

KURAKLIK, SUN'I YAĞMUR ve EROZYON

Hayati ÇELEBİ (1).

ÖZET

Kuraklık; ziraat ekonomisi, dolayısıyla millî ekonomi üzerinde etkili önemli bir sorundur. Son zamanlarda meydana gelen bu sorun, yurdumuzda ziraat üretimini geniş çapta etkilemiş ve büyük şehirlerde halkın su sıkıntısı çekmesine sebep olmuştur. Kuraklığın önlenmesi için, sun'î yağmur bombalarının kullanılması üzerinde durulmuş ve bu hususla ilgili çeşitli görüşler ileri sürülmüştür. Bütün bu görüşler, sun'î yağmur çalışmalarının henüz deneme safhasında olduğu ve kullanılması halinde sonuçların tesadüflere bağlı kalacağı noktasında toplanmaktadır.

Bu hususta bugüne kadar yazılmış olan yazılar da göz önünde bulundurularak, sun'î yağışlar ve bunların daha çok erozyon yönünden zararı esas alınarak hazırlanmış olan bu broşürün, bu sahada çalışanlara yararlı olmasını dilerim.

GİRİŞ

Yurdumuz son zamanlarda ciddi şekilde kuraklık sorunu ile karşı karşıya bulunmaktadır. Ülkemizin hemen hemen bütün bölgelerinde görülen kuraklık "41 yıldır görülmemiş kuraklık" olarak nitelendirilmektedir (3). Kuraklık ve bunun meydana getirdiği zararlara geçmeden önce, klimatolojik açıdan kurak hakkında biraz bilgi vermek yararlı olacaktır.

Kuraklığın Tanımı

Kuraklık, buharlaşmanın yağıştan daha fazla olduğunda meydana gelir. Ku-

raklık sözlük anlamıyla "kuru", "yağışsız" olarak tarif edilmektedir.

Evapotranspirasyon

Buharlaşma da toprak yüzeyinde buharlaşma (evaporasyon) ve bitkilerle olan buharlaşma (transpirasyon) şeklinde iki yoldan olmaktadır ki, buna genel olarak evapotranspirasyon adı verilmektedir. Evapotranspirasyonu belirlemek için birçok ampirik formüller geliştirilmiştir. Bunlardan önemlileri Blaney-Cridde, Penman, hava radyasyonuna dayanan Jensen ve Haise yöntemleridir.

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak İlimi Bölümü Profesörü.
Dergi Komisyonuna geliş tarihi: 3.5.1973.

Önemli Kuraklık İndeksleri

Bunlardan ayrı olarak daha sıhhatli sonuçlar elde etmek için, yağış müesseriyeti veya kuraklık hususunda önemli olması hasebiyle De Martone ve Fayol, Emberger, Prescott, Thornthwaite, Erinç formüllerinden de bahsetmek gerekir (5). Önceden teklif etmiş olduğu kuraklık indisinin geliştirilmesi gayesiyle belli bir bölgenin yıllık kuraklık indisi ile en kurak aya ait kuraklık indisi ortalamasının alınabileceğini ileriye süren De Martone ve çalışma arkadaşı Fayol, bu suretle elde ettikleri indislere göre kategorileri saptamışlar ve bu indisin 5'den küçük olması halinde o bölgenin kurak, 5'den büyük ve 10'dan küçük olması halinde yarı kurak, 10'dan büyük ve 20'den küçük olması halinde yarı nemli ve 20'den büyük olması halinde nemli bir özellikte ocağını açıklamışlardır. Fransa ve Kuzey Afrika'da Akdeniz bitki örtüsü ile kaplı sahada yağış müesseriyeti ile bitki toplulukları arasındaki ilişkileri araştıran Emberger 1930 yılında, bu hususta iki formül teklif etmiştir. pluviometrik kuotient adını verdiği birinci formül, belli bir bölgede mm. cinsinden yıllık yağış miktarının 100 rakamı ile çarpılıp elde edilen değer, yıllık ortalama maksimum sıcaklığın karesinin yıllık ortalama minimum sıcaklığın karesi farkından bulunan değere oranından ibarettir. Pluviometrik faktör adını verdiği ikinci formül ise, mm. cinsinden yıllık yağış miktarı ile yağışlı günlerin yıllık ortalama sayısına çarpımının 365 rakamına bölünmesinden elde edilen değerdir. Prescott; yağış müesseriyetini, yağış ile buharlaşma arasındaki ortantıyı esas olarak 1931 ile 1952 yılları arasında teklif etmiştir. Bu araştırmacı, esasında Meyer formülünden hareket etmek su-

