

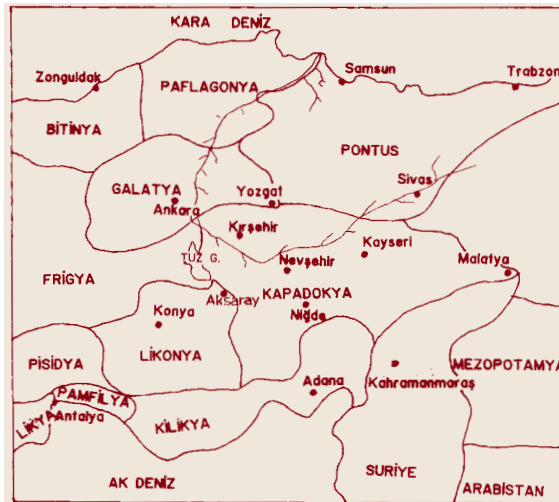


TÜM KAPADOKYA RİSK ALTINDA MI?

Kapadokya, dünyada eşi benzeri olmayan doğal yapılar sahip bir yer. Bu bölge, güzelliğini Erciyes dağı, Hasandağı, Melendiz dağı ve irili ufaklı birçok volkandan püsküren lavlara, ignimbrit akmalara ve tüflerin varlığına borçlu. Kapadokya denilince, daha çok Nevşehir, Kırşehir, Aksaray, Niğde ve Kayseri illerinin kapsadığı alan anlaşılıyor. Peribacalarıyla dolu doğa harikası vadilerin yeraldığı ve “Kayalık Kapadokya” diye adlandırılan bölgeyse Nevşehir, Niğde, Aksaray üçgeniyle sınırlanmış durumda. Kapadokya sözcüğü Perslerin bölgeye verdiği ve “Güzel Atlar Ülkesi” anlamındaki “Karpataka” adından gelir. Hareketli bir tarihsel gelişime sahne olan Kapadokya bu özelliğinden dolayı antik değeri olan çeşitli kültürel varlıklara sahip olması yanında, Kayseri, Nevşehir, Aksaray, Niğde arasındaki alan içerisinde bulunan doğal yapısıyla da ünlü. Bu alan üç büyük yanardağın, yani Hasandağı, Melendiz ve Erciyes’in milyonlarca yıl süren püskürmeleleriyle oluşan kalın bir volkanik ör-

tüyle kaplanmış durumda. Başlangıçta bu üç büyük püskürme merkezinden bol miktarda andezitik ve bazaltik türde lavlar ve aglomeralar çıkarak üst üste yığılıp birikmişler ve 3917 m yükseklikteki Erciyes dağı, 3266 m yükseklikteki Hasandağı ve 2963 m yükseklikteki Melendiz dağı oluşturmuşlar. Erciyes ve Hasandağı, lavlarını, küllerini çevreye yayarken insanoğluna sayısız nimetler sunmuş, birçok yararlı mineralin oluşu-

mu bu şekilde gerçekleşmiş. Ancak, çevreye yaydıkları kül ve tüflerin kapalı tuzlu göl suyu içine girmesiyle oluşan zeolit grubu minerallerden erionitin oluşması, yöre halkı için hiç de iyi olmamış. Kapadokya’nın zengin tarihi, doğa güzelliği içinde bazı yerleşimciler mekan edinme konusunda kötü bir kura çekmiş olacaklar ki kanser yapıcı erionit mineralini içeren tüfler içinde yerleşmişler. Tıpkı vücudumuzdaki hücreler gibi yerkabuğunu, sıradağları meydana getiren kayalar da minerallerden oluşuyor. İnsanlar da bu minerallerle doğrudan ya da dolaylı ilişki içindedirler. Bazı mineraller insan sağlığına yararlıyken, bazıları zararlı olabiliyor. Tüf kayaları içinde gelişen erionit, lifsi-iğnemsî yapısı nedeniyle insanlara zararlı, mezotelyoma denilen akciğer zarı kanserine yol açtığı belirtiliyor. İnsan sağlığına zararlı başka mineraller de var. Asbest, akciğer, akciğer zarı, karın zarı, üst sindirim yolu ve solunum yolu kanserlerine neden olabiliyor. Kuvars, tridimit, kalsedon gibi kristal ya-

