T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

COĞRAFYA ANABİLİM DALI

MARMARA BÖLGESİ'NİN RÜZGAR KLİMATOLOJİSİ VE POTANSİYELİ

Yüksek Lisans Tezi

Hazırlayan

Kaan DAĞDELEN

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Hasan TATLI

Çanakkale-2014

TAAHHÜTNAME

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum "Marmara Bölgesi'nin Rüzgar Klimatolojisi Ve Potansiyeli" adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yaralanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

20/01/2014

Kaan DAĞDELEN

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Kaan DAĞDELEN'e ait **MARMARA BÖLGESİ'NİN RÜZGAR KLİMATOLOJİSİ VE POTANSİYELİ** adlı çalışma, jürimiz tarafından Coğrafya Anabilim Dalı,

YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Üye Doç. Dr. Hasan TATLI

(Danışman)

Üye Yrd. Doç. Dr. Faize SARIŞ

Üye Yrd. Doç. Dr. Mithat ATABAY

Tez No : 10028559

Tez Savunma Tarihi: 3 şubat 2014

ONAY

Doç. Dr. İbrahim Hakkı ÖZTÜRK

Enstitü Müdürü

28. 02. / 2014

ÖZET

Günümüzde birincil enerji kaynakları olarak fosil yakıtların kullanılması atmosfere ve çevreye büyük zararlar vermektedir. Bunların bir sonucu olarak oluşan küresel ısınma her geçen gün artarak dünyayı tehdit etmektedir. Bunun bir çözüm ise temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasıdır. Ne yazık ki, ülkemizde kullanılan yenilenebilir enerji miktarı beklenen düzeyde değildir. Bu yenilenebilir enerji kaynaklarından önemli birisi de rüzgâr enerjisidir. Üstelik ülkemiz, rüzgâr enerjisi açısından çok verimli coğrafik alanlara sahiptir. Bu coğrafik alanlar içinde “Marmara Bölgesi” çok önemli bir yere sahiptir. Ancak, ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi henüz yeterince kavranamamıştır. Türkiye'de tüketilen enerji kaynakları içerisinde, yenilenebilir enerji kaynaklarının diğer fosil temelli enerji kaynaklarına göre düşük bir orana sahip olması, bu durumu çok güzel açıklamaktadır. Bu çalışmada Marmara Bölgesi'nin potansiyel rüzgâr enerjisi ve klimatolojisi incelenmiştir. Bunun temel amacı, rüzgâr enerjisinin önemli bir potansiyel kaynak olduğunu ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda; trend analizi, asal bileşenler analizi ve rüzgar enerji hesaplamaları yapılmıştır. Bu hesaplamalara dayanılarak, haritalar oluşturulmuş ve yorumlanmıştır.

ABSTRACT

Today, the primary energy use of fossil fuels as energy sources gives considerable damage to the atmosphere and environment. The global warming formed as a result of these is increasing day by day threatens our world. One of the solutions is using the clean and renewable energy sources. Unfortunately, the amount of renewable energy used in our country is not at the expected level. One of the major renewable energy sources is wind energy. Moreover, our country in terms of wind energy has very efficient geographic areas. In these geographic areas, "The Marmara Region" has a very important place. However, the importance of renewable energy sources in our country has not yet well understood. The ratio of renewable sources in the consumption of energy resources in Turkey having a low value compared to the other fossil-based energy sources illustrates this situation very well. In this study, the possible potential of wind energy in the Marmara Region and its climatology were examined. Its main purpose is to reveal the importance of wind energy in this area. For this purpose, trend analysis, principal component analysis and wind energy calculations were made. Based on these calculations, the maps has been created and reviewed.

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın konusu “Marmara Bölgesi’nin Rüzgar Klimatolojisi ve Potansiyelidir.” Çalışmada Marmara Bölgesi’ndeki rüzgarların klimatolojisi ve eğilimlerinin, alansal dağılışları ile potansiyel enerji miktarını incelendi.

Bu tezin başlıca amacı bölge için yenilenebilir bir kaynak olan rüzgar enerjisinin önemini ortaya koymak ve bölgedeki rüzgar enerjisinin hali hazırdaki durumu gözler önüne sermektir. Bu bağlamda elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

Yüksek lisans çalışmam sırasında yol gösterici olan tez danışmanım sayın Doç. Dr. Hasan Tatlı’ya ve yaptığı yardımlardan dolayı sayın Prof. Dr. Murat Türkeş’e teşekkür ederim. Ayrıca sonsuz sevgileri ve yardımlarıyla her zaman yanımda olan Aileme ve tüm dostlarıma canı gönülden teşekkür ederim.

ÖZET.....i

ABSTRACT.....ii

ÖNSÖZ.....iii

İÇİNDEKİLER.....iv

KISALTMALAR.....vi

ŞEKİLLER DİZİNİ.....vii

ÇİZELGELER DİZİNİ.....ix

EKLER DİZİNİ.....x

GİRİŞ.....1

1. Problemin tanımlanması.....4

2. Önceki Çalışmalar.....5

BÖLÜM 1 – VERİ VE YÖNTEM..........6

1.1. Veri.....6

1.2. Yöntem.....7

1.2.1. Eğilim Sınamaları.....7

1.2.1.1. Mann - Kendall Sıra İlişki Katsayısı.....7

1.2.1.2. Doğrusal Regresyon Denklemi.....10

1.2.2. Asal Bileşenler Analizi.....13

1.2.3. Potansiyel Rüzgar Hızının Hesaplanması.....15

BÖLÜM 2 - BULGULAR.....19

2.1. Marmara Bölgesi'nin Rüzgar Klimatolojisi.....19

2.2. Marmara Bölgesi Rüzgarlarının Eğilim Sınamalarının Değerlendirilmesi.....25

2.3. Marmara Bölgesi Rüzgarlarının Asal Bileşenler Analizinin Değerlendirilmesi.....33

2.4. Marmara Bölgesi Potansiyel Rüzgar Hızlarının Değerlendirilmesi.....36

SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....47

KAYNAKÇA.....52

EKLER.....58

EK-1. EĞİLİM SINAMASI SONUÇLARI.....59

EK-2. EĞİLİM SINAMASI GRAFİKLERİ.....70

EK-3. HARİTALAR.....99

KISALTMALAR

M-K : Mann - Kendall Sıra İlişki Katsayısı

D-R : Doğrusal Regresyon

ABA : Asal Bileşenler Analizi

AB :Asal Bileşen

MGM : Meteoroloji Genel Müdürlüğü

EİE : Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü

RES : Rüzgar Enerjisi Santrali

ECMWF : European Centre for Medium-Range Weather Forecasts

Bp : British Petroleum

GWEC : Global Wind Energy Council

TÜRSAT : Türkiye Rüzgar Santralleri Atlası

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1:Marmara Bölgesi'nde kullanılan istasyonların haritası.....6
Şekil 1.2:Rotor ölçüsü değişimi ile elde edilen enerji miktarı değişimi.....17

Şekil 2.1:İlk şekil sıcak ikinci şekil ise soğuk dönemde Türkiye genelini ve Kuzeybatı Anadolu'yu etkileyen basınç sistemlerinin şematik ifadesi.....21

Şekil 2.2:ECMWF verilerine göre 850hPa Standart Basınç Düzeyinde Ölçülen Günlük Ortalama Rüzgarlarının Sıklık Dağılımının (%) alansal Dağılışı.....21

Şekil 2.3:Yüzey seviyesinde Türkiye'deki ve Marmara Bölgesi'ndeki rüzgarların yönleri.....22

Şekil 2.4:Kışın Akdeniz Havzası ve Türkiye'de etkili olan hava kütleleri.....23

Şekil 2.5:Yazın Akdeniz Havzası ve Türkiye'de etkili olan hava kütleleri.....24

Şekil 2.6: Marmara Bölgesi'nin eğilim sınaması sonuçlarının sırasıyla kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerindeki dağılımı.....32

