

HEC-RAS Paket Programı İle Manavgat İlçesi Ilıca Deresi Taşkın Bölgesinin Modellenmesi

İnş. Yük. Müh. Murat ÜYÜKLÜOĞLU

DSİ Gen. Müd., Proje ve İnş. Dairesi Başk., Sanat Yapıları Şube Müd., 06100 Ankara
Tel: (312) 454 53 29, e-posta: muratu@dsi.gov.tr

Yrd. Doç. Dr. Burhan ÜNAL

Bozok Üniversitesi, Müh.-Mim. Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 66100 Yozgat
Tel: (354) 242 10 01, e-posta: burhan.unal@bozok.edu.tr

Dr. Burak TURAN

NFB Mühendislik Müşavirlik Çankaya, Ankara
Tel: (312) 221 10 41, e-posta: burak.turan@nfbproje.com

Öz

Tarihten günümüze kadar, su; insanoğlu için yaşamın temel bir kaynağı olarak çok önemli bir yere sahip olmuştur. Son yüzyıllarda nüfus artışından ve bunu bağı olarak suya olan ihtiyacın da artmasından dolayı, taşkın yataklarında daha geniş yerleşim alanları kurulmuştur. Bu taşkın yataklarında artan yerleşim alanları, bir taşkın meydana geldiğinde artan can ve mal kayıplarıyla sonuçlanmıştır. Taşkın sırasında oluşan bu can ve mal kayıplarını en aza indirmek için alınacak önlemlerin başında dere yatağı ıslahı ve dere üzerindeki sanat yapılarının düzenlenmesi gelir. Bu düzenlemeleri yapabilmek içinde taşkın sırasındaki su seviyelerinin bilinmesi gerekir. Su yüzü seviyelerinin hesaplanması için hesap ve analiz kolaylığı sağlayan paket programlar geliştirilmiştir. Bu programlardan birisi de ABD Ordusu Mühendislik Birliği tarafından geliştirilen HEC-RAS paket programıdır. Bu çalışmada, uygulama alanı olarak Antalya İli Manavgat İlçesi sınırları içerisinde bulunan Ilıca Deresi seçilmiştir. Ilıca Deresi taşkın yatağı üzerinde alınan kesitlerle oluşturulan modellemede HEC-RAS programı çalıştırılıp su yüzü profillerinden elde edilen su üst kotlarıyla taşkın yayılım alanları belirlenmiştir. Oluşan bu taşkın yayılım alanlarını dere yatağının içinde tutacak şekilde yeni bir güzergah seçilip dere yatağı ıslah edilmiştir. Islah edilen dere yatağı üzerinde yapılan HEC-RAS çalışmasındaki su yüzü profilleri incelendiğinde taşkın kontrol altına alındığı görülmüştür.

Anahtar sözcükler: Taşkın, Su Yüzü Profili, Açık Kanal, Manning Katsayısı, HEC-RAS.

1. Giriş

Taşkınlar bir doğa olayı olarak bilinmektedir fakat insanoğlunun doğaya karşı olan sürekli müdahaleleri yüzünden taşkın etkisi gün geçtikçe artmaktadır. İnsanoğlunun sebep olduğu taşkınlar, taşkın yataklarına olan müdahalelerin, baraj ve sedde yapımındaki yanlış projelendirmelerin ve yetersiz planlamaların sonucunda meydana gelirken; doğal taşkınlar yağış, heyelan veya iklim değişikliği gibi farklı faktörlerden meydana gelmektedir. Doğal afetlerin tam olarak önüne geçilmesi mümkün değildir. Ancak doğal afetlerin önlenmesi için çeşitli koruma önlemleri alınarak doğal afetlerin yıkıcı etkileri kontrol altına alınmaya çalışılmaktadır. Bu çalışmaların başında dere yatağı ıslahı ve dere üzerindeki sanat yapılarının düzenlenmesi gelir. Bu düzenlemeleri yapabilmek içinde taşkın sırasındaki su seviyelerinin bilinmesi gerekir. Su yüzü seviyelerinin hesaplanması için hesap ve analiz kolaylığı sağlayan paket programlar geliştirilmiştir. Bu programlardan birisi de ABD Ordusu Mühendislik Birliği tarafından geliştirilen HEC-RAS paket programıdır (Üyüklüoğlu, M., 2015).

2. HEC-RAS Programı ve Manning Denklemi

HEC-RAS paket programı, bir boyutlu olarak, dört farklı nehir analizi yapabilmektedir. Bunlar;

1. Düzenli akım su yüzü profillerinin hesabı
2. Değişken akım modellemesi
3. Hareketli katı sınır sediment taşınım modellenmesi
4. Su kalitesi analizi çalışmalarıdır (HEC User Guide, 2010).

