

ESKİŞEHİR
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ



BİLECİK ŞEYH EDEBALI
ÜNİVERSİTESİ
BİLECİK

ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ

Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

METEOROLOJİ HARİTALARI KULLANILARAK ÇELİK
ÇATILARIN KAR YÜKÜ ANALİZLERİ

Enez ALADAĞ
Yüksek Lisans

Tez Danışmanı
Dr. Kıvanç TAŞKIN

BİLECİK, 2019
Ref.No: 10310360



**ESKİŞEHİR
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ**



**BİLECİK ŞEYH EDEBALI
ÜNİVERSİTESİ**

ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ

**Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı**

**METEOROLOJİ HARİTALARI KULLANILARAK ÇELİK
ÇATILARIN KAR YÜKÜ ANALİZLERİ**

**Enez ALADAĞ
Yüksek Lisans**

**Tez Danışmanı
Dr. Kıvanç TAŞKIN**

BİLECİK, 2019



**ESKİŞEHİR
ANADOLU UNIVERSITY**



**BİLECİK ŞEYH EDEBALI
ÜNİVERSİTESİ
BİLECİK**

SEYH EDEBALI UNIVERSITY

**Graduate School of Sciences
Department of Civil Engineering**

**THE SNOW LOAD ANALYSIS OF STEEL ROOFS USING
METEOROLOGY MAPS**

**Enez ALADAG
Master's Thesis**

**Thesis Advisor
Dr. Kivanc TASKIN**

BİLECİK, 2019



BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS
JÜRİ ONAY FORMU

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 05/11/2019 tarih ve 67-06 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 22/11/2019 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Enez ALADAĞ'ın “*Meteoroloji Haritaları Kullanılarak Çelik Çatıların Kar Yüğü Analizleri*” başlıklı tez çalışması İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE
(TEZ DANIŞMANI) : Dr. Öğr. Üyesi Kıvanç TAŞKIN

ÜYE(BAŞKAN) : Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÇALIŞKAN

ÜYE : Dr. Öğr. Üyesi Uğur ALBAYRAK

ONAY

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun
.../.../..... tarih ve/..... sayılı kararı.

İMZA/ MÜHÜR

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi çalışmalarım sırasında, meteorolojik verilerin temini ve kullanılması hususunda yardımcı olan Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne, tezimin her safhasında büyük emek ve katkısı olan Tez danışmanım Sn. Dr. Kıvanç TAŞKIN'a, tez çalışmalarımda yol gösteren, bilgisini, tecrübesini ve zamanını benden esirgemeyen Sn. Dr. Kerem PEKER'e, analiz ve haritalama işlemleri için Erdemli Proje çalışanlarına ve Eskişehir Teknik Üniversitesi Meteoroloji Verileri Çalışma Grubu'na, tezimin yazım aşamasında yardımını esirgemeyen Ziraat Yüksek Mühendisi Sn. Selin ÇAYAN'a teşekkür ederim.

En önemlisi, her zaman maddi ve manevi olarak beni destekleyen, teşvik eden ve emeği olan aileme teşekkür ederim.

BEYANNAME

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında, tez içindeki tüm verileri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun olarak sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu Üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

...../...../ 2019

Enez ALADAĞ

METEOROLOJİ HARİTALARI KULLANILARAK ÇELİK ÇATILARIN KAR YÜKÜ ANALİZLERİ

ÖZET

Ülkemizde her yıl gerçekleşen meteorolojik olaylar kaynaklı yapı hasarlarından yola çıkılarak, mevcut yönetmeliklerin yeterli olmadığı anlaşılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, meteorolojik veriler kullanılarak güncel haritalar oluşturularak daha güvenli ve daha ekonomik tasarımların yapılması için mevcut yönetmeliklerde verilen harita ve hesap değerlerinin güncellenmesi için önerilerde bulunmaktır.

Çalışma sürecinde, Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden 1975 yılından itibaren meteorolojik veriler temin edildi. Alınan veriler düzenlenerek ve Easyfit programında uygun olasılık dağılım fonksiyonları kullanılarak güncel değerler ortaya çıkarıldı. Bu değerler Coğrafi Bilgi Sistemi(CBS) yardımıyla kar, rüzgar, sıcaklık ve yağış için 50 yıl dönüş aralıklı haritalar oluşturuldu.

Oluşturulan meteorolojik haritalardaki kar yükleri kullanılarak TS 498'e göre boyutlandırılmış altı adet çelik çatı makası analizi SAP2000 programı ile yapıldı. Çelik çatı makas elemanları, oluşturulan meteorolojik haritalardan elde edilen kar yükleri altında göçme durumuna geldiği görüldü.

Sonuç olarak, TS 498 ve TS EN 1991 yönetmeliklerinde verilen hesap değerleri ve haritalarla bu çalışmada oluşturulmuş olan haritalar karşılaştırılıp fark haritası oluşturuldu. Ortaya çıkarılan fark haritasında günümüzde kullanılan haritalarda verilen değerlerin bazı bölgeler için emniyetsiz, bazı bölgeler için ekonomik olmayan değerler verildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Meteoroloji Verileri, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Rüzgar Yüğü, Kar Yüğü, Göçme Mekanizması

THE SNOW LOAD ANALYSIS OF STEEL ROOFS USING METEOROLOGY

MAPS

ABSTRACT

Based on the building damage caused by meteorological events occurring every year in our country, it is understood that the existing regulations are not sufficient.

The objective of this study is to determine the map and account values given in the current regulations for the preparation of safer and more economical designs by creating the current update of meteorological features.

During the study, meteorological data were obtained from the General Directorate of Meteorological Affairs since 1975. Current values were determined by editing the data and using the appropriate probability distribution functions in Easyfit program. With the help of the Geographical Information System (GIS), these maps were generated with 50-year return intervals for snow, wind, temperature and precipitation.

Six different steel truss were analyzed by using SAP2000 according to TS498. The snow loads were taken from the meteorological maps. From the analysis, the elements of steel trusses were all in collapse mechanism

As a result, the calculation values and maps given in TS 498 and TS EN 1991 regulations were compared with the maps created in this study and the difference map was created. The difference map revealed that the values given in the maps used today are insecure for some regions and non-economic values for some regions.

Key Words: Meteorological Data, Geographical Information System, Wind Load, Snow Load, Collapse Mechanism

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEŞEKKÜR
BEYANNAME
ÖZET	I
ABSTRACT	II
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	V
1.GİRİŞ	1
1.1. Çalışma Esasları ve Dayanağı	2
1.2. Meteorolojik Olaylar Kaynaklı Yapı Hasarları	2
1.2.1. Kar kaynaklı yapı hasarları	3
1.2.2. Rüzgar kaynaklı yapı hasarları	5
1.3. Mevcut Tasarım Yönetmelikleri	8
1.3.1. TS 498-1997 yönetmeliği	8
1.3.1.1. TS 498-1997 yönetmeliği kar yükü hesabı	8
1.3.1.2. TS 498-1997 yönetmeliği rüzgar yükü hesabı	10
1.3.2. TS EN 1991 yönetmeliği	12
1.3.2.1. TS EN 1991-1-3 kar yükü	12
1.3.2.2. TS EN 1991-1-4 rüzgar yükü	14
2.TASARIMDA KULLANILACAK METEOROLOJİ VERİLERİ	15
2.1. Verilerin Temini ve Gruplandırılması	155
2.2. Verilerin Temizlenmesi ve Düzenlenmesi	166
2.3. Verilerin Kaynak Veri Olarak Kabul Edilmesi	166
3.İSTATİSTİK TABANLI VERİ ANALİZİ	17
3.1. MGM Verileri Üzerinden Ham Veri Tabanı Oluşturulması	17
3.2. Ekstrem Değer Teorisi.....	18
3.3. Kullanılacak Olasılık Dağılım Fonksiyonlarının Tespiti	19
3.4. Dönüş Aralıklarının Tespiti.....	20
3.5. İstasyon Bazında İşlem Algoritması.....	21
4.COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ ÇALIŞMASI(CBS)	24

4.1. Veri Formatları	24
4.2. Harita Hazırlanmasında Kullanılacak Baz Parametreler	26
4.3. 50 Yıl Dönüş Aralıklı Ülke Veri Haritaları Hazırlanması	27
5.ÇALIŞMA SONUÇLARI ve DEĞERLENDİRME.....	34
6.ÖRNEK BİR ÇELİK ÇATININ TS 498, ASCE 07-10 VE İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLERLE HESAPLANAN KAR YÜKÜ İLE ANALİZİ.....	44
6.1. Analizde Kullanılacak Yapı Bilgileri	44
6.2. TS 498 Yönetmeliğine Göre Yük Hesaplamaları.....	44
6.3. TS 498 Yönetmeliğine Göre Analiz	45
6.4. ASCE 07-10 Yönetmeliğine Göre Yük Hesapları	46
6.5. ASCE 07-10 Yönetmeliğine Göre Analiz	46
6.6. İstatistiksel Yöntemlerle Hesaplanan Kar Yüküne Göre Yük Hesaplamaları	47
6.7. İstatistiksel Yöntemlerle Hesaplanan Kar Yüküne Göre Analiz.....	47
6.8. TS 498 Yönetmeliğine Göre Hesaplanan Kar Yükleri ile İstatistiksel Yöntemlerle Hesaplanan Kar Yüklerinin Karşılaştırılması.....	48
7.SONUÇ ve ÖNERİLER.....	50
KAYNAKLAR	51
EKLER.....	53
ÖZ GEÇMİŞ.....

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Bilecik Edebalı Stadı çatısının çökmesi	3
Şekil 1.2. Konya’da fabrika çatısı çökmesi	4
Şekil 1.3. Bursa’da Afet Eğitim Merkezi dış cephe kaplaması sökülmesi.....	5
Şekil 1.4. Sakarya’da iş yeri deposu çatısı uçması.....	6
Şekil 1.5. Kar yağış yüksekliği haritası	10
Şekil 1.6. Rüzgar yükünün yüksekliğe göre değişiminin teorik ve TS 498’e göre modeli.....	12
Şekil 2.1. MGM istasyon bilgileri veri tabanı	15
Şekil 3.1. Easyfit programında veri listesi ve fonksiyon grafikleri.....	17
Şekil 3.2. Dağılımın uç değeri	18
Şekil 3.3. Easyfit programında dağılım grafiği görünümü.....	19
Şekil 3.4. Dağılım fonksiyonlarının parametre değerlerinin görünümü.....	20
Şekil 3.5. Easyfit Programından elde edilen verilerin excel tablosu.....	21
Şekil 3.6. Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling ve Ki-Kare dağılım uygunluk test değerleri görünümü	22
Şekil 3.7. Dönüş aralığının belirlenmesi	23
Şekil 4.1. Vektörel ve raster veri formatı görünümü.....	25
Şekil 4.2. Türkiye iller haritasının programa eklenmesi	27
Şekil 4.3. Türkiye üzerindeki 50 yıllık maksimum sıcaklık verileri ile düzenlenen iller..	28
Şekil 4.4. Extent (sınır) ayarlaması	29
Şekil 4.5. IDW yöntemiyle sürekli yüzey oluşturulması.....	30
Şekil 4.6. Extact by mask uygulaması.....	31
Şekil 4.7. Contour uygulaması, eşdeğer sıcaklık eğrileri oluşturulması	32
Şekil 4.8. Haritanın son şekli.....	33
Şekil 5.1. 50 yıl dönüş aralıklı kar kalınlığı dağılımı haritası	35
Şekil 5.2. 50 yıl dönüş aralıklı 3 saniye ortalama rüzgar hızı dağılımı haritası	36
Şekil 5.3. 50 yıl dönüş aralıklı 600 saniye ortalama rüzgar hızı dağılımı haritası	37
Şekil 5.4. 50 yıl dönüş aralıklı en düşük sıcaklık dağılımı haritası.....	38
Şekil 5.5. 50 yıl dönüş aralıklı en yüksek sıcaklık dağılımı haritası.....	39

Şekil 5.6.	50 yıl dönüş aralıklı aylık toplam yağış dağılımı haritası	40
Şekil 5.7.	Rüzgar hızının temel değeri ($V_{b_0}=28$ m/s) ile 50 yıl dönüş aralıklı 3 saniye(V_3) ortalama rüzgar hızı farkı haritası	41
Şekil 5.8.	Rüzgar hızının temel değeri ($V_{b_0}=28$ m/s) ile 50 yıl dönüş aralıklı 10 dakika (V_{600}) ortalama rüzgar hızı farkı haritası.....	42
Şekil 5.9.	50 yıl dönüş aralıklı kar yükü ile yürürlükteki yönetmeliklerde (TS 498 ve TS EN 1991-1-3) verilen kar yükü fark haritası	43
Şekil 6.1.	TS 498 yönetmeliğine göre hesaplanan kar yüklerinin analizi	45
Şekil 6.2.	TS 498 yönetmeliğine göre hesaplanan kar yüklerin tek tip kesite göre analizi	45
Şekil 6.3.	ASCE 07-10 yönetmeliğine göre hesaplanan kar yüklerinin analizi	46
Şekil 6.4.	ASCE 07-10 yönetmeliğine göre hesaplanan kar yüklerinin tek tip kesite göre analizi	47
Şekil 6.5.	İstatistiksel yöntemlerle hesaplanan kar yüklerin analizi.....	48
Şekil 6.6.	İstatistiksel yöntemlerle hesaplanan kar yüklerin tek tip kesite göre analizi	48
Şekil 6.7.	TS 498'e göre hesaplanan kesitlere istatistiksel yöntemlerle hesaplanan kar yüklerinin uygulanması	49

ÇİZELGELER DİZİNİ**Sayfa No**

Çizelge 1.1. Risk tanımları ve renklendirmeleri	7
Çizelge 1.2. Çatı eğimine bağlı olarak azaltma değeri	9
Çizelge 1.3. Zati kar yükü(P_{k0}) değerleri	9
Çizelge 1.4. Yüksekliğe bağlı olarak rüzgar hızı ve emme	11

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	: Yüzde
α	: Çatı Eğimi
$^{\circ}\text{C}$: Derece Selsiyus
A	: Etkilenen Yüzey Alanı
C_f	: Aerodinamik Yük Katsayısı
C_p	: Emme Katsayısı
P_{k0}	: Kar Yükü
P_k	: Kar Yükü Hesap Değeri
S_k	: Zemin Kar Yükü Değeri
V	: Rüzgar Hızı
V_{b0}	: Rüzgar Hızı Temel Değeri
W	: Rüzgar Yükü Hesap Değeri
m	: Eğime Bağlı Azaltma Katsayısı
q	: Emme(Hız Basıncı) Katsayısı

Kısaltmalar

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
EUMETNET	: Avrupa Meteoroloji Servisleri Ağı
IDW	: Ters Mesafe Ağırlıklı İnterpolasyon (Inverse Distance Weighted)
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
TS 498	: Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri
TS EN 1991-1-3	: Yapılar Üzerindeki Etkiler – Bölüm 1-3: Genel Etkiler – Kar Yükleri
TS EN 1991-1-4	: Yapılar Üzerindeki Etkiler – Bölüm 1-4: Genel Etkiler – Rüzgar Etkileri
TS EN 1991-1-5	: Yapılar Üzerindeki Etkiler – Bölüm 1-5: Genel Etkiler – Isıl Etkileri

TS EN 1991-1-6 : Yapılar Üzerindeki Etkiler – Bölüm 1-6: Genel Etkiler –
İşletme Esnasındaki Etkiler

1. GİRİŞ

Yapıların tasarımında ve yapım sürecinde meteorolojik verilerin yapılar üzerindeki etkileri dikkate alınması gerekir. Bunlar kar yükü, rüzgar yükü, sıcaklık ve yağış etkileri olarak sıralanabilirler.

Ülkemizde farklı iklimlerin yaşanması sebebiyle yapının bulunduğu bölgede uygun değerlerin dikkate alınması gerekmektedir. Bu nedenle meteorolojik verilerin dikkatle takip edilerek, toplanıp yapı tasarımı için uygun ortalama değerler oluşturulmalıdır.

Günümüzde kullanılmakta olan TS 498 yönetmeliği kar, rüzgar, sıcaklık ve yağış hesap değerlerinin ve haritaların, birçok farklı iklimlerin yaşandığı ülkemiz için her yıl ortaya çıkan meteorolojik kaynaklı hasarlardan yola çıkılarak yeterli olmadığı anlaşılmaktadır. Yapı teknolojilerindeki değişiklikler ve iklim değişikliği nedeniyle tasarımda kullanılacak harita ve hesap değerleri üzerinde gerekli güncellemeler yapılmalıdır. 1997 yılında yayımlanan TS 498 yönetmeliğindeki bu harita ve değerler güncellenmediği için bu yetersizlik ortaya çıkmaktadır. Bu durum emniyetsiz veya ekonomik olmayan yapı tasarımlarına neden olmaktadır. Bunun sonucunda oluşan yapı hasarları can ve mal kaybı ile sonuçlanmaktadır.

Avrupa yönetmeliğinden çevrilerek elde edilmiş olan TS EN 1991 yönetmeliğinde milli ekteki haritalar TS 498 yönetmeliğindeki değerleri içermektedir. Bu durum TS EN 1991 yönetmeliğinin de emniyetsiz ve ekonomik olmayan yapı tasarımlarının yapı için güvensiz olduğunu ortaya koymaktadır.

Ülkemiz için meteorolojik veriler kullanılarak güncel haritalar oluşturmak amacıyla yapılan çalışmalar bulunmaktadır.

Durmaz (2003), yüksek lisans tezinde, Doğu Karadeniz bölgesi için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne (MGM) ait 32 adet istasyondan elde edilen kar verilerinin istatistiksel analizlerini yapılarak ortalama tekerrür süresi 50 yıl olan kar yüklerini belirlemiştir. Bu çalışma sonucunda CBS yardımıyla Doğu Karadeniz bölgesi için zemin kar yükü haritası oluşturmuştur.

Özgen (2007), yüksek lisans tezinde, MGM'ne ait 100 adet istasyondan elde edilen kar verilerinin istatistiksel analiz yöntemlerini kullanarak ortalama tekerrür süresi 50 yıl olan kar yüklerini belirlemiştir. Bu kar yükü değerlerini kullanarak CBS yardımıyla Türkiye için zemin kar yükü haritası oluşturmuştur.

1.1. Çalışma Esasları ve Dayanağı

Ülkemizde her yıl kar yağışının veya kuvvetli rüzgar sonrasında yapı hasarları meydana gelmektedir. Bunun en önemli sebeplerinden biri tasarım hatalarıdır. Mevcut yönetmeliklerde verilen değerlere göre yapılsa dahi bu hasarlar yine yaşanabilmektedir.

1997 yılında yayımlanan TS 498 yönetmeliğinde verilen harita ve hesap değerlerinin küresel ısınma etkileri ve yapı teknolojilerindeki değişiklikler nedeniyle güncelliğini yitirdiği anlaşılmıştır.

Avrupa standartlarından çevrilmiş olan TS EN 1991 yönetmeliği de TS 498’de verilen kar kalınlığı haritasının olduğu gibi alındığı için güncel olmadığı söylenebilir. Avrupa standardı olan EN 1991 yönetmeliğini kullanan ülkelerin Milli Ek kısmında meteoroloji verileri baz alınarak oluşturulan haritalar bulunmaktadır.

Meteorolojik olaylar kaynaklı yapı hasarlarına dayanarak mevcut yönetmeliklerin güvensiz harita ve hesap değerleri içerdiği görülmektedir. Bu hasarların yaşanmaması için, daha güvenli veya ekonomik yapı tasarımı için meteoroloji verilerinin incelenerek güncel hesap değerleri ve haritalar oluşturulması gerekmektedir.

1.2. Meteorolojik Olaylar Kaynaklı Yapı Hasarları

Dünya genelinde tasarım ve uygulama hataları sonucunda kar, rüzgar, sıcaklık ve yağış gibi meteorolojik olaylar kaynaklı yapı hasarları meydana gelmektedir. Bu hasarlar sonucunda önemli derecede can ve mal kayıpları yaşanmaktadır. Oluşan hasarlardan ibret alınarak hasara neden olan sebepler dikkatle incelenmeli, yapıların güvenli şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Ülkemizde oluşan meteorolojik kaynaklı yapı hasarları incelendiğinde, tasarım hatasının etkisi oldukça fazladır. Bu tasarımlar yürürlükte olan yönetmeliklere uygun olarak yapılsa da, yetersiz veya ekonomik olmayan tasarımlar yapılmaktadır.

1997 yılından itibaren kullanılmakta olan TS 498 yönetmeliği, değişen iklim ve yapı teknolojisindeki gelişmeler nedeniyle güncelliğini yitirdiği görülmektedir. Yürürlükteki diğer bir yönetmelik olan Avrupa yönetmeliğinden çevrilen TS EN 1991 yönetmeliği de aynı harita ve değerler içerdiğinden güvensiz tasarımlar oluşmasına sebep olmaktadır.

1.2.1. Kar kaynaklı yapı hasarları

Türkiye’de kar yükünden kaynaklanan yapı hasarları genellikle geniş açıklıklı çelik çatılara sahip olan sanayi yapıları, pazaryerleri, spor salonları gibi yapılarda gerçekleşmektedir.

Tasarım hatalarından kaynaklanan hasarlar, mevcut yönetmeliklere uygun olarak yapılması halinde dahi yaşanabilmektedir. Meydana gelen bu yapısal hasarların en önemli sebebi, hasara sebep olan kar yüklerinin tasarımda kullanılan çatı kar yüklerinden fazla olması, yani tasarımda kullanılan çatı kar yüklerinin eksik hesaplanmasıdır. Bu durumda, ülkemizde yapıların tasarımında kullanılan çatı kar yüklerinin gerçek değerleri yansıtacak şekilde belirlenmesi gerekmektedir (Durmaz ve Daloğlu, 2005).

Hasarın en büyük sebeplerinden biri kar yoğunluğudur. Yeni yağmış kar ağırlığı ile günlerce beklemiş kar ağırlığı ve sulu kar ağırlığı ile sulu olmayan kar ağırlıkları çok farklıdır. Yeni yağmış kar ağırlığı $100-300 \text{ kg/m}^3$, sulu kar ağırlığı $400-500 \text{ kg/m}^3$, buz ağırlığı $900-970 \text{ kg/m}^3$ değerleri arasındadır (Topçu, 2006).

Farklı iklimlerin yaşandığı ülkemizde, bazı illerimizde yağın kar çatılarda günlerce bekleyerek donup ağırlaşmakta, bazı illerimizde ise aynı gün içerisinde erimektedir. Bu nedenle yerel iklim özellikleri tasarımda dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan biridir.



