

KOYULHISAR-KUZULU (SİVAS) HEYELANININ JEOMORFOLOJİK ETÜDÜ

Dr. Ahmet YILDIRIM*



Özet:

Türkiye'nin aktif fay zonlarından olan Kuzey Anadolu fay zonuna yerleşmiş olan Kelkit Nehri vadisi boyunca jeolojik ve jeomorfolojik şartlardan dolayı kütle hareketleri sıkça görülmektedir. Genç Alp kıvrımlarından oluşan fay zonu boyunca kolayca ayrışabilen fliş ve su altı volkanizmanın ürünü olan ofiyolitler ile andezitler yaygındır. Akarsuların derine aşındırma enerjileri oldukça fazla ve eğim değerleri yüksektir. Bahsedilen alanda meydana gelen ve bu araştırmanın konusunu oluşturan Koyulhisar heyelanı 17 Mart 2005 tarihinde meydana gelmiş ve bir yerleşme yerinin büyük bölümünün yok olmasına, 15 kişinin ölümüne yol açmıştır. Heyelanın karakteristiğinde iklimden çok jeolojik-litolojik ve jeomorfolojik özellikler baskındır. Heyelan geometrisinde aşınma-çözülmenin gerçekleştiği taç bölümü, heyelanın hareketinin büyük birikme kazandığı oluk bölümü ve birikmenin gerçekleştiği topuk bölümleri ayırt edilmiştir. Paleoheyelan verilerinin kuvvetli olduğu alanda diğer yerleşme alanlarını da tehdit eden olası heyelanlar söz konusudur.

Anahtar Kelimeler: Kuzulu-Koyulhisar, Heyelan, Kuzey Anadolu Fayı, Jeomorfoloji.

* Dicle Üniversitesi. Eğitim Fakültesi, Diyarbakır

Abstract:

Lot of mass movements can be seen on the Kelkit Valley, one of the most active zone, which is on the Northern Anatolian Zones because of the geologic and morphologic conditions. Ophiolite and the andesites which are the products of the flysch and sub water volcanism seperatiabale along the fault zone which occurs in young Alpines folds are very common. The deep corrosion energy of the rivers are quite high and the value of the slopes are high. The Kuzulu lanslide which is mentioned above and is the subject of this research happened in 17 March 2005 and caused to dissappear of a big part of the settlement and the death of 15 people. In the characteristic of the landslide the geologic-lithologic and geomorphologic properties are more dominant than climate.

In the geometry of the landslide, the canopy part where the corrosion – resolution happens, the groove part where the landslide movement accumulate and the accumulation parts where the slope failure happens are distinguished. In the region where the plaeolandslide datum are high the potential landslides are in question for the other settlements.

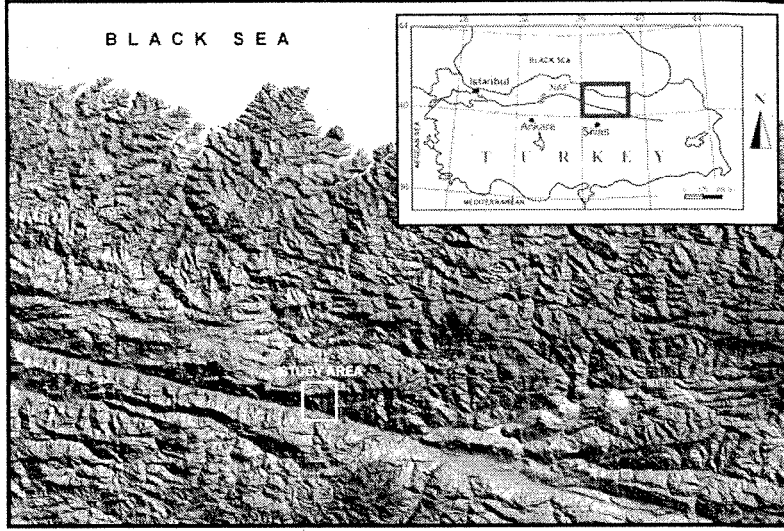
Key Words: *Kuzulu-Koyulhisar, landslide, Northern Anatolian Fault Zone, Goemorphology.*

KOYULHİSAR-KUZULU (SİVAS) HEYELANININ JEOMORFOLOJİK ETÜDÜ

(The geomorphological survey of Koyulhisar-Kuzulu (Sivas)
Landslide)