Bu dört metot için de programda geometrik veriler tanımlanarak, geometrik ve hidrolik hesaplar yapılmaktadır. Düzenli üniform akım, akım özelliklerinin yer ve zamana bağlı değişmediği akım durumunu temsil eder. Yavaş değişen akımın temel niteliği, bir kesitten diğerine olan su derinliği ve hızındaki ufak tefek değişikliklerdir. HEC-RAS programı kritik altı, kritik üstü ve her ikisinin de mevcut olduğu akım problemlerinde çözüm yapabilmektedir.

HEC-RAS tarafından su yüzü profillerini hesaplamak için bir boyutlu enerji denklemi kullanılmaktadır. Bu denklemle birlikte enerji kayıpları için Manning denklemindeki sürtünme katsayısı, daralma ve genişleme değişikliklerine bağlı hız yüksekliğindeki değişim için kinetik enerji düzeltme katsayısı ve su yüzünün ani değiştiği yerlerde momentum denklemi kullanılmaktadır. Nehir rejiminden sel rejimine geçişlerde (hidrolik sıçrama), köprülerin neden olduğu akım özelliklerinin değişiminde ve nehirlerin birleştiği kesitlerde oluşan akım özelliklerinin incelenmesinde de bu denklemler kullanılarak çözüm yapılmaktadır.

1889 yılında İrlandalı mühendis Robert Manning tarafından ortaya konulan formül aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Chow, V.T., 1959):

$$V = (1/n) R^{2/3} J^{1/2} \quad (1)$$

$$R = A/P \quad (2)$$

Burada V hızı, R hidrolik yarıçapını, A ıslak alanı, P ıslak çevreyi, J kanal taban eğimini, n Manning pürüzlülük katsayısını simgelemektedir. Basit ve doğru sonuçlar

vermesi nedeniyle, Manning formülü, üniform akımlar için açık kanal hesaplarında en çok kullanılan formüldür. Manning pürüzlülük katsayısı (n) belirlenirken dört farklı yaklaşımla seçim yapılabilir:

1. n katsayısını etkileyen faktörleri anlayarak ve böylece tahmin aralığını daraltarak.

2. Çeşitli kanallar için elde edilmiş n katsayıları çizelgesini elde ederek

3. n katsayısı bilinen kanalları inceleyerek

4. Teorik hız dağılımı ve pürüzlülük ölçümlerine bağlı n katsayısını belirleyerek.

Manning pürüzlülük katsayısı (n) belirlenirken ülkemizde de sıkça kullanılan bir yöntem Cowan metodudur. Devlet Su İşlerinin (DSİ) taşkınlar konusunda elde ettiği tecrübe, pürüzlülük katsayısı hesabında ülkemiz dere yatakları için en uygun yöntemin “Cowan Metodu” olduğu şeklinde değerlendirilmektedir. Söz konusu yöntem 1956 yılında W. L. Cowan tarafından geliştirilmiş ve 1989 yılında U.S. Geological Survey tarafından modifiye edilmiştir. DSİ ihtisas komisyonu tarafından geliştirilen “Modifiye Cowan Metodu DSİ Formatı” adı altındaki çalışma Tablo 1’de gösterilmektedir. “Kanal şev durumu (n₁)” parametresi ülkemizde en sık kullanılan tesis tiplerine göre sınıflandırılarak kullanıcılar arası birlikteliğin sağlanması amaçlanmıştır.

Tablo 1. Modifiye Cowan Metodu DSİ Formatı Pürüzlülük Katsayıları (DSİ, 2015).

Yataktaki Malzeme Cinsi	Beton	Medyan dane çapı (mm)	--	n _b	0.012~0.018
	Kaya		--		--
	Sert Toprak		--		0.025~0.032
	İri kum		1~2		0.026~0.035
	İnce çakıl		--		--
	Çakıl		2-64		0.028~0.035
	İri Çakıl		--		--
	İri Taş		64~256		0.030~0.050
	Yumru Kaya		>256		0.040~0.070
Kanal şev durumu	Pürüzsüz			n ₁	0.000
		Beton duvar			0.003
	Önemsiz	Taş duvar			0.005
		İstifli taş tahkimat			0.008
	Orta	Ağaçsız kaya/ toprak yamaç			0.010
		İstifsiz taş tahkimat			0.015
	Şiddetli	Ağaçlı yamaç			0.020
Kanal kesit değişimi	Aşamalı			n ₂	0.000
	Ara Sıra Değişen				0.005
	Sık Değişen				0.010~0.015
Kanaldaki engeller (Birikinti, Tümsek, Düşü, Kaya, Köprü Ayağı)	İhmal Edilebilir	Engel/Kesit alanı ×100	<%5	n ₃	0.000
	Önemsiz		%5-15		0.010~0.015
	Kayda Değer		%15-50		0.020~0.030
	Şiddetli		>%50		0.040~0.060
Kanal bitki örtüsü	Düşük			n ₄	0.005~0.010
	Orta				0.010~0.025
	Yüksek				0.025~0.050
	Çok Yüksek				0.050~0.100
Kanal kıvrımı	Önemsiz	Dere uzunluğu / kuş uçuşu uzunluk	1-1.2	m	1.000
	Kayda Değer		1.2-1.5		1.150
	Şiddetli		>1.5		1.300