retiyile bunu geliştirmiştir. Oldukça tatminkâr sonuçlar veren, fakat uzun bir hesabı gerektiren Thornthwaite formülünde; aylık su fazlasının yıllık toplamının 100rakamı ile çarpımından aylık su noksanının yıllık toplamının 60 rakamı ile çarpımının farkından bulunan değer, potansiyel evapotranspirasyonun yıllık değerine oranından elde edilen "Nemlilik indeksi" esas alınmaktadır. Araştırmacı, elde edilen indeksin değerine göre 9 adet grup teklif etmiştir. Buna göre, bu indeks 100'den büyük ise iklim tipi perhumid, 80-100 ise nemli, 60-80 ise nemli, 40-60 ise nemli, 20-40 ise nemli, 0-20 ise yarı nemli, -20 ilâ 0 arasında ise kurak yarı nemli, -40 ilâ -20 arasında ise yarı kurak ve -40 dan küçük ise tam kurak (çöl) tür. Thornthwaite ayrıca, perhumidden yarı nemli iklim tipine kadar olanları çeşitli sembollerle "Nemli iklimler" ve kurak-yarı iklim tipine kadarları da "Kurak iklimler" olarak başlıca iki büyük kısma ayırmıştır. Bu formülün uygulanabilmesi için potansiyel evapotranspirasyonun yıllık su fazlasının ve noksanının bilinmesi icabeder. Bu değerler de; istasyonun enlemi, aylık sıcaklık ve yağış miktarları belli olduğunda hesaplanabilir. Erinç formülünde, milimetre olarak yıllık yağış miktarının yıllık ortalama maksimum sıcaklığa bölünmesinden elde edilen "yağış müesseriyeti" esastır. Araştırmacı, formülden hesap edilen yağış müesseriyeti değerlerine göre şu şekilde bir sınıflama yapmıştır: Yağış müesseriyeti 8'den küçük ise bölge tam kurak olup bitki örtüsü çöl, 8-15 ise kurak olup çölümsü step, 15-23 ise yarı kurak olup step, 23-40 ise yarı nemli olup park görünümlü kuru orman, 40-55 ise nemli olup nemli orman ve 55'den büyük ise çok nemli

olup çok nemli orman karakterindedir. Erinç bu formülü 1965 yılında teklif etmiştir (5).

Kuraklık Ciddî Bir Sorun Oluyor

Bu yazının baş kısımlarında da belirtildiği gibi, yurdumuzda kuraklık; yağışın, evapotranspirasyondan daha az olması ile meydana gelmektedir. Bir taraftan yağışın az olması, diğer taraftan da buharlaşmanın çok olması, kuraklığın ciddî bir sorun olmasına sebep olmaktadır. Bunun sonucu olarak; 67 ilden 41'inde su sıkıntısı çekildiği, halkın içecek su bulamadığı gibi, tarla ve bahçelerini sulayamadıkları, hattâ kullanma gayesiyle su temin edemedikleri tespit edilmiştir. Kuraklık daha çok yurdumuzda güney-doğu, güney batı, kuzey-batı, kısmen kuzey ve doğu ve orta Anadolu bölgelerinde görülmüştür ki, bu oran genel il sayısına göre % 61,2 olarak hesaplanmıştır. Demek ki, yurdumuzun aşağı yukarı üçte ikisine yakın bir kesiminde kuraklık sorunu mevcuttur. Bu durum, bunun üzerinde ehemmiyetle durulacak bir sorun olduğunu göstermektedir. Türkiye Ziraat Odaları Birliği yetkililerince bildirildiğine göre, dünyada büyük kuraklıklar 510, daha küçük devreli kuraklıklar ise 170 yılda bir görülmektedir. Türkiye'yi etkisi altına alan son kuraklığın kökü 1970 yılına dayanmakta ve 20 yıl süreceği tahmin edilmektedir (7). Kuraklığın nedeni şu şekilde açıklanmaktadır: Rusya'nın Peçora, Yenisey ve Obi nehirlerinin yataklarını değiştirerek sularını Hazar Denizine, Aral gölüne ve Volga nehrine akıtması, Kuzey denizininin buz tabakasını kalınlaştıran su kaynaklarının azalmasını ve Kuzey kutbunun ısınmasına sebep olmuştur. Bunun sonucu olarak, yurdumuza yağış

getiren soğuk hava akımları yön değiştirmiş ve kuraklık meydana gelmiştir (7).