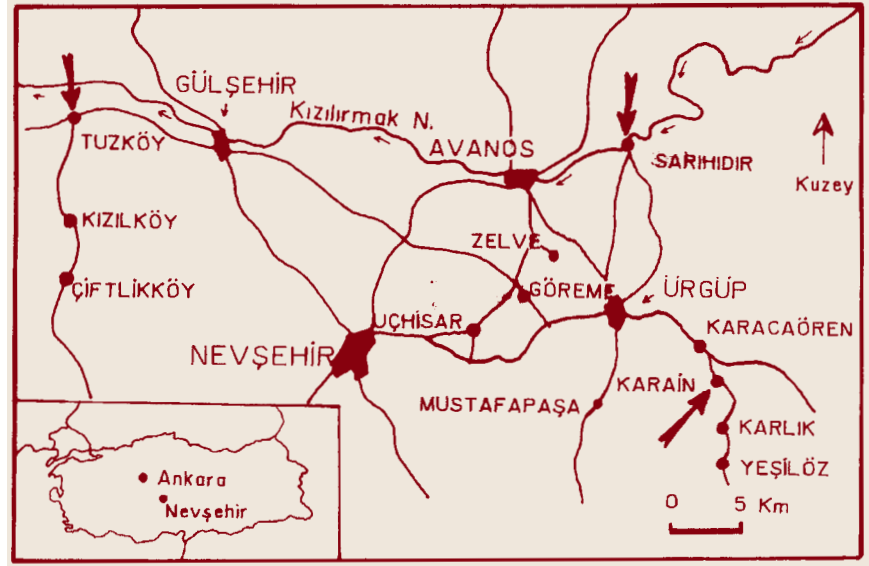


Tarih öncesi Kapadokya’nın konumunu gösteren harita

pılı silis ise, pnömokonyoza (solunan havadaki yabancı maddelerin akciğer dokusunu bozması) yol açabiliyor. Kömür tozu akciğerde antrakoz (solunan kömür parçacıklarının akciğerde yol açtığı doku bozulması) yapabiliyor. Uranyum, toryum, radyum gibi radyoaktif mineraller kemik ve kemik iliği, deri ve akciğer kanserlerine neden olabiliyor. Arsenik, deri ve akciğer kanserlerine yol açabiliyor. Talk, mika, kaolen ve bazı silikat mineralleri akciğer zarı kanserlerine; kromit, hematit ve nikel, akciğer ve burun sinüs kanserlerine yol açabiliyor.

Zeolit mineralleri sodyum, alüminyum, kalsiyum, potasyum, silisyum ve oksijenden oluşuyor ve kapalı-tuzlu ya da açık-tatlı veya yarı tuzlu acısulu göllerde biriken volkanik malzemenin gözenek suyu ya da göl suyuyla kimyasal tepkimesiyle ortaya çıkıyorlar. Kil mineralleri, Al ve Si jelleri zeolite dönüşüyor. Zeolit oluşumunda suyun pH derecesi (asitliği, bazikliği), gözenek suyu bileşimi, tuzluluğu, iyon değişim oranı ve gömülme derinliği (basınç altında kalma) önemli. Zeolit mineralleri gazlardan nem alınması, kirlilik kontrolü, havadan oksijenin ayrılması, çiftliklerde hoşa gitmeyen kokunun tutulması, kağıt sanayiinde dolgu ve beyazlatma maddesi olarak, ayrıca kimyasal gübre etkisinin artırılmasında kullanıldığı gibi, enerji, metalurji ve tıp alanlarında da kullanılıyor. Ülkemizde Gölpazarı, Göynük, Polath, Oğlakçı, Ayaş, Bigadiç, Şaphane, Emet, Gördes, Urla, Kırkağaç ve Kapadokya yörelerinde varlığı saptanmış bulunuyor. Ancak geniş bir kullanımı olan zeolit minerallerinden erionit, ne yazık ki insan sağlığını tehdit ediyor. Volkanizmanın yaygın olduğu Batı Anadolu ve başka bazı yörelerle kıyaslandığında, lifsi yapılı erionit mineralinin Kapadokya'da da Nevşehir'e bağlı Tuzköy, Karain ve Sarıhıdır köylerinde insan sağlığını tehdit edici bo-yutlarda olduğu saptanmış durumda.

