

SEDİMENT TAŞINIM MİKTARININ SAPTANMASIYLA İLGİLİ YÖNTEMLER VE TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALAR

Dr. Yusuf Z. GÜRESİNLİ (1)

ÖZET

Dünya nüfusunun 2/3'ünü tehdit eden açlık, bugün bütün insanlığın üzerinde durduğu en önemli bir sorundur. Bundan dolayı toprak ve su kaynaklarımızın israf edilmeden kendi kapasiteleri dahilinde en yüksek ürünü verecek şekilde üretimde kullanılması ve artan nüfusun besin gereksinmesinin güvence altına alınması zorunludur.

Memleketimizde enerji açığının kapatılması ve tarımsal alanların sulanabilmesi için barajlara verilen önem gittikçe daha çok artmaktadır.

Ülkemizde özellikle tarımsal gelişmeyi engelleyen erozyon süreci ve dolayısıyla sedimantasyon üzerinde bugüne kadar yeterince durulmamıştır.

Toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesi ve su yapıları ile ilgili mühendislik hizmetlerinin daha iyi yapılabilmesi için taşınabilecek sediment miktarının saptanmasında büyük yararlar vardır. Bundan dolayı Türkiye çapında sediment ölçüm şebekesi (network) teşkil edilmelidir.

Bu düzenlemede sediment taşınım miktarının saptanmasına ilişkin yöntemler ile Türkiyede sediment taşınım durumu ve bu konudaki uygulamalar kısaca izah edilmeye çalışılmıştır.

1. TOPLAM SEDİMENT MİKTARININ SAPTANMASINA İLİŞKİN YÖNTEMLER

Sediment taşınımında en önemli doğal kaynak olan toprağın ekolojik yönden incelenmesi ve korunması için erozyon sürecini etkileyen parametre-

ler üzerinde durulmalıdır (15). Diğer taraftan önemli bir kirletici (pollutant) olan sedimentin (18) taşınım miktarının saptanabilmesi için uygulanan bağıntı-

(1) Karayolları 12. Bölge Müdürlüğü Araştırma Şefi.

ların tümünde akımla birlikte çökelti maddesi özelliklerinin de bilinmesi gerekmektedir (13).

Bilindiği üzere bir akarsuyun taşıdığı toplam sediment taşınımı (total load) genel bir tanımla sürüntü maddesi (bed load) askı maddesi (suspended load) ve siltasyon şeklinde hareket eden yıkantı maddesinin taban malzemesinin en az %10'u olduğu varsayılmıştır (12).

Yıkantı maddesinin taşınımına ilişkin yeterli bir yaklaşım zamanımıza kadar bulunamamıştır (1). Bir akarsu tarafından taşınan toplam çökelti maddesinin saptanmasında genellikle iki ayrı yaklaşıma baş vurulmuştur. Bunlardan

biri sürüntü ve askı (süspanse) maddesi taşınımının ayrı ayrı saptanıp toplanması yolunun seçildiği dolaylı yaklaşım, diğeri ise tüm taşınımı bir anda saptamayı amaçlayan doğrudan yaklaşımdır (22).

2.1. Süspanse sedimentin ölçümüne ait yöntemler

Zaman ve ekonomik olanaklar uygun olduğu takdirde sediment verilerinin toplanması projenin planlanma işlemiyle birlikte başlatılır (9).

2.1.1. Arazi ölçümleri

Bir su toplama havzasından taşınan sediment miktarının saptanması



Şekil 1. U.S.DH-48 derinlik entegrasyon ölçüm aleti ile alınan süspanse sediment örneğinden bir görünüm.

için akım ölçümlerinin yapıldığı aynı gözlem yerinde süspanse sediment ölçümleri akarsu en kesitindeki debi dağılımı dikkate alınarak daha doğru bir değerlendirme için genişliğin (1/4, 1/2 ve 3/4) üç düşey kesitinde yapılmasının daha uygun olacağı önerilmektedir (8).

Süspanse sediment örneklerinin alınmasında en yaygın olarak derinlik entegrasyon yöntemi uygulanmaktadır (7).

Örnek alma frekansının saptanması için ancak genel esaslar verilebilir (21). Taşkın akımları sırasında daha sık örnek alınmalıdır.

