

**FARKLI OLASILIKLI YAĞIŞ VE SICAKLIKLARIN CBS ORTAMINDA HARİTALANMASINDA UYGUN YÖNTEM BELİRLENMESİ VE M. TURC YÜZEY AKIŞ HARİTASININ GELİŞTİRİLMESİ: SEYHAN HAVZASI ÖRNEĞİ**

*Determination of an Appropriate Method for Mapping Rainfall and Temperature with Different Probability Levels in GIS Environment and Producing M. Turc Runoff Map: A Case Study in the Seyhan Basin*

Ali Demir KESKİNER

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Mahmut ÇETİN

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

**ÖZET**

Bu araştırma; 21 470.3 km<sup>2</sup> genişliğindeki Seyhan Havzasında yürütülmüştür. Araştırmada, uzun yıllar ortalama sıcaklık ve yağış serileri ile yağış-akım verileri temel materyal olarak kullanılmıştır. Çalışmada; göletlerin rezervuar kapasitesinin belirlenmesinde önemli parametre olan *farklı olasılıklı yağış* ve *sıcaklıkların* coğrafi bilgi sistemi (CBS) ortamında haritalanmasında *uygun yöntem belirlenmesi* ve *M. Turc yüzey akış haritasının geliştirilmesi* amaçlanmıştır. Bu amaçla, havza ve civarında yer alan istasyonların coğrafi konumunu, alan üzerindeki dağılımını ve gözlemler arasındaki korelasyonu dikkate alan *Ordinary Kriging* ve *Ordinary Cokriging* yöntemleri ile *Çoklu Regresyon* tekniği kullanılmış; CBS ortamında %50, %80 ve %90 olasılıklı toplam yağış ve %50 olasılıklı ortalama sıcaklık haritaları oluşturulmuştur. Minimum hata kriteri ve şahit istasyonların gözlem değerleri dikkate alındığında, %50 olasılıklı ortalama sıcaklıkların *Çoklu Regresyon*; %50, %80 ve %90 olasılıklı toplam yağışların ise *Cokriging* yöntemi ile haritalanmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Belirlenen uygun haritalama yöntemleri kullanılarak Seyhan Havzasının %50, %80 ve %90 olasılıklı *M. Turc* yüzey akış haritaları üretilmiştir. CBS ortamında hesaplanan *M. Turc* yüzey akış değerlerinin, geleneksel yöntemle hesaplanan *M. Turc* havza su verimine kıyasla havzadaki gerçek akım gözlemlerine daha yakın sonuçlar verdiği belirlenmiştir. *M. Turc* yönteminde, Seyhan Havzası için kullanılan A katsayısının havzayı temsil etmediği sonucuna varılmış; bu katsayının yeni bir araştırma ile havzaya uyarlanması önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** : *Seyhan Havzası, CBS, Kriging, M. Turc, Yüzey Akış*

**ABSTRACT**

This study was conducted in the Seyhan River Basin, covering 21 470.3 km<sup>2</sup> area. Long-term annual temperature and precipitation series were collected from archives of meteorological observation stations, scattered point-wisely over the basin, and rainfall-runoff data were collected from archives of research institutes and DSI. The aim of this study was to determine appropriate method for mapping rainfall and temperature, which play an important role in determining

---

\* Yüksek Lisans Tezi-MSc. Thesis

reservoir capacity of *small earth dams*, with different probability levels in *GIS* environment and to produce *M. Turc* runoff map in the Seyhan river basin. The aim was also extended to compare the real-time flow measurements observed in research basins and in *small earth dams* located in the basin with *M. Turc* runoff estimates at those locations. *Ordinary Kriging*, *Ordinary Cokriging* methods -which consider the spatial dependence structure of observations, geographical positions of meteorological stations and their configurations over the study area- and *Multiple Regression* technique were utilized to produce temperature map with 50% probability level, and precipitation maps with 50%, 80% and 90% probability levels. By using minimum error criterion and also real-time precipitation data observed at the critical locations where small earth dams were constructed, it was concluded that *Multiple Regression* and *Ordinary Cokriging* techniques were suitable for the purpose of mapping mean temperature with 50% probability level, and precipitation with 50%, 80% and 90% probability levels, respectively. Through using the suitable mapping techniques determined, *M. Turc* runoff maps with 50%, 80% and 90% probability levels were produced in Seyhan Basin. It was determined that *M. Turc* runoff values calculated in *GIS* media yielded more realistic results close to the observed runoff data in the basin, compared to *M. Turc* runoff values calculated conventionally. It was also concluded that the *A* coefficient assigned to the Seyhan basin was no longer representative, that a representative coefficient should be determined by conducting a new research schedule in the basin.

