

OLUŞMUŞ ve AKTİVİTESİNİ SÜRDÜREN KARIŞIK TİP BİR HEYELAN: ELMALI-MADENKÖPRÜBAŞI (İSPİR-ERZURUM) HEYELANI, SORUNLAR ve ÖNERİLER

A Complex Type Landslide That Occurred and Maintains Its Activity: The Elmalı-Madenköprübaşı Landslide (İspir-Erzurum) , Problems and Suggestions

Yrd. Doç. Dr İbrahim KOPAR*



ÖZET

Elmalı Heyelanı, Erzurum İli'nin İspir ilçesine bağlı Madenköprübaşı Beldesi'ne yaklaşık 1,5 km mesafedeki Elmalı Mahallesi sınırları içinde yer almaktadır. Heyelan Alt Kretase yaşlı çökel topluluğunun Bağların dere vadisine doğru kaymasıyla oluşmuştur. Eski bir tarihte meydana gelen ve günümüzde de aktivitesini sürdüren heyelan karışık tip kayma yapısı göstermektedir. Yaklaşık olarak 1,1 km² yüzölçüme sahip heyelan sahasının doğu-batı doğrultusundaki uzunluğu 2050 m, kuzey-güney istikametindeki genişliği 590 m, kayan kütle kalınlığı ise 80 m dir. Jeomorfolojik olarak oluştuğu kesimi büyük ölçüde değiştiren ve eteğindeki Elmalı Mahallesiine büyük zarar veren heyelan olayı, hala çözüm bekleyen önemli sosyo-ekonomik problemlere neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Elmalı Heyelanı, Madenköprübaşı, İspir, Erzurum, Türkiye.

ABSTRACT

The Elmalı landslide is situated in Elmalı quarter boundaries nearly 1,5 km from Madenköprübaşı town, İspir district, Erzurum province. It was formed as a result of the slide of Lower Cretaceous sediment community towards Bağların stream valley. The landslide, which occurred a long time ago and which still maintains its activity, has a complex type slide structure. The landslide area is of 1,1 km² and has a length of 2050 metres. Its width is 590 metres, and the thickness of the slided mass is 80 metres. That landslide, which greatly changed the area geomorphologically and damaged the Elmalı District, has caused important socio-economic problems still waiting for solution.

Key words: Elmalı landslide, Madenköprübaşı, İspir, Erzurum, Turkey.

* Atatürk Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Erzurum. ikopar@atauni.edu.tr

Giriş

Bir kütle hareketi olan heyelanlar yeryüzünü şekillendiren bir süreç olması yanında mal ve can kayıplarına sebep olan bir doğal afettir. Olayın meydana gelmesinde hazırlayıcı ve tetikleyici jeolojik, jeomorfolojik, meteorolojik ve beşeri etmen ve süreçlerin rolü bulunmaktadır. Heyelan olayı yerleşme sahalarında meydana geldiğinde yerleşmelerin yer değiştirmesine kadar uzanan bir dizi etki yapar. İncelenen heyelan da eteğinde yer alan Elmalı Mahallesi konutlarını etkileyerek, daha güvenli bir alana taşınması sürecini başlatmış ve etkilediği kesimin normal topoğrafyasını değiştirmiştir.

Yönetimsel bakımdan Erzurum ili sınırları içerisinde yer alan heyelan sahası Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü, *Yukarı Çoruh Vadisi Alt Yöresi* sınırları içerisinde kalmaktadır (Erol, 1993, 35). Bu yörenin iklim ve topoğrafik özellikleri heyelan oluşumuna uygun ortamlar bakımından önemli potansiyele sahiptir.

Elmalı heyelanı, geçmiş bir tarihte oluşarak ana topoğrafik çizgilerini belirlemiştir. Günümüzde de hala aktivitesini sürdürmektedir. Hareket şekilleri bakımından heyelanın akma, kayma, çökme ve sürünme tarzında gelişmiş farklı hareketlere maruz kaldığı tespit edilmiştir. Bir ünite üzerinde bu türden değişik kütle hareketlerine ancak *karışık tip* heyelanlarda rastlanmaktadır (Atalay ve Bekaroğlu, 1973; 85–111).

Elmalı heyelanının oluşum tarihi ile ilgili kesin bir kayıt bulunmamaktadır. Heyelan, resmi kayıtlarda 1953 yılında olmuş gözükmektedir¹. Ancak heyelanın oluş zamanı ve şekli ile ilgili olarak mahallede yaşayan insanlarla yapılan karşılıklı görüşmeler ve heyelanın jeomorfolojik özelliklerinden anlaşıldığı kadarıyla 1953 yılında gerçekleşen kaymanın asıl heyelan olmadığı anlaşılmıştır.

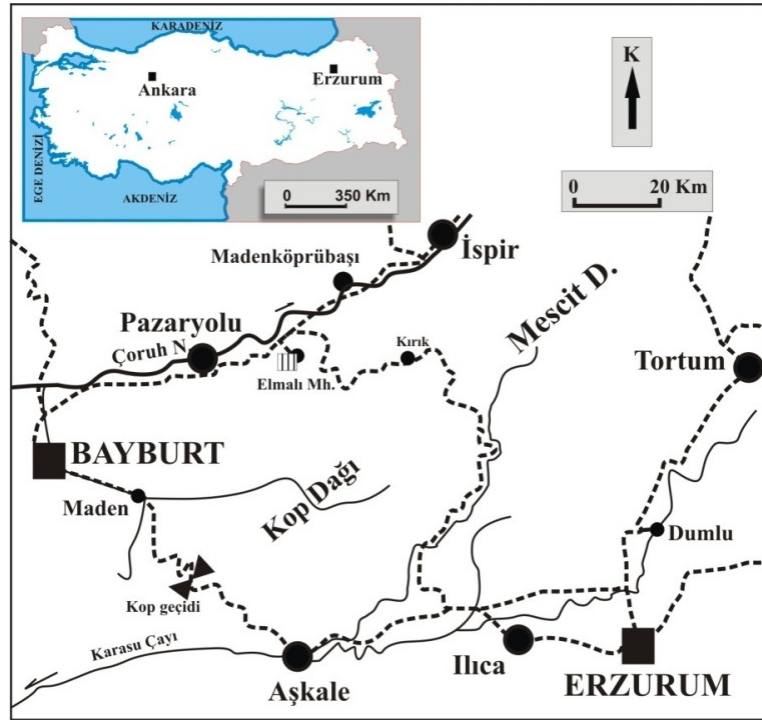
Elmalı heyelan sahası dışında, Çoruh ve Bağların Dere vadilerinin yamaçlarında büyüklü küçüklü pek çok eski ve yeni heyelan ünitesi bulunmaktadır. Yerleşim alanlarına uzak olan civar heyelanlar oldukça geniş bir sahanın doğal görünümünü değiştirmiş, ulaşım güzergâhları ve tarım sahalarına zarar vermiştir. Elmalı heyelanını diğer heyelanlardan ayıran temel özellik; eteğinde yaklaşık 1000 kişinin ikamet ettiği 350 hanelik mahallenin potansiyel büyük bir heyelan tehlikesi altında bulunmasıdır. Heyelandan etkilenen bu yerleşmenin yeri değiştirilerek riskli alandan uzaklaştırılması çabaları, afet konutları yapılmasına rağmen, henüz çözüme kavuşmamıştır.

Bu incelemenin temel amacı, heyelanın oluşum ve gelişim özelliklerini belirlemek ve yaptığı çevresel etkileri ortaya koyarak çözüm önerileri geliştirmektir. Bu amaca yönelik olarak değişik zamanlarda heyelan sahasına gidilerek hareketli kütle gözlemlenmiştir. Her etüt sırasında uzunluk ve alan ölçümleri yapılmış elde edilen bulgulardan haritalar oluşturulmuş, profil ve kesit çıkarılmış ve arazideki objelerin fotoğrafları çekilmiştir. Heyelanın genelini temsil ettiği düşünülen kesimlerden alınan kayma materyali örneklerinin tane büyüklük dağılımı, Bouyoucos (Boykos) Hidrometre metoduyla belirlenerek kayan materyalin niteliği ortaya çıkarılmıştır.

¹ TC. İmar ve İskân Bakanlığı, Erzurum Bayındırlık ve İskân İl Müdürlüğü Arşivi.

