

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**GİRESUN AKSU NEHRİ'NİN HEC-RAS KULLANILARAK
TAŞKIN RİSK HARİTASININ OLUŞTURULMASI**

Melike ÇİFTÇİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEMMUZ 2024

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**GİRESUN AKSU NEHRİ'NİN HEC-RAS KULLANILARAK
TAŞKIN RİSK HARİTASININ OLUŞTURULMASI**

Melike ÇİFTÇİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEMMUZ 2024

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GİRESUN AKSU NEHRİ’NİN HEC-RAS KULLANILARAK
TAŞKIN RİSK HARİTASININ OLUŞTURULMASI

Melike ÇİFTÇİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 18/07/2024 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Rıfat TÜR (Danışman)
Doç. Dr. Halil İbrahim BURGAN
Dr. Öğr. Üyesi Alp KÜÇÜKOSMANOĞLU

ÖZET

GİRESUN AKSU NEHRİ'NİN HEC-RAS KULLANILARAK TAŞKIN RİSK HARİTASININ OLUŞTURULMASI

Melike ÇİFTÇİ

Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Rıfat TÜR

2. Danışman: Doç. Dr. Ali DANANDEH MEHR

Temmuz 2024; 53 sayfa

Taşkınlar, Türkiye ve Dünya genelinde en sık yaşanan doğal afetlerden biridir. Küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliği, nehir yatak kesitlerindeki problemler, özellikle kentlerde akarsu havzalarındaki insan faaliyetinin çeşitliliği ve yoğunluğu taşkına neden olan olaylardan bazılarıdır. İklim koşulları ve jeomorfolojik özellikleri nedeniyle ülkemizde sel ve taşkın olaylarının en sık görüldüğü yerlerin başında gelen Giresun'da sel ve taşkın riski dikkate alınmadan yapılan kentleşme büyük can ve mal kayıpları yaşanmasına neden olmaktadır. Neden olduğu ciddi can ve mal kayıpları nedeniyle taşkınların risk altına alabileceği alanların önceden belirlenmesi ve sebep olabileceği zararları hesaplayabilmek büyük önem arz etmektedir. Taşkın risk haritaları bölgenin olası bir taşkın afetinden nasıl bir zarar göreceğini ve nasıl önlemlerin alınmasını gerektiğini ortaya koyarken yapılaşma planlarının ve arazi kullanımının doğru bir şekilde hazırlanması için bilgi oluşturur. Tez kapsamında; Giresun Aksu Nehri havzasında bulunan, Etbaşıoğlu köprüsünün de içerisinde yer aldığı Aksu, Çaykara ve Küçükköy Mahallelerinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) ve hidrolik analiz programı olan HEC-RAS kullanılarak 100, 200 ve 500 yıllık taşkın tekerrür debilerine göre taşkın risk analizi yapılmış, analiz sonuçlarına göre alınması gereken önlemler ve gerekli çözüm yolları sunulmuştur. Taşkın tekerrür debileri; SCS birim hidrograf yöntemi, Snyder birim hidrograf yöntemi ve frekans analizi ile hesaplanmıştır. Taşkın frekans analizi için literatürde en çok kullanılan olasılık dağılımları olan Lognormal (Log-N), 3 Parametrelili LN (3P-LN), Genel Ekstrem Değer (GED), Gumbel ve log-Pearson tip 3 (LP-3) kullanılmış olup frekans analizi için en uygun olasılık dağılımının LP-3 olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada, 100 ve 200 yıllık taşkın tekerrür debileri için Snyder birim hidrograf yönteminden elde edilen değerler kullanılırken 500 yıllık taşkın tekerrür debisi için Snyder birim hidrograf yöntemine ilave olarak frekans analizi ve SCS birim hidrograf metotlarından elde edilen değerler kullanılmıştır. Taşkın risk analizi sonucunda farklı taşkın tekerrür debilerine göre oluşan taşkın yataklarının durumu belirlenmiş ve Etbaşıoğlu köprüsü oluşturulan hidrolik modelde iki farklı senaryoya göre incelenmiştir. Mevcut taşkın koruma duvarının göz önüne alınmadığı birinci senaryoya göre sağ sahilde köprü ayağından dışarıya doğru yaklaşık 150 m boyunca taşkın sularının araziye bastığı saptanırken, taşkın koruma duvarının göz önüne alındığı ikinci senaryoda ise Q_{500} taşkın debisine kadar olan taşkın debilerinin köprüye zarar vermediği belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELE: CBS, HEC-RAS, Giresun Aksu Nehri, Taşkın Risk Analizi

JÜRİ: Doç. Dr. Rıfat TÜR

Doç. Dr. Halil İbrahim BURGAN

Dr. Öğr. Üyesi Alp KÜÇÜKOSMANOĞLU



ABSTRACT

CREATING FLOOD RISK MAP OF GİRESUN AKSU RIVER BY USING HEC-RAS

Melike ÇİFTÇİ

MSc Thesis in Civil Engineering Department

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Rifat TUR

Co-supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali DANANDEH MEHR

July 2024; 53 pages

Floods are one of the most common natural disasters in Türkiye and around the world. Climate change due to global warming, problems in riverbed sections, the diversity and intensity of human activities in river basins especially in cities are some of the events that cause floods. In Giresun, which is one of the places where floods and overflow events are most common in our country due to its climatic conditions and geomorphological characteristics, urbanization without considering flood and overflow risks causes great loss of life and property. Due to the serious loss of life and property it causes, it is of great importance to determine in advance the areas that may be at risk from floods and to calculate the damages they may cause. While flood risk maps reveal what kind of damage the region will suffer from a possible flood disaster and what precautions should be taken, they also provide information for the correct preparation of construction plans and land use. Within the scope of the thesis, flood risk analysis was carried according to the return periods of 100, 200, and 500 years using Geographic Information Systems (GIS), Digital Elevation Model (DEM) and a hydraulic analysis program HEC-RAS, in the Aksu, Çaykara and Küçükköy neighbourhoods including the Etbaşoğlu bridge which are located in the Giresun Aksu River basin. According to the analysis results, the precautions to be taken and the necessary solutions were presented. Return periods were calculated by SCS unit hydrograph method, Snyder unit hydrograph method and flood frequency analysis. For flood frequency analysis, the most used probability distributions in the literature, Lognormal (Log-N), 3-Parameter LN (3P-LN), General Extreme Value (GED), Gumbel and log-Pearson type 3 (LP-3), were used. It was determined that the most appropriate probability distribution for frequency analysis was LP-3. In this study, the values obtained from the Snyder unit hydrograph method were used for the return periods of 100 and 200 years, while the values obtained from the frequency analysis and SCS unit hydrograph methods were used in addition to the Snyder unit hydrograph method for the return period of 500 year. As a result of the flood risk analysis, the status of the floodplains formed according to different return periods was determined and the Etbaşoğlu bridge was examined according to two different scenarios in the hydraulic model created. According to the first scenario, in which the existing flood protection wall is not taken into consideration, it was determined that flood waters flooded the land for approximately 150 m from the bridge abutment on the right bank, while in the second scenario, in which the flood protection wall was considered, it was determined that discharges up to peak discharge of Q_{500} did not damage the bridge.

KEYWORDS: Flood Risk Analysis, Giresun Aksu River, GIS, HEC-RAS

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Rifat TUR

Assoc. Prof. Dr. Halil Ibrahim BURGAN

Asst. Prof. Dr. Alp KUÇUKOSMANOGLU



ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca değerli bilgilerini benimle paylaşan sayın danışman hocam Doç. Dr. Rıfat TÜR'e teşekkür ederim.

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca bana her zaman destek olan, değerli bilgi ve tecrübeleriyle vizyonumu geliştiren ve tez konumu belirlememde bana yardımcı olan sayın eş danışman hocam Doç. Dr. Ali DANANDEH MEHR'e teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	4
3. MATERYAL VE METOT.....	6
3.1. Hidrolojik Çalışma Alanı	6
3.2. Topografik Çalışma Alanı.....	7
3.3. Konsantrasyon Zamanı	8
3.4. Meteorolojik ve Hidrolojik Gözlem İstasyonlarının Belirlenmesi.....	9
3.5. Veri Temini ve Analizi	10
3.6. Frekans Analizi	11
3.7. Tez Çalışma Alanı Ekstrem Yağışları ve Taşkın Debileri	13
3.8. Birim Hidrografın Elde Edilmesi	15
3.8.1. SCS boyutsuz birim hidrograf yöntemi	15
3.8.2. Snyder birim hidrograf yöntemi	17
3.9. Birim Hidrograflarla Akış Tahminleri	18
3.10. Taşkın Debisi Hesaplamalarının Kontrolü.....	20
3.11. Taşkın Tasarım Debisi Seçimi	21
3.12. Hidrodinamik Modelleme	22
4. BULGULAR	26
4.1. Hidrolik Modelleme Sonuçları.....	26
4.2. Etbaşıoğlu Köprüsünün Taşkın Hali Değerlendirilmesi.....	37
5. TARTIŞMA.....	39
6. SONUÇLAR	42
7. KAYNAKLAR.....	44
8. EKLER	47
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Giresun Aksu Nehri’nin HEC-RAS Kullanılarak Taşkın Risk Haritasının Oluşturulması” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

18/07/2024

Melike ÇİFTÇİ



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

A	: Alan
CN	: Eğri numarası
Ct	: Havza eğimine bağlı olan katsayısı
D:	: Yağış süresi
L	: Havzanın hidrolik uzunluğu
Lc	: Havzanın ağırlık merkezine olan uzaklığı
P	: Yağış yüksekliği
Q	: Debi
S	: Havzanın maksimum su tutma kapasitesi
S*	: Maksimum sızma yüksekliği
T	: Yıl
Tc	: Konsantrasyon zamanı
T _L :	: Havza gecikme zamanı
Tp	: Birim hidrografın yükselme zamanı
y:	: Havza eğimi

Kısaltmalar

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
DEM	: Digital Elevation Model
DKH	: Doğu Karadeniz Havzası
DSİ	: Devlet Su İşleri Müdürlüğü
EM-DAT	: Emergency Events Database
GED	: Genel Ekstem Değer

HEC-HMS	: Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System
HEC-RAS	: Hydrologic Engineering Center's River Analysis System
HFA	: Hidrolojik Frekans Analizi
Log-N	: Lognormal
LP-3	: log-Pearson tip 3
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
TFA	: Taşkın Frekans Analizi
WMS	: Watershed Modelling System
3P-LN	: 3 Parametrelili Lognormal

Bu tezde, ondalık ayıraç olarak virgül (,) kullanılmıştır.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3. 1. Aksu Nehri ve tez çalışma alanı	6
Şekil 3. 2. Aksu Nehri havzası.....	6
Şekil 3. 3. Giresun ili DEM verisi	8
Şekil 3. 4. Aksu Nehri havzasının DEM verisi.....	8
Şekil 3. 5. Yağış gözlem ve akım gözlem istasyonlarının dağılımı.....	10
Şekil 3. 6. Çalışma alanında gözlemlenen yıllık maksimum yağış ve anlık maksimum debiler zaman serisi.....	11
Şekil 3. 7. Giresun gözlem yağış istasyonunun yağış verilerinin aşılma olasılığı ve LP-3 dağılımı	13
Şekil 3. 8. Dereli gözlem akım istasyonunu akım verilerinin aşılma olasılığı ve LP-3 dağılımı	13
Şekil 3. 9. Aksu Havzası ve tez çalışma alanı şematik gösterimi	14
Şekil 3. 10. SCS boyutsuz birim hidrograf	16
Şekil 3. 11. Aksu havzasında SCS birim hidrograf yöntemi kullanılarak elde edilen a) 1 saatlik; b) 6 saatlik; c) 12 saatlik; ç) 24 saatlik birim hidrograflar	17
Şekil 3. 12. Aksu havzasının 2 saatlik birim hidrografi.....	18
Şekil 3. 13. Aksu havzasında Snyder birim hidrografi yöntemi kullanılarak elde edilen a) 1 saatlik; b) 6 saatlik; c) 12 saatlik; ç) 24 saatlik birim hidrograflar.....	18
Şekil 3. 14. Çalışma alanında sentetik yöntemlere ait dolaysız akım hidrografları.....	20
Şekil 3. 15. Aksu havzasında 2 yıllık taşkın zarf eğrisi	20
Şekil 3. 16. Hidrolik modelleme alanı	23
Şekil 3. 17. Çalışma alanında üretilen TIN haritası ve seçilen enkesitlerin konumları ..	24
Şekil 3. 18. HEC-RAS modelinde üretilen nehir segmenti boyunca enkesitler	25
Şekil 4. 1. Su ve seviye profili	27
Şekil 4. 2. Farklı senaryolara göre oluşacak taşkın yataklarının durumu	28
Şekil 4. 3. Farklı senaryolara göre oluşturulmuş taşkın yatakları.....	29
Şekil 4. 4. a); b); c); ç); d); e); f); g); ğ); h); ı); i); j); k); l); m); analiz sonucu farklı enkesitlerde nehir yatağı ve civarında oluşan taşkın seviyeleri	33
Şekil 4. 5. a); b); c); ç); d); e); f); g); ğ); h); ı); i); j); k); l); m); analiz sonucu farklı enkesitlerde ana nehir yatağı anahtar eğrileri.....	36
Şekil 4. 6. Etbaşoğlu köprüsü	37
Şekil 4. 7. Sağ sahilde taşkın sularının araziye basması durumu	37
Şekil 4. 8. Taşkın koruma duvarı göz önüne alınarak oluşturulan hidrolik modelleme ..	38

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. 1. DKH’da, 1929-2020 yıllarında meydana gelen taşkın olayları ve neden olduğu can kayıpları (Yüksek vd. 2022)	1
Çizelge 3. 1. Aksu Havzasının geometrik karakteristikleri	7
Çizelge 3. 2. Aksu havzasının konsantrasyon zamanı	9
Çizelge 3. 3. Giresun gözlem yağış ve Dereli gözlem akım istasyonlarına ait bilgiler ..	10
Çizelge 3. 4. Noktasal HFA Sonuçları	12
Çizelge 3. 5. LP-3 Dağılımı sonucu belirlenen tez çalışma alanı taşkın tekerrür debileri	14
Çizelge 3. 6. LP-3 dağılımının sonuçlarına göre belirlenen yağış miktarı	15
Çizelge 3. 7. Aksu havzasının temsil eden üniform yağış miktarı	15
Çizelge 3. 8. Aksu havzasının dolaysız ve tasarım debileri	19
Çizelge 3. 9. Aksu havzasında bölgesel taşkın frekans analizi sonucu belirlenen taşkın tekerrür debileri	21
Çizelge 3. 10. Farklı yöntemlere ait taşkın tekerrür değerleri (m^3/s)	21
Çizelge 3. 11. Seçilen tasarım pik debileri (m^3/s)	22

1. GİRİŞ

Ülkemizde ve dünya genelinde son yıllarda taşkın olaylarında belirli bir artış gözlenmektedir. Taşkın bir akarsuyun çeşitli sebeplerle yatağından taşıp mala ve cana zarar vermesi olarak adlandırılabilir. Sağanak yağışlar, ani kar erimesi, nehir yatak kesitlerindeki problemler, özellikle kentlerde akarsu havzalarındaki insan faaliyetinin çeşitliliği ve yoğunluğu taşkına neden olan olaylardan bazılarıdır. Taşkın sonucunda yatak civarındaki araziler, mülkiyetler, altyapı ve üstyapı tesisleri ve canlı hayatı zarar görebilir. Köroğlu ve Akıncı (2023), Uluslararası Acil Durumlar Veri Tabanı (EM-DAT) verilerine göre 2021 yılında Dünya genelinde gerçekleşen 432 afet olayının yaklaşık %52'sini taşkınların oluşturduğunu belirtmişlerdir. Taşkınlar, ülkemizde de en çok yaşanan doğal afetlerin başında gelmektedir.

Türkiye’de taşkın olayları en çok Karadeniz bölgesinde, bölgede ise Doğu Karadeniz bölümünde görülmektedir. Yüksel vd. (2008), ülkemizde 1955 ile 2005 yılları arasında gerçekleşen taşkınlar nedeniyle oluşan can kaybının %35’inin Doğu Karadeniz bölgesinde yaşandığını belirtmişlerdir. Doğu Karadeniz Havzası (DKH); 40°15’-41°34’ kuzey enlemleri ile 36°43’-41°35’ doğu boylamları arasında yer almakta olup yaklaşık 22.848 km² alana ve 1.462 km çevre uzunluğuna sahiptir. Giresun ilinin de yer aldığı havzada Artvin, Bayburt, Erzurum, Gümüşhane, Ordu, Rize, Samsun, Sivas, Tokat ve Trabzon illeri bulunmaktadır. DKH oldukça engebeli bir topografyaya sahip olmakla birlikte havzanın özellikle sahil kesimleri Türkiye yağış ortalamasının oldukça üzerinde bir yağış ortalamasına sahiptir. DKH’da, 1929 ile 2020 yılları arasında gerçekleşen taşkın olayları ve neden olduğu can kayıpları Çizelge 1.1’de gösterilmektedir (Yüksek vd. 2022). Çizelge 1.1. incelendiğinde, Doğu Karadeniz Havzası’nda bazen tek bir ili bazen de birden fazla ili kapsayacak şekilde afet boyutundaki taşkın olaylarının sıklıkla gerçekleştiği ve bu taşkınlar neticesinde ciddi can kayıpları yaşandığı görülmektedir.

Çizelge 1. 1. DKH’da, 1929-2020 yıllarında meydana gelen taşkın olayları ve neden olduğu can kayıpları (Yüksek vd. 2022)

Yıl	İl	Kişi	Yıl	İl	Kişi
1929	Trabzon	146	1997	Giresun	5
1959	Trabzon, Rize	13	1998	Trabzon	50
1963	Trabzon	5	2001	Rize	10
1965	Giresun, Trabzon	2	2002	Rize	34
1973	Rize	8	2005	Rize	12
1974	Gümüşhane	3	2005	Trabzon	7
1977	Rize	6	2006	Artvin, Giresun, Rize	6
1981	Rize	27	2009	Rize, Ordu	3
1982	Rize	8	2009	Artvin	10
1983	Rize	27	2010	Rize	13

Çizelge 1.1'in devamı.

1985	Rize	10	2010	Giresun	3
1988	Rize, Artvin	3	2011	Trabzon	1
1988	Trabzon	68	2015	Artvin	13
1990	Trabzon	57	2016	Rize, Trabzon	3
1990	Rize	51	2017	Rize	1
1995	Rize, Artvin	9	2019	Rize, Trabzon	8
1996	Trabzon	9	2020	Rize	3

Doğu Karadeniz bölgesinde yer alan Giresun, iklim koşulları ve jeomorfolojik özellikleri nedeniyle ülkemizde sel ve taşkın olaylarının en sık görüldüğü yerlerin başında gelmektedir. Ciddi can ve mal kayıplarına neden olan sel ve taşkınlar kentin doğusundaki Aksu Nehri ve batısındaki Batlama Deresi'nden kaynaklanmaktadır. Giresun İli sınırları içerisinde yer alan Aksu havzası 917 km² alana, 75 km uzunluğa ve 117 m³/sn debiye sahiptir. Giresun'da yerleşim yerleri coğrafi koşulların da etkisi ile dar kıyı kuşağına sıkışmıştır. Özellikle 1980'den sonra hızlanan kentleşme ile, Giresun doğu-batı yönünde gelişim göstermiş ve dere yataklarında yerleşmeler başlamıştır. Bölgede sel ve taşkın riski dikkate alınmadan yapılan kentleşme özellikle son yıllarda aşırı yağışların olduğu dönemlerde sel ve taşkın afetleri yaşanmasına neden olmuştur. 22 Ağustos 2020 tarihinde 18-21 saatleri arasında Giresun'un Dereli İlçesi'nde meydana gelen taşkın, Dereli-Şebinkarahisar karayolu altındaki ve yakınındaki diğer köprülerin tıkanması nedeniyle ilçe merkezine yönelmiş ve kısa zamanda bölgedeki sokak, cadde, ev ve iş yerleri su ve sediment malzeme ile dolmuştur. Yağışın uzun süre devam etmesi ve sel ile birlikte derelerden gelen sediment malzemeler selin yıkıcı etkisini artırmıştır. Kömüş vd. (2021), 22 Ağustos 2020 tarihinde Giresun'un Dereli İlçesi'nde meydana gelen taşkın sonucunda 19 binanın yıkıldığını, 361 yapının hasar gördüğünü ve kentin alt ve üst yapısının büyük zarar gördüğünü belirtmişlerdir. Giresun Dereli taşkının sebepleri incelediğinde doğal sebepler olarak arazinin dike eğimli olması ve iklim değişiminin etkisi gösterilebilirken yapay sebepler olarak ise araziye yapılan müdahaleler, ormanlık alanlarının azalması ve akarsu yataklarına yapılan müdahalelerin etkisi gösterilebilir.

Taşkınların yaşanma sıklığı son yıllarda iklim değişikliğinin de etkisiyle artış göstermektedir. Neden olduğu ciddi zararlar nedeniyle taşkınları anlamak, taşkınların risk altına alabileceği alanların önceden belirlenmesi ve sebep olabileceği zararları hesaplayabilmek büyük önem arz etmektedir. Taşkın risk haritaları bölgenin olası bir taşkın afetinden nasıl bir zarar göreceğini ve nasıl önlemlerin alınmasını gerektiğini ortaya koyarken yapılaşma planlarının ve arazi kullanımının doğru bir şekilde hazırlanması için bilgi oluşturur. Tez kapsamında; Giresun Aksu Nehri havzasında bulunan, Etbaşı köprüsünün de içerisinde yer aldığı Aksu, Çaykara ve Küçükköy Mahallelerinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) ve hidrolik analiz programı olan HEC-RAS kullanılarak 100, 200 ve 500 yıllık taşkın tekerrür debilerine göre taşkın risk analizi yapılmıştır. Taşkın tekerrür debileri; SCS birim hidrograf yöntemi, Snyder birim hidrograf yöntemi ve frekans analizi ile hesaplanmıştır.

Taşkın frekans analizi için literatürde en çok kullanılan olasılık dağılımları olan Lognormal (Log-N), 3 Parametrelili LN (3P-LN), Genel Ekstrem Değer (GED), Gumbel ve log-Pearson tip 3 (LP-3) kullanılmıştır. Hidrometeoroloji verilerinin temini için ise Devlet Su İşleri (DSİ) 22. Bölge Müdürlüğü ile irtibata geçilerek Giresun il sınırı ve etrafında bulunan yağış gözlem ve akım gözlem istasyonlarının bilgileri temin edilmiştir. Taşkın risk analizi sonucunda farklı senaryolara göre oluşturulan taşkın yataklarının durumu belirlenmiş, Etbaşıoğlu köprüsünün taşkın halindeki durumu incelenmiş ve mevcut taşkın koruma yapılarının yeterliliği tespit edilmiştir. Ayrıca analiz sonuçlarına göre alınması gereken önlemler ve gerekli çözüm yolları da sunulmuştur.



2. KAYNAK TARAMASI

Abdessamed ve Aderrazzak (2019) tarafından Cezayir’de tamamen kentleşmiş alanlardan geçen, daha önce çok sayıda taşkın olayının gerçekleştiği ve büyük can ve mal kayıplarına neden olan Ain Sefra havzasının taşkın risk haritası 10, 100 ve 1000 yıllık taşkın tekerrür debileri senaryolarına göre HEC-RAS ve HEC-HMS programlarını kullanarak oluşturulmuş ve mevcut taşkın koruma yapılarının performansları incelenmiştir. Çalışma sonucunda mevcut istinat duvarlarının taşkın bölgesi alanını azalttığı, dolayısıyla çalışma alanında taşkın zararlarının belirgin bir biçimde azaldığı ancak tüm bunların farklı taşkın tekerrür debileri için hala yetersiz olduğu belirtilmiştir. Ayrıca simülasyonlar sonucunda en çok şehir merkezinin taşkından etkilendiği sonucuna varılmış olup bölgede taşkın riski ve olası zararları engellemek için taşkın koruma yöntemleri önerilmiştir.

