

İKLİM NORMALLERİ VE 1981-2010 SICAKLIK NORMALERİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE TOPOGRAFYA KULLANARAK YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ GRID VERİ SETİNİN ÜRETİLMESİ

**Mesut DEMİRCAN¹, Hüseyin ARABACI, Erdoğan BÖLÜK, Alper
AKÇAKAYA, Serhat ŞENSOY, Mithat EKİCİ**

1, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Ankara, mdemircan@mgm.gov.tr

ÖZET: İklim belirli bir bölge içinde ve uzun yıllar değişmeyen ortalama hava koşullarıdır. Klimatolojik normaller; birbirini takip eden 30 yıllık dönemler için hesaplanan klimatolojik verilerin ortalamalarıdır. İklim normallerinin kullanılması yapılacak küresel değerlendirmeler için standart bir altlık sağlaması ve iklim izleme çalışmaları için çok önemli bir araçtır. Türkiye için 1981-2010 ortalama sıcaklık normallerinin yüksek çözünürlüklü grid veri setini üretmek için CBS tabanlı bir yöntem geliştirilmiştir. Yükseklik ve Lapse Rate (LR) değeri (yükseklik ile sıcaklık değişim oranı), 1km çözünürlükteki grid noktalarının sıcaklık tahmincileri olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada, Türkiye genelinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün 246 meteoroloji istasyonunda ölçülen yıllık ortalama sıcaklık değerleri, mekânsal dağılım, görselleştirilme ve enterpolasyonda kullanılmıştır. Ortalama sıcaklık normalleri, 1981-2010 uzun dönem sıcaklık veri setinden elde edilmiştir. Yükseklik verileri, CBS ile sayısal yükseklik modelinden (SYM) elde edilmiştir. LR değeri 5°CKM^{-1} ($R^2=0.97$) olarak kullanılmıştır. 246 meteoroloji istasyonundan, 188 istasyonun sıcaklık verileri seçilerek ve çalışma sırasında kullanılmıştır. 58 istasyon doğrulama için ayrılmıştır. Yıllık ortalama sıcaklık (58 istasyon) gözlemleri ve tahmin edilen sıcaklık değerleri için maksimum minimum ve ortalama hatalar sırasıyla, 1.43, -1.61 ve 0.06°C ve ortalama karekök hatası (RMSE) 0,67 ve regresyon katsayısı (R^2) 0.96 olarak bulunmuştur.

ANAHTAR KELİMELELER: Sıcaklık, İklim, Lapse Rate, Yükseklik, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

ABSTRACT: Climate is the average weather conditions experienced in a particular place over a long period. Climatological normals are averages for consecutive periods of 30 years which are calculated from climatological data. Using climate normals are very important tool to provide a standard base for preparing global assessment and climate monitoring studies. A GIS-based method for deriving high-resolution grid data set of mean temperature (Base Period; 1981-2010) is developed for Turkey. Height and lapse rate value (changing rate of temperature with height) are used as predictors of temperatures on 1km resolution of grid points. In this study, mean annual temperature values measured at 246 meteorological stations of Turkish State Meteorological Service over Turkey are used for visualization and interpolation to reveal spatial distribution of mean annual temperature values. Mean annual temperatures have been obtained from period of 1981-2010 long term temperature data sets. Elevation data have been obtained from digital elevation models (DEM) with the help of GIS. Lapse rate value have been used as 5°CKm^{-1} ($R^2=0.97$). Temperature data from 188 stations have been selected from 246 meteorological stations and used during the study. 58 stations were retained for validation. For observations and predicted temperature values of yearly mean temperature (58 stations); maximum, minimum and mean

errors are respectively, 1.43, -1.61 and 0.06°C and root-mean-square-error (RMSE) is 0,67 and regression coefficient (R^2) is 0.96.

KEY WORDS: Temperature, Climate, Lapse Rate, Height, Geographical Information Systems (GIS)

1. GİRİŞ

İklim oldukça geniş bir bölge içinde ve uzun yıllar değişmeyen ortalama hava koşullarıdır (Yalçın, G., ve ark., 2005 ve Eken, M., ve ark., 2008). Bir yerin iklimi, temel olarak enlemi, deniz seviyesinden olan yüksekliği ve okyanusa olan mesafesi ile belirlenir (Şensoy, S., ve Demircan, M., 2010). İklimin standart ortalama süresi 30 yıl olmakla birlikte diğer süreler amaca bağlı olarak kullanılabilir. İklim uzun bir süre boyunca belirli bir bölgedeki sıcaklık, nem, atmosferik basınç, rüzgâr, yağış, atmosferik parçacık sayımı ve çok sayıda diğer meteorolojik elemanların istatistiklerini kapsar. İklim; belirli bir zaman aralığında, belirli bir yer için atmosferin kolektif durumu olarak da tanımlanmaktadır. Kolektif durum istatistik kümelerin bir kısmı temelinde sınıflandırılır. En yaygın istatistik ortalamadır. İklim tanımları atmosfer gözlemleri ile yapılır ve sıcaklık, yağış, basınç, rüzgâr vb. içeren hava parametrelerinin çeşitlerinin ortalamaları ve ekstremeleri ile tanımlanır.

