T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ(CBS) TABANLI ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR ANALİZİ İLE ŞANLIURFA İL MERKEZİ'NİN TAŞKIN ALANLARININ BELİRLENMESİ

Mustafa TANRIVERDİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2019

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ(CBS) TABANLI ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR ANALİZİ İLE ŞANLIURFA İL MERKEZİ'NİN TAŞKIN ALANLARININ BELİRLENMESİ

Mustafa TANRIVERDİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2019

Dr. Öğr. Üyesi Reşit GERGER danışmanlığında, Mustafa TANRIVERDİ'nin hazırladığı "**Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS) Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi ile Şanlıurfa İl Merkezi'nin Taşkın Alanlarının Belirlenmesi**" konulu bu çalışma 27/05/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

			İmza
Danışman	:	Dr. Öğr. Üyesi Reşit GERGER	.....
Üye	:	Prof. Dr. Saffet ERDOĞAN	.....
Üye	:	Prof. Dr. Z. Fuat TOPRAK	.....

Bu Tezin İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylıyorum.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER DİZİNİ vi
1.GİRİŞ 1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 3
2.1.Literatür Özeti 3
2.2.Taşkın 8
2.2.1. Taşkınların oluşumunu etkileyen faktörler 9
2.2.1.1. Taşkınları oluşturan doğal faktörler 9
2.2.1.2. Taşkınları oluşturan insani faktörler 16
2.2.2. Taşkın zararları 19
2.2.3. Taşkınlara karşı alınabilecek önlemler 19
2.2.3.1. Yapısal taşkın önlemleri 20
2.2.3.2. Yapısal olmayan taşkın önlemleri 20
3.MATERYAL ve YÖNTEM 21
3.1.Materyal 21
3.1.1.Çalışma alanı 21
3.1.2. Kullanılan veri ve yazılımlar 23
3.2.Yöntem 24
3.2.1. Çok ölçütlü karar analizi 24
3.2.1.2. Analitik hiyerarşi yöntemi 26
4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 30
4.1. Kriterlerin (Ölçüt) Belirlenmesi 30
4.2.Ana Ölçüt ve Alt Ögelerin Ağırlıklarının Belirlenmesi 31
4.3.Ölçüt Katmanlarının Hazırlanması 38
4.3.1.Yağış 38
4.3.2.Arazi kullanımı/örtüsü 39
4.3.3. Jeoloji 39
4.3.4.Yükseklik, eğim ve bakı 40
4.3.5. Derelere uzaklık 42
4.4. Ölçüt Katmanlarının Normalleştirilmesi 43
4.1. Taşkın Duyarlılık Haritasının Oluşturulması 48
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 54
KAYNAKLAR 57
ÖZGEÇMİŞ 61

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ(CBS) TABANLI ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR ANALİZİ İLE ŞANLIURFA İL MERKEZİ'NİN TAŞKIN ALANLARININ BELİRLENMESİ

Mustafa TANRIVERDİ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Reşit GERGER
Yıl: 2019, Sayfa: 63

Taşkınlar, küresel ısınmanın iklimler ve diğer meteorolojik olaylar üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı günümüzde birçok can ve mal kaybına neden olmaktadır. Özellikle mevsimler arasındaki geçişlerin belirginliklerini yitirmeleri, yağışlardaki düzensizlikler, bazen bir ayda yağan yağışın birkaç saatte yağıyor olması; kırsal alanlarda ve özellikle suyun yeraltına sızmasını sağlayacak açık alanların az olduğu kentlerimizde ani taşkınlara ve sellere neden olmaktadır. Kentlerimizdeki gerek altyapıdaki yetersizlikler gerekse, altyapının öngörülemeyecek kadar yüksek olarak yağan yağışı kaldıramaması sonucu kentlerimizde can kayıplarına ve özellikle mal kayıplarına neden olduğu görülmektedir. Tüm bu nedenlerden dolayı taşkın veya sellerin can ve mal kayıplarına neden olmaması için gerekli taşkın haritalamalarının yapılarak özellikle yapılaşmada göz önüne alınarak gerekli önlemlerin alınması gerekli ve önemlidir. Taşkın haritalamaları başta olmak üzere diğer tüm alanlarda, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) mekânsal analizler başta olmak üzere diğer alanlarda kullanımı her geçen gün daha da artmaktadır. Hazırlanacak taşkın duyarlılığı haritasını elde etmek için ölçütlerin ağırlıklarının belirlenme işlemi yapılarak, gerekli normalleştirme işleminden sonra Çok Ölçütlü Karar Analizi (ÇÖKA), Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmada, Şanlıurfa il merkezinde bulunan büyük derelerden; Sırrın, Karakoyun ve Cavsak dereleri ve diğer dereler esas alınarak CBS yardımıyla olası taşkın alanları belirlenmiş ve oluşacak risk gruplarının arazi kullanımları çıkarılmış, konut, sanayi, sağlık, eğitim, sosyo-kültürel tesis, resmi kurum vb. alanların ne kadarının risk altında olduğu ve geçmişte yaşanan taşkın olaylarıyla birlikte değerlendirilmesi taşkın duyarlılık katmanlarının hazırlanması amaçlanmıştır. Ölçüt katmanlarının hazırlanabilmesi için havzaya ait yağış, jeoloji, eğim, bakı, verileri, 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar, sayısal yükseklik verileri, arazi kullanım haritaları olmak üzere sayısal diğer haritalardan yararlanılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Taşkın, analitik hiyerarşi yöntemi, çok ölçütlü karar analizi, coğrafi bilgi sistemleri, Şanlıurfa

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMİNATİON OF FLOOD AREAS OF ŞANLIURFA PROVİNCİAL CENTER BY MULTİ-CRİTERİA DECİSİON ANALYSİS BASED ON GEOGRAPHİC INFORMATİON SYSTEMS (GIS)

Mustafa TANRIVERDİ

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Reşit GERGER
Year: 2019, Page: 63

Floods cause loss of life and property today due to the negative effects of global warming on climates and other meteorological events. Especially the transitions between seasons lose their significance, irregularities in the rains of rainfall, sometimes raining in a few hours; floods and floods in rural areas and especially in cities where there is little open space to infiltrate water into the underground. In our cities, the inadequacies in the infrastructure and the inability of the infrastructure to remove the rainfall that can not be predicted as high as the result of our cities cause loss of lives and especially the loss of property. For all these reasons, it is necessary and necessary to take necessary measures by taking into account the flood mapping necessary to prevent floods or floods from causing loss of life and property. Geographical Information Systems (GIS), especially in flood mapping, is increasing day by day in other areas, especially in spatial analysis. In order to obtain the mapping sensitivity map to be prepared, the weights of the criteria shall be determined and Multi Criteria Decision Analysis (MCDA), Analytic Hierarchy Method will be used after the normalization process. In this study, the big streams in the city center of Sanliurfa; On the basis of GIS, Sırrın, Karakoyun and Cavsak streams and other streams, the potential flood areas will be determined with the help of GIS and the land use of the risk groups will be determined, housing, industry, health, education, socio-cultural facility, official institution and so on. In order to prepare the criterion layers belonging to basin, digital maps such as precipitation, geology, slope, aspect data, 1/25000 scale topographic maps, digital elevation data, land use maps will be used.

KEYWORDS: Flood, analytical hierarchical process, multi-criteria decision analysis, geographical information system, şanlıurfa

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasına başlamamda ve devam etmemde beni destekleyen iş arkadaşlarım, İl Müdürüm İsmail IŞIKDAĞ, Müdür Yardımcım Ramazan ÖZEL, Harita ve Kadastro Mühendisi Mehmet Ali AL ve Jeoloji Müh. M. Faruk VERT'e aynı Şube Müdürlüğünde birlikte güzel işler yaptığımız Şehir Plancısı Ayşe Kader POLAT, Elektrik Tek. İlyas ÇAKMAK ve Harita Tek. Ömer GÜZELLER'e ve bilgisi, yönlendirmeleri ve samimi yaklaşımıyla tez çalışmasını bitirmeme vesile olan kıymetli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Reşit GERGER'e, aileme ve ayrıca tezin her aşamasında yanımda olan ve beni bu konuda cesaretlendiren ve yönlendiren kıymetli eşim Arş. Gör. Fatma ÇELİK TANRIVERDİ'ye teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Nehir taşkınlarının (a) arazide ve (b) şehirde şematik gösterimi....9
Şekil 2.2. Yağışın oluşum şekilleri....10
Şekil 2.3. Aynı havzada meydana gelebilecek farklı taşkın hidrografları....11
Şekil 2.4. Drenaj alanı şeklinin hidrografın şekline etkisi....12
Şekil 2.5. Drenaj alanı büyülüğü deşarj ilişkisi....13
Şekil 2.6. Bitki örtüsü deşarj ilişkisi....14
Şekil 2.7. Vadi eğimi deşarj ilişkisi....14
Şekil 2.8. Zemin durumu deşarj ilişkisi....15
Şekil 2.9. Yağmur suyu yönetimi ve şehirleşme....17
Şekil 2.10. Kentleşmenin dere hidrolojisinde oluşturduğu değişiklikler....17
Şekil 3.1. Çalışma alanı....22
Şekil 3.2. Analitik hiyerarşi modeli....27
Şekil 4.1. Yağış haritası....38
Şekil 4.2. Arazi kullanım haritası....39
Şekil 4.3. Jeoloji haritası....40
Şekil 4.4. Yükseklik haritası....41
Şekil 4.5. Eğim haritası....41
Şekil 4.6. Bakı haritası....42
Şekil 4.7. Akarsulara/derelere uzaklık haritası....43
Şekil 4.8. Normalleştirilmiş yağış haritası....44
Şekil 4.9. Normalleştirilmiş derelere uzaklık haritası....45
Şekil 4.10. Normalleştirilmiş yükseklik haritası....45
Şekil 4.11. Normalleştirilmiş eğim haritası....46
Şekil 4.12. Normalleştirilmiş arazi kullanımı haritası....47
Şekil 4.13. Normalleştirilmiş jeoloji haritası....47
Şekil 4.14. Normalleştirilmiş bakı haritası....48
Şekil 4.15. Taşkın duyarlılık haritası....49
Şekil 4.16. Sınıflandırılmış taşkın duyarlılık haritası....49
Şekil 4.17. Taşkın riski altında bulunan tesisler haritası....50

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan veriler ve detay bilgileri....23
Çizelge 3.2. İkili karşılaştırma ölçeği....27
Çizelge 3.3. Tesadüfilik göstergesi....29
Çizelge 4.1. Ölçütlerin ikili karşılaştırma matrisi....32
Çizelge 4.2. Ölçüt ağırlıklarının belirlenmesi....32
Çizelge 4.3. Ölçütlerin Tutarlılık hesabı....33
Çizelge 4.4. Arazi kullanımı/örtüsü katmanındaki alt ögelerin ikili karşılaştırma matrisi....33
Çizelge 4.5. Arazi kullanımı/örtüsü katmanındaki alt ögelerin ağırlıklarının belirlenmesi....34
Çizelge 4.6. Arazi kullanımı/örtüsü katmanındaki alt ögelerin tutarlılık hesabı....34
Çizelge 4.7. Jeoloji katmanındaki alt ögelerin ikili karşılaştırma matrisi....35
Çizelge 4.8. Jeoloji katmanındaki alt ögelerin ağırlıklarının belirlenmesi....35
Çizelge 4.9. Jeoloji katmanındaki alt ögelerin tutarlılık hesabı....35
Çizelge 4.10. Bakı katmanındaki alt ögelerin ikili karşılaştırma matrisi....36
Çizelge 4.11. Bakı katmanındaki alt ögelerin ağırlıklarının belirlenmesi....36
Çizelge 4.12. Bakı katmanındaki alt ögelerin tutarlılık hesabı....36
Çizelge 4.13. Derelere uzaklık katmanındaki alt ögelerin ikili karşılaştırma matrisi....37
Çizelge 4.14. Derelere uzaklık katmanındaki alt ögelerin ağırlıklarının belirlenmesi....37
Çizelge 4.15. Derelere uzaklık katmanındaki alt ögelerin tutarlılık hesabı....37
Çizelge 4.16. Risk sınıfları alansal dağılım....51
Çizelge 4.17. Çok yüksek ve yüksek taşkın tehlikesi taşıyan alanlarda alansal dağılım....51
Çizelge 4.18. Çok yüksek ve yüksek taşkın tehlikesi taşıyan alanlarda bulunan tesisler....51
Çizelge 4.19. Çok yüksek ve yüksek taşkın tehlikesi altındaki okullar....52
Çizelge 4.20. Çok yüksek ve yüksek taşkın tehlikesi taşıyan sağlık tesisleri....53
Çizelge 4.21. Çok yüksek ve yüksek taşkın tehlikesi taşıyan sosyo-kültürel tesisler....53
Çizelge 4.22. Çok yüksek ve yüksek taşkın tehlikesi taşıyan dini tesisler....53

SİMGELER DİZİNİ

AHP	Analytical Hierarchical Process
AHY	Analitik Hiyerarşi Yöntemi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CI	Consistency İndex
CORİNE	Coordination of Information on the Environment
CR	Consistency Ratio
ÇKKA	Çok Kriterli Karar Analizi
ÇÖKA	Çok Ölçütlü Karar Analizi
DEM	Digital Elevation Model
DSİ	Devlet Su İşleri
EPA	Environmental Protection Agency
GIS	Geographical Information Systems
IDW	Inverse Distance Weighted
MGM	Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
MTA	Maden Tetkik Arama
RI	Random consistency index
TG	Tesadüfilik Göstergesi
Tİ	Tutarlılık İndeksi
TO	Tutarlılık Oranı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
TOKİ	Toplu Konut İdaresi

1. GİRİŞ

Afetler birer doğa olayıdır ve dünya var olduğu sürece bunlarda devam edip gidecektir. İnsanoğlunun yapması gereken, doğal olarak gerçekleşen bu olaylara karşı gerekli tedbirleri almaktır. Aslında tam olarak doğa olayı tabirini kullanmanın yanında insanoğlunun da bunda etkisi göz ardı edilmemelidir. Bu afetlerin başında taşkınlar gelmekte ve günümüzde küresel ısınmayla birlikte taşkın olayları daha sık bir şekilde meydana gelmektedir.

Taşkınlar, küresel ısınmanın iklimler ve diğer meteorolojik olaylar üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı günümüzde birçok can ve mal kaybına neden olmaktadır. Özellikle mevsimler arasındaki geçişlerin belirginliklerini yitirmeleri, yağışlardaki düzensizlikler, bazen bir ayda yağan yağışın birkaç saatte yağıyor olması; kırsal alanlarda ve özellikle suyun yeraltına sızmasını sağlayacak açık alanların az olduğu kentlerimizde ani taşkınlara ve sellere neden olmaktadır.

Kentlerimizdeki taşkınlar gerek altyapıdaki yetersizlikler gerekse, altyapının öngörülemeyecek kadar yüksek olan yağışı kaldıramaması sonucu can kayıplarına ve özellikle mal kayıplarına neden olduğu görülmektedir. Tüm bu nedenlerden dolayı taşkın veya sellerin can ve mal kayıplarına neden olmaması için gerekli taşkın haritalamalarının yapılarak özellikle yapılaşma başta olmak üzere tarımsal alanlarda göz önüne alınarak gerekli önlemlerin alınması gerekli ve önemlidir.

Taşkın haritalamaları yapılırken CBS tabanlı uygulamalar gerek maliyet gerekse zaman açısından tasarruflar sağlamaktadır. Bu nedenle taşkın haritalamaları başta olmak üzere diğer tüm alanlarda, CBS kullanımının önemi gün geçtikçe daha da arttığı görülmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleriyle taşkın, heyelan, gürültü, hava kirliliği, jeolojik sakıncalı alanlar, çığ düşmesi ve buna benzer risk alanlarının belirlenmesi amacıyla mevcut verilerden hareketle mekânsal analizler yapma, bu verilerin işlenmesi ve haritalandırılması yapılabilmektedir.

Bu çalışmada, Şanlıurfa il merkezinde bulunan büyük derelerden; Sırrın, Karakoyun ve Cavsak dereleri ve diğer dereler, CBS yardımıyla oluşturulacak dere ağları esas alınarak olası taşkın alanları belirlenmiş, oluşacak risk gruplarının arazi kullanımları çıkarılmış, konut, sanayi, sağlık, eğitim, sosyo-kültürel tesis, resmi kurum vb. alanların ne kadarının risk altında olduğu ve geçmişte yaşanan taşkın olaylarıyla birlikte değerlendirilmesi, taşkın duyarlılık katmanlarının analize hazır hale getirilmesi ve CBS ortamında karar sisteminin ve duyarlılık haritasının Çok Ölçütlü Karar Analizi, Analitik Hiyerarşi Yöntemine dayalı oluşturulması amaçlanmıştır. Ölçüt katmanlarının hazırlanabilmesi için havzaya ait yağış, jeoloji, eğim, bakı verileri, sayısal yükseklik verileri, arazi kullanım ve akarsulara/drenaj ağına uzaklık haritalardan yararlanılmıştır. Girdi verilerimizin mümkün olduğunca artırılması oluşturulacak olan taşkın haritasının hassasiyetini de artırmaktadır.

Çalışmayla ayrıca Şanlıurfa il merkezi için ÇÖKA analizi yapılarak taşkın alanları belirlenerek, mevcut yapılaşmış alanlarda taşkın nedeniyle gerekli önlemlerin alınması, yapılaşmamış alanlarda ise olası mal kayıplarının önüne geçilmesi sağlanabilecektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Literatür Özeti

Çalışma konusu ile ilgili olarak yapılan bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir:

Moore ve ark. (1991), çalışmalarında, taşkınları mekânsal ve zamansal olarak anlamaya dayalı tahmin etmek ve olabilecek etkilerini analiz etmek için bilgisayar modellemeleri geliştirmişlerdir.

Jaint ve ark. (1995), "taşkın ve sel çalışmalarında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) ve uzaktan algılamanın imkanlarından faydalanılarak üretilen sözel ve sayısal veri tabanına dayalı olarak bugün kullanıcılara birçok kolaylık sunmaktadır. Bunlardan birisi de taşkına ve sele sebebiyet veren etkenlerin nicel olarak belirlenerek, bu nicel özelliklerin CBS yardımıyla, kesin ve güvenilir bir şekilde ortaya çıkarılmasıdır. Bunun yanı sıra CBS, havzalara ait morfometrik özelliklerin ve bunlar dışındaki ilgili verilerin konumsal analizinin izlenmesi ve güncellenmesi anlamında önemli ve etkin bir kullanım alanına sahip olduğu belirtilmiştir.

Akar ve Maktav (2008), Çalışmalarında ArcGIS 9.2 kullanılarak havzadaki coğrafik özellikler esas alınarak ÇÖKA'ya dayalı olarak ayrıca HEC-GeoRAS ve HEC-RAS programları ile geometrik verileri ve taşkın debilerini esas alan hidrolojik modellemeler yapılmıştır. Hidrolojik modellemede 25 yıllık taşkın debileri esas alınarak 10, 50 ve 100 yıllık taşkın debileri hesaplanarak buna dayalı olarak hidroloji modellemede taşkın haritaları oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda hidrolojik modellemenin olası taşkınlar için daha doğru sonuçlar verdiği ancak iki yönteminde birbiriyle örtüştüğü belirtilmiştir. Daha doğru sonuç ve analizler için daha çok veri tabanıyla desteklenmesi gerektiği belirtilmiştir.

Özcan (2008), Sakarya havzasında yaptığı taşkın risk analizi çalışmasında, çok ölçütlü karar verme ve hidrolojik modelleme yöntemini kullanmıştır. Çalışmada

uydu görüntülerinden faydalanılarak gerek ÇÖKA gerekse hidrolojik modellemede kullanılacak arazi modeli ve diğer veriler elde edilmiştir. ÇÖKA'da eğim, sayısal yükseklik modeli, bakı, jeoloji ve arazi kullanımı verileri esas alınmıştır. Hidrolik ve hidrolojik modellemede 28 yıllık taşkın debileri esas alınarak yinelemeli taşkın debileri hesaplanarak HEC-RAS ve HEC-GeoRAS programında analiz çalışması yapılmıştır. Elde edilen sonuç haritalarına bakıldığında ÇÖKA'nın alansal olarak daha fazla alanı riskli gösterdiği, taşkın çalışmalarında uydu görüntülerinden faydalanılarak gerekli güncelleme çalışmalarının yapılabileceği belirtilmiştir.

Özcan ve ark. (2009), Sakarya havzası özelinde yaptıkları çalışmalarında yersel çalışmalar, farklı veri grupları ve uzaktan algılama verilerini coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla modelleyerek taşkın riski altındaki alanların analizini yapmışlardır. Çalışmalarında Hidrolojik Modelleme ve ÇÖKA yöntemlerinin her ikisine dayalı olarak gerçekleştirmişlerdir. Çalışma neticesinde Hidrolojik Modelleme ve ÇÖKA yöntemlerinin sonuç haritaları, risk sınırları esas alınarak karşılaştırılmıştır. Hidrolojik Modelleme yönteminin ÇÖKA'ya göre daha doğru bir netice verdiği ortaya bulunmuştur.

Öztürk (2009), doktora çalışmasında, ÇÖKA ile elde edilen güney marmara havzası sel ve taşkın duyarlılığının doğruluğunu kontrol edebilmek için Basit Ağırlıklı Toplam ve Analitik Hiyerarşi yöntemi ile bulunan analiz sonuçları, yaşanan taşkınların etki alanlarıyla karşılaştırılmış ve daha önce yaşanmış taşkınların etki alanlarının yaklaşık %95'inin her iki yönteme göre de sel ve taşkın duyarlılığı çok yüksek ya da yüksek olan alanlara tekabül ettiği ve bu nedenle her iki yöntemle elde edilen analiz sonuçlarının taşkın envanter verileriyle uyumlu olduğu ve gelecek sel ve taşkınlar için doğru bir fikir verebileceği görülmektedir. Ayrıca afet analizleri hem karmaşık hem de fazla sayıda ölçütün esas alınması gereken konulardır. Çok ölçütlü karar analizi ile birden fazla ölçüt ağırlık oranına göre analize alındığından, klasik yöntemlere oranla daha etkili bir yaklaşım içermektedir. Bu nedenle afet analizleri pek çok araştırmada ÇÖKA'ya dayanan modellerle çözümlenmekte olduğu belirtilmiştir.

Özcan ve Musaoğlu (2010), çalışmalarında, İstanbul Ayamama deresi üzerinde sayısal yükseklik modeli, arazi kullanımı, bakı, eğim ve jeolojik harita ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü verileri kullanılarak çok ölçütlü karar analizine dayalı taşkın haritalaması yapmış ve haritada yüksek taşkın tehlikesi altında bulunan bina sayıları ve sanayi yapıları verilmiştir.

Saral ve Musaoğlu (2011), çalışmalarında bilgi difüzyonu yöntemi ve çok ölçütlü karar verme yöntemi kullanılarak, İstanbul'da Ayamama deresinin taşkın risk analizini yapılmışlardır. Taşkın analizi kapsamında CBS tabanlı analiz yapabilen TRA programı geliştirilmiştir. Geliştirilen programın taşkın başta olmak üzere deprem, heyelan, çığ gibi diğer afetler içinde kullanılması önerilmiş bununla ulusal düzeyde afet duyarlılık haritalarının hazırlanması gerektiği bildirilmiştir.