Anlı (2006) tarafından Giresun Aksu havzasının maksimum akım frekanslarının modellenmesi için çeşitli olasılık dağılımları kullanılmış olup 9 yıl süreli aylık ve yıllık maksimum akım dizileri materyal olarak seçilmiştir. Normal, logaritmik normal, üç parametrelili logaritmik normal, ekstrem değer tip I, gama, Pearson tip III, logaritmik Pearson tip III, Weibull, üç parametrelili Weibull ve logaritmik lojistik dağılımları kullanılmış ve bu dağılımların uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir. Uygunluk testi sonuçlarına göre Giresun Aksu Havzası muhtemel aylık maksimum akım tahminlerinde, 1., 6., 7. ve 8. aylar için logaritmik Pearson tip III; 3. ve 5. aylar için üç parametrelili logaritmik normal; 4. ve 9. aylar için Pearson tip III; 10. ve 12. aylar için üç parametrelili Weibull ve 2. ve 11. aylar için de logaritmik lojistik dağılımlarının kullanılabileceği görüşüne varıldığı ve yıllık maksimum dizilerde ise üç parametrelili Weibull dağılımının uygun dağılım olarak belirlendiği belirtilmiştir.

Avcı ve Sunkar (2015) tarafından Giresun’da sel ve taşkına neden olan Aksu Çayı ve Batlama Deresi havzalarının morfometrik özellikleri analiz edilmiş, elde edilen bulgular ve bu akarsuların havzalarındaki iklim özellikleri değerlendirildiğinde taşkın açısından yüksek riskli oldukları ve bu nedenle sel ve taşkınlara yönelik planlama çalışmalarında havza morfometrisinin dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir.

Efe ve Önen (2015) tarafından Batman Çayı’nın HEC-RAS yardımıyla tek boyutlu taşkın hidrolik analizi yapılmıştır. Değişik feyezan değerlerine bağlı taşkın zararlarının alansal değişimlerini göz önüne alarak mevcut dereye ait doğal yatakta 5,10,25,50,100 ve 500 yıllık taşkın tekerrür debilerinde su üst yüzünün geldiği kotları belirlemişlerdir.

Hashemyan vd. (2015) tarafından İran’daki Rudan akarsuyunda HEC-HMS ve HEC-RAS programları kullanarak 10,20,50 ve 100 yıllık taşkın tekerrür debilerine göre taşkın simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre tarım ve yerleşim alanlarının planlaması ve yönetilmesine yönelik tavsiyeler verilmiştir.

Köroğlu ve Akıncı (2023) tarafından Çok Kriterli Karar Analizi yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Proses yöntemi kullanılarak Giresun’un Dereli ilçesinin taşkın duyarlılık haritası üretilmiştir. Üretilen haritaya göre çalışma alanının yaklaşık %1’inin yüksek veya çok yüksek derecede taşkına duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca üretilen taşkın duyarlılık haritası ilçede 22 Ağustos 2020 tarihinde meydana gelen taşkın

envanteriyle karşılaştırılarak duyarlılık haritasının bu envanterle %80 düzeyinde örtüştüğü tespit edilmiştir. Bu nedenle, üretilen taşkın duyarlılık haritasının taşkın zararlarını azaltmak için karar vericilere yol gösterebileceği sonucuna varıldığı belirtilmiştir.

Taş vd. (2016) tarafından Afyon Akarçay Havzasının farklı taşkın tekerrür debilerinde su seviyeleri ve su altında kalacak yerleri HEC-RAS kullanılarak hesaplamıştır. Daha sonra ortalama su derinliği ile literatürde mevcut çeşitli derinlik-zarar eğrileri yardımıyla taşkın zarar tahmini yapılarak taşkın riski ve zararlarını azaltmaya yönelik önerilerde bulunmuşlardır.

Yüksek vd. (2022) tarafından Doğu Karadeniz havzasında (DKH) son yıllarda meydana gelen taşkınlar hakkında genel bir değerlendirme yapılmış, taşkınların sebepleri ve neden olduğu zararlar bölgede son yıllarda medyana gelen 3 farklı taşkın dikkate alınarak irdelenmiş ve havzada gerçekleştirilen taşkın yönetimi çalışmaları değerlendirilmiştir. Çalışmada, Giresun, Trabzon ve Artvin İllerinde meydana gelen taşkınlar hidrometeorolojik açıdan değerlendirilmiş; taşkınların sebepleri ve özellikle de zararları üzerinde durulmuştur. Özellikle sediment taşınımı ve heyelanların taşkınlar üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ayrıca Doğu Karadeniz havzasında taşkın yönetimi ile ilgili kurum, kuruluş ve üniversiteler tarafından yürütülen proje, araştırma ve projeler değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonunda, taşkınlarla karşı yapılması gerekenler ile ilgili öneriler sunulmuştur.

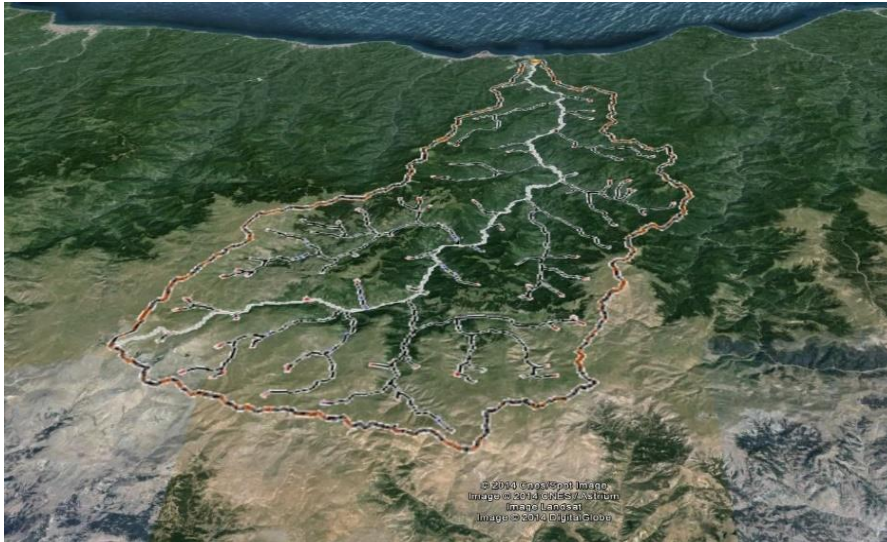
3. MATERYAL VE METOT

3.1. Hidrolojik Çalışma Alanı

Giresun il sınırları içerisinde yer alan Aksu havzası 917 km² alana, 75 km uzunluğa ve 117 m³/sn debiye sahiptir. Aksu Nehri genel olarak kuzey güney yönünde akış göstermektedir. Bu ana kola doğudan ve batıdan birtakım alt kollar dahil olmaktadır. Bu havzanın sınırlarının ve fizyografik parametrelerinin belirlenmesi için Giresun ilinin DEM verisi ve WMS (Watershed Modelling System) modeli kullanılmıştır. Aksu Nehri havzasının geometrik karakteristikleri Çizelge 3.1’de gösterilmektedir.



Şekil 3. 1. Aksu Nehri ve tez çalışma alanı



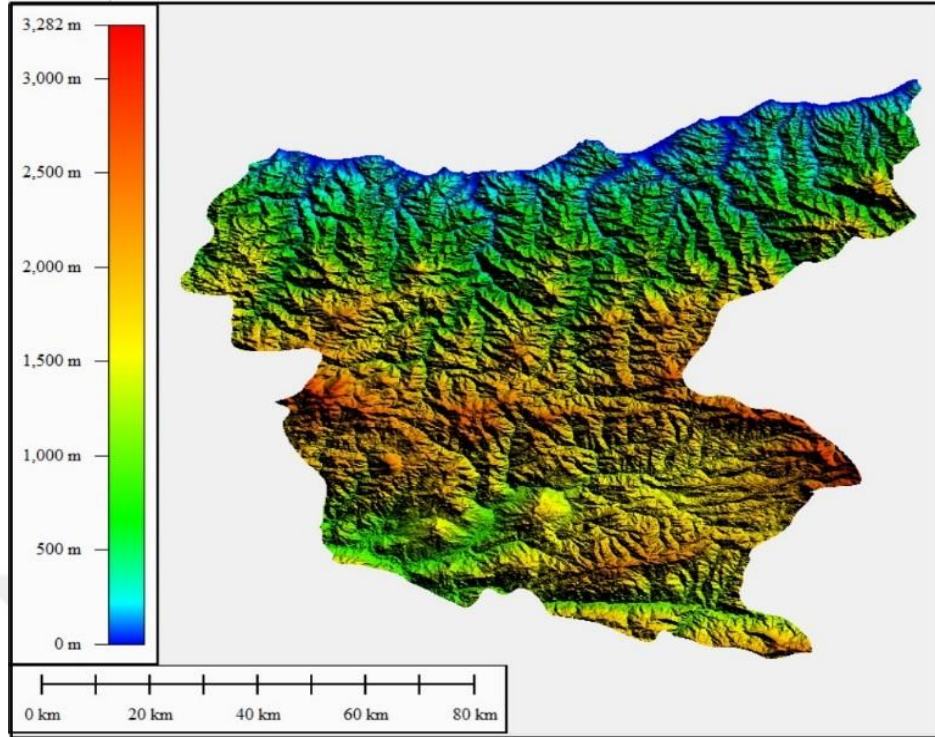
Şekil 3. 2. Aksu Nehri havzası

Çizelge 3. 1. Aksu Havzasının geometrik karakteristikleri

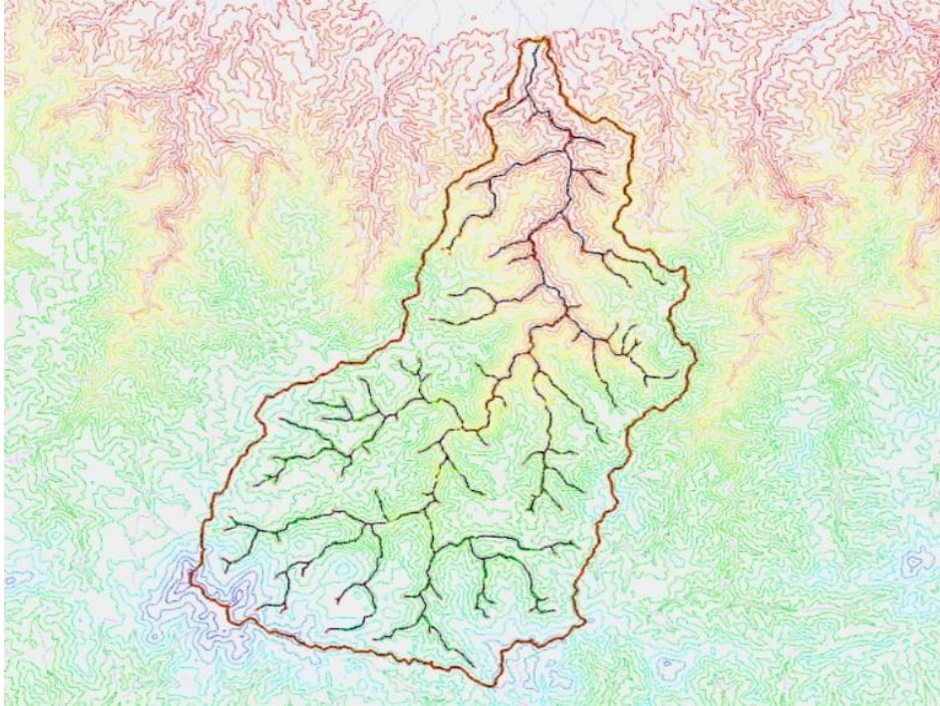
Parametreler	Değerleri
Havza Alanı	917 km ²
Havza Çevresi	204,5 km
Havza Uzunluğu	75 km
Havza Eğimi	0,3816 m/m
Havza Ortalama Yükseklik	1424,30m
Maksimum Akım (Ana Kol) Uzunluğu	70,94 km
Maksimum Akım Eğimi (Ana Kol Ortalama Eğimi)	0,0332
Havzanın ağırlık merkezine olan uzunluk (L _c)	44,2 km
Şekil Faktörü	2,82
Sinüzite	1,41

3.2. Topografik Çalışma Alanı

Sayısal Yükseklik Modeli ya da İngilizce karşılığı olan “Digital Elevation Model” (DEM) yeryüzünün konum ve yükseklik bilgileri kullanılarak modellenmesi olarak tanımlanabilir. Hidroloji ve hidrolik modelleme çalışmalarında sıklıkla kullanılan önemli verilerden biridir. Bu çalışmada Giresun ilinin DEM verisi İstanbul Teknik Üniversitesi Geomatik Mühendisliği Bölümü arşivinden temin edilmiştir (Şekil 3.3). DEM verisi kullanılarak Aksu Nehri ve havzasının topografyası ve akarsuya ait alan, yükseklik eğim gibi çeşitli karakteristikler belirlenmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3. 3. Giresun ili DEM verisi



Şekil 3. 4. Aksu Nehri havzasının DEM verisi

3.3. Konsantrasyon Zamanı

Konsantrasyon zamanı (T_c) suyun bir havzadaki en uzak noktadan havzanın çıkışına kadar akması için gereken süre olarak tanımlanabilir. Konsantrasyon zamanı

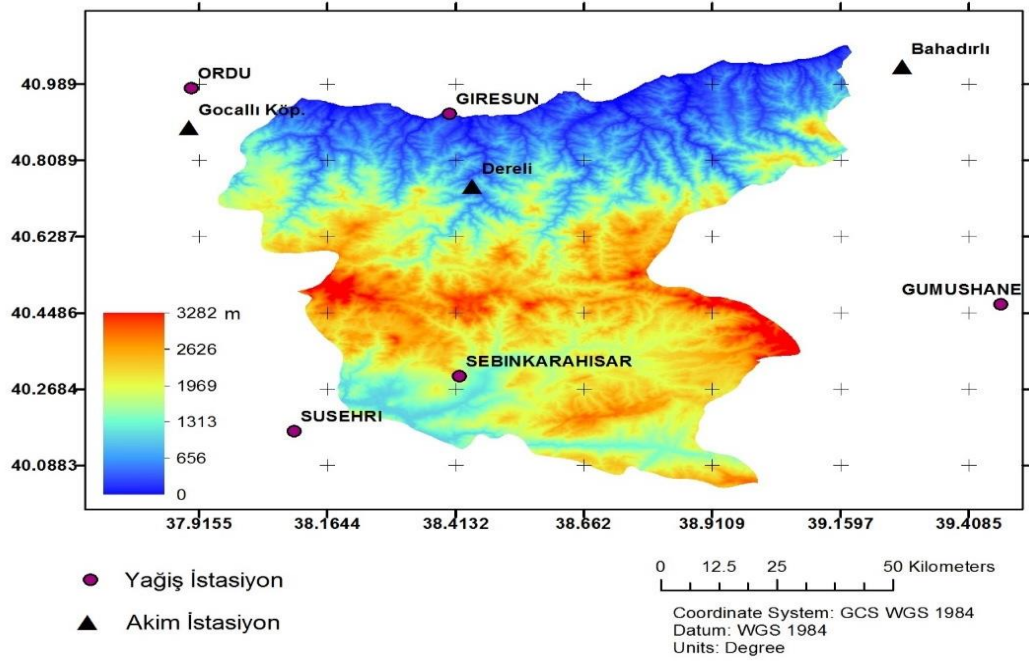
genellikle havzanın geometrik karakteristiklerine bağlı olarak ampirik metotlarla bulunmaktadır. Bu çalışmada, konsantrasyon zamanı hesaplaması için SCS, Kirpich ve California yöntemleri kullanılmış ve kullanılan metotlara göre elde edilen konsantrasyon zamanları Çizelge 3.2’de gösterilmiştir. SCS metodu hesaplaması eğri numarası, akış uzunluğu ve ortalama eğim verilerine dayanmaktadır. Havzanın örtüsü ve bitki durumuna göre eğri numarası (CN) 80 olarak alınmıştır.

Çizelge 3. 2. Aksu havzasının konsantrasyon zamanı

Metot	T _c (saat)
SCS	6.00
Kirpich	6.30
California	4.30

3.4. Meteorolojik ve Hidrolojik Gözlem İstasyonlarının Belirlenmesi

Aksu Nehri havzasının mevcut debiler ve farklı periyotlarda taşkın tayini için gerekli olan bilgiler gözlem yağış ve gözlem akım pik değerlerinin zaman serisidir. Bu amaçla, hidrometeoroloji verilerinin temini için Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) ve Devlet Su İşleri (DSİ) 22. Bölge Müdürlüğü ile irtibata geçilmiştir. DSİ, ülkemizde taşkınları önlemek amacıyla taşkın koruma yapıları inşa etmekte olup dere yataklarının ıslahı ve tanzim edilmesi gibi birçok çalışmayı yürütmektedir. Giresun il sınırı ve etrafında bulunan yağış gözlem ve akım gözlem istasyonlarının dağılımı Şekil 3.5’te gösterilmiştir. Bu istasyonların içinde bulunan 17034 No.lu Giresun gözlem yağış ve 2213 No.lu Dereli gözlem akım istasyonları, çalışma alanı olan Aksu Nehri havzasında yeterli günlük verilere sahip olması nedeniyle göz önüne alınmıştır. Çalışmada kullanılan Giresun gözlem yağış ve Dereli gözlem akım istasyonlarına ait bilgiler Çizelge 3.3’te gösterilmektedir.



Şekil 3. 5. Yağış gözlem ve akım gözlem istasyonlarının dağılımı

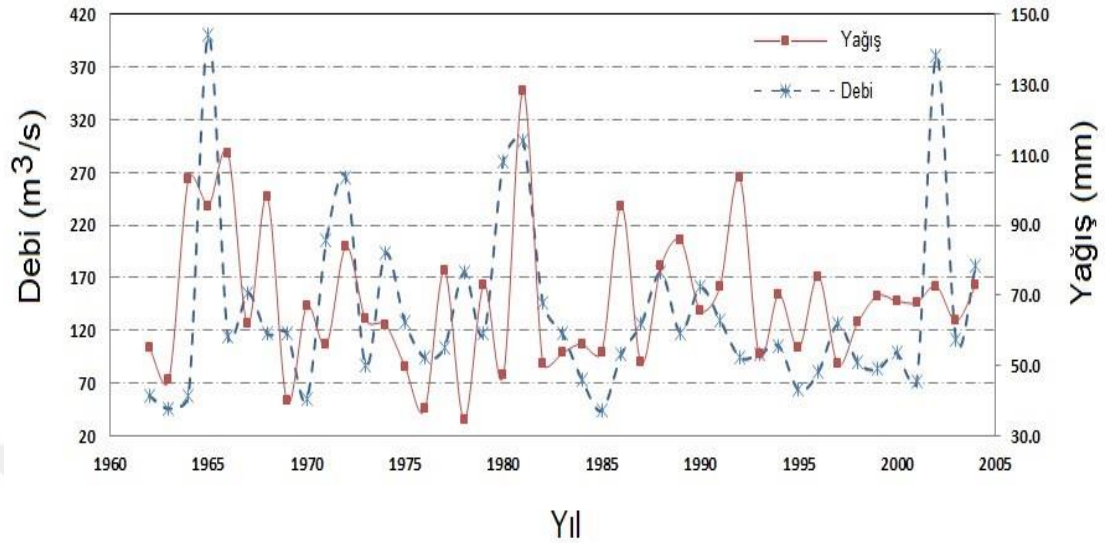
Çizelge 3. 3. Giresun gözlem yağış ve Dereli gözlem akım istasyonlarına ait bilgiler

İSTASYON NO.	İSTASYON ADI	KOORDİNATLAR		
		Enlem	Boylam	Yükseklik
17034	GİRESUN	40,922	38,401	38
2213	DERELİ	40,7477	38,4455	650

3.5. Veri Temini ve Analizi

Aksu Nehri havzası içerisinde 1962 ile 2004 yılları arasında ölçülen maksimum yağış ve anlık maksimum debiler zaman serisi Şekil 3.6'da gösterilmiştir. Giresun istasyonunda ölçülen en şiddetli yağışın 128 mm/gün ile 1981 yılında olduğu görülmektedir. Dereli istasyonunda en şiddetli akımlar 1965 ve 2002 yıllarında yaklaşık 400 m³/s debi oluşmuştur. Dingman (2002) frekans analizinde en az 10 yıllık gözlem verisinin göz önüne alınmasını tavsiye etmiştir. Mevcut pik yağışların ve debilerin sayısı her istasyonda 43 adettir. Buna göre Aksu Havzası için Çizelge 4'te gösterilen Giresun gözlem yağış ve Dereli gözlem akım istasyonları ile hidrolojik frekans analizinin yapılmasının mümkün olduğu görülmekle birlikte ayrıca veri uzatma işlemlerine ihtiyaç duyulmamıştır. Ancak Dereli istasyonunda hesaplanan taşkın debileri, drenaj oranıyla

çarpılarak tez çalışma alanının başlangıç noktası olan Etbaşoğlu köprüsüne kaydırılmıştır.



Şekil 3. 6. Çalışma alanında gözlemlenen yıllık maksimum yağış ve anlık maksimum debiler zaman serisi

3.6. Frekans Analizi

Hidroloji biliminde ekstrem olayların oluşma zamanı ve miktarı deterministik yöntemlere bağlı olarak tahmin edilemez. Bu nedenle, istatistiksel yöntemler kullanılarak ve havzada meydana gelen ekstrem olaylar göz önüne alınarak en uygun karar verilmelidir. Eğer bu ekstrem olayların miktarlarında ve olay zamanlarında istatistiksel bir iç bağımlılık yoksa ekstrem hidrolojik frekans analizi (HFA), olayın miktarının ve zamanının istatistiksel tahmini için kullanılabilir. Hidrolojik frekans analizi; ekstrem yağışa bağlı olan taşkın tahmini, hidrolik ve kentsel alt yapılarının tasarımı ve taşkın tehlike haritalarının oluşturulması gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

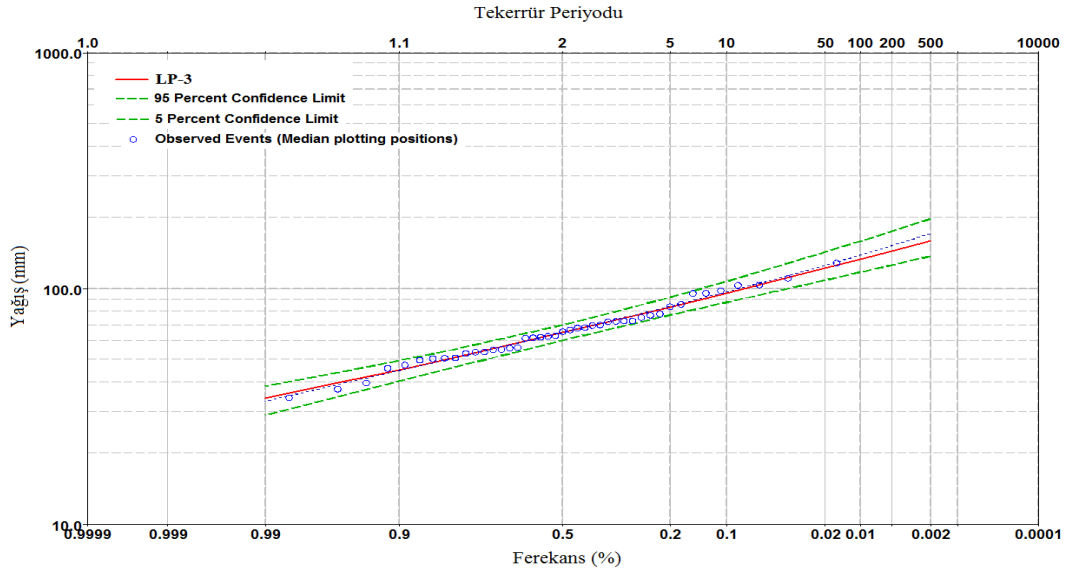
Bu çalışmada, Aksu Nehri havzasındaki yıllık anlık maksimum akışlar ve yıllık en büyük yağışları kullanılarak hidrolojik frekans analizi yapılmıştır. Bu analizin asıl amacı Aksu Nehri havzasındaki 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500, ve 1000 yıllık gibi çeşitli frekanslara ait yağış ve taşkın debilerini bulmaktır.