Şekil 1.1. Bilecik Edebalı Stadı çatısının çökmesi(URL-1).

Şekil 1.1’de Bilecik Edebalı Stadı çatısının iki gün boyunca aralıksız yağın karın birikmesi sonucunda ağırlığa dayanamayıarak çöktüğü görülmektedir.



Şekil 1.2. Konya’da fabrika çatısı çökmesi(URL-2).

Şekil 1.2’de görülen fabrika çatısı, aralıklarla etkili olan kar yağışı nedeniyle çöktüğü bilinmektedir. Bekleyen karın yoğunluğunun artması ve üzerine yağışın devam etmesi çökmeyi tetikleyen en önemli faktör olduğu düşünülmektedir.

1.2.2. Rüzgar kaynaklı yapı hasarları

Rüzgar yükü, doğrultusu genelde yatay kabul edilen bir yüküdür. Rüzgar yükünün, çok yüksek olmayan normal yapılar için statik olduğu kabul edilir. Rüzgarın esme yönünde çarptığı yapı yüzeylerinde basınç, arka yüzeylerde ise emme kuvveti oluşur. Rüzgar hızı, yapı yüksekliğince belli bir yüksekliğe kadar artar. Bu nedenle cephe ile çatıya etkileyen kuvvetler de yapı yüksekliğince artış gösterir (Seçer ve Kural, 2010).



Şekil 1.3. Bursa’da Afet Eğitim Merkezi dış cephe kaplaması sökülmesi(URL-3).

Şekil 1.3’te Bursa Afet Eğitim Merkezi’nin, saatteki hızı 130 kilometreye ulaşan lodos sebebiyle dış cephe kaplaması söküldüğü görülmektedir.



Şekil 1.4. Sakarya’da iş yeri deposu çatısı uçması(URL-4).

Şekil 1.4’te Sakarya’da şiddetli rüzgara dayanamayan iş yeri deposunun çatısı uçarak iki işçinin yaralanmasına sebep olmuştur.

Tüm bu yapılarda meydana gelen hasarlar ve daha da önemlisi can kayıpları düşünüldüğünde erken yapılacak meteorolojik uyarıların önemi görülmektedir. Avrupa ülkelerindeki kuvvetli meteorolojik hadiseleri gösteren, Avrupa Meteoroloji Servisleri Ağı (EUMETNET) faaliyetleri kapsamında MeteoAlarm sistemini geliştirilmiştir. Meteoalarm, kuvvetli meteorolojik hadiseleri uyarı seviyelerine göre renk kodları ve simgelerle gösterilen bir sistemdir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, ülkemiz için yerli ve milli kaynaklarla meteorolojik uyarıları gösteren MeteoUyarı uygulamasını geliştirmiştir. Kolay anlaşılması ve şiddetli hava olaylarının sonucunda oluşabilecek meteorolojik riskleri belirtmek için renk kodları kullanılmaktadır. Bu renk kodları Çizelge 1.1’de verildiği gibidir.

Meteorolojik hadisenin tahmin edilen şiddeti, bu şiddette bir hadisenin o yerde görülme sıklığı, hadisenin etkilemesi muhtemel alan ve süresi renk kodu seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlardır. Şiddetli meteorolojik olayların daha az şiddetli olanlara, seyrek görülen olayların daha sık görülenlere, etki alanı daha geniş ve daha uzun süren olayların dar alanda kısa süreli olanlara göre etkilerinin daha fazla, böylece daha yüksek renk koduna sahip olması gerekmektedir.

Uyarıların renk kodları belirlenirken tahmin edilen hava şartları ve meteorolojik risk açısından bunların muhtemel etkileri göz önüne alınması gerekmektedir. Benzer hava koşulları farklı bölgelerde farklı etkiye sebep olabileceğinden bu hava koşulları farklı renk kodlarına sahip olabilmektedir. Örneğin; Erzurum'da 10 cm kalınlığı oluşturacak kar yağışı normal sayılırken, aynı değer İzmir için uyarıya sebep olabilmektedir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü internet sitesinde yayınladığı Türkiye haritası üzerinde her il ve ilçe için tehlike oluşturabilecek eşik değerlerine göre renk kodları ve simgeler bulunmaktadır. Ayrıca haritadaki iller üzerinde renkler bulunmaktadır. İstenilen il ve ilçe seçilerek iki günlük daha detaylı uyarılar görülebilmektedir(URL-5).

Çizelge 1.1. Risk tanımları ve renklendirmeleri(URL-5).

RENK	RİSK TANIMI
YEŞİL	Uyarı yapılmasını gerektiren meteorolojik hadise tahmin edilmemektedir.
SARI	Hava durumu potansiyel tehlikelidir: Tahmin edilen meteorolojik hadise olağandışı olmamakla birlikte, meteorolojik şartlardan etkilenebilecek faaliyetler konusunda dikkatli olunmalıdır.
TURUNCU	Hava durumu tehlikelidir: Tahmin edilen meteorolojik hadise sıklıkla görülmemektedir. Hasar ve kayıpların oluşması muhtemeldir. Çok tedbirli olmalı, güncel meteorolojik koşullar ve tahminler takip edilmelidir.
KIRMIZI	Hava durumu çok tehlikelidir: Son derece kuvvetli bir meteorolojik hadise tahmin edilmektedir. Büyük hasar ve kayıpların oluşması muhtemeldir. Bu hadiseler çoğu durumda geniş bir alan üzerinde hayatı tehdit eder. Güncel meteorolojik koşullar ve tahminler sıklıkla takip edilmelidir.

1.3. Mevcut Tasarım Yönetmelikleri

Yapı tasarımında kar yükü, rüzgar yükü, sıcaklık ve yağış etkisi gibi yapıya etkiyecek yüklerin hesaplanması için ülkemizde yürürlükte olan TS 498-1997 ve TS EN 1991 yönetmelikleri ve çelik yapıların tasarımında bu yüklerin hesaplanması için 2018 Yeni Çelik Yapılar Yönetmeliği bulunmaktadır.

1.3.1. TS 498-1997 yönetmeliği

TS 498-1997 Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri yönetmeliği, yapı tasarımında kar ve rüzgar yükü hesap yöntemleri, konuyla ilgili haritaları ve diğer yüklerin hesap bilgilerini içermektedir.

1.3.1.1. TS 498-1997 yönetmeliği kar yükü hesabı

TS 498-1997 yönetmeliğinin kar yükü ile ilgili kısmı Alman DIN 1055-1971 yönetmeliğinden alınmış ve Türkiye koşullarına göre uyarlanmıştır (Topçu, 2006-2012).

1997 yılında yürürlüğe giren bu yönetmelik kar yükü (P_{k0}) hesabı için il ve ilçelerdeki kar bölgeleri, kar yağış yüksekliği haritası ve hesap değerlerini içermektedir. Bu yönetmeliğe göre Şekil 1.5'te görüldüğü gibi Türkiye dört bölgeye ayrılmıştır. Bölge numarası büyüdükçe kar yükü değeri de artmaktadır. Ayrıca kar yağışı yaşanmayan yerlerde kar yükü hesap değerinin (P_k) sıfır alınacağı belirtilmektedir. Çatılardaki kar yükü için Çizelge 1.2'de verilen çatı eğimine (α) bağlı olarak azaltma değerleri (m) kullanılır. Çatı eğimi 30° ve daha az ise kar yükü hesap değeri (P_k), kar yükü (P_{k0}) değerine eşit kabul edilerek düzgün yayılı yük olarak hesaplama yapılır. Yatayla α açısı kadar eğimi olan çatılarda kar yükü hesap değeri Denklem 1.1'deki gibidir.

$$P_k = m \cdot P_{k0}$$

$$m = 1 - \frac{\alpha - 30^\circ}{40^\circ}$$

$$0 \leq m \leq 1 \quad \dots \dots \dots (1.1)$$

Çizelge 1.2. Çatı eğimine bağlı olarak azaltma değeri(TS 498).

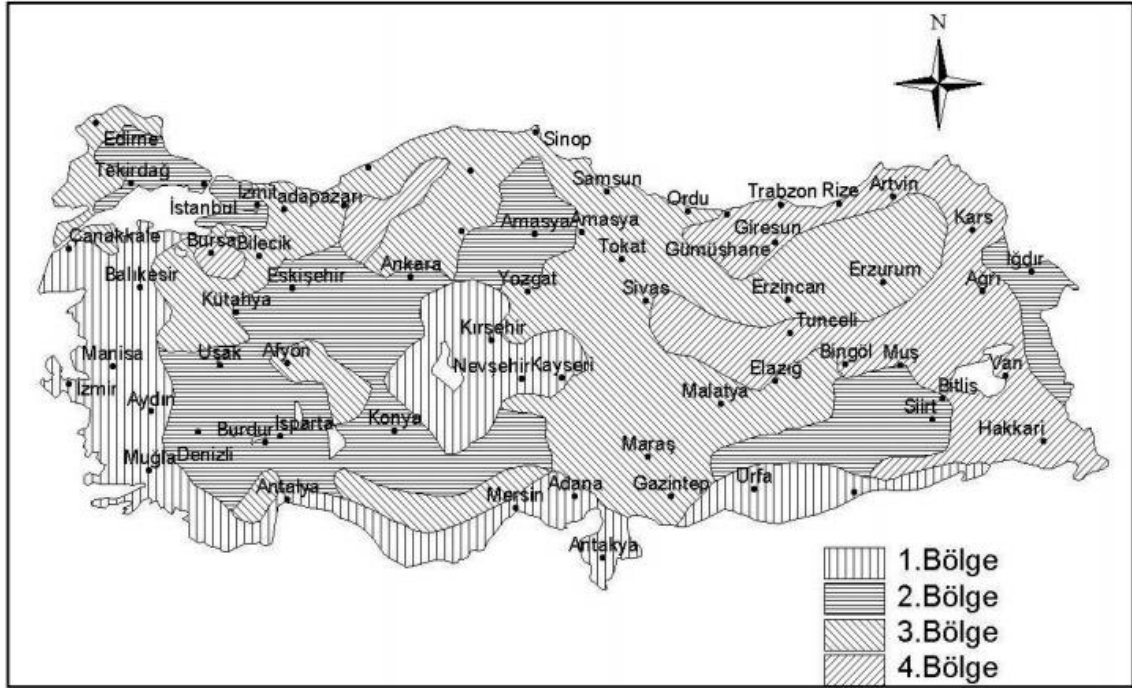
α	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
0-30°	1,0									
30°	1,00	0,97	0,95	0,92	0,90	0,87	0,85	0,82	0,80	0,77
40°	0,75	0,72	0,70	0,67	0,65	0,62	0,60	0,57	0,55	0,52
50°	0,50	0,47	0,45	0,42	0,40	0,37	0,35	0,32	0,30	0,27
60°	0,25	0,22	0,20	0,17	0,15	0,12	0,10	0,07	0,05	0,02
70° - 90°										

Kar yükü(P_{k0}) değeri, kar yüksekliği haritasındaki bölgelerin numarasına göre Çizelge 1.3'den alınır.

Çizelge 1.3. Zati kar yükü(P_{k0}) değerleri kN/m^2 (TS 498).

	1	2	3	4	5
1	Yapı yerinin denizden yüksekliği	BÖLGELER			
	m	I	II	III	IV
	≤ 200	0,75	0,75	0,75	0,75
2	300	0,75	0,75	0,75	0,80
	400	0,75	0,75	0,75	0,80
	500	0,75	0,75	0,75	0,85
3	600	0,75	0,75	0,80	0,90
	700	0,75	0,75	0,85	0,95
	800	0,80	0,85	1,25	1,40
4	900	0,80	0,95	1,30	1,50
	1000	0,80	1,05	1,35	1,60
5	> 1000	1000 m'ye tekabül eden değerler, 1500 m'ye kadar %10, 1500 m'den yukarı yüksekliklerde %15 artırılır.			

Bu açıklamaların dışında kalan bölgeler için bulunduğu yerdeki kar yağma süresi ve yüksekliğe bağlı olarak Çizelge 1.3'de verilen değerler, meteorolojik ölçümlerden faydalanılarak artırılması önerilmektedir. Ancak tasarımda nasıl kullanılacağı net bir şekilde belirtilmemektedir.



Şekil 1.5. Kar yağış yüksekliği haritası(TS 498).

1.3.1.2. TS 498-1997 yönetmeliği rüzgar yükü hesabı

TS 498 yönetmeliğinde rüzgar haritası mevcut değildir. Hesap yöntemleri ve değerleri içermektedir. Rüzgar yükü hesaplamasında kullanılan TS 498-1997 yönetmeliği, kendi yönetmeliği veya standartlarına sahip yüksek bacalar, yüksek gerilim hatları, vinçler ve köprüler gibi yapılar için geçerli değildir.

Bu yönetmelikte rüzgar yükü, rüzgar basıncı ve hız basıncı(emme) hesap değerleri de bulunmaktadır.

Rüzgar yükü, her yönde en büyük değerinde etki edecek şekilde dikkate alınır. Rüzgar doğrultusu genellikle yatay kabul edilir. Rüzgarın estiği yönde yapıya çarptığı yüzeyde basınç, arka yüzeyde emme kuvveti oluşur.

Rüzgar yükü hesabı yapının geometrisine bağlıdır. Yapının bütününde basınç, emme ve sürtünme etkilerinin oluşturduğu rüzgar yükü bileşkesinin büyüklüğü Denklem 1.2'deki formül ile bulunur.

$$W = C_f \cdot q \cdot A \text{ kN} \dots\dots\dots (1.2)$$

Burada;

W = Rüzgar yükü hesap değeri

C_f = Aerodinamik yük katsayısı

$q = \text{Emme}(\text{hız basıncı}), \text{ kN/m}^2$

$A = \text{Etkilenen yüzey alanı}, \text{ m}^2$

Aerodinamik yük katsayısı(C_f), yapı geometrisine ve rüzgarın esme yönüne bağlı olup, rüzgar kanalı deneyi ile elde edilir.

Yapının üst yüzeyine etki eden rüzgar basıncı(w), yapının geometrisine ve rüzgarın hızına bağlı olup, Denklem 1.3'teki gibi bulunur. $w = C_p \cdot q \quad \text{kN/m}^2$

$$q = \frac{v^2}{1600} \text{kN/m}^2 \quad \dots\dots\dots (1.3)$$

Burada;

$q = \text{Yüzeye yayılı rüzgar basıncı}, \text{ kN/m}^2$

$C_p = \text{Emme katsayısı}$

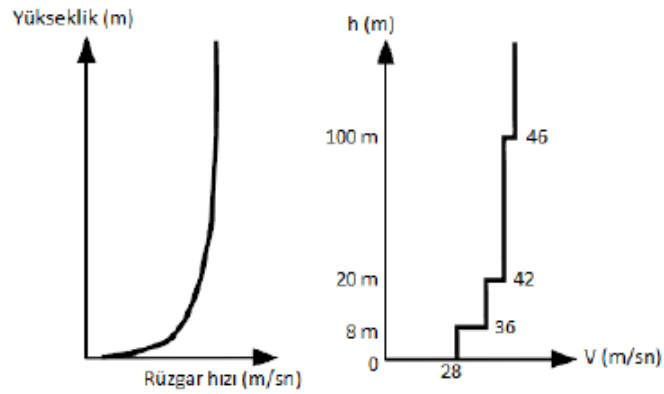
$V = \text{Rüzgar hızı}, \text{ m/s}$

Rüzgar hızı yapının yüksekliğine göre değişmektedir. Yüksekliğe bağlı olarak rüzgar hızı ve hız basıncı Çizelge 1.4'teki değerlerden bulunur.

Çizelge 1.4. Yüksekliğe bağlı olarak rüzgar hızı ve emme(TS 498).

Zeminden Yükseklik m	Rüzgar Hızı v m/s	Emme q (kN/m ²)
0 - 8	28	0,5
9 - 20	36	0,8
21 - 100	42	1,1
> 100	46	1,3

Teorik olarak rüzgar hızı eğrisel olarak tanımlanırken TSE 498 modeline göre rüzgar hızı yüksekliğe bağlı olarak belirgin bir değişim gösterir. Bu standarda göre rüzgar hızı 100 m yükseklikten itibaren sabit kalır. Bu değişim Şekil 1.6'da görüldüğü gibidir(Gürses, 2012).



Şekil 1.6. Rüzgar yükünün yüksekliğe göre değişiminin teorik ve TS 498'e göre modeli(Gürses, 2012).

1.3.2. TS EN 1991 Yönetmeliği

TS EN 1991 Yapılar Üzerindeki Etkiler yönetmeliği, Avrupa standardından dilimize çevrilerek kullanıma sunulmaktadır. Bu çalışmada kar ve rüzgar yükü hesapları daha öncelikli olduğundan, TS EN 1991-1-3(kar yükü), TS EN 1991-1-4(rüzgar yükü) yönetmeliklerindeki hesap değerleri ve haritalar incelenecektir.

1.3.2.1. TS EN 1991-1-3 Kar yükü

TS EN 1991-1-3 yönetmeliği yapı tasarımında dikkate alınacak kar yükü hesabında kullanılmak üzere hesap değerleri, kar bölgeleri ve kar kalınlığı haritası içermektedir. Kar bölgeleri ve kar kalınlığı haritası TS 498 yönetmeliğinden olduğu gibi alınmıştır. Yönetmelikte verilen tanımlar, genel terimler ve tarifler şunlardır;

Karakteristik zemin kar yükü değeri; yıllık aşılma ihtimali %2 (50 yıl dönüş aralıklı) olan, istisnai kar yüklerini kapsamayan zemin üzerindeki kar yüküdür.

Mahal rakımı; yapımı düşünülen veya zaten mevcut olan bir yapının bulunduğu alanın deniz seviyesinden ortalama yüksekliğidir.

İstisnai zemin kar yükü; nadir görülen şiddetli kar yağışıyla oluşmuş, zemin üzerindeki kar tabakasının meydana getirdiği yüküdür. Coğrafi bölgeye bağlı olarak kaza eseri meydana gelmiş etkiler olarak da düşünülebilir.

Karakteristik çatı kar yükü değeri; zemin kar yükünün karakteristik değerinin uygun katsayılarla çarpılmış halidir.

Birikmemiş çatı kar yükü; diğer iklim etkileri nedeniyle çatı üzerindeki kar kütlesinin yeniden dağılımının meydana gelmesinden önce sadece çatının şekilsel özelliklerinin tesir ettiği kar yükünü tanımlayan yük düzenlemesidir.

Birikmiş çatı kar yükü; rüzgar gibi herhangi bir etki sonucu kar kütlesinin tamamının ya da bir kısmının taşınarak çatının belirli bir bölümünde birikmesi ile oluşan kar yükünü tanımlayan yük düzenlemesidir.

Çatı kar yükü şekil katsayısı; harici hava ve topografik etkiler ile ısı etkiler oluşmaksızın, çatı kar yükünün birikmemiş zemin kar yüküne oranıdır.

Isı katsayısı; kar erimesine sebep olan çatıdaki ısı akımının bir fonksiyonu olarak ifade edilen ve çatı kar yükünün azaltılması için kullanılan bir katsayıdır.

Maruz kalma (etkime) katsayısı; ısıtılmayan binalardaki çatı kar yükünün azaltılması veya çoğaltılması ile alakalı, karakteristik zemin kar yüküne bağlı olan katsayıdır.

İstisnaî çatı kar yükü; çatıda kar yığılması (başka bir yerden düşme gibi) sonucu nadir olarak oluşan kar tabakasının meydana getirdiği yük olarak tanımlanan yük düzenlemesidir.

Zemin kar yükü değeri(S_k), ihtiyaç duyulduğunda 20 yıldan daha az olmaması kaydıyla toplanan verilerin uygun bir istatistiksel analiz metodu kullanılarak daha kesin olarak belirlenebileceği ifade edilmektedir.

Çatı kar yükü hesabında, kar kütlelerinin çatı üzerinde farklı biçimlerde toplanabileceğinin dikkate alınması gerektiği belirtilmektedir. Buna neden olan çatı özellikleri ve diğer faktörler aşağıda sıralanmıştır.

- Çatı şekli,
- Isıl özellikler,
- Yüzey pürüzlülüğü,
- Çatı altında oluşan ısı miktarı,
- Komşu binaların yakınlığı,
- Çevre arazisi yapısı,
- Lokal meteorolojik iklim özellikleri, özellikle rüzgar, sıcaklık değişkenliği, yağış(yağmur veya kar olarak) ihtimali.

Karın bir kaç kez eriyip donabileceği veya kar kütesinin üzerine yağmur yağabileceği bölgelerde, özellikle çatı drenaj sisteminin kar veya buz ile tıkanabileceği durumlarda çatı kar yükü arttırılmalıdır.

Çatıların farklı kar yükü etkilerine maruz kalmasına neden olan Çatı Şekil Katsayıları aşağıdaki çatı şekilleri için farklı farklı tanımlanmaktadır:

- Tek eğimli çatılar
- Çift eğimli çatılar
- Çok eğimli çatılar
- Silindirik çatılar
- Daha yüksek bir yapıya bitişik veya yakın olan çatılar

1.3.2.2. TS EN 1991-1-4 rüzgar yükü

TS EN 1991-1-4 yönetmeliği yapı tasarımında dikkate alınacak rüzgar yükü hesabında kullanılmak üzere hesap esasları ve katsayılar içermektedir.

EN 1991-1-4 kullanılarak hesaplanan rüzgar etkileri karakteristik değerleri, rüzgar hızının veya hız kaynaklı rüzgar basıncının esas değerleri kullanılarak hesaplanır. Bu esas değerler ortalama tekerrür süresi 50 yıla eşit, yıllık aşılma olasılığı ise 0.02 olan karakteristik değerlerdir.

Yapı üzerindeki rüzgar tesiri, yapının boyutuna, şekline ve dinamik özelliklerine bağlıdır.

Esas rüzgâr hızının temel değeri, yılın herhangi bir bölümünden ve rüzgâr yönünden bağımsız olarak, çayır gibi az bir bitki örtüsüne ve aralarında en az engel yüksekliğinin 20 katı kadar mesafe bulunan engellere sahip açık kırsal alanda yer seviyesinden 10 metre yukarıdaki karakteristik 10 dakikalık ortalama rüzgâr hızıdır.

Ortalama rüzgar hızı, yüksekliğe, arazi engebeliğine, arazi orografisine, komşu yapıların yüksekliğine ve engellere bağlıdır.