**Key Words :** *Seyhan Basin, GIS, Kriging, M. Turc, Runoff*

### Giriş

Mevcut uygulamalarda geleneksel olarak *M. Turc* yöntemi ile havza su verimi hesaplanırken, havzayı temsil ettiği varsayılan tek bir istasyona ilişkin yıllık yağış ve yıllık ortalama sıcaklık serileri kullanılmaktadır. Ancak; Özer (1990), Türkyılmaz (1996) ve Kuşvuran (2006) tarafından da işaret edildiği üzere *M. Turc* denklemi ile hesaplanan havza su verimleri ile gözlemlerle hesaplanan havza su verimleri arasında sapmalar olmaktadır. Sapmaların azaltılabilmesi; *M. Turc* yönteminde kullanılan belirli olasılıklardaki yağış ve sıcaklık değişkenleri için en uygun haritalama yöntemlerinin saptanması ve uygun yöntemle haritalanarak alansal dağılımlarının göz önünde tutulması ile olasıdır. Seyhan Havzasında yürütülen bu çalışma ile: a) Göletlerin planlama ve projelendirme aşamasında rezervuar kapasitelerinin hesaplanmasında önemli parametreler arasında yer alan %50 olasılıklı sıcaklık; %50, %80 ve %90 olasılık düzeylerinde beklenen yağış değerlerinin saptanması, b) Bu değişkenlerin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında haritalanmasında uygun yöntem belirlenmesi, c) *M. Turc* yönteminde kullanılan %50, %80 ve %90 olasılıklarda beklenen toplam yağış ve %50 olasılıklı ortalama sıcaklık değerlerinin belirlenen uygun yöntem kullanılarak haritalanması ve elde edilen sonuçların yorumlanarak uygulayıcı kuruluşların hizmetine sunulması amaçlanmıştır.

## **Materyal ve Metot**

### **Materyal**

Bu araştırma; 21 470.3 km<sup>2</sup> (Çetin ve ark., 1998) genişliğindeki Seyhan Havzasında yapılmıştır. Çalışmada DMI Genel Müdürlükleri taşra teşkilatlarınca işletilen Seyhan Havzası içinde ve havza sınırına yakın kesimlerde yer alan 61 adet meteoroloji gözlem istasyonuna ilişkin uzun yıllık sıcaklık ve yağış serileri kullanılmıştır. Sıcaklık verileri 45 istasyondan, yağış verileri ise 61 istasyondan elde edilebilmiştir. Seyhan Havzasında küçük havzalara yönelik yağış-akım çalışması yeterince olmadığından sadece 3 adet havza yağış-akım verisi bulunabilmiştir. Bu verilerden iki tanesi Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsünün yürüttüğü; havzaların hidrolojik karakterlerinin saptanmasına yönelik araştırma projesinden alınmıştır. Diğer akım verisi ise, DSİ tarafından 1994 yılında inşa edilen sulama amaçlı Hakkıbeyli göletine ait etüt raporundan elde edilmiştir.

### **Metot**

Araştırmada; *Çoklu Doğrusal Regresyon Modeli* ve *Polinom Tipi Regresyon* modeli olmak üzere iki tip regresyon modeli kullanılmıştır. Uzun yıllar ortalama sıcaklık ve yağış serilerinin frekans analizinde, en az on beş yıllık gözlemi olan istasyonlar işleme alınmıştır. On beş yıldan daha az kayıt uzunluğu olan istasyonların sıcaklık ve yağış serileri, *Polinom Tipi Regresyon* Modelleri kullanılarak komşu istasyon verileri yardımıyla on beş yıla tamamlanmıştır. Frekans analizleri; en az beş yıllık gözlemlerin olasılık dağılımlarını hesaplayan *BestFit* yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Dağılımlar belirlendikten sonra, uygunluk testleri %5 önem düzeyinde Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir. Belirlenen dağılımlara ilişkin "*frekans faktör eşitliği*" (Chow ve ark., 1988) yardımıyla, *M. Turc* yönteminde kullanılmak üzere; %50, %80 ve %90 olasılıklardaki toplam yağış ve %50 olasılıklı ortalama sıcaklık değerleri hesaplanmıştır. *CBS* ortamında; *Ordinary Kriging*, *Ordinary Cokriging* ve *Çoklu Regresyon Analizi* olmak üzere üç farklı enterpolasyon yöntemi kullanılarak %50, %80 ve %90 olasılıklı toplam yağış ve %50 olasılıklı ortalama sıcaklık haritaları oluşturulmuştur. Haritalamada uygun yöntem belirlenmesinde; Topaloğlu (1999)'da belirtilen *Bias*, *PH<sub>T</sub>*, *RMSE*, *MSE* ve *MAD* istatistik test ölçütleri ile Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü tarafından Topçu ve Kaleönü araştırma havzalarında gözlenen yağış serilerinin frekans analizi sonuçları kullanılmış ve kıyaslamalar yapılmıştır. Kıyaslamalar sonucunda belirlenen en gerçekçi *tahmin yapan yöntem* kullanılarak olasılıklı toplam yağış ve ortalama sıcaklık değerleri haritalanmış; bu haritalar kullanılarak *CBS* ortamında %50, %80 ve %90 olasılıklı *M. Turc* yöntemi havza su verimi hesaplanarak haritalanmıştır.