Şekil 2.7: Marmara Bölgesi'nin eğilim sınaması sonuçlarının yıllık dağılımı.....33

Şekil 2.8: Marmara Bölgesi'nin kış, ilkbahar ve yaz asal bileşen haritaları.....35

Şekil 2.9: Marmara Bölgesi'nin sonbahar ve yıllık asal bileşen haritaları.....36

Şekil 2.10: Marmara Bölgesi'nin fiziki coğrafya haritası.....37

Şekil 2.11: Marmara Bölgesi'nin sırasıyla kış ve ilkbahar ortalama rüzgar hızları haritaları.....38

Şekil 2.12: Marmara Bölgesi'nin sırasıyla yaz ve sonbahar ortalama rüzgar hızları haritaları.....38

Şekil 2.13: Marmara Bölgesi'nin yıllık ortalama rüzgar hızları haritası.....38

Şekil 2.14: Marmara Bölgesi'nin sırasıyla kışın 10m ve 30m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları.....42

Şekil 2.15: Marmara Bölgesi'nin sırasıyla kışın 50m ve 70m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları.....42

Şekil 2.16: Marmara Bölgesi'nin kışın 100m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....42

Şekil 2.17: Marmara Bölgesi'nin sırasıyla ilkbaharda 10m ve 30m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları.....43

Şekil 2.18: Marmara Bölgesi'nin sırasıyla ilkbaharda 50m ve 70m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları.....43

Şekil 2.19: Marmara Bölgesi'nin ilkbaharda 100m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....43

Şekil 2.20:Marmara Bölgesi'nin sırasıyla yazın 10m ve 30m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları.....44

Şekil 2.21:Marmara Bölgesi'nin sırasıyla yazın 50m ve 70m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları.....44

Şekil 2.22:Marmara Bölgesi'nin yazın 100m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....44

Şekil 2.23:Marmara Bölgesi'nin sırasıyla sonbaharda 10m ve 30m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları.....45

Şekil 2.24:Marmara Bölgesi'nin sırasıyla sonbaharda 50m ve 70m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları.....45

Şekil 2.25:Marmara Bölgesi'nin sonbaharda 100m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....45

Şekil 2.26:Marmara Bölgesi'nin sırasıyla yıllık 10m ve 30m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları.....46

Şekil 2.27:Marmara Bölgesi'nin sırasıyla yıllık 50m ve 70m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları.....46

Şekil 2.28: Marmara Bölgesi'nin yıllık 100m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....46

Şekil 1: Türkiye rüzgar enerjisi santralleri atlası.....49

Şekil 2: Marmara Bölgesi rüzgar enerjisi santralleri atlası.....50

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1: Gouneres'e göre fiziki çevre şartları ve pürüzlülük katsayıları.....18

Çizelge 1.2: Fiziki çevre şartlarına göre istasyonların pürüzlülük katsayıları.....18

Çizelge 2.1: Maramara Bölgesi'nin ABA sonuçlarının yüzde olarak varyansları ve özdeğerleri.....35

Çizelge 2.2: Çeşitli yükseklik seviyeleri ve türbinlerinin kanat çapları esas alınarak yapılan Marmara Bölge'sindeki haritalarda gözlenen maksimum değerler.....41

EKLER DİZİNİ

EK-1. EĞİLİM SINAMASI SONUÇLARI.....59

Ek-1.1: Balıkesir Ayvalık istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....60

Ek-1.2: Balıkesir Bandırma istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....60

Ek-1.3: Balıkesir Burhaniye istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....60

Ek-1.4: Balıkesir Edremit istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....61

Ek-1.5: Balıkesir Gönen istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....61

Ek-1.6: Bilecik istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....61

Ek-1.7: Bursa Keleş istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....62

Ek-1.8: Bursa Osmangazi istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....62

Ek-1.9: Bursa Uludağ istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....62

Ek-1.10: Çanakkale Merkez istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....63

Ek-1.11: Bozcaada istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....63

Ek-1.12: Gökçeada istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....63

Ek-1.13: Edirne İpsala istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....64

Ek-1.14: Edirne Merkez istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....64

Ek-1.15: Edirne Uzunköprü istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....64

Ek-1.16: İstanbul Florya istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....65

Ek-1.17: İstanbul Kartal istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....65

Ek-1.18: İstanbul Kumköy istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....65

Ek-1.19: İstanbul Şile istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....66

Ek-1.20: Kırklareli Merkez istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....66

Ek-1.21: Kocaeli Merkez istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....66

Ek-1.22: Sakarya Geyve istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....67

Ek-1.23: Sakarya Merkez istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....67

Ek-1.24: Tekirdağ Çorlu istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....67

Ek-1.25: Tekirdağ Malkara istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....68

Ek-1.26: Tekirdağ Merkez istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....68

Ek-1.27: Yalova Çınarcık istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....68

Ek-1.28: Yalova Merkez istasyonun eğilim sınaması sonuçları.....69

EK-2. EĞİLİM SINAMASI GRAFİKLERİ.....70

Ek-2.1: Balıkesir Ayvalık istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....71

Ek-2.2: Balıkesir Bandırma istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....72

Ek-2.3: Balıkesir Burhaniye istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....73

Ek-2.4: Balıkesir Edremit istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....74

Ek-2.5: Balıkesir Gönen istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....75

Ek-2.6: Bilecik Merkez istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....76

Ek-2.7: Bursa Keleş istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....77

Ek-2.8: Bursa Osmangazi istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....78

Ek-2.9: Bursa Uludağ istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....79

Ek-2.10: Çanakkale Merkez istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....80

Ek-2.11: Bozcaada istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....81

Ek-2.12: Gökçeada istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....82

Ek-2.13: Edirne İpsala istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....83

Ek-2.14: Edirne Merkez istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....84

Ek-2.15: Edirne Uzunköprü istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....85

Ek-2.16: İstanbul Florya istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....86

Ek-2.17: İstanbul Kartal istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....87

Ek-2.18: İstanbul Kumköy istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....88

Ek-2.19: İstanbul Şile istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....89

Ek-2.20: Kırklareli Merkez istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....90

Ek-2.21: Kocaeli Merkez istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....91

Ek-2.22: Sakarya Geyve istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....92

Ek-2.23: Sakarya Merkez istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....93

Ek-2.24: Tekirdağ Çorlu istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....94

Ek-2.25: Tekirdağ Malkara istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....95

Ek-2.26: Tekirdağ Merkez istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....96

Ek-2.27: Yalova Çınarcık istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....97

Ek-2.28: Yalova Merkez istasyonunun eğilim sınaması grafikleri.....98

EK-3. HARİTALAR.....99

Ek-3.1: Marmara Bölgesi'nin haritası.....100

Ek-3.2: Marmara Bölgesi'nde kullanılan istasyonların haritası.....100

Ek-3.3: Kışın ortalama rüzgar hızları haritası.....101

Ek-3.4: İlkbaharda ortalama rüzgar hızları haritası.....101

Ek-3.5: Yazın ortalama rüzgar hızları haritası.....102

Ek-3.6: Sonbaharda ortalama rüzgar hızları haritası.....102

Ek-3.7: Yıllık ortalama rüzgar hızları haritası.....103

Ek-3.8: Kış AB1'in haritası.....103

Ek-3.9: Kış AB2'in haritası.....104

Ek-3.10: İlkbahar AB1'in haritası.....104

Ek-3.11: İlkbahar AB2'in haritası.....105

Ek-3.12: Yaz AB1'in haritası.....105

Ek-3.13: Yaz AB2'in haritası.....106

Ek-3.14: Sonbahar AB1'in haritası.....106

Ek-3.15: Sonbahar AB2'in haritası.....107

Ek-3.16: Yıllık AB1'in haritası.....107

Ek-3.17: Yıllık AB2'in haritası.....108

Ek-3.18: Kışın 10m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....108

Ek-3.19: Kışın 30m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....109

Ek-3.20: Kışın 30m yükseklikteki, 27m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....109

