

Kısa Rasatların Korelasyon Analiziyle Genişletilmesine Ait Bir Misal

Yazan :

Turgut DİNÇER

Yük. Müh.

(O. D. T. Ü. Öğretim Üyelerinden)

○

GİRİŞ

Hidrolojik etütlerde, mühendisin karşısına çıkan en önemli problemlerden biri de kısa süreli rasatların uzatılmasıdır. Bir iki senelik bir rasada istinat ederek bir rezervuarın kapasitesini tâyin etmek, veya yahut bir feyezan seddesini boyutlandırmak kumar oynamaktan farklı birşey değildir. Ancak, cemiyetin üzerindeki büyük iktisadî tazyikler, senelerce beklemeğe tahammülü olmayan problemler, birçok mühendislik yapısının ortaya konması ile hafifletilebilmekte ve çözülebilmektedir. Bunun için mühendis, çok kere, mükemmel olmayan donelerle problemi çözmek ve en ekonomik projeyi bulmak zorundadır. Topoğrafya, jeoloji ve zemin mekanikini ilgilendiren doneler nisbeten kısa bir zamanda elde edilebilir; buna mukabil akım ve rüsubat rasatları gibi, senelerce evvel toplanması ihmâl edilmiş malûmatın kısa bir zamanda telâfi edilmesine imkân yoktur. İşte bunun için, mühendisin uygun istatistik metotlarla kısa süreli akım rasatlarını uzatması gerekmektedir. Bu yazıda kısa süreli bir akım rasadının, yağış rasatlarından istifade etmek suretiyle nasıl uzatılabileceği izah edilmiş ve bu uzatmalarda dikkat edilmesi lâzım gelen hususlar gösterilmiştir.

KORELASYON ANALİZİ

Korelasyon analizinin esası, iki boyutlu normal Laplace-Gauss ihtimâl kanununa istinat etmektedir. Böyle bir kanun beş parametre ile tâyin edilebilir. İlk dört parametre, bu kanunla birbirine bağlı olan $\bar{Y}$ ve $\bar{X}$ değişkenlerinin ortalamaları $\bar{Y}_o$ ve $\bar{X}_o$ ile bu değişkenlerin varyansları S_y^2 ve S_x^2 den ibarettir. Beşinci parametre ise iki değişkenin kovaryansdır.

$$S_y^2 = \frac{N}{\text{Toplam}} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y}_o)^2 / N \quad (1)$$

$$S_x^2 = \frac{N}{\text{Toplam}} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X}_o)^2 / N \quad (2)$$

$$\bar{Y}_o = \frac{N}{\text{Toplam}} \sum_{i=1}^N Y_i / N \quad (3)$$

$$\bar{X}_o = \frac{N}{\text{Toplam}} \sum_{i=1}^N X_i / N \quad (4)$$

$$\text{Covar} (X, Y) = \frac{N}{\text{Toplam}} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X}_o) \cdot (Y_i - \bar{Y}_o) / N \quad (5)$$

Korelasyon katsayısı, bu parametrelerden istifade edilerek aşağıdaki ifadeyle hesaplanır :

$$r_{xy} = \text{Covar} (X, Y) / S_x \cdot S_y \quad (6)$$

r_{xy} korelasyon katsayısı -1 ile $+1$ arasında her değeri alabilir. $r_{xy} = -1$ olduğu zaman iki değişken arasında tam bir menfi korelasyon, $r_{xy} = +1$ olduğu zaman tam bir müsbet korelasyon vardır. Bu iki halde de iki değişkenin arasındaki bağıntı bir ihtimâl bağıntısından ziyade, matematik, kat'i bir bağıntıdır. Yani verilen her X değerine tek bir Y değeri tekabül eder. $r_{xy} = 0$ olduğu zaman her iki değişken birbirinden tamamen müstakildirler. Bu hallerin dışında, r_{xy} nin $+1$ ve -1 e yakınlığı kat'i olmayan, fakat kuvvetli bir bağıntıya işaret eder. Tekrar edelim ki korelasyon katsayısı yalnız normal olarak dağılmış değişkenlere kabili tatbiktir. Değişkenler normal dağılmadığı takdirde kullanılan istatistik metot «regresyon analizi» olarak isimlendirilir ve farklı güvenilirlik ölçülerine istinat eder.

Birbirine bağlı iki normal popülasyonu ele alalım. Bu popülasyonlar arasındaki hakiki korelasyon katsayısını r ile gösterelim. Eğer bu popülasyonlardan N adet eş müşahade sayısını haiz gelişigüzel, tesadüfi bir nümune alınırsa bu nümunenin r korelasyon katsayısı hakiki r korelasyon katsayısına ne derecede yaklaşır?

○

Burada fazla teferruata inmeden şunu ifade edebiliriz: Nümunedeki N eş müşahade sayısı ne kadar fazla ise ve popülasyonun hakiki r korelasyon katsayısı ne kadar yüksekse, r nin hakiki korelasyon katsayısı r a yaklaşması ihtimali o kadar artar.