### **Araştırma Bulguları**

Frekans analizi öncesinde; sıcaklık serilerinin temin edildiği istasyonlardan 17 adetinin, yıllık toplam yağış gözlem serilerinin temin edildiği istasyonlardan ise 18 adetinin eksik verileri regresyon analizi ile kayıt uzunluğu en az on beş yıl olacak şekilde tamamlanmıştır. Regresyon eşitlikleri oluşturulurken; verisi

uzatılacak istasyonla ilişkilendirilen istasyonun konumu, yüksekliği, gözlem sürelerinin uygunluğu ve istasyonların yakınlığı dikkate alınmıştır. Eksik veriler tamamlandıktan sonra yapılan frekans analizi sonucunda, yıllık ortalama sıcaklık serileri 5 farklı olasılık dağılımı ile temsil edilmiştir. İstasyonların; 27'si Lojistik, 5'i Log-Lojistik, 5'i Normal, 5'i Weibull ve 3'ü Genel Beta dağılımına uyum göstermiştir. Yıllık toplam yağış serileri ise 10 farklı olasılık dağılımı ile temsil edilmiştir. Olasılık dağılım modelleri; 24 istasyonda *Lojistik*, 8 istasyonda *Normal*, 7 istasyonda *Log-Lojistik*, 5 istasyonda *Genel Beta*, 5 istasyonda *Weibull*, 4 istasyonda *Ekstrem Değer*, 3 istasyonda *Rayleigh*, 2 istasyonda *TersGauss*, 2 istasyonda *Lognormal-2* ve 1 istasyonda *Pearson-5* dağılımı şeklinde belirlenmiştir. *M. Turc* yönteminde kullanılmak üzere, frekans dağılımlarından %50, %80 ve %90 olasılıklardaki toplam yağış ve %50 olasılıklı ortalama sıcaklık değerleri elde edilmiştir. CBS ortamında; *Ordinary Kriging*, *Ordinary Cokriging* ve *Çoklu Regresyon Analizi* olmak üzere üç farklı enterpolasyon yöntemi kullanılarak %50 olasılıklı ortalama sıcaklık (*T*) ve %50, %80 ve %90 olasılıklardaki toplam yağış (*P*) haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan olasılıklı sıcaklık ve yağış haritaları, Çizelge 1-6'da görüldüğü gibi farklı ölçütler kullanılarak karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, %50 olasılıkla ortalama sıcaklık tahmininin en iyi *Çoklu Regresyon* yöntemi ile elde edilebildiği görülmüştür (Şekil 1). Bu haritanın en dikkat çekici yanının, Seyhan nehrinin ana kolları olan Zamantı, Göksü nehri ve Körkün, Çakıt suları incelendiğinde nehirlerin vadi içerisindeki sıcaklık değişimlerinin bile haritalarda yansıtılmış olması söylenebilir. *M. Turc* yöntemine göre yüzey akış haritası oluşturulurken bu harita kullanılarak sıcaklığın bir fonksiyonu olan *L* parametresi haritalanmıştır. *Çoklu Regresyon* yöntemiyle oluşturulan yağış haritaları, istatistiksel test kriterlerine göre en kötü sonucu vermiştir. *Ordinary Kriging* ve *Ordinary Cokriging* yöntemlerinin ise yaptıkları tahminlere göre aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (Çizelge 2, 3, 4). Bu nedenle; Seyhan Havzasının %50, %80 ve %90 olasılıklı toplam yağış harita sonuçları ile Topçu ve Kaleönü şahit istasyonlarının yağış serileri frekans analiz sonuçları kıyaslanmıştır (Çizelge 5, 6). *Ordinary Cokriging* yönteminin daha gerçekçi tahminde bulunduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenle; Seyhan Havzasının %50, %80 ve %90 olasılıklı toplam yağış haritaları *Ordinary Cokriging* yöntemiyle oluşturulmuştur (Şekil 1). CBS ortamındaki bu haritalar; Seyhan Havzasının *M. Turc* yöntemine göre %50, %80 ve %90 olasılıklı yüzey akış haritalarının elde edilmesinde kullanılmıştır.

