



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAHRAMANMARAŞ'TA NÜFUS VE İKLİM
DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

ZEHRA NUR CEYHAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2021

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAHRAMANMARAŞ'TA NÜFUS VE İKLİM
DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

ZEHRA NUR CEYHAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

KAHRAMANMARAŞ 2021

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

ZEHRA NUR CEYHAN



Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bilgilerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

KAHRAMANMARAŞ'TA NÜFUS VE İKLİM DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ (YÜKSEK LİSANS TEZİ)

ZEHRA NUR CEYHAN

ÖZET

Bu çalışmada, Kahramanmaraş il ve ilçelerinde nüfus ve iklim değişimi incelenmiştir. 10 yıllık aralıklarla gelecek 50 yıllık gelecek nüfus projeksiyonları, matematiksel yöntemlerden Aritmetik Artış Metodu (AAM), Geometrik Artış Metodu (GAM) ve İller Bankası Artış (İBM) metodu ile yapılmıştır. Nüfus projeksiyonlarıyla yapılan tahminlerin yöntem performansı, çeşitli istatistiksel indisler kullanılarak değerlendirilmiştir. Kahramanmaraş merkez ve merkeze yakın ilçelerde tahminlerin daha tutarlıyken, merkezden uzaklaştıkça sayımlarla tahminler arasında sapmalar artmıştır. Projeksiyon yöntemlerinin genel olarak başarılı olduğu görülse de en iyi performansı Ekinözü ilçesi için GAM, Kahramanmaraş geneli, merkez ilçe, Türkoğlu ilçeleri içinse AAM göstermiştir. 50 yıllık gelecek nüfus tahmin grafiklerinden, il geneli, merkez ve merkeze yakın ilçelerde nüfusun artan eğilimde olduğu tespit edilmiştir. İldeki klimatolojik değişim, iklim parametrelerinden yağış (P), sıcaklık (T) ve Aktüel EvapoTranspirasyon (AET) kullanılarak Mann-Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen trend testleri ile incelenmiştir. Bu amaçla, Thornthwaite iklim sınıflandırma metodu ile ilk aşamada Potansiyel EvapoTranspirasyon (PET) hesaplanmış, yağış ve zemin rezervinin de hesaba katılmasıyla AET değerleri elde edilmiştir. P, T, AET ve PET arasındaki ilişki aylık ve yıllık grafiklerle incelenmiştir. Yazları ortalama sıcaklıkların yüksek olduğu bölgede kuraklığın da etkisiyle AET ve PET arasında farkın çok olduğu görülürken, AET (PET) değerleri Mayıs (Temmuz) ayında pik yapmıştır. Diğer taraftan, Mann- Kendall ve Spearman'ın Rho trend testleri dört farklı güven düzeyinde analiz edilmiştir. İl genelinde, sıcaklık ortalamalarında artan bir trend tespit edilmiştir. Yağış bakımından incelendiğinde, Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri ile bir eğilime ulaşılamazken, Şen yöntemi orta ve maksimum yağış şiddetlerinde artan yönde bir eğilim olacağını öngörmektedir. Ayrıca, merkez ilçede, AET artan yönde olduğu tespit edilirken ($\alpha=10$ ve $\%20$), Şen yöntemine göre Kahramanmaraş merkez, Elbistan ve Andırın ilçelerinde AET'nin ekstrem değerlerinde artış gözlenmiştir. Kahramanmaraş il ve ilçelerinde yapılan bu çalışma, bölge için emsal teşkil etmekle birlikte, Türkiye'de başka bölgelerinde de uygulanabileceği gibi; gelecekte daha uzun periyottaki klimatolojik veri setleri ile bölgede kentleşmenin etkisi incelenebilir.

Anahtar Kelimeler: Nüfus artışı, İklim, Trend Analizi, Yağış, Sıcaklık, Buharlaşma

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimler Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Eylül/2021

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Muhammet Ömer DİŞ

Sayfa Sayısı: 92

INVESTIGATION OF POPULATION AND CLIMATE CHANGE IN KAHRAMANMARAS

ZEHRA NUR CEYHAN

ABSTRACT

In this study, population and climate change in Kahramanmaraş city and its counties were examined. Future population projections for the next 50 years at 10-year intervals were estimated using the arithmetic increase method (AAM), geometric increase method (GAM) and provincial bank increase method (İBM) from mathematical methods. The method performance of the estimates made with the population projections was evaluated using various statistical indices. While population estimates are better in the Kahramanmaraş city-center and counties near to the city-center, the bias between estimates and census data increased when diverging from the city-center. Although it is seen that the projection method is generally successful, the best performance is GAM for Ekinözü, AAM for Kahramanmaraş citywide, the city-center, and Türkoğlu. From the 50-year future population forecast graphics, it has been determined that the population is increasingly trending in the province, the city-center and in the counties close to the city-center. The climatological change, in the region, was investigated with Mann-Kendall, Spearman's Rho and Şen trend tests using the climate parameters of precipitation (P), temperature (T) and actual evapotranspiration (AET). For this aim, potential evapotranspiration (PET) was calculated firstly with the help of Thornthwaite climate classification method, AET values, then, were acquired by taking into account the P and soil moisture reserve in addition to PET values. The relationship between P, T, AET and PET was examined with monthly and annual graphs. While the divergence between AET and PET is observed in the region with high summer temperatures and the drought, AET (PET) values peaked in May (July). On the other hand, Mann-Kendall and Spearman's Rho trend tests were investigated at four different confidence levels. Across the city, an increasing trend in temperature averages has been detected. In terms of precipitation, while any trend was not observed applying Mann-Kendall and Spearman's Rho tests, Şen method predicts an increasing trend in moderate and maximum precipitation intensities. Moreover, in the city-center, AET was found to be at rising direction ($\alpha=10$ and %20) while an increase was observed in the extreme AET values in Kahramanmaraş city-center, Elbistan and Andırın districts according to Şen method. Although this study, which was carried out in Kahramanmaraş city and its counties, sets a precedent for the study area, it can also be applied in other regions in Turkey; in the future, the effect of urbanization in the region can be also examined with longer-term climatological data sets.

Keywords: Population Increment, Climate, Trend Analysis, Precipitation, Temperature, Evaporation

Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering, September/ 2021

Supervisor: Assoc. Prof. Dr Muhammet Ömer DİŞ

Page number: 92

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve birikimlerinden faydalandığım, tez çalışmamın tüm safhalarında bilimsel desteğinin yanı sıra anlayış ve sabrını esirgemeyen, çalışmamın etkin bir şekilde ilerleyişi için fedakârlıklardan kaçınmayan, kendisiyle çalışmaktan onur duyduğum tez danışmanım Sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Muhammet Ömer DİŞ'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıyeten, çalışmada kullandığım programı geliştiren Sayın Doç. Dr. Veysel GÜMÜŞ'e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve birikimlerini bana aktaran KSÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü Hocalarıma saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen her koşulda yanımda olan çok değerli Aileme ve Dostlarıma sonsuz teşekkür ederim.

ZEHRA NUR CEYHAN

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iv
KISALTMALAR	vi
SİMGELER	viii
ÇİZELGE DİZİNİ	xii
EKLER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	5
3. MATERYAL	13
3.1. Çalışma Alanı ve Veri Setleri	13
4. METOT	17
4.1. Nüfus Tahmin Yöntemleri	17
4.1.1. Aritmetik metot (AAM)	17
4.1.2. Geometrik metot (GAM)	18
4.1.3. İller bankası metodu (İBM)	18
4.2. Çalışmada Kullanılan İndisler	19
4.2.1. Nash-Sutcliffe verimlilik katsayısı (NSVK)	19
4.2.2. Ortalama bağıl hata (OBH)	19
4.2.3. Pearson korelasyon katsayısı (R)	19
4.2.4. Merkezi karesel ortalama hata (MKOH)	20
4.3. Thornthwaite Metodu	20
4.3.1. Potansiyel evapotranspirasyon	21
4.3.2. Aktüel evapotranspirasyon	21
4.4. Trend Analizi	21
4.4.1. Mann-Kendall testi (MK)	22
4.4.2. Spearman'ın rho testi (SR)	23
4.4.3. Şen testi	23
5. BULGULAR VE TARTIŞMA	25
5.1. Nüfus Projeksiyonları	25

5.2. Bölge Karakteristikleri.....	37
5.2.1. Rakım	37
5.2.2. Eğim	38
5.2.3. Arazi kullanımı/ Bitki örtüsü dağılımı	39
5.2.4. Toprak özellikleri	41
5.3. Bölge Klimatolojisi.....	42
5.4. Trend Analizi	45
5.4.1. Mann-Kendall ve Spearman’ın Rho trend analizi.....	45
5.4.2. Şen yöntemi ile trend analizi	56
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	64
KAYNAKLAR.....	67
EKLER	73
ÖZGEÇMİŞ.....	75

KISALTMALAR

AAM	: Aritmetik Artış Metodu
ADNKS	: Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi
AET	: Aktüel Evapotranspirasyon (mm)
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
DSİ	: Devlet Su İşleri
GAM	: Geometrik Artış Metodu
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change
İBM	: İller Bankası Metodu
Kaski	: Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MK	: Mann-Kendall Testi
MKOH	: Merkezi Karesel Ortalama Hata
NSVK	: Nash- Sutcliffe verimlilik katsayısı
OBH	: Ortalama Bağlı Hata
OSİB	: Orman ve Su İşleri Bakanlığı
PET	Potansiyel Evapotranspirasyon (mm)
SR	: Spearman'ın Rho Testi
SYH	: Sayısal Yükseklik Haritaları
Tad Portal	: Tarım Arazileri Değerlendirme ve Bilgilendirme Portalı
T.C.	: Türkiye Cumhuriyeti
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

TVSM : Tabiat Varlıkları Şube Müdürlüğü

USGS : United States Geological Survey



SİMGELER

A	:	Son nüfus ile ilk nüfus arasında geçen süre
G	:	Enlem düzenleme katsayısı
H₀	:	Sıfır hipotezi
I	:	Yıllık sıcaklık indeksi
i	:	Verilerin gözlem sırası
K	:	$i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı
k_a	:	Aritmetik artış sabiti
k_g	:	Geometrik artış sabiti
M	:	$i > j$ için $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı
n	:	Veri sayısı
N_g	:	Yerleşim yerinin gelecekteki nüfusu
N_i	:	Yerleşim yerinin ilk nüfusu
N_s	:	Yerleşim yerinin son nüfusu
N_{S,i}	:	TÜİK nüfus sayımıdır
$\overline{N_S}$	:	TÜİK nüfus sayımlarının ortalamasını
N_{T,i}	:	Aritmetik, geometrik, iller bankası metotlarına göre nüfus tahminleri
$\overline{N_T}$	:	Aritmetik, geometrik, iller bankası Metotlarına göre nüfus tahmin ortalamaları
P	:	Çoğalma katsayısı
P	:	Aylık yağış yüksekliği (mm)
r_s	:	Spearman'ın rho testi test istatistiği
R	:	Pearson korelasyon katsayısı
R(X_i)	:	i. gözlemin sıra numarası
S	:	Mann- Kendall testinin istatistiği

T	:	Sıcaklık
t_g	:	Nüfusu tahmin edilen sene
t_i	:	Nüfusu bilinen önceki sene
t_s	:	Nüfusu bilinen son sene
$u'(t)$	:	Mann-Kendall mertebe korelasyon testi sonucunda bulunan ters fonksiyon
$u(t)$	:	Mann-Kendall mertebe korelasyon testi sonucunda bulunan fonksiyon
X_i	:	Sıralanmış zaman serilerinin ilk yarısı
X_j	:	Sıralanmış zaman serilerinin ikinci yarısı
Z	:	Standart normal değişken
α	:	Anlamlılık düzeyi
τ	:	Kendall korelasyon katsayısı
σ_s	:	Standart sapma

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Çalışma alanının konumu	14
Şekil 4.1 Şen yöntemi (Yıldırım, 2015)	24
Şekil 5.1 Kahramanmaraş nüfus projeksiyonu	26
Şekil 5.2 Merkez ilçe nüfus projeksiyonu	26
Şekil 5.3 Elbistan nüfus projeksiyonu	27
Şekil 5.4 Afşin nüfus projeksiyonu	28
Şekil 5.5 Türkoğlu nüfus projeksiyonu	29
Şekil 5.6 Pazarcık nüfus projeksiyonu	30
Şekil 5.7 Göksun nüfus projeksiyonu.....	31
Şekil 5.8 Andırın nüfus projeksiyonu.....	32
Şekil 5.9 Çağlayancerit Nüfus Projeksiyonu.....	33
Şekil 5.10 Nurhak Nüfus Projeksiyonu	34
Şekil 5.11 Ekinözü Nüfus Projeksiyonu.....	35
Şekil 5.12 İstatiksel İndisler	36
Şekil 5.13 Rakım Haritası.....	37
Şekil 5.14 Eğitim haritası	38
Şekil 5.15 Arazi kullanımı/ Bitki örtüsü dağılımı	39
Şekil 5.16 Arazi kullanımı/ Bitki örtüsü detay haritası	40
Şekil 5.17 Toprak haritası.....	41
Şekil 5.18 Çalışmada kullanılan verilerin yıllık grafikleri	43
Şekil 5.19 Uzun yıllara ait verilerin aylık ortalamalarının grafikleri	44
Şekil 5.20 Kahramanmaraş istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi	57
Şekil 5.21 Elbistan istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi	58
Şekil 5.22 Afşin istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi	58
Şekil 5.23 Türkoğlu istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi	59
Şekil 5.24 Pazarcık istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi.....	60

Şekil 5.25 Göksun istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi	60
Şekil 5.26 Andırın istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi	61
Şekil 5.27 Çağlayancerit istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi	62
Şekil 5.28 Nurhak istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi	62
Şekil 5.29 Ekinözü istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi	63



ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 3.1 Kahramanmaraş ilçe ve toplam nüfusunun 1927-2019 yılları arası değişimi (TÜİK, 2020b).....	15
Çizelge 3.2 İstasyonlarda ölçülen yağış ve sıcaklık verilerinin zaman aralığı.....	16
Çizelge 5.1 Çalışma Alanlarında Gelecek Nüfus Projeksiyonlarının Yönelim Sonuçları ..	35
Çizelge 5.2 Kahramanmaraş istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi	46
Çizelge 5.3 Kahramanmaraş istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi .	46
Çizelge 5.4 Elbistan istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi	47
Çizelge 5.5 Elbistan istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi	47
Çizelge 5.6 Afşin istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi	48
Çizelge 5.7 Afşin istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi.....	48
Çizelge 5.8 Türkoğlu istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi	49
Çizelge 5.9 Türkoğlu istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi.....	49
Çizelge 5.10 Pazarcık istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi.....	50
Çizelge 5.11 Pazarcık istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi.....	50
Çizelge 5.12 Göksun istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi.....	51
Çizelge 5.13 Göksun istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi	51
Çizelge 5.14 Andırın istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi.....	52
Çizelge 5.15 Andırın istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi	52
Çizelge 5.16 Çağlayancerit istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi	53
Çizelge 5.17 Çağlayancerit istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi ...	53
Çizelge 5.18 Nurhak istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi	54
Çizelge 5.19 Nurhak istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi.....	54
Çizelge 5.20 Ekinözü istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi	55
Çizelge 5.21 Ekinözü istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi	55

EKLER DİZİNİ

Ek 1. Enlem Düzeltme Katsayısı	73
Ek 2. Standart Normal Dağılım Tablosu	74



1. GİRİŞ

Nüfus, sınırları tanımlanmış alandaki insanların tümü şeklinde ifade edilebilir. Nüfus artış hızı kültürel, bilimsel ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak değişmektedir (Aksu, 2011). Ülkemizde periyodik olarak genel nüfus sayımı yapılmaktadır. Nüfus ölçümü ile cinsiyet, yaş grupları, nüfusun bölgelere göre dağılışı, nüfus artışı, okuryazar oranı, kent ve kır nüfus oranı gibi nüfus istatistikleri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından elde edilmektedir. Bu nüfus istatistiklerinden idari yönetim tarafından kısa ya da uzun vadeli kalkınma planları hazırlanır. Yapılan yatırımlar ile gelecekteki nüfusun orantılı olması ülkenin kalkınması açısından önemlidir. Bu yüzden hesaplanan nüfusun doğru ve güvenilir olması gerekmektedir. Tarihimizde de nüfusun hesaplanmasına önem verilmiştir. Türk tarihindeki gerçek manada ilk nüfus sayımı Osmanlı Devleti döneminde yapılmıştır. Bundan önceki sayımlarda vergiyi tespit etmek amacıyla tahrir defterleri oluşturulmuştur (Güneş, 2014). Cumhuriyetin ilanından sonra ilk nüfus sayımı 28 Ekim 1927'de yapılmıştır (Akdeniz ve Yıldırım, 2011). 1927'den 2000 yılına kadar 14 kez genel nüfus sayımı yapılmıştır (Çavlin-Bozbeyoğlu ve Rittersberger-Tılıç, 2011). Geleneksel nüfus sayımı maliyetlerinin fazla olması, çok sayıda personele ihtiyaç duyulması, sayımların doğru yapılamaması, sayım sırasında kişilerin saklanması gibi birçok sorunu da beraberinde getirmiştir (TÜİK, 2012). Ayrıca, ülkemizde yaşayan kişilere ait su, elektrik, telefon vb. kayıt bilgilerinin farklı kurumlarca farklı veri tabanlarında tutulması adres ve numaralama eşleşmelerinde karışıklıklara neden olmuş bu karışıklığı gidermek için 2007'den itibaren Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemine (ADNKS) geçilmiştir (TÜİK, 2007). Bu sayede kişilerin kayıt yapılamama durumları ortadan kalkmıştır.

Ülkemizde birçok kurum nüfusa bağlı hesaplamalar yapmakta geleceğe yönelik mastır plan uygulamaları hazırlamaktadır. Bu nedenle nüfus tahminlerine ihtiyaç duymaktadırlar. Bu tahminlerin doğru olması projelerin uygulanabilirliğine pozitif katkıda bulunur. Her kurum kendi içerisindeki onaylanan yönetmelik, yöntem, şartnameye göre nüfus tahmini yapar. Nüfusu doğum, ölüm ve göç unsurları oluşturur (Anonim, 2020a). Nüfus projeksiyonları doğum ölüm ve göç hareketlerinin gelecekteki eğilimleri belli varsayımlara dayanarak hazırlanır. Amaca göre dünya, ülke, il ve ilçe bazında yapılabilmektedir. Nüfus tahmin yöntemleri baz aldığı unsurlara göre matematik yöntemler yardımıyla yapılan nüfus tahminleri, demografik unsurlara göre nüfus projeksiyonları, ekonomik yöntemler yardımıyla yapılan nüfus projeksiyonları olarak üç grupta toplanabilir (DPT, 2002).

Dünya üzerinde nüfus, gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde hızlı bir şekilde artmaktadır. Gelecek birkaç on yılda gıda tüketimi ve su tüketimi fazlalaşacaktır. Bunlar sonucunda biyolojik çeşitliliğin azalması, doğal habitatların yok olması muhtemel sonuçlardır (Cleland, 2013). Özellikle 20.yüzyılın son çeyreğinde yaşam düzeyinde iyileşmeler ve gelişmeler sayesinde hızlı nüfus artışı olmuştur. Ülkemizde özellikle sanayi ve turizme bağlı ağırlıklı olarak nüfus batıda toplanmıştır. Küçük iller daha da küçülme, büyük iller daha da büyüme göstermektedir (TÜİK, 2020a). Dünya nüfusu öngörülemez hızda artmakta yaklaşık 8 milyara dayanmaktadır. Bu artışa paralel kentlerin nüfusu da artarak gelişim göstermektedir. Son yıllarda hızlı kentleşme ve şehirleşme iklim sapmalarına dolayısıyla taşkınlarda artışa ve büyük etkilerine, mevcut su potansiyelinde değişimlere ve sıcaklık ortalamalarında artışa neden olmaktadır (Karakuyu, 2002)

Tatlı su kaynakları öngörülen iklim değişikliği etkilerine karşı hassastır. Son yıllarda iklimde gözlenen değişiklikler gelecekte devam ederse, su kaynakları üzerindeki potansiyel etkilerin büyüklük, çeşitlilik ve ciddiyetin de artması muhtemeldir (IPCC, 2007). İklim sistemini etkileyen en önemli doğal etkenlerin başında sera etkisi gelmektedir. Sanayi devriminden sonra fosil yakıtların tüketilmesi, ormansızlaşma, toprak kullanımındaki değişimler, hızlı nüfus artışı gibi nedenler sera gazlarının atmosferde birikimine neden olmakta doğal sera etkisi artmaktadır. Sera gazı salınımları ise küresel çapta ısınmaya neden olmaktadır (Türkeş, 2003; 2008). 1860'tan günümüze kadar tutulan kayıtlara göre, ortalama küresel sıcaklığın 0,5 ila 0,8 derece kadar arttığı görülmektedir (Yüksel ve ark, 2011). 21.yüzyılın sonlarına doğru ortalama sıcaklığın ortalama 3 derece artacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2007). Sıcaklıklar artınca, büyük su yüzeylerinden buharlaşma artacak, yer altı su seviyesi düşecek ve evapotranspirasyonun da etkisiyle toprağın kuruması kaçınılmaz olacaktır. Bunun sonucunda bölgesel olarak iklim değişecek, tarımsal ürünler, ormanlar zarar görecektir ve ekosistemin bozulması kaçınılmaz olacaktır (Yüksel ve ark, 2011). Buna bağlı olarak fırtınaların yoğunluğu ve zamanlaması, buharlaşma hızı vb. alışlagelmiş yağmur yağması kalıplarının değişmesi de muhtemeldir (Bernstein, 2002).

İklim değişikliği sıcaklık, yağış, akım, buharlaşma, nem, güneş ışıyım miktarı, basınç, rüzgâr gibi parametreler üzerinde yapılan çalışmalarla tespit edilmektedir (Özfidaner ve ark., 2018; Avcı ve Esen, 2019) Bunlardan yağış ve sıcaklık parametreleri, iklim parametreleri içerisinde zaman ve mekânda en fazla değişkenlik gösteren

parametreler olup iklim değişikliğinin incelenmesinde önemli faktörlerdir (Doğan Demir ve ark, 2017).

Nüfusun artması ölkelerin gelişmişlik düzeylerine bağlı olarak su kaynaklarına olan ihtiyacı artırmaktadır. Su, insan yaşamı, ekosistemin sürekliliği, ulaştırma faaliyetleri, tarımsal ve endüstriyel üretim için gereklidir. Su doğada hidrolojik döngüyle kendi kendini yeniler ancak insanların su tüketimi doğanın yerine koyabileceğinden fazladır (Selçuk, 2009). Dünya üzerinde 200'den fazla nehir sistemi ulusal sınırları aşmaktadır. On üç büyük nehir ve göl 100 ölkeler tarafından paylaşılmaktadır. Bu ölkelerde su yollarının saptırılması ve suyun ölkeler içerisinde kullanılarak saflığının azaltılmasıyla kullanılabilir su miktarının azalması sonucunda komşu ölkelerle ilişkilerde gerilim yaratabilir. Artan su arzı nedeniyle ölkeler arasında artan rekabetle uluslararası çatışmalar (hem ekonomik hem askeri) olabilir (Bernstein, 2002).

Ölkeler, su varlıklarına göre su fakiri, su azı veya su zengini şeklinde sınıflandırılmaktadır. Yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1.000 m³'ten daha az ise su fakiri, yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 2.000 m³'ten daha az ise su azı ve yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 8.000 ila 10.000 m³'ten daha fazla ise su zengini şeklinde tanımlanırlar. Kişi başına düşen yıllık su miktarına göre ölkemiz su azlığı yaşayan bir ölkeler konumundadır (Usta, 2016). Türkiye'de kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı 1.519 m³ civarındadır. TÜİK 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olarak öngörmektedir. Bu durumda 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1.120 m³/yıl'a düşeceği söylenebilir (DSİ, 2020). Ölkemizde su kaynaklarının yaklaşık %74'ü sulama, %11'i sanayi, %15'i kentsel tüketim için kullanılmakta iken sırasıyla bu oranlar Dünyada %70, %22, %8, Avrupa'da ise %33, %51 ve %16'dır (OSİB, 2014).

Literatür kısmında ayrıntılı şekilde anlatıldığı üzere geçmişten günümüze kadar nüfus artan eğilim göstermiş olup gelecekte de artması beklenmektedir. Nüfus artışı ve hızlı kentleşmeye bağlı olarak tüketim talebini karşılamak amacıyla sanayi, ısınma ve ulaşımda kullanılan fosil yakıtlarla atmosfere yayılan sera gazı artmaktadır. Sera gazı emisyonları atmosferin ısınmasına neden olmaktadır. Küresel ısınma su yüzeylerinden buharlaşmayı artırmakta, buharlaşmanın neden olduğu nemli hava yağışları artırmaktadır. Diğer taraftan hızlı buharlaşma kuraklığa neden olmaktadır (Atabay ve ark. 2014). Bu çalışmanın temel amacı nüfus değişimini matematiksel yöntemler ve iklim değişimini klimatolojik parametrelerden yağış, sıcaklık ve buharlaşma (Aktüel EvapoTranspirasyon,

AET) üzerinden incelemektir. Bu amaçla ilk olarak, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımlarından yararlanılarak ilçelerin havza modellemeleri yapılarak çalışma alanının topoğrafyası incelenmiştir. Nüfus değişimleri Kahramanmaraş il geneli ve ilçelerinde matematiksel yöntemlerden Aritmetik Artış Metodu (AAM), Geometrik Artış Metodu (GAM) ve İller Bankası Metotlarıyla (İBM) TÜİK'den temin edilen veriler kullanılarak araştırılmıştır. Tahminler 10 yıllık aralıklarla geçmiş yıllarda en eski veriden son veriye (2019 yılı) değin yapılmış iken, gelecek nüfus tahminleri 2020 yılından itibaren 50 yıllık hesaplanmıştır. Elde edilen tahminlerin yöntem performansı, tahmin ve sayımlar arasındaki korelasyonu baz alan, çeşitli istatistiksel indisler kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın devamında ise iklim değişikliğini incelemek amacıyla, çeşitli iklim parametreleri üzerinde trend analiz çalışmaları yapılmıştır. Öncelikle Kahramanmaraş ilçelerindeki buharlaşma miktarının değişimi, her bir ilçenin Potansiyel EvapoTranspirasyonu (PET) tespit edilip yağışla kıyaslanmasıyla elde edilecektir. Burada Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'den mevcut güncel ve geçmiş yıllara ait sıcaklık ve yağış verileri alınarak, Thornthwaite iklim sınıflandırma metodu uygulanacaktır. Yağış, sıcaklık, AET ve PET arasındaki ilişki aylık ve yıllık verilerin grafikleri kullanılarak incelenmiştir. Sonrasında yağış, sıcaklık ve AET değerlerinin değişimleri araştırılacak olup bu amaç doğrultusunda ilçelerdeki istasyonlarda 1980 (1981/2013/2015)-2020 yılları arasında kaydedilen aylık ortalama yağış ve sıcaklık değerlerinin eğilimleri ve Thornthwaite iklim sınıflandırma metodu ile elde edilen AET değerlerinin eğilimleri Şen, Spearman's Rho, Mann-Kendall trend testleri ile analizleri edilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde hızlı nüfus artışı ve göç sonucu kentleşme ve sanayileşme su havzalarında, toprak ve su sorunları ortaya çıkarabilir (İstanbuluoğlu ve ark. 2007). Topografik su havzalarında nüfus yoğunluğu, sanayileşme, evsel atıklar ve tarımsal gübre kullanımı kirliliğe neden olmaktadır. Tüm bunlar iklim değişikliğine davetiye çıkarmaktadır. Herhangi bir önlem alınmazsa hâlihazırda su azlığı çeken ülkemizin 20-30 yıl sonra ciddi su sorunları ile karşı karşıya geleceği açıktır (Akın ve Akın, 2007). Bu nedenle yenilenebilir su potansiyeli doğru tespit edilip korunmalıdır.

Günümüzde mevcut su potansiyelinin tespiti, korunması ve su yönetiminin planlanması çalışmalarında hidrolojik modellemelerden yararlanılmaktadır. Hidrolojik modelleme oluşturulurken hidrolojik ara yüzün tasarlanması ve uygulanması CBS yazılımları ile oldukça pratiktir. Arc-View penceresinde Sayısal Yükseklik Haritaları (SYH) üzerinde araçlar kutusunda Spatial Analyst modülü kullanılarak akış yönünün, akış birikiminin, akış uzunluğunun ve yeraltı sularının ve akışın sınırlandırılması oluşturularak su havzaları oluşturulabilir. Havzaların fiziksel ve geometrik özelliklerinin belirlenip ve bu özellikleri bir ızgaraya veya şekil dosyasına eklenebilecek tek bir öznitelik tablosunda toplanabilir (Franco ve ark. 2003). Ek olarak, Bağdatlı ve Öztürk (2013), havza morfolojik özelliklerinin belirlenmesinde coğrafi bilgi sistemlerinin rolünü araştırmışlardır. Çalışma alanı olarak Çorlu Deresini seçmişlerdir. CBS vasıtasıyla sayısal yükseklik haritaları üzerinde tüm havza karakteristikleri belirlemişlerdir. SYH üzerinden havza sınırlandırma ve morfolojik özelliklerin bulunması klasik yöntemle göre CBS yazılımları ile daha pratik olduğu sonucuna varmışlardır. Buradan elde edilen havzaya ait bilgiler havza karakteristiğine uygun planlama ve tasarım, çalışmaların temelini oluşturmaktadır. Irwin ve ark. (2014), çalışmalarında Kanada Güney Ontario' nun havza tasvirini ve havzanın karakterini belirlemeye çalışmışlardır. Arc-GIS ortamında hazırlanan çalışma iki kısımdan oluşmaktadır. İlk olarak havzanın tasvirini SYH kullanılarak Arc-GIS ortamında belirlemişlerdir. İkinci kısımda ise havza alanı, kanal boyutları ve iklim tahminleri gibi taşkını etkileyen faktörler girilerek havzanın karakterini tayin etmişlerdir. Bölgesel taşkın frekans analizi çalışmasını oluşturmuşlardır. Bu çalışmanın su yönetimi planlanmasında ve tasarımında faydalı olacağından bahsedilmiştir.