Tablo 1’de verilen katsayılar (**n_b**, **n₁**, **n₂**, **n₃**, **n₄**, **m**) tek tek belirlendikten sonra Denklem (3)’de yerine konarak pürüzlülük katsayısı (n) elde edilir.

$$n = m.(n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \quad (3)$$

3. Taşkın Modelleme

Örnek proje çalışma alanı olarak Antalya İli Manavgat İlçesi sınırları içerisinde bulunan Ilica Deresi seçilmiştir. “Manavgat Ilica Deresi”nin ıslah edilmesi planlanan 4.39 km’lik kesimi Antalya ili Serik ve Manavgat İlçeleri sınırları içerisinde Ilica ve Evrenseki Beldelerinin arasında sınır teşkil etmektedir (Turan, B., Mert, E., 2014).

Taşkın modellemesi yapılacak olan Ilica Deresi üzerinde toplam 5 adet sanat yapısı köprü bulunmaktadır. Şekil 1’deki uydu görüntüsünde ve Şekil 2’deki fotoğraflarda gösterilmiştir.



Şekil 1. Ilica Deresinin Hava Fotoğrafı Üzerindeki Görüntüsü.



Şekil 2. Ilica Deresi Üzerindeki Sanat Yapıları.

Manavgat Ilica Deresi’nin mevcut kapasitesini tespit etmek ve taşkınlar için mevcut durumu modellemek amacıyla HEC-RAS hidrolik modeli derenin menderes yaptığı kesimlerde, kritik olan yerlerde, sanat yapılarının memba ve mansaplarında 20 m ve 50 m’yi geçmeyecek şekilde, dere kesitinin değişmediği ve güzergâhın düz olduğu kısımlarda ise, 100 m’yi geçmeyecek şekilde kesitler alınarak hazırlanmıştır. Modellenen 4.39 km uzunluğundaki dere boyunca HEC-RAS modelinde 63 adet kesit

kullanılmıştır. Oluşturulan üçgen modelden (TIN) CBS ortamında HEC-GeoRAS ara yüzü kullanılarak alınan kesitler ve arazide alınan kesitler HEC-RAS modeline girilerek mevcut durum HEC-RAS modeli hazırlanmıştır. Mevcut hidrolik modelin oluşturulması ile çeşitli frekanslardaki taşkın sularının nerelere ulaştığı ve hangi lokasyonlar için risk teşkil ettiği, bunun neticesinde de güzergâh üzerinde hangi kesimlerde proje yapılmasının gerekli olduğu tespit edilmiştir.

3.1. Ilıca Deresi Mevcut Durumun HEC-RAS Programında İncelenmesi

Ilıca Deresinin mevcut durum hidrolik analizleri düzenli (steady) HEC-RAS modeli (Versiyon 4.1.0) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. HEC-RAS modeli kullanılarak Tablo 2'deki değişik frekanslardaki akımlar için su yüzü kotları hesaplanmış ve su yüzü profilleri oluşturulmuştur.

Tablo 2. Ilıca Deresi HEC-RAS Programında Kullanılan Debiler.

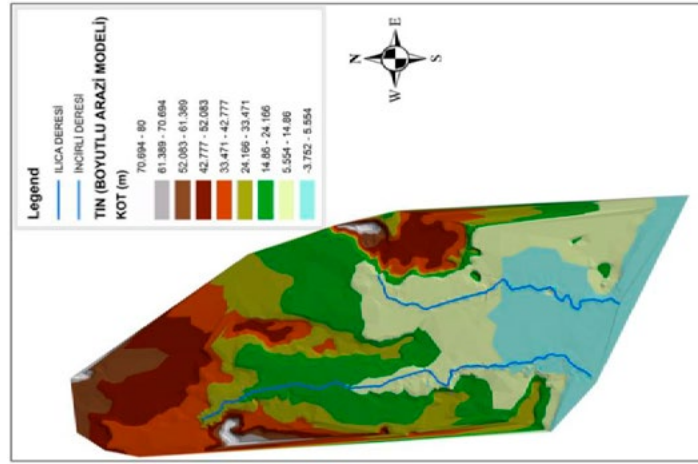
Dere Güzergâhı	Kesit (km)	Debiler (m ³ /s)					
		Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
Ilıca Deresi	4+385.78	64	84	113	138	164	221
	2+498.00	69	91	121	147	175	235
Güzergâhı (4.39 km)	1+166.96	77	100	133	160	190	254
	0+000.00	77	100	133	160	190	254