Çizelge 1. P=%50 olasılıklı ortalama sıcaklık değerlerinin haritalanmasında kullanılan yöntemlerin kıyaslanması

Yöntemler	İstatistiksel Test Ölçütleri				
	<i>Bias</i>	<i>PH<sub>T</sub></i>	<i>RMSE</i>	<i>MSE</i>	<i>MAD</i>
Ordinary Kriging	0.017	10.04	1.27	0.16	1.06
Ordinary Cokriging	0.017	10.02	1.27	0.15	1.06
<u>Çoklu Regresyon</u>	<u>0.008</u>	<u>6.02</u>	<u>0.82</u>	<u>0.06</u>	<u>0.67</u>

Çizelge 2. P=%50 olasılıklı toplam yağış değerlerinin haritalanmasında kullanılan yöntemlerin kıyaslanması

Yöntemler	İstatistiksel Test Ölçütleri				
	<i>Bias</i>	<i>PH<sub>T</sub></i>	<i>RMSE</i>	<i>MSE</i>	<i>MAD</i>
Ordinary Kriging	<u>-0.002</u>	<u>13.29</u>	<u>92.94</u>	<u>14.65</u>	<u>70.82</u>
Ordinary Cokriging	<u>0.006</u>	<u>13.21</u>	<u>92.11</u>	<u>14.40</u>	<u>70.31</u>
Çoklu Regresyon	0.063	22.75	146.55	39.44	111.35

Çizelge 3. P=%80 olasılıklı toplam yağış değerlerinin haritalanmasında kullanılan yöntemlerin kıyaslanması

Yöntemler	İstatistiksel Test Ölçütleri				
	<i>Bias</i>	<i>PH<sub>T</sub></i>	<i>RMSE</i>	<i>MSE</i>	<i>MAD</i>
Ordinary Kriging	<u>0.0004</u>	<u>12.85</u>	<u>81.67</u>	<u>12.23</u>	<u>60.01</u>
Ordinary Cokriging	<u>-0.0001</u>	<u>12.77</u>	<u>81.64</u>	<u>12.20</u>	<u>59.77</u>
Çoklu Regresyon	0.0592	21.73	117.31	30.52	87.81

Çizelge 4. P=%90 olasılıklı toplam yağış değerlerinin haritalanmasında kullanılan yöntemlerin kıyaslanması

Yöntemler	İstatistiksel Test Ölçütleri				
	<i>Bias</i>	<i>PH<sub>T</sub></i>	<i>RMSE</i>	<i>MSE</i>	<i>MAD</i>
Ordinary Kriging	<u>0.012</u>	<u>13.48</u>	<u>74.10</u>	<u>11.60</u>	<u>54.17</u>
Ordinary Cokriging	<u>0.013</u>	<u>13.49</u>	<u>73.95</u>	<u>11.59</u>	<u>54.09</u>
Çoklu Regresyon	0.067	22.62	106.80	28.87	81.17

Çizelge 5. Topçu şahit istasyonu olasılıklı yağış değerleri ile yöntemlerden elde edilen sonuçların yüzde tahmin hataları (*PH<sub>T</sub>*)

Olasılık	Şahit Yağış (mm)	Ordinary Kriging		Ordinary Cokriging		Çoklu Regresyon	
		Tahmin (mm)	<i>PH<sub>T</sub></i> (%)	Tahmin (mm)	<i>PH<sub>T</sub></i> (%)	Tahmin (mm)	<i>PH<sub>T</sub></i> (%)
%50	646	718	11.2	688	6.6	696	7.8
%80	527	584	10.8	583	10.6	559	6.1
%90	467	493	5.6	493	5.6	491	<u>5.2</u>