1. Giriş

Heyelanların oluşumunda İklim özellikleri yanında jeolojik, jeomorfolojik ve tektonik şartların önemli payı vardır. Kuzulu heyelan sahası Türkiye'nin kuzeyindeki aktif Kuzey Anadolu Fay zonu (North Anatolian Fault Zone-NAF) üzerinde akışını sürdüren Kelkit Nehri vadisinin kuzeyinde yer alır(**Şekil 1, Foto1**). İnceleme alanı, aynı zamanda Anadolu'nun kuzeyini Karadeniz kıyısı boyunca kateden Genç Alp kıvrım sisteminin Fay zonuna bakan güneye bakan yamaçlarında bulunmaktadır. Sahada jeolojik, jeomorfolojik özellikler heyelan oluşumunu kolaylaştırıcı niteliktedir. Bu sahada çok sayıda eski ve yeni heyelan alanları bulunmakta olup, heyelanlar önemli morfolojik etkilere yol açmışlardır. Nitekim inceleme alanının hemen batısında yer alan Sinan(Zinav) Gölü bir heyelan setti. gölüdür(Zeybek, 2002). Tektonik ve jeomorfolojik açıdan uygun olmamasına karşın, akarsu civarı ve önemli yollar güzergâhı üzerinde olması nedeniyle Kelkit vadisi çevresi yoğun yerleşmelere sahne olmuştur. Ancak, depremler yanında zaman zaman meydana gelen kütle hareketleri olayları sonucu bu yerleşmelerde can ve mal kaybı meydana gelmektedir. Sahada meydana gelen en son doğal afet 17 Mart 2005 tarihinde meydana gelen ve bu çalışmanın konusunu oluşturan Koyulhisar heyelanıdır. 15 milyon m³(Tatar ve diğ.) gibi oldukça büyük bir yer kütlelerinin yer değiştirmesiyle meydana gelmiş olan heyelan sonucu, 21 ev heyelan enkazı altında kalarak bir yerleşme yeri hemen hemen tamamen yok olmuş, 15 kişi hayatını kaybetmiş, 375 hayvan ölmüştür. Devam eden heyelan riskinden dolayı uzun bir süre arama ve kurtarma çalışması yapılmamış, heyelan bölgesine girilmesine izin verilmemiştir. Olay tarihinden yaklaşık 3 ay sonra bölgede kurak mevsimin başladığı ve muhtemelen heyelanı meydana getiren kar erimelerinin sona erdiği bir dönemde heyelan alanına gidilmiş, sahada inceleme ve gözlemlerde bulunulmuş el GPS'i ile ölçümler yapılmış ve bulgular haritalanmıştır. Sahada bu çalışmadan önce jeolojik ve mühendislik bilimi açısından etütler yapılmıştır. Ancak bu çalışma ile heyelan nedenleri ve jeomorfolojik etkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır.



Şekil:1. Kuzulu (Koyulhisar-Sivas) Heyelan Bölgesinin Lokasyon Haritası

2. Heyelan sahası ve çevresinin Jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri

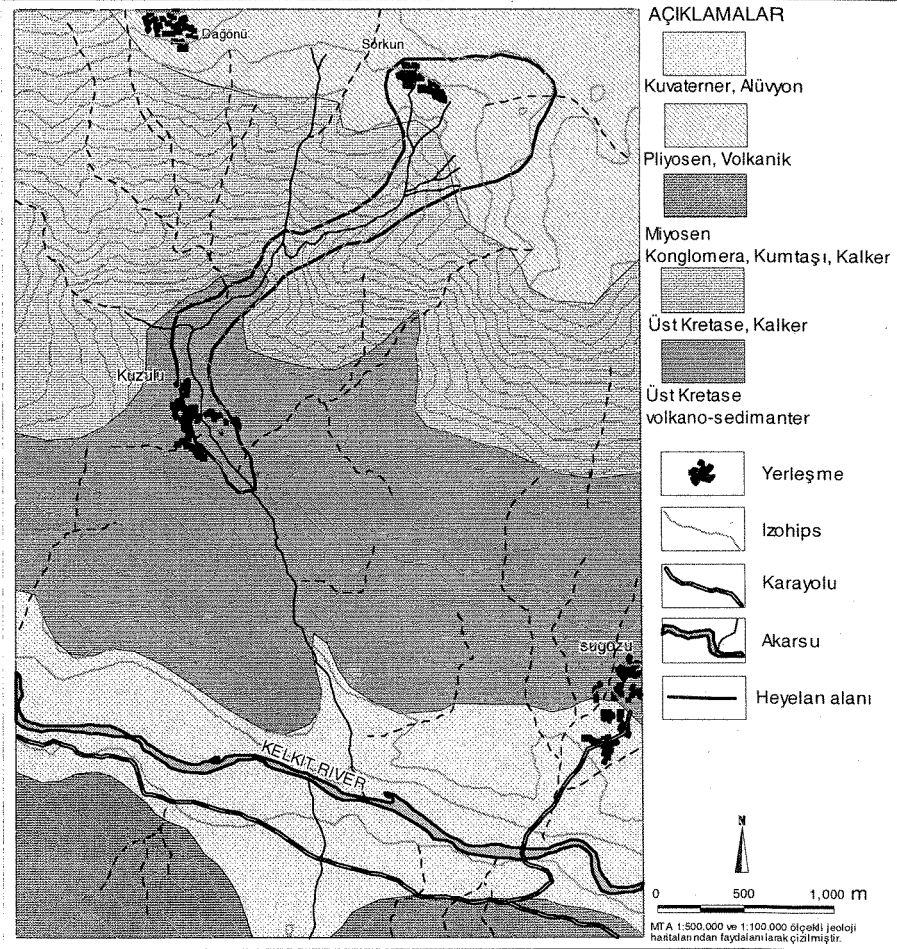
Heyelanın geliştiği saha Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun yaklaşık 3 km kuzeyinde yer almaktadır. Bu nedenle bölge tipik aktif fay hattı morfolojisine sahiptir. Kuzey Anadolu Fayı, davranışı(kinematığı) Arabistan Kıtasının Anadolu levhası altına dalmasının sonucu olan oldukça önemli ve aktif bir fay hattıdır. Bu fay hattının aktivitesinin sonucu birçok yıkıcı deprem meydana gelmiştir (Erzincan, Pülümür, Düzce, Gemerek, Marmara vb. depremler).