Yapılara ve yapısal elemanlara etkiyen rüzgar etkileri, dış ve iç rüzgar basınçları birlikte dikkate alınarak belirlenmelidir.

2. TASARIMDA KULLANILACAK METEOROLOJİ VERİLERİ

Yapı tasarımında meteorolojik verilerin yapı üzerindeki etkileri dikkatli bir şekilde ele alınmalıdır. Tasarım için kullanılan yönetmeliklerde meteorolojik etkilerin hesap değerleri ve yöntemleri bulunmaktadır. Bunlar kar kalınlıkları, rüzgar hızları, sıcaklık değerleri ve yağış değerleridir. Bu değerler MGM tarafından uygun görülen ölçüm aletleri kullanılarak elde edilir.

2.1. Verilerin Temini ve Gruplandırılması

Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından kurulan istasyonlarda yapılan düzenli ölçümler sonucu meteorolojik veriler elde edilmektedir. Meteoroloji istasyonlarının 1975-2015 yılları arasında yaptığı ölçümlerinden aylık maksimum kar kalınlıkları, aylık minimum ve maksimum sıcaklıkları ve yönleriyle birlikte aylık maksimum rüzgar hızları temin edildi. Öncelikle temin edilen verilerin koordinatları ve istasyon kodları Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün sitesinden doğrulandı. Elimizdeki verilerin koordinatlarının, yüksekliklerinin ve istasyon kodlarının doğruluğu <http://www.mgm.gov.tr/kurumsal/istasyonlarimiz.aspx> adresinden kontrol edildi. İstasyonlar Şekil 2.1'de gösterildiği gibi istasyon numarasına göre, istasyon adına göre ve ilçe adına göre sıralanmaktadır. Ardından her istasyona özel veri süzüm işlemi gerçekleştirildi. İlk süzüm işlemi yeterli veri bulunup bulunmadığını öğrenmek için gerçekleştirildi.

No	Filtre...	İst. No	ICAO	İlçesi	Sensörler	Harita
1	ANKARA ESENBÖĞA HAVALİMANI	17128	LTAC	Çubuk		
2	SİNCAN	18244		Sincan	R,N,	
3	ÇANKAYA/ÇALDAĞ	18256		Çankaya	R,N,	
4	KALECİK	18076		Kalecik		
5	ÇUBUK	18242		Çubuk	R,N,	
6	ANKARA MÜRTED HAVALİMANI	17127	LTAE	Kahramankazan		
7	GÖLBAŞI/UFUK DANIŞMENT	17134	LTHA	Gölbaşı	R,B,TS,	
8	GÜDÜL	18077		Güdül	S,	
9	ETİMESGUT HAVALİMANI	17129	LTAD	Etimesgut		
10	HAYMANA TARIM	17733	HTRM	Haymana	R,B,TS,	

Şekil 2.1. MGM istasyon bilgileri veri tabanı(URL-6).

Meteorolojik veri kayıtlarının uzun süreli olması daha güvenilir sonuçlar elde edilmesine olanak sağlar. İstasyon sayısı çok olsa da istasyondan elde edilen verilerin (ölçümlerin) kullanılabilir olması için belirli bir sayıdan fazla olması gerekmektedir. Bu durum kar yükü için TS EN 1991-1-1-3'deki "4.1 Karakteristik Değerler" bölümünde de belirtildiği gibi 'Kaydedilen azami kar miktarı değerleri arasında genellikle dikkate değer ölçüde farklılıklar olabileceğinden 20 yıldan daha az kayıt tutma süreleri genellikle uygun değildir.' İbaresinden yola çıkıldı.

Bu konu üzerinde gerçekleştirilmiş önceki çalışmalardan, 20 yıldan daha az veri içerenler veri yetersizliği nedeniyle yeterince uygun olmadığı söylenebilir.

2.2. Verilerin Temizlenmesi ve Düzenlenmesi

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden aldığımız verilerin bazılarında elle yazılan verilerin dijitalleştirilmesi sırasında ve kayıt yöntemi değişikliği sırasında oluşan hatalar veya eksik veriler görüldü. Kayıt sırasında bazı verilerde nokta, bazılarında ise virgül kullanıldığı için hesaplamalarda hatalı değerlere neden olacağından gerekli noktalama düzenlemeleri yapıldı. Ayrıca eksik veriler sistemde 0(sıfır) değeri olarak görüldüğü için bu veri yılı çıkarılarak temizleme işlemi yapıldı.

Elimizdeki verilerin, gerekli temizleme işlemleri yapıldıktan sonra yıllık maksimum değerleri hesaplandı. Maksimum değerleri alınan istasyonların, 20 yıldan fazla veya az olduğu haritalama işlemlerinde daha kolay görülmesi için gruplandırma çalışmaları yapıldı.

20 yıldan fazla olan verilerin haritalama işleminde kullanılmasına, 20 yıldan az olan verilerin ise kontrol amaçlı kullanılmasına karar verildi.

2.3. Verilerin Kaynak Veri Olarak Kabul Edilmesi

20 yıldan fazla veri olarak süzülüp düzenlenmiş veri tabanları bir araya toplandı. 20 yıldan fazla verisi olan tüm istasyonlar yapılacak çalışma için kaynak veri tabanı olarak kabul edildi.

3. İSTATİSTİK TABANLI VERİ ANALİZİ

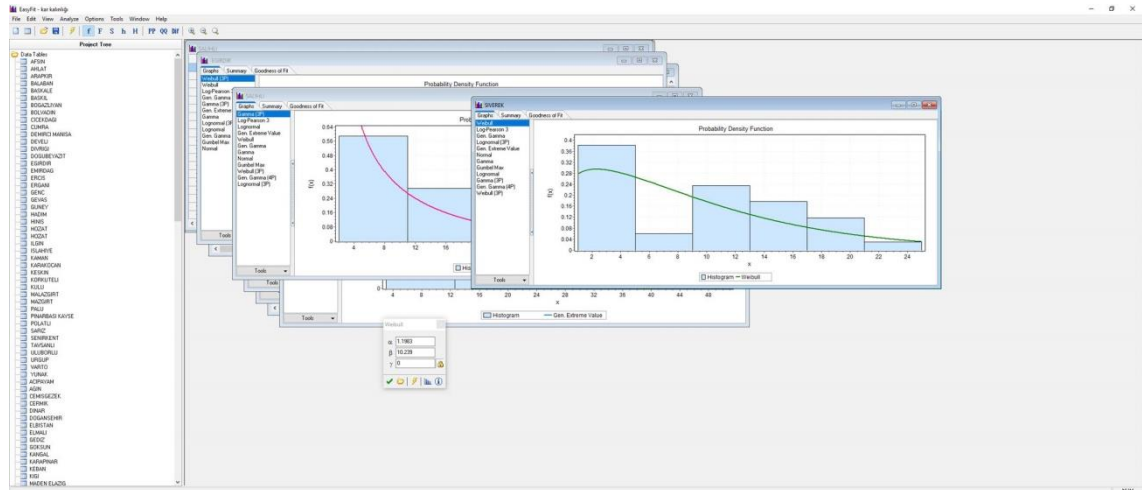
Meteorolojik olaylar doğada gelişigüzel bir davranış sergilediklerinden yüklemelere etki eden parametreleri belirleyebilmek için istatistiksel yöntemlerden yararlanılmaktadır. Böylece meteorolojik verilerden istatistiksel analiz yaparak tasarım yükü belirlenebilmektedir.

3.1. MGM Verileri Üzerinden Ham Veri Tabanı Oluşturulması

Verilerin istatistiksel analizinin yapılması için Easyfit programı tercih edildi. Şekil 3.1'de Easyfit programının görünümü verilmiştir.

Easyfit programı otomatik ya da elle ayarlanabilen verileri kısa zaman içinde algılayıp çok sayıda ve en iyi dağılımı göstermek için tasarlanmış bir programdır. Bu sebeple bilim insanları, mühendisler, ekonomistler vb. tarafından sıklıkla kullanılmaktadır.

Easyfit programının faydaları şunlardır; manuel yöntemlere göre 70-95% oranında analiz sürelerini azaltır, öğrenilmesi ve kullanımı kolaydır, analiz hatalarını önler ve projelerin kalitesini garantiler.



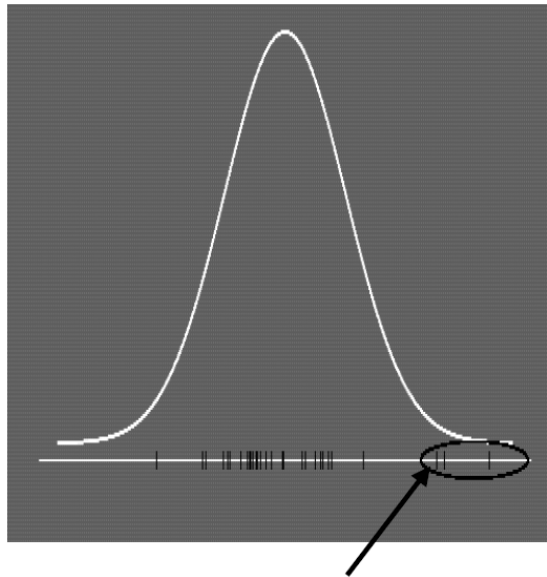
Şekil 3.1. Easyfit programında veri listesi ve fonksiyon grafikleri.

3.2. Ekstrem Değer Teorisi

Ekstrem olaylar genellikle beklenmeden gerçekleşen, nadiren gözlemlenebilen ancak ciddi sonuçlar doğurabilecek derecede önemli olaylardır. Bu nedenle ekstrem olayların ortaya çıkabilme ihtimalinin hesabı birçok bilim dalı için oldukça önemlidir.

Standart istatistik analizlerde, genellikle verilerin genel eğilimine odaklanılarak verileri temsil eden bir ortalama hesaplanır. Bu tip analizlerde, ekstrem değerler özellikle devre dışı bırakılmaktadır. Bu açıdan bakıldığında ekstrem değerler, genel olarak ya veri grubundan ayırtılmak için ya da temel birer kaynak olarak düşünülüp üzerinde çalışmak için analiz edilir. Bu değerlerin analizi için kullanılacak yöntemlerden biri Ekstrem Değer Teorisi'dir. Ekstrem değer teorisi ile istatistiksel analiz, doğadan elde edilen verilerin, kısa periyotlar göz önünde bulundurularak, uzun periyotlarda olayların olasılığını tahmin etmeyi amaçlar. Bu teori Şekil 3.2'de görüldüğü gibi dağılımın merkezindeki gözlem değerlerinden ziyade, dağılımın kuyruğundaki verilerle ilgilenir(Eren ve Alpar, 2012).

Ekstrem değer teorisi olasılık dağılımlarının kuyruklarına odaklanarak nadir olarak gerçekleşen olaylara teorik bir çerçeve sunar. Bilimsel olarak ekstrem değer teorisi önvarsayım yapılmadan, geçmiş ekstrem olaylar ile geleceği öngörmeye çalışan bir teoridir. Bu bakımdan geçmiş verilerin güvenilirliği önemlidir.



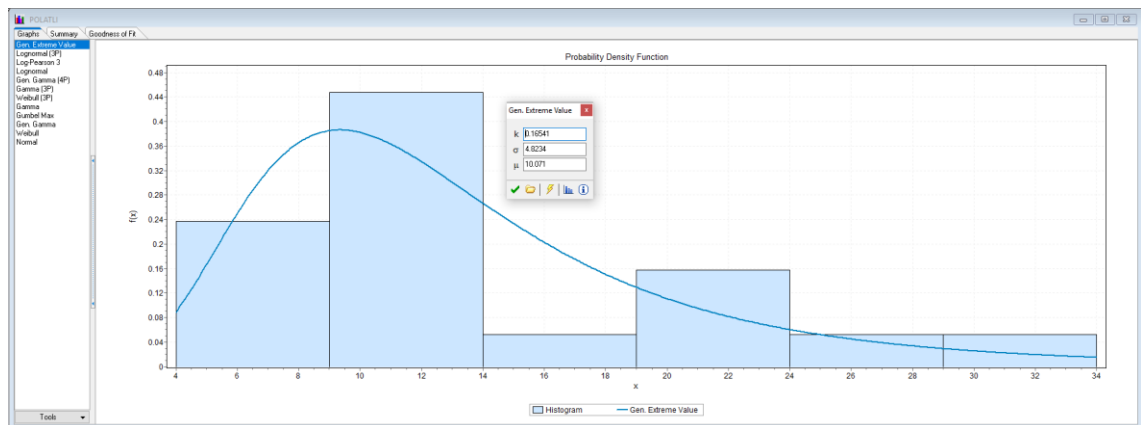
Şekil 3.2. Dağılımın uç değeri(Eren ve Alpar, 2012).

3.3. Kullanılacak Olasılık Dağılım Fonksiyonlarının Tespiti

Veriler Excel programından Easyfit programına aktarıldı ve uygun dağılımların belirlenmesi işlemi gerçekleştirildi. Bu işlem sonucunda;

- Weibull 3P
- Gamma 3P
- Gen. Extreme Value
- Gamma
- Lognormal 3P
- Log-Pearson 3
- Lognormal
- Gen. Gamma
- Gumbel max
- Normal
- Weibull
- Gen. Gamma 4P

Dağılımlarının kullanılmasına karar verildi. Bu dağılımlar ekstrem (uç) değer teorisi göz önüne alınarak seçildi. Şekil 3.3’de görüldüğü gibi Easyfit programında bu dağılımlar seçilerek grafikleri görülebilmektedir.



Şekil 3.3. Easyfit programında dağılım grafiği görünümü.

Şekil 3.4’de Easyfit programında kullanılan fonksiyonların parametre değerleri görülmektedir.

#	Distribution	Parameters
1	Gamma	$\alpha=3.4248$ $\beta=4.0264$
2	Gamma (3P)	$\alpha=1.9579$ $\beta=5.27$ $\gamma=3.4713$
3	Gen. Extreme Value	$k=0.16541$ $\sigma=4.8234$ $\mu=10.071$
4	Gen. Gamma	$k=1.0417$ $\sigma=3.6383$ $\beta=4.0264$
5	Gen. Gamma (4P)	$k=0.95262$ $\alpha=2.1709$ $\beta=4.548$ $\gamma=3.4142$
6	Gumbel Max	$\sigma=5.8098$ $\mu=10.436$
7	Log-Pearson 3	$\alpha=196.77$ $\beta=0.0365$ $\gamma=-4.6876$
8	Lognormal	$\sigma=0.50525$ $\mu=2.4948$
9	Lognormal (3P)	$\sigma=0.57826$ $\mu=2.3561$ $\gamma=1.3595$
10	Normal	$\sigma=7.4513$ $\mu=13.789$
11	Weibull	$\alpha=2.2787$ $\beta=14.949$
12	Weibull (3P)	$\alpha=1.3854$ $\beta=10.941$ $\gamma=3.8035$

Şekil 3.4. Dağılım fonksiyonlarının parametre değerlerinin görünümü.

3.4. Dönüş Aralıklarının Tespiti

Öncelikle Easyfit programıyla en uygun dağılım seçildi ve bu dağılımın 2, 5, 10, 50, 100, 1000 ve 2500 yıllık dönüş periyotlarında gösterdiği değerler okundu. Normal şartlar altında dönüş periyotlarının seçimi yapılırken yapının 50 yıllık ekonomik ömrünün esas alınması gerekmektedir. Bunun için dönüş periyodu seçimleri yapılırken diğer tip tasarımlarla (deprem, ekstrem rüzgar) paralellik göstermesi açısından 2, 5, 10, 50, 100, 1000, 2500 yılları seçildi.

Dönüş periyodunu yapının ekonomik ömrü ve tasarım riski belirler. 50 yıl ekonomik ömrü olan bir yapıda tasarım riski %2 seçildiği takdirde poisson modeli formülasyon gereği 2474,9 yıl yani yaklaşık 2500 yıllık tekrarlanma periyodu elde edilir. Poisson modeline göre;

$$t \text{ zaman süresinde bir olayın aşılma olasılığı } P=1-e^{-\lambda t}$$

$$\lambda = \text{yıllık aşılma olasılığı, } \lambda = \ln(1-p)/(-t)$$

$$Tr = \text{Tekrarlanma periyodu, } Tr = 1/\lambda$$

$$t=50 \text{ yıl için aşılma olasılığı } 2\% (p=0.02) \text{ olan olay için yıllık aşılma olasılığı;}$$

$$\lambda = \ln(1-0.02)/(-50) = 0.000404$$

Bu olayın tekrarlanma periyodu $Tr = 1/0.000404 = 2475$ yani yaklaşık 2500 yıl olarak hesaplanır.

2500, 1000 yıllık dönüş periyotlarında oluşacak olaylar yapının ağır hasar almasına veya göçmesine karşın bir tasarım gerektirir.

Bu işlem sonucu Şekil 3.5’de bulunan değerlerden ayrı bir Excel dosyası oluşturularak seçilen en iyi üç dağılım listelendi ve en iyi dağılım grafiğinden her bir dönüş aralığındaki değerler hesaplanarak yazıldı.

Pano	Yazı Tipi	Hizalama	Sayı	Stiller	Hücreler	Düzenleme							
N26			-5.9203										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
ISTASYON_KODU	ISTASYON_ADNI	YUKSEKLİK	ENLEM	BOYLAM	FIRST_Z	SECOND_Z	THIRD_Z	IKI_YILLIK_VERI	BES_YILLIK_VERI	ON_YILLIK_VERI	ELLI_YILLIK_VERI	YUZ_YILLIK_VERI	BESYUZ_YILLIK_VE
17868	AFSIN	1230	38.2405	39.919	2	1	7	-19.034	-23.047	-24.952	-28.013	-29.017	
17192	AKSARAY	970	38.3705	33.9987	6	2	5	-15.237	-18.968	-20.919	-24.343	-25.552	
17836	DEVELI	1204	38.3744	35.4797	1	2	5	-18.874	-19.275	-20.377	-22.076	-22.607	
17370	ISKENDERUN	4	36.5924	36.1582	2	7	5	2.0941	0.70353	0.04892	-0.99642	-1.3377	
17986	SAMANDAG	4	36.0814	35.9492	7	1	2	-0.15233	-1.2193	-1.6178	-2.0601	-2.1499	
17375	FINIKE	2	36.3024	30.1458	5	6	1	1.8392	0.45311	-0.2533	-1.464	-1.8826	
17310	ALANYA	6	36.5507	31.9803	5	1	6	2.0149	0.39256	-0.99843	-1.6989	-2.1326	
17380	KAS	153	36.2002	29.6502	6	2	7	3.1176	1.2774	0.3155	-1.3729	-1.969	
17320	ANAMUR	2	36.0886	32.8649	6	7	5	2.1512	0.54483	-0.29485	-1.7887	-2.289	
17297	DATCA	28	36.7083	27.6919	6	5	2	2.4585	0.69575	-0.22569	-1.8431	-2.414	
17298	MARMARIS	16	36.8395	28.2452	5	2	1	-0.29007	-1.5806	-2.1667	-3.0691	-3.3531	
17954	MANAVGAT	38	36.7895	31.441	6	2	7	0.48049	-0.79787	-1.4661	-2.639	-3.053	
17340	MERSIN	7	36.7808	34.6031	2	7	6	0.95329	-0.6025	-1.4131	-2.8115	-3.2957	
17330	SILIFKE	10	36.3824	33.9373	1	2	5	0.88454	-0.76123	-1.5796	-2.9479	-3.4105	
17974	GAZIPASA	21	36.2715	32.3045	7	2	6	0.17479	-1.5965	-2.4249	-3.6155	-3.9394	
17981	KARATAS	22	36.5683	35.3894	2	7	6	-0.42233	-1.7174	-2.3748	-3.4862	-3.8652	
17970	KALE-DEMRE	25	36.2421	29.979	5	1	6	-0.29235	-1.6683	-2.3659	-3.5553	-3.9648	
17296	FETHIYE	3	36.6266	29.1238	2	5	1	-1.3229	-2.5983	-3.171	-4.0536	-4.3399	
17360	ANTALYA	64	36.9063	30.799	2	7	6	-0.45403	-1.8166	-2.534	-3.7813	-4.2158	
17958	ALATA-ERDEMLI	7	36.6268	34.338	2	7	6	-1.0911	-2.4275	-3.0929	-4.2015	-4.5754	
17979	YUMURTALIK	34	36.7687	35.7903	6	2	5	0.14634	-1.4523	-2.2879	-3.7547	-4.2725	
17034	GIRESun	38	40.9227	38.3878	2	7	6	-1.75	-2.9631	-3.546	-4.491	-4.8032	
17221	CESME	5	38.3036	26.3724	2	7	6	-1.0992	-2.3807	-3.0862	-4.3563	-4.8104	
17854	SELÇUK	17	37.9445	27.3673	7	2	1	-4.3159	-5.1395	-5.428	-5.7261	-5.7817	
17908	KOZAN	112	37.4337	35.8188	7	2	6	-0.42726	-1.819	-2.6399	-4.2018	-4.7275	
17037	TRABZON	25	40.9985	39.7649	2	1	5	-2.3474	-3.575	-4.151	-5.0685	-5.3674	

Şekil 3.5. Easyfit programından elde edilen verilerin excel tablosu.

3.5. İstasyon Bazında İşlem Algoritması

Meteorolojiden her istasyondan kar kalınlıkları, rüzgar hızları, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri ve yağış miktarları verileri temin edildi. Elimizde yeterince veri olup olmadığını kolayca görmek için, 20 yıldan fazla olan veriler ve 20 yıldan az olan veriler ayrılarak gruplandırma işlemi yapıldı. İstasyonların arızalı olduğu senelerin boş geçilmesi, elle yazılan verilerin dijitalleştirilmesi hataları, sistem değişikliği vb. gibi sebeplerden kaynaklanan hatalar giderildi. Her istasyon verileri aynı seneleri kapsamadığından excel programı yardımı ile düzenlenerek kullanılacak hale getirildi. Düzenlenen veriler Easyfit programına girilerek istatistik analiz işlemleri yapıldı. Verilerin belli bir dağılımı gösterip göstermediğini sınamak için Easyfit programında Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling ve Ki-Kare gibi parametrik olmayan test yöntemleri kullanıldı. Şekil 3.6’da Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling ve Ki-Kare uygunluk testleri uygulanması görülmektedir.

Kolmogorov-Smirnov testi, gözlenmiş eklenik olasılık dağılım fonksiyonu ile varsayılan teorik olasılık dağılım fonksiyonu arasındaki karşılaştırmaya dayanır. Bu testin önemli özelliği, test edilen dağılımın eklenik fonksiyonuna bağlı olmamasıdır.