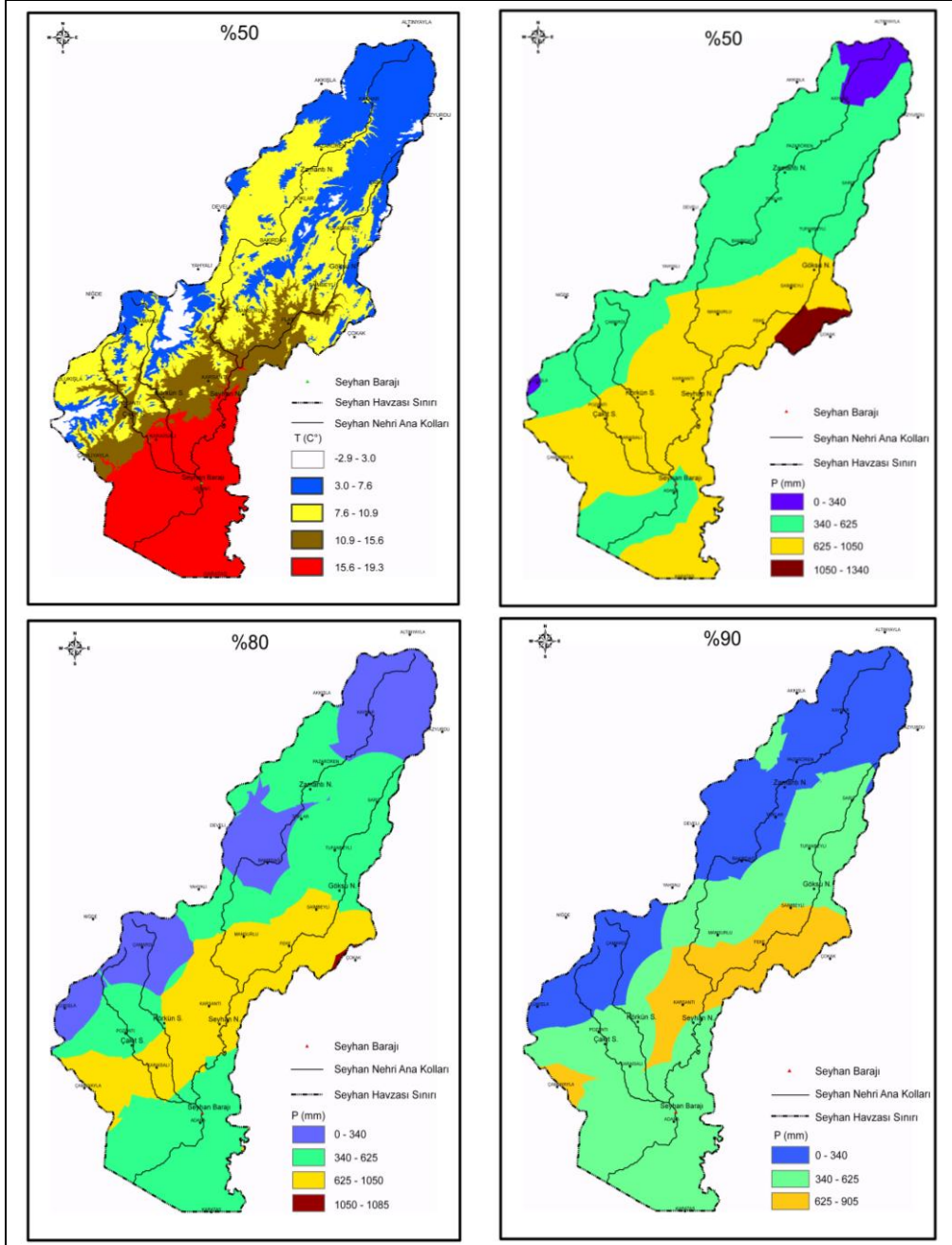
Çizelge 6. Kaleönü şahit istasyonu olasılıklı yağış değerleri ile yöntemlerden elde edilen sonuçların yüzde tahmin hataları (*PH<sub>T</sub>*)

Olasılık	Şahit Yağış (mm)	Ordinary Kriging		Ordinary Cokriging		Çoklu Regresyon	
		Tahmin (mm)	<i>PH<sub>T</sub></i> (%)	Tahmin (mm)	<i>PH<sub>T</sub></i> (%)	Tahmin (mm)	<i>PH<sub>T</sub></i> (%)
%50	841	884	5.1	825	<u>1.9</u>	694	17.5
%80	750	642	14.4	698	<u>7.0</u>	560	25.4
%90	708	570	<u>19.5</u>	569	<u>19.6</u>	494	30.2