1960'lı yıllarda gazetelerde Karain köyünde 35-40 yaşlarında ölenlerin sayısının çok olduğu ve köyde 50 yaşın üzerinde az kişi bulunduğu ilişkin haberler yayımlanmıştı. 1974 yılında konuyla ilgili olarak başlatılan araştırmada yapılan ilk taramalarda akciğer zarı kanseri oranının normalin çok üstünde olduğu saptandı. Bunun üzerine yaşam koşulları, uğraşlar, yiyecek maddeleri, su, yaş-ölüm oranları vb. de araştırma kapsamı-



Tuzköy, Karain ve Sarıhıdır köyleri bulduru haritası

na alındı. Özel aletlerle havadan toplanan tozlar, binalarda kullanılan sıva toprağı, pekmez toprağı, kullanılan kayaların mineral içeriği incelenerek radyoaktivite ölçümleri yapıldı. Başlarda bu yöredeki volkanik kayalarda, Kuzeybatı ve İç Anadolu'da olduğu gibi kanserojen etkinin asbestten kaynaklandığı üzerinde duruldu. Ancak, jeolojik araştırmalar sonucunda Kapadokya'da anılan köyler ve çevresinde asbest minerali içeren ofiyolit kayalarının bulunmadığı saptandı. Tüflerden alınan örneklerde, 1977'de Pooley tarafından 5-10 mikron uzunlukta, 3 mikron veya daha az kalınlıkta, düzgün iğnemsî yapılı ve insan vücudunda hiçbir şekilde çözünmeyen bir mineral olan erionitin varlığı kanıtlandı ve hastalıklı dokulardan alınan örneklerin incelenmesiyle de, kanser yapıcı unsurun bu minerallerden kaynaklandığı saptandı.

Kapadokya yöresindeki üç köydeki kanser salgınıyla ilgili olarak akla gelen önemli bir soru var: Kapadokya bölgesinin tümü zeolit bakımından zengin; bu özel kanser türü neden yalnızca anılan üç köyde yoğunlaştı? Neden yöredeki başka yerleşim yerlerinde yoktu? Başka