İklim normalleri başlıca iki amaç için kullanılır. Normaller; yeni veya mevcut birçok anomali tabanlı iklim veri kümeleri (örneğin, küresel ortalama sıcaklık) için bir temel sağlamayı da içeren karşılaştırılabilir gözlemler için bir ölçüt olarak hizmet vermektedir (WMO No:100, 2011). Normaller ayrıca, yaygın olarak belirli bir konumda yaşanabilecek olması muhtemel koşulların bir tahmini olarak, açık veya örtülü olarak kullanılmaktadır. Teknik Düzenlemeler (WMO-No. 49; WMO No:100, 2011) altında, klimatolojik standart normaller; art arda birbirini takip eden 30 yıllık dönemler için hesaplanan klimatolojik verilerin ortalamalarıdır: 01 Ocak 1901'den 31 Aralık 1930'a kadar, 1 Ocak 1931'den 31 Aralık 1960'a kadar, vb. Normallerin beş önemli niteliği vardır; zamansal ortalamalardır, ağırlıksız ortalamalardır, ortalama dönemi otuz ardışık yıldır, geçmiş ve güncel verileri kullanan doğal filtrelerdir, on yılda bir yenilenirler (Arguez, A., ve Vose, R., S., 2011). İklim için Atmosferik Gözlem Paneli, bir tanesi en son dönemi temsil eden ve bir diğeri trend göstergesi için temel olmak üzere sabit kalan çift iklim normalini gerekli kabul eder (GCOS 158). Bununla beraber, birçok eğilim bilgilerinin şu anda 1961-1990 normaline göre sunulmasına bakılmaksızın, 1981-2010 döneminin sonrakiler için daha iyi bir dönem olduğunu dikkate almaktadır. Çifte standart nasıl işleyecek; 30/30 şekliyle iklim izleme yapılacak (nispeten istikrarlı, uzun vadeli ortalama olarak kalacak, güncel standart: 1961-1990), 30/10 şekliyle genel iklim hizmetleri için güncel normaller kullanılacak (Güncel standart: 1981-2010) (Wright, W., 2012). Dünya Meteoroloji Organizasyonu'nun VI. Bölgesindeki ülkeler incelendiğinde, 2011 yılında üç ülkenin standart dönem kullanmadığı, üç ülkenin 1961-1990 dönemini, dokuz ülkenin 1971-2000 dönemini, üç ülkenin hem 1961-1990, hem de 1971-2000 dönemini kullandığı görülmüştür (Demircan, M., 2011). Standart dönem kullanmayan ülkeler, bir takım sebepler nedeniyle bu dönemler için veri serileri olmadığından dolayı kullanamamaktadırlar. İklim normallerinin kullanılması yapılacak küresel değerlendirmeler için standart bir altlık sağlaması ve iklim izleme çalışmaları için çok önemli bir araçtır. 1981-2010 döneminin tamamlanmasıyla birlikte ülkeler bu dönemi normaller için kullanmaya başlamışlardır.

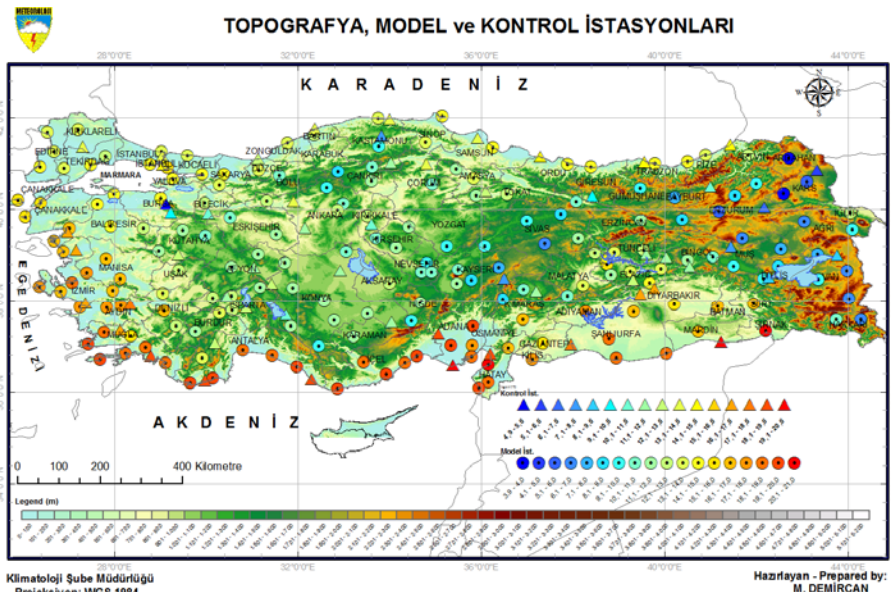
Meteorolojik veriler, gözlem maliyetleri ve topografyadan kaynaklanan sorunlar nedeni ile her yerde ölçülemezler. Bununla birlikte birçok sektör tarafından yapılan çalışma, analiz ve projelerde ise bu verilere ihtiyaç duyulmaktadır (Demircan, M., ve Arkadaşları, 2011). Geniş ve dağlık coğrafyası olan ülkelerde, gözlem istasyonları genellikle tüm ülkeyi