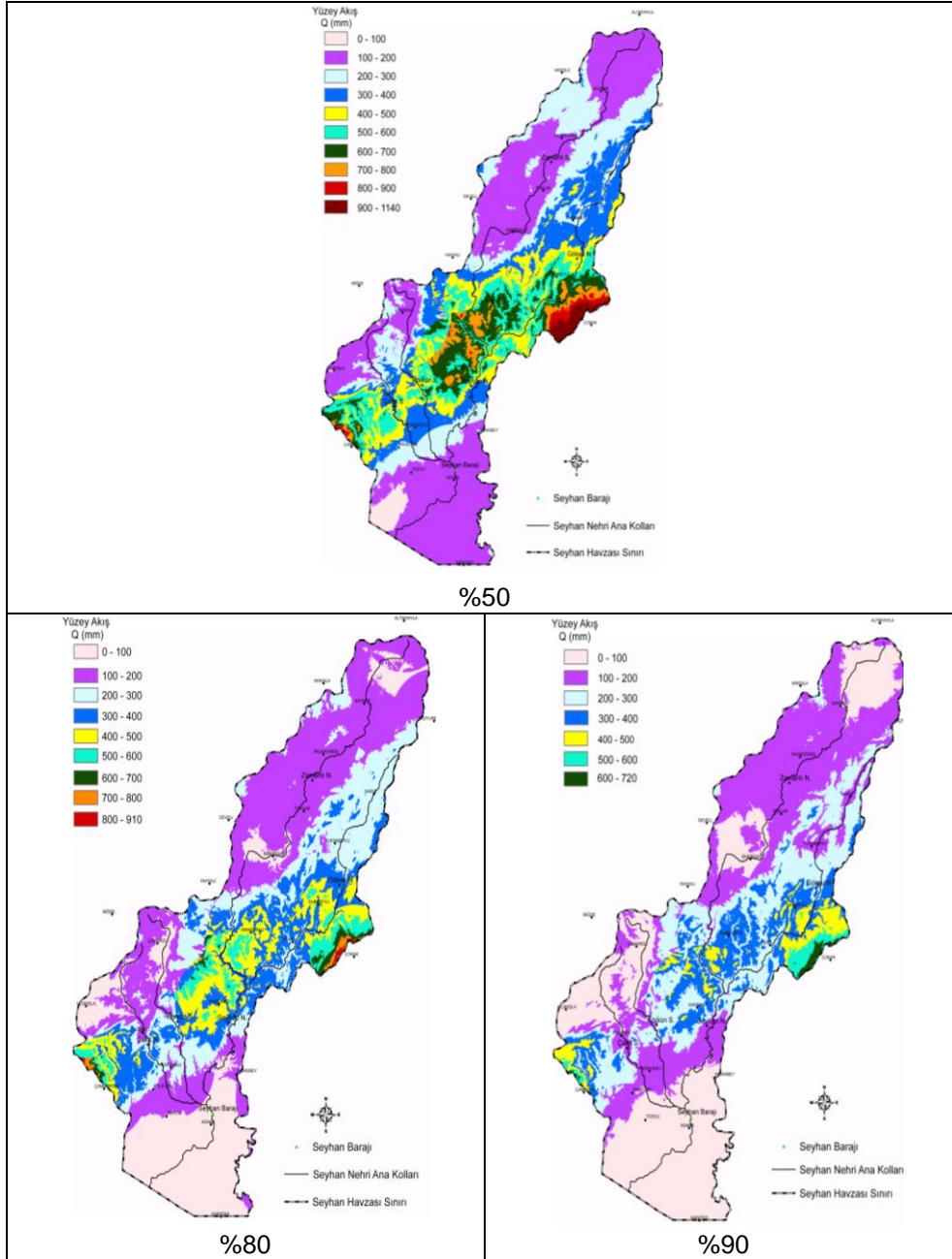
CBS ortamında, *M. Turc* yöntemi denklemi kullanılarak yüzey akış haritasını elde etmek için *ArcGIS* yazılımının *Map Algebra* modülünden faydalanılmıştır. Öncelikle *M. Turc* yönteminde yüzey akış hesaplamasında sıcaklığın bir fonksiyonu olan *L* parametresi haritası üretilmiştir. *L* parametresi haritası oluşturulurken, *Çoklu Regresyon* yöntemi ile elde edilen %50 olasılıklı sıcaklık (*T*) değerlerinin raster formatındaki görüntüsü kullanılmıştır. *Cokriging* yöntemi ile elde edilen %50, %80 ve %90 olasılıklardaki toplam yağış (*P*) haritaları, *M. Turc* eşitliğinde her olasılık düzeyi için ayrı ayrı CBS ortamında işleme alınmıştır. Parajka (1998) tarafından gerçek evapotranspirasyon (*ET*) olarak da ifade edilen *M. Turc* yöntemi kayıp (*D*) değerleri %50, %80 ve %90 olasılıklar için Seyhan Havzasında hesaplanmış ve haritalanmıştır. Seyhan Havzasındaki ampirik *M. Turc* yüzey akış değerinin elde edilmesinde, *Cokriging* yöntemi ile elde edilmiş %50, %80 ve %90 olasılıklı yağış (*P*) haritaları kullanılmıştır. Aynı olasılık düzeyi için çizilen *P* ve *D* haritaları CBS ortamında *Map Algebra* modülü ile birbirinden çıkarılmıştır. Şekil 2'de görüldüğü gibi, Seyhan Havzasında *M. Turc* yöntemi ile elde edilen %50, %80 ve %90 olasılık düzeylerinde yüzey akış (*Q*) haritaları oluşturulmuştur. Üretilen farklı olasılıklı kayıp (*D*) haritaları incelendiğinde; havzada meydana gelen kayıp, diğer bir ifade ile *ET* sıcak ve eğimi az olan bölgelerde maksimum değerler ile ifade edilmiştir. Özellikle vadi içerisinde *ET* değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Güneyden kuzeye doğru gidildikçe havzada tutulan su azalmaktadır. Ayrıca, yüksek dağ zirvelerinde havzada tutulan su minimum düzeyde olup, yağışın yüzey akışa geçtiği görülmektedir. Yüzey akış (*Q*) haritalarında ise, havzanın kuzey doğu Çamlıyayla-Çokak istikametinde yağışın yüksek olduğu görülmekte olup; bu bölgelerde yüzey akış artmaktadır. Yüzey akışa geçen bu sular Çatalan ve Seyhan barajını beslemektedir. Geleneksel yöntemle hesaplanan *M. Turc* yüzey akış değerleri ile CBS ortamında elde edilen yüzey akış miktarları Çizelge 7'de görüldüğü gibi Topçu ve Kaleönü istasyonlarında ölçülen gerçek ortalama akımlarla karşılaştırılmıştır. Geleneksel olarak yapılan hesaplamalardaki *M. Turc* yöntemi yüzey akış sapmalarının, CBS ortamında geliştirilen *M. Turc* yüzey akış haritaları kullanılarak nispeten azaltılabildiği kanısına varılmıştır. Bu durumun sebebinin; havzada ve civarında bulunan tüm istasyonların coğrafi konumu, alan üzerindeki dağılımı ve gözlemler arasındaki korelasyon dikkate alınarak haritaların üretilmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 7. CBS Ortamında Elde Edilen Yüzey Akış Değerleri İle Geleneksel Yöntemle Hesaplanan Yüzey Akış Değerlerinin Kıyaslanması

