

Çevresel Değişikliklerin Tasarım Taşkın Değerleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Gülay ONUŞLUEL GÜL

Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Tınaztepe Kampusu, Buca, İzmir
Tel: (232) 3017075
e-posta: gulay.onusluel@deu.edu.tr

Ali GÜL

Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Tınaztepe Kampusu, Buca, İzmir
Tel: (232)3017024
e-posta: ali.gul@deu.edu.tr

Murat TÜRKEŞ

İstatistik Bölümü Bağlantılı Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara
Tel: (312) 2102960
e-posta: murat.turkes57@gmail.com

Öz

Taşkınlar ülkemizde hala en fazla yaşanan felaketler arasında bulunmakta olup gelecekteki taşkın görülme sıklıklarının iklim değişikliği ve arazi kullanımını değişikliği gibi çevresel değişiklikler nedeniyle potansiyel artışı, taşkınların önemini korumaya devam edeceğini göstermektedir.

İklim ve arazi kullanımındaki değişiklikler yeni taşkın riskleri oluşturmamakla birlikte, mevcut risklerin görülme sıklığı ve büyüklüğünün değişmesine sebep olmaktadır. Taşkın zararlarının en aza indirilebilmesi için özellikle taşkından koruma yapıları, köprüler ve menfezler gibi önemli hidrolik yapılar ve sanat yapılarının tasarım ve yönetimi konusunda, acil durum planlaması, taşkın riski haritalaması, risk yönetimi ve planlama çalışmalarında ekstrem taşkın olaylarının gerçekçi tahminlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Sunulan çalışmada, çevresel değişikliklerin potansiyel etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla Seyhan Havzası örneğinde modelleme araçları ve hidrolojik simülasyon serilerinin bir arada değerlendirilmesiyle gerçekleştirilen bütüncül yaklaşımdan hareketle, (1) çalışma alanının hidrolojik modelinin oluşturulması ve doğrulama işlemlerinin gerçekleştirilmesi, (2) meteorolojik koşullardaki olası değişikliklerin tahmini ve düzeltilmiş meteorolojik girdilerin üretilmesi, (3) arazi örtüsündeki olası değişikliklerin arazi gelişim potansiyelleri ve gözlenmiş değişiklik eğilimleri gözetilerek modellenmesi, (4) senaryo modelleme koşullarının tasarım taşkın tahminlerindeki değişikliklerin tahmini için kullanılması aşamaları gerçekleştirilmiştir.

İklim ve arazi örtüsü değişimi tahminlerinin birlikte kullanılmasıyla gerçekleştirilen çalışmanın sonucu olarak; kısa dönemde taşkın büyüklüklerinde artış gözlenmiş olmakla birlikte, orta dönemde bu sonucun ortadan kalktığı ve uzun dönemde ise azalmanın görüldüğü gözlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Hidrolojik modelleme, Tasarım taşkın değeri, Çevresel değişiklikler, İklim değişikliği, Arazi örtüsü değişikliği.

Giriş

Son dönemlerde artan görülme sıklığıyla beraber değerlendirilen taşkınlar, halen Avrupa'da en sık karşılaşılan doğal afetler arasında yer almaktadır (EEA, 2004; Christensen ve Christensen, 2003; Frei ve diğ., 2006; Onuşluel Gül, 2013). Taşkın frekans ve büyüklüğünde izlenen artışları, iklim değişikliğinin beklenen etkileriyle basitçe izah etmek kolay olmamakla birlikte, taşkın frekanslarında CO₂ emisyonları ve buna bağlı küresel ısınmayla ilişkin olarak gelecek dönemler için artış tahmin eden dünya genelinde önemli sayıda çalışma bulunmaktadır (Milly ve diğ., 2002; Reynard ve diğ., 2004; IPCC, 2007). Benzer vurgu ile, taşkınlar konusunda tahmin edilen risklerin daha sıcak iklim koşulları ile artabileceği de ortaya koyulmaktadır (IPCC, 2007, 2012).

