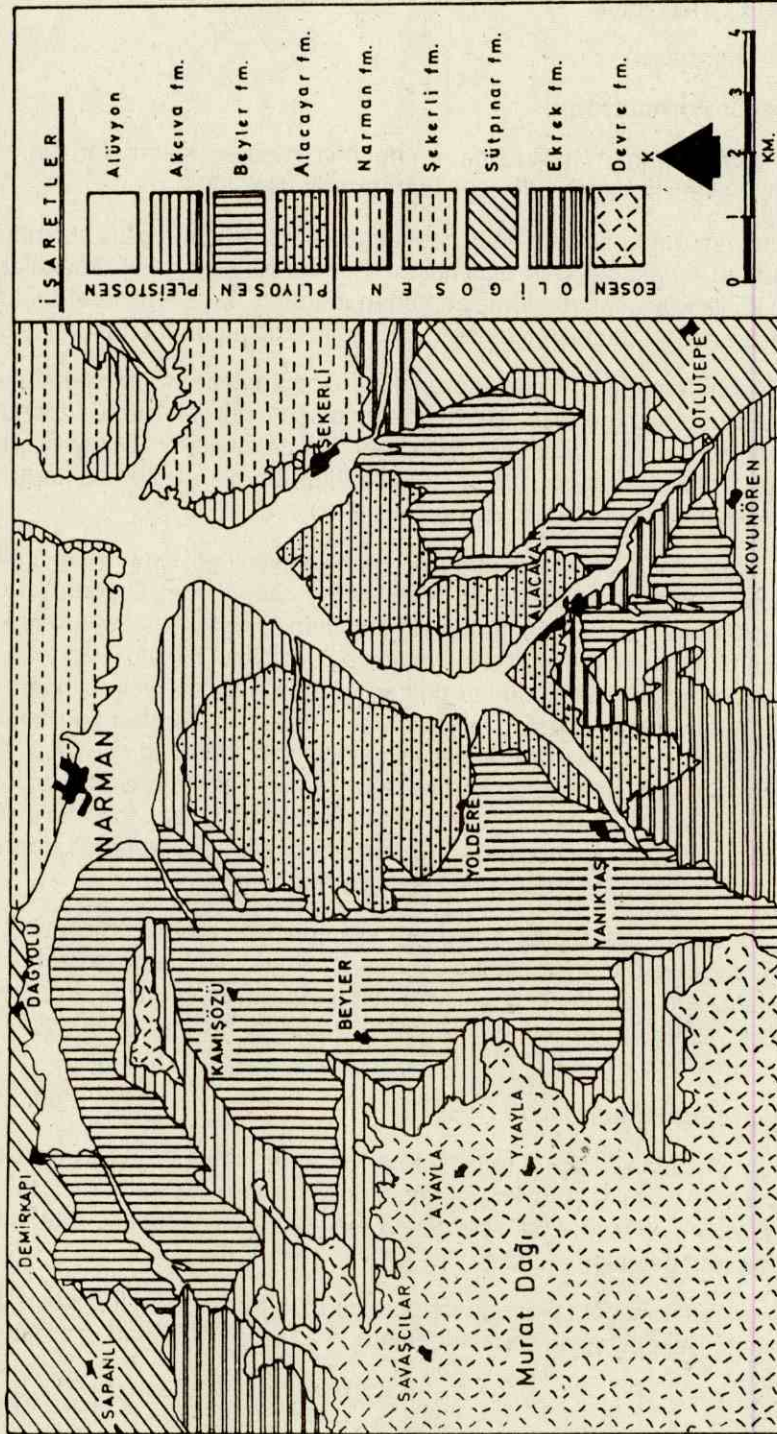
Kırmızı tabakalar kuzey ve doğusu dik faylarla çevrili göl ortamında alüvyon yelpazelerinin sağladığı malzemenin birikmesiyle oluşmuştur. Durgun su ortamında sürekli olarak biriken çamurlu sedimentlerin içine, çakıllı ve kumlu kaba malzeme zaman zaman akıntılarla taşınmış ve birikmiştir. Yukarıya doğru kaba-laşma, havzanın giderek dolduğunu göstermektedir. Üst seviyelere doğru jips ve tuz bantlarının ortaya çıkışı, başlangıçta tatlı olan göl suyunun sonradan giderek tuzlaşmış ve havzanın kapalı olduğunu yansıtmaktadır. Ayrıca demiroksit kaplamalarından ileri gelen kırmızı renk de, oksitlenme ortamını, sıcak ve kurak iklim koşullarını gösterir. Formasyonun kuzeydoğu kısmında killi ince tabakalar içerisinde tüfün bulunuşu ise, bu sırada birikim esnasında zaman zaman volkanizma faaliyetinin devam ettiğini göstermektedir.

Batı, güney ve doğudan çok sayıda küçüklü-büyükü derenin Narman suyunu katıldığı ve havzanın merkezini oluşturan kesimde, birbirlerini kesen dik yamaçlı vadilerden ibaret, düşük rölyefli tipik bir topografyaya sahiptir. Formasyon jeomorfolojik özellikleri bakımından yatay bünyenin tüm karakteristik şekillerini üzerinde taşır.

b- Beyler Formasyonu

Geniş bir yayılıma sahip olan bu formasyonun en belirgin olarak görüldüğü yerler. Beyler ile Yanıktaş köylerinin güneydoğusundaki dik sırtlardır. Havzada geniş bir yayılıma sahiptir. Yüzeysel olarak Alacayar formasyonunu batı, güney-batı ve doğu'dan çevrelemektedir.

Havza ortasındaki göl çukurunu doldurmuş olan formasyon, kuzey ve doğuda Narman ve Şekerli fayları ile sınırlanmıştır. Kuzeybatıda Karadağ'a, güney



Şekil 3- Narman Havzası Jeolojî Haritası
Figure 3 Geological map of Narman basin.

ve güneydoğuda kabaca havza sınırlarına uzanmaktadır. Havzada Miyosen yaşta göl dolgusunu tamamlayan bu formasyon, volkanik menşeli çakıllardan ibaret, birbirine paralel, kalın kaba konglomera ve killi kumtaşı tabakalarından meydana gelmiştir. Az çimentolu oluşu nedeniyle pekişme çok zayıftır. Tane boyutunda yukarıya doğru kabalaşma vardır. Renk bakımından altındaki formasyonlardan daha açık renklidir.

Formasyonun kalınlığı kuzeydoğuya doğru artmaktadır. Ancak Narman-Şekerli arasında, Miyosen dolgu daha sonra erozyonla süpürülmüş ve Pliyosen-Holosen yaşlı sedimentlerle örtülmüş olduğu için, formasyon kalınlığı belirgin değildir. Ancak analitik yolla yapılan ölçümde formasyonun kalınlığının en fazla 225 m. olduğu tesbit edilmiştir.