Şahit İstasyonlar	Gözlenen Ortalama Akımlar (mm)	Şahit İstasyonlar M. Turc Yöntemi Havza Su Verimleri (mm)					
		CBS Ortamında Hesaplanan Yüzey Akış Haritası Değerleri			Geleneksel Yöntemle Hesaplanan Yüzey Akış Değerleri		
		P=%50	P=%80	P=%90	P=%50	P=%80	P=%90
TOPÇU	55.2	156	100	<u>61</u>	155.3	90.1	62.8
KALEÖNÜ	78.4	289	200	<u>119</u>	308.6	241.1	211.2



Şekil 1. Çoklu Regresyon yöntemi ile oluşturulan %50 olasılıklı sıcaklık (T) ve Cokriging yöntemi ile oluşturulan %50, %80 ve %90 olasılıklı yağış (P) haritaları



Şekil 2. Seyhan Havzasının *M.Turc* yöntemi ile oluşturulan %50, %80 ve %90 olasılıklı yüzey akış ( $Q$ , mm) haritaları

### **Tartışma, Sonuç ve Öneriler**

Seyhan Havzasında, *havza bilgi sistemine* yönelik bölgesel nitelikte bir çalışma yapılmıştır. Eksik gözlem serilerinin tamamlanmasında istasyonlar arasında ikinci ve üçüncü derece ilişki yerine, doğrusal regresyon modellerinin kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Doğrusal olmayan parabolik ilişkiler kullanıldığında; verideki küçük değişimlerin hesaplanan değerlerde büyük farklılıklar oluşturduğu görülmüş; gerçekçi tahminlerin yapılamayacağı anlaşılmıştır.

Uzun yıllar ortalama sıcaklık serileri frekans analizi sonucunda; verilerin 5 olasılık dağılımına uyduğu ve %60 oranında lojistik dağılımla temsil edildiği, olasılık dağılımlarının alan üzerinde homojen olduğu görülmüş; yıllık yağış toplamları serileri frekans analizinde ise, veriler %39 oranında *Lojistik* dağılıma uymuştur.

Seyhan Havzasında %50 olasılıkla beklenen ortalama sıcaklık değerleri, regresyon modellerinde *denizden uzaklık* ve *yükseklik* değişkenleriyle açıklanabilmektedir. Oluşturulan sıcaklık tahmini model denklemi, *denizden uzaklık* ve *yükseklik* arttıkça sıcaklığın azaldığını göstermiştir. Bu durum, sıcaklığın havzadaki dağılımı ile paralellik arz etmektedir.

Yağış tahminlerinde daha fazla bağımsız değişken kullanılmak sureti ile *Çoklu Regresyon* modellerinin oluşturulması gerektiği sonucuna varılmıştır. Ancak, bağımsız değişken seçiminde yağış miktarı ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin yüksek olmasına dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. *Cokriging* ve *Kriging* yönteminde; yağışlarda olasılık düzeyi küçüldükçe *RMSE* kriterine göre tahmin hataları artmıştır. Bir diğer ifade ile, %80 ve %90 olasılıkla beklenen yağış değerleri, %50 olasılıklı yağışa kıyasla daha doğru tahmin edilmiştir.