Fay hattı boyunca dar ve derin Kelkit çayı vadisi yerleşmiştir. Bu vadinin kuzeyinde ise Güneş dağı, İğdır dağı gibi dağlık alanlar yer alır. Bu dik topografyayı dikine yaran oldukça genç vadiler Kelkit vadisine kavuşmaktadır. Kuzulu heyelanının meydana geldiği Agnuz Deresi Kelkit çayına kuzeyden kavuşan vadilerden biridir.

Anadolu Fayının kuzeyinde kalan genç Alpin kuşağı volkano-sedimanter yapılarının istiflendiği Kuzulu heyelan bölgesinde yaşlıdan gence doğru Üst Kretase yaşlı volkanik ve sedimanter, özellikle ofiyolitik birimler, Yine Üst Kretase (Maestrihtiyen) yaşlı kalkerler, Pliyosen yaşlı andezit ve andezitik tüfler yer almaktadır. Kelkit vadisi çevresindeki düşük yükseltilerde(600–700 m) Üst Kretase yaşlı volkanik ve sedimanter birimler ve akarsu taraçaları yer alır (Şekil:2). Vadi boyunca gevşek ve ayrışmaya

karşı dirençsiz litolojiden dolayı hem yanal hem dikey aşınma süreci egemendir. Buna Kuzey Anadolu Fayının aktivitesi de eklenince Kelkit vadisi kuzey yamaçlarında tipik fay morfolojisi gelişmiştir. 750 metrelerden itibaren Volkano-sedimanter birimlerle açılı uyumsuzluk gösteren Maestrihtiyen yaşlı kireçtaşları gelir. Kalkerin yanal aşınmaya dirençli olmasından dolayı bu birimlerden meydana gelen yamaçlar son derece dik bir morfoloji sunmaktadır. Bu kireçtaşları tabakalı bir yapıya sahip olup, tabaka eğim yönleri Kuzey Anadolu fay zonunun etkisiyle kısa mesafelerde değişim göstermekle birlikte, genellikle kuzeydoğudur. 1500 m' den itibaren Maestrihtiyen yaşlı kireçtaşları üzerine yine açılı uyumsuzlukla Pliyosen yaşlı volkanik birimler gelir. Genellikle andezit ve andezitik tüflerden meydana gelen volkanik kuşak ise ayrışma sonucu önemli kalınlığa sahip bir regolit zonu oluşturmuştur. Heyelan malzemesinin beslediği kaynak işte bu ayrılmış volkanik zondur. Bu nedenle, Pliyosen yaşlı volkanitler tipik paleoheyelan morfolojisi sunmaktadır. Kuzulu heyelanı ise bu paleoheyelan bölgesinin doğu kesimlerinde ve Pliyosen yaşlı volkanitler içerisinde meydana gelmiştir.

