



SWAT modelinin uygulanması- Tarsus (Berdan) Çayı

Zeliha Güneş^{*1}, Lütfiye Kusak^{*2}

¹Mersin Üniversitesi, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye, zeliha.gnss@gmail.com

²Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Mersin, Türkiye, lutfiyekusak@mersin.edu.tr

Kaynak Göster: Güneş, Z., & Kuşak, L. (2023). SWAT modelinin uygulanması- Tarsus (Berdan) Çayı. İçel Dergisi, 3 (2), 58-64

Anahtar Kelimeler

SWAT Modeli
Hidrolojik Bileşenler
Akış/Yağış
Tortu

Araştırma Makalesi

Geliş: 08.31.2023
Revize: 25.09.2023
Kabul: 03.10.2023
Basım: 09.10.2023



ÖZ

Dünya'da ve Türkiye'de iklim değişikliği, göçler, arazi kullanımının plansız değişimi nedeniyle havzaların yönetimi ve modellenmesi giderek önemli hale gelmektedir. Havzaların modellenmesi amacı ile birçok model geliştirilmekte ve uygulama yapılmaktadır. SWAT (Soil and Water Assessment Tool) havza modeli ise bütün dünya ülkeleri tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. SWAT modellerinin birçoğu CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) yazılımları ile uyumludur. Çalışmada tercih edilen ArcSWAT aracı ArcGIS ile birlikte çalışmaktadır. ArcSWAT aracı kullanılarak yapılan bu çalışmada Doğu Akdeniz havzasında yer alan Tarsus (Berdan)Çayı incelenmiştir. Berdan Çayı Mersin ilinin en büyük akarsuları arasında yer almaktadır. Geçmiş dönemlerdeki Berdan Çayı'na ait veriler incelendiğinde taşkın riski taşıdığı göstermektedir. Çalışmada bütün kullanıcılar tarafından ulaşılabilir ücretsiz veri setleri kullanılarak Berdan Çayı'nın yer aldığı havza ArcSWAT aracı ile değerlendirilmiştir. Bu sayede SWAT modellemesi ile hidrolojik bileşenler, arazi örtüsü, toprak yapısı gibi havzayı etkileyen, Tarsus (Berdan) Çayı havzanın incelenmesini sağlayan unsurlar dikkate alınarak tortu miktarı, arazi kullanım verileri, iklim koşulları, yüzey akış değerleri gibi birçok konuda bilgi sağlanmıştır.

Application of SWAT Model- Tarsus (Berdan) Stream

Keywords

SWAT Model
Hydrological Components
Flow/Precipitation
Sediment

Research Article

Received: 08.31.2023
Revised:25.09.2023
Accepted: 03.10.2023
Online: 09.10.2023

ABSTRACT

Climate change, migration, and unplanned shifts in land use are all contributing to the growing importance of watershed management and modeling both globally and in Turkey. To simulate the basins, numerous models are being created and put into use. All nations employ the SWAT (Soil and Water Assessment Tool) basin model widely. GIS (Geographic Information Systems) software is compatible with a large number of SWAT models. The study's chosen ArcSWAT tool utilizes ArcGIS. The Tarsus (Berdan) Stream, which is a part of the Eastern Mediterranean basin, was looked at in this study utilizing the ArcSWAT technology. One of the largest rivers in the province of Mersin is the Berdan Stream. Examining historical data for the Berdan Stream reveals that there is a possibility of flooding there. The basin containing the Berdan Stream was assessed using the ArcSWAT program as part of the study using open-access, free data sets. This allowed SWAT modeling to be used to examine the Tarsus (Berdan) Stream basin while taking into account the factors that affect the basin, such as hydrological components, land cover, and soil structure. Information was provided on a variety of topics, such as sediment amount, land use data, climate conditions, and surface flow values.

1. Giriş

Günümüzde iklim değişikliği büyük sorunları da beraberinde getirmektedir. Su kaynakları, tarım ve gıda güvenliği, halk sağlığı, kara ve deniz ekosistemi gibi birçok alanda iklim değişikliğinin olumsuz olacağı düşünülmektedir [1].

