

Kızılırmak Havzası Drenaj Ağının ve Alt Havza Sınırlarının Uzaktan Algılama ve CBS İle Otomatik Çıkarımı

Azize Uyar^{1*}, Derya Öztürk¹

¹Harita Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye

*Sorumlu yazar: azize.uyar@omu.edu.tr

+Sunucu: azize.uyar@omu.edu.tr

Sunum/Metin: Sözlü Sunum / Tam Metin

Özet – Su kaynaklarının doğru kullanımı ve etkin yönetimi için gerekli olan işlem ve analizlerin güvenilir ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi entegre havza yönetimi açısından oldukça önemlidir. Bu kapsamda, öncelikle akarsu drenaj ağının oluşturulması ve havza ve alt havza sınırlarının belirlenmesi havza modelleme ve yönetim çalışmalarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Klasik yöntemlerde havza ve alt havza sınırları basılı veya sayısal eşyükseklik eğrili haritalardan manuel olarak belirlenir. Akarsu drenaj ağı ise yersel ölçmelerle veya eğer basılı haritalar mevcutsa bunların sayısallaştırılmasıyla elde edilmektedir. Klasik yöntemlerle oldukça zaman alıcı ve yüksek maliyetli olan bu işlemler günümüzde uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojileri ile hızlı, ekonomik ve yüksek doğrulukla elde edilebilmektedir. Uzaktan algılama çeşitli çözünürlük düzeylerindeki uydu görüntüleriyle mekânsal veriler sağlarken, CBS verilerin düzenlenmesi, sorgulanması ve analizinde önemli kolaylıklar getirmektedir. Bu çalışmada sayısal yükseklik modelinden (SYM) akarsu drenaj ağının ve havza ve alt havza sınırlarının CBS ortamında otomatik olarak belirlenmesi için gerekli metodoloji bir iş akışı şeklinde modellenmiş, Türkiye'nin yüzölçümü yönünden ikinci büyük havzası olan ve Türkiye topraklarının yaklaşık % 11'ini kapsayan Kızılırmak Havzasının akarsu drenaj ağı ve alt havza sınırları ASTER uydusunun SYM verileri kullanılarak CBS ortamında otomatik olarak üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler – Kızılırmak Havzası, SYM, ASTER, drenaj ağı, alt havza, CBS, uzaktan algılama

Automatic Extraction of River Drainage Network and Sub-basin Boundaries of Kızılırmak Basin Using Remote Sensing and GIS

Abstract – Reliable and fast implementation of the processes and analyzes required for the proper use and effective management of water resources is very important for integrated basin management. In this context, the determination of river drainage network and the boundaries of the basin and sub-basins constitute an important part of basin modeling and management studies. In traditional methods, the basin and sub-basin boundaries are determined manually from printed or digital contour maps. The river drainage network is obtained by land surveying or by digitizing them if printed maps are available. These processes, which are time-consuming and costly in traditional methods, can be achieved with fast, economical and high accuracy using with remote sensing and Geographical Information Systems (GIS) technologies. While remote sensing provides spatial data with satellite imagery at various levels of resolution, GIS provides important facilities for organizing, querying and analyzing data. In this study, a methodology was modeled as a workflow for automatic extraction of river drainage network and the boundaries of basin and sub-basin from the digital elevation model (DEM) in GIS environment. In addition, the drainage network and sub-basin boundaries of Kızılırmak Basin, which is the second biggest basin in Turkey and covers approximately 11 % of Turkey, were extracted automatically by using DEM data of ASTER satellite in GIS environment.