Barajlar Su Toplayamıyor

Kuraklık yurdumuzdaki birçok arajlarda da su düzeyinin-normalin çok altına düşmesine, dolayısıyla büyük yatırımlara mal olan bu gibi tesislerin sulama, elektrik enerjisi üretme ve feyezana kontrolü gibi fonksiyonlarda bulunamamasına sebep olmaktadır. Bazı yerlerde Adana bölgesinde Seyhan, Kozan, Mehmetli (Kadirli), Kartalkaya barajları; Samsun bölgesinde Almus barajı; İzmir bölgesinde Kemirköprü ve Kemer barajları; Antalya bölgesinde Alakır, Ulaş ve Kızılkaya barajları; Orta Anadolu bölgesinde Hirfanlı, Sarımsaklı, Damsa, Altınapa, May, Sille, Akköy, Çubuk-1, Çubuk-2, Bayındır ve Kurtboğazı barajları; Elâzığ, Diyarbakır, Mardin ve Siirt bölgelerinde ise Hazar gölü, Çağ-Çağ regülatörü, Botan Elektrik Santrali verilebilir (1) (2).

Barajların su depolayamamasının nedenleri; Kasım, Aralık ve Ocak aylarında havaların kurak geçmesine ve kar yağışlarının yetersiz oluşuna bağlanmaktadır. Su sıkıntısı, nüfusu bir kaç milyonu bulan, İstanbul, Ankara ve İzmir gibi büyük illerimizde de büyük bir dert olmuştur.

Kuraklığa Karşı Çareler Aranıyor

Ciddiyet arzeden bu sorun üzerinde Hükümetimiz önemle durmuş ve Ziraat Bakanlığı ilgili bir grup teknik elemanına yağmur bombaları hakkında bilgi almak üzere İran'a göndermiştir. Diğer taraftan, Ziraat Odaları Birliği ve Meteoroloji Mühendisleri Odası gö-

rüşlerini bildirmişlerdir. Ziraat Odaları Birliği kuraklığın ancak "yağmur bombası" ile önlenebileceğini, bu usulün kullanıldığı yerlerde yağmur kontrolünün mümkün olabileceğini, İran'da yıllardır kullanıldığını ve zararlı olmadığını ileri sürmüştür (3).

Dünyada birçok ülkelerde kullanılan yağmur bombası özel bir uçakla yağmur yağdırılması istenen yere atılmakta ve patladıktan 18 dakika sonra yağmur yağmaktadır. Ziraat Odaları Birliği yetkililerince yağmur bombasının yalnız kuraklığa karşı kullanılmadığı, fazla yağmur yağın yerlerden yağmuru başka yere çekmekte bile kullanıldığı belirtilmiştir. Ayrıca, yağmur bombası Amerikan Hava Kuvvetleri tarafından askerî amaçla Kuzey Vietnam'da kullanılmış ve büyük çapta seller meydana gelmiştir (4).

Sun'î Yağmur Denemeleri

Sun'î yağmur denemeleri A. B. Devletleri ve Kanada'da bugün için geniş çapta ele alınmış bir konudur. Çünkü doğal şartlarda atmosferdeki bulutlarda su buharı halinde bulunan suyun ancak tahminen % 10'unun yağış olarak düştüğünü; bu nedenle, bu oranın biraz daha çoğaltmanın, ziraî, özellikle insanların refahı bakımından ne kadar yararlı olacağı açıkça görülmektedir. A. B. Devletlerinde bu amaçla her sene 5 milyon dolar (70 milyon TL.) sarf edildiği göz önüne alınırsa, bu çalışmalara ve rilen önemin büyüklüğü ortadadır (8).