İklim değişikliği ve taşkın frekansı üzerine etkileri konusunda yürütülen çalışmalar, bir dizi matematiksel model ve uygun analizlerin birarada değerlendirildiği bütünsel bir yöntem çerçevesine ihtiyaç duymaktadır. Bu yönde izlenen tüm yöntemlerin temel başlangıç noktası, büyük ölçekli küresel iklim modelleri (genel çevrim modelleri) olmaktadır. Bununla birlikte, düşük çözünürlükleri nedeniyle doğrudan kullanıma pek uygun olmayan küresel model çıktıları çoğunlukla ölçek küçültme olarak bilinen yöntemler ile herhangi bir hidrolojik modelleme çalışmasında değerlendirilebilen veri setleri haline dönüştürülmektedir (Madsen ve diğ., 2013). Türkiye'de bu türden modelleme çalışmalarında kullanılabilir meteorolojik verilerin türetilmesi amacıyla gerçekleştirilen bölgesel modelleme uygulamaları çoğunlukla Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'nin Periyodik Değerlendirme Raporlarına girdi sağlanması hedefleriyle ve genellikle Meteoroloji Genel Müdürlüğü koordinasyonu ile geliştirilen ulusal projeler üzerinden yürütülmektedir.

Sunulan çalışmada, meteorolojik koşullar ve arazi örtüsünde beklenen tahmini değişiklikler yoluyla, tasarım taşkın debileri üzerine çevresel değişikliklerin olası etkilerinin ortaya konulmasına yönelik kapsamlı bir yaklaşım ortaya koyulmaktadır. Çalışma genel itibarıyla, (1) hidrolojik model kurgusu ve çalışma alanı için doğrulanması, (2) senaryo geleceğine yönelik olarak meteorolojik koşullardaki değişiklik beklentilerinin ortaya konulması ve değişen meteorolojik girdilerin türetilmesi, (3) izlenen bölgesel değişiklikler ve değişim potansiyelleri üzerinden arazi örtüsüne yönelik değişim tahminlerinin oluşturulması, ve (4) tasarım taşkın tahminlerine yönelik değişikliklerin ifade edilebilmesi için değişen koşulların senaryo modelleri şeklinde uygulanmasını içeren dört ana bölümden oluşmaktadır.

Çalışma Alanı ve Veriler

Taşkın riskinin yükselmesine yol açabilecek çevresel değişikliklerin ekstrem akış koşulları üzerine potansiyel etkilerinin tahminine yönelik analizler, çoğunlukla yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı iklim özelliklerine sahip dönencealtı Akdeniz iklim bölgesinde (Türkeş ve Tatlı, 2009, 2011; Türkeş, 1999, 2010) yer alan Seyhan akarsu havzasından seçilen çalışma alanında gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Çalışma alanı, geniş ölçekte araştırmacılar ve araştırmacı kuruluşlar tarafından dünya üzerinde iklim değişikliği etkilerinden en yüksek derecede etkilenebileceği ifade edilen bölgelerden birisi olarak Akdeniz bölgesinde yer almaktadır (Altınsoy ve diğ., 2011; Demir ve diğ., 2013; IPCC, 2007, 2012; Sen ve diğ., 2012; UNDP, 2013; Türkeş ve diğ., 2011). Öne çıkan bu özelliği ve taşkın geçmişi üzerine mevcut tarihsel kanıtlarıyla birlikte havza, iklim değişikliğinin hidrolojik etkilerinin belirlenmesi ve beklenen etkilere karşı adaptasyon unsurlarının değerlendirilmesi kapsamında Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında geliştirilebilecek bilimsel çalışmalar yönünden bir öncelikli araştırma alanı olarak öne çıkmaktadır.



Şekil 1 Seyhan Havzası ve Çalışma Alanı.

Çalışmanın yürütülmesinde kullanılan veriler çeşitli kaynaklardan derlenmiştir. Hidrolojik modelin kalibrasyonu ve doğrulanması aşamalarında kullanılan meteorolojik veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiş; iklim simülasyonları için, yine Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün de dahil olduğu, "Türkiye İçin İklim Değişikliği Senaryoları" TÜBİTAK KAMAG projesi çıktıları kullanılarak gerçekleştirilmiştir (MEU, 2013). Günlük yağışların havza üzerine dağılımları konusunda yararlanılmak üzere, TÜBİTAK destekli ICCAP (Impact of Climate Changes on Agricultural Production Systems in Arid Areas) projesi ile işbirliği içerisinde yürütülen ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün de proje ortağı olarak dâhil olduğu APHRODITE (Asian Precipitation – Highly Resolved Observational Data Integration Towards the Evaluation of the water resources) projesi verileri kullanılmıştır. Hidrolojik model kalibrasyonu ve doğrulanmasında kullanılan hidrometrik veriler Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü'nden sağlanmıştır. Toprak verileri (mülga) Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nce üretilmiş olan sayısal veri setlerinden elde edilmiştir. 2000 ve 2006 yıllarına

ait Corine arazi örtüsü verileri, Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) tarafından yönetilen ve genel kullanıma açık uluslararası veri tabanlarından temin edilmiştir.