Keywords – Kızılırmak Basin, DEM, ASTER, drainage network, sub-basin, GIS, remote sensing

I. GİRİŞ

Sınırlı su kaynağı bulunan dünyamızda su kaynaklarının doğru ve etkin kullanımı önem arz etmektedir. Bu sebeple entegre havza yönetiminin temel amaçlarından biri olan su kaynaklarının korunması için, gerekli olan tüm veri toplama, işlem ve analizlerin güvenilir ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir [1]. Entegre havza yönetiminde havza ve alt havza sınırlarının belirlenmesi ve akarsu drenaj ağının oluşturulması; havzaya ilişkin birçok işlem, analiz ve planlama çalışması için temel adımdır. Klasik

yöntemlerle havza ve alt havza sınırlarının belirlenmesi işlemi, arazinin yüzey şekillerini ifade eden basılı veya sayısal eşyükseklik eğrili haritalardan manuel olarak yapılmaktadır. Akarsu drenaj ağının belirlenmesi ise yersel ölçmeler veya basılı haritaların sayısallaştırılması ile gerçekleştirilmektedir. Ancak bu klasik yaklaşımlar çok uzun süreç ve maliyet gerektirmektedir. Özellikle çalışma alanının boyutu büyük olduğunda işlem süreci daha da zor olmaktadır [1], [2], [3].

Günümüzde uzaktan algılama mekânsal veri edinimi, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ise mekânsal veri analizi

konusunda önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Bu kapsamda çeşitli uzaktan algılama verilerinden sayısal yükseklik modeli (SYM) oluşturulmakta, SYM'den CBS ortamında çeşitli mekânsal analizlerle akarsu drenaj ağı ve havza ve alt havza sınırları otomatik olarak hızlı, ekonomik ve yüksek doğrulukla çıkartılabilmektedir [4], [5].

Bu çalışma kapsamında; SYM'den akarsu drenaj ağı ve havza ve alt havza sınırlarının otomatik çıkarımı için gerekli işlem adımları modellenmiş, ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) uydusunun SYM verileri ile Kızılırmak Havzasının akarsu drenaj ağı ve alt havza sınırları CBS ortamında otomatik olarak üretilmiştir.

II. MATERYAL VE METOT

A. Çalışma Alanı

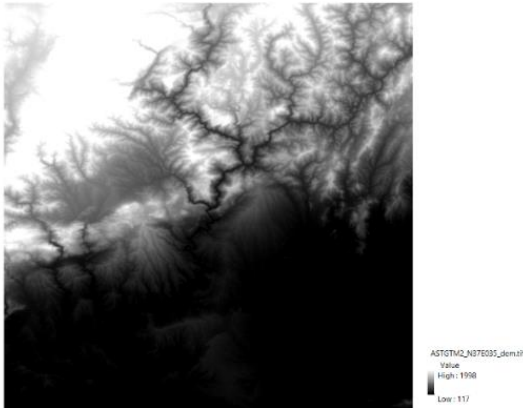
Türkiye'nin en büyük ikinci havzası olan Kızılırmak Havzası (Şekil 1) yaklaşık 78600 km²'lik alana sahip olup Türkiye'nin yaklaşık %11'ini kapsamaktadır [6], [7].