A. B. Devletlerinde ilk sun'î yağmur denemeleri 1946 yılında General Electric Laboratuvarlarında Schaefer ve Langmuir adlı aratırıcılar tarafından yapılmıştır. Fakat bu hususta ilk fikir McAdie tarafından 1895 yılında ortaya

atılmıştır. Daha sonra, 1965 yılından itibaren Avustralya'da, Hindistan'da, Afganistan'da, İsrail'de, Nijerya'da ve hattâ yavru vatan Kıbrıs'ta sun'î yağmur denemeleri yapılmıştır. Fakat bu deneme sonuçları birbirleriyle çelişki halindedir. Örneğin, A. B. Devletlerinde bu sorunla ilgili hükümetçe kurulan komisyonlar, gümüş iyodürlü yağmur bombaları ile sun'î yağmurlamanın ancak dağlık bölgelerde yapılabileceğini; ve yağış miktarını da % 10 kadar çoğalttığını bildirmişlerdir. California'da 11 yıl ve Arizon'da 7 yıl devam eden denemeler, yağışta önemli derecede artışın vuku bulmadığını ortaya koymuştur. Colorado'da 8 yıllık bir deneme sonucu yağışta % 100 oranında bir artış kaydedilmiştir. Fakat bu çalışma bulutların sıcaklığı -15 derece iken yapılmıştır. California'da yapılan bir projede rüzgârın belli bir yönden esmesi halinde yağışın % 50 oranında arttığı müşahade edilmiştir. Gümüş iyodürlü bombalar kullanılarak elde edilen yağış, içme sulatının kalitesini bozduğundan o civarda yaşayan halk için ayrıca bir sorun yaratmıştır. Bu nedenle, gümüş iyodürle yapılan deneme yerine başka maddelerin kullanılması yoluna gidilecektir (9).

Doğal Yağmur Hakkında Genel Bilgiler

Sun'î yağmur ve bu hususta yapılan çalışmaları daha ayrıntılı olarak inceleyebilmek için doğal yağışın (yağmur, kar, dolu v.b.) meydana geliş şekli hakkında biraz bilgi vermek faydalı olacaktır. Yeryüzünde buharlaşan su, ısınan hava kütlesi ile yükselerek atmosferin daha yukarı katlarında çok ince toz zerrecikleri üzerinde yoğunlaşarak bir kaç mikron çapında çok küçük su damla-

cıklarını hasıl ederler. Bunlar çok küçük damlacıklar olduğu için yer yüzüne yağmur şeklinde düşemezler, zira bazen hemen havada buharlaşabilirler. Ancak, bunların yağış olarak düşebilmesi için, çapları daha büyük hiç olmazsa bir milimetre kadar olmalıdır. Bu büyüme de iki yoldan olmaktadır: (1) Özellikle sıcak bölgelerde görülen bu yağış, ağır olması hesabıyla daha hızla düşen çapları büyük damlaların, daha yavaş düşen damlalarla havada birleşmesiyle meydana gelir. Bu durum sıcaklığı sıfır dereceden fazla olan bulutlarda görülür, (2) Soğuk bölgelerdeki yağış ise, sıcaklığı sıfır derecenin altında bulunan bulutlardaki damlacıkların "buzlaşma çekirdeği" adı verilen zerrelerin üzerinde buz kristalleri hasıl etmesi ile olur. İşte bu suretle oluşan buz kristalleri üzerinde su damlaları toplanır ve çapları büyüyerek yağmur şeklinde düşer. Yukarıda söz konusu buzlaşma çekirdekleri havada süspanse halde bulunan kil ve ince tuz zerreleri olabilir (8).

Yağmurun oluşumunda önemli rol oynayan buzlaşma çekirdekleri havada her zaman bol miktarda bulunmayabilir. Bu takdirde, yağış azalır ve kuraklık meydana gelir. İşte sun'î yağmurun esas gayesi, doğal durumda, havada yeteri kadar bulunmayan buzlaşma çekirdeklerinin sayısını artırmaktır.

Sun'î Yağmur Bombalarının Çeşitleri

Başlıca iki tip yağmur bombası geliştirilerek piyasaya sürülmüştür. Bunlar:

a- Gümüş iyodürlü yağmur bombaları,

b- Katı karbondioksitli yağmur bombaları.

Birinci tipler daha çok sıcaklığı -5° ile -20°C arasındaki bulutlarda etkili olmaktadır. Havada mevcut su, bulutlara serpilerek gümüşiyodür kristalleri üzerinde buz haline gelmektedir. Katı karbondioksit esasına dayanan ikinci tipte ise, bulutlara bu madde serildiğinde sıcaklık -40 dereceye düşürülerek mevcut su, buz haline dönüştürülmektedir.