Genelde dalgalı bir yüzeye sahip olan formasyon bazı yerlerde (Beyler-Yarıntaş arası) dik sırtlarla karakterize edilmektedir. Sonradan meydana gelen heyelanlar nedeniyle bir çok yerde tabakalar ilk konumunu kaybetmiştir.

c- Akcıva Formasyonu

Gri renkli, kum ve yer yer kil arakatlı, genellikle volkanik kökenli az çimentolu iri çakıllardan oluşmuş, daha yaşlı birimleri açısız diskordantla örtmüş yatay tabakalar halindedir. Havzada farklı iki yüzeyleme vermektedir. Havzanın güneybatı, güney ve güneydoğu sınırları boyunca kırmızı klastik malzemeyi örten kenar kısımlar yüksek düzlükler halindedir.

Havza merkezinde ve Narman suyunun her iki tarafında kuzeydoğu'ya devam eden kısımlarda ve de daha düşük seviyelerde aflorman vermektedir.

Formasyon özelliklerinin en iyi görüldüğü Akcıva düzü ve Şekerli düzündeki tabaka özellikleri şöyledir;

Akcıva düzü kuzeybatısında, malzemenin büyük kısmını oluşturan volkanik kökenli çakılların yanında, bazı ultrabazik ve metamorfik çakıllar da bulunmaktadır. Genel olarak çimento oranı düşüktür. Çakıllı tabakalarda kalsit çimento fazladır.

Akcıva düzü doğu kenarındaki yarmalarda, volkanik kökenli çakılların yanı sıra, konglomera çakılları bulunmaktadır. Konglomera tabakaları zayıf pekişme göstermektedir.

Şekerli düzü ve doğusunda faylarla kesilmiş yarmalarda, Tersiyer yaşlı volkanik kayalara ait çakıllar dışında, ultramafik kayalar ve sedimentler çakıllar bulunmaktadır. Çimento oranı düşüktür.

Formasyonun tipik topografya özelliği, üst sınırı düz ve yatay, geniş yüzeyler halinde büyük akarsu vadilerinin iki tarafında taraçalar oluşturmasıdır. Vadi kenarında bu düzgün yüzeyler çoğunlukla faylarla kesilmiş ve dikliklerle sınırlandırılmıştır.

Kütle hareketleri ve heyelanların üzerinde olduğu formasyonların özelliklerini açıkladıktan sonra, Narman havzasının jeolojik-jeomorfolojik evrimi ana hatları ile açıklanabilir.

Mesozoik başlarından itibaren deniz tabanı yayılması sonucu, bölge Tetis denizi tarafından işgal edilmiştir. Mesozoik ortalarından itibaren, Dogger süresince bölge yükselmiş, bir erozyon alanı haline almıştır. Malm'da bölge tekrar su altında kalmış ve denizel sedimentasyon diskordans ile yaşlı kayaları örtmüştür. Üst Kimmeritik tektonik fazı Malm yaşlı sedimentlerin kıvrılmasına neden olmuştur. Alt Kretase'de oluşan jeosenklinal Narman kuzeybatısındaki Karadağ civarında en fazla derinliğe erişmiştir.

Fliş fasiyesindeki çökelim sonucu oluşan tabakalar, Austik fazı ile şiddetle kıvrılmıştır. Bu jeosenklinalda daha sonra gelişen ofiyolitik fliş ve volkanik fasiyesteki birimleriyle, Üst Kretase üzerinde diskordansla örtmüştür.

Havza ve çevresindeki Paleosen'in yokluğu, çökelpmenin olmadığını veya çökelpmiş malzemenin sonradan taşındığına işaret etmektedir.

Eosen'de havzanın büyük bir bölümü kara haline geldiği anlaşılmaktadır. Havzanın temelini oluşturan Eosen formasyonları içersinde kuzeybatıdan ve güneyden geldiği anlaşılan ultrabazik kökenli çakıllar bulunmaktadır. Eosen yaşlı formasyonlar, mevcut daha yaşlı birimlerin üzerine diskordansla oturmaktadır.

Jeolojik Evrim

Oligosen başlarında orojenik hareketlerle Narman havzasının bulunduğu kısımlar çukurlaşmıştır. Başlangıçta yer yer volkanik olaylar başgöstermiştir. Alp Orojenik hareketlerinin etkin olduğu bu dönemde, faylanma sonucu Narman havzası oluşmuştur. Havza bu devirde yüksek sahalardan taşınan malzemelerin biriktiği Molas Havzası özelliği kazanmıştır. İklim koşullarının kurak ve sıcak olması nedeniyle, çevreden gelen çözülmüş haldeki materyaller göl ortamında çökelmeye başlamıştır. Gölde şiddetli buharlaşma olayları devam ederken oksidasyon hüküm sürmüştür. Bu olayların sonucunda çevredeki kütlelerin ayrışmasından hasıl olan katyonlar-tuzlar, karbonatlar eriyik halde havzaya taşınmıştır. Buharlaşmanın şiddetli olması çeşitli madensel tuzların oluşmasını hızlandırmıştır. Oligosen döneminde sedimentasyon olayları sürerken yer yer volkanizma faaliyetleri başgöstermiştir. Volkanizma sonucu çıkan materyaller yer yer göl çökellerinin üzerini örtmüştür.

Üst Oligosen'de saha, Alp Orojenik hareketlerinin en şiddetli safhasına uğramış ve Oligosen çökelleri deforme olmuşlardır. Bu zamanda şaryaj olayları gerçekleşmiştir. Oligosen devresinde çökelpme devam ederken volkanizma olaylarının durması sonucunda Üst Alacalı formasyon denilen farklı renklerdeki birimler havzada çökelmeye başlamıştır. Bu esnada sığ su ortamlarında jipsler ve tuzlar birikmiştir.

Üst Oligosen sonlarına doğru sahada şiddetli tektonik hareketler oluşmuş ve önemli ölçüde itilmeler ve kaymalar gelişmiştir. Bu dönemdeki tektonik fazlar sonucunda, Oligosen yaşlı tabakalar Eosen yaşlı tabakalar üzerine diskordansla yerleşmiştir.

Üst Oligosen'de meydana gelen tektonik hareketler sonucunda Narman havzası çökmeye başlamış ve ana hatları ile belirlemiştir. Havzada Neojen'e ait killi, milli ve çakıllı malzemeler birikmiştir. Bu malzemeler havza kuzeyindeki Karadağ ve güneyde bulunan yüksek alanlardan taşınmıştır. Havza güneyinden göl havzasına kavuşan dereler, yataklarını aşındırarak göl seviyesine göre tanzim etmişlerdir. Miyosen'e ait çökeller içerisinde kırmızı rengin egemen olması da sıcak iklim koşullarını, kireçin olmaması da sıcak-yağışlı iklim koşullarını yansıtmaktadır.