Türkiye'de su potansiyelinin tespit edilmesi çalışmalarında farklı yöntemler kullanılmaktadır. Çiçek ve Ataol (2009), çalışmalarında CBS sistemleri yazılımlarından Türkiye'deki havzaların su potansiyelini araştırıp Devlet Su İşleri (DSİ) ve MGM

verileriyle karşılaştırmışlardır. 252 adet istasyondan yağış verileri alınarak yüksekliğe bağlı 2.038 adet tanımlanan noktaya aktarmışlardır. Belirlenen noktaların yağış miktarını Schreiber formülü ile bulmuşlardır. Topoğrafyanın etkisi bariz olan Akdeniz ve Karadeniz havzalarında ve yükseltisi nedeniyle çokça kar birikimi yapan Fırat havzasında su potansiyelinde artış, Batı Akdeniz ve Dicle havzalarında ise yağış ve su potansiyellerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Dicle gibi sınır aşan nehlere ilgili devletlerle yapılan görüşmelerde hassasiyetle yaklaşılmalıdır.

Usta (2016), da çalışmasında Türkiye'deki su potansiyelini araştırmıştır. Ancak araştırmacı Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemi iklim analizi yaparak su potansiyelini hesap ederek bu alanda yenilik yapmıştır. Thornthwaite yöntemi ile su potansiyelini 180,66 milyar m³ bulmuştur. DSİ ölçümlerine göre ise 181,49 milyar m³ tür. Bu da su potansiyeli hesaplamada Thornthwaite yönteminin gerçeğe yakın sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Bu tez çalışmasında nüfus ve iklim değişimi incelendiğinden bu iki parametre etrafıca literatürde taranmış olup hesaplama yöntemleri, mevcut durum ve çevresel etkileri, nüfus değişimi ve iklim değişimi olmak üzere iki başlık altında verilmiştir.

Nüfus Değişimi

Gelecekteki 50 yıl içerisinde dünyanın nüfus artışı, yenilenebilir su arzını azaltacaktır. 2025 yılında öngörülen dünya nüfusunun %38'i (yaklaşık 3 milyar insan) su fakirliği çeken ülkelerde yaşamını ikame ettirecektir (Postel, 2000). Türkiye de ise nüfusun hızla artış göstermesi şu anda su azlığı çeken ülkemizin gelecekte su fakiri ülke olmasına neden olabilir (Usta, 2016). Bu yüzden ülkemizde su yönetimi, korunması ve planlanması gereklidir. Sosyoekonomik politikalar tasarlanırken çalışmaların verimli olması amacıyla gelecekteki nüfus miktarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bilim insanları da bu amaçla farklı farklı nüfus tahmin metotları geliştirmişlerdir. Pek çok bilim insanı bu alanda çalışma yapmıştır. Nüfus tahmin metotları kullanılarak gelecekteki nüfusu ve etkilerini incelemiştirler. Nüfus tahmin ve projeksiyonlarında en çok demografik unsurlara göre hazırlanan projeksiyon yöntemleri ve matematiksel yöntemler ile yapılan nüfus projeksiyon yöntemleri kullanılmaktadır (DPT, 2002).

Nüfus artış hızı, gelişmiş ülkelerde %0,5-1 oranında artarken gelişmekte olan ülkelerde %2-3 gibi yüksek oranlarda artmaktadır. Türkiye ise gelişmekte olan ülkeler sınıfında yer almaktadır. Dünya nüfusunun 1 milyarı gelişmiş ülkelerde, 5 milyarı

gelişmekte olan ülkelerde yaşamaktadır. Bu durumun sosyoekonomik olarak bazı olumsuz sonuçlar doğuracağı öngörülmektedir (Çamurcu, 2005).

Dünya ölçeğinde nüfus değişimini Cleland (2013) incelemiş olduğu çalışmasında, dünya nüfus durumunun geçmişten günümüze kadarki değişimini ele almıştır. Nüfus artış hızının giderek azaldığı ancak nüfusun artmaya devam edip bu yüzyılın sonlarına doğru 7 ila 10 milyar arasında olacağı tahmininde bulunmuştur. Bu artışın en çok Sahra Altı Afrika'da olacağı belirtilmiştir. 40 yıl sonra %30'luk nüfus artışına kıyasla gıda ve su talebinin %50 artacağını iddia etmektedir. Biyoçeşitlilik, çalışmada, doğal habitatların kaybı ve akiferin tükenmesi bu talebin sonuçları olarak gösterilmiştir. Türkiye ölçeğinde Geleceği (2016) yapmış olduğu çalışmasında ise, 1960 sonrası Türkiye'deki nüfus yapısını incelemiştir. TÜİK'den alınan veriler doğrultusunda 1960-2014 yılları arasında nüfusun sürekli arttığı ancak nüfus artış hızının sürekli azaldığını gözlemlemiştir. Ayrıca 1985 yılından sonra kent nüfusunun kır nüfusunu geçtiği tespit edilmiştir. Bunun sonucunda çarpık kentleşme ve gecekondu sorunları yaşandığına değinilmiştir. Hem dünya düzeyinde hem de Türkiye düzeyinde yapılan çalışmalar nüfusun artmakta olduğunu göstermiştir.

Dünya üzerinde hızla artan nüfus ile artan su talebi, yeraltı ve yerüstü su kaynakları üzerinde strese neden olmaktadır. Abughlelesha ve Lateh (2013), Libya'da nüfus artışının su kaynakları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Libya'nın hâlihazırda sürdürülebilir su kaynakları bakımından en fakir on ülkeden biri olduğuna dikkat çekilmiştir. Buna karşın nüfus arttıkça kişi başına düşen su kaynaklarının giderek azaldığı ve mevcut su kaynakları üzerindeki baskının giderek attığı belirtilmiştir.

Okello ve ark. (2015) çalışmalarında, Kenya'daki Lamu adasında yapım aşamasında olan büyük bir liman tesisinin adadaki tatlı su kaynaklarının gelecekteki durumuna arazi kullanım değişikliği, iklim değişikliğinin ve nüfus artışının etkisini araştırmışlardır. Limanın yapılması durumunda ve yapılmadan önceki durumlarda akiferin tatlı su merceği hacmi, farklı iklim değişikliği senaryoları bağlamında fiziksel ve iki demografik model oluşturularak incelenmiştir. Bu modellerden liman yapımı ile 2065 yılına kadar nüfusun 1,25 milyon olacağı öngörülmüş ve 2020-2028 yılları arasında su sorunu yaşanabileceği belirtilmiştir. Arazi kullanım değişikliği ve nüfus artışının, tatlı suyun kullanılabilirliği iklim değişikliğinden daha fazla etkileyeceği sonucuna ulaşılmıştır.

Ghozali ve Yanti (2017), Balikpapan şehrinin hızlı nüfus artışının gelecekteki durumunu ve bu duruma karşılık su varlığının yeterli olup/olmama durumunu

incelemişlerdir. Analiz yöntemleri olarak nüfus tahmin yöntemleri (Aritmetik artış metodu ve geometrik artış metodu) ve su tüketim tahminleri kullanılmıştır. Analizler sonucunda nüfusun 2016 yılından 2025 yılına kadar %14,5 artıp 740.302 kişi olacağı bulunmuştur. Su tüketim miktarının ise 2016 yılında 5.075,77 l/s' den 2025 yılına kadar %32,58 artarak 7.528,59 l/s' ye çıkacağı ifade edilmektedir.

Nigam ve Rahi (2016), Japalpur şehrinin 25 yıl sonraki su talebini hesaplamak için model geliştirmişlerdir. Aritmetik artış metodu, geometrik artış metodu, artımlı artış metodu, doğrusal eğri ve logaritmik artış metotları kullanılarak 2041 yılı için nüfus tahmini yapılmıştır. Proje için artımlı artış metodunu benimsemişlerdir. Mevcut su kaynaklarının durumundan bahsedilmiştir. 2041 yılı su talebi 336,70 MLD olarak bulunmuştur. Bu talebi karşılamak için yapılan su projelerine ek 2023 yılında arıtma tesisi kurulması önerilmiştir.

Türkiye'de gelecek su talebi karşılamak amacıyla yapılan içme suyu ve kanalizasyon sistemlerinin projelerinde iller bankası yönetmeliğine göre hazırlanan iller bankası artış metodu kullanılmaktadır. Bu projeler 30 sene sonraki ihtiyacı karşılamak üzere hazırlanır. Projenin başlamasından tesisin teslimine kadar geçen süre proje yapım süresi eklenir. Çelik ve ark. (1998), Kahramanmaraş ilindeki içme ve kullanma suyu ihtiyacını incelemişlerdir. İller bankası Yönetmeliğine göre nüfus 2035 yılına kadar nüfus tahminlerini yapmış ve mevcut su kaynaklarını saptamışlardır. İl merkezinde tüketilen suyun %80'inin konutlarda tüketildiği ve 2035 yılına kadar, 5' er yıl aryla ilin toplam su ihtiyacı analiz edilmiştir. Bu ihtiyacın karşılanması için mevcut kaynaklara ilave olarak yer altı kaynakları, Ayvalı barajı, Menzelet barajı ve inşaatı devam eden Kılavuzlu barajı suyundan yararlanılacağı belirtilmiştir. Fetaoğlu (2008), Kırklareli-Vize ilçesinin toprak ve su kaynaklarının gelecekteki durumunu tespit etmiştir. İller bankası nüfus tahmin metodunu kullanarak 2050 yılı nüfusunu tahmin etmiş, içme ve kullanma suyu debisini bulmuşlardır. İlçenin arazi varlığını, sulanması gereken alanları ve sulama ihtiyacını belirlemiştir. Büyük toprak gruplarını, arazi sınıfları ve kullanım şekilleri, toprak verimlilik değerleri ve bitki desenini incelemiştir. Çalışmada, ilçedeki su varlığının ihtiyacı karşılayacağı ancak iklim değişikliği, kuraklık gibi risklere karşı su depolama yapıları ve kışın biriktirilen suyun yazın sulama suyu olarak kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

Kaya (2014) çalışmasında, Ağrı ilinin içme ve kullanma suyu ihtiyacının karşılanması için inşa edilen Yazıcı Barajının durumunu incelemiştir. İçme ve kullanma suyu ihtiyacının belirlenmesi ve matematiksel yöntemler kullanılarak gelecek yıllara ait nüfus projeksiyonları yapılmıştır. Yazılı Barajı Planlama Raporuna dayanılarak barajdan

yılda 28,24 m³ su alınarak 2045 yılına kadar kentin su ihtiyacının karşılanacağı bulunmuştur. Kentin alışmış olduğu içme suyu tadının karşılanması için baraj üzerinde arıtma tesisi yapıldığından ve suyun sürekli kontrol altında tutulduğundan bahsedilmiştir. Ağrı'nın su kaynaklarından daha iyi yararlanmak ve su kirliliğinin azaltılması için önerilerde bulunulmuştur.

İklim Değişimi

Fosil yakıtların yakılması, hayvancılık, ormanların kıyımı ve sentetik gübreleme gibi insan kaynaklı sera gazları artmaktadır. Sera gazları küresel ısınmaya neden olmaktadır. Satterthwaite (2009) tarafından 55 yıllık karbondioksit (CO₂) emisyon seviyeleri gözlemlendiğinde, gelişmiş ülkelerin sera gazı emisyonlarının daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Bunun sebebi gelişmiş ülkelerdeki tüketicilerdeki ve tüketim seviyelerindeki büyüme olarak gösterilmiştir. 19.yüzyılın ortalarından günümüze değin küresel sıcaklık arttığı ve hiçbir önlem alınmaması durumunda ise bu yüzyılın sonunda 2 derece artacağı öngörülmektedir. Küresel ısınmanın iklim değişikliğine neden olacağı düşünülmektedir (Yüksel ve ark. 2011). Dünya ölçeğinde farklı zaman dilimleri için iklim değişikliği senaryoları hazırlanmaktadır. Bunlardan bir tanesi de Hükümetler Arası İklim Değişikliği Senaryoları Paneli (IPPC, Intergovernmental Panel on Climate Change) raporudur. IPPC raporuna göre, 21. yüzyılın orta ve sonları için tasarlanan iklim değişikliği senaryolarına göre Türkiye'nin de dâhil olduğu Akdeniz havzasında yağış azlığına karşı kuraklıkların artacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2007). Türkiye için bölgesel ölçekte hazırlanan iklim değişikliği senaryolarına göre, ortalama sıcaklıkların kıyı bölgeler dışında 5-6 derece artacağı öngörülmektedir. Mevsimsel artışlara bakılacak olursa kış mevsiminde doğuda 4-6 derece, yaz mevsiminde batıda 6-7 derece, ilkbahar ve sonbahar aylarında ise ülke genelinde 4-5 derecelik artış beklenmektedir (Demir ve ark. 2008). Türkiye'de iklim değişikliği nedeniyle yüzey suyu kaynaklarında, yeraltı suları potansiyelinde ve kar depolanmasında %30 azalma meydana geleceği tahmin edilmektedir. Doğal ve tarımsal su gereksinimlerinde olacak artışa karşılık su rezervlerindeki bu azalma, gelecek su kaynaklarının daha etkin yönetimini zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle yapılan etüt çalışmalarında CBS ve Uzaktan Algılama teknolojilerinden yararlanılmaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012). Yerküredeki iklim değişimlerinden dolayı su miktarlarının seyrinde nasıl bir trend olduğunun bilinmesi, su kaynaklarının planlama ve işletim çalışmalarında büyük önem taşır (Bayazıt ve ark. 2004). İklim değişikliği projeksiyonlarına göre su potansiyelinde azalmanın bu yüzyılın sonuna kadar Akdeniz havzalarında

%37'lere, Konya havzasında %70'lere, Fırat ve Dicle havzalarında %10'lara varacağı tahmin edilmektedir. Türkiye genelinde suların azalması kişi başına düşen su miktarının azalması anlamına gelmektedir (Şen, 2013). Bu nedenle gelecekte Türkiye'nin ciddi su sorunlarıyla karşı karşıya gelmesi muhtemel sonuçlardır.

Akım trendini tespit etmek amacıyla yağış ve sıcaklık etkileyen iklim parametrelerine parametrik ve parametrik olmayan istatistik testler uygulanmaktadır. Gözlemlerin kısa süreli, kesikli, düzensiz ve çarpık olması gibi olumsuz etkilerini ortadan kaldırması ve daha doğru ve güvenilir sonuçlar üretmesi amacıyla klimatolojik analizlerde genellikle parametrik olmayan testler tercih edilmektedir (Büyükyıldız ve Berktaş, 2004; Cebe, 2007). Belle ve Hughes (1984), su kalitesindeki trendi tespit etmek için parametrik olmayan testler geliştirmişlerdir. Bunun sebebi klasik parametrik testlerin lineerlik, doğrusallık, bağımsızlık vb. kabullerinin su kalitesi verileri ile karşılanamamaktadır. Parametrik olmayan testler daha esnektir ve sorunları kolayca çözebilir. Toros (1993), Türkiye'deki iklim değişikliğini belirlemek için 18 meteoroloji istasyona ait sıcaklık ve yağış verilerine trend analizi uygulamıştır. Analiz sonuçlarına göre Türkiye genelinde yüksek yağış ve sıcaklıkta belirgin bir trend gözlemlenmiştir. Bununla birlikte mevsimsel toplam yağışlarda ilkbahar aylarında artma, kış aylarında azalma eğilimi vardır.

İklim değişikliğinin tespiti çalışmalarında öncelikle çalışma alanının iklim sınıfını tespit edilmelidir. İklim sınıfını tespit etmek için ise pek çok metot vardır. Thornthwaite, Köppen-Geiger, De Martonne, Trewartha, Aydeniz ve Erinç metotları bunlardan en kabul görenlerindendir. Bilim insanlarının analiz ölçütleri birbirinden farklıdır. Bu ölçütlerden bazıları yağış-buharlaşma, yağış-sıcaklık oranı, bitki örtüsü ve yağış rejimidir (MGM, 2020). Peel ve ark. (2007), çalışmalarında Köppen-Geiger iklim sınıflandırma metoduyla hazırlanan güncel dünya haritası hazırlamışlardır. Asya, Avrupa, Afrika, Avustralya, Kuzey Amerika, Güney Amerika ve Antarktika kıtalarında yöntemi uygulanmışlardır. (Global Historical Climatology Network) Küresel Tarihsel Klimatoloji Ağından aylık yağış ve aylık sıcaklık uzun vadeli istasyon kayıtları alınmıştır. Yağış için 1909-1991 ve sıcaklık için 1923-1993 yılları arasındaki verileri kullanmışlardır. Köppen-Geiger iklim sınıflandırma metoduna göre iklim sınıfları temelde A, B, C, D ve E harfleri ile sembolize edilmektedir. Dünya genelinde baskın iklim çeşitliliği dağılımını sırasıyla kurak iklim B (%30,2) ardından soğuk iklim D (%24,6), tropikal iklim A (%19,0), ılıman iklim C (%13,4) ve polar E (%12,8) olarak tespit etmişlerdir. Birdal ve ark. (2018), çalışmalarında İzmir ilinin 1980-1989 ve 2006-2011 yılları arasındaki iklim değişikliklerini

incelemişlerdir. De Mortanne ve Erinç iklim sınıflandırma yöntemlerini CBS yazılımlarında işlenerek İzmir ilinin iklim tipi modellemesini yapmışlardır ve sonuçları karşılaştırmışlardır. De Mortanne yöntemine göre İzmir'in güneyi yarı nemli durumdan az nemli duruma geçtiği, kuzey bölgelerde ise yarı nemli durumdan nemli duruma geçtiği gözlenmiştir. Erinç iklim sınıflandırmasına göre ise İzmir'in kuzey bölgelerinde kuraklığa geçiş olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda İzmir'in iklim değişikliğine çok duyarlı olduğu görülmüştür.

Thornthwaite iklim sınıflandırma metodu da kullanılarak bölgesel iklim sınıflandırma çalışmaları yapılmaktadır. Temelde, Thornthwaite iklim sınıflandırma metodu sıcaklık-buharlaşma ve yağış-buharlaşma ilişkisine dayanmaktadır. Doğan (1996) çalışmasında, Thornthwaite metodunu kullanarak Türkiye'nin iklim bölgeleri haritası oluşturmuş ve sonuçları değerlendirmiştir. Bu metodu 1991 yılına kadar gözlem süresi 20 yılı geçen 121 istasyona uygulamıştır. Türkiye'deki iklim tipleri A (çok nemli), B (nemli), C (kurak-az nemli ve yarı kurak) ve D (yarı kurak) olarak belirlemiştir. Çalışma başka tezlerle karşılaştırılmıştır. Thornthwaite metodunun bazı alanlarda ise uyuşmadığı gözlenmiştir. Yapılan çalışma Türkiye genelinde yapılan iklim çalışmalarıyla karşılaştırıldığında Thornthwaite metodunun bazı bölgelerde uyuşmadığı görülmüştür. Ek olarak, Yılmaz ve Çiçek (2016) tarafından Thornthwaite metodu kullanılarak, Türkiye'nin iklimini tasnif çalışmasında, 8 farklı yağış etkinlik ve sıcaklık tesiri indisi, 6 farklı kuraklık ve nemlilik indis sınıfı, 7 farklı potansiyel buharlaşma indis sınıfı belirlenmiş ve toplam 233 farklı Thornthwaite iklim sınıfı tespit edilmiştir. Bu sonuç bize Türkiye'nin iklim çeşitliğine sahip bir ülke olduğunu gösterir. Bazı şehirler iklim bölgelerinin geçiş güzergâhında yer almaktadır. Dolayısıyla böylesi şehirler, etkisine maruz kaldıkları iklimlerin özelliklerini gösterirler. Canlı-Sözbilir (2001), çalışmasında Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer alan Gaziantep'in iklimini tam olarak ortaya koymaya çalışmıştır. Akdeniz ikliminin etkisinde olup olmadığı araştırılmıştır. 1940-1994 yılları arasında sıcaklık değerleri, yağış ve nem miktarları, rüzgâr frekansları rasat verilerini günlük, aylık ve yıllık bazda grafiklere dönüştürüp incelemiştir. Rubinstein formülü uygulayarak rüzgâr frekanslarını belirlemişlerdir. Gaziantep'in iklim sınıfını tespit edebilmek için Thornthwaite, Köppen ve De Martonne metodlarını uygulamıştır. Thornthwaite metoduna göre iklim tipi yarı kurak, az nemli 2.dereceden mezotermal ve kış mevsiminde kuvvetlidir. Köppen metoduna göre Akdeniz iklim tipine girmektedir. De Martonne metoduna göre ise yarı kurak ve nemli bölgeler arasında yer aldığı ancak yarı kurak

bölgeye daha yakın olduğu sonucuna ulaşmıştır. Tüm bu sonuçlardan varılacak sonucun Gaziantep ikliminin step olmadığı, yarı kurak ve nemli bölgeler arasında geçiş iklimine sahip olduğu ve Akdeniz ikliminin bazı özelliklerini taşıdığını belirlemiştir.

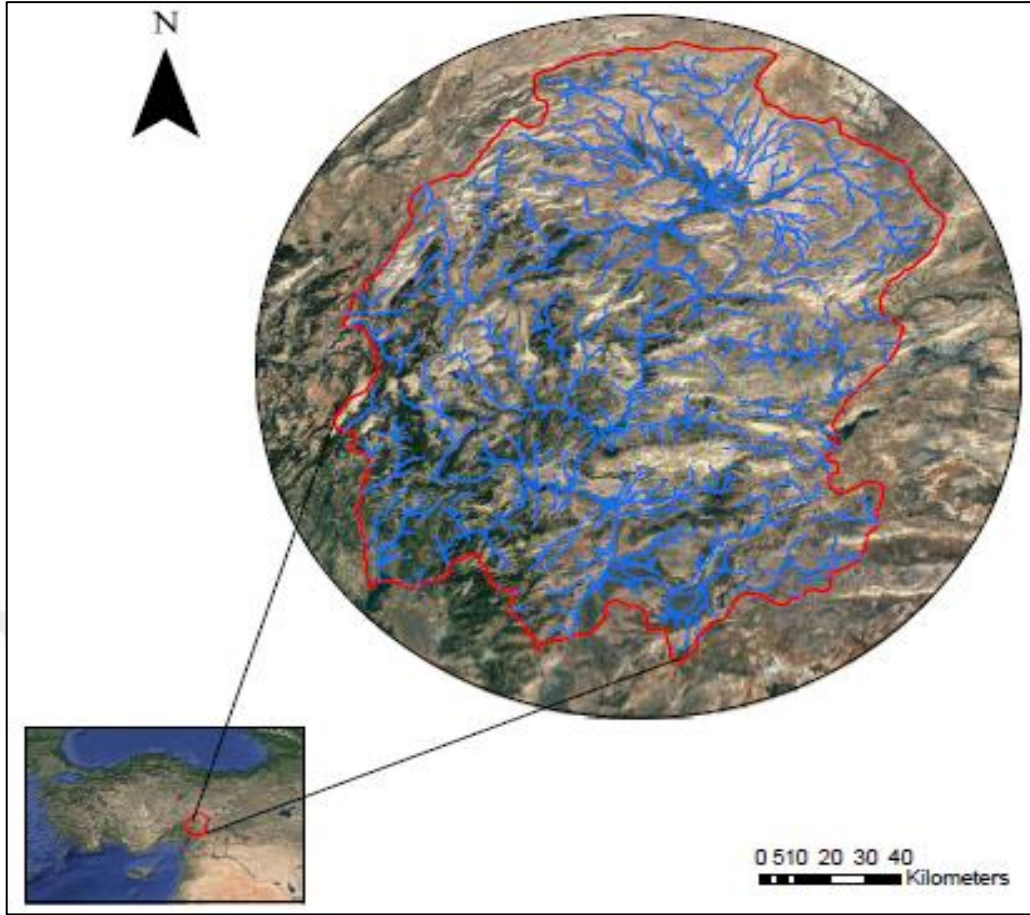


3. MATERYAL

3.1. Çalışma Alanı ve Veri Setleri

Türkiye'nin güneydoğusunda, Akdeniz bölgesinde yer alan il, 14.502 km²'lik yüzölçümü ile Türkiye'nin 18. büyük ilidir. Kahramanmaraş ili Onikişubat, Dulkadiroğlu, Elbistan, Afşin, Türkoğlu, Pazarcık, Göksun, Andırın, Çağlayancerit, Nurhak ve Ekinözü olmak üzere 11 ilçeden oluşmaktadır. Bu çalışmada, Onikişubat ve Dulkadiroğlu ilçeleri, merkez ilçeler oldukları için tek bir birimde (merkez ilçe olarak) işlem yapılacaktır. Nurhak ilçesi haricinde ilin tamamı Ceyhan havzasında yer almakta olup, Türkiye'nin önemli nehirlerinden biri olan Ceyhan Nehri, Elbistan ilçesinden doğmaktadır. İlin ana akarsuyu Ceyhan Nehri üzerinde birçok dere, çay ve baraj bulunmaktadır. Bundan başka Andırın, Aksu, Erkenez, Göksu, Göksun, Hurman, İmalı, Karaçay, Kerhan, Kömür, Sarsap, Söğütlü, Terbüzek çayları ve Ağcalıdere, Akdere, Boğazdere, Cancığın Dere, Değirmendere, Fırınz, İğdeli Öz, Kaçkırt, Kanlıdere, Karasu, Kısık, Koçak, Körsulu, Köşk, Öşüngele, Tatlar, Tekir, Zeytin dereleri başlıca akarsu kaynaklarıdır. Doğal göl (Gâvur, Karagöl, Kumaşır Gölleri) bakımından çok zengin olmasa da coğrafyanın uygunluğu sayesinde birçok baraj (Adatepe, Ayvalı, Geben, Kandil, Kartalkaya, Kesik Kılavuzlu, Menzelet, Merk, Sır, Suçatı, Süleymanlı, Zorkun Barajları) mevcuttur. Toplam akarsu kollarının uzunluğu 4.085 km'dir (Şekil 3.1). Şekil 3.1' de Türkiye haritası üzerinde Kahramanmaraş ilinin konumu ve ildeki akarsu kollarının yönelimi verilmektedir. İle yılda ortalama 733,7 mm yağış düşmekte iken, yerüstü (yeraltı) su potansiyeli 4.815 ha³/yıl (343,5 ha³/yıl) dır (Kaski, 2014; TVSM, 2017; OSİB, 2018; Sarıgül ve Turoğlu, 2020).

SYH verileri, ABD Jeolojik Araştırmaları Merkezi (USGS) den temin edilmiş olup CBS ortamında bu harita işlenerek bölgenin drenaj alanları, akarsu kolları ve eğim elde edilmiştir (Anonim, 2020b). Diğer taraftan, Corine arazi haritası, Türkiye'nin de dâhil olduğu Avrupa çevre ajansı tarafından belirlenen arazi kullanım sınıflandırmasına göre uydu görüntülerinin bilgisayar ortamında yorumlanmasıyla elde edilen arazi kullanım verisidir (TOB, 2021). 1/100.000 ölçekli Corine arazi haritası verisi raster formatta Corine Land Cover'dan temin edilmiştir (Anonim, 2020c). Ayrıca, toprak haritası, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafında geliştirilen Tarım Arazileri Değerlendirme ve Bilgilendirme Portalından temin edilmiş olup gerekli düzenlemeler CBS ortamında yapılmıştır (Tad Portal, 2021).



Şekil 3.1 Çalışma alanının konumu

Cumhuriyetten sonra ilk nüfus sayımı 1927 yılında yapılmış olup, 1935 yılından itibaren 5 yılda bir; 1990-2000 tarihleri arasında bir kez, 2007 yılından itibaren her yıl sayım yapılmıştır. Çalışmada ilk olarak, gelecek nüfusu tespit etmek için nüfus verileri Türkiye İstatistik Kurumu’ndan elde edilmiştir (TÜİK, 2020b). İlk aşamada il bazında nüfus tahmini yapılacağından Kahramanmaraş ilinin genel nüfusu verileri 1927- 2019 yılları arasında tespit edilmiştir. TÜİK’den alınan verilerde ilçelere ait en eski nüfus verisi 1965 yılına aittir. Kahramanmaraş ili seksenli yılların sonuna kadar; Göksun, Elbistan, Afşin, Pazarcık, Türkoğlu, Andırın ve merkez olmak üzere 7 ilçeden oluşmaktadır. 2012 yılında Resmî Gazete’ de yayımlanan “on üç ilde büyükşehir belediyesi ve yirmi altı ilçe kurulması ile bazı kanun ve kanun hükmünde kararnamelerde değişiklik yapılmasına dair kanun” a göre Kahramanmaraş belediyesi büyükşehir belediyesine dönüştürülmüş olup, aynı kanunun ilgili hükümleri gereğince merkez ilçe Dulkadiroğlu ve Onikişubat adlı iki ilçe olarak ayrılmıştır (T.C. Resmî Gazete, 6 Aralık 2012, sayı: 28489). Ancak çalışmanın bütünlüğü açısından Onikişubat ve Dulkadiroğlu ilçelerinin nüfuslarını toplanıp merkez ilçe olarak belirtilmiştir. 1987 yılında Çağlayancerit, 1990 yılında ise Ekinözü ve Nurhak

ilçe statüsü kazanmış olup, 1991 yılına kadar fiilen üç yeni ilçe kurulmuştur. Bu nedenle Çağlayancerit, Ekinözü ve Nurhak ilçelerinde referans yılı 1990 olarak kabul edilmiştir. Çalışma alanına ait nüfus verileri Çizelge 3.1’ de verilmiştir. 2019 yılı resmi sayımlarına göre merkez ilçe 654.521 kişi ile en çok nüfusa sahip ilçedir. Çalışmada hesaplamalar son sayıma göre nüfus büyüklüklerine göre sıralanacak olup, il geneli (1.154.102 kişi), merkez ilçe (654.521 kişi), Elbistan (141.534 kişi), Afşin (80.447 kişi), Türkoğlu (77.112 kişi), Pazarcık (69.097 kişi), Göksun (52.255 kişi), Andırın (32.503 kişi), Çağlayancerit (23.133 kişi), Nurhak (12.279 kişi) ve Ekinözü (11.221 kişi) şeklindedir.