Sıcaklığı -5 dereceden fazla olan bulutlarda bu yolla yağmur yağdırılmaz. Bu takdirde, daha büyük çaplı damlalar hasıl etmek için bulutlar içine ilâveten higroskopik bir madde olan tuz veya iri su damlalarının püskürtülmesi yoluna gidilmiştir.

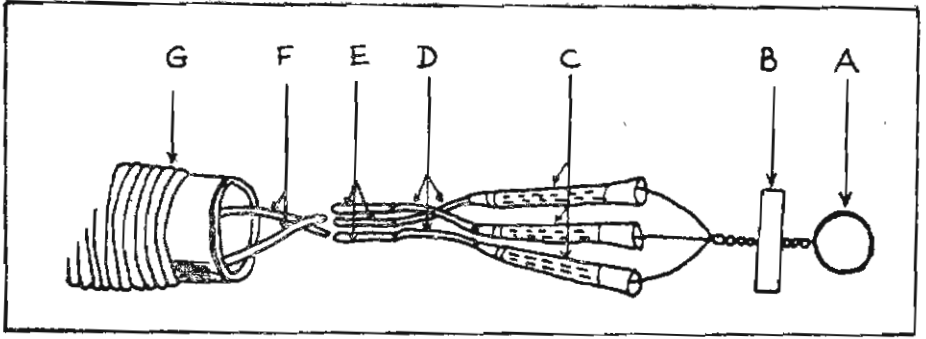
Sun'î Yağmur Bombasının Yapısı

Bu kadar üzerinde ehemmiyetle durulan bir yağmur bombasının şekli (Şekil 1)'dedir. Bu şekil üzerinde sağdan sola doğru; ateşleme halkası, üst kapak, fitiller, emniyet sigortaları, füyeler, nakil kabloları ve bomba gövdesi görülmektedir (3) (7).

Ateşleme halkasının çekilmesiyle mekanizma çalışmakta ve bomba gövdesi de havada infilâk etmektedir.

Bomba Nasıl Kullanılır

Yağmur bombası özel bir uçakla yağmur yağdırılması istenen buludun içine bırakılmaktadır. Uçakta bir meteoroloji uzmanı tarafından patlamaya hazırlanan bomba, uçaktan atıldıktan sonra on saniye müddetle aşağıya düşmektedir. Bu suretle 750 metre düşen bomba, içindeki mekanizma ile patlamakta ve gümüş iğneler bulut içine saçılarak, içindeki iyotlu bulutları temas ettirmektedir. İyodun çevre-



Şekil 1. Bir yağmur bombasının şeması, A: Ateşleme halkası, B: Üst kapak, C: Fitiller, D: Vniyet si-gortaları, E: Fünnyeler, F: Nakil kabloları, G: Bombanın gövdesi.

sindeki su yüklü fakat soğuyamadığı için yağmur olarak yere dökülemeyen bulutların ısısını alması 18 dakika sürmekte ve ardından bol miktarda yağmur yağmaktadır (3).

Bombanın Maliyeti

Ziraat Odaları Birliği yetkililerinden alınan bilgiye göre, bir yağmur bombası 30 dolara (420 TL). mal olmaktadır. 15 milyon dekar arazi ortalama . 5 baraj yağış havzasını içine alırsa, bir yıllık su ihtiyacı için bomba gideri 112 bin dolar (1,5 milyon TL.) olmaktadır (3). Ziraat Odaları Birliğince yağmurun metre karesinin üç kuruşa mal-olacağı bildirilmektedir (4).

Bomba Erozyon Yönünden Zararlı Olabilir

Yağmur bombası kuraklığı giderici bir çare olarak kullanılabilir. Ancak bunun yerinin ve zamanının iyi seçilmesi gereklidir. Aksi halde seller meydana gelebilir. Seller ise büyük çapta can ve mal kaybına sebebiyet verdiklerinden kalkınma çabası içinde bulunan yurdumuz için ciddi zararlar meydana

getirebilir. Bilindiği gibi yurdumuzun çok önemli bir sorunu da toprak erozyonudur. Yurdumuzda özellikle su ve rüzgâr erozyonu zararlı olmaktadır. Erozyon olayı ile yaklaşık olarak her sene ülkemizde 440 milyon ton toprak taşınmaktadır. Bu miktar toprak 20 cm. kalınlığında bir sahaya serilmiş olsa her sene Kıbrıs adası büyüklüğünde bir arazi kaybediyoruz demektir (6).