Buna rağmen Kolmogorov-Smirnov testi dağılımın merkezinde daha duyarlıdır(Karahan ve Özkan, 2012).

Anderson-Darling testi, Kolmogorov-Smirnov testinin aksine test edilen dağılımın kritik değerini kullanır. Her dağılım için ayrı kritik değer hesaplaması gereklidir. Anderson-Darling testi dağılımın uç kısmında daha duyarlıdır(Karahan ve Özkan, 2012).

Ki-kare testi, temel olarak gözlenen değer ile beklenen değer arasındaki farkın istatistiksel açıdan ne anlama geldiğine dayanır(Eser, 2015).

#	Distribution	Kolmogorov-Smirnov		Anderson-Darling		Chi-Squared	
		Statistic	Rank	Statistic	Rank	Statistic	Rank
1	Gamma	0.15471	8	0.64605	8	7.8262	10
2	Gamma (3P)	0.13173	6	0.437	5	0.25749	1
3	Gen. Extreme Value	0.11336	1	0.40104	3	0.37647	5
4	Gen. Gamma	0.16678	10	0.69953	10	7.4974	9
5	Gen. Gamma (4P)	0.13062	5	0.43154	4	0.26076	2
6	Gumbel Max	0.15859	9	0.67277	9	7.9431	11
7	Log-Pearson 3	0.1205	3	0.3927	2	0.33624	4
8	Lognormal	0.12897	4	0.44074	6	0.97356	7
9	Lognormal (3P)	0.11664	2	0.38771	1	0.31319	3
10	Normal	0.2264	12	1.6476	12	6.0968	8
11	Weibull	0.16737	11	1.1829	11	9.1004	12
12	Weibull (3P)	0.13982	7	0.49721	7	0.67895	6

Şekil 3.6. Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling ve Ki-Kare dağılım uygunluk test değerleri görünümü.

En uygun dağılım seçilerek, bu dağılımın 2, 5, 10, 50, 100, 1000, 2500 yıllık dönüş periyotlarındaki değerler okundu. Şekil 3.7’te görüldüğü gibi P değeri 0,98 seçilerek 50 yıl dönüş aralıklı(yıllık aşılma ihtimali 0,02) değerler hesaplandı. Her bir istasyon için seçilen dağılım grafiğinde dönüş periyotları uygulandı. Bulunan değerlerden seçilen en iyi 3 dağılım listelendi ve en iyi dağılım grafiğinden her bir dönüş aralığındaki değerler hesaplanarak yazıldı ve haritalama işlemine geçildi.

The screenshot displays the StatAssist software interface for the 'Gen. Extreme Value' distribution. The main window is titled 'StatAssist' and has a menu bar with 'File', 'View', and 'Help'. Below the menu bar is a toolbar with icons for file operations and a dropdown menu set to 'Gen. Extreme Value'. The interface is divided into several sections:

- Graphs**: A tabbed interface with 'Calculations' and 'Probabilities' tabs.
- Properties**: A list of statistical properties with input fields:

Domain	Continuous
Min	-19.089
Max	+INF
Mode	9.3417
Mean	13.789
Variance	66.612
St. Dev.	8.1616
Coef. of Var.	0.59188
Skewness	-2.7832
Kurtosis	21.188
- Functions**: A list of functions with input fields:

x	0
Density	9.7175E-6
Cum. Density	2.3688E-6
Survival	1.0
Hazard	9.7175E-6
Cum. Hazard	2.3688E-6
- Inverse CDF**: A section for finding the value of x given a probability P:

P	0.98
x(P)	36.513
- Parameters**: A section on the right for defining distribution parameters:

k	0.16541
σ	4.8234
μ	10.071

 Below the parameters are 'Apply' and 'Reset' buttons.
- Delimiters** and **Bounds**: Two sections on the right with dropdown menus.

The bottom right corner of the window shows a 'NUM' button with a grid icon.

Şekil 3.7. Dönüş aralığının belirlenmesi.

4. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ ÇALIŞMASI(CBS)

Coğrafi bilgi sistemi (CBS), birçok farklı bilim dalı tarafından kullanıldığı için farklı şekillerde tanımlanabilmektedir. Örneğin, en genel ifade ile açıklamak gerekirse, Yomralıoğlu'na (2000) göre CBS, karmaşık planlama ve yönetim sorunlarının çözülebilmesi için tasarlanan; mekandaki konumu belirlenmiş verilerin kapsanması, yönetimi, işlenmesi, analiz edilmesi, modellenmesi ve görüntülenebilmesi işlemlerini kapsayan donanım, yazılım ve yöntemler sistemidir.

İstatistiksel analizi yapılarak elde edilen verilerle CBS yardımıyla haritalama işlemi yapıldı. Elle çizilmiş olan önceki haritalar dijitalleştirilerek yeni haritalarla karşılaştırma amaçlı fark haritaları oluşturuldu. Son olarak meteorolojik veri kavramının yapısal tasarımı kullanılmasına ilişkin birçok kritik nokta olduğunu ve daha derinlemesine incelenip Türkiye' de tüm veriler için oluşacak anormalliklerin saptanması ve değişikliklerin yapılması sağlanacaktır.

4.1. Veri Formatları

Coğrafi Bilgi Sisteminde yeryüzüne ait bilgiler, vektör ve raster formatlar olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Raster veri formatında konuma ait veriler; hücrelere bağlı olarak temsil edilir. Aynı boyuttaki hücrelerin bir araya gelmesi ile oluşurlar. En küçük birim piksel olarak tanımlanır ve her piksel bir değere sahiptir. Vektörel veri formatında ise konuma ait veriler; nokta, çizgi ve alan özellikleri x, y koordinat değerleriyle depolanırlar. Nokta özelliği tek bir x, y koordinat çifti ile (meteoroloji istasyonları gibi), çizgi özelliği bir başlangıç ve bir bitiş noktası olan x, y koordinatlar dizisi ile (dereler, yollar, elektrik hatları gibi), alan özelliği ise başlangıç ve bitiş noktası aynı olan x, y koordinatlar dizisi ile temsil edilen verilerdir (parseller, binalar gibi). Şekil 4.1'de vektörel ve raster veri formatının farkı gösterilmektedir(URL-7).

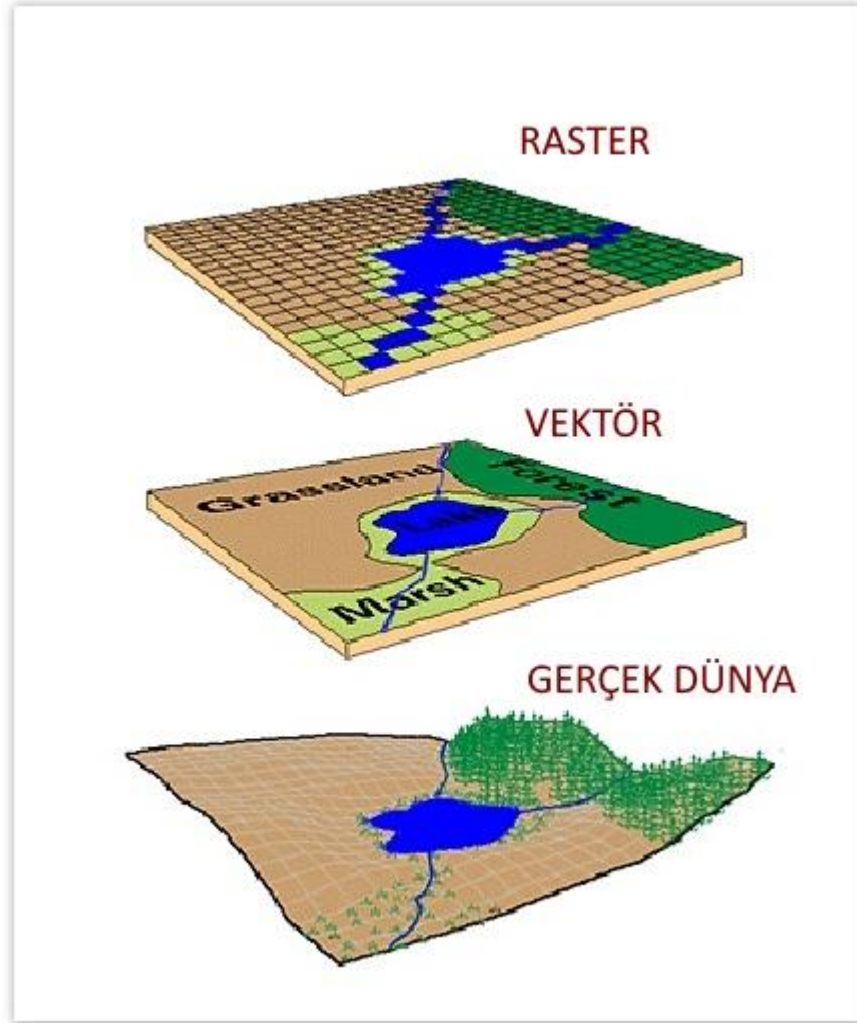
Vektör ve raster verilerin kendi aralarında avantajlı veya dezavantajlı durumları aşağıdaki gibidir.

Vektör veriler;

- Gerçeğe uygun verileri gösterir
- Veri yapıları karmaşıktır
- Simülasyonu zordur
- Grafiklerin doğruluğu ölçeğe bağlıdır.

Raster veriler;

- Veri yapıları oldukça basittir
- Piksel büyüdükçe veri kaybı yaşanır
- Veri hacmi büyüktür
- Simülasyonu kolaydır.



Şekil 4.1. Vektörel ve raster veri formatı görünümü.

4.2. Harita Hazırlanmasında Kullanılacak Baz Parametreler

Bir haritadan beklenen özellikler; doğruluk, tamlık, açıklık, anlaşılabilirlik, kolay okunabilirlik, güzellik olarak sıralanabilir. Projenin son kısmında elde edilen, düzenlenen, dönüş periyotları belirlenen veriler haritalandırılmıştır. Haritalar oluşturulurken bir haritadan beklenen tüm özelliklerin sağlanmasına dikkat edilmiştir.

Projede;

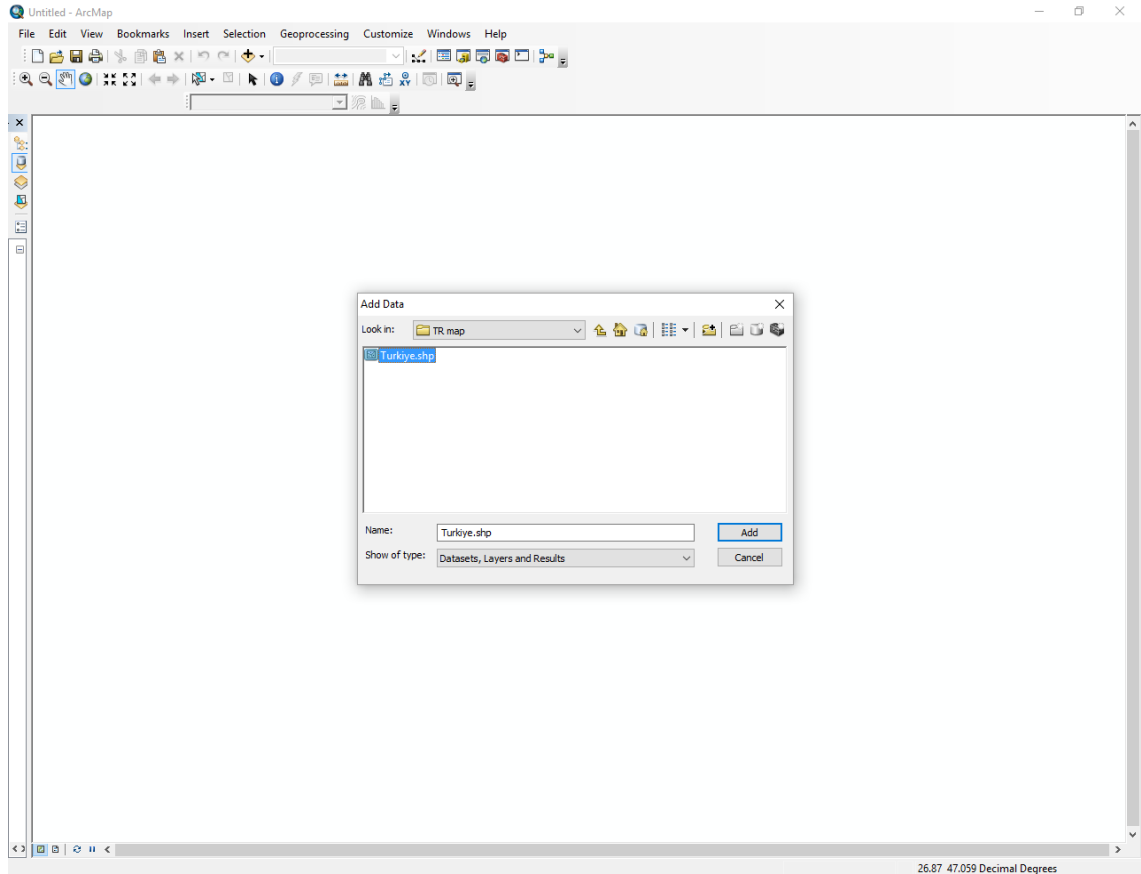
- Coğrafi koordinat sistemi “WGS84” olarak seçildi.
- Konusuna göre “tematik harita” tercih edildi. (İzotmik tematik harita tercih edildi. İzotmik harita yapımındaki temel problem, düzensiz aralıklı kontrol noktalarının bilinen değerleri ile bilinmeyen noktaların enterpolasyonudur. Sıcaklık, kar, rüzgar haritaları yapımında bu çizgiler farklı isimlendirilir. Örneğin; eş sıcaklık çizgileri oluşturuluyorsa bunlar izotherm, eş yağış çizgileri oluşturuluyorsa bunlar izohyet olarak adlandırılır.)
- Eşit aralıklı sınıflandırma kullanıldı.
- Renklendirmede ardışık renk paleti kullanıldı.

Pafta resim alanında;

- Başlık (yüksekliği 4 mm – 5 mm arasında)
- Ölçek
- Lejant
- Kuzey işareti
- Coğrafi koordinatlar (grid) kullanıldı.

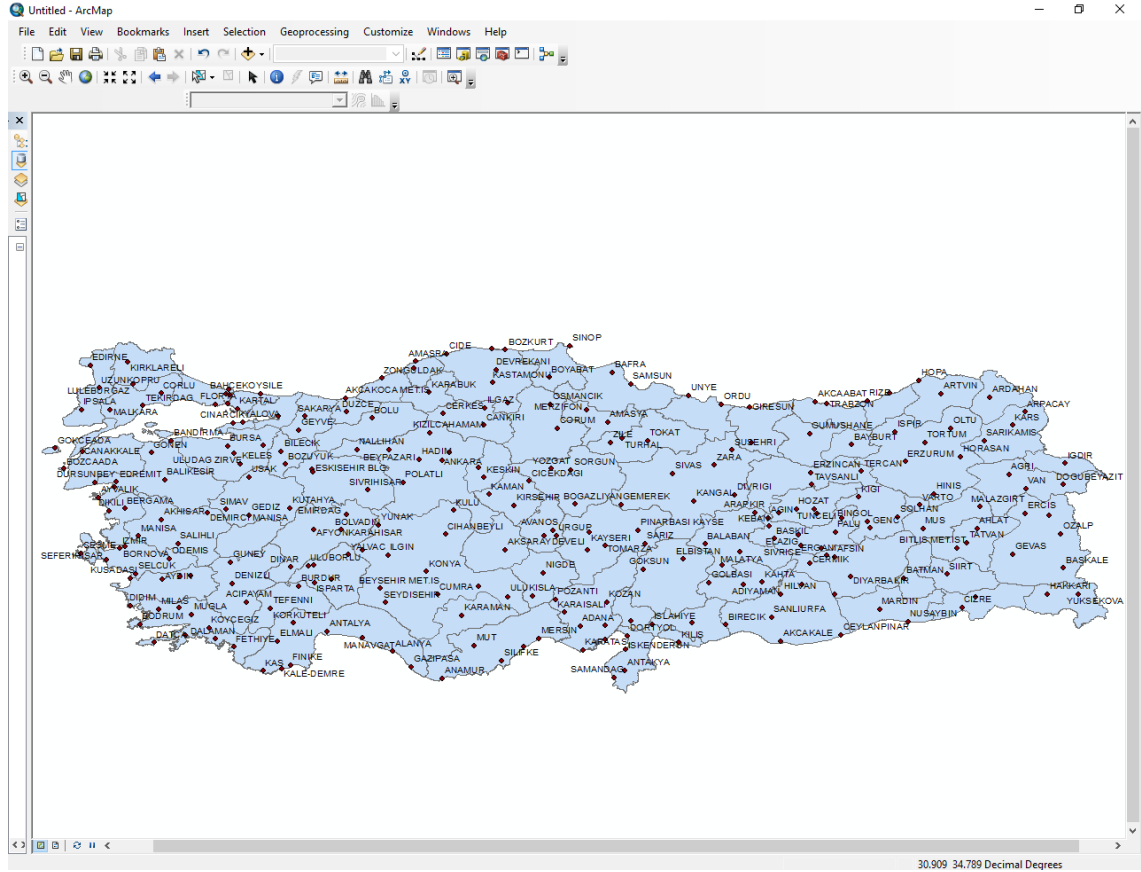
4.3. 50 Yıl Dönüş Aralıklı Ülke Veri Haritaları Hazırlanması

Öncelikle Şekil 4.2’de görüldüğü gibi Türkiye İller haritası ArcMap programına eklendi. Ardından Türkiye’nin de içinde bulunduğu “WGS84” coğrafi koordinat sistemi seçilerek, maksimum sıcaklık verisi için düzenlenen istasyonların enlem ve boylam değerleri excel programından aktarıldı.



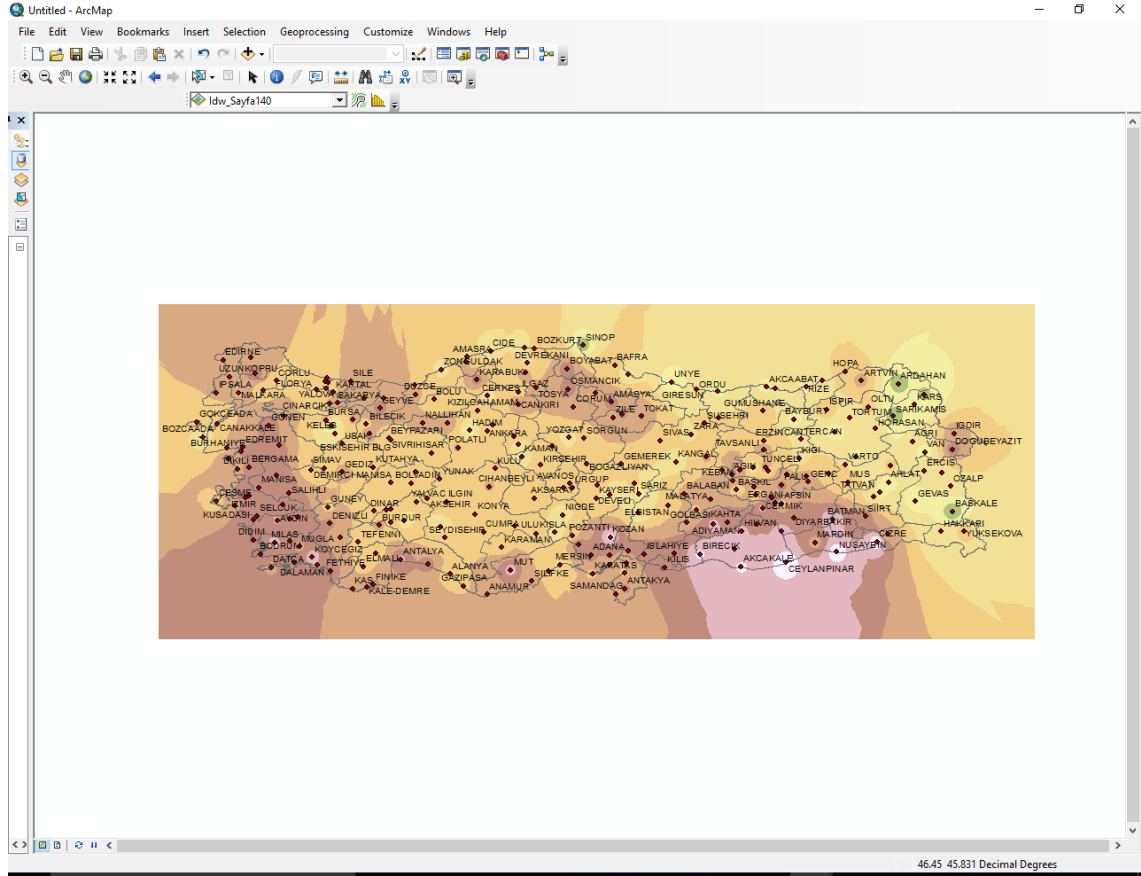
Şekil 4.2. Türkiye iller haritasının programa eklenmesi.

Şekil 4.3’de aktarılan istasyonlar isimleriyle birlikte gösterilmektedir.