Hükümetler arası İklim Değişikliği Panelinin (IPCC) değerlendirmelerine bakıldığında Akdeniz'de bulunan havzaların iklim değişikliğinden etkilenecek riskli bölgeler arasında yer aldığı açıklanmıştır. İklim değişikliğinin yanı sıra su havzalarının oluşum ve sürecini etkileyen, araziye çeşitli şekillerde ve yoğunluklarda değiştiren bazı etkenler vardır. Örneğin, doğal orman ve otlaklar, bitkisel ve hayvansal üretim için tarım ve otlak alanları, kentsel ve sanayi arazisi, kentleşme alanları gibi birçok unsur sıralanabilir [2].

Genel olarak bir havzadaki toprak, su ve hava ilişkisini belirlemek, havzanın değerlendirilmesi ve geleceğe yönelik yönetim planlarının hazırlanması açısından önemlidir [3].

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) sayesinde birçok yöntem ile veriler elde edilebilmektedir. Su kaynaklarının yönetilmesinde ise CBS çok fazla tercih edilen araçlardan birisidir [4,5]. Toprak ve Su Değerlendirme Aracı (SWAT- Soil and Water Assessment Tool) CBS için geliştirilen araçlardan birisidir ve ücretsizdir. SWAT; havzalarda toprak erozyonu önleme ve kontrolü, noktasal olmayan kaynak kirliliği kontrolü ve bölgesel yönetimin değerlendirilmesi gibi alanlarda sıkça kullanılan, Dr. Jeff Arnold tarafından USDA- (The United States Department of Agriculture) Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı için geliştirilen bir su havza modelidir. ArcGIS yardımıyla kullanılan SWAT geliştirilerek devam etmekte, yüzey ve yeraltı sularının kalite ve miktarını simüle etmek, arazi kullanımı ve yönetimi uygulamaları, iklim değişikliğinin çevresel etkisini tahmin etmek gibi birçok alanda fayda sağlamaktadır [6].

ArcSWAT ile tüm hidrolojik modeli sınırlı verilerle de simüle edebildiği için tercih eden Salsabilla ve Kusratmoko, 2017 yılında yapmış oldukları çalışmada toprak erozyonunu tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Bir başka çalışmada Batang Kuranji havzasındaki arazi kullanım değişikliğinin kapsamını belirlemek ve ayrıca 2009, 2011 ve 2017 yıllarında toprak kullanılarak meydana gelen ana deşarjı belirlemek amacıyla Su Değerlendirme Aracı (SWAT) modeli ile yapılmışlardır [7].

Havzaların gözlenmesi ve taşkın analizi için SWAT modelinin tercih edildiği birçok çalışma bulunmaktadır ve bu çalışmalar günümüzde de devam etmektedir [8-10].

Bu çalışmada da ArcGIS ortamında çalışan ArcSWAT yardımı ile Tarsus (Berdan) çayına ait değerlendirmeler yapılmıştır. Doğu Akdeniz havzasında Göksu ve Tarsus (Berdan) olmak üzere iki büyük akarsu bulunmaktadır. Birçok çalışmada Akdeniz'de yer alan havzaların riskli bölgeler arasında yer aldığına değinilmektedir.

2. Yöntem

Çalışmanın bu bölümünde çalışma alanı, kullanılan veri setleri ve yöntem hakkında bilgi verilmektedir.

