

3.GAP MÜHENDİSLİK KONGRESİ 24-26 MAYIS 2000 ŞANLIURFA

GAP BARAJLARI DOLUSAVAKLARINDA GÜVENİLİRLİK DÜZEYLERİ

Kasım YENİGÜN

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

Özet:

Barajların yıkılmalarındaki birinci dereceden etkenler taşkın debisinin yetersizliği dolayısıyla yer alan taşmalar, temel problemleri ve yer sarsıntılarınıdır. Barajlarda dolusavak taşkın debisi olarak seçilebilecek taşkın büyüklüğü (dönüş aralığı) barajın güvenliği açısından göze alınabilecek riske bağlıdır. Bu riskin değeri de söz konusu taşkın aşılması halinde ortaya çıkacak zararlarla ilgilidir. Can kaybı ya da çok önemli zararlar görülebilecekse, yeterli korumayı sağlamak için riski çok küçük seçmek gerekir. Buna karşılık ortaya çıkabilecek zararlar çok büyük değilse daha büyük bir risk kabul edilebilir.

Barajların planlama ve projelendirme safhalarında bazen yetersiz hidrolojik verilerden yararlanıldığı da düşünülürse, araştırmacıların geçerli saydığı metodlardan bir ya da birkaçı ile risk hesabının yapılması ve sonuç değerinin belirlenmesi ile bazı barajların hangi riskler altında ne tür güvenlik davranışı gösterdiği ve bu davranış ile risk-emniyet oranlarının gerçekçi bir şekilde belirlenebileceği açıktır.

Bu mantıktan hareketle GAP Projesini oluşturan barajlardan önemli bir bölümü üzerinde bir risk analizi çalışması yapılmış ve söz konusu barajların dolusavaklarının, boyut bakımından gözlenmiş maksimum akım değerlerine karşı duyarlılıkları ve risk düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar, barajların ve dolusavakların özelliklerini de içeren bir tabloda özet halinde verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dolusavak, taşkın, risk, güven, GAP bölgesi.

Reliability Levels At Spillways Of The Dams In GAP Region

Abstract:

Overtopping due to floods, foundation problems and earthquakes are primary factors responsible for dam damages. The amount of flood quantity which is selected as spillway flood quantity depends on the acceptable risk for dam safety. The size of risk changes according to the importance of dam damages or loss of life.

In the planning and designing of dams, usually existing inadequate hydrological data are used. It appears that the calculation of risk, determination of the results, behavior of risky dams about reliability and the determination of risk-safety ratios can be found easily.

Considering the above explanations, the sensitivity and risk levels of the spillways in some dams in the GAP region are determined according to the observed maximum flow data with respect to the dimensions. The results have been given in a table which also presents specifications of the dams and spillways, respectively.

Key Words: Spillway, flood, risk, reliability, GAP region.

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun suyu dizginleme ve ihtiyaçları için kullanma hedefinin mükemmel bir göstergesi olan barajların performanslarının sürekli izlenmesi, hasara yol açabilecek herhangi bir kusurun kontrolünü sağlayacaktır. Mevcut barajlar üzerinde yapılacak çalışmalarla yetersizliklerin nedenleri, etkileri ve alınacak önlemler hakkında önemli bilgiler edinilebilir.

Yapılan çeşitli çalışmalar sonucu barajların performansı ortaya konmakta ve barajları etkileyen risk faktörleri genel olarak; temel yetersizliği, yetersiz dolusavak, zayıf konstrüksiyon, düzensiz oturma, yüksek boşluk basıncı, savaş etkileri, sedde kaymaları, kusurlu malzemeler, doğru olmayan işlemler ve depremler alt başlıklarında gözlemlenmektedir. (Uzel, 1991)

Literatür incelendiğinde bir baraja inşaat aşamasıyla birlikte uygulanan riskler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Tablo 1. İnşaat Uygulanan Riskler; (Cooper and Chapman, 1993)

Doğal riskler	Taşkın Rüzgar Sismik Jeolojik şartlar Düşük akımlar
Tasarım kontrollü riskler	Sızıntı, borulanma, erozyon Yer altı suyu
İnşaat riskleri	İşçi, grev, kavga Ekipman imkanları Ekipman zayıflığı Malzeme imkanları Malzeme servisi Hava şartları
İnsani riskler	Müteahhit kapasitesi Müteahhit kalite kontrolü Kazalar Sabotaj
Özel riskler	Regülatörün gecikmesi Tahmin değişikliği Program değişikliği