Heyelan Sahası ve Yakın Çevresinin Doğal Ortam Özellikleri

Heyelan, İspir (Erzurum) ilçe merkezine bağlı Madenköprübaşı Beldesi'nin yaklaşık 1,5 km güneybatısındaki Elmalı Mahallesi sınırları içinde yer almaktadır (Şekil 1). Elmalı Mahallesi İspir'e uzaklığı 19 km, Erzurum'a ise 126 km'dir. Çoruh Nehrine güneyden katılan Bağların dere vadisinin doğu yamacında meydana gelen heyelan, üzerinde Elmalı Mahallesi konutlarının yer aldığı, 1,125 km² yüzölçüme sahip büyük bir heyelan ünitesidir. Kabaca dikdörtgeni anımsatan heyelan alanının koordinatları 40° 25' 08'' - 40° 25' 29'' Kuzey, 40° 48' 48'' - 40° 50' 11'' Doğu olarak tespit edilmiştir.



Şekil 1. Elmalı heyelan sahasının lokasyon haritası.

İnceleme sahasının litolojisi güneye eğimli bir bindirme (Çermeli napı²) düzlemi boyunca itilmiş Üst Jura-Alt Kretase çökel paketinden oluşmaktadır. Çökeller KD-GB doğrultulu bir senklinoryum yapısı içinde yer almaktadır. Tabanda volkanikler, kireçtaşları

² Güneye eğimli bir bindirme düzlemi boyunca Bayburt Napı ve Pazaryolu-İspir (Erzurum) arasındaki Pontit otoktonu üzerine itilmiş olan Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kaya birimleri *Çermeli Napı* adı altında toplanmıştır (Akdeniz ve diğ., 1994; 45).

ve olistostromal³ nitelikli kayalara kadar değişik fasiyelere ait karmaşık yapılı kırıntılı seviyeler ve Üst Jura yaşlı ardışık olarak yerleşmiş kumtaşı, kireçtaşı tabakalarıyla koyu renkli düzensiz yapraklanmalı şeyller istiflenmişken, üste doğru diğer Jura-Kretase çökellerine geçilmektedir. Bu çökellerin oluşturduğu istifler; kireçtaşı, kumtaşı, marn ve marn ara tabakalı killi mikritlerden⁴ meydana gelmektedir. Jura-Kretase birimlere Alt Kretase yaşlı marn, mikrit, killi mikrit, kumtaşı gibi değişen kalınlıklara sahip seviyeler ve Çoruh Nehri'nin kuzey ve güneyinde yüzeylenen Eosen volkano-tortul formasyonlar eşlik etmektedir (Akdeniz ve diğ., 1994; 8-175). Sahada yayılış gösteren diğer formasyonlar, Kuvaterner yamaç molozları ve alüvyonlardır. Yamaç molozları daha çok vadi yamaçlarında görülürken, alüvyonlar vadi tabanında yüzeylenmektedir (Şekil 2).

Elmalı heyelanı, yüzeyi yer yer okside olarak kızılılaşmış Alt Kretase türbiditik kumtaşı, marn ve mikritik kireçtaşı istiflerinden meydana gelen bir litoloji üzerinde meydana gelmiştir. Hareket eden kütle Eosen çakıltası, kumtaşı, kiltası, marn ve killi kireçtaşından oluşan sedimanter istif üzerine yayılmıştır. Alt Kretase çökellerin yüzeylendiği Çoruh vadisinin güneyindeki kuzeye bakan yamaçlar boyunca da çok geniş alanlı başka heyelanların olması bu formasyonun kaymaya uygun zemin özelliklerine sahip olduğunu göstermektedir. Elmalı Heyelanının KKD'sunda aynı içerikli formasyonlar üzerinde çok geniş alanları kaplayan, genel hareket şekli kayma ve oturma biçiminde olan ve uç kesimleri Çoruh vadisine kadar uzanan heyelanlar, topoğrafik görünümü önemli ölçüde değiştirmiştir. Toplam alanı yaklaşık olarak 3-3,5 km² yi bulan bu heyelanların, tıpkı Elmalı Heyelanında olduğu gibi eski ve yeni hareketlere sahne olduğu görülmüştür.

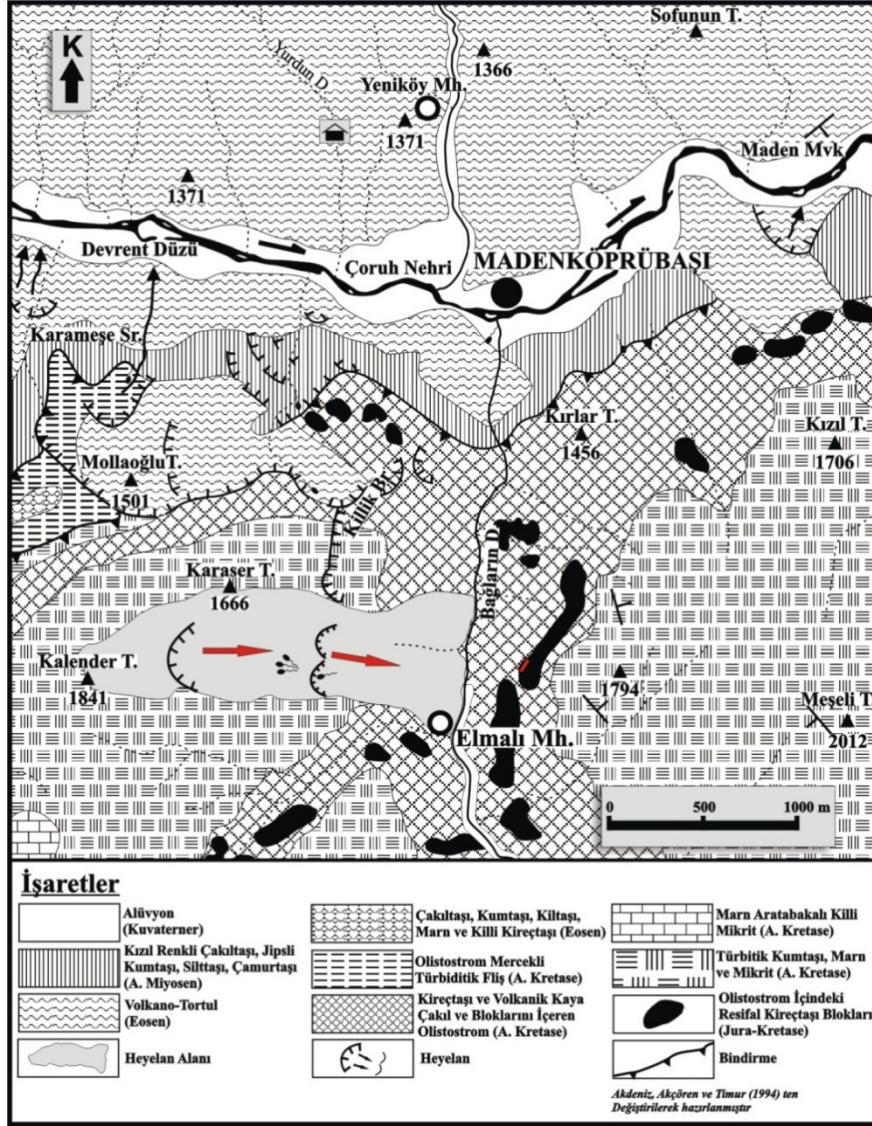
İnceleme alanı bölgesel olarak farklı litolojik ve tektonik yapıların yer aldığı Mescit Dağları (3239 m) bünyesinde yer almaktadır. Dağ kuşakları arasındaki batı-doğu genel uzanımlı bir kırık hattını izleyen Çoruh Nehri sahanın en büyük akarsuyudur (Şekil 3). Elmalı heyelanının bulunduğu kesimdeki en önemli akarsu ise Çoruh'a güneyden katılan Bağların dere ve tabileridir. Konsekant şekilde vadisini oluşturan bu akarsular yataklarını derin şekilde yarmıştır. Nitekim Bağların dere vadisinin 700 m den fazla yarıldığı tespit edilmiştir. Bağların dere ve diğer akarsuların Çoruh'a bağlandığı kesimlerde yer yer birikinti koni ve yelpazelerine rastlanmaktadır. Bağların deresinin Çoruh'a bağlandığı kesimde ise uç kesimleri aşındırılmış yaşlı bir birikinti yelpazesi vardır. Muhtemelen bu yelpaze Çoruh'un yanlara doğru aşındırması nedeniyle fazla gelişme imkânı bulamamış ve akarsuya paralel gelişmiştir.