kapsayamaz (Demircan, M., ve Arkadaşları, 2011). Bu nedenle, farklı modeller topografyaya bağlı olarak, sıcaklık değişimlerini belirlemek ve sıcaklık verileri elde etmek için kullanılabilir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), özellikle 2000’li yıllardan bu yana, iklim modeli çıktılarının ve meteorolojik ölçümlerin alansal dağılım çözünürlüğünü artırmak için kullanılan bir araç olmuştur. CBS programlarının Jeo-istatistik ve Coğrafi Ağırlıklı Regresyon (GWR) araçları ile yapılan bazı model çalışmaları ile sıcaklık, yükseklik, eğim ve bakı verileri kullanılarak yapılmakta ve haritalar üretilmektedir. Ancak, bu modeller, istatistiksel olarak uygun olmasına rağmen, klimatolojik perspektif açısından topografyaya bağlı olarak sıcaklık dağılımını yansıtmamaktadır.

Sıcaklık; enlem, yükseklik, güneşlenme, su kaynaklarına uzaklık, bitki örtüsü, bakı, düşü ve benzeri etmenlere bağlı olarak değişen, bununla birlikte sürekliliği olan bir iklim parametresidir (Demircan, M., ve Arkadaşları, 2011). Sıcaklığın değişimi enlem ve coğrafi etmenlere bağlı olarak yavaş değişim gösterir ve ani sıçramalar veya kesilmeler yapmaz. Özellikle ortalama sıcaklıklar, ortaya çıktıkları yerin özelliklerini içlerinde taşırlar. Ortalama sıcaklıkların değişimindeki en önemli etmenin yükseklik ve enlem olarak ortaya çıktığı görülmektedir.

Bu çalışmada, mevcut sıcaklık ölçümleri kullanılarak, sıcaklık ölçümlerinin olmadığı alanlar için sıcaklık verilerinin tahmin edilmesi ve oluşturulan grid noktaları için sıcaklık verisi üretilmesi hedeflenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar 1981-2010 sıcaklık normalleri atlas çalışmasında kullanılacaktır. Bu amaçla sıcaklık ve yükseklik arasındaki ilişki kullanılabilir (Demircan, M., ve Arkadaşları, 2011). Lapse Rate (LR), sıcaklığın yükseklikle değişimi olarak tanımlanmaktadır. LR, havadaki nem miktarına bağlı olarak 0.5°C ila 1.0°C arasında değişmektedir.

Bu çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü’ne ait Türkiye üzerinde dağılım gösteren 246 istasyonda yapılan ölçümlerden elde edilen yıllık ve mevsimlik ortalama sıcaklık verileri; mekânsal dağılımını ortaya çıkarmak, görselleştirme ve enterpolasyon için kullanılmıştır. Ortalama sıcaklık verileri, 1981-2010 uzun yıllar sıcaklık veri setinden elde edilmiştir. Yükseklik verileri, Sayısal Yükseklik Modeli’nden (SYM) ArcGIS yardımıyla elde edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1 Meteoroloji Genel Müdürlüğü’ne ait (model ve kontrol için) kullanılan gözlem istasyonları ve SYM’den elde edilen yükseklik haritası.

2. YÖNTEM

Lapse Rate (LR): Sıcaklık verilerinin olmadığı yerlerde, istenilen sıcaklık verisi Lapse Rate değeri kullanılarak yaklaşık olarak hesaplanabilmektedir (Demircan, M., ve Arkadaşları, 2011). LR, atmosferdeki adyabatik ısınma ve soğuma oranları olarak tanımlanır ve sıcaklığın yükseklikle değişmesi olarak açıklanır. Kuru havanın adyabatik LR oranı yaklaşık 100 metrede 1°C'dir. Fakat bununla birlikte genel tanımlayıcı amaçlar için 100 metrede 0.5°C azaldığı da varsayılır (Fairbridge ve Oliver, 2005; Demircan, M., ve Arkadaşları, 2011). Serbest atmosferde dikey lapse rate ortalaması, mevsimlere ve coğrafi durumlara göre değişiklikler olmakla birlikte, 6°Ckm⁻¹'dir (Agnew ve Palutikof, 2000; Demircan, M., ve Arkadaşları, 2011).

LR, yükseklik/rakım ile ilgili olarak hava sıcaklığını tahmin etmek için geliştirilmiştir (Li, L., ve Heap, A., D., 2008). En yakın hava istasyonunun sıcaklık değeri ve hava sıcaklığı tahmin edilecek örneklenmemiş bir noktanın yükseklik farkı, bir bölge için hava sıcaklığı ve yükseklik arasındaki ilişkinin temeli üzerinde kullanılır. Aynı zamanda akıllı enterpolasyon denir (Willmott ve Matsuura; 1995 Vicente-Serrano ve ark, 2003; Li, L., ve Heap, A., D., 2008). Bu, LR'nin çalışma bölgesi boyunca sabit olduğu varsayımına dayanır (Collins ve Bolstad, 1996; Li, L., ve Heap, A., D., 2008). LR'nin çeşitli varyantları hava sıcaklığı için öne sürülmüştür (Stahl ve ark., 2006; Li, L., ve Heap, A., D., 2008). Sadece yükseklik kullanılarak sıcaklık tahmini yapmanın sınırlılığı göz önüne alındığında, bu yöntem, bir daha ayrıntılı olarak ele alınmayacaktır.

