

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	16
3.1. Mann-Kendall Testi	16
3.2. Spearman'ın Rho Testi	18
3.3. Sen'in Trend Eğim Metodu	19
3.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri	20
3.4.1. ArcGIS 9.2 programı	21
3.4.1.1. ArcMap	21
3.4.1.1. Analizler	22
3.4.1.3. Koordinatlandırma (Sayısallaştırma) işlemi	23
3.4.1.4. Veri yapısı	23
3.4.1.5. ArcGIS Spatial analiz	24
3.4.1.6. Veri görüntüleme ve harita çıktı işlemleri	25
3.4.2. Çalışma verileri	26
3.5. Çalışma Alanı	31
3.6. Analiz İçin Kullanılan Gözlem İstasyonları ve Gözlem Değerleri	33
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	39
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	58
KAYNAKLAR	64
ÖZGEÇMİŞ	68
EK Şekil 1. Normal dağılım tablosu	69
ÖZET	70
SUMMARY	73

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE GAP BÖLGESİNDEKİ SU KAYNAKLARINA ETKİSİ

Ruken ECER

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Kasım YENİGÜN
Yıl: 2009 , Sayfa: 82

İklim değişimi çağımızın öncelikli bir sorunudur. Ancak, yarattığımız çevre sorunlarını sadece iklim değişimi ile açıklamaya çalışmak doğru değildir. Mevcut su kaynaklarının yok edilmesi, kaynakların kirletilmesi ve yeraltı sularının kontrolsüz kullanımı sonucu oluşturulan su sorunları iklim değişiminin sonucu değildir. İklim değişimi son yılların tılsımlı sözcüğü haline getirilmiştir. Son yıllarda dünya genelinde yapılan çalışmalar, iklim değişimlerinin yağış, buharlaşma-terleme ve yüzeysel akış gibi hidrolojik döngünün bileşenleri üzerinde önemli etkilere sebep olacağını göstermektedir. Türkiye’de yapılan çalışmalarda da özellikle yağışlarda ve akarsuların akımlarında önemli değişimler olduğu gözlenmiştir. Hidrolojik büyüklükler (yağış, akış gibi) zaman içinde rastgele değişen karakterde olduğundan sürekli bir azalma veya artma eğiliminin araştırılması özel yöntemler kullanmayı gerektirir.

Bu çalışmada, Türkiye’nin en önemli havzalarından biri olan Fırat Havzasında bulunan ve EİEİ tarafından işletilen 21 akım gözlem istasyonuna ait, yıllık ortalama, yıllık maksimum ve yıllık minimum akım değerleri ile DMİ tarafından işletilen 38 meteoroloji gözlem istasyonuna ait; yıllık toplam yağış, yıllık maksimum yağış, yıllık ortalama sıcaklık, yıllık maksimum sıcaklık, yıllık minimum sıcaklık, yıllık ortalama nem, yıllık maksimum nem, yıllık minimum nem değerlerinin trend analizi yapıp, anlamlı bir trend varlığı aranmıştır ve nedenleri sorgulanmıştır. Trend analizi için en güçlü olduğu belirlenen parametrik olmayan Mann-Kendall testi ve Spearman’ın Rho testi ile trend eğimlerini belirlemek için Sen’in Trend Eğim metodu kullanılmıştır.

Ardından, çeşitli mühendislik disiplinlerinde sıklıkla kullanılan ve su kaynakları alanında henüz kullanılan, ancak alansal çalışmalarda kolay yorumlama özelliği olan “harita bindirme” (overlay mapping) tekniği ile sözü edilen hidrolojik parametrelerdeki değişiklikler incelenmiştir. Bu sayede tanımlanan alanlar sebep-sonuç ilişkisi mantığı ile yorumlanmıştır. Bu teknik, çok sayıda tematik haritanın sayısal ortama aktarıldıktan sonra çeşitli veri matrisleriyle ilişkilendirilerek üst üste çakıştırılıp sorgulanması esasına dayanmaktadır. Ayrıca; bu amaçla Harita Genel Komutanlığından (HGK) elde edilen ve Fırat havzasının fiziksel özelliklerini içeren detaylı raster ve vektör haritalar sağlanmıştır. Bu haritalara sayısal ortamda ARCGIS 9.2 programı kullanılarak çalışma bölgesindeki tüm istasyonlar ve bu istasyonlara ait verilerin trend analiz sonuçlarının çıktıları işlenmiştir. Üretilen detaylı tematik haritalar yorumlanmıştır. Bu sayede, geçmiş ve mevcut durumun değerlendirilmesi yapılmış, buna dayanarak gelecekteki iklim değişikliği ve su kaynaklarına olası etkilerinin belirlenebileceği sonucuna varılmıştır.

Yapılan çalışmada, seçilen istasyonlara ait veriler trend analizine tabi tutulmuş, sonuçlar artan trend, azalan trend ve trend olmayan alanlar şeklinde, ArcGIS 9.2. programı arcmap arayüzü kullanılarak tematik haritaları oluşturulmuştur. Özellikle minimum akımlarda, sıcaklık ve nem değerlerinde anlamlı sonuçlar gözlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER : ArcGIS, Trend Analizi, Mann-Kendall Testi, Spearman’ın Rho Testi, Sen’s Eğim Testi

ABSTRACT

MSc Thesis

CLIMATE CHANGE AND ITS EFFECTS ON WATER RESOURCES OF GAP REGION

Ruken ECER

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

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Kasım YENİGÜN
Year: 2009 , Page: 82

Climate change is a priority issue of our century. However, it would not be true to state the ecological problems we created merely to climate change. The problems about water which are formed by uncontrolled usage of subsurface water, destroying current water resources and polishing them were not arose by climate change. The word climate change has become an enchanted expression in the last years. The studies made in the last years in worldwide indicates that climate change will have an important affect on the constituents of hydrological cycle such as rainfall, evaporation-perspiration and surficial flow. It is observed in studies made in Turkey as well that there had been a significant change in rainfall and the flows of rivers. Hydrologic magnitudes can randomly change because of it's charecter, thus special methods have to be applied in order to search the continious trend of rising or falling.

In this study annual mean, annual maximum and annual minimum flow rates were obtained from 21 flow observation station which are run by EİEİ and annual total rainfall, annual maximum rainfall, annual mean temperature, annual maximum temperature, annual minimum temperature, annual mean humidity, annual maximum humidity, annual minimum humidity rates were obtained from 38 meteorologic observation station which are run by DMİ. Trend analysis was done, the presence of an expressive trend and it's resons were searched due to the values obtained from these stations which are located at Fırat Basin one of the most important basin in Turkey. Nonparametric Mann – Kendall test and Spearman's Rho test were used which are determined to be the most effective for trend analysis and Sen's Slope Method was used for trend slopes.

Afterwards, change in hydrological parameters mentioned above were searched by overlay mapping – that is used by various engineer discipline but recently used in water supply area – which lets easy to expound to study with areas. The defined areas were expounded by cause and effect relation. In this technic, many thematic maps are transferred to numeric area, then associated with data matrices and finally they are superposed for interrogation. Furthermore, detailed raster and vector maps of Fırat Basin containing physical charecteristics is obtained From Harita Genel Komutanlığı (HGK) to be used for this technic. All stations and the outputs of trend analysis results of these stations in the study area were added to these maps by ARCGIS 9.2 program in numeric area. Detailed thematic maps that produced were expounded. Thus, past and present situation was evaluated and with the help of this, it was deduced that future climate change and it's effect on water resources can be determined.

In the study, the datas belonging to chosen stations were subjected to trend analysis and the thematic maps were formed by ArcGIS 9.2 program, acrmapi interface with the result of the trend analysis; rising trend, falling trend or non trend areas. Expressive results were observed in temperature and humidity especially in minimum flows.

KEY WORDS: ArcGIS, Trend Analysis, Mann Kendall Test, Spearman'in Rho Test, Sen's Slope Test.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca, bilgi ve deneyimleri ile çalışmamı yönlendiren, çalışmam süresince anlayış ve desteklerini esirgemeyen kıymetli hocam ve tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Kasım YENİGÜN'e, tezin değişik aşamalarında önerileri ve tezin son halini almasındaki süreçte destekleri ile katkıda bulunan Sayın Doç. Dr. İrfan YEŞİLNACAR'a, programlama ve hesaplamalarım sırasında karşılaştığım zorluklarda yardımcı olan Arş. Gör. Veysel GÜMÜŞ' e, ArcGIS ortamında sayısallaştırma işlemlerinde katkı sunan değerli arkadaşım İnş. Müh. Belma YAVUZ' a, gözlem istasyonlarına ait veri ve bilgileri elde etmeme yardımcı olan meteoroloji mühendisi Sayın Murat TUYGU' ya teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca aileme de tüm desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Overlay mapping.....	22
Şekil 3.2. Veri yapısı	23
Şekil 3.3. ArcGIS spatial analiz toolbarı	24
Şekil 3.4. ArcGIS spatial analiz fonksiyonlar	25
Şekil 3.5. Veri görüntüleme ve harita çıktı işlemlerinde kullanılan sembolojiler	25
Şekil 3.6. Arcmap ortamında oluşturulmuş Fırat Havza sınırları ve sulamalar (DSİ, 2009).....	27
Şekil 3.7. Arcmap ortamında oluşturulmuş Fırat Havzası il sınırları (polygon) (DSİ, 2009).....	27
Şekil 3.8. Arcmap ortamında veri girişi [Fırat nehri (polygon), il merkezleri (point), Suriye sınırı polyline)].....	28
Şekil 3.9. Arcmap ortamında oluşturulmuş Fırat nehri (polygon), il merkezleri (point), Suriye sınırı (polyline).....	28
Şekil 3.10. Arcmap ortamında veri girişi, EİEİ akım gözlem ve meteoroloji gözlem İstasyonları	29
Şekil 3.11. Arcmap ortamında oluşturulmuş EİEİ akım gözlem ve meteoroloji gözlem istasyonları (point).....	29
Şekil 3.12. Arcmap ortamında veri girişi, akarsular	30
Şekil 3.13. Arcmap ortamında oluşturulmuş akarsular (polyline).....	30
Şekil 3.14. Fırat havzası	31
Şekil 3.15. Fırat havzası kabartma haritası.....	31
Şekil.3.16. Arcmap ortamında oluşturulmuş Fırat Havzası akım gözlem istasyonları.....	34
Şekil.3.17. Arcmap ortamında oluşturulmuş Fırat Havzası meteoroloji gözlem istasyonları	38
Şekil.3.18. Fırat Havzası'ndan seçilen akım gözlem ve meteoroloji gözlem istasyonları.....	38
Şekil 4.1. Yıllık minimum akım trend durumu	41
Şekil 4.2. Yıllık ortalama akım trend durumu	41
Şekil 4.3. Yıllık toplam yağış trend durumu	45
Şekil 4.4. Yıllık maksimum yağış trend durumu.....	45
Şekil 4.5. Yıllık ortalama sıcaklık trend durumu	46
Şekil 4.6. Yıllık maksimum sıcaklık trend durumu.....	46
Şekil 4.7. Yıllık minimum sıcaklık trend durumu	47
Şekil 4.8. Yıllık ortalama nem trend durumu	47
Şekil 4.9. Yıllık maksimum nem trend durumu	48
Şekil 4.10. Yıllık minimum nem trend durumu	48
Şekil 4.11. Yıllık minimum akım için azalan, toplam yağış için azalan trendin çakıştığı alan	49
Şekil 4.12. Yıllık minimum akım için azalan, mak. yağış için azalan trendin çakıştığı alan	49
Şekil 4.13. Yıllık minimum akım için azalan, ort. nem. için artan trendin çakıştığı alan	50
Şekil 4.14. Yıllık minimum akım için azalan, mak. nem. için artan trendin çakıştığı alan	50
Şekil 4.15. Yıllık minimum akım için azalan, ort. sıcaklık için artan trendin çakıştığı alan.....	51
Şekil 4.16. Yıllık minimum akım için azalan, mak. sıcaklık için artan trendin çakıştığı alan	51
Şekil 4.17. Yıllık minimum akım için azalan, ort. nem artan ve ort. sıcaklık için artan trendin çakıştığı alan	52
Şekil 4.18. Yıllık .minimum akım için azalan, mak. nem artan ve mak. sıcaklık için artan trendin çakıştığı alan	52
Şekil 4.19. İstasyonların trend sonucuna göre oluşturulan tematik haritaların illere göre durumu	53
Şekil 4.20. İstasyonların trend sonucuna göre harita bindirme tekniği ile oluşturulan tematik haritaların illere göre durumu	54

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Fırat'ın yıllık su potansiyeli	32
Çizelge 3.2. Fırat Havzası'nda kullanılan akım gözlem istasyonları ve özellikleri (EİEİ, 2009).....	34
Çizelge 3.3. Analiz için Seçilen AGİ'ler ve ölçüm Periyotları	35
Çizelge 3.4. Fırat Havzası'nda kullanılan meteoroloji gözlem istasyonları ve özellikleri (DMİ,2009)	36
Çizelge 3.5. Analiz için Seçilen meteoroloji gözlem istasyonları ve ölçüm periyotları.....	37
Çizelge 4.1. Trend analizi sonuçları (akım gözlem istasyonları için)	39
Çizelge 4.2. Sen'in Trend Eğim metodu'na göre trend eğimleri.....	40
Çizelge 4.3. Trend analizi sonuçları (meteoroloji gözlem istasyonları için)	42
Çizelge 4.4. Trend analizi sonuçları (meteoroloji gözlem istasyonları için)	43
Çizelge 4.5. Sen'in trend eğim metoduna göre trend eğimleri	44
Çizelge 4.6. Bulunan trendlerin Fırat Havzasındaki illere göre durumu	55
Çizelge 4.7. Nem değerlerindeki trend durumu ile istasyon rakımları arasındaki ilişki.....	57

SİMGELER DİZİNİ

AGİ	Akım gözlem istasyonu
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri
DSİ	Devlet Su İşleri
EİEİ	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
HGK	Harita Genel Komutanlığı
H_0	Genellikle reddetmek için kurulan hipotez
H_1	H_0 'a alternatif hipotez
i	Verilerin Gözlem Sırası
m	Ay veya mevsim sayısı
Max	Maksimum
Min	Minimum
N	Toplam gözlem adeti
n_i	Veriden önce gelen sayıların büyük olanlarının sayısı
Ort.	Ortalama
Q	Sen'in eğim katsayısı
r	Korelasyon katsayısı
r_s	Spearman'ın Rho testi katsayısı
R_{xi}	i . gözlemin sıra numarası
S	Mann-Kendall testi katsayısı
S_x	Korelasyon testinde ilk verilerin standart sapması
S_y	Korelasyon testinde ikinci verilerin standart sapması
t	Test istatistiği
t_i	Serideki aynı değere sahip verilerin sayısı (bağ)
Var(t)	Varyans
Z	Önem seviyesi standart normal değişkeni
α	Önem seviyesi
σ_s	Standart sapma
τ	Kendall korelasyon katsayısı

1. GİRİŞ

İklim değişimi çağımızın öncelikli bir sorunudur. Ancak, yarattığımız çevre sorunlarını sadece iklim değişimi ile açıklamaya çalışmak doğru değildir. Mevcut su kaynaklarının yok edilmesi, kaynakların kirletilmesi ve yeraltı sularının kontrolsüz kullanımı sonucu oluşturulan su sorunları iklim değişiminin sonucu değildir. İklim değişimi son yılların tılsımlı sözcüğü haline getirilmiştir (TMMOB, 2009).

Atmosferdeki karbondioksit ve diğer sera gazlarının ulaştığı birikim düzeyi, sanayi devriminden bu yana hızla yükselmiştir. Atmosferdeki birikimlerinin artmasına en başta fosil yakıt kullanımı, ormansızlaşma ve diğer insan etkinlikleri yol açmış; ekonomik büyümeyle nüfus artışı bu süreci daha da hızlandırmıştır (Hunter, 2003).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, iklim değişimlerinin yağış, buharlaşma-terleme ve yüzeysel akış gibi hidrolojik döngünün bileşenleri üzerinde önemli etkilere sebep olacağını göstermektedir. İnsan yaşamının temel ihtiyacı olan suyun, iklim değişimlerinin etkilerden dolayı ve doğrudan etkilenmesi kaçınılmazdır. İklim değişimine bağlı olarak, sel, toprak kayması, kuraklık ve sele maruz kalan bölgelerde tarımsal verimin azalması, kıyı ekosistemlerinin olumsuz etkilenmesi, enerji darlığı, su kaynaklarının azalması ve kalite bozulması, bulaşıcı hastalıklara yakalanma riski ve ölüm oranlarında artış meydana geleceği tahmin edilmektedir. (Gürkan, 2005).

Dünyadaki toplam su miktarı yaklaşık 1,4 milyar km³'tür. Bu suların %97,6'sı denizlerdeki tuzlu sulardır ve bu sular insanların ihtiyaçlarını karşılayabilecek niteliklere sahip değildir. Karalardaki su toplam suyun %2,4'ünü oluşturmaktadır. Fakat karalardaki suyun yalnız %10'u kadarı kullanılabilir tatlı su sınıfına

girmektedir. Bu değer tüm akarsuların yıllık 37000 km³ lük debisi ile kıyaslandığında %15 gibi önemli bir değer çıkmaktadır. Bu sonuç gelecekte artacak olan su ihtiyacının karşılanmasında giderek daha büyük sorunlar yaratacağını ortaya koymaktadır (Fındık, 2007).

Türkiye’de yıllık ortalama yağış yaklaşık 643 mm olup, yılda ortalama 501 km³ suya tekabül etmektedir. Bu suyun 274 km³ ü toprak ve su yüzeyleri ile bitkilerden olan buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri dönmekte, 69 km³ lük kısmı yeraltı suyunu beslemekte, 158 km³ lük kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 69 km³ lük suyun 28 km³ ü pınarlar vasıtasıyla yerüstü suyuna tekrar katılmaktadır. Ayrıca, komşu ülkelerden ülkemize gelen yılda ortalama 7 km³ su bulunmaktadır. Böylece ülkemizin brüt yerüstü suyu potansiyeli 193 (158+28+7) km³ olmaktadır .

Yeraltı suyunu besleyen 41 km³ de dikkate alındığında, ülkemizin toplam yenilenebilir su potansiyeli brüt 234 km³ olarak hesaplanmıştır. Ancak, günümüz teknik ve ekonomik şartları çerçevesinde, çeşitli amaçlara yönelik olarak tüketilebilecek yerüstü suyu potansiyeli yurt içindeki akarsulardan 95 km³, komşu ülkelerden yurdumuza gelen akarsulardan 3 km³ olmak üzere yılda ortalama toplam 98 km³ tür. 14 km³ olarak belirlenen yeraltı suyu potansiyeli ile birlikte ülkemizin tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama toplam **112 km³** olmaktadır (DSİ, 2009).

- **Su fakiri:** yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1 000 m³ ten daha az
- **Su azlığı:** yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 2 000 m³ ten daha az
- **Su zengini:** yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı > 8 000- 10 000 m³

Türkiye su zengini bir ülke değildir. Kişi başına düşen yıllık su miktarına göre ülkemiz su azlığı yaşayan bir ülke konumundadır. Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı 1600 m³ civarındadır (DSİ, 2009).

İnsan faaliyetlerinin düzenlenmesi ve gelecekteki iklim değişikliğinin tahmini açısından, iklimsel parametrelerdeki olası değişimlerin ortaya konulması büyük önem taşımaktadır. İklim değişikliğinin etkileri jeolojik kayıtlar, buzulların hacminde azalma, denizlerin yükselmesi, göllerdeki su sıcaklığının artışı, güncel ölçümler, aerosoller ve matematiksel modeller ile açıklanmaya çalışılabilir. Ancak, bu bilgiler içerisinde yer alan ve gözlemler yapılarak elde edilen meteorolojik veriler, iklimdeki yersel ve bölgesel değişkenliğin izlenmesi açısından en çok tercih edilen yöntemdir.

Dünyanın çeşitli yerlerinde yapılan araştırmalar son yıllarda yağışlarda ve akarsuların akımlarında önemli değişimler olduğunu göstermiştir. Yerkürenin iklimindeki değişimin çeşitli bölgeler düşen yağışı ne şekilde etkileyeceği konusunda güvenilir bilgiler bulunmamaktadır. Ülkemizde de yıl içinde mevsimlere göre değişen yağış akış ilişkileri yıllar arasında büyük farklılıklar göstermektedir. Bunun sonucu olarak suyun zamana ve miktara bağlı olarak değişen ihtiyaçların karşılanması amacı ile yönetimi büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple Türkiye’de yağışlarda ve akışlarda herhangi bir değişimin ve bunun azalan veya artan yönde olup olmadığının araştırılması gerekmektedir (Bayazıt ve ark., 2002).

Bu çalışmanın amacı, iklimde meydana gelmesi öngörülen değişikliklerin bölgenin su potansiyelini nasıl etkileyeceği sorusuna cevap aramaktır. Havzadaki yapılara (sulama, elektrik vb. tesisler) harcanan maddi kaynakların büyüklüğü ve önemi düşünüldüğünde; gerek projenin tümünün veya bir kısmının faaliyeti sonrası akımlardaki değişimlerin (işletme açısından) takibi, gerekse yapıların ve arazilerin (taşkın riskine karşı) korunması açısından trend analizi gibi bir değerlendirme mekanizmasıyla kontrolü ve bunun dinamik bir şekilde uygulanması amaçlanmıştır.

Basta stratejik önemi olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde olmak üzere bütün havzalarımızda su kaynaklarının geliştirilmesi ve çeşitli (iklimsel) senaryolar ışığında geleceğe yönelik politikalar üretilmesi ileriki yıllarda karşılaşılabileceğimiz sorunların asgariye indirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Yenigün ve ark., 2008). Temel hedefi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi halkının gelir düzeyi ve hayat standardını yükselterek, bu bölge ile diğer bölgeler arasındaki gelişmişlik farkını

ortadan kaldırmak, kırsal alandaki verimliliği ve istihdam imkanlarını artırarak, sosyal istikrar, ekonomik büyüme gibi milli kalkınma hedeflerine katkıda bulunmak olan GAP, çok sektörlü, entegre ve sürdürülebilir bir kalkınma anlayışı ile ele alınan bir bölgesel kalkınma projesidir. Kalkınma programı, sulama, hidroelektrik, enerji, tarım, kırsal ve kentsel altyapı, ormancılık, eğitim ve sağlık gibi sektörleri kapsamaktadır. Su Kaynakları Programı 22 baraj, 19 hidroelektrik santrali ve 1.82 milyon hektar alanda sulama sistemleri yapımını öngörmektedir (GAP, 2009).

Türkiye’yi kapsayan temel trend çalışmalarının literatür incelemesinin etkisi ile Türkiye coğrafyasındaki en büyük ve en önemli havzası olan Fırat Havzasında bulunan akım gözlem istasyonlarının, yıllık ortalama, minimum ve maksimum akımlarının; meteoroloji istasyonlarının ise; yıllık toplam yağış, yıllık maksimum yağış, yıllık ortalama sıcaklık, yıllık maksimum sıcaklık, yıllık minimum sıcaklık, yıllık ortalama nem, yıllık maksimum nem, yıllık minimum nem değerlerini için trend analizini yapmak amacıyla, yapılan incelemeler sonucunda en güçlü test olarak tespit edilen parametrik olmayan Mann-Kendall testi ve Spearman’ın Rho testi kullanılmıştır. Trend eğimleri de Sen’in Trend Eğim metoduna göre belirlenmiştir. Ardından, çeşitli mühendislik disiplinlerinde sıklıkla kullanılan ve su kaynakları alanında henüz kullanılan, ancak alansal çalışmalarda kolay yorumlama özelliği olan “harita bindirme” (overlay mapping) tekniği ile sözü edilen hidrolojik parametrelerdeki değişiklikler incelenmiştir. Bu sayede tanımlanan alanlar sebep-sonuç ilişkisi mantığı ile yorumlanmıştır. Bu teknik, çok sayıda tematik haritanın sayısal ortama aktarıldıktan sonra çeşitli veri matrisleriyle ilişkilendirilerek üst üste çakıştırılıp sorgulanması esasına dayanmaktadır. Ayrıca; bu amaçla Harita Genel Komutanlığından (HGK) elde edilen ve Fırat havzasının fiziksel özelliklerini içeren detaylı raster ve vektör haritalar sağlanmıştır. Bu haritalara sayısal ortamda ARCGIS 9.2 programı kullanılarak çalışma bölgesindeki tüm istasyonlar ve bu istasyonlara ait verilerin trend analiz sonuçlarının çıktıları işlenmiştir. Üretilen detaylı tematik haritalar yorumlanmıştır. Bu sayede, geçmiş ve mevcut durumun değerlendirilmesi yapılmış, buna dayanarak gelecekteki iklim değişikliği ve su kaynaklarına olası etkilerinin belirlenebileceği sonucuna varılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Erdoğan (1989), Türkiye nehirlerinin yıllık akım gözlemlerinin ortalamadan sapma ölçüsüne göre Türkiye’de oluşan hidrolojik kuraklık olaylarını incelemiştir. Sonuç olarak 50 yıllık gözlem süresince tüm Türkiye’yi etkileyen şiddetli ve sürekli bir su eksikliği (hidrolojik kuraklık) 1970’li yılların başlarında olmuştur.

Kadıoğlu ve ark (1994), Türkiye’de 18 yağış gözlem istasyonunun (YGI) yıllık ve mevsimlik yağış serilerinin eğilimlerinin belirli bir yönde olmamasına rağmen, önemli olmasa da özellikle kış aylarında bir azalma, ilkbaharda ise artma olduğu sonucuna varmışlardır.

Türkeş ve ark. (1995), Türkiye için yapılan trend analizi çalışmaları, çoğunlukla sıcaklık ve nadiren de yağış alanlarında odaklanmış, 1930-1992 yılları arasında Türkiye’deki her bir meteorolojik istasyon ve her bir coğrafi bölgenin uzun süreli ortalama sıcaklıklarındaki trendleri ve ani değişimleri belirlemek için parametrik olmayan çeşitli testler kullanmışlar ve bölgesel ortalama sıcaklık serilerini kullanarak iklimin doğu Anadolu’da ısınma, özellikle Marmara ve Akdeniz bölgelerinde ise soğuma eğiliminde olduğunu bulmuşlardır.

Türkeş (1996), Türkiye’de 91 istasyonda 1930–1993 yılları arasında yıllık ve sezonluk yağış verilerine Mann-Kendall testi uygulamıştır. Teste göre Karadeniz ve Akdeniz Bölgesi’nde azalma ve yıllık serilerde Türkiye genelinde azalma bulmuştur. Ayrıca 17 istasyonda önemli eğilimleri bulunmuş bunların 15’inde önemli azalma belirlemiştir.

Kadıoğlu (1997) ,Türkiye’deki 18 meteorolojik istasyonda 1939-1989 yılları arasında ortalama yıllık sıcaklık kayıtlarının trendlerini incelemiş ve önemsiz artış trendleri bulmuştur. Ayrıca uzun süreli trendlerin varlığına karar vermek için Türkiye’deki yüzey hava sıcaklığı verilerinin yetersiz olduğu da belirtilmiştir.

Arnell, N. W., (1998), çalışmadaki amaç, Britanya’daki su kaynakları yönetimi ve kullanımı için iklim değişikliğinin potansiyel etkilerinin belirlenmesidir. Çalışma, nehir akımındaki, nehir su kalitesindeki ve yer altı suyu depolanmasındaki değişimlerin simülasyonu değerlendirilmesine dayanır. Çalışmada ayrıca; adaptasyon özellikleri de tartışılmaktadır.

Gan (1998), Kanada’daki 37 istasyonda 1949–1989 yılları arası sıcaklık ve yağış verilerine Mann-Kendall testi uygulamış ve sıcaklığın arttığı ve son 40–50 yıldır kuraklığın başladığını belirlemiştir. Kuraklığın başlamasında sıcaklığın yağışa göre daha etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Kalaycı ve Kahya (1998), son yıllarda yüzey suyu kalitesinin trendlerini tespit etmek için bazı parametrik olmayan testler tasarlamıştır. Aynı zamanda su kalitesi trend analizinde istatistiksel testlerin uygulanması, eldeki zaman serisinin çoğunlukla eksik değerli ve kısıtlı verilerden oluşması yanı sıra kalite parametresinin akım debisi ile ilişkisi ve mevsimsellik gibi bazı problemlerden dolayı daha da karmaşık hale gelmektedir. Bu sebeplerden dolayı Sen’in T, Spearman’ın Rho, Mann-Kendall, Mevsimsel Kendall, Mann-Whitney ve Kruskal-Wallis'h gibi bazı parametrik olmayan testlerin kullanımlarının parametrik testlere göre daha uygun olduğunu ifade etmişlerdir.

Türkeş (1998a), bu çalışmada özellikle karasal yağış rejimine sahip iç bölgelerdeki bazı istasyonların ilkbahar ve yaz yağışlarında ve yıllık kuraklık indislerinde ise bir artış eğilimi, başka bir deyişle daha nemli koşullara doğru bir gidiş gözlenmiştir. Türkiye’nin karasal iç ve doğu bölgelerinin önemli bir bölümü ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi, iklim etmenleri ve bitki örtüsü de dikkate alınarak, çölleşmeye eğilimli araziler olarak değerlendirilmektedir.

Yılmaz (1999), çalışmasında Doğu Karadeniz havzasındaki iklim trendlerini ve olası etkilerini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Oluşan değişimlerin belirlenebilmesi için havza genelinde Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ)'den toplam yağış, ortalama sıcaklık, toplam buharlaşma ve toplam açık günler verileri ile Elektrik İşleri Etüt İdaresi(EİEİ)'den akım verileri analiz edilmiştir. Önce, verilerin homojen olup olmadığı, Wald-Wolfowitz dizisel korelasyon ve Swet-Eisenhart gidişler sınamaları ile kontrol edilmiştir. Sonra, homojen olduğu belirlenen veriler, en küçük kareler regresyon ve Mann-Kendall sıra korelasyon yöntemleri ile incelenmiştir.