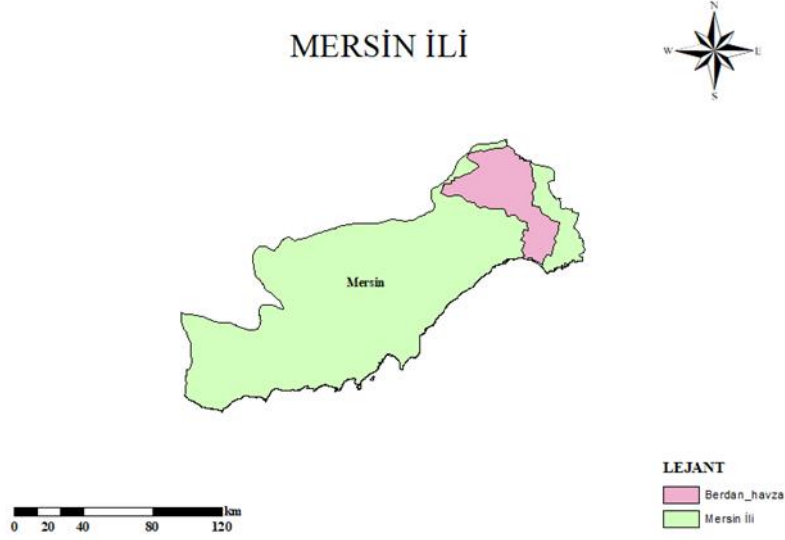
2.1. Çalışma Alanı

Türkiye'nin güney kesiminde yer alan Doğu Akdeniz bölgesi Mersin ili (Şekil 1) Tarsus ilçesi Doğu Akdeniz havzasında yer alan Berdan Çayı çalışma alanı olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Türkiye il sınırları ve Mersin ili.

Tarsus Çayı, Bolkar Dağları'nın Deynek Köyü doğusunda kalan kesiminin sularını toplar. Yaklaşık olarak 150 km uzunluktadır. Bolkar Dağları'ndan başlayarak, Cehennem Deresi vadisini geçer, Gülek Boğazı'nda Kırkpınar Dağları'ndan gelen Gülek Çayını alır ve Çukurova'ya iner. Birçok alüvyal-set gölü ve bir delta oluşturarak Tarsus'u geçer ve Mersin Körfezi'ne dökülür. Soğuk olması nedeniyle Berdan adı verilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Mersin İli-Berdan havzası.

Tarsus Çayı'nda yer alan Berdan Barajı sayesinde içme suyu-sulama suyu temininin yanı sıra elektrik üretimi yapılmaktadır. Deynek kuzeyinden doğuya akan Pamukdere, Gülek Boğazı'ndan akan Yeşiluluk Deresi ve arada kalan Kadıncık Deresi başlıca kollarıdır. Yıllık ortalama debisi 40,53 m³/sn'dir [11].

Tarsus Çayı'nda yapılan önceki çalışmaların taşkın değerlendirmeleri sonucunda 'Çok Yüksek' riskler bulunması nedeniyle bu bölgenin SWAT modeli kullanılarak sonuçlarının daha önceki çalışmalar ile uyumlu olup olmadığına bakılmıştır.

2.2. SWAT Modeli

SWAT modeli ilgili çalışma alanına ait su akış oranları, sediment(tortu) birikimi, azot döngüsü, buharlaşma ve terleme gibi önemli havza bileşenlerinin zaman içerisinde oluşan hareketleri ve değişimleri hakkında bilgi sağlamaktadır.

Tortu girişi, üst kısımlardaki ulaşımdan veya alt havza içindeki yüzey akışından kaynaklanabilir. Rezervuardaki tortunun çökmesi, bir denge tortu konsantrasyonu ve medyan tortu parçacık boyutu tarafından yönetilir. İçindeki tortu miktarı rezervuar çıkışı, rezervuardan dışarı akan su hacminin ve tahliye anında rezervuarda asılı kalan tortu konsantrasyonunun ürünüdür.

SWAT modelinde hidrolojik döngü için SW_t toprağın su içeriği (mm); SW_0 başlangıçtaki toprağın su içeriği (mm); R_{day} yağış miktarı (mm); Q_{surf} yüzeyel akışa geçen su miktarı (mm); E_a evapotranspirasyon (terleme ve buharlaşma) miktarı (mm); ω_{seep} vadoz zona sızan su miktarı (mm); Q_{gw} yer altı su beslemesi (mm) gibi ifadelerin yer aldığı Eşitlik 1 kullanılmaktadır.