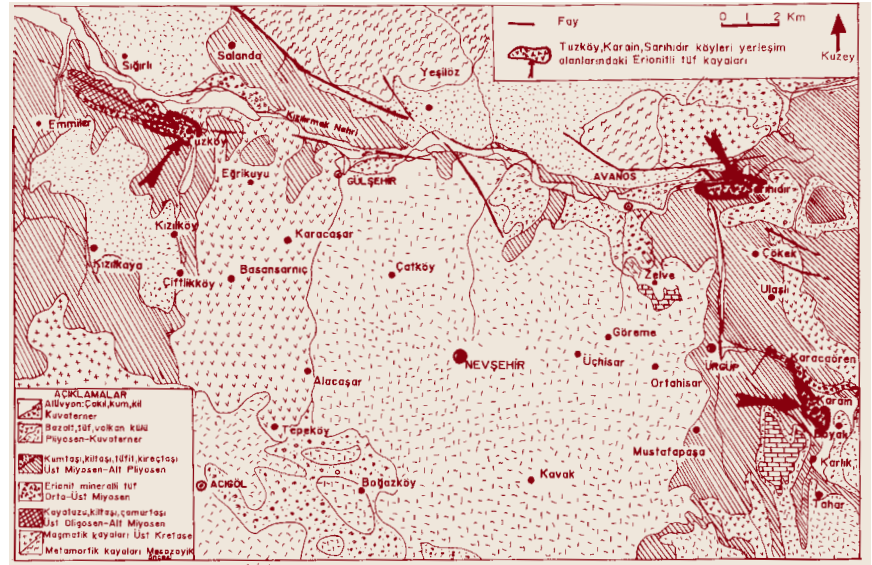
etkenler rol oynayamaz mıydı? Yapılan jeolojik çalışmalar, şans eseri olarak, yalnızca bu üç köyün zeolit lifsel (iğnemsî) yapıdaki türü olan zengin erionitli yapı taşları üzerinde kurulduğuna işaret ediyor. Verem Savaş Teşkilatı'nın daha önceki yıllarda Nevşehir ve çevresinde çekmiş olduğu 50.000'in üstündeki mikrofimin teker teker incelemesi, lifsel zeolit neden olduğu (akciğer zarında kalınlaşma, kireçlenme gibi) iyi huylu hastalıkların en yoğun olduğu yerlerin Karain, Tuzköy ve Sarıhıdır'da olduğunu göstermiş bulunuyor. Diğer yerleşim yerlerinde de tek tük hastalık var, ancak hiçbir zaman bu üç köydeki gibi değil. Nevşehir ilinde toplanan 500'ün üzerindeki akciğer zarı kanseri vakasının ancak 10 tanesinin, bu üç köy dışına ait olduğu belirtilmiş durumda. Hastalığın neden bu üç köyde yoğunlaştığı, başka etkenlerin de rol oynayıp oynamadığı sorularına ışık tutmak, sorunun jeolojik yönünü ilgilendiren kısma yanıt aramak için önce yerleşim yerlerinin altında bulunan erionitli tüf kayalarının özelliklerini, oluşum ortamlarını, bulunduğu düzeylerin konumunu analiz etmek gerekir. Söz konusu yerleşim yerleri ve çevresindeki kayaların özellikleri, dağılımı ve oluşum mekanizmaları ortaya konulduğunda, erionitin neden bu üç köyde yoğunlaştığı sorusuna da belki bir cevap bulunmuş olacak.

Şekildeki jeoloji haritasına baktığımızda Kapadokya yöresinde Kızılırmak kuzeyinde 2. Zaman Mesozoik dönem öncesi yaşlı (250 milyon yıl öncesi) metamorfik kayalar, Üst Kretase yaşlı (80-65 milyon yıl) magmatik kökenli kaya-



İğnemsî-lifsi erionit mineralinin Taramalı Elektron Mikroskobu görüntüsü, Karain Kütüphanesi duvar taşından (Barış 1987'den).

larla 3. Zaman olan Kenozoik'in Eosen-Oligosen yaşlı (50-25 milyon yıl) sedimanter kayaların varlığını görüyoruz. Kızılırmak'ın güneyindeyse daha yaygın olmak üzere Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı (14-2 milyon yıl), göl ortamında çökelmiş kumtaşı, kiltası, tüfit ve göl kireçtaşıyla eş zamanlı depolanmış tüf, bazalt, andezit yer alır. Ayrıca Tuzköy'ün kuzeybatısında, Kızılırmak'ın güneyinde kayatuzu, çamurtaşı ve kiltasından oluşan Üst Oligosen-Alt Miyosen (35-20 milyon yıl) yaşlı kaya birimi bulunur. Kumtaşı, kiltası, tüfitten oluşan birim (Üst Miyosen-Alt Pliyosen) yaygın olarak Kızılırmak çevresinde, Tuzköy çevresinde, Sarıhıdır, Çökek, Ulaşlı, Karacaören, Karain, Karlık köyleri ve Ürgüp çevresinde bulunur. Tüm bu kayalar Kuvaterner yaşlı (2 milyon yıl ve günümüz) volkanik kül, ignimbrit akmalar, bazalt tipinde kayalarla örtülmüş durumda. Lavlarda K/Ar yöntemiyle yapılan radyometrik yaş tayinlerine göre Hasandağ'da ilk volkanik etkinlik yaklaşık 13,5 milyon yıl önce başlamış ve 6 milyon yıl sürmüş. Erciyes dağı ile Melendiz dağında ilk volkanik etkinlik 7 milyon yıl önce başlamış ve 2 milyon yıl sürmüş. Daha sonra her üç püskürme merkezinde de volkanizma bir süre yavaşlamış, yaklaşık 5 milyon yıl önceyse yeniden şiddetlenmiş. Bu kez ikinci volkanik evreyle kül, tüf, ignimbrit ve pomza gibi küçük taneli volkanik ürünler şiddetli patlamalarla havadan çok uzak mesafelere (100 km ye kadar) saçılarak çevreye yayılmışlar ve Nevşehir, Ürgüp dolaylarında yaklaşık 300 km²'lik bir alanda o dönemdeki yersel göllerde ve vadilerde yığılarak birikmişler. Hasandağ ve Erciyes dağında daha sonra küçük çapta püskürmelerle zamanımızdan yaklaşık 2000 yıl öncesi ne kadar devam eden volkanik etkinlik, günümüzdeyse yalnızca sıcak su ve volkanik gaz çıkışlarıyla sürüyor. Son patlama ürünü malzeme, Nevşehir merkezli 20 km yarıçaplı daire içinde kalan alanda kalın bir örtü bırakmış durumda (Ür-