Çizelge 3.1 Kahramanmaraş ilçe ve toplam nüfusunun 1927-2019 yılları arası değişimi (TÜİK, 2020b)

<i>Yıl</i>	<i>Merkez</i>	<i>Afşin</i>	<i>Andırın</i>	<i>Ç.Cerit</i>	<i>Ekinözü</i>	<i>Elbistan</i>	<i>Göksun</i>	<i>Nurhak</i>	<i>Pazarcık</i>	<i>Türkoğlu</i>	<i>Toplam</i>
1927	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	186.855
1935	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	188.877
1940	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	202.073
1945	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	261.550
1950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	288.843
1955	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	336.797
1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	389.857
1965	141.949	49.037	33.169	-	-	78.664	37.616	-	68.795	29.193	438.423
1970	195.116	62.139	35.406	-	-	91.978	40.864	-	72.257	31.222	528.982
1975	232.131	77.483	40.342	-	-	109.595	48.609	-	90.763	42.557	641.480
1980	293.716	84.199	43.254	-	-	124.842	54.059	-	89.757	48.205	738.032
1985	336.961	99.517	43.447	-	-	147.631	58.512	-	103.261	51.143	840.472
1990	360.481	99.321	44.337	26.914	21.633	112.024	70.616	14.990	81.644	60.992	892.952
2000	465.370	92.718	41.051	29.580	17.102	128.267	76.033	17.260	72.628	62.375	1.002.384
2007	500.950	84.786	40.915	26.846	15.684	129.379	54.553	14.587	74.560	62.154	1.004.414
2008	511.887	86.926	41.371	27.051	15.635	131.948	56.668	15.461	77.371	64.980	1.029.298
2009	522.775	86.207	40.088	26.938	15.268	135.386	55.983	14.859	74.869	65.118	1.037.491
2010	532.216	85.339	39.441	26.701	14.815	137.283	55.370	14.337	74.259	65.055	1.044.816
2011	545.704	84.244	38.074	26.257	14.363	139.046	54.024	14.099	73.227	65.172	1.054.210
2012	558.664	83.324	36.439	25.692	13.833	139.855	52.845	13.706	72.270	66.546	1.063.174
2013	574.571	82.662	35.943	25.276	13.461	140.493	53.157	13.414	68.843	67.886	1.075.706
2014	589.423	82.122	35.298	24.548	12.526	142.168	52.142	13.068	69.320	68.423	1.089.038
2015	603.020	81.390	34.038	23.607	11.886	141.468	51.415	12.504	67.802	69.480	1.096.610
2016	616.301	81.591	34.148	23.318	11.670	142.783	51.515	12.348	68.187	70.773	1.112.634
2017	632.487	81.107	32.998	23.025	11.484	142.779	51.615	12.124	68.128	71.876	1.127.623
2018	641.317	81.423	33.193	23.346	11.839	142.548	55.985	12.592	68.838	73.770	1.144.851
2019	654.521	80.447	32.503	23.133	11.221	141.534	52.255	12.279	69.097	77.112	1.154.102

Çalışma alanının iklim değişikliğinin izlenmesi amacıyla trend analizi çalışmalarında yağış ve sıcaklık verilerine ihtiyaç duyulmuştur. Yağış, iklim parametreleri arasında zaman ve mekân bakımından en fazla değişkenlik gösteren parametredir (Karabulut ve Cosun, 2009). Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğünden ilçelerdeki meteoroloji istasyonlarda ölçülen noktasal yağış verisi (aylık toplam) ve sıcaklık (aylık ortalama) temin edilmiştir. İl ve ilçelerde yağış istasyonlarının bölgeyi tam kapsayamadığı veyahut da belirtilen zaman aralığında veri bulunmaması durumunda alansal yağış (aylık toplam) verileri çalışmada kullanılmıştır. İstasyon bazında Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen verilerin zaman aralığı Çizelge 3.2'de verilmiştir. Bu istasyonlardan serilerin kesintisiz olduğu yıllar tabloda renklendirilmiş olup yağış (yıllık ortalama) trend analizi için: Kahramanmaraş, Elbistan, Afşin ilçelerinde 1980-2020 yılları arası 41 yıllık rasatlar, Türkoğlu, Pazarcık, Göksun, Andırın, Çağlayancerit, Nurhak ve Ekinözü ilçelerinde 1981-2020 yılları arası 40 yıllık rasatlar; sıcaklık (yıllık ortalama) trend analizi için: Kahramanmaraş, Elbistan, Afşin, Göksun ilçelerinde 1980-2020 yılları arası 41 yıllık rasatlar; Andırın, Pazarcık ilçelerinde 2013-2020 arası 8 yıllık rasatlar; Türkoğlu, Çağlayancerit, Nurhak ve Ekinözü ilçelerinde ise 2015-2020 arası 6 yıllık rasatlar referans alınmıştır.

Çizelge 3.2 İstasyonlarda ölçülen yağış ve sıcaklık verilerinin zaman aralığı

İlçe Adı	İstasyon No	İstasyon Adı	Sıcaklık	Yağış
Afşin	17868	Afşin	01.01.1980-31.12.2020	01.01.1980-31.12.2020
	18985	Örenler Köyü	29.12.2017-27.12.2018;01.03.2019-23.11.2019	01.01.2018-28.12.2018;01.03.2019-29.12.2019
Andırın	18156	Andırın	03.12.2012-31.12.2020	01.09.1980-31.12.2020
	19179	Yeşilova Köyü	01.11.2017-31.12.2020	01.11.2017-31.12.2020
	7420	Andırın	01.01.1985-17.07.1988;01.11.1988- 31.12.1988;	
			1.02.1989-31.12.1990;01.01.1992-31.12.1994	
Çağlayancerit	18279	Çağlayancerit	03.03.2014-31.12.2020	01.09.1980-31.12.2020
Ekinözü	18280	Ekinözü	05.03.2014-31.12.2020	01.09.1980-31.12.2020
Elbistan	17870	Elbistan	01.01.1980-31.12.2020	01.09.1980-31.12.2020
	18646	Akarca Mevkii	10.04.2015-31.12.2020	10.04.2015-31.12.2020
Göksun	17866	Göksun	01.01.1980-31.12.2020	01.09.1980-31.12.2020
	18983	Ahmetçik Köyü	-	01.02.2018-16.12.2019
Kahramanmaraş	17255	Kahramanmaraş	01.01.1980-31.12.2020	01.01.1980-31.12.2020
	17256	Havalimanı	01.01.2001-31.12.2020	-
	18866	Elmalar Orman Sahası	01.10.2017-31.12.2020	01.11.2016-31.12.2020
	18867	Tekir Belediyesi	01.11.2016-31.12.2020	01.11.2016-31.12.2020
	19177	Çamlıbel Köyü	01.11.2017-32.12.2020	01.11.2017-32.12.2020
Nurhak	6574	Nurhak	01.01.1995-01.01.1996;01.01.1998-01.01.2004	-
	18281	Nurhak	01.06.2014-31.12.2020	01.09.1980-31.12.2020
Pazarcık	7430	Pazarcık	01.01.1985-01.08.1989;01.11.1989-01.01.1990;	-
			01.01.1991-01.08.1991;01.10.1991-01.01.1992	
	18157	Pazarcık	03.12.2012-31.12.2020	01.09.1980-31.12.2020
	18988	Çınarlı	01.01.2019-01.05.2019;01.01.2020-31.12.2020	01.01.2019-0.05.2019-01.01.2020-0.05.2020
Türkoğlu	18282	Türkoğlu	05.03.2014-31.12.2020	01.019.1980-31.12.2020
	18658	Çakıroğlu Köyü	13.03.2015-31.12.2020	13.03.2015-31.12.2020

4. METOT

Bu çalışma dört aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, TÜİK sayımları alınarak çalışma alanının gelecek 50 yıllık nüfusu tahmin edilmiştir. Sonrasında tahminlerin yöntem performansı çeşitli istatistiksel indisler kullanılarak değerlendirilmiştir. İkinci aşamada ise Arc-GIS programı kullanılarak çalışma alanına ait havza karakteristikleri belirlenmiştir. Üçüncü aşamada, MGM' den alınan ortalama sıcaklık ve yağış verileri Thornthwaite metodu ile çalışma alanlarındaki buharlaşma değişimi incelenmiştir. Son olarak MGM' den alınan aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış verilerinin ve Thornthwaite yöntemine göre hesaplanan evapotranspirasyon değerlerinin trend analizi parametrik olmayan testler aracılığıyla yapılmıştır. Tüm bu çalışmalar ışığında gelecekte nüfus ve bölgenin klimatolojik değişimi (sıcaklık, yağış ve buharlaşma gibi) incelenmiş olup bu faktörlerin su kaynaklarına olası etkileri tartışılmıştır.

4.1. Nüfus Tahmin Yöntemleri

Çalışmanın ilk aşamasında matematiksel yöntemler kullanılarak 10 yıllık periyotlarla gelecek 50 yıllık nüfus hesaplanacaktır. Metotların ampirik formülleri aşağıdaki gibidir:

4.1.1. Aritmetik metot (AAM)

Aritmetik artış metodunda nüfusun zamana bağlı çizilmesiyle elde edilen eğrinin teğet eğimi, yani nüfus artış hızı sabittir (Muslu, 2008; Türkdogan ve Yetilmezsoy, 2015). k_a , aritmetik artış sabiti olup;

$$k_a = \frac{N_s - N_i}{t_s - t_i} \quad (4.1)$$

Gelecekteki nüfus;

$$N_g = N_s + [k_a \times (t_g - t_s)] \quad (4.2)$$

Burada, N_i , yerleşim yerinin ilk nüfusu; N_s , yerleşim yerinin son nüfusu; N_g , yerleşim yerinin gelecekteki veya sonraki nüfusu; t_i , nüfusu bilinen önceki sene; t_s , nüfusu bilinen son sene; t_g , nüfusu tahmin edilen senedir.

4.1.2. Geometrik metot (GAM)

Bu metotta nüfus artış hızı yerleşim yerinin toplam nüfusunun logaritmik bir fonksiyonu olarak ifade edilir. k_g , geometrik artış sabiti olup;

$$k_g = \frac{\ln N_s - \ln N_i}{t_s - t_i} \quad (4.3)$$

Gelecekteki nüfus;

$$\ln N_g = \ln N_s + [k_g \times (t_g - t_s)] \quad (4.4)$$

(4.3) ve (4.4) denklemlerinde, (4.1) ve (4.2) denklemlerindeki tanımlamaların aynısı geçerlidir.

4.1.3. İller bankası metodu (İBM)

İller bankası içme suyu şartnamesine göre hesaplama yapılır. Geometrik artış metot esasına göre artışın sınırlandırıldığı bir yöntem olup artış hızı çoğalma katsayısı ile ifade edilir.

Çoğalma Katsayısı;

$$p = \left[\sqrt[a]{\frac{N_s}{N_i}} - 1 \right] \times 100 \quad (4.5)$$

Çoğalma katsayısı: $p \leq 3 \rightarrow p = 1$

$1 \leq p \leq 3 \rightarrow p = p$

$p \geq 3 \rightarrow p = 3$ olarak alınmalıdır.

Gelecekteki nüfus;

$$N_g = N_s \times \left[1 + \frac{p}{100} \right]^a \quad (4.6)$$

(4.5) ve (4.6) denklemlerinde, (4.1) ve (4.2) denklemlerindeki tanımlamaların aynısı geçerlidir. Ek olarak $a = (t_s - t_i)$ son nüfus ile ilk nüfus arasında geçen süredir (yıl).

4.2. Çalışmada Kullanılan İndisler

Nüfus tahmin metotlarının performansı, tahmin ve sayımlar arasındaki korelasyonu baz alan çeşitli istatistiksel indisler kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmada, Nash-Sutcliffe Verimlilik Katsayısı (NSVK), Ortalama Bağlı Hata (OBH), Pearson korelasyon katsayısı (R) ve Merkezi Karesel Ortalama Hata (MKOH) olmak üzere dört farklı istatistiksel ölçüt kullanılmıştır.

4.2.1. Nash-Sutcliffe verimlilik katsayısı (NSVK)

NSVK ilk olarak Nash ve Sutcliffe (1970) tarafından hidrolojik modellemelerin tahmin performansını değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Sayım ve tahminlerin hangi oranda birbirine yaklaştığını ifade eden istatistiksel bir yöntem olan NSVK $-\infty$ ile 1 arasında değer alır. Burada değer NSVK=1 ise sayımlar tahmin yöntemleriyle hesaplanan tahminlerin mükemmel eşleştiğini gösterir. 0-1 arasında olup 1' yakınsıyorsa yöntemler kabul edilebilir. NSVK<0 durumunda ise yöntem performansının yetersiz olduğunu göstermektedir. NSVK denklem (4.7) ile hesaplanmaktadır.

$$NSVK = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (N_{S,i} - N_{T,i})^2}{\sum_{i=1}^n (N_{S,i} - \bar{N}_S)^2} \quad [-\infty, 1] \quad (4.7)$$

Burada, n , TÜİK nüfus sayım toplam adedidir; $N_{S,i}$, TÜİK nüfus sayımıdır (kişi); $\bar{N}_S$, TÜİK nüfus sayımlarının ortalamasını ifade eder ve $N_{T,i}$, Aritmetik, Geometrik, İller Bankası Metotlarına göre nüfus tahminleridir (kişi).

4.2.2. Ortalama bağlı hata (OBH)

OBH tahminlerin sayımlara ne kadar yakın olduğunun matematiksel bir ifadesidir ve $-\infty$ ve $+\infty$ arasında değişir. Pozitif (negatif) OBH değerleri, tahminleri fazla (eksik) gösterirken, OBH=0 olması tahminlerin sayımı mükemmel şekilde yakaladığını gösterir (Dis ve ark, 2015). OBH denklem (4.8) ile hesaplanmaktadır. (4.8) denkleminde kullanılan simgeler için, (4.7) denklemindeki tanımlamaların aynısı geçerlidir.

$$OBH = \frac{\sum_{i=1}^n (N_{T,i} - N_{S,i})}{\sum_{i=1}^n N_{S,i}} \quad [-\infty, +\infty] \quad (4.8)$$

4.2.3. Pearson korelasyon katsayısı (R)

Pearson Korelasyon katsayısı, sayım ve tahminler arasındaki doğrusal ilişkinin olup olmadığını, varsa bu ilişkinin yönünü ve şiddetini gösterir. Katsayı -1 ile $+1$ arasında

değişmektedir. R pozitif (negatif) değer alıyorsa, sayım ve tahminler arasında doğru (ters) ilişki vardır. Korelasyon katsayısı, +1 (-1)' e yakınsıyorsa değişkenler arasındaki güçlü doğru (ters) korelasyonu, 0'a yakınsaması ise iki değişken arasında bir ilişkinin olmadığını gösterir. R denklem (4.9) ile hesaplanmaktadır.

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (N_{S,i} - \overline{N_S})(N_{T,i} - \overline{N_T})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (N_{S,i} - \overline{N_S})^2 * \sum_{i=1}^n (N_{T,i} - \overline{N_T})^2}} \quad [-1, +1] \quad (4.9)$$

Burada (4.9) denkleminde kullanılan simgeler için (4.7) denklemindeki tanımlamaların aynısı geçerlidir. Ek olarak $\overline{N_T}$, Aritmetik, Geometrik ve İller bankası metotlarına göre nüfus tahminlerinin ortalamasıdır.

4.2.4. Merkezi karesel ortalama hata (MKOH)

Merkezi Karesel Ortalama Hata 0 ile $+\infty$ arasında değerler alır. MKOH değerinin sıfıra yaklaşması tahminlerinin başarılı olduğunu gösterir. MKOH denklem (4.10) ile hesaplanmaktadır.

$$MKOH[\%] = \frac{100}{N_S} * \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [N_{S,i} - N_{T,i} - (\overline{N_S} - \overline{N_T})]^2}{n}} \quad [0, +\infty] \quad (4.10)$$

Burada (4.10) denkleminde de (4.7) ve (4.9) denklemlerindeki tanımlamaların aynısı geçerlidir.

4.3. Thornthwaite Metodu

Thornthwaite iklim sınıflandırma metodu esasında yağış-evapotranspirasyon ve sıcaklık-evapotranspirasyon ilişkisine dayanmaktadır. Thornthwaite iklimleri nemli iklimler ve kurak iklimler olarak iki büyük grupta toplamıştır (Dönmez, 1979). İklimi tespit edilmek istenen alanın aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama yağış ve aylık evapotranspirasyon değerlerinden yararlanılarak su bilançosu tablosu üretilmekte ve buradan yıllık su fazlası, su eksikliği, yıllık evapotranspirasyon elde edilir. Evapotranspirasyon toprak yüzeyinden buharlaşma ve bitkilerden terleme kaybedilen suyun toplamı olarak tanımlanır (Thornthwaite, 1948; MGM, 2016; Yılmaz ve Çiçek, 2016).

4.3.1. Potansiyel evapotranspirasyon

Potansiyel evapotranspirasyon bitkinin ihtiyacı olan yeterli suyun sürekli bulunması durumunda oluşan evapotranspirasyondur (Ok, 2003). Aylık ortalama sıcaklık ve enlem düzenleme katsayı bilinen alanın potansiyel evapotranspirasyonu denklem (4.11) ile hesaplanır ve denklemde istenen şartlar denklem (4.12), denklem (4.13) ve denklem (4.14) ile sağlanır (Thornthwaite, 1948).

$$PET = 16 * \left(\frac{10 * t}{I} \right)^{\alpha} * G \quad (4.11)$$

Burada PET , aylık potansiyel evapotranspirasyondur (mm); t , aylık ortalama sıcaklıktır ($^{\circ}C$); I , yıllık sıcaklık indeksidir; G , enlem düzeltme katsayısıdır (EK 1)

$$\alpha = 6.7510 * 10^{-7} * I^3 - 7.7110 * 10^{-5} * I^2 + 1.79121 * 10^{-2} * I + 0.49239 \quad (4.12)$$

$$I = \sum_{i=1}^{12} i \quad (4.13)$$

$$i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1.514} \quad (4.14)$$

4.3.2. Aktüel evapotranspirasyon

Aktüel evapotranspirasyon belirli bir bitkinin ve yerin, belirli bir zaman diliminde meteorolojik koşullar altında gerçekleştirdiği fiili buharlaşma miktarıdır (Ok, 2003). Potansiyel evapotranspirasyon ve yağış değişkenleri ile ay bazında hesaplanır. Yağış miktarı potansiyel evapotranspirasyon miktarından büyükse ($P > PET$), aktüel evapotranspirasyon potansiyel evapotranspirasyon miktarına eşittir. Yağış miktarı potansiyel evapotranspirasyon miktarından küçükse ($P < PET$), hesap edilen aydaki yağış miktarı ve zemin neminden karşılanarak o aydaki aktüel evapotranspirasyon bulunur.

4.4. Trend Analizi

Trend analizi, düzenli ya da düzensiz zaman serilerinin belli bir yön ve şiddette olup-olmadığı araştırılması amacıyla yapılan istatistiksel bir analizdir. Parametrik testler ve Parametrik olmayan (non-parametrik) testler olmak üzere iki şekilde yapılır. Veriler normal dağılım gösteriyor ve eşit aralıklı düzey ölçeğinde sıralanıyorsa parametrik test

yapılmalıdır. Fakat veriler normal dağılım göstermiyor ve eşit aralıklı ölçek düzeyinde sıralanmıyorsa parametrik olmayan testler ile analiz yapılır.

4.4.1. Mann-Kendall testi (MK)

MK testi, hidrometeorolojik zaman serilerinin trendini belirlemek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Yu ve ark., 2002). Değişkenlerin dağılımından bağımsız ve mevsimsellikten etkilenmeyen parametrik olmayan bir testtir. Mann Kendall testinin istatistiği (S), denklem (4.15) ile hesaplanır. Testin uygulanacağı zaman serisinde $x_1, x_2, \dots, x_n$ de x_i, x_j çiftleri iki gruba ayrılır. $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı K , $i > j$ için $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı M ile ifade edilirse Mann Kendall testinin istatistiği (S), denklem (4.15) ile hesaplanır.

$$S = K - M \quad (4.15)$$

Kendall korelasyon katsayısı τ ;

$$\tau = S / [n(n - 1)/2] \quad (4.16)$$

Mann (1945) ve Kendall (1975)' e göre $n \geq 8$ ise S 'nin ortalaması sıfır olup ve standart sapması aşağıdaki gibidir.

$$\sigma_s = \sqrt{n(n - 1)(2n + 5)/18} \quad (4.17)$$

Eğer değişkenler arasında birbirine eşit değerler varsa standart sapması denklem (4.17) aşağıdaki ifadeye dönüşür.

$$\sigma_s = \sqrt{\left[n(n - 1)(2n + 5) - \sum_i t_i(t_i - 1)(2t_i + 5) \right] / 18} \quad (4.18)$$

Burada t_i değeri i uzunluğundaki bir seride eşit olan gözlemlerin sayısıdır. Elde edilen varyans değerlerine bağlı olarak standart normal değişken, Z denklem (4.19) ile hesaplanır ve kritik z değeri ile kıyaslanarak trend olup olmadığına bakılır.

$$Z = \begin{cases} (S-1)/\sigma_S & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_S & S < 0 \end{cases} \quad (4.19)$$

Yukarıda anlatıldığı gibi hesap edilen Z 'nin mutlak değeri, α anlamlılık düzeyinde standart normal dağılım tablosundan (EK 2) tespit edilen $Z_{\alpha/2}$ değerinden küçükse ($Z < Z_{\alpha/2}$) ' $H_0 = \text{Trend yok}$ ' hipotezi kabul edilip değişkenler arasında trendin olmadığı, büyükse ($Z > Z_{\alpha/2}$) değişkenler arasında belli yönde bir trend olduğu sonucuna ulaşılır. Bu durumda hesaplanan S değeri pozitif ise artan bir trend, negatif ise azalan yönde trend olduğunu ifade eder (Yue ve ark., 1993).

4.4.2. Spearman'ın rho testi (SR)

SR testi, iki değişken arasında anlamlı korelasyon olup olmadığı belirlemek amacıyla kullanılan parametrik olmayan bir test olup sıralama istatistiklerine dayanmaktadır. Spearman'ın Rho testi test istatistiği (r_s) denklem (4.20) ile elde edilmektedir.

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n [R(X_i) - i]^2}{n(n^2 - 1)} \quad (4.20)$$

Bu denklemde $R(X_i)$, i . gözlemin sıra numarasıdır; i , verilerin gözlem sırasıdır; n , toplam gözlem sayısını ifade etmektedir. Test istatistiği Z değeri denklem (4.21) ile hesaplanır.

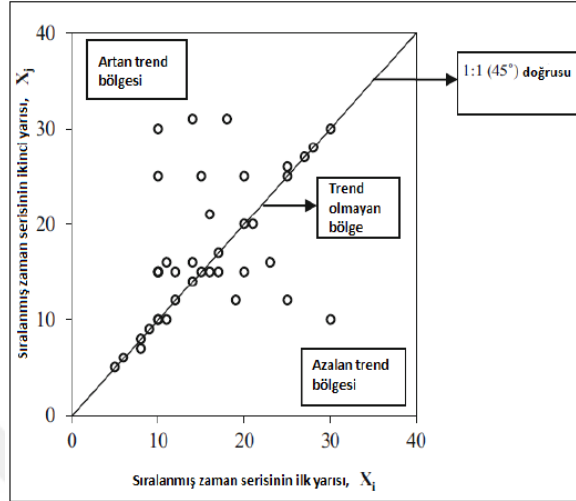
$$Z = r_s \sqrt{n-1} \quad (4.21)$$

Eğer $|z|$, α anlamlılık düzeyinde standart normal dağılım tablosundan tespit edilen $z_{\alpha/2}$ değerinden büyük ise ' $H_0 = \text{Trend yok}$ ' hipotezi reddedilir ve değişkenler arasında belirli bir trend olduğu sonucuna ulaşılır (Büyükyıldız ve Bertay, 2004).

4.4.3. Şen testi

(Şen, 2012; 2013)' e göre test şu şekilde yapılır: ölçümü yapıp kayıt altına alınan meteorolojik veri serileri ortanca yıldan ikiye ayrılarak iki alt-seri elde edilir. Alt-seriler artan düzende sıralanır. Daha sonra sıralanmış zaman serilerinin ilk yarısı (X_i) X eksenine

üzerinde, sıralanmış zaman serilerinin ikinci yarısı (X_j) Y-ekseni üzerinde yer almak üzere Kartezyen koordinat sistemi üzerinde sıralanır. Burada eğer veriler 1:1 doğrusunun alt üçgeninde yer alıyorsa azalan bir trend, üst üçgeninde yer alıyorsa artan bir trend olduğu ancak veri 1:1 doğrusu üzerinde sıralanırsa trendin olmadığı kabul edilir.



Şekil 4.1 Şen yöntemi (Yıldırım, 2015)

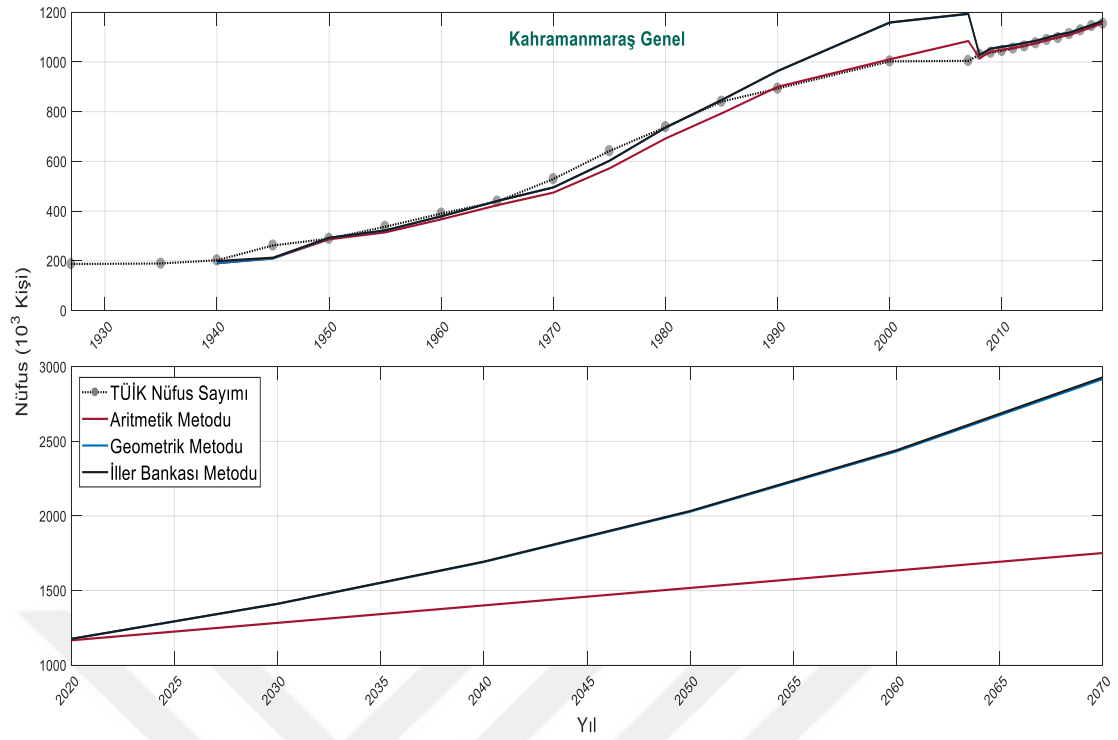
5. BULGULAR VE TARTIŞMA

5.1. Nüfus Projeksiyonları

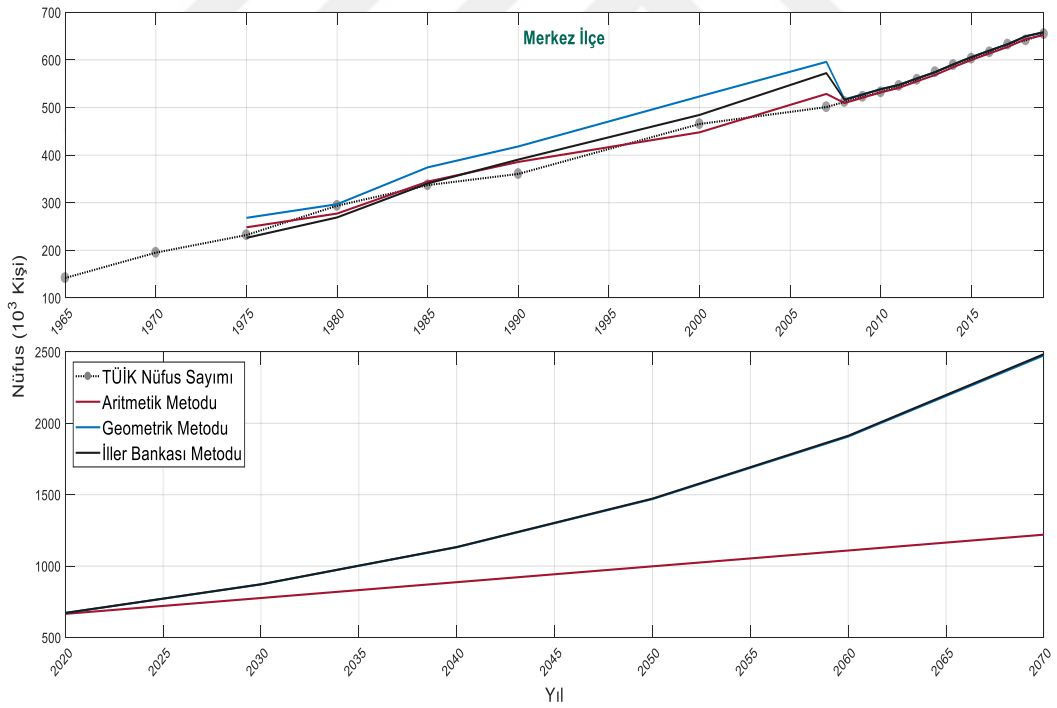
Bu çalışmada, Kahramanmaraş il ve ilçelerindeki geçmiş yıllara ait nüfus sayımları ile nüfus projeksiyonları aracılığıyla elde edilen tahminler arasındaki yakınsama durumu incelenip 10 yıllık aralıklarla gelecek 50 yıllık nüfusu tahmin edilmiştir. Yöntemlerin tahmin performansı grafiksel olarak gösterilmiştir. Burada, ilk grafik geçmiş yıllara ait sayım ve tahminleri, ikinci grafik ise 2020 yılından 2070 yılına kadarki periyotta nüfus projeksiyonlarıyla hesaplanan gelecek nüfus tahminlerini temsil etmektedir. İlk grafikte görüldüğü üzere ilk iki sayım verisi kullanılarak üçüncü sayımdan itibaren tahminler yapılmıştır. Çalışmada incelemeler mevcut nüfus büyüklüklerine göre; Kahramanmaraş genel, merkez ilçe (Onikişubat ve Dulkadiroğlu), Elbistan, Afşin, Türkoğlu, Pazarcık, Göksun, Andırın, Çağlayancerit, Nurhak ve Ekinözü sırasıyla yapılmıştır.

