

DOĞAL GAZ'IN TÜRKİYE'DE MOTORLU ARAÇLARDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN ÇEVREYE VE EKONOMİYE ETKİSİ

Önder Altuntaş¹, Nesrin Kılıç², Yunus A. Çengel³

- 1- Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksekokulu, Eskişehir, 26470, oaltuntas@anadolu.edu.tr
- 2- Kazım Karabekir Cad. No:4 Alibeyköy, İstanbul, 34060, nkilic@igdas.com.tr
- 3- Department of Mecanical Engineering, University of Nevada, USA, 89557,
yunus_cengel@yahoo.com

ÖZET

Bu çalışmada, alternatif yakıt olarak motorlu taşıtlarda doğal gaz'ın kullanılabilirliği ve kısa vadede yararları araştırılarak, ülkemizde arabalarda doğal gaz kullanımına geçilmesiyle ekonomik ve çevresel etkileri incelenmiştir. Mevcut sistemlerin doğal gaz'a dönüştürülmesinden 2.5 yıl sonra ilk yatırım maliyetinin karşılandığı görülmüştür. Bunun yanında dünya genelinde yaygın olarak kullanılan petrol ürünlerinin çevreye verdiği geri dönülemez zararları nedeniyle karbon miktarı az olan fosil yakıtlarının kullanımı tercih edilmektedir. Sonuç olarak, yüksek oktan değerine ve düşük motor emisyonlarına sahip doğal gazın belirtilen geçiş döneminde alternatif yakıt olarak düşünülmelir.

Anahtar Kelimeler: Motorlu taşıtlar, doğal gaz, çevresel etkiler.

ABSTRACT

In this study, natural gas availability in motor vehicles and associated short term benefits were investigated. After switching on to the using natural gas in vehicles in our country, the economical and the environmental effects were investigated. It was seen that 2.5 years later first investment cost was compensated after modified available systems. Furthermore, because of irreversible detriments due to using carbon fuels, low carbon ratio fuels was preferred. In conclusion, having high octane number and low combustion emission, natural gas should be considered as an alternative fuel for this transition period.

Key Words: Motor vehicels, natural gas, environmental effects.

1. GİRİŞ

Her geçen gün dünyanın dengesi bozulmaya devam etmektedir. Hızla ilerleyen doğal dengesizliklerin sonlandırılması zor olsa da, azaltılması için gerekli çalışmaların yapılması gereklidir. Dengesizliğe neden olan problemlerden biriside emisyonların

THE TRENDS IN TURKISH RIVERS DISCHARGES AND THE EFFECTS OF THOSE TO HYDROELECTRIC POWER GENERATIONS

ABSTRACT

In this study; the trend analysis of the flood, average and low discharges in Turkish rivers and the effects of these trends in hydroelectric power production were investigated. Data used in this study were gathered from 25 river basins. But 2 river basin's data were not used because of some man-made interventions. 104 river discharges measurement stations' data which belong to river basins have been used. Hydroelectric generation data was taken from TEDAŞ.

Trend was found in the majority of rivers in Marmara, Aegean, Inner Anatolia (Sakarya basin included) and Mediterranean regions. The number of flow stations with trend was larger in mean and low flows compared with maximum flows. Except a couple of stations trend was decreasing with time. As a result, statistically significant decrease was found in the low and mean flows (and in maximum flows of some stations) of western, inner and southern parts of Turkey for a time period covering the recent 39-73 years. Other regions has an increasing trend. Hydroelectric power production in the period of 1970-2008 years display a similar trend like discharge.

Key Words: River Basin, Discharge, Trends, Hydroelectric Generation

GİRİŞ

Küresel iklim sistemleri atmosferin oluşumundan bu yana kendi doğal değişkenliği içinde zamansal ve alansal olarak değişme eğilimi içinde bulunmuştur. Bu değişkenlik eğilimi 19. Yüzyıl ortalarına kadar doğrudan Güneş'teki, atmosferdeki veya yerküre/atmosfer birleşik sistemindeki yer alan öteki bileşenlerin doğal değişiklikleriyle ilişkili olmuştur fakat bu tarihten sonra Küresel iklim sistemlerindeki doğal değişim bileşenlerine ilk kez insan etkinlikleri de katılmış ve etkili olmaya başlamıştır (Yıldız ve Malkoç, 2000).