Heyelanın meydana geldiği Agnus Deresi drenaj havzası olarak ele alındığında dendritik bir özellik gösterir. Kelkit Çayı ile konumu değerlendirildiğinde ise kancalı bir yapı gösterir. Bu drenaj tipi bölgede tektonizmaya bağlı olarak sıkça görülen bir akarsu drenaj tipidir. Vadi Kelkit çayı'na oldukça dar ve derin bir boğaz ile birleşir. Boğazın her iki yanında ortalama yükseltisi 750 metre olan iki fay sırtı mevcuttur. Yaklaşık 1200 metre devam eden boğazın gerisinde nispeten genişlemiş vadi tabanında Kuzulu yerleşmesi kurulmuştur. Yerleşmenin kurulduğu kesimde değişik unsurlu, yıkanmış ve yuvarlaklaşmış, 900 metrelere kadar gözlemlediğimiz alüvyal malzemeler görülmektedir. Çakıltaşlarının hem yıkanmış hem de yuvarlak olması, ayrıca söz konusu alüvyal istifin vadinin oldukça yüksek (900 m) kesimlerinden itibaren başlaması, geçmişte akarsu aşındırma ve biriktirme sürecinin yanında yeterli uzunlukta bir akarsu mecrasının mevcut olduğunu göstermektedir. 950 metreden itibaren Agnus deresi vadisi oldukça eğimli(35°) ve dar bir yapı kazanır. Bu eğimli ve sarp oluğun geçmişteki bir heyelan enkazıyla oluştuğunu düşünüyoruz. Güncel heyelan ile birlikte buradaki heyelan enkazına ait pekişmiş breşler de kopartılıp getirilmiştir. 1500 metrelerden itibaren ise volkanik litolojiye sahip, ayrışma ve çözülme süreciyle birlikte genişleyen bölüme geçilir. Bu kesim aynı zamanda hem geçmişteki hem de güncel heyelanın taç kısmına karşılık gelen oldukça geniş bir alandır.



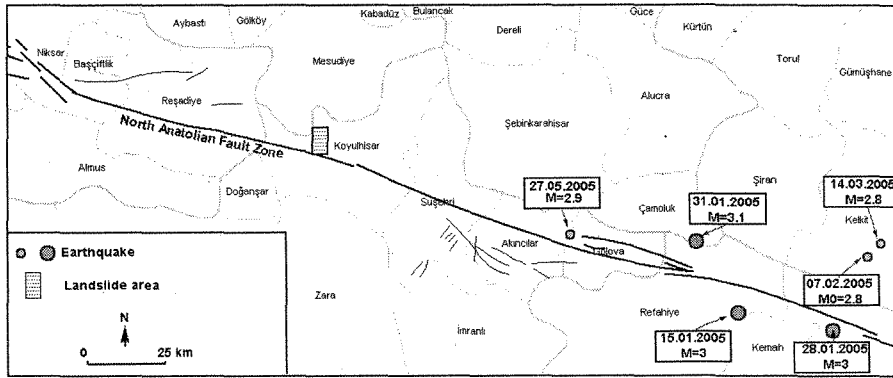
Şekil 2: Heyelan alanı ve çevresinin Jeoloji Haritası (MTA)

3. 17 Mart Koyulhisar-Kuzulu Heyelanının morfolojisi, mekanizması ve etkileri

Koyulhisar heyelanı, hareket eden malzemenin hacmi, heyelanın morfolojik etkileri yanında meydana getirdiği can kaybı ve maddi hasar nedeniyle ülkede yaşanan ve üzerinde durulması, araştırılması gereken

önemli bir kütle hareketidir. Kütle hareketinde düşme, devrilme, akma ve kayma hareketlerinin tümü birlikte veya ardışık olarak meydana gelmiştir.

Heyelanı meydana getiren malzeme öncelikle ayrılmış ve sızan suyla birlikte hamur halini almış silisli volkanik ayrışma malzemesidir. Bunun içine daha sonra yukarılardan kopan ayrılmamış ama yuvarlanarak parçalanmış köşeli volkanik ve kalker kırıntılar karışmıştır. Böylece kütle hareketi dairesel ve hızlı çamur-moloz akması şeklinde olmuştur. Çünkü, enkaz üzerinde zeminden kopartılan pekişmiş paleoheyelan breşleri de mevcuttur. Kütle ilk hareketinde yeraltına sızan erimiş kar suları etkili olmuştur. Nitekim heyelanın meydana geldiği zaman bölgede yükseklerdeki yoğun kar örtüsünün erimeye başladığı döneme karşılık gelmektedir. Heyelan sahasının aktif fay zonunda yer alması akla olası bir yer sarsıntısının etkili olup olmadığı sorusunu getirir. Bu amaçla USGS kayıtlarından heyelan sahasının çevresinde son bir ayda meydana gelen yer sarsıntılarını haritaladık(Şekil 3).