Neojen sonunda havza, epirojenik olaylara sahne olmuş ve yükselmiştir. Göl havzasının dolması, suların çekilmesi ve sahanın şekillenmesinde flüviyal amiller etkili olmuştur. Sahada ilk akarsu sistemi, Eosen'de yüksek alanlarda kurulmuş ve o zamanki fliş havzalarını beslemiştir. Oligosen'de ise, evaporit havzaların dışında kalan sahalar, tamamen akarsu aşındırmasına maruz kalmış, Oligosen sonunda evaporit havzaların kara haline dönüşmesi ile akarsu ağı gelişmiş ve yerleşmeye başlamıştır. Eojen sonunda da göl havzalarının ortadan kalkması ile saha tümüyle flüviyal amillerin faaliyet sahası haline gelmiştir.

Kuvaterner başlarında kuzeydoğudan sokulan bir akarsu, Oltu-Narman havzası arasındaki volkanik eşiği yararak güneye doğru ilerlemiş ve Narman havzasını kaparak dış drenaja, yani Oltu havzasına bağlanmıştır. Narman havzasının kapılması ile yaklaşık 1500 m. eşiğe göre, havza yarılmaya başlamış ve kuzeyde Oligosen çökelleri üzerine kurulan akarsu (Narman suyu) yatağını derinleştirmiş ve üst alacalı horizonun altında bulunan volkanik horizonu kesmiş, başka bir deyişle temele kopye olmuştur. Böylece kuzeyden itibaren güneye doğru Narman suyu yatağını oyarak sokulmuş ve kuzeyde Narman havzasında bulunan Neojen çökelleri de yarılmaya ve havza boşalmaya başlamıştır. Narman havzasının güneyindeki Neojen çökelleri, Narman suyunun yatağını derinleştirmesine bağlı olarak parçalanmıştır. Burada akarsuların yataklarını derinleştirmesi veya yataklarına oturması aralıklarla olmuş ve buna bağlı olarak da 1700-1800, 1600 ve 1550 m. seviyelerde uzanan taraçalar oluşmuştur.

Narman havzasının dolgusunu oluşturan formasyonların özelliklerini ve havzanın evrimini açıkladıktan sonra, bu özelliklerin doğrultusunda gelişen kütle hareketleri ve heyelanları açıklayabiliriz.

Heyelanlar

İnceleme alanında heyelanların en fazla görüldüğü yerler, havzanın batı bölümüdür. Özellikle havza güneyinde yer alan Yanıktaş ile kuzeybatısında yer alan Sapanlı köyleri arasında gelişmiştir. Burada yer alan heyelanları, Murat dağı volkanik kütlelerinin kuzeybatıya akan lavları adeta sınırlandırmıştır.

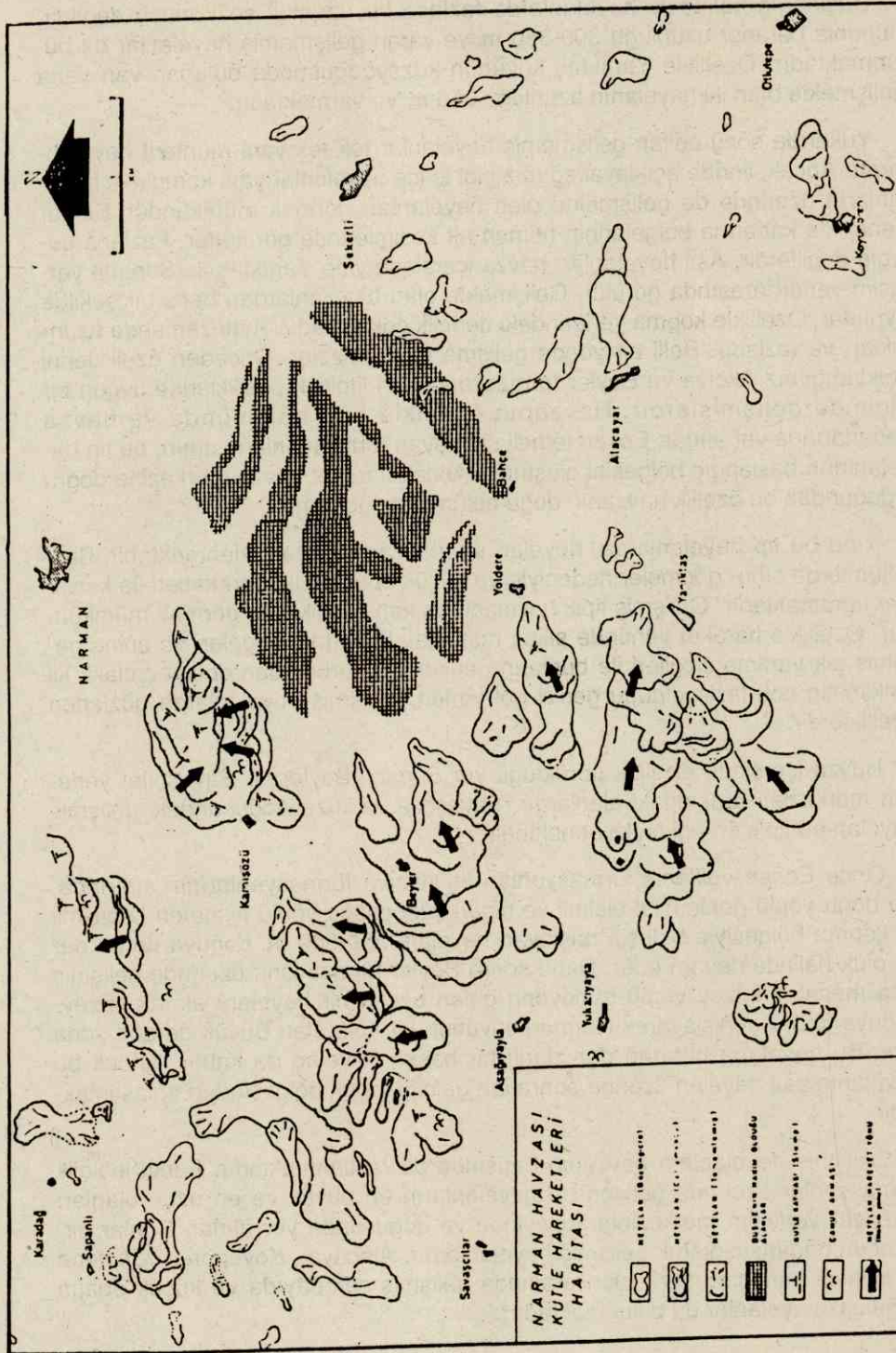
Havzadaki heyelanları evrimleri bakımından, gelişmekte olan, gelişmiş ve gelişimini tamamlamış eski heyelanlar olarak sınıflandırmak mümkündür (Şekil 4).