19.Yüzyılın sonlarında başlayan ve atmosferdeki birikimleri artmaya devam eden sera gazları nedeniyle kuvvetlenen sera etkisinin oluşturduğu küresel ısınma, özellikle

1980'li yıllardan sonra daha da belirginleşmiş ve 1990'lı yıllarda en yüksek değerlerine ulaşmıştır. Küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliğinin etkilerinin küresel boyutu içinde, geçmişteki iklim değişikliklerinde olduğu gibi, bölgesel ve zamansal farklılıklar oluşabilecektir. Bunun anlamı, gelecekte dünyanın bazı bölgelerinde kasırgalar, kuvvetli yağışlar ile onlara bağlı seller ve taşkınlar gibi meteorolojik afetlerin şiddetlerinde ve sıklıklarında artışlar olurken, bazı bölgelerinde uzun süreli, şiddetli kuraklıklar ve bunlarla ilişkili yaygın çölleşme olayları daha fazla etkili olabilecektir. Yağışlar, genel olarak Kuzey Yarımküre'nin yüksek enlemlerindeki kara alanlarında, özellikle de soğuk mevsimde bir artış gösterirken, 1960'lı yıllardan sonra Afrika'dan Endonezya'ya uzanan subtropikal ve tropikal kuşaklar üzerinde bir azalma eğilimi göstermiştir. Bu değişiklikler, akarsularda, göl seviyelerinde ve toprak neminde de gözlenmiştir başlamıştır (Yıldız ve Malkoç, 2000).

Subtropikal kuşak yağışlarındaki ani azalma, 1970'li yıllarla birlikte Doğu Akdeniz Havzası'nda ve Türkiye'de de etkili olmaya başlamıştır. Genel olarak Doğu Akdeniz Havzası'nın ve Türkiye'nin yıllık yağışlarında, 1970'li yılların başı ile 1990'lı yıllar içerisinde gözlenen önemli azalma eğilimleri, bu bölgede etkili olan cephesel orta enlem ve Akdeniz alçak basınçlarının frekanslarında gözlenen azalma ile yer ve yukarı atmosfer seviyelerindeki yüksek basınç koşullarında gözlenen artışlarla bağlantılı olabileceği düşünülmektedir. Diğer taraftan, özellikle karasal yağış rejimine sahip bazı istasyonların ilkbahar ve yaz yağışlarında, yazın daha belirgin olmak üzere, bir artış eğilimi gözlenmiştir. Türkiye, küresel ısınmadan kaynaklanan değişimlerle özellikle, su kaynaklarının azalması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi öngörülen olumsuz yönlerinden etkilenecektir. Bu nedenle küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından risk grubu ülkeleri arasındadır (Türkeş, 1998).

Tarih boyunca su; canlı ve cansız varlıkların ilgi odağı olmuştur ve medeniyetler daha çok suya yakın yerlerde hayat bulmuştur. Fazla su zararlara neden olurken az su da insanların yaşamını etkilemekte ve toplu göçlere bile neden olabilmektedir. Günümüzde nüfusun artması, artan sanayi tesisleri su talebinin sürekli olarak yükselmesine neden olmaktadır. Artan su ihtiyacını karşılamak için suyun bol olduğu yerlerden az olduğu yerlere taşınması ve su biriktirme haznelere oluşturmak gibi önlemler alınabilir. Fakat en etkili yol suyun geçmişteki davranışını inceleyip gelecekteki davranışını tahmin

etmektedir. Su miktarlarının zaman serisinin bilinmesi depolanan ve depolanacak suyun daha dikkatli olarak kullanılmasına ve planlanmasına yardımcı olur. Hidroloji, hidrometeoroloji ve su ile ilgili yatırım yapan kişi, kurum ve kuruluşlar geleceğe dönük planlarını yaparlarken çalışma yapılacak havzadaki geçmişte su akımlarının nasıl bir değişim gösterdiğini bilmek durumundadırlar. Yıl, mevsim, ay ya da gün esas alınarak nehir akımlarının geçmişteki verileri gelecekte yapılacak planlamalar için gerekli olmaktadır (Bayazıt, 1998).