Hidrolojik frekans analizi için literatürde en çok kullanılan olasılık dağılımları olan Lognormal (Log-N) [Pilgrim, 1998], 3 Parametrelili LN (3P-LN), Genel Ekstrem Değer (GED) [Natural Environment Research Council, 1975], Gumbel [Gumbel, 1942], log-Pearson Tip 3 (LP-3) [Niemczynowicz, 1982; Pilgrim, 1998] kullanılmıştır. Bu dağılımlar içinde Gumbel ve LP-3 dağılımları en çok kullanılan dağılımlardır (El Adlouni ve Ouarda 2010). Ülkemizde taşkın frekans analizi (TFA) için genel olarak LP-3 dağılımı kullanılmaktadır. Giresun gözlem yağış ve Dereli gözlem akım istasyonunun verilerine ait frekans analizinin sonuçları Çizelge 3.4'te gösterilmektedir.

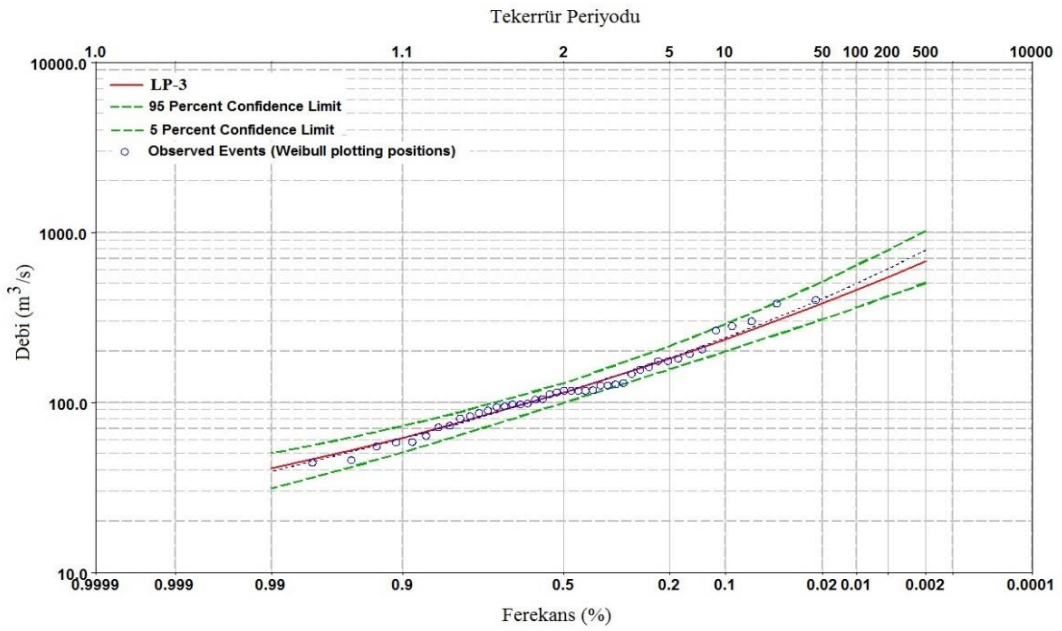
Çizelge 3. 4. Noktasal HFA Sonuçları

Probabilistik Dağılım	LN	3P-LN	GED	Gumbel	LP-3
Geri Dönüş Periyodu	Yağış frekans analizi				
1000	162,2	160,2	175,3	167,3	170,9
500	152,4	149,4	163,2	156,5	159,7
200	139,5	137,4	147,3	142,2	144,5
100	129,6	128,1	135,3	131,4	133,1
50	119,6	118,7	123,4	120,5	121,9
25	109,4	109,0	111,6	109,6	110,2
10	95,3	95,4	95,7	94,8	95,6
5	83,7	84,0	83,3	83,1	83,5
2	65,4	65,7	64,7	65,5	65,0
Geri Dönüş Periyodu	Taşkın frekans analizi				
1000	648,3	605,5	939,8	530,4	788,5
500	576,3	544,1	772,9	487,4	679,3
200	487,2	467,5	593,6	430,5	547,2
100	424,2	412,1	483,5	387,4	460,2
50	364,6	358,7	391,2	344,1	382,9
25	308,1	306,9	313,8	300,5	310,0
10	237,4	240,1	229,4	241,7	234,3
5	185,9	189,7	175,9	195,1	180,6
2	116,5	118,5	112,6	124,8	114,0

Literatürdeki farklı klimatolojik bölgelere uygulanan frekans analizi çalışmalarına göre ekstrem yağış değerlerini uygun bir şekilde tahmin etmek için 3 parametrelili dağılımlar kullanılabilir (Wilks 1993). Pratikte taşkın frekans analizi (TFA) için Amerika’da LP-3 dağılımı standart dağılım olarak kullanılmaktadır (Interagency Advisory Committee on Water Data, 1982). Genellikle Türkiye’de de bu dağılım TFA için uygulanmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada LP-3 dağılımı Aksu Nehri Havzası için en uygun dağılım olarak belirlemiştir. Şekil 3.7 ve 3.8’de LP-3 dağılımı ve ona ait farklı tekerrür süreleri için ekstrem yağış ve akım tahmini çizilmiştir.



Şekil 3. 7. Giresun gözlem yağış istasyonunun yağış verilerinin aşılma olasılığı ve LP-3 dağılımı



Şekil 3. 8. Dereli gözlem akım istasyonunu akım verilerinin aşılma olasılığı ve LP-3 dağılımı

3.7. Tez Çalışma Alanı Ekstrem Yağışları ve Taşkın Debileri

Dereli gözlem akım istasyonunda noktasal frekans analizi yardımı ile hesaplanan taşkın debileri, tez çalışma alanına yağış alanlar oranı ile denklem (3.1) kullanılarak taşınmıştır.

$$Q_{\text{çalışma}} = Q_{\text{istasyon}} \left(\frac{A_{\text{tesis}}}{A_{\text{istasyon}}}} \right)^n \quad (3.1)$$

Denklem 3.7.1’de $A_{\text{ist}} 730 \text{ m}^2$, $A_{\text{tesis}} 890 \text{ m}^2$ ve n katsayısı 1 olarak alınmıştır. Tez çalışma alanında (Şekil 9) bulunan taşkın tekerrür debileri ($Q_{\text{çalışma}}$) Çizelge 6’da gösterilmektedir.

Çizelge 3. 5. LP-3 Dağılımı sonucu belirlenen tez çalışma alanı taşkın tekerrür debileri

T (Yıl)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
Debi (m ³ /s)	139,1	220,3	285,8	378,2	467,1	561,4	667,6	828,7	962,0



Şekil 3. 9. Aksu Havzası ve tez çalışma alanı şematik gösterimi

Giresun gözlem yağış istasyonu ve tez çalışma alanı arasında yaklaşık 3 km’lik küçük bir mesafe olması nedeni ile gözlem istasyonundaki yağışları tez çalışma alanını temsil eden yağışlar varsayarak emniyetli tarafta kalınmıştır (Çizelge 3.6). Ancak Aksu Havzası 917 km² alana sahip oldukça büyük bir havza olduğu için bu yağışı tüm havza için üniform olarak kabul etmek doğru bir karar olmayacaktır. Giresun ilinin uzun yıllar gözlem verilerini içeren Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün (MGM) yağış haritaları göz önüne alınarak, havzanın yüksek ve alçak kısımlarında farklı yağış rejimlerinin görülmesi önceki araştırmalarda belirlenmiştir (Ağırlioğlu ve Eriş 2009). Burada havzanın iç bölgelerinde daha düşük yağışlar tespit edilmiştir. Bu nedenle Giresun gözlem yağış istasyonunda hesaplanan LP-3 dağılımının sonuçlarına göre belirlenen yağış miktarının

%80'inin Aksu Havzasında üniform yağış olarak alınmasına karar verilmiştir (Çizelge 3.7).

Çizelge 3. 6. LP-3 dağılımının sonuçlarına göre belirlenen yağış miktarı

T (Yıl)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
Yağış (mm)	65	83,5	95,6	110,2	121,9	133,1	144,5	159,7	170,9

Çizelge 3. 7. Aksu havzasının temsil eden üniform yağış miktarı

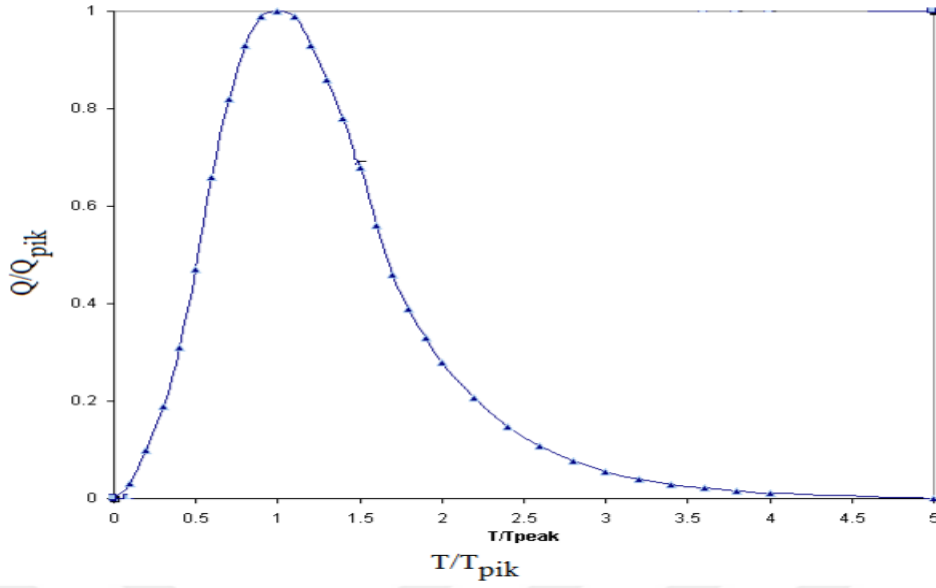
T (Yıl)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
Yağış (mm)	52	67	76,5	88	98	106	115	128	137

3.8. Birim Hidrografın Elde Edilmesi

Sherman tarafından 1982 yılında geliştirilen Birim Hidrograf teorisi ile yağıştan gelen akış hesabı yapılmaktadır. Bu çalışmada, iki farklı sentetik birim hidrograf teorisi olan SCS ve Snyder yöntemleri kullanılarak havza çıkışındaki birim hidrograflar üretilmiştir.

3.8.1. SCS boyutsuz birim hidrograf yöntemi

SCS boyutsuz birim hidrograf yöntemi, Amerika Birleşik Devletleri Toprak Muhafazası Servisi tarafından geliştirilmiştir. Türkiye’de Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından kullanılan bu yöntem ile sentetik birim hidrografın çiziminde boyutsuz birim hidrograftan (Şekil 3.10) yararlanılmaktadır. Birim hidrografının ordinatları ve Aksu Havzasının Çizelge 3.1’de gösterilen fizyografik özellikleri kullanılarak elde edilen 1, 6, 12 ve 24 saatlik birim hidrograflar Şekil 3.11’de gösterilmektedir.



Şekil 3. 10. SCS boyutsuz birim hidrograf

SCS birim hidrograf metodunda, havzaların birim hidrograf pik debisi (Q_{pik}) ve birim hidrografın yükselme zamanı (T_p) sırasıyla denklem (3.2) ve denklem (3.3) ile hesaplanmaktadır.

$$Q_{pik} = 0,208 \frac{A}{T_p} \quad (3.2)$$

$$T_p = T_L + \frac{D}{2} \quad (3.3)$$

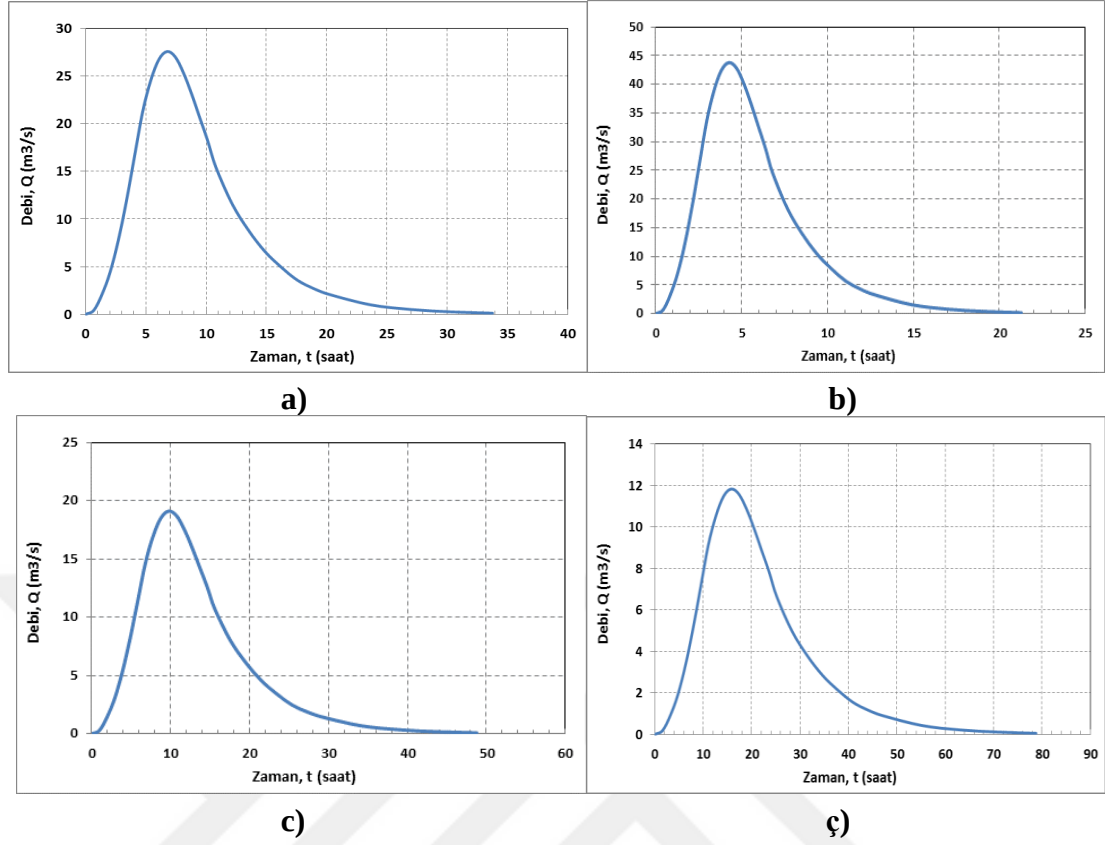
Denklem (3.2)'de A havza alanını (km^2), Denklem (3.3)'de D yağış süresini ve T_L havza gecikme zamanını (saat) ifade etmektedir. Havza gecikme zamanı denklem (3.4) ile hesaplanmaktadır.

$$T_L = L^{0,8} \frac{(S+1)^{0,7}}{1900y^{0,5}} \quad (3.4)$$

Denklem (3.4)'te L havzanın hidrolik uzunluğunu (feet), y havza eğimini havzanın maksimum su tutma kapasitesini ifade etmektedir. Havzanın su tutma kapasitesi ise denklem (3.5) ile hesaplanmaktadır.

$$S = -10 + \frac{100}{CN} \quad (3.5)$$

Bu çalışmada, havza arazi durumuna göre eğri numarası (CN) 80 alınmıştır.



Şekil 3. 11. Aksu havzasında SCS birim hidrograf yöntemi kullanılarak elde edilen **a)** 1 saatlik; **b)** 6 saatlik; **c)** 12 saatlik; **ç)** 24 saatlik birim hidrograflar

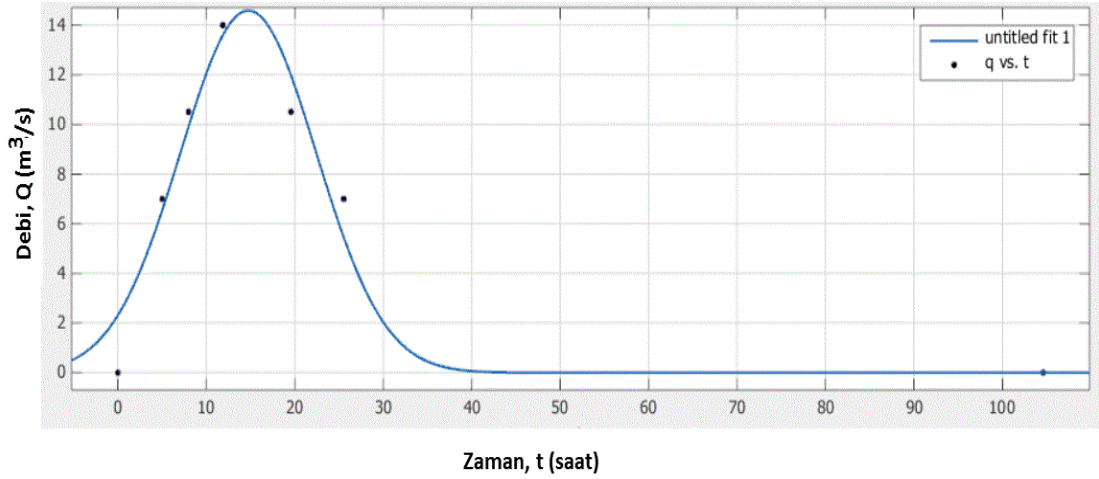
3.8.2 Snyder birim hidrograf yöntemi

Sentetik birim hidrograf yöntemleri arasında en çok kullanılan yöntemlerden biri olan Snyder yöntemi ABD de 30-30000 km² büyüklükte çok sayıda havza sonuçlarına dayanmaktadır. Bu yöntemde, havza gecikme zamanı (saat) denklem (3.6) ile hesaplanmaktadır.

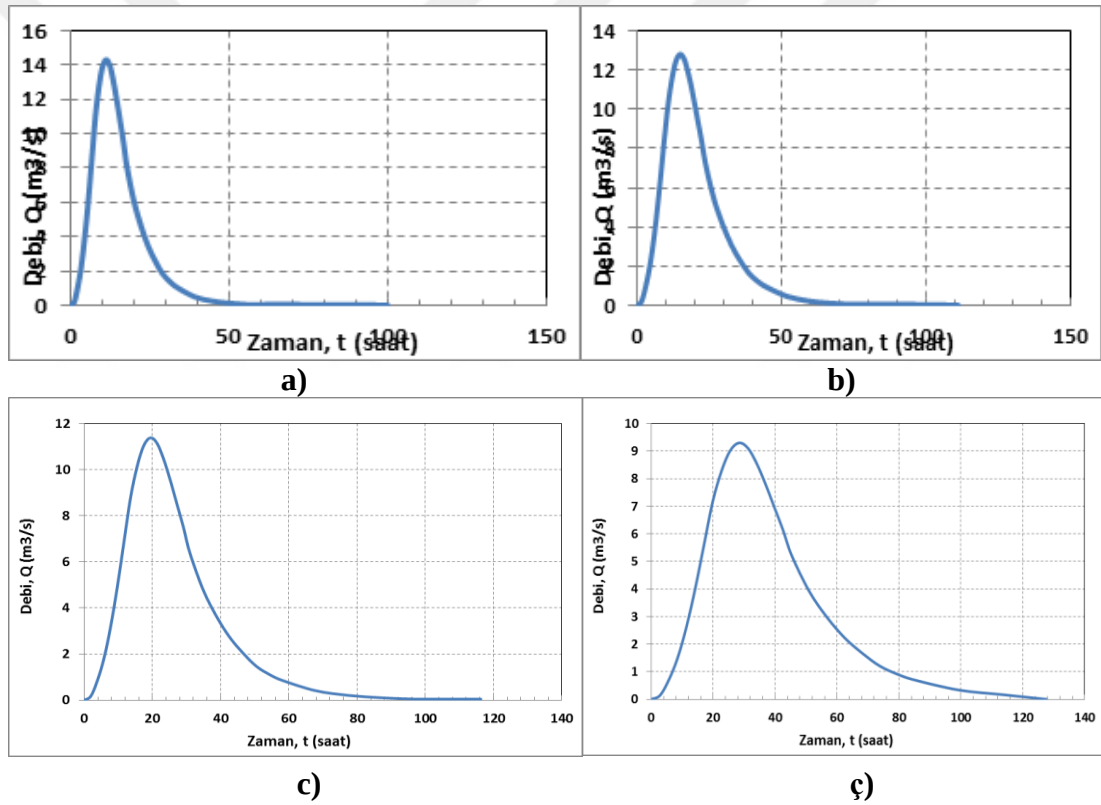
$$T_L = C_t(L.L_c)^{0,3} \quad (3.6)$$

Denklem (3.6)'da L havzanın hidrolik uzunluğunu (km), L_c havzanın ağırlık merkezine olan uzaklığını (km) ve C_t havza eğimine bağlı olan katsayıyı ifade etmektedir.

Snyder birim hidrograf yönteminde, havzanın birim hidrografının elde edilmesi için 5 noktanın ordinatları hesaplanmaktadır. Bunlar birim hidrografın maksimum debisi, maksimum debini %50'si ve %75'i ve hidrografın başlangıç ve bitiş noktalarıdır. Bu noktalara uygun bir eğri çizildiğinde havzanın Snyder birim hidrografi elde edilmektedir. Aksu Havzasının 2 saatlik birim hidrografi Gauss eğrisi kullanılarak Şekil 3.12'de gösterilmektedir. Aksu havzasında Snyder birim hidrograf yöntemi kullanılarak elde edilen 1, 6, 12 ve 24 saatlik birim hidrograflar Şekil 3.13'te gösterilmektedir.



Şekil 3. 12. Aksu havzasının 2 saatlik birim hidrografi



Şekil 3. 13. Aksu havzasında Snyder birim hidrografi yöntemi kullanılarak elde edilen a) 1 saatlik; b) 6 saatlik; c) 12 saatlik; ç) 24 saatlik birim hidrogrflar

3.9. Birim Hidrogrflarla Akış Tahminleri

Tez çalışma alanının çeşitli tekerrür pik debilerinin hesabında, istatistiksel yöntemle ek olarak, yağış-akış bağıntısından yararlanılarak 24 saatlik SCS ve Snyder sentetik birim hidrogrfları yardımı ile, çalışma alanı için en güvenilir ve ekonomik tahminler elde edilmeye çalışılmıştır. Burada gerekli olan hesaplamalar çalışma alanında Aksu Nehrinin baz akımı ve etkili (net) yağış hesaplamalarıdır. Aksu Nehri'nin baz akımı $86 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak

DSİ 22. Bölge Müdürlüğü tarafından hesaplanmıştır. Baz akım miktarı, tez çalışma yerine alan oranı ile taşınarak tez çalışma alanındaki baz akışları bulunmuştur.

Bu çalışmada net yağış miktarı (P_e) denklem (3.7)'de SCS kayıp metodu ile hesaplanmıştır.

$$P_e = \frac{(P - 0,2S^*)^2}{(P + 0,8S^*)} \quad (3.7)$$

Denklem (3.7)'de P yağış yüksekliğini ve S^* maksimum sızma yüksekliğini (cm) ifade etmektedir. Maksimum sızma yüksekliği ise denklem (3.8) ile hesaplanmaktadır.