Batur ve Maktav (2012), çalışmalarında taşkın alanlarının belirlenmesinde uzaktan algılamanın önemi ve kullanılabilirliği üzerinde durulmuş, Meriç Nehri'ni içeren taşkın dönemini de içeren farklı tarihlerdeki uydu görüntülerinden yola çıkılarak ArcGIS programında kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri kullanılarak taşkın bölgeleri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen verilerin DSİ'ye ait verilerle %91 oranında uyuştuğu belirtilmiştir. Sonuç olarak taşkın çalışmalarında uydu görüntülerinin kullanılabileceği ancak bunun için meterolojik koşulların uygun olması gerektiği vurgulanmış ayrıca uydu görüntüleri ve CBS kullanılarak taşkın, askeri alandaki uygulamalarda özellikle uygun yer belirlenmesi çalışmalarında kullanılabileceği belirtilmiştir.

Elsheikh ve ark. (2015), Maleyza Terengganu'da yaptıkları çalışmada yıllık yağış, havza eğimi, drenaj ağı ve toprak türü dikkate alınarak CBS tabanlı çok ölçütlü karar analizi kullanılmıştır. Analiz sonucunda oluşturulan harita taşkın riskini değerlendirmek için değerli bir araç olabileceği belirtilmiş ayrıca karar vermede CBS'nin rolünü gözden geçirmiş ve karar sürecinde birçok kriter için değerlendirme yaklaşımını ana hatlarıyla ortaya koymuşlardır.

Rahmati ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada, İran'daki Yasooj kentinin aşağı akışındaki Bashar Nehri'nin bir kısmı için CBS modeli kullanılarak sel tehlikesi potansiyeli olan bölgeler haritası, deşarj kanallarına uzaklık, arazi kullanımı, yükseklik ve arazi eğimi dâhil olmak üzere dört parametre kullanılarak CBS çerçevesinde taşkın tehlike haritalandırması yapılmış ayrıca HEC-RAS hidrolik modeli, kanalın kesit geometrisi, Manning'in pürüzlülük katsayıları ve model girişi olarak pik deşarjları kullanılarak taşkın alanları simüle etmek için kullanılmıştır. Hem sel tehlikesi zoning haritası hem de 50 ve 100 yıllık taşkınlar haritası kaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Araştırmanın sonucu, ÇÖKA'nın taşkın tehlikesi zonlama haritasının oldukça güvenilir olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, AHP ve GIS tekniği, sel kapsamı için oldukça güvenilir bir tahmin yapmayı vaat etmektedir ve özellikle verisi olmayan bölgelerde taşkın tehlikesi potansiyelinin değerlendirilmesi için önerilebileceği bildirilmiştir.

Yılmaz (2015), "Çorum ili taşkın tehlikesinin analitik hiyerarşi yöntemi kullanılarak incelenmesi" adlı yüksek lisans tezi çalışmasında, çok ölçütlü karar analizine dayalı analitik hiyerarşi yöntemini kullanarak çorum ilinde yaptığı çalışmada, mevcut taşkınlar ve çalışma sonucunda ortaya çıkan taşkın duyarlılık haritası karşılaştırılmış ve tehlike haritasının tarihi taşkınlarla uyum gösterdiği belirlenmiş ve böylece tehlike haritasının gelecekteki muhtemel taşkınlardan etkilenme ihtimali olan sahalar hakkında gerçekçi bir yaklaşım sunduğu kanaatine varılmıştır.

Toprak (2015), yüksek lisans çalışmasında çok ölçütlü karar analizine dayalı olarak eğim, arazi kullanımı, bakı, toprak, jeoloji, yükselti, bitki örtüsü vb. taşkın ve sel üzerinde etkili olan özellikler esas alınarak gerekli kriter ağırlıkları verilerek risk bölgelemeleri oluşturulmuş ve taşkın bölgelemesinde akarsuyun taşkın yatağının risk açısından yüksek riskli olduğunun ortaya çıktığı belirlenmiştir.

Selçuk ve ark. (2016), çalışmalarında çok kriterli karar analizinin doğal afetlere karşı güvenilir ve sağlıklı bilgilerin elde edilmesine olanak sağladığı ve bu kapsamda üretilen duyarlılık modelinin, özellikle yüksek duyarlı alanlarda, taşkına karşı

yapılacak olan uygulamaların çok daha planlı ve sağlıklı bir şekilde yürütülmesinde önemli rol oynayacağı, gerekli veri yetersizlikleri giderilerek modelin güncellenmesi ve sağlıklı değerlendirmenin yapılabileceğinin mümkün olduğu, oluşturulan modelin taşkın afetlerinde ilk aşamada kurumlarca kullanılması gerektiği ve güvenilir akış ve yağış verileri ile birlikte çok daha güvenilir tehlike modellerinin oluşturulmasının sağlanabileceği belirtilmiştir.

Oğuz ve ark. (2016), çalışmalarında Artvin il ölçeğinde çok ölçütlü karar verme yöntemine göre yaptıkları çalışmada alanlara ait arazi kullanım, eğim, toprak, jeoloji, bakı, akarsuya olan uzaklık ve maksimum yağış haritaları CBS ortamında ÇÖKA yöntemine göre derecelendirilmesi yapılmış ve yine CBS ortamında taşkın risk haritası belirlenmiştir. Elde edilen risk haritasına göre, "Çok Yüksek" ve "Yüksek" taşkın riskine sahip alanların yerleşim bölgesi üzerinde kaldığı ve bu alanların olası bir taşkında zarar görme olasılığı en yüksek yerler olduğu ve çalışma alanının denize yakın kesimlerinde, eğimin düşük, yağışın fazla ve tarım alanlarının yaygın olduğu yerlerde taşkın riskinin daha yüksek olduğu, sonraki çalışmalarda hidrolojik modellemelerinde çalışmaya dâhil edilmesinin daha doğru sonuçlara ulaştıracağı belirtilmiştir.

Özcan (2017), çalışmasında, taşkın yerlerinin belirlenmesi ve riskin ortaya konulması için uygulanacak hidrolojik modelleme ve çok kriterli karar verme yöntemlerinin benzer sonuçlar ortaya koyduğu ancak aralarında temel farklılıkların bulunduğunu, çok kriterli karar verme yöntemi uygulanırken havzanın fiziksel özelliklerinin esas alındığını ancak hidrolik modellemede daha çok akarsu yatak geometrisi özellikleri esas alındığını belirtmiştir. Hidrolik modellemenin avantajının gelecekteki olabilecek taşkın afetlerinin modellemesine imkan tanıdığını, bu iki yönteminde güvenilir ve daha doğru neticeler verebilmesi daha çok veriyle desteklenmesi gerektiğini belirtmiştir.

Meena ve Gupta (2017), Hindistanda Bengaluru'da Vrishabhavathi vadisi havzasında, AHY, CBS ve uzaktan algılama teknikleri kullanılarak Bengaluru kentinde kentsel taşkın alanlarının haritalanması ve mekânsal analizine

odaklanmıştır. Mevcut çalışmanın, kentsel sel felaketi yönetimi için gerekli bölgeleri tanımladığı ve çalışmanın aynı zamanda sürdürülebilir kentsel taşkın yönetimi için çalışma alanındaki gelecekteki kentsel sel projelerini planlamaya da yardımcı olabileceği belirtilmiştir. Tahmin edilen taşkın bölgelerinin, bilinen taşkın eğilimli konum verileriyle bir uyum içinde olduğu bulunmuştur.

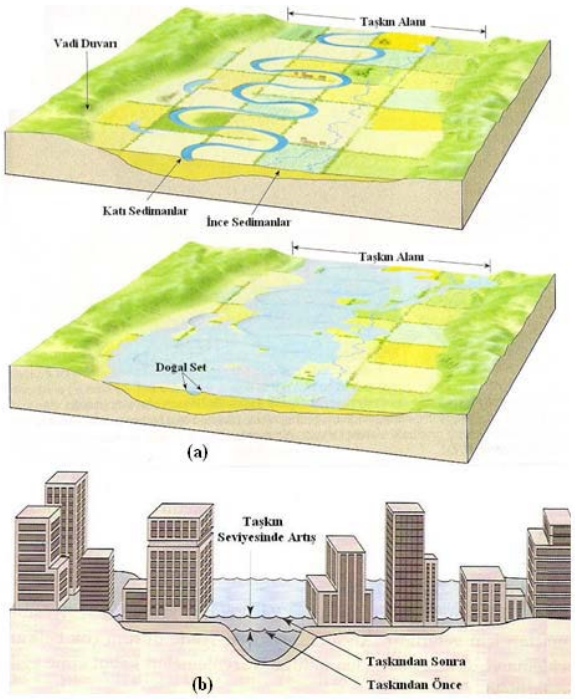
Roslee ve ark. (2017) Malezya'da Sabah kentindeki Penampang bölgesinde yaptıkları çalışmada; yağış, eğim değişimi, yükseklik, drenaj yoğunluğu, arazi kullanımı, toprak dokusu, eğim eğrileri ve akış birikintisi verileri kullanılarak taşkın potansiyeli analizi haritası çok kriterli değerlendirmeye dayalı olarak yapılmıştır. Çok kriterli değerlendirme ve CBS tekniklerinin potansiyel risk alanlarını haritalamada güçlü bir araç olduğu belirtilmiştir. Geliştirilen modelin danışmanlık, planlama ajansları, yerel yönetimlere tehlike ve risk yönetiminde, arazi kullanımında, planlamada, hasar tahminlerinde, iyi yönetişim ve riskleri azaltmak için çok değerli bir kaynak olacağı vurgulanmıştır.

Seejata ve ark. (2018) Tayland'ın Sukhothai ilinde yaptıkları çalışmada; yağış miktarı, eğim, yükseklik, akarsu yoğunluğu, arazi kullanımı ve toprak geçirgenliği verileri kullanılarak CBS ortamında analitik hiyararşi yöntemi kullanılarak taşkın haritalaması yapılmıştır. AHP kullanılarak üretilen sel alanı sonuçları, Jeo-Bilişim ve Uzay Teknolojisi Kalkınma Ajansı'nın aktif sensör uydu görüntüleri kullanılarak gözlenen sel ölçüsüyle karşılaştırıldığında aynı bölgeleri ortaya çıkardığı tespit edilmiştir. Ayrıca, göreli önem faktörlerinin ağırlığı, ilgili faktörlerin değişmesi nedeniyle esnek bir şekilde revize edilmesi gerektiği belirtilmiştir.

2.2. Taşkın

Taşkın; nehir/akarsu yatağındaki mevcut su miktarının, havzaya düşen yağmur ve/veya kar erimesi sonucunda hızla artması ile yatak etrafında yaşayan canlılara, arazilere, mal ve mülke zarar vermesi olayıdır (Gürer, 1992). Taşkınlar farklı şekillerde ortaya çıkabilir bunlar; akarsu taşkınları, şehir ve kıyı taşkınları ve dağlık alan taşkınları gibi alt başlıklarda toplanabilir. Türkiye için en sık görülen ve en etkili türü akarsu taşkınlarıdır. Küresel iklim değişikliğinin etkisiyle önümüzdeki yıllarda

özellikle şehir ve kıyı taşkınlarının meydana gelmesi artacaktır. Bir akarsu yatağı veya dere yatağında debi normalinden fazla artarsa su artık nehir veya dere yatağına sığmayacak ve topoğrafik olarak daha diğer alanlara taşacaktır (Şekil 1). Bunun sonucunda akarsuyun veya derenin taşan kısımlarında bulunan yerleşimler, tarım alanları ve diğer alanlar sular altında kalacak ve önemli ölçüde can ve mal kaybına sebep olacaktır.



Şekil 2.1. Nehir taşkınlarının (a) arazide (Tarbuck ve Lutgens, 1984) ve (b) şehirde şematik gösterimi (Keller, 1979)

2.2.1. Taşkınların oluşumunu etkileyen faktörler

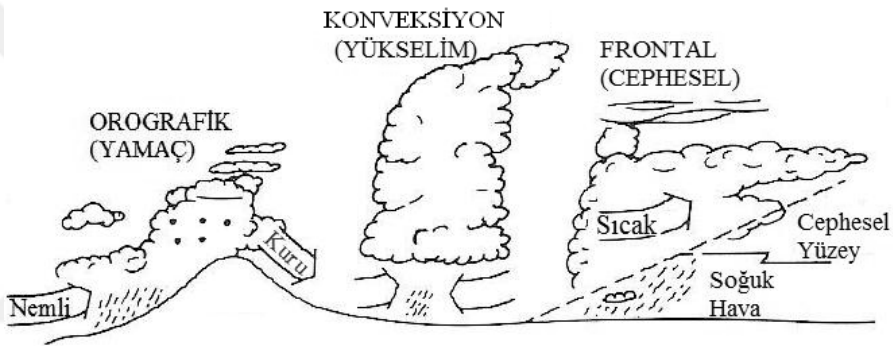
2.2.1.1. Taşkınları oluşturan doğal faktörler

a) İklim faktörleri

Taşkınlara sebebiyet veren doğal faktörlerin başında iklim parametreleri gelmektedir. Bu parametreler; yağışlar, sıcaklık ve bunlara göre daha az etkili olan buharlaşma, rüzgâr, nem ve basınç olarak sınıflandırılabilir. Yağışların şekli, şiddeti,

süresi vb. özellikleri taşkın oluşumunu, süresini ve taşkının etkisini etkileyen etmenlerdir.

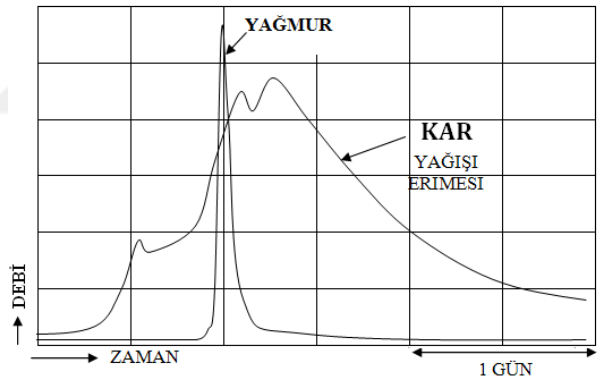
Taşkınları oluşturan yağışlar, yağmur, kar ve dolu olabilir. Yağışın taşkına etkisi yeryüzüne düştüğü an değil, akışa geçtiği an başlamaktadır. Şekil 2.2'de görüldüğü gibi taşkına sebep olabilecek şiddetli yağışlar, genellikle farklı hava kütlelerinin karşılaşım alanlarında görülen cephesel (frontal) yağış, nemli havanın bir dağ yamacına çarparak yukarıya doğru çıkması ve soğuması neticesinde oluşan orografik (yamaç) yağışları ve ısınan havanın yükselerek soğuması sonucu oluşan konvektif (siklonik-yükselim) yağışlardır (Bedient ve Huber, 1992).



Şekil 2.2. Yağışın oluşum şekilleri (Bedient ve Huber, 1992)

Şiddetli yağışlar, havzaya düşen su miktarının normalden fazla olması ve oluşturduğu akım debisinin yatağın taşıma kapasitesinin üzerinde bulunması, yatak çevresindeki can ve mal kayıplarının daha sık şekilde meydana gelmesine neden olmaktadır. Doğal olarak, yağışların şiddetinin yanı sıra süreleri de taşkınların oluşmasında önemli bir yere sahiptir. Yağış süreleri, yağış miktarları fazla olan bölgelerde, kurak iklim bölgelerine göre daha uzundur. Sabit şiddetteki bir yağışın süresi arttıkça, meydana getireceği taşkın da büyüyecektir. Drenaj alanının büyüklüğü, akımın toplanma zamanı, nehir kanallarının çatallanma oranı gibi diğer özelliklerine bağlı olarak, bir süre sonra dengeye ulaşır ve artık yağışın süresi sonsuzda olsa, taşkının hacmi büyümesine rağmen pik değerinde değişme görülmez.

Hidrolik hesaplar, pik (maksimum) değer olan debi değerine göre yapılır ve taşkın anında oluşabilecek su yüzü profilleri tespit edilir. Özellikle dağlık kesimlerde hızlı kar erimesi sonucu oluşan kuvvetli akışlar, drenaj sisteminin yeterli olmadığı durumlarda büyük taşkınlara neden olmaktadır. Yağmurlardan meydana gelen taşkınlarla, kardan meydana gelen taşkınlar arasındaki en önemli fark, oluşturacakları hidrografların (debinin zamanla değişimini gösteren grafik) özelliklerinde gizlidir (Şekil 2.3). Yağmurdan meydana gelen taşkın hidrografında tepe noktası yani debinin maksimum olduğu değer yüksek, taşkın pikinin oluşma süresi kısayken, kardan meydana gelen taşkın hidrografında pik değerin oluşma dönemi daha uzun zamana dağılmıştır. Yağmurdan meydana gelen akımlar aniden yüksek miktarda debilerin oluşmasına neden olsa da, kar erimesinden oluşacak akımların hacimleri çok daha büyüktür. Eğer bu iki durum beraber oluşuyorsa (şiddetli yağmur + hızlı kar erimesi durumu) ve yan kollardaki seviyeler bu sebepten aynı anda yükseliyorsa, mansapta oldukça tehlikeli taşkınlar meydana gelecektir (Linsley ve ark. 1983)



Şekil 2.3. Aynı havzada meydana gelebilecek farklı taşkın hidrografları (Linsley ve ark,1983)

Dolu yağışının oluşturacağı taşkınlar ise; dolunun erime hızıyla ilgili olarak değişmektedir. Bunu etkileyen faktör ise ortamın sıcaklığıdır. Kara nazaran daha hızlı bir erime oluşacağından yüzey akışı daha fazla olacak ve taşkına, eşit miktarda yağdıkları durumda oransal olarak kardan daha fazla etkisi olacaktır.

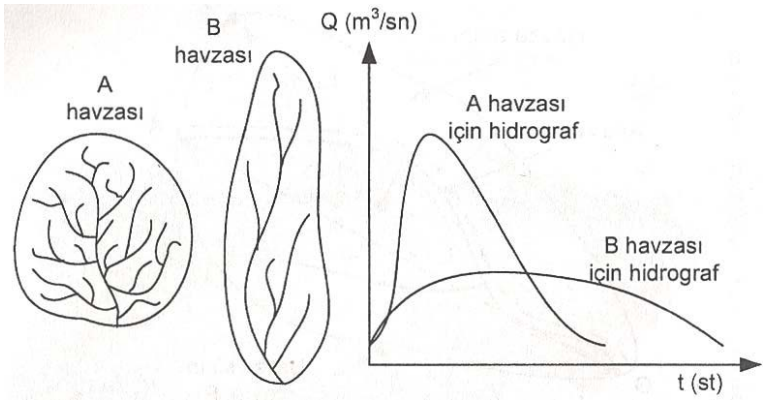
Taşkına etki eden diğer bir iklim faktörü de sıcaklıktır. Taşkın anındaki sıcaklık değişimi oluşacak yağışın türünü etkileyeceğinden meydana gelecek olan taşkın hidrografına etki etmektedir. Sıcaklık 0ºC'nin altına düştüğünde yağış türü

genellikle kar olacaktır. Sıfırın üzerine çıktığında da dolu veya yağmur şeklinde olacaktır. Bu nedenle sıcaklık, oluşacak taşkın hidrografının şekline etki edecek ve özelliklerini tamamen değiştirecek, böylece akışa geçecek olan miktarı doğrudan etkileyici bir faktör olacaktır.

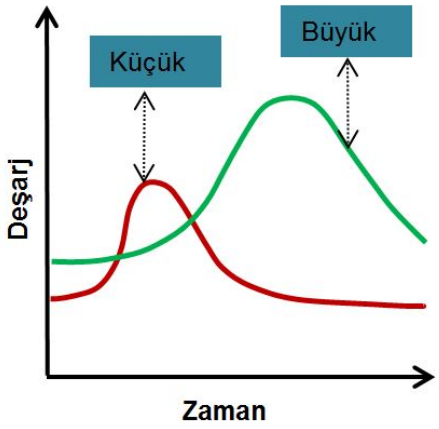
Taşkını etkileyen bir diğer iklimsel faktör rüzgârlardır. Rüzgâr özellikle karın erimesindeki etkisiyle taşkını hızlandırmaktadır. Bunların yanı sıra basınç, nem gibi etkenler de taşkını dolaylı olarak etkiler.

b) Drenaj alanının şekli ve büyüklüğü

Drenaj alanının şekli, oluşacak taşkının pike ulaşma süresini ve debisini etkileyen doğal faktörlerden birisidir. Havzanın mansabında meydana gelecek bir taşkının hidrografi incelenirse, alanları aynı olan iki drenaj alanından, kısa ve tıknaz drenaj alanında taşkının toplanma zamanı daha kısa, ince uzun drenaj alanında ise daha uzundur. Kısa ve yuvarlak özellikteki havza alanında taşkın debisinin pik değere varış süresi daha kısa olacaktır, uzun drenaj alanında taşkın debisi havzanın çıkışına daha geç ulaşacağı için maksimum değeri daha küçük olur (Şekil 2.4). Drenaj alanının çok büyük olması da debinin büyüklüğünü ve taşkın hacmini arttırmaktadır (Usul, 20018).



Şekil 2.4. Drenaj alanı şeklinin hidrografın şekline etkisi (Usul, 2008)



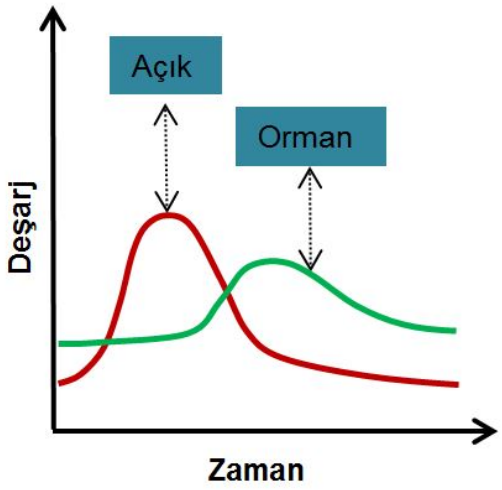
Şekil 2.5. Drenaj alanı büyülüğü deşarj ilişkisi

c) Zeminin doygunluğu

Zeminin suya doygunluğu bir diğer etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Eğer önceki yağışlardan dolayı zemin yeterince nem doygunluğuna ulaşmış ise, yağan yağış süzülmeyecek ve akışa geçecektir. Örneğin, sıcak ve az yağışlı bir sonbahar geçiren bir yerde, ilkbahardaki kar ve yağmur erimesi sonucunda akışa geçen su az olacak, doygunluk derecesi düşük olan zemin içerisine daha fazla süzülme meydana gelecektir. Buna karşın, sonbaharın serin ve yağışlı geçmesi durumunda ise yüzey akışı daha fazla olacak ve zeminin doygunluğu, taşkınlar açısından olumsuz bir faktör olarak ortaya çıkacaktır (Gürer, 1998).

d) Bitki örtüsü

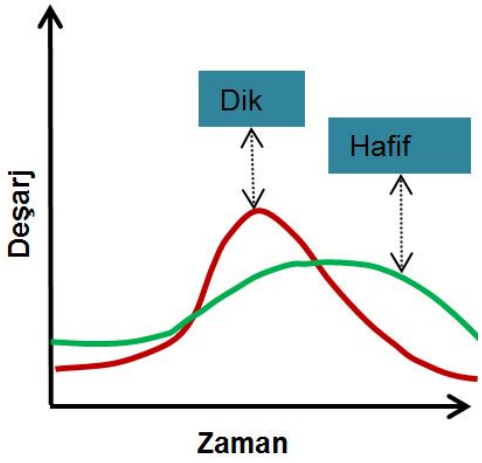
Bitki örtüsü akmayı yavaşlatır ve sel baskınına engel olabilir. Ancak, bitki örtüsü bulunmadığı zaman, suyun durmasını önlemek için çok az şey vardır. Topoğrafyadaki bitki örtüsü varlığı ve çeşidi akışa geçen suyu yavaşlatan ve zemin içindeki suyu bünyesine alarak azaltan, bu amaçla taşkınların etkisini azaltılmada kullanılabilecek önemli bir faktördür. Yağış havzasında bitki örtüsünün azlığı durumunda yer altına süzülme az olacağından akışa geçen miktarın fazla olmasına ve nehir yatağının taşmasına neden olacaktır.



