

Başkalaşım kayalarının ana süreksizliklerin kaynak oluşumuna etkisi

İlyas Yilmazer, Spektra. Jeotek., Kumkapı Sok. 20/1-2, 06610 Çankaya, Ankara

Özellikle tortul kayalardaki tabakalar, yeraltısuyunun akışı üzerinde etkilidir. Manisa - Demirci ilçe> merkezinin kuzeyinde GD'ya eğimli 'Tersiyer tortul birimlerinden oluşan dağın GD yamaçlarında kaynaklara ve sızıntılara sık sık rastlanabilirken KB yamaçlarında tersi hidrojeolojik durumlar geçerlidir. Bu örnekte genelletme başkalaşım kayalarında daha farklı duruni göstermektedir., Tortullaşma sonrası, basınç (P) ve/veya sıcaklığın (T) artmasıyla birlikte pekişme başlar ve diyajenez sonrasında da katı - katı etkileşimleri gelişip sürer. Böylece, taneler yerini kristallere bırakır ve yükselen yeni T - P koşullarında daha duraylı minéral grupları oluşur., Basınca bağlı olarak minerallerin yeniden dizilimi ve konumlanması başlar ve gelişir. Böylece, süreksizlikler kaynaşır, boşluklar kaybolur ve geçirimsizlik sıfıra iner, Ancak, daha sonraları başkalaşım koşullarının atmosferik koşullara doğru yaklaşması sırasında, etkisi altına girilen değişik jeolojik olaylar, özellikle tektonik hareketler ve T - P'nin azalması, yeni süreksizliklerin oluşmasına olanak sağlar. Bu süreksizlikler; bileşimsel değişiklik gösteren ve farklı dayanım içeren seviyelerin ayrılması, yapraklanmanın oluşması ve eşlenik - gerilim - sıkışma eklemlerinin oluşması veya eskilerinin belirginleşmesi şeklinde oluşmaktadır. Gelişen süreksizliklerin bir bölümü, bölgesel anlamda yüzey şekillerinin oluşmasında da etkindirler. Bu tür ana süreksizlikler yeraltısuyunu güdüneyebilirler. Istrancalarda Çilingos göl eti güney inde 10 Us debil i bir kaynağın oluşumunu tabakalarına, eklem ve faylar belirlerken Nurdağındaki Ayransuyu kaynağı tabakanma, yapraklanma ve sıkışma eklemleri

tarafından yönlendirilmektedir., Bu dağların pek çok bölümünde etkisini gösteren bu süreksizlikler, tek yönlü (homoclinal) yapıları oluştururlar... Bu bağlamda, dağ sırasını bir tarafta kaynaşmaz ve yeraltısuyu açısından verimsizken, diğer tarafta tant tersi hidrojeolojik koşullar geçerlidir. Bu anlamda hazırlanan bir hidrojeolojik model, yeni kaynakların ortaya çıkarılması ve varolanların geliştirilmesinde etkin teknik kararların bulunup uygulamaya konmasına olanak sağlar. Ayrıca, böyle bir model ilgili mühendislik yapılarının jeoteknik tasarımında da oldukça, gereklidir,

Giriş

Eğimli tortul istiflerde yeraltısuyunun hareketi, genellikle tabakalaşım tarafından güdümlenir. Fay zonları, düzlemsel sokulumlar (sil-dayk) olan; dokanaklar, uyumsuzluk düzlemleri ve gerilim çatlakları, bu anlamda, ikinci derecede önem taşımaktadır. Yilmazer (1990)' kırımlar içeren bir sahada, yeraltısuyunun hareketine bağlı olarak, otoyol bileşenlerinin jeoteknik tasarımında gözönünde bulundurulması gereken konulara değinmiştir. Aynı araştırmacı (1991) sıradan (conventional), beslenme havzası sınıri yerine yapısal yöntem, ileri sürerek bu sınırın bitişik havzalar arasında tek yönlü ve yaygın olan süreksizliklerin konumuna göre nasıl belirlenebileceğini ortaya koymaya çalışmıştır, Düşük - orta. derecede başkalaşım kayalarımı içeren bölgelerde., tortul istifler için. önerilen hidrojeolojik araştırma yöntemleri genel çizgileriyle kullanılabilir.