Bu çalışma kapsamında kullanılan HEC-RAS model girdileri aşağıda özetlenmiştir;

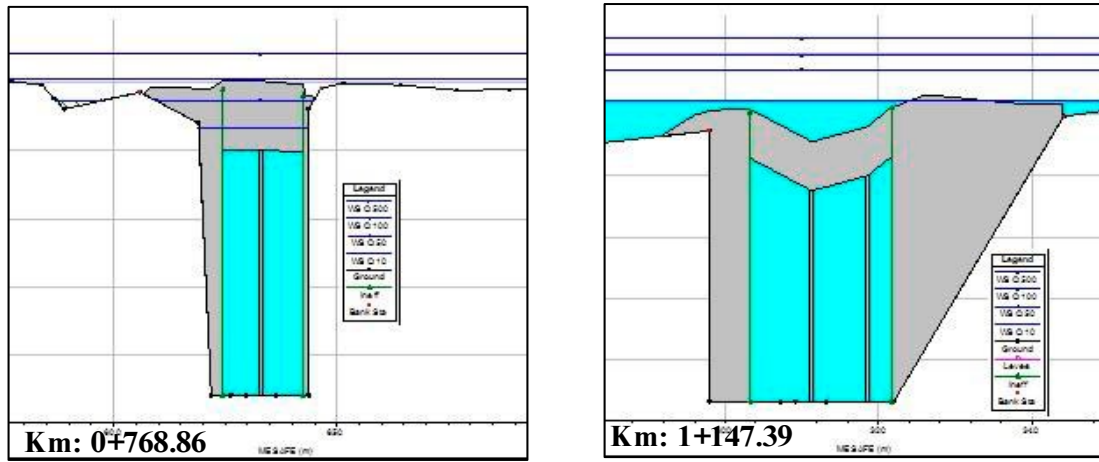
- Arazide dere kesitine dik alınan enkesitler,
- Arazide köprü yerlerinde alınan enkesitler ile köprü genişlikleri, köprü ayak genişlikleri, giriş alt kotu, yol kotu vb. bilgiler,
- Arazide sanat yapıları yerlerinde alınan enkesitler ile yapı boyutları, malzeme cinsi, yol üst kotu, yol kotu vb. gibi bilgiler,
- Harita çalışmaları sırasında alınan XYZ noktaları kullanılarak CBS ortamında üretilen Üçgen Modelden (Şekil 3) belirli mesafelerde çıkartılan enkesitler,
- Gazipaşa Ilıca Deresi boyunca hesaplanan Q₅, Q₁₀, Q₂₅, Q₅₀, Q₁₀₀ ve Q₅₀₀ taşkın debileri,
- Nehir şev içlerinde, yatakta ve taşkın alanlarındaki Manning pürüzlülük katsayıları belirlenirken DSİ formatıyla yenilenen Cowan metodundaki kriterler göz önüne alınarak bulunmuş olup; dere güzergâhında yatak pürüzlülük değeri sol ve sağ şevler arasında 0.035; tarım arazilerinde 0.065, ağaçlık alanlarda 0.070 ve yerleşim yerlerinde 0.080 olarak alınmıştır.
- Mansap hidrolik sınır şartı yatak eğimi olan 0.0026 olarak alınmıştır.
- Mevcut durum hidrolik modeli hazırlanırken, sanat yapılarının gözlerinin bitkileşmelerden temizlendiği, rusubattan arındırıldığı varsayılmıştır.

Taşkın güzergâhında bulunan her bir sanat yapısı için HEC-RAS modeli kullanılarak çözümlenmeler yapılmıştır. Km:0+768.86 ile Km:1+147.39'daki sanat yapılarında kapasite yetersizliği tespit edilmiş olup Şekil 4'de gösterilmiştir. Diğer sanat yapılarının kapasitelerinin yeterli olduğu görülmüştür.