Örnek alma sıklığı meca karakteristikleri ve iklim koşullarına bağlı olarak değişir (5).

$$\text{Konsantrasyon (ppm)} = A \cdot \frac{\text{Sedimentin kuru ağırlığı (gr)} 10^6}{\text{Su-sediment karışımının ağırlığı (gr)}} \quad (1)$$

2.1.3. Günlük sedimentin hesaplanma yöntemi

Örneklerin analizi ile elde edilen sediment konsantrasyonlarının ve debi değerlerinin bütün gün değişmediği kabul edilerek günlük sediment miktarları aşağıdaki formül uyarınca hesaplanır (16).

$$S = Q \cdot C \cdot K \dots \dots \dots (2)$$

Burada;

S= Günlük sediment miktarı (ton/gün)

Q= Günlük ortalama debi (m³/sn)

C= Günlük ortalama sediment konsantrasyonu

K= Katsayı (86400.10⁻⁶)

2.1.2. Laboratuvar ölçümleri

Sedimenti sudan ayırmada düşük konsantrasyonlu örnekler için filtrasyon yöntemi uygulanır. 2000 mg/lt-10000 mg/lt arasında sediment konsantrasyonu içeren örneklerde buharlaştırma yöntemi kullanılır (13).

Suyun özgül ağırlığı 1,00 gr/mlt ve suda çözülmeyen madde konsantrasyonunun 0 ile 1000 ppm arasında olduğu ve sedimentin özgül ağırlığının ise 2,65 olduğu esas alınarak hazırlanmış olan tablodan (2)alınan (A) katsayısı kullanılarak düzeltilmiş konsantrasyon bulunur. Sediment konsantrasyonunun bulunmasında aşağıdaki formül kullanılır.

2.1.4. Akım - süreklilik analizi ile birlikte kullanılan sediment oranı eğrisi yöntemi

Günlük sediment miktarları ile günlük sarfiyatlar arasındaki korelasyondan hareket edilerek bu yöntemle (flow - duration, sediment - rating curve method) sediment anahtar eğrisi çizilirken aynı gözlem yeri için mümkün olduğu kadar uzun bir döneme ait akım süreklilik eğrisinin çıkartılması gerekir (16).

Akım - süreklilik eğrilerinin çizilmesinde kullanılan veriler genellikle projelene su temini sistemleriyle ilgili olarak daha önce kurulmuş olan akım-gözlem istasyonlarından alınır. Yeterli uzun bir süre için akım ölçümlerinin bulunmadığı durumlarda genellikle da-

ha uzun süreli akım ölçümleri bulunan yakın gözlem istasyonlarının verileri korele edilerek sağlanabilir (10).

Bu yönteme göre hazırlanan süspansediment tablosunda zaman aralığı (%) değerleri sediment oranı eğrisinden bulunan değerlerle (ton/gün) çarpılıp toplanarak günlük süspansediment debisi saptanır. Buradan yıllık süspansediment miktarı ve sediment verimi hesaplanabilir (16).

Bilindiği üzere sediment debisi (sediment discharge) tüm kesit alanından birim zamanda taşınan sediment miktarıdır. Yüzeysel akış (runoff) kaynağı, kar erimesi veya sağnak (rain stern) olduğu zaman yağış mevsimlerinin her birisi için ayrı sediment oranı eğrilerinin geliştirilmesi gerekli olabilir. Sediment gözlemlerinin yapıldığı zaman periyodu ekstrem akışları içermeyen kısa süreli ölçümler olduğundan sediment oranı eğrilerinin uzatılması bir mühendislik sorunudur (19).

Benzer iklim, topoğrafya ve jeolojik özelliklere sahip havzalardan elde edilen uzun süreli örneklem verilerini veya rezervuar bilgilerini kullanarak, sediment-miktarı oranı eğrilerini çizmek olasılığı vardır. Sediment miktarı ilişkisi yaklaşık olarak diğer bulgularla aynı olan drenaj alanının 0,8 inci kuvveti ile değişmektedir (4).

Yakın zamanda olan yangınlar madencilik işleri, yol inşaatı, fazla otlatma veya diğer doğal olmayan koşullar özellikle daha küçük havzalarda tahminlerin önemli derecede karışmasına ve yanlış hesaplamalara yol açabilir. Örneğin Amerika'da Oregon'da 29 havza yapılan araştırmalar, yolların geliştirilmesinin sediment miktarını etki-

leyen faktörlerin en önemlisi durumunda olduğunu kanıtlamıştır. Yol geliştirilmesi ve ağaç kesimi sonucunda sedimentteki beklenen artışın % 80'inin yol geliştirilmesi ve % 20'sinin de yol yapımına bağlı olmaksızın orman ağaçlarının kesilmesi nedeniyle oluştuğu kaydedilmektedir (4).