Baraj yetersizliklerinin nedenleri incelendiğinde ise (Tablo 2) taşkınlara dayalı dolusavak yetersizliği, baraj yıkılmalarında % 23'lük bir payla ikinci sırada yer almaktadır:

Tablo 2. :Barajların Yetersizliklerinin Nedenleri (Uzel, 1991)

Yetersizliğin Nedeni	Yetersizliğin Yüzdesi
Temel yetersizliği	40
Yetersiz dolu savak	23
Zayıf konstrüksiyon	12
Düzensiz oturma	10
Yüksek boşluk basıncı	5
Savaşın etkileri	3
Sedde kaymaları	2
Kusurlu malzemeler	2
Doğru olmayan işlem	2
Depremler	1

Dolusavak yetersizlikleri alt başlığında incelenebilecek baraj kazaları sınıfında ise sadece dolusavak kapaklarının istenilen şekilde işletilememesinden dolayı bile yakın geçmişte hasara uğrayan bazı barajlar arasında, Euclides Da Cunha Barajı, (Brezilya,1977), Machu II Barajı, (Hindistan,1979), Hirakuo Barajı, (Hindistan, 1980), Tous Barajı, (İspanya,1982), Noppikoski Barajı, (İsveç, 1985), Lutufallet Barajı, (Norveç, 1986), Belci Barajı, (Romanya, 1991), Folsom Barajı, (ABD, 1995) gibi isimler verilebilir. (Yıldız, 1998)

2. DOLUSAVAKLAR VE TAŞKINLAR

Su yapıları projelerinde, diğer birçok hususlar yanında proje taşkın debisinin doğru olarak tespiti yapının emniyeti ve geleceği için büyük önem taşır. Bu nedenle taşkınları, kapsamlı bir şekilde incelemek ve büyüklüğünü doğru olarak belirlemek her şeyden önce bir emniyet ve ekonomi faktörüdür. Proje taşkını, esas alınan taşkından daha büyük bir taşkın meydana gelmesi durumunda oluşacak zarar ile projede daha büyük bir taşkının proje taşkını olarak seçilmesi durumunda yapılacak fazla yatırımlarla karşılaştırılarak belirlenir. Bu sebepten yeterli bir emniyet ve ekonomi sağlayacak şekilde belirlenen proje taşkınında daima bir riski göze almak gerekir. (Erkek,1986)

Dolusavak yapıları, akarsuyun baraj ya da gölet rezervuarına getirdiği suyun barajı doldurduktan sonra, fazlasını baraj mansabına emniyetle taşımaya yarayan yapılardır. Bu yapılar gerek barajda, gerekse gölette emniyet sübabı görevi görürler.(Sungur, 1993)

Son senelerde dünyanın değişik yerlerinde baraj yıkılmaları birçok insanın hayatına mal olmuş ayrıca önemli maddi zarara yol açmıştır. Bu nedenle dolusavakları ve bu arada barajların yıkılmalarında rol oynayan başlıca faktörleri yeniden ve yeni bir yaklaşımla gözden geçirme eğilimi doğmuştur. Özellikle geçmiş yıllarda inşa edilmiş olan barajlar bu yöntemle ele alınmaktadır. Bunun nedeni o devirlerde kabul edilen proje kriterlerinin yetersiz kaldığının gözlemlenmesidir.

Barajların yıkılmalarındaki birinci dereceden etkenler taşkın debisinin yetersizliği dolayısıyla yer alan taşmalar ve yer sarsıntılarıdır. Eski barajlarda bu hususlar yeniden ele alındığı zaman bu yapıların emniyetli olmadığı görülmektedir, bu nedenle de yıkılmalar daha çok bunlarda yer alır.

Barajlarda dolusavak taşkın debisi olarak katastrofal yani gelmesi muhtemel en büyük taşkın debisi esas alınır. (Sungur,1993)

Pratikte iyi işletilen bir barajda dolusavak çalışmaz.Genelde baraj ömrü 100 yıl kabul edilmesine rağmen, proje taşkın debisi 100 yıllık taşkın debisinden büyük seçilir. (Şentürk,1988)

Taşkın sırasında suyun barajın üzerinden aşarak barajın güvenliğini tehlikeye düşürmemesi için haznenin yeterli kapasitede bir dolu savağı olmalıdır.