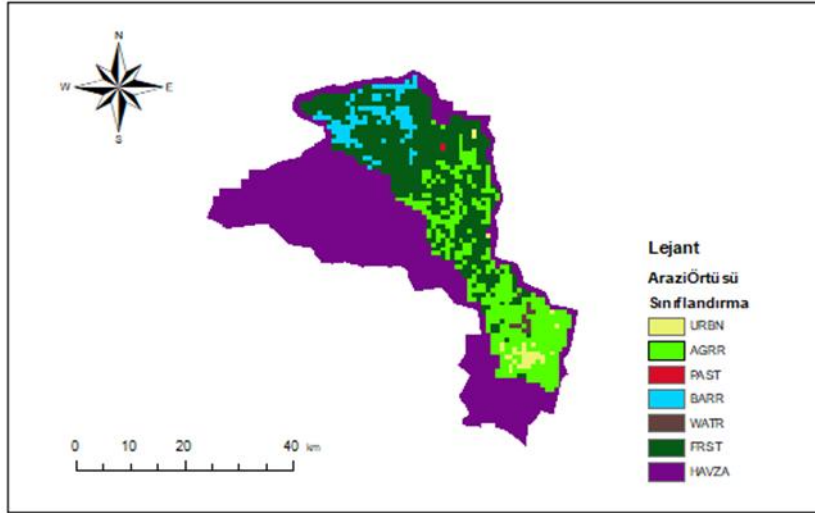
$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - \omega_{seep} - Q_{gw}) \quad (1)$$

2.3. Veri Seti

Çalışma alanına ait Dijital Yükseklik Modeli (DEM), havzayı tanımlamak için kullanılmaktadır. Ayrıca Dijital Yükseklik Modeli; su havzaları, eğim uzunluğu, kanal eğimini tanımlamak içinde kullanılmaktadır. Çalışmada kullanılan DEM verisi Earthexplorer portalı kullanılarak elde edilmiştir. DEM verisinin mekânsal çözünürlüğü 30X30m'dir [12].

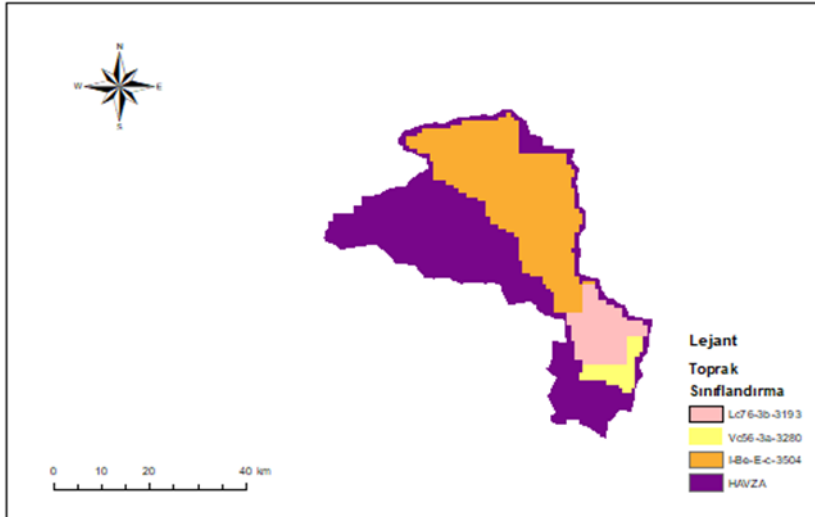
Mersin iline ait meteoroloji verileri Sıcaklık (C°), Yağış (mm), Rüzgâr (m/s), Bağlı nem, Güneş (MJ/m²) olmak üzere beş kısımda değerlendirmeye alınmıştır. Bunlar arasında en sık kullanılan veri kaynağı CFSR (Climate Forecast System Reanalysis) verisidir. Bu veri kaynağının kullanılmasındaki en büyük etken veriye erişim kolaylığı ve SWAT modeline uygun formatta kullanıma hazır olarak elde edilebilir olmasıdır [13].

SWAT modelinde havza bileşenlerini simüle edebilmek için bölgenin arazi kullanım bilgileri ve toprak özellikleri gerekmektedir. Mersin iline ait arazi kullanım bilgisi, Çevresel Bilginin Koordinasyonu (CORINE) verileri, bazı düzenlemeler ile güncelleştirilmiş olarak Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından temin edildi. Çalışmada kullanılan 2012 CORINE veri tabanı uydu görüntüleri ile üretilen sınıflandırılmış arazi örtüsü bilgilerini kapsamaktadır [14]. Bu veriler, kentsel, tarım, otlak, su, orman şeklinde altı katmana ayrılarak uygulamaya eklendi (Şekil 3).