Bir popülasyondan alınan, bilhassa az sayıda müşahadeyi haiz nümünelerin korelasyon katsayıları hakiki korelasyon katsayısının etrafında simetrik olmayan ve nisbeten karışık bir ihtimâl kanuna uyarak dağılıkları için, N nin gayet büyük ve r nin sifıra yakın olduğu haller hariç, nümunenin r korelasyon katsayısının popülasyonlar arasındaki hakiki r korelasyon katsayısına ne kadar yaklaştığını tâyin etmek zordur. Bunun için r ler uygun bir transformasyonla normal hale getirilir :

$$z = \frac{1}{2} \log_e \frac{1+r}{1-r} = 1.15 \log_{10} \frac{1+r}{1-r} \quad (7)$$

ifadesiyle hesaplanan r ler normal olarak dağılırlar, z lerin varyansı sadece N eş müşahade sayısına bağlıdır :

$$s_z^2 = 1/(N-3) \quad (8)$$

Nümunenin r korelasyon katsayısı bulunup (7) ve (8) numaralı ifadelerle ortalama $\bar{z}$ ve S_z^2 hesaplandıktan sonra en basit bir test olarak $\bar{z}/S_z$ oranının değere

rine bakılır. Bu oran ne kadar büyükse hesapladığımız r korelasyon katsayısı o derece mânidar (significant) demektir. Eğer $\bar{z}/S_z$ oranı ikiden küçük çıkarsa hesap-

lanan r korelasyon katsayısının tesadüfen yüksek çıkmış olması ihtimali oldukça büyüktür.

Daha hassas bir test hakiki korelasyon katsayısının muayyen ihtimallerle içinde bulunacağı sınırların tesbitidir. $\bar{z}$ ier takriben normal dağılıkları için bu test normal ihtimal kanunu tabloları vasıtasıyla kolaylıkla yapılır. Meselâ zin % 90 ihtimalle içinde bulunacağı sınırlar :

$$\frac{1}{2} \log_e \frac{1+r}{1-r} - \frac{1.65}{(N-3)^{1/2}} \text{ ve}$$

$$\frac{1}{2} \log_e \frac{1+r}{1-r} + \frac{1.65}{(N-3)^{1/2}}$$

dir. Bu ifadelerde % 90 ihtimale tekabül eden % 5 ve % 95 ihtimal sınırlarına ait u değerleri Tablo 3. den alınmıştır.

Korelasyon hesaplarında kullanılan ikinci ölçü standart tahmin hatasıdır. Standart tahmin hatası aşağıdaki ifadeyle hesaplanır :

$$s_{yx}^2 = \frac{S_z^2}{y} \cdot (1 - r^2) \quad (9)$$

Standart tahmin hatası bağlı Y değişkeni cinsinden ifade edilir ve ne kadar küçük olursa, yapılan tahminin o derece hassas olduğunu ifade eder.

Nihayet $Y = b \cdot X + a$ şeklindeki regresyon denkleminin b ve a katsayıları :

$$b_{yx} = \text{Covar}(X, Y) / S_x^2 \quad (10)$$

$$a_{yx} = \bar{Y} - b_{yx} \cdot \bar{X} \quad (11)$$

ifadeleriyle hesaplanır. Bu ifadeler yalnız Y nin X vasıtasıyla tahmin edilmesinde kullanılırlar. Eğer Y vasıtasıyla X hesaplanmak isteniyorsa :

$$b_{xy} = \text{Covar}(X, Y) / S_y^2 \quad (12)$$

$$a_{xy} = \bar{X} - b_{xy} \cdot \bar{Y} \quad (13)$$

ifadelerini ayrıca hesaplamak lazımdır.

KISA SÜRELİ RASATLARI UZATMANIN SINIRLARI

Korelasyon analizi yaparak kısa süreli rasatları uzatmak bazı şartlara bağlıdır. Elimizde N_1 müşahadeyi haiz kısa süreli bir rasat serisinin mevcut olduğunu farzedelim. Bu serinin N_1 müşahadeye tekabül eden ortalaması y_1 olsun. Bu seriyi $N_1 + N_2$ müşahadeyi ihtiva eden bir ikinci seriyle korele ederek y için N_2 adet korelasyonla hesaplanmış yeni değer elde edebiliriz. Bu

sonuncu değerlerin ortalamasını da y_2 ile gösterelim. Buna göre y'nin $N_1 + N_2$ peryoduna tekabül eden ağırlıklı ortalaması :

$$y_o = \frac{N_1 \cdot y_1 + N_2 \cdot y_2}{N_1 + N_2} \quad (14)$$

olarak hesaplanabilir. Eğer x ve y normal olarak dağılmışsa y_o in varyansı :

$$S_m^2 = \frac{S_y^2}{N_1} \left[1 - \frac{N_2}{N_1 + N_2} \cdot \left(r_o^2 - \frac{1 - r_o^2}{N_1 - 3} \right) \right] \quad (15)$$