Başkalaşım kayalarından oluşan bir bölgede kaynakların oluşumunda etkili olan süreksizlik, etkenine sunulan iki. örnekten birincisi Istranca masifi içerisinde yer alıp Saray ilçesinin KD'sunda yapılmış, olan Çilingos barajının KB'sındaki 'Kaynak' Dere kaynağıdır (SIAL,

1993). Diğeri ise. Paleozoyik yaşı Nurdağı başkalaşım kayalarından (Yılmaz ve diğeri, 1993) beslenen Ayransuyu kaynağıdır* Kırıntılı başkalaşım, kayaların genel özelliği gereği, her iki kaynaktan da suyun pH'si 6.5'ten Avrupa Koşeyi ve TS-266'ya göre önerilen ve izin verilebilir üst sınır (Tablo 1) gözönünde bulundurulduğunda doğrudan içilemeyecek kadar asidik özellik taşıdığından anlaşılmaktadır. Bu özelliğinden dolayı içildiğinde acıkma hissi vermektedirler. Ayrıca, mineral içeriği açısından oldukça fakirdirler.,

Tablo 1. Avrupa Koşeyi ve Türk İçme Suyu (TS-266) Standartları

| Değişirge | Birim | Hamsu Kalitesi | | | |
|----------------------------|--------------------|----------------------|-----------|----------|---------------|
| | | Avrupa Koşeyi (1975) | | TS - 266 | |
| | | Önerilen | Üst sınır | Önerilen | Alt-üst sınır |
| Renk | PtCo | 5 | 20 | 5 | 50 |
| Bulanıklık | mgSiO ₂ | 5 | 10 | 5 | 25 |
| Elektriksel iletkenlik | µmhos/cm | - | - | - | - |
| Klorür | mg/l | ≤200 | 500 | ≤200 | 600 |
| pH | - | - | - | 7-8.5 | 6.5-9.2 |
| Deterjan (ABS) | mg/l | - | - | 0.5 | 1 |
| Toplam Sertlik | Fr | - | - | 50 | - |
| Kalsiyum | mg/l | 100 | - | 75 | 200 |
| Magnezyum | mg/l | 30 | 50 | 50 | 150 |
| Buharlaştırma kal. | mg/l | - | - | 500 | 1500 |
| Sülfat | mg/l | - | 250 | 100 | 500 |
| Amonyak (NH ₃) | mg/l | - | 0.5 | 200 | 400 |
| Nitrat (NO ₃) | mg/l | 50 | - | - | 45 |
| Florür | mg/l | - | - | 0.8-1.7 | 1.4-2.4 |
| Florür | mg/l | 0.3 | - | 0.3 | 1 |
| Çözünür demir | mg/l | 0.02 | 0.05 | 0.1 | 0.5 |
| Mangan | mg/l | - | - | 5 | 15 |
| Çinko | mg/l | 0.05 | - | 1 | 1.5 |
| Bakır | mg/l | - | 0.1 | - | 0.05 |
| Kurşun | mg/l | - | - | - | 0.01 |
| Selenyum | mg/l | 0.05 | - | - | 0.05 |
| Arsenik | mg/l | - | - | - | 0.05 |
| Krom | mg/l | 0.05 | - | - | 0.01 |
| Siyanür | mg/l | 0.005 | - | - | 0.0005 |
| Kadmiyum | mg/l | - | - | - | 0.05 |
| Günlük | mg/l | - | - | - | - |
| Koli basili | *KBS/100 ml | - | - | - | - |

* KBS : Koliform bakteri sayısı

Başkalaşmış kırıntılı birimlerin hidrojeolojik özellikleri

Kiltaş, miltaş, çamurtaş, kumlası, çalalkaya ve kalkerli, kayalar çökelme kayaların %90'ından fazlasını oluşturmaktadır. Başkalaşım kayalarından oluşan dağ kuşakları, bileşenleri açısından incelendiğinde %90'ı yukarıda verilen kırıntılı kayaların başkalaşmasıyla oluşmaktadır. İngilizce adına benzetme yapılarak kısaca metadiritik olarak adlandırılan başkalaşmış kırıntılılarda, tabakalanma yaklaşık ilk 20 smlik derinliğe kadar belirginliğini koruyabilir. Arlan, derinlikte- kütlelilik kazandığı 'derin vadi tabanlarında ve tünel kazılarında gözlenebilmektedir (Duman, 1993)..,

Kırıntılı kayalar pekişmeleri sonrasında artan, sıcaklık (T) ve/veya basınçla. (P) başkalaşma, uğrarlar. Başkalaşım sırasında katı - katı tepkimeleri başlar.