İstasyonların sıcaklık verileri yüksekliklerine bağlı olarak aşağıdaki formül aracılığıyla deniz seviyesine indirgenmiştir.

$$T_d = T_i + (h_i * 0.005) \quad (1)$$

T_d = Deniz seviyesine indirgenmiş sıcaklık

T_i = İstasyonun ortalama sıcaklığı

h_i = İstasyonun yüksekliği

Deniz yüzeyine indirgenmiş sıcaklıklar 1x1Km çözünürlüklü yüksekliği belirli grid noktalarına çekilerek, (1) formülün tersten işletilmesi ile yani " $T_g = T_d - (h_g * 0.005)$ " şeklinde kullanılarak grid noktalarındaki sıcaklıklar elde edilmiştir.

Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Tekniği (Inverse Distance Weighted – IDW): Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Tekniği (IDW) örneklem nokta verilerinden enterpolasyonla grid üretmede çoğunlukla tercih edilen ortak bir yöntemdir (Arslanoğlu ve Özçelik, 2005; Demircan, M., ve Arkadaşları, 2011). IDW enterpolasyon tekniği enterpole edilecek yüzeyde yakındaki noktaların uzaktaki noktalarda daha fazla ağırlığa sahip olması esasına dayandırılır. Bu teknik enterpole edilecek noktadan uzaklaştıkça ağırlığı da azaltan ve örneklem noktalarının ağırlıklı ortalamasına göre bir yüzey enterpolasyonu yapar.

Ağırlıklı hareketli ortalama enterpolasyon için yaygın kullanılan bir yaklaşımdır. Farklı ağırlıklı fonksiyonların çeşitleri kullanılmış fakat IDW, CBS sistemlerindeki en ortak form olmuştur. IDW tam bir ara değer üreticisidir (enterpolatördür) öyle ki verilerin değerlerini pekiştirir. IDW tahmincisi aşağıdaki gibidir (Lloyd, 2007; Demircan, M., ve Arkadaşları, 2011);

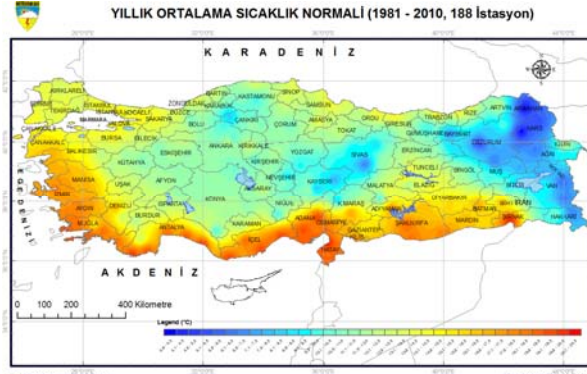
$$\hat{z}(x_o) = \frac{\sum_{i=1}^n z(x_i) \cdot d_{i0}^{-r}}{\sum_{i=1}^n d_{i0}^{-r}} \quad (2)$$

Tahminlerin yapıldığı x_0 lokasyonu, komşu ölçümleri n 'nin bir fonksiyonudur ($z(x_i)$ ve $i=1,2,\dots,n$); r gözlemlerin her birinin atanmış ağırlığını belirleyen üstür ve d gözlem lokasyonu x_i ile tahmin lokasyonu x_0 'ı ayıran mesafedir. Üs büyüdükçe, tahmin lokasyonundan uzak mesafedeki gözlemlerin atanmış ağırlığı küçülür. Üssün artması, tahminlerin en yakındaki gözlemlere çok benzediğini gösterir.

3. ANALİZLER

Uludağ ve çevresindeki istasyonların değişik zaman aralıklı sıcaklık verilerinin yükseklik ile değişim ilişkisine bakılarak kullanılacak LR oranı tespit edilmiştir (Demircan, M., ve Arkadaşları, 2011). LR, regresyon katsayısı (R^2) 0.97 ile ortalama 5°CKm^{-1} olarak bulunmuştur. Çalışmada LR için bu değer kullanılmıştır.