Zaman serilerinin incelenmesi sonucunda yatırımın yapılıp yapılmayacağı ve üretim aşamasında nasıl bir durumla karşılaşılacağı sorularına cevap bulunabilir. Üretilecek enerji veya sulama için sağlanabilecek maksimum su miktarı bu sayede daha sağlıklı olarak gelecek için tanımlanabilir. Bu işlemler zaman verilerine dayanarak istatistik kontrol yöntemi ile yapılır. Bu şekilde yatırımcının kabulleneceği sorumluluk önceden belirlenebilir. Su kaynaklarının miktarlarının değişimi hakkında önceden bilgi sahibi olunabilir (Bayazıt, 1998).

Verilen bu giriş bilgilerinden sonra konuyla ilgili şunu söylemek mümkündür; çoğu su kaynakları gelişim projeleri, 50-100 yıl veya daha fazla süre verimli olarak kullanılabilir şekilde dizayn edilir. Su kaynakları projelerinin geliştirilmesi ve dizaynında genel olarak, iklim trendleri veya salınımları dikkate alınmadan mevcut meteorolojik ve hidrolojik kayıtların gelecek 50 veya 100 yıl içerisindeki olabilecek taşkınlar, kuraklıklar ve su teminlerinin tahminlerine imkan vereceği kabul edilir (Bayazıt, 1998).

Eğer mevcut olan gözlemler yağış ve su temininin tedrici olarak azaldığı bir periyot boyunca alınsa ve bu azalış projenin ekonomik ömrü boyunca devam etse projenin fiziksel ve finansal başarısı ciddi bir tehlikeye maruz kalabilir. Benzer şekilde, eğer kısa bir hidrolojik kayıt varsa ve bu kayıtlar kurak bir döneme aitse, yapının taşkın dizaynı için dikkate alınan değerler çok küçük alınacağından hesaplanan yapı boyutları ıslak dönemlerde meydana gelecek daha büyük taşkınlarda yetersiz kalacağından yapının yıkılmasına yol açabilecektir. Bu nedenlerden dolayı yapılan bu çalışma, inşa edilecek olan her türlü su yapısı ve su kaynaklarının kullanımına yönelik bazı belirleyici özelliklerin ortaya konulması açısından yararlı olacaktır (Cıgızoğlu ve diğ., 2002).

Ortalama, düşük ve maksimum akımlar su kaynakları mühendisliği uygulamalarında farklı açılardan önem taşımaktadır. Taşkın ve ortalama akım değerleri

baraj haznelerinin biriktirme kapasitesinin hesabı ve taşkın yapılarının projelendirilmesi; düşük akımlar ise baraj dip savağından nehrin mansap tarafına verilecek debi miktarının belirlenmesi ya da su kalitesi standartlarının muhafazası gibi konular açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle geçmiş akım kayıtları incelenerek gerek düşük akım gerekse de taşkın akım değerlerinde bir trend bileşenin araştırılması gelecekteki su kaynakları projelerinin planlanması açısından büyük önem arz etmektedir. Ayrıca, akımlardaki eğilimlerin bilinmesi su yapılarının optimum bir şekilde planlanması ve işletilmesinin yanı sıra özellikle hidroelektrik santrallerin planlanması ve işletilmesi aşamalarında büyük önem kazanmaktadır. Düşük akım, ortalama akım ve maksimum akımlarda azalan yönde trend, su kaynakları mühendisliğinde taşıdığı önemi şöyle özetleyebiliriz; Düşük akımlardaki azalma akarsuların bazı dönemlerde kuruyabileceğinin göstergesi olarak kabul edilebilir. Bu durum özellikle sulamanın önemli olduğu yaz ayları için söz konusudur. Aynı zamanda düşük akım dönemlerinde atık suların yüzeysel sulara verilmesinde seyrelme bakımından önemli sorunlar ortaya çıkar. Düşük akım istatistiklerinde zamanla meydana gelebilecek azalma, artma tesislerinin yerinin belirlenmesi, sulama ve içme suyu temini, akarsularda doğal yaşama engel olmadan alınabilecek su miktarlarının belirlenmesi gibi konular açısından önem taşımaktadır. Düşük akım istatistik değerlerindeki değişiklikler aynı zamanda hidroelektrik santraller, su biriktirme yapıları ve soğutma tesislerindeki minimum etek suyu bırakma hesaplarını etkiler (Cıgızoğlu ve diğ., 2002).