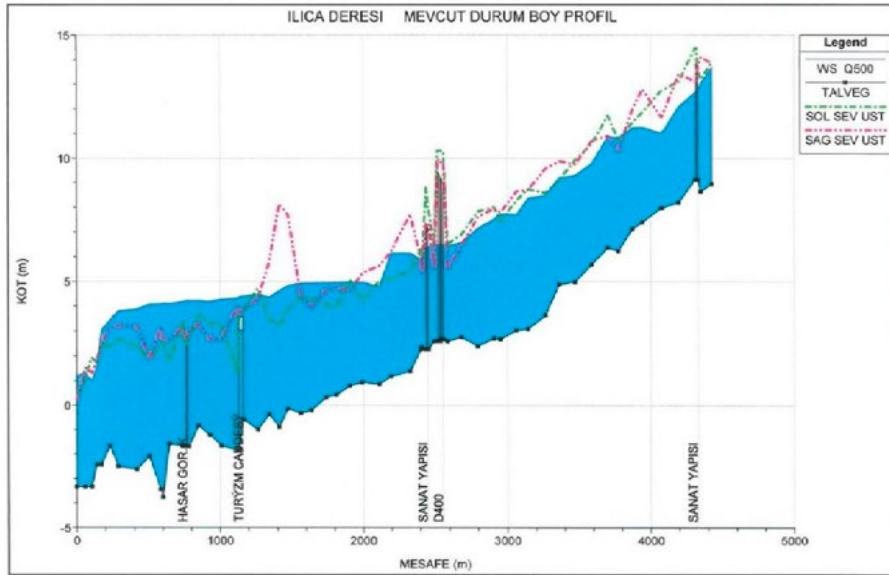
Ilıca Deresi mevcut güzergâhı boyunca oluşturulan su yüzü profillerinden ve en kesitlerden kritik olanlar Şekil 5 ve Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 3. İlica Deresi Boyunca CBS Ortamında Oluşturulan Arazi Yükseklik Modeli Görünümü.

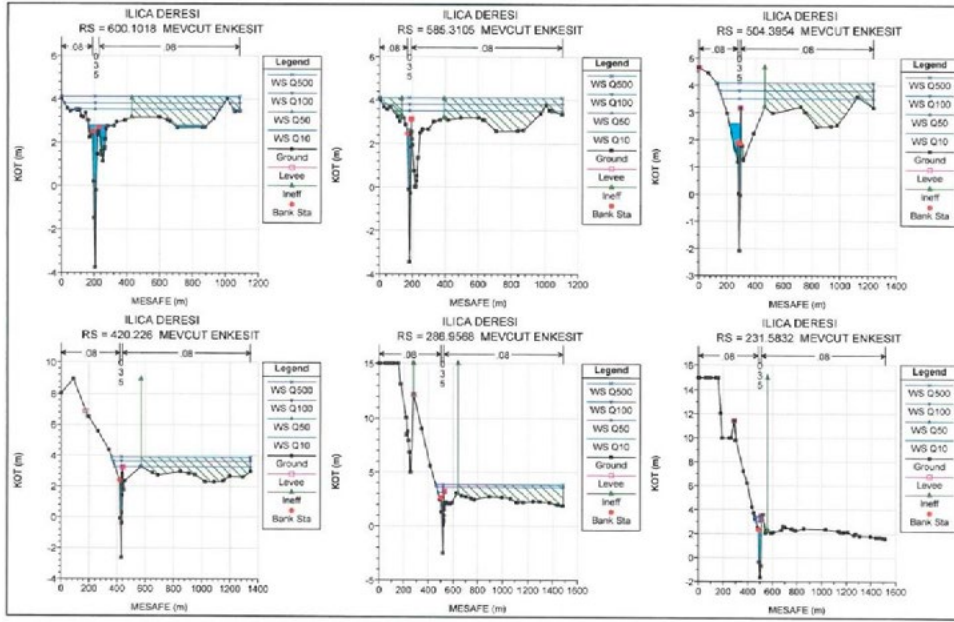


Şekil 4. HEC-RAS Sonucu Kapasitesi Yetersiz Köprülerin Görünümü.



Şekil 5. İlica Deresi Q₅₀₀ Mevcut Durum Boy Profili.

Su yüzü kotları ve Şekil 4’de gösterilen üç boyutlu arazi yükseklik modeli kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında 10 yıl, 50 yıl, 100 yıl ve 500 yıllık debiler için taşkın risk haritası oluşturulmuş olup Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 6. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 600.10–231.58 Arası En Kesitleri.