Nevşehir, Tuzköy, Karain ve Sarıhıdır dolayının jeoloji haritası (Atabey, 1989b'den düzenlenmiştir).

güp, Avanos, Gülşehir, Acıgöl arasında kalan alanlar). Tuzköy ve Sarıhıdır köyleri, yaklaşık 13,5 milyon yıl önce başlamış ve 6 milyon yıl sürmüş olan Hasandağ'ın tüfleriyle, 7 milyon yıl önce ilk volkanik patlamayı yapan Erciyes ve Melendiz dağlarının tüfleri üzerinde kurulmuş. Karain köyünün üzerinde kurulduğu tüf, yaklaşık 5 milyon yıl önce patlayan Erciyes, Hasandağ ve Melendiz dağının ürünü. Yöredeki kayalar hem Kızılırmak boyunca bulunan, hem de onu verevine kesen faylardan etkilenmiş, kırılmış ve kıvrılmış. Özellikle kıvrımlanmalarda, Tuzköy'deki doğu batı yönlü kayatuzu biriminin davranışında "Tuz tektoniği"nin etkili olduğu görülüyor.

Yöredeki kaya birimlerinin dağılımına jeolojik yönden baktığımızda kanser olaylarının en fazla olduğu Tuzköy, Karain ve Sarıhıdır köylerinin doğrudan doğruya gölsel ortamda oluşan çökeller ve bu çökellerin altında yer alan tüflerin üzerinde yerleştikleri görülüyor. Dünyada milyonda bir oranında görülen mezotelyomanın, Tuzköy'de 1000 kat fazla görülmesinin nedeni, Tuzköy'ün üzerinde yer aldığı tüflerin altında kayatuzu

kayalarının oluşması ve göl çanağının burada bulunması olabilir. Tüflerin üzerine killi kayaların gelmesi de erionit mineralinin zenginleşmesine yol açmış olmalı. Sarıhıdır, Tuzköy ve Karain'de daha önce depolanmış olan tüfler üzerine göl sedimanlarının çökmesi, bu tüflerin tuzlu-acı sulu ortamda kimyasal tepkimeye girerek lifsi erioniti bünyesinde zenginleştirmiş durumda. Bunda, oluşum anındaki göl suyunun asitliği ve bazikliği, tuzluluğu, iyon alışverişi, gözenek oranı ve gömülme derinliğinin etkisi büyük. Sarıhıdır ve Karain'e yakın olan Avanos, Çökek, Ulaşlı, Karacaören, Boyalı, Karlık köyleriyle, Tuzköy'e yakın Kızılırmak, Kızılırmak, Eğrikuyu, Sığırlı, ve Salanda'da kanser görülmediği belirtilmiş bulunuyor. Bunun en önemli nedenlerinden biri, bu yerleşim yerlerinden bazılarının tüf üzerinde olmaması. Önemli bir neden de yerleşim yerinin az eğimli olup üzerinde tarım yapılması ve tüfün tarım uğraşı dışında insanla ilişkisinin daha az olması. Aynı şekilde Nevşehir, Ürgüp, Acıgöl çevresinin bütünüyle volkanik kayalarla örtülmüş olmasına karşın bölgede kanser görülmemesinin nedeni, bu alanlarda tüflerin göl



Erionit içeren tüfün makro görüntüsü (Tuzköy)



Erionit içeren tüf üzerindeki yerleşim yeri (Tuzköy)



Karain köyünün kurulduğu erionitli tüf (A) ve onun üzerine gelen göl çökelleri (B).