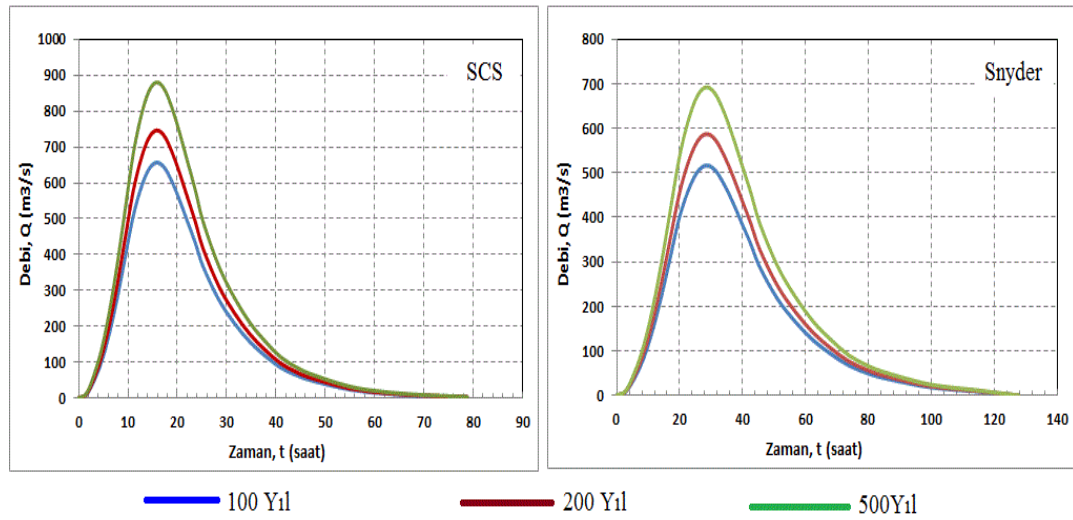
$$S^* = 2,54 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (3.8)$$

Bu çalışmada, havza arazi durumuna göre eğri numarası (CN) 80 alınmıştır.

Net yağış miktarı sentetik yöntemlerle bulunan birim hidrograf değerleri ile çarpılarak ve bulunan baz akım değeri ilave edilerek taşkın hesapları yapılmış ve taşkın pik debileri Çizelge 3.8'de gösterilmiştir. 100, 200, ve 500 yıllık yağışlardan elde edilen dolaysız akım hidrografları Şekil 3.14'te gösterilmektedir.

Çizelge 3. 8. Aksu havzasının dolaysız ve tasarım debileri

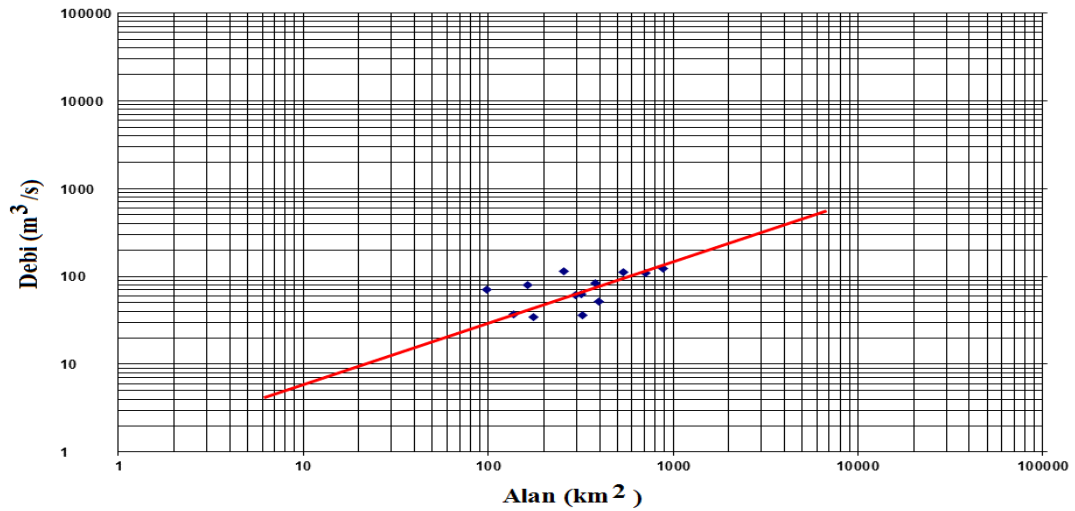
T (Yıl)	P (mm)	P_e (mm)	Dolaysız pik akış (m ³ /s)		Tasarım pik akış (m ³ /s)	
			SCS	Snyder	SCS	Snyder
2	52,0	15,0	177,7	139,7	263,7	225,7
5	67,0	25,0	296,1	232,8	382,1	318,8
10	76,5	32,0	378,2	297,4	464,2	383,4
25	88,0	40,9	483,2	380,0	569,2	466,0
50	98,0	48,9	578,4	454,8	664,4	540,8
100	106,0	55,5	656,7	516,4	742,7	602,4
200	115,0	63,1	746,7	587,1	832,7	673,1
500	128,0	74,4	879,5	691,5	965,5	777,5
1000	137,0	82,3	973,2	765,2	1059,2	851,2



Şekil 3. 14. Çalışma alanında sentetik yöntemlere ait dolaysız akım hidrografları

3.10. Taşkın Debisi Hesaplamalarının Kontrolü

DSİ Trabzon Bölge Müdürlüğü tarafından yürütülen "Giresun Merkez Aksu Çayı Vadisi Taşkın Koruma, Rehabilitasyon ve Çevre Düzenlemesi" projesinde Doğu Karadeniz’de bulunan yeterli süreye ve güvenilirliğe sahip olan akım gözlem istasyonları (AGİ) kullanılarak, bölgesel taşkın analizi yapılmıştır. Adı geçen projede 2 yıllık taşkın zarf eğrisi Şekil 3.15’te gösterilmektedir. Ayrıca Aksu havzasının bölgesel analizinden hesaplanan taşkın tekerrür debileri Çizelge 3.9’da gösterilmektedir.



Şekil 3. 15. Aksu havzasında 2 yıllık taşkın zarf eğrisi

Çizelge 3. 9. Aksu havzasında bölgesel taşkın frekans analizi sonucu belirlenen taşkın tekrür debileri

T (Yıl)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
Debi (m ³ /s)	155	264	351	475	577	688	-	920	1022

Bölgesel taşkın analizi sonuçları ile Çizelge 3.10'da gösterilen farklı yöntemlere ait taşkın tekrür değerleri karşılaştırıldığında Çizelge 3.10'da gösterilen taşkın tekrür debilerinin makul olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. 10. Farklı yöntemlere ait taşkın tekrür değerleri (m³/s)

Tekrür Yılları	Yöntem			
	Frekans Analizi	SCS	Snyder	Bölgesel Taşkın Analizi
2	139,1	263,7	225,7	155
5	220,3	382,1	318,8	264
10	285,8	464,2	383,4	351
25	378,2	569,2	466,0	475
50	467,1	664,4	540,8	577
100	561,4	742,7	602,4	688
200	667,6	832,7	673,1	---
500	828,7	965,5	777,5	920
1000	962,0	1059,2	851,2	1022

Yapılan karşılaştırmalar sonucunda SCS boyutsuz birim hidrograf yönteminin Aksu havzasında diğer yöntemlere göre daha büyük debi değerleri verdiği görülmüştür. Noktasal istatistiksel taşkın frekans analizi ise diğer yöntemlere göre daha küçük debi değerleri sağlamaktadır. 500 ve 1000 yıllık debilerde ise en küçük debileri Snyder yönteminin ürettiği görülmektedir. Gerçekleştirilen bütün çalışmaların neticesinde Snyder birim hidrograf yönteminin daha makul olduğu görülmektedir.

3.11. Taşkın Tasarım Debisi Seçimi

Taşkınlar farklı sürelerde meydana gelebilen olaylardır. Bu nedenle taşkın tasarım debisi seçiminde belirli bir sürenin göz önüne alınması gerekmektedir. Taşkın tasarım debisi için süre seçilirken taşkına maruz kalma olasılığı olan yerlerin işlevi, önemi ve konumuna dikkat edilmelidir. Şen (2009) tarafından, şehir içindeki taşkınlarda şehrin

altyapısının durumu da göz önüne alınarak 5 ya da en fazla 25 yıl, tarımsal alanlar için 50 ya da 100 yıl, yol inşaatı için 25 ya da 50 yıl, dolusavak hesaplamalarında 100 ya da 250 yıl fakat aşırı taşkın olması durumunda 500 yıla varan sürelerin düşünülebileceği belirtilmiştir. Sönmez vd. (2012) tarafından, İstanbul'da seçilen 8 adet derenin taşkın debilerinin hesaplanması ve dere ıslahı için Snyder metoduyla elde edilen 100 yıllık debi önerilmiştir.

Seçilen Snyder yöntemine ait 100 yıllık yağışlardan üretilen taşkın bu çalışmada tasarım taşkın debisi olarak tercih edilmiştir. Ayrıca 200 ve 500 yıllık taşkın debileri de hidrolik çalışmada göz önüne alınmıştır. Genel olarak 100 yıllık taşkın yatağında hiçbir bina yapılmaması, 100 ve 200 yıllık taşkın yatağında ise daha az önem taşıyan ve yol, park gibi yapılar yapılması tavsiye edilmektedir.

Çizelge 3. 11. Seçilen tasarım pik debileri (m^3/s)

T (Yıl)	Q (m^3/s)
100	602,4
200	673,1
500 (Snyder)	777,5
500 (Frekans Analizi)	828,7
500 (SCS)	965,5

3.12. Hidrodinamik Modelleme

ArcGIS çeşitli coğrafi verileri görselleştirerek bu bilgilerin analiz edilmesini sağlayan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile entegre bir yazılımdır. HEC-GeoRAS, ArcGIS yazılımı içerisinde bir uzantı olup mekansal verilerin işlenmesi için üretilmiştir (Yang 2004). Bu uzantı ile var olan sayısal arazi modeli üzerinden akarsu yataklarının geometrik verileri çıkarılıp işlenebilmekte, hidrolik bir yazılım olan HEC-RAS' a ait veri tabanı okunabilmekte ayrıca su yüzeyleri ve taşkın haritalaması yapılabilmektedir.

HEC-RAS ise bir boyutlu, sürekli akımlara ait su yüzeylerinin hesaplandığı ve süreksiz akımlara ait modellemelerin yapıldığı, veri saklama ve yönetim kapasitesi olan dünyada yaygın olarak kullanılan hidrolik yazılımdır (USACE 2002; FEMA 2007; Özdemir 2007). ArcGIS' in kullanımı ile birlikte hidrolik modellemelerde verilerin hazırlanması ve modellerin yorumlanması kolaylaşmıştır. Böylece, ArcGIS ve HEC-RAS gibi çeşitli hidrolik yazılımlarla oluşturulan taşkın modellemeleriyle, olası bir taşkın sonucundaki su yüzeylerinin dağılışı alanları, hacmi ve derinlik hesaplamaları yapılabilmektedir.

Bu çalışmada, ArcGIS ve hidrolik yazılımların entegrasyonu ile üretilen taşkın risk haritası Aksu Nehri'nde uygulanmıştır. Hidrolik modellemede kullanılan alan yaklaşık 2 km uzunluğunda, Aksu Nehri havzasında bulunan Aksu, Çaykara ve Küçükköy Mahallelerinin olduğu kısmı kapsamaktadır (Sekil 3.16). Proje alanının

topografik haritası, ArcGIS kullanılarak TIN (Triangular Irregular Network) dosyasına dönüştürülmüştür. HEC-RAS modelinde kullanmak üzere seçilen 56 adet enkesitin topografyası, TIN haritasından HEC-GeoRAS uzantısını kullanılarak elde edilmiştir. Şekil 3.17’de tez çalışma alanının TIN haritası ve seçilen enkesitlerin konumu gösterilmiştir. HEC-RAS modelinde üretilen nehir segmenti ve enkesitler numaralandırılarak Şekil 3.18’de gösterilmiştir. Kesit numaralandırma işlemi nehir segmentinin son noktasından her bir kesit için referans alınıp membaya doğru artırılarak yapılır. Her kesit numarası o kesitin nehir segmentinin son noktasına olan mesafesini gösterir.

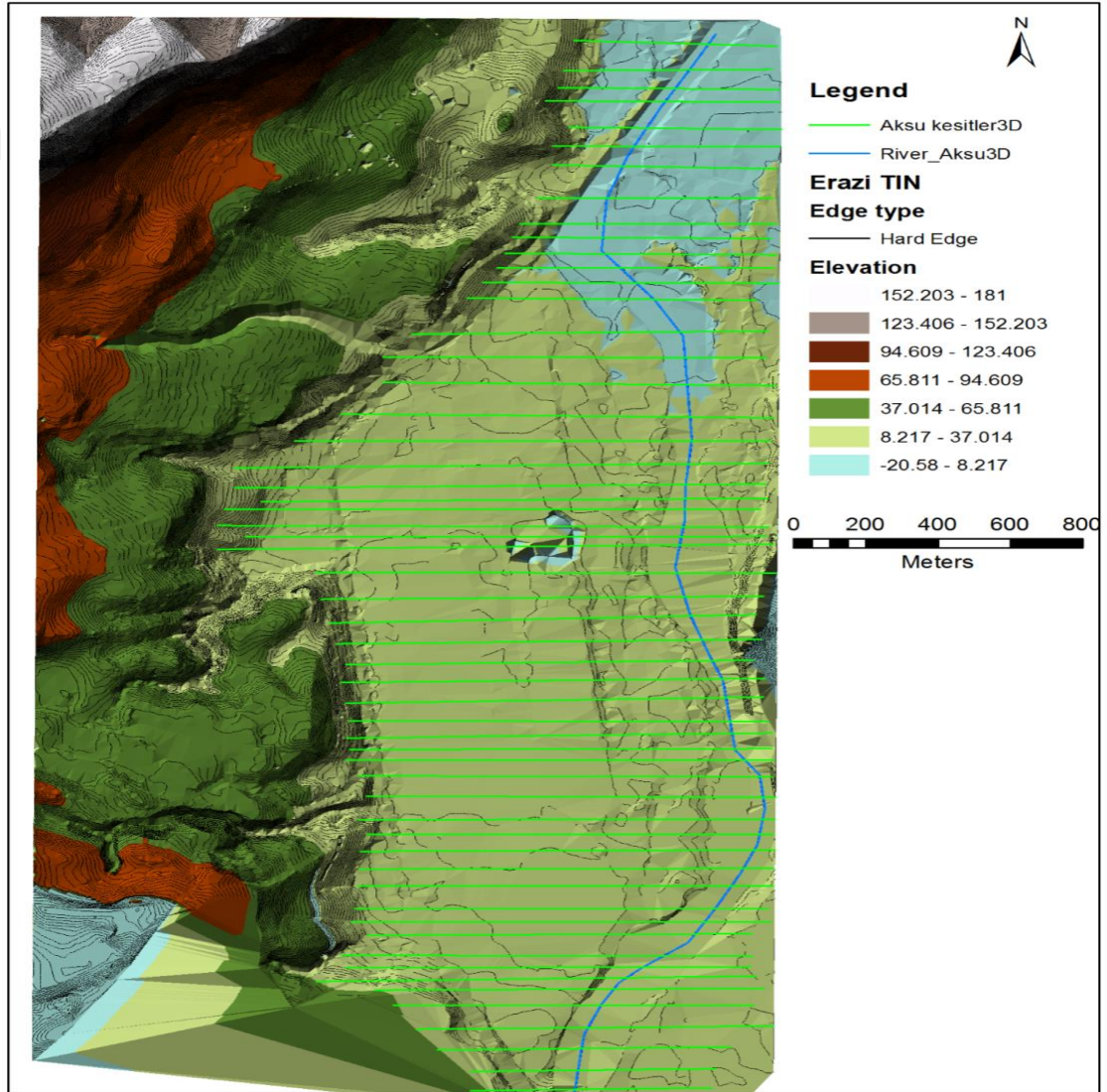


Şekil 3. 16. Hidrolik modelleme alanı

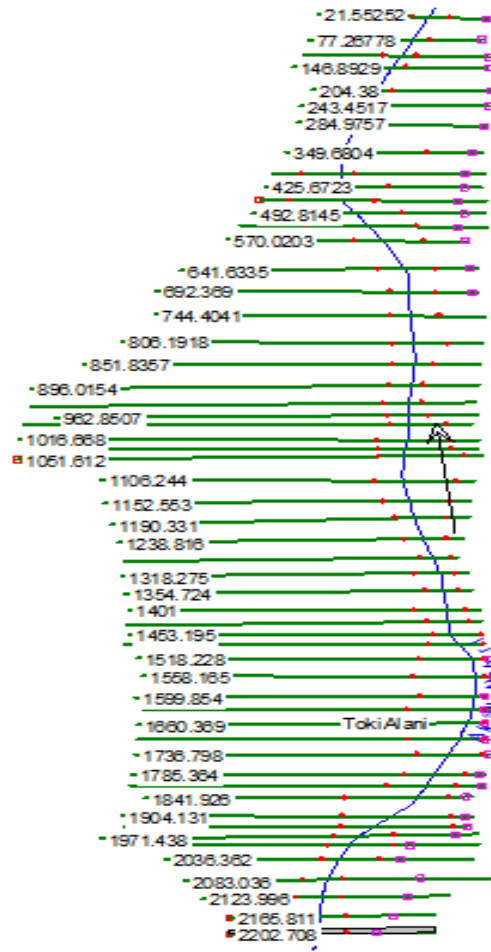
Bu çalışmada Aksu Nehri’nin ilgili segmentinde 100, 200 ve 500 yıllık taşkın tekerrür debilerine göre HEC-RAS kullanılarak taşkın risk haritası oluşturulmuştur. Hidroloji kısmında bahsedildiği gibi 100 ve 200 yıllık taşkın tekerrür debileri için Snyder birim hidrograf yönteminden tahmin edilen değerler kullanılmıştır. Ancak 500 yıllık taşkın tekerrür debisi senaryosunda Snyder birim hidrograf yöntemine ilave olarak Frekans analizi ve SCS birim hidrograf metotlarından tahmin edilen değerler de taşkın risk haritasının üretilmesinde kullanılmıştır. Geometrik verilerin sayısallaştırılmasında ve HEC-RAS modeli oluşturulmasında aşağıda belirtilen kısımlar dikkate alınmıştır:

- Yatak enkesit çizgileri nehir akış yönüne doğru sol kıyıdan sağ kıyıya doğru sayısallaştırılmıştır.
- Enkesit çizgileri nehri ve akış yollarını sadece bir kez kesmiştir ve ardışık iki enkesit çizgileri birbiriyle kesiştirilmemiştir.
- Bu çalışmada Chow’ da (1988) önerilen “Manning n” katsayı değerleri göz önüne alınarak DSİ 22. Bölge Müdürlüğünden de alınan bilgiler ışığında Manning katsayısı(n) 0,04 olarak kabul edilmiştir.
- Nehir içi yapılar olarak Etbaşoğlu Köprüsü ve nehir üzerinde sağ kıyıda bulunan taşkın koruma duvarı modele tanıtılmıştır.
- Nehir yatağı içerisinde yer alan ve suyun akışını engelleyebilecek moloz vb. cisimler mevcuttur. Bunların akıma etkisi çalışmada kabul edilen “Manning n” katsayısı ile göz önüne alınmıştır.

- Aksu Nehri'nin aşağı kesimine ait modelleme yapılması nedeniyle bu alanda yatak eğim değerleri çok düşüktür (0,004-0,005). DSİ tarafından yapılan hidrolik etütler ve bu çalışmada üretilen TIN dosyaları göz önüne alındığında taban eğiminin değerine 0,0045 olarak karar verilmiştir.
- Farklı tekerrür periyotlarına ait taşkın tasarım debilerine göre HEC-RAS modeli zamanla değişmeyen akım kabulüne göre çalıştırılmıştır. Bu kabul yapıldığında söz konusu nehir segmentinde bahsedilen tüm kesitlerde seçilen tasarım debisinin aynı anda ortaya çıkması demektir ki; bu da tasarım için en tehlikeli duruma karşılık geldiği için elde edilecek sonuçlar emniyetli tarafta kalacaktır. Bu durum seçilen nehir segmentinde herhangi bir taşkın öteleme hesabının yapılması ihtiyacını da ortadan kaldırmaktadır.



Şekil 3. 17. Çalışma alanında üretilen TIN haritası ve seçilen enkesitlerin konumları



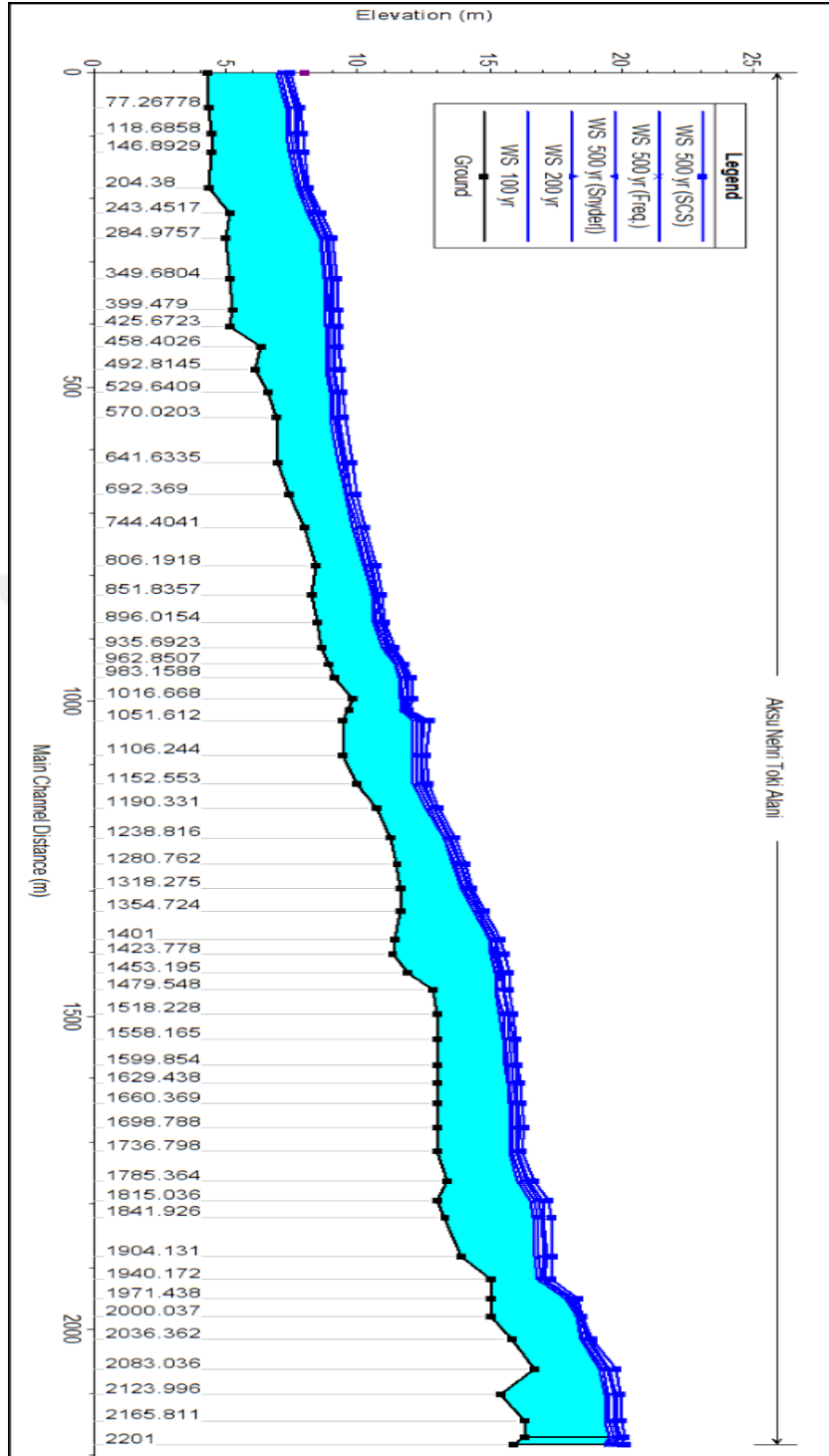
Şekil 3. 18. HEC-RAS modelinde üretilen nehir segmenti boyunca enkesitler