ile gösterilebilir. Bu ifadeye S_y^2/N_1 , N_1 müşahadeye ait y_1 ortalamasının varyansıdır. $r_o^2 < 1/(N_1 - 2)$ olduğu takdirde y_o in varyansı y_1 in varyansından büyük olur. Bir ortalamanın enformasyon muhtevası varyansının tersine eşit olduğu için, bu şekilde y_o in enformasyon muhtevası y_1 in enformasyon muhtevasından az olur. Yani korelasyon yaparak elimizdeki malûmatı artıracak yerde, bunun aksini yapmış oluyoruz. Binaenaleyh r_o için verilen eşitsizliğin tahakkuk ettiği hallerde korelasyonla rasatları uzatmağa teşebbüs etmek ve N_1 in eşitsizliği bozacak kadar, artmasını beklemek lazımdır $r_o^2 > 1/(N_1 - 2)$ olduğu takdirde, korelasyonla ilkel N_1 adet müşahadeyi haiz seriden daha fazla malûmat elde edilir. İlkel N_1 müşahadelik serideki müşahade adediyle, korelasyonla yapılan uzatmanın tekabül ettiği hakiki müşahade adedi toplamına N denirse :

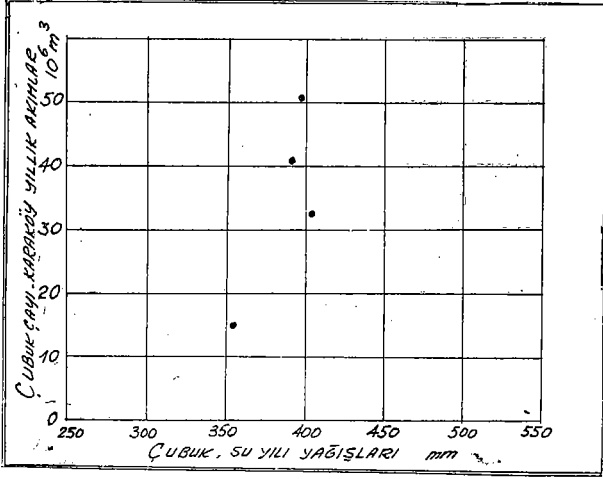
$$N = (N_1 + N_2) / \left[1 + \frac{N_2}{N_1 - 2} \cdot (1 - r^2) \right] \quad (16)$$

olur. Bu ifadeyle hesaplanan N değeri N_1 den küçük çıkarsa rasatları korelasyonla uzatmanın faydası olmaz. N_1 den büyük bulunursa yapılan korelasyon N_1 e ilâveten yapılacak $N - N_1$ adet hakiki müşahadeye muadildir.

YAĞIŞ - AKIŞ KORELASYONLARI

Bir akarsu üzerindeki kısa süreli rasatların uzatılması için ilk olarak müracaat edilecek korelasyon bu rasatların civardaki uzun süreli akım rasatları ile genişletilmesi olmalıdır. Ancak civarda uzun süreli rasatlara sahip bir akım rasat istasyonu yoksa yağış - akış korelasyonuna başvurulur. Yağış - akış korelasyonuna başvurulur. Yağış - akış korelasyonlarını, bilhassa kar rejimine tâbi akarsularda, aylık esas üzerine yapmak iyi neticeler vermez. Bu durum, aylık akış ve yağış değerleri karşılıklı noktalandığı zaman, noktaların fazla dağılmasından hemen görülür. Bunun için yıllık veya mevsimlik değerlerin kullanılmasına gidilir. Yapılan birçok korelasyonlar en iyi yağış - akış bağınıtlarının kış yağışlarıyla su yılı veya ilk bahar akımları arasında bulunduğunu göstermektedir. Daha müttekâmil bir şekil, karlar erimeye başlamadan kar örtüsünün su muhtevasıyla bahar ve yaz akımlarını korelasyonudur. Ancak bunun için, vaktinde kar ölçülerinin yapılmış olması lazımdır.

Şekil 1 de Çubuk Barajının hemen menbaında bulunan DSİ Karaköy akım - rasat istasyonuna ait yıllık akım hacimlerinin aynı yıllara ait Çubuk kasabası DMİ Meteoroloji İstasyonu su yılı yağışlarına karşı nokta-



Şekil : 1 Çubuk Barajında yıllık akım hacmi ile su yılı yağış miktarı arasında bağlantı.

lanışı görülmektedir. Noktaların dağılışı bu iki değişken arasında pek az bağıntı bulunduğunu ortaya koymaktadır. Şekil 2 de ise su yılı yağışları yerine Çubuk Kasabasının aralık - mart dört aylık yağış toplamaları kullanılmış ve gayet açık bir bağıntı elde edilmiştir. Yalnız kış yağışlarının kullanılmasıyla elde edilen bağıntının daha kuvvetli oluşu, yılın diğer aylarındaki yağışın, havzadaki evapo-transpirasyon kayıpları dolayısıyla akışa fazla tesir etmediği şeklinde izah edilebilir.