Şekil 2.6. Bitki örtüsü deşarj ilişkisi

e) Eğim

Eğim suyun zemine süzülme miktarı üzerinde önemli bir etkisi vardır. Dolayısıyla eğimle süzülme arasında doğrusal olmayan bir ilişki söz konusudur. Eğim arttığında süzülmede azalma söz konusu olacaktır. Buda nehir yatağına ulaşacak su miktarını artırıcı etki yapar. Eğimli arazilerde taşkın olaylarını önleme amaçlı araziler eş yükselti eğrilerine paralel olarak sürülmeli veya teraslanmalıdır. Şekil de görüldüğü üzere vadinin kenar dikliği ile deşarj arasındaki doğrusal bir ilişki söz konusudur. Dik vadilerde deşarj daha fazla ve erken olurken hafif eğimli vadilerde deşarj daha geç ve az olmaktadır.



Şekil 2.7. Vadi eğimi deşarj ilişkisi

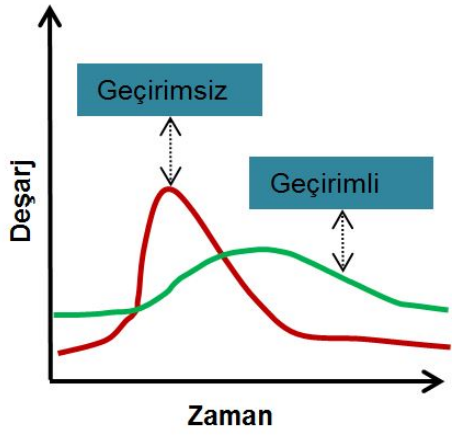
f) Deniz seviyesinden yükseklik

Deniz seviyesinden yükseklik, yağışın hangi oranda yağmur veya kar olacağı konusunda önemlidir.

g) Drenaj alanının depolama kapasitesi

Drenaj alanının zemin yapısı yani jeolojik durumu da taşkında önem arz etmektedir. Geçirgen kayaçlar suyun gözeneklerden ve çatlaklardan geçmesine izin verirken, geçirimsiz kayaçlarda bu gerçekleşmez. Eğer bir vadi geçirimsiz kayalardan oluşuyorsa, yüzey akışında bir artış olduğu için daha yüksek bir taşma ihtimali vardır. Zeminin geçirimlilik katsayısı zeminin su tutma kapasitesini önemli derecede etkiler. Drenaj alanında bulunan boşluklarda yapılacak yüzey depolamaları taşkın debisinin pik değerinde önemli ölçüde düşüşe neden olacaktır. Sonuç olarak havza depolaması hem yüzey üzerindeki çukurlarda oluşabilirken, hem de yer altı sularında depolanabilir veya yüzey altı akış ile farklı bir bölgeye transfer edilebilir.

Bunların dışında akarsu kollarının sıklığı, yatağının şekli, yeraltı akiferinin kapasitesi, zeminin killi veya geçirimli bir malzemeden oluşması de taşkını etkileyen doğal faktörlerdendir. Sızma kapasitesi yüksek olan zeminlerde taşkın olma riski daha düşüktür. Şekil 2.8'de zemin durumunun geçirimli veya geçirimsiz olması durumuna göre deşarj durumu verilmektedir.



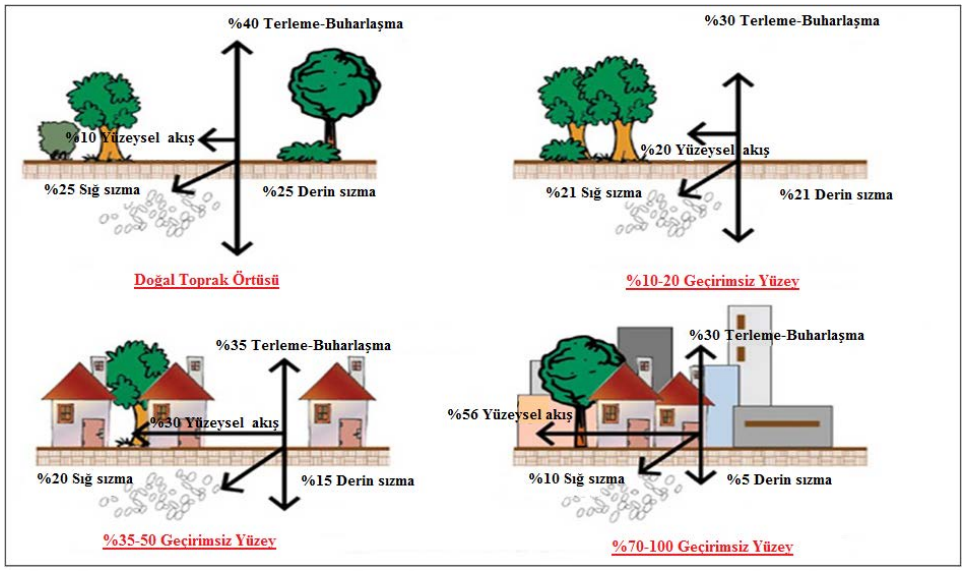
Şekil 2.8. Zemin durumu deşarj ilişkisi

2.2.1.2. Taşkınları oluşturan insani faktörler

Taşkın olayının oluşmasında doğal faktörlerin dışında insan etkisinin de önemi büyüktür. Doğal meteorolojik ve jeolojik şartlar oluşmadığı durumda taşkın beklenmez. Dereler ve akarsular üzerinde yapılan müdahaleler, taşkının afete dönüşmesine sebep olan en önemli etkendir. Örneğin; taşkın yatağına yapılan kontrolsüz yerleşimler, havzanın memba bölgelerindeki izinsiz kentleşme ve bunun doğal sonucu olarak orman ve bitki örtüsünün yok edilmesi, hatalı arazi kullanımı gibi faaliyetler bu müdahalelerdendir (Gürer, 1996).

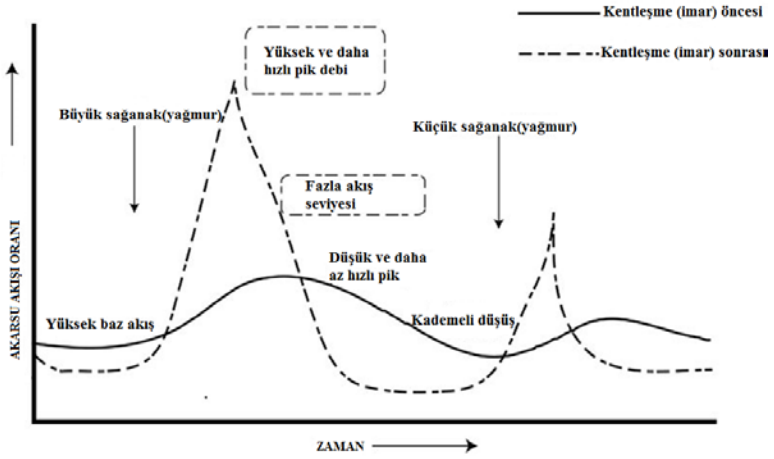
a) Kentleşme

Şehirlerimizin çoğu, çoğunlukla beton ve diğer geçirimsiz malzemelerden yapılmıştır. Kentleşme sırasında, bitkilendirilmiş ve açık orman alanları dâhil olmak üzere geçirgen alanlar, genellikle geçirimsiz yüzey alanlarının artmasına neden olan arazi kullanımlarına dönüştürülerek, artan akış hacmi ve kirletici yükleri elde edilir (EPA, 1993). Normalde yer altına sızması gereken yağışın büyük bölümü yapılaşmadan dolayı direk akışa geçecektir. Şekil 2.9'da doğal toprak örtüsü olan yerde; yeraltına geçen su miktarı %50, akışa geçen %10 ve buharlaşma %40, %10-%20 arasında geçirimsiz yüzeyli bir yerde; yeraltına geçen su miktarı %42, akışa geçen %20 ve buharlaşma %30, %35-%50 arasında geçirimsiz yüzeyli bir yerde; yeraltına geçen su miktarı %35, akışa geçen %30 ve buharlaşma %35 ve %70-%100 arasında geçirimsiz yüzeyli bir yerde; yeraltına geçen su miktarı %15, akışa geçen %56 ve buharlaşma %30 olduğu görülmektedir. Baktığımız zaman yapılaşma arttıkça hem yeraltına geçen su miktarında hem de akışa geçen su miktarında ciddi oranda değişmeler görülmektedir.



Şekil 2.9. Yağmur suyu yönetimi ve şehirleşme (EPA, 1993)

Kentleşmenin getirdiği birçok değişiklik, akış kalıplarını karakteristik şekillerde değiştirme eğilimindedir. Şekil 2.10'da, havza kentleşmesinden önce ve sonra bir akış için tipik hidrografları (zamana karşı akış hızı) göstermektedir. Hidrograf, doğal peyzaj koşullarına kıyasla, kentleşmiş havzaların daha yüksek tepe akış hızını vurgulamaktadır. Hidrograf eğrilerinin altındaki alan, kentleşme durumu için önemli ölçüde daha büyük olan toplam akış miktarını temsil eder. Ek olarak, daha fazla geçirimsiz yüzey bulunduğunda, yağış ve akış miktarı arasında genellikle daha az gecikme olur. Yağmur suyu drenaj şebekesinin mühendislik yapısı, kentleşme havzalarının drenaj yoğunluğunu da her zaman arttırır (Graf, 1977).



Şekil 2.10. Kentleşmenin dere hidrolojisinde oluşturduğu değişiklikler (Schueler, 1992)

b) Orman ve bitki örtüsünün yok edilmesi

Orman ve bitki örtüsündeki azalma toprağın su tutma kapasitesinin azalmasına neden olmakta birlikte ayrıca erozyonu da beraberinde getirmektedir. Bitki örtüsünün yokluğu beraberinde akışa geçen su miktarını artıracak ve bu su beraberinde toprağı da sürükleyerek derelerin kapasitesinin azalmasına, köprü ve menfezleri tıkayarak taşkın riskini artırmaktadır.

c) Baraj yıkılması

İnsanlar tarafından inşa edilen barajlar, tasarlama aşamasında taşkın kontrolü için yeterli hacim bırakıldığı takdirde, taşkın kontrolünün sağlanması için büyük önem taşımaktadırlar. Gelen taşkın, barajlarda depolanır ve maksimum değeri düşürülüp taban süresi uzatıldıktan sonra, zaman kazanılarak mansaba iletilmektedir. Yani taşkın ötelenmesi gerçekleştirilir. Barajlar, nehir yatağında gelen sedimenti de tutarak mansapta daha düzenli akım şartları oluşmasını sağlamaktadır.

Barajlarda, borulanma (dolgunun sızma ile mukavemetini kaybedip su ile birlikte harekete geçmesi) ve suyun baraj üzerinden aşması veya savaş durumunda barajın bombalanması gibi olaylardan meydana gelebilecek yıkılmalarla da karşılaşılabilir. Bu durumda büyük depolamaya sahip olacak barajın veya yüksek bir tersip bendinin mansabındaki yapılar ve tarım arazileri ciddi şekilde taşkın tehlikesi altında kalacaktır.

d) Yanlış arazi kullanımı

Yanlış arazi kullanımı da taşkını artıran etmenlerdendir. Özellikle eş yükselti eğrilerine paralel sürülmemesi, teraslanmaması, bitkilerin ekilişinde düzgün sıralama yapılmaması, tarım alanlarının nadasa bırakılması gibi arazi kullanım örnekleri de taşkının zararlarını arttırıcı yönde etki gösterirler.

2.2.2. Taşkın zararları

Taşkın zararları, birincil yani doğrudan meydana getirdiği zararlar ile ikincil zararlar olarak iki grupta incelenebilir.

Taşkınların meydana getirdiği birincil zararların en önemlisi can kaybıdır. Bunun yanı sıra binaların yıkılması, hayvanların telef olması, eşyaların kullanılamaz hale gelmesi büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Ayrıca içme suyu şebekelerinde oluşacak tahribatlardan dolayı ortaya çıkan kirlenme sorunu ile içme suyunun kullanılamaması ve köprü, menfez gibi yapıların kullanılamaması dolayısıyla taşkın bölgelerine erişimin kesilmesi taşkınların doğrudan oluşan diğer zararlarındandır.

Taşkınların ikincil zararları olarak; insanların kaybettikleri varlıklarından ötürü sosyo-ekonomik olarak yaşadıkları sıkıntılar (insanların işsiz kalması, sigorta ücretlerinin artması, vb.), doğal yaşamın etkilenmesinden dolayı oluşan erozyon ile verimli toprakların kaybedilmesi buna bağlı olarak ilerleyen dönemlerde kuraklık oluşması, taşkın sonrası oluşabilecek salgın hastalıklar vb. örnek olarak verilebilir.

Taşkınlar ve oluşan erozyon ile görülen sediment hareketleri, özellikle taşkından etkilenen yerleşim ve tarım alanlarında daha büyük tahribatlar meydana getirmekte ve bu sahaların gelirinin azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, uzun uğraşlarla ve yüksek maliyetlerle yapılan barajların ölü hacimleri artmaktadır. Barajların ekonomik ömürlerinin azalmasının yanı sıra, her yıl milyonlarca m^3 verimli toprak denize taşınarak tarım arazileri çoraklaşmaktadır.

2.2.3. Taşkınlara karşı alınabilecek önlemler

Taşkınlar sonucunda meydana gelecek zararlar, su altında kalan alanların miktarına ve debiye bağlıdır. Taşkınların zararlarını önlemek için alınacak önlemler yapısal taşkın önlemleri ve yapısal olmayan taşkın önlemleri olmak üzere iki başlıkta toplanabilir (Beyazıt ve Önöz, 2008).

2.2.3.1. Yapısal taşkın önlemleri

Yapıların, yerleşmelerin taşkınlardan etkilenmemesi için seddeler, bentler, derivasyonlar, biriktirme (baraj) hazneleri, yatak düzenleme yapıları ve ayrık sistem kanalizasyonlar vb. gibi önlemler sıralanabilir.

2.2.3.2. Yapısal olmayan taşkın önlemleri

Taşkınlar, yalnızca taşkın suları insan faaliyetlerine müdahale ettiğinde bir problem olduğundan, yapısal olmayan yaklaşımlar insan davranışlarını değiştirmeye yöneliktir. Yapısal olmayan teknikler olarak taşkın yatağı yönetimini, dere koridor koruması, yağmursuyu yönetimi, havza yönetimi, taşkın uyarı sistemleri, taşkın yataklarının rekreasyonel amaçlı kullanımı, taşkın yataklarında yerleşimin önüne geçilmesi, yanlış arazi kullanımına bağlı erozyon ve taşkınla gelebilecek sediment kontrolünün sağlanması, taşkın sigortası, vb. önlemler sayılabilir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma alanı

Çalışma alanının batısında Gaziantep, doğusunda Mardin, kuzeybatıda Adıyaman, kuzeydoğuda Diyarbakır ve güneyinde Suriye'ye sınırı bulunmaktadır.

Şanlıurfa'nın en büyük kara sınırı 789 km ile Suriye'dir. Yüzölçümü 18.584 km^2'dir. Verimli tarımsal ovaları çoğunluktadır. Bunların başında da Harran ovası gelmektedir.

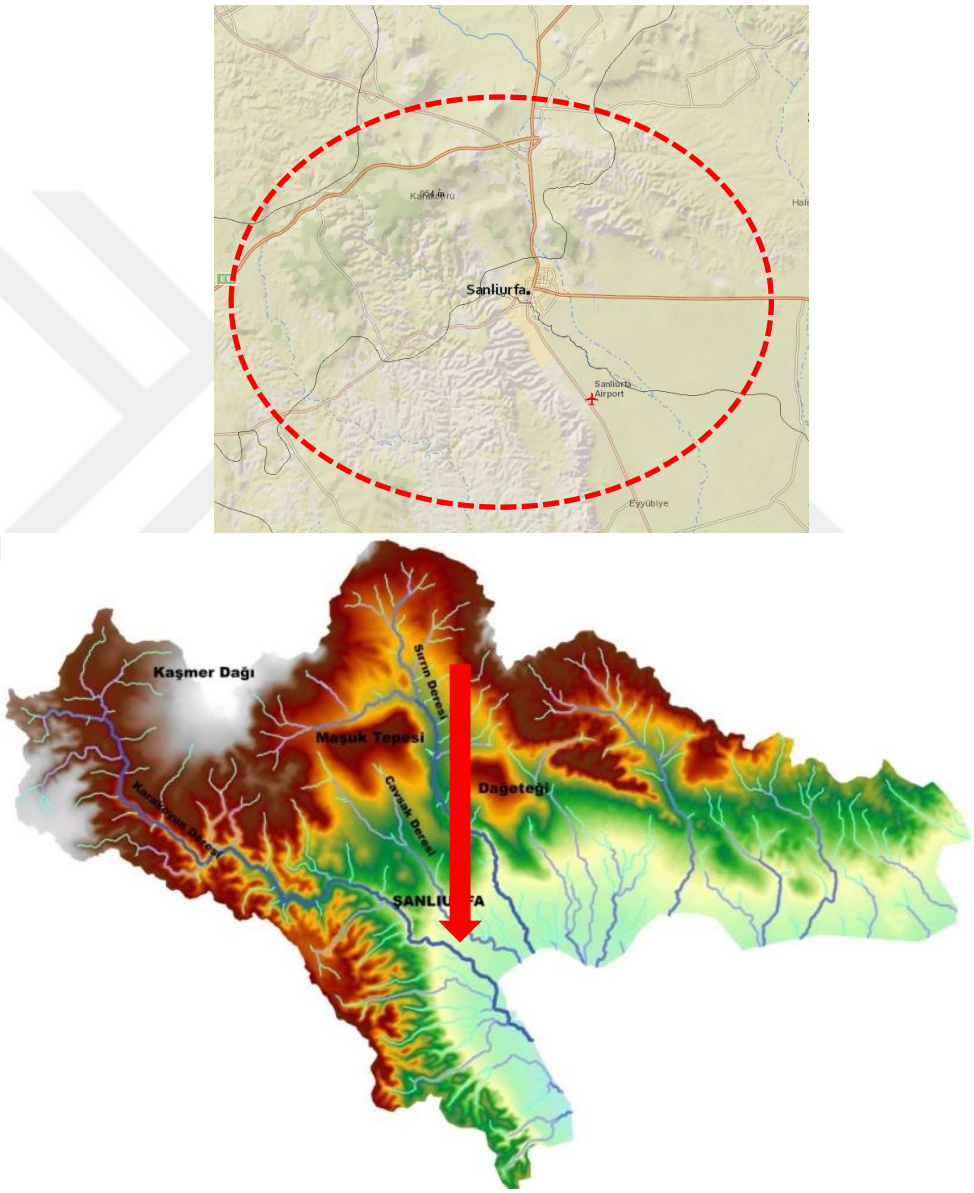
Şanlıurfa iklimine baktığımızda karasal iklim özelliği hakimdir. Yazları sıcak ve çok kurak, kışları yağışlı, kısmen ılıman geçmektedir. Bazı iklimsel verilere baktığımızda en yüksek sıcaklık 46.8 ^{0}C ile Temmuz ayında, en düşük sıcaklık is -12.4 ^{0}C ile Şubat ayında gerçekleşmiştir. Aylık toplam yağış miktarı ortalaması en yüksek 87.3 mm ile Ocak ayında, en düşük ise 0.6 ile Temmuz-Ağustos aylarında gerçekleşmiştir. Günlük toplamda en yüksek yağış miktarı 02.01.1960 yılında 119.5 mm, günlük en hızlı rüzgar 10.12.1964 yılında 104.4 km/sa ve en yüksek kar 25.01.1968 yılında 29 cm'dir (MGM).

Tarım ve Orman Bakanlığı'nın CORINE (Çevresel Verilerin Koordinasyonu Projesi)'ye göre 2012 yılı itibariyle Şanlıurfa'nın yüzölçümünün %1,62'ini yapay alanlar, %70,64'ünü tarımsal alanlar, %26,01'ini orman ve yarı doğal alanlar, %0,01'sını sulak alanlar, %1,73'ünü su yapıları oluşturmaktadır.

TÜİK verilerine göre Şanlıurfa'nın 2017 nüfusu 1.985.753 kişi, kent merkezinin nüfusu ise 921 bin 978'dir.

Bu çalışmada, Eyyübiye, Haliliye ve Karaköprü Merkez ilçe sınırları içerisinde bulunan büyük derelerden; Sırrın, Karakoyun ve Cavsak dereleri ve diğer dereler

esas alınarak ÇÖKA'ya dayalı, Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanılarak CBS yardımıyla olası taşkın alanları belirlenmiş, oluşacak risk gruplarının arazi kullanımları çıkarılacak, konut, sanayi, sağlık, eğitim, sosyal tesis, kültürel tesis, resmi kurum vb. alanların ne kadarının risk altında olduğu taşkın duyarlılık katmanlarının hazırlanması bu doğrultuda yeni planlama anlayışında göz önünde bulundurulması gereken hususların tespiti yapılmıştır.



Şekil 3.1. Çalışma alanı

3.1.2. Kullanılan Veri ve Yazılımlar

Çalışmada verilerin işlenmesi normalleştirme ve AHY ile ÇÖKA yapılabilmesi için Netcad 7.6, ArcGIS 10.0 yazılımları kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler ve detay bilgileri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan veriler ve detay bilgileri

Veri	Ölçek/Çözünürlük	Kaynak
DEM (Digital Elevation Model)	-/25m	Avrupa Birliği-Copernicus
Yağış verileri		MİGM
Jeoloji	1/100.000-1/25.000	MTA Genel Müdürlüğü
Arazi kullanımı/örtüsü	1/1000	Avrupa Birliği-Copernicus

Çalışmaya ilişkin DEM verisi olarak Avrupa Birliği programı olan ve farklı birçok paydaşı içeren Copernicus programının verisi kullanılmıştır. Verinin çözünürlüğü 25 m'dir.