Yöntem ve Uygulama

Taşkınların oluşumu üzerine etkili çok farklı etmenlerin mevcut olması nedeniyle, uygun bir hidrolojik modellemenin gerçekleştirilmesinde sadece meteorolojik girdilerden yararlanmak yeterli olmamaktadır. Gerçekten de taşkın riski, iklimle ilgili olan ve olmayan birçok itici gücün birarada oluşturduğu etkiler sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu itibarla, iklim etkilerine paralel olarak arazi kullanımı/örtüsü değişimine yönelik olası/planlanan değişikliklerin de muhtemel taşkın riski altındaki alanlarda taşkın etkilerinin ortaya konulması amacıyla geliştirilecek hidrolojik modelleme çalışmalarında göz önünde bulundurulması büyük önem taşımaktadır.

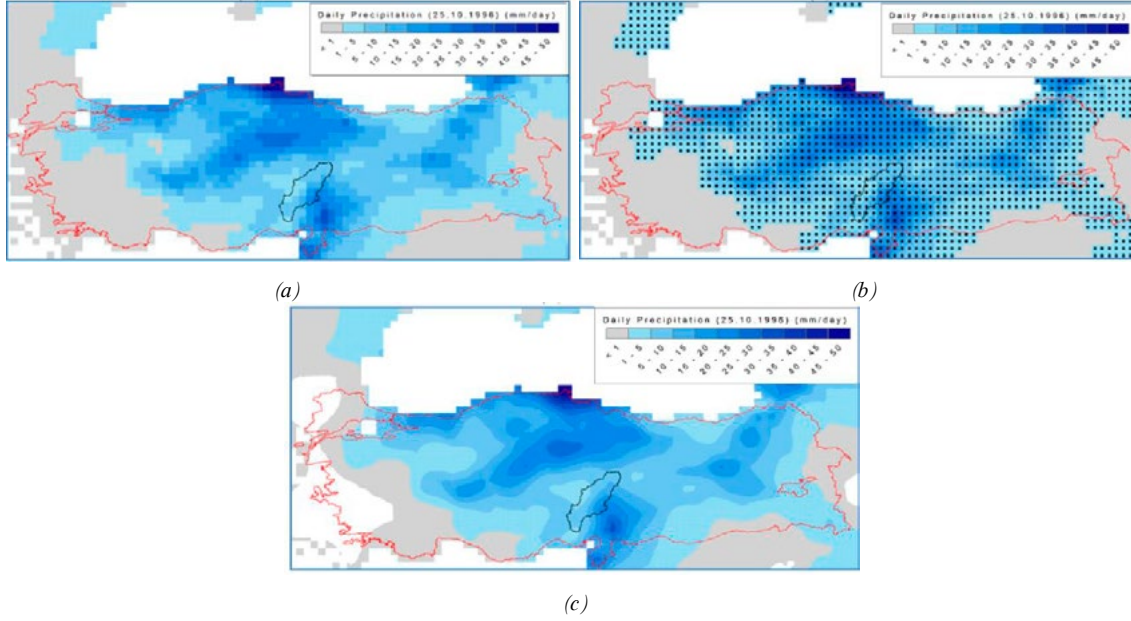
Hidrolojik Modelleme

Sunulan çalışmanın hidrolojik modelleme aşamasında United States Army Corps of Engineers (USACE) tarafından geliştirilen HEC-HMS v3.5 model sürümü kullanılmıştır (USACE, 2010). Bu model üzerinde alanda yayılı olarak gerçekleştirilen hidrolojik modelleme çalışmalarında, havza üzerine düşen yağışın alansal dağılımlı olarak belirlenmesi ve modele bu şekilde girdi teşkil etmesi önem taşımaktadır. Buna rağmen, ülkemizde yağışın alanda yayılı olarak reflektivite değerleri üzerinden hesaplanarak izlenmesine imkân veren radar ölçümleri, tüm gelişmelere rağmen halen bölgesel olarak sınırlı kullanımdadır.

Türkiye kapsamı için DMİ istasyon günlük yağış gözlemleri esas alınarak ve 0.25 derecelik mekânsal çözünürlükte üretilmiş yağış verilerinden, proje kapsamında incelenen taşkın dönemlerine karşı gelen günlük yağış verileri ayırt edilerek havza üzerindeki yağış dağılımları önce düşük çözünürlüklü olarak elde edilmiştir. Ancak, temin edilen verilerin mekansal çözünürlüğü (0.25 derece) özellikle alt havzalar ölçeğinde gerçekleştirilecek hidrolojik modelleme çalışmaları açısından oldukça büyük olmaktadır (Şekil 2a). Mekansal çözünürlüğün yeterli bir seviyeye getirilebilmesi için hidrolojik modelleme öncesinde bir dizi mekansal işlem adımı gerçekleştirilmiştir. Öncelikle yağış gridlerine ait değerler noktasal yağış değerlerine dönüştürülmüş (Şekil 2b) ve bu noktasal veri setleri kullanılarak spline enterpolasyon tekniği yardımıyla daha yüksek çözünürlüğe sahip ve aynı zamanda da alansal yağış ortalamalarının korunduğu yeni yağış yüzeyleri (dağılımları) türetilmiştir (Şekil 2c).