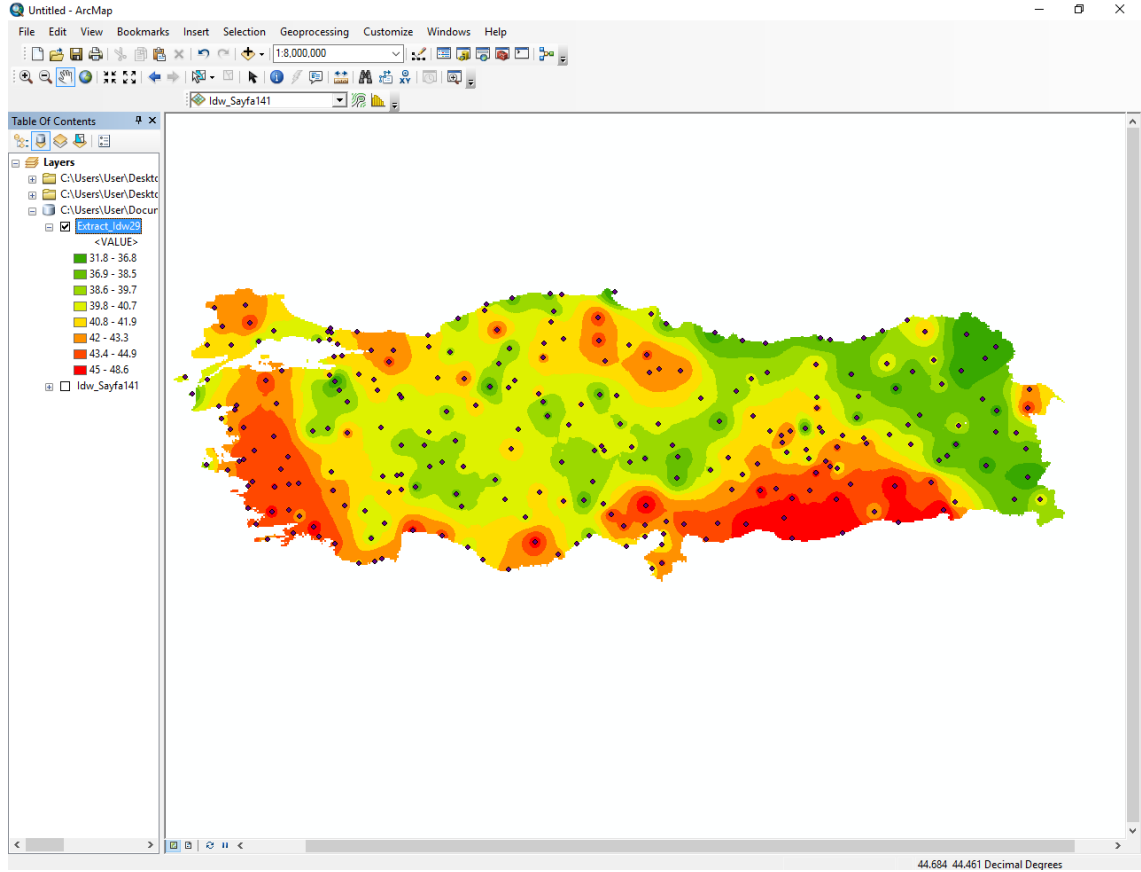
Şekil 4.3. Türkiye üzerindeki 50 yıllık maksimum sıcaklık verileri ile düzenlenen iller.

İstasyon koordinatlarının programa aktarılmasından sonra dikkat edilmesi gereken en önemli etken “Extent” ayarlamasıdır (Şekil 4.4). ArcMap, her istasyonun extentini (sınırını) kendi sınırı olarak tanıdığından sınıra yakın istasyon bulunmayan yerlerde hesaplama yapılamamaktadır. Bunun sebebi ise ArcMap herhangi bir katman üzerinde analiz gerçekleştirirken varsayılan olarak o katmanın sınırlarını kullanmaktadır.



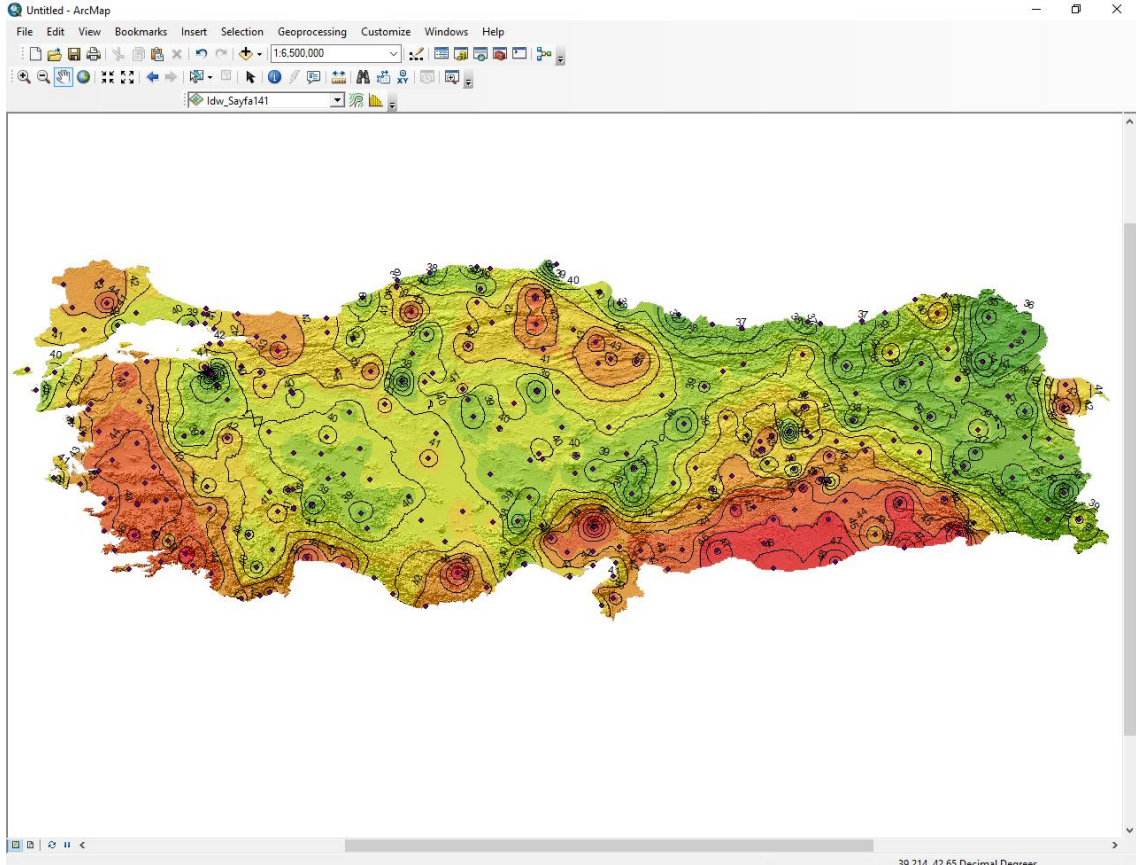
Şekil 4.5. IDW yöntemiyle sürekli yüzey oluşturulması.

Oluşturulan sürekli yüzey haritası “Extact By Mask” özelliği kullanılarak Şekil 4.6’da gösterilen haritaya dönüştürülerek, renk skalası ve değer aralığı düzenlendi. Renkler ardışık renk paletinden kırımızı-mavi olacak şekilde seçildi. Ayrıca tüm haritalarda eşit aralıklı renklendirme uygulandı.



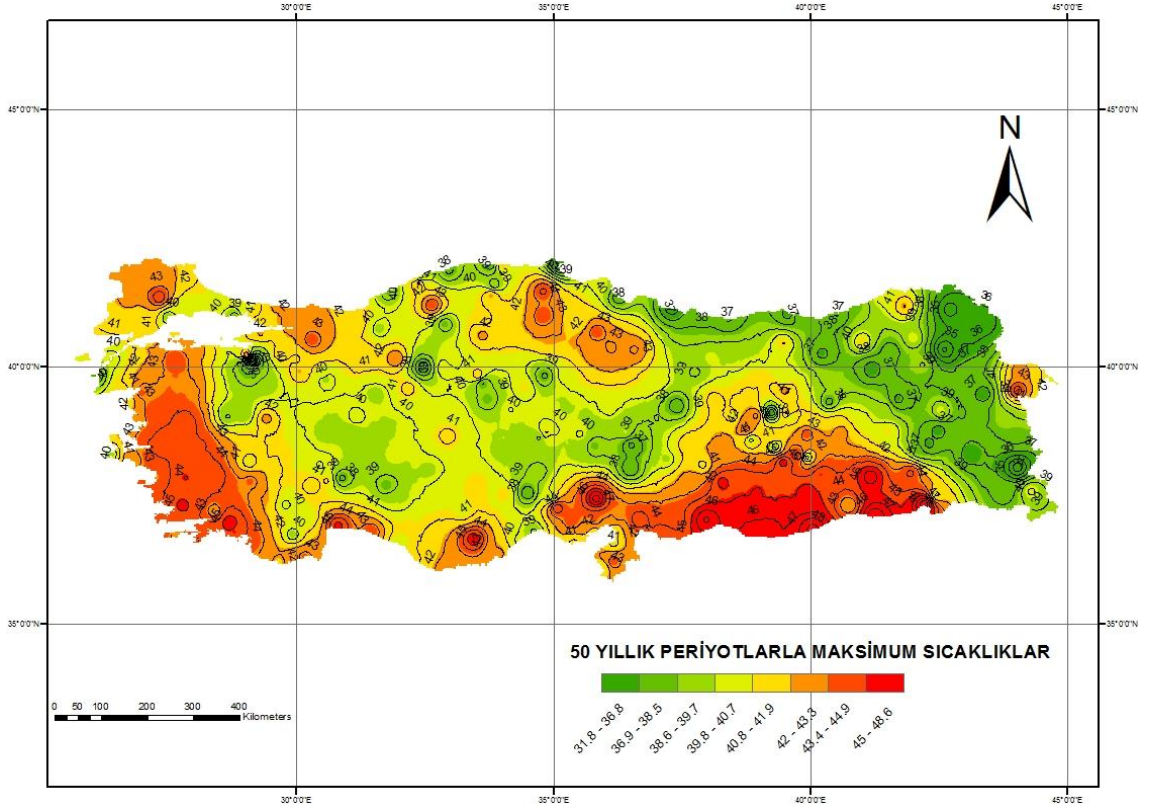
Şekil 4.6. Extact by mask uygulaması.

Sonraki aşamada kontur (contour) fonksiyonu kullanılarak eş sıcaklık eğrileri oluşturuldu(Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Contour uygulaması, eşdeğer sıcaklık eğrileri oluşturulması.

Oluşturulan haritaya paftada olması gereken kuzey oku, ölçek, lejant, başlık ve grid eklenerek harita tamamlanarak son şekli oluşturuldu(Şekil 4.8). Yapılan bu işlemler tüm haritalara uygulandı.



Şekil 4.8. Haritanın son şekli.

5. ÇALIŞMA SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

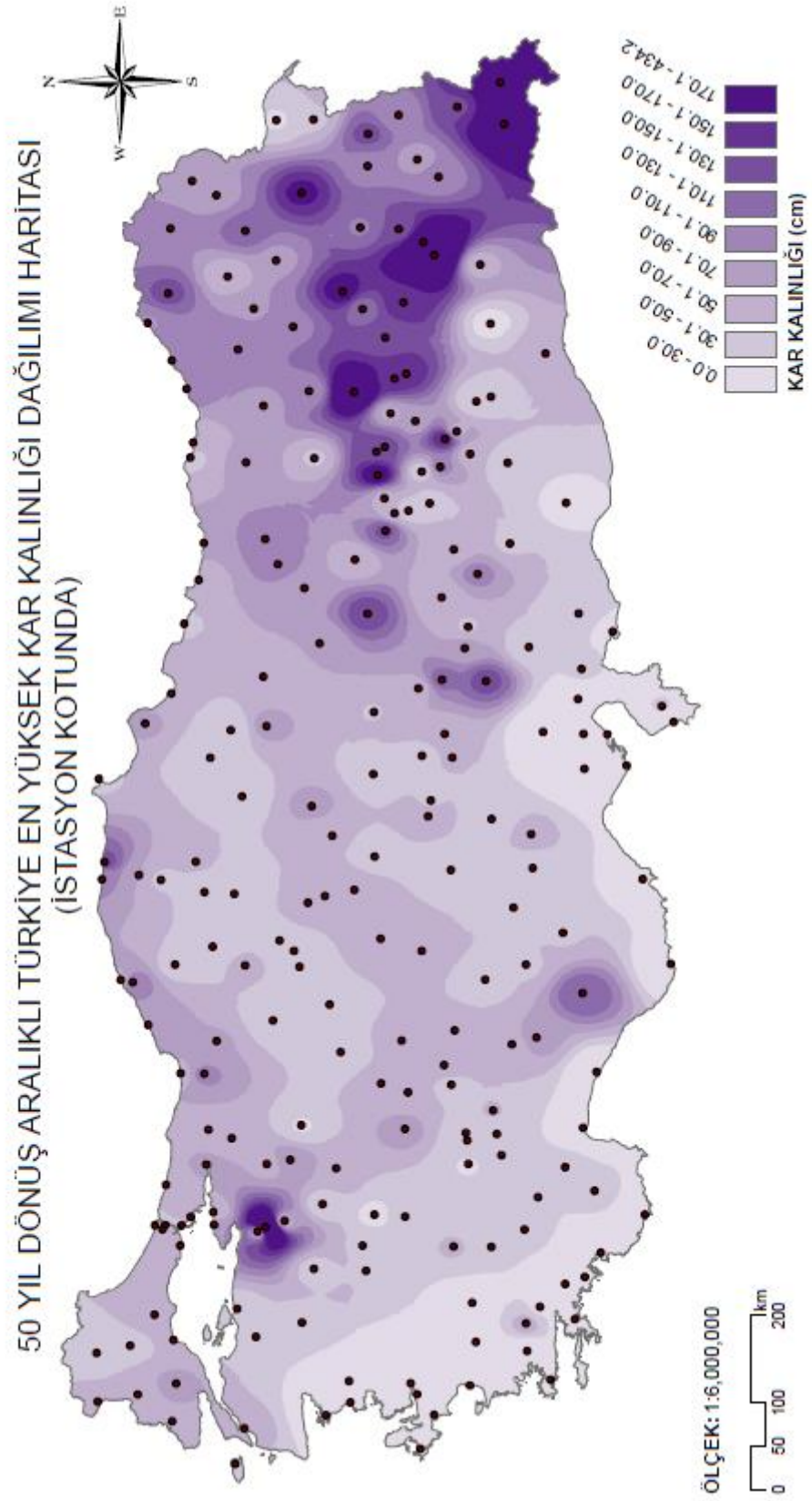
Çalışma kapsamında 10 yıldan fazla süredir hazırlanmakta olan harita çalışmalarının bilgi aktarılmaya çalışıldı.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden kar kalınlığı için 198 istasyon, rüzgar hızı için 265 istasyon, sıcaklık etkisi için 267 istasyon ve yağış için 264 istasyondan elde edilen veriler temin edildi. Elde edilen veriler süzülüp, düzenlenerek 20 yıldan fazla olan veriler haritalama çalışmasında kullanılmak üzere gruplandırıldı. 20 yıldan az olan veriler ise kontrol amaçlı değerlendirildi. Gruplandırılan veriler Easyfit programı yardımıyla istatistiksel analizi yapılarak, tasarımda kullanılması için aşılma riski 0.02, ortalama tekerrür süresi 50 yıl olan değerler bulundu. Bulunan değerler CBS yardımıyla haritalandırıldı. Bu işlem sonucunda 50 yıl dönüş aralıklı kar kalınlığı dağılımı haritası(Şekil 5.1), 3 saniye(V3) ortalama rüzgar hızı dağılımı haritası(Şekil 5.2), 10 dakika(V600) ortalama rüzgar hızı dağılımı haritası(Şekil 5.3), en düşük sıcaklık dağılımı haritası(Şekil 5.4), en yüksek sıcaklık haritası(Şekil 5.5) ve yağış yüksekliği dağılımı haritası(Şekil 5.6) elde edildi.

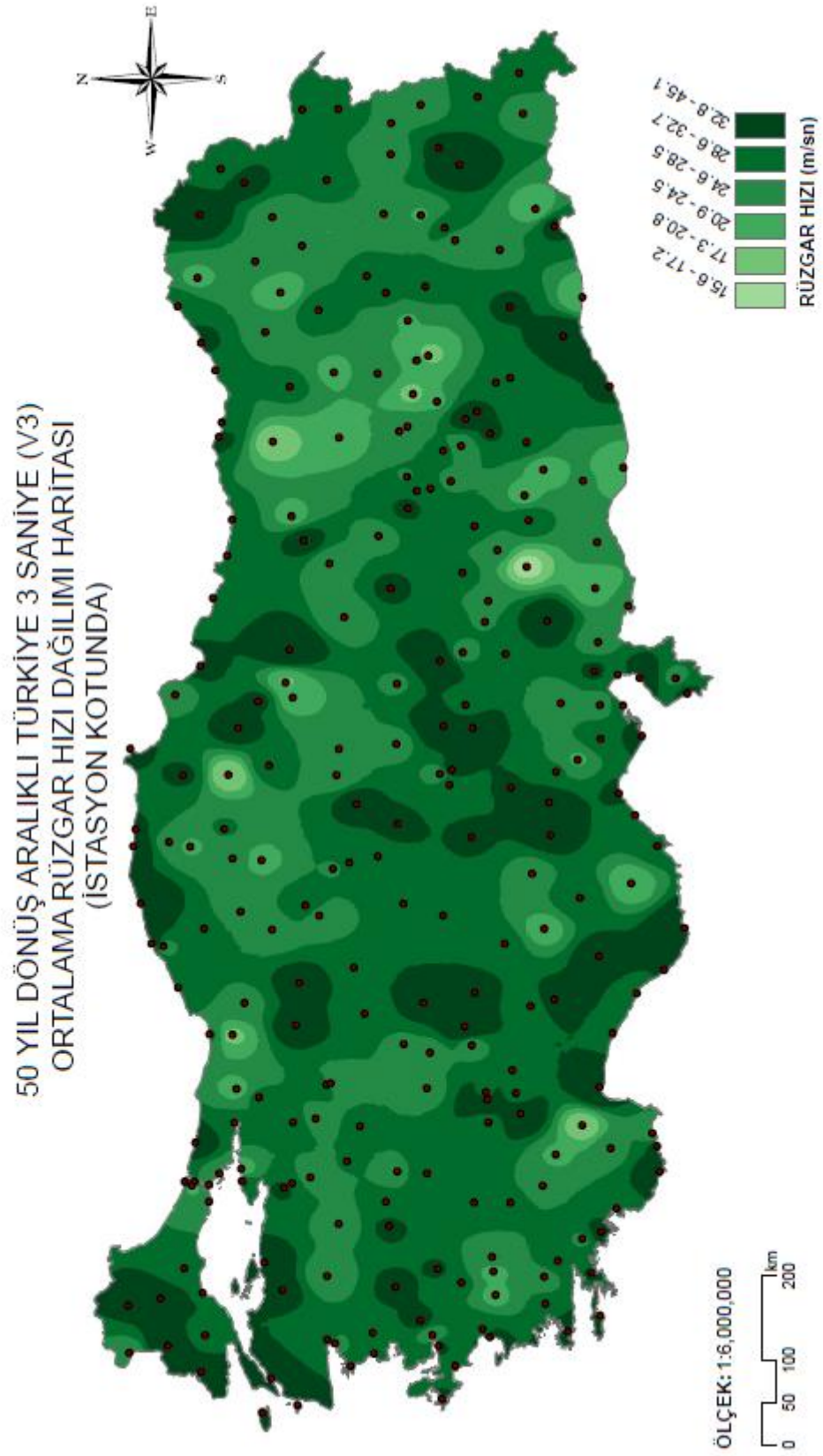
Kar yükü ve rüzgar yükü hesabı için günümüzde kullanılmakta olan TS 498, TS EN 1991 ve Yeni Çelik Yapılar Yönetmeliği-2016 standartlarında verilen harita ve hesap değerleri ile karşılaştırma amaçlı fark haritaları oluşturuldu.

TS 498'de ve TS EN 1991-1-3'de kullanılan harita ile istatistiksel çalışmamız sonucunda elde edilen kar kalınlığı fark haritasında görüldüğü üzere Türkiye genelinde bazı bölgelerimizde güvensiz, bazı bölgelerimizde ise ekonomik olmayan değerler verilmektedir.

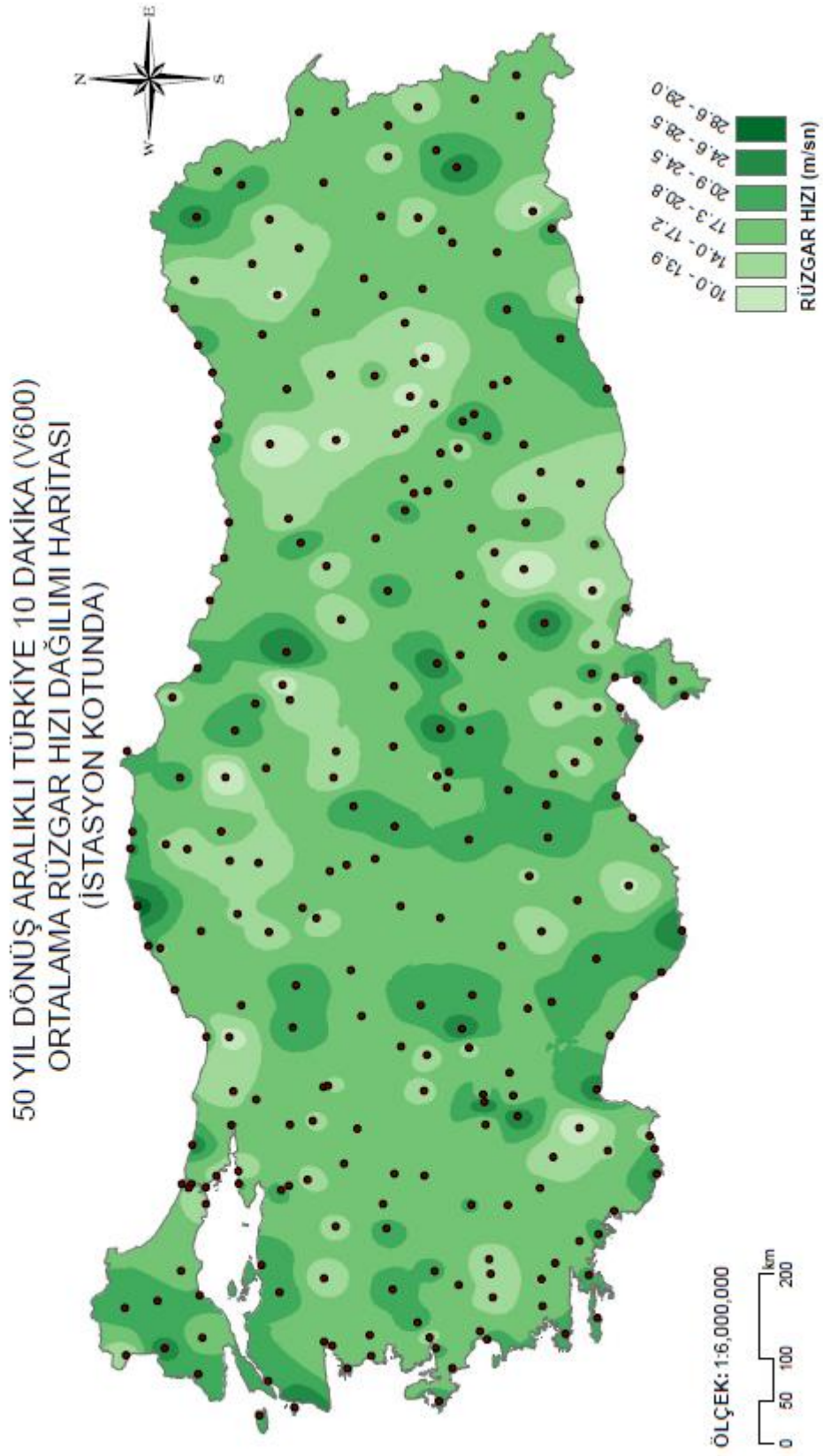
Rüzgar hızı fark haritalarında görüldüğü üzere, Yeni Çelik Yapılar Yönetmeliği'nde 10 dakika(V600) için rüzgar hızının temel değeri $V_{b,0}=28$ m/s(100 km/sa)'e göre hesaplandığında, Türkiye'nin geneli için bu değer çok yüksek olduğu, 3 saniye(V3) için bakıldığında bazı bölgeler için yüksek, bazı bölgeler için düşük olduğu görülmektedir. Bu durumda Türkiye için tek bir değer kullanılmasının uygun olmadığı söylenebilmektedir.