Heyelan sahasının kuzeyindeki Çoruh'a dönük yamaçlar da kütle hareketleriyle şekillenmektedir. Geniş bir yelpazede izlenen heyelanlı yüzeylerde litolojinin gevşek materyallerden meydana gelmesi ve yamaçların yüzey akışa uygun eğim değerlerine (10-30) sahip olması sayısız erozyon yarıntısının (gully) oluşmasına imkân vermiştir. Heyelanlı

³ Grekçe olistomai (kaymak) ve stroma (yığılım) kelimelerinden türeyen, jeolojik istifler içinde yer alan ve çökme alanına kayarak gelerek yerleşmiş, heterojen malzemeden meydana gelen, haritalanabilecek kadar kalın ve devamlı olmakla birlikte belli bir tabakalanma göstermeyen yığılımlardır (Şenalp, 1979–1980; 28).

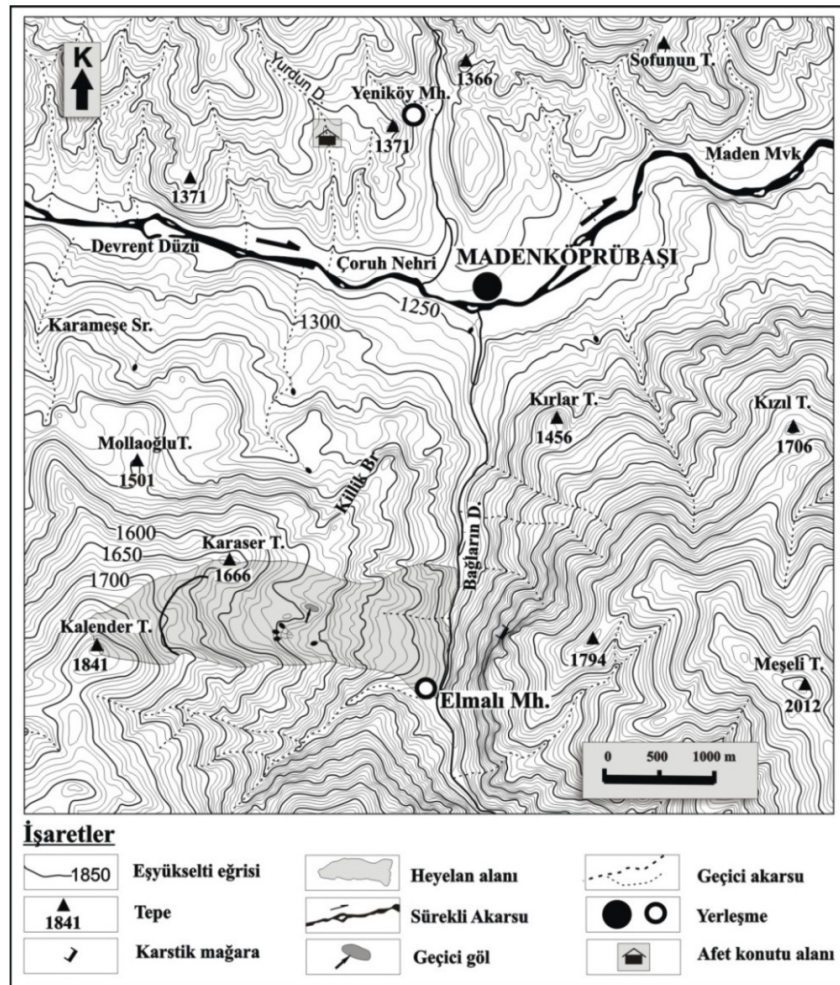
⁴ Mikrit: 1–4 mikron boyutunda kalsit, aragonit veya dolomit taneciklerinden oluşan mikrokristalli karbonat çamurudur (<http://www.mmf.cu.edu.tr/jeoloji-eski/kgurbuz/files/karbonatlar.pdf>).

kesimlerde ve Bağların dere doğusunda akarsularla parçalanmış reliefte birbirine paralel uzanan sırtlar, yersel ölçekte aşınım yüzeyleri, boyunlarla birbirine bağlanan basık tepeler yer almaktadır.



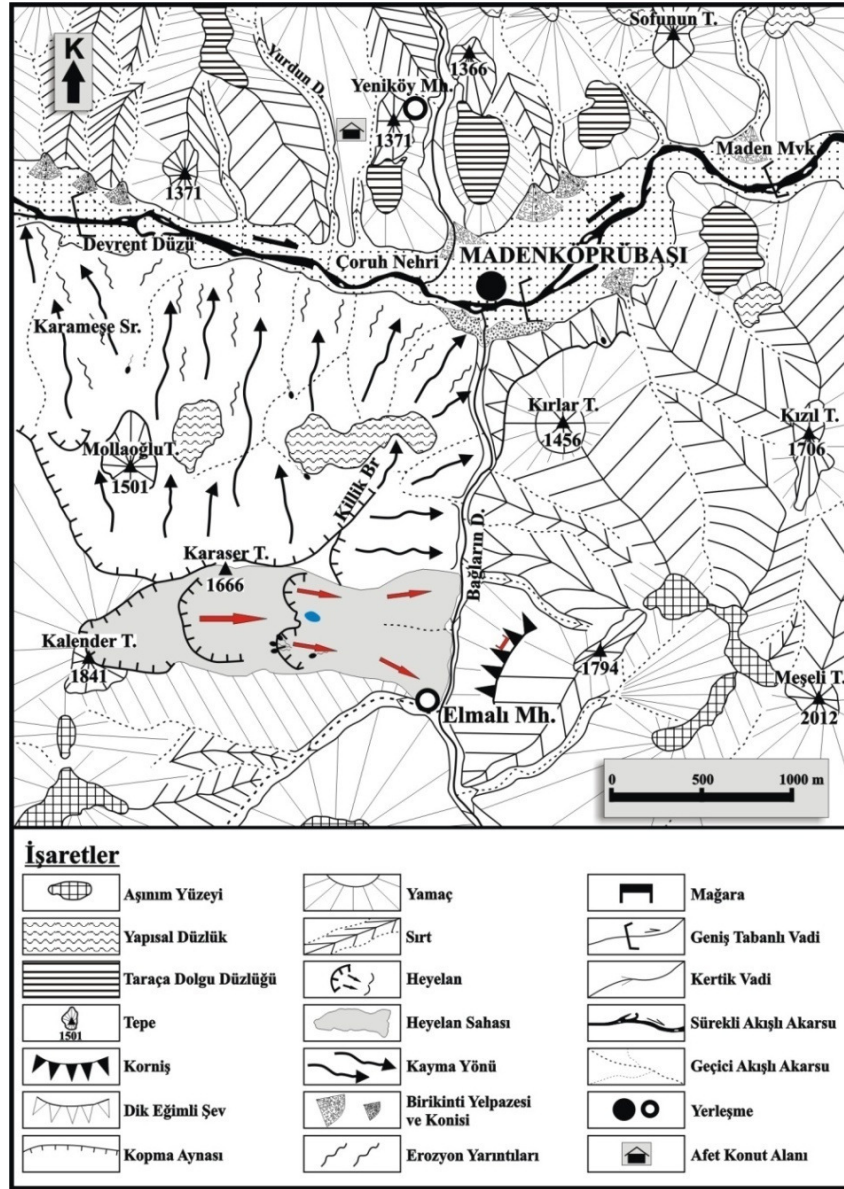
Şekil 2. Elmalı Heyelanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası

İnceleme alanı sınırları içinde şekillenmenin önemli bir unsurunu oluşturan Çoruh Nehri yer yer daralıp genişleyen alüvyal tabanlı geniş bir vadiye menderesler yaparak akışını sürdürmektedir. Bu geniş vadinin her iki kenarında genel eğimi Çoruh Nehrine doğru gelişmiş dört taraça dolgu düzlüğü göze çarpmaktadır. Dolgu düzlüklerinden üç tanesi Çoruh Nehrinin kuzeyinde bir tanesi de Madenköprübaşı doğusunda yer almaktadır.



Şekil 3. Elmalı heyelanı ve yakın çevresinin topoğrafya haritası.

Çoruh'a güneyden katılan Bağların derenin vadisi ise yukarı kesimlerde kerkik aşağı kesimlerde ise yer yer litolojik nedenli asimetrik vadi özelliği gösterse de genelde kerkik profil özelliklerini korumaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Elmalı heyelan sahası ve yakın çevresinin jeomorfoloji haritası

Bağların dere vadisinin batıya bakan yamacında talvegden 210 m yukarıda Jura-Kretase yaşlı çökel topluluğun üst birimini oluşturan marn-kireçtaşı tabakaları içinde oluşmuş karstik bir mağara yer almaktadır. Giriş yeri heyelan ünitesine bakan mağara yatay yönde gelişmiş, birbiriyle bağlantılı ve paralel uzanışlı biri kısa diğeri uzun iki galeri ve sekiz salondan oluşmaktadır. Mağaranın girişten itibaren 400 m lik bölümüne ulaşmak mümkündür. Bu noktadan daha ileriye geçmek tehlikeli gözükmektedir. Hidrolojik bakımdan fosil özellikler gösteren mağara ihtiyarlık safhasındadır. Mağarada, büyük bir bölümü tahrip olmasına rağmen görülmeye değer damlataşı oluşumları sergilenmektedir. (Kopar, 2008; 71).