Dolusavak kapasitesinin hesabı için ilk olarak proje taşkınının belirlenmesi gerekir. Dolusavak, proje taşkınına baraj için bir tehlike oluşturmadan geçirebilecek şekilde boyutlandırılacaktır.

Proje taşkını olarak seçilebilecek taşkının büyüklüğü (dönüş aralığı) barajın güvenliği açısından göze alınabilecek riske bağlıdır. Bu riskin değeri de söz konusu taşkının aşılması halinde ortaya çıkacak zararlarla ilgilidir. Can kaybı ya da çok önemli zararlar görülebilecekse, yeterli korumayı sağlamak için riski çok küçük seçmek gerekir. Buna karşılık ortaya çıkabilecek zararlar çok büyük değilse daha büyük bir risk kabul edilebilir.

3. DOLUSAVAKLARDA RİSK VE GÜVENİLİRLİK

Yapıların görev yapamama riskinin belirlenmesi için araştırmacılar; dönüş aralığı, emniyet faktörü, Monte-Carlo simülasyon, güvenilirlik indeksi, ortalama değer birinci derece ikincil moment metodu (MFOSM), ileri birinci derece ikincil moment (AFOSM) gibi metotlar öne sürmüşlerdir. (Yen v.d, 1986) (Türkman, 1990)

Barajların planlama ve projelendirme safhalarında bazen yetersiz hidrolojik verilerden yararlanıldığı da düşünülürse, muhtemel maksimum yağış, frekans analiz yöntemleriyle hesaplanan taşkın piklerine göre boyutlandırılan dolu savakların yukarıda sayılan metotlardan bir ya da birkaçı ile risk hesabının yapılması ve sonuç değerinin belirlenmesi ile bazı barajların hangi riskler altında ne tür güvenlik davranışı gösterdiği ve bu davranışı ile risk-emniyet oranlarının gerçekçi bir şekilde belirlenebileceği açıktır. (Bulu, 1989)

Bu metotlardan en iyi sonuç veren iki metot MFOSM ve AFOSM kısaca çözümlene mantığıyla incelendiğinde aşağıdaki bilgiler elde edilir :

Birinci derece ikincil moment, oldukça yeni geliştirilmiş, yapıların toplam veya bileşke risklerini belirlemede kullanılabilen güçlü metotlardır. Metotlar yapıya etki eden hidroloji, zemin mekaniği gibi değişik disiplin dallarında incelenen değişik nitelik ve nicelikteki verilere sahip etkenlerin tümünü içerebilir. Metotlar sadece yapıya etki eden faktörlerin kestirilmiş ortalama değerlerini ve standart sapmalarını gerektirir. Gerekli hesaplama miktarı Monte Carlo simülasyon ve doğrudan integrasyon metotlarına göre daha azdır.

Birinci derece analizler, yapıya etki eden rastgele değişkenlerin Taylor serisi açılımlarının ikinci ve daha yüksek üslü terimlerini ihmal ederek yapılır. İkincil moment analizleri ise rastgele değişkenlerin Taylor serisi açılımının yapıldığı yerdeki sadece ilk iki istatistiksel momentini, beklenen değer ve varyasyon katsayısını içerir. (Türkman, 1990)

2.1. Ortalama Değer Birinci Derece İkincil Moment Metodu (MFOSM)

Bu yöntemde; $z = g(x_i)$; $i = 1, 2, \dots, m$ denklemindeki z 'nin birinci mertebeye Taylor serisi açılımı, x_i değişkenlerinin \bar{x}_i ortalamalarında yazılır.

$$Z = g(x_i) + \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x}_i) \frac{\partial g}{\partial x_i}$$