Bu amaçla, ilk olarak Kahramanmaraş il genelinde çalışma yapılmıştır. Şekil 5.1’de ilk grafikte görüldüğü üzere nüfus artma eğilimi göstermektedir. Beş yılda bir yapılan sayımlara göre tüm tahmin metotları iyi sonuç üretmiştir; bununla birlikte verilerin sıklığı arttıkça özellikle 2007 yılından itibaren tahminler verilerle birebir örtüşme göstermektedir. 2020-2070 yılları arasındaki tahmin grafiği incelendiğinde her üç metoda göre de nüfus artmaktadır. 2020 yılından 2070 yılına kadarki nüfus, AAM’ye göre 1.000.000 ila 2.000.000 aralığında, GAM ve İBM’ye göre ise 1.000.000 ila 3.000.000 arasında değişim göstermektedir.

Şekil 5.2’de Merkez ilçe nüfus tahmin grafikleri verilmiştir. Geçmiş yıllara ait ilk grafikte nüfus sayımları incelendiğinde, genel nüfusla aynı trende paralel bir şekilde, nüfus artış eğilimi göstermektedir. İlçeler nezdinde tahminler 1975 yılından itibaren yapılmış olup tahminler oldukça iyi sonuç vermiştir. 2020-2070 yılları arasındaki tahmin grafiği incelendiğinde her üç metoda göre de nüfusun sürekli olarak artacağı öngörülmektedir. Gelecek 50 yıllık periyotta, nüfus AAM’ye göre 500.000 ila 1.500.000, diğer iki metotta ise 500.000 ila 2.500.000 arasında artış göstereceği belirlenmiştir.

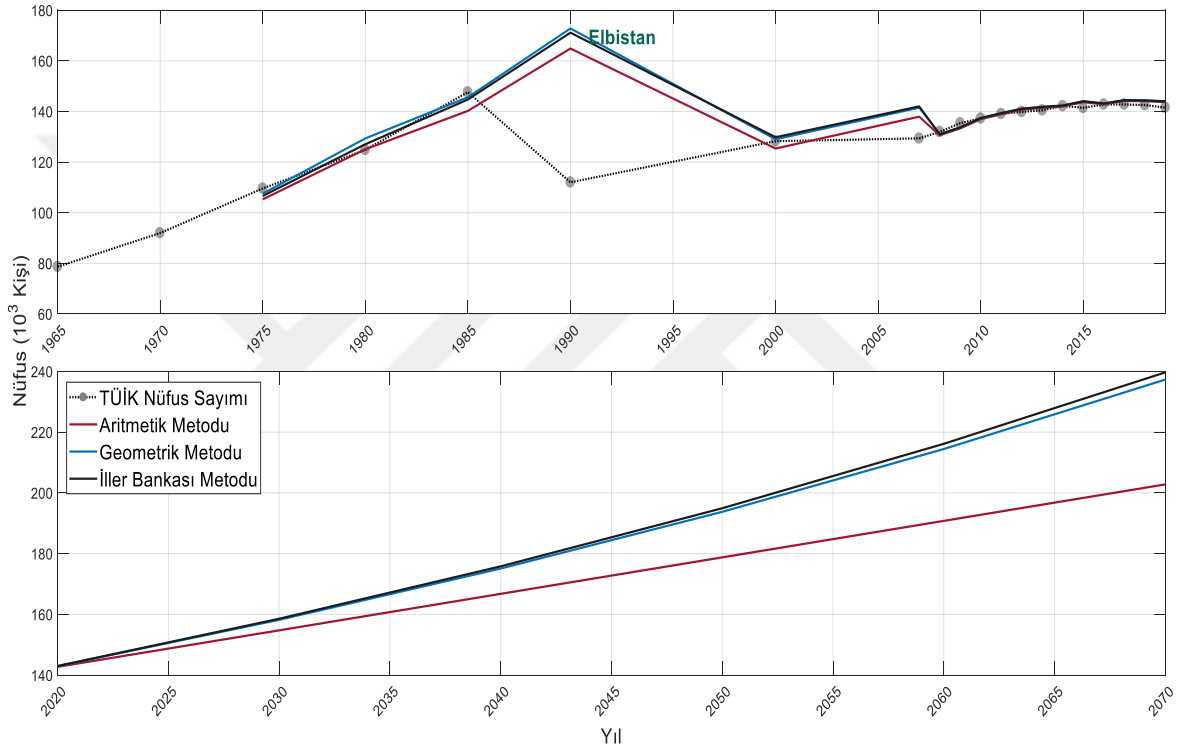


Şekil 5.1 Kahramanmaraş nüfus projeksiyonu



Şekil 5.2 Merkez ilçe nüfus projeksiyonu

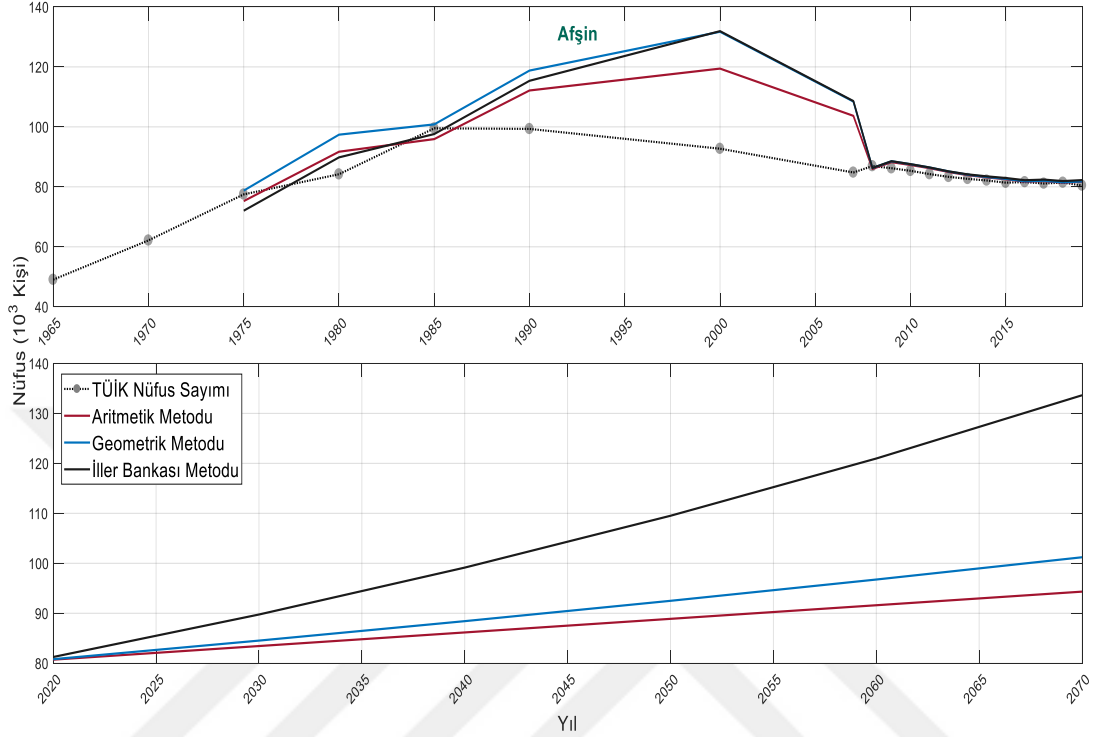
Şekil 5.3' te Elbistan ilçesi nüfus tahmin grafikleri verilmiştir. Elbistan ilçe nezdinde tahminler 1975 yılından itibaren yapılmış olup veri sayısı ve ölçüm sıklığı arttıkça iyi sonuç vermiştir. 1990 yılı fazla tahminleri, diğer ilçelerin oluşumuyla Elbistan nüfusunun azalmasından kaynaklandığı düşünülmekte ve matematiksel metotların üçünde bu sonuç elde edilmektedir. 2020-2070 yılları arasındaki tahmin grafiği incelendiğinde ise her üç metoda göre de nüfusun sürekli olarak artacağı sonucuna ulaşılmış olup; nüfus aritmetik metoda göre 500.000 ila 1.500.000 aralığında, geometrik metot ve iller bankası metotlarına göre ise 500.000 ila 2.500.000 arasında artış gösterecektir.



Şekil 5.3 Elbistan nüfus projeksiyonu

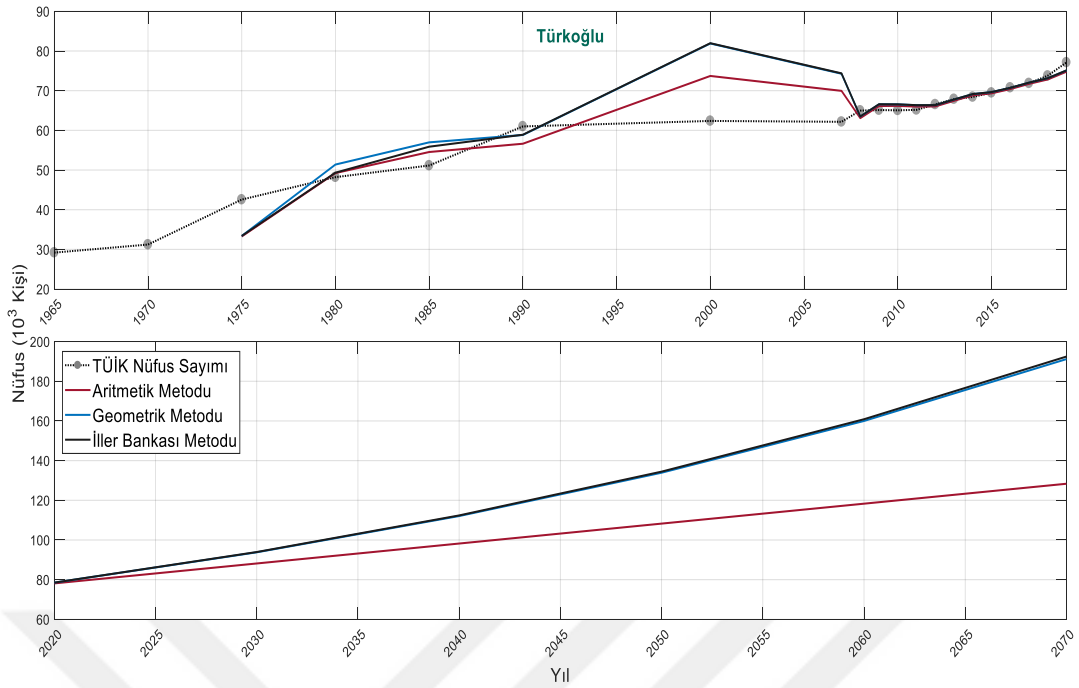
Şekil 5.4' te Afşin ilçesi nüfus tahmin grafikleri verilmiştir. İlçe nezdinde tahminler 1990 yılından 2007 yılına kadar tahminleri sayımlara yakınsamadığı ancak 2007 yılından itibaren veri sayısı arttıkça iyi sonuç vermiştir. Burada, üç matematiksel yöntemin nüfustaki azalış trendinde veri sıklığının önemi gözlemlenmiştir. 2020-2070 yılları arasındaki tahmin grafiği incelendiğinde, AAM ile GAM tahminlerinin birbirlerine daha yakın, İBM tahminlerinin ise 50 yıllık periyotta daha farklı bir sonuç koyduğu grafikten de gözlemlenmektedir. Gelecek 50 yılın nüfusları incelendiğinde, diğer ilçelerden farklı olarak AMM ve GAM metotlarıyla tahmin edilen değerlerin birbirine daha yakın olduğu İBM metodunun ise diğer ilçelerde olduğu gibi en yüksek tahminleri verdiği

gözlemlenmiştir. Bu değerler, AAM'ye göre 80.000 ila 100.000 arasında, GAM'ye göre 80.000 ila 110.000 arasında iken İBM'ye göre ise 80.000 ila 140.000 arasında artış gösterecektir.



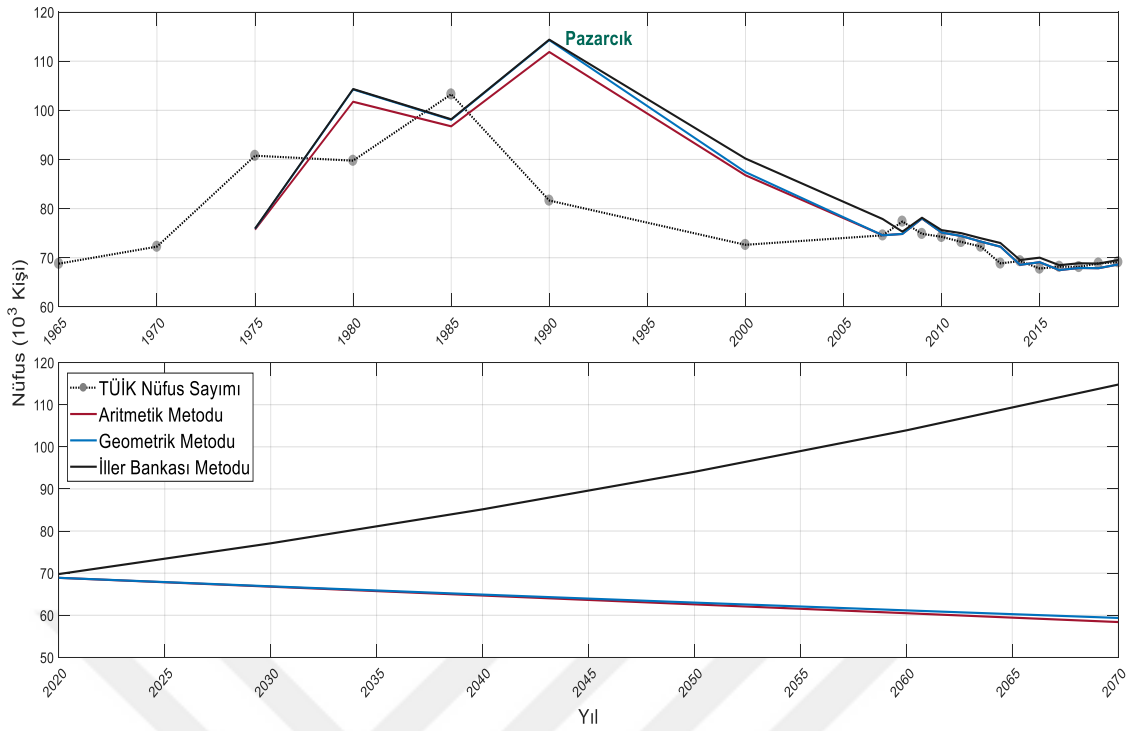
Şekil 5.4 Afşin nüfus projeksiyonu

Şekil 5.5' te Türkoğlu ilçesi nüfus tahmin grafikleri verilmiştir. Geçmiş yıllara ait ilk grafikte nüfus sayımları incelendiğinde nüfus artış eğilimi göstermektedir. Türkoğlu nezdinde, şekilden de görüleceği üzere, tahminler 1995-2007 yılları arasında tahminler ile sayımlar arasındaki sapma gözlemlenirken, 2007 yılından itibaren veri sıklığı arttıkça iyi sonuç vermiştir. 2020-2070 yılları arasındaki tahmin grafiği incelendiğinde ise, genel ve merkez ilçelerin tahminlerine paralel şekilde, her üç metoda göre de nüfusun sürekli olarak arttığı öngörülmekte olup; nüfus gelecek yıllarda AAM'ye göre 80.000 ila 140.000 arasında, GAM ve İBM'ye göre ise 80.000 ila 200.000 bandında değişim gösterecektir.



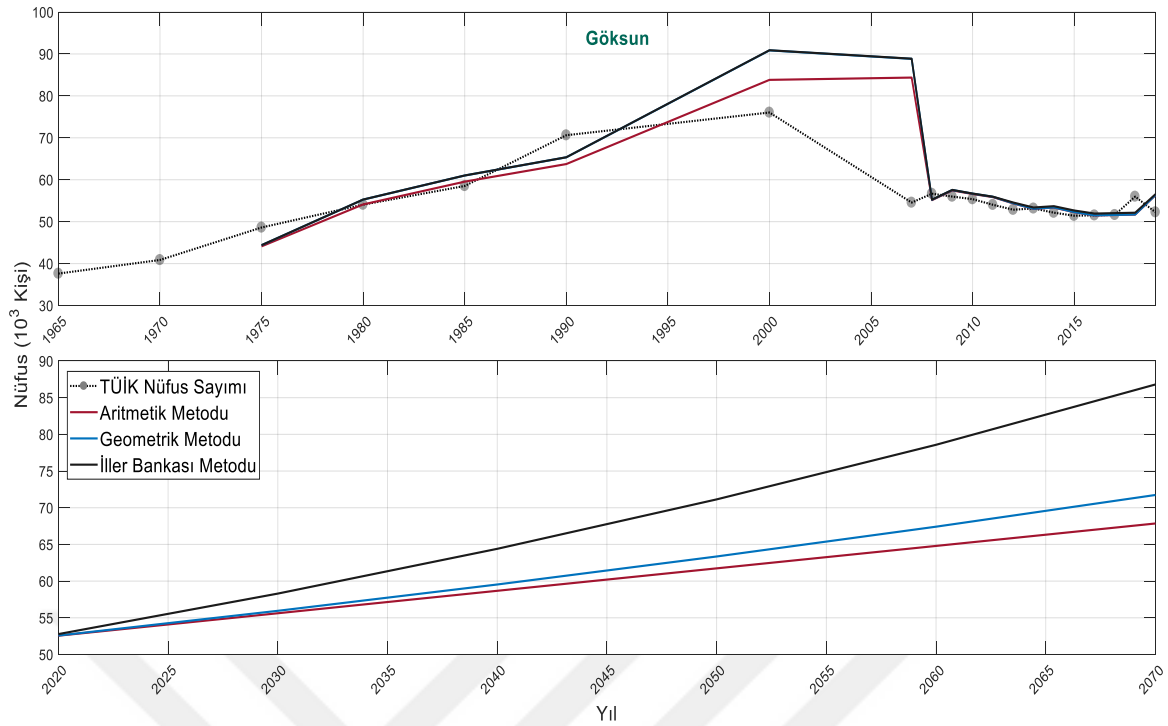
Şekil 5.5 Tırkoğlu nüfus projeksiyonu

Şekil 5.6'da Pazarcık ilçesi nüfus tahmin grafikleri verilmiştir. 1965-2019 yılları arasındaki geçmiş sayımlar incelendiğinde nüfus trend bakımından süreklilik arz etmemektedir. 1975 yılından 2007 yılına kadar tahminlerin sayımlara yakınsamadığı; ancak, 2007 yılından itibaren veri sayısı ve sıklığı arttıkça iyi sonuç vermiştir. Aynı şekilde 1990 yılındaki fazla tahminlerin yeni ilçelerin oluşumuyla olduğu düşünülmektedir. Şekilden de görüleceği üzere 2007 yılından itibaren ilçenin nüfusunda azalış trendi hakimdir. 2020-2070 yılları arasındaki tahmin grafiği incelendiğinde ise AAM ve GAM metotları bu azalış trendini gösterirken, İBM metoduna göre ise nüfusun artacağı öngörülmektedir. Gelecek 50 yıllık sürede, nüfus AAM ve GAM'ye göre 70.000'den 60.000'e azalacağı; diğer taraftan, İBM'ye göre ise 120.000'e doğru artış eğiliminde olacağı öngörülmektedir.



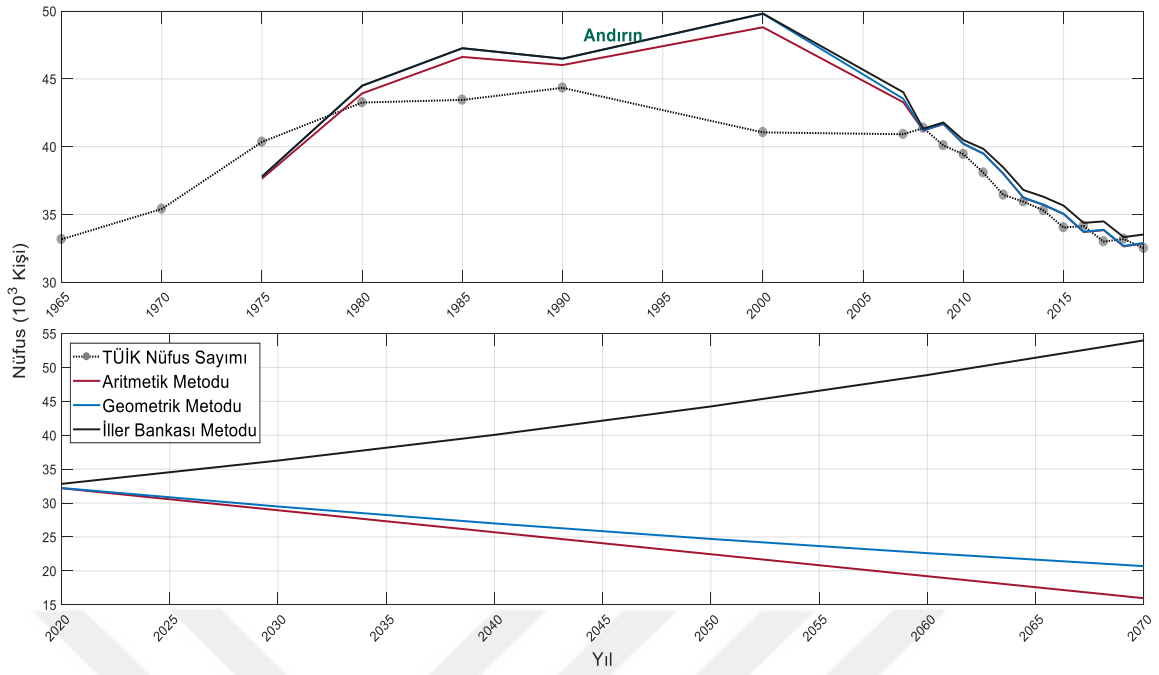
Şekil 5.6 Pazarcık nüfus projeksiyonu

Şekil 5.7’ de Göksun ilçesi nüfus tahmin grafikleri verilmiştir. 1965-2019 yılları arasındaki geçmiş sayımlar incelendiğinde, nüfus artış/azalış yönünde süreklilik arz etmemektedir. Genel perspektifte grafikten de görüleceği üzere, tahminler sayımlara yakinken, 1995 yılından itibaren sapmalar artmıştır. 2000-2007 yılları arasındaki nüfus azalmasını üç matematiksel yöntem de göz ardı etmiştir. 2007 yılından itibaren ise, diğer ilçelerin grafiklerinden de gözlemlendiği gibi, veri sayısı ve sıklığı arttıkça tekrardan başarılı sonuçlar yakalanmıştır. 2020-2070 yılları arasındaki tahmin grafiği incelendiğinde ise üç tahmin metoduna göre de nüfusun artacağı öngörülmektedir. Gelecek 50 yılın nüfus tahminlerine bakıldığında ise, Afşin ilçesinin sonuçlarından da hatırlandığı gibi, Göksun ilçesinde AAM ve GAM yöntemleriyle elde edilen değerler birbirlerine daha yakın olup, İBM yöntemine göre nüfustaki bu artış daha fazla olacağı tahmin edilmektedir. 2020 yılından 2070 yılına kadarki bu değerler, aritmetik metoda göre 53.000 ila 68.000 arasında, geometrik metoda göre 53.000 ila 72.000 arasında ve iller bankası metoduna göre ise 53.000 ila 87.000 arasında değişim gösterecektir.



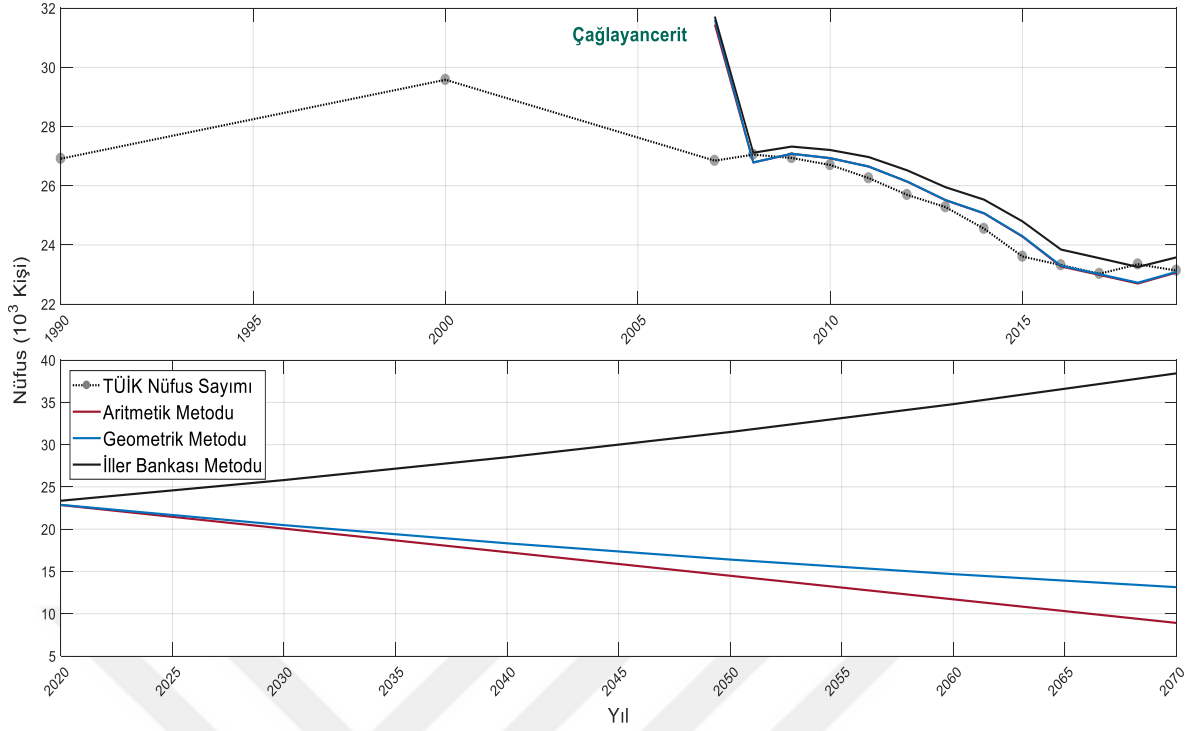
Şekil 5.7 Göksun nüfus projeksiyonu

Şekil 5.8’ de Andırın ilçesi nüfus tahmin grafikleri verilmiştir. 1965-2019 yılları arasındaki geçmiş sayımlar incelendiğinde, 1965 yılından 1990 yılına kadarki süre zarfında, nüfus artış trendinde iken; 1990 yılından günümüze kadar ki zaman diliminde ise nüfus azalış göstermektedir. Bu azalışın, ilçenin iklim koşullarından kaynaklı göç olabileceği ve/veya yeni ilçelerin oluşumuyla ilçe sınırlarının yenilenmesinden kaynaklı olabileceği tahmin edilmektedir. Tahminler verilerle kıyaslandığında, üç metodun tahmin değerlerinin 1975 yılından 2007 yılına kadar daha fazla olurken, 2007 yılından itibaren veri sayısı arttıkça fazla tahminlerdeki sapma değerlerinde bir azalış gözlemlenmiştir. 2020-2070 yılları arasındaki tahmin grafiği incelendiğinde ise, Pazarcık ilçesindeki gelecek nüfus tahminlerinde olduğu gibi, aritmetik ve geometrik metoda göre sürekli nüfusun azalacağı; iller bankası metoduna göre ise artacağı öngörülmektedir. 2070 yılına ait nüfus tahminleri, AAM’ye göre 15.000, GAM’ye göre 20.000 düzeylerine düşerken; İBM’ye göre ise 55.000’e çıkacağı yönde pozitif bir trend olduğunu gözlemlenmektedir.