2.2. Kaba sedimentin ölçümüne ait yöntemler

Sürüntü hareketiyle taşınan (bed load) çökelti maddesi miktarına ilişkin olarak bir çok bağlantı geliştirilmiştir. Bu bağlantılarda genel özellikleri bakımından birbirinden ayrı dört temel yaklaşım üzerinde durulmaktadır. Bunlardan Du Boys yaklaşımı, sürüntü maddesi taşınım miktarı taban sürüklenme kuvvetine, Schoklitsch yaklaşımı akım debisine bağlı olarak belirlenmiştir Einstein yaklaşımında oyulma ve çökeltme arasında istatistiksel bir denge temel olarak alınmıştır (22). Diğer taraftan başka bir yaklaşım da tabanda oluşan kum dalgacıkları ve benzeri taban şekillerinin hareketiyle sürüntü maddesi taşınımı arasında ilgi kurmayı amaçlamıştır (1).

Burada, yukarıda değinilen bağlantılardan ayrı olarak Amerika Birleşik Devletleri Bureau of Reclamation tarafından geniş ölçüde uygulanan Meyer - Peter, Müller formülü üzerinde durulmuştur. **Bu formül şu ana görüşe dayanmaktadır. Bir akar suyun mecrası taşıdığı sediment ve debi şartlarında uzun yıllar sonucunda oluşmaktadır. O halde yatağın stabil bir kısmındaki materyal o akar suyun taşıdığı sediment hakkında bir fikir vermelidir. Bu görüşün ışığı altında aşağıda belirlenen ampirik formül geliştirilmiştir.**

$$G_s = 5,296 \left[10,846 \left(\frac{Q_s}{Q} \right) \left(\frac{D_{90} \frac{1}{6}}{n_s} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot d.s - 0,627 \cdot D_m \right]^{\frac{2}{3}} \quad (3)$$

Burada;

G_s = Kesitin 1 m tülünden geçen kaba sediment (ton/gün)

Q_s = Kaba sedimenti tayin eden debi (m^3/sn)

Q = Debi (m^3/sn)

d = Kesitteki suyun derinliği

S = % eğim

D_{90} = Mecra materyalinin % 90'ının daha ince olduğu tane çapı

D_m = Mecra materyalinin efektif tane çapı

n_s = Mecranın toplam olarak pürüzlülüğü

Akarsu yatağının stabil kısımlarından mecra malzemesini karakterize edecek şekilde örnekler alınarak granulometrik özellikleri saptanır. Buradan D_m ve D_{90} , mecra malzemesinin granulometrik analizinden bulunur. Formülün tatbikatını kolaylaştırmak için U.S. Bureau of Reclamation tarafından hazırlanmış olan abak ve tablolardan yararlanılmaktadır. Bu tahmin yöntemine göre örnek alınan akarsuyun gözlem yerine göre akım ölçümleri olmalı ve akım - yükseklik ile bu verilerden yararlanılarak akım - süreklilik eğrisi çizilmelidir (21).

2.2.1. Kaba sediment taşınımıyla ilgili yaklaşımların irdelenmesi

Akarsuyun taşımakta olduğu katı maddenin bir kısmı taban malzemesi bir kısmı ise aşınma malzemesidir. Taban malzemesi hareketi akım karakteristiklerinin bir fonksiyonu olduğundan akım koşullarına bağlı olarak hesaplanma olanağı vardır. Ancak bu konuda geliştirilen henüz kesin sonuçlar vermekten uzaktır. Yalnız bütün bu bağıntıların ortak yanı, geliştirilmiş oldukları sınırlı koşullar için geçerli olmalarıdır. Bunun nedeni ise bütün bağıntılarda bir ya da birden fazla deney ve gözlemlerle saptanabilecek kat sayı bulunması ve gerek akım ve gerekse çökelti maddesi özelliklerinin fazlasıyla değiştiği doğal akarsular için bu katsayılara ilişkin güvenilir değerlerin saptanmasının olanaksız olmasıdır (1).