Şekil 3. Arazi Kullanım haritası.

Toprak haritası, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) SWAT modeline uygun şekilde oluşturduğu verileri web sitesinden sağlanmıştır [15]. Tarsus Çayı havzasına ait 3 toprak tipi belirlendi (Şekil 4).



Şekil 4. Toprak haritası.

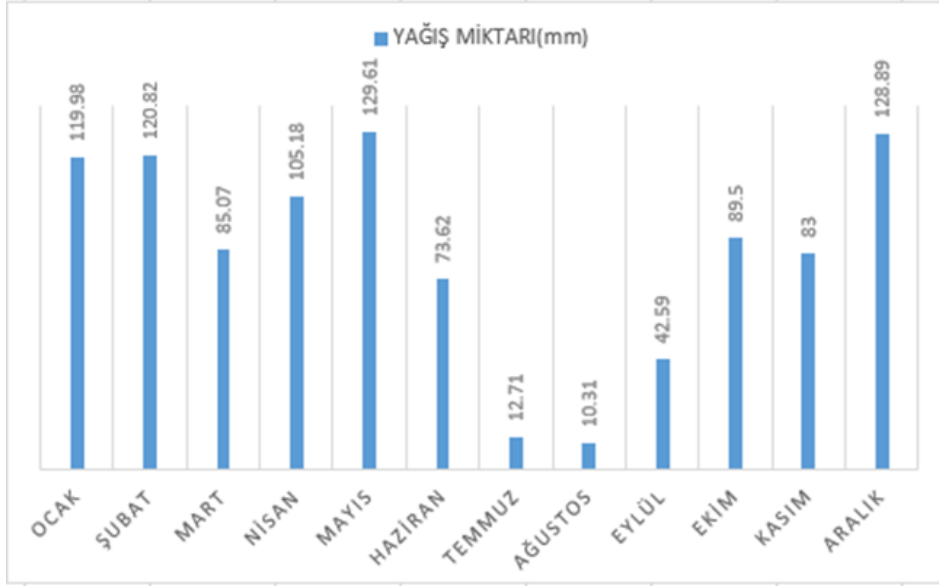
3. Bulgular

Tarsus (Berdan) Çayı Havzası üzerinde uygulanan çalışmada SWAT modeli yardımıyla veriler simüle edilerek havza bileşenlerinin zaman içerisindeki değişimleri test edildi.

10 yıl olarak belirlenen aralıkta bölgenin günlük, aylık ve yıllık havza değerleri belirlendi (Şekil 3).

İlk olarak herhangi bir su havza modelinin temelini hidroloji sağladığı için yüzey akış verilerine baktığımızda, SWAT veri tabanında yer alan ABD temel akış haritası referans alındığında % 0 ila 13 değerleri yüzey akışı çok yüksek, çalışma alanının yüzey akış ortalaması da > 0.8 olarak ortaya çıkmıştır fakat yer altı suyu oranı yüzey akış

oranına göre düşük olduğu için bu durum sıkıntı yaratabilir. Tarsus Çayı su verimi açısından oldukça yüksek olduğu sonucuna varılmaktadır.



Şekil 5. Uzun dönemde aylık yağış miktarı.

Bölgenin on yıllık süreçte meydana gelen ortalama aylık yağış verileri değerlendirildiğinde, ortalama aylık yağış en fazla Mayıs ayında 129.61 mm, ortalama aylık yağış en az Ağustos ayında 10.31 mm'dir (Şekil 5).

Hidrolojik bileşenler arasında yer alan evaporation and transpirasyon (ET) kavramı buharlaşma ve terlemeye karşılık gelmektedir. Bu değer havzanın tamamını kapsayan bitki örtüsünde gerçekleşecek maksimum buharlaşma ve terlemenin toplamıdır [16].



Şekil 6. Uzun dönemde aylık ET miktarı.