Hidrolojik modelleme çalışmasının saatlik olarak gerçekleştirilecek olması nedeniyle ve model kalibrasyon yeteneğinin artırılması ihtiyacından hareketle, seçilmiş tüm taşkın dönemleri bazında günlük olarak düzeltilmiş yağış verilerinin gün içi saatlik gözlemlere dönüştürülmesi önem taşımaktadır. Bu amaçla, yağış düzeltmeleri için kullanılan istasyonlara ait gün içi kayıtlar (gün içerisinde 07:00, 14:00 ve 21:00'de kaydedilmiş) incelenmiş; havza civarı tüm istasyonlardan Thiessen alanları oranında hesaplanan havza günlük toplam yağışlarının gün içerisinde paylaşım oranları kullanılarak, farklı zaman

dilimlerine denk gelen yağış miktarları (ve ayrıca yağış şiddetleri) belirlenmiş ve bu düzenleme sonrası havzadaki muhtemel yağışların gün içi ve aynı zamanda da mekânsal dağılımları türetilmiştir.

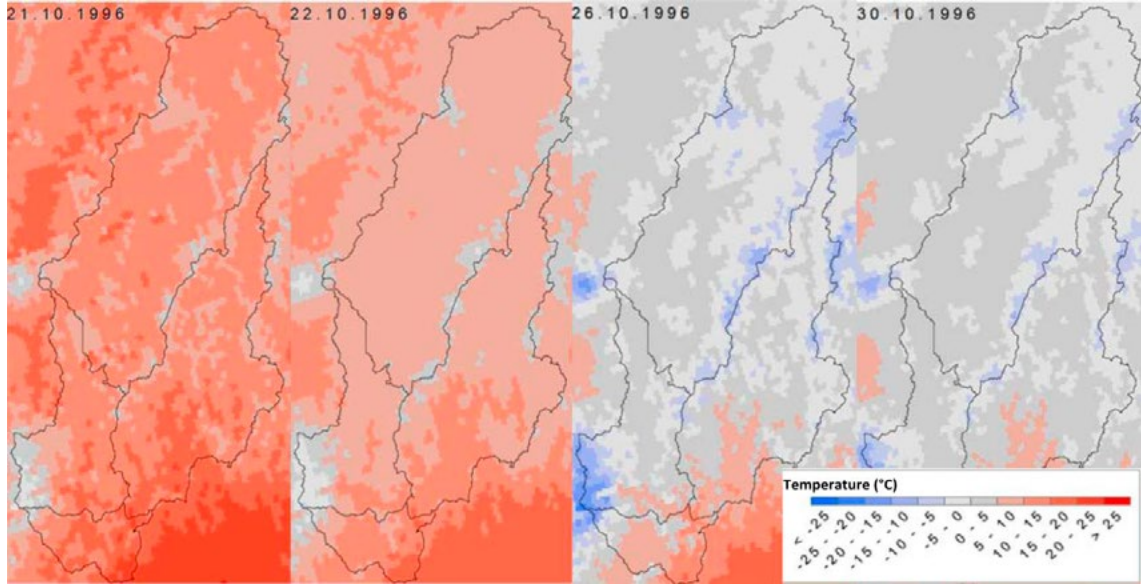


Şekil 2 25.10.1996 tarihli yağış için (a) düşük çözünürlüklü yağış dağılımı, (b) yağış gridinden dönüştürülen noktasal yağış değerleri ve (c) çözünürlüğü yükseltilmiş yağış dağılımı.

HEC-HMS modeli, sadece yağışlı zamanlara ait şekilde dönemsel olarak modele sunulan yağış girdilerinden farklı olarak, modelleme çalışmaları için incelenen taşkın dönemlerinin tamamı süresince havza üzerinde dağılımlı sıcaklık verilerine (yağışın kara dönüşümü, mevcut kar yüklerinin erimeleri, evapotranspirasyon hesaplarında kullanılmak üzere) ihtiyaç duymaktadır. Seyhan Havzası için alansal yağış girdileri, havza civarı 8 istasyonda ölçülmüş günlük sıcaklık ortalamaları bir arada değerlendirilerek ve bu veriler ile istasyonların yükselti ve bakı değerleri arasında çoklu regresyon ilişkileri tayin edilerek oluşturulmuştur (Şekil 3).