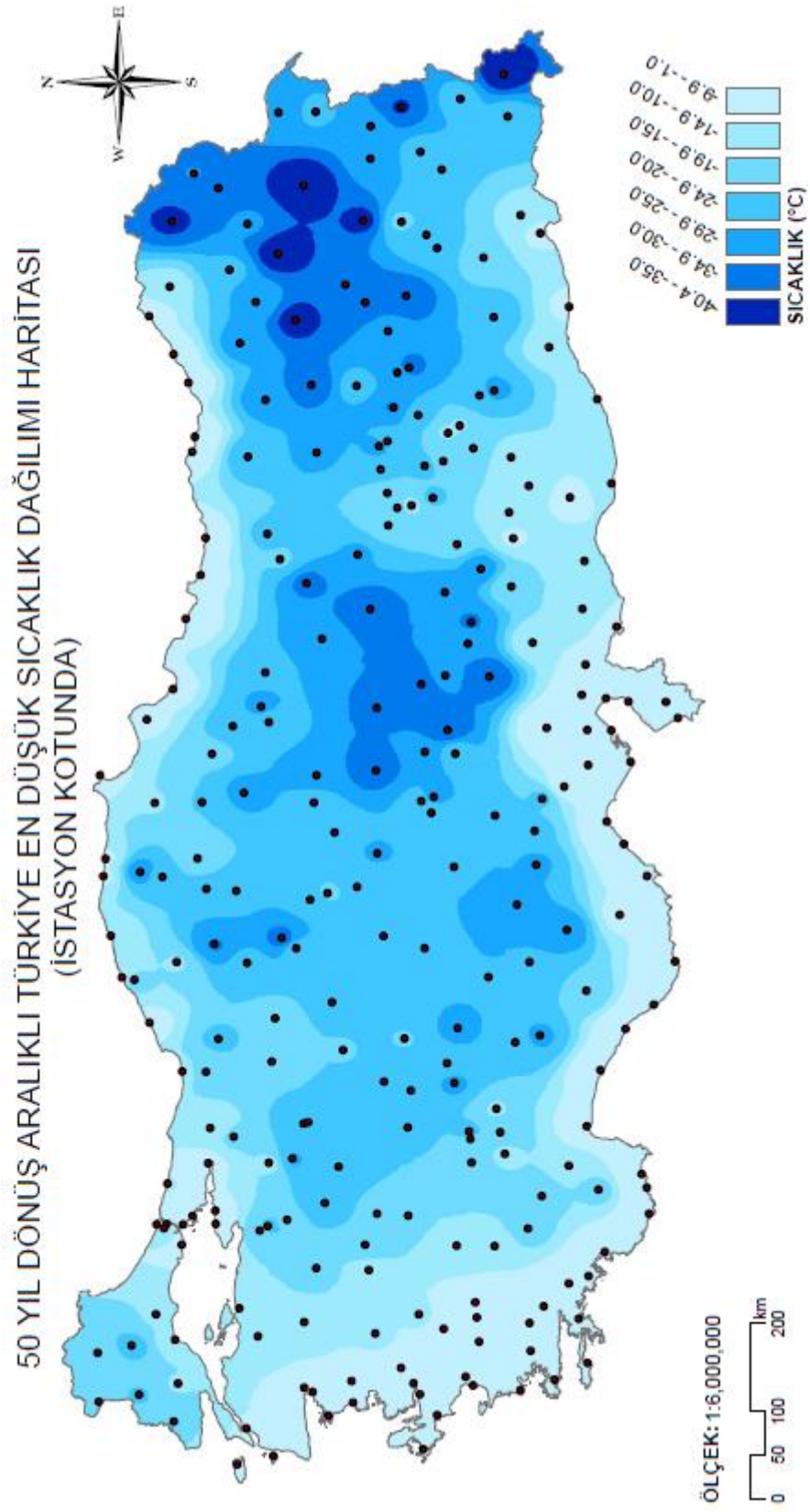
Şekil 5.1. 50 yıl dönüş aralıklı kar kalınlığı dağılımı haritası.



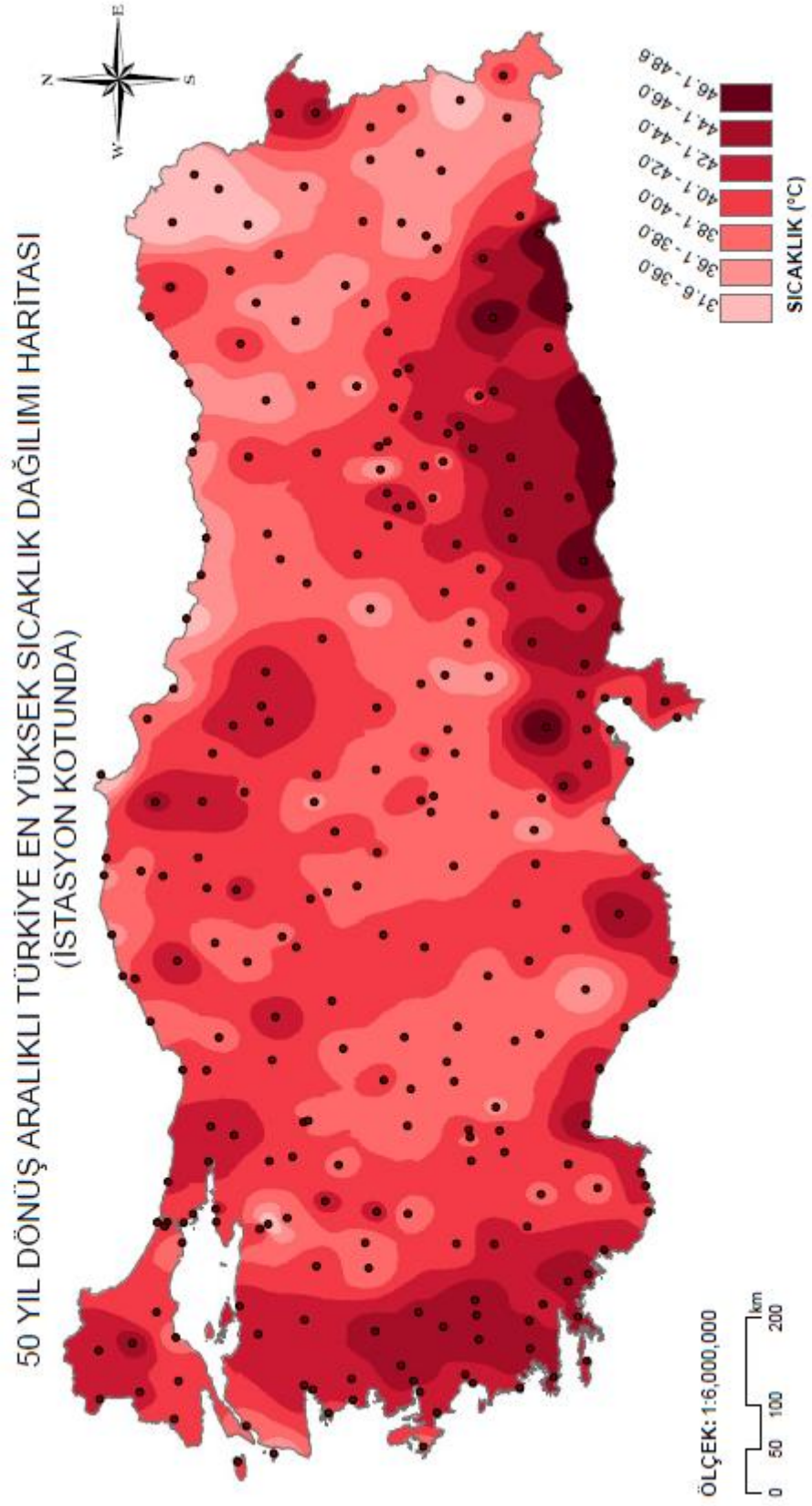
Şekil 5.2. 50 yıl dönüş aralıklı 3 saniye ortalama rüzgar hızı dağılımı haritası.



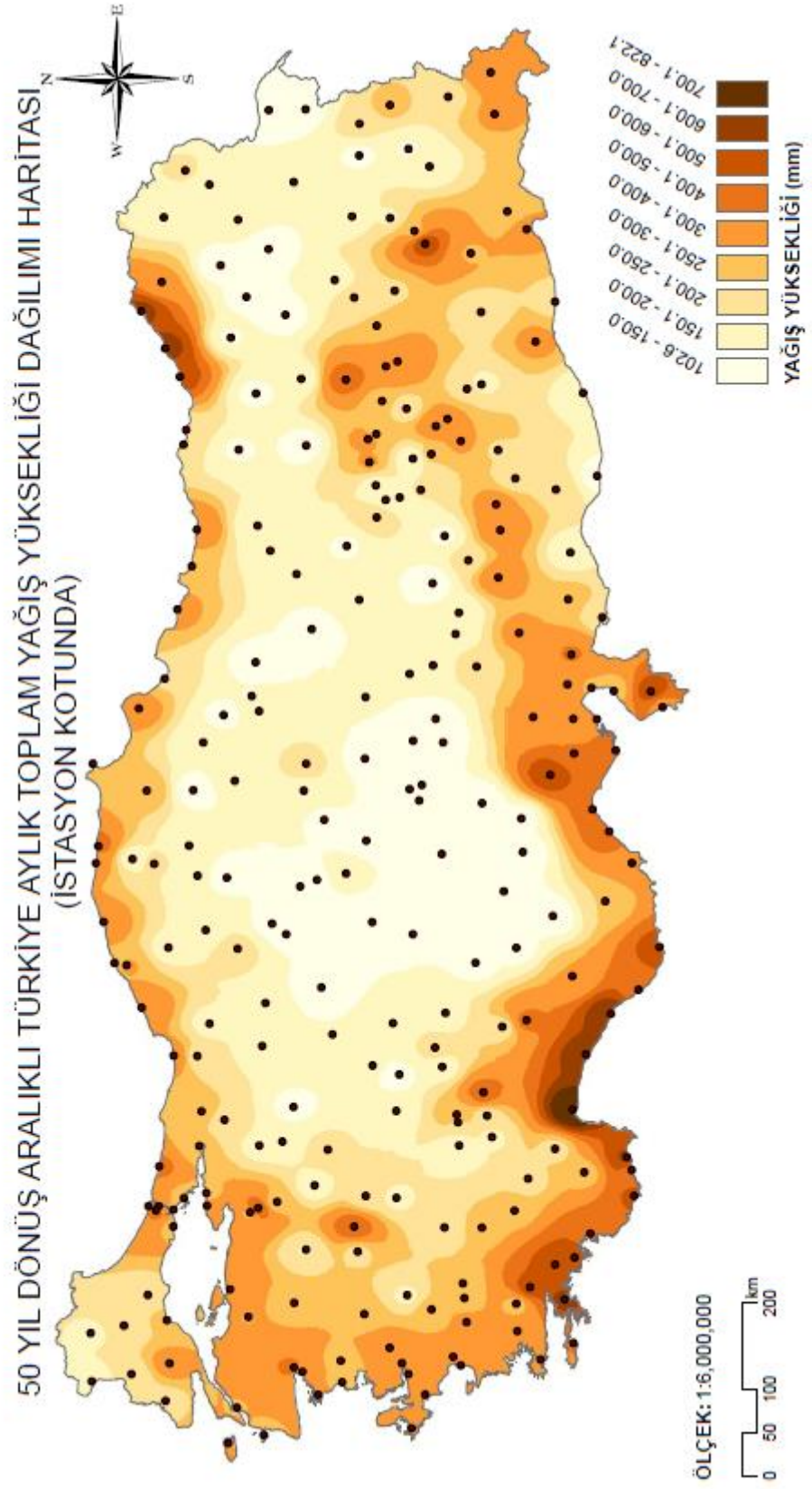
Şekil 5.3. 50 yıl dönüş aralıklı 600 saniye ortalama rüzgar hızı dağılımı haritası.



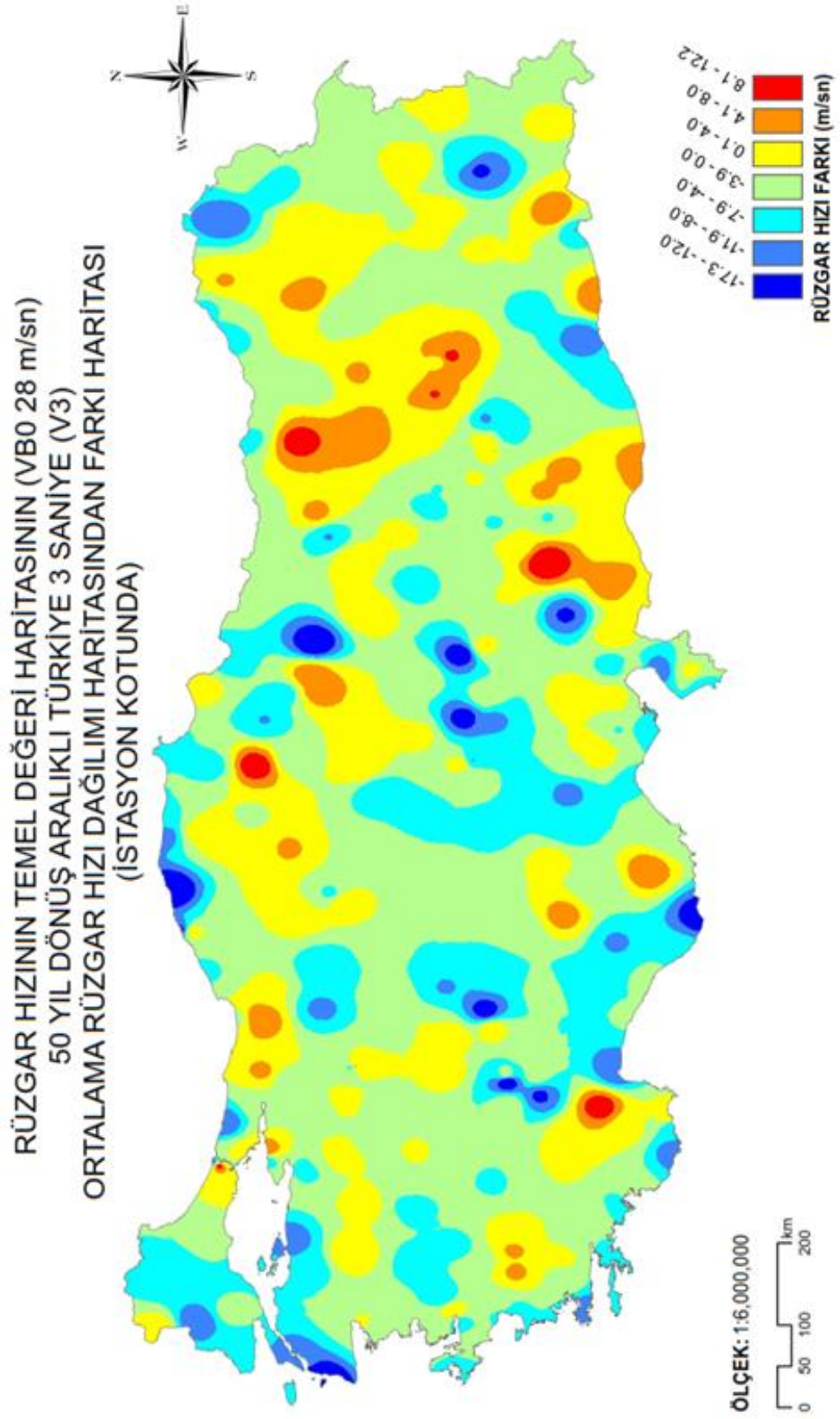
Şekil 5.4. 50 yıl dönüş aralıklı en düşük sıcaklık dağılımı haritası.



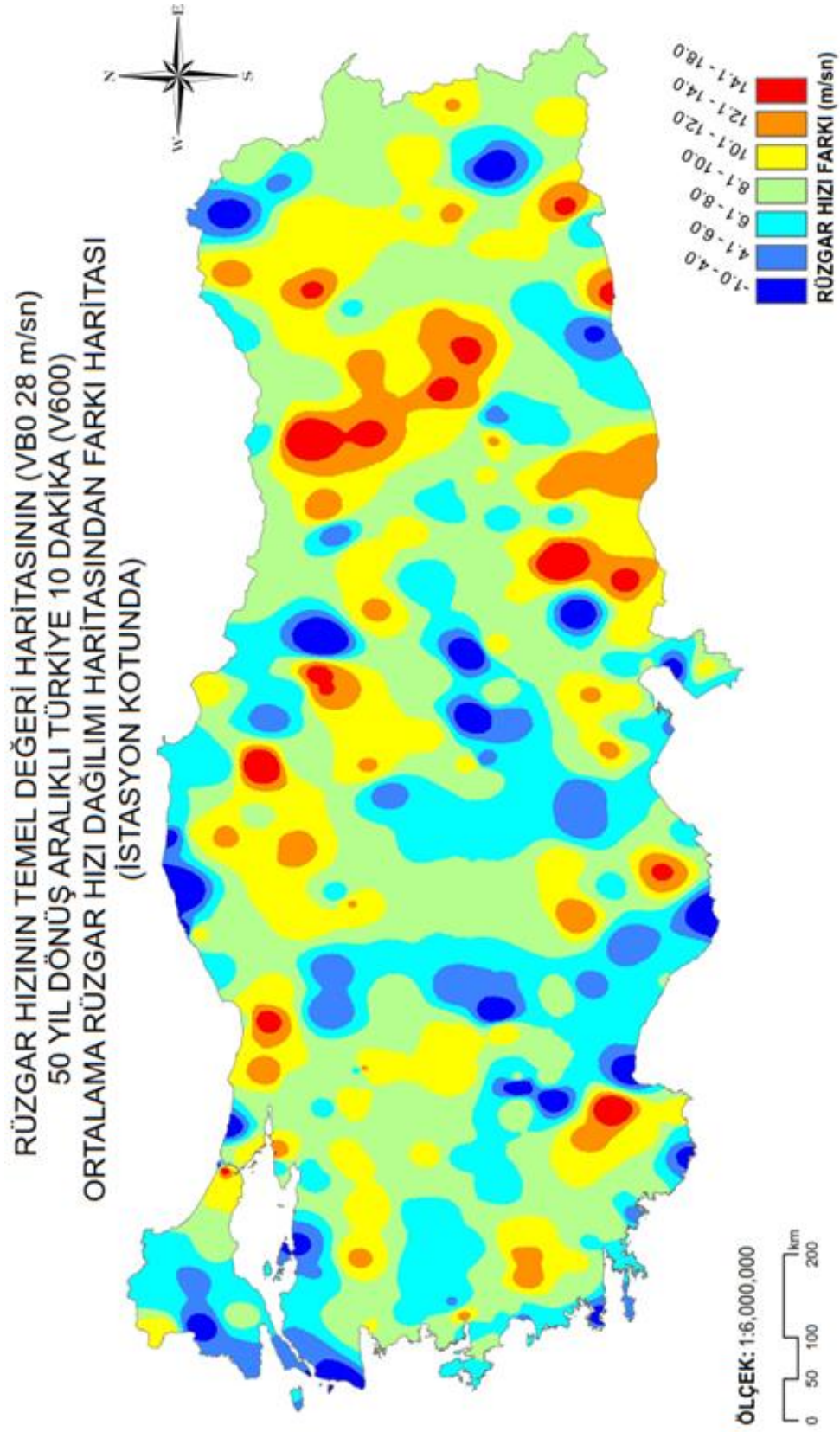
Şekil 5.5. 50 yıl dönüş aralıklı en yüksek sıcaklık dağılımı haritası.