Uzun dönemde aylık ortalama evapotranspirasyon miktarına bakıldığında, aylık ortalama ET miktarı en fazla Haziran ayında 67.63 mm, aylık ortalama ET miktarı en az Ocak ayında 11.88 mm'dir. Yıllık ortalama ET miktarı 456.1 mm'dir (Şekil 6).

Akarsular tam olarak bir sediment yani tortu kaynağı olabilmektedir. Arazi kullanım haritasında yer alan sınıflandırmaya göre havzasının büyük bir kısmını kapsayan tarım alanı (AGRR), tortu miktarı yıllık ortalama 85.99 mm, verimsiz alan (BARR), tortu miktarı yıllık ortalama 2,580.78 mm'dir. Bu tortu miktarının az olması durumu birçok faktöre bağlı olabilir, fazla olması ise sorunlu arazi kullanımına işaret edebilmektedir. Çalışma alanında sediment, tortu miktarı hektar başına 10 metrik tondan fazladır, bu miktar bir havza ortalaması için çok yüksektir.



Şekil 7. Uzun dönemde aylık sediment miktarı.

Uzun dönemde aylık ortalama sediment miktarı, en fazla Nisan ayında 48.55 mm, aylık ortalama sediment miktarı en az Ağustos ayında 2.12 mm'dir (Şekil 7).

Tüm bu grafiklere bakıldığında yağış miktarının fazla olduğu aylarda sediment miktarının daha fazla olduğu, yağış miktarının ve güneş ışığının daha az olduğu aylarda buharlaşma ve terlemenin orantılı şekilde daha az olduğu görülebilmektedir.

4. Sonuçlar

Uzun dönemde Tarsus (Berdan) Çayı yüzey akış değerleri ortalaması elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde yüksek çıkmıştır. Yıl içerisindeki mevsimsel yağış rejiminin düzensiz olması yüzeysel akışın fazla olmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda akarsu rejimleri de düzensiz olmaktadır. Sonuç olarak ortaya çıkan düzensizlikler çalışma alanında taşkın riski sonuçlarını ortaya çıkarmaktadır. Taşkınla ilgili olarak ta Berdan Çayı havzasındaki arazilerin kullanım verimliliği etkilenmektedir.

SWAT modeli ile ortaya çıkan bu veriler, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülen çalışmalar ile karşılaştırıldığında modelin doğruluğu ortaya çıkmaktadır.

Havzanın en önemli bileşenlerinden buharlaşma ve terleme miktarı uzun dönemde aylara göre elde edilmiş verilerde ilkbahar, yaz, sonbahar, kış olarak değerlendirildiğinde sıcaklık ve yağış rejiminin mevsimsel bazda doğru orantılı olduğu değerlendirilebilir. Böylece bölgedeki iklimsel değişiklikler açısından bilgi sağlanabilmektedir.

Arazi kullanım haritası ve toprak haritasına göre elde edilen tortu miktarları incelendiğinde, çalışma alanında bir havzaya göre olması gerekenden çok fazla tortu miktarı olduğu ortaya çıkmaktadır. Tortu miktarının fazlalığı arazi kullanımının sıkıntılı olduğunu göstermektedir. Bu durumda havza ve havzanın çevresinde arazi kullanım açısından daha fazla fayda sağlayabilmek adına çalışmalar başlatılmalıdır.

Çalışma bölgeye özel veri setleri ile daha detaylı olarak değerlendirilebilme özelliğine sahiptir. Çalışmada 30X30m mekânsal çözünürlüğe sahip sayısal yükseklik modeli kullanılmıştır. Bölgenin çok daha iyi analiz edilebilmesi için mekânsal çözünürlüğün daha yüksek olduğu model tercih edilmelidir. Ayrıca çalışmada küresel iklim verileri ve toprak verileri kullanılmıştır, yine bu veriler bölgede yer alan kurumlardan daha güncel olacak şekilde temin edilmelidir.

Toprak ve suyun çok önemli olduğu günümüzde havzaların yönetimi ve planlanması için SWAT modeli yaklaşımları tercih edilmeli ve bu yaklaşımların kamu kurumlarında kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.