Kosif (1999), çalışmasında, Yeşilırmak havzası sınırları içerisinde bulunan en az 30 yıllık gözlemleri olan DMİ, EİEİ ve Devlet Su İşleri (DSİ) kurumlarına ait 24 değişik istasyonun yıllık bazda ortalama sıcaklık, toplam yağış, ortalama akım, toplam buharlaşma, ortalama güneşlenme süreleri, bulutlu ve kapalı geçen gün sayıları gibi iklimsel özellikleri karakterize eden altı ayrı iklim elemanının, 1930-1997 yılları arasında gözlenmiş 43 adet iklim serisi analiz edilmiştir. Bu seriler ilk önce homojenlik testine tabi tutulmuş ve daha sonra trend analizleri yapılmıştır. Homojenlik testinde Run (Swet-Eisenhart) testi, trend analizinde en küçük kareler yöntemi ve Mann-Kendall mertebeye korelasyon istatistiği yöntemleri kullanılmıştır.

Akça (2000), Trabzon-Değirmendere Vadisi Örneği” konulu çalışmasında, söz konusu vadinin mevcut fiziki, sosyo-ekonomik, arazi kullanımı, teknik altyapı, mülkiyet ve imar planlamasının incelenmesi, elde edilen her türlü verilerin coğrafi veri tabanına aktarılması, vadinin uydu görüntülerinin sağlanması, bu coğrafi verilere dayanarak doğal ve yapay kirlilik kaynaklarının tespit edilmesi, gerekli coğrafi analizlerin ardından yaşanan doğal çevreye ilişkin bazı saptamaların ve tahminlerin yapılması ve de sonuç olarak kırsal ve kentsel alanların yeniden düzenlenmesini amaçlamıştır.

Eryılmaz (2000), “Uzaktan Algılama Metoduyla Arazi Kullanımının Sınıflanması ve Arazi Kullanımında Değişikliklerin Tespiti (Çanakkale Örneği, 1992-1998)” çalışmasında TM uydu görüntüleri kullanılarak, Çanakkale ilinde 1992 ve 1998 yılları arasında arazi kullanımında meydana gelen değişimler saptanmıştır.

Daha sonra uydu görüntüleri analiz sonuçları yerel kaynak verileriyle karşılaştırılmış ve analizin doğruluk derecesi saptanmış ve Çanakkale ilinin arazi kullanımı üzerine bir durum değerlendirmesini yapmıştır.

Türkeş ve ark. (2000), Bu bildiriye, iklim değişikliğine ilişkin olarak kamuoyunda sıkça gündeme gelen konuları ve bunlara ilişkin bazı soruların yanıtlarını, küresel değerlendirmeler ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nde sürdürdüğümüz iklim değişikliği ve değişebilirliği araştırmalarının sonuçlarından yararlanarak sunmak amaçlanmıştır.

Hiscock ve ark.'nın (2001), Batı İngiltere'de bulunan üç ovadaki nehirlerin uzun süreli hidrolojik değişimlerinin incelendiği çalışmada, düşen yağış miktarı, arazi kullanımı, arazi drenaj hassasiyeti ve su kaynaklarının kullanımı incelenmiştir. Yaptıkları bu çalışmada 1931 den bu yana düşen yağış miktarında yıllık veya mevsimsel olarak herhangi bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir.

Langan ve ark. (2001), 30 yıllık akış, su sıcaklığı ve hava sıcaklığı verileri üzerinde yapmış oldukları çalışmada ortalama yıllık sıcaklıkta bir değişim olmadığı fakat bahar ve kış aylarındaki ortalama maksimum günlük sıcaklık değerlerinde artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Akarsu debisinin bundan anlamlı şekilde etkilenmediği ve hava ve su sıcaklığı arasında güçlü bir doğru orantı olduğunu belirlemişlerdir. Bu da akarsudaki sıcaklığın direkt olarak iklim değişikliğinden kaynaklandığını ortaya koymaktadır.

Burn ve Elnur (2002), hidroloji ve meteoroloji arasındaki ilişkiyi göstermek için hidrolojik değişkenlere ait trendlerle, meteorolojik değişkenlere ait trendler arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Kanada'da akış verileri değerlerine trend çalışmasında Mann-Kendall testi uygulanmıştır. Sonuç olarak üniform olmayan çok sayıda önemli trend bulmuşlardır.

Mann, M., (2002), çalışmada orta ve yakın doğudaki uzun vadeli iklimsel değişiklikler için geçmiş yüzyılda yeniden yapılandırılan büyük ölçekli yüzey

sıcaklığı örnekleri analiz edilmiştir. Bu önceden ayrıntılanmış sıcaklık yapılandırılması, yüksek çözünürlük kalibrasyonuna dayanmaktadır. Bölgede geçmiş yüzyıllar boyunca orta/yakın doğu sıcaklıklarında büyük ölçekli yüzey sıcaklığı değişiminin bazı farklı örneklerinin etkileri belgelenmiştir.

Morrison ve ark. (2002), Fraser nehrinde geçmişe dayalı yaz aylarındaki su sıcaklıkları ve yıllık ortalama debilerin eğilim analizlerini inceleyerek bu veriler ve küresel çevrim modelleri ile geleceğe yönelik öngörülerde bulunmuşlardır. Bunun için, bölgenin meteorolojik verileri ile mevcut sıcaklık ve debi modelleri çalıştırılmıştır. Fakat bu veriler küresel çevrim modellerinin gelecekteki değişimleri göz önüne alınarak kullanmışlardır. Çalışma sonucunda 2070-2099 tarihleri arasında ortalama debinin %5 artacağı, pik debinin %18 azalacağı öngörülmüştür. Yaz aylarındaki ortalama su sıcaklığında ise 1,90C'lik bir artış öngörülmüştür.

Pilling ve Jones (2002), yapmış oldukları çalışmada küresel çevrim modelleri, günlük yağış verileri ve potansiyel buharlaşma+terleme verileri ile İngiltere'deki Upper Wye havzasında iklim değişikliğinin mevsimsel debiler, hidrolojik süreçler ve ekstrem akışlar üzerine olan etkisini incelemişlerdir. Yağışta azalma, yaz ve sonbahar mevsimlerinde yağış sürelerinde kısalma olacağı öngörülmüştür. Ayrıca ekstrem akış olaylarında da artış olacağı belirtilmiştir.

Turan (2002), çalışmada, Türkiye'nin su ve toprak kaynakları potansiyeli çeşitli açılardan ele alınmış, Türkiye'nin, hızlı nüfus artışı dikkate alındığında ileriki yıllarda su kısıtı bulunan ülkeler arasında yer almasının muhtemel olduğu belirtilmiştir. Ülkemizde yıl içinde mevsimlere göre değişen yağış-akış ilişkilerinin yıllar arasında da büyük farklılıklar gösterdiği ve bunun sonucu olarak suyun zamana ve miktara bağlı olarak değişen ihtiyaçların karşılanması amacıyla yönetiminin hayati önem arz ettiği ve başka bir açıdan; sınır aşan sular bakımından ülkemizin; yer aldığı coğrafi bölgenin jeo-politik durumu da göz önünde bulundurulduğunda büyük bir önem arz ettiğine vurgu yapılmıştır.

Werritty (2002), yapmış olduğu çalışmada da iklim değişikliğini belirsizlik olarak ele almış ve İskoçya'daki su kaynakları yönetiminde ve nehir debileri üzerine olan etkilerini araştırmıştır. Çalışmanın başlangıcında iki temel strateji ele alınmış ve ilkinde 1960 ve 1970'li yıllara ait yağış ve akışa geçen su miktarları verileri ile uzun vadeli eğilim analizleri yapılmıştır. İkinci strateji ise küresel çevrim modellerinin (GCM'ler) ölçeklerinin küçültülerek yağış ve akışa geçen su modellerine entegrasyonunu içermektedir. Çalışmada bölgenin durumu mevsimlere bağlı olarak incelenmiştir ve sonuçta düşük miktarda yağışların miktarlarında azalma olacağı buna karşın anlık yüksek miktarda gerçekleşen yağışlarda ise artış olacağı belirlenmiştir.

Yu ve ark. (2002), yapmış olduğu çalışmada, güney Tayvan'daki su kaynakları üzerinde iklim değişikliğinin etkisi incelenmiştir. İncelenen havzanın geçmiş yıllardaki meteorolojik verileri üzerinde yapılan eğilim analizleri sonucunda elde edilen veriler ve sürekli bir model olan "yağış-akışa geçen su" ile gelecekteki iklim koşullarına göre akışa geçen su miktarı hesaplanmıştır.

Legesse ve ark. (2003), Güney Etyopya'da bir havzanın iklim ve toprak kullanım değişimlerinden hidrolojik yönde nasıl etkilendiğini belirlemek için yapılan çalışmada, havza iklim ve toprak kullanım değişimlerinin model üzerinde uygulanabildiği homojen hidrolojik özellikte iki kısma ayrılarak değerlendirilmiştir. Model ölçüm sonuçlarıyla oldukça uyumlu bir sonuç vermiş ve yağış miktarındaki %10'luk bir azalışla havzadan çıkan yağışa geçen su miktarında %30'luk bir azalma belirlenmiştir. Aynı şekilde, IPCC'de öngörülen iklim değişikliği senaryolarına bağlı olarak bölgedeki sıcaklığın 1,50C artması ile havzadan çıkan su miktarında %15 azalma olacağı öngörülmüştür.

Tecer ve ark. (2004), Rize'de yaptığı çalışmada yağışlar için iki ayrı dönem saptamış ve her iki dönem içinde Mann-Kendall Sıra korelasyon testi kullanılmıştır. 1975– 1984 ve 1985–2001 arası olan bu dönemlerin ortalama yağış miktarları sırasıyla 2092 mm ve 2279 mm dir. İki periyodun birbirinden farklı ortalamaya sahip olduğu yapılan t testi sonuçlarıyla %99 güven aralığında doğrulanmıştır. Birinci

dönemin gidiş eğilimi daha kurak iklime doğru iken ikinci dönem daha yağışlı iklimi işaret etmektedir.

Yue ve ark (2003), Japonya’da 3 farklı coğrafi bölgede 22 istasyonda yaklaşık 100 yıllık verilere çapraz korelasyonlu Mann-Kendall testi uygulamışlardır. Yapılan çalışma neticesinde I. Bölgede Mayıs ayında artış, Nisan, Eylül, Ekim, Aralık aylarında azalma ve yıllık yağışlarda değişiklik bulunmamış, II. Bölgede yıllık yağışlarda azalma ve aylık yağışlarda ise Eylül-Ocak boyunca ve Aralık ayında azalma belirlemişlerdir. III. Bölgede ise yıllık yağışlarda azalma ve Eylül-Şubat boyunca, Haziran ve Temmuz da azalma belirlemişler ve de en çok azalmanın da Aralık ayında meydana geldiğini yapılan çalışma sonucu ortaya çıkmiştir.

Cıgızoğlu ve ark. (2004), tarafından Türkiye nehirlerinin taşkın, ortalama ve düşük akımlarında trend bileşeninin varlığı incelenmiştir. Çalışmada Türkiye genelindeki 26 havzanın 24 ündeki 100 civarında akım gözlem istasyonuna ait günlük ortalama akım verileri incelenmiştir. Trend analizi, parametrik olmayan Mann-Kendall testi ve parametrik olan t testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, son 30-60 yıllık dönemde Türkiye’nin batı, orta ve güney bölgelerindeki akarsuların özellikle ortalama ve düşük akımlarında anlamlı bir azalma olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer bölgelerde ise istatistik anlamda anlamlı bir trend görülmemiştir.

Fu ve ark. (2004), Çin’de bulunan Sarı nehrinde yaptığı uzun dönemlik hidrolojik rejim, yağış ve sıcaklık değişiminin nehir akımlarında etkinliğine cevap aramışlar ve yağış verileri için 44 yağış istasyonundan elde ettikleri verilere Kendall testini uygulamışlardır. Elde ettikleri sonuçlar ise Ağustos ayından Kasım ayına kadar gidişte azalma ve Ocak ayından Haziran ayına kadarda gidişte artış bulmuşlardır.

Gemmer ve ark (2004), Çin’de 1951–2002 yılları arasında 160 istasyonda aylık yağış verilerine Mann-Kendall testi uygulamışlardır. Çin’de yağış verilerinde artışın daha çok Ocak, Haziran ve Temmuz aylarında ve yağış verilerindeki azalışın

da Şubat, Eylül ve Kasım aylarında olduğunu ayrıca Ağustos, Ekim ve Aralık aylarında ise nispeten artış ve azalışın birbirine eşit sayıda olduğunu belirlemişlerdir.

Gong vd., (2004), Kuzey Çin’de 1956- 2000 yılları boyunca mayıs – eylül dönemine ait 30 ölçüm istasyonundan alınan günlük yağış kayıtlarını analiz etmiştir. Yağış miktarı azalma trendlerinin oldukça önemsiz olduğunu ancak az yağışlı günlerin daha güçlü bir yoğunluğa doğru önemli bir derecede eğilim gösterdiğini belirtmiştir. Buna karşılık orta şiddetli ve üzeri yağışlı günler için durumun böyle olmadığını azalmanın belirgin olduğunu ortaya koymuştur.

Payne ve ark. (2004), çalışmada, Columbia River Basin’daki su kaynakları ve hidrolojisinde iklim değişikliğinin potansiyel etkilerini incelemek için U.S. National Center for Atmospheric Research Parallel Climate Model (DOE/NCAR PCM) ve Enerji Bölümü’nden simülasyonlar kullanılmıştır. Çalışmada, 21. yüzyıl için üç iklim projeksiyonuna odaklanılmıştır. Sıcaklık ve yağışın aylık zaman değişimleri kullanılarak, Columbia River Basin’in makro ölçekli simülasyon modelleri oluşturulmuştur.

Yeşilata ve ark. (2004), Bu çalışmada, Atatürk Baraj Golünün bölge iklimi üzerine etkisi, Şanlıurfa ve Adıyaman illerinin 30 yıllık (1972-2001) meteorolojik verileri yardımıyla araştırılmıştır. Bu amaçla seçilen 4 iklimsel değişkenin (maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, ortalama sıcaklık ve bağıl nem) aylık ortalama değerleri, Atatürk Baraj Golünden önceki ve sonraki 15 yıllık dönemler (1972-1986 ve 1987-2001) için karşılaştırılarak incelenmiştir. Sonuçlar, bu artışların bağıl nem ve maksimum sıcaklıklar için küçümsenmeyecek düzeyde olduğunu ve baraj gölü yöre iklimi ilişkisinin hala dinamik bir şekilde devam ettiğini göstermektedir.

Thomson ve ark., (2005), Küresel iklim etkisi atmosfer kapasitesindeki bağıl nem artışına bağlı olarak hidrolojik döngüyü etkileyecektir. Tahmin edilen etkiler genellikle düşük enlemlerdeki buharlaşma artışı ve orta ve yüksek enlemlerdeki yağışların artacağıdır.

Ye ve ark., (2005), çalışmada Çin'in Yangtze Nehri'nde 1998 yılında meydana gelen büyük sel baskınından sonra Çin'de kısa dönem iklim bilgileri ile değişimler incelenmiştir. Bu yıkıcı selin nedenin olarak 1997-1998 yılında meydana gelen el nin o olayının olduğuna inanılmaktadır.

Kısa dönem iklim tahminleri ve hava tahminleri için, sel önleme aktiviteleri için yararlı planlar yapmak, selle mücadele boyunca anahtar kararlar almak, meteorolojik servisler arasındaki boşlukları gidermek, güvenilir iklim tahmin yöntemlerinin geliştirilmesini sağlamak, akıntıya karşı onarım, yenileme ve sel kontrol sistemleri yatırımlarını iyi planlamak gibi önlemler alınması gerektiği vurgulanmıştır.

Nawaz ve ark., (2006), son 10 yılda çok gayret gösterilmesine rağmen iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkileri içinde hala tam olarak açıklanamayan durumlar söz konusudur. Bu çalışmada; İngiltere Yorkshire'deki su kaynakları ve hidrolojisi üzerinde iklim değişikliğinin etkilerini karakterize etmek için Monte Karlo Simulasyon tekniği kullanılmıştır. Yorkshire'de yapılan bu araştırmada, İngiltere'nin kuzeydoğusundaki havzalardan elde edilen datalar kullanılmıştır. Çalışma sonuçları göstermiş oldu ki verim değişimlerinin geleneksel bölgelere has basit değişimlerden oldukça farklı ve büyük ölçüde değişken olabilecektir.

Partal ve Kahya (2006), Türkiye'de uzun yıllık ortalama ve aylık toplam yağış serilerine nonparametrik testlerden Mann-Kendall Sıra Korelasyon ve Sen'in T testini 1929–1993 yılları arasında 96 yağış ölçüm istasyonuna uygulamışlardır. Buna ek olarak bölgesel ortalama yağış serilerine aynı testleri uygulamışlardır. Bazı önemli azalma eğilimleri özellikle Ocak, Şubat ve Eylül yağışları ile yıllık ortalamada görülmüştür. Gözlenen yıllık ortalama yağışlarda, daha çok Türkiye'nin batısında ve güneyinde ve yanı sıra Karadeniz'in sahil boyunca fark edilebilir azalışlar bulmuşlardır.

Yenigün ve ark. (2006), Bu çalışmada, özellikle uzaktan algılama tekniklerinin hidrolojik modellemelerde kullanılması üzerinde durularak, sistem

optimizasyonuna sağlayacağı katkılar gözden geçirilmiş ve bununla ilgili olarak bir sistem modellemesi için bir uygulama teklifi şeması sunulmuştur. Öte yandan GAP projesinin amaçlarından sadece biri olan sulamada, gerek sulama yöntemi ve gerekse bu yöntemin uygulanmasından kaynaklanan hatalar, inşaat aşaması bile henüz tamamlanmadan projenin kullanılamaz duruma gelmesini bazı bölgelerde göz önüne çıkarmıştır. Yaşanan bu olumsuz sonuçlar Şanlıurfa-Kıyas ölçeğinde gözlemlenerek irdelenmiştir.

Akın ve ark. (2007), Bu çalışmada; yaşam için olmazsa olmaz ön koşullardan biri olması nedeniyle, suyun yaşam ortamında bulunmasının ve kalitesinin son derece önem taşıdığına vurgu yapılmış ve bu derece önemli bir madde olan suyun ülkemizdeki yıllık ortalama potansiyeli ve topoğrafik olarak oluşturulan 26 su havzasının bulunduğu yerler ile yıllık su potansiyelleri, mevcut verilerden yararlanılarak gözden geçirilmiştir

Kim ve ark., (2007), çalışmanın amacı iklim değişikliği etkilerinin, Korea, Yongdam Baraj Havzası'ndaki yağışlar ve su kaynakları üzerindeki etkilerin incelenmesidir. Çalışmada öncelikle, kısa süreli deneyler ve YONU GCM Kontrol Testi kullanılmış, daha sonra bu testle elde edilen tahminler iklim değişikliğinin kabaca çözümleriyle birlikte istatistiksel teknikler kullanılarak özel değerlere dönüştürülmüştür. Bu değerler, özel günlük hava zaman serilerinin simulasyonu için, stokastik hava jeneratör modellerinin parametrelerini değiştirir. Bu yaklaşım, Korea'nın güneyindeki Yongdam Baraj Havzası için uygulanmıştır. Çalışma sonuçları, CO2 durumuna bağlı olarak, güncel durum ile karşılaştırıldığında yıllık akarsu akımlarında %7,6 kadar bir azalma ve mevsimsel akışların yazın azaldığı, bahar ve kış aylarında ise arttığı gözlenmiştir.

Öztürk ve ark. (2008), Bu çalışmada Diyarbakır Ovasının havza bazında genel jeolojik, meteorolojik verileri, doğal kaynakları ve doğal su kaynakları ile ilgili genel bilgiler verilmiş ve haritaların oluşumuna temel oluşturan su kuyusu sondaj verileri yardımıyla tematik haritalar oluşturulmuştur. Diyarbakır havzasının yeraltı su statik su seviye haritası, dinamik su seviye haritası, pompa verimlilik haritaları

Coğrafik Bilgi Sistemleri (CBS) yardımı ile çıkarılmış ve bölgenin yer altı su veritabanı oluşturulmuştur.

Demir ve ark. (2008), Bu çalışmada, Türkiye'nin ortalama, maksimum ve minimum hava sıcaklıkları ve yağış dizileri, uzun süreli değişikliklerin ve eğilimlerin belirlenmesi amacıyla çözümlenmiştir. Türkiye'nin ortalama hava sıcaklıklarında güney ve güney batıda yer alan bölgelerde anlamlı artma eğilimleri gözlenmektedir. Özellikle yaz mevsimi ortalama sıcaklıklarındaki ısınma eğilimi, istasyonların çoğunda anlamlı pozitif dizisel ilişki katsayısı ile tanımlanmaktadır. Yıllık maksimum sıcaklık dizilerindeki değişimler genelde artış yönündedir ve Akdeniz, Güney Doğu Anadolu ile Doğu Anadolu'nun güney kesimlerindeki artış eğilimleri istatistiksel açıdan anlamlıdır. Minimum sıcaklıklar, 27 istasyonda anlamlı olmak üzere Türkiye'nin büyük bölümünde artma eğilimindedir.

Yenigün ve ark. (2008), çalışmalarında, Türkiye'nin en büyük havzası olan Fırat Havzası'nda seçilen 22 akım gözlem istasyonunda ortalama, maksimum ve minimum akım değerleri için non-parametrik testler olan Mann Kendal ve Spearman Rho testlerini uygulamışlardır. Testler sonucunda maksimum akımlar için herhangi bir trend gözlenmezken, minimum akımlarda beş istasyonda azalan, bir istasyonda artan trend , ortalama akımlarda bir istasyonda azalan akım gözlemlenmiştir.

Yenigün ve ark. (2009), çalışmalarında, iklimde meydana gelmesi öngörülen değişikliklerin bölgenin su potansiyelini nasıl etkileyeceği sorusuna cevap aramışlardır. Havzadaki yapılara (sulama, elektrik vb. tesisler) harcanan maddi kaynakların büyüklüğü ve önemi düşünüldüğünde; gerek projenin tümünün veya bir kısmının faaliyeti sonrası akımlardaki değişmelerin (işletme açısından) takibi, gerekse yapıların ve arazilerin (taşkın riskine karşı) korunması açısından trend analizi gibi bir değerlendirme mekanizmasıyla kontrolü ve bunun dinamik bir şekilde uygulanması amaçlanmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bir rastgele değişkenin değerlerinde zamana bağlı olarak azalma ya da artma olmasına trend denir. Trendlerinin belirlenmesinde parametrik ya da parametrik olmayan testler uygulanır. Parametrik testler verilerin normal dağılıma uygun olması halinde iyi sonuçlar verir. Parametrik olmayan testler ise toplumun rastgele değişkeninin dağılımından ve parametrelerinden bağımsızdırlar. Bu testler verilerin düzenlenmiş örnekteki sıraları ile ilgilidir. Dağılımların genellikle normal olmaması nedeniyle parametrik olmayan testlerle elde edilen sonuçlar parametrik testlere göre elde edilen sonuçlara göre çok daha iyidir (Cebe, 2007).

Hidrolojik büyüklükler (yağış, akış gibi) zaman içinde rastgele değişen karakterde olduğundan sürekli bir azalma veya artma eğiliminin araştırılması özel yöntemler kullanmayı gerektirir.

Trend analizinde genellikle parametrik olmayan, Mann-Kendall, Spearman'ın Rho, Sen'in T, Lineer Regrasyon ve grafik yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan testler Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testidir. Anlamlı bir trend olduğu gözleendiğinde, Sen'in Trend Eğim metodu ile de trend eğimi bulunmuştur.

3.1. Mann-Kendall Testi

Mann Kendall Trend testi (Mann, 1945;Kendall, 1975) parametrik olmayan (nonparametrik) bir test olduğundan rastgele değişkenin dağılımından bağımsızdır. Bu test ile bir zaman serisinde trend olup olmadığı sıfır hipotezi; “ H_0 : trend yok” ile kontrol edilmektedir (Bayazıt, 1996). Testin uygulanacağı zaman serisi x_1, x_2, \dots, x_n

de x_i, x_j çiftleri iki gruba ayrılır. $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı P ve $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı M ile gösterilirse test istatistiği (S),

$$S = P - M \quad (3.1)$$

şeklinde hesaplanır.

Kendall korelasyon katsayısı τ ;

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} \quad (3.2)$$

$n \geq 10$ için varyans (σ_s), denklem (3.3)' te görüldüğü gibi hesaplanır;

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} \quad (3.3)$$

olmak üzere ;

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (3.4)$$

(3.4) denkleminde tanımlanan Z test istatistiğinin dağılımı standart normal dağılımdır. Örnekte birbirine eşit olan gözlemler varsa (σ_s), (3.5) bağıntısı ile hesaplanır.

$$\sigma_s = \sqrt{\left[n(n-1)(2n+5) - \sum_i t_i(t_i-1)(2t_i+5) \right] / 18} \quad (3.5)$$

burada t_i değeri eşit olan gözlemlerin sayısını göstermektedir. Örneğin 5 gözlem aynı değeri taşıyorsa $t_i=5$, 3 gözlem aynı değerde ise $t_2=3$ ve ayrıca değerleri aynı olan 2 gözlemlik iki grup bulunuyorsa $t_3=2, t_4=2$ alınacaktır.

Yukarıda anlatıldığı şekilde hesaplanan Z 'nin mutlak değeri seçilen α anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın (EK 1) $Z_{\alpha/2}$ değerinden küçükse

sıfır hipotezi kabul edilmekte, incelenen zaman serisinde trend olmadığı, büyüğe trend olduğu ve S değeri pozitif ise artan yönde, negatifse azalan yönde olduğu sonucuna varılmaktadır. Ayrıca verilerin belirli bir dağılıma uyması zorunluluğu aranmadığı için özellikle kullanışlıdır (Yu ve ark. 1993). Bu çalışmada, Mann-Kendall Z değerleri MİNİTAB 15 programı kullanılarak hesaplanmıştır.

3.2. Spearman'ın Rho Testi

İki gözlem serisi arasında korelasyon olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılan bu test, lineer trend varlığının araştırılmasında hızlı ve basit bir testtir. Sıra istatistiği olan R_{x_i} verilerin küçükten büyüğe veya büyükten küçüğe doğru sıralanması ile belirlenir. Gözlem serisi $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ vektörü olmak üzere; iki yönlü test ile tanımlanan H_0 hipotezine göre x_i ($i=1, 2, 3, \dots, n$) değerleri eş olasılıklı dağılımlardır, H_1 hipotezine göre ise x_i ($i=1, 2, 3, \dots, n$) değerleri zamanla artar veya azalır. Spearman'ın Rho testi istatistiği (r_s), (3.6) bağıntısı ile hesaplanır (Kahya ve Kalaycı, 2004),

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \quad (3.6)$$

$n > 30$ için r_s dağılımı normale yaklaşacağından normal dağılım tabloları kullanılır. (İçağa, 1994). Bunun için r_s ' nin test istatistiği (Z), denklem (3.7) 'de görüldüğü gibi hesaplanır,

$$Z = r_s \sqrt{n-1} \quad (3.7)$$

eğer $|Z|$ değeri, α önem seviyesinde standart normal dağılım tablolarından tespit edilen $Z_{\alpha/2}$ değerinden büyük ise, H_0 hipotezi reddedilerek, belirli bir trendin olduğu sonucuna varılır. Standart normal dağılım tablosu EK 1 de verilmiştir.

3.3. Sen'in Trend Eğim Metodu

Sen (1968), tarafından geliştirilen parametrik olmayan bir testtir. Eğer lineer bir trend mevcut ise gerçek eğim (birim zamandaki değişim) için veri hatalarından veya ekstremum değerlerden etkilenmeyen, eksik değerlerin bulunduğu kayıtlara uygulanabilen parametrik olmayan bir metot kullanılabilir. (Yu ve ark, 1993).

Burada önce j ve k zamanlarındaki veriler x_j ve x_k olmak üzere ($j > k$ şartı ile)

$$N = n(n-1)/2 \quad (3.8)$$

adet olmak üzere Q_i parametresi;

$$Q_i = (x_j - x_k)/(j - k) \quad (i = 1, \dots, N) \quad (3.9)$$

bağıntısı ile hesaplanır. Bu bağıntı yardımı ile tüm Q_i değerleri hesaplanır ve küçükten büyüğe doğru sıralanır. Bu N adet Q_i değerlerinin medyanı Sen'in eğim estimatoru, yani söz konusu lineer trend eğim parametresini tahmin etmek için ilgili bir istatistiktir. N sayısının tek olması durumunda ;

$$Q_{medyan} = Q_{(N+1)/2} \quad (3.10)$$

eşitliği, çift olması durumunda ise,

$$Q_{medyan} = \frac{[Q_{(N)/2} + Q_{(N+2)/2}]}{2} \quad (3.11)$$

eşitliği kullanılarak, ilgili gözlemlerin birim zamandaki değişimi bulunur. Bu çalışmada, Sen Slope Q değerleri MİNİTAB 15 Programı kullanılarak hesaplanmıştır.

3.4. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)

Coğrafi Bilgi Sistemi; coğrafi referanslı grafik veriyi ve grafik olmayan veriyi konumsal analizler yapmak üzere kullanan işlemler içeren bir sistemdir. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) haritalama ve yeryüzünde var olan nesnelere ve gelişen olayların analizi için bilgisayar tabanlı bir araçtır. CBS teknolojisi, sorgulama ve istatistiksel analiz gibi klasik veritabanı işlemlerini görselleştirme ve haritalar tarafından sağlanan coğrafi analizlerle birleştirmektedir. Bu yeteneği CBS'yi diğer bilgi sistemlerinden ayırmakta ve kamu ve özel girişimlerde olayların açıklanabilmesi, sonuçların tahmini ve strateji geliştirilmesi için değerli kılmaktadır. CBS, her türlü coğrafi referanslı bilginin etkin olarak elde edilmesi, depolanması, güncellenmesi, kullanılması, analizi ve görüntülenmesi için bilgisayar donanımı, yazılımı, coğrafi veri ve personelin organize olarak toplanmasıdır.

Bir CBS, sorgulama ve analizlerin üzerinde gerçekleştiği haritalar üretir. Harita, yeryüzünün veya herhangi bir alanın kuşbakışı görünüşünün, ölçeklendirilmiş ve düzleme aktarılmış bir sunumudur. Pratikte iki çeşit haritadan söz edilir. Haritalar coğrafi bilginin saklanması ve iletilmesi konusunda oldukça etkilidir.