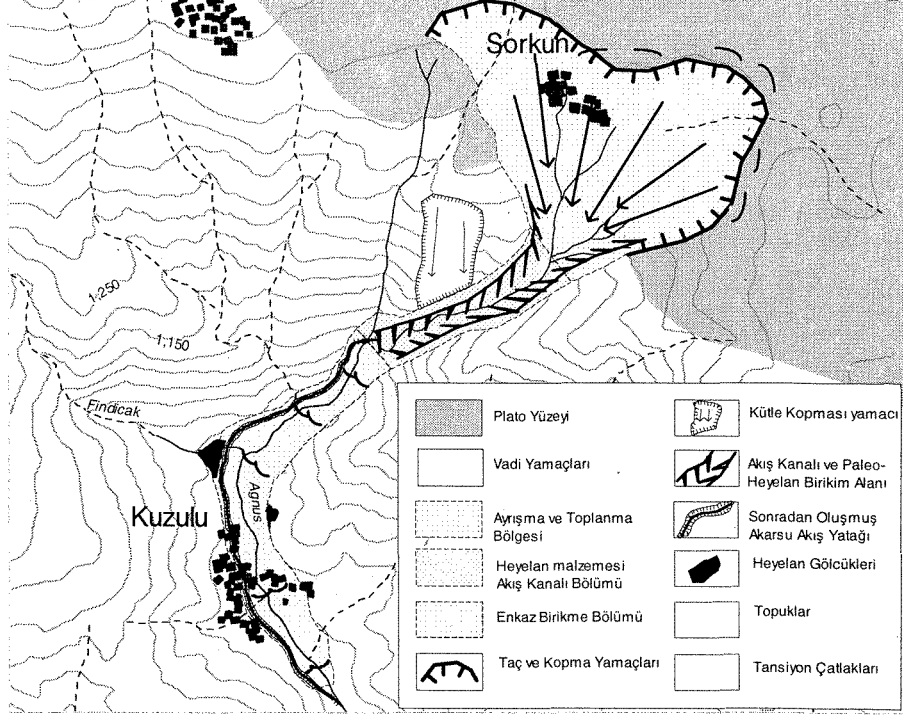


Şekil 3: Heyelan alanına yakın tektonik zon boyunca son bir ayda meydana gelmiş depremler.

Heyelan gününe en yakın yer sarsıntısı 2,8 şiddetindeki ve heyelan bölgesinin yaklaşık 150 km doğusundaki Kelkit sarsıntısıdır. Bu sarsıntının yamaç dengesini bozucu bir etkisi düşünülmemektedir. Kanımızca kütle hareketini tetikleyici ana faktör, ayrılmış malzemenin doygunlaşmasını sağlayan ve stabilitesini kaybettiren eriyen kar sularıdır.

3 bölümde incelenebilecek heyelan zonu "Z" harfi şeklinde bir geometriye sahiptir(Şekil 4). 1650–1550 metreler arasındaki en üst bölüm çözülme-ayrışma ve kopma olaylarının meydana geldiği "Taç" bölümüdür(Foto 2). Bu sahanın litolojisi tamamen ayrılmış veya ayrışmakta olan volkanik ürünlerden meydana gelmektedir. Kuzeyden sokulmuş Pliyosen yaşlı volkanik örtü duraysız yamaç koşullarını da oluşturmaktadır. Yüksek rakımı nedeniyle bu saha kış aylarında yoğun kar örtüsü altındadır.

Ayrıca vadideki insanların sadece yaz aylarında yerleştikleri ve yaylacılık faaliyetlerini yürüttükleri bir yerleşme(Sorkun yaylası) mevcuttur. Bu durum ayrışma zonunun degradasyonel etkiler altında olduğunu da göstermektedir. Taç bölümünün gerisinde halen de heyelan riskini haber veren tansiyon çatlakları mevcuttur.