3.2. Ilıca Deresi Taşkın Önleme Çözüm Çalışmaları

Taşkın önleme çözüm çalışmaları kapsamında Ilıca Deresi güzergâhı boyunca yerleşim yerleri ve turistik tesisler bulunması nedeniyle hava paylı olacak şekilde Q_{100} ve hava paysız olacak şekilde Q_{500} taşkın debilerini taşıyacak şekilde projelendirilmesine karar verilmiştir. Bu çalışmalar yapılırken kamulaştırma maliyetlerini, hafriyat miktarını ve proje esnasında hesabı yapılacak olan taş tahkimat miktarını, özet olarak teknik gerekleri ekonomik maliyetlerle sağlayacak şekilde ve olabildiğince minimumda tutacak güzergâh ve kesitler belirlenmelidir. Mevcut eğimlere ve mevcut şev içi kesit derinliklerine olabildiğince bağlı kalınarak kesit taban genişlikleri büyütülerek özellikle sedde ihtiyacı azaltılmaya ve drenaj problemleri yaratılmamaya çalışılmalıdır.

Yukarıda belirtilen kriterler doğrultusunda, ıslahı yapılacak olan dereler için projeli güzergâhın belirlenmesi aşamasında sıralı olarak aşağıdaki adımlar izlenmelidir.

- Mümkün olduğunca mevcut yatak güzergâhına bağlı kalınarak yatak tanzimi yapılmalıdır.

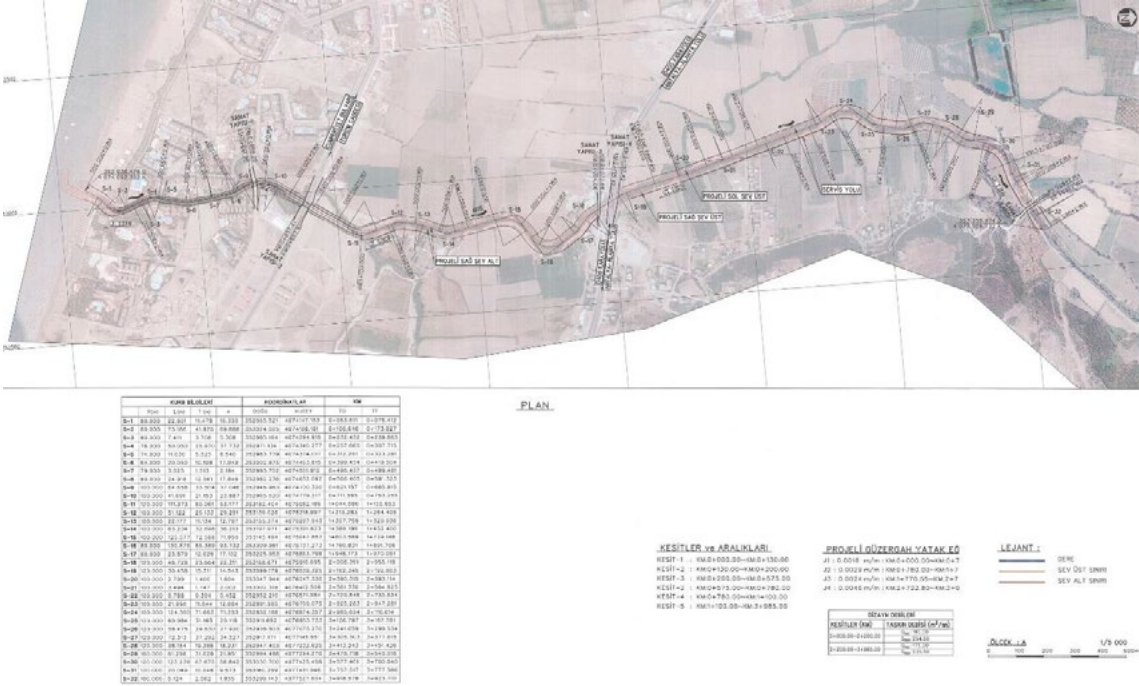
- Mevcut yatak dışına hidrolik mecburiyetler sebebiyle çıkılan hallerde mümkün olduğunca projeli güzergâhın hazine arazilerinden geçmesine, yalnızca kurp yarıçaplarının veya kurplar arası mesafenin nehir hidroligini olumsuz etkileyeceği düşünülen yerlerde şahıs arazilerinden geçirilmesine izin verilmelidir.

- Hidrolik şartların sağlanamadığı durumlarda mevcut güzergâhta kamulaştırma miktarlarını minimumda tutacak şekilde küpürler kesilerek projeli durum güzergâhı oluşturulmalıdır. Nehir köprü geçişlerinde güzergâh mevcut köprü ayaklarına paralel ve köprüye dik girecek şekilde planlanmalıdır.