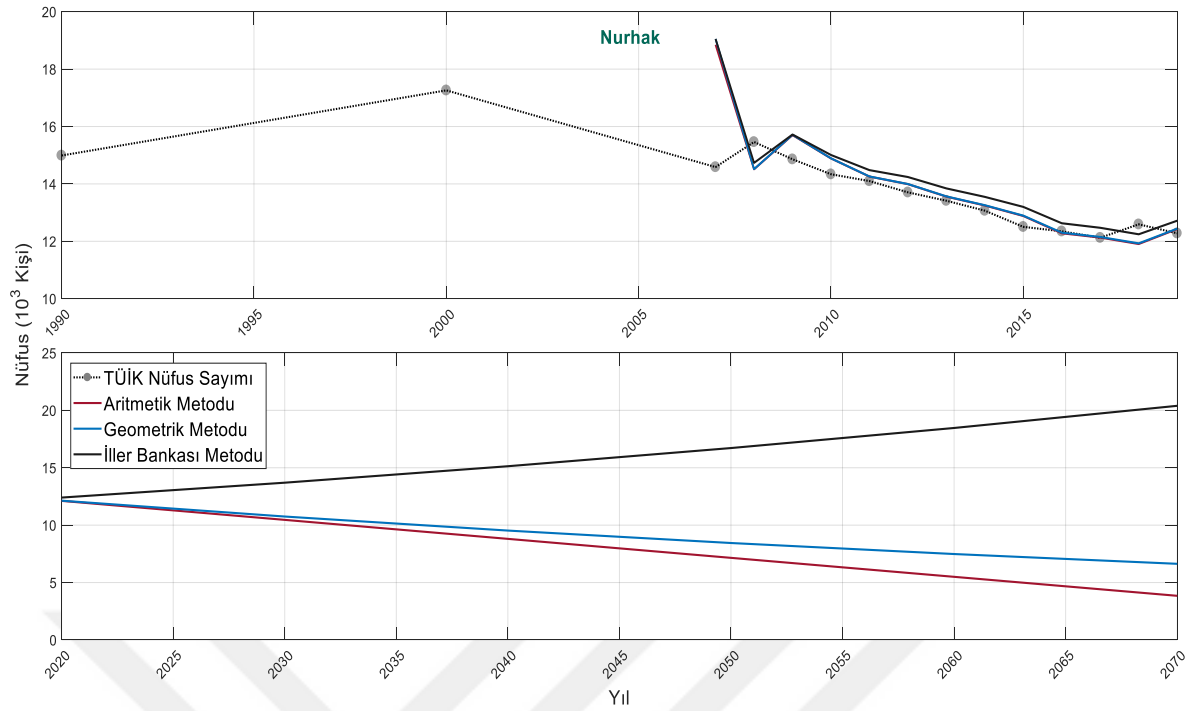
Şekil 5.8 Andırın nüfus projeksiyonu

Şekil 5.9’ da Çağlayancerit ilçesi nüfus tahmin grafikleri verilmiştir. 1990-2019 yılları arasındaki geçmiş sayımlar incelendiğinde nüfus birkaç istisna dışında ekseriyetle azalmaktadır. İlçede tahminler 2007- 2019 yılları arasında AAM ve GAM metotları İBM’ye kıyasla daha iyi sonuç vermiştir. 2020-2070 yılları arasındaki grafik incelendiğinde Çağlayancerit nüfusu için, Pazarcık ve Andırın ilçelerinde olduğu gibi, aritmetik ve geometrik metoda göre de sürekli nüfusun azalacağı, iller bankası metoduna göre ise artacağı tahmin edilmektedir. Örneğin, 2020 yılında 24.000 dolaylarında olan nüfusun, gelecek 50 yılda AAM’ye göre 9.000, GAM’ye göre 14.000’e ineceği; öte yandan, İBM’ye göre ise 38.000’e çıkacağı öngörülmektedir.



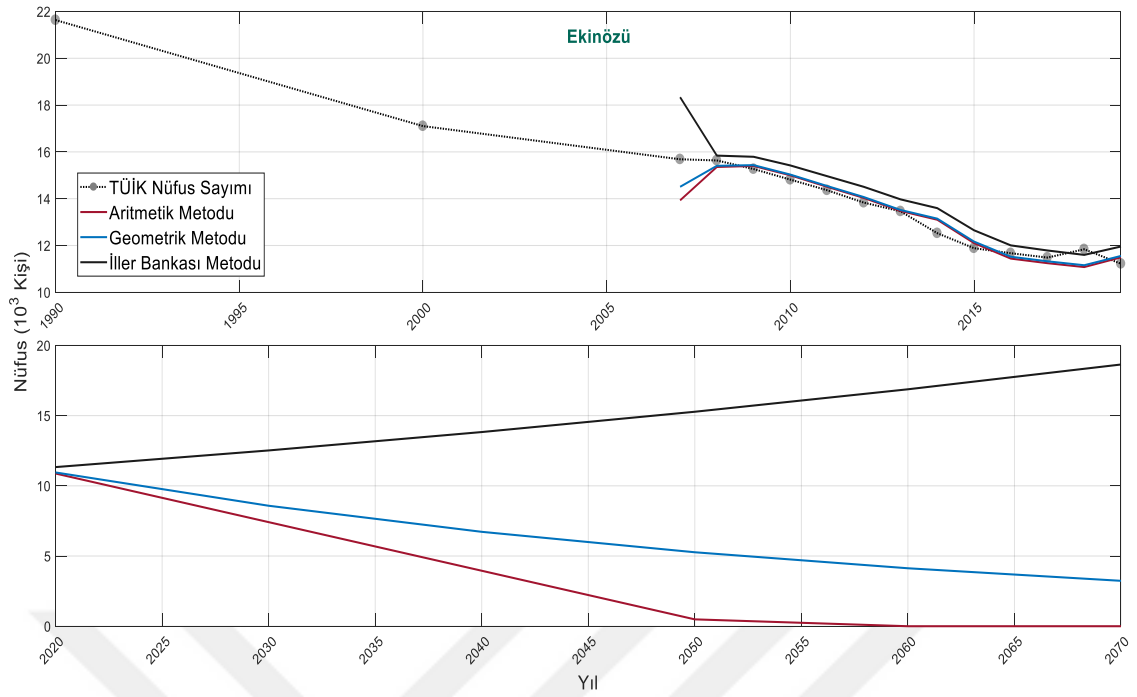
Şekil 5.9 Çağlayancerit Nüfus Projeksiyonu

Şekil 5.10’da Nurhak ilçesi nüfus tahmin grafikleri verilmiştir. 1990-2019 yılları arasındaki geçmiş sayımlar incelendiğinde, Çağlayancerit ilçesinde olduğu gibi, Nurhak ilçesi nüfusu birkaç istisna dışında ekseriyetle azalmaktadır. İlçe nezdinde tahminler 2007-2019 yılları arasında, AAM ve GAM yöntemleriyle yapılan tahminler ile İBM’ye kıyasla daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. 2020-2070 yılları arasındaki gelecek nüfus tahminlerine bakıldığında, aritmetik metot ve geometrik metoda göre de sürekli nüfusun azalacağı, iller bankası metodu ile artacağı öngörülmektedir. Nüfusun AAM ve GAM’ye göre 5.000’e kadar düşeceği, İBM’ye göre ise 20.000’e kadar artacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 5.10 Nurhak Nüfus Projeksiyonu

Şekil 5.11'de Ekinözü ilçesi nüfus tahmin grafikleri verilmiştir. 1990-2019 yılları arasındaki geçmiş sayımlar incelendiğinde, nüfus genellikle azalış trendindedir. 2007-2019 yılları arasında aritmetik ve geometrik artış metotlarıyla elde edilen nüfus tahminleri daha iyi sonuç vermiştir. 2020-2070 yılları arasındaki trend incelendiğinde ise, yeni ilçe statüsü kazanan Çağlayanerit ve Nurhak ilçelerine benzer şekilde, aritmetik ve geometrik metoda göre sürekli nüfusun azalacağı, iller bankası metodu ile artacağı şekilden de gözlemlenmektedir. Şekil 5.11'den gözlemlenen diğer önemli bir husus ise, AAM'ye göre elde edilen nüfus değerinin 2050 yıllarının ortasında sıfıra indirgenmesidir. Öte yandan, GAM'ye göre nüfusun azalış trendinde olmasına karşın, İBM'ye göre, diğer ilçelerde de olduğu gibi, nüfusun artış trendinde olacağı ve 2070 yılında ise ilçe nüfusunun 20.000 düzeyine yaklaşacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 5.11 Ekinözü Nüfus Projeksiyonu

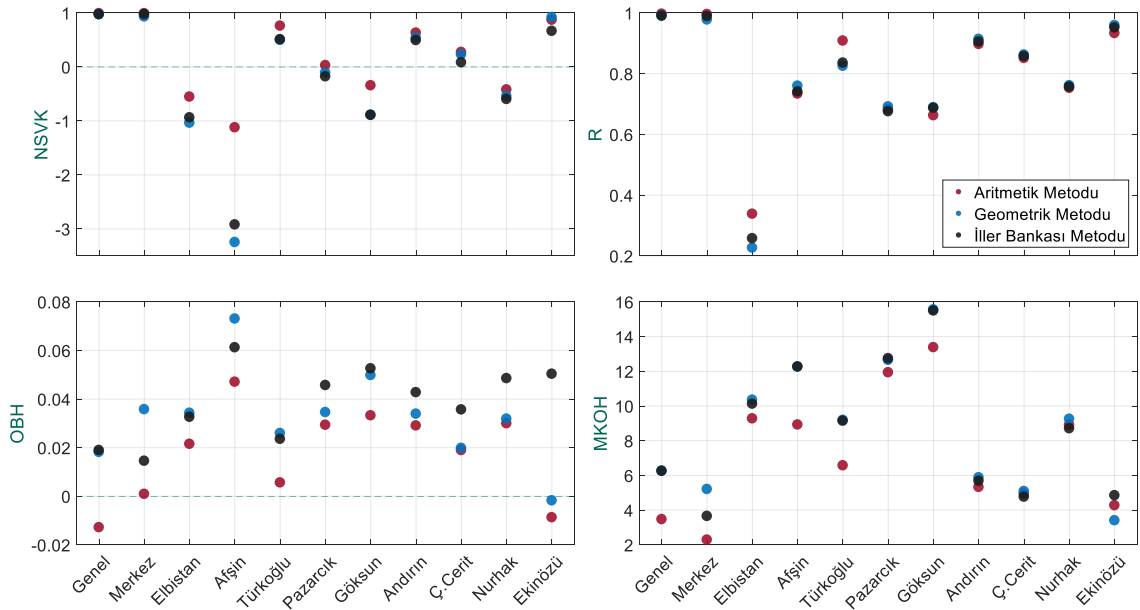
Çizelge 5.1 Çalışma Alanlarında Gelecek Nüfus Projeksiyonlarının Yönelim Sonuçları

İstasyon Adı	Metotlar		
	Aritmetik Metodu	Geometrik Metodu	İller Bankası metodu
Kahramanmaraş	Artan Yönde	Artan Yönde	Artan Yönde
Merkez İlçeler	Artan Yönde	Artan Yönde	Artan Yönde
Elbistan	Artan Yönde	Artan Yönde	Artan Yönde
Afşin	Artan Yönde	Artan Yönde	Artan Yönde
Türkoğlu	Artan Yönde	Artan Yönde	Artan Yönde
Pazarcık	Azalan Yönde	Azalan Yönde	Artan Yönde
Göksun	Artan Yönde	Artan Yönde	Artan Yönde
Andırın	Azalan Yönde	Azalan Yönde	Artan Yönde
Çağlayancerit	Azalan Yönde	Azalan Yönde	Artan Yönde
Nurhak	Azalan Yönde	Azalan Yönde	Artan Yönde
Ekinözü	Azalan Yönde	Azalan Yönde	Artan Yönde

Gelecek nüfus tahminlerinin kıyaslanması amacıyla 2020-2070 arası yıllarda uygulanan nüfus projeksiyonlarının sonuçları Çizelge 5.1’de özetlenerek gösterilmiştir. Çizelge 5.1’de görüldüğü üzere Pazarcık, Andırın, Çağlayancerit, Nurhak ve Ekinözü ilçelerinde AAM ve GAM yöntemleri benzer eğilim göstermiş olup gelecekte nüfusun azalacağı tahmin edilirken, söz konusu ilçelerde İBM ile elde edilen nüfus tahminleri artış trendinde olduğu gözlemlenmektedir. Diğer taraftan, bu iki metot (AAM ve GAM) geriye

kalan ilçelerde nüfusun artacağına işaret etmektedir. Buna ek olarak, gerek Çizelge 5.1 ve gerekse nüfus projeksiyonları grafikleri incelendiğinde, Kahramanmaraş il genel nüfusu, merkez ilçeler, Elbistan ve Türkoğlu ilçeleri nezdinde İBM ve GAM değerleri birbirine daha yakın sonuçlar verirken; Afşin, Pazarcık, Göksun, Andırın, Çağlayancerit ve Nurhak ilçelerinde AAM ve GAM ile elde edilen değerler birbirine daha yakınlık göstermektedir. İller bankası artış metodu ise çalışma alanlarının tümünde gelecek 50 yıllık periyotta nüfusun artacağını öngörmektedir. Diğer bir husus ise, AAM ile elde edilen değerler bütün ilçeler nezdinde daha az nüfus değerleri üretirken, en büyük değerler İBM ile elde edilmiştir.

Nüfus projeksiyonlarının tahmin performansı, NSVK, MKOH, OBH ve R indisleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Şekil 5.12’de Kahramanmaraş geneli ve ilçelerde sayımlar ile tahmin metotlarının arasındaki bu istatistiksel performans değerleri verilmiştir. NSVK ve R ölçütlerine göre Kahramanmaraş genel, merkez ilçe, Türkoğlu, Andırın ve Ekinözü ilçelerinde tahmin metodu fark etmeksizin iyi sonuç vermiştir. OBH -0.02 ve 0.08 arasında değer alıp en küçük (büyük) sonuçları AAM (İBM) üretmiştir. Sonuçlar, MKOH ile değerlendirildiğinde, %2 ila 16 arasında ölçülmüş ise de en iyi sonucu sıfıra yakınsamasıyla AAM vermiştir. Projeksiyon yöntemlerinin genel olarak başarılı olduğunu gözlemlense de en iyi performansı Ekinözü ilçesi GAM, Kahramanmaraş geneli, merkez ilçe, Türkoğlu ilçeleri içinse AAM sergilemiştir.



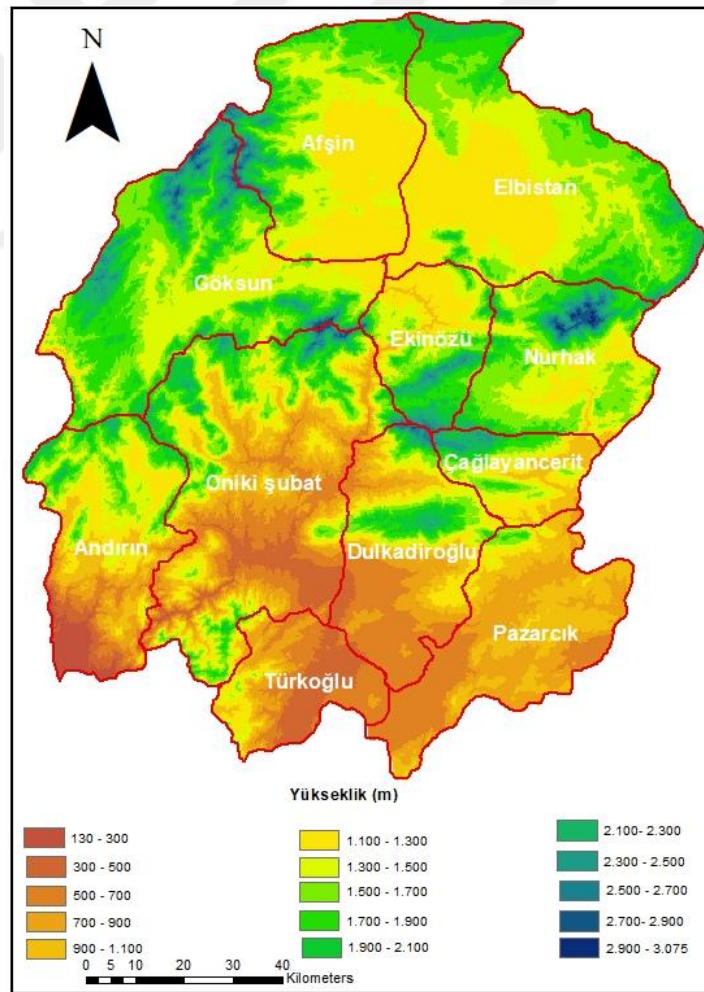
Şekil 5.12 İstatistiksel İndisler

5.2. Bölge Karakteristikleri

Çalışma alanlarının karakteristik özellikleri akış ağı, arazi kullanımı ve bitki örtüsü, eğim, toprak ve rakım haritaları CBS yazılımlarıyla sayısal yükseklik haritası üzerinden belirlenmiştir. Bu karakteristikler çalışma alanlarındaki çevresel faktörleri ortaya koymakla birlikte araştırılmakta olan nüfus ve iklim parametrelerini doğrudan etkilemesinden dolayı önemlidir.

5.2.1. Rakım

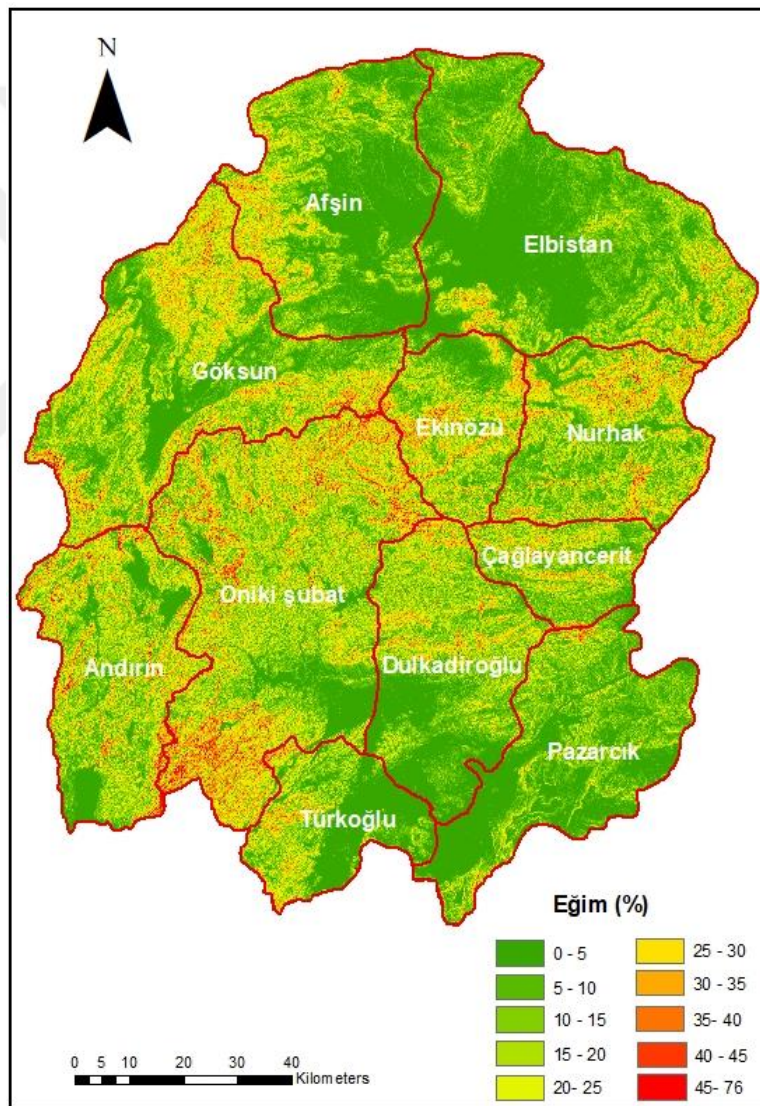
Kahramanmaraş il ve ilçelerinin rakım dağılımı Şekil 5.13’ de verilmiştir. İl genelinde en düşük rakım 130 m’dir, rakım güneyden kuzeye artmakta olup, en yüksek rakım 3.075 m’dir. Onikişubat, Dulkadiroğlu, Türkoğlu, Pazarcık, Andırın gibi güney kesimde yer alan ilçelerin rakımı kuzeyde yer alan ilçelere göre daha düşüktür. Onikişubat ilçesi tüm yükseklik kotlarına sahip konumdadır.



Şekil 5.13 Rakım Haritası

5.2.2. Eğim

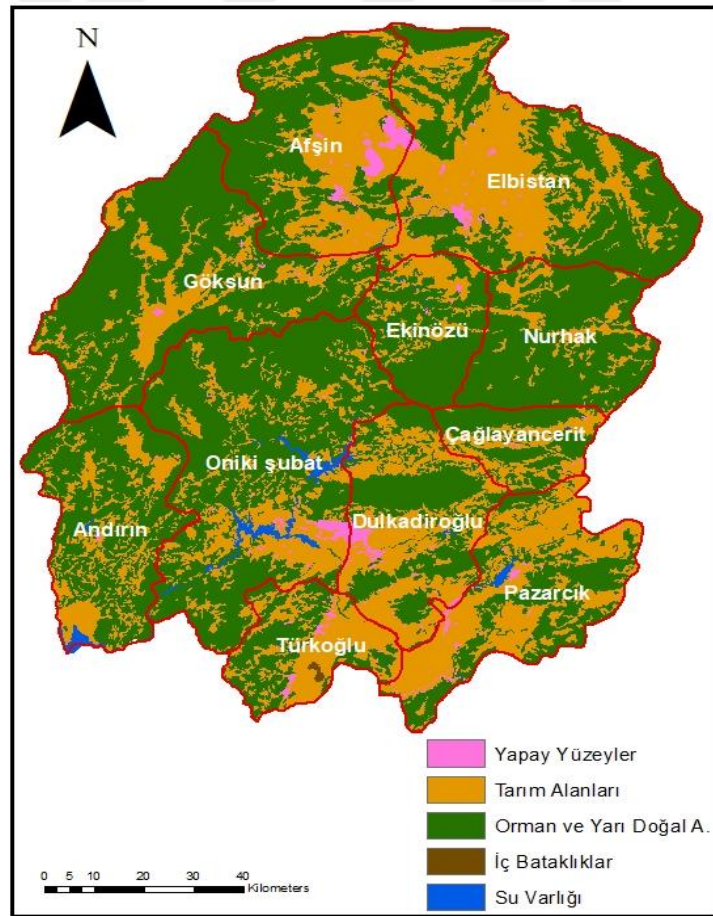
Bir alanın eğim durumu taşkınların oluşmasında önemli bir etkiye sahiptir. Tüm koşulların aynı kabul edilmesi durumunda, eğimin fazla olduğu alanlarda yağıştan akışa geçen su miktarı, eğimin az olduğu alanlara göre daha azdır. Sebebi ise eğim ne kadar fazla ise toprağa sızan su miktarı da o kadar azdır (Bağdatlı ve Öztürk, 2013). Şekil 5.14’de il ve ilçelerdeki eğim dağılımı verilmiştir. Kahramanmaraş genelinde eğim dağılımı %0-76 arasında değişmekte olup ortalama eğim %13’dür. Elbistan, Afşin, Türkoğlu ve Pazarcık ilçelerinde eğim dağılımı %0-19 arasında iken diğer ilçeler daha yüksek dağılımlara sahiptir.



Şekil 5.14 Eğim haritası

5.2.3. Arazi kullanımı/ Bitki örtüsü dağılımı

CBS ortamında Corine haritası üzerinde çalışma sınırları kesilerek projeksiyon dönüşümü (ED1950) yapılmış olup, arazi kullanımı/ bitki örtüsü dağılımı haritası elde edilmiştir. Kahramanmaraş ilinin arazi kullanımı/ bitki örtüsü dağılımı genel perspektifte Şekil 5.15'deki gibidir. Şekilden de görüleceği üzere toplam arazinin %61,7'sini orman ve yarı doğal alanlar, %35,7'sini tarım alanları, %1,5'ini yapay yüzeyler, %0,9'unu su varlığı, %0,05'ini iç bataklıklar oluşturmaktadır. Arazi kullanımı/ bitki örtüsü haritasından da görüldüğü üzere Dulkadiroğlu, Elbistan, Afşin, Türkoğlu ve Pazarcık ilçelerinde tarım alanları oranı diğer oluşumlara göre daha yüksektir. Diğer taraftan, su varlığına bakıldığında Ceyhan Nehrinin ana kolu ve yan kolları, bu kollar üzerinde inşa edilen Menzelet, Kılavuzlu, Sır Barajları, Berke Barajı, Erkenez Çayı üzerine inşa edilen Ayvalı Barajı, Köprüağzı akarsuyu üzerine inşa edilen Geben Barajı, Aksu Çayı üzerindeki Kartalkaya Barajı açıkça görülmektedir. Türkoğlu ilçesindeki Gâvur Gölünün kurutulması ile oluşan bataklık ildeki tek bataklık alanıdır (Şekil 5.15).



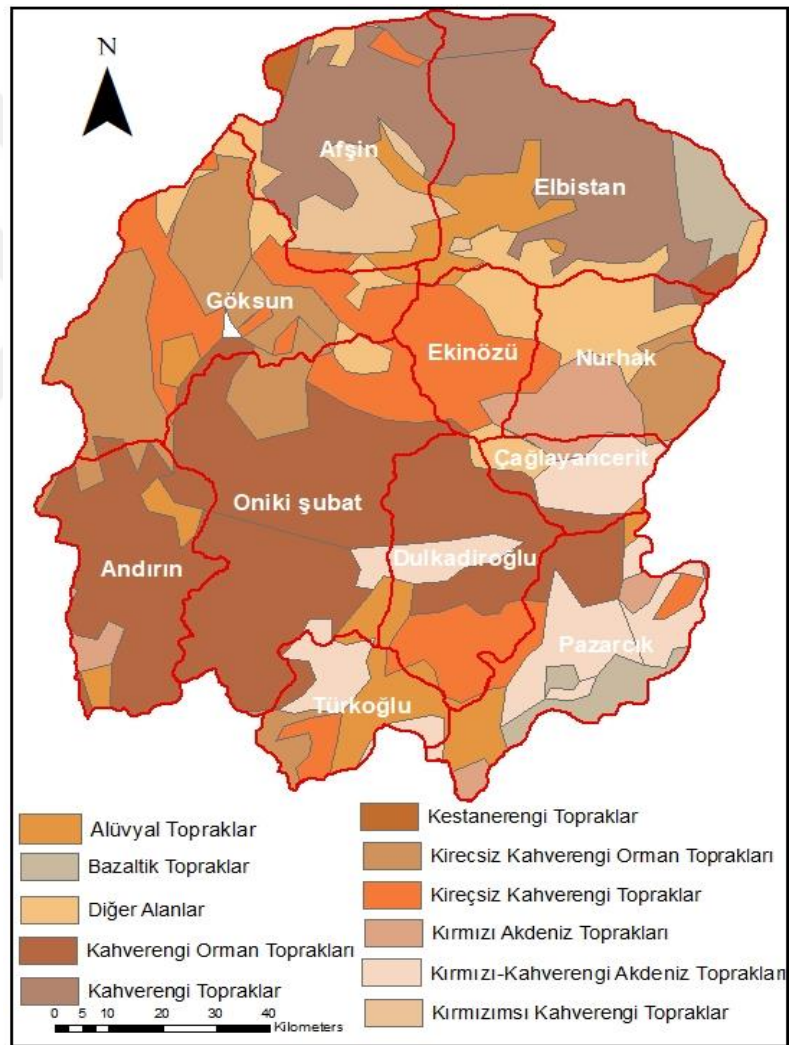
Şekil 5.15 Arazi kullanımı/ Bitki örtüsü dağılımı

Ayrıca arazi kullanım haritasının detaylı sınıflandırması yapılmış olup, Şekil 5.16’de gösterilmektedir. Devamlı şehir yapısı, devamlı olmayan şehir yapısı, endüstriyel ve ticari birimler, karayolu ve demiryolları ve ilgili alanlar, hava alanları, maden çıkarma alanları, boşaltım alanları, inşaat sahaları, yeşil yerleşim alanları, sulanmayan tarımsal arazi, sürekli sulanan araziler, bağlar, meyve bahçeleri, zeytin bahçeleri, meralar, karışık tarım alanları, doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan tarım alanları, geniş yapraklı ormanlar, kozalaklı ağaç ormanlar, karışık ormanlar, doğal çayırliklar, sklerofil bitki örtüsü, geçici orman-çalılık, kum düzlükleri, çıplak kayalık, seyrek bitkili alanlar, iç bataklıklar, suyolları ve su kütleleri olmak üzere 23 sınıfa ayrılmıştır (Şekil 5.16).

Şekil 5.16 Arazi kullanımı/ Bitki örtüsü detay haritası

5.2.4. Toprak özellikleri

Tad Portalından elde edilen harita coğrafi bilgi sistemine işlenip gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra, çalışma alanı toprak gruplarının alansal dağılımı haritası Şekil 5.17’de verilmiştir. İl genelinde, birçok toprak türü araziyi oluşturmakta iken kahverengi orman toprakları ve kahverengi topraklar yoğunluk göstermektedir. Burada görüldüğü üzere Onikişubat ve Andırın ilçelerinde kahverengi orman toprakları; Elbistan ve Afşin ilçelerinde kahverengi topraklar; Göksun, Pazarcık ve Çağlayancerit ilçelerinde kireçsiz kahverengi orman toprakları; Ekinözü ilçesinde ise kireçsiz kahverengi toprakları hâkimdir.