2 numaralı şekilde görülen noktalara ait regresyon denklemi

$$Y = 0.24 \times 10 \quad (17)$$

olarak hesaplanmıştır. Korelasyon katsayısı $r = 0.991$ ve standart tahmin hatası $s_{yx} = 1.56$ milyon m^3

dür. Bu değerleri tashih ederek popülasyonlara ait r_0 korelasyon katsayısı ve s_0 standart tahmin hatasına ait tahminler :

$$r_0^2 = 1 - (1 - r^2) \cdot (N - 1) / (N - 2) \quad (18)$$

$$s_0^2 = s_{yx}^2 \cdot N / (N - 2) \quad (19)$$

formüllerinden sırasıyla $r_0 = 0.988$ ve $s_0 = 2.60$ milyon m^3 olarak bulunur.

(17) numaralı denklemle bulunan Karaköy akım - rasat istasyonuna ait yıllık akım hacimleri Tablo 1 de verilmiştir. (Tablo 1 yan taraftadır)

Çubuk çayının 1957-1961 periyoduna ait ortalama yıllık akımı 34.3 milyon m^3 dür. Bu ortalamanın standart hatası ise $S \sqrt{N_1} \cdot \frac{1}{2} = 5.8$ milyon m^3 dür. Yani

Çubuk Çayının hakiki yıllık ortalama akımını yalnız mevcut 5 yıllık rasatlara göre tahmin etmiş olsaydık, ortalama yıllık akımın % 90 ihtimalle :

$34.3 + 1.65 \times 5.8 = 24.7$ milyon m^3 ve $34.3 - 1.65 \times 5.8 = 43.9$ milyon m^3 arasında bulunduğunu ve en muhtemel değerinin 34.3 milyon m^3 olduğunu söyleyebilirdik.

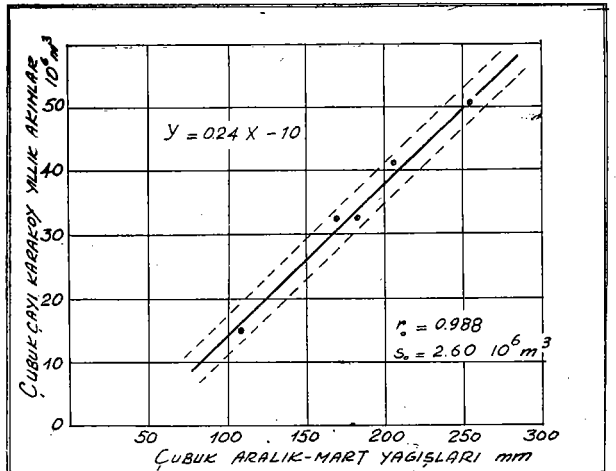
TABLO : 1

Su yılı	Çubuk aralık Mart yağışları mm	Karaköy İstanbul yıllık akımlar milyon m^3	Su yılı	Karaköy İstanbul Çubuk aralık-mart yağışları mm	Karaköy İstanbul yıllık akımlar milyon m^3
	mm	milyon m^3		mm	milyon m^3
1935	108	15.9	1949	180	33.2
36	187	34.9	1950	180	33.2
37	156	27.4	51	183	33.9
38	147	25.3	52	208	39.9
39	209	40.2	53	196	37.0
1940	263	53.1	54	227	44.5
41	350	74.0	55	159	28.2
42	263	53.1	56	212	40.9
43	161	28.6	57	109	(15.3)
44	231	45.4	58	255	(50.4)
45	121	19.0	59	168	(32.3)
46	215	41.6	1960	183	(32.4)
47	253	50.7	61	207	(41.0)
48	199	37.8			

Parantez içinde hakiki ölçüler verilmiştir.

Korelasyonla elde edilen 22 yıllık ilâve malûmata ve son beş yıllık rasatlara göre bulunan ortalama ise 37.4 milyon m^3 ve bu ortalamanın standart hatası (varyansının karekökü) (15) numaralı ifadeye göre $S = 2.60$ milyon m^3 dür. Yani Çubuk Çayının hakiki yıllık ortalamasını mevcut 5 yıllık rasatlara ve korelasyonla elde edilmiş 22 adet ilâve malûmata istinaden tahmin edersek hakiki yıllık ortalama akımın % 90 ihtimalle :

$37.4 - 1.65 \times 2.60 = 33.1$ milyon m^3 ve $37.4 + 1.65 \times 2.60 = 41.7$ milyon m^3 arasında bulunacağını ve en muhtemel değerinin 37.4 milyon m^3 olduğunu görürüz.



Şekil - 2 : Çubuk Barajında yıllık akım hacmi ile Aralık - Mart yağış miktarı arasında bağlantı

Bu hesaplar, korelasyonla uzatılmış seri vasıtasıyla yapılan akım tahmininin, yalnız mevcut rasatlara istinat ederek yapılan tahminden ne derece hassas olduğunu ortaya koymaktadır.