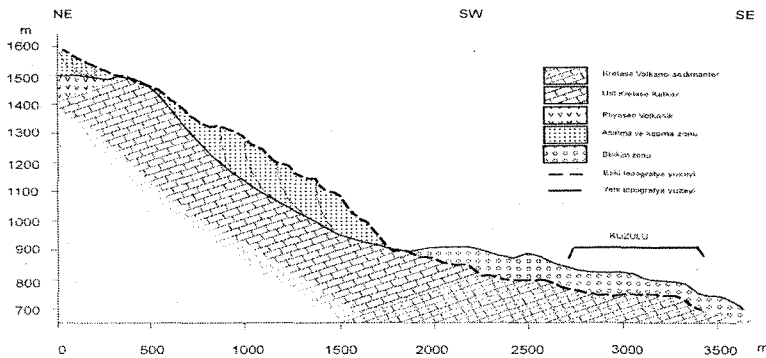


Şekil:4. Heyelan alanının ayrıntılı jeomorfoloji haritası

Heyelan vadisini ikinci ve orta bölümünü, Taç bölümünden kopan malzemenin toplandığı ve kanalize olduğu huni şeklindeki bölüm oluşturmaktadır. Bu bölümün üst kesimi adeta depolanma yeridir ve burası geçmişte meydana gelen bir paleoheyelan enkazıyla doldurulmuştur. 17 Mart Kuzulu heyelanı bu paleoheyelan malzemesinin kopmasına ve kayan kütlelerin oldukça fazla hacimli olmasına neden olmuştur. Zira aşağı vadideki heyelan enkazı içinde çimentolaşmış eski heyelan enkazı da mevcuttur. 1500 metreden 850 metreye kadar devam eden oluk şeklindeki orta bölümün ortalama eğimi 20°'den fazladır. Yamaçta koparılamamış eski pekişmiş heyelan külesine ait oluşumlar çıkıntı rölyef şeklinde kalmıştır(Foto 3). Bu vadinin eskiye ait zemin malzemesinin koparılması vadi kenarındaki kalker yamaçların da kopmasına ve düşmesine neden olmuştur.

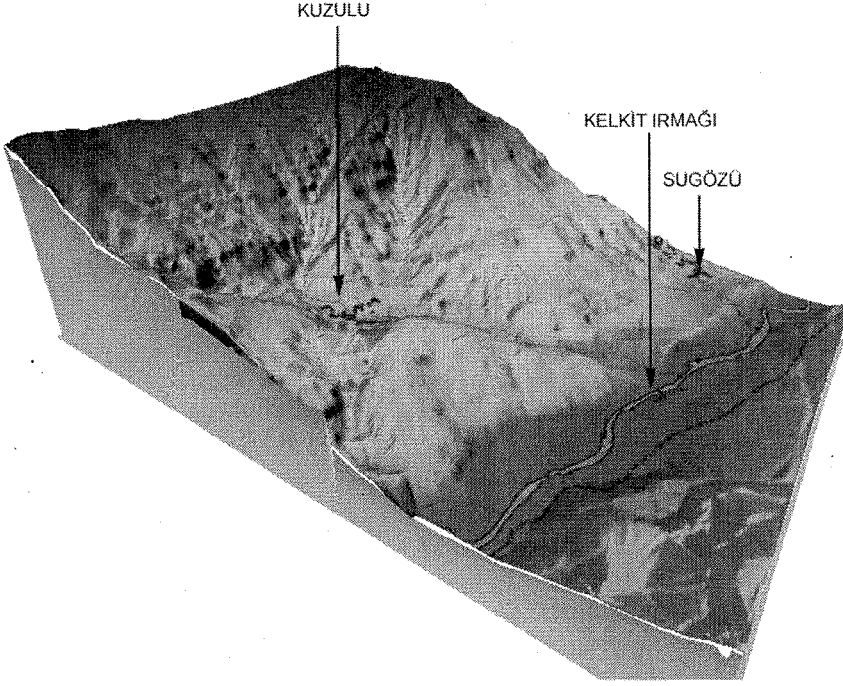
Heyelan sahasının üçüncü bölümünü birikme zonu oluşturur(**Şekil 4**). Bu kesime kadar yoğrulmuş çamur-moloz şeklinde akan heyelan malzemesi 1050 metrelerden sonra vadinin genişlemesiyle birikmeye başlamıştır. Ancak malzemenin yoğun, akıcı ve kıvamlı olması nedeniyle birikme süreci tahrip etkisiyle ve bütün vadiye yayılarak devam etmiştir. Heyelan kütlesi vadi tabanındaki konutları tamamen örtmüştü vadi yamaçlarındaki konutların bir kısmını da adeta biçmiştir(**Foto 4-5**). Birikme zonu bir kavis çizerek güneydoğuya yönelen ve vadinin en geniş kesimini oluşturan hafif eğimli tabanda 750 metreye kadar devam etmiştir. Ana vadiye KB'dan kavuşan Fındıcak deresinin ağız kısmının heyelan enkazıyla kapanması sonucu bir göl oluşmuş, daha sonra gevşek heyelan malzemesinin aşındırılması sonucu oluşan bir akma kanalıyla göl tahliye olmuştur. 22 Mart'ta sahada ikinci bir heyelan meydana gelmiştir. Bu yeni heyelana bağlı kütleyle birden fazla topuklar oluşmuş, en alttaki topuk en az 50 metre ilerlemiş, yeni evler enkaz altında kalarak vadinin doğusunda yeni bir göl oluşmuştur(**Foto 6**).