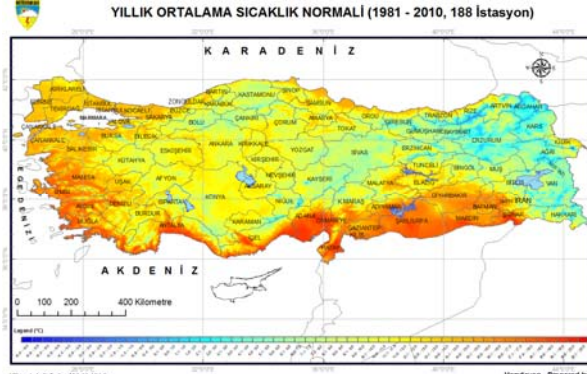
1981-2010 periyodunda sıcaklık verileri olan 246 meteoroloji istasyonunun uzun yıllar, yıllık ve mevsimlik ortalamaları hesaplanmıştır. 246 meteoroloji istasyonundan 188 istasyon modelleme için kullanılmış, haritalandırılmış (Şekil2) ve seçilen 58 istasyon doğrulama amaçlı olarak modelleme dışında bırakılmıştır. IDW yöntemi düzlemsel enterpolasyon yapmaktadır. Bu nedenden, seçilen istasyonların yıllık ortalama sıcaklık değerleri, yükseklik farklılıklarını ortadan kaldırmak ve bir düzlem değerleri elde etmek için, önce (1) formülü yardımıyla deniz seviyesine indirilmiş ve elde edilen değerler IDW yöntemiyle dağıtılmıştır (Şekil3). Bu değerlerin haritalarının oluşturulması ve enterpolasyon için ArcGIS'in IDW aracı kullanılmıştır. Türkiye'yi kaplayan $1 \times 1 \text{Km}$ çözünürlükteki grid noktaları, ArcGIS içine ayrıca kurulan HAWHTS aracı yardımıyla oluşturulmuştur. Grid noktalarına ($1 \times 1 \text{Km}$ çözünürlüklü), oluşturulan deniz seviyesi sıcaklık haritalarından sıcaklık değerleri, "ArcGIS - Spatial Analyst – Extraction aracı" yardımıyla alınarak (1) formülü tersine uygulanmış ve sıcaklıklar bu grid noktalarının yüksekliklerine taşınmış ve elde edilen değerler IDW yöntemiyle interpolate edilmiştir (Şekil4). Elde edilen bu haritalardan, doğrulama için ayrılmış istasyonlara modellenmiş sıcaklık verileri yukarıda bahsedilen şekilde alınarak, bu istasyonların gözlemlenmiş sıcaklık değerleri ile karşılaştırılmış, farkları bulunmuş (Şekil5), bu işlem yıllık ve mevsimler için tekrarlanmış sıcaklıklardaki yıllık değişimin görülebilmesi için aynı gösteri kullanılarak haritalanmıştır (Şekil 6). Ortalama Karesel Hataları (RMSE) ve regresyon katsayıları hesaplanmıştır (Tablo1, Şekil7).



Şekil 2 Yıllık ortalama sıcaklık normalleri



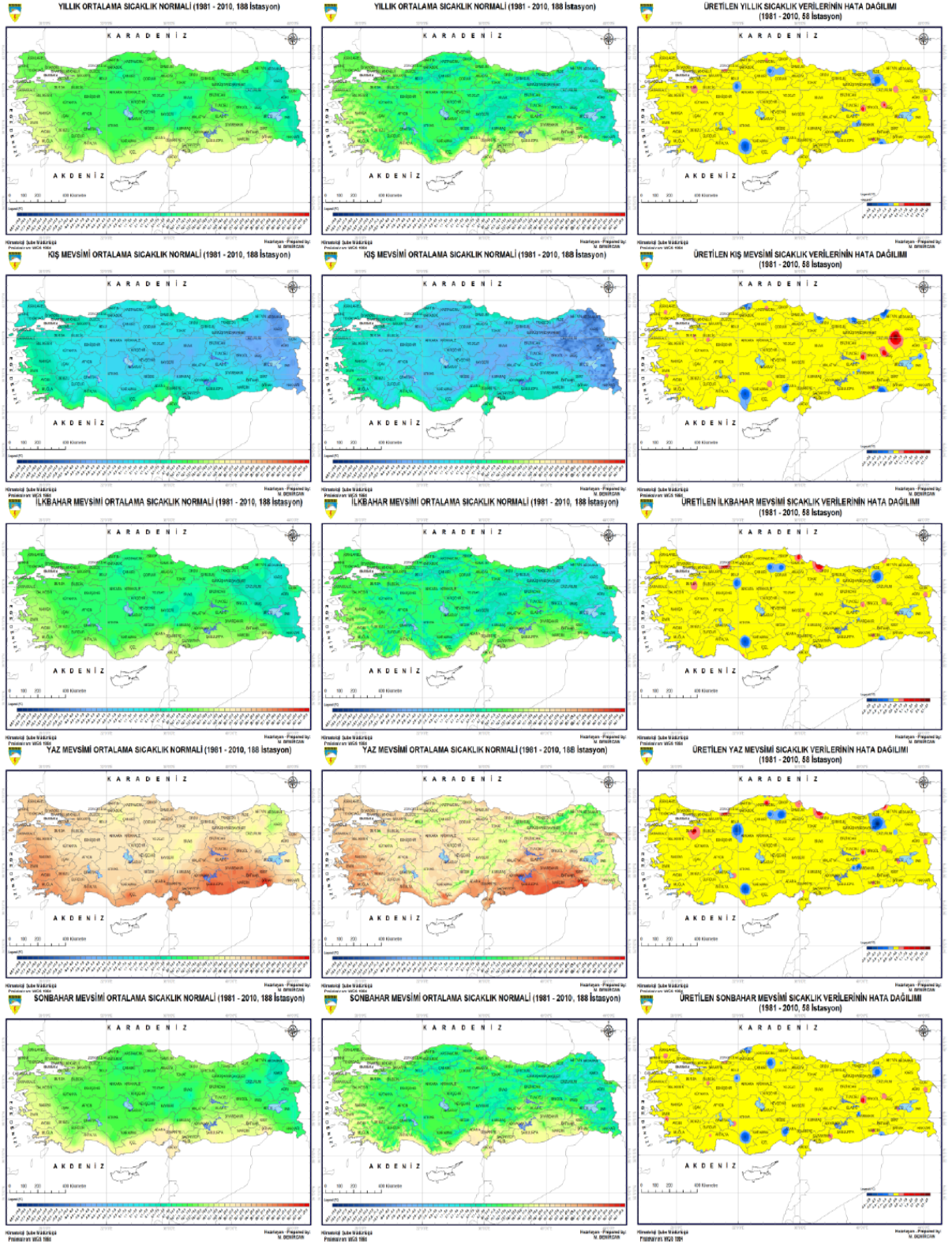
Şekil 3 Deniz seviyesine indirgenmiş normaller