(15) ve (16) numaralı ifadeler, normal olarak dağıtılan tesadüfi seriler için çıkarılmış olmakla beraber, müteakip değerleri arasında zayıf bir oto-korelasyon bulunan akım serilerine kabili tatbiktir,

Burada, Çubuk Çayı için yapılan korelasyon hesabının tahkikine geçmeden evvel korelasyon katsayısının bir hususiyetine daha işaret edelim : Bilindiği gibi her ölçü ancak muayyen bir hata ile yapılabilir. Bunun için korelasyon hesabına esas teşkil eden değerler hakiki değerler olmayıp muayyen bir hata ihtiva eden değerlerdir. Basit bir hesaplama, ölçü hataları ihtiva eden değerlerle bulunan korelasyon katsayısının, hakiki değerlerle yahut daha az hata ihtiva eden değerlerle bulunacak korelasyon katsayısından daima küçük çıkacağını göstermek kabildir. Binaenaleyh büyük ölçü hataları hakikatte mevcut bir korelasyonu, tâbir caizse, adeta kamufle ederler. Buna karşılık bulunan yüksek korelasyon katsayıları, kullanılan değerlerdeki hataların azlığına bir işaret sayılabilir.

Şimdi yaptığımız korelasyon hesabının, kullanılan 5 yıllık rasat süresinin kısalığını gözönüne alarak, ne derece sayanı itimat olduğunu tahkik edelim. Bu tahkikimizi r korelasyon katsayısının testi ile yapacağımız için, ilk olarak kullandığımız serilerin normal dağılıp dağılmadığını anlamamız gerekir. eŞkil 3 te Çubuk Kasabası aralık - mart dört aylık yağışlarının normal ihtimal kâğıdına noktalması görülmektedir. Noktaların takriben bir doğru boyunca sıralanışı, kış yağışlarının da, yıllık yağışlar gibi, takriben normal dağıldığını ortaya koymaktadır. Yıllık akış hacimlerinin ise umumiyetle normal dağıldığı, memleketimizin bütün önemli akarsularında tahkik edilmiştir.

Nümunenin $r = 0.991$ korelasyon katsayısına tekabül eden z değeri ve z nin standart sapması (varyansının karekökü) aşağıda verilmiştir :

$$z = \frac{1}{2} \log_e \frac{1+0.991}{1-0.991} = 2.72$$

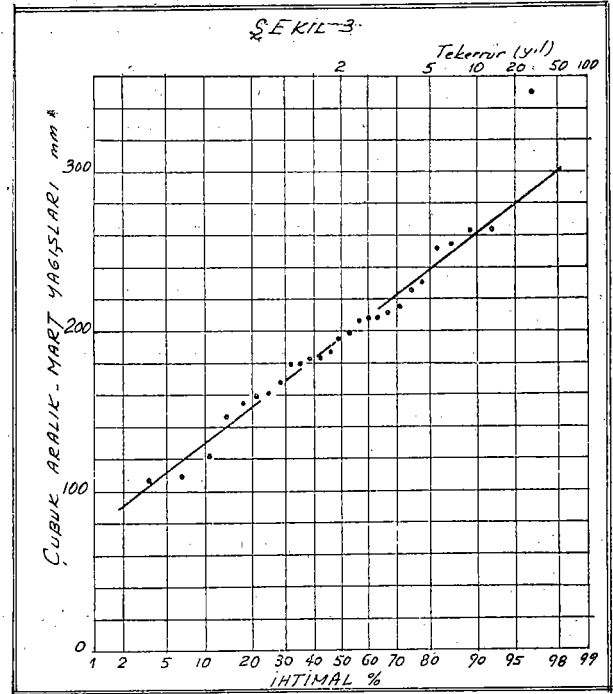
$$S_z = 1/(5-3)^{1/2} = 0.71$$

$$z/S_z = 2.72/0.71 = 3.8$$

Bu sonucu değerden korelasyonun çok mândar (significant) olduğu görülmektedir.

Nihayet korelasyonla yapılan uzatmanın kaç yıllık hakiki ölçüye tekabül ettiğini hesaplayalım. Çubuk Kasabasında 1935 yılındanberi devamlı yağış rasatları mevcuttur. Karaköydeki akım rasatları ise 1957 yılında başlamıştır. Buna göre yağış rasatları 27, akım rasatları ise sadece 5 yılı kaplamaktadır ($N_1 = 5$ ve $N_2 = 27 - 5 = 22$). Bu değerleri ve korelasyon katsayısını 16 numaralı ifadede yerine koyarsak :

$$N = (5+22) / \left[1 + \frac{22}{5-2} \cdot (1 - 0.991^2) \right] = 24 \text{ yıl}$$



Şekil - 3 : Çubuk Barajında Aralık - Mart yağış toplamının normal ihtimal kâğıdı üzerinde dağılış tarzı

bulunur. Yani Karaköy akım rasat istasyonunda mevcut 5 yıllık ölçülere ilâveten 19 yıllık hakiki ölçüye tekabül eden bir uzatma yapmış oluyoruz.