Taç ve orta oluk bölümündeki yenilme alanı (167000 m²) ve ortalama yenilme derinliği (75 m) göz önüne alındığında hareket eden malzemenin hacmi yaklaşık 15 milyon m³ 'tür. Orta bölümdeki eğimli yamaca doğru toplanan bu malzeme eğim ve su kaynaklarının etkisiyle düşüşüne büyük bir hızla devam etmiş ve çamur akıntısına dönüşmüştür. Heyelan malzemesine kalker yapıları dik yamaçların denge stabilitesinin bozulması sonucu kütle halinde kopan kalkerli malzeme de karışmıştır. Vadinin genişlemesi, ayrıca vadi yönünün dik bir kavisle güneybatıya yönelmesi ve eğimin azalması gibi faktörlere bağlı olarak enkaz malzemesi Kuzulu yerleşmesinin bir bölümünü örttüğünden sonra hareketini sona erdirmiştir(**Şekil 5, Foto 7**). Kayma hareketinin sesi duyulduktan 5 dakika sonra heyelan malzemesi yerleşim yerine ulaşmıştır. (Heyelanı yaşayanlarla görüşme).



Şekil:5. Kuzulu heyelanının bölümlerini gösteren jeolojik kesit

Bu veriye dayanarak hareketin hızının yaklaşık 6 m/sn olduğu söylenebilir. Bu durumda heyelan aşırı hızlı heyelan sınıfına girmektedir. Bu tip heyelanlar katastrofik(yıkıcı) özellikte ve çarptığı yerleri tamamıyla tahrip eden heyelanlardır. Ani ve hızlı gelişmesi nedeniyle, insanların kaçabilme şansı hemen hemen yok gibidir(Varnes, 1978). Nitekim Kuzulu heyelanında malzemenin hareket yolunda bulunan 15 insanla birlikte 375 hayvan kaçmayı başaramamış ve heyelan enkazı altında kalarak can vermiştir.



Şekil 6: Kuzulu Heyelan Bölgesini heyelan öncesi ve sonrasını simüle eden Sayısal yükselti modelleriyle elde edilmiş 3 boyutlu görüntü

4. Sonuç

Kelkit vadisi, Türkiye'nin hem Kuzey Anadolu Fay zone, hem de aşındırılma süreci hızla devam eden Kuzey Anadolu dağlarının litolojik yapısından dolayı kütle hareketlerinin çok yoğun ve etkin olduğu bir sahadır. Jeomorfolojik yapının engebeli ve eğim değerlerinin çok yüksek olmasından dolayı insanlar eğimin azaldığı Kelkit Nehri vadisi sekilerinde veya bu ana nehre kavuşan yan kolların tabanlarına yerleşmişlerdir. Ne var ki bu alanların hemen tümü her an olabilecek heyelanların tehdidi altındadır. Deprem, yağış ve eriyen kar suları yanında beşeri müdahaleler gibi faktörler

söz konusu kütle hareketlerini tetikleyici etkide bulunabilir. Ayrıca sahadaki paleoheyelan morfolojisi heyelan alanları için belirleyici ipuçları vermektedir. Nitekim 17 Mart 2005'de meydana gelen ve bir yerleşim alanının büyük bir bölümünün yok olmasına ve 15 insanın yaşamını yitirmesine neden olan Kuzulu vadisi yukarı kesimleri Pleistosen de meydana gelen eski bir heyelan sahasıdır. Kelkit Vadisi boyunca geniş bir alan da (Koyulhisar, Sugözü, Reşadiye) aynı özellikler ve riskler söz konusudur.



Foto 1: Kuzey Anadolu fay zonuun geçtiği Kelkit Vadisi ve güneye bakan yamaçlar

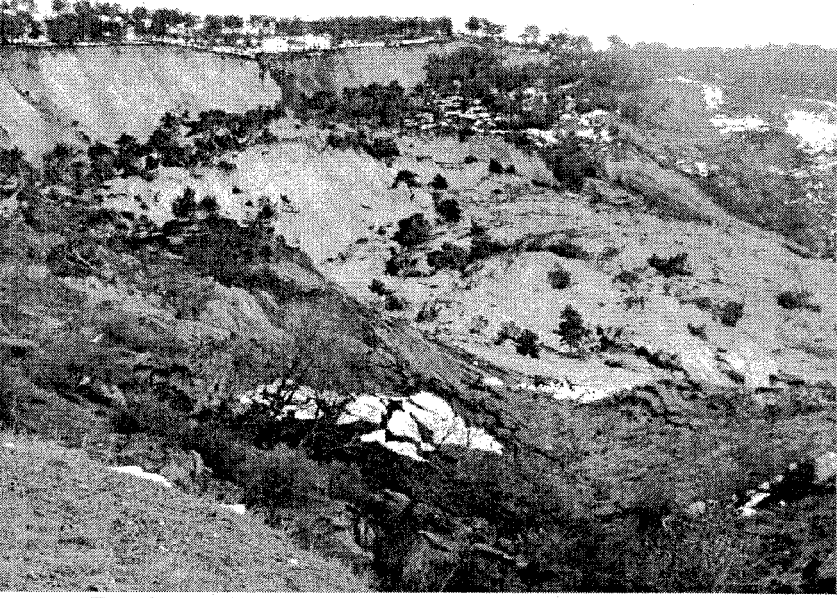


Foto 2: Heyelan alanının taç bölümünü oluşturan kopma zonu



Foto 3: Üst topuk bölümü ve koparılamamış eski heyelan kütlesi



Foto 4: Kuzulu vadisinin batı yamaçlarında yerleşmeyi örten heyelan enkazının aşındırılmasıyla oluşmuş akış kanalı