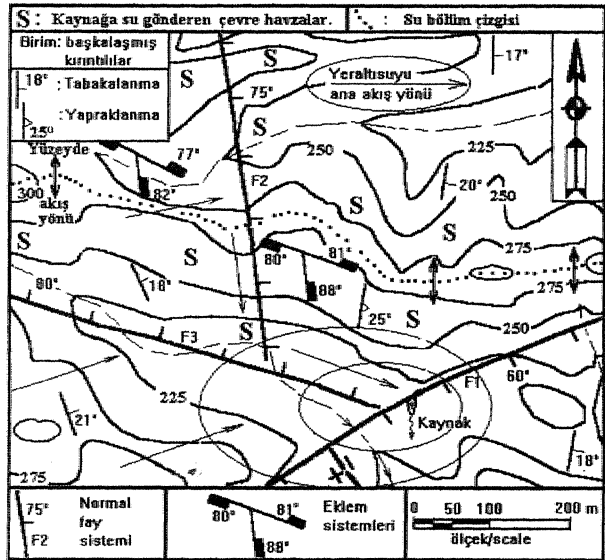
Böylece:

- Kil mineralleri daha duraylı olan mika, klorit, kloritoid, profillit ve paragonit minerallerine dönüşür,
- Tabakalar kaynaşarak birim kütlelilik kazanır.
- Gözenekler kaybolduğundan geçirimsizliğe sifıra yaklaşır..

Ancak dağ oluşturan olaylar sonucu düşük - orta derecede başkalaşmış kayalar yüzeylenirken kaynaşma, yüzeylerinde ve bileşimsel değişiklik gösteren eski süreksizlikler yüzeyince ayrılmalara başlar., Bu durumda, özellikle üst bölümlerine doğru geçirimsizlik artar. Bileşimsel özellikleri gereği her tabakanın hidrojeolojik karakteri değişik olacaktır. Metakuvarit içerisindeki süreksizlikler genellikle geçirimsizlikten fillatlar içerisindeki geçirimsiz veya. az, geçirimsiz nitelik taşımaktadır. Bu durum, aşağıda sunulan iki örnek üzerinde somutlaştırılmaya çalışılmıştır.,

Kaynakdere kaynağı

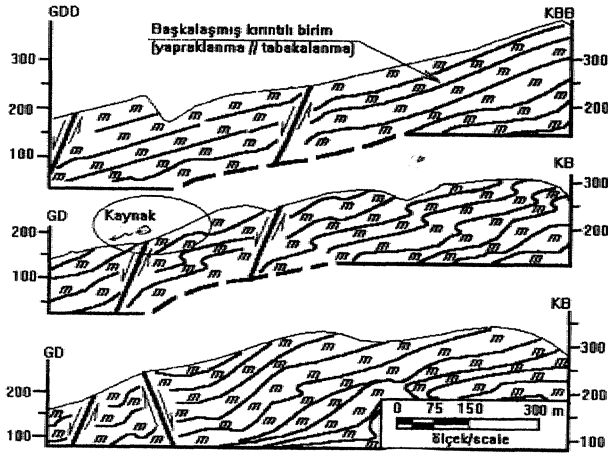
Bu kaynak, fillit, metakuvarit ve mikaşit aralanmasının çoğunlukta olduğu bir metadiritik birim, içerisinden çıkmaktadır (Şekil 1). Şeklin K ve KB'sındaki Mlişik havzaların (S ile belirtilen) suyunun önemli bir bölümü süreksizlikler yardımıyla bu kaynağa gelmektedir., Kaynağın boşalımı -10 l/s'dir. Oysa, bu kaynağın su bölüm çizgisine dayalı belirlenen havzası 400 m²'den daha azdır. Ancak, yapısal yöntemle (Yılmaz, 1991) belirlenen beslenme havzası 200 hektarın üzerindedir.,



Şekil 1. Çalışma alanının genelleştirilmiş yapısal jeolojisi

- Özel bir iklimsel durum, yoksa denize bakan dağ yamaçlarının yüksek bölümleri daha fazla yağış alır. Ayrıntı, Yılmaz (1993 ve 1994)'de verilmiştir.