- Topoğrafik Haritalar : Ana hatlarıyla doğal ve yapay objeleri yüzeyin şekline bağlı olarak ve yeryüzü topografyasını eşyüksekti eğrileriyle gösteren haritalardır. Ancak topoğrafik haritalar aynı zamanda yollar vb. gibi planlamada ayrıntılı olarak kullanılacak mükemmel objeleri de gösterir.
- Tematik Haritalar : Tematik haritalar bir altlık üzerinde mekânsal referanslı olan her konuda bilginin renkli bir şekilde görüntülediği haritalardır. Coğrafi kavramların, (nüfus yoğunluk dağılımı, arazi kullanımı, iklim, bitki örtüsü, bir ürün veya coğrafi olayın dağılışı vb.) iletilmesinde kullanılan haritalardır. CBS'nin en önemli unsurlarından biri olan tematik haritaları oluşturmanın amacı sorgu sonuçlarını görsel olarak zenginleştirmek, sözel veriler ile yapılan sorguları görsel hale getirmektir.

3.4.1. ArcGIS 9.2 programı

ARCGIS™ 9.2 sistemi, entegre bir coğrafi bilgi sistemidir. ArcGIS, desktop ve server tarafında, tek veya çok kullanıcı ortamlarda Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamaları için ölçeklendirilebilir bir altyapı sağlar (Kaynak I, 2009)

ArcGIS Desktop, (ArcInfo, ArcView ve ArcEditor) içerisinde bütünleşik olarak gelen ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcGlobe ve Model Builder ara yüzleri ile, haritalama, coğrafi analizler, veri editleme, veri yönetimi ve görüntüleme işlemlerini gerçekleştirebileceğiniz entegre bir coğrafi bilgi sistemi yazılımıdır.

ArcCatalog, mekansal verilerinizin yönetimi ve veritabanı tasarımı için kullanılabilirdiği gibi, depolama, görüntüleme ve meta veri yönetimi için de kullanılabilen bir ara yüzüdür. ArcMap ara yüzü, bütün haritalama ve edileme işlemlerini yerine getirmek için kullanılabilirdiği gibi, harita tabanlı analizler için de kullanılmaktadır

3.4.1.1. ArcMap

Uygulamada ArcGIS 9.2 programının bileşenlerinden biri olan ArcMap arayüzü kullanılmıştır. ArcMap’de mevcut grafik ve sözel verilerin görüntülenmesi, veri günleme, sorgulama ve analiz, grafikleme ve raporlama araçları ile yüksek kalitede kartografik üretim fonksiyonları bulunmaktadır. ArcMap uygulaması, GIS verileri ile ilgili başlıca su fonksiyonları yerine getirir;

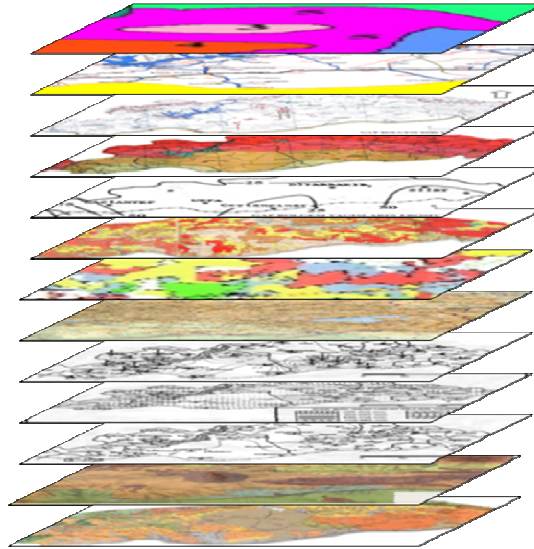
- Haritalama (Mapping)
- Düzenleme (Editing)
- Sorgulama (Querying)
- **Analiz (Analyzing)**
- Grafikleme (Charting)
- Raporlama Reporting)

3.4.1.2. Analizler

Coğrafi Bilgi Sistemi'nde depolanan veriler üzerinde konuma dayalı kararlar verebilme coğrafi verinin sorgulanması , görüntülenmesi ve analizler ile mümkün olmaktadır. Konumsal analiz işlemlerinde, mevcut girdilerden yararlanılarak, yeni bilgi kümeleri üretilir.

- Tampon Bölgeleme (Buffer)
- **Bindirme Analizleri (Overlay)**
- Yakınlık Analizleri (Proximity)
- Yoğunluk Analizleri (Density Analysis)
- Adres Haritalama (Adress Geocoding)
- Dinamik Bölümler (Dynamic Secementation)
- Kısayol ve Altyapı Yönetim Analizleri (Network Analysis)
- Yüzey Analizleri (3D, Aspect, Slope.....)

Bindirme Analizi (Overlay): Overlay analizi; farklı iki katmanın birbirleriyle hem grafik olarak hem de öznelik bilgilerinin farklı bir katmanda birleştirilmesi işlemidir (Şekil 3.1) (Kaynak I, 2009).



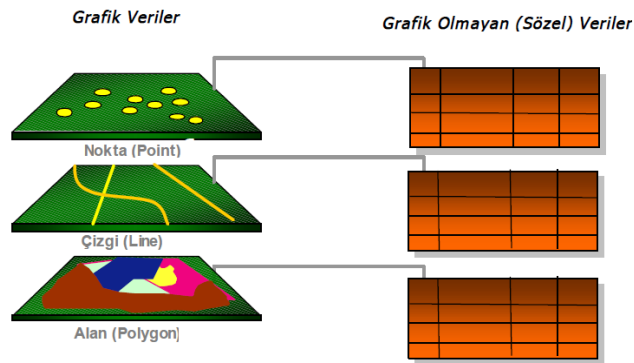
Şekil 3.1. Harita bindirme yöntemi

3.4.1.3. Koordinatlandırma (Sayısallaştırma) işlemi

Koordinatlandırma işlemi, taranmış harita ve görüntüler üzerindeki belirgin noktaların, karşılıklı olarak eşleştirilmesi ile yapılmaktadır. Bu noktaların tam olarak yerinin tespiti, işlemlerin en önemli adımıdır. Raster verilerin koordinatlandırılması işlemi ArcMAP ara yüzünde yer alan Georeferencing Toolbar'i ile gerçekleştirilmektedir. Georeferencing Tool Bar'ında yer alan Add Control Point butonunu seçilir. Hassas bir şekilde pafta köşe noktasını mouse'un sol tuşu ile işaretlenir. Gerçek koordinat değerlerini girebilmek için tanımlanan ilk noktadan sonra ekranın herhangi bir bölümünde mouse'un sağ tuşuna basarak Input X and Y fonksiyonunu seçilir ve koordinatları girerek OK butonuna basılır. Aynı yöntemleri uygulayarak paftanın sağ üst köşe, sağ alt köşe ve sol alt köşe koordinatları da tanımlanır.

3.4.1.4. Veri yapısı

Coğrafi veri yapısı temel olarak mekansal ve tanımlayıcı bilgiler olmak üzere iki gruba ayrılır. Mekansal veriler, özelliklerin yerini, şeklini ve diğer mekansal veriler ile ilişkilerini belirler. Tanımlayıcı bilgiler ise özelliklere ait bilgilerin veri tabanında tutulmasıdır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Veri yapısı

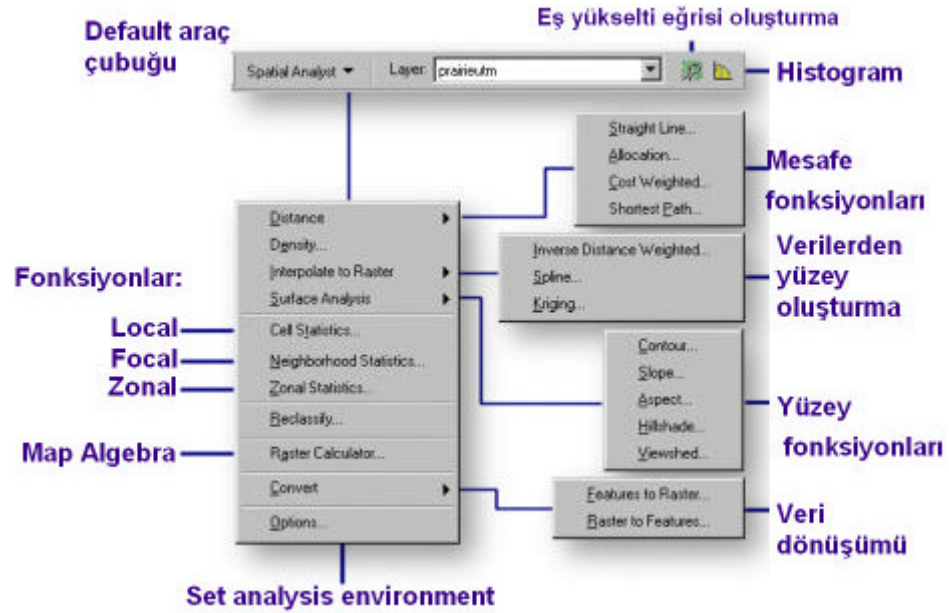
Vektörel veri formatında konuma ait veriler; nokta, çizgi ve alan özellikleri x,y koordinat değerleriyle depolanırlar. Nokta özelliği tek bir x,y koordinat çifti ile temsil edilen verilerdir. Çizgi özelliği, bir başlangıç ve bir bitiş noktası olan x,y

koordinatlar dizisi ile temsil edilirler. Alan özelliği ise, başlangıç ve bitiş noktası aynı olan x,y koordinatlar dizisi ile temsil edilirler.

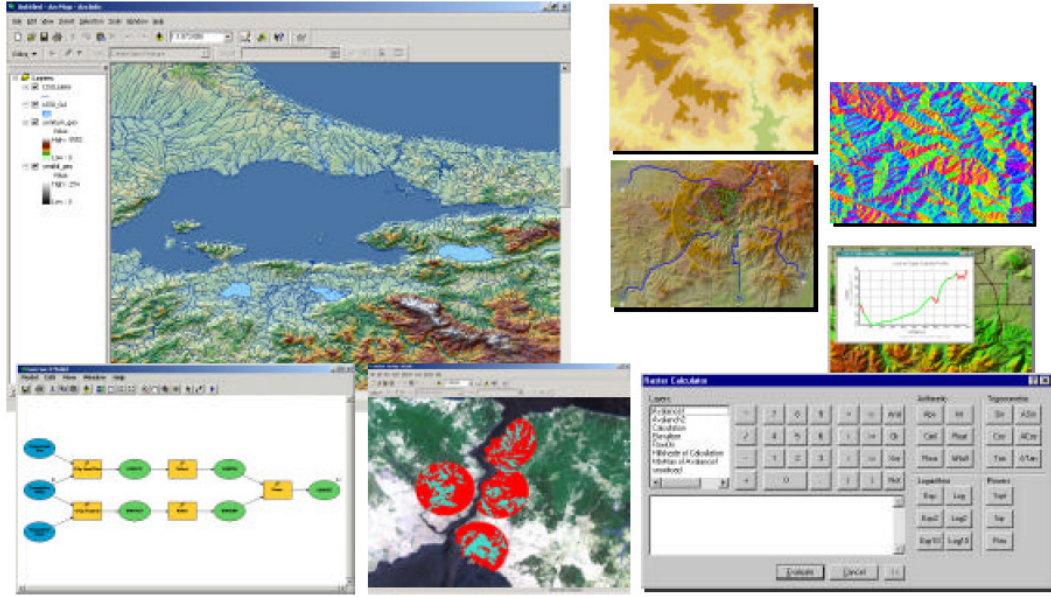
Raster veri formatında konuma ait veriler ise; hücrelere bağlı olarak temsil edilir. Aynı boyuttaki hücrelerin bir araya gelmesi ile oluşurlar. En küçük birim pixel olarak tanımlanır. Raster verilerde verinin hassasiyeti pixel boyutuna göre değişen çözünürlük (resolution) özelliği ile tanımlanır. Raster veride her pixel bir değere sahiptir. Bu değer bazen coğrafi bir özelliğe ait kod değeri olarak tanımlanabilir.

3.4.1.5. ArcGIS spatial analiz

ArcGIS Spatial Analyst büyük ölçüde güçlü mekansal modelleme ve hücre bazlı raster verileri oluşturmaya, haritalamaya, sorgulamaya izin veren özellik analizi sağlar (Şekil 3.3). ArcGIS Spatial Analyst ayrıca, entegre bir vektör-raster analizi yapmaya da olanak verir. ArcGIS Spatial Analyst kullanarak, veriler hakkında bilgi üretebilir, mekansal iliksiler tanımlanabilir, uygun alanlar bulunabilir (Şekil 3.4).



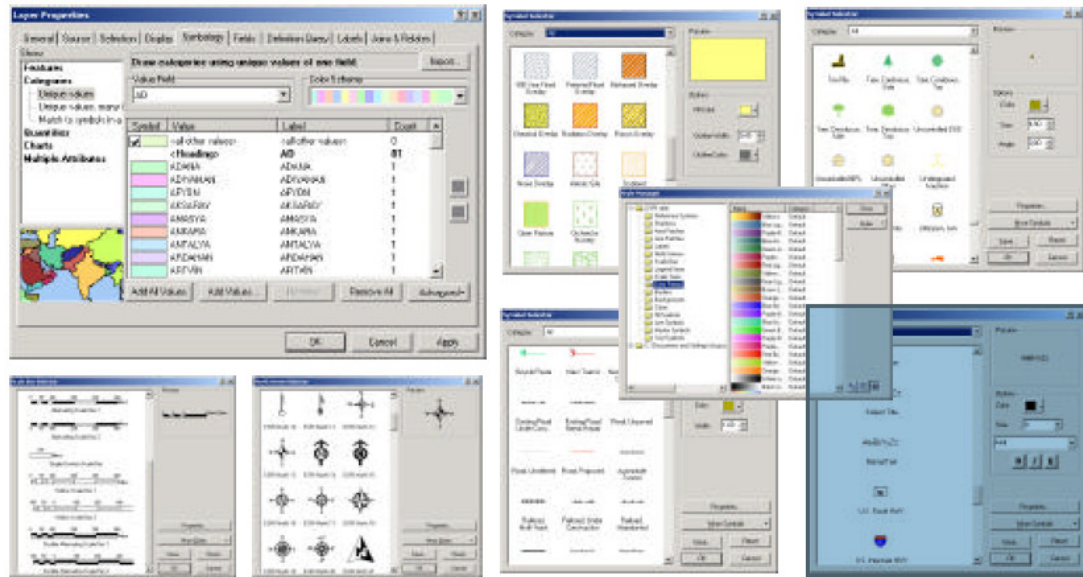
Şekil 3.3. ArcGIS spatial analiz toolbarı



Şekil 3.4. ArcGIS spatial analiz fonksiyonları

3.4.1.6. Veri görüntüleme ve harita çıktı işlemleri

Sistemde depolanan vektör veriler, veritabanı bilgilerine göre sınıflandırılarak farklı özelliklerde görüntülenebilirler. Sistemde yer alan semboloji kütüphanesi ile, vektör verilere çizgi tipleri, tarama, renk ve grafik semboller atayarak ilgili yönetmeliklere göre harita görüntüleme işlemleri hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilir. (Şekil 3.5).



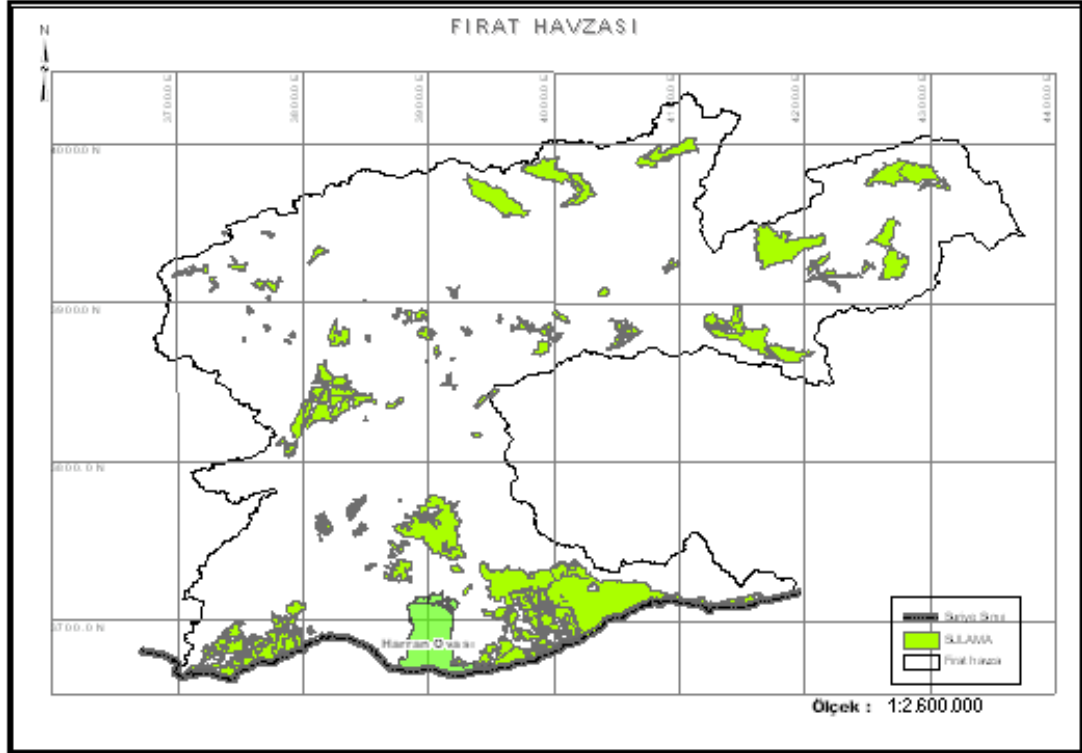
Şekil 3.5. Veri görüntüleme ve harita çıktı işlemlerinde kullanılan sembolojiler

3.4.2. Çalışma verileri

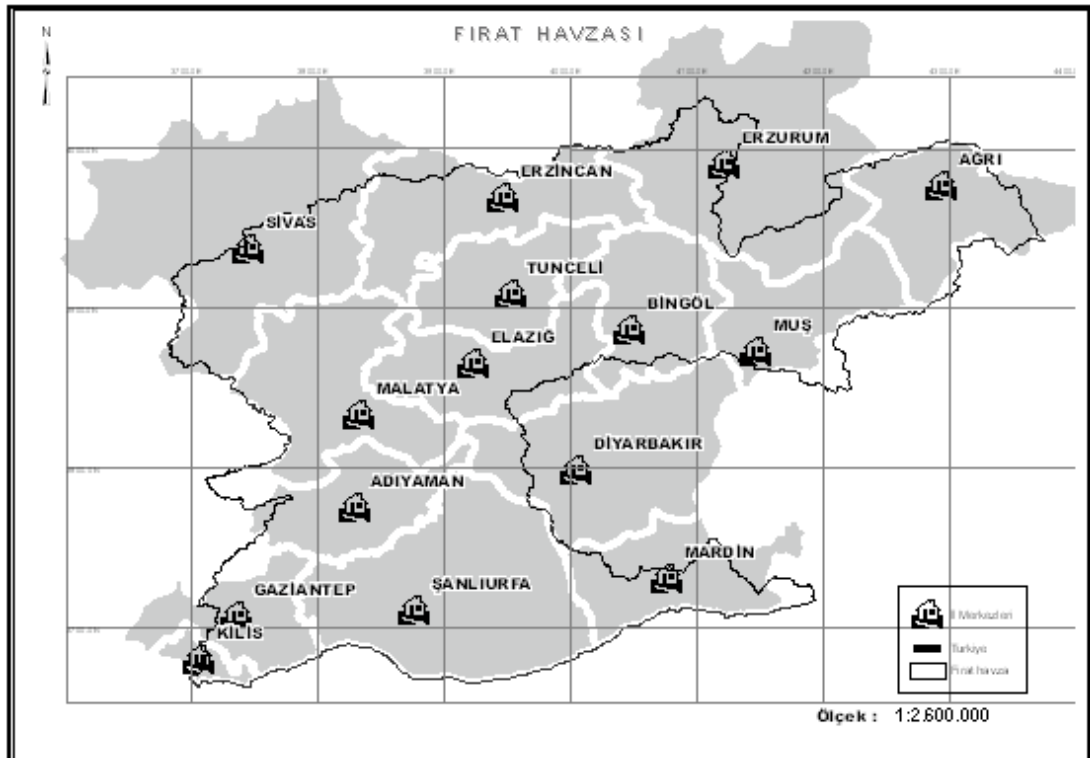
Çalışmada kullanılan akım gözlem istasyonlarına ait istasyon bilgileri EİEİ web sitesinden, akım gözlem değerleri ise EİEİ' nin akım gözlem yıllığından alınmıştır. Meteoroloji istasyonuna ait bilgiler DMİ web sitesinden, meteoroloji gözlem değerleri ise DMİ' den resmi başvuru yoluyla temin edilmiştir.

Çalışmada kullanılan tüm harita bilgileri ve verileri ise HÜBAK Proje no 862 tez çalışması çerçevesinde (01.07.2008 tarih ve PPD:6830-101103-08) Harita Genel Komutanlığı' ndan dan elde edilmiş ve izinle kullanılmıştır. HGK'dan bilgisayar ortamında temin edilen ve uygulama alanına isabet eden paftalar (NJ371- NJ372-N7373- NJ374- NJ375- NJ376- NJ377- NJ378- NJ379- N7381- NJ385- NJ3710-NJ3711- NJ3712) ARCGIS 9.2 programı bileşenlerinden Arcmap arayüzü kullanılarak sayısallaştırılmış ve ilgili bilgilerin koordinatları kullanılarak gerekli olan tematik haritalar oluşturulmuş ve gerekli sorgulamalar yapılmıştır.

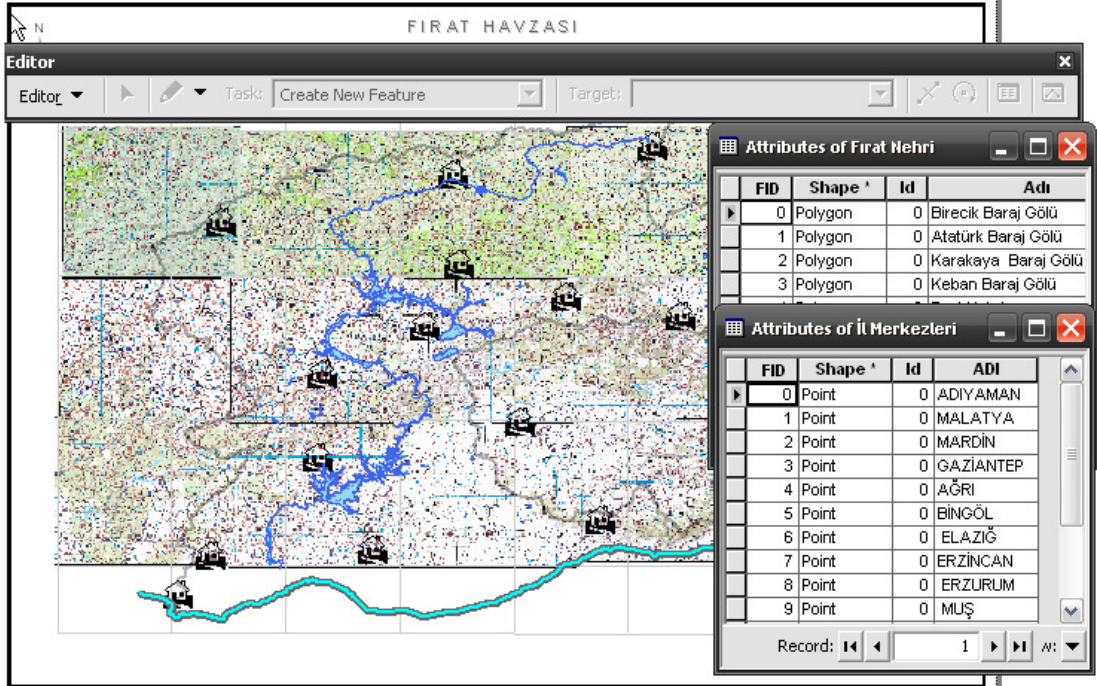
Aşağıda ArcGIS 9.2 programına veri girişleri ve oluşturulan tematik haritalar gösterilmiştir. Fırat Havzası'na ait, havza sınırları ve sulamalar (Şekil 3.6), il sınırları (Şekil 3.7), Fırat nehri, il merkezleri, Suriye sınırı veri girişi (Şekil 3.8), Arcmap ortamında oluşturulmuş Fırat nehri, il merkezleri, Suriye sınırı (Şekil 3.9) , EİEİ akım gözlem ve meteoroloji gözlem istasyonları veri girişi (Şekil 3.10) , Arcmap ortamında oluşturulmuş EİEİ akım gözlem ve meteoroloji gözlem istasyonları (Şekil 3.11) , akarsular veri girişi (Şekil 3.12), Arcmap ortamında oluşturulmuş akarsular (Şekil 3.13) ile gösterilmiştir.



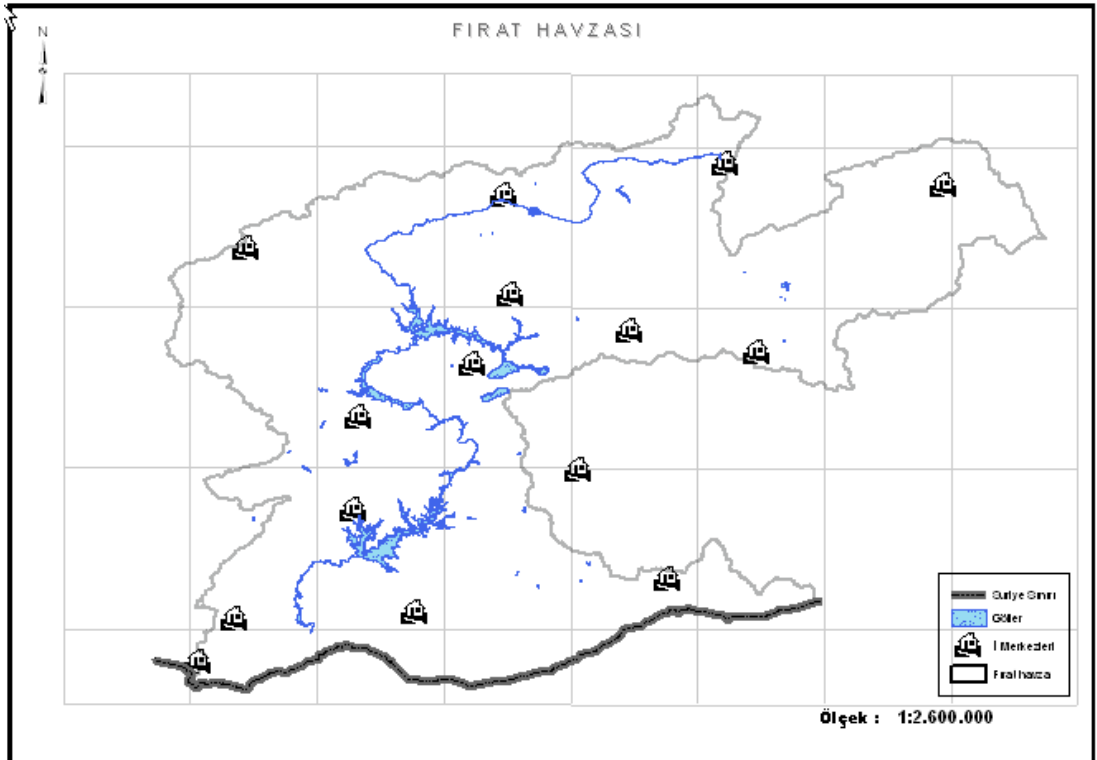
Şekil 3.6. Arcmap ortamında oluşturulmuş Fırat Havza sınırları ve sulamalar (DSİ, 2009'dan uyarlanarak)



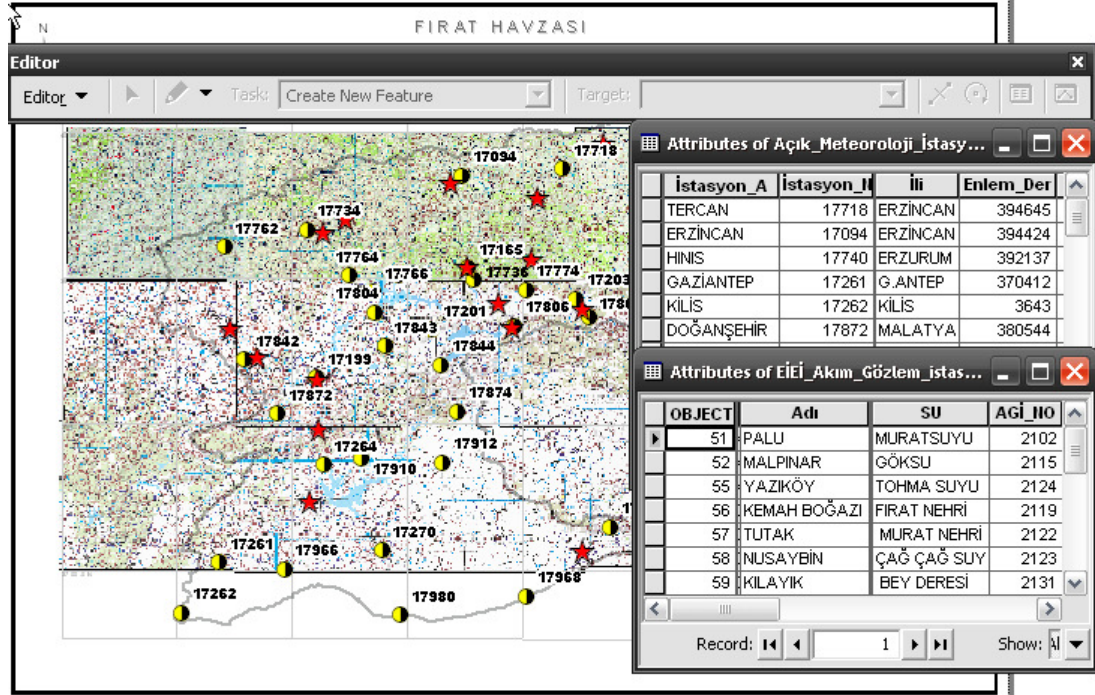
Şekil 3.7. Arcmap ortamında oluşturulmuş Fırat Havzası il sınırları (polygon) (DSİ, 2009'dan uyarlanarak)