Ek-3.21: Kışın 30m yükseklikteki, 33m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....110

Ek-3.22: Kışın 50m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....110

Ek-3.23: Kışın 50m yükseklikteki, 44m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....111

Ek-3.24: Kışın 50m yükseklikteki, 48m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....111

Ek-3.25: Kışın 70m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....112

Ek-3.26: Kışın 70m yükseklikteki, 54m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....112

Ek-3.27: Kışın 70m yükseklikteki, 64m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....113

Ek-3.28: Kışın 100m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....113

Ek-3.29: Kışın 100m yükseklikteki, 72m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....114

Ek-3.30: Kışın 100m yükseklikteki, 80m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....114

Ek-3.31: İlkbaharda 10m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....115

Ek-3.32: İlkbaharda 30m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....115

Ek-3.33: İlkbaharda 30m yükseklikteki, 27m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....116

Ek-3.34: İlkbaharda 30m yükseklikteki, 33m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....116

Ek-3.35: İlkbaharda 50m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....117

Ek-3.36: İlkbaharda 50m yükseklikteki, 44m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....117

Ek-3.37: İlkbaharda 50m yükseklikteki, 48m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....118

Ek-3.38: İlkbaharda 70m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....118

Ek-3.39: İlkbaharda 70m yükseklikteki, 54m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....119

Ek-3.40: İlkbaharda 70m yükseklikteki, 64m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....119

Ek-3.41: İlkbaharda 100m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....120

Ek-3.42: İlkbaharda 100m yükseklikteki, 72m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....120

Ek-3.43: İlkbaharda 100m yükseklikteki, 80m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....121

Ek-3.44: Yazın 10m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....121

Ek-3.45: Yazın 30m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....122

Ek-3.46: Yazın 30m yükseklikteki, 27m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....122

Ek-3.47: Yazın 30m yükseklikteki, 33m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....123

Ek-3.48: Yazın 50m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....123

Ek-3.49: Yazın 50m yükseklikteki, 44m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....124

Ek-3.50: Yazın 50m yükseklikteki, 48m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....124

Ek-3.51: Yazın 70m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....125

Ek-3.52: Yazın 70m yükseklikteki, 54m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....125

Ek-3.53: Yazın 70m yükseklikteki, 64m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....126

Ek-3.54: Yazın 100m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....126

Ek-3.55: Yazın 100m yükseklikteki, 72m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....127

Ek-3.56: Yazın 100m yükseklikteki, 80m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....127

Ek-3.57: Sonbaharda 10m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....128

Ek-3.58: Sonbaharda 30m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....128

Ek-3.59: Sonbaharda 30m yükseklikteki, 27m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....129

Ek-3.60: Sonbaharda 30m yükseklikteki, 33m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....129

Ek-3.61: Sonbaharda 50m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....130

Ek-3.62: Sonbaharda 50m yükseklikteki, 44m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....130

Ek-3.63: Sonbaharda 50m yükseklikteki, 48m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....131

Ek-3.64: Sonbaharda 70m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....131

Ek-3.65: Sonbaharda 70m yükseklikteki, 54m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....132

Ek-3.66: Sonbaharda 70m yükseklikteki, 64m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....132

Ek-3.67: Sonbaharda 100m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....133

Ek-3.68: Sonbaharda 100m yükseklikteki, 72m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....133

Ek-3.69: Sonbaharda 100m yükseklikteki, 80m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....134

Ek-3.70: Yıllık 10m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....134

Ek-3.71: Yıllık 30m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....135

Ek-3.72: Yıllık 30m yükseklikteki, 27m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....135

Ek-3.73: Yıllık 30m yükseklikteki, 33m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....136

Ek-3.74: Yıllık 50m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....136

Ek-3.75: Yıllık 50m yükseklikteki, 44m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....137

Ek-3.76: Yıllık 50m yükseklikteki, 48m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....137

Ek-3.77: Yıllık 70m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....138

Ek-3.78: Yıllık 70m yükseklikteki, 54m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....138

Ek-3.79: Yıllık 70m yükseklikteki, 64m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....139

Ek-3.80: Yıllık 100m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....139

Ek-3.81: Yıllık 100m yükseklikteki, 72m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....140

Ek-3.82: Yıllık 100m yükseklikteki, 80m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.....140

Ek-3.83: Marmara Bölgesi kış rüzgar hızlarının eğilim sınaması sonuçları.....141

Ek-3.84: Marmara Bölgesi ilkbahar rüzgar hızlarının eğilim sınaması sonuçları.....141

Ek-3.85: Marmara Bölgesi yaz rüzgar hızlarının eğilim sınaması sonuçları.....142

Ek-3.86: Marmara Bölgesi sonbahar rüzgar hızlarının eğilim sınaması sonuçları.....142

Ek-3.87: Marmara Bölgesi yıllık rüzgar hızlarının eğilim sınaması sonuçları.....143

GİRİŞ

İnsanın doğal ortam ile etkileşiminde kendisine avantaj sağlayan en önemli özelliği enerji kaynaklarından yararlanabilmesidir. Enerjinin yaygın kullanımı önemli bilimsel ve teknolojik gelişmelerin alt yapısını oluşturmaktadır. İnsanların her ortamda ve yüksek yasam standartlarında yasama isteği, enerji ihtiyacını artırıcı bir etken olmaktadır. Bununla birlikte doğal sistemlerin belirli bir taşıma kapasitesi bulunduğundan bu sınır aşıldığında sorunlar ortaya çıkmaktadır. İnsanın göz ardı edemeyeceği bir gerçek, doğal sistemler olmadan var olamayacağıdır.

Gelişen teknoloji nedeniyle enerji tüketimimiz her geçen gün artmaktadır. Gelişmiş ülkelere baktığımızda kişi başına düşen enerji tüketiminin ülkemizdeki değerlerin üzerinde olduğunu rahatlıkla görebiliriz. Gelişmişlik düzeyini belirlerken bile kişi başına tüketilen enerji bir kıstas olarak değerlendirilmektedir (Vardar; Eker 2004).

Dünya 4.6 milyar yıllık tarihi boyunca pek çok iklim değişikliği yaşamıştır. Ancak bunların hiç biri insan eliyle olmamıştır. Hepsi doğal süreçlere bağlı olarak gelişmiş ve son bulmuştur. Lakin günümüzde fosil yakıtların aşırı kullanımı sonucu doğal sera etkisi kuvvetlenmiş ve bu dünyamızın normalden fazla ısınmasına neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak küresel iklim değişikliği meydana gelmektedir.

Türkiye'deki mevcut enerji üretim ve tüketim sistemleri, yerel, bölgesel ve küresel ölçekte hava, su ve toprak kirlenmesine yol açmaktadır. Fosil kökenli yakıtların kullanımından kaynaklanan hava kirleticilerinin ve sera gazı salımlarının, yerel ve bölgesel hava kirliliğinde olduğu kadar, sınırlar ötesi hava kirliliğindeki ve sera etkisindeki payı da giderek artmaktadır (Dündar 1997).

Tüm bu etkilerden kurtulmak ya da en azından etkisini azaltmak için sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeliyiz. Bu kaynaklardan da rüzgar enerjisi hem

tarihsel bağda hem de güncel hayatta kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Dünyada rüzgar enerjisinden ilk olarak MÖ yaklaşık 500 yılında Mısır'da kayıkların bir sahilden diğerine yüzdürülmesi için faydalanılmıştır. MÖ 200 yılında ilk olarak bir eksene tutturulmuş pervaneler ile dönüş hareketi üreten bir makine şeklinde çalışan yel değirmenlerinin yapıldığı da söylenmektedir. Yel değirmenleri MS 10. yüz yıla kadar İran ve Afganistan'da öğütme işlerinde kullanılmıştır. Yel değirmenlerinin kullanımı konusunda yazılı belgelere 12. yüz yılda rastlanmaktadır.1889 yılında ABD'de yel değirmenlerinin üretimini yapan fabrikalar kurumuştur (İlkılıç 2009).