KORELASYON ANALİZİYLE MEVSİMLİK AKIMIN TAHMİNİ

Mevsimlik (bahar ve yaz aylarına ait) akımların tahmininde en iyi usul, karlar erimeye başlamadan evvel havzadaki kar örtüsünün su muhtevasını bağımsız değişken olarak almak ve bununla bir korelasyon analizi yapmaktır. Memleketimizde kar ölçülerine henüz sistemli olarak başlanmadığı için şimdilik bu imkândan mahrumuz. Mevsimlik akımın tahmini baraj işletmesinde büyük bir önemi haizdir. Bilhassa mevsimlik regülasyon yapan rezervuarlarda mevsimlik akım tahmin edilebildiği takdirde bahar ve yaz aylarında üretililecek enerji, sulanabilecek arazi veya sulamaya verilecek su miktarı, şehirlere verilecek içme ve kullanma suyu erkenden tahmin edilerek gerekli tedbirler alınır. Eğer tahmin edilen su miktarı ihtiyacın üstünde ise kar feyezanını kontrol maksadıyla rezervuarlar vaktinde yavaş yavaş boşaltılır. Nihayet aynı bir rezervuar biriktirme ve feyezan kontrolü maksadıyla işletilecekse, daha projeler hazırlanırken bu husus gözönüne alınarak, aynı hacimden biriktirme ve feyezan kontrolü maksadı için istifade etmek imkânları araştırılır ve rezervuarın kapasitesi küçük tutulur.

Mevsimlik akımın tahmini için yukarıda yapılan şekilde yağış - akış korelasyonlarından da istifade edilebilir. Çubuk Çayı için bulunan regresyon denkleminde yalnız aralık - mart periyoduna ait yağış toplamından

istifade edilmektedir. Bu duruma göre, her yıl, nisan ayının birinci günü, o yıla ait aralık - mart yağış toplamını kullanarak o yıla ait akış hacmi muayyen bir hata ile tahmin edilebilir. Nisan ayının birinci günü ekim - mart altı aylık peryotta gelen sular da ölçülmüş olacağı için bu sonuncu mikdar regresyon denklemi vasıtasıyla hesaplanmış bulunan yıllık akım hacminden çıkarılarak nisan - eylül altı aylık peryoduna ait bir istidlal (forecast) yapmak mümkündür. Tablo 2 de Çubuk çayında 1957-1961 yıllarına ait yapılan mevsimlik akım tahminleri ve ölçülen değerlerle tahmin hataları verilmiştir.

olarak elde edilebilir. Meselâ 1961 yılında % 99 ihtimalle eşitlenmesi veya geçilmesi muhtemel yıllık akım:

$$0.24 \times 207 - 10 + 2.33 \times 2.60 = 39,70 + 0,65 = 45.75 \text{ milyon m}^3 \text{ dür.}$$

Netice

Yukarıdaki hesaplar Çubuk ve Çubuk II barajına ait hidrolojik etüdlerin bir kısmını teşkil etmektedir. Korelasyon analizinin tatbiki için gerekli şartlar iyi anlaşıldıktan sonra, bu metotla kısa süreli rasatların emniyetle uzatılması mümkündür; ancak, müşahade sayısının az olduğu hallerde, tesadüfen bulunabilecek

TABLO — 2

Su yılı (1)	Çubuk aralık-mart yağışları mm (2)	Yıllık akım Tahmin edilen milyon (3)	Ölçülen m ³ (4)	Hata % (5)	Ölçülen ekim-mart akımları milyon m ³ (6)	nisan - eylül akımları		Hata % (9)
						Tahmin milyon m ³ (7)	Ölçü milyon m ³ (8)	
1957	109	16.2	15.3	6	7.0	9.2	8.3	11
1858	255	51.2	50.4	2	37.1	14.1	13.4	5
1959	168	30.5	32.3	6	22.4	8.1	9.9	18
1960	183	34.0	32.4	5	18.0	16.0	14.4	11
1961	207	39.7	41.0	3	27.0	12.7	14.0	9

(3) 7 numaralı denklemden bulunmuştur. (7) = (3) — (6).

Tablodaki (7) numaralı kolon nisan - eylül akımlarının en muhtemel değerlerini vermektedir. Daha emniyetli bir tahmin yapabilmek için 19 numaralı denklemle bulunan tashih edilmiş standart tahmin hatası kullanılabilir. Meselâ 1961 yılına ait mevsimlik akımın % 95 ihtimalle eşit veya daha büyük olacağı değeri hesaplayalım. Normal ihtimal kanunu tablosundan % 95 ihtimale tekabül eden değer — 1.65 olarak bulunur.

$$s_0 = 2.60 \text{ milyon m}^3 \quad 1.65 s_0 = 4.30 \text{ milyon m}^3$$

$$Y'_{1961} = 39.7 \text{ milyon m}^3$$

$$Y' - 1.65 s_0 = 39.7 - 4.30 = 35.4 \text{ milyon m}^3$$

$$35.4 - 27.0 = 8.4 \text{ milyon m}^3$$

1961 yılı nisan - eylül akımları % 95 ihtimalle 8.4 milyon m³ e eşit veya daha fazla olacaktır. Burada kullanılan % 95 ihtimal yerine başka ihtimal basamakları da kullanmak mümkündür. Tablo 3 de muhtelif ihtimal basamaklarına tekabül eden u değerleri verilmiştir.