Burada türevler

$$x_i = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_m)$$

da alınır. Yukarıdaki denklemde z 'nin birinci ve ikinci momentlerini alıp, ikinci mertebeden daha yüksek terimleri ihmal edersek,

$$E(z) = \bar{z} = g(\bar{x}_i)$$

$$\text{Var}(z) = \sum_{i=1}^m C_i^2 \text{Var}(X_i)$$

şeklinde belirlenir. Bu ifadelerde C_i değerleri, $(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_m)$ de hesaplanan $\frac{\partial g}{\partial x_i}$

kısmi türevlerdir. X_i değişkenleri istatistik olarak bağımsız kabul edilmiştir. Dolayısıyla;

$$\sigma = \left[\sum_{i=1}^m (C_i \sigma_i)^2 \right]^{1/2}$$

yazılabilir. Burada σ_z ve σ_i , sırasıyla z ve x_i ' nin standart sapmalarıdır. Risk, $P_f = P(Z < 0)$ denkleminde bulunur. Eğer z normal dağılmış ise, risk;

$$P_f = 1 - \phi\left[\frac{E(z)}{\sigma(z)}\right] = 1 - \phi(\beta)$$

olup, $\phi(\beta)$ eklenik (birikimli, kümülatif) standart normal dağılım tablolarından elde edilir. MFOSM yönteminde, β güvenilirlik indeksi;

$$\beta = \frac{g(\bar{x}_i)}{\left[\sum_{i=1}^m (C_i \sigma_i)^2\right]^{1/2}}$$

olarak bulunur. Bu şekilde hesaplanan risk yaklaşık olup, x_i değişkenleri normal dağılıma uyarsa ve $g(\cdot)$ fonksiyonları esas değişkenlerin lineer kombinasyonu olarak yazılabilirse sonuç tam ve doğru olur. (Yen vd, 1986)

a) İnşaat mühendisliği projelerinde yapıların görev yapamaması, sıklıkla taşkınlık, güçlü depremler gibi ekstrem olaylar sonucu ortaya çıkmaktadır.

Bu tür değişkenlerin olasılık dağılımları büyük varyanslı ve çarpıklık katsayılı olmakla beraber, MFOSM metodunda yapılan doğrusallaştırma ve $g(\cdot)$ fonksiyonunun x_i değişkenlerinin ortalama değerlerinde belirlenmesi, bu metod ile belirlenen riskin gerçek riskten oldukça değişik olmasına neden olabilmektedir.

b) Metod ile $g(\cdot)$ fonksiyonunun nasıl formüle edildiğine bağlı olarak değişik risk ve güvenilirlik indeksi değeri bulunabilmekte, örneğin, Z 'nin C-L, (C/L)-1, veya ln (C/L) şeklinde tanımlanması değişik P_f ve z değerleri vermektedir.

a şikkında verilen dezavantajlar, $g(\cdot)$ fonksiyonunun Taylor serisinin daha büyük dereceli terimlerini de içeren açılımının yapılması ile, önemli ölçüde giderilebilir. Ancak bu gelişim, çarpıklık katsayısı gibi bir çok durumda mevcut olmayan veya çok kaba bir şekilde belirlenebilen ek istatistiksel bilgi ve oldukça uzun hesaplama gerektirmektedir. (Türkman, 1990)

2.2. İleri Birinci Derece İkincil Moment Metodu (AFOSM)

Bu yöntemin esas varsayımı

$$z = g(x_1, x_2, \dots, x_m)$$

performans fonksiyonunu Taylor serisi açılımı ile lineerize edip, ortalama değer yönteminde olduğu gibi ortalama değerlerde değil, çökme yüzeyi üzerindeki

$$x^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*)$$

noktasında hesaplamaktır. (Ang, Tang, 1984)

Çökme yüzeyindeki

$$x^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*)$$

noktası için Taylor serisi açılımını yazarak,

$$z = g(x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*) + \sum_{i=1}^m C_i \left(\bar{x}_i - x_i^* \right)$$

oluşur. Bu ifadelerde

$$C_i = \frac{\partial g}{\partial x_i}$$

olup, x_i^* çökme noktasındaki değerdir. Çökme yüzeyinde $z=0$ olduğundan çökme noktasında,

$$g(x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*) = 0$$

olup, Z' nin beklenen değer ve standart sapması

$$E(z) = \sum_{i=1}^m C_i (\bar{x}_i - x_i^*)$$

$$(z) = \left[\sum_{i=1}^m (C_i \sigma_i)^2 \right]^{1/2}$$

z değişkeninin σ_z standart sapması aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\sigma_z = \sum_{i=1}^m \alpha_i C_i \sigma_i$$

$$\alpha_i = \frac{C_i \sigma_i}{\left[\sum_{j=1}^m (C_j \sigma_j)^2 \right]^{1/2}}$$