2011 yılı itibariyle küresel rüzgar enerjisi istatistiklerine baktığımız zaman rüzgar enerjisinde kurulu güç bakımından Çin birinci gelmektedir. Bunu sırasıyla ABD ve Almanya takip etmektedir. Türkiye ise kendine ancak 19. sırada yer bulabilmiştir (BP 2012; GWEC 2012).

Türkiye çevresindeki rüzgar enerjisi uygulamaları Türkiye'de de bu potansiyelin varlığına dikkat çekmektedir. Özellikle Marmara ve Ege kıyılarında yel değirmenlerinin bulunması rüzgar gücünün varlığının ve kullanımının bir başka göstergesidir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen çalışmalarda Marmara, Güneydoğu Anadolu ve Ege en büyük potansiyele sahip üç bölge olarak belirlenmiştir (Koç 1998).

Rüzgar enerjisinin kaynağı güneştir. Uzmanların tahmine göre güneş radyasyonunun % 1' i rüzgar enerjisine dönüşmektedir. Bu dönüşen rüzgar enerjisinin % 1' i dünyanın bugünkü günlük enerji ihtiyacına eşdeğerdir (Erdalh; Türe; Türksoy 1995). Peki rüzgar enerjisinin avantajları ve dezavantajları nelerdir?

Uysal (2008)'e göre rüzgar enerjisinin avantajları şunlardır:

1. Temiz, çevreyi kirletmeyen, yakıt gideri olmayan bir enerjidir.
2. Rüzgar enerjisinde iletim masrafı yoktur. Doğadaki rüzgar direkt olarak kullanılabilmektedir.

3. Sürekli bir enerji kaynağıdır. Dışa bağımlılığı yoktur. Sadece yerel imkanlarla enerji elde edilir
4. Özellikle dikkat edilecek başka bir hususta uzun dönem işletme masrafları diğer tüm enerji kaynaklarının içinde en az olanıdır.
5. Rüzgar türbinleri karmaşık makineler değildir. Gayet basit bir şekilde operatöre ihtiyaç duyulmadan çalıştırılabilmektedir. Tamamen otomatik olarak çalışabilecek şekilde dizayn edilmişlerdir. Ayrıca bu şekilde sadece periyodik bakımların yapılması ile 20-30 yıla kadar çalışabilmektedir.
6. Hava kirliliği yaratacak emisyon ve atık ısı oluşturmaz.
7. Artan petrol fiyatları, yeni çevre düzenlemeleri ve aniden ortaya çıkan başka maliyetleri olmadığı için vergi artırımı olarak vatandaşa yük olmaz.
8. Çok yer kaplamaz. Aksine deniz üstü olarak denize kurulabilen cinsleri karadan yer kazanma maksadıyla kullanılabilirler.
9. Patlamazlar, radyasyon yaymazlar. Dolayısıyla tehlikeli değillerdir.
10. Rüzgar türbinlerinin bulunduğu yerler başka amaçlara da hizmet edebilirler (tarla vb).
11. Herhangi bir radyoaktif ışınım tahribatı yaymamaktadır.
12. Rüzgar türbinleri güvenlik açısından oldukça başarılı bir geçmişe sahiptir. Kullanım sonrasında tasfiye edilmeleri diğer enerji tesislerine göre çok kolaydır.
13. Rüzgar yerli bir enerji kaynağıdır. Ayrıca dünya enerji pazarından büyük ölçüde bağımsız olma özelliğine sahiptir.
14. Rüzgar türbinlerinin işletmeye alınması, inşaatın başlamasından ticari üretime geçişine kadar, 3 ay gibi kısa bir sürede gerçekleşebilmektedir.
15. Rüzgar türbinleri modüler olup herhangi bir büyüklükte imal edilebilmekte ve tek olarak ya da gruplar halinde kullanılabilmektedir.

Uysal (2008)'e göre rüzgar enerjisinin dezavantajları şunlardır:

1. Enerji üretimi rüzgara bağımlı olduğu için rüzgar kesilmesi veya azalması ile enerji kaybı oluşur.
2. Rüzgar miktarına bağımlı bir enerji olduğu için sadece yeterli rüzgarın bulunduğu alanlarda kurulabilir.

3. Türbin ilk yatırım maliyetleri yüksek olabilmektedir ancak gittikçe azalan bir maliyet durumu söz konusudur.
4. Büyük döner bir makine oluşundan dolayı çevrede kuş ölümlerine neden olabilmektedir.
5. Rüzgar türbinlerinin kurulacağı alan önemlidir. Örneğin arazinin engebeli oluşu yada sit alanlarına yakınlığı sorun olabilir.
6. Rüzgar türbinlerinin meydana getirdiği ses şiddeti çevreye gürültü olarak yansıyabilir. Bu gürültü türbinden uzaklaştıkça azalma eğilimi gösterir.
7. Türbin kanatlarının dönüşü sırasında parça kopması çevreye tehlike arz edebilir.
8. Türbinler; elektromanyetik dalgaları dağıtabilir veya yönünü değiştirebilir. Bir türbin radyo, televizyon veya mikrodalga ileticisi ile alıcısı arasına kurulduysa elektromanyetik dalgayı dağıta bilir.

1. Problemin Tanımlanması

Fosil kaynakların sınırlı olması, çevre kirliliği, enerji üretimi için kullanılan petrol ve doğal gaz da dışa bağımlılık, her geçen gün artan enerji ihtiyacı problemlerin en başında sayılabilir. Üstelik çalışma konusu olan bölge ülkenin en kalabalık ve en yoğun nüfuslu yeridir. Enerji ihtiyacından dolayı bölge de enerji çeşitliliği zorunluluk haline gelmiştir. Üstelik Türkiye'nin rüzgar enerjisi bakımında en zengin bölgesinin de Marmara Bölgesi olması dikkat çekicidir. Ama tüketilen enerjide rüzgar enerjisinin payı oldukça düşüktür.

Türkiye'de 1990 yılında birincil enerji tüketiminin % 45'i petrol ve % 6'si doğalgazdan sağlanmakta iken, bu oranlar 2010 yılında petrol ve doğalgaz için sırasıyla % 27 ve % 32 olarak gerçekleşmiştir. 2010 yılında Türkiye'de toplam birincil enerji sunusunun %10,7'si yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmıştır. 2010 yılı sonu itibariyle Türkiye'de yenilenebilir enerji arzının % 39'u biokütle kaynaklarından, %38'i hidrolik kaynaklardan, %17'si jeotermal kaynaklardan (ısı ve elektrik olarak), % 2'i rüzgardan (elektrik üretimi olarak), %4'ü ise güneşten (ısı enerjisi olarak) elde edilmiştir (Türkeş 2012).

2. Önceki Çalışmalar

Potansiyel rüzgar enerjisini hesaplama ve rüzgar klimatolojisini hesaplama açısından dünyada ve Türkiye'de çeşitli çalışmalar olmuştur. Bunlardan ülkemizde yapılan çalışmalardan bazıları şunlardır: Bandırma, Bozcaada, Bodrum ve Çeşme bölgeleri için rüzgar enerjisi potansiyelinin belirlenmesi (Dündar 1997), Marmara Bölgesi rüzgar potansiyeli (Vadar; Eker 2004), Türkiye'de enerji sektörü ve rüzgar enerjisi potansiyeli (Oğulata 2003), Ayvalık'ta rüzgar enerjisi potansiyeli(Koç 1998), Türkiye'de rüzgar enerjisi potansiyeli ve kullanımı (Cumali 2009) ve Türkiye'nin modern yüzey rüzgar klimatolojisi araştırılmıştır (Türkeş; Şahin 2013).