TABLO : 3

Yıllık akımların $(0.24 \times - 10 + u \cdot s_0)$ a eşit veya büyük olması ihtimali

Ihtimal %	1	5	10	20	50	80	90	95	99
(u) +	233	1.65	1.28	0.84	±00	—0.84	—1.28	—1.65	—2.33

Yıllık akımların eşit veya daha büyük olması için ihtimaller yukarıda verilen ihtimal değerleri 1 den çık-

yüksek korelasyon katsayılarına fazla aldanmamak ve bunları z testi gibi uygun bir usulle tahkik etmek lazımdır. Korelasyon katsayısının yalnız, değişkenlerin ikisinin de normal dağılması halinde, aralarındaki bağıntı için bir ölçü olabileceği unutulmamalıdır. Bu bakımdan, meselâ, aylık akım hacimleri arasında yapılan korelasyonlarda bulunan yüksek korelasyon katsayıları, aylık hacimler normal dağılmadığından, haki ki bir bağıntı ölçüsü teşkil etmez. Hakiki korelasyon katsayısının bulunması için, ilk olarak uygun bir transformasyonla değişkenleri normal bir hale getirmelidir. Aylık akımlarda bu, akımların logaritmasını almak şeklinde yapılabilir. Nihayet, korelasyonla rasatları uzatmanın bazı kesin şartları vardır. Bu şartlar tahakkuk etmediği takdirde korelasyonla uzatılarak elde edilen seri, bize elimizde mevcut malûmattan fazla bir malûmat vermediği gibi, yapılan iş, tanınmış bir hidrolojistin tabiriyle, «istatistik bir gürültü» yaratmaktan ibaret kalır. Biz buna, güzel bir türkçe tâbirle «havanda su dövmek» diyebiliriz.

BİBLİYOGRAFYA

- EZEKIEL and FOX Methods of Correlation and Regression Analysis
- MATALAS and LANGBEIN «Information Content of the Mean» Journal of Geophysical Research, August 1962
- LANGBEIN U. N. Technical Publications
- THOMAS «Correlation techniques for augmenting stream runoff information», Harvard University 1958
- USPENSKY Introduction to Mathematical Probability
- HALD Statistical Theory with Engineering Applications

(Baştarafı 2. sayfada)

(5) Ekonomik proje, müsabaka- kalı inşaat ihalesi yapılmasına im- kân verilecektir.

b. «Muhasebeyi Umumiye» Ka- nunu yatırımların uygulanmasını hızlandıracak ve mali kontrolünü kolaylaştıracak yönde değiştirilecek- tir.

c. Bütün dairelerce, prensipler bakımından tek tip şartname ve mukavele projeleri hazırlanacaktır. Bu projelerde, bugünkü tek taraflı hükümler kaldırılacak ve ceza ile prim sistemi bir arada düşünülecek- tir.

d. İnşaat ihalelerinde avans ancak, toplu halde demir, çimento gibi malzemelerin satın alınmasın- dan veya mukavelede var ise ithalat için akreditif açmada, mütaahhit adına doğruca ilgili müessese veya bankalara yatırılacaktır.

e. İhale ile ilgili hazırlıklar, ihalelerin inşaat mevsiminden önce yapılabilmesini sağlayacak zamanda tamamlanacaktır.

f. İnşaatçı dairelerin bütçeleri- ne konan istisnâ bedellerinden art- an ödenegin, yatırımda kullanılabil- mesini sağlamak amacıyla, Bütçe Kanununa veya R formüllerine ge- rekli hüküm konulacaktır.

g. Teknik şartnameler, hesap esasları şartnameleri, zelzele hesap şartnameleri günün ve teknoloji gere- klerine uygun hale getirilmelidir. Bunun için, ilgili dairelerin çalışma- ları birleştirilerek, Türkiye için böl- gesel şartları, yerli malzeme ve iş- çiliği de gözönüne alan şartnameler- den hemen hazırlanabilecekler 1963 yılında yürürlüğe konulacak, araştır- ma konusu olanların hazırlığına baş- lanacaktır.

Bu konuda özellikle malzeme is- rafının önlenmesi ve emniyeti göz önüne alarak şartnamelerin hazırla- nabilmesi için, farklı ellerde yürü- tülmeekte olan araştırmaların tek el- de toplanması sağlanacaktır.

h. Yapı ve İmar İşleri Reisli- ğinin bugünkü mevzuat ve teşkilâtı ile Bayındırlık Bakanlığınca yapıl- ması gerekli yatırımları uygun za- man, maliyet ve kalitede yapabilme si imkânsızdır. Bu sebeple :

(1) Yeni bir Teşkilât Kanunu ile söz konusu daireye gereksiz for- malitelerden uzak, inşaatçı bir hü- viyet verilecektir.

(2) Bu teşkilât kurulurken kad ro genişlemeleri ve bir zaman sonra âtil bir insan ve ekipman kapasite- sinin yaratılması önlenecektir.

(3) İnşaatçı dairelerle bu da- ire arasındaki görev ve yetki sınırla- rı iyice çizilmeli, diğer dairelerle gö- revlerinin ayrılması sağlanarak te- kerrürler önlenmelidir.