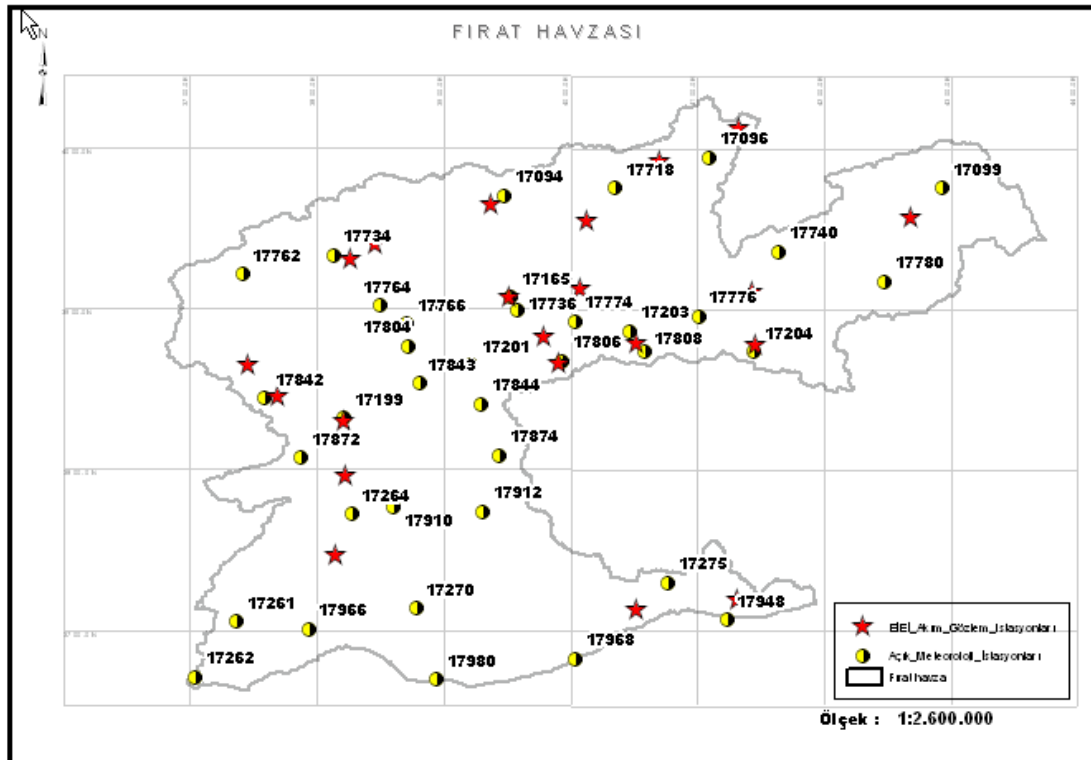
Şekil 3.8. Arcmap ortamında veri girişi [Fırat nehri (polygon), il merkezleri (point), Suriye sınırı (polyline)]



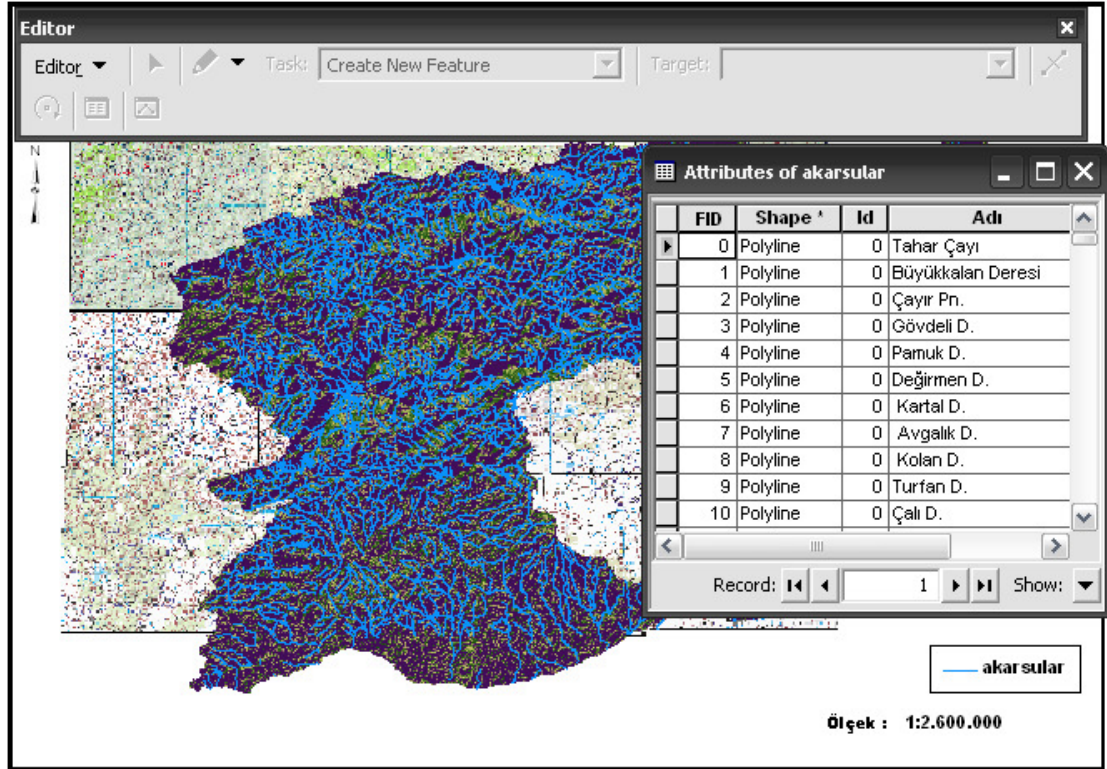
Şekil 3.9. Arcmap ortamında oluşturulmuş Fırat nehri (polygon), il merkezleri (point), Suriye sınırı (polyline)



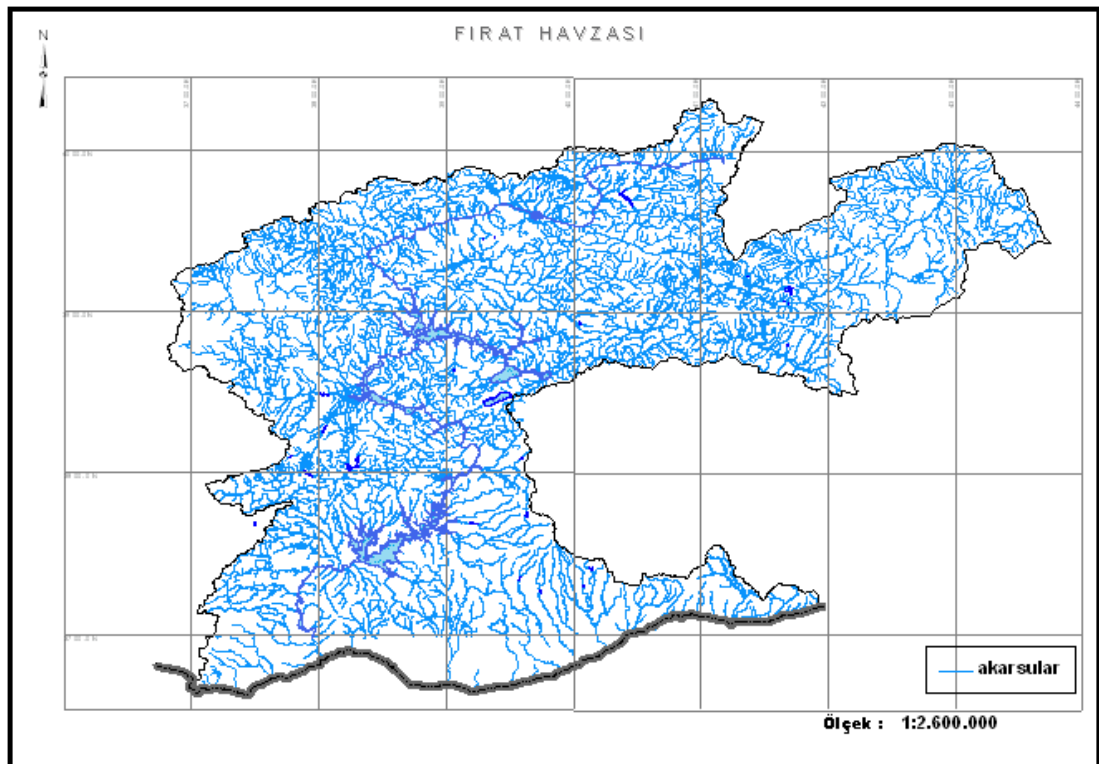
Şekil 3.10. Arcmap ortamında veri girişi, EİEİ akım gözlem ve meteoroloji gözlem İstasyonları



Şekil 3.11. Arcmap ortamında oluşturulmuş EİEİ akım gözlem ve meteoroloji gözlem İstasyonları (point)



Şekil 3.12. Arcmap ortamında veri girişi, akarsular



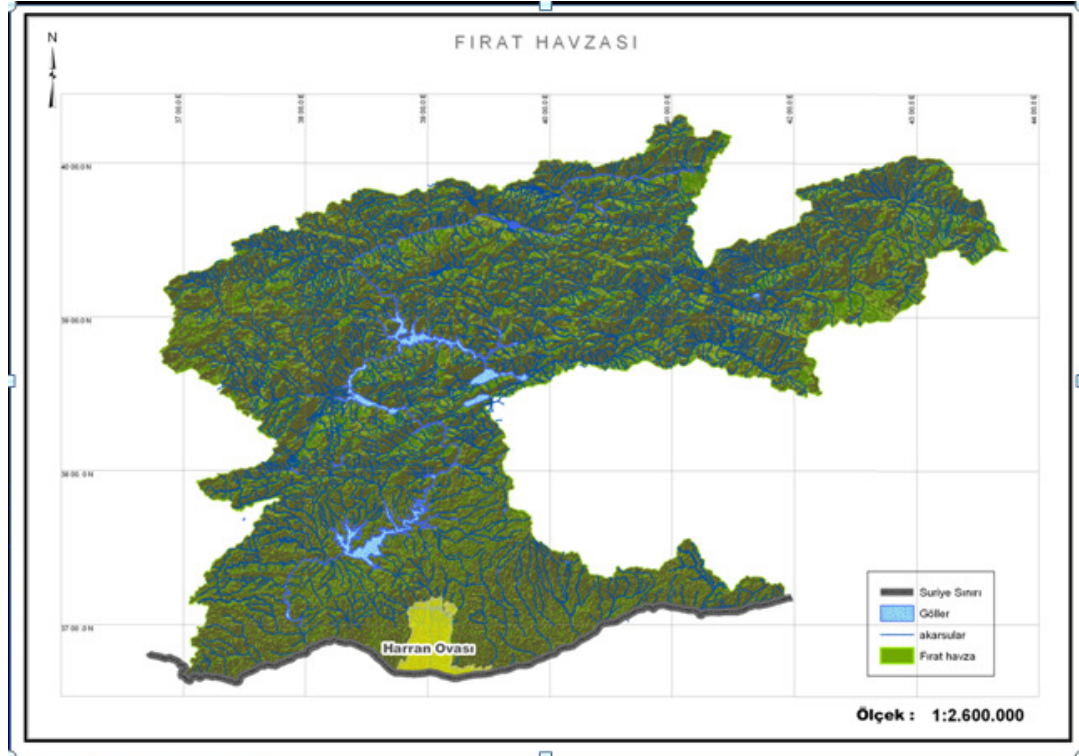
Şekil 3.13. Arcmap ortamında oluşturulmuş akarsular (polyline)

3.5. Çalışma Alanı :

Çalışma alanı olarak Fırat Havzası seçilmiştir. Havzaya ait ArcGIS ile oluşturulmuş tematik haritalar Şekil 3.14 ve Şekil 3.15’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.14. Fırat havzası'nın Türkiye Havzalar haritasındaki yeri



Şekil 3.15. Fırat havzası kabartma haritası

Ülkemiz Meriç, Marmara Suları, Susurluk, Ege Suları, Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes, Batı Akdeniz, Orta Akdeniz, Burdur Gölü Kapalı, Afyon Suları Kapalı, Sakarya, Batı Karadeniz, Yeşilirmak, Kızılırmak, Orta Anadolu Kapalı, Doğu Akdeniz, Seyhan, Hatay Suları, Ceyhan, Fırat, Dicle, Doğu Karadeniz, Çoruh, Aras ve Van Gölü Kapalı havzaları olmak üzere 26 ana su toplama havzasına ayrılmıştır.

Dünyamızda, su kıtlığı yasayan veya gelecekte yasaması beklenen 5 sıcak nokta; Aral Denizi, Ganj, Ürdün, Nil ve Dicle-Fırat havzalarındadır (Brown vd., 2007). Bu noktalardan (Fırat-Dicle) Türkiye kaynaklı havzalardır. Diğerlerinden 3 tanesi ise Türkiye'ye yakın yerlerdedir. Fırat havzasının Türkiye topraklarından kaynaklanan yıllık ortalama su potansiyeli 31.61 km³ tür.

Fırat havzasının ana kolu olan ve Erzurum yakınlarından doğan Fırat Nehri, Murat ve Karasu kollarının birleşim noktasından, Dicle Nehri'ne ulaşmaya kadar yaklaşık 2.330 km. uzunluğundadır. Büyük ölçüde Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki karlarla beslenen Fırat Nehri'ne, Keban Barajı'nın altında iki önemli kol olan Tohma ve Göksu nehirleri katılmaktadır. Türk sınırını terk ettiği noktada, 1937–1993 yıllarını kapsayan ölçümlere göre, Belirtilen rakamlara göre, Fırat Nehri sularının % 88 'i Türkiye topraklarında, %11' i ise Suriye' de oluşmaktadır (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Fırat' ın yıllık su potansiyeli (Çınar, 2004)

	TÜRKİYE	SURİYE	IRAK	TOPLAM
Fırat'ın su potansiyeli (km ³ / yıl)	31,58 (%88)	4.00 %11	0 %0	35,58 (%100)
Fırat'ın Tüketim Talepleri (km ³ Yıl)	18,42 (%51)	11,50 (%32,3)	23,00 (%64)	52,92 (%148,5)

Bir yıl içinde mevsimsel değişimler de çok büyük olup yüksek akımlar Nisan ve Mayıs aylarında, en düşük akımlar ise genelde Eylül ayında oluşmaktadır. Aylık değişimler, uzun dönem aylık ortalamaların % 530 ile % 16'sı arasında bir salınım göstermektedir (Kaynak II, 2009).

3.6. Analiz İçin Kullanılan Gözlem İstasyonları ve Gözlem Değerleri

Trend analizinde kullanılmak üzere, gözlem istasyonları ve bunlara ait gözlem değerleri incelenerek aşağıdaki temel kriterleri sağlayan istasyonlar kullanılmıştır.

1. Veri sayısının istatistik anlamda nicelik bakımından yeterli örnek olması
2. Akım değerlerinin, hazne işletmesinden bağımsız olarak görülebilmesi için baraj çıkış noktasında bulunmaması
3. Tüm havza alanını temsil etmesi bakımından havza alanında homojen dağılmış olması
4. Gözlem yıllarında kesiklik ve düzensizlik olmaması,
5. Güncel trend değerlerini bulmak bakımından günümüze yakın verileri bulunan istasyonlar özellikle seçildi.

Bu çerçevede değerlendirilen istasyonlardan, kriterlere uygun olarak, 21 adet akım gözlem istasyonu ile 38 adet meteoroloji gözlem istasyonu kabul edilmiştir.

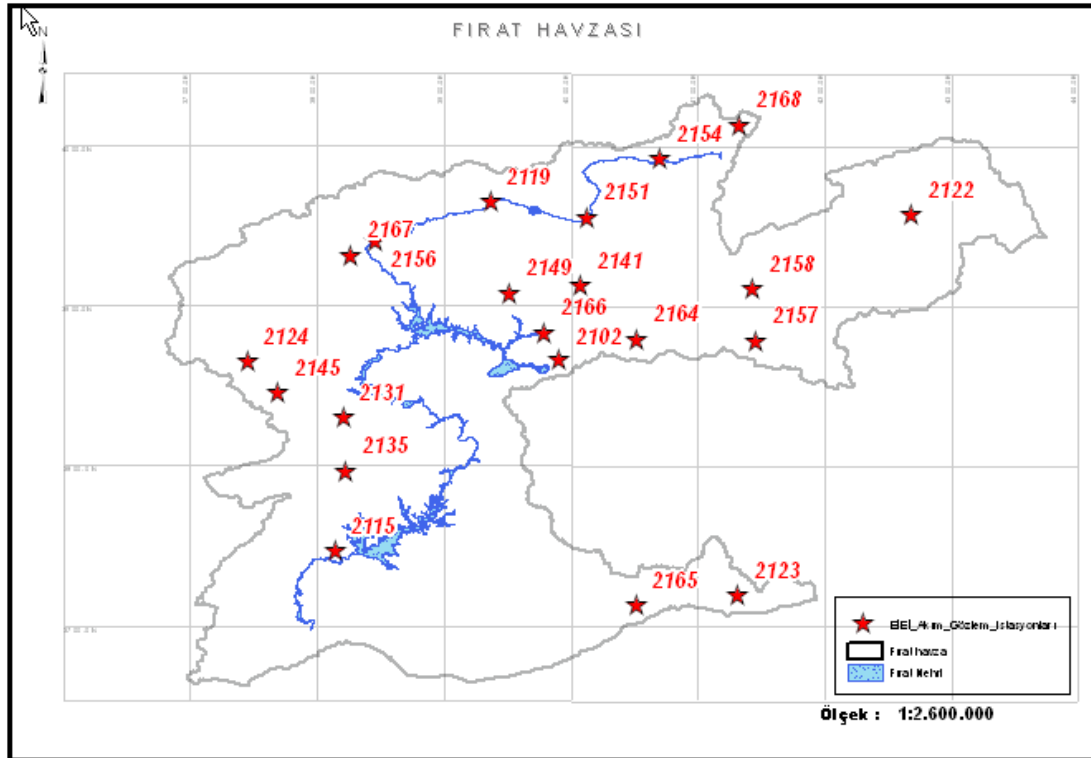
Çalışmada kullanılan akım gözlem istasyonları ve özellikleri Çizelge 3.2' de, seçilen AGİ'ler ve ölçüm periyotları Çizelge 3.3' de verilmiştir. Seçilen akım gözlem istasyonları Arcmap arayüzü ile oluşturulan Fırat Havzası haritası üzerinde işaretlenmiştir (Şekil 3.16).

Çalışma, trend bulunan akımlarda iklim parametrelerinin etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Bunun için baz alınan Fırat havzası, akım gözlem istasyonları üzerinde elde edilmiş olan;

- Maksimum akımlarda trend gözlenen bölge yok,
- Ortalama akımlarda trend gözlenen bölge az,
- Minimum akımlarda ise, belirgin trend gözlenmiş bölge elde edildiğinden, harita bindirme işleminde kullanılmak üzere bulunan bu minimum akım trendleri çalışmada esas alınmıştır.

Çizelge 3.2. Fırat Havzası'nda kullanılan akım gözlem istasyonları ve özellikleri (EİEİ, 2009)

AGİ NO	SU ve İSTASYON ADI	AÇ.TAR.	KAP.TAR.	ALAN (Km ²)	KOT (m)	COĞ. KOORDİNAT Boylam-Enlem(° ' ")
2102	MURAT S.-PALU	26.07.1936		25515.6	859	39 56 22D-38 41 49K
2115	GÖKSU-MALPINAR	15.02.1953		3998.8	397	38 09 26D-37 29 36K
2119	FIRAT N.-KEMAH BOĞAZI	04.09.1953		10356.0	1123	39 23 36D-39 41 00K
2122	MURAT-TUTAK	09.09.1953		5882.4	1552	42 46 49D-39 32 19K
2123	ÇAĞ ÇAĞ S.-ÇINARKÖY (ÇAĞ ÇAĞ S.-NUSAYBİN)	27.11.1953	31.01.1994	863.6	560	41 18 14D-37 11 38K
2124	TOHMA S.-YAZIKÖY	01.09.1954		1256.1	1180	37 26 33D-38 40 21K
2131	BEY D.-KILAYIK	07.09.1956		277.6	925	38 12 36D-38 19 21K
2135	BULAM Ç.-FATOPAŞA	28.09.1957		166.4	1240	38 44 49D-37 59 26K
2141	PERİ SUYU-KORUDİBİ	20.11.1961	12.09.1997	3604.4	1035	40 06 28D-39 09 13K
2145	TOHMA SUYU-HİSARCİK	30.06.1962		5822.0	935	37 41 08D-38 28 32K
2149	MUNZUR S.-MİSKİSAĞ	17.01.1963		1669.0	900	39 32 35D-39 06 29K
2151	FIRAT N.-DEMİRKAPI D.D.Y. (SANSAN BOĞAZI)	13.06.1963		8185.6	1355	40 10 05D-39 34 41K
2154	KARASU-AŞAĞI KAĞDARIÇ	01.10.1968		2886.0	1675	40 45 33D-39 56 16K
2156	FIRAT N.-BAĞIŞTAŞ	01.10.1968		15562.0	865	38 26 55D-39 25 57K
2157	KARASU-KARAKÖPRÜ	15.11.1968		2098.4	1250	41 29 43D-38 47 02K
2158	BİNGÖL Ç.-ABDURAHMANPAŞA K.	19.11.1968		1577.6	1310	41 29 14D-39 06 30K
2164	GÖYNÜK Ç.-ÇAYAĞZI	07.11.1968		2232.0	998	40 33 32D-38 48 06K
2165	ZERKAN Ç.-HOCAKÖY	23.11.1968	30.11.1998	490.0	445	40 30 30D-37 08 32K
2166	PERİ S.-LOĞMAR	01.11.1968		5385.8	847	39 48 50D-38 51 31K
2167	ÇALTI S.-DAZLAK	21.10.1967	07.04.1997	4288.0	890	38 15 33D-39 20 52K
2168	DUMLU Ç.-YEŞİLDERE	01.10.1972	03.06.1997	52.0	2000	41 24 36D-40 08 17K



Şekil 3.16. Arcmap ortamında oluşturulmuş Fırat Havzası akım gözlem istasyonları

Çizelge 3.3. Analiz için seçilen AGİ'ler ve ölçüm periyotları (Gümüş, 2006)

Havza Adı	İstasyon No	AGİ İsmi	Ölçüm Periyodu
Aşağı Fırat Havzası	2115	Göksu Nehri-Malpınar	(1968-2000)
Aşağı Fırat Havzası	2123	Çağçağ Suyu-Çınarköy	(1961-1993)
Aşağı Fırat Havzası	2124	Tohma Suyu-Yazıköy	(1963-2000)
Aşağı Fırat Havzası	2131	Beyderesi-Kılayık	(1957-2000)
Aşağı Fırat Havzası	2135	Bulam Çayı-Fatopaşa	(1961-2000)
Aşağı Fırat Havzası	2145	Tohma Suyu-Hisarçık	(1963-2000)
Aşağı Fırat Havzası	2165	Zerkan Suyu-Hocaköy	(1969-1998)
Orta Fırat Havzası	2102	Murat Nehri-Palu	(1968-2000)
Orta Fırat Havzası	2122	Murat Nehri-Tutak	(1962-2000)
Orta Fırat Havzası	2157	Karasu-Karaköprü	(1969-2000)
Orta Fırat Havzası	2158	Bingöl Çayı-A.Rahmanpaşa Köp.	(1969-2000)
Orta Fırat Havzası	2164	Göynük Çayı-Çayağzı	(1969-2000)
Yukarı Fırat Havzası	2119	Fırat Nehri-Kemah Boğazı	(1954-1987)
Yukarı Fırat Havzası	2141	Persisuyu-Korudibi	(1964-1991)
Yukarı Fırat Havzası	2149	Munzur Suyu-Miskidağ	(1963-1998)
Yukarı Fırat Havzası	2151	Fırat Nehri-Demirkapı	(1964-2000)
Yukarı Fırat Havzası	2154	Karasu-Aşağıkağdaraç	(1969-2000)
Yukarı Fırat Havzası	2156	Fırat Nehri-Bağıtaş	(1969-2000)
Yukarı Fırat Havzası	2166	Peri Suyu-Loğmar	(1970-1998)
Yukarı Fırat Havzası	2167	Çaltı Suyu-Dazlak	(1968-1991)
Yukarı Fırat Havzası	2168	Dumlu Suyu-Yeşildere	(1973-1997)

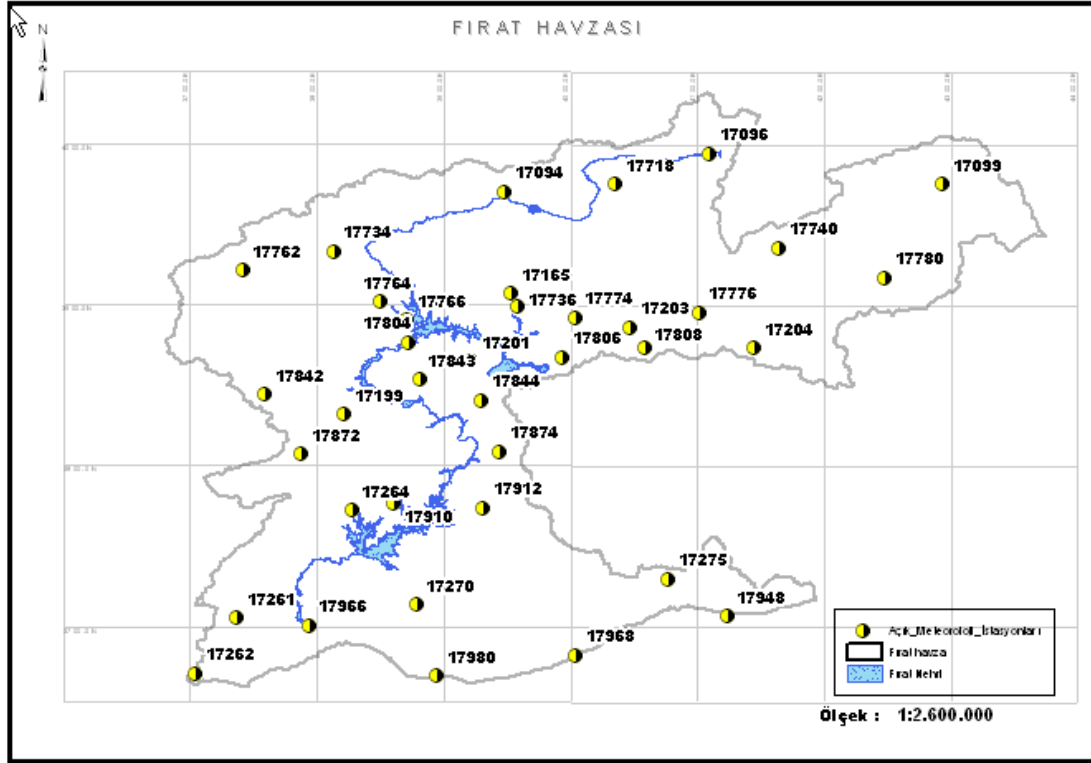
Çalışmada kullanılan meteoroloji gözlem istasyonları ve özellikleri Çizelge 3.4' de, seçilen meteoroloji gözlem istasyonları ve ölçüm periyotları Çizelge 3.5' de verilmiştir. Seçilen meteoroloji istasyonları, Şekil 3.17' de ve tüm istasyonlar birlikte Şekil 3.18' de, Arcmap arayüzü ile oluşturulan Fırat Havzası haritası üzerinde işaretlenmiştir

Çizelge 3.4. Fırat Havzası'nda kullanılan meteoroloji gözlem istasyonları ve özellikleri (DMİ,2009)