Foto 5: Sonradan oluşmuş akarsu akış kanalı. İlk heyelan hareketiyle, eski vadi tabanı dolgularını aşındırılarak oluşmuştur.



Foto 6: Kuzulu vadisine kuzeyden bakış. Vadinin doğu yamaçlarında oluşmuş heyelan gölü



Foto 7: Vadi tabanındaki yerleşmeleri tamamen örtmüş olan heyelan enkazı ve alt heyelan topuğu

Kaynakça

- Alacantara – Ayala, I., 2002. *Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. Geomorphology*, 47 (2–4), 107–124.
- Bovis, M. J. 1993. *Hillslope geomorphology and geotechnique. Progress in Physical Geography*, 17(2), 173–189.
- Cruden, D. M. & Varnes, D. J. 1996. *Landslide types and processes. In: Special report 247:Landslides: Investigation and Mitigation (Eds: Turner, A. K. & Schuster, R. L.), 36-75. Transportation and Road Research Board, Washington, D. C.: National Academy of Science.*
- Çiçek, I., 1985. *Türkiye’de Özellikle Dogu Kara Deniz Bölgesinde Heyelan olayları ve Ekonomiye Etkileri, G.Ü. Sos. Bil. Enst., Yüksek lisans tezi, Ankara.*
- Keefer, D.K., 1984. *Landslides caused by earthquakes. Geological Society of America Bulletin*, 95, 406–421.
- Lee, E. M. & Jones, D. K. C. 2004. *Landslide risk assessment. Thomas Telford, London.*
- Maharaj, R., 1993. *Landslide processes and landslide susceptibility analysis from an upland watershed: A case study from St. Andrew, Jamaica, West Indies. Engineering Geology*, 34, 53–79.
- Murch, Barbara, Skinner, Brian and Porter, Stephen., *Environmental geology*, 1995.
- Nagarajan, R., Roy, A., Vinod Kumar, R., Mukherjee, A., and Khire, M.V., 2000. *Landslide hazard susceptibility mapping based on terrain and climatic factors for tropical monsoon regions. Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 58, 275–287.
- Newmark, N.M., 1965. *Effect of earthquakes on dams and embankments. Geotechnique*, 15, 139–159.
- Öztürk, K. 2002. *Heyelanlar ve Türkiye’ye etkileri. G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 22, Sayı 2, s.35–50.*
- Schuster, R.L., and Fleming, R.W., 1986. *Economic losses and fatalities due to landslides. Bulletin of Association of Engineering Geologists*, 23(1), 11–28.
- Tatar, O., Gürsoy, H., Gökçeoglu, C., Koçbulut, F., Duman, T.Y., Kök, S., Süllü, H., Şenyurt, A., ve Ileri, N., 2005. *17 Mart 2005 Sivas İli Koyulhisar İlçesi Sugözü Köyü Kuzulu Mahallesi Heyelanı 2. Değerlendirme Raporu. <http://www.koyulhisar.gov.tr/bulten3.doc>.*
- Turner, A. Keith and Schuster, Robert., *Landslides investigations and mitigation*, 1996.

- Ünsal, N. 2005. *Heyelanlar ve Kitle Hareketleri, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı*
- Van Asch, Th. W.J., Buma, J., and Van Beek, L.P.H., 1999. A view on some hydrological triggering systems in landslides. *Geomorphology*, 30, 25–32.
- Varnes, D. J. 1978. *Slope movement types and processes. In: Special Report 176: Landslides: Analysis and Control (Eds: Schuster, R. L. & Krizek, R. J.). Transportation and Road Research Board, National Academy of Science, Washington D. C., 11-33.*
- Wieczorek, G.F., 1984. *Preparing a detailed landslide-inventory map for hazard evaluation and reduction. Bulletin of Association of Engineering Geologists*, 21(3), 337–342.
- ZEYBEK, H.İ. (2002) "Sinan (Zinav) Gölü (Reşadiye-Tokat)", *Türk Coğrafya Dergisi*, Sayı: 38, İstanbul.