(4) Özellikle üst kademe teknik personel konusunda, inşaatçı daire- lerin gördüğü hizmetlerle personel kapasitesi karşılaştırılarak, atıl du- ran teknik personel gücünün yüklü dairelere nakli sağlanacaktır.

i. Teknik hizmetlerin verimlili- ğini arttıran tedbirler alınacaktır :

(1) Yüksek mühendis, mühen- dis, tekniker, formen dağılımının a- şağıya doğru artış kaydetmesi ge- rektiğinden, belli seviyede tekniker yetiştirmek için kurulan okullar, ku- ruluş amaç ve standartlarını değiştiri- meyecek, mesleki gelişimi sonraki kademedeki öğrenime imkân vere- cek ve bunu engelleyen mevzuat de- ğiştirilecektir.

(2) Teknik gelişme imkânları- nın sınırlı oluşu teknik personelde fazla ücret eğilimi doğurduğundan ve bugünkü mevzuat idari mevkie geçmeden teknik alanda ilerlemeyi engellediğinden bu sistem değiştiri- lerek, teknik ünvan sistemi ihdas o- lunacaktır. Teknik personeli ücret durumu, bütün inşaatçı dairelerde aynı sistem içinde ve piyasanın ar- tacak teknik personel talebi gözö- nüne alınarak tesbit edilecektir.

(3) Teknik hizmetlerin tümü- nün (Proje, ihale dosyalarının hazırlanması gibi) resmi müessese ve teşekküllerin kendi bünyesinde top- lanması gittikçe genişleyen ve pro- duktiviteyi düşüren teorik ve sema- tik kadro ihtiyaçlarını doğurduğun- dan serbest teknik ve müşavirlik bürolarının gelişmesi desteklenecek, mevzuat düzeltilenecektir.

j. Yatırımların ödenek yılı için- de bitirilmesi plan hedeflerinin ta- hakkuku bakımından gereklidir. Bu- nu sağlamak için :

(1) İnşaat yaptıracak daireler 1 yıl sonraki inşaatları için arsaları- nın satın alındığını tevsi edecek ve Bayındırlık Bakanlığının istediği bil- gileri en geç Ağustos ayına kadar göndermiş olacaktırlar. Büyük pro- jelerde bu bilgilerin 2 yıl önceden verilmesine çalışılacaktır.

(2) Zamanında arsası alınma- yan ve programı gönderilmeyen dai- rerelerin proje ve inşaat için ödenek- leri o yılın bütçesine konmayacaktır. Bunun için Bayındırlık Bakanlığının bu konuda vize şartı konacaktır.

(3) Bayındırlık Bakanlığınca in- şaatı yaptırılacak işlerin arsalarının satın alınmasında Bayındırlık Ba- kanlığının fikri alınacaktır.

k. Fiyat analizleri yeniden ya- pılarak, günün teknolojik şartlarına ve gerçek fiyatlara uygun hale geti- rilecektir.

l. Seri halinde yapılacak hiz- met binaları, sağlık tesisleri ve okul- ların programlarının düzenlenmesin- de önce ekonomi gözönünde bulun- durulacak, lüks ve gösterişli, israfa sebep olacak inşaat yapılmıyacaktır. Bunun için gerekli araştırmalara baş- lanacak ve sonuçları uygulanacaktır.

m. Bir işin geç, pahalı ve anla- şmazlıkla bitirilmesinde idarenin hak- lılık ilkelerinden ayrılıp ayrılmadığı konusu kontrol edilecektir. Firmalar için ciddi şekilde takip edilen sicil fişleri tutulup hukuki anlaşmazlık kanalı ile kazanç yoluna giden fir- malara iş verilmeyecektir.

n. Yapı malzemesi standartla- rı ve kalite kontrolü esası vaz edile- cek, mahalli malzemeden istifade için gerekli araştırmalar yapılacaktır.

o. Çeşitli müesseselerde atıl ka- lan inşaat donatımı kıymetlendirile- cektir. Aynı tip ve cins inşaat ma- kinaları için aynı kira prensipleri vazedilecektir.

p. Devlet Binaları Bakım Yönet meliği hazırlanıp, uygulanacaktır.

r. İnşaat işlerine başlarken, birçok işe başlayıp işleri uzatmak yerine, işlerin normal zamanında bi- tirilmesini sağlayacak şekilde prog- ramlar yapılacaktır.

**KALKINMA PLÂNI
(1963 YILI PROGRAMI)**

**TÜRKİYE
MÜHENDİSLİK
HABERLERİ**

İNŞAAT VE MÜHENDİSLİK MEVZUUNDA
TEKNİK MAKALE, HABER VE İŞ İLÂNLARI
İLE SİZLERİ TATMIN EDEBİLECEK VE
İHTİYAÇLARINIZA CE V A P VEREBİLECEK
M E C M U A D I R

Atatürk Bulvarı Ökmen Apt. No. 86/10 Ankara - Yenışehir Tel: 12 13 69