Saha, akarsularla derin şekilde parçalanarak sarp ve devamlı yamaçlara sahip dağlık bir görünüm kazanmıştır. Güneydeki arızalı kesime geçildikçe bünye üzerinde yer yer daralıp genişleyen aşınım yüzeyleri ve yapısal düzlükler dikkat çekmektedir. Genelde 1750–2000 m ve 2250 m den daha yüksek yerlerde genel eğimi Çoruh oluğuna doğru olan bu yüzeyler kimi yerde boyun ve eşiklerle birbirine bağlanmış durumda olup akarsu aşındırmasıyla gittikçe daraltılmaktadır.

Genel hatlarıyla yörenin iklimi Doğu Anadolu'nun sert karasal iklim koşullarıyla Doğu Karadeniz Bölgesi'nin nemli ılıman koşulları arasında geçiş özelliği göstermektedir. Bununla birlikte yüksek kesimlere doğru çıkıldıkça karasal koşulların etkisi daha fazla hissedilmekte, sadece derin yarılmış Çoruh oluğunda ılıman bir iklim görülmektedir. Araştırma sahasına sadece 17 km uzaklıktaki İspir'in uzun yıllık ortalama verilerine göre sahada yıllık ortalama sıcaklıklar 10,3 °C, yıllık ortalama yağış tutarı ise 473, 5 mm'dir (Tablo 1).

Tablo 1. İspir Meteoroloji İstasyonu'na Ait Ortalama Sıcaklık, Yağış, Kar Örtülü Gün Sayısı ve En Yüksek Kar Örtüsü Kalınlığı Değerleri (1975–2006)

Meteorolojik Unsur	Aylar												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	
Ort. Sic. (°C)	-3,1	-2,0	3,3	10,2	14,7	19,1	23,4	23,6	18,7	11,8	4,8	-0,8	10,3
Ort. Yağış(mm)	33,5	40,0	40,3	59,9	63,4	42,3	24,1	14,0	20,2	47,4	46,0	42,4	473,5
Ort. Karla örtülü gün sayısı	22,6	19,8	9,2	0,3	/	/	/	/	/	0,2	2,8	14,8	69,7
En yüksek kar örtüsü kalınlığı (cm)	99,0	99,0	99,0	99,0	/	/	/	/	/	4,0	36,0	99,0	99,0

Kaynak: DMİGM verilerinden.

İnceleme alanında yağışın büyük bir bölümü İlkbahar ve kış aylarında alınmaktadır. Soğuk mevsimde kar, sıcak mevsimde ise yağmur şeklinde yağışlar düşmektedir. Yüksek kesimlerde don olayı görülür. Yıllık ortalama sıcaklıklar kış aylarında 0 °C altında kalmaktadır. En sıcak ay olan Ağustos ayında ise ortalama sıcaklıklar 24 °C

civarında (23,6 °C) seyretmektedir. Zemin yılın 70 günü karla kaplı olup, en yüksek kar örtüsünün kalınlığı yersel farklar olmakla birlikte bir metre ortalamaya sahiptir. Yüksek kesimlerde kar kalınlığı fazladır. Kar suları zemine sızarak heyelana eğimli birimlerde hareketleri hazırlayıcı bir faktör olmaktadır.

İlkbaharda kar erimeleri ve yağmur şeklindeki yağışlarla debisi yükselen fakat yaz'a doğru sadece kaynak sularıyla beslenen Bağların dere sürekli bir akarsudur. Vadi içindeki ekili-dikili sahaların sulamasında kullanılan bu akarsuyun yan kollarının birçoğu yaz mevsiminde kurumaktadır. Vadinin yukarı bölümlerinde yer yer küçük debili yamaç kaynaklarına tesadüf edilmiştir. Yaz mevsiminde bu kaynakların çoğu kururken bazıları bütün yıl Bağların deresini beslemektedir.

Heyelan çevresinde zonal topraklardan kahverengi ve kestanerengi topraklar yer almaktadır. Bağların dere vadisinin yamaçları boyunca İntrazonal topraklardan kolüvyal topraklar görülürken vadi tabanında alüvyal topraklar yüzeilenmektedir. Sahada çıplak kayalık ve taşlık sahaların alanı da oldukça fazladır. Heyelanlı kütle üzerinde taşlılık nispeti fazla (%15–20) topraklar üzerindeki küçük parsellerde tarım yapılmaktadır.

Yörede beşeri etkiler yüzünden ormanlar yerini antropojen steplere bırakmıştır. Sahada görülen bitkiler, ardıç, kuşburnu, karaçalı, alıç (kırmızı ve sarı meyveli) gibi çoğunlukla çalı formundaki küçük ve dağınık topluluklar ve ot formasyonu üyelerinden oluşmaktadır.

Elmalı Heyelanı

Madenköprübaşı kasabasına bağlı Elmalı Mahallesinin büyük bir bölümünü etkileyerek, yerleşmenin yer değiştirme işlemlerinin başlatılmasına ve süreç içinde 139 afet konutunun inşa edilmesine neden olan Elmalı heyelanı, Çoruh Havzası'ndaki en dikkat çeken heyelan ünitelerinden biridir (Fotoğraf 1).

Heyelan, Mesozoik (Jura–Kretase) yaşlı, yüzeyi yer yer okside olarak kızılılaşmış türbiditik kumtaşı, marn ve mikritik kireçtaşı istiflerinden oluşan yereyin Bağların dere vadisine doğru kaymasıyla oluşmuştur.

Elmalı heyelanının oluşumunu ve hareketin sürekliliğini sağlayan hazırlayıcı ve tetikleyici etkenler arasında bütün heyelanlarda olduğu üzere iklimatik, hidrografik, litolojik, topografik, tektonik ve beşeri etmenlerin ayrı ayrı rolü vardır.

Litolojik açıdan bakıldığında su tutma kapasitesi yüksek kil minerallerince zengin, türbiditik kumtaşı, marn ve mikritik kireçtaşı istiflerinin *doğuya doğru eğimli ardışık istiflerden* oluşması, mostralardan gözlemlendiği kadarıyla tabakaların içinde kırıntılı kum, çakıl vb gibi heterojen özellikli yeterince pekişmemiş elemanların varlığı ve çimentolanmayı sağlayan mikritlerin erken çözülmesi kaymayı kolaylaştırmış olmalıdır. Heyelanın boyuna bozulma ve etek bölümlerinden alınan toprak örneklerinin Bouyoucos⁵ (Boykos) hidrometre metoduyla (Gee ve Bauder, 1986; 383-411) yapılan analizlerinde⁵

⁵Kayma materyali örneklerinin tekstür ve diğer analizleri Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ziraat Mühendisliği, Toprak Bölümü Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Müdahir ÖZGÜL tarafında yapılmıştır.

materyalinin SCL (kumlu killi tın) ve SL (kumlu tın) tekstüründe olması zeminin heyelana eğimli olduğunu ortaya koymaktadır (Tablo 2). Çünkü tekstürün kil ve kum içeriğinin fazla olması kütlenin suya doygun hale gelmesini sağlamaktadır.

Tablo 2. Elmalı Heyelanına Ait Kayma Materyali Analiz Sonuçları.