Gelişmekte olan heyelanlar, çoğunlukla Akciva formasyonları üzerindedir. Bu formasyonun Narman havzası dolgusunun üstünü oluşturması nedeniyle litolojiden kaynaklanan özellikler nedeniyle fazlaca bir hareketlilik gözlenmez. Başlangıç olarak enine çatlaklar görülür. Hareket henüz belirsizdir. Ancak değişen çatlak açıklığının uzunluğu ile karakterize olurlar. Heyelanın dış sınırları çok az belirgindir. Enine çatlakların yaptığımız gözlemlere göre yıllık değişimi yaklaşık olarak 15-25 cm. arasında değişmektedir. Eğim doğrultusunda bu değerler azalmaktadır. Başlangıç kısımlarında bazen 1 m.'ye varan diklikler görülür.

Başlangıç şeklindeki heyelanları olgun vadi yamaçlarının en üst kısmında, önce yarıma ile başlamaktadır. Bu yarıklara yüzeysel sular ve kar erimesi sonucunda oluşan sular girerek, formasyon içerisindeki killerin şişmesine neden olmakta ve böylece yarık genişliği artmaktadır. Narman ve çevresinin Karasal İklim Tipi özelliklerini göstermesi nedeniyle gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkının çok fazla olması (25-30 °C) ve buna bağlı olarak da donma ve çözülme olaylarının fazlaca görüleceği doğaldır. Diğer yandan yıllık ortalama yağış tutarının 412 mm. ve donlu günler sayısının da ortalama 125 gün civarında olduğu göz önüne alınırsa, başlangıç biçimindeki heyelanların eğim yönünde harekete geçmeleri için uygun koşulların gerçekleşmiş olduğu görülür. Bununla beraber ekstrem değerlerin yıl içerisinde değişiklik göstermesi, hilal biçimindeki yarımların yıldıan yıla azalıp-çoğalmasına neden olmaktadır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken bir hususu açıklamak gerekmektedir. Başlangıç biçimindeki bu heyelanlarla, krip ve toprak akması gibi kütle hareketlerini birbirine karıştırmamak, iyi teşhis etmek lazımdır. Bu nedenle, başlangıçları hemen hemen birbirine benzeyen bu olayların sahadaki dağılışları ve litolojiden kaynaklanan hareketleri yerinde tesbit edilerek bunlar, başlangıç biçimindeki heyelanlar olarak ayrı bir sınıflanmaya tabi tutulmuşlardır.

Başlangıç biçimindeki heyelanlarda iklim faktörünün de etkisi ile birlikte asıl faktör formasyonun özelliğinden kaynaklanmaktadır. Havza dolgusunu oluşturan sedimentlerin litolojik özelliklerini göz önüne aldığımızda, özellikle Akciva formasyonunda pekişmenin zayıf ve kil içeriğinin orta derecede olduğunu belirtmiştik. İklim faktörlerinin de bu özelliklere eklenmesi ile gelişmekte olan heyelanlarda hareket, belirgin hale gelmektedir.

Belirginleşme olayı, önce taç kısmında başlamakta ve hilal şekline benzer yarımlar, hareket yönüne dik bir şekilde gelişme göstermektedir. Hilal biçiminin belirlenmesinden sonra heyelanın dış kenar çizgileri gözle görülür bir biçimde topoğrafyada şekillenmektedir. Böylece dış çizgilerin kapladığı alanın üst kısımlarında hafif bir çukurlaşma, alt kesimlerinde hafif bir kabarma olmaktadır.



Şekil 4- Narman Havzası Kütle Hareketleri Haritası
Figure 4- Mass movements and landslides map of Narman basin.

Başlangıç halindeki heyelanlarda fazlaca bir uzunluk sözkonusu değildir. Bununla beraber uzunluğu 300-350 m.'ye varan gelişmemiş heyelanlar da bulunmaktadır. Özellikle Yanıktaş köyünün kuzeydoğusunda bulunan yan yana gelişmekte olan iki heyelanın uzunluğu 350 m.'ye varmaktadır.

Yukarıda sözü edilen gelişmemiş heyelanlar tek tek yani münferit heyelanlardır. Ancak, ileride açıklayacağımız gibi iç içe heyelanlar yani kompleks heyelanların üzerinde de gelişmekte olan heyelanları görmek mümkündür. Bunlar genellikle kabarma bölgelerinin hemen alt kesimlerinde görülürler. Fazlaca belirgin değildir. Asıl heyelanlar, havza içersinde yine Yanıktaş ile Sapanlı yerleşim yerleri arasında görülür. Gelişmekte olan heyelanlardan bariz bir şekilde ayrılırlar. Özellikle kopma yerlerindeki derinlik çok fazladır. Aynı zamanda uzunlukları ve fazladır. Belli bir yönde gelişme göstermezler. Önceden özelliklerini açıkladığımız Akciva ve Beyler formasyonlarının litolojik özelliklerine uygun bir biçimde gelişmişlerdir. Havzanın özellikle batı bölümünde ve havza kenarlarında yer alırlar. Eosen temeli sınırlayan formasyonların sınırı, bu tip heyelanların başlangıç bölgesini oluşturur. Ancak hareket havza merkezine doğru olduğundan bu özellik havzanın doğu bölümünde görülmez.

Yine bu tip heyelanlarda, heyelan sınırları açık olarak izlenmektedir. Bazı bölümlerde sınır, göçmeler nedeniyle ve küçük ebatlı kütle hareketleri ile kesintiye uğramaktadır. Gelişmiş tipik heyelanların tüm özelliklerini görmek mümkündür. Özellikle hareket yönünde sıkça rastlanan kabarma bölgeleri ve enine gelişmiş sık yarıma çizgileri ile bunların gerisindeki kurumadan dolayı çatlaklı kil birikiminin çok fazla olduğu geçici göl yerleri, gelişmiş heyelanlarda gözlenen özelliklerdir.

Havza içersinde en tipik görüldüğü yer Sapanlı-Beyler ve Savaşçılar yerleşim merkezleri arasındaki alanlardır. Savaşçılar'ın kuzeydoğusundaki gelişmiş heyelan en tipik örneği teşkil etmektedir.