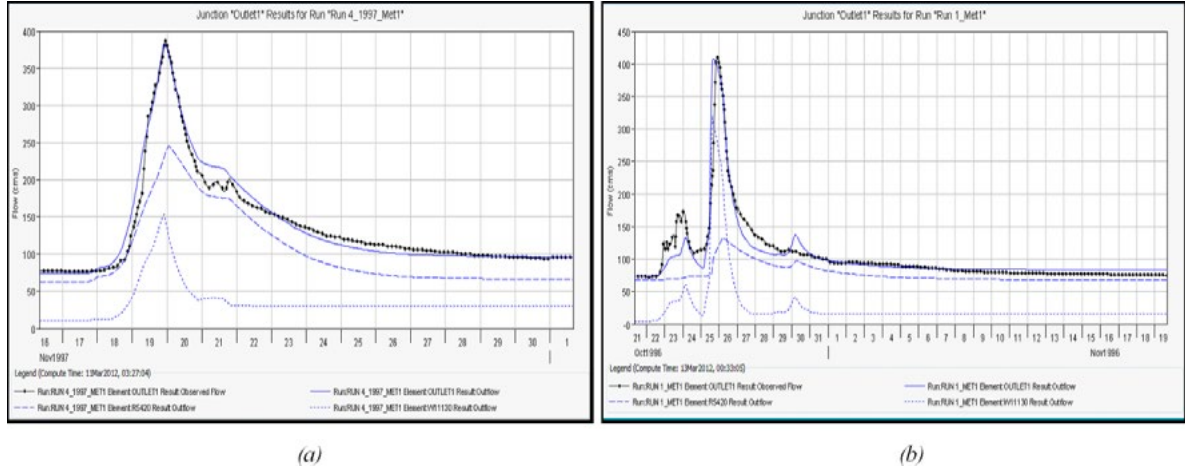
Hidrolojik modellemede kullanılacak olan SCS eğri numaraları, proje havzaları dâhilindeki toprak grupları ve özellikleri bazında Türkiye toprak veritabanı verileri üzerinden yeniden sınıflandırılan hidrolojik toprak gruplarının arazi örtüsü bilgileriyle bir arada değerlendirilmesi suretiyle belirlenmiş ve SCS eğrilerinin alansal dağılımları oluşturulmuştur. Hidrolojik modelleme sırasındaki evapotranspirasyon hesaplarında kullanılacak olan bitki büyüme katsayılarının (K_c) mekânsal olarak elde edilebilmesi için K_c değerlerinin, Corine arazi örtüsü üzerinden ayırt edilebilen bitki sınıflarına tayini yoluna gidilerek katsayıların mekânsal dağılımları elde edilmiştir. Hidrolojik modellemede evapotranspirasyon hesaplarında kullanılacak solar radyasyon (güneş ışınımı) değerleri için, günlük bazda havza üzerindeki radyasyon dağılımlarının modellenmesi amacıyla ArcGIS CBS yazılımı solar radyasyon modelleme araçları kullanılmış ve günlük toplam global güneş radyasyonu dağılımları ile günlük toplam doğrudan güneşlenme sürelerinin

(saat) havza üzerindeki dağılımları elde edilmiştir. Elde edilen tahmini günlük radyasyon dağılımları havza civarında radyasyon ölçümü bulunan meteoroloji istasyonlarındaki veriler ışığında havza ortalamaları eşdeğer olacak şekilde düzeltilmiştir.



Şekil 3 Modelleme dönemi içerisinde seçilen belirli tarihler için havzada sıcaklık dağılımı.

Verilerin modele girilmesini takiben kalibrasyon ve doğrulama dönemleri için hidrolojik modelleme çalışmaları gerçekleştirilmiş olup bu dönemler için elde edilen model çıktısı taşkın hidrografları Şekil 4'de görülmektedir. Model performansı, görsel uygunluk incelemelerinin yanı sıra üretilen bir dizi istatistik gösterge yoluyla da kontrol edilmiş ve bu şekilde hidrolojik modelin çalışma alanını temsil niteliği denetlenmiştir.



Şekil 4 Kalibrasyon ve doğrulama dönemleri için model hidrograf çıktıları.