ArcGIS programında çeşitli analiz ve sınıflandırmalar yapılabilir ve yüzey analizlerini Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) yüzey verisi kullanarak çeşitli mekânsal analizler sayesinde başka veri setleri oluşturulabilir. Ayrıca üretilen yeni veri setleri kendi başlarına kullanılabilmekle beraber, başka analizler için de girdi sağlayabilir. Başlıca yüzey analizleri olarak eğim (slope), bakı (aspect), eş değer eğrisi (contour), rölyef (hillshade), görünürlük (viewshed), yükseklik analizleri sıralanabilir. Ayrıca jeolojik durum, yağış, arazi kullanımı haritaları kullanılabilir hâle getirilecektir. Jeoloji haritaları MTA(Maden Tetkik Arama) verisi olan 1/25000 ölçekli haritaları kullanılmış ve gerekli yerlerde düzeltmeler yapılarak kullanılabilir hâle getirilmiştir.

Arazi kullanımı haritası 2012 CORINE görüntüsü esas alınarak gerekli güncellemeler için gerek uydu görüntüsü gerekse 2014 yılında üretilen ortofoto haritası kullanılmış ve gerekli sınıflamalar oluşturulmuştur.

Çalışmamda kullanılan parametreler yükseklik, eğim, bakı, jeoloji, yağış, arazi kullanımı ve derelere uzaklık verileri kullanılmıştır. Altlık veriler hazırlandıktan sonra vektörel olan veriler analiz edilebilir raster formatına dönüştürülmüştür.

3.2. Yöntem

3.2.1. Çok ölçütlü karar analizi

Karar verme, birden çok seçenek arasından bir ya da daha fazla ölçüte ve kısıtlara göre seçim yapılması (Maier ve Taber, 2007); Karar analizi: karmaşık karar problemlerini analiz etmek için bir dizi sistematik prosedür; temel strateji, karar sorununu küçük, anlaşılır parçalara bölerek, her bir parçayı analiz etme ve anlamlı bir çözüm üretmek için parçaları mantıklı bir şekilde birleştirmek olarak tanımlanabilir (Malczewski, 1999a).

Karar verme yaklaşımı aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır:

- Kurguda basit olmalı,
- Gruplara ve bireylere uyarlanabilir olmalı,
- Sezgimiz ve genel düşüncemiz için doğal olmalı
- Uzlaşma ve konsensüs oluşturmayı teşvik etmeli
- Uzmanlaşmak ve iletişim kurmak için özel uzmanlık gerektirmez (Saaty 1982).

Karar problemi, çok sayıda faktörün bir arada değerlendirilmesini gerektiriyorsa, bu ÇÖKA problemi olarak tanımlanır. Malczewski (1999a) ÇÖKA'ya dayalı problemleri temel olarak altı bileşen ile açıklamaktadır. Bunlar; *i.* karar verici/karar verici grubu, *ii.* karar vericinin/vericilerin amacı/amaçları, *iii.* değerlendirme ölçütleri, *iv.* kısıtlar, *v.* karar seçenekleri ve *vi.* sonuçlardır.

Karar probleminde kullanılacak ölçütlerin ve kısıtların tamamı veya bir kısmı mekânsal veri ise ÇÖKA problemleri CBS destekli çözümlenebilir (Öztürk, 2009). ÇÖKA Simon (1960)'ta belirtilen aşamalar temelinde

i. probleminin tanımlanması,

ii. ölçütlerin belirlenmesi,

iii. katmanlarının hazırlanması,

iv. ölçüt katmanlarının normalleştirilmesi,

v. ölçüt ağırlıklarının belirlenmesi,

vi. analizin uygulanması,

vii. sonuçların gruplandırılması ve yorumlanması olarak yedi adımdan oluşmaktadır (Malczewski, 1999a).

Çalışmada yöntem olarak ÇÖKA'ya dayalı, analitik hiyerarşi yöntemi kullanılacaktır. Yöntem, sonlu sayıda seçeneğin seçilme, sıralanma, sınıflandırma, önceliklendirme veya elenme amacıyla genellikle ağırlıklandırılmış, birbirleri ile çelişen ve aynı ölçü birimini kullanmayan hatta bazıları nitel değerler alan çok sayıda kriter kullanılarak değerlendirilmesi işlemidir (Yoon ve Hwang, 1995).

ÇÖKA, karmaşık karar problemleri için zengin bir teknikler derlemesi ve alternatif kararların tasarlanması, değerlendirilmesi ve önceliklendirilmesini sağlar (Malczewski, 2006).

CBS ve ÇÖKA'nın kullanımı doğal tehlike analizinde (Ayalew ve ark. 2004; Gamper ve ark. 2006; Fernandes ve Luts 2010) ve diğer jeo-çevresel çalışmalarda başarılı olmuştur (Dai ve ark. 2001; Joerin ve ark. 2001; Kolat ve ark. 2006).

Dolayısıyla bu çalışmada kullanılacak olan Çok Ölçütlü Karar Analizi Şanlıurfa şehir merkezi ve çevresi için taşkın duyarlılığını CBS yardımıyla analiz etmemizi ve buna dayalı öneri ve stratejiler geliştirmemizi sağlamıştır.

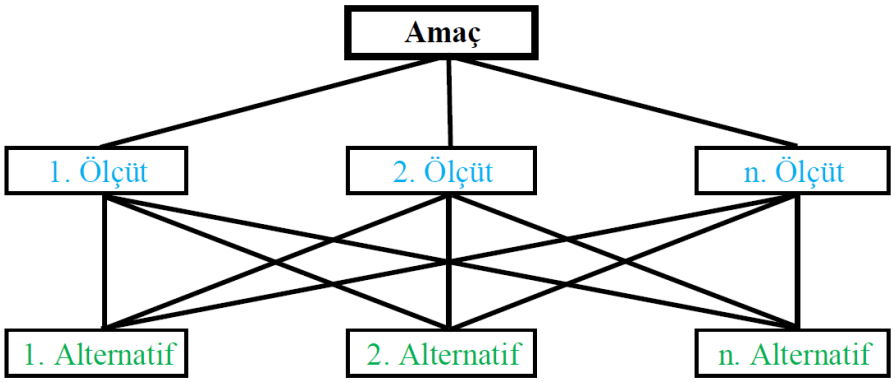
3.2.1.2. Analitik hiyerarşi yöntemi

Analitik karar verme, muazzam bir değere sahip olmakla birlikte, kullanıcı için basit ve erişilebilir olmalıdır ve en yüksek düzenin bilimsel bir gerekçesine sahip olmalıdır.

Burada tanımlayıcı analitik yaklaşımın faydaları hakkında birkaç fikir verilmiştir.

Birincisi, kararları iyice modellemenin, insanları, onların zımni bilgisini açık hale getirmeye teşvik etmenin morfolojik yoludur. Bu, insanların farklı duygularını ve anlayışlarını düzenlemesine ve uyumlaştırmasına neden olur. Üzerinde anlaşılan bir yapı, birçok taraflı tartışma için tamamlayıcı zemin sağlar. İkincisi, özellikle hiyerarşiler ve geri bildirim sistemleri çerçevesinde, süreç, karar vericilerin, genelden belirli noktaya hareket eden etkileşimli kuvvetlerin akışındaki ilişkilerin ilişkilerini ve güçlü yanlarını değerlendirmek ve olası sonuçların tahminlerini yapmak için yargı ve gözlemleri kullanmalarına izin verir. Üçüncüsü, insanlar, yalnızca dili kullanabildiklerinden daha iyi bir doğruluk anlayışıyla değerleri ve etkileri birleştirebilir ve değişiklik yapabilirler. Dördüncüsü, insanlar sezgilerden ve sezgilerden kaynaklanan sonuçların yanı sıra sezgilerden kaynaklanan yargıları da ekleyebilirler. Akıl yürütmenin öğrenmesi uzun zaman alır ve tüm insanlar için ortak bir beceri değildir. Kararların gücünü sayısal olarak ifade ederek ve bir değer üzerinde anlaşarak, karar verme gruplarının uzun tartışmalara katılmasına gerek yoktur. Son olarak, resmi bir yaklaşım, insanların kademeli ve daha kapsamlı revizyonlar yapmasına ve aynı sorunu araştıran farklı insanların sonuçlarını farklı yerlerde birleştirmelerine olanak sağlar (Saaty ve Alexander, 1989).

AHY, 1970'lerde Saaty tarafından geliştirilen bir karar verme yöntemidir (Lee ve Kim, 2003). AHY ile bir karar problemi; ana amaç, ölçütler hiyerarşik bir yapı düzeninde modellenir. Hiyerarşi en az üç düzeyden oluşur, buna göre hiyerarşinin en üstünde problemin genel amacı, amacın altında sırasıyla ölçütler ve seçenekler yer alır (Şekil 3.2.) (Malczewski, 1999b).



Şekil 3.2. Analitik hiyerarşi modeli (Saaty, 1970)

Böylelikle AHY, karmaşık bir karar verme algoritması yoluyla çeşitli kriterleri ve alternatifleri çözümlemek için optimal bir tekniktir (Lee ve ark. 2013). Buna ek olarak, bu karar verme yöntemi, teorik kolaylığı, basit uygulaması ve yorumlayıcı açıklığı ile ve çeşitli karar verme durumlarına uygulanabilir (Lhee ve ark. 2011).

AHY dört aşamada gerçekleştirilir (Lee ve Kim, 2003) :

Adım 1: Değerlendirme ölçütleri ve alternatifler tanımlanır (Lhee ve ark. 2011).

Adım 2: Karar verme hedefine ulaşmak için, alt düzeylerdeki faktörlerin katkısı (önem), ikili karşılaştırma yoluyla değerlendirilir.

Çizelge 3.2. İkili karşılaştırma ölçeği (Satty 1980b)

Önem yoğunluğu	**Tanımlama**	**Açıklama**
1	Eşit önem	İki element özelliğe eşit katkılarda bulunur
3	bir diğerine göre Orta derecede önemli	Tecrübe ve yargı, bir unsuru diğerine göre çok az bir şekilde desteklemektedir.
5	Temel veya güçlü önem	Tecrübe ve yargı, bir unsuru diğerine göre güçlü bir şekilde desteklemektedir.
7	Çok güçlü önem	Bir ölçüt şiddetle tercih edilir ve hakimiyeti uygulamada gösterilmiştir.
9	Aşırı önem	Bir öğeyi diğerine tercih eden kanıt, mümkün olan en yüksek doğrulama sırasına sahiptir.
2,4,6,8	İki bitişik yargı arasındaki ara değerler	İki yargı arasında uzlaşma gerekiyor

n faktör veya ölçüt için nxn boyutlu matris formundaki ikili karşılaştırmalar Eşitlik (3.1)'de gösterilen yapıdadır (Saaty ve Özdemir, 2003).

$$A=\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Burada k, r sırasıyla satır ve sütun numaraları olmak üzere:

1. Kural: $a_{kr} = a$ ise $a_{rk} = 1/a$'dır ve burada $a \neq 0$.

2. Kural: k=r için $a_{kr}=a_{rk}= 1$'dir (Saaty ve Özdemir, 2003)

Her seçeneklerin yönteme göre sonuç değeri;

$$TAŞKIN_{AHP}=\Sigma a_{ij}w_j \; i=1,2,3,..., n \quad (3.2)$$

Eşitlik (3.2)'ye göre hesaplanır (Saaty, 1980a). Burada;

w_j : j. ölçütün ikili karşılaştırma ile belirlenen ağırlığı,

a_{ij} : j. ölçütte i. seçeneğin normalleştirilmiş değeri ya da j. ölçütte i. seçeneğin diğer seçeneklere göre bağıl önemidir.

Adım 3: İkili karşılaştırma ile elde edilen faktörlerin önemi tutarlılıkları değerlendirilir (Lhee ve ark. 2011). İkili karşılaştırma yargıları için hesaplanan tutarlılık oranı 0.10'un altında ise yargıların yeterli bir tutarlılık sergilediği ve bu değerlendirmelerin kullanılabileceği, 0.10'un üstünde ise yargıların tutarsız olduğu kabul edilmektedir. 0.10'un üstünde tutarlılık oranı olması durumunda yargıların yeniden gözden geçirilmesi gerekir (Malczewski, 1999b).

Adım 4: Her bir alternatif 2. Aşamada elde edilen öneme göre sıralanır ve son seçim yapılır (Lee ve Kim, 2003).

AHY ayrıca kararların matematiksel olarak tutarsızlığını belirlemek için önlemler sağlar. Karşılıklı matrislerin özelliklerine dayanarak tutarlılık oranı (CR) hesaplanabilir. Karşılıklı bir matriste, en büyük özdeğerler (λ) her zaman satır veya sütun sayısına (n) eşit veya ondan büyüktür. $\lambda = n$ durumunda bir ikili karşılaştırma, herhangi bir tutarsızlık içermez. Hesaplanan λ değeri n'ye ne kadar yakın olursa, karşılaştırmalar o kadar tutarlıdır (Laskar, 2003).

Tutarlılık oranını belirlemek için ağırlık değerleriyle ikili karşılaştırma matrisinin sütunları sırasıyla çarpılır ve elde edilen bu değerlere göre matrisin satır toplamları bulunur. Daha sonra satır toplamları sırasıyla ağırlık oranlarına bölünerek tutarlılık vektörü elde edilmiş olur. Tutarlılık indeksi (CI), tutarlılık vektörünün ortalama değeri (λ) ve ölçüt sayısına bağlı olarak hesaplanır. Tutarlılık indeksinin karşılaştırılan ölçüt sayısına bağlı olarak değişen tesadüfîlik göstergesine (RI) (Çizelge 3.3) bölünmesiyle tutarlılık oranı elde edilir (Malczewski, 1999b).

İkili karşılaştırmaların tutarsızlıklarını ölçen bir tutarlılık endeksi (CI) şu şekilde yazılabilir (Eşitlik 3.3):

$$CI=(\lambda-n) / (n-1) \quad (3.3)$$

İkili karşılaştırmaların tutarlılık ölçüsü, tutarlılık oranı (CR) şeklinde hesaplanabilir (Eşitlik 3.4):

$$CR(TO)= (CI/RI) \quad (3.4)$$

RI : Tesadüfilik göstergesi
CI (Tİ) : İkili karşılaştırma matrisinin tutarlılık indeksidir
CR (TO) : Tutarlılık oranı

Çizelge 3.3. Tesadüfilik göstergesi (Malczewski,1999)

n	RI	n	RI	n	RI
1	0.00	6	1.24	11	1.51
2	0.00	7	1.32	12	1.48
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.45	14	1.57
5	1.12	10	1.49	15	1.59

Genel olarak yapılan hesaplamalarda tutarlılık oranının % 10 veya daha düşük bir değeri kabul edilebilirdir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Kriterlerin (Ölçüt) Belirlenmesi

Taşkın oluşumuna neden olan doğal ve yapay faktörlerin belirlenmesi, taşkın tehlikesinin değerlendirilmesi açısından oldukça önemlidir. Kullanılan faktörlerin çok olması, kalitesi ve problemi tam olarak karakterize etmesi son derece önemlidir. Bu nedenle bu çalışmada literatür araştırmaları (Yalçın ve Akyürek, 2004; Sinha ve ark., 2008; Öztürk, 2009; Öztürk ve Batuk, 2011; Stefanidis ve Stathis, 2013; Siddayao ve ark., 2014), çalışma alanının özelikleri ve elde edilebilecek veriler dikkate alınarak taşkın problemi çözümlenmeye çalışılmıştır.

Bu amaçla çalışmada yağış, arazi kullanımı, jeoloji, yükseklik, eğim, bakı ve akarsulara uzaklık faktörleri kullanılmıştır.

Yağış: Yağışlar taşkın oluşumunun baş sebebi olarak görülmektedir (Yavuz, 2010; Özoral, 2015). ÇÖKA'ya dayalı taşkın değerlendirmesinde genellikle yıllık toplam yağışın uzun yıllar ortalama verileri kullanılır (Öztürk, 2009). Ancak günümüzde küresel iklim değişikliği etkilerinden dolayı mevsimler ve günler arasındaki yağış miktarının çok fazla olması sebebiyle günlük maksimum yağış verisi kullanılmıştır.

Arazi kullanımı/örtüsü: Arazi kullanımında bitki örtüsünün varlığı koruyucu görev üstlenir ve akışı regüle eder (Stefanidis ve Stathis, 2013). Yapılı alanlar (yerleşim alanları, asfalt, beton kaplamalar vb.) suyun toprağa sızmasını büyük ölçüde engellediğinden bu şekilde akışa geçen yağış miktarı yüzey geçirimi yüksek olan alanlardan önemli oranda fazladır (Önsoy, 2008).

Jeoloji: Jeolojik yapı, taşkınların meydana gelmesinde dolaylı bir etkisi vardır. Yeni alüvyon ve eski alüvyon alanları taşkın tehlikesi açısından diğer alanlara nazaran daha yüksek bir potansiyele sahiptir (Özcan, 2008).

Yükseklik: Yüksekliğin az olduğu bölgeler daha yüksek bölgelerden gelen yağışları da topladığı için yağış miktarını artırması veya azaltması açısından yükseklik faktörü önemlidir (Görcelioğlu, 2003).

Eğim: Eğim yüzeydeki akış miktarını ve hızını, toprak nemini, yüzeyde biriken yağış miktarını etkileyen bir faktördür (Görcelioğlu, 2003; Stefanidis ve Stathis, 2013) ve buna bağlı olarak eğimin düşük olduğu yerlerde taşkının süresi daha uzamaktadır (Özdemir, 1978).

Bakı (Yöney): Bakı, düşey ile eğim yüzü arasındaki açıdır, bir başka ifadeyle bakı topoğrafik eğim yüzünün hangi yöne baktığını belirtir (Steiner ve Butler, 2007). 0 ile 360 derece arasında değer alır ve pusula yönleriyle ifade edilir (Bağdatlı ve Öztürk, 2014). Bakı, güneşten alınan ısı enerjisi miktarı ve müddetine, dolayısıyla terleme ve buharlaşma ile oluşan su kaybına etki eden bir unsurdur (Görcelioğlu, 2003).

Akarsulara (derelere) uzaklık: Akarsulara yakın olan alanlar taşkın anında en fazla etkilenecek bölgeler olup (Sinha ve ark. 2008; Özşahin ve Kaymaz, 2015), taşkının çevresine etkisi yağış miktarı ve akarsu çevresinin topoğrafyasına bağlı olarak değişim gösterir. Dar vadide akan bir akarsuyla geniş vadide akan bir akarsuyun taşkın etkisi tamamen farklı olacaktır.

4.2. Ana Ölçüt ve Alt Ögelerin Ağırlıklarının Belirlenmesi

Taşkın duyarlılık haritasının belirlenmesinde ele alınan ölçütlerin ağırlıkları literatür araştırmaları (Yalçın ve Akyürek, 2004; Sinha ve ark., 2008; Öztürk ve Batuk, 2011; Stefanidis ve Stathis, 2013; Siddayao ve ark., 2014) doğrultusunda belirlenmiştir. Ağırlıkların belirlenmesinde Çizelge 3.2'de yer alan AHY tercih ölçeği ikili karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu tercih ölçeğine göre 1-9 aralığı kullanılarak tüm faktörler ikili olarak karşılaştırılmıştır. Bir faktörün diğerine göre ne kadar önemli olduğuna literatür araştırmaları doğrultusunda karar verilmiş ve bu önem derecesini ifade eden sayısal değer Çizelge 3.2'den yararlanarak belirlenmiştir.

1. Adımda ana ölçütlerin ikili karşılaştırma tercih ölçeğine göre oluşturulmuş matrisi ve sütun toplamları Çizelge 4.1'te verilmiştir.

Çizelge 4.1. Ölçütlerin ikili karşılaştırma matrisi

1.Adım							
Ölçüt	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**
A	1	2	4	4	5	6	7
B	1/2	1	4	5	5	6	7
C	1/4	1/4	1	2	3	4	5
D	1/4	1/5	1/2	1	2	2	4
E	1/5	1/5	1/3	1/2	1	2	4
F	1/6	1/6	1/4	1/2	1/2	1	3
G	1/7	1/7	1/5	1/4	1/4	1/3	1
Toplam	2.510	3.960	10.283	13.250	16.750	21.333	31.000

A: Yağış **B**: Akarsulara Uzaklık **C**: Eğim **D**: Yükseklik **E**: Arazi Kullanımı

F: Jeoloji **G**: Bakı

İkili karşılaştırma tercih ölçeğine göre matris oluşturulduktan sonra 2. Adımda ölçütlerin bağıl ağırlıkları toplam değeri 1 olacak şekilde elde edebilmek için ikili karşılaştırma matrisinde her değer sütun toplamına bölünmüştür. Daha sonra her satırın ortalaması alınarak bağıl ağırlıklar hesaplanmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Ölçüt ağırlıklarının belirlenmesi

2.Adım									
Ölçüt	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	Toplam	**Ağırlık**
A	0.398	0.505	0.389	0.302	0.299	0.281	0.226	2.400	**0.343**
B	0.199	0.253	0.389	0.377	0.299	0.281	0.226	2.024	**0.289**
C	0.100	0.063	0.097	0.151	0.179	0.188	0.161	0.939	**0.134**
D	0.100	0.051	0.049	0.075	0.119	0.094	0.129	0.616	**0.088**
E	0.080	0.051	0.032	0.038	0.060	0.094	0.129	0.483	**0.069**
F	0.066	0.042	0.024	0.038	0.030	0.047	0.097	0.344	**0.049**
G	0.057	0.036	0.019	0.019	0.015	0.016	0.032	0.194	**0.028**
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	7.000	1.000

İkili karşılaştırma yargılarının tutarlılığının belirlenmesi için tutarlılık oranı hesaplanması gerekmektedir. Tutarlılık oranını belirlemek için ilk olarak ağırlık değerleriyle ikili karşılaştırma matrisinin sütunları sırasıyla çarpılır ve elde edilen bu

değerlere göre matrisin satır toplamları bulunur. Daha sonra satır toplamları sırasıyla ağırlık oranlarına bölünerek tutarlılık vektörü elde edilmiş olur. Tutarlılık indeksi (CI), tutarlılık vektörünün ortalama değeri (λ) ve ölçüt sayısına bağlı olarak hesaplanır. Tutarlılık indeksinin karşılaştırılan ölçüt sayısına bağlı olarak değişen tesadüfîlik göstergesine (RI) (Çizelge 3.3) bölünmesiyle tutarlılık oranı elde edilmiştir.