α_i katsayıları bulunduktan sonra,

$$x_i^* = \bar{x}_i - \alpha_i \sigma_i \beta$$

olduğundan, limit durum denkleminde yerine konarak, deneme - yanılmayla β hesaplanır. Buradan çökme yüzeyi üzerindeki x^* lar hesaplanır. Daha sonra tekrar α_i ler, x^* lar hesaplanır. Denemeye β değışmezse, risk hesaplanır: (Bulu, 1991)

$$P_f = 1 - \phi(\beta)$$

2.3. Normal Dağılıma Uymayan Rastgele Değişkenler:

Eğer rastgele değişkenler normal dağılıma uymazsa risk hesabını eşdeğer normal dağılımlarını kullanarak yapabiliriz. (Ang ve Tang, 1984)

Normal dağılmış olmayan (çarpık dağılmış) değişkenlerin de uygun bir dönüşümle normal dağılıma uydurulmasına çalışmamıza yol açar. Bu amaçla en çok kullanılan dönüşüm logaritmik dönüşümdür.

X rastgele değişkenine

$$Y = \ln X$$

şeklinde logaritmik bir dönüşüm uygulanır. (Bayazit vd., 1985)

Yine normal dağılıma uymayan bir değişkenin eşdeğer normal dağılım değerini bulmak için, eşdeğer normal dağılımın eklenik olasılıkları ile olasılık yoğunluk ordnatlarının normal olmayan dağılım değerlerine eşit olduğu kabul edilir.

x_i^* çökme noktasındaki eklenik olasılıkları eşitlesek,

$$\phi \left(\frac{x_i^* - x_{xi}^{-N}}{\sigma_{xi}^N} \right) = F_{xi}(x_i^*)$$

x_{xi}^{-N} , $\sigma_{xi}^N = x_i$ değişkeninin eşdeğer normal dağılımının ortalama ve standart sapması.

$F_{xi}(x_i^*) = x_i^*$ noktasında hesaplanan orijinal eklenik olasılığı.

$\phi(\cdot)$ = standart normal değişkenin eklenik olasılığı.

$x_{xi}^{-N} = X_i^* - \sigma_{xi}^N \phi^{-1}(F_{xi}(X_i^*))$ bulunur.

$f_{xi}(x_i^*) = x_i^*$ noktasındaki orijinal olasılık yoğunluk ordnatı.

$\phi(\cdot)$ = standart normal değişken olasılık yoğunluk ordnatı, olmak üzere, yukarıdaki denklemlerden,

$$\sigma_{xi}^N = \frac{\phi \left\{ \phi^{-1} \left[F_{xi} (x_i^*) \right] \right\}}{f_{xi} (x_i^*)}$$

bulunur. Çökme yüzeyinin koordinatları ise,

$$X_i^* = X_{xi}^N - \alpha_i \beta \sigma_{xi}^N \text{ olup,}$$

$$\alpha_i = \frac{C_i \sigma_i^N}{\left[\sum_{j=1}^N (C_j \sigma_j^N)^2 \right]^{1/2}}$$

bulunur. Geri kalan işlemler AFOSM'deki gibi yapılır. (Bulu, 1991)

3. BAZI GAP BARAJLARINA AİT RİSK UYGULAMALARI

Bu çalışmada, ele alınan

- Hancağız (1964-68 yılları arasında 21069 nolu DSİ'ye ait AGİ ve 1969-88 yılları arasında 21060 nolu EİEİ'ye ait AGİ'den toplam 25 adet akım gözlemi),
- Hacıhıdır (1964-90 yılları arasında 21019 nolu DSİ'ye ait AGİ'den toplam 27 adet akım gözlemi)
- Kayacık (1967-84 yılları arasında 21 111 nolu DSİ'ye ait AGİ'den toplam 13 adet akım gözlemi)
- Çamgazi (1984-86 yılları arasında 21 207 ve 21 208 nolu DSİ'ye ait AGİ'den toplam 3 adet akım gözlemi)

barajlarına ait gözlenmiş maksimum akım değerleri alınmış ve bu değerlerin normal dağılıma uygunluğu belirlenmeye çalışılmıştır. (Kulga, 1994), (Akçakoca, 1997)

Elde edilen parametreler, JAVA ortamında hazırlanmış olan bilgisayar programı yardımıyla (sadece normal dağılım değerlerine göre sonuç veren) MFOSM ve AFOSM metotları ile risk analizine tabi tutulmuş ve söz konusu barajlara ait dolu savakların güvenilirliği belirlenmeye çalışılmıştır.