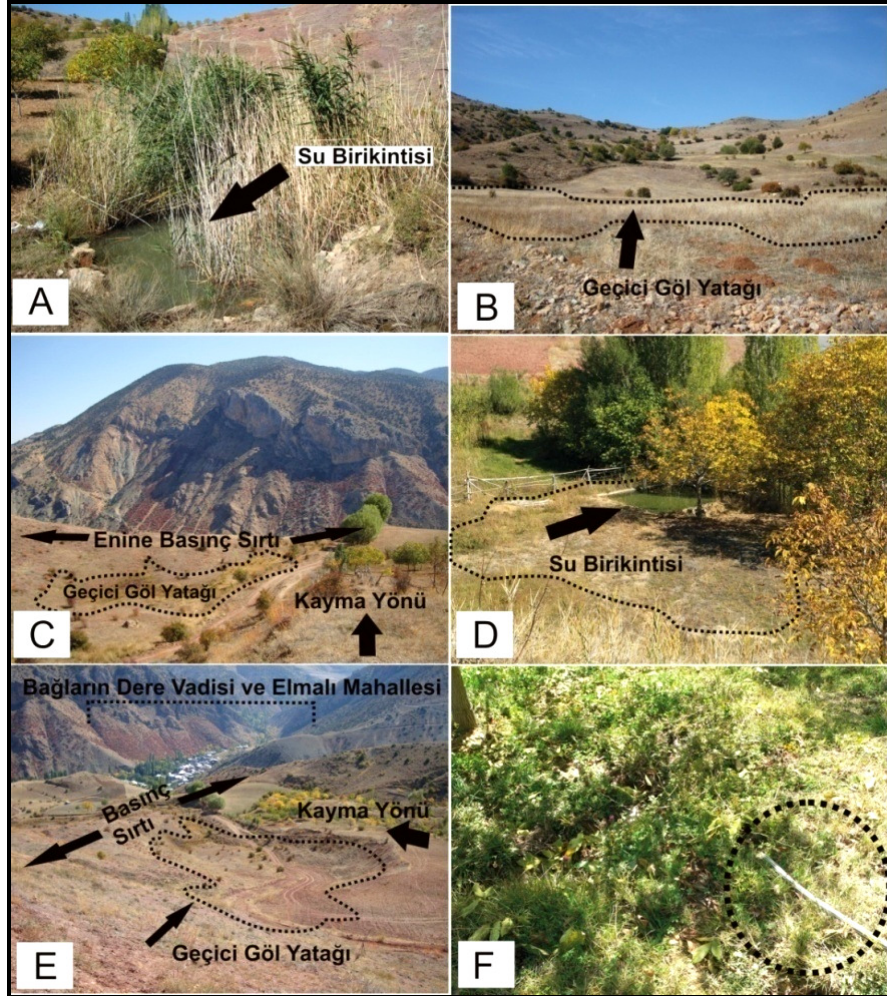
Unsur	Örnekleme Yeri					
	Boyuna Bozulma Bölümü			Etek Bölümü (Yerleşme yakını)		
Tekstür	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)
		13,95	22,9	63,15	30,5	16,6
	SL (Kumlu Tın)			SCL (Kumlu Killi Tın)		



Fotoğraf 1. Elmalı heyelan ünitesi. Heyelanın etek bölümünde Elmalı Mahallesi, Madenköprübaşı beldesine ulaşımı sağlayan toprak yol ve Bağların dere vadisi yer almaktadır.

Sahada yıllık ortalama yağış tutarı 473,5 mm dir. Alınan bu yağış tutarının önemli bir bölümü (165,4 mm) ilkbahar mevsiminde kaydedilmektedir. Bu devre aynı zamanda havaların ısınmaya başladığı ve karların eridiği bir dönemdir. Yağmurlara ek olarak kar sularının sızma miktarını yükselterek saturasyonu sağlaması muhtemelen hareketi hazırlayan önemli bir iklimik ve hidrografik etken olmaktadır. Kütlenin Taç ile Baş arasındaki anfiatre şekilli bölümü suların toplanmasında ve kütleyle yönelmesinde önemli işleve sahiptir. Doğal olarak eğimin kayan kütleyle doğru olması kar ve yağmur sularının bünyedeki çukurlukları doldurmasına ve oradan da sızarak yeraltı drenajına

katılmasına yol açmaktadır. Heyelan etütleri sırasında rastlanan geçici göl yatakları nemli devrede su tutulduğunun izlerine sahiptir (Fotoğraf 2).



Fotoğraf 2. Heyelan ünitesi üzerindeki değişik kesimlerde su birikintileri ve su birikintiğine kanıt oluşturan geçici göl yatakları bulunmaktadır (A,B,C,D,E). Ayrıca eğimli yüzeylerin altına boru sokularak su çekilmektedir (F).

Kalender T. (1841 m) ile kuzeydoğusundaki Karaser T. (1666 m) arasındaki doğuya doğru eğimli (30°) kesim heyelan kütlelerinde yüzey ve yeraltı drenajının başladığı asıl bölümünü oluşturmaktadır. Heyelan ünitesinin eğimli ve yer yer tümseklerden oluşan enine sırtları arasındaki ters eğimli (5-15°) bölümler su tutulmasına elverişli olduğu için

biriken sular yer yer göllenmeye neden olmaktadır. Heyelanın taç kesimi ile onun aşağısındaki baş bölümü arasında ve topuğun hemen üzerinde göl yerleri dikkat çekmektedir. Geçici göl yataklarında ve hala sığ da olsa su bulunan küçük birikintilerde sucul bir tür olan kamışların varlığı nemli dönemde su birikimini ve taban suyunun yüzeye yakınlığını belgeleyen fitolojik bir unsurdur. Ayrıca heyelanlı kesimdeki meyve bahçelerinde eğimli yüzeyin 30 ila 100 cm altına gömülen delikli borularla su çekiliyor olması hidrografik bakımdan heyelana yol açan devamlı bir yeraltı drenajı sisteminin varlığına kanıt olarak gösterilebilir.

Heyelan sahası ve yakın çevresi üçüncü dereceden deprem kuşağı üzerinde yer almaktadır. Tektonik olarak Çoruh oluğu sınırlarında kalan ve örtülü pek çok fayın yer aldığı sahada yer sarsıntılarının *eski heyelanları* ve *güncel kaymaları* tetiklemiş olması kuvvetli bir olasılık olarak gözükmemektedir. Nitekim 2004-2009 arasında İspir ve Pazaryolu ilçelerini merkez alan 15 yeni kayıta 2,7-4,3 Md (magnitüd) arasında depremlerin olduğu gözükmemektedir (Tablo 3). Bölge genelinde eskiden beri başka depremlerin olduğu da bilinmektedir.

Tablo 3. İspir ve Pazaryolu'nda 2004–2009 tarihleri arasında kaydedilen bazı depremler.

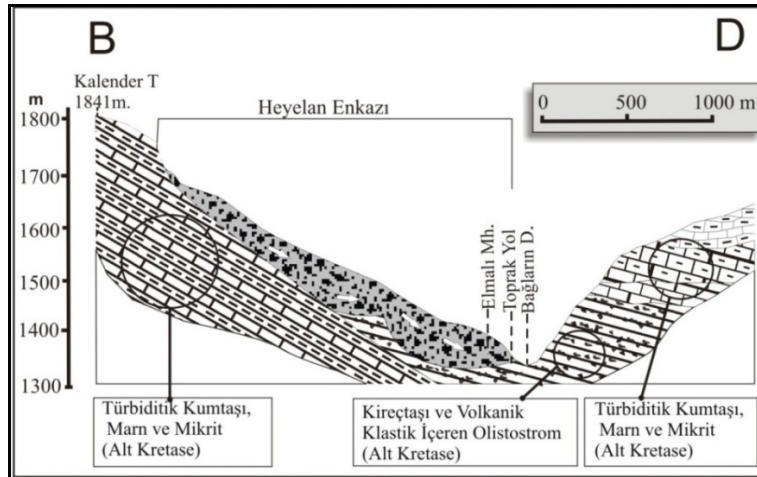
Tarih	Zaman	Enlem(K)	Boylam(D)	Derinlik(Km)	Md	Yer
28.03.2004	22:19:55.86	40,2921	40,9106	1,9	3,0	İspir*
26.04.2004	23:20:59.05	40,3788	41,0697	2,3	3,1	İspir*
30.04.2004	20:29:04.00	40,3038	41,0938	18,0	2,7	İspir *
04.12.2004	11:53:48.77	40,4361	40,9519	3,0	3,2	İspir *
05.12.2004	00:46:40.38	40,3548	40,7857	13,8	3,4	Pazaryolu*
13.03.2005	11:21:21.96	40,4411	40,8082	5,0	3,1	Pazaryolu*
24.04.2005	14:42:04.15	40,3308	40,9287	8,8	3,0	İspir *
10.07.2005	16:40:21.38	40,5393	41,2149	1,0	3,1	İspir*
14.10.2005	10:06:50.71	40,4742	41,0775	5,0	3,1	İspir *
13.01.2007	01:52:32.35	40,4277	41,1021	5,3	3,2	İspir*
30.06.2007	11:34:09.74	40,3565	40,8852	7,0	2,8	İspir*
23.09.2007	23:21:44.79	40,7483	41,0507	7,0	2,9	İspir*
02.01.2008	18:25:18.34	40,2980	40,8213	6,8	2,9	İspir*
02.03.2009	06.26:16.23	40,4532	40,8562	26,1	2,9	İspir*
16.9.2009	01,21.??	40,391	40,564	5,0	4,3	Pazaryolu**

Kaynak: *TC. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı veritabanı ve **www.depremler.org

Elmalı heyelan sahasının topuk ve etek bölümleri üzerinde sınırlı da olsa ekip-biçme faaliyetleri ve meyvecilik yapılmaktadır. Özellikle tarla oluşturma ve düzlüklerde tarım yapma isteği yüzünden yüzeydeki toprakların traktörle taşınması ve rastgele tesviye yapılması sırasında toprağın üst kesimini oluşturan pekişmiş zeminin havalandırılması sularının zemine daha çabuk ve kolay sızmasının önünü açmaktadır.