Ayrıca Elektrik İşleri Etüt idaresi(EİE) ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü(MGM) tarafından da çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Buna ek olarak Doğu Marmara Kalkınma Ajansı da bu konuyla alakalı çalışmalarda bunup raporlar yayınlamaktadır.

Dünya da bu konuya örnek olan bazı çalışmalar ise şunlardır: Ürdün'ün Rüzgar Enerjisi Potansiyeli (Alghoul; Sulaiman; Azmi ve Wahab 2007), Nijerya'nın Rüzgar Enerjisi Potansiyeli (Adekoya; Adewale 1992), Yemen'in aylık ve mevsimsel rüzgar özelliklerinin ve rüzgar enerjisi potansiyellerinin değerlendirilmesi (Al-Buhairi; Al-Haydari 2012), Senegal'in kuzey kıyısı boyunca rüzgar verilerinin ve potansiyelinin analizi (Youm; Sarr; Sall; Ndiaye ve Kane 2005) ve Akdeniz havzasının rüzgar klimatolojisi (Lavognini ve diğerleri 2006), Yunanistan Mora yarımadasının rüzgar enerjisi potansiyeli(Pneumatikos 1991), Wind energy potential of Gökçeada Island in Turkey (Eskin; Artar; Talun 2006), İnvestigation of wind characteristic and wind energy potential in Kırklareli, Turkey (Gökçek; Bayülken; Bekdemir 2007), İnvestigation of wind characteristic and assesment of Uludağ-Bursa, Turkey (Ucar; Balo 2009) ve benzeri çalışmalar yapılmıştır.

BÖLÜM 1

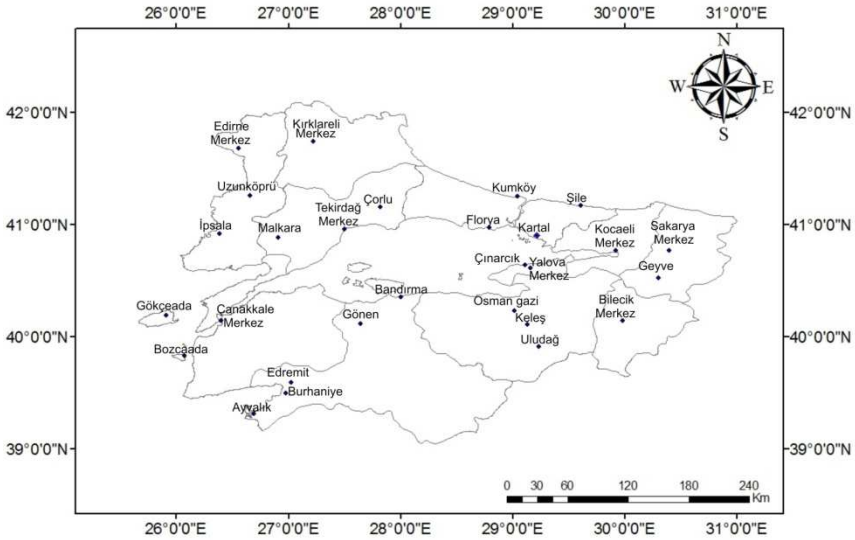
VERİ VE YÖNTEM

1.1. Veri

Çalışmada kullanılacak olan tüm veriler meteoroloji genel müdürlüğünden istenmiştir. Çünkü ülke çapındaki tüm meteoroloji istasyonlarından toplanan meteoroloji verileri, meteoroloji genel müdürlüğünde toplanmakta ve arşiv edilmektedir. Bu sayede ölçümün yapıldığı süre uzunluğunca veri alınabilmekte ve tek bir mercide toplandığı için hiçbir karışıklık olmamaktadır. Bu yüzden tüm veriler buradan alınmıştır.

Alınan veriler ise çalışmaya bağlı olarak Marmara Bölgesi ile sınırlıdır. Çalışma amacı doğrultusunda meteorolojiden Marmara Bölgesi'nin rüzgar hızı, hava sıcaklığı ve basınç veri setleri alınmıştır. Bu verilerden rüzgar hızı verisi yapacağım tüm analizlerde kullanılacaktır. Ancak hava sıcaklığı ve basınç veri setleri ise rüzgar enerjisi potansiyelinde kullanılacak olan havanın yoğunluğunu hesaplamak için gereklidir. Yani ideal gaz yasası tabi alınarak havanın yoğunluğunu hesaplamakta kullanılacaktır.

Şekil 1.1: Marmara Bölgesi'nde kullanılan istasyonların haritası



1.2. Yöntem

Marmara Bölgesi'nin rüzgar hızı verilerine çeşit analizler için aşağıdaki yöntemler uygulanmıştır:

i) Uzun süreli eğilimlerin, değişim noktalarının ve anlamlı düşük ya da yüksek rüzgar hızı dönemlerinin belirlenmesi için, *Mann - Kendall sıra ilişki katsayısı sınaması* ve *Mann - Kendall sıra ilişki katsayısının ardışık çözümlemesi*,

ii) Eğilimlerin belirlenmesi için d*oğrusal Regresyondaki bağımsız değişken x'in* katsayısı, *ß'nın* anlamlılığı *Student-t* hipotez testi,

iii) Yıllar arası değişimleri gidererek, uzun süreli eğilimleri ve dalgalanmaları görsel olarak belirlemek için 9 noktalı *Gauss Süzgeci*,

iv) Verinin içindeki benzerlik ve farklılıkları göstermek ve verinin boyutu azaltarak onun haritasını çıkartmak için Asal *Bileşenler Analizi*,

v) Rüzgar hızlarından potansiyel rüzgar enerjisini hesaplamak için potansiyel rüzgar hızı hesaplaması yaklaşımları uygulanmıştır.

1.2.1. Eğilim Sınamaları

1.2.1.1. *Mann - Kendall Sıra İlişki Katsayısı* (*u*(*t*))

Parametrik olmayan bir eğilim sınaması yöntemidir. Orijinal x_i değerleri yerine sıralı dizideki sıra numaralarına karşılık gelen y_i değerleri kullanılarak, her y_i değeri için $(i > j)$olmak üzere kendisinden önceki y_j elemanlarının sayısı şeklinde tanımlanan bir n_i sayısı, $y_i > y_i$ olan sıra numaralarının sayısı hesaplanarak bulunur: Dizideki ilk sıra numarası y_1, dizide kendinden önceki tüm y_i'lerin sıra numaralarıyla karşılaştırılır. Değeri y_1'den küçük olan tüm y_i'lerin sayısı hesaplanır ve bu sayı n_1 olarak gösterilir. Sonra ikinci sıra numarası y_2 kendinden önceki tüm terimlerin sıra numaralarıyla karşılaştırılır; y_2'den

küçük önceki terimlerin sayısı hesaplanır ve bu sayı n_2 olarak gösterilir. Bu işlem dizideki her y_i terimi için y_n'e kadar sürdürülür. Sınama örneklem değeri, t,

$$t = \sum_{i=1}^{n} n_i \tag{1.1}$$

eşitliğiyle gösterilir. Sınama örneklem değerinin dağılım fonksiyonu, boş hipotez altında asimtotik normaldir. Dağılım fonksiyonunun ortalaması $\big(E(t)\big)$ve varyansı $(var(t))$,

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \tag{1.2}$$

$$var(t) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \tag{1.3}$$

eşitlikleriyle gösterilir. Sınama örneklem değeri, $u(t)$,

$$u(t) = [t - E(t)] \,/\, \sqrt{var(t)} \tag{1.4}$$

eşitliği ile gösterildiğinde, boş hipotez $|u(t)|$'nin büyük değerleri için reddedilir. Eğer α_1'in olasılığı, bir standart normal dağılım tablosu kullanılarak,

$$\alpha_1 = P(|u|\rangle|u(t)|) \tag{1.5}$$

şeklinde belirlenirse, H_0, $\alpha_1 > \alpha_0$ ya da $\alpha_1 < \alpha_0$ olma durumuna bağlı olarak sırasıyla kabul ya da reddedilir. Hesaplanan $u(t)$ değerinin, % 5 ya da % 1 düzeyinde anlamlı olması durumunda, $u(t) > 0$ ise artan $u(t) < 0$ ise azalan yönde bir eğilimin varlığından söz edilebilir (Türkeş 2012).