Hal böyle iken, yağmur bombaları iyi bir denemeden geçirilmeden kullanıldığı takdirde, su erozyonu dolayısıyla büyük çapta verimli topraklarımız denizlere ve okyanuslara kadar taşınacaklar; diğer taraftan, büyük yatırımlara mal olan barajlarımız ve doğal göllerimiz siltasyona mâruz kalacaklar ve bunun sonucu faydalı hacimleri dolarak istenilen fonksiyonda bulunamayacaklardır. Zaten şimdiki durumda, barajların hemen hemen hepsinin siltasyon tehlikesi ile karşı karşıya bulunduğu göz önüne alınırsa, durumun ne kadar önemli olduğu açıkça ortadır. Barajların yağış havzalarında yapılan erozyon etütleri, adı geçen bölgede toprakların mühim bir kısmının şiddetli derecede erozyona konu olduğunu ortaya koymuştur (6).

Sun'î Yağmurlama ile İlgili Diğer Görüşler

Bu husuta bazı otoriteler de tamamen menfi olmuşlardır. Örneğin, İngiliz Meteoroloji Genel Müdürü ve Bulut Fiziği Uzmanı Dr. Mason: "Bu tip tohumlamaların iyi sonuç vermyeceğını, hattâ olumsuz yönde etki yapacağını, buludun yağış yapma ve gelişme kabiliyetini kaybettireceğini" belirtmiştir (10).

Sun'î yağmurlama konusunda Rusya'da Leningrat şehrinde yapılan bir

toplantıda kesin bir karara varılamamıştır. Avustralya'da Meteoroloji Genel Müdürü Gibb, bununla ilgili görüşlerini: "En iyi şartların tam olarak bulunması ve uygulanması ile topoğrafik ve coğrafik durumun çok elverişli olması halinde, elde edilecek yağış artışında (sel durumları hariç) en yüksek sonucun % 10 olabileceği ve Amerika'nın da aynı kanaatta olduğu" şeklinde açıklamıştır (10). Bu durumlar açıkça göstermektedir ki, sun'î yağmur denemeleri üzerinde bir süre daha çalışmaların yapılması gerekmektedir.

SONUÇ

Kuraklık gerek ziraî üretim, gerekse halkımızın su ihtiyacı yönünden hayati bir faktördür. Son zamanlarda müşahade edilen kuraklık ciddi bir sorun halini almış ve bunu önlemek için yağmur bombalarından yararlanılması düşünülmüştür. Yağmur bombaları geniş çapta tabiripkâr sellere, dolayısıyla toprak kayıplarına sebep olacağından; bunların kullanılmasında çok dikkatli

olmalıdır. Bunu için ve uzun süre denemiş olmaları şarttır. Bombayı kullanan firma ne kadar çok büyük sigorta risklerine girişirse girişsin usulüne göre kullanılmadığı takdirde, fayda yerine zararlı olacak, seller ve buna bağlı olarak erozyon olayı ile kaybolan yurd topraklarının bir daha telâfisi aslâ mümkün olamayacaktır.

KAYNAKLAR

- 1- Hürriyet Gazetesi, 9.2.1973, Sayı: 8906
- 2- Milliyet Gazetesi, 12.2. 1973, Sayı: 9077
- 3- Hürriyet Gazetesi, 12.2. 1973, Sayı: 8909
- 4- Milliyet Gazetesi, 13.2.1973, Sayı: 9078
- 5- Prof. Dr. Sırrı Erinç (1969). Klimatoloji ve Metotları, İst. Üni. Yayın. No: 994
- 6- Doç. Dr. Hayati Çelebi (1971) Toprak Erozyonu, Atatürk Üniver-
- sitesi Yayınları No: 90, Erzurum.
- 7- Hayat Mecmuası, 1.3.1973, Sayı: 10
- 8- Doç. Dr. Mehmetçik Bayazit, Milliyet Gazetesi, 9.3.1973, Sayı: 9102
- 9- M. E. Ulugör, Su Mühendisliği 1972, Sayfa: 20-21
- 10- Prof. Dr. Ümran Emîn Çölaşan, Cumhuriyet Gazetesi, 21. 3. 1973 Sayı: 17466.