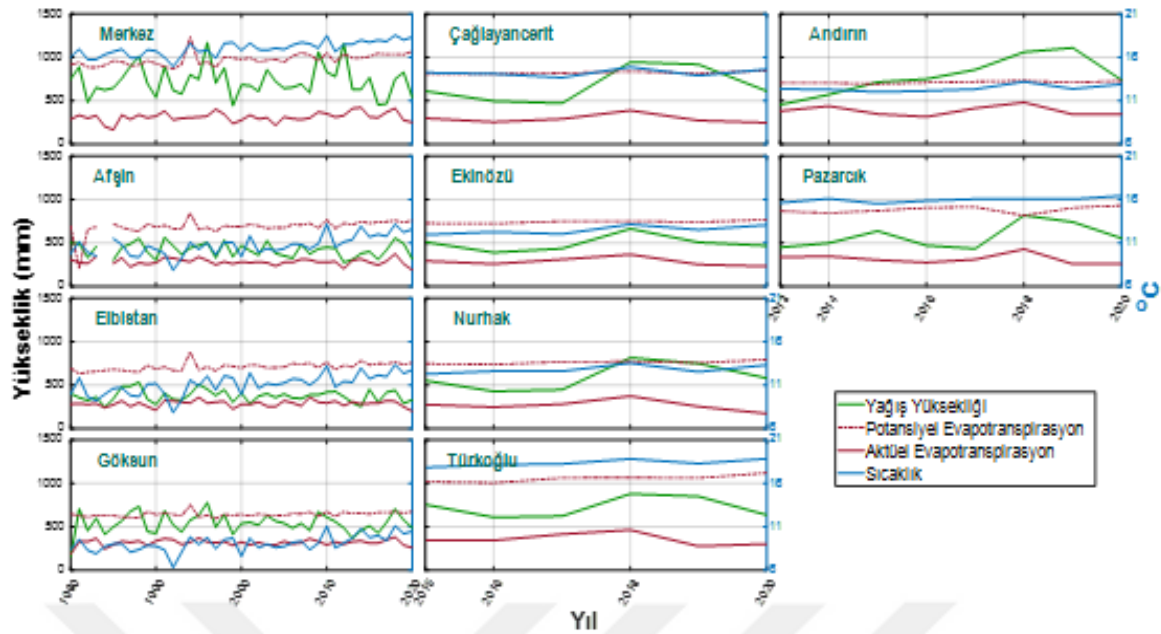


Şekil 5.17 Toprak haritası

5.3. Bölge Klimatolojisi

Potansiyel evapotranspirasyon aylık ortalama sıcaklık verileriyle Thornthwaite iklim sınıflandırma metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Temelde Thornthwaite iklim sınıflandırma metodu sıcaklık-buharlaşıma ve yağış-buharlaşıma ilişkisine dayanmaktadır (OSİB, 2016). Aylık ortalama yağış, aylık ortalama sıcaklık, potansiyel evapotranspirasyon değerlerinden faydalanarak aktüel evapotranspirasyon hesaplanmıştır.

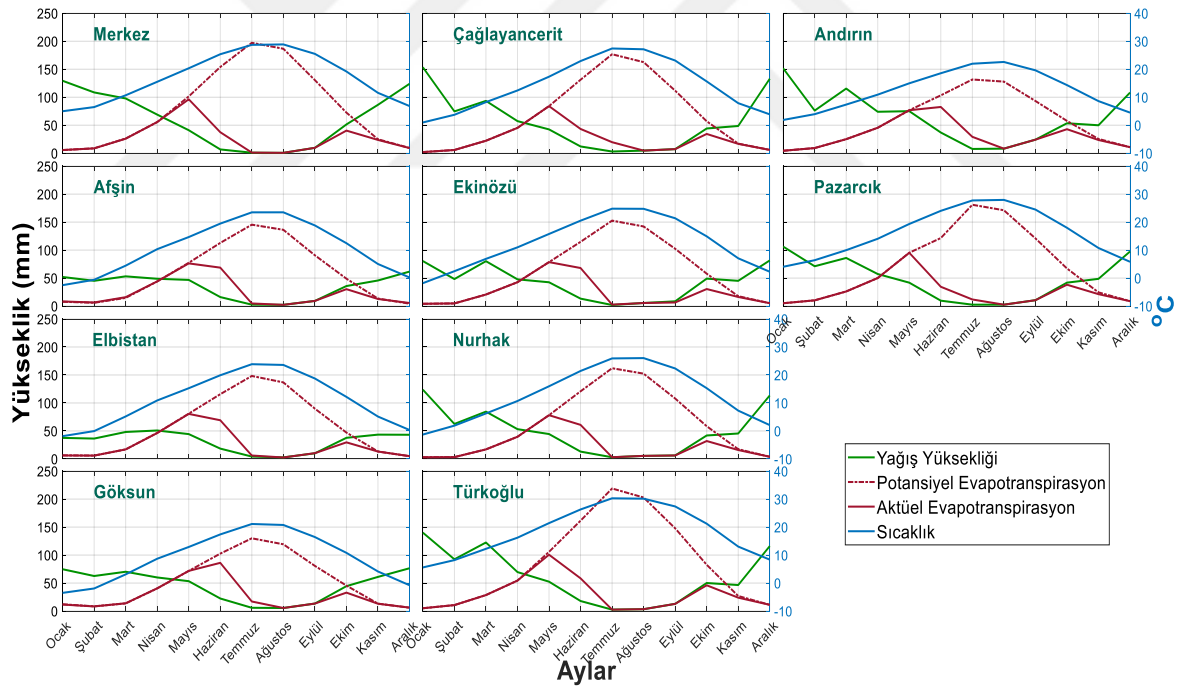
Yağış, PET, AET yükseklikleri (sol y-ekseni) ve sıcaklık değerleri (sağ y-ekseni) her ilçe için Şekil 5.18’de verilmiştir. Burada, kesikli kırmızı çizgi PET, kırmızı çizgi AET, yeşil çizgi yağış ve mavi çizgi sıcaklık değerlerini temsil etmektedir. Grafikten de görüleceği üzere mümkün olan en uzun veri setleri iklimsel analizde kullanılmış olup, bunlar: merkez ilçeler (Onikişubat ve Dulkadiroğlu), Afşin, Elbistan ve Göksun için 41 yıllık periyot (1980-2020); Çağlayancerit, Ekinözü, Nurhak ve Türkoğlu ilçeleri için 6 yıllık periyot (2015-2020); Andırın ve Pazarcık için 8 yıllık periyot (2013-2020) olarak sıralanmıştır. Şekil 5.18’den de fark edildiği üzere, bütün ilçelerde potansiyel evapotranspirasyon değerleri sıcaklık değerlerine bağlı bir saçılma göstermektedir. Aktüel evapotranspirasyon değerleri için ise sıcaklık faktörüne ek olarak yağış yükseklikleri belirleyici olmuştur. Yıllık sıcaklık ortalamalarının yüksek olduğu merkez ilçeler ve Türkoğlu ilçesinde aktüel ve potansiyel evapotranspirasyon arasındaki fark fazladır. Bu ilçelerde, yıllık ortalama PET değerleri 1.000 mm ye kadar çıkmaktadır. Veri setinin uzun olduğu merkez ilçeler, Afşin, Elbistan ve Göksun ilçelerinde bu dört meteorolojik (P, AET, PET ve T) parametrenin dalgalanması gözlemlenirken, yıllık bazda data sayısının az olmasıyla PET değerlerinin Türkoğlu, Andırın, Çağlayancerit, Nurhak, Ekinözü ilçelerinde neredeyse hiç değişmediği gözlenmiştir. Bu ise klimatolojik analizde veri setinin uzunluğunu ortaya koymaktadır. Merkez ilçeler, Elbistan, Afşin, Göksun ilçelerinde, 41 yıllık ortalama sıcaklık verilerinin eğilimine bakıldığında ortalama sıcaklıkların artış trendinde olduğu açıkça görülmektedir. Veri setinin az olduğu diğer ilçelerde ise bu trend açıkça ortaya konulamamaktadır. Diğer bir husus ise, Elbistan, Afşin ve Göksun ilçelerinde 1991,1992 ve 2000 yıllarında meydana gelen düşük sıcaklıkların PET değerlerini büyük oranlarda etkilememesidir.



Şekil 5.18 Çalışmada kullanılan verilerin yıllık grafikleri

Merkez ilçe, Elbistan, Afşin, Göksun ilçelerinde 41 yıllık, Andırın, Pazarcık ilçelerinde 8 yıllık, Türkoğlu, Çağlayancerit, Nurhak, Ekinözü ilçelerinde 6 yıllık yağış (yeşil çizgi), sıcaklık (mavi çizgi, sağ y-ekseni), AET (kırmızı çizgi), PET (kesikli kırmızı çizgi) değerlerinin aylık ortalamaları hesaplanmış ve grafiksel gösterimi Şekil 5.19'da verilmiştir. Merkez ilçe için 41 yılın sıcaklık ortalamalarına bakıldığında en yüksek sıcaklıklar Temmuz-Ağustos arasında gözlenmiş olup, en yüksek potansiyel evapotranspirasyon değerleri ise istisnasız bir şekilde bütün ilçelerde Temmuz ayında elde edilmiştir. Ayrıca, bu dönemde yağış olmadığından aktüel evapotranspirasyon en düşük seviyede olmakla birlikte AET ile PET değerleri arasındaki fark en yüksek seviyededir. AET bakımından bakıldığında ise maksimum değerlere bütün ilçelerde Mayıs ayında ulaşılmıştır. Kahramanmaraş genelinde en düşük sıcaklık ortalamaları Ocak ve Aralık aylarında gözlenmiştir. Elbistan, Afşin ve Göksun ilçelerinde de en çok yağış kış aylarında görülmekle birlikte bu oran diğer ilçelere kıyasla daha düşüktür. Kış ve ilkbahar aylarında yağış değerlerinin ve zemin rezervlerinin pik yaptığından AET ve PET değerleri birbirine oldukça yakınsamaktadır. Elbistan ve Afşin ilçeleri komşu ilçeler olup karasal iklim koşulları hâkim olduğundan grafikleri oldukça benzerdir. Yazın sıcaklıklar en fazla aylık ortalama 25 °C'ye ulaşırken kışın 0 derecenin altına düşmektedir. Karasal iklimin hâkim olduğu bir diğer ilçe olan Göksun'da en yüksek yaz sıcaklığı Temmuz-Ağustos arasında olmakla birlikte ancak aylık ortalama 20°C ulaşmaktadır. Yaz sıcaklığı ortalamasının düşük olduğu bir diğer ilçe Andırında aktüel evapotranspirasyonla potansiyel

evapotranspirasyon Göksun ilçesine benzer bir eğilim göstermektedir. Çağlayancerit ile birlikte Andırın ilçesinin en yüksek yağış ortalamaları uzun yılların aylık ortalamaları 150 mm ile Ocak ayında tespit edilmiş olup diğer ilçelere kıyasla tüm yıl boyunca en çok yağış alan ilçedir. En düşük sıcaklıkların ve en yüksek yağışların olduğu kış aylarında aktüel evapotranspirasyonla potansiyel evapotranspirasyon değerleri neredeyse çakışmaktadır. Akdeniz ikliminin hâkim olduğu Türkoğlu ilçesinde değerler merkez ilçeye benzer eğilim gösterse de yağış ortalama değer eğilimi farklı seyretmiştir. İlçenin yağış eğilimi incelendiğinde azalma eğiliminde olan yağış yüksekliğinin Mart ayında yön değiştirdiği, Ekim-Kasım aylarında yağışların merkez ilçeye göre daha durağan olduğu görülmüştür. Yaz aylarında oldukça kurak olan bu ilçede yüksek yaz sıcaklık değerleriyle birlikte aktüel evapotranspirasyonla potansiyel evapotranspirasyon değerleri arasındaki fark Temmuz ayında pik yapmıştır. Çağlayancerit, Nurhak, Ekinözü ilçeleri de benzer eğilim göstermekle birlikte en çok yağış Ocak ayında düşmekte olup ortalama yağış miktarları Çağlayancerit'te 150 mm, Nurhak'ta 120 mm Ekinözü'nde 80 mm bandındadır.



Şekil 5.19 Uzun yıllara ait verilerin aylık ortalamalarının grafikleri

5.4. Trend Analizi

Gelecek nüfusu tahmin edilen Kahramanmaraş genel, merkez ilçeler, Elbistan, Afşin, Türkoğlu, Pazarcık, Göksun, Andırın, Çağlayancerit, Nurhak ve Ekinözü ilçelerinde iklim değişikliği, sıcaklık, yağış ve AET parametreleri ile incelenmiştir. Yağış ve sıcaklık verilerine ve AET analizlerine Mann-Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen trend eğilim testleri uygulanarak iklim parametrelerinden yağış, sıcaklık ve AET 'nin eğilimi araştırılmıştır. Yağış ve sıcaklık verileri kullanılarak elden edilen aktüel evapotranspirasyon trend analizi uygulamaları: Kahramanmaraş, Elbistan, Afşin ilçelerinde 1980-2020 (41 yıl); Göksun ilçesinde 1980-2020(40 yıl); Andırın ve Pazarcık ilçelerinde 2013-2020 (8 yıl); Türkoğlu, Çağlayancerit, Nurhak ve Ekinözü ilçelerinde ise 2015-2020 (6 yıl) tarihleri arasında yapılmıştır.

5.4.1. Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho trend analizi

Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testi hesaplamaları için, Gümüş (2006) tarafından geliştirilen “Trend Analysis for Windows” adlı program kullanılmıştır. Bu program ile zaman serilerinde Mann-Kendall testi, Spearman'ın Rho testi ve Mann-Kendall mertbe korelasyon testi oldukça pratik uygulanmaktadır. Ayrıca, proje sonuçları rapor halinde verilmekte buradan projeye ait bilgiler, zaman serileri, verilerin lineer grafikleri Mann-Kendall Mertbe Korelasyon testine göre $u(t)$ ve $u'(t)$ tabloları ile Mann-Kendall mertbe korelasyon testi sonucu, Mann-Kendall testi sonucu, Spearman'ın Rho testi sonucu ve Şen'in Trend Eğim Metoduna Göre Q_{Medyan} sonuçlarına ulaşılmaktadır. Bu paket programı ile Kahramanmaraş il ve ilçelerdeki istasyonlara ait yağış (yıllık ortalama) ve sıcaklık (yıllık ortalama) verileri ile hesaplanan AET (yıllık) değerlerine Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho trend eğim metotları uygulanmıştır. Program ara yüzünde projeye ait bilgiler girilerek raporlama yapılmıştır. Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho sonuçları kısmında test bileşenleri açıkça verilmiş olup nihai sonuç yazdırılmıştır.

Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri ile uygulamada %80 (20), %90 (10), %95 (5) ve %99 (1) güven (anlamlılık) düzeylerinde trend araştırılmıştır. Bunlara karşılık gelen $Z_{\alpha/2}$ değerleri sırasıyla standart normal dağılım tablosundan 1,28, 1,65, 1,96 ve 2,58'dir. Hesaplanan Z 'nin mutlak değeri $Z_{\alpha/2}$ değerinden küçükse H_0 hipotezi kabul edilir ve zaman serisinde trend olmadığı; büyükse H_0 hipotezi reddedilir anlamlı bir trend olduğu sonucuna ulaşılır. Trendin yönü $S(r_s)$ değerinden anlaşılır: $S(r_s)$ pozitifse artan

yönde, $S(r_s)$ negatifse azalan yönde anlamlı bir trend vardır. Elde edilen Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testi sonuçları her ilçe için sırasıyla Çizelge 5.2-5.21'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.2 Kahramanmaraş istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi

Mann-Kendall Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
S	-52				522				170			
σ_s	89,03				89,03				89,03			
τ	-0,06				0,64				0,21			
Z	-0,57				5,85				1,9			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	0	+	+	+	+	0	0	+	+

Çizelge 5.3 Kahramanmaraş istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi

Spearman'ın Rho Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
r_s	-0,08				0,79				0,28			
Z	-0,52				5,01				1,76			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	0	+	+	+	+	0	0	+	+

Kahramanmaraş merkez ilçe istasyonuna ait yağış sıcaklık verilerine ve Thornthwaite metodu ile hesaplanan AET değerlerine uygulanan Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testi sonuçları sırasıyla Çizelge 5.2 ve 5.3' de verilmiştir. Mann-Kendall (Spearman'ın Rho) testi analiziyle Z değeri yağış parametresi için -0,57 (-0,52), sıcaklık parametresi için 5,85 (5,01) ve AET için 1,9 (1,76) olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre $|Z|$ ve seçilen $Z_{\alpha/2}$ karşılaştırıldığında hem Mann-Kendall hem de Spearman'ın Rho testi için test edilen tüm alfa anlamlılık düzeylerinde yağış analizinde belli bir trendin olmadığı, sıcaklık trend analizinde yine tüm güven düzeylerinde artan yönde anlamlı bir trend olduğu sonucuna varılmıştır. AET'ye ait trend analizinde düşük alfa anlamlılık düzeylerinde (%1

ve 5) trendin olmadığı anlamlılık düzey aralığının genişlediği (%10 ve %20) anlamlılık düzeylerinde artan yönde anlamlı bir trend tespit edilmiştir.

Çizelge 5.4 Elbistan istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi

Mann-Kendall Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
S	-32				426				76			
σ_s	89,03				89,03				89,03			
τ	-0,4				0,52				0,09			
Z	-0,35				4,77				0,84			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	0	+	+	+	+	0	0	0	0

Çizelge 5.5 Elbistan istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi

Spearman'ın Rho Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
r_s	-0,05				0,69				0,14			
Z	-0,33				4,34				0,92			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	0	+	+	+	+	0	0	0	0

Elbistan istasyonuna ait yağış ve sıcaklık verilerine ve Thornthwaite metodu ile hesaplanan AET değerlerine uygulanan Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testi sonuçları Çizelge 5.4-5.5' de verilmiştir. Mann-Kendall (Spearman'ın Rho) analiziyle Z yağış parametresi için -0,35 (-0,33), sıcaklık için 4,77 (4,34), AET için 0,84 (0,92) hesaplanmıştır. Elbistan ilçesi için, hesap edilen |Z| çalışmada dikkate alınan $Z_{\alpha/2}$ ile kıyaslandığında hem Mann-Kendall hem de Spearman'ın Rho testi için yağış ve aktüel evapotranspirasyon trend analizi için bütün güven düzeylerinde (%80, 90, 95 ve 99) belli bir trendin olmadığı, sıcaklık trend analizi için güven düzeyi fark etmeksizin artan yönde anlamlı bir trend olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 5.6 Afşin istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi

Mann-Kendall Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
S	-82				402				-14			
σ_s	89,03				89,03				89,03			
τ	-0,1				0,49				-0,2			
Z	-0,91				4,5				-0,15			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	0	+	+	+	+	0	0	0	0

Çizelge 5.7 Afşin istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi

Spearman'ın Rho Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
r_s	-0,14				0,64				-0,3			
Z	-0,88				4,05				-0,17			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	0	+	+	+	+	0	0	0	0

Afşin istasyonuna ait yağış ve sıcaklık verilerine ve Thornthwaite metodu ile hesaplanan AET değerlerine uygulanan Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testi sonuçları Çizelge 5.6-5.7' de verilmiştir. Mann-Kendall (Spearman'ın Rho) analiziyle Z yağış parametresi için -0,91 (-0,88), sıcaklık için 4,5 (4,05), AET için -0,15 (-0,17) hesaplanmıştır. Afşin ilçesi için, çizelgeden de açıkça görüleceği üzere, tüm güven düzeylerinde (%80, 90, 95 ve 99) hesap edilen Z ile çalışmada dikkate alınan $Z_{\alpha/2}$ ile kıyaslandığında hem Mann-Kendall hem de Spearman'ın Rho testi için yağış ve aktüel evapotranspirasyon trend analizinde belli bir trendin olmadığı, sıcaklık trend analizinde artan yönde anlamlı bir trend olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 5.8 Türkoğlu istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi

Mann-Kendall Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
S	36				13				-1			
σ_s	85,83				13				5,32			
τ	0,5				0,87				-0,7			
Z	0,41				2,25				0			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0	0	0

Çizelge 5.9 Türkoğlu istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi

Spearman'ın Rho Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
r_s	0,07				0,89				-0,37			
Z	0,45				1,98				-0,83			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0	0	0

Türkoğlu istasyonuna ait yıllık yağış yüksekliği, sıcaklık ve Thornthwaite metodu ile hesaplanan AET değerlerine uygulanan verilerine uygulanan Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testi sonuçları Çizelge 5.8-5.9' de verilmiş olup Mann-Kendall (Spearman'ın Rho) ile hesap edilen Z değeri yağış için 0,41 (0,45), sıcaklık için 2,25 (1,98), AET için 0 (-0,83) 'dır. Sonuçlar seçilen tüm α anlamlılık seviyelerindeki (%1, 5, 10 ve 20) $Z_{\alpha/2}$ değeri ile kıyaslandığında hem Mann-Kendall hem de Spearman'ın Rho testi için yağış ve AET trend analizinde düzeylerin tümünde belli bir trendin olmadığı gözlemlenmiştir. Öte yandan, sıcaklık parametresi incelendiğinde; yüksek güven düzeyinde (%99) Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testlerinde herhangi bir trend yokken, diğer α anlamlılık düzeylerinde artan yönde bir trend olduğu Çizelge 5.8-5.9'dan gözlemlenmiştir.

Çizelge 5.10 Pazarcık istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi

Mann-Kendall Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
S	70				16				-12			
σ_s	85,83				8,08				8,08			
τ	0,9				0,57				-0,43			
Z	0,8				1,86				-1,36			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	-

Çizelge 5.11 Pazarcık istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi

Spearman'ın Rho Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
r_s	0,13				0,7				-0,55			
Z	0,83				1,86				-1,45			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	-

Pazarcık istasyonuna ait yağış, sıcaklık verileri ve hesaplanan AET değerlerine uygulanan Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testi sonuçları Çizelge 5.10-5.11' de verilmiştir. Mann-Kendall (Spearman'ın Rho) testi analizi ile Z değeri yağış parametresi için 0,8 (0,83), sıcaklık parametresi için 1,86 (1,86), AET ise -1,36 (-1,45) olarak hesaplanmıştır. Normal dağılım tablosundan seçilen $Z_{\alpha/2}$ ile $|Z|$ karşılaştırıldığında hem Mann-Kendall hem de Spearman'ın Rho testi için yağış trend analizinde belli bir trendin olmadığı, sıcaklık trend analizinde %10 ve %20 α anlamlılık düzeyinde artan yönde, AET analizinde ise %20 α anlamlılık düzeyinde azalan yönde anlamlı bir trend tespit edilmiştir. Çizelgelerden de görüleceği üzere, öte yandan, diğer bütün güven düzeylerinde sıcaklık ve aktüel evapotranspirasyon bakımından herhangi bir trend olmadığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 5.12 Göksun istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi

Mann-Kendall Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
S	-62				366				26			
σ_s	85,83				89,03				89,03			
τ	-0,8				0,45				0,03			
Z	-0,71				4,1				0,28			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	0	+	+	+	+	0	0	0	0

Çizelge 5.13 Göksun istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi

Spearman'ın Rho Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
r_s	-0,11				0,6				0,3			
Z	-0,67				3,81				0,16			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	0	+	+	+	+	0	0	0	0

Göksun istasyonuna ait yağış ve sıcaklık verilerine ve Thornthwaite metodu ile hesaplanan aktüel evapotranspirasyon değerlerine uygulanan Mann-Kendall (Spearman'ın Rho) analizi sonucunda Z yağış parametresi için -0,71 (-0,67), sıcaklık parametresi için 4,1 (3,81), AET içinse 0,28 (0,16) olarak bulunmuş olup sonuçlar Çizelge 5.12-5.13' de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, hem Mann-Kendall hem de Spearman'ın Rho trend analizinde seçilen tüm α anlamlılık düzeylerinde yağış ve AET trend analizinde belli bir trendin olmadığı, sıcaklık trend analizinde artan yönde anlamlı bir trend olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 5.14 Andırın istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi

Mann-Kendall Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
S	68				12				-4			
σ_s	85,83				8,08				8,08			
τ	0,9				0,43				-0,14			
Z	0,78				1,36				-0,37			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0

Çizelge 5.15 Andırın istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi

Spearman'ın Rho Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
r_s	0,12				0,55				-0,26			
Z	0,75				1,45				-0,69			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0

Andırın istasyonuna ait yağış ve sıcaklık verilerine ve Thornthwaite metodu ile hesaplanan AET değerlerine uygulanan Mann-Kendall (Spearman'ın Rho) analizi sonucunda Z yağış parametresi için 0,78 (0,75), sıcaklık parametresi için 1,36 (1,45), AET içinse -0,37 (-0,69) olarak bulunmuş olup sonuçlar Çizelge 5.14-5.15' de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, hem Mann-Kendall hem de Spearman'ın Rho testi için yağış ve AET trend analizinde belli bir trendin olmadığı; sıcaklık analizinde ise %1-5-10 anlamlılık düzeylerinde trende rastlanmazken, sadece %20 anlamlılık düzeyinde artan yönde bir trend tespit edilmiştir.

Çizelge 5.16 Çağlayancerit istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi

Mann-Kendall Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
S	90				1				-5			
σ_s	85,83				5,32				5,32			
τ	0,12				0,7				-0,33			
Z	1,4				0				-0,75			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge 5.17 Çağlayancerit istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi

Spearman'ın Rho Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
r_s	0,16				0,2				-0,43			
Z	0,1				0,45				-0,96			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çağlayancerit istasyonuna ait yağış ve sıcaklık verilerine ve Thornthwaite metodu ile hesaplanan AET değerlerine uygulanan Mann-Kendall (Spearman'ın Rho) analizi sonucunda Z yağış parametresi için 1,4 (0,1), sıcaklık parametresi için 0 (0,45), AET içinse -0,75 (-0,96) olarak bulunmuş olup sonuçlar Çizelge 5.16-5.17' de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, sadece yağış analizinde %20 anlamlılık düzeyinde artan yönde trend tespit edilmiş olup, diğer analizlerde hem Mann-Kendall hem de Spearman'ın Rho testi için tüm güven düzeylerinde (%80, 90, 95 ve 99) incelenen parametrelerde belli bir trend olmadığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 5.18 Nurhak istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi

Mann-Kendall Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
S	92				7				-3			
σ_s	85,83				5,32				5,32			
τ	0,12				0,47				-0,2			
Z	1,06				1,13				-0,38			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge 5.19 Nurhak istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi

Spearman'ın Rho Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
r_s	0,17				0,57				-0,31			
Z	1,08				1,28				-0,7			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nurhak istasyonuna ait yağış ve sıcaklık verilerine ve Thornthwaite metodu ile hesaplanan AET değerlerine uygulanan Mann-Kendall (Spearman'ın Rho) analizi sonucunda Z yağış parametresi için 1,06 (1,08), sıcaklık parametresi için 1,13 (1,28), AET içinse -0,38 (-0,7) olarak bulunmuş olup sonuçlar Çizelge 5.18-5.19' de verilmiştir. Çizelgelerden de görüleceği üzere, hem Mann-Kendall hem de Spearman'ın Rho testi için incelenen parametrelerde tüm α anlamlılık düzeyinde belli bir trend olmadığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 5.20 Ekinözü istasyonuna ait verilerin Mann-Kendall ile trend analizi

Mann-Kendall Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
S	-26				5				-5			
σ_s	85,83				5,32				5,32			
τ	-0,03				0,33				-0,33			
Z	-0,29				0,75				-0,75			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge 5.21 Ekinözü istasyonuna ait verilerin Spearman'ın Rho ile trend analizi

Spearman'ın Rho Testi												
İndis	Yağış				Sıcaklık				AET			
r_s	-0,4				0,2				-0,49			
Z	-0,24				0,45				-1,9			
α	1	5	10	20	1	5	10	20	1	5	10	20
$Z_{\alpha/2}$	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28	2,58	1,96	1,65	1,28
Trend	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-

Ekinözü istasyonuna ait yağış ve sıcaklık verilerine ve Thornthwaite metodu ile hesaplanan AET değerlerine uygulanan Mann-Kendall (Spearman'ın Rho) analizi sonucunda Z yağış parametresi için -0,29 (-0,24), sıcaklık parametresi için 0,75 (0,45), AET içinse -0,75 (-1,9) olarak bulunmuş olup sonuçlar Çizelge 5.20-5.21' de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde hem Mann-Kendall hem de Spearman'ın Rho testi için incelenen yağış ve aktüel evapotranspirasyon parametrelerde tüm güven düzeylerinde belli bir trend olmadığı sonucuna varılmıştır. Sıcaklık bakımından bakıldığında ise, sadece Spearman'ın Rho testi için yüksek α anlamlılık düzeylerinde (%10 ve 20) negatif yönde bir trend olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 5.2'den 5.21'e kadarki sonuçlardan da görüleceği üzere, Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri kullanılarak analiz edilen bütün ilçelerde (Çağlayancerit %20 anlamlılık düzeyi hariç) farklı güven düzeylerinde (%80, 90, 95 ve 99) olmak üzere yıllık

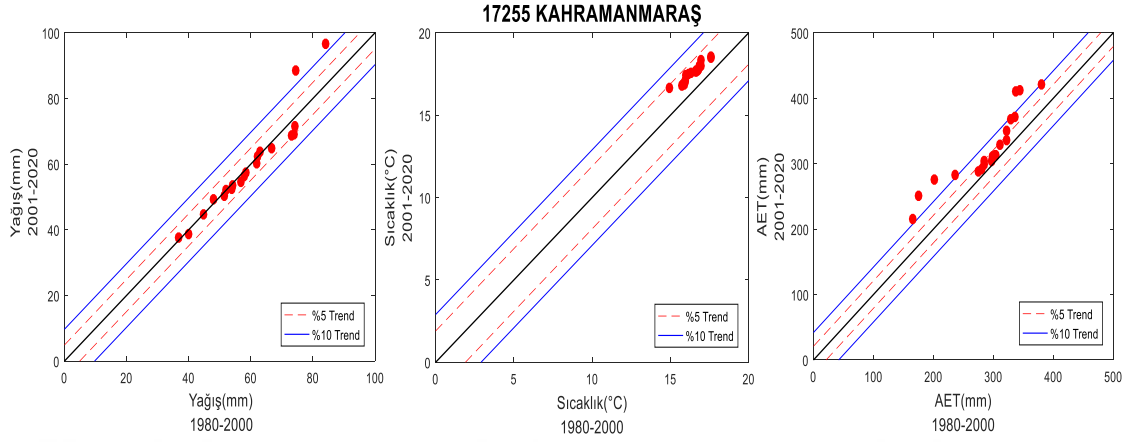
yağış yüksekliklerinde herhangi bir trende rastlanmamıştır. Sıcaklık bakımından bakıldığında ise, yine dört farklı güven düzeylerinde Kahramanmaraş merkez ilçe, Elbistan, Afşin, Göksun ve Türkoğlu'nda ($\alpha=1$ hariç) artış yönünde bir eğilimin olduğunu Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho test sonuçları vermektedir. Öte yandan, Çağlayancerit, Nurhak ve Ekinözü'nde herhangi bir eğilim görülmezken, düşük güven düzeyleri hariç diğer ilçelerde (Pazarcık ve Andırın) bir trende rastlanmamıştır. Burada Kahramanmaraş merkez ilçe, Elbistan, Afşin ve Göksun gibi 41 yıllık veri periyoduna sahip ilçelerin Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleriyle yapılan klimatolojik trend analizlerinde özellikle sıcaklık bakımından veri setinin uzunluğunun etkili olabileceği düşünülmektedir. Buna ek olarak, aktüel evapotranspirasyon trendleri bakımından incelendiğinde ise tüm α anlamlılık düzeylerinde SR ve MK testlerinde herhangi bir trendin olmadığı (Elbistan, Afşin, Türkoğlu, Göksun, Andırın, Çağlayancerit ve Nurhak ilçelerinde) yüksek α anlamlılık düzeylerinde ise negatif ($\alpha=20$ SR ve MK için Pazarcık ve $\alpha=10$ SR ve 20 SR için Ekinözü ilçeleri) veya pozitif ($\alpha=10$, 20 SR ve MK için Kahramanmaraş merkez ilçe) olduğu gözlemlenmiştir.