Mann - Kendall $u(t)$ sınama örneklem değerinin ardışık analizi, gözlem dizisinde anlamlı bir eğilim bulunması durumunda, eğilimin başlangıcını ve genel olarak gözlem dizisindeki değişiklik noktasını ya da noktalarını bulmak için kullanılan bir yöntemdir. Ardışık analiz iki aşamada gerçekleştirilir (Türkeş 2012).

i) $u(t_i)$' lerin elde edilmesi:

Önce t_i' ler bulunur. Bu ise her t_i değeri için $n_k$değerlerinin toplamına eşittir. Başka sözlerle, $i = 1, \ldots, n$'e kadar bir dizi için t'lerin i' nci terime kadar n_k' ların toplamından,

$$t_i = \sum_{k=1}^{1} n_k \tag{1.6}$$

oluşur. Bu işlem i'inci terime kadar sürdürülür:

$$t_1 = \sum_{i=1}^{1} n_i \, , t_2 = \sum_{i=1}^{2} n_i \, , \ldots \tag{1.7}$$

Dağılımın ortalaması,

$$E(t_i) = \frac{i(i-1)}{4} \tag{1.8}$$

varyansı,

$$var(t_i) = \frac{i(i-1)\cdot(2i+5)}{72} \tag{1.9}$$

ve anlamlılık ya da hipotez sınaması,

$$u(t_i) = [t_i - E(t_i)]/\sqrt{var(t_i)} \tag{1.10}$$

yazılır.

Yukarda verilen basit eşitlikler kullanılarak da $u(t_i)$'ler hesaplanır. Böylece ardışık analiz için gerekli olan $u(t_i)$ dizisi elde edilmiş olur.

ii) $u'(t)$'lerin elde edilmesi:

Bu aşamada $u'(t_i)$'ler, $u(t_i)$'lerin bulunmasında kullanılan yöntem, bu kez büyükten küçüğe sıralanan i' dizisinden elde edilen y_i' sıra numaralarından oluşan dizinin sonundan başlangıcına doğru geri yönde yinelenerek hesaplanır.

Bu durumda $i < j$ olmak üzere $y_i' > y_j'$ sayılarak her y_i' değeri için y_j' değerlerinin n_i' sayısı hesaplanır. Bu değerler, $n_i + n_i' = y_1 - 1$ olduğu için, ilk hesaplamanın (n_i değerlerinin) kontrol edilmesini de sağlar. Ayrıca, n_i' değerleri ilk bulunan y_i değerlerinden yararlanılarak da elde edilebilir. Bunun için $i = 1, \ldots, n$'e kadar her i değerine karşılık

gelen y_i değerinden sonra ve ondan küçük olan $(y_i > y_{i+1})$değerlerinin sayısı, o y_i değeri için $n_i^{'}$ olarak bulunur.

$n_i + n_i^{'} = y_i - 1$ kontrolü yapılır. (1.11)

Bu aşamada t_i'leri hesaplamak için, yukarıda t_i'ler için yapılan işlem $i = 1, \ldots n$'e kadar $t_i^{'}$'ler için de yapılır. Sonra yine her $t_i^{'}$ değeri için $u^{'}(t_i^{'})$ değerleri hesaplanır. İşaretleri değiştirilen $u^{'}(t_i^{'})$ değerleri $(u^{'}(t_i^{'}) = -u^{'}(t_i^{'}))$, $u(t_i^{'})$ sütununu oluşturur. Bu noktada, $u^{'}(t_1) = u(t_n)$ kontrolü de yapılır.

1.2.1.2. *Doğrusal Regresyon Denklemi* Çözümlemesi ve ß'nın Anlamlılığı için Student *t* Testi

Parametrik bir eğilim sınaması yöntemidir ve parametrik olmayan sınamaları desteklemek için kullanılır. Günümüzde $ß_0$ ve $ß_1$ parametrelerinin tahmini için kullanılan en yaygın yöntemlerden biri regresyon yöntemidir. Kitle regresyon denkleminde yer alan $ß_0$ ve $ß_1$ parametrelerinin örneklerinden elde edilen kestirimleri $ß_0$ ve $ß_1$ olarak ele alındığında, tek değişkenli regresyon doğrusunun denklemi,

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \epsilon \quad (1.12)$$

biçimindedir. Denklemde yer alan $ß_0$ ve $ß_1$ terimlerinin değerlerini bulmak için kullanılan regresyon yönteminin temelini, toplam sapmalarının karelerinin toplamanı en küçük yapacak değerlerin bulunması oluşturmaktadır (Ryan 1997; Uğur 2009).

Bu test istatistiği parametrik olup, uzun süreli değişim tiplerinin belirlenmesinde parametrik olmayan yöntemleri desteklemek için kullanılır. Bu yöntem kullanılarak çizilen doğrusal regresyon eğilimin doğasını ve büyüklüğünü vermektedir.

Bu sınama için hipotezler şu şekilde ifade edilir:

H_0: Gözlemler herhangi bir eğilim içermiyor.

H_1: Gözlemler herhangi bir eğilim içeriyor.

D-R katsayısı ß'nın anlamlılığı için *Studen t* testi aşağıdaki gibi hesaplanır:

i) Doğrusal regresyon hesaplamaları için gerekli olan temel eşitlikler:

$i = 1,2, \ldots n$'e kadar, X_i ve Y_i, iki değişkene ait diziler olmak üzere:

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} \tag{1.13}$$

$$\overline{Y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i}{n} \tag{1.14}$$

$$x_i = X_i - \overline{X} \tag{1.15}$$

$$\alpha = \overline{Y} \tag{1.16}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^{n} x_1^2} \tag{1.17}$$

$$\hat{Y}_i = a + b \cdot x_i \tag{1.18}$$

$$Y = a + bx \tag{1.19}$$

ii) $\hat{\beta}$'nın anlamlılığı için hipotez testi (*Student t* testi):

a. *Y*'nin varyansı, s^2, aşağıdaki gibi kestirilir:

$$s^2 = \frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^{n} \left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2 \tag{1.20}$$

Burada, $\hat{Y}_i$, $\hat{Y}_i = \alpha + \hat{\beta} x_i$ eşitliği ile kestirilen regresyon çizgisi üzerindeki *Y*'nin uydurulan değeridir. s^2'ye, 'residual varyans' da denir; *s* ise *Y*'nin standart hatası olarak adlandırılır.

b. β'nın (eğimin) anlamlılığı için *Student t* testi gerçekleştirilir:

$$t = \frac{\hat{\beta} - \beta}{\sqrt{s^2 / \sum_{i=1}^{n} x_i^2}} \tag{1.21}$$

t, $(n-2)$ bağımsızlık sayısıyla birlikte *Student t* dağıtılır.

Yukarda verilen eşitlik daha kolay yazılabilir:

$$t = \frac{\hat{\beta} - \beta}{S_{\hat{\beta}}} \tag{1.22}$$

burada;

$$S_{\hat{\beta}} = s / \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \tag{1.23}$$

β'nın standart hatası ya da tahmini standart sapma olarak adlandırılır.