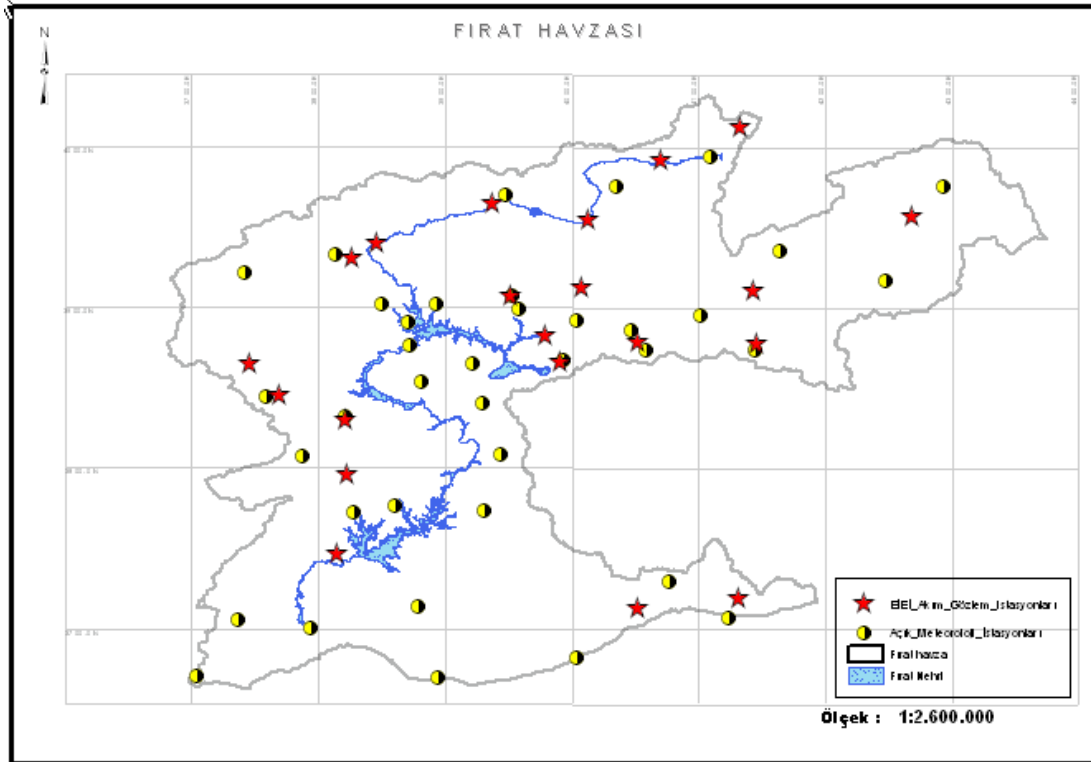
İSTASYON NUMARASI	İSTASYON ADI	İLİ	İSTASYON BİLGİLERİ		
			ENLEM	BOYLAM	YÜKSEKLİK
17966	BİRECİK	ŞANLIURFA	37.0143	37.5716	345.0650
17980	AKÇAKALE	ŞANLIURFA	36.4256	38.5650	360.7700
17968	CEYLANPINAR	ŞANLIURFA	36.5029	40.0151	359.8000
17948	NUSAYBİN	MARDİN	37.0524	41.1314	500.0000
17912	SİVEREK	ŞANLIURFA	37.4512	39.1948	801.0000
17874	ÇERMİK	DİYARBAKIR	38.0801	39.2804	700.0000
17872	DOĞANŞEHİR	MALATYA	38.0544	37.5319	1280.0000
17806	PALU	ELAZIĞ	38.4204	39.5732	1000.0000
17766	AĞIN	ELAZIĞ	38.5618	38.4250	900.0000
17804	KEBAN	ELAZIĞ	38.4760	38.4348	808.0000
17780	MALAZGİRT	MUŞ	39.0900	42.3260	1565.0000
17768	ÇEMİŞGEZEK	TUNCELİ	39.0339	38.5611	953.0000
17764	ARAPKIR	MALATYA	39.0224	38.2876	1200.0000
17762	KANGAL	SİVAS	39.1424	37.2324	1541.0000
17740	HINIS	ERZURUM	39.2137	41.4236	1715.0000
17734	DİVRİĞİ	SİVAS	39.2202	38.0707	1120.0000
17718	TERCAN	ERZİNCAN	39.4645	40.2351	1425.0000
17275	MARDİN	MARDİN	37.1829	40.4608	1050.0000
17270	ŞANLIURFA	ŞANLIURFA	37.0936	38.4736	547.1870
17265	ADYAMAN	ADYAMAN	37.4553	38.1642	672.0000
17262	KİLİS	KİLİS	36.4300	37.0500	638.0000
17204	MUŞ	MUŞ	38.4424	41.2925	1322.7600
17261	GAZİANTEP	GAZİANTEP	37.0412	37.2324	854.0000
17201	ELAZIĞ	ELAZIĞ	38.4048	39.1348	989.7500
17199	MALATYA	MALATYA	38.2118	38.1835	947.8700
17203	BİNGÖL	BİNGÖL	38.5307	40.2953	1177.0000
17094	ERZİNCAN	ERZİNCAN	39.4424	39.3001	1218.2200
17165	TUNCELİ	TUNCELİ	39.0621	39.3303	980.9140
17099	AĞRI	AĞRI	39.4301	43.0300	1632.0000
17736	MAZGİRT	TUNCELİ	39.0116	39.3613	1400.0000
17096	ERZURUM	ERZURUM	39.5723	41.1013	1758.1800
17842	BALABAN	MALATYA	38.2800	37.3500	1123.0000
17774	KARAKOÇAN	ELAZIĞ	38.5704	40.0328	1090.0000
17844	SİVRİCE	ELAZIĞ	38.2612	39.1830	1240.0000
17843	BASKİL	ELAZIĞ	38.3413	38.4912	1300.0000
17776	SOLHAN	BİNGÖL	38.5812	41.0260	1366.0000
17808	GENÇ	BİNGÖL	38.4536	40.3636	1250.0000
17910	KAHTA	ADYAMAN	37.4644	38.3802	675.0000

Çizelge 3.5. Analiz için Seçilen meteoroloji gözlem istasyonları ve ölçüm periyotları

İST. NO	TOPLAM YAĞIŞ	MAX YAĞIŞ	ORT SICAKLIK	MAX SICAKLIK	MİN SICAKLIK	ORT NEM	MAX NEM	MİN NEM
17966	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007
17980	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007
17968	1957-2007	1957-2007	1957-2007	1957-2007	1957-2007	1957-2007	1957-2007	1957-2007
17948	1966-2007	1966-2007	1966-2007	1966-2007	1966-2007	1966-2007	1966-2007	1966-2007
17912	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007
17874	1972-207	1972-207	1972-207	1972-207	1972-207	1972-207	1972-207	1972-207
17872	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007
17806	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007
17766	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007
17804	1963-2007	1963-2007	1963-2007	1963-2007	1963-2007	1963-2007	1963-2007	1963-2007
17780	1961-2007	1961-2007	1963-2007	1961-2007	1963-2007	1963-2007	1961-2007	1963-2007
17768	1969-2007	1969-2007	1968-2007	1969-2007	1968-2007	1968-2007	1969-2007	1968-2007
17764	1958-2007	1958-2007	1964-2007	1958-2007	1964-2007	1964-2007	1958-2007	1964-2007
17762	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007
17740	1960-2007	1960-2007	1964-2007	1960-2007	1964-2007	1964-2007	1960-2007	1964-2007
17734	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007
17718	1962-2007	1962-2007	1963-2007	1962-2007	1964-2007	1963-2007	1962-2007	1963-2007
17275	1940-2007	1940-2007	1940-2007	1940-2007	1940-2007	1940-2007	1940-2007	1940-2007
17270	1929-2007	1929-2007	1930-2007	1929-2007	1930-2007	1930-2007	1929-2007	1930-2007
17265	1963-2007	1963-2007	1963-2007	1963-2007	1963-2007	1963-2007	1963-2007	1963-2007
17262	1959-2007	1959-2007	1960-2007	1959-2007	1960-2007	1960-2007	1959-2007	1960-2007
17204	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007	1964-2007
17261	1940-2007	1940-2007	1940-2007	1940-2007	1940-2007	1940-2007	1940-2007	1940-2007
17201	1938-2007	1938-2007	1938-2007	1938-2007	1938-2007	1938-2007	1938-2007	1938-2007
17199	1929-2007	1929-2007	1929-2007	1929-2007	1932-2007	1932-2007	1929-2007	1932-2007
17203	1961-2007	1961-2007	1961-2007	1961-2007	1961-2007	1961-2007	1961-2007	1961-2007
17094	1930-2007	1930-2007	1930-2007	1930-2007	1930-2007	1930-2007	1930-2007	1930-2007
17165	1959-2007	1959-2007	1964-2007	1959-2007	1964-2007	1964-2007	1959-2007	1964-2007
17099	1940-2007	1940-2007	1940-2007	1940-2007	1940-2007	1940-2007	1940-2007	1940-2007
17736	1982-2007	1982-2007	1982-2007	1982-2007	1982-2007	1982-2007	1982-2007	1982-2007
17096	1930-2007	1930-2007	1930-2007	1930-2007	1929-2007	1930-2007	1930-2007	1930-2007
17842	1982-2004	1982-2004	1982-2004	1982-2004	1982-2004	1982-2004	1982-2004	1982-2004
17774	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007
17844	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007
17843	1979-2007	1979-2007	1979-2007	1979-2007	1979-2007	1979-2007	1979-2007	1979-2007
17776	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007	1965-2007
17808	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007	1980-2007
17910	1989-2007	1989-2007	1989-2007	1989-2007	1989-2007	1989-2007	1989-2007	1989-2007



Şekil 3.17. Arcmap ortamında oluşturulmuş Fırat Havzası meteoroloji gözlem istasyonları



Şekil 3.18. Fırat Havzası'ndan seçilen akım gözlem ve meteoroloji gözlem istasyonları

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Seçilen istasyonlara ait gözlem değerleri için Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi, hazırlanan "Trend Analysis for Windows" programı ile uygulanmıştır. Sonuçlar Çizelge 4.1'de Çizelge 4.3'de Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Trend analizi sonuçları (akım gözlem istasyonları için)

AGİ No	İstasyon Adı	Mann-Kendall			Spearman'ın Rho		
		Ort.	Min	Max	Ort.	Min.	Max
2115	Göksu Nehri-Malpınar	o	(-)	o	o	(-)	o
2123	Çağçağ Suyu-Çınarköy	(-)	(-)	o	(-)	(-)	o
2124	Tohma Suyu-Yazıköy	o	o	o	o	o	o
2131	Beyderesi-Kılayık	o	(-)	o	o	(-)	o
2135	Bulam Çayı-Fatopaşa	o	(-)	o	o	(-)	o
2145	Tohma Suyu-Hisarcık	o	(-)	o	o	(-)	o
2165	Zerkan Suyu-Hocaköy	o	(-)	o	o	(-)	o
2102	Murat Nehri-Palu	o	(-)	o	o	(-)	o
2122	Murat Nehri-Tutak	o	(-)	o	o	(-)	o
2157	Karasu-Karaköprü	o	o	o	o	o	o
2158	Bingöl Çayı-A.Rahmanpaşa Köp.	o	o	o	o	o	o
2164	Göynük Çayı-Çayağzı	o	(-)	o	o	(-)	o
2119	Fırat Nehri-Kemah Boğazı	o	o	o	o	o	o
2141	Persisuyu-Korudibi	o	o	o	o	o	o
2149	Munzur Suyu-Miskidağ	o	o	o	o	o	o
2151	Fırat Nehri-Demirkapı	o	o	o	o	o	o
2154	Karasu-Aşağıkağdarcık	o	o	o	o	o	o
2156	Fırat Nehri-Bağıştaş	o	(+)	o	o	(+)	o
2166	Peri Suyu-Loğmar	o	o	o	o	o	o
2167	Çaltı Suyu-Dazlak	o	o	o	o	o	o
2168	Dumlu Suyu-Yeşildere	o	(-)	o	o	(-)	o

(+) : Artan trend
 (-) : Azalan trend
 o : Trend yok

Zaman içinde gözlenen trendlerin lineer eğimleri Sen tarafından geliştirilen ve parametrik olmayan bir metot kullanılarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada, çalışma alanında belirlenmiş olan 21 adet akım gözlem istasyonu ve 38 adet meteorolojik istasyona ait gözlem değerlerindeki değişimin eğimini tespit amacıyla Sen' in Trend Eğim Metodu uygulanmıştır.

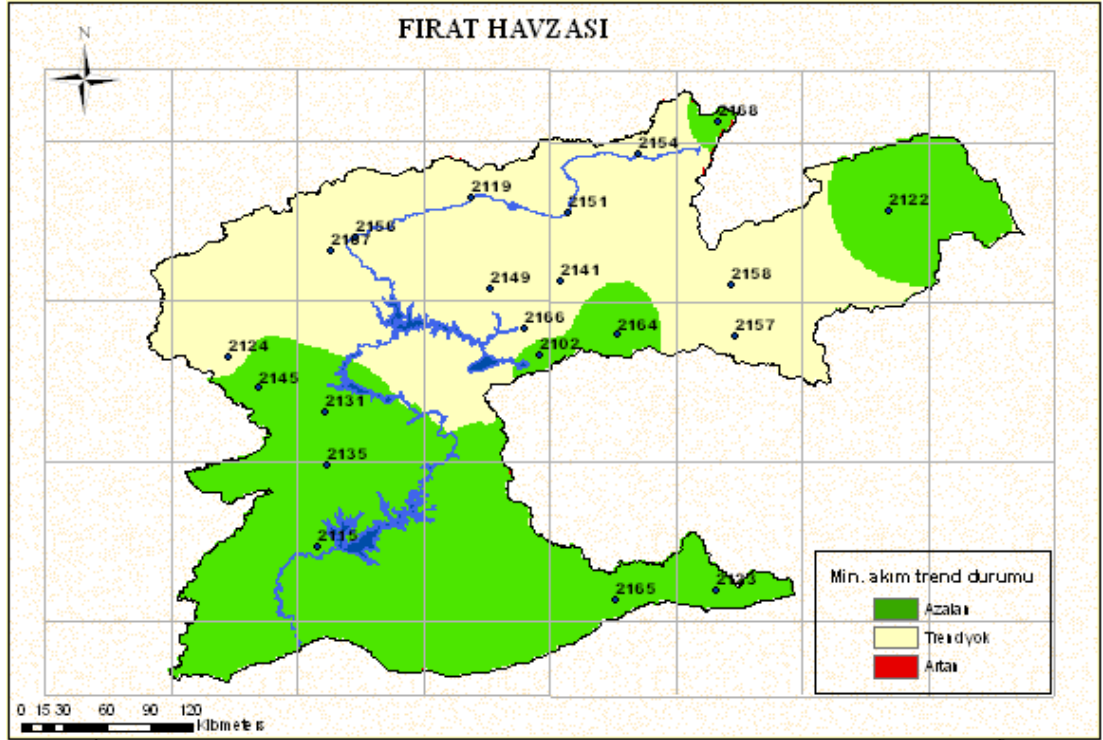
Sen'in Trend Eğim metodu ile tespit edilen trend eğimleri Çizelge 4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Sen'in Trend Eğim metoduna göre trend eğimleri

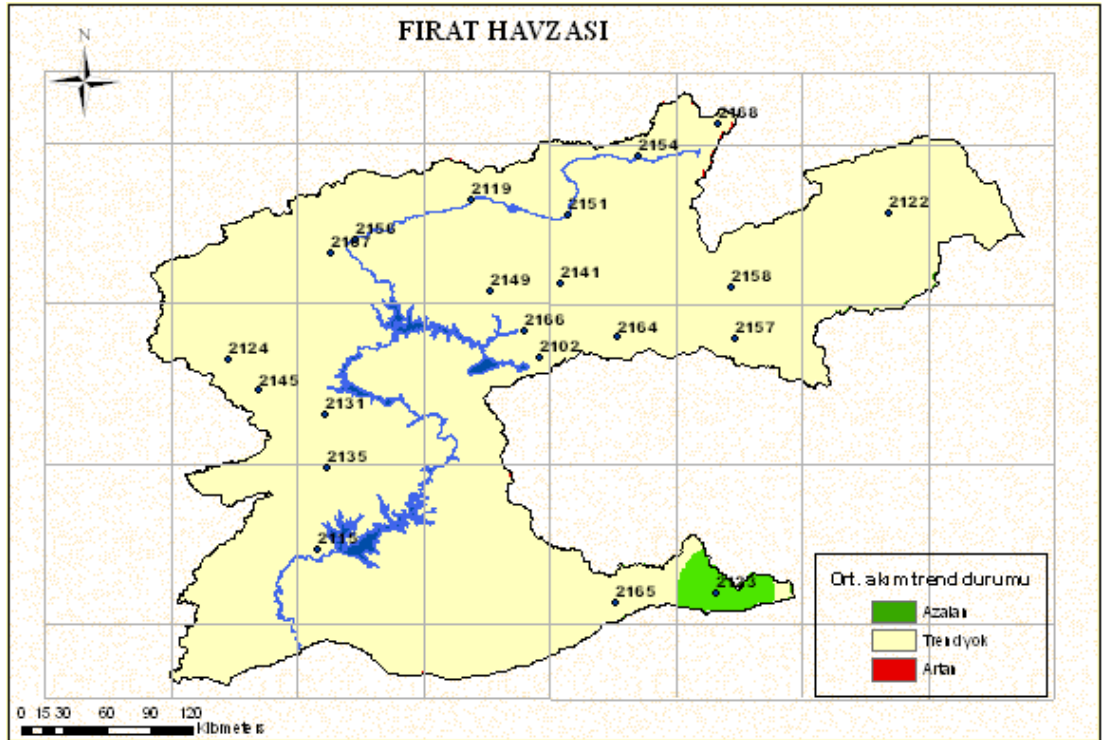
AGİ No	İstasyon Adı	Trend Eğimleri		
		Ort.	Min	Max
2115	Göksu Nehri-Malpınar		-0.271	
2123	Çağçağ Suyu-Çınarköy	-0.060	-0.063	
2131	Beyderesi-Kılayık		-0.007	
2135	Bulam Çayı-Fatopaşa		-0.013	
2145	Tohma Suyu-Hisarcık		-0.141	
2165	Zerkan Suyu-Hocaköy		-0.002	
2102	Murat Nehri-Palu		-0.565	
2122	Murat Nehri-Tutak		-0.093	
2164	Göynük Çayı-Çayağzı		-0.050	
2156	Fırat Nehri-Bağıstaş		0.427	
2168	Dumlu Suyu-Yeşildere		-0.003	

Akım gözlem istasyonlarına göre trend durumu; Mann kendall trend analizi sonucu bulunan trend değerleri kullanılarak Arcmap arayüzü yardımıyla; alansal çalışma şeklinde oluşturulmuştur (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2).

Meteoroloji gözlem istasyonlarına göre trend durumu; Mann kendall trend analizi sonucu bulunan trend değerleri kullanılarak Arcmap arayüzü yardımıyla; harita bindirme tekniği ile alansal çalışma şeklinde oluşturulmuştur. Anlamlı bulunan sonuçlar Şekil 4.3., Şekil 4.4., Şekil 4.5., Şekil 4.6., Şekil 4.7., Şekil 4.8., Şekil 4.9., Şekil 4.10.' da gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Yıllık minimum akım trend durumu



Şekil 4.2. Yıllık ortalama akım trend durumu

Çizelge 4.3. Trend analizi sonuçları (meteoroloji gözlem istasyonları için)

Mann Kendall Testi									
İSTASYON NO	İSTASYON ADI	YAĞIŞ		SICAKLIK			NEM		
		TOPLAM	MAX	ORT	MAX	MİN	ORT	MAX	MİN
17966	BİRECİK	o	o	(+)	(+)	o	o	o	(+)
17980	AKÇAKALE	(-)	o	o	o	o	(+)	(+)	o
17968	CEYLANPINAR	o	o	o	o	o	o	o	(+)
17948	NUSAYBİN	o	o	o	(+)	o	(-)	o	(-)
17912	SİVEREK	o	o	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
17874	ÇERMİK	o	o	o	o	o	(+)	(+)	(+)
17872	DOĞANŞEHİR	o	o	(+)	(+)	o	o	o	o
17806	PALU	o	o	o	(+)	o	(-)	o	(-)
17766	AĞIN	o	o	o	o	o	o	(+)	o
17804	KEBAN	o	o	(+)	o	o	o	o	o
17780	MALAZGİRT	o	o	(+)	(+)	o	(-)	(-)	o
17768	ÇEMİŞGEZEK	o	o	(+)	(+)	o	(+)	(+)	o
17764	ARAPKIR	o	o	(+)	(+)	(+)	(-)	o	(-)
17762	KANGAL	o	o	o	(+)	o	(+)	o	o
17740	HINIS	o	o	o	(+)	o	o	o	o
17734	DİVRİĞİ	o	o	(+)	(+)	o	o	o	o
17718	TERCAN	o	o	(+)	o	o	o	(-)	(+)
17275	MARDİN	o	o	(+)	(+)	o	(-)	(-)	o
17270	ŞANLIURFA	o	o	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
17265	ADİYAMAN	o	o	(+)	(+)	o	o	o	(+)
17262	KİLİS	o	o	(+)	o	(+)	o	o	o
17204	MUŞ	o	o	(+)	(+)	o	o	o	o
17261	GAZİANTEP	o	o	(+)	(+)	(+)	o	(+)	o
17201	ELAZIĞ	o	o	o	(+)	o	o	o	o
17199	MALATYA	o	o	(+)	(+)	(+)	o	o	o
17203	BİNGÖL	o	o	o	o	o	o	o	(+)
17094	ERZİNCAN	o	o	o	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
17165	TUNCELİ	o	o	(+)	o	o	o	o	(+)
17099	AĞRI	o	o	o	o	(+)	o	(+)	(+)
17736	MAZGİRT	o	o	o	(+)	o	o	o	o
17096	ERZURUM	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(+)	(+)	o
17842	BALABAN	(-)	o	o	(+)	o	o	(+)	(-)
17744	KARAKOÇAN	o	o	o	o	o	(+)	(+)	o
17844	SIVRICE	o	o	(+)	(+)	o	(-)	o	(-)
17843	BASKİL	o	o	o	o	o	(-)	(-)	(-)
17776	SOLHAN	o	o	o	o	o	(+)	(+)	o
17808	GENÇ	o	o	o	(+)	o	o	o	(-)
17910	KAHTA	o	o	o	o	o	o	(+)	o

(+) : Artan trend

(-) : Azalan trend

o : Trend yok

Çizelge 4.4. Trend analizi sonuçları (meteoroloji gözlem istasyonları için)

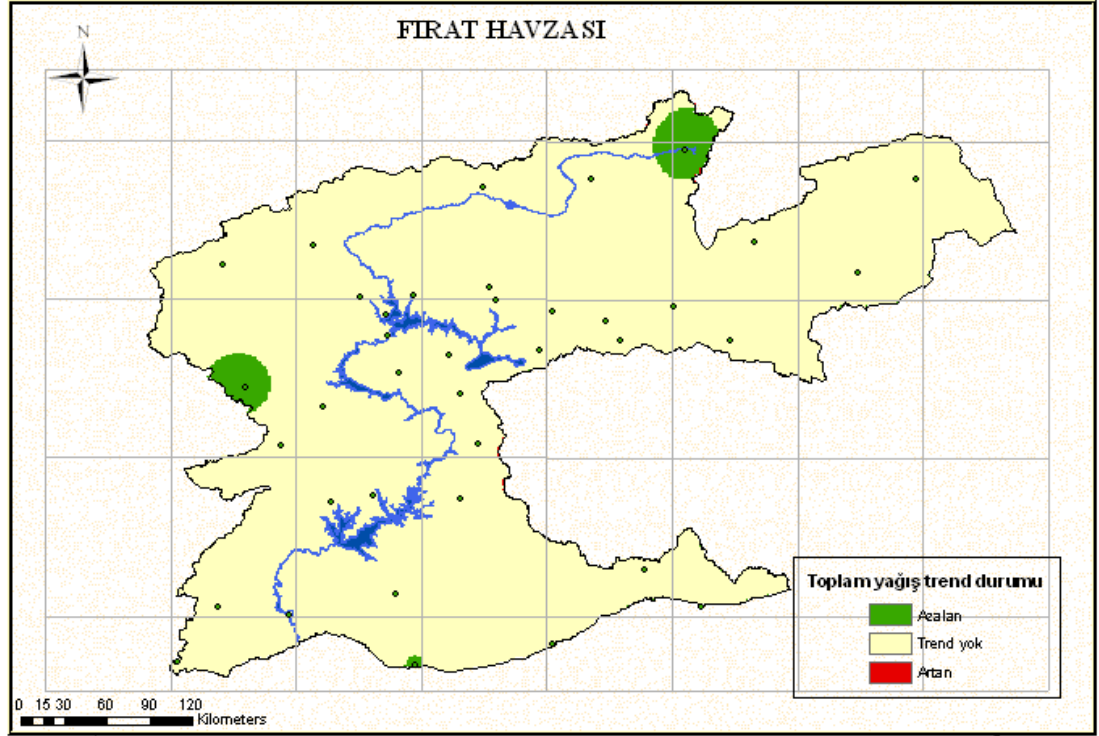
Spearman's Rho Testi									
İSTASYON NO	İSTASYON ADI	YAĞIŞ		SICAKLIK			NEM		
		TOPLAM	MAX	ORT	MAX	MİN	ORT	MAX	MİN
17966	BİRECİK	0	0	(+)	(+)	0	0	0	(+)
17980	AKÇAKALE	(-)	0	0	0	0	(+)	0	0
17968	CEYLANPINAR	0	0	0	0	0	0	0	(+)
17948	NUSAYBİN	0	0	0	(+)	0	(-)	0	(-)
17912	SİVEREK	0	0	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
17874	ÇERMİK	0	0	0	0	0	(+)	(+)	(+)
17872	DOĞANŞEHİR	0	0	(+)	(+)	0	0	0	0
17806	PALU	0	0	0	(+)	0	(-)	0	(-)
17766	AĞIN	0	0	(+)	(+)	0	0	(+)	0
17804	KEBAN	0	0	(+)	0	0	0	0	0
17780	MALAZGİRT	0	0	(+)	(+)	0	(-)	(-)	0
17768	ÇEMİŞGEZEK	0	0	(+)	(+)	0	(+)	(+)	0
17764	ARAPKIR	0	0	(+)	(+)	(+)	(-)	0	(-)
17762	KANGAL	0	0	0	(+)	0	(+)	0	0
17740	HİNİS	0	0	0	(+)	0	0	0	0
17734	DİVRİĞİ	0	0	(+)	(+)	0	0	0	0
17718	TERCAN	0	0	(+)	0	0	0	(-)	(+)
17275	MARDİN	0	0	(+)	(+)	0	(-)	(-)	0
17270	ŞANLIURFA	0	0	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
17265	ADİYAMAN	0	0	(+)	(+)	0	0	0	(+)
17262	KİLİS	0	0	(+)	0	(+)	0	0	0
17204	MUŞ	0	0	(+)	(+)	0	0	0	0
17261	GAZİANTEP	0	0	(+)	(+)	(+)	0	(+)	0
17201	ELAZIĞ	0	0	0	(+)	0	0	0	0
17199	MALATYA	0	0	(+)	(+)	(+)	0	0	0
17203	BİNGÖL	0	0	0	0	0	0	0	(+)
17094	ERZİNCAN	0	0	0	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
17165	TUNCELİ	0	0	(+)	0	0	0	0	(+)
17099	AĞRI	0	0	0	0	(+)	0	(+)	(+)
17736	MAZGİRT	0	0	0	(+)	0	0	0	0
17096	ERZURUM	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(+)	(+)	0
17842	BALABAN	(-)	0	0	(+)	0	0	(+)	(-)
17744	KARAKOÇAN	0	0	0	0	0	(+)	(+)	0
17844	SIVRICE	0	0	(+)	(+)	0	(-)	0	(-)
17843	BASKİL	0	0	0	0	0	(-)	(-)	(-)
17776	SOLHAN	0	0	0	0	0	(+)	(+)	0
17808	GENÇ	0	0	0	(+)	0	0	0	(-)
17910	KAHTA	0	0	0	0	0	0	(+)	0

(+) : Artan trend
 (-) : Azalan trend
 0 : Trend yok

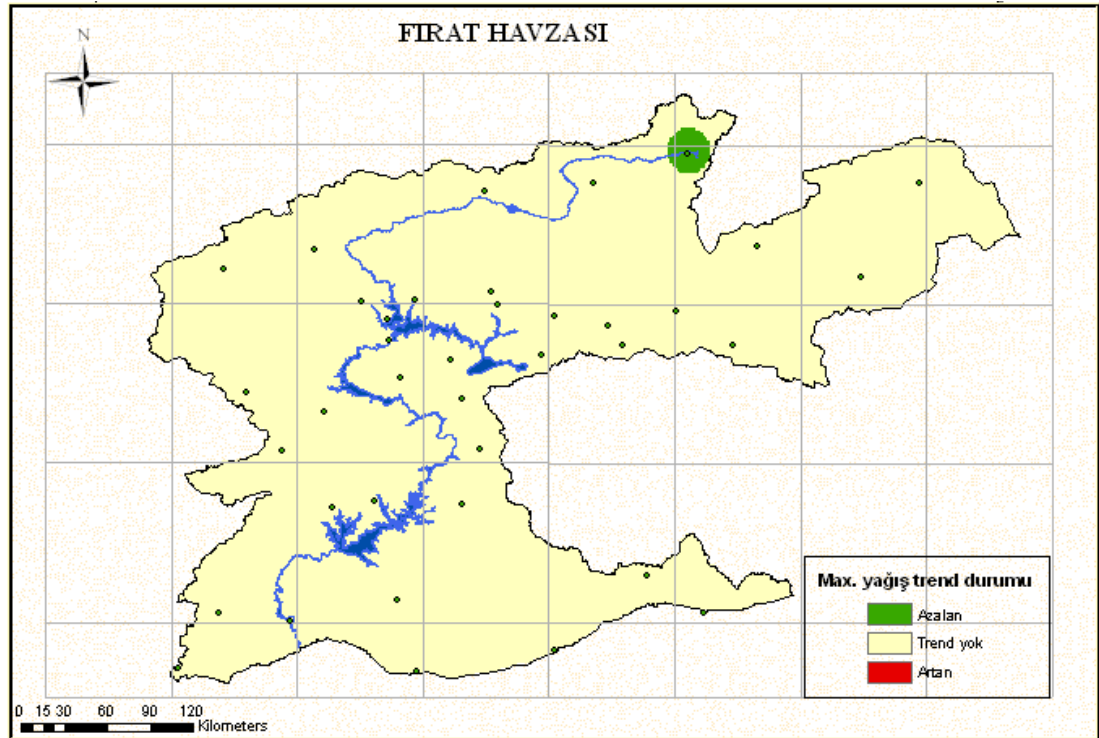
Sen'in Trend Eğim metodu ile tespit edilen trend eğimleri Çizelge 4.5' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Sen'in Trend Eğim metoduna göre trend eğimleri