Önce Eosen volkanik formasyonları ile Akciva formasyonlarının sınırında, biri doğu yönlü geniş hilal biçimli ve diğeri kuzeydoğu yönlü nisbeten U biçimli iki kopma bölgesiyle birleşip başlayan heyelan, 250-300 m. doğuya doğru dar bir oluk halinde devam eder. Daha sonra Beyler formasyonu üzerinde gelişmiş kısa mesafeli kuzey yönlü güneyden gelen başka bir heyelanı alarak kuzeydoğuya doğru genişleyerek Narman suyunun bir kolu olan Büyük derede sona erer. Bu heyelana batıdan dar alanlı bir başka heyelan da katılır. Ancak bu heyelanın asıl heyelan üzerine sonradan geldiği topuk bölgesinden anlaşılmaktadır.

Gelişmiş heyelanlara havzanın batısında da rastlanmaktadır. Farklı jeolojik formasyonlar üzerinde gelişen bu heyelanların en büyük ve en uzun olanları Alacayar yerleşim merkezinin kuzeyinde ve doğusunda yer alırlar. Bunlar birbirinden bağımsız olarak gelişmiş heyelanlardır. Alacayar, Koyunören, Otlutepe ve Şekerli yerleşim merkezleri arasında gelişmiş çok sayıda ve küçük ebatla bağımsız heyelanlar da bulunmaktadır.

Yukarıda belirttiğimiz heyelan tiplerinden ayrı olarak mütalaa ettiğimiz ve de havzada oldukça geniş yer kaplayan, ayrı zamanda belli bir tek heyelan içersinde irdelenemeyen heyelanlar vardır ki, bunlar da kompleks heyelanlardır.

Havza içersinde önemli kompleks heyelanlar, Yanıktaş-Yoldere hattının batısında, güneybatısında, Kamaşözünün doğu ve kuzeydoğusunda, Beyler ve çevresinde geniş yer tutarlar. Topoğrafyada dalgalı yüzeyler biçiminde çok belirgin bir şekilde görülürler. Kopma çizgileri birbirine yakın ve içiçe olduğundan düzgün hilal biçimli taç bölgeleri görülmez. Kopma çizgileri çok fazladır. Bu nedenle her kopma çizgisinin gerisinde, genelde bu çizgilere paralel iç biçimli göçme alanları oluşmuştur. Özellikle Yanıktaş-Savaşçılar hattının kuzeydoğusunda kalan bölümde, ilk kopma çizgileri Eosen volkanik formasyonunun kontak çizgilerinde oluşmaktadır. Dar ve hilal biçiminde başlayan heyelan, daha sonra hareket yönünde ve çevreden katılan küçük heyelanlarla birlikte alanını genişletmekte, kabarma bölgeleri üzerinde tekrar çökmelerle birlikte yeni kopma çizgileri gelişmektedir. Kompleks heyelanların çoğunda, kabarma bölgesinin enine çatlakları, hareket ilerledikçe genişlemekte ve uzamakta, adeta kopma çizgileri biçiminde genişliği artmaktadır. Böylece geniş alanlı heyelanlarda, özellikle kabarma bölgelerinin, akma bölgelerine doğru hızlı hareketleri sonucu farklı yükseltilerden oluşan içiçe girmiş heyelanlar meydana gelmektedir. Ancak gelişen bu olaylar, ilksel heyelanların kayma düzlemi içersinde meydana gelmektedir. Diğer yandan heyelanların oluştuğu formasyonların litolojik özellikleri gözönüne alındığında kayma düzleminin fazlaca derin olmadığı anlaşılmaktadır.

Kütle Hareketleri

Narman havzasını dolduran kırıntılı çökellerde ikinci grup olarak, düşme (kayaç/blok düşmesi), kütle kayması (slump) ve çamur akması gibi kütle hareketleri bulunmaktadır (Şekil 4)'de de görüleceği gibi, havzada kütle hareketleri bakımından düşmenin egemen olduğu yerler, Narman, Şekerli, Bahçe, Alacayar ve Yoldere yerleşim merkezlerinin arasındaki genişçe bir alandır. Bu alan havzanın merkezini oluşturur. Kayaç düşmesi ve blok akması sonucu yamaç gerilemesinin yoğun biçimde gelişmesi Alacayar formasyonu içersinde gerçekleşmektedir. Jeoloji bölümünde de belirttiğimiz gibi, bu formasyon az çimentolu çamur tabakaları ile ardaşık iyi çimentolu, sert kumlu çakıllı tabakalardan oluşmaktadır. Böyle bir oluşumda, durgun su ortamında sürekli olarak biriken çamurlu sedimentlerin içine, çakıllı ve kumlu kaba malzeme zaman zaman akıntılarla taşınmış ve birikmiştir. Neojen içersinde oluşmuş bu formasyon, içersinde farklı fiziksel özelliklere sahip tabaka ve kalınlıklarla temsil edilmektedir. Böylelikle havzadaki egemen aşındırma faktörleri, bu formasyonu seçici olarak aşındırması sonucu, dik basamaklı şekiller ortaya çıkmıştır. Yumuşak tabakaları karakterize eden az çimentolu-killi çamur tabakaları, yeraltısuları ve yağmur sularının mekanik etkileri ile kohezyon ve içsel sürtünme zamanla azalmış ve bu kısımlar aşınmıştır. Aşınan malzeme gravite etkisiyle aşağıya doğru kaymış ve çamur akması haline almıştır. Heriki

sert tabaka (iyi çimentolu, kumlu, çakıllı, iri bloklu) arası, bu olaylarla zamanla aşınmış, taşınmış ve oyulmuştur. Yumuşak tabakalar arasında kalan sert tabakalar, balkonlar şeklinde ortaya çıkmıştır. Çatlak ve kırıklarda birbirini izleyen domma-çözülme olayları sonucu oluşan hidrostatik basıncın oluşturduğu genişleme ile ana formasyondan (tabakadan) ayrılma ve düşmeler görülür. Aynı zamanda gravite etkisinin sert tabakayı bağlayıcı etkisinden daha büyük olması olayı hızlandırır.

Narman suyunun bu formasyonu katedtiği yerlerde özellikle Yoldere yerleşim merkezinin doğusunda ve Narman suyu ile Çerme deresi arasındaki bölümde alttan oyma işlemleri yoğun biçimde gözlenir. Böylelikle yamaç gerilemesi olayı hızlı bir şekilde gelişir. Yataya yakın biçimde diziliş gösteren formasyonda farklı dirençteki tabakaların aşınması sonucu topoğrafyada merdiven basamağına benzer şekiller oluşur. Düşen bloklar bir alt tabaka üzerinde birikmekte ve zamanla bu birikim blok akması şeklinde daha aşağılara kayarak taşınmaktadır. Taşınmanın yönü genellikle vadi tabanına doğrudur.