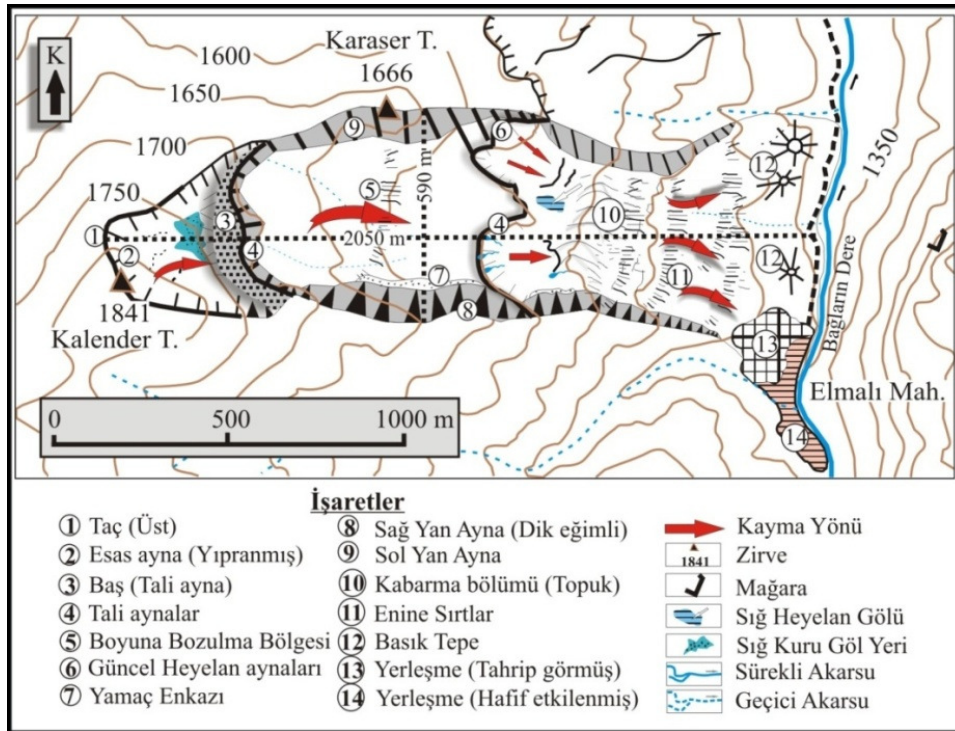
Heyelanın etek ucundan mahalleyi beldeye bağlayan toprak yol geçmektedir. Yol kayma yüzünden defalarca bozulmuş ve her seferinde kayan malzeme temizlenmiştir. Heyelanın uç kesiminin ilkbahar taşkınlarında Bağların dere tarafından boşaltılmasına ilave olarak yolu düzeltmek için her seferinde şevden tonlarca malzemenin tahliyesi, yamaç kararlılığını bozmakta ve heyelan hareketinin devamlılığına olanak sağlamaktadır. Akarsuyun heyelan kütesinin alt kesiminin boşaltması dayanaktan yoksun kalan kütle için eğim yönünde yerçekimi etkisiyle hareket etmesine neden olur. Hareketli kütle gelen ardıl malzeme boşalan kesimi doldururken kütle ilerlemiş olmaktadır. Zamanla bu gibi durumların tekrarlanması harekete süreklilik sağlar. Gelecekte bir senaryo olarak heyelanın bu gibi durumlarla yeniden fakat daha güçlü şekilde kayması etek üzerindeki konutları tahrip edebilir ve zaten dar olan vadinin önünü kapatarak set gölü oluşturması durumunda ise, dere boyunca uzanan aşağı konut alanını su baskını afetine maruz bırakabilir. Bu gibi durumların gerçekleşmemesi için kütle bünyesindeki yeraltı drenajının engellenmesi ve etek ucunun stabilitesini sağlayacak önlemlerin alınması gerekmektedir.

Elmalı Heyelanı gerek mekanizması ve gerekse oluşum şekliyle *karışık tip* kayma yapısı göstermektedir. Genellikle birbirini tamamlayan kayma, çökme ve akma tarzında hareketlerle şekillenen heyelanda ilk ve en kapsamlı kütle hareketi, Kalender T. (1841 m) nin zirvesinden başlamış, Karaşer T. (1666 m) ve doğuya uzantısı durumundaki sırt ile güneydeki Kafannuk dere (Avek deresi) ile aynı adı paylaşan Kafannuk sırtı arasındaki koridoru kullanarak bağların dere vadisinin tabanında (1350 m-1330m) tamamlanmıştır (Şekil 5). Heyelanın başlangıç ve bitiş noktaları arasında etkilenen topografyanın doğu-batı doğrultusundaki kuş uçuşu uzunluğu 2050 m, boyuna bozulma bölümünde kuzey-güney istikametindeki genişliği ise 590 m'dir. Taç ile 1700 m izohipsinin geçtiği kesimde bulunan baş arasındaki bölümden hareketle, enkazın yaklaşık olarak 350-400 m'lik bir mesafeyi kayarak boşalttığı söylenebilir.



Şekil 5. Elmalı heyelanının batı-doğu doğrultusunda boyuna kesiti.

Elmalı heyelan ünitesi, kopmanın gerçekleştiği ve kütlelerin kayarak boşalttığı taç ile baş arasındaki gerileme bölümü, kayan kütlelerin koridor boyunca dağıldığı boyuna bozulma bölümü, enine sırtlar ve yer yer ters eğimli birbirine paralel dar olukların oluştuğu topuk ve nihayet Bağların dere ile temas eden etek yelpazesi olmak üzere dört ana bölümden meydana gelmektedir (Şekil 6). Taç bölümü Kalender T. nin zirvesinin de yer aldığı ve kütlelerin koparak doğuya yöneldiği basık bir yüzeyden ibaret olup esas aynanın üst kısmında bulunmaktadır. Kayma yönünde konkav (içbükey) bir yapıya sahip olan esas aynanın eğim değeri 40° civarındadır. Esas ayna ile oldukça belirgin hatlara sahip Baş arasındaki 350–400 m lik bölümde (retrogresif sector), yer yer kayan kütleyle ait enkaz artığı materyalin oluşturduğu yayvan sırtlardan oluşan ondülasyonlu yüzeyler egemendir. Baş'ın gerisinde ters eğimli yüzeylerin ($7-10^\circ$) varlığı bu kesimde suların birikmesine ve daha sonra heyelan gövdesine sızmasına yol açmaktadır. Baş üzerinde düşey ve keskin görünüşlü büyük bir tali ayna vardır. Tali aynanın topografyadaki ana çizgileri çok belirgindir. Aynadan başlayarak eteğe kadar ilerleyen heyelan kütlesi üzerindeki kaymaya özgü izler de oldukça tazedir. Öyle ki Karaser T. ile güneydeki Kafannuk sırtındaki yan aynalarla sınırlandırılan koridor boyunca ilerlemiş olan kütle sanki yeni hareket etmiş gibi görünmektedir.