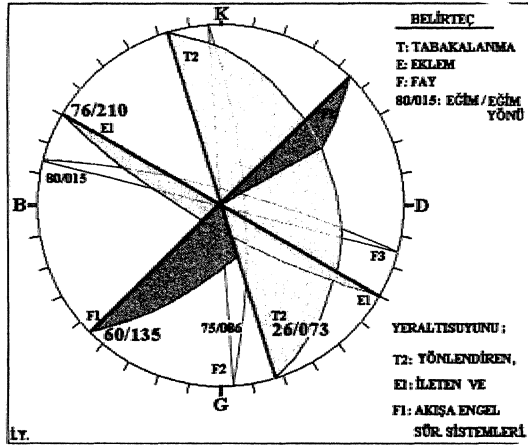
- Tabaka ve şistozitenin birbirine uyumlu (//) olduğu bu birimde (Şekil 2), genel konum $20^{\circ}/075^{\circ}$ 'dir.



Şekil 2. Çalışma alanının tipik jeolojik kesitleri.

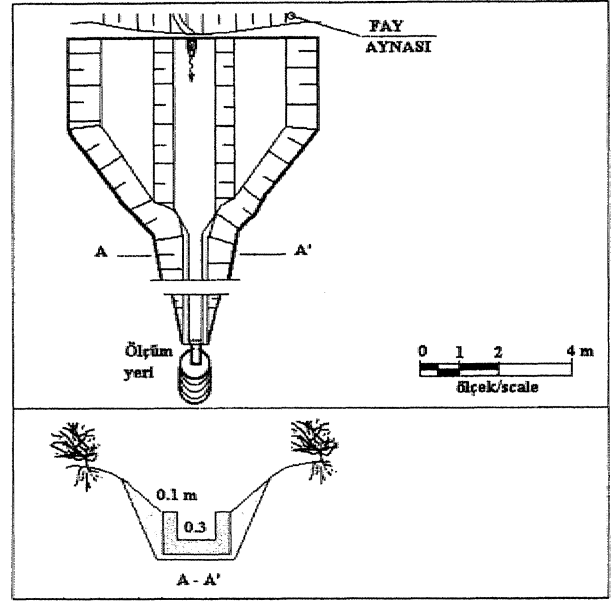
- Kaynağın beslenme havzası sınırı, K ve KB'daki bitişik havzaların tepeyukarısı bölümlerini de içine alır.

Bu nedenlerle, kaynağın geliştirilebilme şansı büyük olup süreksizliklerin ayrıntılı çalışılmasıyla yeni potansiyel kaynak alanlarda belirlenmiştir. Şekil 1 - 3



Şekil 3» Kaynağın oluşumunu etkileyen ana süreksizlik sistemleri..

birlikte incelendiğinde; yapraklanma ve tabakalanmanın yeraltısuyooe D*ya ve GD'ya yönlendirdiği görülür. 807 015° konumlu fay ve 767210* konumlu eklemler GD'ya yönlendirilen soyun bu yönde hızla iletilmesine olanak sağlamaktadır., İleten, ve yönlendiren sistemler 607136" konumlu fayla kesildiğinden., iletimde süreklilik bu fayda son bulmuştur., Faya kadar ulaşan suyun bir bölümü hidrostatik, basınç altında yükselip kaynağa dönüşmektedir. Böyle bir kaynağın işletmeye alınabilmesi için nitelik ve nicelik açısından en az bir yıl gözlem altına alınması gerekmektedir. Gözlemlerin sağlıklı yapılabilmesi için -Şekil 4te verilen düzeneğin veya bir benzerinin yapılması kaçınılmazdır.



Şekil 4. Tasarım öncesi güvenilir gözlem için örnek akaçlama sistemi.

Ayransuyu kaynağı

Bu kaynak,, Nurdağı'mio 1400 m'ye ulaşan yüksek bir bölümünün eteğindeki yamaç molozu ve eski kaya çığından çıkmaktadır. KB'ya eğimli tabaka,, şistozite, bindirme fayları, ve sıkışma eklemleri tarafından KB'ya yönlendirilen yeraltısuyu kaya, çığı - yamaç molozu içersine boşalmaktadır. Nurdağı, Yılmazzer (1993)'te belirtildiği gibi. Üst Kretase'de KB'dan GD'ya doğru olan sıkıştırma kuvvetlerinin etkisi altına girmiştir. Büyük olasılıkla, kıta yamacında olan metadetritik. istif bu kuvvetlerin etkisinde tek yönlü yapıları (KB'ya eğimli tabaklanma, şistozite,, bindirme ve: ters faylar, sürüklenme ve yatık, kıvrımlar ve sıkışma eklemlerini) kazanırken batı yamaçlarında dolerit daykılannca kesilmiştir. Geçirimsiz olan daykılann çalışma alanının hidrojeolojik özelliklerin belirlenmesinde büyük önem taşır. Ayrıca, ayrıntılı olarak haritalanan daykılann alansal dağılımı otoyol bileşenlerinin tasarımında da etkin bir şekilde kullanılmıştır. Dayklar, çoğu yerele, bitki, örtüsünde ve yüzey şeklinde çizgisellik yaratmıştır. Bu nedenle, izlenmesi oldukça kolaydır.