Şekil 1. Kızılırmak Havzası

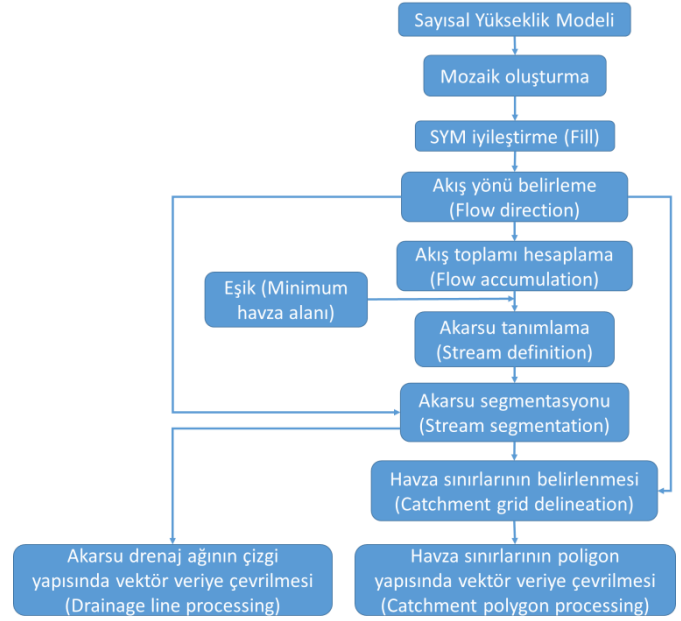
B. Veri ve Metodoloji

Çalışma amacı doğrultusunda veri olarak ASTER SYM kullanılmıştır. ASTER SYM, stereo ASTER uydu verilerinden elde edilmiş bir veri setidir. Piksel boyutu 30 m'dir [8]. Çalışma alanı olan Kızılırmak Havzasını içeren ASTER SYM verileri USGS (United States Geological Survey) sitesinden [9] ücretsiz olarak indirilmiştir. Çalışma alanının ASTER SYM verisine ait bir kesit Şekil 2'de gösterilmektedir.



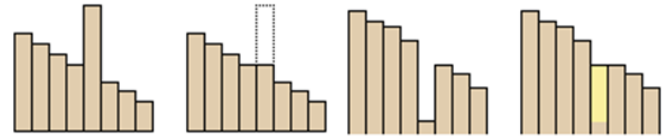
Şekil 2. ASTER SYM

ArcGIS 10.2 yazılımı ile CBS ortamında SYM'den drenaj ağı ve havza ve alt havza sınırlarının otomatik çıkarımı için Şekil 3'te gösterilen iş akışı modellenmiştir.



Şekil 3. SYM'den drenaj ağı ve havza ve alt havza sınırlarının otomatik çıkarımı için iş akış şeması

Modele göre ilk işlem görüntü mozaığının oluşturulmasıdır. Çalışma alanına birden fazla görüntü girdiğinde görüntüler mozaikleme işlemi kesiksiz bir veri yaratmak için uydu görüntülerinin ortak alanlarına göre birleştirilme işlemidir [10]. Çalışma alanı tek görüntü verisinden oluşuyorsa bu adım atlanır. Mozaikleme işleminden sonra SYM verileri iyileştirilir. Tüm işlemler SYM verisi üzerinden yürütülmekte olup, verinin doğruluğu ve güvenilirliği çok önemlidir. Bu nedenle SYM verilerinde bulunabilecek hataların giderilmesi gerekmektedir. SYM'nin iyileştirilmesi ile çukur ve tepe hataları giderilir (Şekil 4) [11], [12].



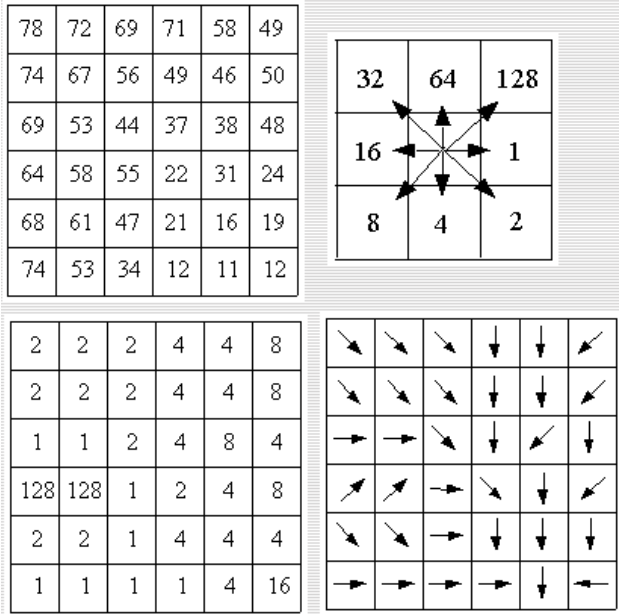
Şekil 4. SYM'nin iyileştirilmesi - Çukur ve tepe hatasının giderilmesi [13]

Drenaj ağının belirlenmesi için ihtiyaç duyulan akış yönünün belirlenmesinde D8, Rho8, D8, MFD gibi birçok algoritma geliştirilmiştir. Bunlardan D8 algoritmasının kolay uygulanabilir ve hızlı olması nedeniyle kullanımı oldukça yaygındır. D8 algoritması, herhangi bir hücredeki akışın eğimin en fazla olduğu ve kendisinden düşük yükseklik değerine sahip komşusu yönünde olduğunu kabul eden tek akış yönlü bir algoritmadır [5], [14]. D8 algoritmasının işleme prensibi Şekil 5'de gösterildiği gibidir.