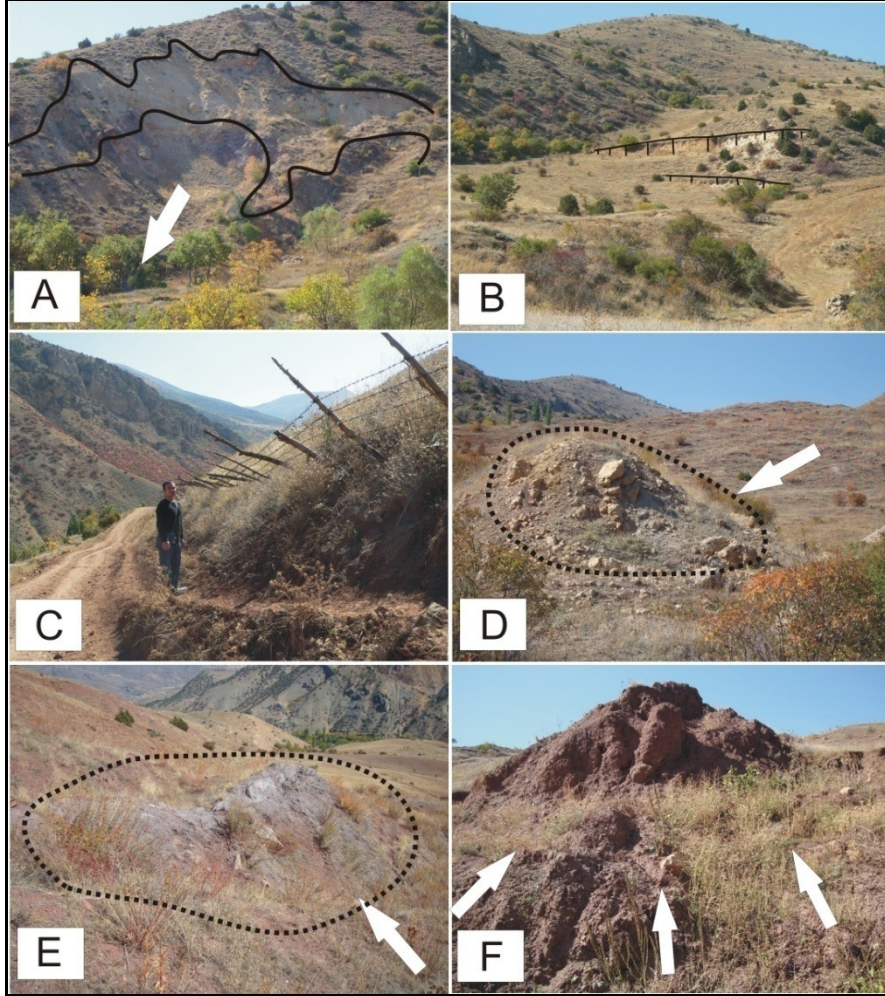
Şekil 6. Elmalı heyelanının jeomorfolojik unsurları.

Kayma koridorunun her iki kenarında yer alan yan aynalar hareketli kütleyle bağlanmış düşey yamaçlardan oluşmaktadır. Heyelanın Kafannuk sırtı tarafındaki yan aynası sırt boyunca eteğe kadar izlenebilmektedir. Kuzeydeki yan aynalar belirgin olmakla birlikte konveks bir yamaçtan ibaret olup güneydeki yan ayna gibi dik yamaçlara sahip değildir. Güneydeki yan aynanın düşey mesafesi yer yer değişmekle birlikte 40 ila 60 m arasında değişmekte, bu değer topuk hizasından itibaren 10–15 m'ye inmekte ve Elmalı konutlarının yer aldığı kesime geçildiğinde ise sıfırlanmaktadır. Yan aynaların yüksekliğinden hareketle heyelan kütlelerinin kalınlığının baş olarak belirtilen kesimindeki alçalma yamacından hareketle 80 m civarında olduğu söylenebilir. Heyelanın topuğu üzerinde kabarma bölümü yer almaktadır. Bu kesimde eski ve yeni kaymalarla bağlantılı yüzey deformasyon yapılarından tali aynalar, basınç tümsekleri, fazla belirgin olmayan enine sırtlar, oluklar ve ters eğimli yüzeyler mevcuttur. Bu kesimde ve eteğin topuğa bağlandığı kesimlerde heyelan yüzeyinin sürünme ve kayma tipi hareketlerle oluşmuş düzlüklerinde tarlalar açılmıştır. Bu bölümün dikkat çeken başka bir özelliği bu tip büyük heyelanlarda sıklıkla rastlanan enine çatlakların görülememiş olmasıdır. Muhtemelen bu çatlaklar sahanın nemli özelliklere sahip olması ve asıl heyelanın oluşumundan buyana onlarca yılın geçmesi nedeniyle aşındırılarak tesviye edilmiştir.

Heyelan kütlelerinin en dikkati çeken bölümlerinden sonuncusunu etek oluşturmaktadır. Etek, kayan kütlelerin esas aynadan en uzak kesimidir. Elmalı heyelanında topuğun hemen önünden başlayan ve Bağların dere yatağında biten etek bölümü birden fazla kayma hareketiyle yığılan heyelan enkazından oluşmaktadır. Etek üzerinde aynı doğrultuyu paylaşan basık tepeler yer almaktadır. Bu tepeler kütle basıncına bağlı oluşmuş yükselimlerdir. Geçici akarsular tarafından yarılan kesimler nedeniyle tepe görünümü daha da belirginleşmiştir. Eteğin hemen güneyinde toplu dokulu Elmalı Mahallesinin iki ve tek katlı konutları yer almaktadır.

Heyelan sahasında aktivitenin devam ettiğini gösteren pek çok işaret vardır. Bunlar farklı büyüklüklerde kayma, akma, oturma ve kabarma şeklindeki oluşumlardır. Kütlelerin hemen her kesiminde izlenebilen bu yapılara yer yer sürünme şeklinde hareketler eşlik etmektedir. Bahçe sınırlarını belirleyen eğilmiş çitler yüzeydeki kaymanın önemli bir göstergesidir (Fotoğraf 3).

Kayma ve akma tarzında gelişme gösteren güncel hareketlerin en fazla yoğunlaştığı kesimler arasında Baş'ın hemen altındaki boyuna bozulma bölümü, kabarma bölümünün eteğe doğru olan kesimleri ve etek bölümü sayılabilir. Sızıntı şeklindeki birkaç kaynağın görüldüğü boyuna bozulma bölümündeki kaymalar oturmayla belirginleşmiş ve arkalarında düşey birkaç metrelik aynalar bırakmıştır. Kayan materyalin arkasında yer yer eğim yönünde içbükey küçük tali aynaların bulunması hareketin sürekliliğine işaret etmektedir. Özellikle sağ yan aynada olmak üzere yan aynaların yamaçlarında oturmalar meydana gelmiştir. Topuk ve Etek bölümlerinde de benzer duruma rastlanmış olması heyelanın hala aktif olduğunu, hazırlayıcı etmenlerden suyun daha fazla miktarlarda zemine sızması durumunda kütlelerin daha büyük ölçeklerde hareket edeceğini göstermektedir. Bu durumların gerçekleşmemesi için mutlak tedbirlerin alınması gerekmektedir. Özellikle etekte kütle basıncıyla oluşmuş kabarma tümsekleri ve yolun girintili çıkıntılı vaziyeti önemsenmelidir.



Fotoğraf 3. Heyelan kütlesi üzerinde en fazla görülen güncel hareketler arasında kaymalar (A, B, C) ve kabarmalar (D, E, F) gelmektedir.

Elmalı Heyelanı'nın Kısa Geçmişi ve Beşeri Etkileri

Heyelanın ilk hareketiyle ilgili bilgiye ulaşılamamıştır. Ancak mevcut jeomorfolojik yapılanmadan hareketle asıl heyelanın, henüz üzerinde yerleşmelerin bulunmadığı bir zaman dilimi içinde oluştuğuna hükmedilmiştir. Heyelanın gelişimi günümüzde de sürmektedir. Heyelanlı kütlenin 1953 tarihinden itibaren yeniden hareketlenmesi burada yaşayan insanları korkutmuş ve panik atmosferi içinde ilk başvurular resmi makamlara yapılmıştır. Yerleşmede yapılan mülakatlardan anlaşıldığı kadarıyla bu tarihten başlayarak sahadaki hareketlilik bütün hızıyla devam etmiş bunun

üzerine resmi kurumlarla muhtarlık arasındaki karşılıklı yazışmalar gerçekleşmiştir. Heyelanla ilişkili olarak 1953 yılından başlayarak 2009 yılına kadar süren 56 yıllık süreç ana hatlarıyla Tablo 4. de özetlenmiştir.

Tablo 4. Elmalı heyelanıyla ilgili gelişmelerin mülakatlar ve resmi kayıtlara göre kısa tarihçesi⁶.