4. BULGULAR

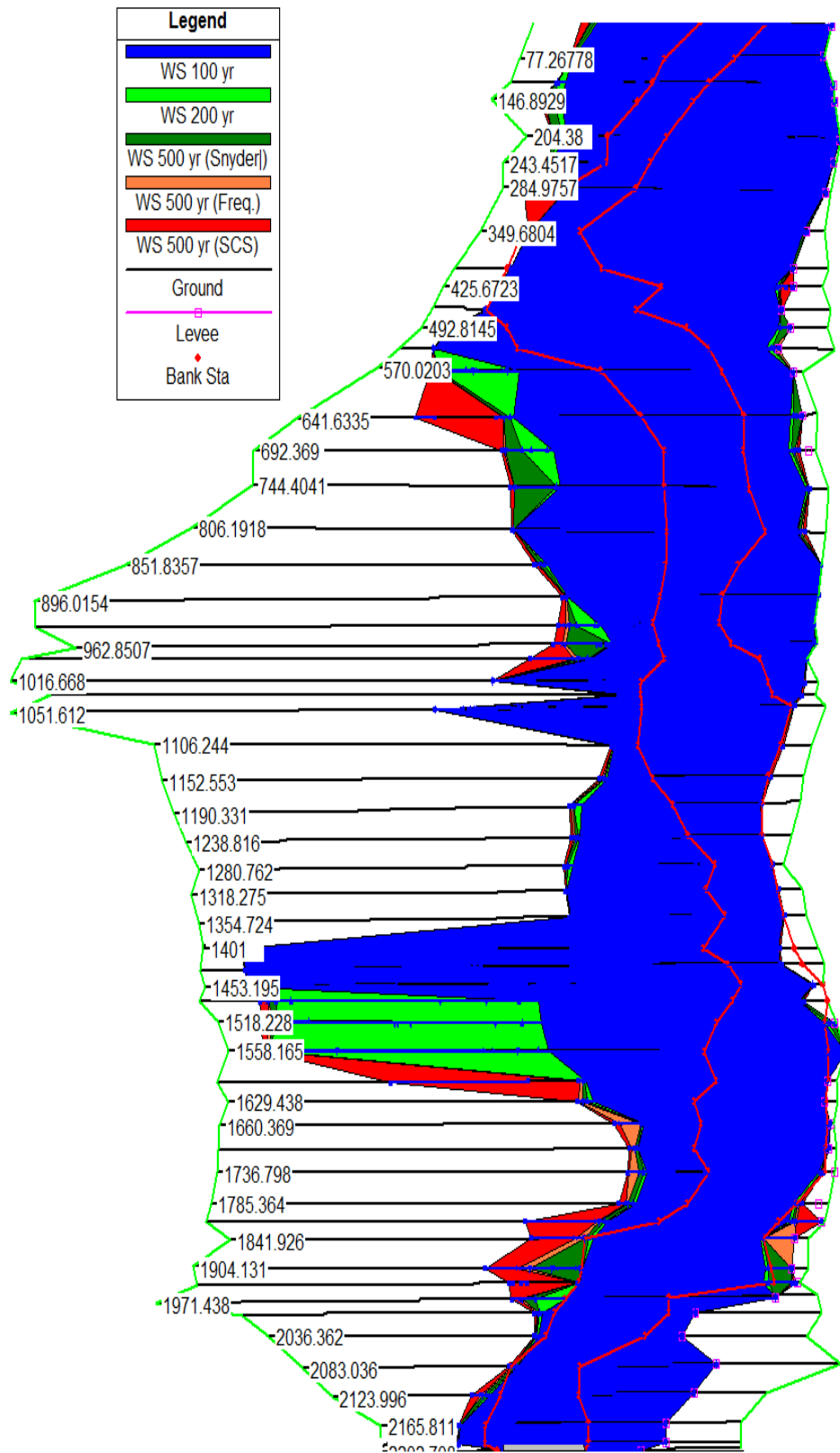
4.1. Hidrolik Modelleme Sonuçları

Çizelge 3.11’de belirtildiği üzere tez çalışma alanı için taşkın modellemeleri 5 farklı senaryoya göre yapılmıştır. Bu senaryolara göre oluşturulan nehir talveg çizgisi ve taşkın su seviyesi boyuna profil görüntüsü Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Çalışma alanının nehir segmentinde oluşacak en düşük su seviyesi talveg kotundan 1,77 m olup en yüksek su seviyesi Q_{500} pik debiye göre 2123 No.lu kesitte Etbaşoğlu köprüsüne yakın bir lokasyonda 4,56 m olarak hesaplanmıştır. Ek-1’de tüm kesitler için farklı pik debilerine göre akım parametreleri detaylı bir şekilde verilmiştir. Şekil 4.2’de Q_{100} , Q_{200} ve Q_{500} taşkın pik debilerine karşılık gelen şematik taşkın haritaları üst üste çakışacak şekilde verilerek birbirlerine göre karşılaştırılmaları amaçlanmıştır. Şekil 4.2’de görüldüğü üzere özellikle 1354 – 1629 No.lu kesitlerin arasında kalan alanın Q_{500} ’de dağ yamacına kadar tamamen, Q_{200} ’de büyük kısmı ve hatta Q_{100} ’da belli bir kısmı taşkın altında kalacaktır. Benzer durum 642 No.lu kesit ile mansaptaki son kesit arasındaki arazi için de geçerlidir. Şekil 4.3’te Q_{100} , Q_{200} ve Q_{500} taşkın pik debilerine karşılık gelen şematik taşkın haritaları ayrı ayrı HEC-RAS Flood Mapper modülü kullanılarak üretilmiştir. Bu modülün sonuçları Şekil 4.2’de gösterilen şematik haritalara göre daha gerçekçi taşkın haritası üretmektedir. Her bir panelde taşkın su baskının tez çalışma alanına yapacağı etkiler net bir şekilde görülmektedir.

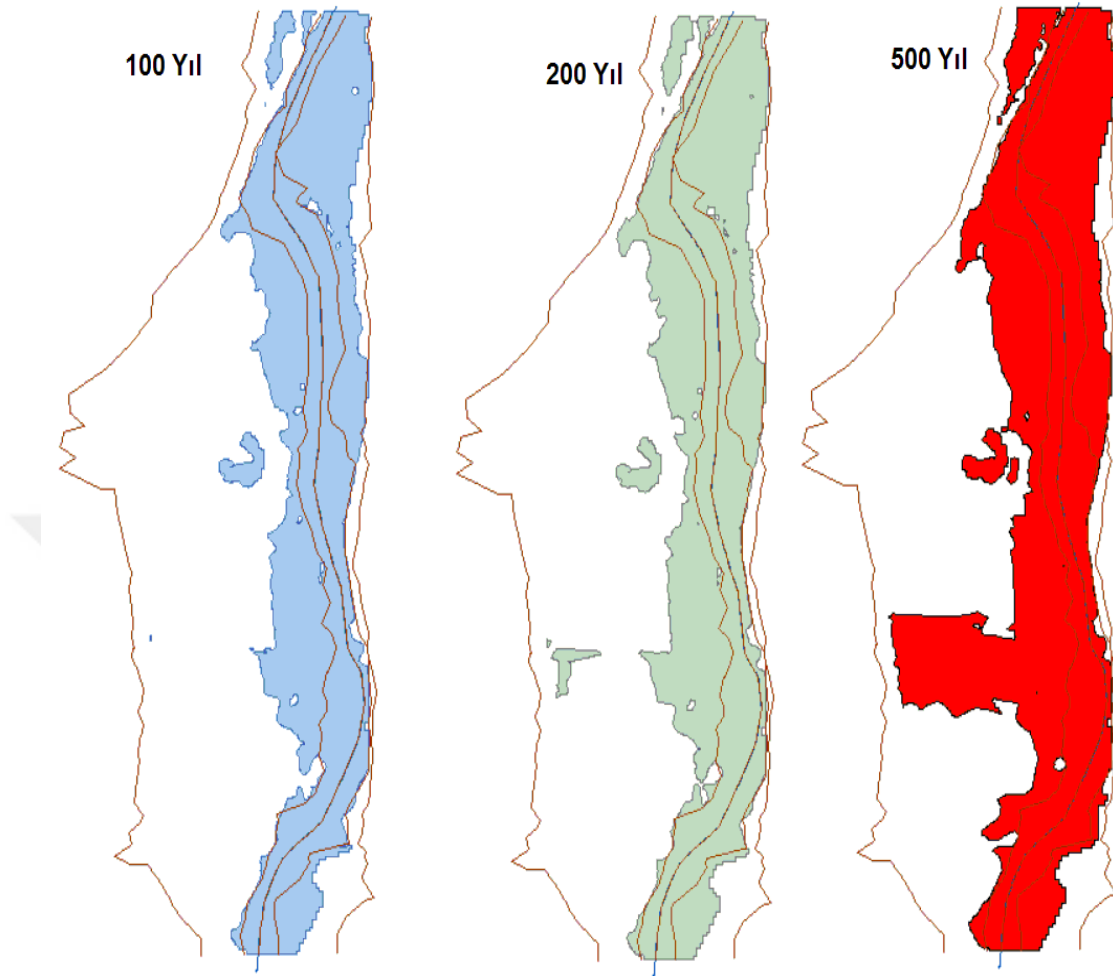
Nehir segmenti boyunca 16 farklı nehir enkesit profilinin detayları Şekil 4.4’te gösterilmiştir. Bu enkesitlere ait akımla ilgili tüm parametreler Ek-1’de gösterilmektedir. Membadan mansap tarafına ilerledikçe akış kesitinin sağ sahilten sol sahile doğru konumladığı yaklaşık olarak söylenebilir. Ayrıca seçilen bu kesitlerin anahtar eğrileri de Şekil 4.5’te gösterilmiştir.



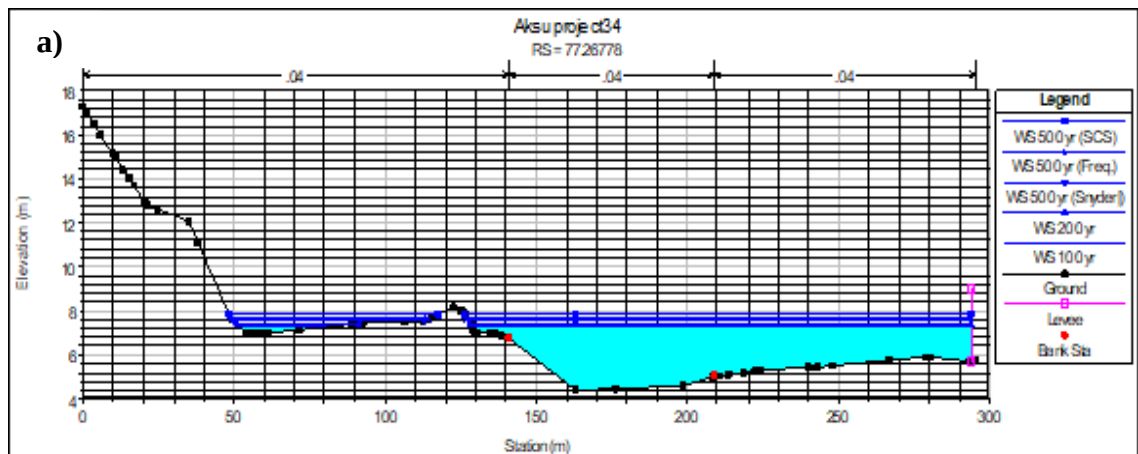
Şekil 4. 1. Su ve seviye profili

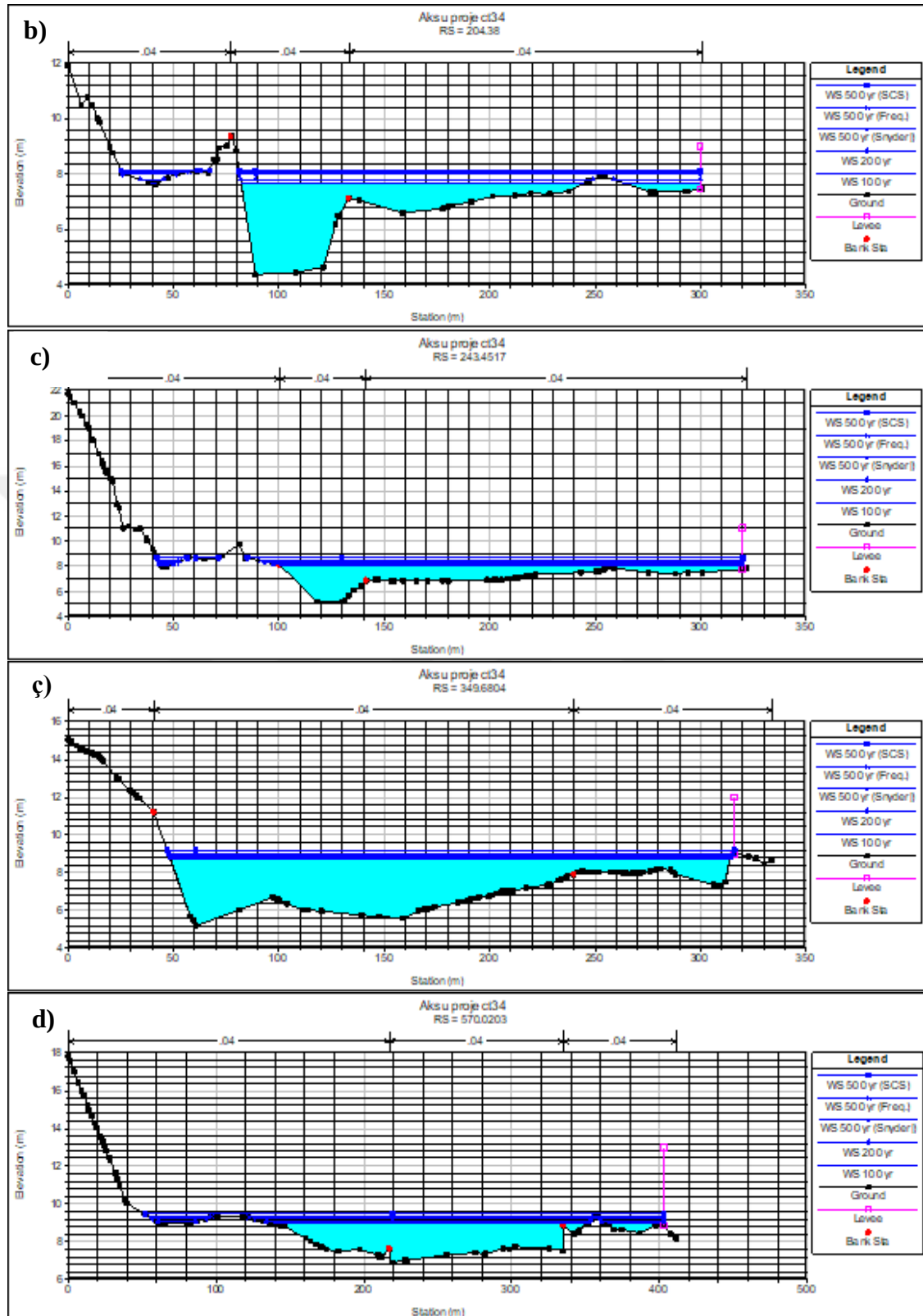


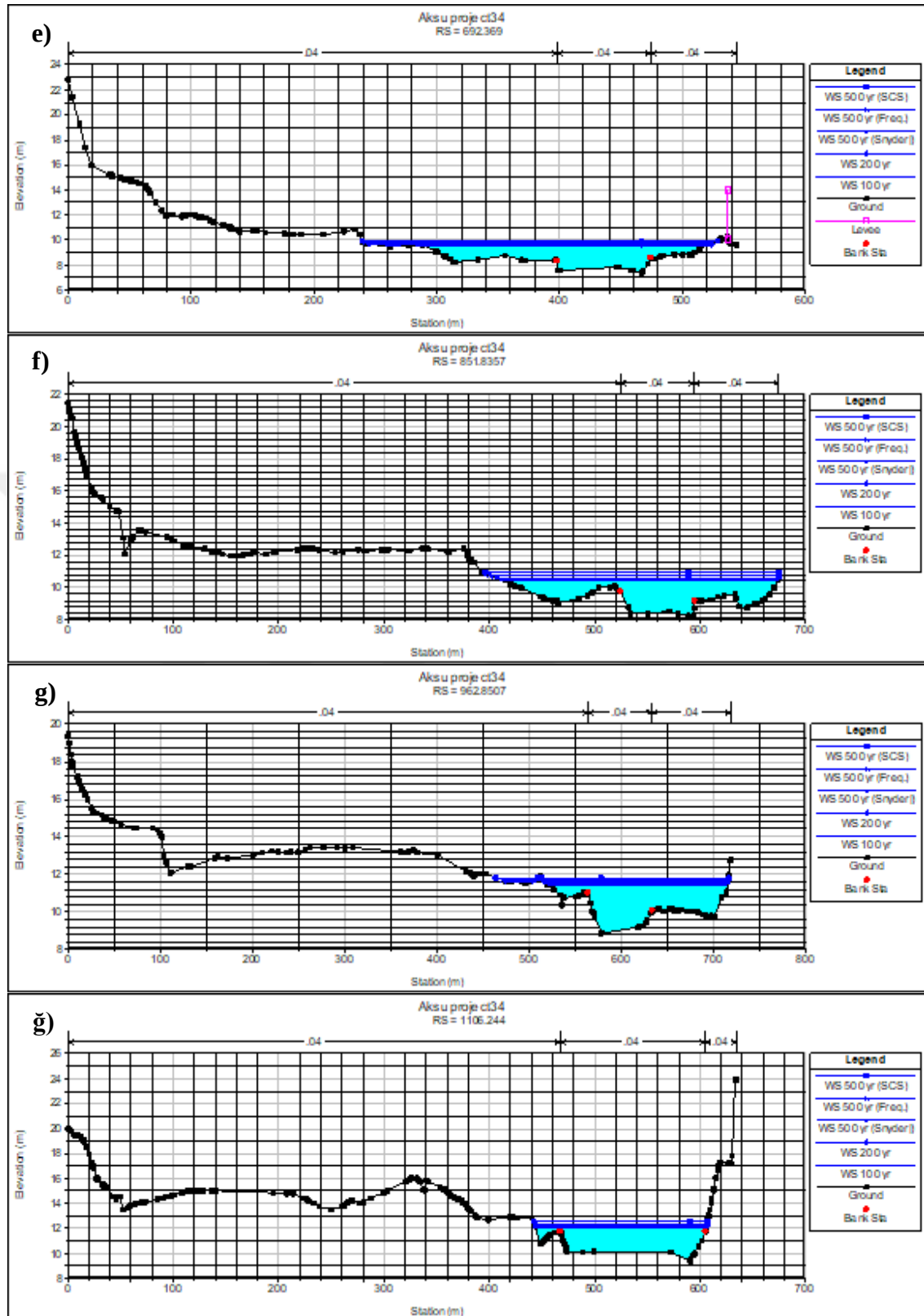
Şekil 4. 2. Farklı senaryolara göre oluşacak taşkın yataklarının durumu

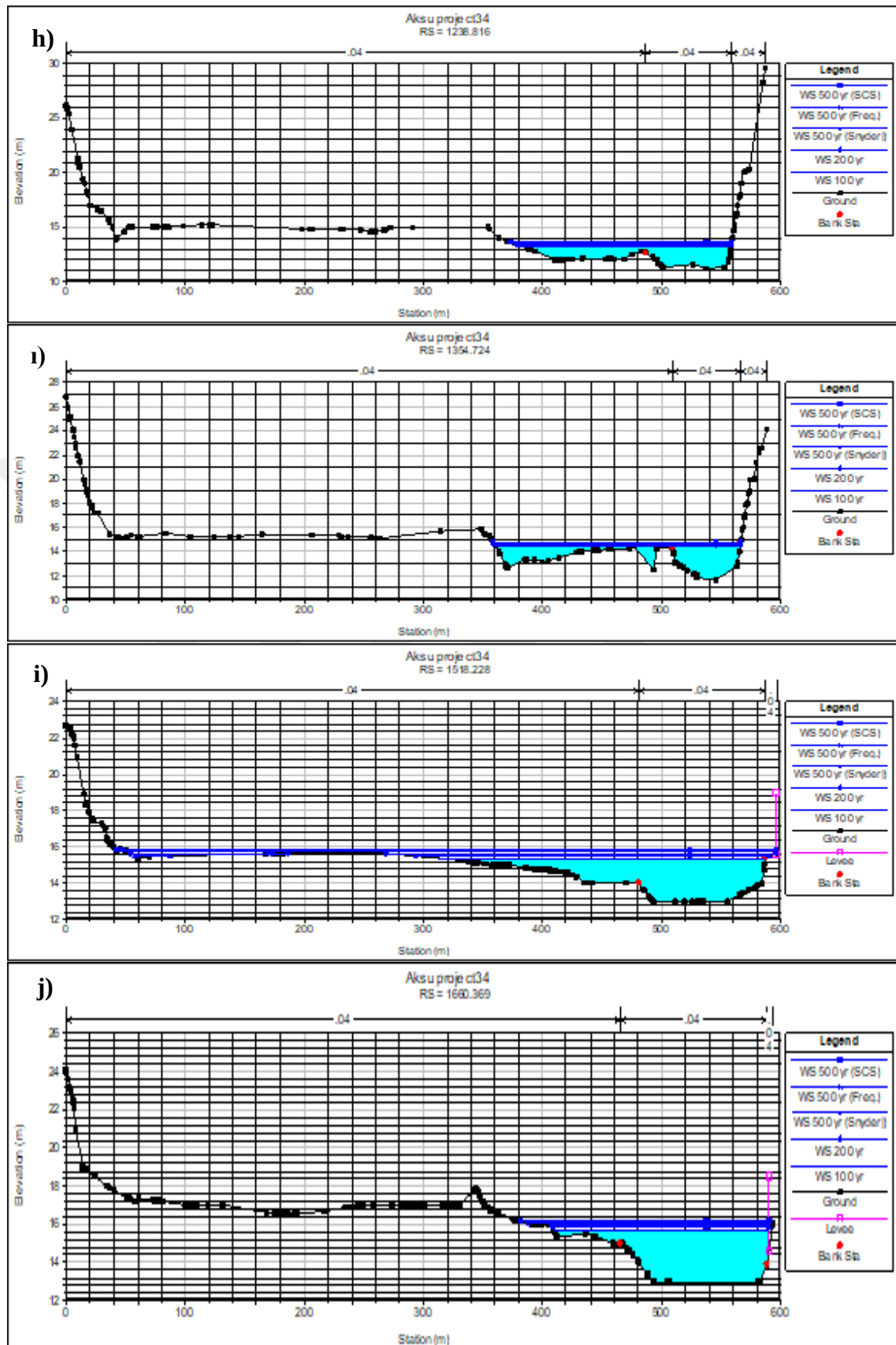


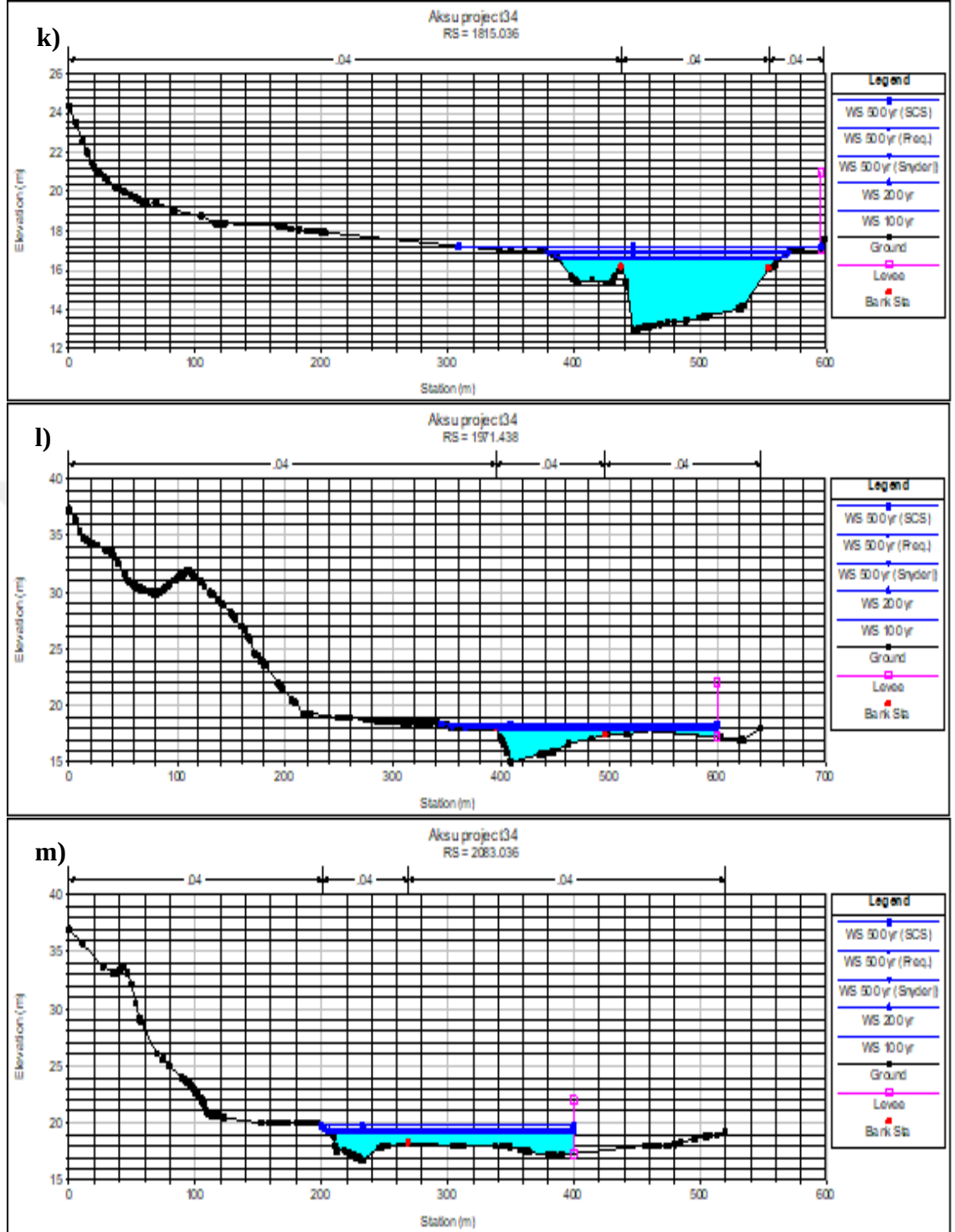
Şekil 4. 3. Farklı senaryolara göre oluşturulmuş taşkın yatakları