*Çoklu Regresyon* yöntemi; %50 olasılıklı ortalama sıcaklık değerlerinin tahminde en az hata ile tahmin yapan yöntem olmuştur. Farklı olasılık düzeylerinde yağış değerlerinin haritalanmasında ise *Çoklu Regresyon* yönteminin kullanılmasının uygun olmayacağı sonucuna varılmıştır. İstatistiksel test kriterleri ile Topçu ve Kaleönü şahit istasyonlarının toplam yağış serilerinin belirli olasılık düzeyindeki sonuçları birlikte değerlendirildiğinde; Seyhan Havzasındaki %50, %80 ve %90 olasılıklı yağış haritalarının *Ordinary Cokriging* yöntemiyle daha az hata ile elde edilebileceği sonucuna varılmıştır. Bu haritalar, Seyhan Havzasının CBS ortamında *M. Turc* yöntemine göre %50, %80 ve %90 olasılıklı yüzey akış haritası elde edilirken kullanılmıştır. Topçu ve Kaleönü istasyonlarında CBS ortamında elde edilen *M. Turc* yöntemi yüzey akış değerleri, gerçek havza su verimleri ile kıyaslandığında geleneksel yöntemle hesaplanan *M. Turc* yüzey akış değerlerine göre daha gerçekçi sonuçlar vermiştir. CBS ortamında elde edilen *M. Turc* yüzey akış miktarları geleneksel yöntemle göre sapmayı; Topçu deresi havzasında %3.3, Kaleönü göleti havzasında ise, %117 oranında azaltmıştır. Gözlem değerleri ile *M. Turc* yüzey akış miktarları arasındaki sapmaların olası nedenlerinin toprak, topoğrafya ve jeolojik yapıdan kaynaklanabileceği söylenebilir. *M. Turc* yönteminin, hesaplamalarda söz konusu faktörleri dikkate almaması ve sadece havzayı karakterize eden tek bir  $A=6$  değerinin alınması bu yargıyı güçlendirmektedir. Dolayısıyla, *A katsayısının* alt havzalar içinde alabileceği değerlerin saptanması zorunluluk arz etmektedir.

Bu araştırmada elde edilen bulgular doğrultusunda şu önerilerde bulunulabilir:

1. Yağış gibi süreklilik arz etmeyen kesikli değişkenlerin farklı topoğrafik yapıya sahip büyük alanlarda modellenmesinde az açıklayıcı değişken içeren doğrusal regresyon modelleri kullanılmamalıdır.
2. Araştırmada şahit olarak kullanılan istasyonlar Seyhan Havzasının ova ve dağlık alanlarının geçiş bölgesinde, benzer topoğrafyaya sahip alanlarda buldukları görülmektedir. Bu tür çalışmalarda, şahit olarak kullanılacak istasyonların farklı topoğrafyaya sahip bölgelerden seçilmeleri daha uygun olacaktır.
3. Ampirik yüzey akış hesaplamalarında, *M. Turc* yöntemi yerine bölgesel faktörleri hesaba katan *Justin* veya buna benzer yöntemler kullanılabilir; burada izlenen yöntem tekrarlanarak diğer yüzey akış yöntemlerinin kıyaslaması da yapılabilir.
4. Gerçek akım gözlemleri ve hesaplanmış *M. Turc* havza su verimleri incelendiğinde Seyhan Havzası *A katsayısının* değiştiği görülmüştür. Bu sonuçlara göre, *M. Turc* yönteminde Seyhan Havzası için kullanılan *A=6 katsayısı* değiştirilmelidir. Akım gözlemi yapılan Seyhan alt havzaları kullanılarak, *A katsayısının* alt havzalar için belirlenme olanağı vardır. Bu ise, yeni ve uzun süreli bir araştırma konusudur. Yapılacak araştırmada; *M. Turc* yöntemi ve gerçek havza su verimleri kıyaslanarak, kıyaslanan havzaya ait gerçek *A katsayıları* belirlenebilir; bu katsayının alansal dağılımı haritalanabilir.

#### **Kaynaklar**

- CHOW, V. T., MAIDMENT, D. R. AND WAYS, L., W., 1988. Applied Hydrology. McGraw-Hill, Inc., Civil Engineering Series, New York, 572 p.
- ÇETİN, M., TOPALOĞLU, F., YÜCEL, A. VE TÜLÜCÜ, K., 1998. Yağış Kayıtları ve Bazı Önemli İstatistiklerin Jeostatistik Yöntemle İncelenmesi: Seyhan Havzası Örneği. II. Ulusal Hidroloji Kongresi, İSTANBUL, sayfa 75-82.
- KUŞVURAN, K. VE CANBOLAT, M., 2006. Mersin-Tarsus Topçu Deresi Havzasında Yağış, Akım ve Alt Havzasında Sediment Veriminin Araştırılması (Ara Rapor 1985-2004). Proje Kod No: Tagem-Bb-Topraksu-2006/7, Tarsus/MERSİN, 150 sayfa.
- PARAJKA, J. AND SZOLGAY, J., 1998. Grid-Based Mapping of Long-Term Mean Annual Potential and Actual Evapotranspiration in Slovakia. Hydrology, Water Resources and Ecology in Headwaters (Proceedings of the Headwater '98 Conference Held in Meran/Merano, April 20-23, ITALY), pp. 123-129
- ÖZER, Z., 1990. Su Yapılarının Projelendirilmesinde Hidrolojik ve Hidrolik Esaslar. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, ANKARA, 714 sayfa.
- TOPALOĞLU, F., 1999. Seyhan Havzası Akarsularında Taşkınların Büyüklük ve Frekanslarının Tahmini İçin Uygun Bir Yöntemin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, ADANA, 199 sayfa.
- TÜRKYILMAZ, Y., 1996. Rezervuar Hidrolojisi Seminer Notları. T.C Başbakanlık, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, ANKARA, 102 sayfa.