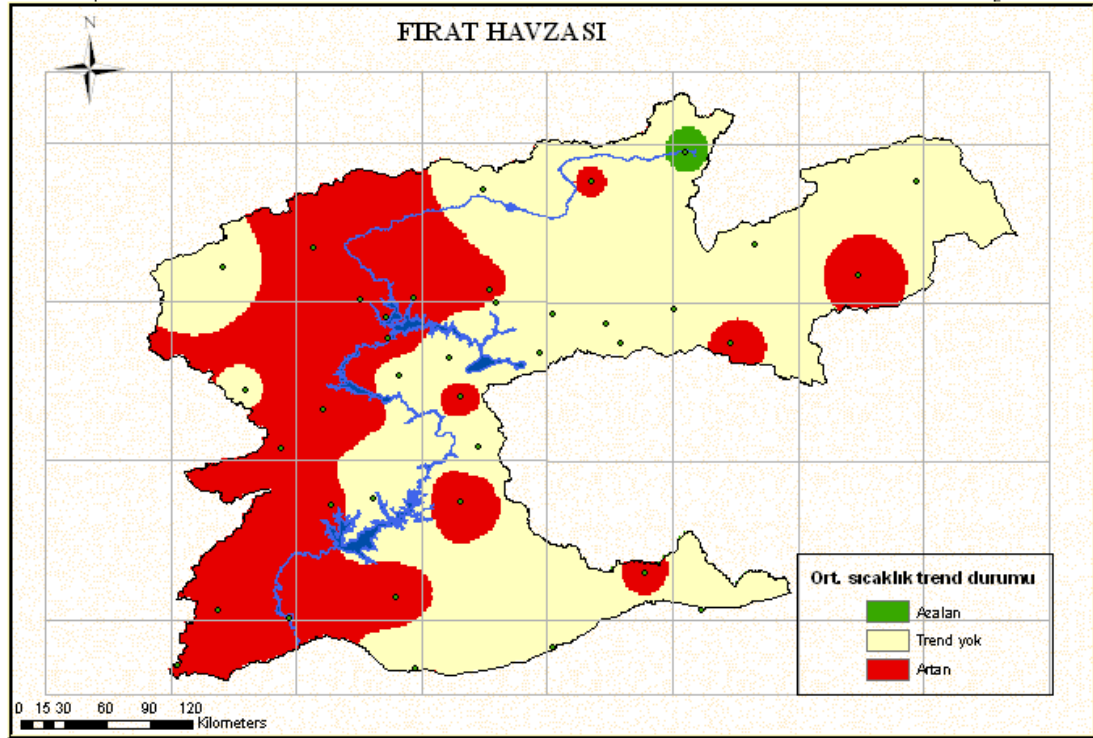
Trend Eğimleri									
İSTASYON NO	İSTASYON ADI	YAĞIŞ		SICAKLIK			NEM		
		TOPLAM cm/yıl	MAX mm/yıl	ORT °C / Yıl	MAX °C / Yıl	MİN °C / Yıl	ORT % / Yıl	MAX % / Yıl	MİN % / Yıl
17966	BİRECİK			0.0141	0.0288				0.1097
17980	AKÇAKALE	-0.204					0.1382		
17968	CEYLANPINAR								0.1319
17948	NUSAYBİN				0.0272		-0.0403		-0.2579
17912	SİVEREK			0.0192	0.0333	0.0303	0.2842	0.1605	0.2439
17874	ÇERMİK						0.4609	0.3611	0.4808
17872	DOĞANŞEHİR			0.0350	0.0444				
17806	PALU				0.0379		-0.2823		0.3935
17766	AĞIN			0.0373	0.0477			0.1409	
17804	KEBAN			0.0211					
17780	MALAZGİRT			0.0242	0.0507		-0.3693	-0.1326	
17768	ÇEMİŞGEZEK			0.0266	0.0611		0.1451	0.1660	
17764	ARAPKIR			0.0394	0.0313	0.0367	-0.1743		-0.1140
17762	KANGAL				0.0431		0.1192		
17740	HINIS				0.0279				
17734	DIVRIĞI			0.0272	0.0441				
17718	TERCAN			0.0273				-0.1082	0.1375
17275	MARDİN			0.0092	0.0292		-0.0814	-0.0590	
17270	ŞANLIURFA			0.0088	0.0095	0.0418	0.0940	0.1429	0.0783
17265	ADİYAMAN			0.0173	0.0391				0.1917
17262	KİLİS			0.0174		0.0584			
17204	MUŞ			0.0346	0.0589				
17261	GAZİANTEP			0.0196	0.0238	0.0537		0.0833	
17201	ELAZIĞ				0.0183				
17199	MALATYA			0.036	0.0212	0.0172			
17203	BİNGÖL								0.1464
17094	ERZİNCAN				0.0115	0.0348	0.0825	0.0476	0.1443
17165	TUNCELİ			0.0234					0.1956
17099	AĞRI			-0.0139		0.0234		0.0315	0.1413
17736	MAZGİRT				0.0774				
17096	ERZURUM	-0.140	-0.0339		0.0153	-0.0516	0.0734	0.0519	
17842	BALABAN	-0.86			0.1281			0.1439	-0.5833
17744	KARAKOÇAN						0.3487	0.1809	
17844	SİVRİCE			0.0477	0.0750		-0.3521		-0.7578
17843	BASKİL						-0.5410	-0.3125	-0.4028
17776	SOLHAN						0.1265	0.1771	
17808	GENÇ				0.0534				-0.2891
17910	KAHTA							0.7202	



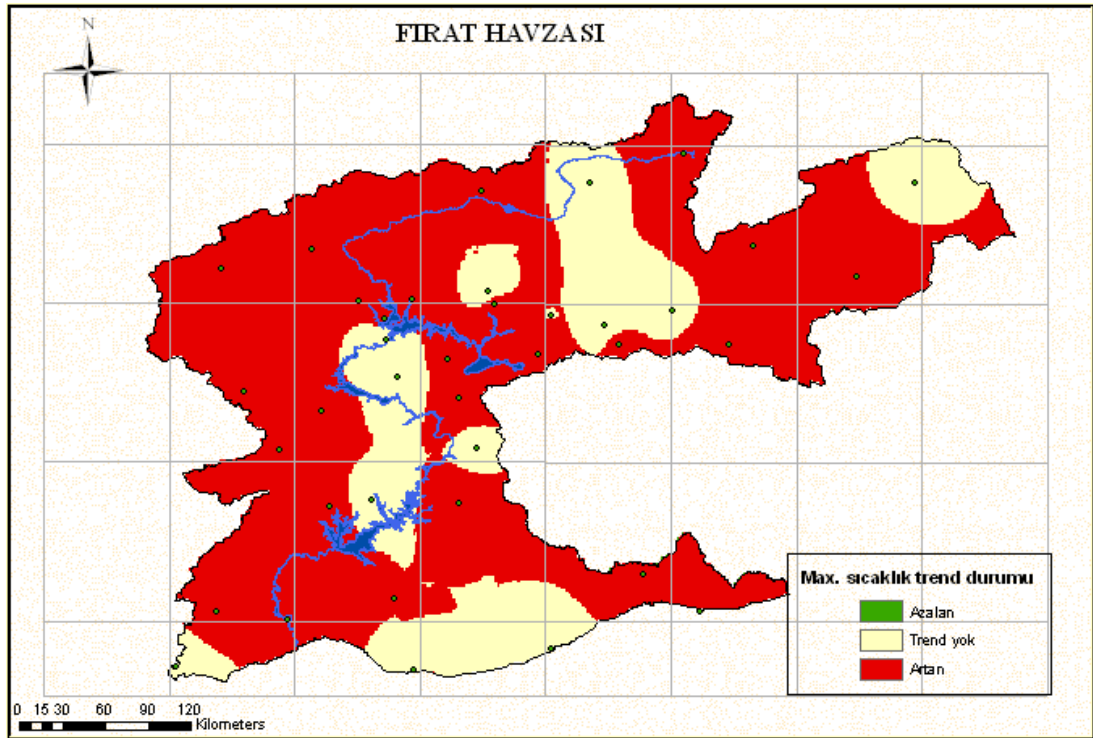
Şekil 4.3. Yıllık toplam yağış trend durumu



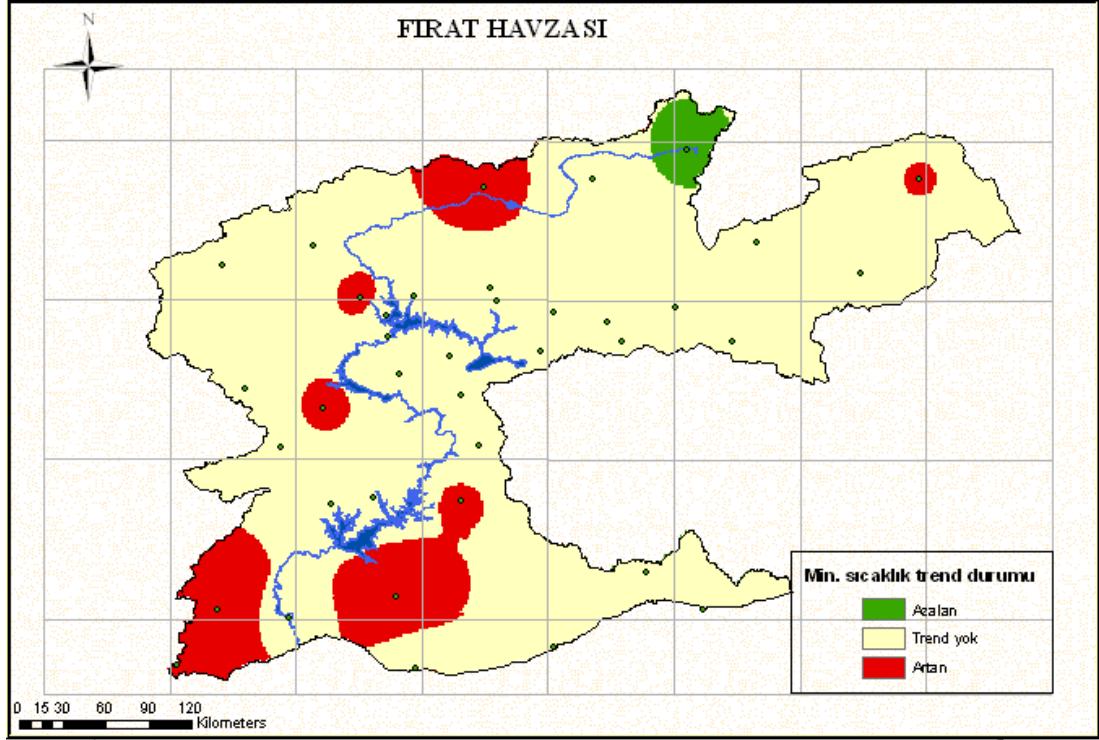
Şekil 4.4. Yıllık maksimum yağış trend durumu



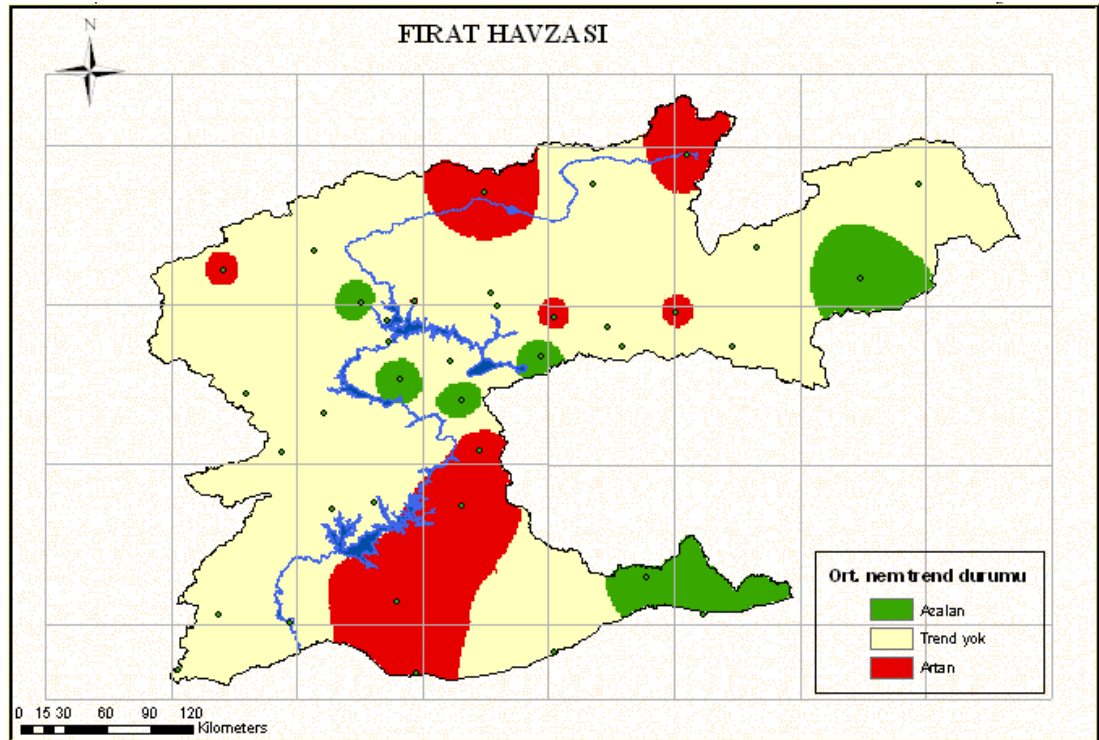
Şekil 4.5. Yıllık ortalama sıcaklık trend durumu



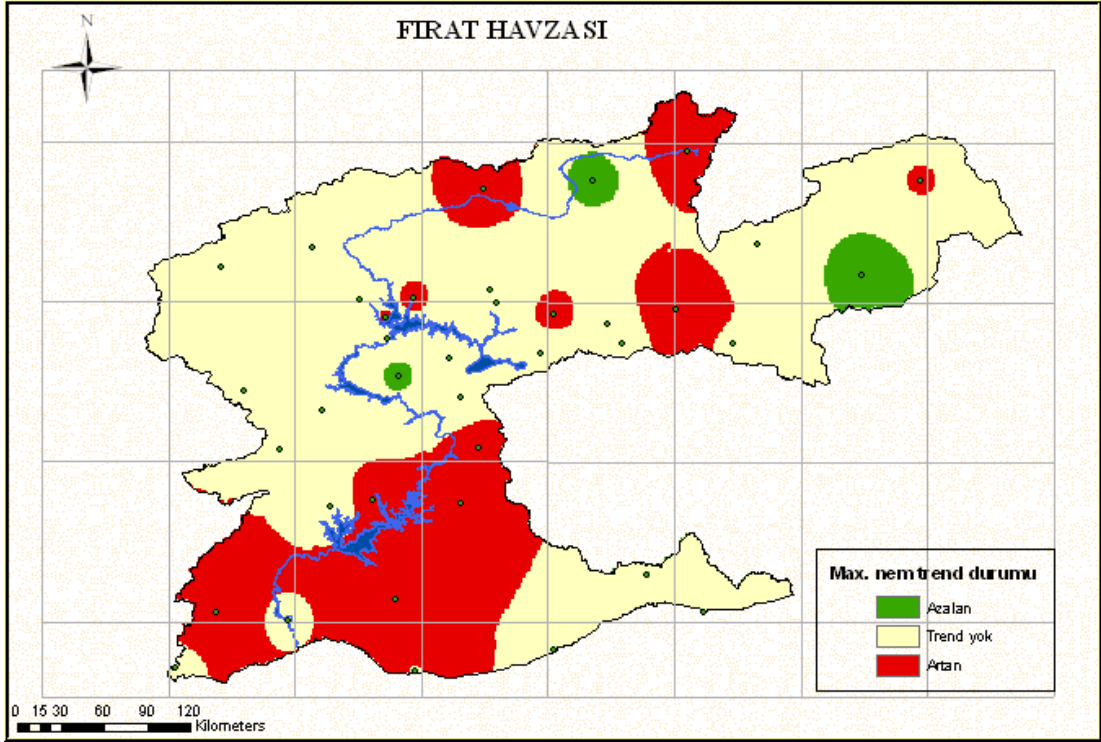
Şekil 4.6. Yıllık maksimum sıcaklık trend durumu



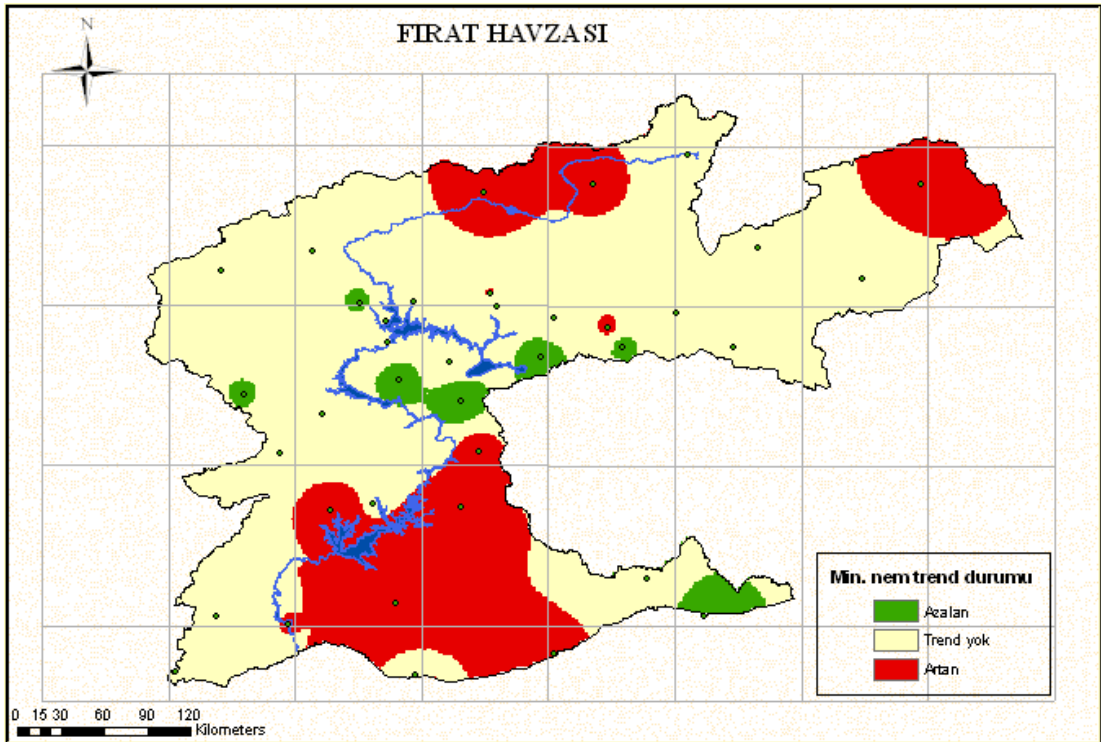
Şekil 4.7. Yıllık minimum sıcaklık trend durumu



Şekil 4.8. Yıllık ortalama nem trend durumu

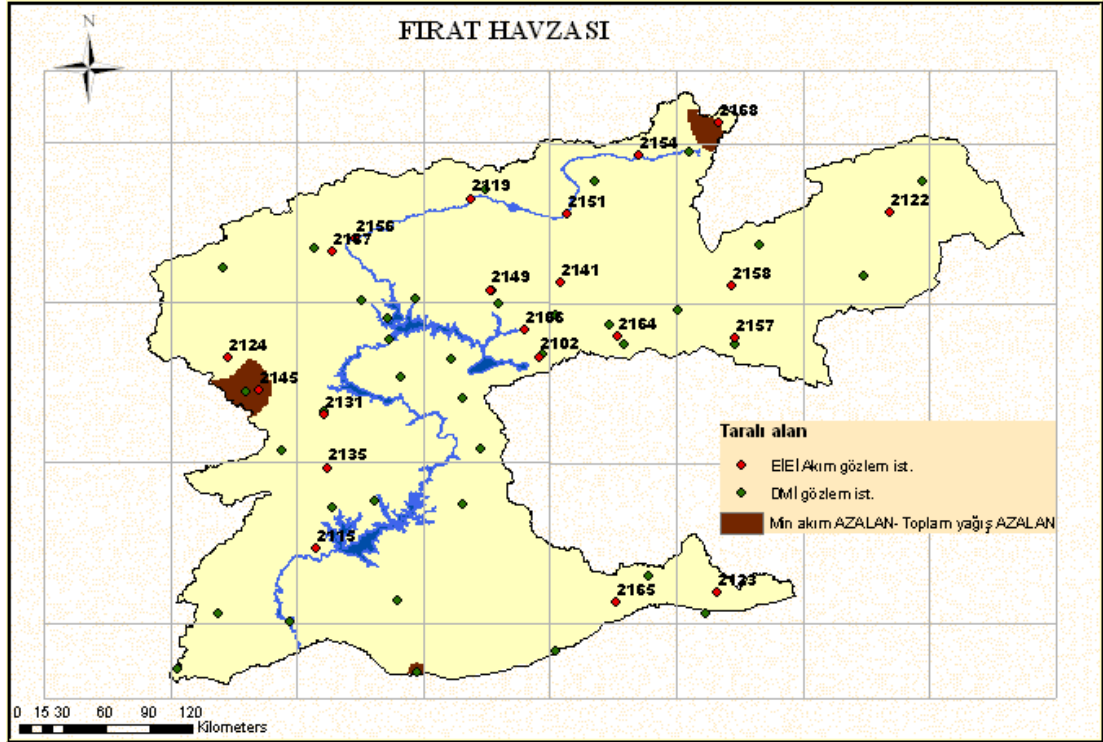


Şekil 4.9. Yıllık maksimum nem trend durumu

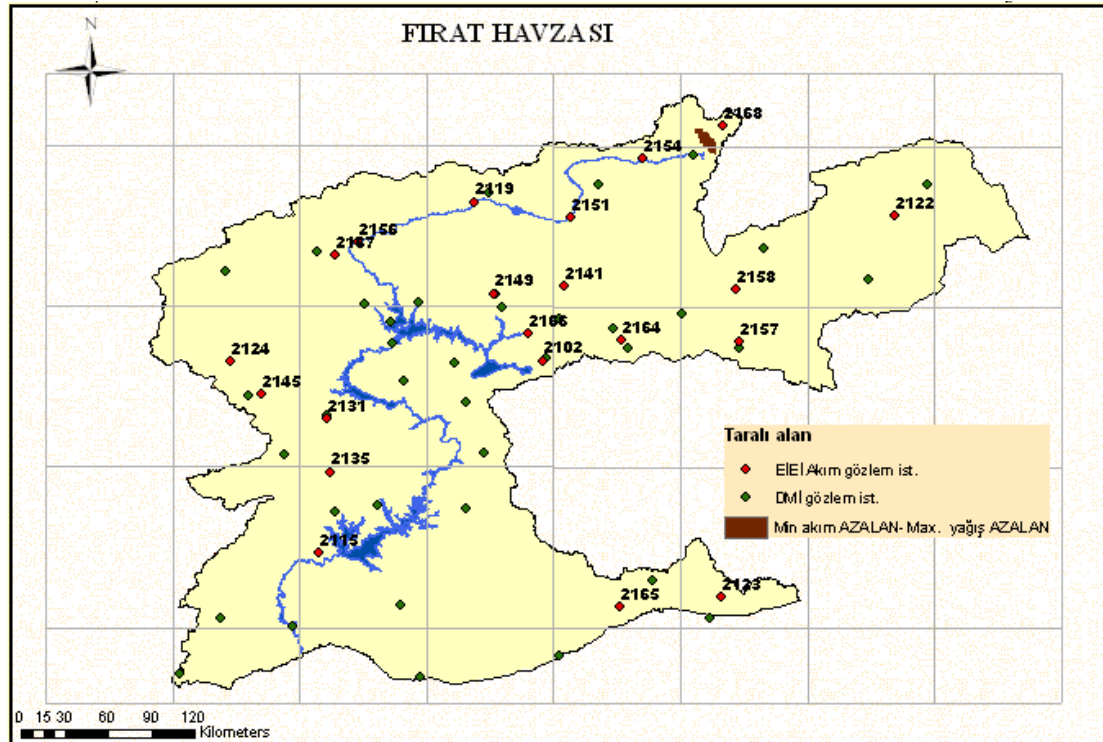


Şekil 4.10. Yıllık minimum nem trend durumu

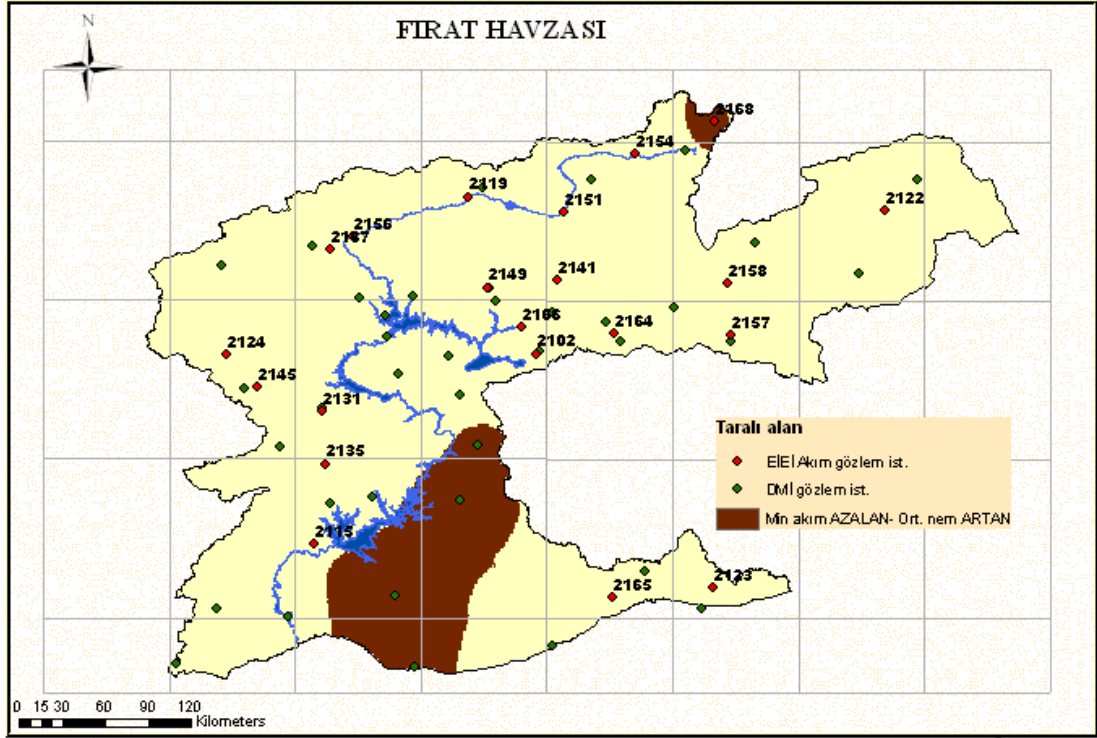
Yukarıdaki şekillerde veri türüne göre oluşturulmuş tematik haritalar, üst üste çakıştırılmış ve anlamlı bulunan sonuçlar Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16, Şekil 4.17, Şekil 4.18' de gösterilmiştir.



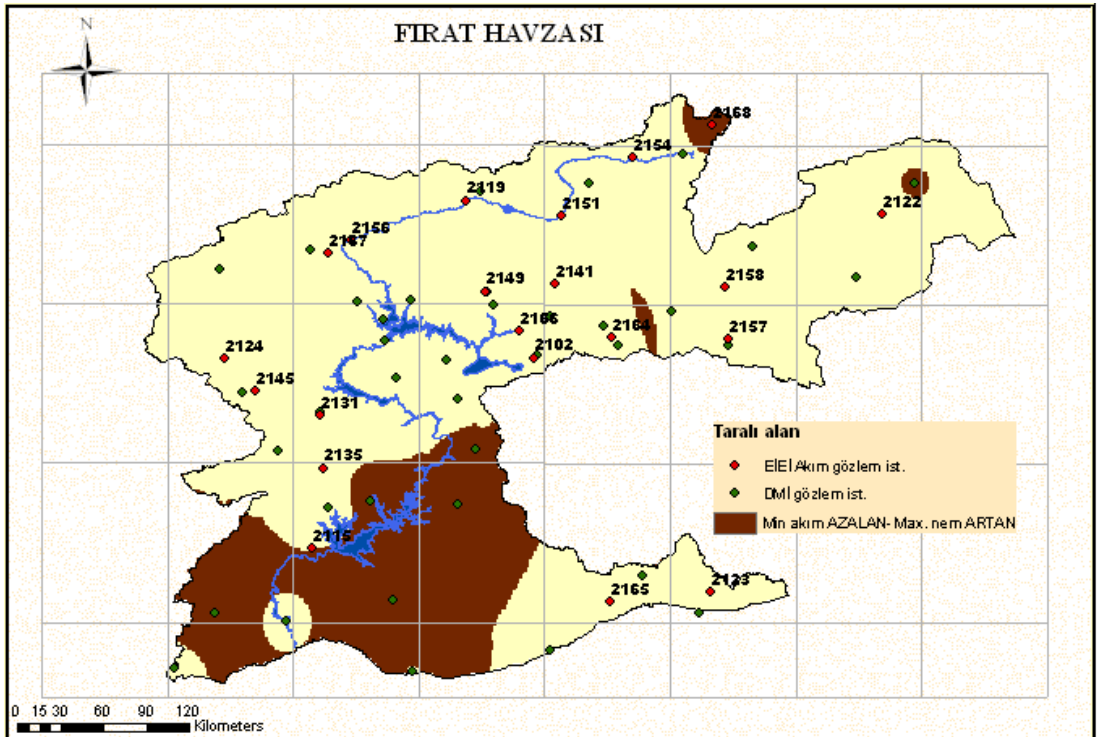
Şekil 4.11. Yıllık minimum akım için azalan, toplam yağış için azalan trendin çakıştığı alan



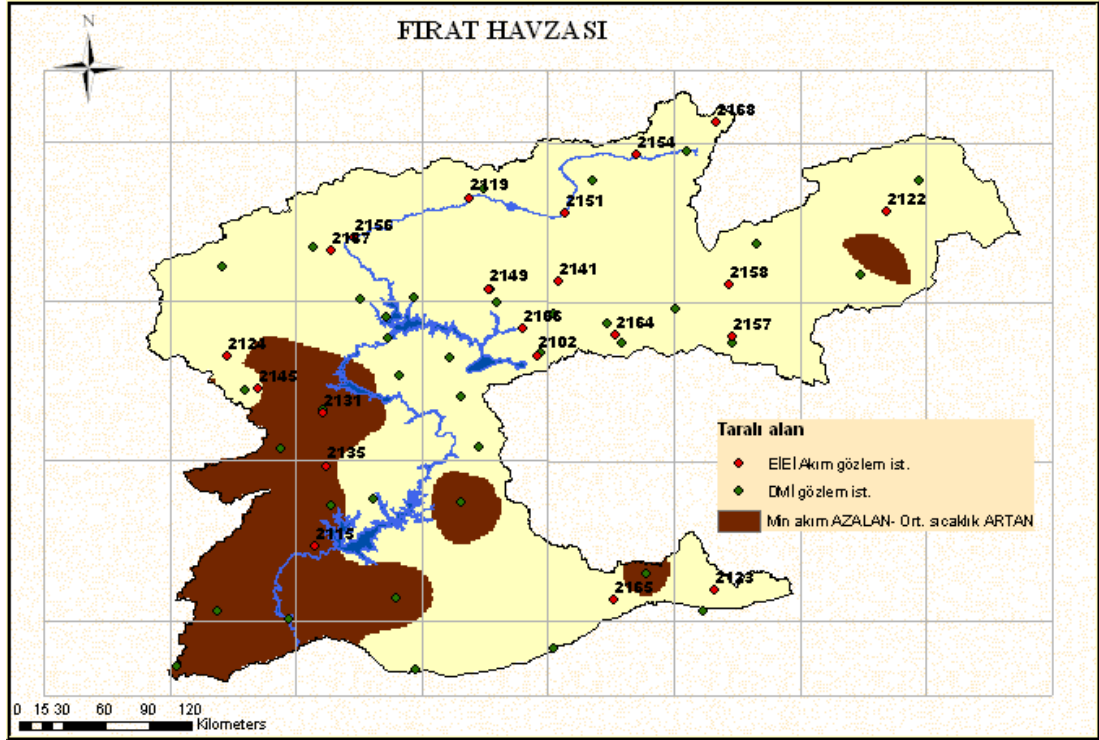
Şekil 4.12. Yıllık minimum akım için azalan, max. yağış için azalan trendin çakıştığı alan