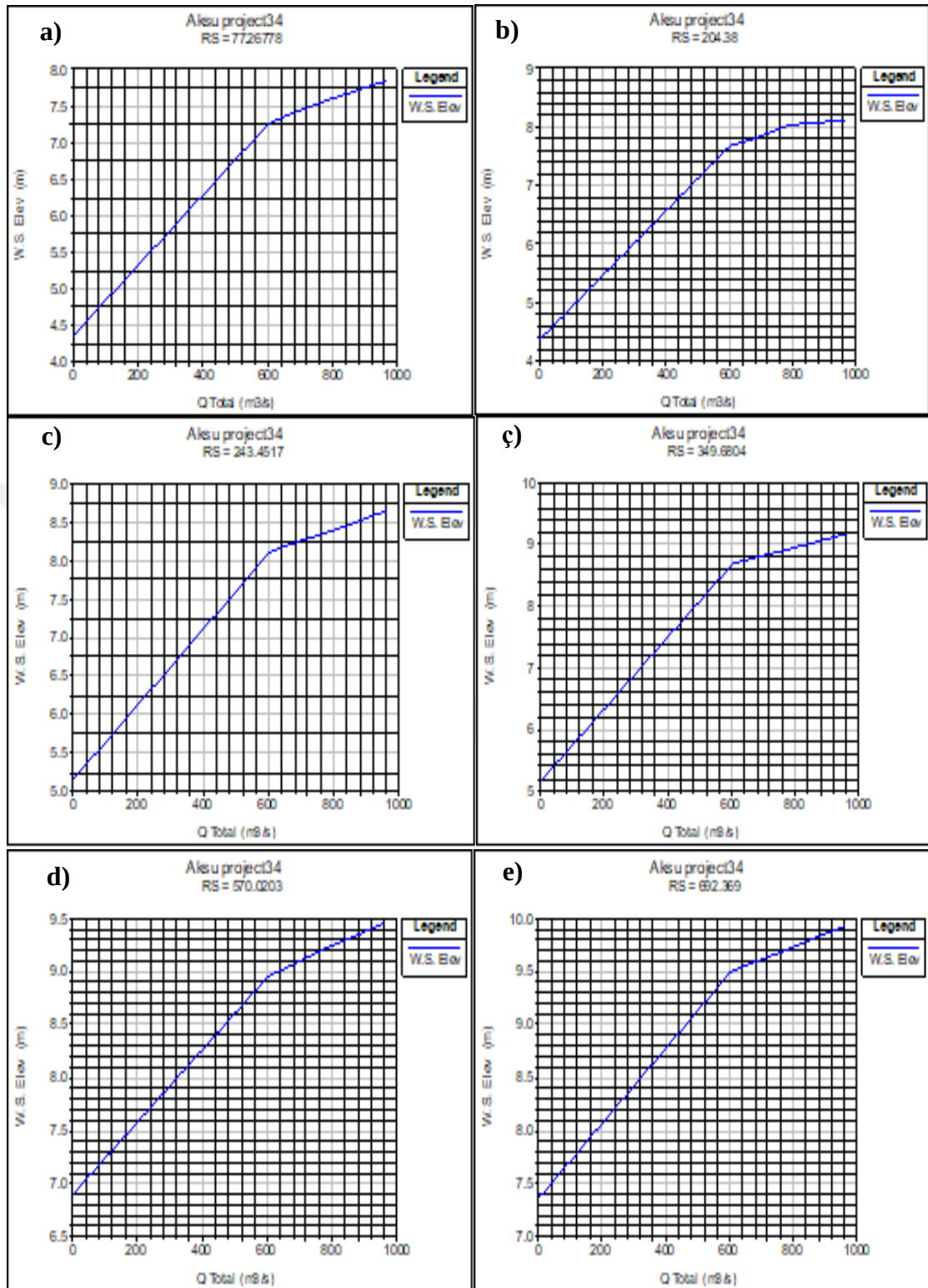


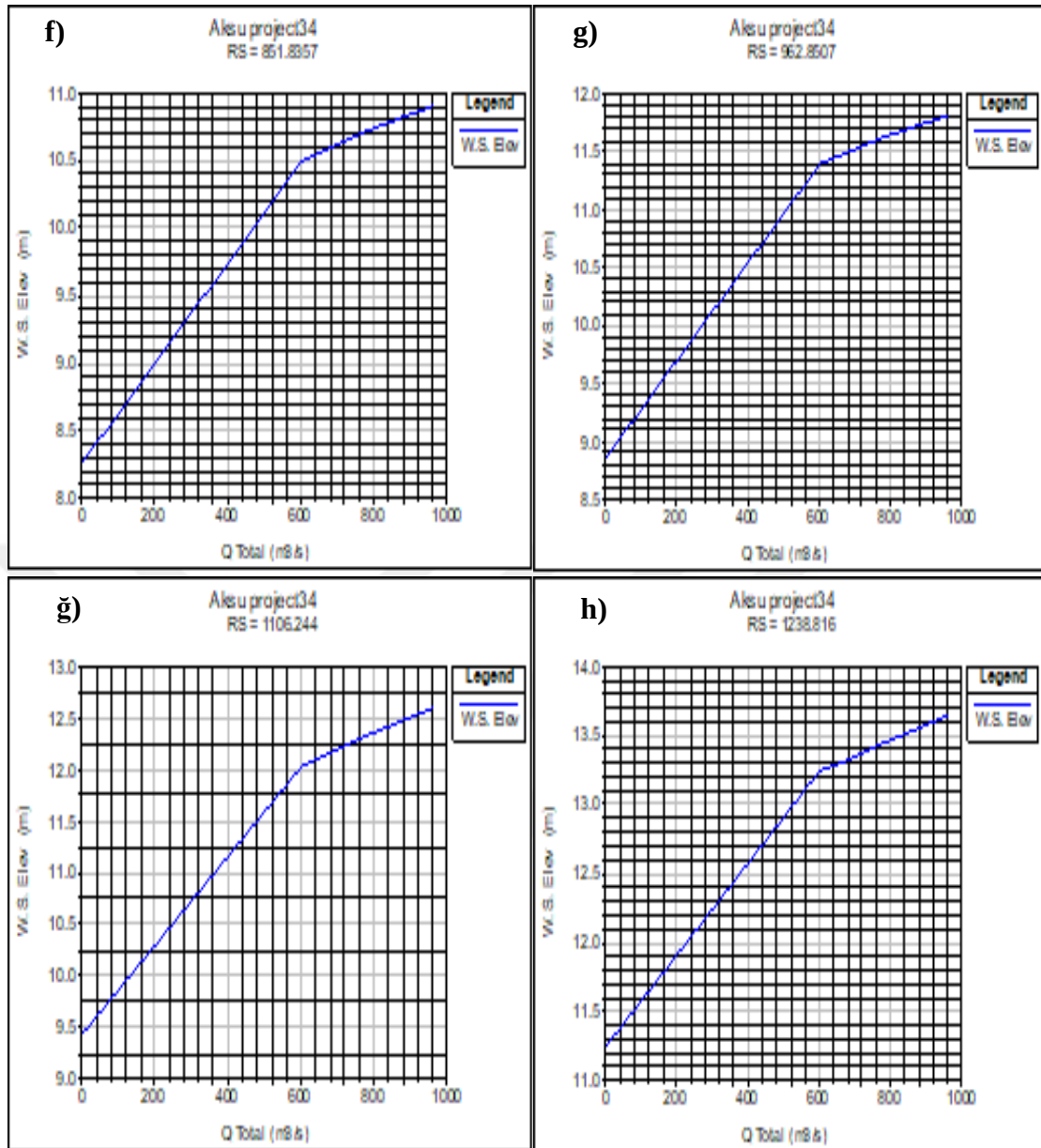


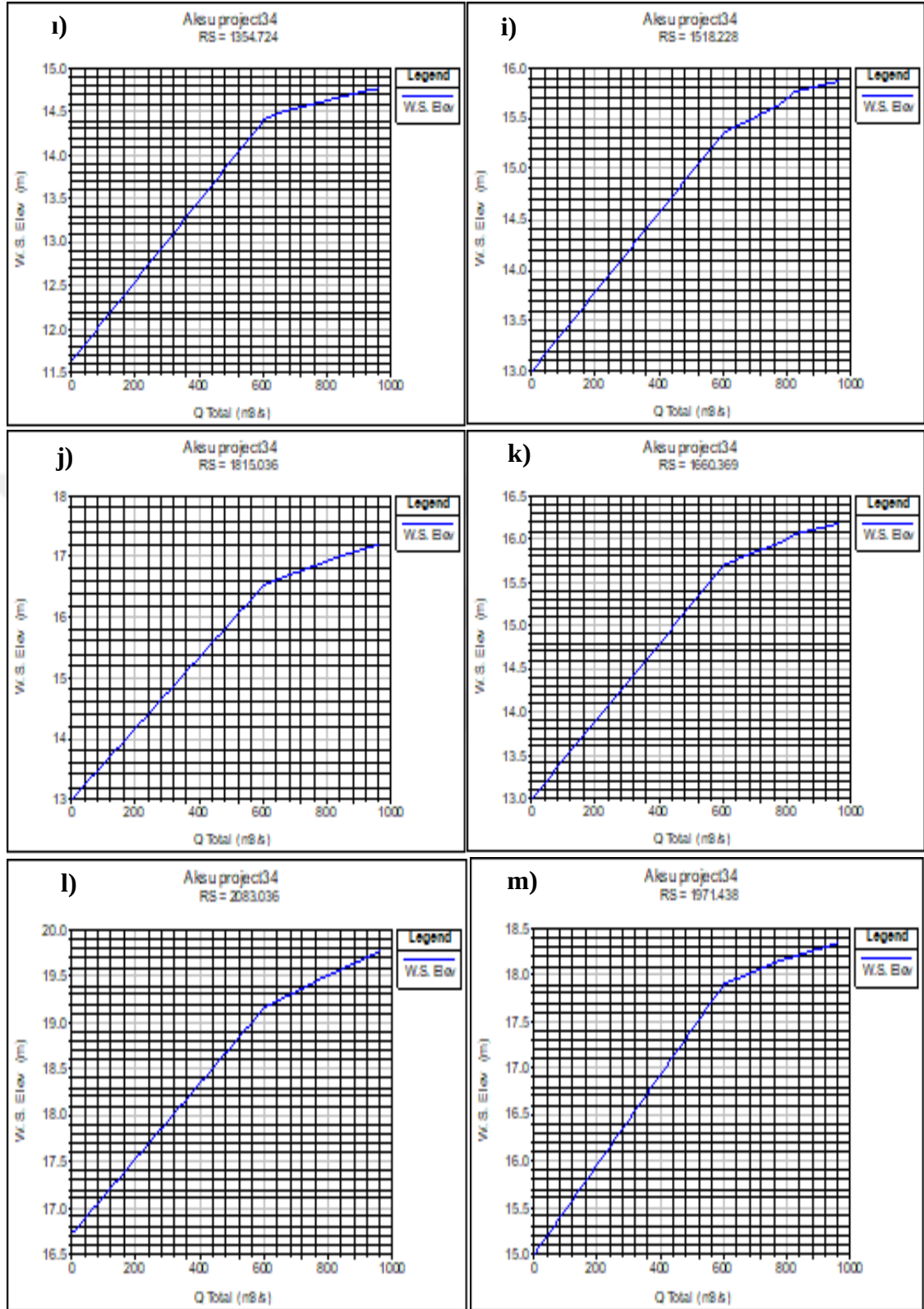




Şekil 4. 4. a); b); c); ç); d); e); f); g); ğ); h); ı); i); j); k); l); m); analiz sonucu farklı enkesitlerde nehir yatağı ve civarında oluşan taşkın seviyeleri







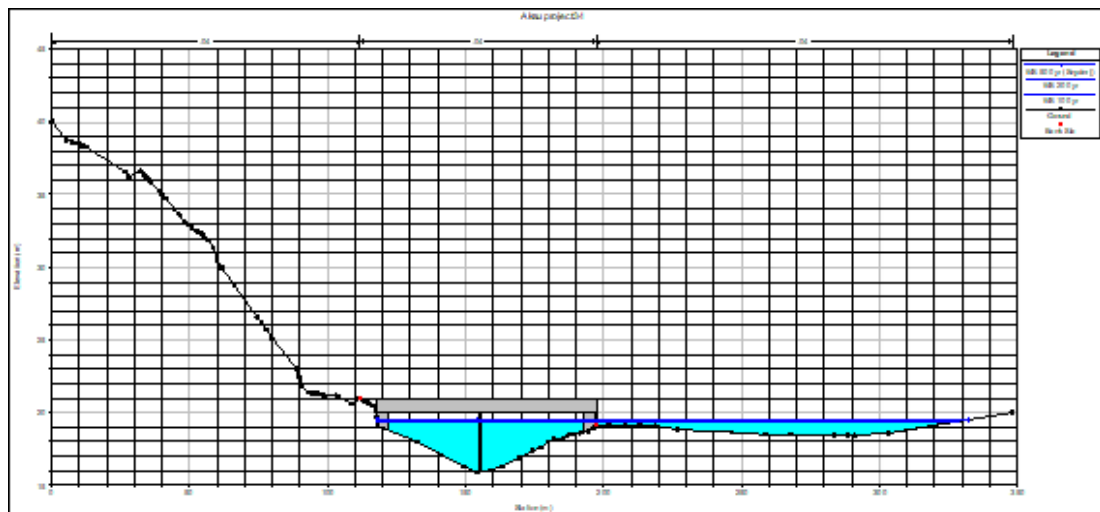
Şekil 4. 5. a); b); c); ç); d); e); f); g); ğ); h); ı); i); j); k); l); m); analiz sonucu farklı enkesitlerde ana nehir yatağı anahtar eğrileri

4.2. Etbaşıoğlu Köprüsünün Taşkın Hali Değerlendirilmesi

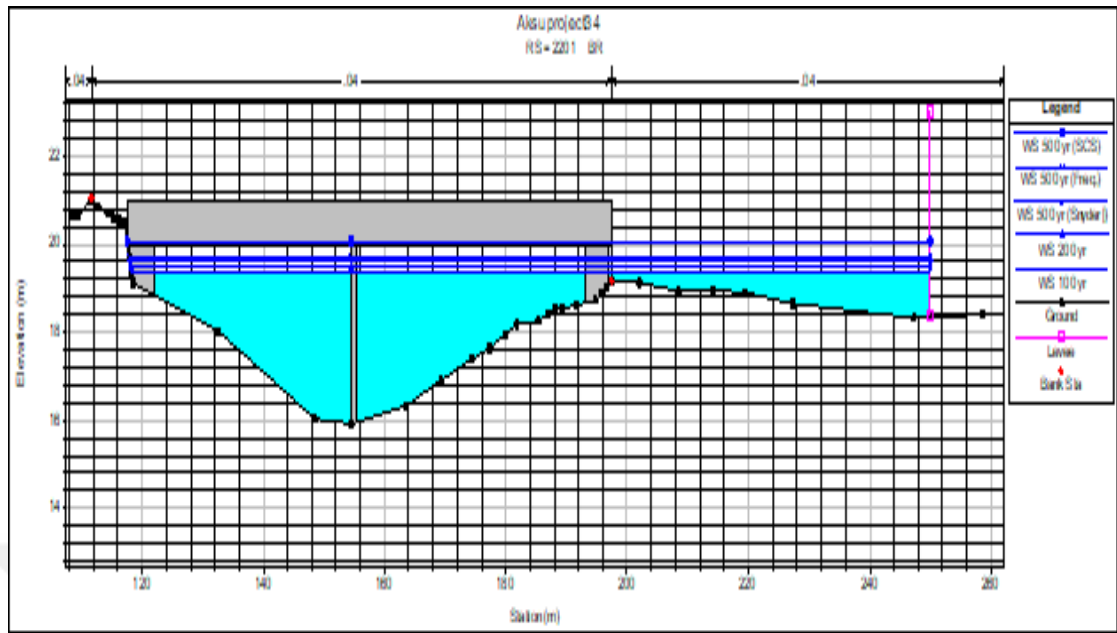
Tez çalışma alanının memba üst kısmında bulunan ve Şekil 4.6’da gösterilen Etbaşıoğlu köprüsü oluşturulan hidrolik modelde farklı taşkın durumlarında iki farklı senaryoya göre incelenmiştir. İlk senaryoda Karayollarının yapmış olduğu taşkın koruma duvarı hidrolik modellemede göz önüne alınmazken ikinci senaryoda ise bu duvar göz önüne alınmıştır. Hidrolik modellemenin sonucunda taşkın koruma duvarının göz önüne alınmadığı ilk senaryoya göre sağ sahilde köprü ayağından dışarıya doğru yaklaşık 150 m boyunca taşkın sularının araziye bastığı saptanmıştır (Şekil 4.7). Taşkın koruma duvarının göz önüne alındığı ikinci senaryoda ise Q_{500} taşkın debisine kadar olan taşkın debilerinin köprüye zarar vermediği saptanmıştır (Şekil 4.8).



Şekil 4. 6. Etbaşıoğlu köprüsü



Şekil 4. 7. Sağ sahilde taşkın sularının araziye basması durumu



Şekil 4. 8. Taşkın koruma duvarı göz önüne alınarak oluşturulan hidrolik modelleme

5. TARTIŞMA

Ülkemizde ve dünyanın farklı yerlerinde birçok akarsuda HEC-RAS ve diğer hidrolik analiz programları kullanılarak farklı taşkın tekerrür debileri için taşkın risk analizi yapılmış ve taşkın yayılma haritalarının oluşturulmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Tez çalışma alanı olan Giresun Aksu havzası hakkında ise havzanın morfometrik analizleri, taşkın duyarlılık analizi ve maksimum akımlarının frekans analizi gibi bazı çalışmalar yapılmıştır. Fakat yerleşim yerlerinin yakınında olan, taşkın riskinin çok yüksek olduğu ve daha önce yaşanan sel ve taşkınlarda ciddi can ve mal kayıplarına neden olan Giresun Aksu havzasının taşkın risk analizinin yapılmasına yönelik bir makale veya tez bulunmamaktadır.

Avcı ve Sunkar (2015) tarafından Giresun'da sel ve taşkın oluşumuna neden olan Aksu Çayı ve Batlama Deresi havzalarının morfometrik özellikleri analiz edilmiş, elde edilen bulgular ve bu akarsuların havzalarındaki iklim özellikleri değerlendirildiğinde taşkın açısından yüksek riskli oldukları belirtilmiştir. Ayrıca, düzensiz yapılaşma ile bitki örtüsünün sel oluşumunda etkili olduğu ve son 20-30 yılda yapılan yeni yerleşimlerin dere yataklarına doğru olması nedeniyle yatakların daraltılması ile taşkın frekansının arttığı tespit edildiği de belirtilmiştir. Tez kapsamında da bölgenin iklimsel, topografik gibi çeşitli özellikleri hakkında bilgiler verilmiş ve bölgede daha önce yaşanan taşkın olayları örnek gösterilerek taşkın riskinin yüksek olduğu belirtilmiştir.

Giresun Aksu Nehri'nin taşkın risk analizi hidrolojik ve hidrolik çalışma kısımları olmak üzere iki ana kısımdan oluşmaktadır. Hidrolojik çalışmaların çıktıları hidrodinamik çalışma modelinde ihtiyaç duyulan girdi verilerini sağlamaktadır. Hidrolojik çalışma kısmında ilk olarak Aksu Nehri ve havzasının topografyası, akarsuya ait alan, yükseklik ve eğim gibi çeşitli karakteristikler DEM verisi kullanılarak belirlenmiştir. Daha sonra SCS, Kirpich ve California yöntemleri kullanılarak konsantrasyon zamanı (T_c) hesaplanmıştır. SCS metodu hesaplaması eğri numarası, akış uzunluğu ve ortalama eğim verilerine dayanmaktadır. Havzanın örtüsü ve bitki durumuna göre eğri numarası (CN) 80 olarak alınmıştır. Aksu Nehri havzası içerisinde 1962 ile 2004 yılları arasında ölçülen maksimum yağış ve anlık maksimum debiler zaman serisi verisi mevcut olduğundan bu istasyonlar ile hidrolojik frekans analizinin yapılmasının mümkün olduğu görülmüş ayrıca veri uzatma işlemlerine ihtiyaç duyulmamıştır. Ancak Dereli istasyonunda hesaplanan taşkın debileri, drenaj oranıyla çarpılarak tez çalışma alanının başlangıç noktası olan Etbaşoğlu köprüsüne kaydırılmıştır.