Örneğin, Fırat nehrinde yapılan gözlemlerle toplan çökelti maddesi taşınımının hesaplanmasına ilişkin çeşitli bağıntıların kullanılması ile elde edilen sonuçlar arasında büyük sapmaların olduğunu göstermiştir (22). Bundan dolayı en iyi bağıntı uygulamanın yapılacağı akarsu koşulları için ancak denemelerle bulunabilir (6).

3. SEDİMENT TAŞINIMINA İLİŞKİN ÖLÇÜLEN KAYITLARIN EKSTRA POLASYONUNU İÇEREN YÖNTEMLER

3.1. Sediment debisi ile toprak tipi ilişkisi

Bu yöntem, toprak sınıfı ve işlenen arazilere göre sediment miktarının,

bir korelasyonunu elde etmek amacıyla yüzey akış-sediment yükü ölçümleri esasına dayanır. Akarsu havzaları toprak tipleri ve işlenen arazi miktarındaki

artışa göre her bir sınıf için geliştirilen yıllık yüzey akış - sediment debisi eğrilerine göre ayrılabilirler (14).

3.2. Etkin havza karakteristikleri

Bir deranj havzasının etkin fiziksel karakteristiklerinin, ölçülen sediment miktarı ile olan ilişkisi bu yöntemin esasını kapsar. Bir havzanın etkin olan karakteristikleri arazi kullanımı relief ve topoğrafya, iklim su ve toprak tipleri şeklinde özetlenebilir.

Arazi - kaynak alanları (fand - resource areas) karşılaştırılabilir arazi sınıfları içerisindeki belirli münferit sediment birikim oranları olarak gruplandırmada kullanılırlar.

Bu yöntem, çeşitli durumlar için sediment miktarının zamanla değişimini belirleyen hususları verir (17).

3.3. Isogram aralıkları ile sediment miktarı tayini

Münferit havza analizleri dışında bu yöntemle önceki yöntem arasında bir benzerlik vardır. Bu yöntem, havzanın ölçülen sediment miktarı kayıtlarını ve etkin fiziksel karakteristiklerini esas alır. Fakat bir havzanın sediment miktarını etkileyen karakteristiklerini değerlendirmede kişisel bilgi ve mühendislik kararlarına dayanmaktadır. Zamanın standart periyotları için miktar oranları, üç yöntemden biri yardımıyla daha kısa periyotlu rasatlarını extra polasyonu ile türetilmiştir. Ölçüm periyotları ve standart periyot arasındaki sediment yükü - su debisi ilişkisinin karşılaştırılması; sediment - su regresyon eğrilerinin drenaj alanının artışı için türetilmesi veya kısa süreli

periyotlardaki fasıllı sediment ölçmeleri arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesidir (19).

3.4. Kentsel gelişmeye bağlı olarak sediment miktarı

Bu yöntemin tekniği hala gelişme safhasındadır. Belirli bir süre içerisinde kırsal arazinin kentsel kullanım alanı durumuna geçişindeki temel görülmüş sediment miktarı oranlarının tarımsal arazinin kentsel amaçlarla kullanılmaya geçmesi durumunda artmasıdır. Kentsel büyüme sınırlarının tabirini durumu yerel kent planlama dairelerince saptanır. Bu limitler, kırsal alanlarda kullanılan drenaj suyunun kırsal alanlardan bir tek aileye, birkaç aileye veya ticari amaçlarla kullanılmasına çevirimiinde bir esas teşkil eder. Gelişmenin çeşitli safhalarındaki alan artışları için miktar oranlarının intergrasyonu projenin planlanan ömrü boyunca değerini korumasına izin verir. Sınırlı kent yüzey akışı ve sediment miktarı ölçümlerinin kararlı bir şekilde extrapolasyonu şimdilik önemlidir. Fakat sağnaklarda yüzey akış (storm-runoff) ölçümleri üzerinde veri toplama programları bu sınırı kısa zamanda ilerletebilir (19).

3.5 Her bir drenaj birimi için sediment miktarı

Bu yöntem, sediment miktarının drenaj alanı artışına bağlı olarak ölçüm oranları ile ilgili olarak bulunması nedeniyle çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Toprak tipleri, yüzey akış hacmi, havza - kapasite oranları etkili debi, arazi kullanımı, fizyografik alanları ve diğer bir çok parametreler tara-

findan drenaj alanının belirli sınırlar içindeki çeşitli korelasyonları olabilir (19).