5.4.2. Şen yöntemi ile trend analizi

Kahramanmaraş ili merkezi ve ilçelerinde mümkün olan bütün veri setleri kullanılarak yağış, sıcaklık verileri ile Thornthwaite metodu yardımıyla elde edilen aktüel evapotranspirasyon değerlerine Şen metodu eğim analizi uygulanmıştır. Çalışmada 1:1 doğrusuna paralel $\pm 5\%$ ve $\pm 10\%$ zarf eğrileri çizilerek çalışmadan elde edilen grafiklere sayısal boyut kazandırarak nesnel bir şekilde açıklanmasını sağlamıştır (Dabanlı, 2017). Trend analiz çoklu grafiklerinden ilki yağış eğilim grafiğini (soldaki), ikincisi sıcaklık eğilim grafiğini (ortadaki) son olarak üçüncü grafik (sağdaki) AET eğilim grafiğini oluşturmaktadır.

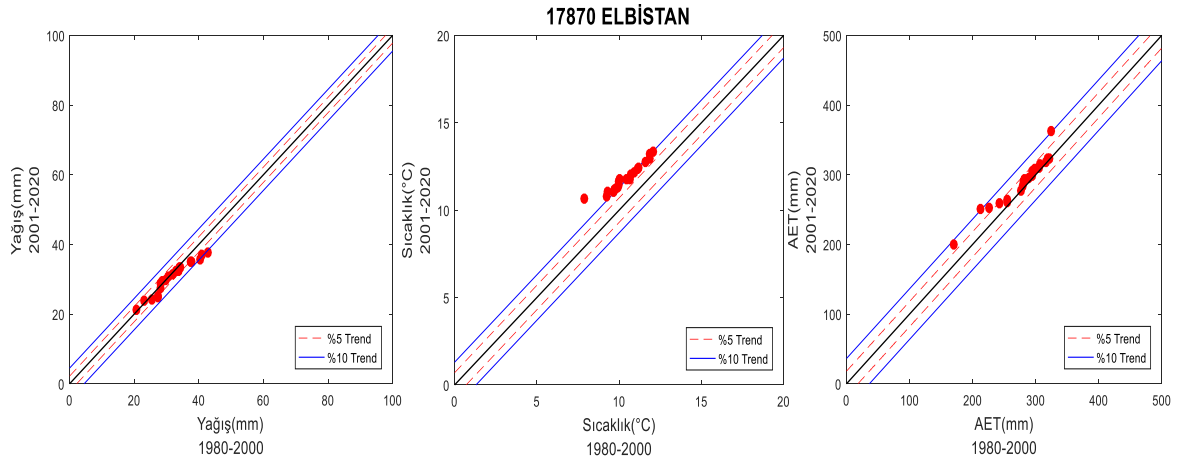
İlk olarak Kahramanmaraş merkez ilçesinde bulunan 17255 istasyonuna Şen metodu uygulanmış, sonuçlar ise Şekil 5.20'de grafiğe aktarılmıştır. 17255 Kahramanmaraş istasyonuna ait yağış eğilim grafiği incelendiğinde, minimum yağış değerleri 1:1 doğrusu üzerinde (eğilim yok), ortalama yağış değerlerinin 1:1 doğrusunun altında ve çizgiye yakın yer aldığı (azalım trendinde olduğu) görülmektedir. 80 mm'den fazla yağış değerlerinde ise yağış artan trend bölgesinde 10% 'dan fazla eğilim göstermektedir. Sıcaklık eğilim grafiği incelendiğinde ortalama sıcaklık değerleri 1:1 doğrusunun üst üçgeninde artan trend bölgesinde yer almakta olup 3% eğilim

göstermektedir. İlde ortalama sıcaklığın giderek arttığı gözlenmiştir. Diğer taraftan AET değerlerinin grafiğine bakıldığında artan eğilimin olduğu görülmektedir (Şekil 5.20).



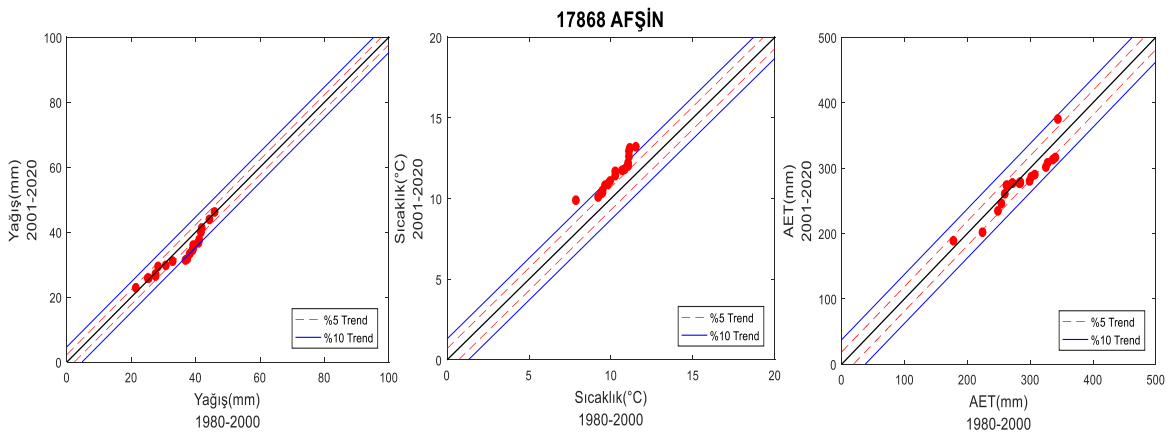
Şekil 5.20 Kahramanmaraş istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi

Elbistan istasyonu coğrafi konum olarak Doğu Anadolu Bölgesinde yer almaktadır. Konumundan dolayı karasal iklim koşullarının hâkim olduğu bölgede, iklim değişikliği araştırılmıştır. Şekil 5.21’de bu istasyondaki uygulama sonuçları verilmiştir. Yağış eğilim grafiği incelendiğinde 20-40 mm arası ortalama yağış değerlerinin 1:1 doğrusu üzerinde veya yakınsadığından herhangi bir trend varlığı söz konusu değildir ancak 40mm’den fazla olan yağış ortalamalarında azalan bir trend söz konusu olup gelecekte 40mm’den fazla yağış ortalamalarında yağışın azalacağına işaret etmektedir. Sıcaklık eğilim grafiğine bakıldığında, sıcaklığın artan eğilimde olduğu ve bu eğilimin %9-%12 gibi yüksek bir değer aralığında olduğu belirlenmiştir. Sıcaklıkların bu derece artması karasal iklim koşullarının ağırlaşmasına neden olabilir. Son olarak AET eğilim grafiği incelendiğinde değerlerin çoğunluğu %0-%5 (+) değer aralığında artan trend bölgesindedir. Küçük AET değerleri için (200~300 mm) artış eğiliminde olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 5.21).



Şekil 5.21 Elbistan istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi

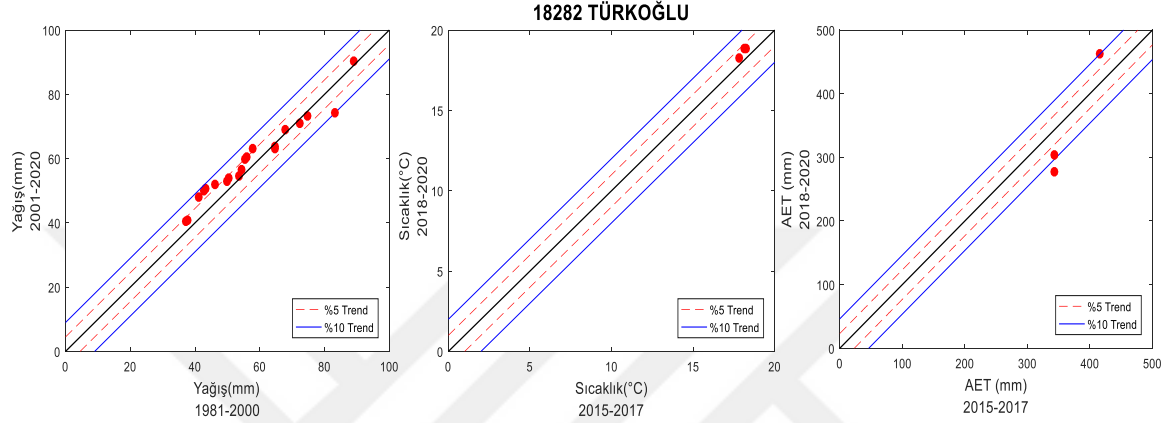
Afşin istasyonuna ait trend analiz sonuçları Şekil 5.22’de verilmiştir. Buradan yağış eğilim grafiği incelendiğinde orta yağış değerlerinde azalan bir trend göstermektedir. Minimum ve maksimum yağış yükseklikleri değeri bakımından incelendiğinde ise çoğunlukla 1:1 doğrusu üzerinde bulunduğundan, 1980-2020 yılları arasında ekstrem yağış miktarında belli bir trend olmadığı söylenebilir. Aynı grafiğin sıcaklık eğilim grafiği incelendiğinde açık bir şekilde pozitif bir eğilim görülmektedir ve bu trend %5’den fazladır. Yüksek ve düşük ortalama sıcaklık değerlerinde artan bir trend hakimdir. Karasal iklimin hâkim olduğu bir bölgede yer alan Afşin istasyonunda 41 yıllık periyottaki bu sonuçlara göre iklim daha ılımanlaşmaktadır. Bu istasyonda incelediğimiz son parametre AET olup hem artan bölgede hem de azalan bölgedeki trend grafiğinden değerlerin belli bir yönde eğilim göstermediği gözlenmiştir.



Şekil 5.22 Afşin istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi

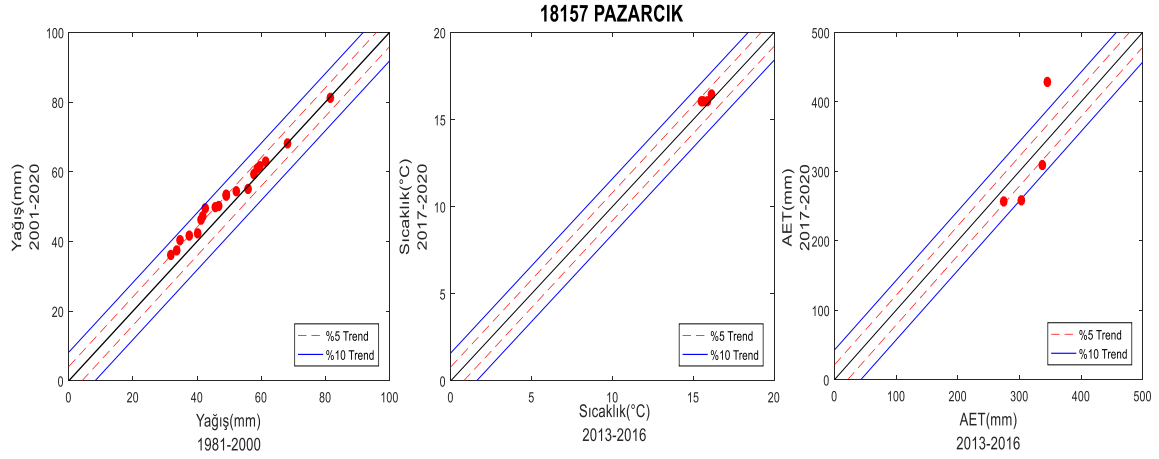
Türkoğlu istasyonunda sırasıyla yağış, sıcaklık ve AET verilerinin eğilim grafikleri Şekil 5.23’de verilmiştir. İlk olarak yağış eğilim grafiği incelendiğinde verilerin 1:1

doğrusunun her iki tarafında dağılmış olsa da 1981-2020 yılları arasında tekdüze bir trend yoktur. Ancak düşük (40-60 mm) ortalama yağış verilerinin ortalama değerlerinin %0-10 artış eğiliminde olduğu açık bir şekilde görülmektedir. Diğer taraftan sıcaklık eğilimi grafiğinde bariz bir şekilde görüldüğü üzere ortalama sıcaklık değerleri %3 artış trendi göstermektedir. Öte yandan AET değerleri trend analizi grafiğinin 1:1 doğrusunun iki ekseninde yer aldığına belli yönde bir trendden bahsedilemez.



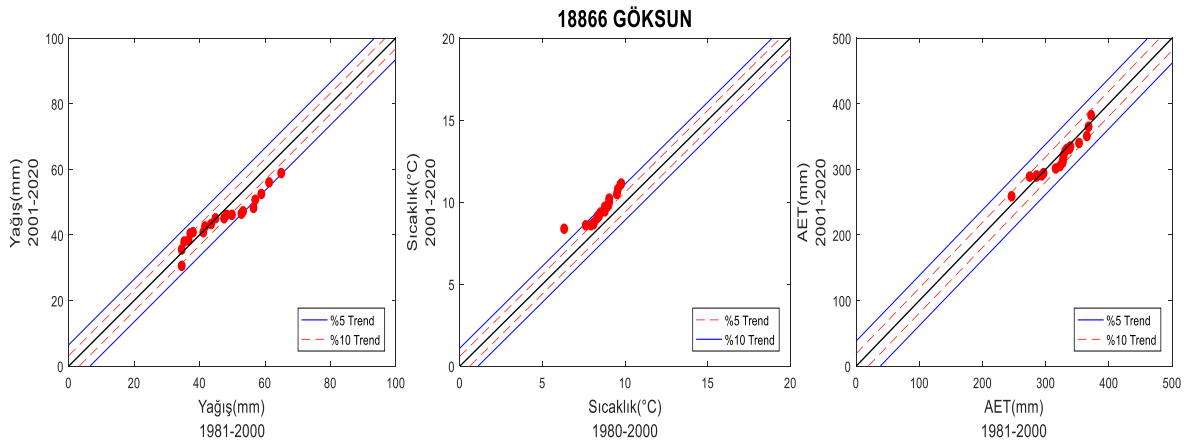
Şekil 5.23 Türkoğlu istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi

Pazarcık istasyonunda trend analizi sonuçları Şekil 5.24'de verilmiştir. Yağış verilerinin trend analiz grafiğine bakıldığında 40-60 mm gibi düşük ve orta yağışların %5 (+) artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Ancak 1981-2020 yılları arasını kapsayan analizde, maksimum yağış eğiliminde herhangi bir trende rastlanmamıştır. Bu istasyona ait sıcaklık eğilim grafiği incelendiğinde değerlerin tamamı 1:1 doğrusu üst üçgenindedir. Ayrıca 2013-2020 yılları arası 8 yıllık data ile analiz yapılmasına rağmen artan yönde bir trend olduğu ve bu trendin %0-5 aralığında olduğu görülmektedir. Aynı şekilde AET parametresi de 8 yıllık verileri içermekte iken veriler 1:1 doğrusunun her iki tarafına dağılmıştır. AET değerleri için minimum ve ortalama değerler için azalım, maksimum değerler içinse artış yönünde bir eğilim hâkimdir.



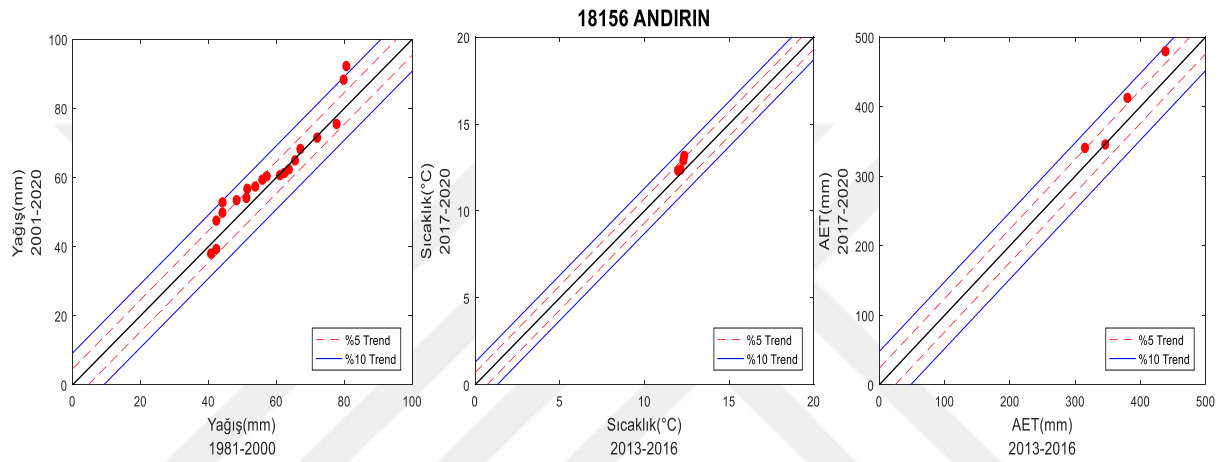
Şekil 5.24 Pazarcık istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi

Göksun istasyonunda da yağış verilerine uygulanan trend analizi çalışmaları 1981-2020 yılları arasını kapsamaktadır. Şekil 5.25’de bu istasyonda yapılan trend analiz sonuçları verilmiştir. Yağış eğilim grafiği incelendiğinde düşük yağışın verilerinde artan eğilimde olduğu, ancak yüksek yağış miktarının azalan eğilimde olduğu görülmektedir. Bu azalma %9 (-) gibi yüksek bir düzeydedir. 1981-2020 yılları arasında tüm veriler dikkate alındığında belli yönde trendin olmadığı söylenebilir. Sıcaklık eğilim grafiğinde görüldüğü üzere analizler 1980-2020 yılları arasında uygulanmıştır. Sıcaklık eğilim grafiği incelendiğinde sıcaklık değerleri artan eğilimdedir ve bu eğilim %5 ila %10 zarf aralığında değişmektedir. AET eğilim grafiğine bakıldığında ise aktüel evapotranspirasyon değerlerinin sıklıkla 1:1 doğrusu üzerinde veya 1:1 doğrusuna yakın olduğundan 40 yıllık periyotta belli yönde bir trendin olmadığı söylenebilir (Şekil 5.25).



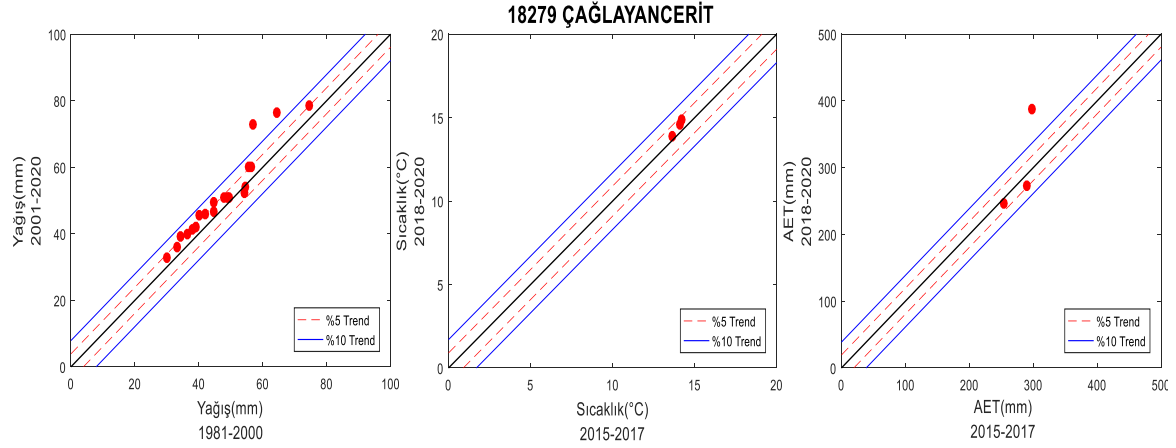
Şekil 5.25 Göksun istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi

Andırın istasyonuna ait eğilim grafikleri Şekil 5.26’da verilmiştir. Yağış verilerine uygulanacak trend analizi 1981-2020 yılları arasının içermektedir. İlçe yağış eğilim grafiği incelendiğinde 1981-2020 yılları arasında belirgin bir trend olmadığı görülmektedir. Öte yandan 40~60 mm gibi yağışların trendinde artış eğilimindedir. Ayrıca, sıcaklık verileri 2013-2020 yılları arasını kapsayan 8 veriden oluşmaktadır ve bu verilere trend uygulanmıştır. Veri sıklığı az da olsa eğilim grafiği incelendiğinde %0-5 (+) artan eğilimde olduğu açık bir şekilde görülmektedir. Aynı veri büyüklüğüne sahip AET değerleri de %8 (+) artan eğilimdedir.



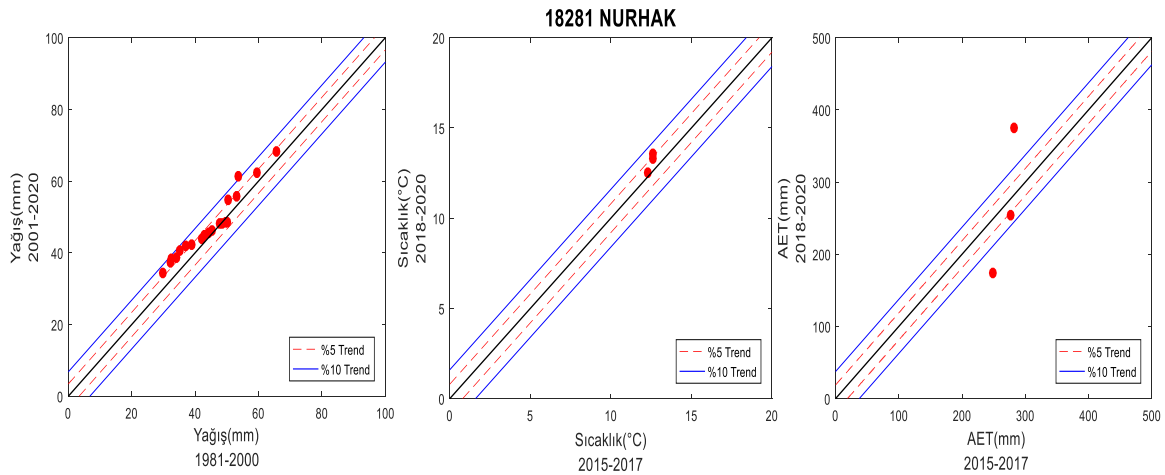
Şekil 5.26 Andırın istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi

Şekil 5.27’de Çağlayancerit istasyonunda ait eğilim grafikleri verilmiştir. İlk olarak yağış verilerinin eğilim grafik incelendiğinde değerlerin büyük çoğunluğunun 1:1 doğrusunun üst üçgenine saçılmıştır. 1981-2020 yılları arasında artan yönde bir eğilim olduğu ve büyük çoğunluğu %0-%10 aralığında değiştiği gözlenmektedir. Diğer taraftan, sıcaklık ortalaması 14,2 olan bu istasyonda sıcaklık %3(+) artış göstermektedir. AET verileri 1:1 doğrusunun iki tarafına dağıldığından herhangi bir trendden bahsedilemez.



Şekil 5.27 Çağlayancerit istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi

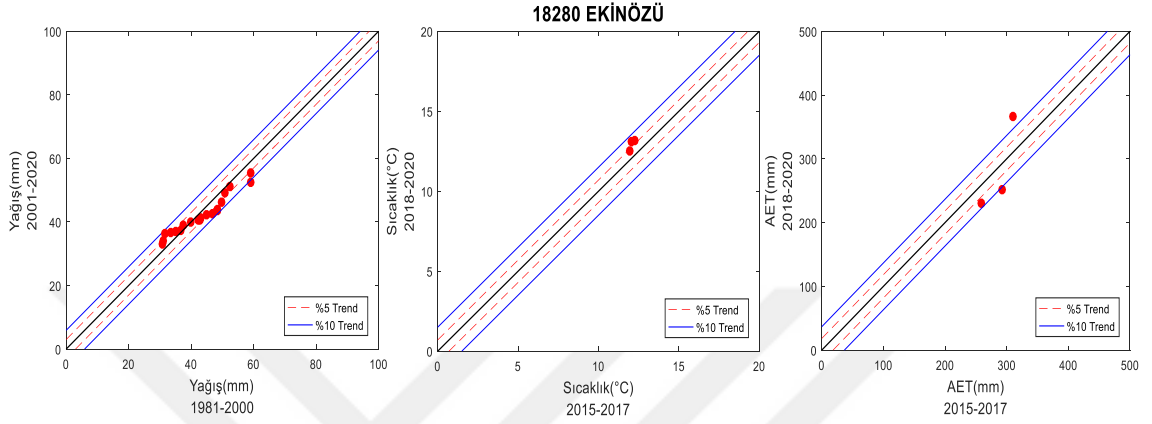
Nurhak istasyonuna ait trend analiz sonuçları Şekil 5.28’de verilmiştir. Nurhak istasyonunda da yağış verilerinin eğilim grafiği incelendiğinde verilerin büyük bir kısmının 1:1 doğrusunun üst üçgeninde yer aldığı görülmekte olup bu dağılım tekdüze yayılmamıştır. Yağış artan yönde artış göstermekte iken ortalama %7 civarındadır. Sıcaklık trend analizinde ise 6 yıllık veri setinde analiz çalışmaları yapılmış olsa da trende rastlamıştır. Sıcaklık eğilim grafiğine bakıldığında artan yönde %3 (+) eğilim göstermektedir. AET değerleri trend analizinde de 6 yıllık veri seti mevcuttur. Burada düşük AET değerlerinde azalan yüksek AET değerinde artan trend durumu olsa da veri seti azlığından belli yönde bir trendden bahsetmek mümkün değildir.



Şekil 5.28 Nurhak istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi

Son olarak Ekinözü istasyonuna ait yağış, sıcaklık ve bu değerler kullanılarak elde edilen AET değerlerine ŞEN trend metodu uygulanmıştır. Bu parametrelere ait eğilim grafikleri Şekil 5.29’da verilmiştir. Öncelikle yağış eğilim grafik incelendiğinde 30-40 mm

arası değerdeki yağışlar artan, 40-60 mm arası değerdeki yağışlarda azalan trend gözlemlenirken, dağılım tekdüze olmadığından ortalama bir trendden söz edilemez. Sıcaklık verilerinin eğilim grafiği incelendiğinde veri seti az da olsa %5 artan yönde trend görölmektedir. AET verilerinde ise veriler 1:1 doğrusunun her iki tarafında dağılım gösterdiğinden trend yoktur.