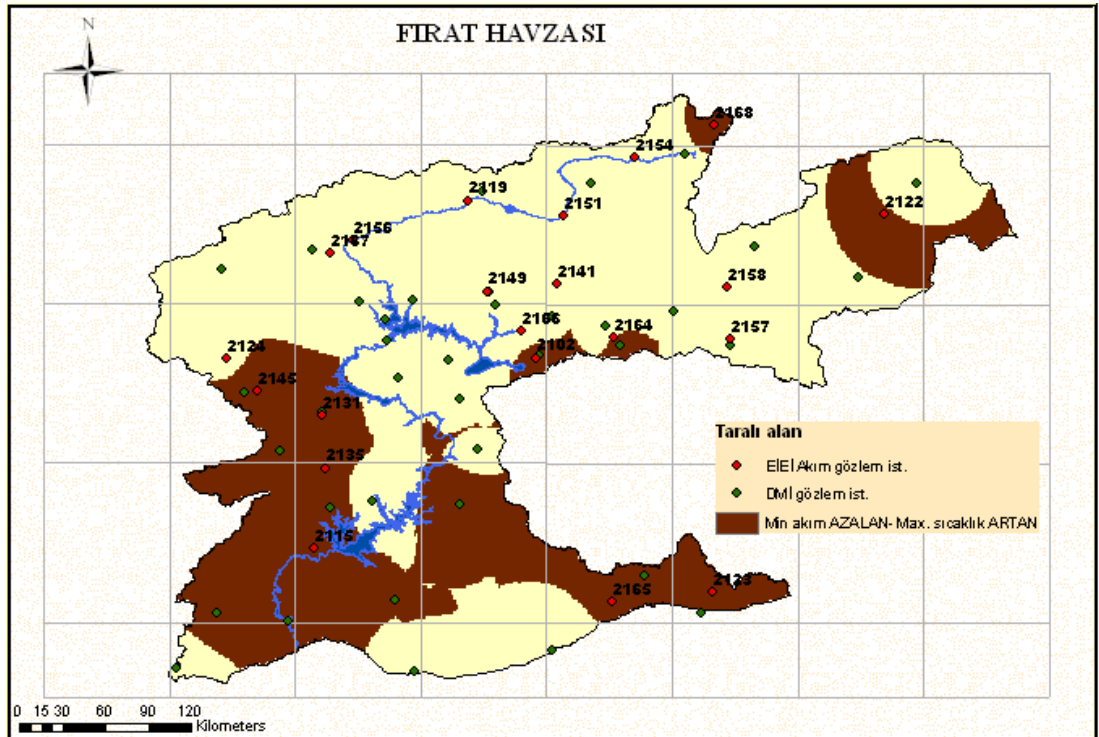
Şekil 4.13. Yıllık minimum akım için azalan, ort. nem için artan trendin çakıştığı alan



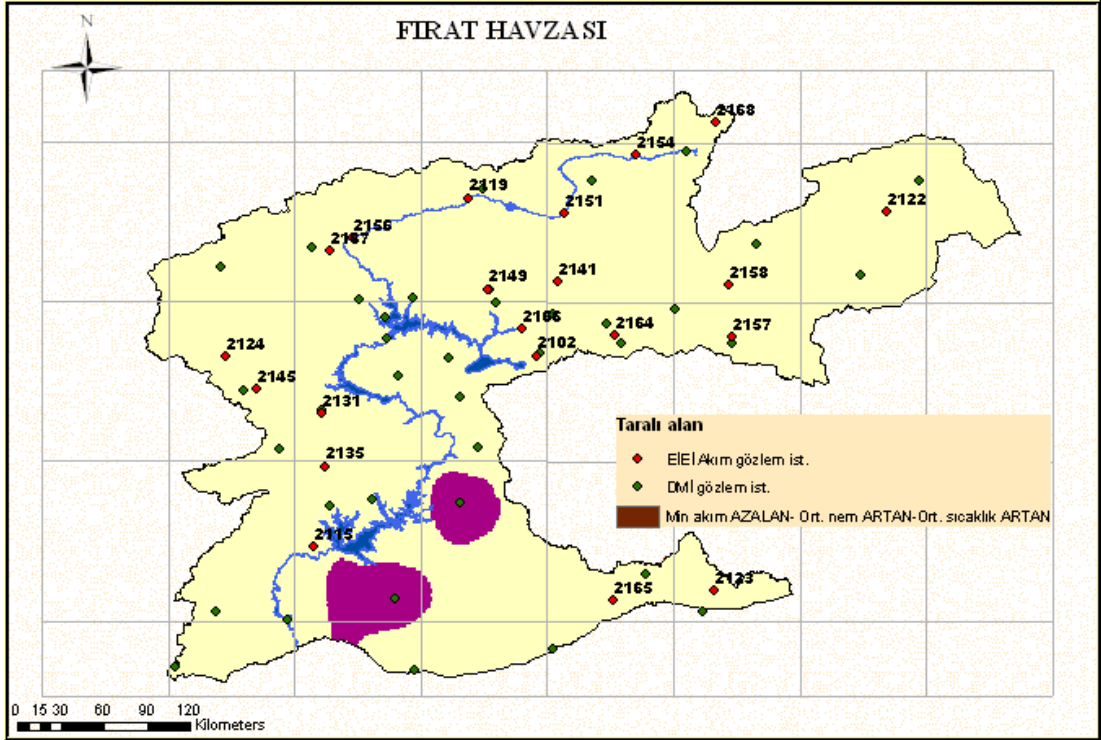
Şekil 4.14. Yıllık minimum akım için azalan, max. nem için artan trendin çakıştığı alan



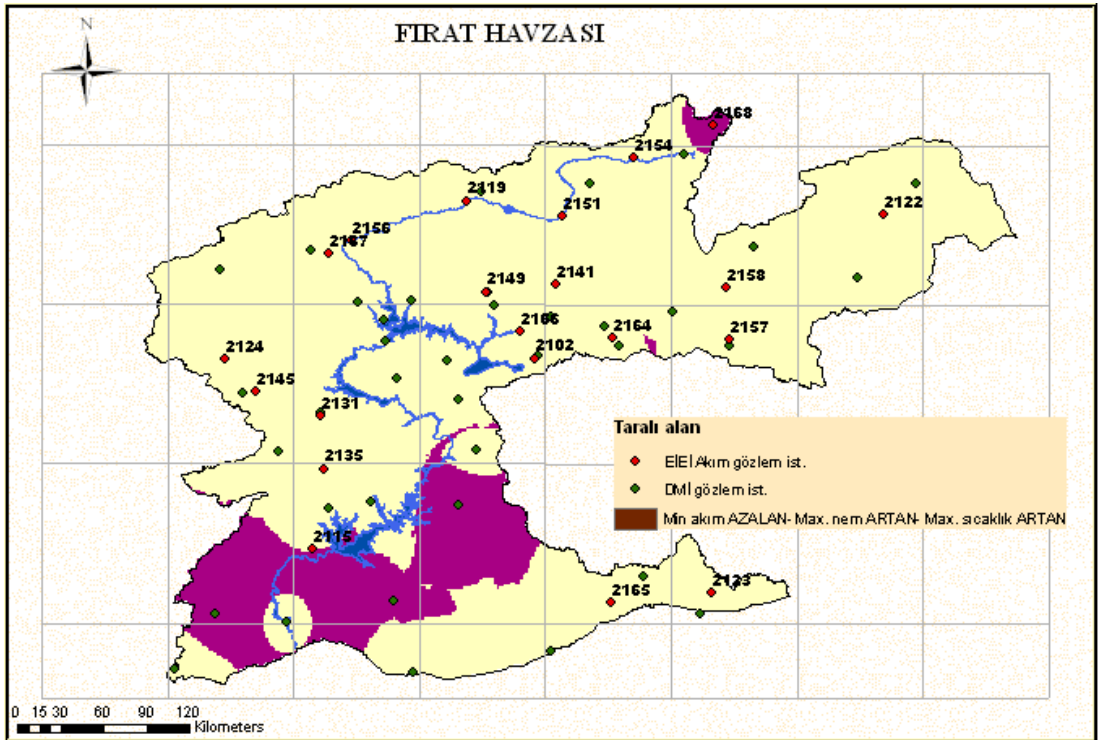
Şekil 4.15. Yıllık minimum akım için azalan, ort. sıcaklık için artan trendin çakıştığı alan



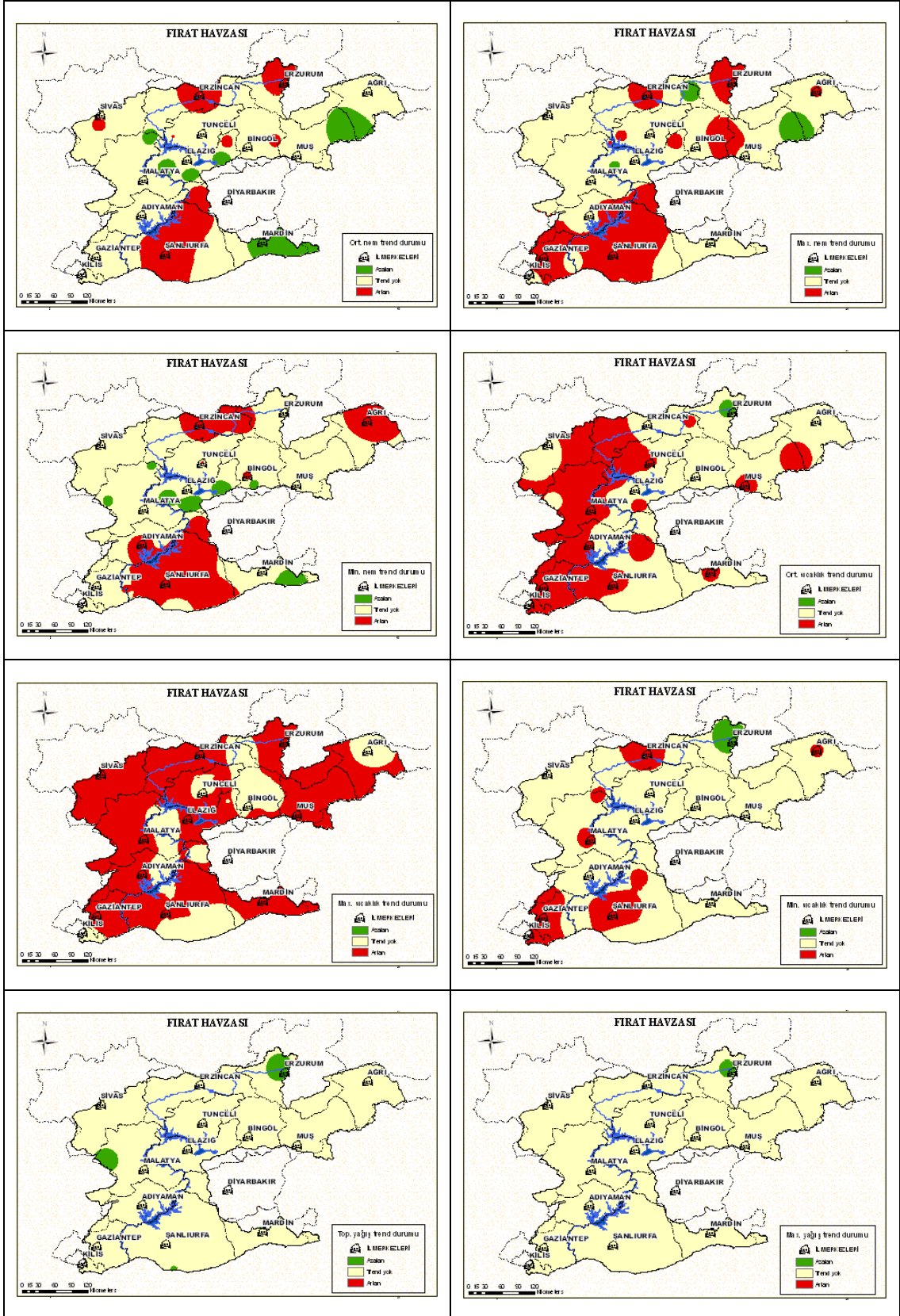
Şekil 4.16. Yıllık minimum akım için azalan, max. sıcaklık için artan trendin çakıştığı alan



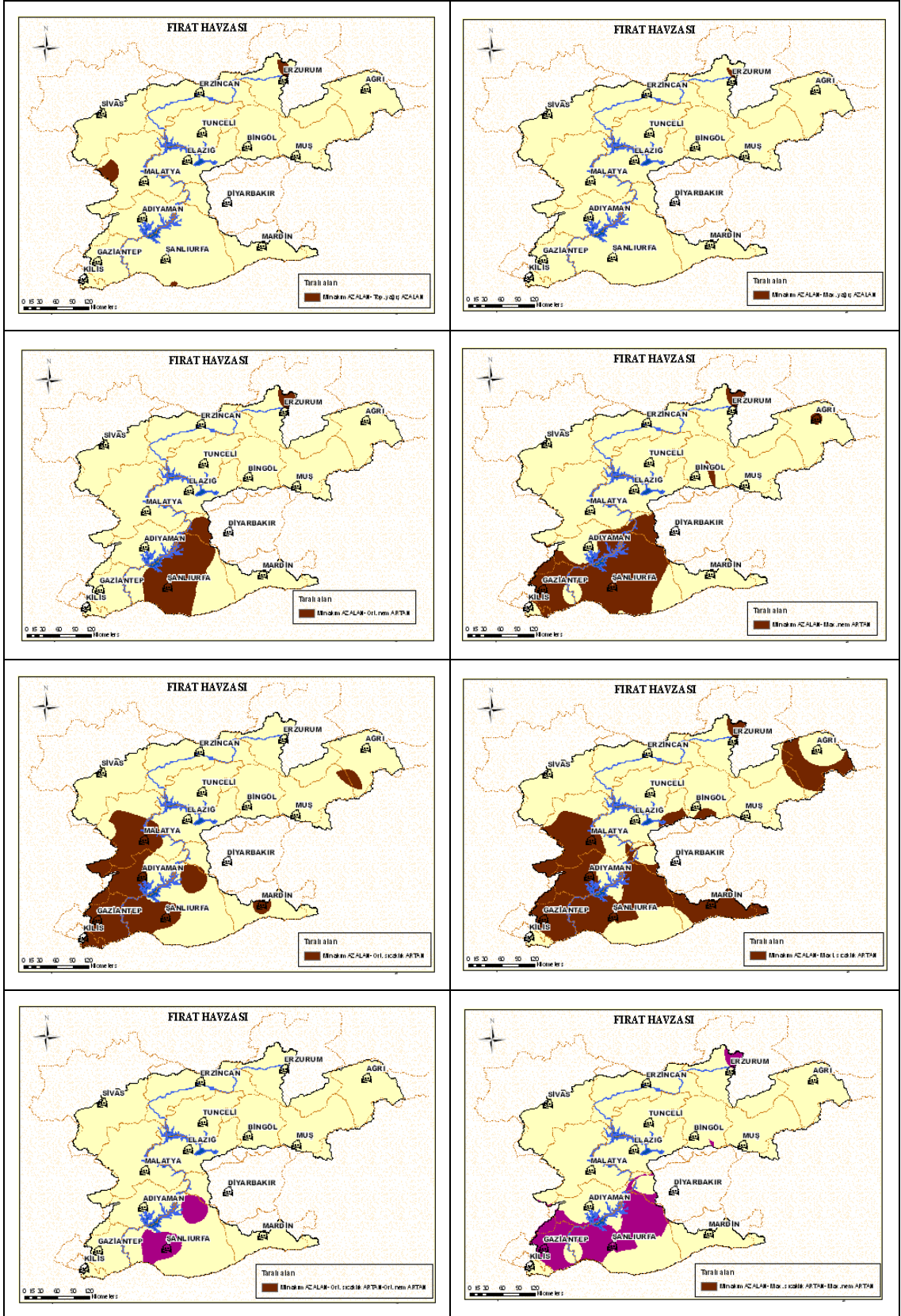
Şekil 4.17. Yıllık minimum akım için azalan, ort. nem artan ve ort. sıcaklık için artan trendin çakıştığı alan



Şekil 4.18. Yıllık minimum akım için azalan, max. nem artan ve max. sıcaklık için artan trendin çakıştığı alan



Şekil. 4.19. İstasyonların trend sonucuna göre oluşturulan tematik haritaların illere göre durumu



Şekil. 4.20. İstasyonların trend sonucuna göre harita “bindirme tekniği” ile oluşturulan tematik haritaların illere göre trend durumu

Ortalama ve maksimum sıcaklık değerlerinde artan trendlerin bulunması ve yine buna paralel olarak kısmi düzeyde de olsa yıllık toplam ve maksimum yağışlarda azalan değerlerin bulunması; akım değerlerinde tespit edilen belirgin azalmanın mantıklı gerekçesini göstermesi bakımından önemlidir. Çalışma alanında, belirli yerlere ait kısmi sonuçlar Şekil 4.19. ve Şekil 4.20' de gösterilerek aşağıda yorumlanmıştır.

Çizelge 4.6. Bulunan trendlerin Fırat Havzası'daki illere göre durumu

İL ADI	YAĞIŞ			SICAKLIK			NEM		MİN AK.
	TOPLAM	MAX.	ORT.	MAX.	MİN.	ORT.	MAX.	MİN.	
ŞANLIURFA			▲	▲▲	▲	▲▲	▲▲	▲▲	▼▼
MARDİN			▲	▲▲		▼▼			▼▼
GAZİANTEP			▲▲	▲▲	▲▲				▼▼
KİLİS			▲▲	▲▲	▲▲		▲		▼▼
ADİYAMAN			▲	▲▲			▲	▲	▼▼
DİYARBAKIR				▲▲					
MALATYA	▼			▲▲	▲				▼▼
ELAZIĞ				▲▲		▼			
TUNCELİ			▲	▲▲					
BİNGÖL				▲			▲		
MUŞ			▲	▲▲		▼			
SIVAS			▲	▲▲					
AĞRI				▲	▲	▼		▲▲	▼▼
ERZURUM	▼	▼		▲▲		▲	▲	▲	▼
ERZİNCAN			▲	▲▲	▲	▲	▲	▲▲	

▼▼	Belirgin etkili azalan
▼	Kısmen etkili azalan
▲▲	Belirgin etkili artan
▲	Kısmen etkili artan

Şanlıurfa ili çevresinde belirgin olarak yıllık minimum akım değerlerinde azalan trend gözlenirken, yıllık ortalama nem değerlerinde artan trend gözlenmiştir.

Şanlıurfa ili daha belirgin olmak üzere Şanlıurfa ve Gaziantep illeri çevresinde belirgin olarak yıllık minimum akım değerlerinde azalan trend gözlenirken, yıllık maksimum nem değerlerinde artan trend gözlenmiştir.

Gaziantep, Kilis ve Malatya illeri daha belirgin olmak üzere, Gaziantep, Kilis, Şanlıurfa, Adıyaman, Malatya illeri çevresinde belirgin olarak yıllık minimum akım değerlerinde azalan trend gözlenirken, yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde artan trend gözlenmiştir.

Gaziantep, Mardin, Şanlıurfa, Adıyaman, Malatya illeri daha belirgin olmak üzere, Ağrı, Erzurum illeri çevresinde belirgin olarak yıllık ortalama minimum akım değerlerinde azalan trend gözlenirken, yıllık maksimum sıcaklık değerlerinde artan trend gözlenmiştir.

Şanlıurfa ili çevresinde belirgin olarak yıllık minimum akım değerlerinde azalan trend gözlenirken, yıllık ortalama nem ve yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde artan trend gözlenmiştir.

Mardin ili' nde yıllık minimum akımda ve yıllık ortalama nem değerlerinde azalan trend gözlenirken, maksimum sıcaklık değerlerinde artan trend gözlenmiştir.

Şanlıurfa ve Gaziantep illeri çevresinde belirgin olarak yıllık minimum akım değerlerinde azalan trend gözlenirken, yıllık maksimum nem ve yıllık maksimum sıcaklık değerlerinde artan trend gözlenmiştir.

Nusaybin' deki trend durumu hariç, nem değerlerinde eksi trend gözlenen istasyonların genelde rakım değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Buradan, bu ve buna benzer; istasyon gözlem değerleri baz alınarak yapılan çalışmalarda, ölçüm değerlerine, istasyonların coğrafi konumlarının da etkisinin olabileceği sonucu ve bu konuda yapılabilecek yorumlar tartışmaya açıktır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.7. Nem değerlerindeki trend durumu ile istasyon rakımları arasındaki ilişki

İST. NO.	İSTASYON ADI	İSTASYON BİLGİLERİ			NEM DEĞERLERİ TREND DURUMU		
		ENLEM	BOYLAM	YÜKSEKLİK	ORT	MAX	MİN
17966	BİRECİK	37,0143	37,5716	345,07	o	o	(+)
17980	AKÇAKALE	36,4256	38,5650	360,77	(+)	(+)	o
17968	CEYLANPINAR	36,5029	40,0151	359,80	o	o	(+)
17948	NUSAYBİN	37,0524	41,1314	500,00	(-)	o	(-)
17912	SİVEREK	37,4512	39,1948	801,00	(+)	(+)	(+)
17874	ÇERMİK	38,0801	39,2804	700,00	(+)	(+)	(+)
17872	DOĞANŞEHİR	38,0544	37,5319	1280,00	o	o	o
17806	PALU	38,4204	39,5732	1000,00	(-)	o	(-)
17766	AĞIN	38,5618	38,4250	900,00	o	(+)	o
17804	KEBAN	38,4760	38,4348	808,00	o	o	o
17780	MALAZGİRT	39,0900	42,3260	1565,00	(-)	(-)	o
17768	ÇEMİŞGEZEK	39,0339	38,5611	953,00	(+)	(+)	o
17764	ARAPKIR	39,0224	38,2876	1200,00	(-)	o	(-)
17762	KANGAL	39,1424	37,2324	1541,00	(+)	o	o
17740	HINIS	39,2137	41,4236	1715,00	o	o	o
17734	DİVRİĞİ	39,2202	38,0707	1120,00	o	o	o
17718	TERCAN	39,4645	40,2351	1425,00	o	(-)	(+)
17275	MARDİN	37,1829	40,4608	1050,00	(-)	(-)	o
17270	ŞANLIURFA	37,0936	38,4736	547,19	(+)	(+)	(+)
17265	ADİYAMAN	37,4553	38,1642	672,00	o	o	(+)
17262	KİLİS	36,4300	37,0500	638,00	o	o	o
17204	MUŞ	38,4424	41,2925	1322,76	o	o	o
17261	GAZİANTEP	37,0412	37,2324	854,00	o	(+)	o
17201	ELAZIĞ	38,4048	39,1348	989,75	o	o	o
17199	MALATYA	38,2118	38,1835	947,87	o	o	o
17203	BİNGÖL	38,5307	40,2953	1177,00	o	o	(+)
17094	ERZİNCAN	39,4424	39,3001	1218,22	(+)	(+)	(+)
17165	TUNCELİ	39,0621	39,3303	980,91	o	o	(+)
17099	AĞRI	39,4301	43,0300	1632,00	o	(+)	(+)
17736	MAZGİRT	39,0116	39,3613	1400,00	o	o	o
17096	ERZURUM	39,5723	41,1013	1758,18	(+)	(+)	o
17842	BALABAN	38,2800	37,3500	1123,00	o	(+)	(-)
17774	KARAKOÇAN	38,5704	40,0328	1090,00	(+)	(+)	o
17844	SİVRİCE	38,2612	39,1830	1240,00	(-)	o	(-)
17843	BASKİL	38,3413	38,4912	1300,00	(-)	(-)	(-)
17776	SOLHAN	38,5812	41,0260	1366,00	(+)	(+)	o
17808	GENÇ	38,4536	40,3636	1250,00	o	o	(-)
17910	KAHTA	37,4644	38,3802	675,00	o	(+)	o

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

İnsan faaliyetlerinin düzenlenmesi ve gelecekteki iklim değişikliğinin tahmini açısından, iklimsel parametrelerdeki olası değişimlerin ortaya konulması büyük önem taşımaktadır. İklim değişikliğinin etkileri jeolojik kayıtlar, buzulların hacminde azalma, denizlerin yükselmesi, göllerdeki su sıcaklığının artışı, güncel ölçümler, aerosoller ve matematiksel modeller ile açıklanmaya çalışılabilir. Ancak, bu bilgiler içerisinde yer alan ve gözlemler yapılarak elde edilen meteorolojik veriler, iklimdeki yersel ve bölgesel değişkenliğin izlenmesi açısından en güvenilir ve en çok tercih edilen yöntemdir.

Bu çalışma Fırat havzasının tümünü; analiz için kullanılabilecek tüm akım gözlem istasyonlarının tüm uzun dönem ortalama, minimum ve maksimum değerleri ile, yine aynı havzadaki tüm meteorolojik istasyonların ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, toplam yağış, maksimum yağış, ortalama nem, maksimum nem ve minimum nem değerlerinin, yıllık ortalamalarının birlikte trend analizi altında değerlendirildiği ve kapsamlı tematik haritalarının oluşturulduğu bir çalışmadır.

Fırat Havzası'nda bulunan tarafından trend analizi yapılan AGİ' lerdeki trendlerin nedenlerinin belirlenebilmesi için havzada bulunan 38 adet meteorolojik istasyona ait maksimum yağış , toplam yağış, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, ortalama sıcaklık ve maksimum nem, minimum nem, ortalama nem verileri üzerinde trend analizi çalışması yapılmış ve analiz sonuçları harita üzerinde CBS tabanlı ArcGIS 9.2 programı yardımıyla gösterilmiştir.

Bu istasyonlarda trend belirlemek için parametrik olmayan Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi uygulanmış ve trend eğimlerini belirlemek için de Sen'in Trend Eğim metodu kullanılmıştır. Testlerde güven aralığı %95 olarak alınmıştır.

İklim parametrelerinden; sıcaklık, nem ve yağışla ilgili kayıtlardan ve ölçülen akım kayıtlarından elde edilen trend değerleri haritalara işlenmiş ve daha sonra çalışma alanını içeren haritalar da, harita bindirme yöntemi ile karşılaştırılarak, anlamlı bölgeler elde edilmiştir.

Böylelikle hem birbirine paralel değişimlerin gözle görülebilir alanları belirlenerek tematik haritalara ulaşılmış ve hem de bu tür çalışmalar için geliştirilmeye açık bir yöntem tanımlanmıştır.

Kaldı ki bu tür haritalar da, iklim değişikliğinin diğer parametrelerinin yanı sıra, topoğrafik veya diğer fiziksel şartların etkisini işlemek ve izlemek mümkün olabileceği gibi, insan eliyle oluşturulan (barajlar, yeni sulama alanları vs.) yeni değişimlerin de bu harita veri tabanına eklenmesi ve birlikte değerlendirilebilmesi gibi bir olumlu sonuç da doğmaktadır.

Üstelik çalışma alanlarının büyümesi, veri alınan istasyonların sayısının artması, güncel verilerin eklenmesi, yeni yapısal değişimlerin sisteme eklenmesi gibi sistemi dinamik bir yapıya iten sebepler düşünüldüğünde de, bu tür bir yöntemin kullanımının ve süreklilik kazanmasının hem bir zorunluluk ve hem de bir şans olabileceği unutulmamalıdır.

Harita bindirme metodu ile, iklim değişikliğinin gösterge parametrelerindeki değişimlerin, su kaynaklarını temsil eden akımlarda da kendisini trendlerle göstermesi, iklim değişikliğinin su kaynaklarına olan etkisini göstermesi bakımından önemlidir. Üstelik bu çalışmanın harita bazlı yapılması, çeşitli su kaynakları proje alanlarına etkisini de göstermesi bakımından önemlidir.

Haritaların görsel olarak değerlendirilmesi sonucu; elde edilen ve rahatça yorumlanan alanlarda su kaynaklarının etkin kullanımı için değerlendirmelerin yapılması, su kaynaklarını etkileyen parametrelerle ilgili projeksiyonların yapılması ve önlemlerin alınması, ekonomik açıdan da havza yönetimi konusunda bir başarıyı sağlayacaktır.

Çalışmanın ArcGIS ile ilgili olan bölümünde tematik haritalar oluşturulmuş ve overlay mapping (harita bindirme) analizi ile çeşitli sorgulamalar yapılmıştır. Havza bazında sorgulamalara bakıldığında, havzanın özellikle batı, güney ve güneybatı kesimlerinde yıllık minimum akım değerlerinde anlamlı bir azalan trend gözlenirken, sıcaklık ve nem değerlerinden elde edilen trend sonuçlarına bağlı olarak aralarında ilişki kurulabilen anlamlı sonuçlara ulaşılmıştır.

Çalışma alanı üzerinde elde edilen bölgeler incelendiğinde, gerek GAP Projesi kapsamında inşa edilen yeni barajların son 10-15 yıllık periyotta devreye girmesi ve gerekse yeni bölgelerin sulamaya açılması, bu gelişmelerin etkilerinin hissedildiği görülmektedir. Özellikle Aşağı Fırat havzası genelinde ova sulamalarına bağlı nem artışının gözlemlendiği ve Mardin gibi yüksek rakımlı alanlarda bu değerlerin düşük olduğu gözlenmiştir. Bu durum ortalama ve maksimum nem değerlerinde özellikle gözlenmektedir.

Akımlarda ki trendin bilinmesi su kaynaklarının planlanma ve işletmesinde büyük önem taşır. Ortalama ve düşük akımlarla ilgili hidrolik bilgiler baraj ve haznelerin kapasitesinin hesabında ve baraj işletmesinde, taşkınlarla ilgili bilgiler taşkın yapılarının projelendirilmesi ve işletmesinde, düşük akımlarla ilgili bilgiler, su kalitesinin kontrolü ile ilgili problemlerde ve su temini projelerinde gereklidir. Akımlarda trend bulunması gelecek için verilecek kararları önemli ölçüde etkileyecektir.