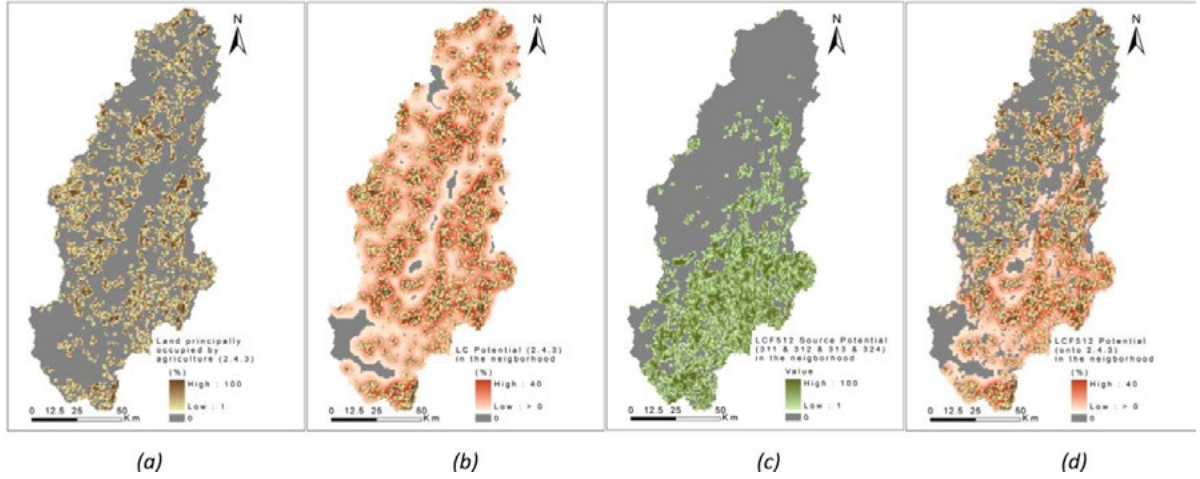
Çevresel Değişiklikler Altında Taşkın Riski Üzerine Olası Etkilerin İncelenmesi

Hidrolojik model kalibrasyonu ve doğrulamasını takiben sunulan çalışmada, mekânsal gözleme dayalı arazi örtüsü ve değişiklik verileri ancak kısa vadedeki değişimleri ortaya koyduğu ve buna karşın iklim değişikliği etkilerinin nispeten daha uzun vadede incelenebildiği bilgisinden hareketle, orta ve uzun vadedeki olası tüm değişimleri dikkate alacak şekilde arazi örtüsü senaryo dağılım potansiyelleri belirlenmiş ve bu potansiyel dağılımlar dönemsel iklim değişikliği tahminleriyle entegre edilerek modellenen süreçler birlikte değerlendirilmiştir.

İklim değişikliği öngörülerini altında taşkın riskleri üzerine olası etkilerin değerlendirilmesi amacıyla, çalışma kapsamında referans dönem olarak nitelendirilen 1961-90 dönemi ile sırasıyla 2010-2039 yakın dönem, 2040-2069 orta dönem ve 2070-2099 uzak dönemi arasındaki farklılaşmalar değerlendirilmiştir. Yağış ve sıcaklık değişimleri, bölgesel iklim modeli aylık yağış ve sıcaklık ortalamaları model çıktı veri setleri üzerinden belirlenmeye çalışılmıştır. Referans dönem ve ardışık üç senaryo dönemine ait yağış ve sıcaklık dönem ortalamaları, bölgesel modelin aylık çıktıları mekânsal olarak analiz edilerek belirlenmiş ve Türkiye kapsamında ortalamaların alan dağılımları elde edilmiştir. Hidrolojik modellemeye girdi oluşturmak üzere senaryo yağışlarının türetilmesi, 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl tekerrürlü tasarım yağışları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Referans dönem model sonuçlarıyla karşılaştırılmak üzere oluşturulan ardışık üç dönemin senaryo yağışları da, yine aynı tekerrür aralıklarına sahip 24 saat standart süreli yağışlar şeklinde hesaplanmış ve böylece senaryo yağış girdi setleri oluşturulmuştur. Referans ve senaryo dönemi sıcaklık model girdilerinin oluşturulması aşamasında ise, NCEP/NCAR yeniden analiz sıcaklık verilerinden yararlanılmıştır. Havza ortalama sıcaklıkları ortalama kotlarla ilişkilendirildikten sonra sıcaklığın yükseltiyle değişiminin modellenmesi amacıyla standart atmosferdeki lapse oranından yararlanılarak (0.65 °C/100 m) yükseltiye dayalı havza sıcaklık dağılımları elde edilmiş (Türkeş, 2010) ve referans dönem ortalama koşulları için oluşturulan yağış dağılımları üzerine iklim değişikliği tahmini etkileri kaynaklı sıcaklık değişimleri havzadaki tüm konumlarda etki ettirilerek senaryo dönemleri havza tahmini sıcaklık dağılımları elde edilmiştir.