Sınama örneklem değeri *t*, $(n-2)$ bağımsızlık sayısıyla birlikte *Student t* dağılır. "Gözlemler bir eğilim göstermiyor"(ya da Gözlemlerde herhangi bir eğilim yoktur) boş hipotezi, dağımın iki yanlı şekline göre $|t|$'nin büyük değerleri için $\left(|t| \geq t_{\alpha/2}\right)$ reddedilir (Türkeş 2012).

Gauss Süzgeci

Gauss süzgeci, uzun süreli gözlem dizilerindeki on yıl ve daha uzun süreli dalgalanmaları incelemek için kullanılan düşük geçirimli bir süzgeçtir. Düşük sıklıklı dalgalanmaları içeren dizilerde kullanıldığından değişiklikleri en aza indiren anlamında düşük geçirimli olarak ifade edilmektedir. Gauss süzgeci aşağıdaki denklemle ifade edilebilir.

$$\overline{X}_t = \sum_{i=-m}^{+m} w_i \cdot X_{t+i} \tag{1.24}$$

Denklemde ifade edilen X_t, t'inci terim için hesaplanan süzgeç değeri ve $i = -m$'den $i = +m$'e kadar, t'nin iki yanındaki X_i değeri ile çarpılan ağırlığa karşılık gelmektedir. Normal dağılıma göre ağırlıkların toplamı 1'e eşit olmalıdır (Türkeş, 1995).

Gauss süzgecinde birbirini izleyen terimlerin ağırlıkları, merkez ağırlıktan öne ve geriye doğru simetrik olarak değişmektedir. Hesaplanan ilk değer, 5'inci sıradaki değerdir ve aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$X_5 = [(X_1 \cdot 0.01) + (X_2 \cdot 0.05) + (X_3 \cdot 0.12) + (X_4 \cdot 0.20) + (X_5 \cdot 0.24) + (X_6 \cdot 0.20) + (X_7 \cdot 0.12) + (X_8 \cdot 0.05) + (X_9 \cdot 0.01)] \quad (1.25)$$

$$X_4 = [(X_1 \cdot 0.0484) + (X_2 \cdot 0.1188) + (X_3 \cdot 0.2039) + (X_4 \cdot 0.2443) + (X_5 \cdot 0.2039) + (X_6 \cdot 0.1188) + (X_7 \cdot 0.0484) + (X_8 \cdot 0.0135)] \quad (1.26)$$

$$X_3 = [(X_1 \cdot 0.1248) + (X_2 \cdot 0.2148) + (X_3 \cdot 0.2568) + (X_4 \cdot 0.2143) + (X_5 \cdot 0.1248) + (X_6 \cdot 0.0508) + (X_7 \cdot 0.0142)] \quad (1.27)$$

$$X_2 = [(X_1 \cdot 0.2448) + (X_2 \cdot 0.2934) + (X_3 \cdot 0.2448) + (X_4 \cdot 0.1426) + (X_5 \cdot 0.0581) + (X_6 \cdot 0.0162)] \quad (1.28)$$

$$X_1 = [(X_1 \cdot 0.3885) + (X_2 \cdot 0.3242) + (X_3 \cdot 0.1869) + (X_4 \cdot 0.0769) + (X_5 \cdot 0.0214)] \quad (1.29)$$

1.2.2. Asal Bileşenler Analizi

Asal bileşenler analizi (ABA) orijinal *p* adet değişkenin, yani boyutun daha az sayıda ortogonal değişkene indirgeme yöntemidir. Bir başka söylemle, aralarında ilişki bulunan *p* sayıda değişkenin, daha az sayıda ($p > k$) değişkene ortgonal bir dönüşüm ile indirgenmesi yaklaşımına ABA denir Veri matrisinde yer alan *p* değişkenin doğrusal bileşenlerini bulmak için kovaryans matrisinin ya da korelasyon matrisinin özdeğerleri ve özvektörleri kullanılır. Eğer değişkenler aynı birim veya karşılaştırılabilir mertebeyse korelasyon matris, aksi *varyans-kovaryans* matrisi kullanılır (Tatlı 2012).

ABA ‘nın üç temel amacı vardır:

1. Verilerin boyutunu azaltmak,
2. Tahminleme yapmak,
3. Veri setini, bazı analizler için görüntülemek.

ABA uyguladığımızda sürecin sonunda bu *p* boyutlu uzayın gerçek boyutu belirlenir. Bu gerçek boyuta *asal bileşenler* adı verilir. Asal bileşenlerin üç özelliği vardır:

1. İlişkisizdirler.
2. Birinci temel bileşen toplam değişkenliği en çok açıklayan değişkendir.
3. Bir sonraki temel bileşen kalan değişkenliği en çok açıklayan değişkendir.

Korelasyon ve Kovaryans Matrisleri

Asal bileşenler analizinde değişkenlerdeki değişim yapısı korelasyon ya da kovaryans matrisleri üzerinden incelenir. Analizin hangi matris üzerinden yapılacağı değişkenlerde birim farklılığı olup olmamasına ve değişken varyanslarının yakın değerler alıp almamasına bağlıdır.

Birinci Asal Bileşen

Birinci asal bileşen değişkeni $y_1=a_1^t(x-\mu)$, a_1 varyansı en çok açıklayan en büyük özdeğere karşılık gelen özvektördür. $a_1^t a_1=1$ koşulu sağlandığından $\mathrm{Var}(y_1) = \lambda_1$ dir ve Varyans-Kovaryans matrisinin (Σ) en büyük özdeğeridir.

İkinci Asal Bileşen

İkinci asal bileşen değişkeni $y_2=a_2^t(x-\mu)$, birinci asal bileşenle ortogonaldır *x'* lerin lineer kombinasyonunun, $a_2^t(x-\mu)$, varyansını maksimum yapan, $a_2^t a_2=1$ koşulunu sağlayan ikinci en büyük özvektördür.

Asal Bileşen Skorları

Asal bileşen değişkenlerini daha sonraki analizlerde kullanabilmek için asal bileşen skorları hesaplanır. Bir başka söylemle r. deney birimine karşılık gelen j. temel bileşen $y_j=a_j\, t(x\, r-\mu)$ olarak gösterilir.

Yük Vektörleri

Yük vektörleri her bir asal bileşenin, gözlem istasyonu verileri ile olan ilişki katsayılarıdır (Tatlı 2012).

1.2.3. Potansiyel Rüzgar Hızının Hesaplanması

Türbinin farklı yönlerine rüzgar tarafından farklı basınç kuvveti uygulanmaktadır. Türbinler kurulmadan önce basınç mukavemet testlerine sokulurlar. Çok aşırı rüzgar hızlarında yüksek titreşimler meydana gelmektedir. Türbin rezonansa gelmemesi için kanat kendini korumaya alarak bu güçlerden korunmaya çalışır. Rüzgar havanın yoğunluğuna bağlı olarak ağırlığının etkisiyle kuvvet uygulamaktadır (Yücel 2009). Rüzgar hava moleküllerinden meydana gelmektedir ve bu hava molekülleri bir ağırlığa sahiptir. Ayrıca bu hava molekülleri bir potansiyel enerjiye sahip olduğundan, hareket etmesi sonucunda kinetik enerjiye dönüşmektedir (Burton vd. 2000). Herhangi bir nokta için rüzgar gücü matematiksel olarak aşağıdaki eşitlikle tanımlanmaktadır (Adekoya; Adewale 1992).

$$P = \frac{1}{2}\,\rho\,u^3 \tag{1.30}$$

Bu formülde:

P : rüzgar potansiyeli (W/m^2)

ρ : havanın özkütlesi (kg/m^3)

u : rüzgar hızı (m/s)

Buradaki ρ ideal gaz denkleminde şu şekilde hesaplanır:

$$\rho = \frac{P}{(R_d.T)} \tag{1.31}$$

Burada:

p : basınç (kPa)