Yıllık ortalama akımlardaki bir azalma ise hazne kapasitesinin belirlenmesi ve daha sonra hazne işletim çalışmalarının gerçekleştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Taşkınlardaki bir artış baraj dolu savak projelendirilmesi açısından önemlidir. Bilindiği gibi bağlama ve baraj boyutlandırmasında taşkın debisi değerleri dikkate alınmaktadır. Aynı şekilde akarsu düzenleme yapılarının projelendirilmesinde de taşkın değerlerindeki değişim dikkate alınmalıdır (Cıgızoğlu ve diğ., 2002).

Bu konuda farklı ülkelerin nehirleri için yapılmış uluslararası çalışmaların literatürde bulunmasına karşın ülkemiz için sadece Malkoç ve Yıldız 2001 yılında, İTÜ – EİE ortak çalışması olarak 2002 yılında ülke genelini kapsayan birer çalışma yapmışlardır. Bu çalışmaların sonuçları, ileride kurulabilecek iklim değişikliği modellerine ışık tutacaktır. Bunun yanında su kaynakları mühendisliğini ilgilendiren projelerin geleceği açısından yardımcı bilgiler sağlanacaktır.

akımlarındaki değişimlerin hidroelektrik enerji üretimlerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan nehir akım verileri, Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiş olup sonuçlar İTÜ İnşaat Fakültesi Hidrolik Anabilim Dalı ile EİE Genel Müdürlüğü'nün birlikte yaptıkları ortak proje kapsamında "Türkiye Nehirleri Taşkın, Ortalama ve Düşük Akımlardaki Trendleri" çalışması ile Yıldız ve Malkoç 'un yaptığı "Türkiye Akarsu Havzaları ve Hidrolojik Kuraklık Analizi" çalışmalarından çıkarılmıştır. Hidroelektrik Santrallara ait veriler "TEAŞ istatistikleri 2000" yayınından EÜAŞ 'den temin edilip değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

KULLANILAN VERİLER VE YÖNTEM

İncelenen İstasyonlar ve Hidroelektrik Santraller

Çalışmalar kapsamında incelenen nehir akım verilerinin tamamı EİE Genel Müdürlüğü tarafından sağlanmıştır. İlk etapta toplam 25 havzada mevcut olan bütün nehir akım verileri dikkate alınmıştır. Ölçüm yapılan nehirlerde ölçüm süresince herhangi bir zaman diliminde bir müdahale yapıp yapılmadığı da belirlenmiştir. Bu bilgiler ışığında 25 havzadan 2'si elenmiş (2 ve 19 No'lu havzalar) ve toplam 23 havzaya ait müdahalesiz ya da analizi etkilemeyecek boyuttaki düşük müdahaleli istasyonlara ait nehir akım verileri çalışmalara dahil edilmiştir. Akarsuların müdahale durumları, EİE İdaresine ait Hidrometrik Etüt Merkezi Şefliklerince yapılan yıllık akarsu gözlem istasyonları durum raporlarından belirlenmiştir. Buna göre çalışmada kullanılan akarsu havza sayısı 23, akım gözlem istasyonu sayısı ise 104'tür. Belirlenen bu istasyonlara ait günlük ortalama, maksimum ve minimum akım değerleri kullanılmıştır. Hidroelektrik Santrallerin üretimleriyle ilgili bilgileri 1970 – 2000 yılları arası TEAŞ istatistiklerinden 2001-2008 yılları arası üretim bilgileri ise EÜAŞ tarafından EİE genel müdürlüğüne bildirilen üretim arşivinden alınmıştır. Bu çalışma çerçevesinde Ülkenin farklı noktalarında gerçek üretim trendlerini yansıtacağı tahmin edilen 5 adet HES verisi incelenmiş ve bu çalışmaya Gediz havzasında bulunan Demirköprü HES ile Yeşilirmak havzasında bulunan Hasan Uğurlu HES verileri incelemesi yansıtılmıştır.

Trend çalışması, yıllık maksimum akım, ortalama akım ve düşük akım istatistiklerinin analizi olmak üzere üç grupta gerçekleştirilmiştir. Yıllık maksimum akım; bir su yılı boyunca gözlenen en yüksek anlık akım, yıllık ortalama akım; bir su yılı boyunca gözlenen akımların ortalaması olarak değerlendirilmiştir. Yıllık düşük akım ise her su yılına ait 1 günlük ve 7 günlük düşük akımların en küçüğü olarak alınmıştır. 1 günlük düşük akım, bir su yılı boyunca ölçülen 1 günlük akımların en düşük değeri, 7 günlük düşük akım ise birbirini izleyen 7 günlük ortalama akımların en düşük değeridir.