Burada ölçüt sayısı 7 olduğu için Çizelge 3.3'de yer alan Tesadüfilik göstergesi tablosuna göre TG= 1.32'tir. Tutarlılık oranı 0.053 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan değer 0.053 < 0.10 olduğundan ikili karşılaştırma yargıları tutarlıdır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Ölçütlerin Tutarlılık hesabı

Ölçüt	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	Satır Toplamı	Tutarlılık Vektörü
A	0.343	0.578	0.536	0.352	0.345	0.295	0.194	2.644	7.711
B	0.171	0.289	0.536	0.440	0.345	0.295	0.194	2.271	7.856
C	0.086	0.072	0.134	0.176	0.207	0.197	0.139	1.010	7.534
D	0.086	0.058	0.067	0.088	0.138	0.098	0.111	0.646	7.334
E	0.069	0.058	0.045	0.044	0.069	0.098	0.111	0.493	7.152
F	0.057	0.048	0.034	0.044	0.034	0.049	0.083	0.350	7.115
G	0.049	0.041	0.027	0.022	0.017	0.016	0.028	0.200	7.229
λ = (Tutarlılık vektörleri toplamı) / 7 = 7.419 CI (Tİ) = (λ -7) / (7-1) = 0.070 CR (TO) = CI / RI (1.32) = **0.053**									

Ana ölçütler için ikili karşılaştırma matrisleri, ağırlık oranı ve tutarlılık oranı hesaplamaları yapıldıktan sonra bu ana ölçüt katmanlarındaki alt ögelerin ikili karşılaştırma matrisleri, ağırlık oranı ve tutarlılık oranı hesaplamaları aşağıda yapılmıştır.

Çizelge 4.4. Arazi kullanımı/örtüsü katmanındaki alt ögelerin ikili karşılaştırma matrisi

1.Adım						
Alt öge	**Yapay Alanlar**	**Sulanan Tarım Alanı**	**Susuz Tarım Alanı**	**Doğal Arazi**	**Bağ-Bahçe**	**Orman**
Yapay Alanlar	1	4	5	6	7	9
Sulanan Tarım Alanı	1/4	1	2	3	4	5

Çizelge 4.4. **(devam)**

Susuz Tarım Alanı	1/5	1/2	1	2	3	4
Doğal Arazi	1/6	1/3	1/2	1	3	5
Bağ-Bahçe	1/7	1/4	1/3	1/3	1	3
Orman	1/9	1/5	1/4	1/5	1/3	1
Toplam	1.871	6.283	9.083	12.533	18.333	27.000

Çizelge 4.5. Arazi kullanımı/örtüsü katmanındaki alt ögelerin ağırlıklarının belirlenmesi

2.Adım								
Alt öge	**Yapay Alanlar**	**Sulanan Tarım Alanı**	**Susuz Tarım Alanı**	**Doğal Arazi**	**Bağ-Bahçe**	**Orman**	Toplam	**Ağırlık**
Yapay Alanlar	0.535	0.637	0.550	0.479	0.382	0.333	2.916	**0.486**
Sulanan Tarım Alanı	0.134	0.159	0.220	0.239	0.218	0.185	1.156	**0.193**
Susuz Tarım Alanı	0.107	0.080	0.110	0.160	0.164	0.148	0.768	**0.128**
Doğal Arazi	0.089	0.053	0.055	0.080	0.164	0.185	0.626	**0.104**
Bağ-Bahçe	0.076	0.040	0.037	0.027	0.055	0.111	0.345	**0.058**
Orman	0.059	0.032	0.028	0.016	0.018	0.037	0.190	**0.032**
Toplam	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000

Çizelge 4.6. Arazi kullanımı/örtüsü katmanındaki alt ögelerin tutarlılık hesabı

Alt öge	**Yapay Alanlar**	**Sulanan Tarım Alanı**	**Susuz Tarım Alanı**	**Doğal Arazi**	**Bağ-Bahçe**	**Orman**	Satır Toplamı	Tutarlılık Vektörü
Yapay Alanlar	0.486	0.770	0.640	0.626	0.403	0.285	3.210	6.605
Sulanan Tarım Alanı	0.121	0.193	0.256	0.313	0.230	0.158	1.271	6.600
Susuz Tarım Alanı	0.097	0.096	0.128	0.209	0.173	0.127	0.829	6.479
Doğal Arazi	0.081	0.064	0.064	0.104	0.173	0.158	0.644	6.177
Bağ-Bahçe	0.069	0.048	0.043	0.035	0.058	0.095	0.347	6.041
Orman	0.054	0.039	0.032	0.021	0.019	0.032	0.196	6.198

λ = (Tutarlılık vektörleri toplamı) / 6 = 6.350

CI (Tİ) = (λ -6) / (6-1) = 0.070 CR (TO) = CI / RI (1.24) = **0.056**

Çizelge 4.7. Jeoloji katmanındaki alt ögelerin ikili karşılaştırma matrisi

1.Adım					
Alt öge	**Alüvyon**	**Eski Alüvyon**	**Bazalt**	**Kireçtaşı**	**Killi Kireçtaşı**
Alüvyon	1	2	4	5	7
Eski Alüvyon	1/2	1	2	3	7
Bazalt	1/4	1/2	1	2	3
Kireçtaşı	1/5	1/3	1/2	1	2
Killi Kireçtaşı	1/7	1/7	1/3	1/2	1
Toplam	2.093	3.976	7.833	11.500	20.000

Çizelge 4.8. Jeoloji katmanındaki alt ögelerin ağırlıklarının belirlenmesi

2.Adım							
Alt öge	**Alüvyon**	**Eski Alüvyon**	**Bazalt**	**Kireçtaşı**	**Killi Kireçtaşı**	Toplam	**Ağırlık**
Alüvyon	0.478	0.503	0.511	0.435	0.350	2.276	**0.455**
Eski Alüvyon	0.239	0.251	0.255	0.261	0.350	1.357	**0.271**
Bazalt	0.119	0.126	0.128	0.174	0.150	0.697	**0.139**
Kireçtaşı	0.096	0.084	0.064	0.087	0.100	0.430	**0.086**
Killi Kireçtaşı	0.068	0.036	0.043	0.043	0.050	0.240	**0.048**
Toplam	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000

Çizelge 4.9. Jeoloji katmanındaki alt ögelerin tutarlılık hesabı

Alt öge	**Alüvyon**	**Eski Alüvyon**	**Bazalt**	**Kireçtaşı**	**Killi Kireçtaşı**	Satır Toplamı	Tutarlılık Vektörü
Alüvyon	0.455	0.543	0.557	0.430	0.336	2.322	5.100
Eski Alüvyon	0.228	0.271	0.279	0.258	0.336	1.372	5.057
Bazalt	0.114	0.136	0.139	0.172	0.144	0.705	5.059
Kireçtaşı	0.091	0.090	0.070	0.086	0.096	0.433	5.036
Killi Kireçtaşı	0.065	0.039	0.046	0.043	0.048	0.241	5.023

λ = (Tutarlılık vektörleri toplamı) / 5 = 5.055

CI (Tİ) = (λ -5) / (5-1) = 0.014

CR (TO) = CI / RI (1.12) = **0.012**

Jeoloji katmanındaki alt ögeler için yapılan ağırlık hesabında alüvyon alt ögesinin ağırlığı 0.455, eski alüvyon 0.271, bazalt 0.139, kireçtaşı 0.086 ve killi kireçtaşı 0.048 olarak belirlenmiştir. Yapılan tutarlılık hesabında tutarlılık oranının %

1.2 ile %10'dan düşük olduğu ve bu nedenle yapılan hesabın tutarlı olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.10. Bakı katmanındaki alt ögelerin ikili karşılaştırma matrisi

1.Adım								
Ölçüt	**K**	**KD**	**KB**	**D**	**B**	**GD**	**GB**	**G**
K	1	2	2	3	3	4	4	6
KD	1/2	1	1	2	2	3	3	4
KB	1/2	1	1	2	2	3	3	4
D	1/3	1/2	1/2	1	1	2	2	3
B	1/3	1/2	1/2	1	1	2	2	3
GD	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1	1	2
GB	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1	1	2
G	1/6	1/4	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	**1**
Toplam	3.333	5.917	5.917	10.333	10.333	16.500	16.500	25.000
K : Kuzey **D** : Doğu **GB** : Güney batı **KD** : Kuzey doğu **B** : Batı **G** : Güney **KB** : Kuzey batı **GD** : Güney doğu								

Çizelge 4.11. Bakı katmanındaki alt ögelerin ağırlıklarının belirlenmesi

2.Adım										
Ölçüt	**K**	**KD**	**KB**	**D**	**B**	**GD**	**GB**	**G**	Toplam	**Ağırlık**
K	0.300	0.338	0.338	0.290	0.290	0.242	0.242	0.240	2.282	**0.285**
KD	0.150	0.169	0.169	0.194	0.194	0.182	0.182	0.160	1.399	**0.175**
KB	0.150	0.169	0.169	0.194	0.194	0.182	0.182	0.160	1.399	**0.175**
D	0.100	0.085	0.085	0.097	0.097	0.121	0.121	0.120	0.825	**0.103**
B	0.100	0.085	0.085	0.097	0.097	0.121	0.121	0.120	0.825	**0.103**
GD	0.075	0.056	0.056	0.048	0.048	0.061	0.061	0.080	0.486	**0.061**
GB	0.075	0.056	0.056	0.048	0.048	0.061	0.061	0.080	0.486	**0.061**
G	0.050	0.042	0.042	0.032	0.032	0.030	0.030	0.040	0.300	**0.037**
Toplam	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	8.000	1.000

Çizelge 4.12. Bakı katmanındaki alt ögelerin tutarlılık hesabı

Ölçüt	**K**	**KD**	**KB**	**D**	**B**	**GD**	**GB**	**G**	Satır Toplamı	Tutarlılık Vektörü
K	0.285	0.350	0.350	0.309	0.309	0.243	0.243	0.225	2.314	8.113
KD	0.143	0.175	0.175	0.206	0.206	0.182	0.182	0.150	1.419	8.115
KB	0.143	0.175	0.175	0.206	0.206	0.182	0.182	0.150	1.419	8.115
D	0.095	0.087	0.087	0.103	0.103	0.121	0.121	0.112	0.831	8.062
B	0.095	0.087	0.087	0.103	0.103	0.121	0.121	0.112	0.831	8.062
GD	0.071	0.058	0.058	0.052	0.052	0.061	0.061	0.075	0.487	8.027
GB	0.071	0.058	0.058	0.052	0.052	0.061	0.061	0.075	0.487	8.027
G	0.048	0.044	0.044	0.034	0.034	0.030	0.030	0.037	0.302	8.060

Çizelge 4.12. **(devam)**

λ = (Tutarlılık vektörleri toplamı) / 8 = 8.072
CI (Tİ) = (λ -8) / (8-1) = 0.010 CR (TO) = CI / RI (1.41) = **0.007**

Çizelge 4.13. Derelere uzaklık katmanındaki alt ögelerin ikili karşılaştırma matrisi

1.Adım						
Ölçüt	**50**	**100**	**150**	**200**	**250**	**2500**
50	1	2	4	5	7	9
100	1/2	1	2	3	5	9
150	1/4	1/2	1	2	4	9
200	1/5	1/3	1/2	1	2	9
250	1/7	1/5	1/4	1/2	1	9
2500	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1
Toplam	2.204	4.144	7.861	11.611	19.111	46.000

Çizelge 4.14. Derelere uzaklık katmanındaki alt ögelerin ağırlıklarının belirlenmesi

2.Adım								
Ölçüt	**50**	**100**	**150**	**200**	**250**	**2500**	Toplam	**Ağırlık**
50	0.454	0.483	0.509	0.431	0.366	0.196	2.438	**0.406**
100	0.227	0.241	0.254	0.258	0.262	0.196	1.438	**0.240**
150	0.113	0.121	0.127	0.172	0.209	0.196	0.938	**0.156**
200	0.091	0.080	0.064	0.086	0.105	0.196	0.621	**0.104**
250	0.065	0.048	0.032	0.043	0.052	0.196	0.436	**0.073**
2500	0.050	0.027	0.014	0.010	0.006	0.022	0.128	**0.021**
Toplam	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000

Çizelge 4.15. Derelere uzaklık katmanındaki alt ögelerin tutarlılık hesabı

Ölçüt	**50**	**100**	**150**	**200**	**250**	**2500**	Satır Toplamı	Tutarlılık Vektörü
50	0.406	0.479	0.626	0.518	0.509	0.193	2.730	6.720
100	0.203	0.240	0.313	0.311	0.363	0.193	1.622	6.768
150	0.102	0.120	0.156	0.207	0.291	0.193	1.068	6.830
200	0.081	0.080	0.078	0.104	0.145	0.193	0.681	6.577
250	0.058	0.048	0.039	0.052	0.073	0.193	0.462	6.362
2500	0.045	0.027	0.017	0.012	0.008	0.021	0.130	6.078

λ = (Tutarlılık vektörleri toplamı) / 6 = 6.556

CI (Tİ) = (λ -6) / (6-1) = 0.111

CR (TO) = CI / RI (1.24) = **0.09**

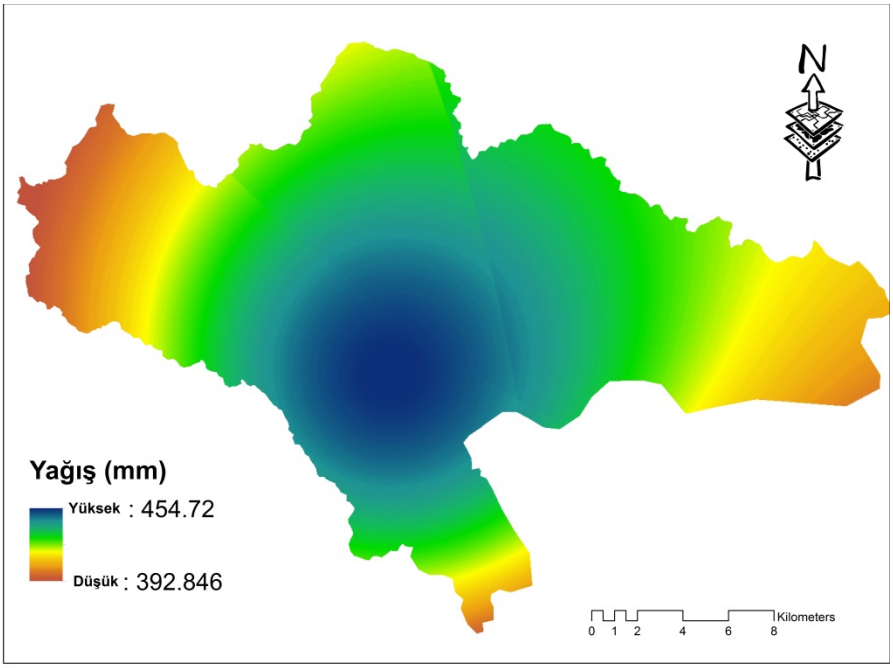
Yağış, yükseklik ve eğim haritaları sayısal veriler içerdiğinden bunların alt kategorilerinin ağırlık oranları ve tutarlık hesabı yapılmamış bunlar doğrudan 0-1 aralığında ölçeklendirilerek kullanılmıştır.

4.3. Ölçüt Katmanlarının Hazırlanması

4.3.1. Yağış

Nokta bazlı ölçülen yağışların alansal dağılımı Inverse Distance Weighting (uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma) ile belirlenmiştir. Uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma yakın noktalara, uzak noktalardan daha yüksek ağırlık değeri atayan bir yöntemdir ve bilinmeyen noktalar kestirimini sağlar.

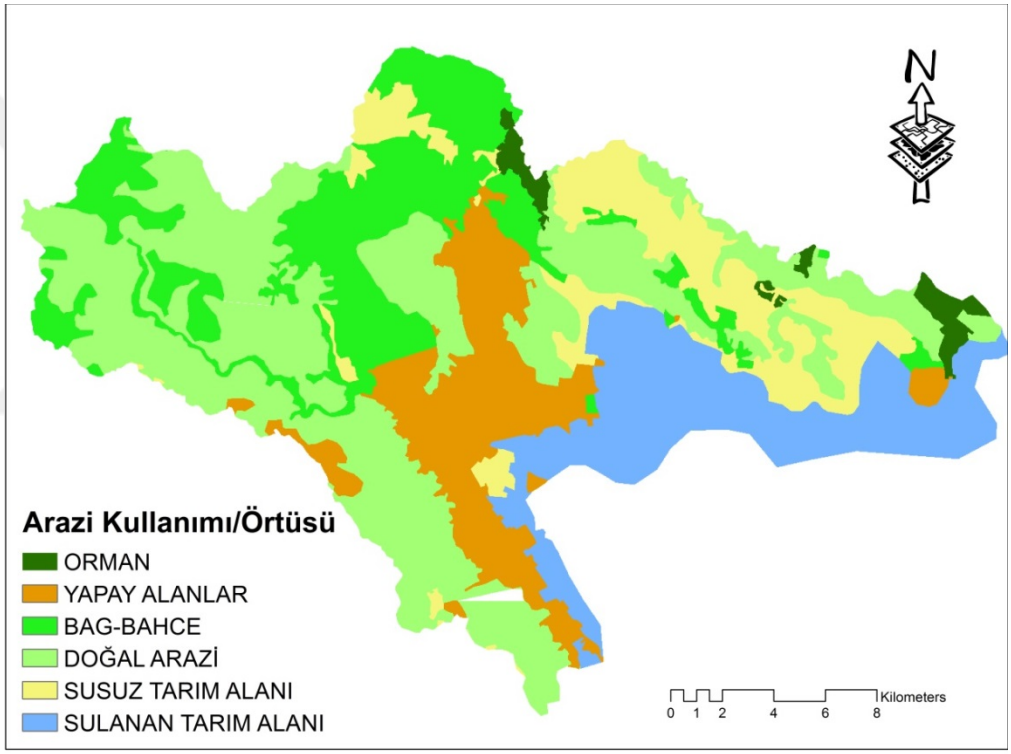
Bu çalışmada yağış dağılımı analizinde uzun yıllar ortalaması yıllık toplam yağış verileri kullanılmıştır. İstasyon verisi olarak Şanlıurfa, Bozova, Siverek, Hilvan ve Akçakale istasyonları esas alınmıştır. Yağış uzun yıllar ortalaması yıllık toplam yağışların uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma ile belirlenen alansal dağılımı Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Yağış haritası

4.3.2. Arazi kullanımı/örtüsü

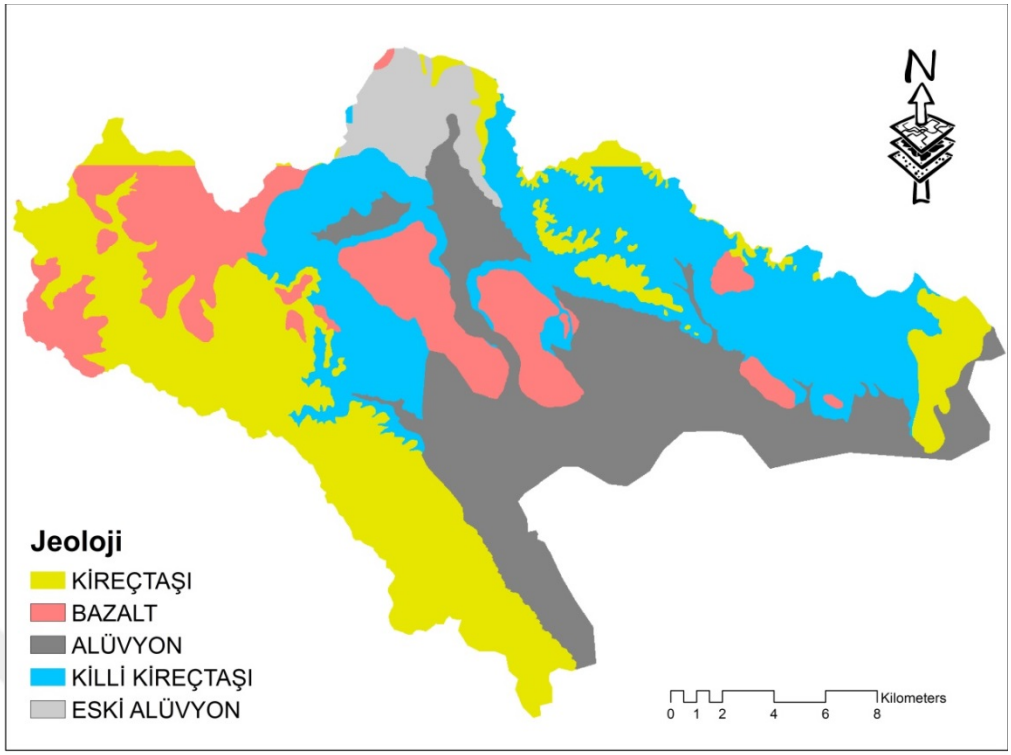
Çalışma alanının arazi kullanımı haritası 2012 CORINE (Çevresel Bilginin Koordinasyonu) haritası kullanılmıştır. Ancak mevcut verinin 2012 yılına ait olması nedeniyle gerekli güncellemeler için gerek 2017 yılına ait uydu haritası gerekse 2014 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca üretilen ortofoto haritası esas alınarak yapılmıştır. Arazi kullanımındaki veriler taşkın oluşumuna etkileri esas alınarak bağ-bahçe alanları, doğal arazi, orman, sulanan tarım alanı, susuz tarım alanı ve yapay alanlar olarak altı sınıfa ayrılmıştır (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. Arazi kullanım haritası

4.3.3. Jeoloji

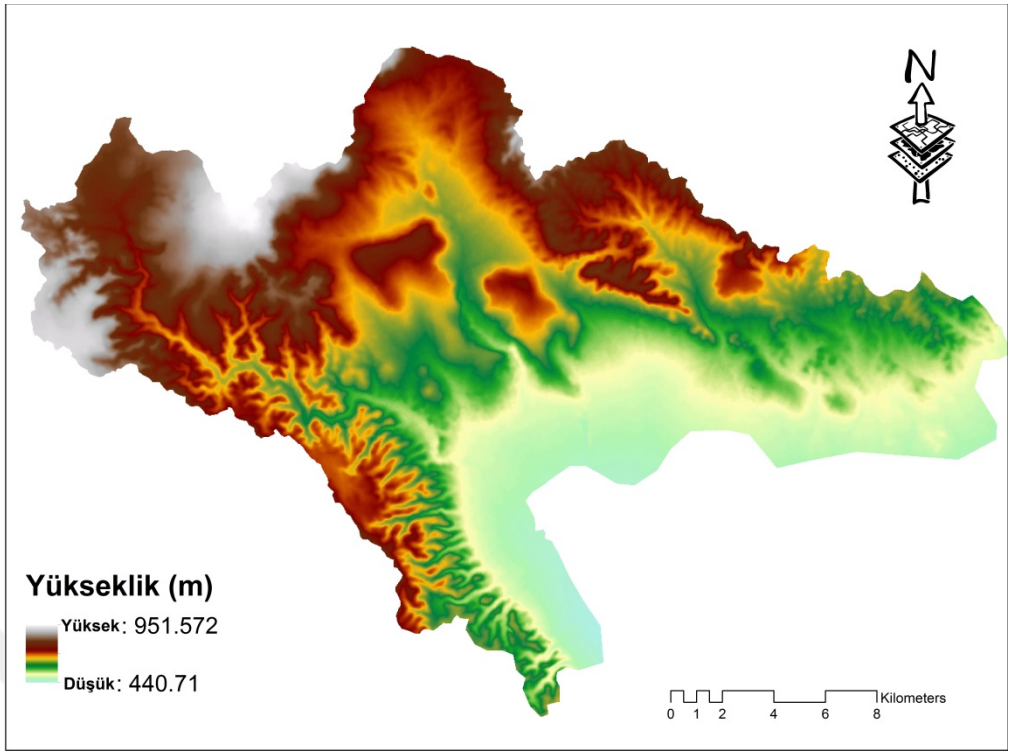
Jeoloji haritaları MTA (Maden Tetkik Arama) verisi olan 1/25.000 ölçekli haritaları kullanılmış ve gerekli yerlerde düzeltmeler yapılarak kullanılabilir hâle getirilmiştir. Sınıflandırma kireçtaşı, bazalt, alüvyon, killi kireçtaşı ve eski alüvyon olarak yapılmıştır (Şekil 4.3).