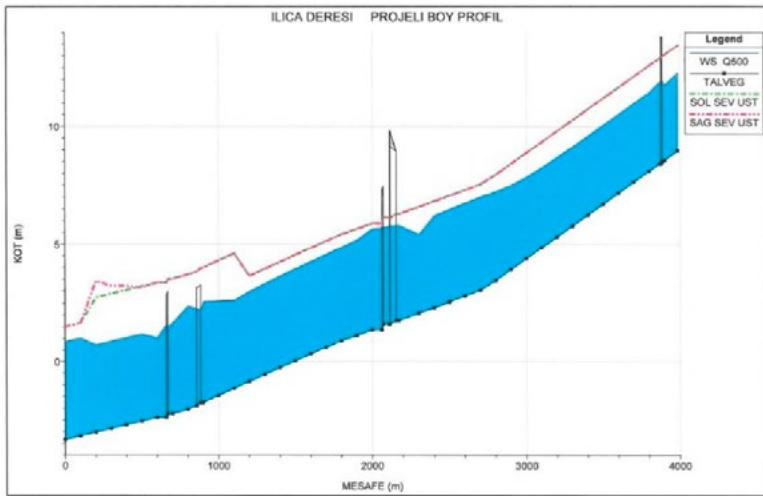
- Güzergâh boyunca yan dere bağlantılarının bulunduğu güzergâhlarda yan derenin mansaplandığı kesitteki ana kol sedde üst kotları arazide yan dere projeli güzergâhı boyunca şev kotlarını yakalayacağı noktaya kadar devam ettirilerek kuşaklama yapılmalıdır. Bu sayede ana koldaki olağan su yükselmelerinden dolayı yan dere çevresinde taşkınların önüne geçilecektir.

Tablo 3. Ilıca Deresi Projeli Durum Güzergâhındaki Nihai Durum.

Kesitler	Tipi	Taban Geniřliđi (m)	Kesit Derinliği (m)	şev Eğimi	Eđim (m/m)
3+985.00 - 2+722.80	Trapez Kanal	12.00	4.50	2Y:1D	0.0046
2+722.80 - 2+200.00	Trapez Kanal	12.00	4.50	2Y:1D	0.0024
2+200.00 - 1+770.55	Trapez Kanal	12.00	4.50	2Y:1D	0.0024
1+770.55 - 1+100.00	Trapez Kanal	12.00	4.50	2Y:1D	0.0029
1+100.00 - 0+780.00	Duvarlı Kanal	17.50	5.75	-	0.0029
0+780.00 - 0+575.00	Duvarlı Rigol Tipi Kanal	17.50	5.00+0.75	-	0.0016
0+575.00 - 0+200.00	Duvarlı Rigol Tipi Kanal	17.50	5.00+0.75	-	0.0016
0+200.00 - 0+130.00	Duvarlı Rigol Tipi Kanal	17.50	5.00+0.75	-	0.0016
0+130.00 - 0+000.00	Trapez Kanal	15.00	4.85	2Y:1D	0.0016



Şekil 8. Ilıca Deresi Yapılan Tüm Değişikliklerden Sonraki Durum.

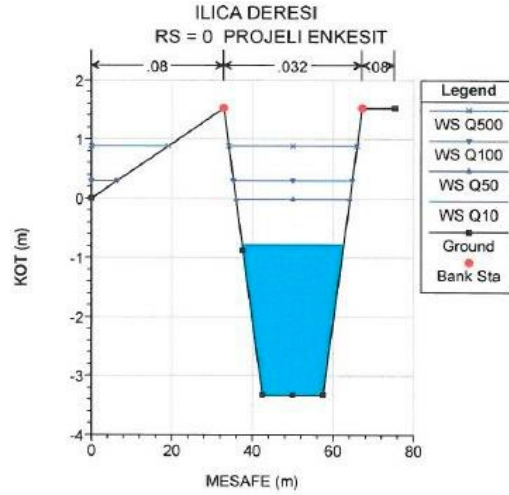


Şekil 9. Ilıca Deresi Q500 Projeli Durum Boy Profili.

Tablo 4. Ilıca Deresi Projeli Durumda Kullanılan Debiler.

Dere Güzergâhı	Kesit (km)	Debiler (m ³ /s)			
		Q ₁₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
Ilıca Deresi Güzergâhı (3.985 km)	3+985.00	91	147	175	235
	2+200.00	100	160	190	254
	0+000.00	100	160	190	254

Projeli hidrolik model, Q₁₀, Q₅₀, Q₁₀₀, Q₅₀₀ debileri için çalıştırılmış ve en kritik durum için boy profil, en kesit Şekil 9 ve Şekil 10'da verilmiştir. Kapasitesi yetersiz olan 2 adet sanat yapısının kapasitesi artırılıp revize edilmiştir.



Şekil 10. Ilıca Deresi Projeli Durum Km:0+000.00 En Kesiti.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Km:1+147.39 ve Km:0+768.86 kesitlerinde bulunan sanat yapılarının hidrolik kapasitesi yetersiz bulunmuş olup mevcut yapıların yerine yeni bir sanat yapısı önerilmektedir.