Yıllar	Heyelanla İlgili Gelişmeler ve Heyelanın Doğal ve Beşeri Çevreye Etkileri
1953	Büyük çaplı (?) kayma ve oturmalar olmuş, tarla sınırlarında yer değiştirmeleri görülmüş ve köy camisi çevresindeki 26 konut zarar görmüştür.
1959	Eski Cami Mahallesi'ni etkileyen akma ve kayma tarzı hareketler görülmüş, heyelanın etek ucuna çok yakın bir kesimden geçen köy yolu zarar görmüştür.
1964	Gerçekleşen büyük sel afeti ve heyelanla yol yeniden tahrip olmuş etek ucundaki kaymalar Bağların deresine ulaşmıştır.
1971	Yüzeyde sürünme, kabarma ve akmalar olmuş, etüt için gelen yetkililer tarafından 19. 10. 1971 tarihli raporda heyelanın durduğu (?) ifade edilmiş ve heyelanlı sahaya konut yapılmaması önerisinde bulunulmuştur.
1980	Kütlenin boyuna buzulma, topuk ve etek bölümlerinde kaymalar olmuş, bu kesimdeki tarlalarda oturma, akma ve kaymalar olmuş bu durum raporlara <i>tarlalarda hareketlilik başladı</i> şeklinde geçmiştir.
1987	Kaymaların ivme kazanması ve evlerin içinden seslerin gelmesi üzerine yapılan etütlerden sonra önceden köy statüsündeki Elmalı Mahallesi için Jeologlar raporlarında ilk kez " <i>Köyün derhal tahliyesi gerekmektedir</i> " ifadesine yer vermiştir.
1988	Aynı kesimlerde kaymalar olmuş, 21 Nisan 1988, 2210 sayılı faks ile bildirilen acil durum üzerine yapılan etütlerde heyelanlı kesimde kalan (Eski Cami Mahallesi) 40 konutun yıkıldığı, 100 konutun ağır, 20 konutun orta hasar gördüğü ve 160 ailenin açıkta kaldığı, mahalleyi Madenköprübaşı'na bağlayan yolun tahrip olduğu rapor edilmiştir. Aynı yıl (07.07.1988) afet kadastro başlanmıştır. Bu süreçte kadar mahalleden 159 hane heyelandan etkilendikleri için başvuru yapmıştır.
2002	Başvuru yapan 159 hanenin başvuruları değerlendirilmiş ve ilgili 7269 Sayılı Yasanın 16. Maddesi gereğince 10.05.1988 günlü jeoloji raporuna binaen ilk dilekçe tarihinden yaklaşık 29 yıl sonra 139 hanenin hak sahibi olduğuna hükmedilmiştir. Çalışmalar kapsamında Çoruh Nehri'nin kuzeyindeki Meydanlı Köyünün Yeniköy Mahallesi sınırlarındaki Yurdun Mevkiinde afet konutları inşa edilerek 12.12.2002 tarihinde hak sahiplerine teslim edilmiştir.
2009	Yer yer kayma ve akmalar, etek bölümünde kabarmalar, tarla sınırlarında eğim yönünde bükülme ve uzamalar, yol boyunca da deformasyon izleri gözlemlenmiştir. Yeni Mahalle adıyla sakinlerine 2002 yılında tahsis edilen Elmalı Afet konutlarına, konutların köy hayatının temel gereksinimlerini karşılamaması, alt ve üst yapı sorunlarının çözümlenmemiş olması, eskiden beri ekilen-dikilen tarla ve bahçelere uzak olması nedeniyle yedi yıl içinde sadece 50 hanenin taşındığı belirlenmiştir. Bu aileler de konutları sadece yaz mevsiminde kullanmaktadır. Geriye kalan afet konutları, dış etmenlerin açık tesirine bırakılmış durumda olup şu anda kullanılmamaktadır. Konutların pek çoğunda temel, çatı ve diğer inşaat problemleri mevcuttur (Fotoğraf 4).

⁶ Tablo 4. deki gelişmeler mahalle sakinleriyle yapılan karşılıklı görüşmeler ve TC. İmar ve İskân Bakanlığı, Erzurum Bayındırlık ve İskân İl Müdürlüğü kayıtlarından derlenerek hazırlanmıştır.

Oluşmuş ve Aktivitesini Sürdüren Karışık Tip Bir Heyelan: Elmalı-Madenköprübaşı (İspir-Erzurum) Heyelanı, Sorunlar ve Öneriler



Fotoğraf 4. Elmalı Mahallesi (A) ve heyelandan etkilenen bazı konutlar (A, B, C ,D). Yurdun Mevkiinde inşa edilen afet konutları (E) ve konutlardan birinin mevcut görünümü (F).

Sonuçlar ve Öneriler

Elmalı Heyelanı, oluş tarihi kesin olarak bilinmeyen ancak jeomorfolojik oluşum ve gelişim özellikleri ve ortaya çıkardığı sosyo ekonomik sonuçlarıyla sahadaki diğer heyelanlara örnek oluşturacak karışık tip bir heyelan ünitesidir. Yaklaşık olarak 1,125 km² alanı etkileyen heyelan günümüzde de mahalle yerleşim alanına doğru aktivitesini

sürdürmektedir. Akma kayma şeklinde gelişen hareketlere sahip olan heyelanlı mahallede her şeye rağmen gündelik hayat olağan şekliyle devam etmektedir.

Heyelanın sürekli kayma eğilimi göstermesi ve etek bölümünde bulunan yerleşmelerde, 1000 den fazla nüfusun yaşaması birtakım önlemlerin alınmasını zorunlu hale getirmektedir. Yapılacak işler arasında ilk olarak, konut sahipleri bu afet konutlarını neden tercih etmiyor? sorusunun yanıtı aranmalıdır. Çünkü devlet tarafından yapılan bu yatırımlar görmezden gelinemez. İkinci olarak Elmalı heyelan alanında yapılması gereken işler gelmektedir. Bu işlerin en başında kayma gerilmelerini azaltan ve kayma direncini artıracak olan kazı, drenaj, tutucu yapıların inşası ve stabilize metotlarının uygulanması gerekmektedir. Özellikle heyelan ünitesinde zemin sıvılaşmasına neden olan suyun ivedilikle kütleye sızmadan drene edilmesi sağlanmalıdır. Aksi durumda yeni bir kayma hareketiyle karşı karşıya kalınabilir. İncelemeler sırasında heyelanın etek bölümünde yeni yapılaşmalar görülmüştür. Bu konutların buradan daha güvenli başka bir noktaya taşınması gerekmektedir. Ulaşımı sağlayan toprak yol ve hemen aşağısındaki akarsu vadisinde ıslah çalışmaları yapılmalıdır.

Kaynakça

- AKDENİZ, N., AKÇÖREN, F., ve TİMUR, E., 1994, Aşkale-İspir Arasının Jeolojisi, MTA Gn. Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Derleme No: 9731, Ankara, Shf: 1-228.
- ATALAY, İ. F., ve BEKAROĞLU, N., 1973, (Çeviri) Heyelanlar ve Mühendislik Uygulaması, Karayolları Genel Müdürlüğü, Yol Yapım Etüt-Eğitim Şefliği Yayınları, Ankara, Shf: 15-349.
- DMİGM, İspir Meteoroloji İstasyonunun Uzun Yıllık (1975-2006) Rasat Verileri (yayınlanmamış), Ankara.
- EROL, O., 1993, Türkiye'nin Doğal Yöre ve Çevreleri, Ege Üniv. Edebiyat Fak. Ege Coğrafya Dergisi, Sayı: 7, İzmir, Shf: 13-41.
- GEE, G. W., and BAUDER, J.W., 1986, Particle-Size Analysis. Methods of Soil Analysis. Part: 1. Physical and Mineralogical Methods, 2nd Edition, Agronomy No: 9, Madispon, Wisconsin USA, Page: 383-1188.
- KOPAR, İ., 2008, Elmalı Mağarası (İspir-Erzurum), Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 18, Sayı: 2, Elazığ, Shf: 71-90.
- KÖSE, A., 1999, Yola Bağlı Ortaya Çıkan Bir Yerleşme: Madenköprübaşı, Türk Coğrafya Dergisi, Sayı: 34, İstanbul, Shf: 99-111.
- ŞENALP, M., 1979-1980, Çankırı-Çorum Havzası'nın Sungurlu Bölgesindeki Eosen Yaşlı Türbidit, Olistostrom ve Olistolit Fasiyesleri, MTA Derg, Sayı: 93-94, Ankara, Shf: 27-55.

Harita: TC. Harita Genel Müdürlüğü 1/25000 ölçekli Topografya Haritaları TORTUM H 45-b1 paftası

İnternet Adresleri: <http://www.mmf.cu.edu.tr/jeoloji-eski/kgurbuz/files/karbonatlar.pdf>

www.depremler.org.

Oluşmuş ve Aktivitesini Sürdüren Karışık Tip Bir Heyelan: Elmalı-Madenköprübaşı (İspir-Erzurum) Heyelanı, Sorunlar ve Öneriler