Aynı birim, KDK - GBG yönünde uzanan Nurdağı'nın balı yamacında ofiyoliüü melanj 'tarafından bindirilmişken doğu tarafında ise ofiyoliüü melanja bu birim bindirmektedir. Dağı karakterize eden KBB'ya eğimli tek yönlü yapılar nedeniyle dağın batı yamacında, sızıntı, kaynak ve akarsular yoğunlaşmıştır. Başkalaşmış kırıntılı kayalarından çıkan bu kaynak suları, mineral yönünden fakir olup genellikle asidik (pH= 6.5) karakteriirler.. Asidik, özellikli, sular, içildiğinde acıkma hissi uyandırır. Bu nedenle,, bu suyun çok. iyi nitelikli, olduğu

ve hazmı kolaylaştırdığı kanısı yaygındır, ancak yanlışır. İçme suyunun pH'ı 8 dolaylarında olmalıdır (bkz. Tablo 1).

Çukurova'nın doğusunda, yüksek bir engel olan be dağ sırasının yüksek oranda yağış almasının (Duman, 1993) yanısıra buharlaşmanın az oluşu yemlitsuyu olanaklarını arttırmıştır. Bu durum aşağıda, sunulan denkliklerde yansıtılmaya çalışılmıştır., Bu denklikler, özellikle taşlan .hesaplamalarında ve taşkına yeraltısuyunun katkısının belirlenmesinde yazar tarafından 1988'den bu yana geliştirilerek kullanılmaktadır. Ayrıntılı bilgi, Yılmaz (1991 - 1994), Duman (1993) ve Yılmaz ve diğ, (1994)"te sunulmuştur.

$$P = P_m + S * A H$$

P: Çalışma .akamda olası ortalama yıllık, yağış (mm)

Pra: En yakın meleroloji istasyonundaki ortalama yıllık, yağış (mm)

S: Yağış-Yükseklik grafiği eğrisinin eğimi (Yılmaz, 1993)

AH: Meteoroloji istasyonu ile çalışma alanı arasındaki kot farkı (m)...

$$F_c = 1 + F(d) + F(p) \text{ Düzeltme katsayısı}$$

$$F(d) = (a/A) \text{ Süreksizlik bileşeni}$$

$$F(p) = F(a) + F(s) \text{ Fiziyoğrafi bileşeni}$$

$$F(a) = S^2 * P/P_m \text{ Kot (yükseklik) bileşeni}$$

$$F(s) = S_{cd} * [(2 - S_{cd}/L) / Y] * a/A \text{ Karörtü bileşeni}$$

a: Yapısal Yöntemle 'belirlenen .alan artışı (+) veya alan. azalması (-), m²

A: Alışılalmış (conventional) yöntemle belirlenen su toplama alanı, m²

S: Yağış-Yükseklik grafiği eğrisinin eğimi (Yılmaz, 1.993)

S_{cd}: Çalışılan havzanın orta. yükseldik kuşağında karörtüsünün kalış süresi,, ay

L: Kuramsal olarak bulunan etkin karörtü süresi üst sınırının (10 ay) yarısı (5 ay)

Y: Bir yıldaki ay sayısı .anlamında bir katsayı, 12 ay/yıl

Su bölüm - çizgisine ve en yakın meteoroloji istasyonu verilerine dayalı yöntemle belirlenen kaynak: soyu verimi (Qv) "Fc" ile çarpılarak gerçek verim, belirlenmelidir (Qg = Fc * Qv).

Ayransuyu kaynağı,, yazar ve çalışma ekibi tarafından ülke genelinde, bu bağlamda sürdürümekte olan araştırmalardan birisidir. Ayransuyu kaynağı suyunun elde edilmesi, kolay olduğu için çevre yerleşim birimleri ve Bahçe Belediyesi tarafı.od.an işletmeye alınmıştır... Benzer nitelikte edilgen yeraltısuyu kaynakları yine batı yamaçta, olmak üzere çok çok noktada gözlenebilmektedir.