Gaziantep İli, Nizip Akarsuyu üzerinde kurulu bulunan Hancağız Barajına ait risk analizi çalışması sonunda elde edilen parametrelerden normal dağılım için Ortalama: 57.744, Standart sapma: 51.5614, Çarpıklık katsayısı: 1.79631, Kurtosis katsayısı: 3.03124 değerleri bulunmuş ve bu dağılımın normal olduğu kabulüyle her iki metot için risk değerleri MFOSM; P(1)=0, AFOSM; P(2)=0 şeklinde bulunmuştur.

Şanlıurfa Siverek İlçesi, Şehir Çayı üzeri Hacıhıdır Barajına ait risk analizi çalışması sonunda elde edilen parametrelerden normal dağılım için; Ortalama: 25.8215, standart sapma: 16.6245, çarpıklık katsayısı: 1.53591, Kurtosis katsayısı: 2.17443, değerleri bulunmuş ve normal dağılım kabulüyle her iki metot için risk değerleri olarak; MFOSM; P(1)=0, AFOSM; P(2)=0 bulunmuştur.

Çamgazi Barajına ait risk analizi çalışması sonunda elde edilen parametrelerden normal dağılım için; Ortalama: 40.2, Standart sapma: 48.6032, Çarpıklık katsayısı: 2.89647, Kurtosis katsayısı: 0.666667, değerleri bulunmuş ve normal dağılım kabulüyle her iki metot için risk değerleri olarak; MFOSM; P(1)=0.0233, AFOSM; P(2)=0.025 bulunmuştur.

Kayacık Barajına ait risk analizi çalışması sonunda elde edilen parametrelerden normal dağılım için; Ortalama:17.6769, Standart sapma:18.1645, Çarpıklık katsayısı:1.64195, Kurtosis katsayısı:1.98952.; değerleri bulunmuş ve normal dağılım kabulüyle her iki metot için risk değerleri olarak; MFOSM; P(1)=0, AFOSM; P(2)=0 bulunmuştur.

Sonuçlar aşağıdaki tabloda barajlar ve dolusavaklarına ait bilgilerle birlikte verilmiştir:

Tablo 3. GAP Bölgesindeki Bazı Barajlara Ait Risk Analizi Çalışması Sonuçları.

Barajın Adı	Hancağız	Hacıhıdır	Çamgazi	Kayacık
Yeri	Gaziantep	Şanlıurfa	Adıyaman	Gaziantep
Amacı	Sulama	Sulama	Sulama	Sulama
Kret Uzunluğu	1743.5 m	737 m	4852.8 m	790.816 m
Dolusavak tipi	Karşıdan alıslı, kapaklı	Karşıdan alıslı, kontrollü	Karşıdan alıslı, kontrollü	Karşıdan alıslı, kontrollü
Proje taşkın debisi	1528 m ³	621 m ³	135 m ³	612 m ³
Dolusavak genişliği	22.5 m	13.65 m	7 m	17.6 m
Dolusavak yükü	10.5 m	10 m	5.42 m	6.7 m
Kapak sayısı	3	3	2	4
İnşaat başı	1985	1989	1990	1987
İşletmeye alınışı	1988	1995	1998	
MFOSM riski	0	0	0.0233	0
AFOSM riski	0	0	0.025	0
Değerlendirme	Güvenilir	Güvenilir	Yorumlanacak	Güvenilir

4. SONUÇ

Hancağız, Hacıhıdır, Çamgazi ve Kayacık barajlarına ait gözlenmiş maksimum akımlardan yola çıkılarak yapılan istatistiksel değerlendirmelerle risk analizinde kullanılacak parametreler elde edilmiş, normal dağılıma uygun değerler için sonuç veren MFOSM ve AFOSM metotlarında kullanılmak üzere (normal dağılıma uygun oldukları kabulü ile) hazır verilere dönüştürülmüştür.