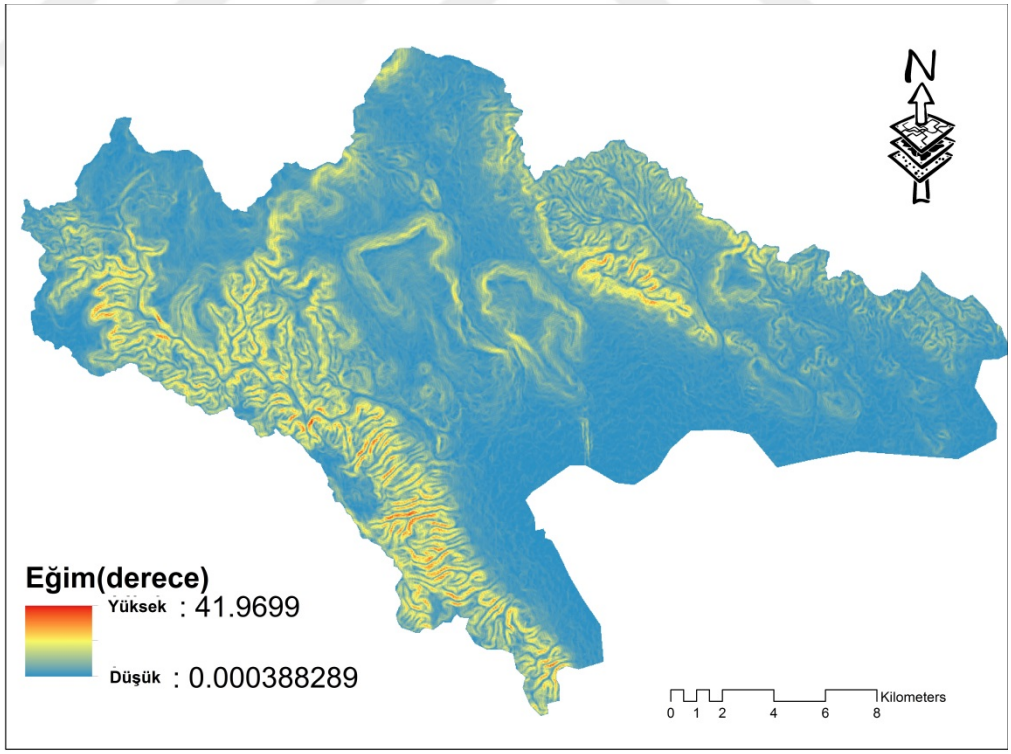
Şekil 4.3. Jeoloji haritası

4.3.4. Yükseklik, eğim ve bakı

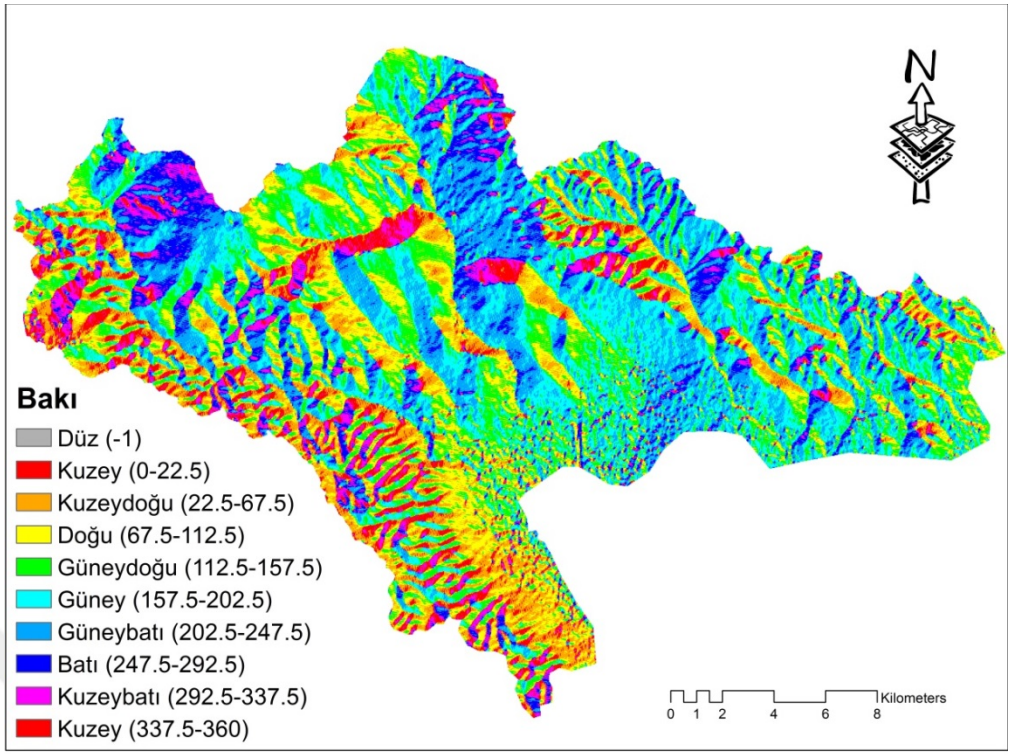
SYM'de çeşitli sebeplerden dolayı çukur ya da tepe hataları oluşabilmektedir. SYM'den herhangi bir yüzey bilgisi üretilmeden önce bu hataların ortadan kaldırılması gerekir (Öztürk, 2009). Tepe ve çukur hataları giderilmiş SYM'den hazırlanan eğim ve bakı katmanları Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da gösterilmektedir. Şekil 4.4'de yer alan SYM verileri metre, Şekil 4.5'deki eğim verileri ise derece birimindedir. Şekil 4.6'da bulunan bakı katmanı ise düz alanları ve sekiz pusula yönünü göstermektedir.



Şekil 4.4. Yükseklik haritası



Şekil 4.5. Eğim haritası



Şekil 4.6. Bakı haritası

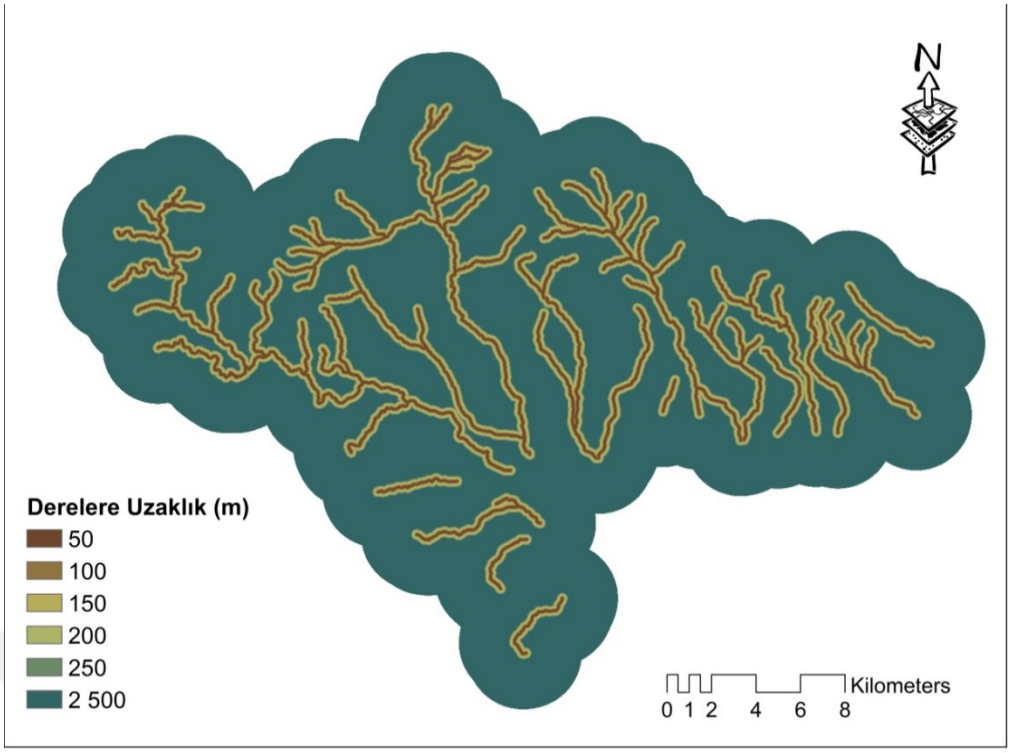
4.3.5. Derelere uzaklık

Akarsulara uzaklık haritası diğer adıyla drenaj ağları ArcgGIS 10.2 programı Archydro modülü kullanılarak sayısal yüksekli modeli (SYM) oluşturulmuş ve çalışmada kullanılmıştır.

Bu amaçla ArcHydro modülü ile çukur ve tepe hataları giderilerek iyileştirilmiş SYM'den öncelikle akış yönü (Flow Direction), daha sonra akış toplamı (Flow Accumulation) elde edilmiştir. Bu işlemleri takiben akarsu tanımlanması (Stream Definition) ve segmentasyonu (Stream Segmentation) işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Ancak altlık olarak kullandığımız verinin çözünürlüğünün düşük olması nedeniyle uydu görüntüleri ve uydu fotoğraflarından yararlanılarak akarsu ağının hassasiyeti artırılmış ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

Oluşturulan akarsu drenaj ağı kullanılarak ArcGIS yazılımının "multiple buffer" fonksiyonu ile akarsulara uzaklık katmanı oluşturulmuştur (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Akarsulara/derelere uzaklık haritası

4.4. Ölçüt Katmanlarının Normalleştirilmesi

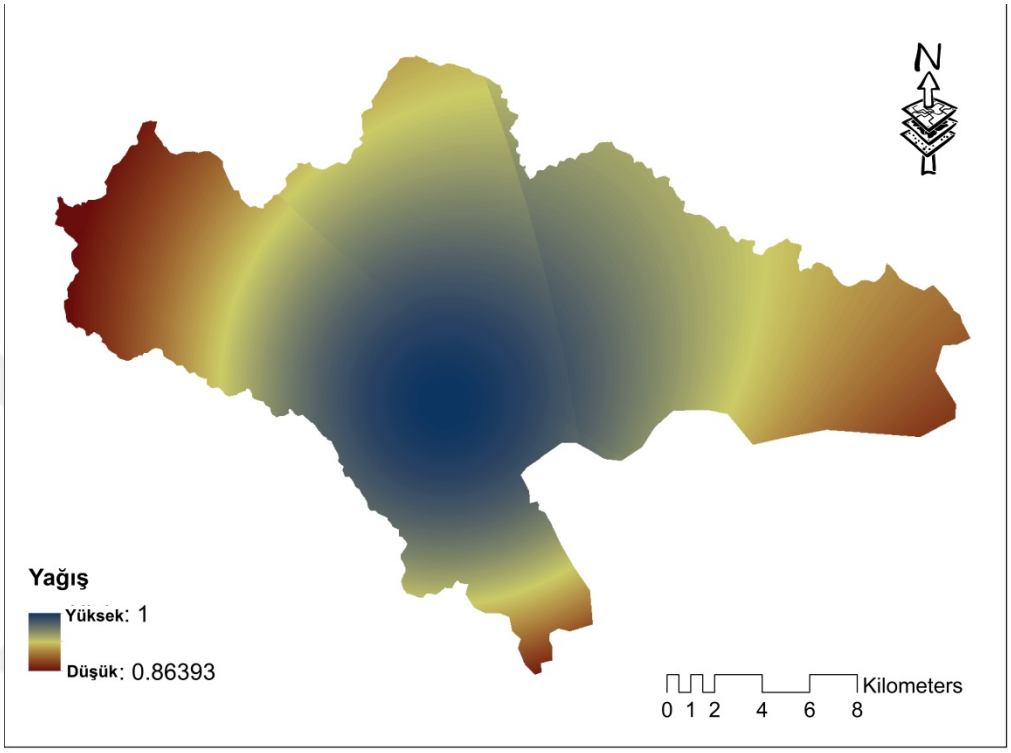
Mekânsal karar analizinde kullanılan kriterler çoğunlukla farklı sayısal değer ve aralıklarda ve ölçü birimlerinde olmaktadır. Bütün kriterlerin birlikte analiz edilebilmesi için standart bir sayı aralığında normalleştirilmeleri gerekir. Bu amaçla en çok kullanılan yöntem doğrusal ölçek dönüşümüdür (Malczewski, 1999a).

Normalleştirme işlemi çeşitli aralıklarda yapılabilir. Yaptığımız çalışmada normalleştirme işlemleri 0-1 aralığında yapılmıştır. Normalleştirme işlemleri için maksimum ve minimum değere göre doğrusal ölçek dönüşümü Eşitlik 4.1 ve doğrusal ölçek dönüşümü Eşitlik 4.2 kullanılmıştır.

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij}^{max} - x_{ij}}{x_j^{max} - x_j} \quad (4.1)$$

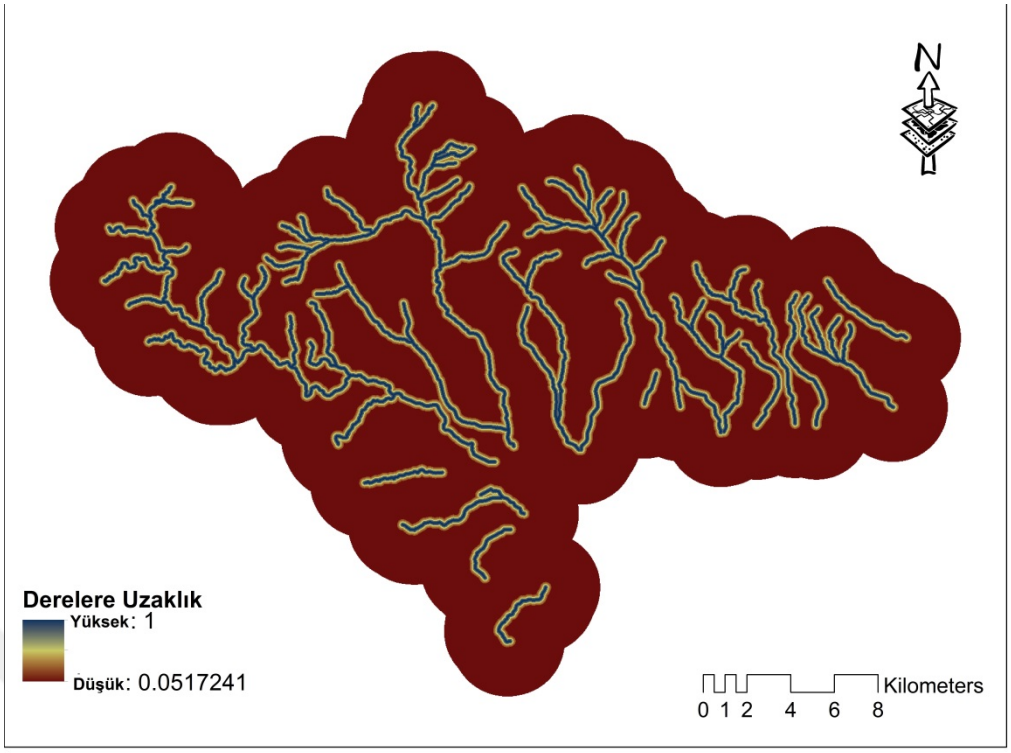
$$x'_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{max}} \quad (4.2)$$

Çalışmada 1 taşkına en çok duyarlı alanlar, 0 ise taşkına maruz kalmayacak alanları belirtmektedir. Bu amaçla yağış katmanı maksimum değer yine maksimum olacak şekilde Eşitlik (4.2)'ye göre en büyük değere göre doğrusal ölçek dönüşümü kullanılarak Şekil 4.8'de olduğu gibi normalleştirilmiştir.

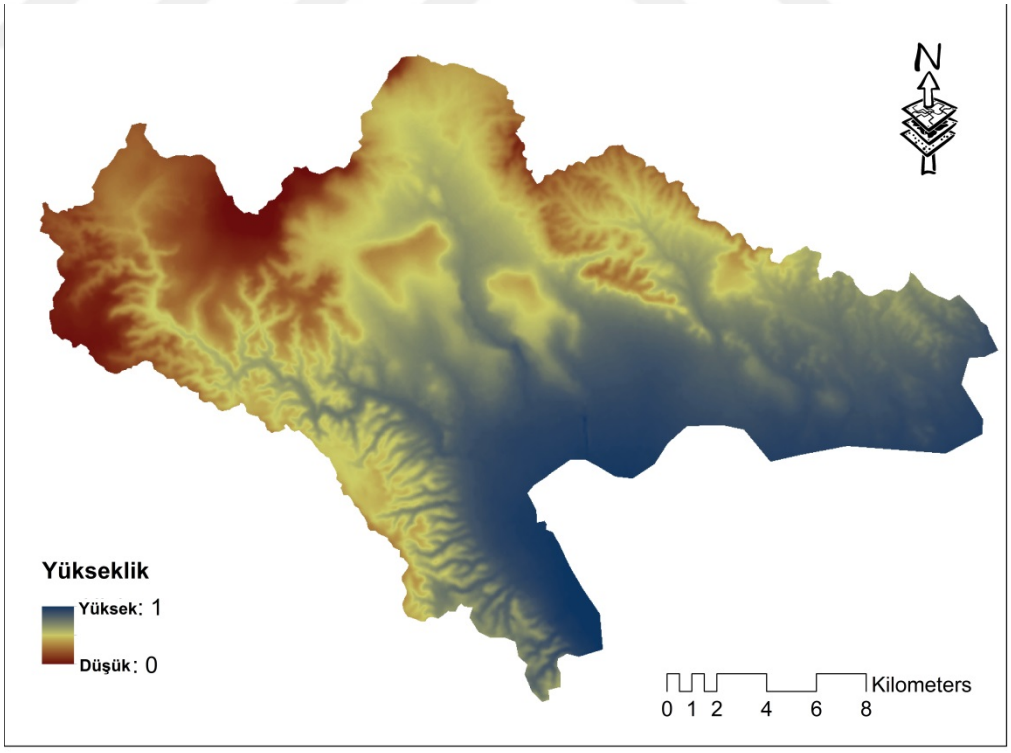


Şekil 4.8. Normalleştirilmiş yağış haritası

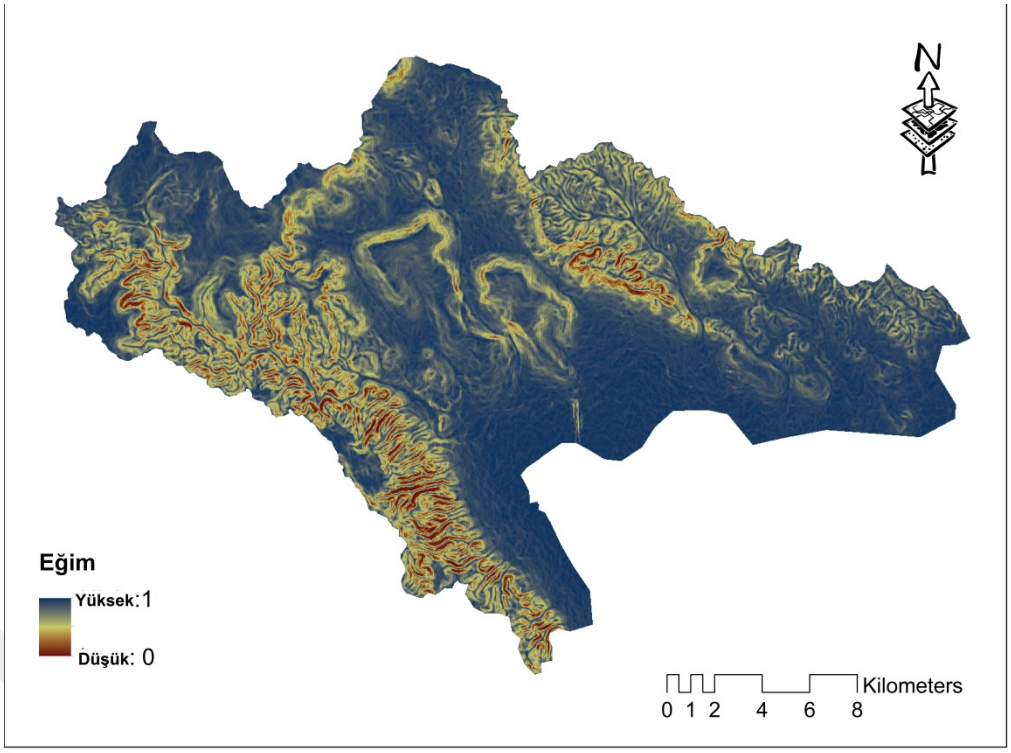
Yükseklik, eğim ve akarsulara(derelere) uzaklık katmanları minimum değer maksimum olacak şekilde normalleştirilmesi gerekmektedir. Çünkü yükseklik ve eğim arttıkça taşkına duyarlılık azalacak, azaldıkça artacaktır. Aynı şekilde akarsulara (derelere) yakın olan yani mesafelerin düşük olduğu yerde taşkına duyarlılık daha fazla uzaklık arttıkça taşkına duyarlılık da azalacaktır. Bu nedenle yükseklik, eğim ve akarsulara(derelere) uzaklık katmanları en büyük ve en küçük değere göre doğrusal ölçek dönüşümü kullanılmış ve maksimum değer minimum olacak şekilde Eşitlik (4.1) ile Şekil 4.9, 4.10 ve 4.11'de olduğu gibi normalleştirilmiştir.