Karain köyünün kurulduğu erionitli tuf kayaları

ortamına girmemiş olması ve göl suyuyla tüflerin sodyum, potasyum, kalsiyum, silisyum ile kimyasal tepkimeye girerek lifsi erionit mineralinin oluşmasına fırsat verilmemiş olması.

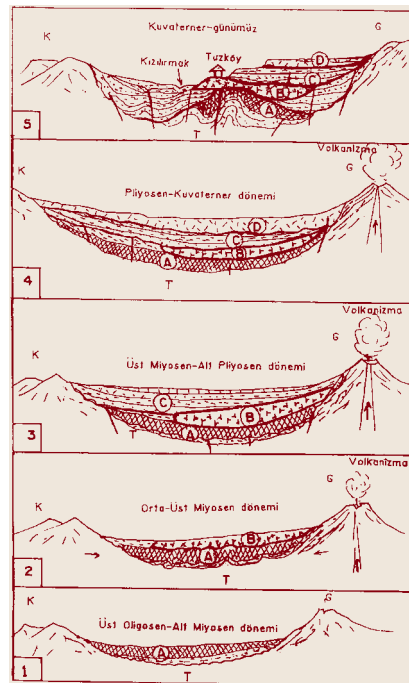
35-20 milyon yıl önce karasal ortamın hakim olduğu Kapadokya bölgesinde, tuzlu göl alanları ve bu göllerde tuz tabakaları oluştu. Daha sonra bu göl alanlarına, günümüzden yaklaşık 13,5 milyon yıl önce ilk kez patlayan Hasandağı malzemesi tüfler ulaştı. Göl suyuna giren bu tüfler, suyla kimyasal tepkimeye girerek erionit mineralinin oluşmasını sağladı. Bugün bu kayatuzu ve onun üzerine gelen tuf tabakalarını Tuzköy'de görmekteyiz. Burası dünyada kanserin en yaygın olduğu yer. Benzer oluşum Karain ve Sarıhıdır için de geçerli. Ancak Karain ve Sarıhıdır'da, Tuzköy'de olduğu gibi tüflerin altında kayatuzu yok. Tüflerin üzerine doğrudan gölsel kilaşı, tüfit geliyor. Bu yerlerdeki tüfler de göl suyuna girmiş ve bünyelerinde erionit zenginleşmiş. Daha sonra göl çökellerinin üzeri, Nevşehir ve çevresinde yaygın olduğu gibi tuf, bazalt türü volkanik kayalarla örtülmüş. En sonunda, yöre kayaları genç faylarla kırılmış ve kıvrılmış; erozyon ve başka bir dizi jeolojik olayla aşınarak bazı alanlarda vadiler gelişmiş, aşınmayan alanlar ilk konumlarını korumuş.

Sonuç olarak, erionit mineralinin yoğunlaştığı tuf kayalarının dağılımına baktığımızda tüm Kapadokya'nın kanser bakımından risk altında olmadığını görüyoruz.

Risk altında olan yerler Tuzköy ve güneyindeki Kızılıköy ile Karain, Karacaören ve Sarıhıdır köyleri. Çünkü bu alanlardaki kayaların oluşumu sırasında; tuf kayalarının, tuzlu ve acısulu göl suyuyla temasa geçmesiyle kimyasal tepkimeler gerçekleşmiş ve erionit, tüflerde zenginleşmiş.

Kapadokya'da daha başka hangi yerleşim yerlerinin risk altında olabileceğini sağlıklı bir şekilde söyleyebilmek için ayrıntılı jeolojik çalışmaların yapılması gerekiyor.