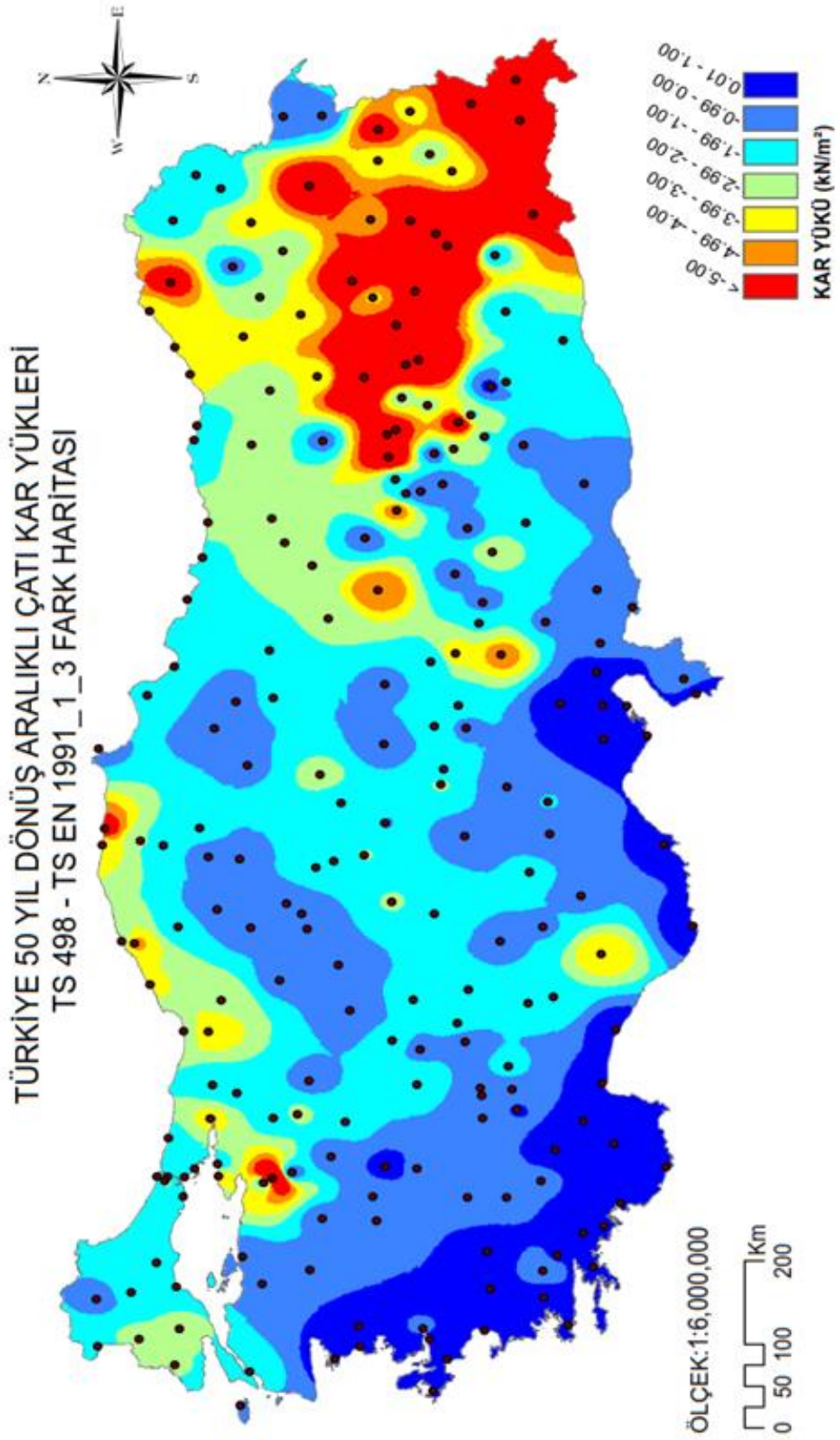
Şekil 5.6. 50 yıl dönüş aralıklı aylık toplam yağış dağılımı haritası.



Şekil 5.7. Rüzgar hızının temel değeri ($V_{b0}=28 \text{ m/s}$) ile 50 yıl dönüş aralıklı 3 saniye (V_3) ortalama rüzgar hızı farkı haritası.



Şekil 5.8. Rüzgar hızının temel değeri ($V_{b0}=28 \text{ m/s}$) ile 50 yıl dönüş aralıklı 10 dakika (V_{600}) ortalama rüzgar hızı farkı haritası.



Şekil 5.9. 50 yıl dönüş aralıklı kar yükü ile yürürlükteki yönetmeliklerde (TS 498 ve TS EN 1991-1-3) verilen kar yükü fark haritası.

6. ÖRNEK BİR ÇELİK ÇATININ TS 498, ASCE 07-10 VE İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLERLE HESAPLANAN KAR YÜKÜ İLE ANALİZİ

6.1 Analizde Kullanılacak Yapı Bilgileri

Analizde kullanılacak bina Erzincan il merkezinde yapılacak çelik çatılı fabrika binasıdır. Binanın denizden yüksekliği 1300 m'dir. Çatı ölçüleri 20*40 m'dir. Çatı makası açıklığı 20 m ve makaslar arası mesafe 20 m'dir.

Yapısal çelik malzemesi olarak S235 seçilecek ($F_y = 235 \text{ MPa}$, $F_u = 360 \text{ MPa}$)

Çatı eğimi: $\tan\alpha=0,3$; $\alpha=16,7^\circ$

Yük Tanımları(G);

Makas özağırlığı: 0,2kN/m²

Aşık kirişi özağırlığı:0,1 kN/m²

Çatı örtüsü özağırlığı:0,1 kN/m²

Rüzgar ve stabilite özağırlığı: 0,03 kN/m²

Toplam(G): 0,43 kN/m²

6.2 TS 498 Yönetmeliğine Göre Yük Hesaplamaları

Zati Yük Hesaplamaları (G);

Tek makasa gelen yük: $0,43*20=8,6 \text{ kN/m}$

Ara düğüm noktalarına gelen yük: $8,6*3,33/\cos 16,7 = 29,9 \text{ kN/m}$

Kenar düğüm noktalarına gelen yük= $8,6*3,33/(2*(\cos 16,7)) = 14,95 \text{ kN/m}$

Kar Yükü Hesaplamaları (Q);

TS 498 yönetmeliğinin EK-1 kısmında Erzincan il merkezi için kar yükü III. bölgededir.

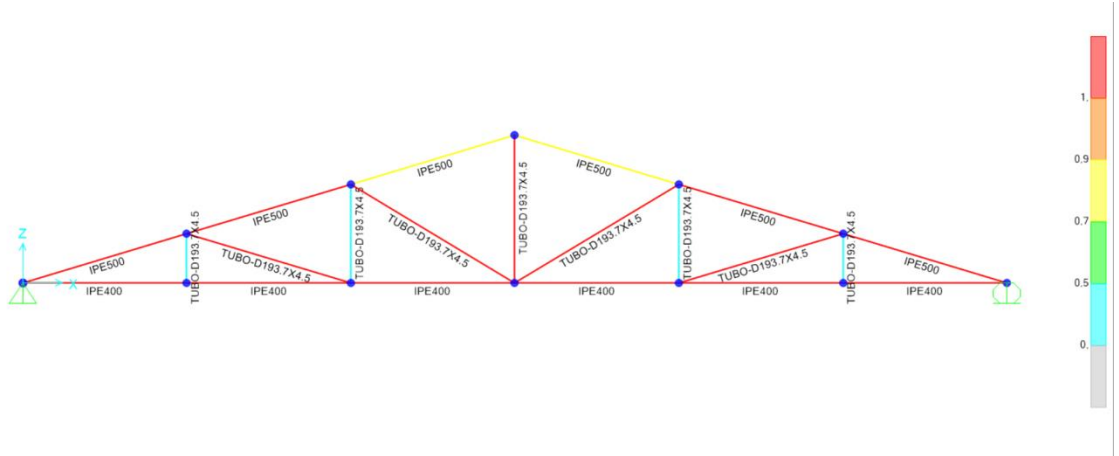
Yönetmeliğe göre çatı eğimi 30° ve daha az ise kar yükü hesap değeri(P_k), kar yükü(P_{k0}) değerine eşit kabul edilerek düzgün yayılı yük olarak hesaplama yapılır. Çatı eğimi $16,7^\circ$ olduğundan P_k değeri, P_{k0} değerine eşit kabul edildi. Zati kar yükü(P_{k0}) değerleri çizelgesinden $1,35 \text{ kN/m}^2$ değeri bulundu. Binanın denizden yüksekliği 1300 m olduğundan değer %10 artıldı.

$P_k=1,35*1,1=1,485 \text{ kN/m}^2$

Tek makasa gelen yük: $1,485 \text{ kN/m}^2*20\text{m}=29,7 \text{ kN/m}$

Ara düğüm noktalarına gelen kar yükü: $29,7*3,33/\cos 16,7 = 103,2 \text{ kN/m}$

Kenar düğümlere gelen kar yükü: $29,7*3,33/(2*(\cos 16,7))= 51,6 \text{ kN/m}$



Şekil 6.7 TS 498'e göre hesaplanan kesitlere istatistiksel yöntemlerle hesaplanan kar yüklerinin uygulanması

Analizler CSI SAP2000 programında sabit(G) yük ve kar yükü etkiltilerek yapıldı. Sonuç olarak TS 498'e göre hesaplanan kesitler, istatistiksel yöntemlerle hesaplanan yüklere dayanamayacağı görülmektedir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapı tasarımında ve yapım aşamasında meteoroloji verilerinin etkisi can ve mal güvenliği için oldukça önemlidir. Meteorolojik olaylar kaynaklı yapı hasarlarına dayanarak mevcut yönetmeliklerdeki harita ve hesap değerlerinin yetersiz olduğu söylenebilir. Bu yetersizliğin en büyük nedeni 1997 yılında yürürlüğe giren TS 498 yönetmeliğindeki haritaların eski ve sabit değerleri içermesidir. Avrupa standartlarından çevrilerek kullanılmaya başlanan TS EN 1991 yönetmeliğindeki haritalar, TS 498 yönetmeliğinden hiçbir değişiklik yapılmadan olduğu gibi alındığından dolayı bu yetersizlik devam etmektedir.

Bu çalışmada yapılan analizler sonucunda TS 498 yönetmeliğine göre hesaplanan kesitler, istatistiksel yöntemlerle hesaplanan yüklere dayanamayacağı görülmüştür.

Can ve mal güvenliği için meteorolojik olaylar kaynaklı yapı hasarlarını önleyerek güvenli tasarımlar yapılması gerekmektedir. Güvenli tasarım yapılması için meteoroloji verileri dikkatle incelenip istatistiksel analizleri yapılarak yönetmeliklerin güncellenmesi gerekmektedir.

Türkiye’de tasarımda kullanılan meteoroloji verilerinin farklı dönüş aralıkları ile harita hazırlama çalışmaları devam etmektedir. Bu tez çalışmasında 50 yıl dönüş haritaları ve bu haritaların mevcut yönetmeliklerdeki haritalarla karşılaştırılmış olan fark haritaları verilmiştir.

Fark haritalarında görülen, yürürlükteki yönetmeliklerde bulunan haritalarda yetersiz değerlerin verildiği bölgelerimiz bulunmakla beraber ekonomik olmayan değerler de çok fazla görülmektedir. Meteorolojik olaylar kaynaklı yapı hasarlarının oluşmasını önlemek, daha güvenli ve daha ekonomik tasarımlar yapılması için kullanılmakta olan yönetmeliklerde verilen harita ve hesap değerlerinin güncellenmesi gerekmektedir. Meteoroloji verileri kullanılarak güncel harita oluşturma çalışmaları devam edilmektedir.

Bu haritaların proje aşamasında kullanılabilmesi için oluşturulan kar, rüzgar, sıcaklık ve yağış haritaları kullanılarak inşaat mühendisliği yapıları üzerindeki etkileri ayrı ayrı analizlerle incelenmelidir.

KAYNAKLAR

- Durmaz, M. (2003). *Doğu Karadeniz Bölgesindeki çatıların optimum kar yüklerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Durmaz, M., Daloğlu, A., (2005). Kar Verilerinin İstatistiksel Analizi ve Doğu Karadeniz Bölgesinin Zemin Kar Yükü Haritasının Oluşturulması. *İMO Teknik Dergi*, 239, 3619-3642.
- Eren, Ö., Alpar, O., (2012). Uç Değerler Teorisi ve Bir Bankacılık Uygulaması. *ABMYO Dergisi*, 26, 29-40.
- Eser, N. (2015). *Yüksek Dayanımlı Beton Kalitesinin İncelenmesi ve Yeni Bir Malzeme Katsayısı Önerilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray
- Gürses, P. (2012). *Yapılara Etki Eden Rüzgar Yüklerinin Eurocode 1-4 ve ASCE 7-05 Standartları Kullanılarak Karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karahan, H., Özkan, E., (2012). Ege Bölgesi Standart Süreli Yıllık Maksimum Yağışları İçin En Uygun Dağılımlar. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(3), 152-157.
- Özgen, P. (2007). *Türkiye'deki çatıların optimum kar yüklerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Seçer, M., Kural, M. E., (2010). Çelik Çatılara Etkiyen Yüklerin Araştırılması. 5. *Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu*. 15-16 Nisan, İzmir.
- Tobler, W.R., (1970). A computer model simulating urban growth in the detroit region. *Economic Geography* , 46, 234-240.
- Topçu, A. (2006-2012). Kar Yükü ve Çöken Çatılar, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, <http://mmf2.ogu.edu.tr/atopcu/> (13.05.2018)
- Türk Standartları Enstitüsü. (1987). *TS498 Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri*, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü. (2007). *TS EN 1991-1-3 Yapılar Üzerindeki Etkiler – Bölüm 1-3: Genel Etkiler – Kar Yükleri*, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü. (2007). *TS EN 1991-1-4 Yapılar Üzerindeki Etkiler – Bölüm 1-4: Genel Etkiler – Rüzgar Yükleri*, Ankara.
- Yomralıoğlu, T., (2000). *Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar*. Akademi Kitabevi, Trabzon, 479.

KAYNAKLAR (Devam Ediyor)

- URL-1 <https://www.cnnturk.com/fotogaleri/turkiye/bilecikte-stadyumun-catisi-coktu?page=1>, (Eriřim Tarihi:18.02.2019)
- URL-2 <https://www.trthaber.com/haber/turkiye/konyada-10-gunde-34-fabrikanin-catisi-coktu-292434.html>, (Eriřim Tarihi:18.02.2019)
- URL-3 <http://www.haberdesondurum.com/bursa-ilinde-afeti-afet-vurdu-2051546>, (Eriřim Tarihi:14.02.2019)
- URL-4 <http://www.bursahaber.com/sakarya/ruzgardan-ucan-cati-2-isci-yaraladi-h1466163.html>, (Eriřim Tarihi:14.02.2019)
- URL-5 <https://www.mgm.gov.tr/meteouyari/meteouyari-nedir.aspx>, (Eriřim Tarihi:06.05.2019)
- URL-6 <https://www.mgm.gov.tr/kurumsal/istasyonlarimiz.aspx>, (Eriřim Tarihi:06.05.2019)
- URL-7 <https://www.esri.com.tr>, (Eriřim Tarihi:13.05.2019)
- URL-8 <https://tr.wikipedia.org/wiki/İnterpolasyon>, (Eriřim Tarihi:13.05.2019)

EKLER

EK-1: Meteorolojiden Temin Edilen İstasyon Koordinatları

ISTASYON_KODU	ISTASYON_ADI	YUKSEKLİK	ENLEM	BOYLAM
17015	AKCAKOCA MET.IS	10	41.0895	31.1374
17020	BARTIN	33	41.6248	32.3569
17022	ZONGULDAK	135	41.4492	31.7779
17024	INEBOLU	64	41.9789	33.7636
17026	SINOP	32	42.0299	35.1545
17030	SAMSUN	4	41.2813	36.3378
17033	ORDU	5	40.9838	37.8858
17034	GİRESUN	38	40.9227	38.3878
17037	TRABZON	25	40.9985	39.7649
17040	RİZE	3	41.04	40.5013
17042	HOPA	33	41.4065	41.433
17045	ARTVIN	613	41.1752	41.8187
17046	ARDAHAN	1827	41.1061	42.7055
17050	EDİRNE	51	41.6767	26.5508
17052	KIRKLARELİ	232	41.7382	27.2178
17054	CORLU	145	41.1798	27.816
17056	TEKİRDAĞ	4	40.9585	27.4965
17059	KUMKOY	38	41.2505	29.0384
17061	KIRECBURNU	59	41.1464	29.0502
17062	GOZTEPE/İSTANBU	5	40.9768	29.0623
17066	KOCAELİ	74	40.7663	29.9173
17069	SAKARYA	30	40.7676	30.3934
17070	BOLU	743	40.7329	31.6022
17072	DUZCE	146	40.8437	31.1488
17074	KASTAMONU	800	41.371	33.7756
17078	KARABUK	259	41.1963	32.6216
17080	CANKIRI	755	40.6082	33.6102
17083	MERZIFON	754	40.8793	35.4585
17084	CORUM	776	40.5461	34.9362
17085	AMASYA	409	40.6668	35.8353
17086	TOKAT	611	40.3312	36.5577
17088	GUMUSHANE	1216	40.4598	39.4653
17089	BAYBURT	1584	40.2547	40.2207
17090	SIVAS	1294	39.7437	37.002
17094	ERZİNCAN	1216	39.7523	39.4868
17096	ERZURUM	1758	39.9045	41.265
17097	KARS	1777	40.6042	43.1073
17099	AGRI	1646	39.7253	43.0522
17100	IGDIR	856	39.9227	44.0523

17110	GOKCEADA	79	40.191	25.9075
17111	BOZCAADA	30	39.8326	26.0728
17112	CANAKKALE	6	40.141	26.3993
17114	BANDIRMA	63	40.3315	27.9965
17116	BURSA	100	40.1875	29.0611
17119	YALOVA	4	40.6589	29.2796
17120	BILECIK	539	40.1414	29.9772
17123	ESKISEHIR ANADO	787	39.8119	30.5287
17126	ESKISEHIR BLG	801	39.7656	30.5502
17128	ESENBOGA	959	40.124	32.9992
17130	ANKARA	891	39.9727	32.8637
17135	KIRIKKALE	751	39.8433	33.5181
17140	YOZGAT	1301	39.8243	34.8159
17145	EDREMIT	21	39.5895	27.0192
17152	BALIKESIR	102	39.6522	27.8896
17155	KUTAHYA	1011	39.4234	29.9834
17160	KIRSEHIR	1007	39.1639	34.1561
17162	GEMEREK	1182	39.185	36.0805
17165	TUNCELI	981	39.1058	39.5408
17172	VAN	1675	38.5012	43.373
17175	AYVALIK	4	39.3113	26.6861
17180	DIKILI	3	39.0737	26.888
17184	AKHISAR	92	38.9118	27.8233
17186	MANISA	71	38.6153	27.4049
17188	USAK	919	38.6742	29.404
17190	AFYONKARAHISAR	1034	38.738	30.5604
17191	CIHANBEYLI	969	38.6503	32.9226
17192	AKSARAY	970	38.3705	33.9987
17193	NEVSEHIR	1260	38.6163	34.7025
17196	KAYSERI	1094	38.687	35.5
17199	MALATYA	950	38.3367	38.2177
17201	ELAZIG	989	38.6443	39.2561
17203	BINGOL	1139	38.8847	40.5007
17204	MUS	1322	38.7509	41.5023
17205	TATVAN	1665	38.5033	42.2808
17207	BITLIS MET.IST.	1573	38.401	42.101
17210	SIIRT	895	37.9319	41.9354
17220	IZMIR	29	38.3949	27.0819
17221	CESME	5	38.3036	26.3724
17232	KUSADASI	25	37.8597	27.2652
17233	DIDIM	44	37.3699	27.2645
17234	AYDIN	56	37.8402	27.8379
17237	DENIZLI	425	37.762	29.0921

17238	BURDUR	957	37.722	30.294
17239	AKSEHIR	1002	38.3688	31.4297
17240	ISPARTA	997	37.7848	30.5679
17242	BEYSEHIR MET.IS	1141	37.6778	31.7463
17244	KONYA	1031	37.9837	32.574
17246	KARAMAN	1018	37.1932	33.2202
17248	EREGLI KONYA	1046	37.5255	34.0485
17250	NIGDE	1211	37.9587	34.6795
17255	KAHRAMANMARAS	572	37.576	36.9228
17261	GAZIANTEP	854	37.0585	37.351
17262	KILIS	640	36.7085	37.1123
17265	ADIYAMAN	672	37.7553	38.2775
17270	SANLIURFA	550	37.1608	38.7863
17275	MARDIN	1040	37.3103	40.7284
17280	DIYARBAKIR	674	37.8973	40.2027
17282	BATMAN	610	37.8636	41.1562
17285	HAKKARI	1727	37.5745	43.7388
17287	SIRNAK MET.IST.	1350	37.5209	42.4523
17290	BODRUM	26	37.0328	27.4398
17292	MUGLA	646	37.2095	28.3668
17294	DALAMAN	12	36.7719	28.7986
17296	FETHIYE	3	36.6266	29.1238
17297	DATCA	28	36.7083	27.6919
17298	MARMARIS	16	36.8395	28.2452
17300	ANTALYA	64	36.8965	30.7127
17310	ALANYA	6	36.5507	31.9803
17320	ANAMUR	2	36.0686	32.8649
17330	SILIFKE	10	36.3824	33.9373
17340	MERSIN	7	36.8051	34.6222
17351	ADANA	23	37.0041	35.3443
17355	OSMANIYE	94	37.0733	36.2457
17370	ISKENDERUN	4	36.5924	36.1582
17372	ANTAKYA	104	36.2048	36.1513
17375	FINIKE	2	36.3024	30.1458
17380	KAS	153	36.2002	29.6502
17602	AMASRA	73	41.7526	32.3827
17604	CIDE	36	41.8822	32.9476
17606	BOZKURT	167	41.9597	34.0037
17608	UZUNKOPRU	45	41.2726	26.7056
17610	SILE	83	41.1688	29.6007
17618	DEVREKANI	1050	41.5996	33.8345
17619	BAHCEKOY	121	41.171	28.9909
17620	BOYABAT	350	41.463	34.7853