Şekil 5.29 Ekinözü istasyonuna ait verilerin şen metodu ile trend analizi

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Akdeniz bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Doğu Anadolu bölgesinin çakıştığı konumda yer alan Kahramanmaraş ilinin ve ilçelerindeki nüfus değişimi ve iklim değişikliği araştırılmıştır. İl ve ilçelerdeki nüfus hesaplamaları üç farklı matematiksel yöntem (AAM, GAM, İBM) kullanılarak Matlab programlama dilinde algoritmaları yapıp grafiksel çıktıları alınmıştır. 1927-2019 yılları arasında sayımlar Kahramanmaraş il geneli, merkez, Türkoğlu ilçesinde nüfusu tekdüze artan eğilimde olduğunu göstermiştir. Bu ilçelerde projeksiyon yöntemleri benzer performans sergilemiş olsa da en iyi sonuca AAM ile ulaşılmıştır. Çağlayancerit, Nurhak, Ekinözü ilçelerinde projeksiyon yöntemleri benzer performans sergilemiş olup sayımlarla oldukça tutarlıdır. 1985-1990 yıllarında Elbistan, Afşin, Pazarcık Göksun, Andırın ilçelerinde tahminlerin sayımlarla tutarsızlığının ilçe sınırlarında yeniden şekillendirilmesi ve doksanlı yıllarda ilçe statüsü kazanan Çağlayancerit, Nurhak, Ekinözü ilçelerine aktarılan nüfusla azalan nüfusu matematiksel yöntemlerin öngörmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, veri seti arttıkça tahminlerin daha tutarlı olduğu gözlenmiştir. Grafiksel değerlendirmelere ek olarak, NSVK, MKOH, OBH ve R gibi farklı istatistiksel indisler de kullanılarak algoritmaların tahmin performansları incelenmiştir. NSVK ve korelasyon katsayıları bakımından değerlendirildiğinde, Kahramanmaraş il geneli, merkez, Türkoğlu, Andırın ve Ekinözü ilçelerinde üç yöntemde tutarlı sonuçlar vermiştir. OBH sonuçları, değerlerin -0.02 ve 0.08 aralığında yer aldığını göstermektedir; ayrıca, en küçük (büyük) değerlere AAM (İBM) ile ulaşılmıştır. MKOH indisine göre değerler %2 ila 16 aralığında dağılmış olup AAM sifıra yakınsamasıyla diğer metotlara göre daha başarılıdır. Tüm indisler nezdinde sonuçlar değerlendirilse, Ekinözü ilçesi için GAM daha iyi performans sergilerken, Kahramanmaraş geneli, merkez ilçe, Türkoğlu ilçeleri için AAM daha başarılıdır. Tüm sayımlar dikkate alınarak elde edilen gelecek 50 yıllık nüfus tahmin grafiklerinde tahmin yöntemlerinin tümü merkez ve merkeze yakın ilçelerde nüfusun artacağına işaret etmektedir. Öte yandan Pazarcık, Andırın, Çağlayancerit, Nurhak ve Ekinözü gibi merkezden uzak ilçelerde tahmin yöntemleri projeksiyon yöntemlerinin performansı benzer eğilimde olup, İBM hariç nüfusun azalacağı yönde bir eğilimi öngörmektedir.

Çalışmanın diğer kısmında, iklim parametrelerinden yağış, sıcaklık ve aktüel evapotranspirasyon (AET) yıllık ortalama değerlerinin eğilimleri Mann-Kendall, Spearman'ın Rho, Şen trend eğilim testleriyle irdelenmiştir. AET'yi hesaplamak üzere

öncelikle Thornthwaite iklim metodu yardımıyla PET değerleri hesaplanmıştır. AET, PET, yağış ve sıcaklık arasındaki ilişki aylık ve yıllık düzeyde yapılan grafiklerle incelenmiştir. PET değerleri için sıcaklık değerlerinin, AET değerleri içinse sıcaklık değerlerine ek olarak yağış ve zemin nemi rezervlerinin belirleyici olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yıllık veri sayısının az olduğu Türkoğlu, Andırın, Çağlayancerit, Nurhak ve Ekinözü ilçelerindeki PET değerleri kullanılan veri periyodunda neredeyse hiç değişmediği gözlemlenmiştir. Yıllık grafikte tüm ilçelerde ortalama sıcaklıkların artan eğilimde olduğu saptanmıştır. Grafiklerde PET değerleri sıcaklık değerlerine bağlı bir gelişim göstermiştir ki yüksek sıcaklık değerlerinde yağış varlığı durumunda AET ve PET arasında fark az, kurak dönemlerde ise fark fazladır. Genel olarak yaz aylarında yağışa bağlı olarak AET değerleri düşüş göstermiştir. İlçelerde gözlenen en yüksek (düşük) sıcaklık Temmuz-Ağustos (Aralık-Ocak) aylarında gözlenmiştir. Ayrıca, Ocak (Mayıs) ayı en çok yağış (AET) meydana gelen aydır.

Yıllık ortalama yağış değerlerinin Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri ile eğilim analizleri tüm ilçelerde aynı sonucu vermiş olup %80, 90, 95 ve 99 güven düzeylerinde herhangi bir eğilim olmadığı görülmüştür. Karabulut ve Cosun (2009), Kahramanmaraş'ta bulunan meteoroloji istasyonlarında yağış değerlerinin eğilimlerini 1975-2005 arası birkaç istatistiksel indisle (Mann-Kendall, yağış değişkenliği, lineer regresyon, değişim katsayısı) incelemişlerdir. Yıllık bazda yapılan çalışmalar sonucunda toplam yağış miktarında dikkate değer bir eğilime rastlamamış olup çalışmamızla benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Diğer taraftan, Şen yöntemi sonuçlarına göre Çağlayancerit ve Nurhak istasyonunda yağış değerleri %7-10 artış göstermektedir. Kahramanmaraş'ta 80mm, Türkoğlu, Andırın, Çağlayancerit, Nurhak ve Pazarcık'ta 40 mm'den fazla yağışlarda artan, Elbistan, Göksun ve Ekinözü istasyonlarında 40 mm'den fazla yağışlarda azalan bir eğilim vardır. Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri ilçelerde herhangi bir eğilime rastlamazken; Şen yöntemi maksimum ve orta yağış şiddetlerinde artan yönde bir eğilim olacağını öngörmektedir.

Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testlerinin, sıcaklık değerlerinin eğilim analizlerinde büyük nüfusa sahip ilçelerde genel manada artış trendinde olacağı gözlenmiştir. Örneğin, Kahramanmaraş merkez ilçesi, Elbistan, Afşin, Göksun ve Türkoğlu ($\alpha=0.1$ hariç) istasyonlarında tüm anlamlılık düzeylerinde artan eğilim tespit edilmiştir. Andırın ($\alpha=0.20$ için) ve Pazarcık ($\alpha=0.10$ ve 0.20 için) ilçelerinde düşük güven düzeylerinde yine artış trendinde olabileceği gözlenirken, Çağlayancerit, Nurhak ve

Ekinözü’nde herhangi bir eğilime rastlanmamıştır. Diğer taraftan, Şen yöntemi ile yapılan eğilim analizleri, ilçelerin tümünde sıcaklıkların artacağına işaret etmektedir. Kısa zaman aralıklarıyla yapılan analizlerde bile sıcaklık ortalamalarının artışının tespiti ciddi kuraklık sorunlarıyla karşı karşıya olduğumuza işaret etmektedir. Burada, artan nüfusun sıcaklığa paralel bir etkisi olduğu ve yüksek bir korelasyonla ilerleyen zamanlarda da özellikle kentleşmenin ve nüfusun artışıyla sıcaklıkların daha da fazla artacağı öngörülmektedir.

AET bakımından sonuçlar incelendiğinde, Kahramanmaraş merkez ilçe (α =%10 ve %20) SR ve MK bakımından artış trendinde olduğu saptanmıştır. Pazarcık (α =%20 SR ve MK bakımından), Ekinözü (α =%10, %20 SR bakımından) azalan yönde bir eğilim gözlenmiştir. Bunların dışında tüm güven düzeylerinde genel manada herhangi bir trend yakalanamamıştır. Aynı veri setleri Şen eğim metodu ile analiz edildiğinde, özellikle ekstrem değerlerde Kahramanmaraş, Elbistan ve Andırın istasyonlarında AET değerleri artan yönde trend gözlenmiştir. Mann-Kendall ve Spearman’ın Rho test sonuçları arasında farklılık oluşmasının nedeni olarak hesaplamalarda farklı kabullerin temel alınması gösterilebilir. Aynı zamanda, MK ve SR testleri veri setindeki genel trende bakarken, Şen testi minimum, ortalama ve maksimum eğilimleri de incelemeye salık vermektedir.

Merkez ve merkeze yakın ilçelerde (Onikişubat, Dulkadiroğlu ve Türkoğlu) nüfus artışıyla birlikte ekstrem yağış değerlerinin artan eğilimde olduğu saptanmıştır. Ayrıca bu ilçelerde sıcaklık da artan eğilimdedir. Diğer taraftan nüfusun artış gösterdiği diğer ilçelerde (Elbistan, Afşin ve Göksun) sıcaklıkların ve (Elbistan, Andırın)buharlaşmanın (AET) artacağı öngörülmektedir. Sonuçlar dikkate alınarak gelecek nüfus tahminleri ve iklim parametrelerinin eğilim analizleri birlikte değerlendirildiğinde ilçelerin demografik, hidrolojik ve klimatolojik yapısında değişiklikler olacağı düşünülmektedir. Gelecekte bu bölgede yapılacak sıcaklık ve buharlaşma trend analizi çalışmalarında, kesintisiz veri periyodunun artımıyla güncellenebilir. Dabanlı (2017) ‘ye göre bir bölgedeki iklim 30 yıllık atmosferik verilerin ortalaması ile tespit edildiğinden değişimin olup olmadığı yine kesintisiz uzun süreli veriler ile daha doğru sonuçlar verecektir. Kahramanmaraş il ve ilçelerinde yapılan bu çalışma bu bölge için emsal teşkil etmekle birlikte çalışmanın Türkiye’de başka lokasyonlarda da uygulanabilir.

KAYNAKLAR

- Abughlelesha, S. M., Lateh, H. B., (2013). A Review and Analysis of the Impact of Population Growth on Water Resources in Libya. *World Applied Sciences Journal*, 23 (7), 965-971.
- Akdeniz, F., Yıldırım, F., (2011). Türkiye’de-Osmanlıdan Günümüze-İstatistik Tarihine Bakış. *İstatistik Araştırma Dergisi*, 8(3), 1-11.
- Akın, M., Akın, G., (2007). Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 47 (2), 105-118.
- Aksu, L., (2011). Dünya’da ve Türkiye’de Nüfus Analizleri. *Istanbul Journal of Sociological Studies*, (25), 219-311.
- Anonim, (2020a). 2023 Yılı İllerin Nüfus Rakamları Tahmini, *İstatistik Araştırma sempozyumu(İAS)*.https://tasam.org/Files/Icerik/File/2023_%C4%B0l_%C4%B0l_T%C3%BCrkiye_N%C3%BCfusu_Projeksiyonu_T%C3%9C%C4%B0K.pdf_b859cb66-68c2-4337-b973-9e7ce2e84867.pdf, [Erişim Tarihi: Mart 16, 2020].
- Anonim, (2020b). Sayısal Yüksekli Haritası İndirme <https://earthexplorer.usgs.gov/>, [Erişim Tarihi: Mart 24, 2020].
- Anonim, (2020c). Corine Land cover veri indirme website. URL: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>, [Erişim Tarihi: Aralık 29, 2020].
- Atabay, S., Karasu, M., Koca, C., (2014). İklim Değişikliği ve Geleceğimiz. Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. İstanbul. 132s.
- Avcı, A., Esen, F., (2019). Malatya Havzası’nda Sıcaklık ve Yağışın Trend Analizi. *İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(1), 230-246.
- Bağdatlı, M.C., Öztürk, B., (2013). Havza morfolojik özelliklerinin belirlenmesinde coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) etkin rolü. *SAÜ. Fen Bil. Der.*, 18(1), 11-19.
- Bayazıt, M., Cıgızoglu, K., Önöz, B., Yıldız, M., Malkoç, Y., (2004). Türkiye Nehirleri Taşkın, Ortalama ve Düşük Akımlarındaki Trendler, IV. Ulusal Hidroloji Kongresi, 21-25 Haziran, İstanbul.
- Belle, G. V., Hughes, J. P., (1984). Nonparametric Tests for Trend in Water Quality, *Water Resources Research*, 20, 127-136.
- Bernstein, S., (2002). Freshwater and Human Population: A Global Perspective. *YALE F&ES BULLETIN*, 149-157.
- Birdal, A. C., Korkmaz, E., Erşen, G., (2018). İzmir İli Üzerindeki Olası Etkilerden Dolayı Oluşan İklim Değişikliğinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Modellenmesi. *Advancements in Information Sciences and Technologies*, 1(1), 51-65.

- Büyükyıldız, M., Berktaş, A., (2004). Parametrik Olmayan Testler Kullanılarak Sakarya Havzası Yağışlarının Trend Analizi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 19(2), 23-38.
- Canlı-Sözbilir, İ., (2001), Gaziantep ve Çevresinin İklim Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul. 39s.
- Cebe, E.N., (2007). Türkiye Akarsularında Mevsimsel Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul. 72s.
- Cleland, J., (2013). World Population Growth; Past, Present and Future. *Environmental and Resource Economics*, 55 (4), 543-554.
- Çamurcu, H., (2005). Dünya Nüfus Artışı ve Getirdiği Sorunlar. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(13), 87-105.
- Çavlin –Bozbeyoğlu, A., Rittersberger –Tılıç, H., (2011). Türkiye’de Değişen Nüfus Bilgi Sisteminin Kamu Yönetimine Katılan ve Kamu Hizmetlerinden Faydalanan “Vatandaşla” İlişkisi, *Amme İdaresi Dergisi*, 44 (1), 89-112.
- Çelik, H., Kanıt, R., Öztürk, Y., (1998). Kahramanmaraş İlinde İçme ve Kullanma Suyu İhtiyacının Tespiti. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4(3), 749-757.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2012). Türkiye'nin iklim değişikliği uyum stratejisi ve eylem planı, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, İklim Değişikliği Dairesi Başkanlığı, http://webdosya.csb.gov.tr/db/destek/editedosya/Iklim_Degisikligi_Uyum_Stratejisi_ve_Eylem_Plani.pdf, [Erişim Tarihi: Aralık 21, 2020].
- Çiçek, İ., Ataol, M., (2009). Türkiye’nin Su Potansiyelinin Belirlenmesinde Yeni Bir Yaklaşım. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7(1), 51-64.
- Dabanlı, İ., (2017). Türkiye’de İklim Değişikliğinin Yağış-Sıcaklığa Etkisi ve Kuraklık Analizi: Akarçay Örneği. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul. 198s.
- Demir, İ., Kılıç, G., Coşkun, M., (2008). PRECIS Bölgesel İklim Modeli ile Türkiye İçin İklim Öngörülleri: HadAMP3 SRES A2 Senaryosu, IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 365-373. İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 25-28 Mart, İstanbul.
- Dis, M. O., Anagnostou E., Zac, F., Vergara, H., Hong, Y., (2015) Evaluating Multi-Scale Flow Predictions for the Connecticut River Basin. *Hydrol Current Res*, 6 (208). doi:10.4172/2157-7587.1000208
- Doğan, A., (1996). Thornwaite Metoduna Göre Türkiye’nin İklim Sınıflandırması. Yüksek Lisans, Sosyal Bilimler Enstitüsü; İstanbul Üniversitesi.
- Doğan Demir, A., Demir, Y., Şahin, Ü., Meral, R., (2017). Bingöl İlinde Sıcaklık ve Yağışların Trend Analizi ve Tarıma Etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(3), 284-291.

- Dönmez, Y., (1979). Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları. İstanbul Üniversitesi, *Coğrafya Enstitüsü Yayınları*, 2506 (102).
- DPT, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Plan Nüfus Projeksiyon Yöntemleri 2002, 1-80.
- DSİ, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. Toprak ve Su Kaynakları. Erişim adresi: <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>, [Ziyaret Tarihi: Mart 7, 2020].
- Fetaoğlu, Z., (2008). Kırklareli–Vize İlçesi Toprak ve Su Kaynaklarının Belirlenmesi ve Yönetim Planlaması. Yüksek lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tekirdağ. 44s.
- Franco, R., Quentin, E., Diaz-Delgado, C., (2003), Conception and Implementation of an Hydrogeomatic Module for Watershed Analylsis, *Seminario Internacional La Hidroinformática en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos*, 18-22
- Geleçki, C., (2016), 1960 Sonrası Dönemde Türkiye’de Nüfus Yapısı ve Bazı Temel Özellikleri Üzerine Tespitler. *Istanbul Journal of Sociological Studies*, 0(52), 587-607. DOI: 10.18368/IU/sk.63274
- Ghozali, A., Yanti, R.M.K., (2017). The analysis of clean water demand for land use optimization based on water resource balance in Balikpapan city. *AIP Conference Proceedings*, 1903 (100013), 1-12.
- Güneş, M., (2014). Osmanlı Dönemi Nüfus Sayımları ve Bu Sayımları İçeren Kayıtların Tahlili. *Gazi Akademik Bakış Dergisi*, 8(15), 221-240.
- IPCC, (2007). Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L. (eds.)]. Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Irwin, S., Srivastav, R., Simonovic, S.P. (2014), Instruction for Watershed Delineation in an ArcGIS Environment for Regionalization Studies, Water Resources Research Report, The University of Western Ontario Department of Civil and Environmental Engineering, Report No:087.
- İstanbuluoğlu, A., Konukcu, F., Kocaman İ., Göçmen, E., (2007), Trakya Bölgesi İçme ve Kullanma Suyu İhtiyacının Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(2), 187-194.
- Karabulut, M., Cosun, F., (2009). Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*. 7(1).65-83.
- Karakuyu, M., (2002). Şehirleşmenin Küresel İklim Sapmaları ve Taşkınlar Üzerindeki Etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*. 6, 97-108.
- Kaski, Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü. 2015-2019 Stratejik Planı 2014, Kahramanmaraş, Türkiye.

- Kaya, F., (2014). Ağrı Kenti'nin Uzun Vadeli Su İhtiyacının Karşılmasında Yazıcı Barajı'nın Yeri ve Önemi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 27, 55-75.
- Kendall, M.G., (1975). Rank Correlation Methods. 4th ed. Charles Griffin: London, UK; 272.
- Mann, H.B., (1945). Nonparametric tests against trend. *Econometrica* 13, 245-259.
- MGM, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2016). Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi. Ankara, Türkiye.
- MGM, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2020). Klimatoloji Şube Müdürlüğü İklim Sınıflandırmaları Raporu. Kalaba, Ankara, Türkiye.
- Muslu, Y., (2008). Çözümlü Problemler Su Temini ve Çevre Sağlığı. 4.Baskı. Su Vakfı, İstanbul, Türkiye.
- Nash, C.H., Sutcliffe J.V., (1970). River Flow Forecasting Through Conceptual Models Part I-A. Discussion of Principles. *Journal of Hydrology*, 10, 282-290.
- Nigam A.K., Rahi D.C., (2016). Estimating Water Demand and Forecasting Water Demand for Year 2041 Jabalpur City, *International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJJET)*, 7(2), 14-21.
- Ok, M.R., (2003). Buharlaştırmanın Hesaplanmasına ve belirlenmesine Yönelik Bir Model Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul. 77s.
- Okello, C., Tomasello, B., Greggio, N., Wambiji, N., Antonellini, M., (2015). Impact of Population Growth and Climate Change on the Freshwater Resources of Lamu Island, Kenya. *Water*, 7, 1264-1290.
- OSİB, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, (2014). Ulusal Havza Yönetim Stratejisi (UHYS) (2014-2023). Resmî Gazete (Sayı:29050) (4 Haziran 2014). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/07/20140704-23.htm>, [Erişim Tarihi: Mart 29, 2021].
- OSİB, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, (2016). Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- OSİB, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. Ceyhan Havzası Taşkın Yönetim Planı 2018, 1-299.
- Özfidaner, M., Şapolya, D., Topaloğlu, F. (2018). Seyhan Havzası Akım Verilerinin Hidrolojik Kuraklık Analizi. *Toprak Su Dergisi*, 7 (1), 57-64.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., McMahon, T. A., (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, European Geosciences Union, 11 (5), 1633-1644.

- Postel, S.L., (2000). Water and World Population Growth. *Journal AVVA*, 92(4), 131-138.
- Resmî Gazete (2012). On Üç İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Altı İlçe Kurulması İle Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun (Kanun No. 6360). (Sayı:28489) (12 Aralık 2012)<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121206-1.htm>, [Erişim Tarihi: Ağustos 23, 2021].
- Sarıgül, O., Turoğlu, H., (2020). Kahramanmaraş Şehri Sel ve Taşkınlarının Coğrafi Analizi ve Öngörüler. *Coğrafya Dergisi – Journal of Geography*, 40, 1-20.
- Satterthwaite, D., (2009). The implications of population growth and urbanization for climate change. *Environment and Urbanization*, 21(2), 545-567.
- Selçuk, P., (2009). Investigation of Effects of Land Usechanges in Tahtalı River Basin on Water Quality. Yüksek lisans Tezi. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir. 96s.
- Şen, Z., (2012). Innovative Trend Analysis Methodology. *J,Hydrol. En*, 17(9), 1042-1046.
- Şen, Z., (2013). Trend Identification Simulation and Application. *J,Hydrol, Eng.* doi: 10.1061/(ASCE) HE 1943-5584.0000811.
- Tad Portal, Tarım Arazileri Değerlendirme ve Bilgilendirme Portalı Web. <https://tad.tarim.gov.tr/>, [Erişim Tarihi: Ağustos 24, 2021].
- Thornthwaite, C.W., (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38(1), 55-59.
- Toros, H., (1993). Klimatolojik Serilerde Türkiye İklimlerinde Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul. 172s.
- TOB, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. Corine Nedir? <https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/nedir.html>, [Erişim Tarihi: Ağustos 18, 2021].
- TÜİK, (2007). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi İkamet Adresleri Belirlemeye Yönelik El Kitabı, TÜİK Matbaası, Ankara.
- TÜİK, (2012). Nüfus İstatistikleri (ADNKS ve UAVT Bilgilendirme Toplantısı). TBMM Plan ve Bütçe Komisyonu, 06 Haziran 2012.
- TÜİK 2023 Yılı İllerin Nüfus Rakamları Tahmini. <https://www.tuik.gov.tr/tr/> [Erişim Tarihi: Mart 16, 2020a]
- TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu Web. <https://biruni.tuik.gov.tr/nufusmenuapp/menu.zul> , [Erişim Tarihi: Aralık 9, 2020b].
- Türkdoğan, F. İ., Yetilmezsoy, K., (2015). Su Getirme ve Kanalizasyon Uygulamaları. 3. Baskı. Su Vakfı, İstanbul, Türkiye.

- Türkeş, M., (2003). Küresel İklim Değişikliği ve Gelecekteki İklimimiz, 23 Mart Dünya Meteoroloji Günü Kutlaması Gelecekteki İklimimiz Paneli, Bildiriler Kitabı, 12-37, Ed.: M. Türkeş, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 23 Mart 2003, Ankara.
- Türkeş, M., (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1, 26-37.
- TVSM, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tabiat Varlıkları Şube Müdürlüğü, T.C. Kahramanmaraş Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. Kahramanmaraş İli 2016 Çevre Raporu 2017.
- Usta, A., (2016). Türkiye'nin Su Potansiyelinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Küresel Mühendislik Çalışmaları Dergisi*, 3(2), 01-09.
- Yıldırım, A., (2015). Trend Analiz Yöntemleri: Orta Fırat Havzası Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü. İstanbul. 62s.
- Yılmaz, E., Çiçek, İ. (2016). Türkiye Thornthwaite iklim sınıflandırması. *Journal of Human Sciences*, 13(3), 3973-3994.
- Yu, S., Pilon, P., Cavadias, G., (2002). Power of the Mann-Kendall and Spearman's Rho Tests for Detecting Monotonic Trends in Hydrological Series. *Journal of Hydrology*, 259, 254-271.
- Yue, S., Zou, S., Whittlemore, D., (1993). Non-parametric Trend analysis of Water Quality Data of Rivers in Kansas, *Journal of Hydrology* 37.
- Yüksel İ., Sandalcı M., Çeribaşı G., Yüksek Ö., (2011). *Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkileri*. 7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, 20-23 Kasım 2011, Trabzon.

EKLER

Ek 1. Enlem Düzeltme Katsayısı

Enlem	Aylık Güneşlenme Tashih Faktörü											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	1,04	0,94	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04
5	1,02	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,06	1,05	1,01	1,03	0,99	1,02
10	1,00	0,91	1,03	1,03	1,08	1,06	1,08	1,07	1,02	1,02	0,98	0,99
15	0,97	0,91	1,03	1,04	1,11	1,08	1,12	1,08	1,02	1,01	0,95	0,97
20	0,95	0,90	1,03	1,05	1,13	1,11	1,14	1,11	1,02	1,00	0,93	0,94
25	0,93	0,89	1,03	1,06	1,15	1,14	1,17	1,12	1,02	0,99	0,91	0,91
26	0,92	0,88	1,03	1,06	1,15	1,15	1,17	1,12	1,02	0,99	0,91	0,91
27	0,92	0,88	1,03	1,07	1,16	1,15	1,18	1,13	1,02	0,99	0,90	0,90
28	0,91	0,88	1,03	1,07	1,16	1,16	1,18	1,13	1,02	0,98	0,90	0,90
29	0,91	0,87	1,03	1,07	1,17	1,16	1,19	1,13	1,03	0,98	0,90	0,89
30	0,90	0,87	1,03	1,08	1,18	1,17	1,20	1,14	1,03	0,98	0,89	0,88
31	0,90	0,87	1,03	1,08	1,18	1,18	1,20	1,14	1,03	0,98	0,89	0,88
32	0,89	0,86	1,03	1,08	1,19	1,19	1,21	1,15	1,03	0,98	0,88	0,87
33	0,88	0,86	1,03	1,09	1,19	1,20	1,22	1,15	1,03	0,97	0,88	0,86
34	0,88	0,85	1,03	1,09	1,20	1,20	1,22	1,16	1,03	0,97	0,87	0,86
35	0,87	0,85	1,03	1,09	1,21	1,21	1,23	1,16	1,03	0,97	0,86	0,85
36	0,87	0,85	1,03	1,10	1,21	1,22	1,24	1,16	1,03	0,97	0,86	0,84
37	0,86	0,84	1,03	1,10	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83
38	0,85	0,84	1,03	1,10	1,23	1,24	1,25	1,17	1,04	0,96	0,84	0,83
39	0,85	0,84	1,03	1,11	1,23	1,24	1,26	1,18	1,04	0,96	0,84	0,82
40	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81
41	0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,82	0,80
42	0,82	0,83	1,03	1,12	1,26	1,27	1,28	1,19	1,04	0,95	0,82	0,79
43	0,81	0,82	1,02	1,12	1,26	1,28	1,29	1,20	1,04	0,95	0,81	0,77
44	0,81	0,82	1,02	1,13	1,27	1,29	1,30	1,20	1,04	0,95	0,80	0,76
45	0,80	0,81	1,02	1,13	1,28	1,29	1,31	1,21	1,04	0,94	0,79	0,75
46	0,79	0,81	1,02	1,13	1,29	1,31	1,32	1,22	1,04	0,94	0,79	0,74
47	0,77	0,80	1,02	1,14	1,30	1,32	1,33	1,22	1,04	0,93	0,78	0,73
48	0,76	0,80	1,02	1,14	1,31	1,33	1,34	1,23	1,05	0,93	0,77	0,72
49	0,75	0,79	1,02	1,14	1,32	1,34	1,35	1,24	1,05	0,93	0,76	0,71
50	0,74	0,78	1,02	1,15	1,33	1,36	1,37	1,25	1,06	0,92	0,76	0,70

Ek 2. Standart Normal Dağılım Tablosu

Z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0	0.000	0.004	0.008	0.012	0.016	0.019	0.023	0.027	0.031	0.035
0.1	0.039	0.043	0.047	0.051	0.055	0.059	0.063	0.067	0.071	0.075
0.2	0.079	0.083	0.087	0.091	0.094	0.098	0.102	0.106	0.110	0.114
0.3	0.117	0.121	0.125	0.129	0.133	0.136	0.140	0.144	0.148	0.151
0.4	0.155	0.159	0.162	0.166	0.170	0.173	0.177	0.180	0.184	0.187
0.5	0.191	0.195	0.198	0.201	0.205	0.208	0.212	0.215	0.219	0.222
0.6	0.225	0.229	0.232	0.235	0.238	0.242	0.245	0.248	0.251	0.254
0.7	0.258	0.261	0.264	0.267	0.270	0.273	0.276	0.279	0.282	0.285
0.8	0.288	0.291	0.293	0.296	0.299	0.302	0.305	0.307	0.310	0.313
0.9	0.315	0.318	0.321	0.323	0.326	0.328	0.331	0.334	0.336	0.338
1	0.341	0.343	0.346	0.348	0.350	0.353	0.355	0.357	0.359	0.362
1.1	0.364	0.366	0.368	0.370	0.372	0.374	0.377	0.379	0.381	0.383
1.2	0.384	0.386	0.388	0.390	0.392	0.394	0.396	0.398	0.399	0.401
1.3	0.403	0.404	0.406	0.408	0.409	0.411	0.413	0.414	0.416	0.417
1.4	0.419	0.420	0.422	0.423	0.425	0.426	0.427	0.429	0.430	0.431
1.5	0.433	0.434	0.435	0.437	0.438	0.439	0.440	0.441	0.442	0.444
1.6	0.445	0.446	0.447	0.448	0.449	0.450	0.451	0.452	0.453	0.454
1.7	0.455	0.456	0.457	0.458	0.459	0.459	0.460	0.461	0.462	0.463
1.8	0.464	0.464	0.465	0.466	0.467	0.467	0.468	0.469	0.469	0.470
1.9	0.471	0.471	0.472	0.473	0.473	0.474	0.475	0.475	0.476	0.476
2	0.477	0.477	0.478	0.478	0.479	0.479	0.480	0.480	0.481	0.481
2.1	0.482	0.482	0.483	0.483	0.483	0.484	0.484	0.485	0.485	0.485
2.2	0.486	0.486	0.486	0.487	0.487	0.487	0.488	0.488	0.488	0.489
2.3	0.489	0.489	0.489	0.490	0.490	0.490	0.490	0.491	0.491	0.491
2.4	0.491	0.492	0.492	0.492	0.492	0.492	0.493	0.493	0.493	0.493
2.5	0.493	0.494	0.494	0.494	0.494	0.494	0.494	0.494	0.495	0.495
2.6	0.495	0.495	0.495	0.495	0.495	0.496	0.496	0.496	0.496	0.496
2.7	0.496	0.496	0.496	0.496	0.496	0.497	0.497	0.497	0.497	0.497
2.8	0.497	0.497	0.497	0.497	0.497	0.497	0.497	0.497	0.498	0.498
2.9	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498
3	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.499	0.499
3.1	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499
3.2	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499
3.3	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499
3.4	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499
3.5	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499
3.6	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499
3.7	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499
3.8	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499
3.9	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
4	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500