Bilgilendirme/Teşekkür

Bu çalışma Zeliha Güneş tarafından hazırlanan ArcSWAT ile modelleme çalışmaları ve veri madenciliği ile değerlendirilmesi: Mersin İli Örneği isimli yüksek lisans tezinin bir kısmını oluşturmaktadır. Çalışmada kullanılan bütün veriler bütün kullanıcıların erişimine açık platformlardan elde edilmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı

Zeliha Güneş: Makalenin hazırlanması, verilerin analizleri, yorumlanması, görselleştirilmesi, makale formatının düzenlenmesi **Lütfiye Kuşak:** Verilerin yorumlanması, makalenin yazıma göre düzenlenmesi ve denetimi

Çatışma Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

1. DSİ, Strateji Geliştirme Başkanlığı. (2022). Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu.
2. Salsabilla, A., & Kusratmoko, E. (2017). Assessment of soil erosion risk in Komereng watershed, South Sumatera, using SWAT model. AIP Conference Proceedings, 1862,1. <https://doi.org/10.1063/1.4991296>
3. Peker, İ. B., & Cüceloğlu, G. (2022). SWAT (Soil and Water Assessment Tool) Modeline Genel Bir Bakış ve Modelin Türkiye'deki Uygulamaları. Çevre İklim ve Sürdürülebilirlik, 23(1), 9-26.
4. Tona, A. U., Demir, V., Kuşak, L., & Yakar, M. (2022). Su Kaynakları Mühendisliğinde CBS'nin Kullanımı. Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi, 4(1), 23-33. <https://doi.org/10.56130/tucbis.993807>
5. Patil, M., Arnab, S. A. H. A., Pingale, S. M., Rathore, D. S., & Goyal, V. C. (2023). Identification of potential zones on the estimation of direct runoff and soil erosion for an ungauged watershed based on remote sensing and GIS techniques. International Journal of Engineering and Geosciences, 8(3), 224-238. <https://doi.org/10.26833/ijeg.1115608>
6. Neitsch, S. L., Arnold, J. G., Kiniry, J. R., & Williams, J. R. (2011). Soil and water assessment tool theoretical documentation version 2009. Texas Water Resources Institute.
7. Definnas, A. F., Reyandal, R. F., & Syofyan, E. R. (2020). Analisa Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap DAS Batang Kuranji dengan Menggunakan Model Soil and Water Assessment Tool (SWAT). Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa, 15(2), 1-12. <https://doi.org/10.30630/jipr.15.2.161>
8. Chen, Y., Ye, Z., Liu, H., Chen, R., Liu, Z., & Liu, H. (2021). A GIS-based approach for flood risk zoning by combining social vulnerability and flood susceptibility: A case study of Nanjing, China. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(21), 11597. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111597>
9. Kumar, A., Khosa, R., & Gosian, A. K. (2023). A Framework for Assessment of Flood Conditions Using Hydrological and Hydrodynamic Modeling Approach. Water, 15(7), 1371. <https://doi.org/10.3390/w15071371>
10. Vassel, L., Farrokhian Firouzi, A., & Khademalrasoul, A. (2023). The effect of agricultural and conservation management on surface runoff and sediment load in Dashte Bozorg catchment using the ArcSWAT model. Iranian Journal of Soil and Water Research, 53(12), 2809-2824. <https://doi.org/10.22059/IJSWR.2023.352402.669409>
11. TMO, (2019). Doğu Akdeniz Bölgesi Taşkın Yönetim Planı, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su yönetimi Genel Müdürlüğü, Ekim 2019, Ankara
12. EarthExplorer, (2022). SRTM Verileri, <https://earthexplorer.usgs.gov/>
13. CFRS (2022). CFRS (Climate Forecast System Reanalysis) verileri, <https://globalweather.tamu.edu/>
14. CLC, (2022). CORINE Land Cover Data Set, <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>
15. FAO, (2018). SWAT US SSURGO Soils Database, <https://swat.tamu.edu/data/>
16. Özdemir, K., & Güngör, Ö. (2019). Filyos Çayı Havzasında SWAT Modelinin Uygulaması. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1(2), 90-102.