Kaya düşmesi ve blok akması dışında inceleme alanı dahilinde genelde kompleks heyelanlar üzerinde görülen kütle kaymaları (slump) ve çamur akması biçiminde kütle hareketleri görülür. Narman suyuna batıdan birleşen Büyük derenin oluşturduğu vadinin güney yamaçlarında meydana gelmiş kompleks heyelanların hemen önünde kütle kayması ve çamur akması sıkça vukubulur. Donma ve çözülme sonucu oluşan bu tip olaylar Akciva ve Beyler formasyonları üzerindedir. Diğer kütle kaymaları, kompleks heyelanların üzerinde oluşur. Buralarda oluşmuş kütle akmaları ve kaymalarında, toprak ve çamur akması egemendir. Bu nedenle de kompleks heyelanlarda asıl heyelan hareketi ile kütle kayması bazen birbirine karıştırılabilir. Bu yüzden özellikle kompleks heyelanlar üzerinde buna benzer özellikte olanlar ayırılmaya çalışılmıştır. Bu olayların birbirine benzemesi nedeniyle, farklı olan kütle kayması olaylarının açıkça görüldüğü yerler haritaya işaretlenmiştir. Akciva ve Beyler formasyonlarında kil miktarının fazla olması bu tip olayları tanımlamayı zorlaştırmaktadır. Formasyonlarda eğim derecesinin az olması (2-5°) ve hareketlerin yıllık yağış değerlerine göre değişmesi, bu olayları teşhis etmedeki güçlükler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kompleks heyelanlar üzerinde yine litolojinin özelliği, yeraltı ve yerüstü su durumuna göre çamur akmaları görülür. İnceleme alanında sadece Yukarı Yayla'nın batısında rastlanır. Çamur akmalarının kompleks heyelanlar üzerinde görülmesi olağandır. Çünkü hareketli olan bu tip heyelanlarda çamur akmaları ve kütle kaymaları için doğal koşullar hazır durumdadır.

Kamışözü'nün doğu ve kuzeydoğusunda yer alan heyelanların, havzayı drene eden Erdanik deresinin oluşturduğu vadi yamaçlarında farklı bir biçimde geliştiği gözlenir. Buradaki heyelanların hareket yönü Erdanik deresine doğrudur. Ayrıca heyelanlarda topuk bölgesi gelişmemiştir. Aktif olarak heyelan sınırları boyunca yamaç göçmesi ve moloz birikmesi vardır. Erdanik deresinin

Narman suyuna birleştiği aşağı çığırında; topoğrafya oldukça düz olmasına rağmen, orta bölümlerinde heyelanların görülmemesi, tipik bir yamaç gerilemesi sürecinin aktifliğini göstermesi bakımından dikkate değerdir.

Kompleks heyelanlardan dikkati çekici bir başka özellik de, heyelan akış yönlerinin Narman suyuna birleşen ve havzayı drene eden derelere doğru olmasıdır. Bu durum Şekil-4'de görülmektedir.

Kompleks heyelanlarda gözlenen başka özellikler de bulunmaktadır. Örneğin, tek heyelanlarda gözlenen ayna şekli dikey ve dikeye yakın olmasına rağmen, kompleks heyelanlarda 45 ile 75° lik açılara sahiptir. Aynalardaki bu açı değeri kompleks heyelanların uç bölgesinde yeni oluşmuş aynalardan daha azdır.

Diğer yandan, kompleks heyelanlardaki kayma kaması daha az derinlikte olup, bazen formasyonun eğim derecesine bağlı olarak çok sığ olmaktadır. Hatta Beyler formasyonundaki kayma kamaları geriden gelen ve sıkıştıran malzeme tarafından tamamen ortadan kalkmıştır.

Vadi yamaçlarında oluşan ve dereye doğru akış yönüne sahip heyelanlarda, derelerin taşkın zamanlarında topukda biriken malzemeyi taşıması nedeniyle, bu tip heyelanlarda topuk bölgesinde malzeme birikimi görülmez. Heyelanın uç bölgesi dereler tarafından adeta sınırlandırılmaktadır. Bundan dolayı devamlı olarak dereler tarafından uç bölgesinden malzeme alınan heyelanlarda, yamaç denge açısı bozulmakta ve heyelan ilerleyici yani progresif bir özellik taşımaktadır. inceleme alanının önceden belirttiği gibi Karasal İklim Tipi özelliği göstermesi, progresif heyelan oluşumunu sürekli kılmaktadır.

Özetle söyleyecek olursak, Narman havzasında farklı litolojik özelliklerdeki Neojen formasyonlarında tek ve daha çok kompozit nitelikteki heyelanlar oluşmuştur. Formasyon özellikleri oluşan heyelanların farklı biçimde gelişme göstermesine neden olmuştur. Heyelan hareket yönleri genellikle havza merkezine yani kuzeydoğuya doğrudur. Ana ve tali aynalar havza merkezine göre içbükey biçimlidir. Çökme bölgelerindeki bataklık ve geçici göller, aynalara paralel dağılım gösterir. Oluşumlarını kontrol eden başlıca etkenler olarak, zayıf pekişme ve yüksek kil içeriği ve klimatolojik faktörlerdir.

İnceleme alanı içerisinde kütle hareketleri düşme, kütle kayması ve çamur akması şeklinde olup, öncelikle litolojik ve sonra da klimatolojik faktörlerin etkinliği söz konusudur. Alacayar formasyonunun litolojik yapısı ve eğimi nedeniyle düşme olayları egemen olurken, buna bağlı olarak blok akması, dolayısıyla da yamaç gerilemesi gerçekleşmektedir. Çamur akması ve kütle kaymaları çoğunlukla Akciva ve Beyler formasyonları içerisinde gelişme imkanı bulmakla beraber, kompleks heyelanlarla iç içedir. Oluşum faktörleri ve litolojileri benzer özellikler göstermekle birlikte, çok daha küçük boyutlu çamur akmaları ve kütle

kaymaları klimatolojik faktörlerin etkisinde kalarak zaman zaman şekil değiştirme özelliklerine sahip olmaktadır.

Yorum

Yeryüzünün şeklini değiştiren kütle hareketleri ve heyelanlar, çok değişik faktörlerin etkisiyle meydana gelmektedir. Bu faktörlerin çoğunluğunu da fiziki ve beşeri coğrafya faktörleri başta olmak üzere meydana geldikleri formasyonların özellikleri oluşturmaktadır. Formasyon özellikleri kütle hareketlerinin potansiyelini teşkil ederek, uygun fiziki coğrafya koşulları da bir araya geldiğinde kütle hareketleri meydana gelmekte ve yeryüzünü jeomorfolojik yönden değiştirmektedir.