Taşkın tekerrür debileri; SCS birim hidrograf yöntemi, Snyder birim hidrograf yöntemi ve frekans analizi ile hesaplanmıştır. Anlı (2006) tarafından, Giresun Aksu havzasının maksimum akım frekanslarının modellenmesi için 39 yıl süreli aylık ve yıllık maksimum akım dizileri materyal olarak seçilerek Normal, logaritmik normal, üç parametrelili logaritmik normal, ekstrem değer tip I, gama, Pearson tip III, logaritmik Pearson tip III, Weibull, üç parametrelili Weibull ve logaritmik lojistik dağılımlarını kullanılmış ve bunların uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir. Uygunluk testi sonuçlarına göre Giresun Aksu Havzası muhtemel aylık maksimum akım tahminlerinde, 1., 6., 7. ve 8. aylar için logaritmik Pearson tip III; 3. ve 5. aylar için üç parametrelili logaritmik normal; 4. ve 9. aylar için Pearson tip III; 10. ve 12. aylar için üç parametrelili Weibull ve 2. ve 11. aylar için de logaritmik lojistik dağılımlarının kullanılabileceği görüşüne varıldığı ve yıllık maksimum dizilerde ise üç parametrelili

Weibull dağılımının uygun dağılım olarak belirlendiği belirtilmiştir. Bu çalışmada da benzer olarak taşkın frekans analizi için literatürde en çok kullanılan olasılık dağılımları olan Lognormal (Log-N), 3 Parametrelili LN (3P-LN), Genel Ekstrem Değer (GED), Gumbel ve log-Pearson tip 3 (LP-3) kullanılmıştır. Pratikte taşkın frekans analizi (TFA) için Amerika’da LP-3 dağılımı standart dağılım olarak kullanılmaktadır [Interagency Advisory Committee on Water Data, 1982]. Türkiye’de de genellikle bu olasılık dağılımının kullanılması nedeni ile bu çalışmada taşkın frekans analizi için LP-3 dağılımı en uygun dağılım olarak belirlemiştir. Dereli gözlem akım istasyonunda frekans analizi yardımı ile hesaplanan taşkın debileri, tez çalışma alanına yağış alanlar oranı ile taşınmıştır. Giresun gözlem yağış istasyonu ve tez çalışma alanı arasında yaklaşık 3 km’lik küçük bir mesafe olması nedeni ile gözlem istasyonundaki yağışları tez çalışma alanını temsil eden yağışlar varsayarak emniyetli tarafta kalınmıştır. Ancak Aksu Havzası 917 km² alana sahip oldukça büyük bir havza olduğu için bu yağış tüm havza için üniform olarak kabul edilmemiş olup havzanın iç bölgelerinde daha düşük yağışlar tespit edildiğinden Giresun gözlem yağış istasyonunda hesaplanan LP-3 dağılımının sonuçlarına göre belirlenen yağış miktarının %80’i Aksu Havzasında üniform yağış olarak alınmıştır.

SCS birim hidrograf yöntemi, Snyder birim hidrograf yöntemi ve frekans analizi ile hesaplanan taşkın tekerrür debileri karşılaştırıldığında; Aksu Nehri havzasında, SCS boyutsuz birim hidrograf yönteminin diğer yöntemlere göre daha büyük debi değerleri verdiği, taşkın frekans analizinin ise diğer yöntemlere göre daha küçük debi değerleri verdiği görülmüştür. 500 ve 1000 yıllık debilerde ise en küçük değerleri Snyder yönteminin ürettiği görülmüştür. Gerçekleştirilen tüm çalışmaların neticesinde Snyder birim hidrograf yönteminin daha makul olduğuna karar verilmiştir. Sonuç olarak 100 ve 200 yıllık taşkın tekerrür debileri için Snyder birim hidrograf yönteminden elde edilen değerler kullanılırken 500 yıllık taşkın tekerrür debisi için Snyder birim hidrograf yöntemine ilave olarak Frekans analizi ve SCS birim hidrograf metotlarından elde edilen değerler de taşkın risk haritasının üretilmesinde kullanılmıştır.

Taşkın risk analizi yapılırken mevcut taşkın koruma yapılarının performanslarının farklı taşkın tekerrür debilerine göre kontrol edilmesi büyük önem arz etmektedir. Buna göre gerekli görülmesi halinde mevcut taşkın koruma yapılarının güncellenmesi ya da yenilerinin yapılması önerilebilir. Abdessamed ve Aderrazzak (2019) tarafından, Cezayir’de tamamen kentleşmiş alanlardan geçen, daha önce çok sayıda taşkın olayının gerçekleştiği ve büyük can ve mal kayıplarına neden olan Ain Sefra havzasının taşkın risk haritası 10, 100 ve 1000 yıllık taşkın tekerrür debileri senaryolarına göre HEC-RAS ve HEC-HMS programları kullanılarak oluşturulmuş ve mevcut taşkın koruma yapılarının performansları incelenmiştir. Çalışma sonucunda mevcut istinat duvarlarının taşkın bölgesi alanını azalttığını, dolayısıyla çalışma alanında taşkın zararlarının belirgin bir biçimde azaldığını ancak tüm bunların farklı taşkın tekerrür debileri için hala yetersiz olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada tez çalışma alanının memba üst kısmında bulunan ve Şekil 4.6’da gösterilen Etbaşoğlu köprüsü oluşturulan hidrolik modelde farklı taşkın durumlarında iki farklı senaryoya göre incelenmiştir. Mevcut taşkın koruma duvarının göz önüne alınmadığı birinci senaryoya göre sağ sahilde köprü ayağından dışarıya doğru yaklaşık 150 m boyunca taşkın sularının araziye bastığı saptanırken, taşkın koruma duvarının göz önüne alındığı ikinci senaryoda ise Q500 taşkın debisine kadar olan taşkın debilerinin köprüye zarar vermediği belirlenmiştir. Böylece farklı taşkın tekerrür

debilerine göre Etřbařođlu kşprşsşnşn durumu ve mevcut taşkın koruma duvarının performansı incelenmiştir.



6. SONUÇLAR

Giresun İli sınırları içerisinde yer alan; 917 km² alana ve 75 km uzunluğa sahip Aksu Nehri, yerleşim yerlerinin yakınında ve taşkın riskinin oldukça yüksek olması gibi nedenlerle önemli bir yere sahiptir. Giresun Aksu Nehri'nde çeşitli yıllarda meydana gelen taşkınlar sonucunda yerleşim yerleri risk altına girmiş, ciddi can ve mal kayıpları meydana gelmiştir. Bölgenin iklim koşulları ve jeomorfolojik özelliklerinin yanı sıra bölgede sel ve taşkın riski dikkate alınmadan yapılan kentleşme taşkın riskini ve taşkın kaynaklı zararların büyüklüğünü artırmaktadır. Tez kapsamında; Giresun Aksu Nehri havzasında bulunan, Etbaşıoğlu köprüsünün de içerisinde yer aldığı Aksu, Çaykara ve Küçükköy Mahallelerinde HEC-RAS kullanılarak 100, 200 ve 500 yıllık taşkın tekerrür debilerine göre taşkın risk analizi yapılmıştır.

Taşkın frekans analizi için literatürde en çok kullanılan olasılık dağılımları olan Lognormal (Log-N), 3 Parametrelili LN (3P-LN), Genel Ekstrem Değer (GED), Gumbel ve log-Pearson tip 3 (LP-3) kullanılmış olup frekans analizi için en uygun olasılık dağılımının LP-3 olduğu belirlenmiştir.

SCS birim hidrograf yöntemi, Snyder birim hidrograf yöntemi ve frekans analizi ile hesaplanan taşkın tekerrür debileri karşılaştırıldığında; Aksu Nehri havzasında, SCS boyutsuz birim hidrograf yönteminin diğer yöntemlere göre daha büyük debi değerleri verdiği, taşkın frekans analizinin ise diğer yöntemlere göre daha küçük debi değerleri verdiği görülmüştür. 500 ve 1000 yıllık debilerde ise en küçük değerleri Snyder yönteminin ürettiği görülmüştür. Sonuç olarak 100 ve 200 yıllık taşkın tekerrür debileri için Snyder birim hidrograf yönteminden elde edilen değerler kullanılırken 500 yıllık taşkın tekerrür debisi için Snyder birim hidrograf yöntemine ilave olarak Frekans analizi ve SCS birim hidrograf metotlarından elde edilen değerler de taşkın risk haritasının üretilmesinde kullanılmıştır.

Hidrolik modelleme sonucunda tez çalışma alanının nehir segmentinde oluşacak en düşük su seviyesi talveg kotundan 1,77 m olup en yüksek su seviyesi Q500'e göre 2123 No.lu kesitte Etbaşıoğlu köprüsüne yakın bir lokasyonda 4,56 m olarak hesaplanmıştır. Ek-1'de tüm kesitler için farklı pik debilerine göre akım parametreleri detaylı bir şekilde sunulmuştur. Ayrıca Şekil 4.2'de görüldüğü üzere özellikle 1354 – 1629 No.lu kesitlerin arasında kalan alanın Q500 'de dağ yamacına kadar tamamen, Q200 'de büyük kısmının ve hatta Q100'de belli bir kısmının taşkın altında kalacağı belirlenmiştir. 642 No.lu kesit ile mansaptaki son kesit arasındaki arazi için de benzer bir durum geçerlidir.

Tez çalışma alanının memba üst kısmında bulunan Etbaşıoğlu köprüsü oluşturulan hidrolik modelde farklı taşkın durumlarında iki farklı senaryoya göre incelenmiştir. Mevcut taşkın koruma duvarının göz önüne alınmadığı birinci senaryoya göre sağ sahilde köprü ayağından dışarıya doğru yaklaşık 150 m boyunca taşkın sularının araziye bastığı saptanırken, taşkın koruma duvarının göz önüne alındığı ikinci senaryoda ise Q₅₀₀ taşkın debisine kadar olan taşkın debilerinin köprüye zarar vermediği belirlenmiştir.

Tüm bu bilgilerin ışığında, tez çalışma alanına ait olan nehir segmenti boyunca detaylı bir dere ıslahı projesi yapılabilir. Nehir yatağına taşkınların getirdiği katı maddelerin temizlemesi yatak kapasitesinin artırılması açısından büyük önem arz etmektedir. Bölgede olası bir taşkın oluşturabileceği zararları azaltmak için erken uyarı sistemleri kurulabilir, taşkın sigortalaması yapılabilir ve halk taşkın konusunda bilgilendirilebilir. Ayrıca bölge yerleşim planlaması da göz önüne alınarak gerekli görülmesi durumunda yeni taşkın koruma yapıları inşa edilebilir.



7. KAYNAKLAR

- Abdessamed, D., Abderrazak, B. 2019. Coupling HEC-RAS and HEC-HMS in rainfall–runoff modeling and evaluating floodplain inundation maps in arid environments: case study of Ain Sefra city, Ksour Mountain. *SW of Algeria. Environ Earth Sci* 78, 586
- Agiralioglu, N., Eris, E. 2009. Effect of Coastline Configuration on Precipitation Distribution in Coastal Zones. *Hydrological Processes*, 23 (25): 3610-3618.
- Anlı, A. S. 2006. Giresun Aksu Havzası Maksimum Akımlarının Frekans Analizi. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 19(1), 99-106.
- Avcı, V., & Sunkar, M. 2015. Giresun’da Sel ve Taşkın Oluşumuna Neden Olan Aksu Çayı ve Batlama Deresi Havzalarının Morfometrik Analizleri. *Coğrafya Dergisi* (30), 91-119.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., Mays, L.R. 1988 Applied Hydrology, McGraw-Hill Inc., Newyork
- CRED, (2022). 2021 Disasters in numbers. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). Retrieved from https://cred.be/sites/default/files/2021_EMDAT_report.pdf.
- Dingman S. L. 2002. Physical Hydrology, Second Edition. Prentice Hall.
- Efe, H., Önen, F. 2015. Batman Çayı’nın taşkın analizinin HEC-RAS programıyla yapılması. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 83–92.
- El Adlouni S, T. B. M. J. Ouard. 2010. Frequency Analysis of Extreme Rainfall Events. *Rainfall, State of the Science Geophysical Monograph Series* 191. 171-188.
- FEMA 2007. Guidance for Validating Flood Hazard Data: Flood Map Modernization, issued April 9, 2007, Washington, D.C.,15 pp.
- Giresun-Merkez 2013. AKSU VADİSİ TAŞKIN KORUMA, REHABİLİTASYON VE ÇEVRE DÜZENLEMESİ PLANLAMA VE PROJE YAPIM İŞİ, Orman ve Su İşleri Bakanlığı. DSİ Genel Müdürlüğü 22. Bölge Müdürlüğü Giresun
- Gumbel, E.J. 1958 Statistics of Extremes, Columbia University Press, New York.
- Hashemyan F., Khaleghi MR., Kamyar M., 2015. Combination of HEC-HMS and HEC-RAS models in GIS in order to simulate flood (case study: Khoshke Rudan river in Fars province, Iran). *Res J Recent Sc*, 4(8):122-127
- HEC 2010 Hydrologic Engineering Center HEC-GeoRAS User’s Manual, Davis, California.
- HEC 2010 Hydrologic Engineering Center HEC-RAS River Analysis System User’s Manual, Davis, California.

- Interagency Advisory Committee on Water Data 1982. Guidelines for determining flood flow frequency: Bulletin 17B of the Hydrology Subcommittee, U.S. Geological Survey, Office of Water Data Coordination, Reston, VA, 183 p.
- Kömüşcü, A. U., Aksoy, M., Çelik, S., Ciba, Ö. F., Uğurlu A, Turgu E, Ünal E. 2021. 22 Ağustos 2020 Tarihinde Giresun ve İlçelerinde Meydana Gelen Şiddetli Yağış ve Sel Olayının Meteorolojik ve Hidrometeorolojik Analizi. *Su Kaynakları*, 6(1), 1-14.
- Köroğlu, B., & Akıncı, H. 2023. Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi ile Giresun İli Dereli İlçesinin Taşkın Duyarlılık Analizi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 1(2), 62-81.
- Methods, H., Dyhouse, G., Hatchett, J., ve Benn, J. 2003. Floodplain Modeling Using HEC-RAS, *Heasted Methods*, Inc. 37 Brookside Rd. USA.
- Natural Environment Research Council 1975. Flood studies report, vol. 1, London.
- Özdemir H. 2007. Taşkınların haritalanmasında HEC-GeoRAS ve HEC-RAS'ın kullanımı: Harvan Çayı örneği (*Balıkesir*) *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi* 30 Ekim –02 Kasım, KTÜ, Trabzon
- Pilgrim, D. H. 1998. Australian Rainfall and Runoff: A Guide to Flood Estimation, Volumes I and II, Institution of Engineers Australia, Canberra.
- Sönmez O., Öztürk M., Doğan E. 2012. İstanbul derelerinin taşkın debilerinin tahmini. *SAÜ. Fen Bilimleri Dergisi*, 16. Cilt, 2. Sayı, s. 130-135.
- Şen, Z. 2009 İklim Değişikliği içerikli Taşkın Afet ve Modern Hesaplama Yöntemleri. *Su Vakfı Yayınları*, 252 sayfa.
- Taş, E., İçağa, Y. & Zorluer, İ. 2016. Taşkın Yayılım Haritalarının Oluşturulması ve Taşkın Zarar Analizi: Akarçay Afyon Alt Havzası Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16 (3, 711-721).
- USACE (US Army Corps Engineers) 1993. Engineering and Desing Hidrologic Frequency Analysis, Department of Army, EM-1110-2-1415, USA
- USACE (US Army Corps Engineers) 2002. HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, Davis, USA. Reston, VA, 183 p.
- Wilks, D. S. 1993. Comparison of three-parameter probability distributions for representing annual extreme and partial durationprecipitation series, *Water Resour. Res.*, 29(10), 3543– 549.
- Yang, J. 2004. Applying HEC-RAS and GIS techniques in river floodplain delineation. M.Sc. thesis, Department of Civil Engineering, University of Ottawa, Ottawa, Ont.

- Yüksek, Ö., Babacan, H. T., & Yüksek, O. 2022. Doğu Karadeniz Havzası'nda Taşkın Sebepleri, Zararları ve Taşkın Yönetimi Çalışmaları. *Türk Hidrolik Dergisi*, 6(2), 36-46.
- Yüksel, Ö., Kankal, M., Önsoy, H., ve Filiz, M. H. 2008. Doğu Karadeniz Havzası Taşkınları Üzerine Bir Değerlendirme, 5. Dünya Su Forumu Türkiye Bölgesel Hazırlık Toplantıları, Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı Bildiriler Kitabı, Sayfa: 17-28, 7-8 Ağustos 2008, Trabzon.



8. EKLER

EK-1. Tüm enkesitler için farklı pik debilerine göre akım parametreleri

Kesit No	Profil	Debi	Yatak Yüksekliği	Su Seviyesi	Su Yüksekliği	Hız	Islak Alan	Üst Genişlik	Su Seviye Koordinatı Sol	Su seviye Koordinatı Sağ
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m ²)	(m)	(m)	(m)
2202,708	100 yr	602	15,9	19,63	3,73	3,05	218,81	132,08	117,92	250
2202,708	200 yr	673	15,9	19,76	3,86	3,16	235,96	132,21	117,79	250
2202,708	500 yr (Snyder)	777	15,9	19,92	4,02	3,33	257,42	132,37	117,63	250
2202,708	500 yr (Freq.)	825	15,9	20	4,1	3,4	267,89	132,45	117,55	250
2202,708	500 yr (SCS)	965	15,9	20,18	4,28	3,64	291,43	132,66	117,34	250
2165,811	100 yr	602	16,31	19,41	3,1	2,41	278,38	199,84	75,16	275
2165,811	200 yr	673	16,31	19,54	3,23	2,46	303,81	200,18	74,82	275
2165,811	500 yr (Snyder)	777	16,31	19,71	3,4	2,54	339,33	200,67	74,33	275
2165,811	500 yr (Freq.)	825	16,31	19,79	3,48	2,57	354,95	200,86	74,14	275
2165,811	500 yr (SCS)	965	16,31	20,01	3,7	2,67	399,05	201,39	73,61	275
2123,996	100 yr	602	15,41	19,37	3,96	2,02	360,55	197,97	152,03	350
2123,996	200 yr	673	15,41	19,49	4,08	2,11	385,59	200,95	149,05	350
2123,996	500 yr (Snyder)	777	15,41	19,67	4,26	2,22	421,34	205,13	144,87	350
2123,996	500 yr (Freq.)	825	15,41	19,75	4,34	2,27	437,32	206,97	143,03	350
2123,996	500 yr (SCS)	965	15,41	19,97	4,56	2,4	483,5	215,53	134,47	350
2083,036	100 yr	602	16,73	19,16	2,43	2,32	269,43	192,37	207,63	400
2083,036	200 yr	673	16,73	19,29	2,56	2,35	294,14	194,04	205,96	400
2083,036	500 yr (Snyder)	777	16,73	19,47	2,74	2,38	329,1	196,39	203,61	400
2083,036	500 yr (Freq.)	825	16,73	19,55	2,82	2,4	344,52	197,42	202,58	400
2083,036	500 yr (SCS)	965	16,73	19,77	3,04	2,47	388,89	200,24	199,76	400
2036,362	100 yr	602	15,85	18,4	2,55	3,62	177,02	139,67	260,33	400
2036,362	200 yr	673	15,85	18,51	2,66	3,75	191,93	140,62	259,38	400
2036,362	500 yr (Snyder)	777	15,85	18,65	2,8	3,94	212,42	141,85	258,15	400
2036,362	500 yr (Freq.)	825	15,85	18,72	2,87	4,01	222,09	142,43	257,57	400
2036,362	500 yr (SCS)	965	15,85	18,89	3,04	4,23	247,08	143,9	256,1	400
2000,037	100 yr	602	15	18,26	3,26	2,63	235,7	148,12	291,88	440
2000,037	200 yr	673	15	18,33	3,33	2,83	246,32	150,54	289,46	440
2000,037	500 yr (Snyder)	777	15	18,4	3,4	3,16	256,55	152,83	287,17	440
2000,037	500 yr (Freq.)	825	15	18,42	3,42	3,31	259,91	153,58	286,42	440
2000,037	500 yr (SCS)	965	15	18,51	3,51	3,7	274,08	156,69	283,31	440
1971,438	100 yr	602	15	17,91	2,91	3,3	207,09	204,27	395,73	600
1971,438	200 yr	673	15	18	3	3,4	226,64	233,06	366,94	600
1971,438	500 yr (Snyder)	777	15	18,15	3,15	3,48	261,58	245,64	354,36	600
1971,438	500 yr (Freq.)	825	15	18,2	3,2	3,53	275,15	249	351	600
1971,438	500 yr (SCS)	965	15	18,34	3,34	3,71	309,82	255,4	344,6	600
1940,172	100 yr	602	15	16,8	1,8	3,22	186,82	178,29	369,3	547,6
1940,172	200 yr	673	15	16,9	1,9	3,3	204,03	183,46	368,83	552,3
1940,172	500 yr (Snyder)	777	15	17,03	2,03	3,4	228,9	207,07	368,14	575,21
1940,172	500 yr (Freq.)	825	15	17,08	2,08	3,47	238,98	207,87	367,83	575,7

EK-1'in devamı.

1940,172	500 yr (SCS)	965	15	17,34	2,34	3,34	293,51	220,58	301,08	578,28
1904,131	100 yr	602	13,91	16,69	2,78	2	301,54	176,14	378,1	554,23
1904,131	200 yr	673	13,91	16,84	2,93	2,04	329,87	180,35	376,98	557,33
1904,131	500 yr (Snyder)	777	13,91	17,05	3,14	2,11	370,31	227,86	325,45	580
1904,131	500 yr (Freq.)	825	13,91	17,15	3,24	2,14	391,97	246,84	314,31	580
1904,131	500 yr (SCS)	965	13,91	17,4	3,49	2,2	460,54	296,34	283,66	580
1841,926	100 yr	602	13,29	16,58	3,29	1,74	346,26	162,24	350,59	512,83
1841,926	200 yr	673	13,29	16,73	3,44	1,81	372,2	167,31	346,74	514,06
1841,926	500 yr (Snyder)	777	13,29	16,94	3,65	1,91	407,8	174,13	341,54	515,67
1841,926	500 yr (Freq.)	825	13,29	17,04	3,75	1,95	425,13	211,94	334,06	546
1841,926	500 yr (SCS)	965	13,29	17,29	4	2,05	484,1	255,18	290,82	546
1815,036	100 yr	602	13	16,53	3,53	1,82	355,39	175,72	388,03	563,74
1815,036	200 yr	673	13	16,68	3,68	1,9	383,21	180,75	385,5	566,26
1815,036	500 yr (Snyder)	777	13	16,89	3,89	2,01	421,3	189,35	380,22	569,56
1815,036	500 yr (Freq.)	825	13	16,98	3,98	2,06	438,82	193,21	377,82	571,04
1815,036	500 yr (SCS)	965	13	17,21	4,21	2,26	499,94	286,93	309,07	596
1785,364	100 yr	602	13,37	16,07	2,7	3,15	193	132,11	411,64	564,18
1785,364	200 yr	673	13,37	16,19	2,82	3,28	210,13	141,76	408,22	566,23
1785,364	500 yr (Snyder)	777	13,37	16,36	2,99	3,45	234,86	153,83	403,63	568,12
1785,364	500 yr (Freq.)	825	13,37	16,45	3,08	3,49	248,62	160,26	401,23	569,22
1785,364	500 yr (SCS)	965	13,37	16,68	3,31	3,62	288,49	176,9	394,76	571,66
1736,798	100 yr	602	13	15,76	2,76	3,07	199,25	123,07	415,33	582,23
1736,798	200 yr	673	13	15,86	2,86	3,25	212,13	129,45	412,21	582,88
1736,798	500 yr (Snyder)	777	13	15,98	2,98	3,5	228,76	136,81	408,4	583,67
1736,798	500 yr (Freq.)	825	13	16,08	3,08	3,54	242,52	150,88	399,1	584,87
1736,798	500 yr (SCS)	965	13	16,18	3,18	3,92	258,42	160,08	396,71	586,39
1698,788	100 yr	602	13	15,76	2,76	2,21	286,88	177,8	406,03	590
1698,788	200 yr	673	13	15,88	2,88	2,32	307,76	184,9	405,1	590
1698,788	500 yr (Snyder)	777	13	16,03	3,03	2,48	335,74	186,79	403,21	590
1698,788	500 yr (Freq.)	825	13	16,13	3,13	2,49	355,73	189,78	400,22	590
1698,788	500 yr (SCS)	965	13	16,26	3,26	2,74	380,6	193,6	396,4	590
1660,369	100 yr	602	13	15,71	2,71	1,96	323,6	180,56	409,44	590
1660,369	200 yr	673	13	15,82	2,82	2,08	343,66	181,48	408,52	590
1660,369	500 yr (Snyder)	777	13	15,96	2,96	2,24	370	182,78	407,22	590
1660,369	500 yr (Freq.)	825	13	16,07	3,07	2,29	390,29	202,92	387,08	590
1660,369	500 yr (SCS)	965	13	16,18	3,18	2,55	414,26	208,7	381,3	590
1629,438	100 yr	602	13	15,64	2,64	1,98	332,88	223,76	352,24	576
1629,438	200 yr	673	13	15,76	2,76	2,08	358,13	229,16	346,84	576
1629,438	500 yr (Snyder)	777	13	15,9	2,9	2,22	392,16	234,34	341,66	576
1629,438	500 yr (Freq.)	825	13	16,02	3,02	2,22	419,27	237,81	338,19	576
1629,438	500 yr (SCS)	965	13	16,13	3,13	2,44	446,61	239,97	336,03	576
1599,854	100 yr	602	13	15,56	2,56	2,12	328,51	233,51	357,49	591
1599,854	200 yr	673	13	15,67	2,67	2,21	355,12	235,25	355,75	591
1599,854	500 yr (Snyder)	777	13	15,82	2,82	2,33	390,48	237,53	353,46	591
1599,854	500 yr (Freq.)	825	13	15,95	2,95	2,31	420,34	239,4	351,6	591

EK-1'in devamı.