Akış yönü belirlendikten sonra her hücrenin membasından topladığı akışı gösteren akış toplamı hesaplanır. Daha sonra akış toplamı ve minimum kullanıcı tanımlı minimum havza alanı değeri (Bu eşik değeri hücre sayısı ya da km² biriminde drenaj alanıdır) kullanılarak akarsu tanımlama işlemi gerçekleştirilir. Akarsu tanımlama işlemi sonucunda akarsuların 1 diğer alanların 0 değerini aldığı grid veri elde edilir. Akarsu segmentasyonu ise akış yönü ve akarsu tanımlama sonuçlarını kullanarak, akarsuyu bölümlendirip hücre içindeki toplam akımın hücreye nereden geldiğini

belirleme işlemidir. Bunu izleyen işlem adımında ise havza ve alt havza sınırları grid formunda belirlenir. Bu işlemle her hücrenin hangi havzaya ait olduğunu gösteren bir değer taşıdığı (grid kodu) bir grid veri oluşturulur. Tüm bu işlemlerden sonra gerek havza ve alt havza sınırları gerekse akarsular grid formdan vektör forma dönüştürülür [3], [16], [17].

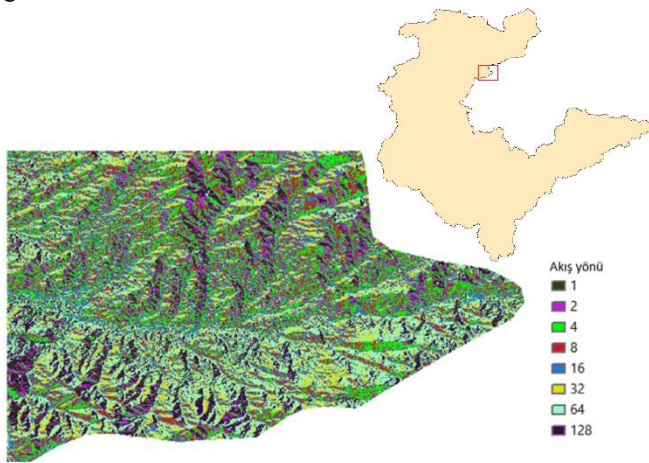
Bu çalışma kapsamında Kızılırmak Havzasına ait 28 adet ASTER SYM verisi mozaiklenmiş ve Şekil 3'te belirtilen metodoloji doğrultusunda havzanın akarsu drenaj ağı ve havza ve alt havza sınırları belirlenmiştir.



Şekil 5. D8 Algoritması [15]

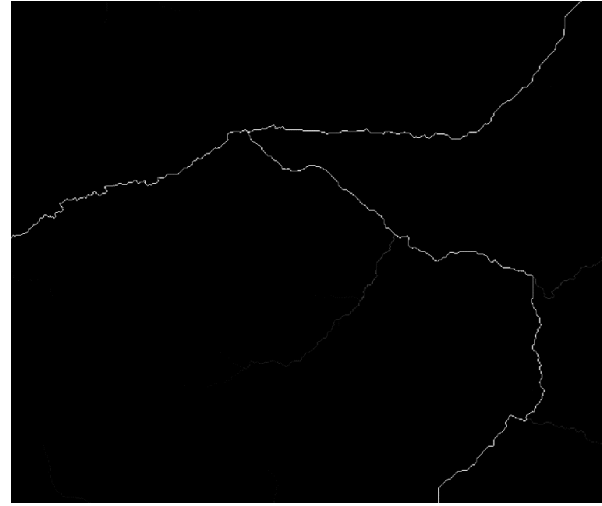
III. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kızılırmak Havzasının mozaiklenen ve iyileştirilen SYM'den belirlenen akış yönü haritasının bir kesiti Şekil 6'da gösterilmektedir.