Bir akım yılına ait maksimum, ortalama ve düşük akım değerleri hesaplandıktan sonra bu değerlerin zamanla değişimi grafik haline getirilmiştir. Daha sonra bu grafikler üzerinde trend çizgisi oluşturulmuş olup, zaman ve akım istatistik değerleri arasındaki ilişkiyi tanımlayan ve ilişkinin yönünü de belirleyen korelasyon katsayıları belirlenmiştir. Korelasyon katsayılarının belirlenmesinde aşağıda belirtilen yöntem kullanılmıştır;

Korelasyon incelemelerinde X ve Y' nin her ikisinde rastgele değişken olarak alınmıştır. Bu amaçla X ve Y'nin kendi aralarındaki ilişkinin gücü belirtmeye çalışılmıştır. Bu ilişkiler üzerinde herhangi bir test uygulanmamıştır. Korelasyon katsayısını belirlemede kullanılan formülasyon aşağıdaki gibidir;

$$r = \frac{\sum x_i y_i - N \bar{x} \bar{y}}{\sqrt{(\sum x_i^2 - N \bar{x}^2)(\sum y_i^2 - N \bar{y}^2)}}$$

Takiben belirlenen korelasyon katsayılarına göre akımlardaki azalma veya artmayı gösteren konturlar çizilmiştir. Konturlardaki kırmızı tonlar akımlardaki azalmaları yeşil tonlar ise akımlardaki artmaları göstermektedir.

HES verilerinde ise yıllık üretimler dikkate alınmış ve üretimlerin istatistik analizleri yapılmış, fizibilite ve üretimler arasında ilişkiler incelenmiştir. Enerji üretimleriyle baraj akımlarını temsil eden istasyon akımları incelemesi birlikte değerlendirilmiştir.

Ortalama Akımlar

Türkiye genelindeki akım gözlem istasyonlarının uzun yıllar günlük akımlarının zamanla ilişkileri incelendiğinde Marmara Bölgesinin batısı, Ege Bölgesinin sahil ve iç kesimleri, İç Anadolu Bölgesinin batısı, Orta Akdeniz Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinin orta bölümlerindeki akımlarda azalma olduğu görülmektedir (kırmızı konturlar). Diğer bölgelerin ortalama akımlarında ise zamanla artan bir ilişki olduğu göze çarpmaktadır (yeşil konturlar) (Şekil 1).

Maksimum Akımlar

Kısmen Marmara Bölgesinin batısı, kısmen Ege Bölgesinin sahilleri, İç Anadolu Bölgesinin batısı, çok az bir şekilde Akdeniz Bölgesi, hafif olarak Batı ve Doğu Karadeniz Bölgelerinde maksimum akımlarda zamanla azalma vardır (kırmızı konturlar). Diğer bölgelerde ise akımlarda artma meydana gelmiştir (yeşil konturlar) (Şekil 2).

Minimum 1 Günlük Akımlar

Minimum 1 günlük akımlar bazında Ege Bölgesi, Doğu Akdeniz Bölgesi, İç Anadolu Bölgesinin batısı ve hafif olarak Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde azalmalar vardır (kırmızı konturlar). Diğer bölgelerde ise artışlar mevcuttur (yeşil konturlar) (Şekil 3).

Minimum 7 Günlük Akımlar

Ege Bölgesi, Doğu Akdeniz Bölgesinin bir kısmı ve İç Anadolu Bölgesinin batı bölümlerinde minimum 7 günlük akımlarda azalmalar oluşmuştur (kırmızı konturlar). Diğer bölgelerin minimum 7 günlük akımları ise artan bir trend göstermiştir (yeşil konturlar) (Şekil 4).

HES Yıllık Üretimleri

Hydrolik Santrallerdeki yıllık üretimler yıllık ortalama akımlarla paralel sonuçlar göstermektedir. Akımlardaki azalma trendlerinin olduğu bölgelerde enerji

üretimleri fizibilite değerlerinin altında çıkmakta ve bir azalış eğilimi göstermektedir. Akımların artış arzettiği bölgelerde ise üretim trendleri yukarıya doğru fizibilite değerlerinin üzerinde gidiş göstermektedir.