Ilıca Deresi güzergâhı üzerinde Q₁₀₀ ve Q₅₀₀ frekanslı taşkınlarda sular şev üstüne çıkmakta ve zarara sebebiyet vermektedir. Güzergâh üzerinde Km:2+522.24 kesitinin mansabında büyük bir taşkın riski bulunmaktadır.

Yapılan tespitler doğrultusunda Km:2+522.24 mansabındaki mevcut turistik tesisler ve gelecek yıllarda bu sektördeki olası artışlar da göz önüne alındığında Ilıca Deresi'nin Q₁₀₀ ve Q₅₀₀ frekanslı taşkınlar doğrultusunda rehabilite edilmesinin gerekliliği tespit edilmiştir.

Taşkın önleme çözüm çalışmaları kapsamında Ilıca Deresi güzergâhı boyunca yerleşim yerleri ve turistik tesisler bulunması nedeniyle hava paylı olacak şekilde Q₁₀₀ ve hava paysız olacak şekilde Q₅₀₀ taşkın debilerini taşıyacak şekilde projelendirilmesine karar verilmiştir.

Km:3+985.00–1+100.00 arasında bitişik alanlarda tarım arazileri ve seralar bulunması nedeniyle nehir kesiti trapez kanal seçilmiştir. Km:1+100.00–0+575.00 arasında

istimlak sorunları ve arazi yapısı nedeniyle beton duvarlı kanal yapılması öngörülmüştür. Km:1+100.00–0+130.00 arasında arazi şartları değerlendirildiğinde beton duvar yapılmasına karar kılınmıştır. Güzergahın mansap kesiminde Km:0+130.00–0+000.00 arasında plaj kısmındaki turizm aktiviteleri de dikkate alınarak taş tahkimatlı trapez kesit olması düşünülmüştür.

Tüm bu değişikliklerden sonra en kritik durum olan Q_{500} taşkın debisi verildiğinde su üst kotlarının ıslah edilen dere kesiti içinde kaldığı görülmüştür.

Akdeniz Bölgesi'ndeki oluşan taşkınların asıl yıkıcı etkisi, yağışlı günlerde ortaya çıkan lodosun denizin kabarmasına neden olması ve taşkın sularının gerekli hız ve sürede drenajını engellemesidir. Bu olumsuzluğun giderilebilmesi amacıyla taşkın anındaki hâkim rüzgâra dik yönde 150–250 m. uzunluğunda mahmuzların yapılması önerilmektedir. Böylece kumsal malzemesinin dere içerisine doğru hareketi de engellenerek hidrolik akış şartlarının bozulması önenebilecektir.

Seddelerin büyük taşkınlarda stabil kalabilmesi amacıyla, seddeler inşa edilirken sedde üstleri ve arazi tarafındaki dış dolgu şevlerine çim kaplanması veya ağaçlandırma yapılması gerekmektedir. Bu sayede seddelerde oyulmaların önüne geçilerek zarar görmeleri engellenecektir. Ancak, yapılacak olan bu ağaçlandırmanın nehir kesitine kaymamasına büyük özen gösterilmelidir ve zaman zaman bakımları yapılmalıdır. Aksi halde kesit şev iç yüzeylerinde oluşabilecek bitkileşme akım pürüzlülüğünü artıracak ve projeli durum kapasitesini azaltacaktır.

Sonuç olarak yapılacak tüm bu değişiklikler neticesinde Ilıca Deresi güzergâhında taşkın güvenliğinin sağlanmasıyla ekonomik ve sosyal kalkınma daha hızlı olacaktır. Ancak tam anlamı ile taşkın güvenliğinin sağlanması, bölgedeki diğer dere ve çayların da ıslahının yapılması ile mümkün olacağı unutulmamalıdır.

5. Kaynaklar

Ünal, B. (2011) Bileşik Kesitli Akarsu Yataklarında Taşıma Kapasitesinin Tayini. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

HEC User Guide (2010) HEC-RAS River Analysis System. U.S. Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, Hydraulic Reference Manual Version 4.1.

Chow, V.T., (1959) Open-Channel Hydraulics. McGraw-Hill, New York.

DSİ (2015) Dere Yatakları İçin Pürüzlülük Katsayısı Belirleme Kılavuzu. Ankara.

Turan, B., Mert, E. (2014) Taşkın ve Rusubat Kontrolüne Yönelik İstikşaf Raporu. Ankara

Üyüküoğlu, M. (2015) HEC-RAS İle Taşkın Bölgelerinin Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bozok Üniversitesi, Yozgat.