Şekil 4.9. Normalleştirilmiş derelere uzaklık haritası

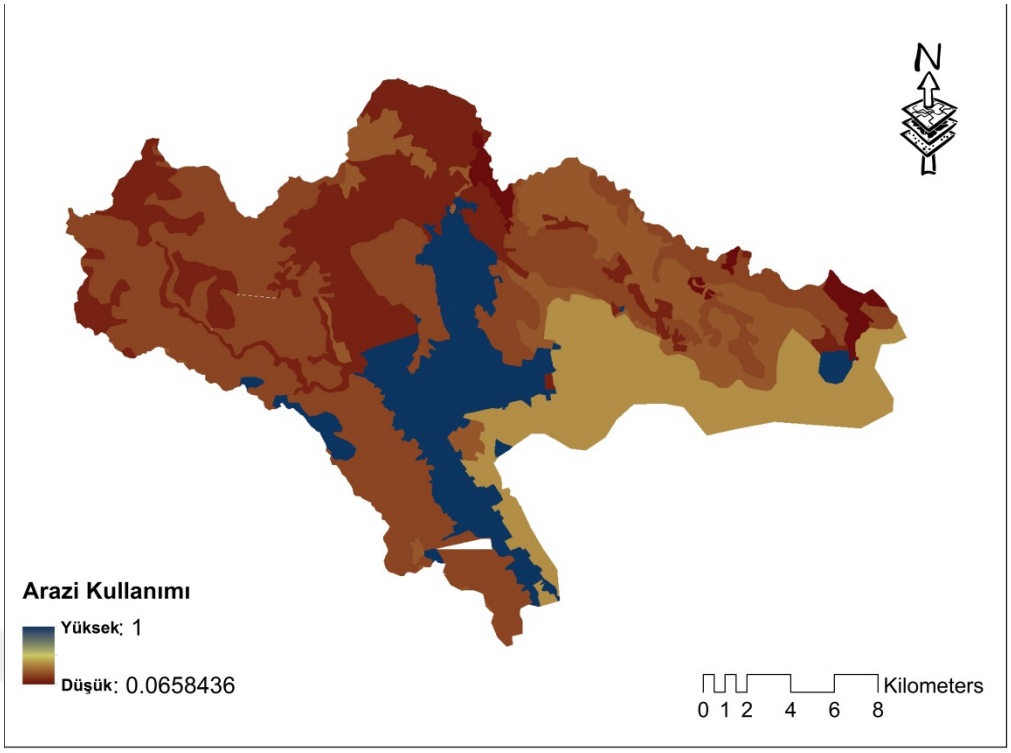


Şekil 4.10. Normalleştirilmiş yükseklik haritası

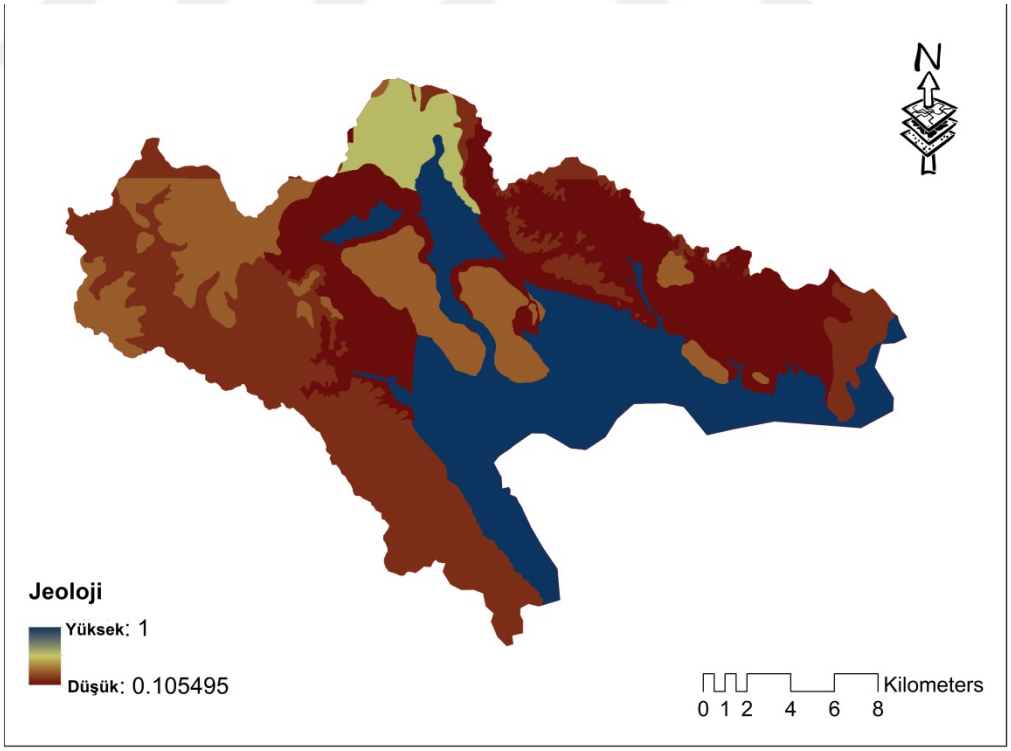


Şekil 4.11. Normalleştirilmiş eğim haritası

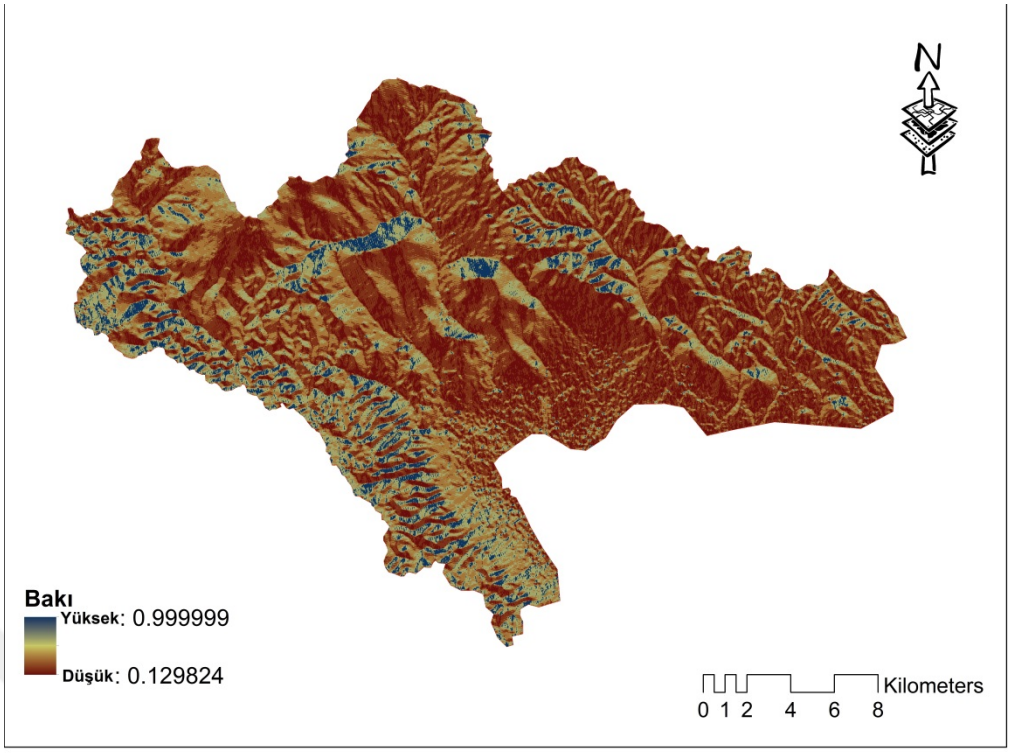
Sayısal değer içermeyen ve alt ögeler için ağırlık hesaplamaları yapılan arazi kullanımı/örtüsü, jeoloji ve bakı katmanları öncelikle ağırlık değerlerine göre yeniden sınıflandırılmaları yapılmıştır. Yeniden sınıflandırma yapıldıktan sonra maksimum değer yine maksimum olacak şekilde Eşitlik (4.2)'ye göre en büyük değere göre doğrusal ölçek dönüşümü kullanılarak Şekil 4. 12, Şekil 4. 13 ve Şekil 4. 14'te olduğu gibi normalleştirilmiştir.



Şekil 4.12. Normalleştirilmiş arazi kullanımı haritası



Şekil 4.13. Normalleştirilmiş jeoloji haritası



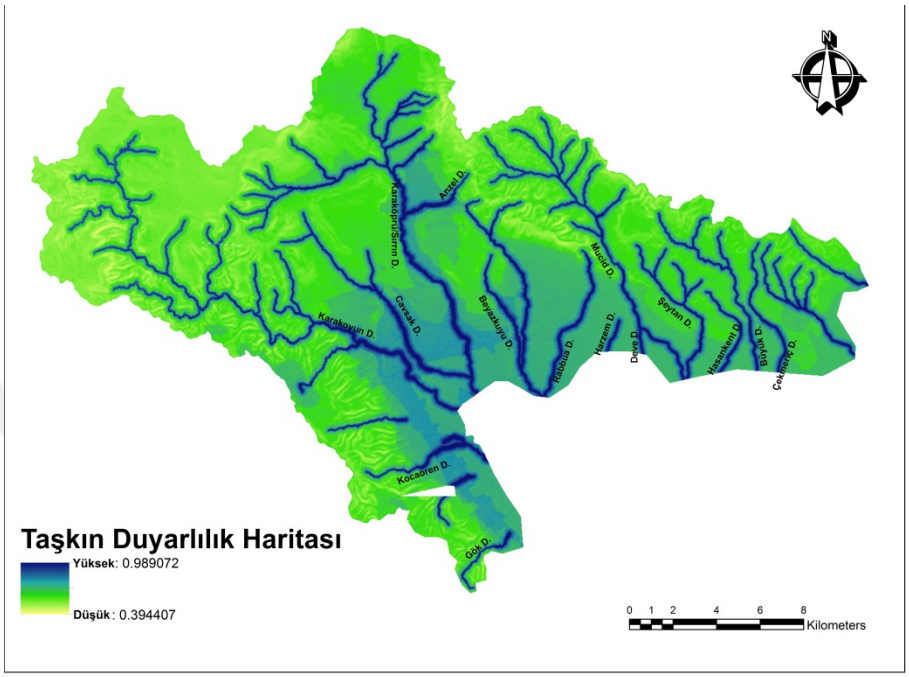
Şekil 4.14. Normalleştirilmiş bakı haritası

4.1. Taşkın Duyarlılık Haritasının Oluşturulması

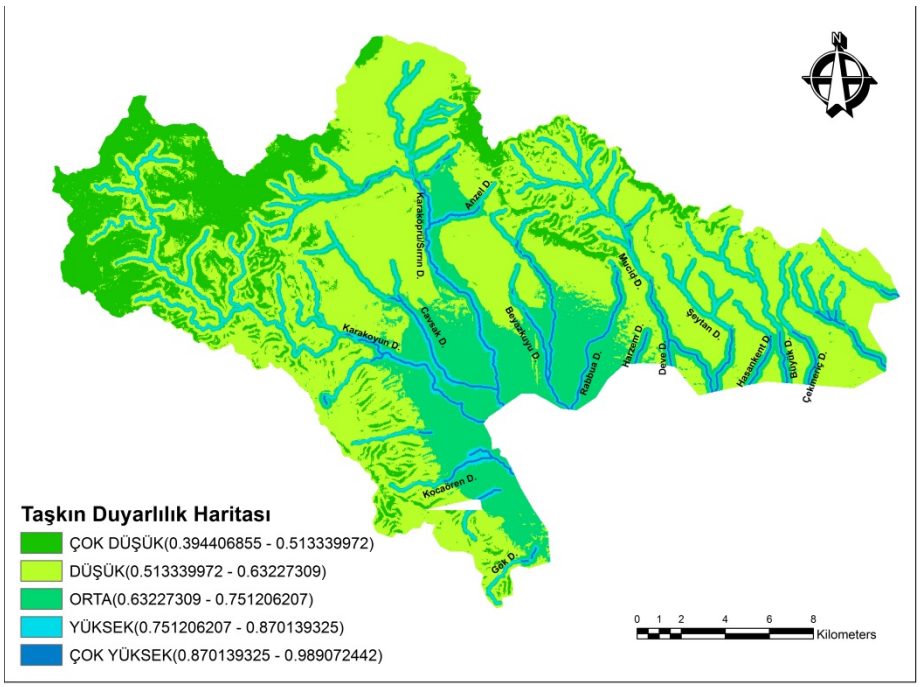
Yağış, drenaj ağına uzaklık, eğim, arazi kullanımı, jeoloji ve bakı haritalarının normalleştirme işlemi yapıldıktan sonra Denklem 3.2'ye göre ArcGIS'te çakıştırma (overlay) analizi yapılmıştır. Aynı işlem raster hesaplama (raster calculator) aracı ile de yapılabilmektedir. Çok ölçütlü karar analizi, analitik hiyerarşi yöntemine göre yapılan analiz sonucu oluşan taşkın duyarlılık haritası Şekil 4.15'te verilmiştir. Sonuç haritasında değer aralığı 0.39-0.98'dir. Yüksek değerler taşkın tehlikesinin daha yüksek olduğu yerleri, düşük değerler ise tehlikenin düşük olduğu yerleri göstermektedir. Renk değerlendirmesine göre yeşilden koyu maviye doğru giden bir tonlama ile risk derecesi artmaktadır.

Sonuç haritasının daha anlaşılır hale getirilmesi için ArcGIS ortamında çeşitli sınıflandırma yöntemleri bulunmaktadır. Bunlar manuel, eşit aralıklı sınıflandırma (equal interval), defined interval, quantile, doğal kesiklik sınıflaması (natural breaks (jenks)), geometrical interval, standart sapma (standart deviation) yöntemleridir.

Sonuç haritası tüm yöntemlere göre sınıflandırılmış geçmiş yaşanan taşkınlar ve önceki çalışmalardan yola çıkarak en uygun sınıflandırmanın eşit aralıklı sınıflandırma (equal interval) olduğu görülmektedir. Risk derecesi; çok yüksek, yüksek, orta, düşük ve çok düşük olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 4.16).



Şekil 4.15. Taşkın duyarlılık haritası

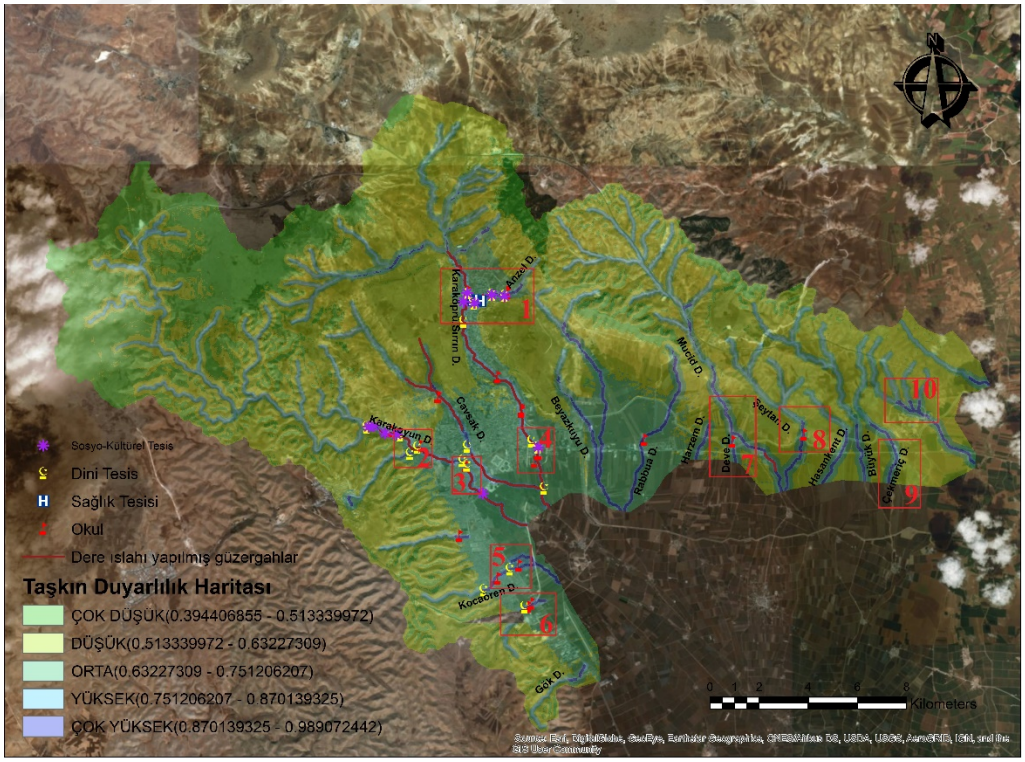


Şekil 4.16. Sınıflandırılmış taşkın duyarlılık haritası

Ortaya çıkan taşkın duyarlılık haritasına baktığımızda çok yüksek tehlike arz eden alanların genellikle dere akış kollarına yakın bölgelerin olduğu görülmektedir. Özellikle kentsel yerleşmelerin yoğun olduğu bölgelerde zemine sızan su miktarının daha düşük olması nedeniyle analiz sonucunda bu alanlarda risk'in daha fazla olduğu görülmüştür.

Çalışma alanında geçmiş dönemlerde Sırrın deresinde 1974, 2006 ve 2012 yıllarında; Karakoyun deresinde 1969 yılında taşkınlar yaşanmıştır. Çok ölçütlü karar analizi yöntemine dayalı hazırlanan taşkın duyarlılık haritası ile çalışma alanında daha önce meydana gelmiş taşkınların karşılaştırılması yapılmış, geçmiş taşkınlarla duyarlılık haritasının uyum sağladığı görülmüştür.

Şekil 4.17'de çok yüksek ve yüksek taşkın riski olan yerlerde bulunan tesislere yönelik harita verilmiştir.



Şekil 4.17. Taşkın riski altında bulunan tesisler haritası

Çalışma alanı toplamda 42 851,20 ha'dır. Oluşturulan risk sınıflarına göre alanlar ve toplam alan içindeki yüzdeleri Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Risk sınıfları alansal dağılım

Risk sınıfı	**Alan (ha)**	**Oran (%)**
Çok düşük	7 222,51	16,86
Düşük	21 912,07	51,14
Orta	9 774,34	22,81
Yüksek	3 039,27	7,09
Çok yüksek	903,01	2,10
	42 851,20	**100**

Çok yüksek ve yüksek taşkın riski altında bulunan alanlara yönelik alansal göstergeler Çizelge 4.17'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. Çok yüksek ve yüksek taşkın tehlikesi taşıyan alanlarda alansal dağılım

Risk sınıfı	Alan		Yerleşim alanları		Tarım alanı		Diğer	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Yüksek	3 039,27	7.09	415	0.97	1 950	4.55	674,27	1.57
Çok yüksek	903,01	2.10	315	0.74	455	1.06	133,01	0.30

Çizelge 4.18. Çok yüksek ve yüksek taşkın tehlikesi taşıyan alanlarda bulunan tesisler

	Mekânsal kullanım			
Tehlike sınıfı	Okul	Sosyo-Kültürel Tesis	Sağlık Tesisi	Dini Tesis
Yüksek	9	5	1	4
Çok yüksek	12	5	1	9

Yapılan hesaplamalarda Çizelge 4.18'de, çok yüksek tehlike sınıfında 12 okul, 5 sosyo-kültürel tesis, 1 sağlık tesisi ve 9 dini tesis; Yüksek tehlike sınıfında 9 okul, 5 sosyo-kültürel tesis, 1 sağlık tesisi ve 4 dini tesis bulunmaktadır.

Yapılan analiz sonucunda yüksek ve çok yüksek taşkın riski bulunan alanlardaki okul, sağlık tesisi, sosyo-kültürel tesis ve dini tesislere ait bilgiler Çizelge Çizelge 19, Çizelge 20, Çizelge 21 ve Çizelge 22'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Çok yüksek ve yüksek taşkın tehlikesi altındaki okullar

Okul Adı	**İlçe**	**Mahalle**	**Etkilendiği dere**	**Risk Sınıfı**
Turgut Özel Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Haliliye	Sırrın	Sırrın-Karaköprü	Yüksek
Osman Gazi İlkokulu	Haliliye	Sırrın	Sırrın-Karaköprü	Yüksek
Osmangazi Anadolu Lisesi	Haliliye	Sırrın	Sırrın-Karaköprü	Çok Yüksek
Necat Kuveyt-Türk İlk-Ortaokul	Haliliye	Ertuğrul Gazi	Sırrın-Karaköprü	Çok Yüksek
Veysel Karani Kız İmam Hatip Ortaokulu	Haliliye	Ertuğrul Gazi	Sırrın-Karaköprü	Çok Yüksek
Nazif Bayraktar Kız Meslek Lisesi	Karaköprü	Ali Baba	Sırrın-Karaköprü	Çok Yüksek
Milli İrade Kız Anadolu Lisesi	Karaköprü	Akpıyar	Sırrın-Karaköprü	Yüksek
Hacı Eyyüp Koç İlk-Ortaokulu	Haliliye	Kamberiye	Karakoyun	Çok Yüksek
Mehmet Saçlı İlk-Ortaokulu	Haliliye	Süleymaniye	Karakoyun	Yüksek
Süleymaniye İlk-Ortaokulu	Haliliye	Süleymaniye	Karakoyun	Yüksek
Hayati Harrani İmam Hatip Ortaokulu	Eyyübiye	Ruha	Kocaören	Yüksek
Harran Üniversitesi Eyyübiye Kampüsü	Eyyübiye	Asya	Kocaören	Yüksek-Çok yüksek
Selahaddin Eyyübi Ortaokulu	Eyyübiye	Ruha	Kocaören	Yüksek
Zeliha Ramazan Alpan Ortaokulu	Eyyübiye	Asya	Kocaören	Çok yüksek
Edessa Özel Uygulama Eğitim Merkezi	Karaköprü	Güllübağ	Anzel	Yüksek
Şehit Abdulselam Halat Ortaokulu	Karaköprü	Güllübağ	Anzel	Çok yüksek
Togem Keçiören Anaokulu	Haliliye	Ahmet Erseven	Cavsak	Çok yüksek
Gap Kız Teknik ve Meslek Lisesi	Eyyübiye	Muradiye		Çok yüksek
Akçal Köyü İlk-Ortaokulu	Haliliye	Akçalı	Şeytan	Çok yüksek
Kepirli İlk-Ortaokul	Haliliye	Kepirli	Deve	Çok yüksek
Ulubağ İlk-Ortaokul	Haliliye	Ulubağ	Rabbua	Yüksek

Çizelge 4.20. Çok yüksek ve yüksek taşkın tehlikesi taşıyan sağlık tesisleri

Sağlık tesisi adı	İlçe	Mahalle	Etkilendiği Dere	Risk sınıfı
H. Eyyüp Koç Sağlık Aile Sağlık Merkezi	Karaköprü	Çankaya	Anzel	Çok yüksek
Özel Metrolife Hastanesi	Karaköprü	Şenevler	Anzel	Yüksek

Çizelge 4.21. Çok yüksek ve yüksek taşkın tehlikesi taşıyan sosyo-kültürel tesisler

Sosyo-kültürel tesis adı	İlçe	Mahalle	Etkilendiği dere	Risk sınıfı
Fatma koç kız kuran kursu	Haliliye	Sırrın	Sırrın-Karaköprü	Çok yüksek
Akpınar ortaöğretim erkek öğrenci yurdu	Karaköprü	Akpıyar	Sırrın-Karaköprü	Yüksek
Milli eğitim kültür merkezi	Karaköprü	Akpıyar	Sırrın-Karaköprü	Yüksek
Kuran kursu	Karaköprü	Atakent	Anzel	Çok yüksek
Mustafa Gergerli taziye evi	Karaköprü	Narlıkuyu	Anzel	Yüksek
Bakure Mehmet felhan kültür evi	Haliliye	Sancaktar	Karakoyun	Yüksek
Süleymaniye kadın kültür merkezi	Haliliye	Süleymaniye	Karakoyun	Çok yüksek
Süleymaniye kız kuran kursu	Haliliye	Süleymaniye	Karakoyun	Çok yüksek
Haliliye vakfı özel yurt	Haliliye	Süleymaniye	Karakoyun	Yüksek
Karaköprü bel kültür merkezi	Karaköprü	Çankaya	Anzel	Çok yüksek

Çizelge 4.22. Çok yüksek ve yüksek taşkın tehlikesi taşıyan dini tesisler

Dini tesis adı	İlçe	Mahalle	Etkilendiği dere	Risk sınıfı
Sırrın	Haliliye	Sırrın	Sırrın-Karaköprü	Çok yüksek
H.Hasari	Haliliye	Karşıyaka	Sırrın-Karaköprü	Çok yüksek
Fatih Sultan Mehmed	Karaköprü	Akpıyar	Sırrın-Karaköprü	Yüksek
Eyyüp El Ensari	Karaköprü	Çankaya	Anzel	Çok yüksek
Mehmet Misvaklı	Karaköprü	Atakent	Anzel	Çok yüksek
Mustafa Gergerli	Karaköprü	Narlıkuyu	Anzel	Yüksek
11 Nisan	Haliliye	Bamyasuyu	Cavsak	Çok yüksek
Kanberiye	Haliliye	Kanberiye	Karakoyun	Yüksek
Asım Paşa	Haliliye	Kanberiye	Karakoyun	Çok yüksek
Kuba	Haliliye	Süleymaniye	Karakoyun	Çok yüksek
Hz. Davud	Eyyübiye	Akşemsettin	Karakoyun	Çok yüksek
H. Galip Kuşçuoğlu Tevhit	Haliliye	Süleymaniye	Karakoyun	Çok yüksek
Haliliye Vakfı	Haliliye	Süleymaniye	Karakoyun	Yüksek

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Dünya ölçeğinde yaşanan küresel ısınma kaynaklı iklimsel değişmeler şehirleri, tarım alanlarını ve canlıları farklı doğa olayları ile karşı karşıya getirdiği görülmektedir. Meydana gelen doğa olaylarına baktığımızda taşkınların artık birçok kentte gerek altyapıdaki yetersizlikler gerekse yağıştaki ani yükselmelere bağlı olarak afete neden olduğu görülmektedir.