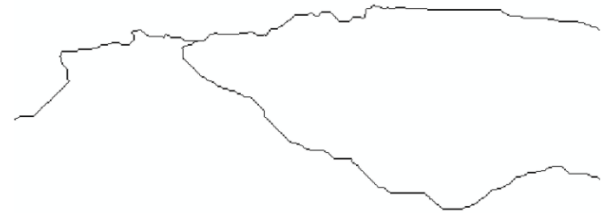
Şekil 6. Kızılırmak Havzası akış yönü - Seçili alanın yakınlaştırılmış görüntüsü

Kızılırmak Havzasında akış yönüne göre belirlenen akış toplamı haritasının bir kesiti Şekil 7'de gösterilmektedir.



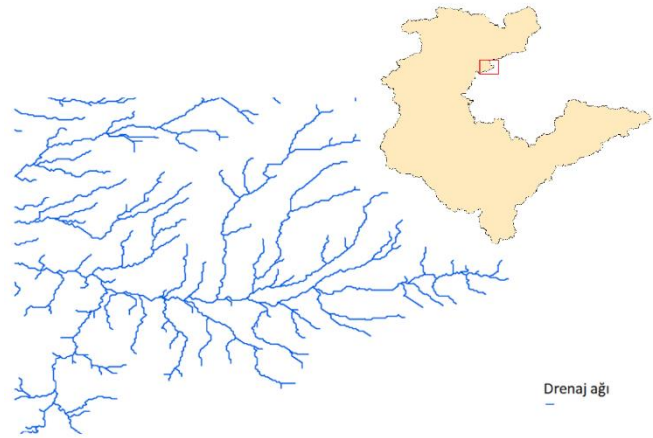
Şekil 7. Kızılırmak Havzası akış toplamı - Seçili alanın yakınlaştırılmış görüntüsü

Kızılırmak Havzasında akış toplamından sonra akarsu tanımlaması ve bunun ardından akarsu segmentasyonu işlemi gerçekleştirilmiştir. Akarsu segmentasyonu sonucunun bir kesiti Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 8. Kızılırmak Havzası akarsu segmentasyonu - Seçili alanın yakınlaştırılmış görüntüsü

Kızılırmak Havzasında akarsu segmentasyon işleminin ardından drenaj ağı vektör forma dönüştürülmüştür. Vektör formdaki akarsu drenaj ağına ait bir kesit Şekil 9'da gösterilmektedir.



Şekil 9. Kızılırmak Havzası akarsu drenaj ağı - Seçili alanın yakınlaştırılmış görüntüsü

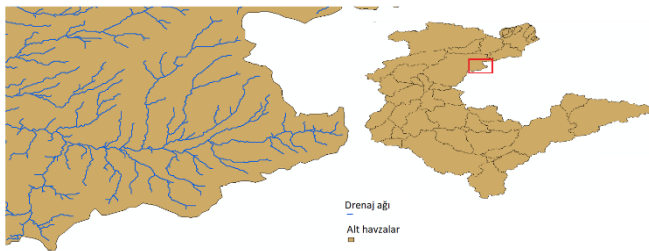
Kızılırmak Havzasında akarsu segmentasyon işleminin ardından belirlenen alt havza sınırları Şekil 10'da gösterilmektedir. Şekil 10'da üst kısımda Kızılırmak

Havzasının vektör formdaki alt havza sınırları, alt kısımda seçili alanın grid formdaki alt havza sınırları görülmektedir.



Şekil 10. Kızılırmak Havzasının alt havzaları

Şekil 11’de alt havza sınırları ile çakıştırılmış drenaj ağı görüntüsü gösterilmektedir.



Şekil 11. Kızılırmak Havzasının alt havza sınırları ve drenaj ağı - Seçili alanın yakınlaştırılmış görüntüsü

IV. SONUÇ

Akarsu drenaj ağının ve havza ve alt havza sınırlarının klasik yöntemlerle belirlenmesi zaman alıcı ve yüksek maliyetlidir. Günümüzde ise uzaktan algılama verilerinden SYM elde edilerek, CBS ortamında gerçekleştirilen çeşitli mekânsal analizlerle akarsu drenaj ağı ve havza ve alt havza sınırları otomatik olarak çıkartılabilmektedir. Bu çalışmada SYM’den otomatik akarsu drenaj ağı ve havza ve alt havza sınırlarının çıkarımı işlemi için gerekli metodoloji bir model şeklinde sunulmuş, Kızılırmak Havzasında örnek bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda entegre havza yönetimi ve çevresel birçok çalışmada ihtiyaç duyulan akarsu drenaj ağı ve havza ve alt havza bilgilerinin daha kısa sürede, ekonomik ve yüksek doğrulukla elde edilebileceği görülmüştür.