"Kapadokya'nın her tarafı tüfle kaplıdır, dolayısıyla her yerleşim yeri kan-



Erionit içeren tufün konumu (B simgeli düzey) ve göl çökelleriyle ilişkisini gösteren model

ser riski taşır" demek, genelleme yapmak anlamına geliyor. Bu durumda "Anadolu'nun hemen hemen yarısına yakın kısmı volkanik kayalarla kaplıdır, neden sadece Nevşehir'in bu üç köyü risk altında" diye sormak gerekiyor.

Erionit mineralinin, özellikle kanserin çok görüldüğü yerleşim alanları ve yakınındaki alanlarda erionitli tüflerin ayrıntılı olarak incelenmesi, erionit içeriği oranlarının hesaplanması ve bunların bir risk haritasının yapılması gerekiyor.

Bu bağlamda, Kapadokya yöresindeki yerleşim alanlarında tüflerin gölsel birimlerle ilişkisinin, tüflerdeki ayrışma ve tozlaşma özelliklerinin de saptanması önemli.

Şu anda yapılması gereken ilk iş; risk altındaki yerleşim yerlerinde yaşayanların kendilerine gösterilecek yeni yerlere taşınmalarını sağlamak.

Ayrıca, Tuzköy'de uygulanan kanser ıslah ve kalkınma projesi benzeri projeler Karain ve Sarıhıdır'da da uygulanmalı.

Tuzköy'ün konumu ve yerleşim yerinin topografik özelliği, bölgenin tüfler üzerine gelen kısımlarının taşınarak tesviye edilip yeşillendirilmesini kolay kılıyor. Ancak Karain ve Sarıhıdır için böyle bir şans yok. Karain kayalık bir alanda ve dağın dik yamacında. Kayalar ya da dağ tesviye edilemez. Yapılacak olan, yalnızca orada yaşayanları uygun görülen yeni yerlerine taşıyarak, eski alanın yıkılmadan bir doğa müzesi olarak kalmasını sağlamak.

Dr. Eşref Atabey

Jeoloji Yüksek Mühendisi

MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi

Kaynaklar

- Atabey, E., 1989a, 1/100000 Ölçekli Açınama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Aksaray-H18 paftası, MTA yayını, Ankara
- Atabey, E., 1989b, 1/100000 Ölçekli Açınama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Kayseri-H19 paftası, MTA yayını, Ankara
- Atabey, E., 2000, Tuzköy ve Karain Yeni Yerleşim Yer Seçimi ve Jeolojik Etüt Raporu, MTA Rapor no: 10329.
- Atabey, E., 2001, Tuzköy Kasabası Yeni Yerleşim Yeri Jeolojik Etüt Raporu, MTA Rapor no: 10400.
- Atabey, E., Papak, İ., Tarhan, N., Akarsu, B. Ve Taşkıran, A., 1987, Ortaköy (Aksaray)-Tuzköy (Nevşehir)-Keskiköprü (Kırşehir) Yöresinin Jeolojisi, MTA Rapor no: 8156.
- Ataman, G., 1977, Batı Anadolu Zeolit Oluşumları, Yerbilimleri, 3, 85.
- Barış, Y. İ., 1987, Asbestos and erionite related chest diseases, Semih Ofset Matbaası, Ankara
- Barış, Y. İ., 1994, Bu Doktoru Rehlin Alalım: Anadolu'da Bir Kanser Araştırması, Kent Matbaası, Ankara
- Ercan, T., 1986, Orta Anadolu'daki Senozoyik Volkanizması, MTA Dergisi, 107, 119-140.
- Göktepe, A., Ayan, Z., Artvinli, M., Şahin, A. Ve Barış, Y. İ., 1983, İnsan Sağlığı ve Jeoloji, Yeryuvarı ve İnsan, Mayıs.
- Mumpton, F. A., 1973, Wordwide deposits and utilization of natural zeolites, Ind. Miner. 73, 30.
- Pasquare, G., 1968, Geology of the Cenozoic volcanic area of Central Anatolia, Atti della Accademia Nazionale des Lin. Mem. Serie VIII, Vol. IX, Roma.