3.6. Debris (birikinti) havzası için sediment miktarı

Dağlık arazilerdeki taşkın kontrolü birikinti havzalarına gelen sediment miktarının tayininde kullanılan özel bir uygulamadır. Arazilerin yağışta ilk oluşan yüzey akışı ve kısmen veya tamamen yangına maruz kalması ile

etkilenen koşullarını yansıttığından bu yöntem gözlenen birikinti hacimlerinden geliştirilmiştir. Etkili faktörler, drenaj alanının büyüklük ve şeklini, jeolojik özelliklerini, bitki örtüsünün çeşidi ve kapalık derecesini, yangınların ne kadar yakın zamanda olduğunu ve sağnak fırtınalarının frekans süre intensitesini kapsar.

Ölçülen birikinti hacmi, ortak bir esasa göre ayarlanır ve birikinti miktarını etkileyen ana faktörlerin farklı düzeltmeleri için eğriler geliştirilir (19).

4. TÜRKİYE'DE SEDİMENT TAŞINIM DURUMU VE BU KONUDAKİ UYGULAMALAR

Ülkemizde tüm arazinin hemen hemen yarısında aktif olan erozyon sürecine bağlı olarak her yıl yaklaşık yarım milyon ton verimli üst toprak denizlere taşınmaktadır. Ayrıca denizlere taşınan topraklarla birlikte her yıl yaklaşık olarak 10 ile 30 milyon ton arasında bitki besin maddesinin kaybolduğu belirtilmektedir (11).

Türkiye'den ve dünya'dan taşınan katı materyal miktarları arasında bir karşılaştırma yapılacak olursa, Türkiye dünyada en fazla aşınmaya uğrayan ve aşırı derecede denizlere materyal veren ülkelerin başında gelmektedir. Örneğin Fırat, aşağı Nil'in taşıdığı kadar katı materyal taşımaktadır. Öte yandan Büyük Menderes, Yenisey kadar, Seyhan ise Obi ve Po'dan daha fazla sedi-

ment nakletmektedir (3). Türkiye'de birim sahadan ortalama taşınan materyal miktarı Kuzey Amerika'dan altı kat, Avrupa'dan 17 kat, Afrika'dan ise 22 kat fazladır. Ayrıca Türkiye arazisinden bir yılda taşınan sediment miktarı tüm Avrupa kıtasından taşınan sediment miktarından fazladır (3). Sediment taşınımının bu derece önemli bir sorun olmasına karşın Türkiye'de bu konuda ki uygulamaların çok az sayıda olduğu dikkati çekmektedir. Ülkemizde sediment taşınımına ait ölçümler henüz çok yenidir. Bugün için DSİ ve EİE tarafından yalnız süspanse sediment için yapılmakta olan bu ölçümlerin aynı zamanda yatak yükü içinde yürütülmesi gereği üzerinde durulmaya başlanmıştır.

5. SEDİMENT TAŞINIMIYLA İLGİLİ BAZI ÖNERİLER

Bilindiği üzere gerekli sanat yapıları inşa etmek suretiyle sedimenti uygun yerlerde tutmak olasılığı vardır. Ancak sediment taşınımı ve ta-

rımsal kirlenme sorunlarını, devamlı bir şekilde çözümlenmek için en etkin yol havzada erozyonun kontrolüdür.

— Akarsularımızın sediment veriminin hesaplanmasında halen ülkemiz şartlarına uymayan ampirik formüllerden yararlanılmaktadır. Bu da poije ekonomisini genellikle olumsuz yönde etkilemektedir. Bundan dolayı su toplama tesislerinin projelendirilmesinde sediment taşınımı mutlaka ölçülerek saptanmalıdır.

— Su yapılarının planlanmasında belirli hidrolojik bölgeler için akım-gözlemleri ve benzeri istasyonların meydana getirdiği bir hidrometrik ağ (network) teşkil edilmesine (20) paralel

olarak Türkiye çapında sediment ölçüm şebekesi kurulmalıdır.

Sediment taşınım miktarının saptanması için kurulan istasyonlar toprak, topoğrafya, arazi kullanımı, bitki örtüsü, göl ve bataklıklardaki doğal su depoları gibi sediment miktarını etkileyen çeşitli havza özelliklerini temsil edecek şekilde seçilmelidir.