KAYNAKLAR

- [1] B. T. Meriç, “Su Kaynakları Yönetimi ve Türkiye” *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 28, 27-38, 2004.
- [2] C. Gezgin, B. Bilgiliöğlü, S. S. Bilgiliöğlü, O. Orhan, A. T. Torun, S. Ekercin, “In-SAR Tekniği ve Standart Topografik Haritalar Kullanılarak Üretilen SYM Doğruluklarının Araştırılması”, *Türkiye*

- [3] *Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği (TUFUAB)*, 27-29 Nisan 2017, Afyonkarahisar.
- [4] M. C. Bağdatlı, B. Öztürk, “Havza Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) Etkin Rolü”, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18, 11-19, 2014.
- [5] Ş. T. Akkaya Aslan, K. S. Gündoğdu, A. O. Demir, “Sayısal Yükseklik Modelinden Yararlanılarak Bazı Havza Karakteristiklerinin Belirlenmesi: Bursa Karacabey İnkaya Göleti Havzası Örneği” *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18, 167-180, 2004.
- [6] D. Öztürk, F. Kılıç, “Drenaj Ağının Çıkarımı ve Topoğrafik Nemlilik İndeksinin Belirlenmesinde D8 ve D-Inf Algoritmalarının Karşılaştırmalı Analizi”, *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 11-13 Kasım 2013, Ankara.
- [7] M. Ataoğlu, M. M. Kale, “Kızılırmak Deltası’nda 2000 - 2015 Yılları Arasında Gözlenen Kıyı Erozyonu” *4. Uluslararası Coğrafya Sempozyumu (Geomed2016)*, 23-26 Mayıs 2016, Antalya.
- [8] TÜBİTAK MAM Çevre Enstitüsü, *Havza Koruma Eylem Planlarının hazırlanması-Kızılırmak Havzası*, 2011.
- [9] ASTER[Online]. Available: http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=28
- [10] Earth Explorer [Online]. Available: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- [11] M. Karaköse, H. Yetiş, T. Müezzinoğlu, “Optimizasyon Tabanlı Adaptif Görüntü Mozaikleme Algoritması”, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10, 389-400, 2017.
- [12] B. Erdede, D. Öztürk, “Kızılırmak Havzasının Taşkın Potansiyelinin Çizgisel, Alansal ve Rölyef Morfometrik İndisler Kullanılarak Değerlendirilmesi”, *6. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2016)*, 5-7 Ekim 2016, Adana.
- [13] D. Öztürk, “CBS Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemleri İle Sel ve Taşkın Duyarlılığının Belirlenmesi: Güney Marmara Havzası Örneği”, *Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*, 2009.
- [14] How Fill Works [Online]. Available: http://edndoc.esri.com/arcobjects/9.2/NET/shared/geoprocessing/spatial_analyst_tools/how_fill_works.htm
- [15] D. G. Tarboton, “A New Method For the Determination of Flow Directions and Upslope Areas in Grid Digital Elevation Models”, *Water Resources Research*, 33(2), 309-320, 1997.
- [16] Threshold Runoff [Online]. Available: <http://www.nws.noaa.gov/oh/hrl/gis/data.html>
- [17] Erozyon Modelinin Geliştirilmesi & Havza Veritabanının Oluşturulması [Online]. Available: https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/3543/mod_resource/content/0/2nciHaftaTurkiyeHavzaVeriTabani.pdf
- [18] A. A. Karadağ, “Kovada Gölü Alt Havza Sınırlarının Belirlenmesi”, *Düzce Üniversitesi Ormanlık Dergisi*, 8(1), 58-76, 2012.