Şekil 4 Modellenmiş normaller

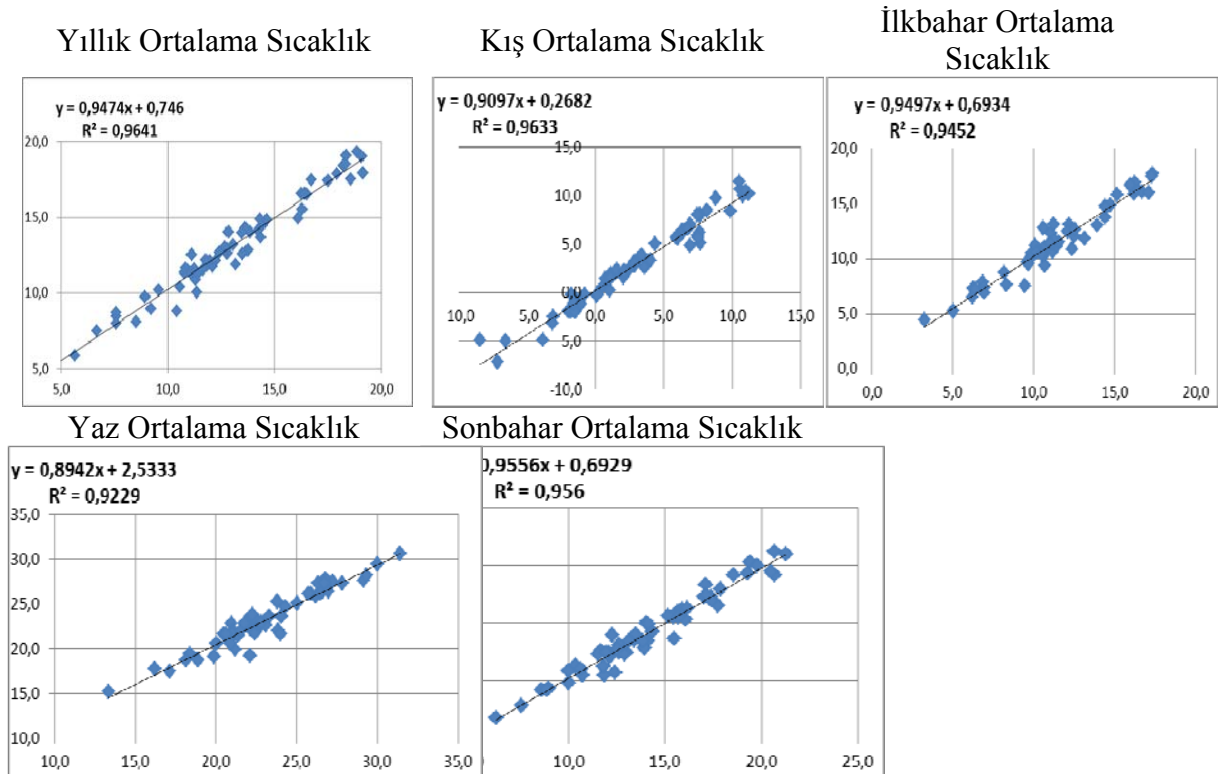


Şekil 5 Gözlem ve model sıcaklık verileri arasındaki hataların dağılımı



Şekil 6 1981-2010 normalleri yıllık ve mevsimlik gözlemlenmiş, modellenmiş sıcaklık ve hata haritaları

1981-2010 Ortalama Sıcaklık Normalleri	Yıllık Ortalama Sıcaklık	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Ortalama Karesel Hata (RMSE)	0,67	0,94	0,76	0,96	0,73
R ²	0,96	0,96	0,94	0,92	0,96
Ortalama Hata	0,06	-0,01	0,12	0,09	0,06
Maksimum Hata	1,43	3,54	2,23	1,83	1,70
Minimum Hata	-1,61	-2,50	-1,97	-2,92	-1,86

Tablo 1 RMSE, R² ve hata değerleri

Şekil 7 Gözlem sıcaklık ve model sıcaklık verilerinin ilişkisi

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada 246 meteoroloji istasyonunda ölçülen ortalama yıllık sıcaklık değerleri kullanılarak, sıcaklığın mekânsal dağılımı yükseklik verileri ve LR yardımıyla belirlenmeye çalışılmıştır. LR 5°CKm^{-1} olarak kullanılmıştır.