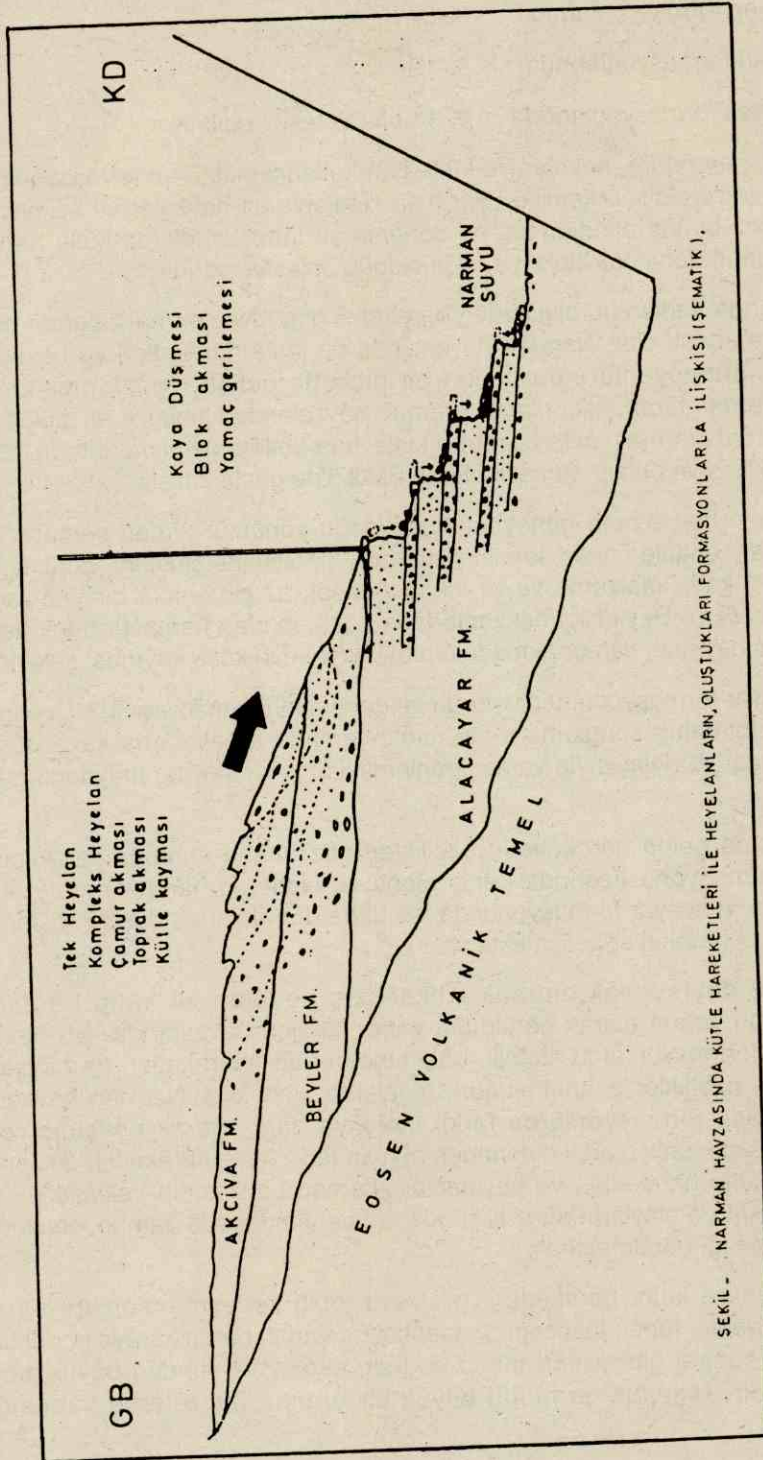
Ülkemizin fiziki coğrafya koşulları göz önüne alındığında heyelan ve kütle hareketleri bakımından oldukça aktif olduğu görülür. Bundan dolayı jeologlar ve coğrafyacılar bu konu ile çok sayıda araştırmalar yapmışlardır. Yapılan bu araştırmalarda, heyelan oluşumları, tipleri ve diğer çevre faktörleri ile olan ilişkileri incelenmiştir. Bu makalede farklı bir bakış açısından hareketle, heyelan ve kütle hareketlerinin oluşumunda rol oynayan faktörler göz önüne alınmış ve bu özelliklerin Narman havzasını dolduran kırıntılı çökelleriyle olan ilişkisi açıklanmış ve bu ilişkinin ülkemiz düzeyindeki heyelan çalışmalarıyla olan bağlantısı tesbit edilmeye çalışılmıştır.

Bu konu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalara baktığımızda Taşdemiroğlu (1970), ülkemizdeki heyelanların ve kütle hareketlerinin oluşum nedenleri üzerinde durmuş, bunların çeşitli faktörlerden oluştuğunu belirttikten sonra bu gibi olayların jeolojik formasyonlarla ilişkisini kurmuştur. Buna göre, Türkiye'de formasyon yaşına göre kütle hareketlerinin dağılışı eskiden yeniye doğru şöyledir;

| Zaman | Heyelan % | Kaya Düşmesi % |
|------------|-----------|----------------|
| Paleozoyik | 11 | 13 |
| Mesozoyik | 19 | 23 |
| Neozoyik | 70 | 64 |

Yukarıdaki çizelgeden de görüleceği gibi jeolojik zamanlar içerisinde Neozoyik zaman olarak belirtilen Tersiyer'de, heyelan olayları diğer zamanlara göre 3,5 kat, kaya düşmesi olayları da 1,5 kat daha fazladır. Böylece ülkemizin Tersiyer arazilerinin kütle hareketleri bakımından ne kadar aktif olduğu anlaşılır. Buna göre litolojik ve yaş durumu göz önüne alındığında kaymaların % 66'sı tortul kayalarda veya onların ayrıışmış malzemesinde olmaktadır. Diğer kısımlar % 12 ile mağmatik, % 18 ile volkanik ve % 4 ile metamorfiklerin ayrıışmış malzemelerinde olmaktadır.

Türkiye'de litostratigrafik duruma göre, tortul kayalardan en fazla kaymalar Neojen formasyonlarında meydana gelmektedir. Bunu Eosen ve daha sonra Kretase formasyonları izlemektedir. Toplam kayma yüzdesine göre;



Şekil 5- Narman Havzasında kütle hareketleri ile heyelanların, oluşturdukları formasyonlarla ilişkisi (Şematik)
Figure 5- Relations on formed formations with mass movements and landslides in Narman basin.

| | |
|--------------------------|--------------------------------|
| Neojen formasyonlarında | % 34 |
| Eosen formasyonlarında | % 12 |
| Kretase formasyonlarında | % 11 olarak tesbit edilmiştir. |

Bu verilere göre, heyelan ve kütle hareketlerini oluşturan formasyonlar daha çok Neojen'e aittir. Ülkemizde yer alan Neojen'e ait havzalar ve bu havzaların evrimi göz önüne alındığında, bu döneme ait formasyonlarda kütle hareketleri oluşumunun daha çok litolojiye bağlı olduğu anlaşılmaktadır.