Sunulan çalışmada da, arazi kullanımları işlevlerinde gelecek dönemlerde görülebilecek olası değişimler ve bu değişimlerin beraberinde getireceği akış değişimlerinin belirlenebilmesi için Corine arazi örtüsü verilerinden yararlanılmıştır. Arazi sınıflarının münferit değişim potansiyelleri, Fransız Çevre Enstitüsü (IFEN), Hypercarte Araştırma Grubu ve Fransa Ulusal İstatistik ve Ekonomi Araştırmaları Enstitüsü (INSEE) tarafından herhangi bir arazi parçası üzerinde arazi örtüsü yoğunluklarının/potansiyellerinin hesaplanması amacıyla öne sürülmüş bulunan Corilis arazi örtüsü gelişim potansiyelleri yöntemi kullanılarak elde edilmeye çalışılmıştır (Páramo, 2008). Arazi örtüsü değişim potansiyellerinin ortaya konulmasında ışık tutmak üzere ayrıca, çalışma alanında 2000 ve 2006 yılları arasında gözlenmiş arazi örtüsü değişimlerinden hareketle belirlenen ve Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) tarafından öne sürülen arazi örtüsü akış sınıflandırmaları göz önüne alınmıştır (Gómez ve Páramo, 2005). Çalışma alanında 2006 yılına kadar izlenen arazi örtüsü değişikliklerine dayalı olarak tarım alanlarının gelişimine yönelik gelecek dönemler için tahmin edilen arazi örtüsü değişim potansiyelleri de Şekil 5'de sunulmaktadır.

Bu şekilde arazi örtüsü potansiyelleri yoluyla modellenen arazi örtüsü değişimleri, öncelikle Kc bitki katsayılarının senaryo dağılımlarının elde edilmesi için kullanılmıştır. Corilis yöntemine göre potansiyel dağılımları belirlenen arazi örtüsü türleri toprak gruplarıyla üst üste çakıştırılıp birlikte değerlendirilerek, söz konusu arazi örtüsü – toprak grubu kombinasyonlarına ait eğri numaralarının dağılımları da elde edilmiştir.



Şekil 5 (a) Genel olarak tarım alanı yüzdeleri, (b) Corilis yöntemiyle belirlenen arazi örtüsü potansiyelleri, (c) orman vasfından tarım alanına geçiş arazi örtüsü akışı için kaynak arazi örtüsü türleri ve (d) arazi örtüsü değişikliği için nihai akış potansiyelleri.

Sonuçlar ve Değerlendirme

İklim ve arazi kullanımı gibi çevresel değişikliklerin taşkınlar üzerindeki etkilerinin belirlenebilmesi için oluşturulan senaryolar kapsamında geliştirilen bölgesel iklim modeli bulguları, tüm senaryo dönemlerinde giderek artan sıcaklık artışlarını, ilk senaryo dönemindeki yağış artışlarına karşılık orta vadede değişim etkilerinin ortadan kalkacağını ve hatta uzak senaryo döneminde ortalama yağışlarda azalmalar yaşanacağını öngörmektedir. Arazi kullanımı değişim senaryoları ile entegre edilen bu iklim öngörülerini altında referans dönemi ve senaryo dönemleri için gerçekleştirilen hidrolojik modelleme bulguları, yağış değişimlerine paralel şekilde yakın senaryo döneminde (2010-2039 dönemi) her iki havzadaki akışlarda % 5-6 civarında artışlar yaşanabileceği; orta vadede (2040-2069 dönemi) akışlardaki değişimin ortadan kalkarak referans dönemle uygunluk göstereceği; 2100 ufkuna doğru uzak dönemde (2070-2099 dönemi) Seyhan Havzası'nda % 8'lere varan azalmalar görülebileceğine işaret etmektedir.

Teşekkür Bu çalışma ES0901 no'lu COST FloodFreq Aksiyonu kapsamında 110M375 no'lu projeye TÜBİTAK tarafından sağlanan proje desteği ile gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

Altınsoy, H., Öztürk, T., Türkeş, M. ve Kurnaz, M.L. (2011) Projections of future air temperature and precipitation changes in the Mediterranean Basin by using the global climate model. Proc., The National Geographical Congress with International Participation (CD-R). Türk Coğrafya Kurumu – İstanbul University, 7-10 September 2011, ISBN 978-975-6686-04-1.