SONUÇLAR

Akımlar;

Son 39-73 yıllık dönemde Türkiye'nin batı, orta ve güney bölgelerindeki akarsuların özellikle ortalama ve düşük akımlarında (ve bazılarının maksimum akımlarında) anlamlı bir azalma olduğu, kuzey ve doğu bölgelerde ise akımlarda artışların olduğu ortaya çıkmaktadır.

Akım – Enerji İlişkisi;

Hidroelektrik Santrallerin projelendirilmesindeki en önemli verilerden birisi de akım bilgileridir. Bugüne kadarki yapılan çalışmaların genelinde geçmiş yıllardaki akımların önümüzdeki işletme dönemlerinde de aynı periyotlarda geleceği düşünülerek planlama çalışmaları yapılmıştır. Ancak, tesislerin işletmeye geçmesinden bugüne kadar yapılan enerji üretimleri incelendiğinde bu üretimler fizibilite çalışmalarında ön görülen enerji üretimlerinin altında veya üzerinde olduğu görülmektedir. Bu farklılığın önemli nedenlerinden biri de akımların zamana bağlı trendleridir.

Hidrolik tesislerin projelendirilmesinde akımlardaki trendlerin dikkate alınması gerekmektedir. Aksi takdirde ya kurulu güç eksikliği veya kurulu güç fazlalığı söz konusudur. Ayrıca işletme halinde bulunan rezervuarlı hidroelektrik santrallerde de akımlardaki trend mutlaka dikkate alınmalıdır. Bu konu ile ilgili olarak yabancı ülkelerde akımlardaki trendin gelişimine göre mevcut santrallara ilave kurulu güç çalışmaları yapılmaktadır. Şöyleki; akımlardaki trend dikkate alınarak Japonya'da bulunan Okutadami Hidroelektrik Santrali'nin Kurulu Gücü 360 MW'tan 200 MW'lık artışla 560 MW'a , Otari Hidroelektrik Santrali'nin Kurulu Gücü de 95 MW'tan 87 MW'lık artışla 182 MW'a çıkarılarak iki santrale toplam 287 MW'lık Kurulu Güç ilavesi yapılmıştır [EPDC, 2000].

2007 yılı itibariyle ülkemiz ekonomik hidroelektrik enerji potansiyeli 129.454 Milyar kWh/yıl'dır. Bu potansiyelimizin henüz %36'i kullanılmakta, % 11'u inşaa halinde ve geriye kalan % 53 ü ise çeşitli proje seviyelerindedir (EİE, 2007). Özellikle

çözüm üretmeliyiz. Bunun yanısıra işletme halinde olan santrallerimizde da akımlardaki trende bağlı olarak gerekli tedbirler alınmalı ve gerekiyorsa ilave güçler için projelendirme çalışmalarına başlanmalıdır.

5. KAYNAKLAR

1. Bayazıt, M., Hidroloji, İTÜ Matbaası, 1998, İstanbul
2. Cıgızoğlu, K., Bayazıt, M., Önöz, B., Yıldız, M. ve Malkoç, Y., 2002, Türkiye Nehirleri Taşkın, Ortalama ve Düşük Akımlarındaki Trendler, EİE Genel Müdürlüğü ve İTÜ Ortak Projesi, EİE Matbaası, 265s, Ankara
3. EİE Tarafından Mühendislik Hizmetleri Yürütülen Hidroelektrik Santral Projeleri, Ocak 2007, Ankara
4. Yıldız, M. ve Malkoç, Y., 2000, Türkiye Akarsu Havzaları ve Hidrolojik Kuraklık Analizi, EİE Matbaası, 185s, Ankara
5. EPDC-Okutadami and Otori Hydro Powerstation Expansion Project, Electric Power Development Co.ltd. 2000, Okutadami Otori Hydro project Construction office
6. TEAŞ-Türkiye Elektrik Üretim – İletim İstatistikleri 2000, Ankara
7. Türkiye Barajlar ve Hidroelektrik Santraller, DSİ 1999, Ankara
8. Türkeş, M., 1998, Küresel Isınma Rekor Kırıyor, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 370, 20-21, Ankara.