— Türkiye çapındaki sediment şebekesi için örnekleme programı her havzanın karakteristikleri dikkate alınarak uygulanmalıdır. Diğer taraftan mevcut istasyonların kayıt periyotları yaygınlaştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- (1) Aksoy, Ş. 1966. Serbest yüzeyli akımlarda sürüntü maddesi taşınımı miktarının hesaplanması için formüller, DSİ Genel Müdürlüğü. Yayın No. 547. Sayfa 5-20 Ankara.
- (2) Arıca, V. 1974. Sediment analizi tekniği. EİE Hidrografi Şubesi Teknik Yayın 12. Sayfa 3-36 Ankara.
- (3) Atalay, I. 1973. Türkiye'de aktüel sedimentasyon problemleri. Prospektür Dergisi. Sayı 2. Sayfa 105-119 Ankara.
- (4) Anderson, H. W. 1954. Suspended sediment discharges as related to stream flow, topography, soil and land use. Transactions of the American Geophysical Union 35: 248-281.
- (5) Boyer, M. C. 1964. Streamflow measurement. Hand book of Applied Hydrology. Section 15 pp. 3-37 McGraw-Hill.
- (6) Bayazıt, M. 1972. Hareketli tabanlı akımların hidroliği. Sayfa 198-205. İ. T. Ü. İnşaat Fakültesi Hidrolik ve Su Kuvvetleri Kürsüsü. Sayı 835 İstanbul.
- (7) Colby, B. H. 1956. Relationship of sediment discharge to stream flow. U.S. Department of The interior geological Survey Water Resources Division. pp. 1-169 Washington.
- (8) Chien, N. 1952. Efficiency of depth integrating suspended sediment samplers. Trans. Amer. Geol. Union 33 693-698.
- (9) Chang, F. M; Simons, D. B. and Richardson, E. V. 1967. Total bed - material discharge in alluvial Channels 12 th congress IAHR, Fort Collins.
- (10) Collier, C. R. 1974. An approximation of sediment yields from Watersheds in Minnesota A-

merican Society of Agricultural Engineers. Paper No: 74-2506 pp. 1 - 6 Michigan.

- (11) Doğan, O. 1972. Toprak kanseri erozyon. EİE Bülteni, Sayı 39, Safa 24- 28 Ankara.
- (12) Einstein, H. A. 1950. The bed-load function for sediment transportation in open channel flows. U. S. Dept. Agric. Soil Conserv, Serv. T. B. No. 1026.
- (13) Ferguson, E. G. and Harold P. Guy 1970. Stream sediment an environmental problem. journal of Soil and water conservation problem. journal of soil and water conservation Nocomber - December Volume 24 Number, 6. p. 218.
- (14) Hill, A. L. 1975. Rates of sediment production in the Kansas City Distric. U. S. Army Engineer District, Kansas City No. 69106.
- (15) Kılıç, M. 1976. Sediment problemi - tarımsal kirlenme. Orta Doğu Teknik Üniversitesi. Mühendislik Fakültesi. İnşaat ve Çevre Mühendisliği Bölümü.
- (16) Miller, C. R. 1951. Analsis of fluw - duration, sediment-rating Cerve method of com-

puting sediment yield U. S. of Reclamation. P. 1-15.

- (17) Mack, P. j. 1970. Sediment yields in the upper Mississipi River Basin. Hydrologic Engineering Center, Corps of Engineers at Davis. Calif.
- (18) Robimson, A. R. 1971. Sediment. pp. 61-62. journal of Soil and Water Concervation Volume 26 No. 2.
- (19) Strand, R. I. 1975. Bureau of Reclamation Procedures for predicting sediment yield. Present and Prospective Technology For Predicting Sedimentyields and Sources. U.S. Department of Agriculture pp. 10-15. ARK-S-40.
- (20) Ünlü, D. 1972. Hidrometrik net work. DSİ Hidrometri ve Hidrometeoroloji semineri. Sayfa 1-17 İsparta.
- (21) Üçüncü, N. 1975. DSİ. Erozyon semineri. (14-19 Nisan - izmir). Mecralarda oyulma miktarının tayini ve stabilite problemleri. Sayfa 1- 12 Ankara.
- (22) Yücel, Ö. 1976. Erozyon ve sedimentasyon. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi. Üniversite sonrası kurslar. Bölüm 4 Ankara.