246 meteoroloji istasyonundan 188 istasyon modelleme için kullanılmış ve seçilen 58 istasyon doğrulama amaçlı olarak modelleme dışında bırakılmıştır. Çalışmadaki mekânsal dağılımlar için Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Tekniği kullanılmıştır.

Modelleme sonucunda doğrulama istasyonlarında; sırasıyla ortalama, maksimum ve minimum hatalar yıllık için 0.06, 1.43 ve -1.61°C, ortalama karesel hata (RMSE) 0.67 ve regresyon katsayısı (R²) ise 0.96'dir. Kış mevsimi için -0.01, 3.54 ve -2.50°C, ortalama karesel hata (RMSE) 0.94 ve regresyon katsayısı (R²) ise 0.96'dir. İlkbahar

İklim Normalleri ve 1981-2010 Sıcaklık Normallerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Topografya Kullanarak Yüksek Çözünürlüklü Grid Veri Setinin Üretilmesi, Demircan M., ve Ark.,

mevsimi için 0.12, 2.23 ve -1.97°C , ortalama karesel hata (RMSE) 0.76 ve regresyon katsayısı (R^2) ise 0.94'dir. Yaz mevsimi için 0.09, 1.83 ve -2.92°C , ortalama karesel hata (RMSE) 0.96 ve regresyon katsayısı (R^2) ise 0.92'dir. Sonbahar mevsimi için 0.06, 1.70 ve -1.86°C , ortalama karesel hata (RMSE) 0.73 ve regresyon katsayısı (R^2) ise 0.96 olarak hesaplanmıştır.

Hatalar ($\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ üzerindeki) istasyon bazında incelendiğinde, en düşükten yükseğe sıralanarak: Yıllık ortalama sıcaklık için; İspir, Beypazarı, Tosya, Nusaybin ve Ergani'de ortalama sıcaklıklarından -1.1 ila -1.6°C düşük ve Karakoçan, Akçakoca ve Varto'da ise 1.1 ila 1.4°C yüksek çıkmıştır. Kış mevsimi için; Hopa, Amasra, Nusaybin, Akçaabat, Karaisalı, Ünye ve Muradiye'de ortalama sıcaklıklarından -1.1 ila -2.5°C düşük ve Horasan, Varto ve Karakoçan'da ise 1.1 ila 3.5°C yüksek çıkmıştır. İlkbahar mevsimi için; İspir, Osmancık, Tosya ve Nusaybin'de ortalama sıcaklıklarından -1.1 ila -2.0°C düşük ve Akçakoca, Ünye, Bafra ve Uludağ'da ise 1.1 ila 2.2°C yüksek çıkmıştır. Yaz mevsimi için; İspir, Beypazarı, Osmancık, Ergani, Tosya ve Çermik'te ortalama sıcaklıklarından -1.1 ila -2.9°C düşük ve Akçakoca, Uludağ, Ünye, Devrekâni, Karakoçan, Hopa ve Tatvan'da ise 1.1 ila 1.8°C yüksek çıkmıştır. Sonbahar mevsimi için; Amasra, Tosya, Karaisalı, İspir, Ergani, Beypazarı ve Nusaybin'de ortalama sıcaklıklarından -1.1 ila -1.9°C düşük ve Karakoçan ve Selçuk'ta ise 1.1 ila 1.7°C yüksek çıkmıştır.

Bu tür çalışmaların hepsinin başarısı doğru ve sık veriye dayanır (Demircan, M., ve Arkadaşları, 2011). Ülkemizin özellikle dağlık kesimlerinde ve büyük nehir vadileri boyunca temel iklim elemanlarının gözlemlenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Bunun üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde; kara – deniz ilişkisinin, dağların denizlerden gelerek iç kesimlere akan hava kütlelerine etkisinin ve mikro-iklim bölgelerinin tespitini kolaylaştıracağı ve doğruluğu artıracığı düşünülmektedir.

Bu tür çalışmalarda kullanılan yükseklik veri setleri çok önemlidir. Yükseklik veri setleri oluşturulurken kullanılan yeniden örnekleme (resampling) teknikleri ile oluşturulan yeni grid hücrelerinde gerçek topografyaya ait yükseklik bilgileri kaybolabilmektedir. Çalışmadaki hata kaynaklarının birisi de meteoroloji istasyonlarının yüksekliği ile SYM'den alınan yükseklik farklarıdır. Çalışmada kullanılan 1km çözünürlüklü grid noktalarının yükseklik değerlerinin daha yüksek çözünürlüklü bir SYM'den alınması durumunda hata miktarlarının minimuma ineceği düşünülmektedir.

Çalışmada görülen diğer bir hata kaynağı ise istasyon koordinatlarının kullanılan Türkiye sınırları altlığının dışına düşüyor olmasıdır. Bu sorun özellikle deniz kıyısında ve Türkiye sınırlarında olan istasyonlarımızda görülmektedir.