Öneri ve sonuçlar

Yeraltısuyu açısından verimsiz olarak bilinen başkalaşım, kayaçlarda, özellikle başkalaşmış kırıntılılarda, faylar, gerilim eklemleri ve kovarsitik seviyelerde ikincil olarak, kazanılan geçirimsizlik farkedilir derecede yüksektir.

.. Tekyönlü jeolojik yapılarla karakterize olan dağlarda,, eğim yönündeki yamaçlar yeraltısuyu açısından oldukça zengindir. Beslenme havzası sınırlan eğim yönü tersindeki bitişik havzaların, içerisine- uzanır. Bu nedenle, SÜ toplama şansı, alışılalmış, yöntemlerle belirlenen değerlerden daha yüksektir. Benzer sıradağlarda,, dağ sırtları yağış yönünden göreceli, olarak, daha şanslıdır. .Ayrıca,, .kar örtüsünün daha uzun süre kalması, bu kesimlerde yağış suyunun yeraltısuyuna katılmasını artırır. Başkalaşmış kırıntılı kayaçlardan çıkan kaynak solan,, mineral yönünden fakir olup genellikle asidik (pH= 6.5) karakterlidirler.

Başkalaşım kayaçlardan oluşan bölgelerde; yapısal jeolojinin ayrıntılı çalışılması ve yükseklik - yağış - sızma ilişkilerinin gerçeğe yakın kurulması» hidrojeolojik .araştırmanın ilk ve en önemli aşamasıdır. Daha sonra, birimlerin litolojik özelliklerinin ayrıntılı olarak çalışılması da yapılarak yeni kaynakların bulunması veya varolanların geliştirilmesi aşamasına, geçilir,,

KATKI BELİRTME

Yazar, her türlü bilimsel, araştırma için verilerin toplanmasında ve derlenmesinde anlayış gösteren kurum ve kuruluşlardaki yetkililere teşekkür eder.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Duman, T., 1993, Tfpus. - Adana. - Gaziantep (TAG) otoyolu T2 - T4 tünelleri arasının mühendislik, jeolojisi. Çukurova Üniversitesi., Fen. Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anablim Dalı, Yüksek. Lisans Tezi, 109 s.
- Sial Ltd., 1993» Kaynak Derenin hidrojeolojik özellikleri raporu.. Yayınlanmamış rapor,
- Yılmaz» L, 1990, Geçki belirlenmesi ve: bu seçimde jeolojinin önemi.. Jeol Muh. Dergisi, 36» 37 - 45.

- Yilmazer» 1., 1991, Katmanlı ve eğimli bir jeolojik birimde: yeraftısuyu beslenme havzası sınırının belirlenmesi üzerine Mr yaklaşım.. Yağış. - Sel - Heyelan. Simpozyumu, 20.5-218,
- Yilmazer, i, 1992, Hidrojeolojik arařtırmalarda yükseklik ve süreksizlik etkenleri. Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi Bülteni, 14., 110 -122.
- Yilmazer, l., 1993,, Kaynak düşü enerjisinin yeraltısnyu çıkarılmasında kullanılmasına bir yaklaşım. Atatürk Üniversite Reformu, Jeoloji Eğiliminde' 60.. Yıl Kutlama Program.!, I.Ü., 6 - 8 Ekim 1993,
- Yilmazer, l., 1994,, Sugüoü ve: doğal çevre ilişkisi, üzerine, Türkiye: 6. Enerji Kongresi, Teknik Oturumlar Tebliği 2, 198 -211, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 17 - 22 Ekim 1994, İzmir.
- Yilmazer î. ve Çongar, B., 1994, Significance of discontinuity survey and physiographical study in engineering works.. Proceedings of the 7th congress of the International Association of Engineering Geology Organising Committee., 5 - 9 September 1994., Lisbon. - Portugal, 110.5 -1111.
- Yilmazer, l., Erhan, F. ve Hoş, T., 1993, Yukarı Orta Amaoslamn genel jeolojisi ve bölgenin -mühendislik jeolojisi sine etkisi. 46. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 8, 30 - 38.
- Yilmazer, l., işler, F. ve Duman., T., 1992,, Metamorphism in the Nuumountain Range and its. effect on the engineering, geology of the region. Proceedings and abstracts of the 1st International Symposium, on. Eastern Mediterranean Geology, 67 - 76., Ankara.