Christensen, J.H., Christensen, O.B. (2003) Climate modelling: severe summertime flooding in Europe. Nature, 421, 805–806.

Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Tuvan, A., Demircan, M. ve Akçakaya, A. (2013) Rcp4.5 senaryosuna göre Türkiye’de sıcaklık ve yağış projeksiyonları. III. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, TİKDEK 2013, İstanbul, Turkey, 3 - 5 Haziran 2013.

EEA (2004) Mapping the impacts of recent natural disasters and technological accidents in Europe. Environmental Issue Report No. 35. European Environment Agency (EEA), Copenhagen, Denmark.

Frei, C., Schöll, R., Fukutome, S., Schmidli, J. ve Vidale, P.L. (2006) Future change of precipitation extremes in Europe: intercomparison of scenarios from regional climate models. J. Geophys. Res-Atmos. 111, D06105. DOI:10.1029/2005JD005965.

Gómez, O. ve Páramo, F. (2013) Environmental Accounting. Methodological guidebook, Data processing of land cover flows. EEA Internal Report. <http://www.eea.europa.eu/themes/data-and-maps/data/land-cover-accounts-leac-based-on-corine-land-cover-changes-database-1990-2000/#tab-methodology>.

IPCC (2007) Climate Change 2007: Impacts, adaptation, and vulnerability: Contribution of working group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP., van der Linden PJ., and Hanson CE. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK.

IPCC (2012) Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. A special report of working groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge and New York, NY.

Madsen, H., Lawrence, D., Lang, M., Martinkova, M. ve Kjeldsen, T.R. (2013) A Review of applied methods in Europe for flood-frequency analysis in a changing environment. Centre for Ecology & Hydrology (CEH), Wallingford, UK.

MEU, The Ministry of Environment and Urbanization, Republic of Turkey (2013) Turkey’s Fifth National Communication Under the UNFCCC, MEU, Ankara, Turkey.

Milly, P.C.D., Wetherald, R.T., Dunne, K.A. ve Delworth, T.L. (2002) Increasing risk of great floods in a changing climate. Nature, 415, 514-517.

Onuluel Gl, G. (2013) Estimating flood exposure potentials in Turkish catchments through index-based flood mapping. Nat. Hazards 69, 403-423. DOI: 10.1007/s11069-013-0717-8.

Páramo, F. (2008) Corilis methodology. Smoothing of Corine land cover data. EEA Internal Report, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corilis-2000-2#tab-methodology>.

Reynard, N., Crooks, S., Wilby, R. ve Kay, A. (2004) Climate change and flood frequency in the UK. In Proceedings of DEFRA Flood and Coastal Defence Annual Conference, 11.4.1–11.4.12. DEFRA.

Sen, B., Topcu, S., Trke, M., Sen, B. ve Warner, J.F. (2012) Projecting climate change, drought conditions and crop productivity in Turkey. Clim. Res., 52, 175–191. DOI:10.3354/cr01074, 2012.

Trke, M. (1999) Vulnerability of Turkey to desertification with respect to precipitation and aridity conditions. Turkish Journal of Engineering and Environmental Science, 23, 363-380.

Trke, M. (2010) Klimatoloji ve Meteoroloji (Climatology and Meteorology). First Edition. Kriyer Publisher - Publication No. 63, Physical Geography Series No. 1, ISBN: 978-605-5863-39-6, Istanbul, Turkey, 650 + XXII pp.

Trke, M. ve Tatlı, H. (2009) "se of the standardized precipitation index (SPI) and modified SPI for shaping the drought probabilities over Turkey. Int. J. Climatol. 29, 2270–2282.

Trke, M. ve Tatlı, H. (2011) Use of the spectral clustering to determine coherent precipitation regions in Turkey for the period 1929-2007. Int. J. Climatol., 31, 2055–2067.

Trke, M., Kurnaz, M.L., Öztürk, T. ve Altınsoy, H. (2011) Climate changes versus 'security and peace' in the Mediterranean macroclimate region: are they correlated? Proc., International Human Security Conference on Human Security: New Challenges, New Perspectives. CPRS Turkey, 27-28 October 2011, Istanbul, Turkey, 625-639.

UNDP. (2013). Strategic steps to adapt to climate change in Seyhan River Basin, http://www.undp.org.tr/energEnvirDocs/00058944_Strategic%20Steps%20to%20Adapt%20to%20Climate%20Change%20in%20Seyhan%20River%20Basin.pdf.

USACE, US Army Corps of Engineers (2010) HEC HMS User Manual version 3.5, Davis, CA, USA.