Yapılan çalışma taşkın tehlikesi olan yerlerin tespitinin çok kriterli karar verme yöntemiyle tespitine yönelik olup, daha ayrıntılı çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu tür çalışmaların özellikle yeni yerleşim alanlarının planlanmasından önce kullanılması önem arz etmektedir. Çok kriterli karar verme yöntemi ile yapılacak çalışma ile ilgili sonuç, hedeflerin daraltılmasını sağlayarak zamandan, ekonomiden ve işgücünden tasarruf sağlayacaktır. Başlangıçta daha çok hedef üzerinde yapılacak çalışma analizden sonra daha az hedef üzerinde daha ayrıntılı çalışma yapılmasını sağlayacaktır.

Çalışma sonucunda oluşturulan taşkın duyarlılık haritasının değerlendirilmesinde Şekil 4.17'de işaretli bölgelerde aşağıdaki hususlar tespit edilmiştir.

- Karaköprü ilçe sınırları içerisinde bulunan Anzel deresinin tamamen yapılaşmaya açıldığı bu alanda oluşabilecek taşkının ciddi anlamda zarar vereceği tahmin edilmektedir (1 nolu bölge).

- Karakoyun deresi ile Marmara sokağın kesiştiği bölgenin akabe TOKİ'den gelen dereyle birleşmesi ve yoğun yapılaşma burada oluşabilecek taşkın etkisini arttırıcı etkisi olacaktır (2 nolu bölge).

- Karakoyun deresinin Süleymaniye kısmının bir kısmında derenin iki tarafında rekreasyon alanı bırakıldığı ancak bu bölgeden başlayıp kentin içine doğru devam edildiğinde rekreasyon alanlarının yerini evlerin aldığı bunun yine risk

teşkil ettiği görülmektedir. Bu alanlarda yapılaşmaya baktığımızda niteliksiz ve mühendislik görmemiş yapıların yoğunlukta olduğu bu alanlarda kentsel dönüşüm uygulanarak gerek taşkın açısından gerekse yapılaşma açısından yeni yaşam alanları oluşturularak risk ortadan kaldırılabilir (3 nolu bölge).

- Karaköprü deresinin sırrın mahallesi bölgesinde dere kesitlerinin oluşabilecek taşkını kaldıramayacağı aşikâr olup gerek dere ıslahının gerekse çevresindeki yapılaşma durumunun yeniden düzenlenmesi gerekmektedir (4 nolu bölge).

- Eyyübiye ilçesi asya mahallesinde bulunan dere yatağının kurutularak imara açıldığı bu durumun ileride yaşanabilecek taşkında ciddi risk teşkil ettiği görülmektedir (6 nolu bölge).

- Mucid deresi üzerinde bulunan Göktepe ve Kepirli mahallelerinin derenin toplanma havzasının büyük olması nedeniyle taşkın üretme ihtimalinin yüksek olduğu görülmektedir. Bu dere üzerinde dere ıslah çalışması yapılarak taşkın etkisi minimuma indirilebilir (7 nolu bölge).

- Haliliye ilçesi Akçalı mahallesinden geçen şeytan deresinin gerek mahalleye gerekse mansabındaki tarım arazilerine zarar verme ihtimali yüksek olup dere ıslahı ve diğer yapısal önlemlerin alınması gerekmektedir (8 nolu bölge).

- Haliliye ilçesi Gülveren mahallesinden geçen çekmeriç deresinin gerek mahalleye gerekse mansabındaki tarım arazilerine zarar verme ihtimali yüksek olup dere ıslahı ve diğer yapısal önlemlerin alınması gerekmektedir (9 nolu bölge).

- Cavsak deresinin Kamberiye mahallesinden yani eski sanayiden başlayıp sancaktar mahallesine devam eden bölümünde belli bölgelerde dere kesitlerinin yeniden gözden geçirilerek yenilenmesi sancaktar mahallesi bölümünden GAP stadına kadar olan bölümde kentsel dönüşüm veya başka model ve yöntemlerle yapılaşmanın taşkına ve diğer afetlere duyarlı planlama yaklaşımıyla yeniden imar edilmesi gerekmektedir (11 nolu bölge).

- Harran Üniversitesi Osmanbey kampüsü ve Kocaören deresinin Harran Üniversitesi Eyyübiye kampüsünden geçtiği derelerin risk teşkil ettiği bu nedenle derelere yakın yapılaşmadan uzak durulması bu derelerde ıslah çalışmasının yapılması gerekmektedir (10 ve 5 nolu bölgeler).

- Karaköprü/sırrın derelerinin menba kısmında yapısal önlemler alınarak oluşabilecek taşkının kentsel alanlara verebileceği zararlar azaltılabilir.

- Karakoyun deresi, sırrın deresi, cavsak deresi, mucid deresi, şeytan deresi, büyük dere, çekmeriç deresi, beyazkuyu deresi, rebbua deresi ve kocaören derelerinin mansap kısımlarının Harran ovası olduğu bu nedenle bu derelerde meydana gelecek bir taşkın durumunda tarım alanları ciddi zarar görebilecektir. Bu derelerde ıslah çalışması ve diğer yapısal önlemlerin alınması gerekmektedir.

Taşkınların afete dönüşmemesi için aşağıda belirtilen ilkelere dikkat edilmesi gerekmektedir.

- Şehir merkezinde taşkının etkisini artıran bir etkende betonlaşmadır. Kentlerimizde yapılaşmadaki kararlar gerek parsel gerekse ada bazında betonlaşma üzerine kurulmaktadır. Yüzeyde betonlaşma miktarı arttıkça suyun akışa geçmesi daha fazla olacaktır. Bu nedenle imar planlama mevzuatı ve imar planlarının yeniden ele alınarak özellikle parsel ve ada bazında, betonlaşmadan uzak alanların ayrılması sağlanmalıdır. Özellikle site, kurumsal bazlı yapılaşmalarda yağmur bahçeleri şartı getirilebilir. Yani kısaca su duyarlı planlama anlayışı hakim kılınmalıdır.

- Şehirleşmenin yoğun olduğu kent merkezlerinde güncel hâlihazır haritalar ve 3 boyutlu çalışmalar üzerinde oluşabilecek taşkın modellemeleri yapılarak bunlara yönelik gerekli alt ve üstyapı önlemlerinin alınması sağlanmalıdır.

- Gerek planlama yapılırken gerekse planların uygulanması esnasında mevcut topoğrafyayı taşkına duyarlı hale getirmeyecek şekilde planlama yaklaşımı esas alınmalıdır.

- Derelerin ıslah çalışmaları biran önce yapılmalı, özellikle drenaj alanı büyük olan karakoyun ve sırrın deresi için gerekli yapısal önlemler ıslah çalışmaları, tersip bendi, taşkın önleme seddesi vb önlemler alınmalıdır.

- Öncelikle taşkın yataklarının kentleşmeye açılmaması, bu alanların imar planlarında yeterli genişlikte yeşil alan veya rekreasyon alanı olarak bırakılması, imar planları ve diğer planlar yapılırken DSİ'den mutlak surette görüş alınması gerekmektedir.

- Kırsal alanlardan veya tarım alanlarından geçen derelerde de gerekli yapısal önlemlerin alınması tarımsal zarar kayıplarının önüne geçecektir.

- Derelere çöp ve benzeri katı maddelerin atılmaması, ilgili belediyesince temizlik faaliyetleri sık aralıklarla yapılmalıdır.

- Yapılacak dere ıslah çalışmalarında yerleşim alanlarından geçen derelerin taşkın debilerinin daha yüksek alınması çünkü kentsel alanlarda infiltrasyon (sızma) az olduğundan akışa geçen su debiyi arttırıcı etkiye sahiptir.

- Derelerin üzerinde yapılan menfezler gelecek bir miktar katı maddeyi biriktirmeyecek şekilde ve genişlikte yapılmalıdır.

Ayrıca gelişen bilgi teknolojileri sayesinde farklı analiz program ve yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlardan Hec-Ras, Mıke programları en önemli olanlarıdır. Bu tür programlarla özellikle tehlike arz eden dere ve akarsuların 1d ve 2d hidrodinamik modelleri yapılarak daha ayrıntılı analiz çalışmaları yapılmaktadır. Şanlıurfa'da özellikle Sırrın ve Karakoyun dereleri için 1d ve 2 d

hidrodinamik modellerin yapılması ileride yaşanabilecek taşkın olaylarına karşı alınacak önlemler açısından önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

AKAR İ., ve MAKTAV, D., 2008. Taşkın Araştırmalarında Çok Kriterli Karar Verme Analizi ve Hidrolojik Modellemelerin Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu İle Karşılaştırılması. 2. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Kayseri, s.322-330.

ARSLANOĞLU, M., ve ÖZÇELİK, M., 2005. Sayısal arazi yükseklik verilerinin iyileştirilmesi. 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 28 Mart-1 Nisan, Ankara.

AYALEW L, YAMAGİSHİ H, and UGAWA N., 2004. Landslide susceptibility mapping using GIS-based weighted linear combination: The case in Tsugawa area of Agano River. Landslides 1(1):73–81.

BAĞDATLI, M. C., ve ÖZTÜRK B., 2014. Havza morfolojik özelliklerinin belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) etkin rolü. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 18(1):11-19.

BAYAZIT, M., ve ÖNÖZ, B., 2008. Taşkın ve Kuraklık Hidrolojisi. Nobel Basımevi, Ankara, 259s.

BEDİENT, P. B., and HUBER, W. C., 1992. Hydrology and Floodplain Analysis. Addison Wesley, USA, 776p.

DAİ F. C., LEE C. F., and ZHANG X. H., 2001. GIS-based geo-environmental evaluation for urban land-use planning: a case study. Engineering Geology, 61(4):257–271.

EPA, 1993. Guidance Specifying Management Measures for Sources of Nonpoint Source Pollution in Coastal Waters. United States Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington D.C. 840p.

ELSHEİKH, R. F. A., OUERGHİ, S., and ELHAG, A. R., 2015. Flood Risk Map Based on GIS, and Multi Criteria Techniques (Case Study Terengganu Malaysia). Journal of Geographic Information System, 2015(7):348-357.

GRAF, W.K., 1977. Network characteristics in suburbanizing streams. Water Resources Research 13(2):459-463.

GÜRER, İ., 1992. Doğu Anadolu'da Kar Örtüsü ve İlkbahar Taşkınları. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı ile Belediyeler, Ankara, 6(15):17-26.

GÜRER, I., 1996. Flood Inventory and Recent Flood Problems in Turkey. Hazard 96 Symposium, 21-26 Temmuz, Toronto.

GÜRER, İ., 1998. Batı Karadeniz Taşkın Afeti Örneği ile Türkiye'de Taşkın Problemi. Amhy-Frıend grubu-Heavy Floods-Flush Floods Toplantısı, 15-16 Ekim, İstanbul.

GÖRCELİOĞLU, E., 2003. Sel ve Çığ Kontrolü, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 346s.

KELLER, E. A., 1979. Environmental Geology. Bell & Howell Company, Ohio, 522p.

LEE, J. B., LEE, J. K., and CHANG, S. R., 2013. A Study on the Risk Level of Work Types in Nuclear Power Plant Construction. Journal of the Korean Society of Safety, 28(3):95-99.

LEE, D. U., and KİM, Y. S., 2003. A Study on the Cost Risk Analysis for Construction Projects Using Fuzzy-AHP Method. Journal of Architectural Institute of Korea, 19:169-176.

LHEE, S. C., CHOİ, Y. J., and CHOİ, Y., 2011. Determining the Priority of Factors for Reducing Energy at Deteriorated School Buildings Using AHP Method. Journal of the Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, 11:127-132.

LİNSLEY, J. R. K., KOHLER, M. A., and PAULHUS, J. L. H., 1983. Applied Hydrology. Tata McGraw-Hill Publishing, New York, p.397-404.

MEENA, Y.R., and GUPTA, A. K., 2017. A Study on Urban Flood Vulnerability in Vrishabhavathi Valley Watershed, Bengaluru, Karnataka using AHP, GIS and RS Techniques. International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS, 6(1):2325-2342.

MALCZEWSKİ, J., 1999a. GIS and Multicriteria Decision Analysis, John Wiley and Sons, New York, 357p.

MALCZEWSKİ, J., 1999b. Spatial Multicriteria Decision Analysis, Part 1 in Decision Making and Analysis: A Geographic Information Sciences Approach. Edited by Jean-Claude Thill, New York.

MALCZEWSKİ, J., 2006. Integrating Multicriteria Analysis and Geographic Information Systems: The Ordered Weighted Averaging (OWA) Approach. International Journal of Environmental Technology and management, 6(1/2):7–19.

TARBUCK, E. J., and LUTGENS F. R., 1984. The Earth: an Introduction to Physical Geology. A Bell and Howell Company, USA, 591p.

USUL, N., 2008. Mühendislik Hidrolojisi. ODTÜ Basımevi, Ankara, 140s.

OĞUZ, K., OĞUZ, E., ve COŞKUN M., 2016. Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Taşkın Risk Alanlarının Belirlenmesi: Artvin İli Örneği. 4. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 23-25 Kasım, Rize, s.793-803.

OZCAN, O., and MUSAOGLU, N., 2010. Vulnerability Analysis of Floods in Urban Areas Using Remote Sensing and GIS. 30 th EARSEL Symposium, Paris.

ÖZCAN, O., 2008. Sakarya Nehri Alt Havzası'nın Taşkın Riski Analizinin Uzaktan Algılama ve CBS ile Belirlenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 72s.

ÖNSOY, H., 2008. Kentleşmede hidrolojinin önemi, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları: Sel, Taşkın ve Heyelan Konferansları Bildiriler Kitabı, s.38-42.

ÖZDEMİR, H., 1978. Uygulamalı Taşkın Hidrolojisi, DSİ Genel Müdürlüğü Basım ve Foto-Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara, 221s.

ÖZORAL, E., 2007. Taşkın Koruma Faaliyetlerinde Memba ve Mansap Planlaması ve Yukarı Havza Önlemleri, Sel-Heyelen-Çığ Sempozyumu, 28-29 Mayıs, s.67-93.

ÖZCAN, O., MUSAOĞLU, N., ve ŞEKER, D. Z., 2009. Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 11-15 Mayıs, Ankara.

ÖZCAN, O., 2017. Taşkın Tespitinin Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi: Ayamama Deresi Örneği. Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler

Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 3 (1):9-27.

ÖZŞAHİN, E., ve KAYMAZ Ç. K., 2015. CBS ve AHS Kullanılarak Doğal Çevre Bileşenleri Açısından Kentsel Mekânın Yerleşime Uygunluk Analizine Bir Örnek: Antakya (Hatay). Atatürk Üniversitesi Doğu Coğrafya Dergisi, 20 (33):111-134.

ÖZTÜRK, D., 2009. CBS Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemleri ile Sel ve Taşkın Duyarlılığının Belirlenmesi: Güney Marmara Havzası Örneği. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 161s.

ÖZTÜRK, D., and BATUK F., 2011. Implementation of GIS-based multi-criteria decision analysis with VB in ArcGIS. International Journal of Information Technology and Decision Making, 10(6):1023-1042.

PETİTTİ, D. B., 2000. Meta-Analysis, Decision Analysis, and Cost-Effectiveness Analysis: Methods for Quantitative Synthesis in Medicine, Second edition, Oxford University Press, Oxford, 305p.

RAHMATİ, O., ZEİNİVAND, H., and BESHARAT, M., 2015. Flood hazard zoning in Yasooj region, Iran, using GIS and multi-criteria decision analysis. Geomatics, Natural Hazards and Risk, 7(3):1000-1017.

ROSLEE, R., TONGKUL, F., SİMON, N., and NORHİSHAM, M. N., 2017. Flood Potential Analysis (FPAn) using Geo-Spatial Data in Penampang area, Sabah. Malaysian Journal Geosciences, 1(1):01-06.

SAATY, T. L. 1977. A scaling method for priori ties in hierarchical structures. Journal of Mathematical Psychology, 15(3):234-281.

SAATY, T. L., 1980a. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, McGraw-Hill Comp., New York, p.54–55.

SAATY, T. L., 1980b. The Analytical Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York, 20p.

SAATY, T. L. 1982. Decision Making for Leaders, RWS Publications, Pennsylvania, 291p.

SAATY, T. L., and ALEXANDER, J., 1989. Conflict Resolution: The Analytic Hierarchy Process, Praeger, 252p.

SAATY, T. L., 1994. How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process, informs, 24(6):19-43.

SAATY, T. L., and ÖZDEMİR M. S., 2003. Why the magic number seven plus or minus two, Mathematical and Computer Modelling, 38(3-4):233-244.

SCHUELER, T.R. and J. GALLİ, 1992. Environmental impacts of stormwater ponds. Watershed Restoration Sourcebook, anacostia restoration team, Metropolitan Washington Council of Governments, Washington, D.C. 242p.

SİMON, H. A., 1960. The New Science of Management Decision, harper and brothers publishers, New York, 50p.

SELÇUK, L., SELÇUK, A. S., ve KASAPOĞLU, D., 2016. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) Kullanılarak, Van İli Merkez İlçelerinin Kentsel Taşkın Duyarlılık Değerlendirmesi. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, 37 (1):1-18.

SİNHA, R., BAPALU, G. V., SİNGH L. K., and RATH B., 2008. Flood risk analysis in the Kosi river basin, north Bihar using multi-parametric approach of Analytical Hierarchy Process (AHP), Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 36(4):335-349.

STEFANİDİS, S., and STATHİS D., 2013. Assessment of flood hazard based on natural and anthropogenic factors using analytic hierarchy process (AHP), Natural Hazards, 68(2):569-585.

SİDDAYAO, G. P., VALDEZ S. E., and FERNANDEZ P. L., 2014. Analytic hierarchy process (AHP) in spatial modeling for floodplain risk assessment. International Journal of Machine Learning and Computing, 4(5):450-457.

STEİNER, F.R, and BUTLER K., 2007. Planning and Urban Design Standards. Hoboken N.J.: J. Wiley, New Jersey, 448p.

TOPRAK, A., 2015. Solhan Deresi Havzasının (Bingöl) Sel ve Taşkın Analizi. Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ, 151s.

USUL, N, 2008. Mühendislik Hidrolojisi. ODTÜ Basımevi, Ankara, 408s.

YALÇIN, G., and AKYÜREK Z., 2004. Analysis flood vulnerable areas with multicriteria evaluation, XXth International Society for Photogrammetry and Remote Sensing Congress. 12-23 Temmuz İstanbul, s.359-364.

YAVUZ, M., 2010. Hidroloji çalışmaları, DSİ Mühendislik Meslek Eğitimi Ders Notları, 1(1):27-72.

YILMAZ, İ., 2015. Çorum İli Taşkın Tehlikesinin Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak İncelenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 91s.

YOON, K., and HWANG, C., 1995. Multiple Attribute Decision Making. Quantitative Applications in the Social Sciences, SAGE, United States of America, 84p.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Mustafa TANRIVERDİ
Uyruğu	**:**	T.C
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Bozova-01.03.1988
Telefon	**:**	0543-3033589
e-mail	**:**	mustafatan88@gmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Abdülkadir Konukoğlu Lisesi (G.Antep)	2005
Lisans	:	Selçuk Üniversitesi(Şehir ve Bölge Planlama)	2010
Lisans	:	Harran Üniversitesi (İnşaat Mühendisliği)	2016
Önlisans:		Anadolu Üniversitesi(Adalet)	2018

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görev**
2010-2011	Halfeti Milli Eğitim Müdürlüğü	Öğretmenlik (Ücretli)
2011-2011	Şanlıurfa Tarım Reformu Bölge Müdürlüğü	Şehir Plancısı (Sözleşmeli)
2011-2018	Şanlıurfa Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	Şehir Plancısı
2018-devam	Düzce Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	Şehir Plancısı

YABANCI DİLLER

İngilizce

UZMANLIK ALANI

CBS	Coğrafi bilgi sistemleri orta seviyesi eğitimi (Netcad, Arcgis, Uzaktan Algılama, Konumsal Veri Tabanı) sertifikası
Netcad	Netcad 5.0 GİS ‘nk001a-nk002d-e/Coğrafi Bilgi Sistemleri-Planet-3d Temel Eğitim Programı’ sertifikası

YAYINLAR

GERGER, R., ve TANRIVERDİ, M., 2018. Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS) Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi ile Şanlıurfa İl Merkezinin Taşkın Alanlarının Belirlenmesi. VII. Uzaktan Algılama ve CBS Sempozyumu, 18-21 Eylül, Eskişehir, s.50-59.

TANRIVERDİ, M., 2018 Göç ve Planlama İlişkisi: Şanlıurfa Örneği. II.Uluslararası Göç ve Mülteci Kongresi, 6-8 Aralık, Düzce, s.76-77.

TANRIVERDİ, M., 2015. Erişebilirlik Standartları. Engellilere Yönelik Farkındalık Paneli, Şanlıurfa.