Bu tip modelleme çalışmaları için Türkiye'de altlık harita sağlayıcı kurumların bilimsel çalışmalarda kullanılmak üzere yüksek çözünürlüklü altlıkları hazırlayarak kullanıcılara sağlamasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

İstasyonların mikro-klimatolojik özellik göstermesinin ise diğer bir hata kaynağı olabileceği düşünülmektedir.

CBS ile modellemelerde kullanılan jeo-istatistik ve coğrafi ağırlıklı regresyon yöntemleri ile çalışmalar yapılarak yöntemlerin karşılaştırılması ve 1981-2010 sıcaklık normalleri atlas çalışmasında kullanılması planlanmaktadır.

Bu çalışma iklimin sıcaklık parametresinin CBS yardımıyla istatistikî olarak topografyaya bağlı dağıtımın kolay ve pratik bir yolunu sunmaktadır.

5. KAYNAKLAR

1. Yalçın, G., Demircan, M., Ulupınar, Y., ve Bulut, E., Klimatoloji – I, DMİ Yayınları, Yayın No : 2005 / 1, 2005, Ankara, Sayfa 4,
<http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/klimatoloji1.pdf>
2. Eken, M., Ulupınar, Y., Demircan, M., Nadaroğlu, Y., Aydın, B., ve Özhan, Ü., Klimatolojik Rasat El Kitabı, DMİ Yayınları, Yayın No: 2008/3, 2008, Ankara, Sayfa 1,
3. Sensoy, S., ve Demircan, M., Climatological Applications In Turkey, 2010, Ankara, Sayfa 1,
<http://www.rtc.dmi.gov.tr/FILES/KURS/336/DOCS/Climatological%20Applications.pdf>
4. Guide to Climatological Practices Third Edition, WMO-No. 100, 2011, Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva, Sayfa 4-16, 17,
www.wmo.int/pages/prog/wcp/documents/Guide2.pdf
5. Technical Regulations Volume I, General Meteorological Standards and Recommended Practices, Basic Documents No. 2, WMO - No. 49, Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 1988, Sayfa XI
http://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_49_en-v1_1988.pdf
6. Arguez, A., ve Vose, R., S., The Definition of the Standard WMO Climate Normal The Key to Deriving Alternative Climate Normals, DOI: 10.1175/2010BAMS2955.1, 2011
<http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/2010BAMS2955.1>
7. GCOS – 158, Summary Report and Recommendations from the Seventeenth Session of the GCOS/WCRP Atmospheric Observation Panel for Climate (AOPC-XVII), WCRP 10/2012, 2012, Sayfa 5
<http://www.wmo.int/pages/prog/gcos/Publications/gcos-158.pdf>
8. Wright, W., WMO Technical Commission for Climatology, Open Panel of CCI Experts on Climate Data Management (OPACE-I), AOPC-XVII, Geneva 30 April - 3 May 2012,
http://www.wmo.int/pages/prog/gcos/apocXVII/presentations/6.1_CCI_Wright.pdf
9. Demircan, M., Basic Approach To Climate Monitoring Products And Climate Monitoring Products In WMO RA VI, Meeting of the Commission for Climatology (CCI) (OPACE 2) Task Team on National Climate Monitoring Products, Geneva, 2011,
http://www.metoffice.gov.uk/hadobs/opace2_tt_ncmp/Climate_Monitoring_Product_Europe.pdf
10. Demircan, M., Alan, İ., ve Şensoy, S., Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Sıcaklık Haritalarının Çözünürlüğünün Artırılması, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara,
http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/bfa3a35a87198f7_ek.pdf
11. Demircan, M., Alan, I., and Sensoy, S., Increasing Resolution Of Temperature Maps By Using Geographic Information Systems (GIS) And Topography Information, 5th Atmospheric Science Symposium, 27-29 April 2011, İstanbul Technical University, İstanbul – Turkey, Sayfa 423,
http://siga.uubf.itu.edu.tr/atmosfer/files/conferences/1/ATMOS2011_Proceedings.pdf
12. Demircan, M., Alan, I., and Sensoy, S., Increasing Resolution of Temperature Maps by Using Geographic Information Systems and Topography Information, EMS Annual Meeting Abstracts, Vol. 8, EMS2011-182, 2011, 11th EMS / 10th ECAM,
<http://meetingorganizer.copernicus.org/EMS2011/EMS2011-182.pdf>

http://presentations.copernicus.org/EMS2011-182_presentation.pdf

13. Li, L., ve Heap, A., D., 2008, A Review of Spatial Interpolation Methods for Environmental Scientists, Geoscience Australia Record 2008/23, 2008, Australia, Sayfa 10 http://www.ga.gov.au/image_cache/GA12526.pdf

14. J.E.Oliver, R.W.Fairbridge at all, Encyclopedia of World Climate, 2005, Sayfa 448

15. M.D.Agnew, J.P.Palutikof, GIS-based construction of baseline climatologies for the Mediterranean using terrain variables, 2000

<http://www.int-res.com/articles/cr/14/c014p115.pdf>

16. C.D.Loyd, Local Models for Spatial Analysis, 2007, Sayfa 98