1599,854	500 yr (SCS)	965	13	16,05	3,05	2,55	451,06	373,6	167,65	591
1558,165	100 yr	602	13	15,49	2,49	1,96	365,94	286,61	309,39	596
1558,165	200 yr	673	13	15,6	2,6	2,03	400,47	308,76	38,72	596
1558,165	500 yr (Snyder)	777	13	15,76	2,76	2,12	454,51	385,24	36,42	596
1558,165	500 yr (Freq.)	825	13	15,9	2,9	2,06	519,15	553,92	34,33	596
1558,165	500 yr (SCS)	965	13	15,97	2,97	2,39	560,96	562,78	33,22	596
1518,228	100 yr	602	13	15,36	2,36	2,13	344,1	274,33	312,44	586,77
1518,228	200 yr	673	13	15,47	2,47	2,22	377,12	326,11	57,55	589,99
1518,228	500 yr (Snyder)	777	13	15,63	2,63	2,3	438,53	457,29	53,55	596
1518,228	500 yr (Freq.)	825	13	15,77	2,77	2,32	510,19	545,87	50,13	596
1518,228	500 yr (SCS)	965	13	15,87	2,87	2,47	565,66	554,13	41,11	596
1479,548	100 yr	602	12,82	15,19	2,37	2,52	299,31	252,91	327,67	580,57
1479,548	200 yr	673	12,82	15,3	2,48	2,61	328,74	286,09	74,28	581,29
1479,548	500 yr (Snyder)	777	12,82	15,49	2,67	2,61	401,62	470,71	67,18	582,52
1479,548	500 yr (Freq.)	825	12,82	15,53	2,71	3,1	420,38	516,99	65,77	582,76
1479,548	500 yr (SCS)	965	12,82	15,75	2,93	2,75	533,78	526,75	57,4	584,15
1453,195	100 yr	602	11,84	15,23	3,39	1,64	447,76	229,45	41,98	587,49
1453,195	200 yr	673	11,84	15,34	3,5	1,73	483,88	424,47	41,74	587,82
1453,195	500 yr (Snyder)	777	11,84	15,45	3,61	2,31	539,84	535,27	41,5	588,17
1453,195	500 yr (Freq.)	825	11,84	15,53	3,69	2,27	584,23	537,58	41,33	588,42
1453,195	500 yr (SCS)	965	11,84	15,73	3,89	2,22	691,8	548,11	40,9	589,02
1423,778	100 yr	602	11,34	15,04	3,7	2,46	299,37	201,92	45,12	560,55
1423,778	200 yr	673	11,34	15,14	3,8	2,56	319,19	207,73	44,73	560,95
1423,778	500 yr (Snyder)	777	11,34	15,29	3,95	2,66	353,32	279,23	44,11	561,57
1423,778	500 yr (Freq.)	825	11,34	15,36	4,02	2,69	375,34	348,16	43,82	561,86
1423,778	500 yr (SCS)	965	11,34	15,57	4,23	2,68	464,23	432,16	42,97	562,72
1401	100 yr	602	11,39	14,94	3,55	2,45	292,84	201,29	36,51	555,93
1401	200 yr	673	11,39	15,03	3,64	2,57	310,82	203,26	36,18	556,34
1401	500 yr (Snyder)	777	11,39	15,17	3,78	2,69	340,67	206,58	35,64	557
1401	500 yr (Freq.)	825	11,39	15,23	3,84	2,75	354,01	242,48	35,41	557,28
1401	500 yr (SCS)	965	11,39	15,43	4,04	2,83	420,08	451,33	34,7	558,16
1354,724	100 yr	602	11,64	14,41	2,77	3,58	220,57	203,89	360,76	565,67
1354,724	200 yr	673	11,64	14,52	2,88	3,63	243,48	205,76	360,09	565,85
1354,724	500 yr (Snyder)	777	11,64	14,6	2,96	3,89	260,71	206,39	359,59	565,98
1354,724	500 yr (Freq.)	825	11,64	14,65	3,01	3,98	270,15	206,74	359,32	566,06
1354,724	500 yr (SCS)	965	11,64	14,78	3,14	4,2	297,08	207,73	358,54	566,26
1318,275	100 yr	602	11,63	13,95	2,32	3,54	209,38	201,26	363,33	566,8
1318,275	200 yr	673	11,63	14,04	2,41	3,63	227,86	204,07	362,98	567,05
1318,275	500 yr (Snyder)	777	11,63	14,16	2,53	3,77	251,56	204,63	362,53	567,16
1318,275	500 yr (Freq.)	825	11,63	14,2	2,57	3,84	261,06	204,85	362,35	567,2
1318,275	500 yr (SCS)	965	11,63	14,32	2,69	4,07	286,08	205,44	361,88	567,32
1280,762	100 yr	602	11,44	13,6	2,16	3,28	219,67	179,24	361,02	554,47
1280,762	200 yr	673	11,44	13,7	2,26	3,38	238,86	184,67	357,39	554,67
1280,762	500 yr (Snyder)	777	11,44	13,84	2,4	3,51	264,32	189,51	354,84	554,92
1280,762	500 yr (Freq.)	825	11,44	13,9	2,46	3,57	275,61	190,91	354,44	555,03

EK-1'in devamı.

1280,762	500 yr (SCS)	965	11,44	14,07	2,63	3,71	308,72	197,13	353,29	555,34
1238,816	100 yr	602	11,25	13,25	2	3,17	220,93	175,56	382,74	558,3
1238,816	200 yr	673	11,25	13,32	2,07	3,37	231,97	177,08	381,31	558,39
1238,816	500 yr (Snyder)	777	11,25	13,45	2,2	3,52	255,39	180,26	378,31	558,57
1238,816	500 yr (Freq.)	825	11,25	13,5	2,25	3,6	265,33	181,59	377,05	558,65
1238,816	500 yr (SCS)	965	11,25	13,65	2,4	3,81	293,11	185,83	373,03	558,86
1190,331	100 yr	602	10,66	12,6	1,94	3,64	191,58	173,15	394,36	567,52
1190,331	200 yr	673	10,66	12,75	2,09	3,62	217,24	181,25	386,67	567,91
1190,331	500 yr (Snyder)	777	10,66	12,87	2,21	3,8	238,86	183,01	385,23	568,24
1190,331	500 yr (Freq.)	825	10,66	12,92	2,26	3,87	248,92	183,82	384,57	568,39
1190,331	500 yr (SCS)	965	10,66	13,07	2,41	4,06	276,62	186,04	382,76	568,8
1152,553	100 yr	602	10	12,13	2,13	2,95	213,9	156,33	430,42	586,75
1152,553	200 yr	673	10	12,24	2,24	3,07	231,29	158,23	428,91	587,15
1152,553	500 yr (Snyder)	777	10	12,4	2,4	3,23	256,39	160,95	426,77	587,73
1152,553	500 yr (Freq.)	825	10	12,47	2,47	3,29	267,78	162,17	425,81	587,99
1152,553	500 yr (SCS)	965	10	12,66	2,66	3,46	300,11	165,58	423,13	588,71
1106,244	100 yr	602	9,43	12,04	2,61	2,24	276,55	162,43	443,86	606,29
1106,244	200 yr	673	9,43	12,16	2,73	2,35	295,22	163,07	443,48	606,55
1106,244	500 yr (Snyder)	777	9,43	12,32	2,89	2,49	321,86	163,98	442,94	606,92
1106,244	500 yr (Freq.)	825	9,43	12,39	2,96	2,55	333,81	164,39	442,7	607,09
1106,244	500 yr (SCS)	965	9,43	12,6	3,17	2,72	367,16	165,72	441,83	607,55
1051,612	100 yr	602	9,41	12,14	2,73	0,86	650,94	259,15	411,11	756,42
1051,612	200 yr	673	9,41	12,26	2,85	0,93	683,38	262,48	411	756,92
1051,612	500 yr (Snyder)	777	9,41	12,44	3,03	1,02	730,12	267,21	410,84	757,65
1051,612	500 yr (Freq.)	825	9,41	12,52	3,11	1,06	751,34	271,91	410,77	757,98
1051,612	500 yr (SCS)	965	9,41	12,74	3,33	1,17	814,21	297,95	410,58	758,98
1035,101	100 yr	602	9,67	11,6	1,93	3,27	190,62	170,56	555,33	725,89
1035,101	200 yr	673	9,67	11,69	2,02	3,38	205,87	171,1	555,07	726,17
1035,101	500 yr (Snyder)	777	9,67	11,8	2,13	3,58	225,31	173,35	553,18	726,53
1035,101	500 yr (Freq.)	825	9,67	11,84	2,17	3,68	232,88	174,43	552,23	726,66
1035,101	500 yr (SCS)	965	9,67	11,98	2,31	3,93	256,1	177,66	549,42	727,08
1016,668	100 yr	602	9,83	11,6	1,77	1,93	263,52	220,19	467,38	767,2
1016,668	200 yr	673	9,83	11,73	1,9	2,06	291,15	224,21	467,33	767,64
1016,668	500 yr (Snyder)	777	9,83	11,88	2,05	2,18	326,16	229,12	467,27	768,2
1016,668	500 yr (Freq.)	825	9,83	11,94	2,11	2,23	340,38	230,61	467,24	768,42
1016,668	500 yr (SCS)	965	9,83	12,13	2,3	2,38	383,25	244,08	467,17	769,08
983,1588	100 yr	602	9,11	11,55	2,44	2,09	325,06	209,59	550,86	760,45
983,1588	200 yr	673	9,11	11,66	2,55	2,19	347,68	212,6	547,86	760,45
983,1588	500 yr (Snyder)	777	9,11	11,8	2,69	2,35	378,3	221,5	538,95	760,45
983,1588	500 yr (Freq.)	825	9,11	11,85	2,74	2,42	390,83	224,97	535,48	760,45
983,1588	500 yr (SCS)	965	9,11	12,01	2,9	2,66	426,83	268,57	491,88	760,45
962,8507	100 yr	602	8,86	11,39	2,53	2,6	274,08	194,63	519,98	714,61
962,8507	200 yr	673	8,86	11,49	2,63	2,71	293,47	197,06	517,82	714,88
962,8507	500 yr (Snyder)	777	8,86	11,62	2,76	2,87	321,02	228,33	473,99	715,24
962,8507	500 yr (Freq.)	825	8,86	11,67	2,81	2,96	332,03	233,11	471,32	715,37

EK-1'in devamı.

962,8507	500 yr (SCS)	965	8,86	11,82	2,96	3,15	367,8	248	463,01	715,78
935,6923	100 yr	602	8,6	10,94	2,34	3,61	196,61	183,58	546,02	753,13
935,6923	200 yr	673	8,6	11,04	2,44	3,7	214,35	212,8	524	753,13
935,6923	500 yr (Snyder)	777	8,6	11,17	2,57	3,8	243,89	226,26	516,42	753,13
935,6923	500 yr (Freq.)	825	8,6	11,24	2,64	3,81	260,07	232,18	512,52	753,13
935,6923	500 yr (SCS)	965	8,6	11,39	2,79	3,95	296,22	243,85	505,19	753,13
896,0154	100 yr	602	8,48	10,62	2,14	3,1	245,46	242,79	516,24	759,03
896,0154	200 yr	673	8,48	10,71	2,23	3,16	266,72	243,59	515,44	759,03
896,0154	500 yr (Snyder)	777	8,48	10,84	2,36	3,22	297,85	244,77	514,26	759,03
896,0154	500 yr (Freq.)	825	8,48	10,89	2,41	3,27	310,3	245,31	513,72	759,03
896,0154	500 yr (SCS)	965	8,48	11,03	2,55	3,42	344,74	249,21	509,82	759,03
851,8357	100 yr	602	8,26	10,5	2,24	2,28	332,98	264,59	410,04	674,63
851,8357	200 yr	673	8,26	10,59	2,33	2,38	355,68	267,98	407,15	675,13
851,8357	500 yr (Snyder)	777	8,26	10,72	2,46	2,48	391,36	272,45	402,68	675,13
851,8357	500 yr (Freq.)	825	8,26	10,77	2,51	2,54	405,18	274,17	400,96	675,13
851,8357	500 yr (SCS)	965	8,26	10,91	2,65	2,7	443,99	278,93	396,2	675,13
806,1918	100 yr	602	8,4	10,22	1,82	2,6	284,64	273,78	311,76	585,54
806,1918	200 yr	673	8,4	10,31	1,91	2,66	310,02	275,73	311,56	587,3
806,1918	500 yr (Snyder)	777	8,4	10,48	2,08	2,65	355,62	279,2	311,21	590,41
806,1918	500 yr (Freq.)	825	8,4	10,53	2,13	2,71	369,13	280,22	311,1	591,33
806,1918	500 yr (SCS)	965	8,4	10,66	2,26	2,85	406,74	283,04	310,82	593,86
744,4041	100 yr	602	8,03	9,83	1,8	2,67	266,73	238,47	298,65	537,12
744,4041	200 yr	673	8,03	9,93	1,9	2,74	290,63	242,46	295,06	537,53
744,4041	500 yr (Snyder)	777	8,03	10,1	2,07	2,89	337,36	283,68	254,55	538,24
744,4041	500 yr (Freq.)	825	8,03	10,15	2,12	2,94	351,62	284,79	253,65	538,44
744,4041	500 yr (SCS)	965	8,03	10,28	2,25	3,1	387,94	288,92	250,04	538,96
692,369	100 yr	602	7,36	9,49	2,13	2,79	264,56	228,04	290,66	518,7
692,369	200 yr	673	7,36	9,58	2,22	2,91	285,89	244,93	259,5	520,74
692,369	500 yr (Snyder)	777	7,36	9,71	2,35	3,18	318,2	278,56	244,9	523,45
692,369	500 yr (Freq.)	825	7,36	9,77	2,41	3,21	334,93	283,1	241,67	524,77
692,369	500 yr (SCS)	965	7,36	9,94	2,58	3,25	384,46	289,09	239,53	528,62
641,6335	100 yr	602	6,99	9,3	2,31	2,37	307,91	267,53	210,31	477,84
641,6335	200 yr	673	6,99	9,4	2,41	2,43	335,36	273,83	206,77	480,6
641,6335	500 yr (Snyder)	777	6,99	9,53	2,54	2,53	372,82	282,72	202,06	490
641,6335	500 yr (Freq.)	825	6,99	9,59	2,6	2,57	390,34	288,36	199,92	490
641,6335	500 yr (SCS)	965	6,99	9,78	2,79	2,64	445,73	315,07	115,32	490
570,0203	100 yr	602	6,9	8,96	2,06	2,32	288,19	249,02	138,64	403
570,0203	200 yr	673	6,9	9,06	2,16	2,4	317,04	285,84	60,55	403
570,0203	500 yr (Snyder)	777	6,9	9,21	2,31	2,49	361,41	308,02	57,25	403
570,0203	500 yr (Freq.)	825	6,9	9,28	2,38	2,52	383,33	320,68	55,71	403
570,0203	500 yr (SCS)	965	6,9	9,47	2,57	2,69	446,87	351,11	51,89	403
529,6409	100 yr	602	6,53	8,91	2,38	1,68	384,69	302,55	33,05	353,79
529,6409	200 yr	673	6,53	9,02	2,49	1,75	417,37	321,23	32,93	359,09
529,6409	500 yr (Snyder)	777	6,53	9,17	2,64	1,84	467,82	329,87	32,74	363,05
529,6409	500 yr (Freq.)	825	6,53	9,24	2,71	1,87	491,12	334,11	32,66	367

EK-1'in devamı.

529,6409	500 yr (SCS)	965	6,53	9,43	2,9	1,95	554,52	334,61	32,39	367
492,8145	100 yr	602	6,12	8,79	2,67	1,9	346,58	286,63	30,39	345,98
492,8145	200 yr	673	6,12	8,89	2,77	1,96	378,23	298,1	29,64	346,68
492,8145	500 yr (Snyder)	777	6,12	9,05	2,93	2,05	425,23	323,41	28,59	358
492,8145	500 yr (Freq.)	825	6,12	9,12	3	2,07	449,72	326,37	28,07	358
492,8145	500 yr (SCS)	965	6,12	9,32	3,2	2,13	514,58	331,28	26,72	358
458,4026	100 yr	602	6,31	8,74	2,43	1,64	400,19	259,26	51,44	335,34
458,4026	200 yr	673	6,31	8,85	2,54	1,72	427,99	265,04	51,16	336,02
458,4026	500 yr (Snyder)	777	6,31	9	2,69	1,83	468,38	273,82	50,78	336,95
458,4026	500 yr (Freq.)	825	6,31	9,06	2,75	1,95	485,77	287,18	50,62	337,8
458,4026	500 yr (SCS)	965	6,31	9,26	2,95	2,03	542,13	287,88	50,12	338
425,6723	100 yr	602	5,17	8,75	3,58	1,22	538,02	266,77	53,49	320,26
425,6723	200 yr	673	5,17	8,85	3,68	1,3	566,56	268,74	53,27	322,01
425,6723	500 yr (Snyder)	777	5,17	9	3,83	1,4	607,28	271,63	52,96	324,59
425,6723	500 yr (Freq.)	825	5,17	9,07	3,9	1,44	625,53	272,97	52,82	325,79
425,6723	500 yr (SCS)	965	5,17	9,27	4,1	1,56	678,93	279,36	52,42	338
399,479	100 yr	602	5,21	8,72	3,51	1,4	518,44	271,8	54,81	326,61
399,479	200 yr	673	5,21	8,82	3,61	1,48	547,07	272,76	54,62	327,38
399,479	500 yr (Snyder)	777	5,21	8,97	3,76	1,58	587,86	273,64	54,36	328
399,479	500 yr (Freq.)	825	5,21	9,04	3,83	1,62	606,05	273,76	54,24	328
399,479	500 yr (SCS)	965	5,21	9,23	4,02	1,72	658,91	274,1	53,9	328
349,6804	100 yr	602	5,18	8,67	3,49	1,26	507,36	265,24	48,52	313,76
349,6804	200 yr	673	5,18	8,78	3,6	1,34	534,26	265,72	48,21	313,93
349,6804	500 yr (Snyder)	777	5,18	8,92	3,74	1,45	572,63	267,28	47,76	315,04
349,6804	500 yr (Freq.)	825	5,18	8,98	3,8	1,49	589,84	268,44	47,56	316
349,6804	500 yr (SCS)	965	5,18	9,17	3,99	1,61	640,43	269,02	46,98	316
284,9757	100 yr	602	5,02	8,56	3,54	1,8	436,43	249,31	62,7	312,01
284,9757	200 yr	673	5,02	8,66	3,64	1,9	459,59	250,57	62,43	313
284,9757	500 yr (Snyder)	777	5,02	8,79	3,77	2,03	493,25	250,97	62,03	313
284,9757	500 yr (Freq.)	825	5,02	8,85	3,83	2,08	508,37	251,15	61,85	313
284,9757	500 yr (SCS)	965	5,02	9,03	4,01	2,21	553,92	269,56	20,38	313
243,4517	100 yr	602	5,15	8,11	2,96	3,64	233,44	224,15	43,89	320
243,4517	200 yr	673	5,15	8,22	3,07	3,63	258,52	229,23	43,55	320
243,4517	500 yr (Snyder)	777	5,15	8,36	3,21	3,65	292,78	236,01	43,1	320
243,4517	500 yr (Freq.)	825	5,15	8,43	3,28	3,67	307,62	238,89	42,9	320
243,4517	500 yr (SCS)	965	5,15	8,65	3,5	3,59	361,79	260,05	42,2	320
204,38	100 yr	602	4,36	7,69	3,33	3,62	217,89	203,58	38,93	300
204,38	200 yr	673	4,36	7,8	3,44	3,72	241,45	219,87	34,16	300
204,38	500 yr (Snyder)	777	4,36	8,01	3,65	3,71	289,39	244,12	25,71	300
204,38	500 yr (Freq.)	825	4,36	8,06	3,7	3,79	301,68	250,8	25,42	300
204,38	500 yr (SCS)	965	4,36	8,12	3,76	4,23	317,38	260,58	25,07	300
146,8929	100 yr	602	4,46	7,35	2,89	3,56	228,86	225,43	66,37	332
146,8929	200 yr	673	4,46	7,48	3,02	3,52	260,32	234,53	58,95	332
146,8929	500 yr (Snyder)	777	4,46	7,69	3,23	3,42	309,99	249,6	50,5	332
146,8929	500 yr (Freq.)	825	4,46	7,77	3,31	3,39	331,31	256,62	49,15	332

EK-1'in devamı.

146,8929	500 yr (SCS)	965	4,46	7,99	3,53	3,37	390,63	276,54	45,63	332
118,6858	100 yr	602	4,41	7,29	2,88	2,97	261,25	199,27	53,43	313,32
118,6858	200 yr	673	4,41	7,43	3,02	2,99	289,87	213,04	46,99	313,32
118,6858	500 yr (Snyder)	777	4,41	7,62	3,21	3,02	331,42	230,24	45,41	313,32
118,6858	500 yr (Freq.)	825	4,41	7,7	3,29	3,03	349,99	232,69	45,23	313,32
118,6858	500 yr (SCS)	965	4,41	7,91	3,5	3,08	400,65	240,81	44,74	313,32
77,26778	100 yr	602	4,36	7,26	2,9	2,15	316,37	193,96	51,9	294
77,26778	200 yr	673	4,36	7,39	3,03	2,24	342,85	206,41	50,94	294
77,26778	500 yr (Snyder)	777	4,36	7,57	3,21	2,35	381,38	229,97	49,66	294
77,26778	500 yr (Freq.)	825	4,36	7,64	3,28	2,4	399,13	231,63	49,23	294
77,26778	500 yr (SCS)	965	4,36	7,85	3,49	2,52	447,57	236,41	48,57	294
21,55252	100 yr	602	4,26	6,91	2,65	2,88	241,93	177,12	62,27	287
21,55252	200 yr	673	4,26	7,04	2,78	2,97	264,95	187,79	58,76	287
21,55252	500 yr (Snyder)	777	4,26	7,2	2,94	3,09	297,79	200,32	54,92	287
21,55252	500 yr (Freq.)	825	4,26	7,28	3,02	3,14	312,63	206,12	53,02	287
21,55252	500 yr (SCS)	965	4,26	7,48	3,22	3,27	355,96	227,58	44,78	287

ÖZGEÇMİŞ

Melike ÇİFTÇİ

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2021-2024	Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya
Lisans	Antalya Bilim Üniversitesi
2015-2020	Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği (İngilizce), Antalya

ESERLER

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

Ağırlioğlu N., Akdeğirmen Ö., Çiftçi M., Danandeh Mehr A. (2019). “**Flood Wave Routing at Çamlhova Reservoir, Antalya, Turkey.**” *4th Euroasian Conference on Civil and Environmental Engineering (ECOCEE 2019) Conference 17-18 June 2019. İstanbul, Türkiye.*