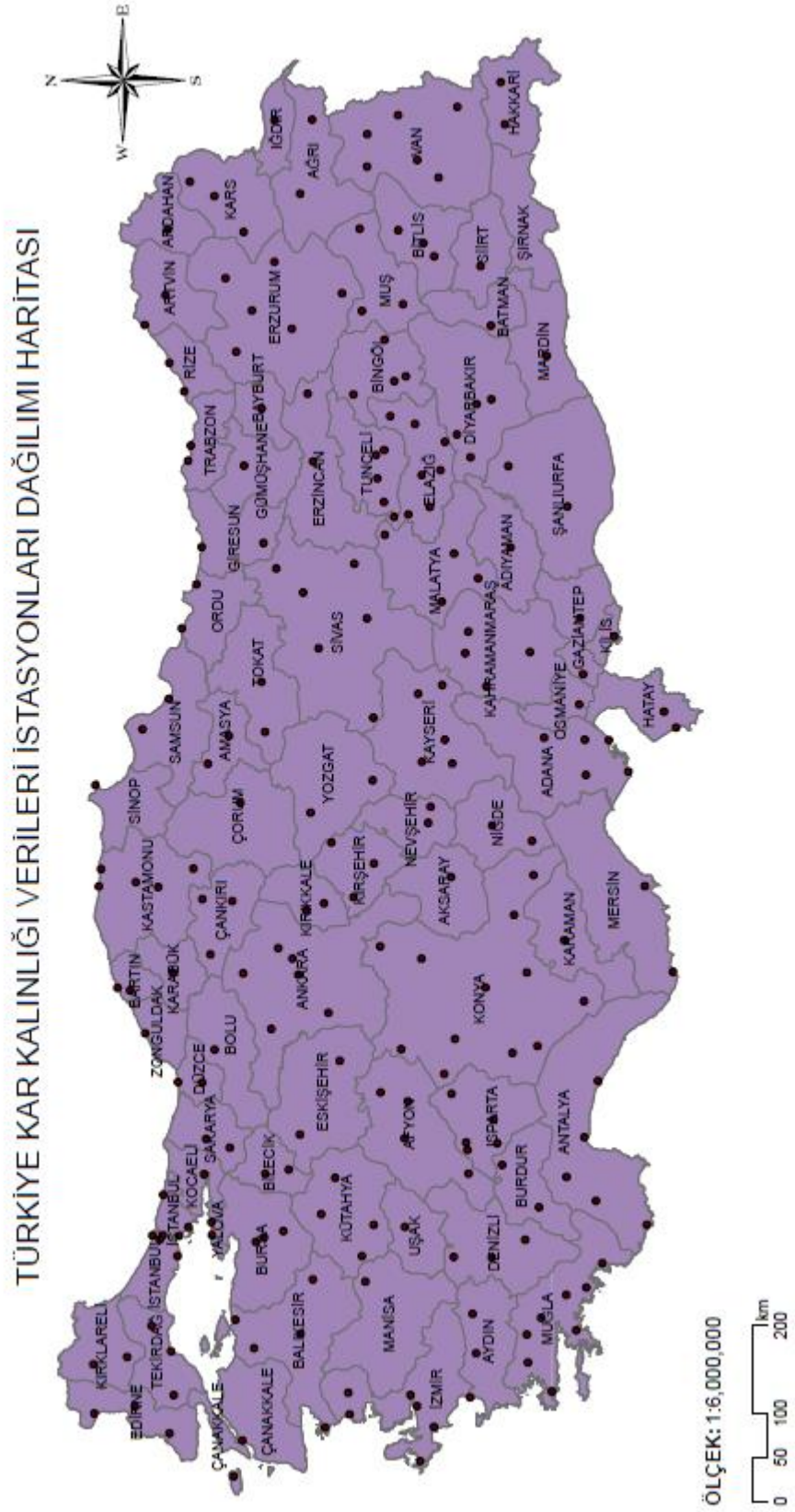
17622	BAFRA	103	41.5515	35.9247
17624	UNYE	16	41.143	37.293
17626	AKCAABAT	3	41.0325	39.5615
17628	PAZAR (RIZE)	78	41.1777	40.8993
17631	LULEBURGAZ	46	41.4001	27.363
17632	IPSALA	81	40.89	26.39
17634	MALKARA	207	40.8873	26.908
17636	FLORYA	37	40.9758	28.7865
17638	KARTAL	28	40.8874	29.1894
17646	CERKES	1126	40.815	32.8831
17648	ILGAZ	885	40.9156	33.6258
17650	TOSYA	870	41.0132	34.0367
17652	OSMANCIK	419	40.9787	34.8011
17656	ARPACAY	1688	40.8431	43.3278
17658	CINARCIK	16	40.6427	29.1063
17662	GEYVE	100	40.5214	30.296
17664	KIZILCAHAMAM	1033	40.4729	32.6441
17666	ISPIR	1223	40.4868	40.9997
17668	OLTU	1312	40.5497	41.9951
17674	GONEN	37	40.1135	27.6426
17676	ULUDAG ZIRVE	1877	40.1075	29.129
17678	YENISEHIR	1700	38.051	40.15
17679	NALLIHAN	886	40.1733	31.332
17680	BEYPAZARI	682	40.1608	31.9172
17681	ZILE	719	40.296	35.8905
17682	SEBINKARAHISAR	1364	40.2872	38.4193
17683	TURHAL	528	40.3753	36.0988
17684	SUSEHRI	1164	40.1623	38.0752
17688	TORTUM	1576	40.3013	41.5409
17690	HORASAN	1540	40.0383	42.1705
17692	SARIKAMIS	2102	40.3329	42.5983
17695	KELES	1063	39.915	29.2313
17700	DURSUNBEY	637	39.5758	28.619
17702	BOZUYUK	754	39.9039	30.0525
17704	TAVSANLI	833	39.5384	29.4914
17712	SORGUN	923	39.8016	35.1805
17716	ZARA	1338	39.8928	37.7473
17718	TERCAN	1429	39.7769	40.3906
17720	DOGUBEYAZIT	1640	39.5396	44.018
17722	BURHANIYE	20	39.4983	26.9755
17726	SIVRIHISAR	1070	39.4453	31.5354
17728	POLATLI	886	39.5834	32.1624
17730	KESKIN	1140	39.6682	33.6118

17732	CICEKDAGI	900	39.6067	34.4235
17734	DIVRIGI	1121	39.3618	38.1142
17736	MAZGIRT	1400	39.018	39.6015
17738	KIGI	230	39.31	40.3491
17740	HINIS	1715	39.3688	41.6957
17742	BERGAMA	53	39.1098	27.171
17746	DEMIRCI MANISA	855	39.0349	28.6482
17748	SIMAV	809	39.0925	28.9786
17750	GEDIZ	736	38.9947	29.4003
17752	EMIRDAG	983	39.0098	31.1463
17754	KULU	1005	39.0788	33.0657
17756	KAMAN	1075	39.3652	33.7064
17760	BOGAZLIYAN	1070	39.1897	35.2532
17762	KANGAL	1521	39.2428	37.389
17764	ARAPKIR	1200	39.0405	38.4875
17766	AGIN	900	38.9413	38.7182
17768	CEMISGEZEK	898	39.0401	38.9177
17770	HOZAT	1485	39.1003	39.2314
17774	KARAKOCAN	1090	38.9425	40.0428
17776	SOLHAN	1366	38.9597	41.0503
17778	VARTO	1510	39.1763	41.4455
17780	MALAZGIRT	1540	39.1436	42.5308
17784	ERCIS	1678	39.0197	43.3382
17786	MURADIYE VAN	1706	38.9898	43.763
17790	BORNOVA	25	38.4722	27.2189
17792	SALIHLI	111	38.4831	28.1234
17796	BOLVADIN	1018	38.7268	31.0477
17798	YUNAK	1148	38.8205	31.7258
17802	PINARBASI KAYSE	1542	38.7251	36.3904
17804	KEBAN	808	38.7947	38.7442
17806	PALU	869	38.6907	39.926
17808	GENC	993	38.7616	40.5577
17810	AHLAT	1730	38.7487	42.475
17812	OZALP	2000	38.6573	43.9767
17820	SEFERIHISAR	22	38.199	26.835
17822	ODEMIS	111	38.2157	27.9642
17824	GUNEY	825	38.1515	29.0587
17826	SENIRKENT	959	38.1047	30.5577
17828	YALVAC	1096	38.283	31.1778
17832	ILGIN	1036	38.2763	31.894
17833	AVANOS	951	38.72	34.8538
17835	URGUP	1068	38.5918	34.9116
17836	DEVELI	1204	38.3744	35.4797

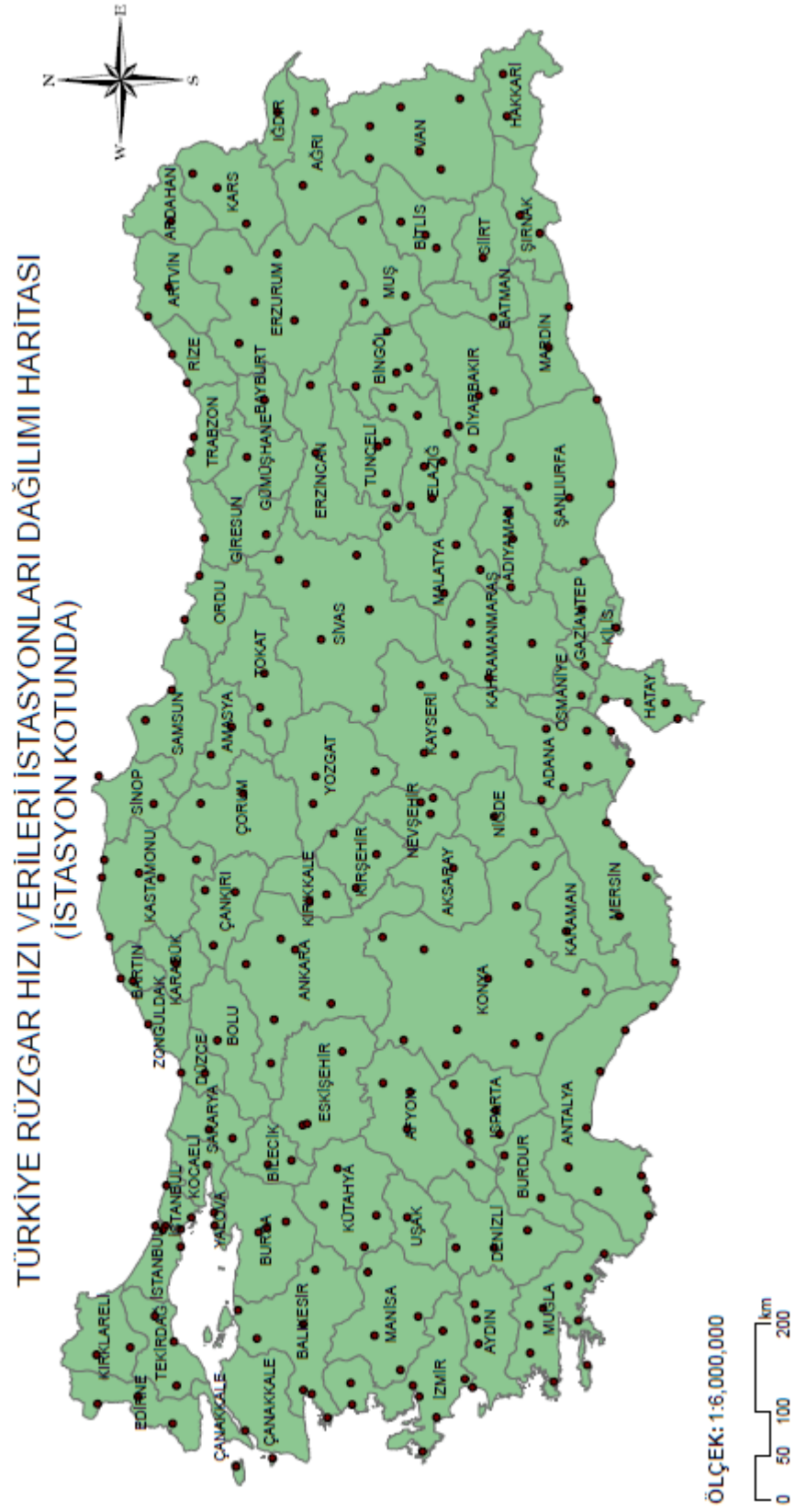
17837	TOMARZA	1402	38.4522	35.7912
17840	SARIZ	1599	38.4781	36.5035
17842	BALABAN	1098	38.4728	37.5913
17843	BASKIL	1300	38.5725	38.8352
17844	SIVRICE	1240	38.4507	39.3101
17846	MADEN ELAZIG	1047	38.3924	39.6757
17847	ERGANI	986	38.267	39.766
17850	SULTANHISAR	73	37.8843	28.1504
17852	GEVAS	1694	38.2963	43.1197
17854	SELCUK	17	37.9445	27.3673
17860	NAZILLI	84	37.9135	28.3437
17862	DINAR	864	38.0597	30.1531
17864	ULUBORLU	1025	38.086	30.4582
17866	GOKSUN	1344	38.024	36.4823
17868	AFSIN	1230	38.2405	36.9167
17870	ELBISTAN	1137	38.2038	37.1982
17871	GOLBASI	900	37.7867	37.6532
17872	DOGANSEHIR	1223	38.0958	37.8873
17874	CERMIK	695	38.1371	39.4644
17880	BASKALE	2286	38.0435	44.0173
17882	EGIRDIR	920	37.8377	30.872
17884	MILAS	57	37.3027	27.7804
17886	YATAGAN	365	37.3395	28.1369
17890	ACIPAYAM	941	37.4337	29.3498
17892	TEFENNI	1142	37.3161	29.7792
17898	SEYDISEHIR	1129	37.4267	31.849
17900	CUMRA	1014	37.5658	32.79
17902	KARAPINAR	996	37.7143	33.5267
17906	ULUKISLA	1453	37.548	34.4867
17908	KOZAN	112	37.4337	35.8188
17910	KAHTA	725	37.7918	38.6155
17912	SIVEREK	801	37.7522	39.3291
17914	HILVAN	589	37.5806	38.9508
17920	YUKSEKOVA	1877	37.5785	44.2862
17924	KOYCEGIZ	24	36.97	28.6869
17926	KORKUTELI	1017	37.0565	30.191
17928	HADIM	1552	36.9696	32.4489
17934	POZANTI	1050	37.4758	34.9022
17936	KARAIKALI	240	37.2505	35.0628
17948	NUSAYBIN	488	37.0833	41.2343
17950	CIZRE	400	37.3326	42.2027
17952	ELMALI	1095	36.7372	29.9121
17954	MANAVGAT	38	36.7895	31.441

17956	MUT	340	36.6514	33.4339
17958	ALATA-ERDEMLI	7	36.6268	34.338
17960	CEYHAN	30	37.0153	35.7955
17962	DORTYOL	29	36.8244	36.1981
17964	ISLAHIYE	518	37.0333	36.6333
17966	BIRECIK	346	37.0281	37.9638
17968	CEYLANPINAR	360	36.8406	40.0307
17970	KALE-DEMRE	25	36.2421	29.979
17974	GAZIPASA	21	36.2715	32.3045
17979	YUMURTALIK	34	36.7687	35.7903
17980	AKCAKALE	365	36.7276	38.9473
17981	KARATAS	22	36.5683	35.3894
17986	SAMANDAG	4	36.0814	35.9492

EK-2.A Kar Verileri İstasyon Dağılım Haritası

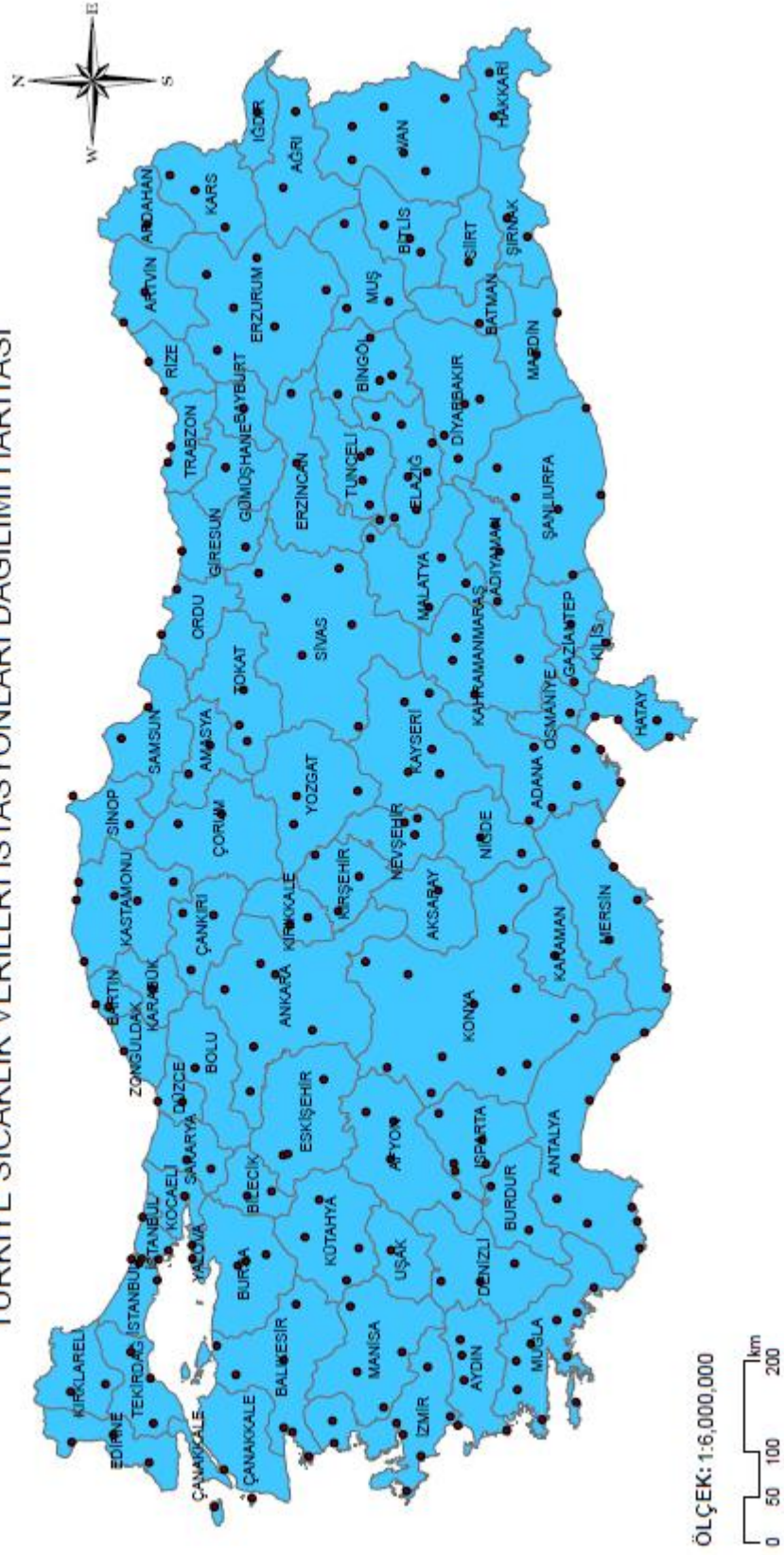


EK-2.B Rüzgar Verileri İstasyon Dağılım Haritası

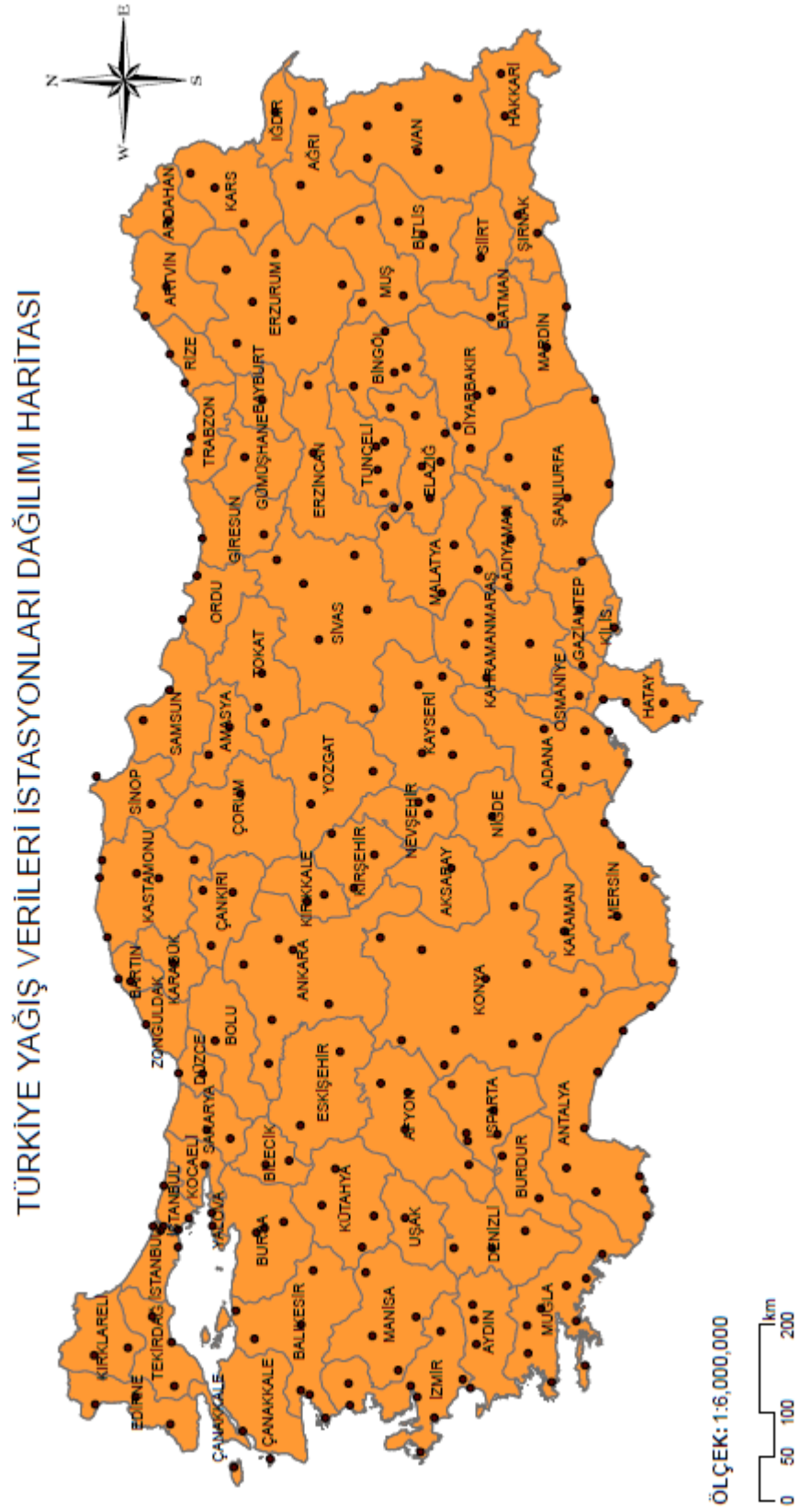


EK 2.C Sıcaklık Verileri İstasyon Dağılım Haritası

TÜRKİYE SICAKLIK VERİLERİ İSTASYONLARI DAĞILIMI HARİTASI



EK 2.D Yağış Verileri İstasyon Dağılım Haritası



ÖZ GEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Enez ALADAĞ
Doğum Yeri ve Tarihi : Manisa - 1990

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi – İnşaat Mühendisliği
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce
Bilimsel Faaliyetleri :

İş Deneyimi

Stajlar : Meta Yapı, Genç İnşaat
Projeler : İstanbul Yeni Havalimanı Projesi, Yunussemre Belediyesi
Millet Çarşısı Projesi
Çalıştığı Kurumlar : Belekoma Yapı Denetim, DSG Construction, Nimtaş İnşaat

İletişim

Adres : Nişancıpaşa Mahallesi Yamanlar Caddesi No:30/8
Şehzadeler/MANİSA
E-Posta Adresi : enezaladag@gmail.com

Akademik Çalışmaları

- Aladağ, E. ve Taşkın, K., “Meteoroloji Verilerinin Yapı Mühendisliğinde Tasarımda Kullanımı”, *International Disaster & Resilience Congress*, Eskişehir (2019). (poster sunumu)

Tarih:22/11/2019