Söz konusu metotlarla yapılan risk analizi değerlendirmeleri sonucu; Hancağız, Hacıhıdır ve Kayacık barajlarının gözlenmiş taşkın değerleri karşısında dolusavaklarının tümünün çalışması durumunda güvenilir oldukları ve bu taşkınları geçirebildikleri belirlenmiştir.

Ancak Çamgazi barajı için yapılan analiz sonucunda elde edilen risk değerleri küçük olmalarına rağmen, böyle bir risk değeri ile karşılaşılmasının en önemli nedeni olarak analiz hesabında kullanılan gözlenmiş akım değerlerinin adedinin küçük olması (n=3 adet) olarak gösterilebilir. Çünkü istatistiksel anlamda düşük miktardaki veri sayısı doğru bir değerlendirmeden uzak sonuçlar vermekte olup aynı zamanda bu verilerle elde edilen parametrelerle yapılacak analiz işlemlerinin sonuçlarını da önemli oranda değiştirmektedir.

5. KAYNAKLAR

- AKÇAKOCA, H., 1997,** Güneydoğu Anadolu Projesi Su Kaynakları, GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı Yayını, Ankara.
- ANG, A.H.S., TANG, W.H., 1984,** Probability Concepts in Engineering Planning and Design, John Wiley and Sons, USA.
- BAYAZIT, M., OĞUZ, B., 1985,** Mühendisler İçin İstatistik, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- BİLEN, Ö.,1997,** Türkiye’de Fırat Nehri Üzerindeki Barajların Aşağı Kıyıdaş Ülkelere Etkileri, Türkiye Mühendislik Haberleri, İMO, Sayı:391, İstanbul.
- BULU, A., 1989,** Barajların Risk Analizi, Akdeniz Üniv., Mühendislik Fak. Dergisi, Sayı:4, Sayfa: 19-29, Isparta.
- BULU, A., 1991,** “Hidrolojide Risk Analizi”, Hidrolojik Analiz ve Tasarım, İTÜ İnşaat Fak. Hidrolik A.B.D., İstanbul.
- CHENG, S.T., 1993,** Statistics of Dam Failures, Reliability and Uncertainty Analyses in Hydraulic Design, ASCE Publ., New York, USA.
- CHENG, S.T., vd, 1993,** Stochastic Risk Modelling of Dam Overtopping, Reliability and Uncertainty Analyses in Hydraulic Design, ASCE Publ., New York, USA.
- COOPER D., CHAPMAN C.B., (1993),** Risk Analysis for Large Projects, John Wiley and Sons, UK.
- ERKEK, C., AĞIRALIOĞLU, N., 1986,** Su Kaynakları Mühendisliği, Teknik Kitaplar Yayınevi, İstanbul.
- KULGA Z., (1994),** Türkiye Akarsu Havzaları Maksimum Akımlar Frekans Atlası, DSİ Yayını, Ankara.
- SUNGUR, T., (1993),** Su Yapıları Cilt.I, Baraj ve Göletler, DSİ Basımevi, Ankara.
- ŞENTÜRK F., 1988,** Barajların Projelendirilmesinde Hidrolik Esaslar, DSİ, Ankara.
- ŞENTÜRK F., 1994,** Hydraulics of Dams and Reservoirs, Water Resources Publications, USA.
- TUNG, Y.K., 1993,** Confidence Intervals of Optimal Risk-Based Hydraulic Design Parameters, Reliability and Uncertainty Analyses in Hydraulic Design, ASCE Publ., New York, USA.
- TUNG, Y.K., YEN, B.C., 1993,** Some Recent Progress in Uncertainty Analysis for Hydraulic Design, Reliability and Uncertainty Analyses in Hydraulic Design, ASCE Publ., New York, USA.
- TÜRKMAN,F., 1990,** Su Yapılarının Risk ve Güvenilirliğinin Belirlenmesi, DSİ, Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı, Su Mühendisliği Semineri, Ankara.
- UZEL, T., 1991,** Barajların Güvenliği, Doğan Matbaası, İstanbul.
- YEN, B.C., CHENG, S.T., MELCHING, C.S., 1986,** First Order Reliability Analysis, Stochastic and Risk Analysis in Hydraulic Eng., Water Res. Publ., Colorado, USA.
- YILDIZ, D., 1998,** Baraj Güvenliği ve Dolusavaklar, Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, Sayı:393, Ankara.