Yukarıda verilen bu bilgilerden hareketle, diğer Neojen havzalarına nazaran çok daha küçük olan Narman havzasında da kütle hareketleri ve heyelanların Neojen formasyonlarında yoğun bir biçimde geliştiği gözlenmiştir. Diğer çalışmalardan biraz farklı olarak Narman havzasında Neojen'e ait litolojileri birbirinden ayrı formasyonlarda farklı kütle hareketleri ve heyelanların izlendiği tesbit edilmiş ve bunlar şematik olarak Şekil 5'de gösterilmiştir.

Narman havzasının güneybatı-kuzeydoğu yönünde alınan şematik kesitte heyelanlar ve kütle hareketlerinin sistematik bir biçimde oluştuğu görülmektedir. Çok daha kaba malzeme ve kil içeriği yüksek az çimentolu bir yapıya sahip olan, Akciva ve Beyler formasyonlarında egemen olan hareketler; tek heyelan, kompleks heyelan, çamur akması, toprak akması ve kütle kayması şeklindedir.

Alacayar formasyonunu oluşturan ve genelde ince malzemeli, kil içeriği orta, iyi çimentolanmış konglomera ve kumlu-çamurlu tabakalarda kaya düşmesi, blok akması ve dolayısıyla yamaç gerilemesi aktif bir şekilde meydana gelmektedir.

Meydana gelen hareketlerin özellikleri göz önüne alındığında, Akciva ve Beyler formasyonu üzerinde geniş alanlı ve nisbeten hareketli kütle olayları oluşmakta, Alacayar formasyonunda ise daha dar alanlı ve düşme dışında çok daha yavaş hareketler gelişmektedir.

Özetle söyleyecek olursak; Ülkemizin heyelan ve kütle hareketleri bakımından yoğun olarak görüldüğü yerler Neojen havzalarıdır. Bu havzaları dolduran formasyonlarda litolojik bakımından kütle hareketleri ve heyelanları hazırlayıcı özellikler bulunmaktadır. İnceleme alanı olan Narman havzasında Neojen yaşlı formasyonlarda farklı litolojiye bağlı olarak gelişmiş ve ana hatlarıyla sistematik olarak birbirinden ayrılan farklı kütle hareketleri gözlenmektedir. Bu kütle hareketleri ve heyelanlar Narman havzasının yaklaşık % 65'ini oluşturmakta ve olayların sürekliliği göz önüne alındığında zaman içerisinde bu oranın artacağı görülmektedir.

Heyelan ve kütle hareketleri, tek veya toplu yerleşme alanları, tarım ve orman bölgeleri, tünel, taşocağı, madenocağı, kanal, baraj, karayolu, demiryolu ve termik santral gibi yerleri tahrip ederek, ekonomik yönden büyük zararlar vermektedir. Ülkemiz tarımının büyük bir oranda havzalarda yapıldığı ve

çoğunun Neojen yaşlı formasyonlardan oluştuğu dikkate alındığında, tarım alanlarımızı tehdit eden doğal faktörlerden birinin de kütle hareketleri olduğu anlaşılır.

Narman havzasında; iklimik faktörlerin olumsuz etkisi, vejetasyon süresinin kısalığı, toprak derinliğinin sığılığı, uzun yıllar aynı alanların benzer tarımla kullanılması, yanlış arazi kullanma,.. gibi nedenlerle zaten sınırlı ve dar alanlı olarak tarım faaliyetleri yapılmaktadır. Tüm bu olumsuz koşullarla birlikte havza da ana kayadan kaynaklanan kütle hareketleri ve heyelanların meydana gelmesi, kırsal alanda yaşayan halkın geçim kaynaklarını iyice kısıtlamaktadır.

Bu nedenle, Narman havzasına benzer Neojen havzalarında tarım alanlarını kullanmada formasyon özelliklerinin de göz önüne alınarak, doğal dengenin bozulmamasına özen gösterilmelidir.

Kaynakça

- ARDOS, M., 1980, 8 Şubat 1974 Karabük Heyelanı: İst. Üniv. Coğr. Enst. Derg., 23:47-55. İstanbul.
- ATALAY, F.İ.- BEKAROĞLU, N. 1973, Heyelanlar ve Mühendislik Uygulaması: Karayolları Gn. Md. Yay. No: 200, Ankara.
- ATALAY, İ., 1977, Muş-Palu Arasında Murat Vadisi Boyunca Oluşan Kütle Hareketleri: İst. Üniv. Coğr. Enst. Derg. 20-21 s., 263-277. İstanbul.
- ATALAY, İ. 1979, Oltu Çayı Havzasında Beşeri Morfolojik ve Jeolojik Faktörlerin Doğal Dengenin Bozulmasına Olan Etkileri Tübitak yay. 423, s: 99-110 Ankara.
- ATALAY, İ., ve KOÇMAN A., 1979 Kuzeydoğu Anadolu'nun Jeotektonik ve Morfotektonik Evriminin Ana Çizgileri, Jeomorfoloji Derg., 8, s. 41-75. Ankara.
- ATALAY, İ., 1982, Oltu Çayı Havzasının Fiziki Coğrafyası ve Amenajmanı. Ege Üniv. Sosyal Bil. Fak. Yay. No: 11. İzmir.
- ATİKER, M., 1983, Darıca (Gebze) Yerkayması: Jeomorfoloji Derg., 11, 53-62. Ankara.
- BARET, B., 1955 Sera Heyelanı: Türk Coğr. Derg. 13-14 s. 155-160. İstanbul
- BAYRAKTUTAN, M.S, 1982, Narman (Erzurum) Havzasının Miyosen'deki Sedimentoloji Evrimi. (Basılmamış Doktora Tezi) Atatürk Üniv. Erzurum.
- HOŞGÖREN, M., 1977, İnegöl Havzasında Arazi Kaymaları ile İlgili Gözlemler. İ. Ü. Coğr. Enst. Derg. s. 20-21, s. 223-245. İstanbul.
- KETİN, İ., 1982 Genel Jeoloji (Cilt-2). İst. Tek. Üniv. Kütüp. s, 1228. İstanbul.
- SÜR, Ö., 1972 Heyelan Olaylarına Sebep Olan Faktörler ve Bunların Türkiye'de Etkili Alanlar A.Ü.D.T.C.F. Coğr. Araşt. Derg. s. 5-6, Ankara.
- ŞAHİN, C., 1991, Türkiye Afetler Coğrafyası, Gazi Üniv. Yay. 172, Ankara.
- TAŞDEMİROĞLU, M., 1970 Türkiye Kütle Hareketleri, T.J.K. Bülteni No: 2, s. 26-36, Ankara.