Bu çalışma, bir proje çerçevesinde oluşturulan geniş tabanlı bir harita veri altyapısını oluşturması bakımından önemli olmakla birlikte, havzaların iklime dayalı

su kaynakları performansını göstermesi ve yeni uyarlamalara açık olması bakımından da etkindir. Buna rağmen, çalışma yeni irdeleme, öneri ve eklentilere açıktır.

Bu çalışma, esnek bir yapıda olup her geçen gün teknolojideki gelişmelere ve güncel/kapsamlı verilere paralel olarak geliştirilmeye açık bir yapıdadır. Mevcut verilerle elde edilen sonuçlar çalışma alanımızı oluşturan Fırat havzası ve diğer bölgelerde;

- Mevcut su kaynaklarının tespiti,
- İklimsel değişikliklerin su kaynaklarına etkisinin ve değişimlerin incelenmesi,
- Mevcut su kaynaklarının uzun yıllar gözlenmiş meteorolojik verilerinin değerlendirilmesi,
- Kaynaklardaki mümkün olabilecek azalmanın ve nedenlerinin belirlenmesi,
- Taleplerin belirlenmesi,
- Bu bölgede gelecekte su sıkıntısının oluşup oluşmayacağına tespiti,
- Su kaynaklarının durumuna bağlı olarak kuraklık oluşup oluşmayacağına tespiti,
- Nüfus artışı ve ekonomik gelişmeyle birlikte su talebinde ve tüketiminde gözlenebilecek değişimler,
- Nüfus yoğunluğunun artmasına bağlı olarak içme suyunun gelecekte ihtiyacı karşılayıp karşılayamayacağına tespiti,
- Su kaynaklarının daha verimli kullanılabilmesi için alınabilecek önlemler, alternatif çözüm önerileri,
- Kısa, orta ya da uzun vadeli yönetim planlarının nasıl sekilenmesi gerektiği,
- Su kaynaklarının ekonomik, çevresel ve sosyal boyutunun belirlenmesi,
- Su kaynakları ve kullanımı ile yaşam standardı arasındaki ilişki,
- Potansiyel hadiselerde yönetim ölçütünün belirlenmesi, gerekli yasal düzenlemelerin, kuralların ve prosedürlerin hazırlanması,
- Su kaynaklarının tasarrufu konusunda duyarlılığın sağlanmasıyla birlikte benzer çalışmalar yoluyla, sürekli değişen verilerin dinamik nitelikte bir ölçme değerlendirme mekanizmasını uygulanabilirliğini göstermiştir.

Havzadaki yapılara (sulama, elektrik vb. tesisler) harcanan maddi kaynakların büyüklüğü ve önemi düşünüldüğünde; gerek projenin tümünün veya bir kısmının faaliyeti sonrası akımlardaki değişmelerin (işletme açısından) takibi, gerekse yapıların ve arazilerin (taşkın riskine karşı) korunması açısından trend analizi gibi bir değerlendirme mekanizmasıyla kontrolü ve bunun dinamik bir şekilde uygulanması amaçlanmıştır.

Bölgenin, (Suriye sınırındaki geniş ve uzun bandın), mayınlardan temizlenmek suretiyle organik tarım amaçlı kullanılacağı düşüncesi ve akımlarda gözlenen azalan trendin sınır aşan sular kapsamına giren yerlerde yoğunlaşması, suyun yüzyılımızda giderek artan önemi de dikkate alındığında, su kaynakları planlayıcıları ve ilgili konularda çalışma yapan kişiler için göz önünde bulundurulması gereken önemli bir veri oluşturmaktadır

Çalışmanın tamamı irdelendiğinde iklim değişikliği ve dolayısıyla küresel ısınmanın su kaynakları kullanımı üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Bu etkinin olumsuz yönlerini ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için sunulabilecek en önemli öneri su kaynaklarının planlı ve verimli bir şekilde kullanılmasıdır. Su kaynaklarının planlı ve verimli bir şekilde kullanılması dünyadaki su dengesini koruyacağından, hidrolojik çevirimin sorunsuz ve eksiksiz bir şekilde gerçekleşmesini sağlayacağından ve ekolojik dengenin korunmasını sağlayacağından iklim değişikliğinin ve dolayısıyla küresel ısınmanın gerçekleşmesini de ya büyük oranda engelleyecek veya geciktirecektir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, havzadaki içme ve sulama amaçlı su kullanımı ve yönetimleri, bölgedeki tarım politikasının iklim değişimi ve sulama suyu miktarına göre belirlenmesi, doğabilecek sel ve taşkın gibi aşırı doğa olaylarına karşı önlemlerin alınması ve bunların sonucunda doğabilecek insan hayatını tehdit eden salgın hastalıkların önlenmesine yönelik gerekli tedbirlerin, bölgedeki resmi kurumlarca alınması açısından fayda sağlayacaktır

Sonuç olarak, Fırat Havzasındaki akım gözlem istasyonları ile meteorolojik gözlem istasyonlarına ait verilerin analizi sonucunda iklim değişiminin havzadaki su

kaynaklarına olan etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Havza genelinde mevcut durumda meydana gelmekte olan değişiklikler gözlemlendiğinde, özellikle sıcaklık ve nem değerinde artış olan bölgelerde min. akım değerlerindeki azalma olduğu sonucu dikkat çekicidir. Şartların süregelen şekilde devam etmesi halinde, durumun gözlemlendiği bölgelerde tarımsal faaliyetlerin yapılabilmesi için en önemli faktörlerden birisi olan su ihtiyacının artma olasılığı, özellikle tarımsal faaliyetlerin sadece doğal sulama yöntemleriyle yapıldığı bölgelerde daha fazla etkili olabilecektir.

KAYNAKLAR

- AKÇA, M.D., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemi ile Çevresel Verilerin Modellenmesi: Trabzon-Değirmendere Vadisi Örneği. Yüksek lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- AKIN G., AKIN, M., 2007. Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 47, 2 : 105-118.
- ARNELL, N. W., 1998. Climate Change and Water Resources in Britain. Climatic Change 39: 83–110.
- BAYAZIT, M., 1996. İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri. İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası., İstanbul. 245s
- BAYAZIT, M., CİGİZOĞLU, H., K., ÖNÖZ, B., 2002. Türkiye Akarsularında Trend Analizi. Tmh - Türkiye Mühendislik Haberleri Sayı 420–421–422 / 2002/4–5–6
- BURN, D.H. AND ELNUR, M.A.H., 2002. Detection of Hydrological Trends and Variability, Journal of Hydrology, 255, 107-122
- BROWN, L. R. ET AL., 2000. Dünyanın Durumu 2000. TÜBİTAK-TEMA, Yayın No: 32, İstanbul.
- CEBE, E., N., 2007. Türkiye Akarsularında Mevsimsel Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. İx .s.
- CİGİZOĞLU H.K., BAYAZIT, M., ÖNÖZ, B., YILDIZ, M., MALKOÇ, Y., 2004. Türkiye Nehirleri Taşkın, Ortalama ve Düşük Akımlarındaki Trendler. IV. Ulusal Hidroloji Kongresi, İstanbul.
- ÇINAR.M., 2004. Ortadoğu’da Su Sorunu ve Türkiye. Aydınlanma 1923 Dergisi , Yıl:6 Sayı:42
- DEMİR, İ., KILIÇ, G., COSKUN, M., SÜMER, U.M. 2008. Türkiye’de Maksimum, Minimum ve Ortalama Hava Sıcaklıkları ile Yağış Dizilerinde Gözlenen Değişiklikler ve Eğilimler. TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 69-84. TMMOB adına TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası, Ankara.
- DMİ, 2009. <http://www.tumas.dmi.gov.tr/wps/portal/>(Erişim: 21 Şubat 2009)
- DSİ, 2009. Toprak ve Su Kaynakları. <http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm> (Erişim: 06 Temmuz 2009)
- EİEİ. 2000. Akım Gözlem Yıllığı. Ankara
- EİEİ, 2009. <http://www.eie.gov.tr/turkce/hidroloji/havzalar.html> (Erişim: 22 Şubat 2009)
- ERDOĞAN, F., 1989. Türkiye’de Yaygın Kuraklık. Meteoroloji Mühendisleri Odası Bülteni 2:1-4.
- ERYILMAZ, Y., 2000. Uzaktan Algılama Metoduyla Arazi Kullanımının Sınıflanması ve Arazi Kullanımında Değişikliklerin Tespiti (Çanakkale Örneği, 1992-1998). Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü, Kocaeli.
- FINDIK, A., 2007. İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkileri. II. Çevre Sorunları Konferansı, Fatih Üniversitesi, İstanbul. 2-4 Syf. <http://cevre.club.fatih.edu.tr/webyeni/konfreweb/konu4.pdf> (Erişim: 04 Temmuz 2009)

- FU, G., CHEN, S., LIU, C., and SHEPARD, D., 2004. Hydro-Climatic Trends of the Yellow River Basin for the Last 50 Years. *Climatic Change*, 65(1-2):149-178.
- GAN, Y.T., 1998. Hydroclimatic Trends and Possible Climatic Warming in the Canadian Praires. *Water Resources*, 34(11):3009–3015.
- GAP, 2009. <http://www.gap.gov.tr/gap.php?sayfa=Turkish/Ggbilgi/gnedir.html> (Erişim: 03 Mart 2009)
- GEMMER, M., BECKER, S., and JIANG T., 2004. Observed Monthly Precipitation Trends in China 1951–2002. *Theoretical and Applied Climatology*, 77(1–2):39–45.
- GONG, DAO- Yİ, SHI PEI- JUN, WANG JİNG- Aİ, 2004. Daily Precipitation Changes In the Semi- Arid Region Over Northern China. *Journal of Arid Environment*, 59(4) : 771-784
- GÜMÜŞ, V., 2006. Fırat Havzası Akımlarının Trend Analizi ile Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, HÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, şanlıurfa. 80 s.
- GÜRKAN, D., 2005. Seyhan Havzasında İklim Değişimlerinin Yüzeysel Su Kaynaklarına Olan Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1 s.
- HISCOCK, K.M., LISTER, D.H., BOAR, R.R. and GREN, F.M.L., 2001. An integrated assessment of long-term changes in the hydrology of three lowland rivers in eastern England. *Journal of Environmental Management*, 61, 195-214.
- HUNTER, J., W., 2003. iklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü İçin Kılavuz. UNFCCC, Bonn.
http://unfccc.int/resource/docs/publications/caring_trk.pdf (Erişim: 16 Haziran 2009)
- KADIOğLU, M., TOROS, H., ve KURTULUŐ, B., 1994. Küresel Isınma ve Türkiye’ de Yağış Trendleri. T.C. Bayındırlık ve İşkan Bak. DSİ Genel Müd., 40. Kuruluş Yılı, Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirme Konferansı Bildirileri, Cilt. 1, Ankara, 467–476.
- KADIOğLU, M., 1997, Trends in Surface Air Temperature Data Over Turkey. *Int. J.Climatol.*, 17: 511-520.
- KAHYA, E., KALAYCI, S., 2004. Trend Analysis of Streamflow in Turkey. *Journal of Hydrology*, 289 : 128–144.
- KALAYCI S., KAHYA E., 1998. Susurluk Havzası Nehirlerinde Su Kalitesi Trendlerinin Belirlenmesi. *J. of Engineering and Environmental Science*.
- KAYNAK I, 2004. ArcGIS Uygulama Dökümanı, 1. Baskı, Ankara.
- KAYNAK II, 2009. Orta Doğu’ daki Suların Hidropolitik ve Teknik Değerlendirilmesi),
<http://www.ekitapyayin.com/id/062/susurun02.htm> (Erişim: 03 Mart/2009)
- KENDALL, M.G., 1975. Rank Correlation Methods. Charles Griffin, London.
- KİM, B. Y., KİM, H. S., SEOH, B. H., and KİM, N. W., 2007. Impact of Climate Change on Water Resources in Yongdam Dam Basin, Korea. *Stoch Environ Res Ris Assess* 21:355–373.
- KOSİF, K., 1999. Yeşilırmak Havzası İklim Parametrelerinin Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi, GÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 244s
- LANGAN, S.J., JOHNSTON, L., DONAGHY, M.J., YOUNGSON, A.F., and HAY, D.W., SOULSBY, C., 2001. Variation in River Water Temperatures in an Upland Stream Over a 30-Year Period, the *Science of the Total Environment*, 265, 195- 207.

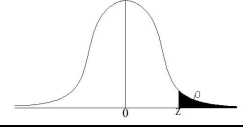
- LEGESSE, D., VALLET-COULOMB, C. and GASSE, F., 2003. Hydrological Response of a Catchment to Climate and Land use Changes in Tropical Africa: case study South Central Ethiopia. *Journal of Hydrology*, 275, 67-85.
- MANN, H. B., 1945. Non-parametric Test Against Trend. *Econometrika*. 13: 245-259.
- MANN, M., 2002. Large-Scale Climate Variability and Connections with The middle East in Past Centuries. *Climatic Change* 55: 287-314.
- MORRISON, J., QUICK, M.C. and FOREMAN, M. G. G., 2002. Climate Change in the Fraser River watershed: flow and temperature projections. *Journal of Hydrology*, 263, 230-244.
- NAWAZ, N. R., ADELOYE, A. J., 2006. Monte Carlo Assessment of Sampling Uncertainty of Climate Change Impacts on water Resources Yield in Yorkshire, England. *Climatic Change* 78: 257-292.
- ÖZTÜRK, M., ÇELİK, R., 2008. Diyarbakır Ovasının Yeraltı Su Seviye Haritalarının Coğrafik Bilgi Sistemi (CBS) ile Tespiti. *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, Bildiriler Kitabı*, 125-135, Ankara.
- PARTAL, T ve KAHYA, E., 2006. Trend Analysis in Turkish Precipitation Data. *Hydrology Process*. 20(9):2011-2026.
- PAYNE, J.T., WOOD, A. W., HAMLET, A. F., PALMER, R. N., and LETTENMAIER, D. P., 2004. Mitigating The Effects of Climate Change On The water Resources of The Columbia River Basin. *Climatic Change* 62: 233-256.
- PILLING, C.G. and JONES, J.A.A., 2002. The Impact of Future Climate Change on Seasonal Discharge, Hydrological Processes and Extreme Flows in the Upper Wye Experimental Catchment, Mid-Wales, *Hydrological Processes*, 16(6), 1201-1213.
- SEN, P.K., 1968, Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau, *J. Am. Stat. Assoc.*, 63: 1379-1389.
- TECER, L.H., OKUTAN, H ve., CERİT, O., 2004. İklim Değişimi: 1975-2001 Periyodunda Rize Yağış ve Sıcaklık Trendlerinin Analizi. *I. Ulusal Çevre Kongresi*, 13-15 Ekim, 355-365.
- THOMSON, A. M, BROWN, R. A., ROSENBERG, N. J., SRİNIVASAN, R. And IZAURRALDE, R. C., 2005. Climate Change Impacts for The Conterminous Usa: an Integrated Assessment. *Climatic Change* 69: 67-88.
- TMMOB Su Raporu, 2009. Küresel Su Politikaları ve Türkiye. Ankara. 48.syf.
- TURAN, F., 2002. Türkiye'nin Su ve Toprak Kaynakları Potansiyeli ve Gelişimi. *TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri Sayı 420-421-422 / 2002/4-5-6*.
- TÜRKEŞ, M., SÜMER, U.M., and KILIÇ, G., 1995. Variations and Trends in Annual Mean Air Temperatures in Turkey With Respect to Climatic Variability. *International Journal Climatol.*, 15: 557-569.
- TÜRKEŞ, M., 1996. Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey. *International Journal of Climatology* 16:1057-1076.
- TÜRKEŞ, M., 1998a. İklimsel Değişebilirlik Açısından Türkiye'de Çölleşmeye Eğilimli Alanlar. *DMİ/İTÜ II. Hidrometeoroloji Sempozyumu Bildiri Kitabı*, 45-57, T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- TÜRKEŞ, M., SÜMER, U. M. ve ÇETİNER, G. 2000. Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve

- Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.
- WERRITTY, A., 2002. Living with Uncertainty: Climate Change, River Flows and Water Resource Management in Scotland. *The Science of the Total Environment*, 294, 29-40.
- YE, Q., GLANTZ, M. H., 2005. The 1998 Yangtze Floods: The Use Of Short-Term Forecasts in The Context Of Seasonal To Interannual Water Resource Management. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*10: 159–182.
- YENİGÜN, K., GERGER, R., 2006. GAP Bölgesinde Su Kaynakların Verimli Kullanımı, Planlama ve Yönetimi Üzerine İrdelemeler ve Kısa Örneği. TMMOB Su Politikaları Kongresi, s:123, Ankara.
- YENİGÜN, K.GÜMÜŞ, V., BULUT, H., 2008. Trends in Streamflow of The Euphrates Basin, Turkey. *Proceedings of The Institution of Civil Engineers Water Management* 161 Issue WM4 Pages 189–198.
- YENİGÜN, K., ECER, R., YEŞİLNACAR, M.İ., 2009. Hidrolojik Verilerdeki Trendlerin Sebep-Sonuç İlişkisinin Harita Üzerleme Tekniği ile İncelenmesi ve Fırat Havzası/GAP Su Kaynakları İçin Örnek Bir Uygulama. II.Ulusal Baraj Güvenliği Sempozyumu, Osmangazi Üniversitesi, ESKİŞEHİR, 668-678 s.
- YEŞİLATA, B., BULUT, H., YEŞİLNACAR, M.İ., 2004. GAP Bölgesinde Sıcaklık ve Nem Parametrelerindeki Baraj Gölü Kaynaklı Değişim Trendinin Araştırılması. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, Sayı: 83, s. 21-31.
- YILMAZ, İ, 1999. Doğu Karadeniz Havzasındaki İklim Trendleri ve Olası Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, GÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 84s.
- YU, P.S., YANG, T.C. and WU, C-K, 2002. Impact of Climate Change on Water Resources in Southern Taiwan. *Journal of Hydrology*, 260, 161-175.
- YU, S., ZOU, S., WHITTEMORE, D. 1993. Non-parametric Trend Analysis of Water Quality Data of Rivers in Kansas. *Journal of Hydrology* 37.
- YUE, S., HASHINO, M., 2003. Long Term Trends of Annual and Monthly Precipitation in Japan. *Journal of the American Water Resources Association*, 39(3):587–596.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Diyarbakır'da doğdu. İlköğretim ve lise eğitimini Diyarbakır'da tamamladı. 2003 yılında Dicle Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2006 yılında Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2005 yılında Karayolları 9. Bölge Müdürlüğü'ne inşaat mühendisi olarak atandı ve halen görevine devam etmektedir

EKLER



EK Şekil 1. Normal dağılım tablosu

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
3.5	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
3.6	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.8	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09

ÖZET

Son yıllarda yapılan çalışmalar, iklim değişimlerinin yağış, buharlaşma-terleme ve yüzeysel akış gibi hidrolojik döngünün bileşenleri üzerinde önemli etkilere sebep olacağını göstermektedir. İnsan yaşamının temel ihtiyacı olan suyun, iklim değişimlerinin doğuracağı etkilerden dolayı ve doğrudan etkilenmesi kaçınılmazdır.

İnsan faaliyetlerinin düzenlenmesi ve gelecekteki iklim değişikliğinin tahmini açısından, iklimsel parametrelerdeki olası değişimlerin ortaya konulması büyük önem taşımaktadır. İklim değişikliğinin etkileri jeolojik kayıtlar, buzulların hacminde azalma, denizlerin yükselmesi, göllerdeki su sıcaklığının artışı, güncel ölçümler, aerosoller ve matematiksel modeller ile açıklanmaya çalışılabilir. Ancak, bu bilgiler içerisinde yer alan ve gözlemler yapılarak elde edilen meteorolojik veriler, iklimdeki yersel ve bölgesel değişkenliğin izlenmesi açısından en güvenilir ve en çok tercih edilen yöntemdir.

Su kaynakları sistemlerinin planlanması ve yönetilmesi aşamasında iklim değişiminin etkisi büyük olduğundan kararların iklim değişiminin iyi ve doğru şekilde değerlendirildikten sonra verilmesi gerekir. Trend, bir rastgele değişkenin değerlerinde zamana bağlı olarak bir değişimin (azalma/artma) olmasıdır. İklim parametrelerinin (yağış, sıcaklık gibi) değişken olmasından dolayı su miktarlarının zaman içindeki trendinin bilinmesi yapılacak olan çalışmalar sırasında en önemli etken olacaktır.

Hidrolojik olarak 26 havzaya ayrılmış olan ülkemizde Meriç, Çoruh, Aras, Dicle ve Fırat havzaları sınır aşan sular kapsamına girmektedir. Bu havzaların Türkiye topraklarından kaynaklanan yıllık ortalama su potansiyelleri sırasıyla; 1.33, 6.30, 4.63, 21.33 ve 31.61 milyar m³ tür. Toplam 65.2 milyar m³ lük bu değer, ülkemizin yer aldığı coğrafi bölgenin jeopolitik durumu da göz önünde bulundurulduğunda büyük önem arz etmektedir.

Su potansiyeli açısından önemli bir yere sahip olan Fırat Havzası, çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bu çalışma içerisinde, elde edilecek bilgiler doğrultusunda iklim parametrelerinin iklim değişimlerine bağlı olarak, su kaynakları üzerinde etkilerinin tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışma sonucunda bu etkilerin en aza düşürülmesini sağlayacak politikanın belirlenmesi için gerekli bilgiler elde edilmiş olacaktır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, havzadaki içme ve sulama amaçlı su kullanımı ve yönetimleri, bölgedeki tarım politikasının iklim değişimi ve sulama suyu miktarına göre belirlenmesi, doğabilecek sel ve taşkın gibi aşırı doğa olaylarına karşı önlemlerin alınması ve bunların sonucunda doğabilecek insan hayatını tehdit eden salgın hastalıkların önlenmesine yönelik gerekli tedbirlerin, bölgedeki resmi kurumlarca alınması açısından fayda sağlayacaktır.

Bu çalışmanın amacı, iklimde meydana gelmesi öngörülen değişikliklerin bölgenin su potansiyelini nasıl etkileyeceği sorusuna cevap aramaktır. Havzadaki yapılara (sulama, elektrik vb. tesisler) harcanan maddi kaynakların büyüklüğü ve önemi düşünüldüğünde; gerek projenin tümünün veya bir kısmının faaliyeti sonrası akımlardaki değişmelerin (işletme açısından) takibi, gerekse yapıların ve arazilerin (taşkın riskine karşı) korunması açısından trend analizi gibi bir değerlendirme mekanizmasıyla kontrolü ve bunun dinamik bir şekilde uygulanması amaçlanmıştır.

Türkiye'nin en önemli havzalarından biri olan Fırat Havzasında bulunan akım gözlem istasyonlarının, yıllık ortalama maksimum ve minimum akımlarının; meteoroloji istasyonlarının ise; yıllık toplam yağış, yıllık maksimum yağış, yıllık ortalama sıcaklık, yıllık maksimum sıcaklık, yıllık minimum sıcaklık, yıllık ortalama nem, yıllık maksimum nem, yıllık minimum nem değerlerinin trend analizi yapıp, anlamlı bir trend varlığı aranmıştır ve nedenleri sorgulanmıştır.

Fırat Havzası'nda, EİEİ tarafından işletilen 21 akım gözlem istasyonu ile DMİ tarafından işletilen 38 meteoroloji istasyonu için trend analizi testleri değerlendirilmiş ve bunlar içerisinde en güçlü olduğu belirlenen parametrik olmayan Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi tercih edilmiştir.

Ardından, çeşitli mühendislik disiplinlerinde sıklıkla kullanılan ve su kaynakları alanında henüz kullanılan, ancak alansal çalışmalarda kolay yorumlama özelliği olan “harita bindirme” (overlay mapping) tekniği ile sözü edilen hidrolojik parametrelerdeki değişiklikler incelenmiştir. Bu sayede tanımlanan alanlar sebep-sonuç ilişkisi mantığı ile yorumlanmıştır. Bu teknik, çok sayıda tematik haritanın sayısal ortama aktarıldıktan sonra çeşitli veri matrisleriyle ilişkilendirilerek üst üste çakıştırılıp sorgulanması esasına dayanmaktadır. Ayrıca; bu amaçla Harita Genel Komutanlığından (HGK) elde edilen ve Fırat havzasının fiziksel özelliklerini içeren detaylı raster ve vektör haritalar sağlanmıştır. Bu haritalara sayısal ortamda ARCGIS yazılımı kullanılarak çalışma bölgesindeki tüm istasyonlar ve bu istasyonlara ait verilerin trend analiz sonuçlarının çıktıları işlenmiştir. Üretilen detaylı tematik haritalar yorumlanmıştır. Bu sayede, geçmiş ve mevcut durumun değerlendirilmesi yapılmış, buna dayanarak gelecekteki iklim değişikliği ve su kaynaklarına olası etkilerinin belirlenebileceği sonucuna varılmıştır.

Yapılan çalışmada, yıllık ortalama akımlarda Aşağı Fırat havzası’nda bulunan 1 istasyonda azalan yönde anlamlı trend gözlenmiş, minimum akımlarda ise havza genelinde toplam 10 istasyonda azalan yönde, 1 istasyonda ise artan yönde anlamlı trend gözlenmiş, maksimum akımlarda ise anlamlı bir trend gözlenmemiştir. Meteoroloji gözlem istasyonlarında ise, yıllık toplam yağış için 3 istasyonda azalan yönde, yıllık maksimum yağış için 1 istasyonda azalan yönde, yıllık ortalama sıcaklık için 19 istasyonda ise artan yönde, 1 istasyonda azalan yönde, yıllık maksimum sıcaklık için ; 25 istasyonda ise artan yönde, yıllık minimum sıcaklık için; 8 istasyonda ise artan yönde , 1 istasyonda azalan yönde, yıllık ortalama nem için; 10 istasyonda ise artan yönde, 7 istasyonda azalan yönde, yıllık maksimum nem için; 14 istasyonda ise artan yönde, 4 istasyonda azalan yönde, yıllık minimum nem için; 11 istasyonda ise artan yönde, 7 istasyonda azalan yönde anlamlı trend gözlenmiştir. ArcGIS yazılımı yardımıyla trend bulunan istasyonların tematik haritaları oluşturulmuştur.

SUMMARY

Studies at last years show that climate change may have important effects on hydrologic cycle compenents like raining, evaporation, sweating and superficial flow. Affected water that basic needs of human life is inevitable, effects of climate change will lead to indirect and direct effects.

In order to arrange human activities and predict the climate change in future, it has a big importance to expose possible changes at climate parameters. Effects of climate change can be explained by jeologic records, decrease in the volume of glaciers, elevation of sea water, increase in lake water temperature, daily measurements, aerosols and mathematical models. But, meteorological data, located within in these informations and obtained by observations, is most reliable and preferred method to observe local and regional variability in climate.

Because of the effect of climate change is large on planning and managing the water resources systems, decisions must be given after a good and accurate assessment of climate change. Trend is a change (decrease/ increase) in values of a random variables depending on the time. Because the climate parameters (raining,temperature....) are variable, knowing the trend of water quantity over time during the work to be done will be most important factor.

In our country which is hydrologically seperated as 26 basin, Merih, Çoruh, Aras, Tigris and Euphrates Basins are included in transboundary waters. Annual average water potential of these basins which arising from Turkey soils is orderly; 1.33, 6.30, 4.63, 21.33 and 31.61 km³. It is totally makes 65.2 km³ and this value is very important when we consider the jeopoloitic importance of our country.

Euphrates Basin is chosen as study area because of it has an important place water potential. It is aimed in this study to predict the effects of climate parameters on water sources depending on climate change by the the information to be obtained . As result of this study, necessary information for to minimize these effects will have

been obtained. Results of this study will help to use and managing of drinking and irrigation water of basin, determination of agricultural policies in the region according to climate change and irrigation water amount, may arise, such as floods and flood measures against extreme natural events and may arise as a result of which human life-threatening outbreaks of disease prevention measures will be provided the necessary by official institutions in the region

Aim of this study is to find an answer to how expected climate change will effect the water potential of region. When the greatness and importance of the money spend on the basins(watering,electric..) are considered; it is aimed to follow trend changes(for administrating) after all or one part of project's activity and controlling for preventing structures and areas by an evauation mechanism like trend analysis and application that dinamically.

Trend analysis of annual mean,maximum and minimum streamflow of trend observation stations; and annual total raining, maximum raining, mean temperature, maximum temperature, minimum temperature, mean humidity, maximum humidity, minimum humidity values of meteorology stations of Euphrates Basin which is one of the most important basin of Turkey was done, looked for presense of significant trends and the reasons was interrogated.

Trend analysis of 21 trend observation station of EİEİ and 38 meteorology stations of DMİ were evaluated and nonparametric Mann Kendall test and Spearman's Rho test were tought to be most effective, at Euphrates Basin.

After that, by using 'overlay mapping' method, which has avalibility of easy interpretation at regional studies and which is mostly used at various engineering disciplines but not at water sources until now, changes in hydrologic parameters mentioned were studied. As a result, areas were interpreted by reason- result relation. Furthermore, detailed raster and vector maps which contain properties of Euphrates Basin was acquired from Harita Genel Komutanlığı. All stations of working areas and trend analysis result of these stations were processed to these maps by using

ArcGIS software numerically. Produced detailed maps were interpreted. By this way, evaluation of past and present situation were done and its believed to determine climate change in the future and its effects to water sources.

By studies, a significant decrease of mean annual trends was observed in one station of lower Euphrates Basin, and in all basin, decrease in minimal trends of 10 station and a meaningful increase of 1 station was observed, any significant trend was not observed for maximum streamflow. At meteorology observation stations, for annual total raining to decreasing trend in at three station, for annual maximum raining to decreasing trend in at one station, for annual mean temperature to increasing trend in at 19 station, to decreasing trend in at one station, for annual maximum station; to increasing trend in at 25 stations, for annual minimum temperature; to increasing trend in at 8 stations, to decreasing trend in at 1 station, for mean annual humidity; to increasing trend in at 10 stations, to decreasing trend in at 7 stations, for annual maximum humidity; to increasing trend in at 14 stations, to decreasing trend in at 7 stations, for annual minimum humidity; to increasing trend in at 11 stations, to decreasing trend in at 7 stations were observed. By the help of ArcGIS software, thematic maps of trend found stations were formed.