R_d: kuru hava gaz sabiti (0.287,053kPa$\cdot$K$^{-1}\cdot$m$^3\cdot$kg^{-1})

T : sıcaklık(Kelvin)

Hesaplanan rüzgar gücünün dönüştürülebilecek maksimum miktarı, bu değerinin 16/27'si kadardır. Bu oran Betz maksimumu olarak adlandırılmaktadır (Adekoya; Adewale 1992). Bu durumda dönüştürülebilecek maksimum rüzgar gücü aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

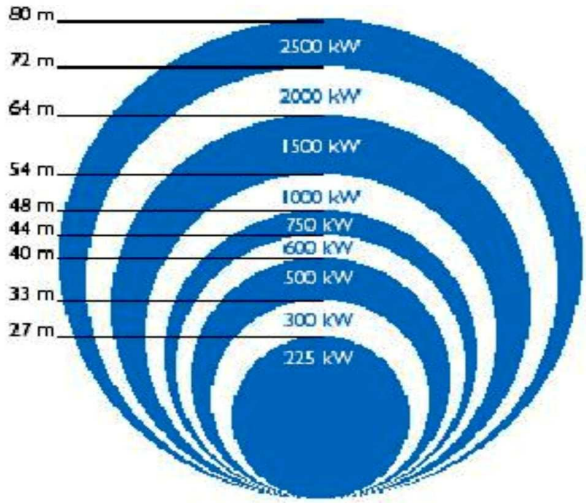
$$P = \frac{16}{27}\frac{1}{2}\rho u^3 \tag{1.32}$$

Ayrıca bu formüle rüzgar türbinin süpürme alanı da eklenerek rüzgar potansiyeli hakkında daha doğru bilgiye ulaşılabilir. Bu sayede formülün son hali şu şekilde yazılabilir (Ağçay 2007).

$$P = \frac{16}{27}\frac{1}{2}\rho u^3 \pi r^2 \quad (1.33)$$

Rotorun süpürme alanı rüzgardan ne kadar enerji elde edileceğini belirler. Rotor çapının arttırılması ile süpürme alanının artması sağlanır. 1 MW'lık bir rüzgar türbininde rotor çapı 54m'dir (Ağçay 2007).

Şekil 1.2:Rotor ölçüsü değişimi ile elde edilen enerji miktarı değişimi (Ağçay 2007).



Belirli bir yükseklikte ölçülmüş rüzgar hızı kullanılarak, herhangi bir yükseklikteki rüzgar hızı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır (Adekoya; Adewale 1992).

$$\frac{u_1}{u_2} = \left(\frac{H_1}{H_2}\right)^{k_1} \quad (1.34)$$

Burada :

H_1 : rüzgar hızının ölçüldüğü yükseklik(m)

H_2 : rüzgar hızının hesaplanacağı yükseklik (m)

u_1 : H_1 yüksekliğinde ölçülen rüzgar hızı (m/s)

u_2 : H_2 yüksekliğinde ölçülen rüzgar hızı (m/s)

k_1 : pürüzlülük katsayısıdır.

Pürüzlülük katsayısı, ölçüm noktası çevresinin topografyasına ve yüzey yapılarına bağlı olarak değişmektedir.

Çizelge 1.1: Gouneres'e göre fiziki çevre şartları ve pürüzlülük katsayıları (Gureres 1982).

Pürüzlülük katsayısı (k)	Arazi Özelliği
0,10 - 0,13	Pürüzsüz (deniz, kar, kum)
0,13 – 0,20	Az pürüzlü (kısa çim, kırsal alan)
0,20 – 0,27	Pürüzlü (ormanlar, banliyö)
0,27 – 0,40	Çok pürüzlü (şehir alanı, uzun binalar)

Çizelge 1.2: Fiziki çevre şartlarına göre istasyonların pürüzlülük katsayıları.

17050	EDİRNE(MERKEZ)	0.40
17052	KIRKLARELİ(MERKEZ)	0.40
17054	TEKİRDAĞ(ÇORLU)	0.40
17056	TEKİRDAĞ(MERKEZ)	0.40
17059	İSTANBUL(KUMKÖY)	0.40
17066	KOCAELİ(MERKEZ)	0.40
17069	SAKARYA(MERKEZ)	0.40
17110	GÖKÇEADA	0.20
17111	BOZCAADA	0.20
17112	ÇANAKKALE(MERKEZ)	0.40
17114	BALIKESİR(BANDIRMA)	0.40
17116	BURSA(OSMANGAZİ)	0.40
17119	YALOVA(MERKEZ)	0.40
17120	BİLECİK	0.40
17145	BALIKESİR(EDREMİT)	0.40
17175	BALIKESİR(AYVALIK)	0.40
17608	EDİRNE(UZUNKÖPRÜ)	0.40
17610	İSTANBUL(ŞİLE)	0.40
17632	EDİRNE(İPSALA)	0.40
17634	TEKİRDAĞ(MALKARA)	0.40
17636	İSTANBUL(FLORYA)	0.40
17638	İSTANBUL(KARTAL)	0.40
17658	YALOVA(ÇINARCIK)	0.40
17662	SAKARYA(GEYVE)	0.40
17674	BALIKESİR(GÖNEN)	0.40
17676	BURSA(ULUDAĞ)	0.40
17695	BURSA(KELEŞ)	0.40
17722	BALIKESİR(BURHANİYE)	0.40

BÖLÜM 2

BULGULAR

2.1. Marmara Bölgesi'nin Rüzgar Klimatolojisi

Yeryüzüne göre yatay doğrultuda hareket eden havaya yada hava kütlesine rüzgar denir (Türkeş 2010). Farklı bölgelerdeki basınç gradyanlarından dolayı oluşur ve koriolis kuvveti, merkezkaç kuvveti ve sürtünme kuvvetinin etkisiyle de yön ve hız gibi özellikleri şekillenir.

Dünyanın en büyük iç denizi durumunda olan Akdeniz buraya gelen hava kütleleri için adeta ikinci kaynak bölgesi durumundadır. Onun için Türkiye bir Akdeniz ülkesi olduğundan ve yurdumuzu etkileyen bütün hava kütlelerine direkt yada indirekt olarak etki etmesinden dolayı Akdeniz'in de adını kullanarak Akdeniz'i etkileyen hava kütleleri demek daha doğru olur. Zira, Türkiye'nin iklim ve hava koşulları üzerinde esas rolü Akdeniz'e kendi kaynak sahasının özellikleriyle yönelen ve daha sonra Akdeniz'de termik ve dinamik değişikliklere uğrayan hava kütleleri oynamaktadır (MGM 2007).

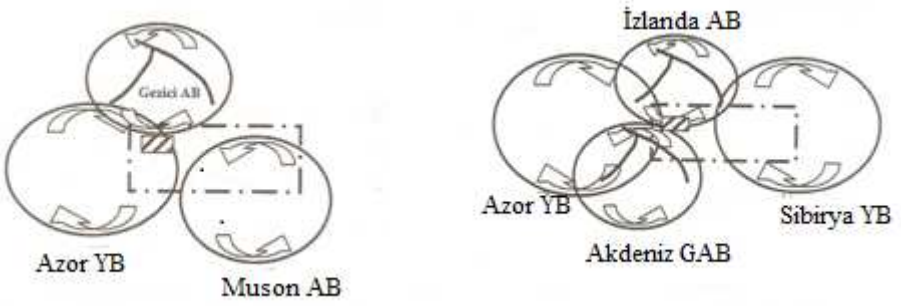
Türkiye, bulunduğu matematiksel konuma bağlı olarak, subtropikal yüksek basınç sistemleri ile polar cephe sistemlerinin geçiş alanında bulunmaktadır. Bölgede yerel olarak basınç ve rüzgar durumu yıl içinde önemli sayılacak değişme gösterir. Nitekim yaz döneminde Karadeniz üzerinde denizin etkisine bağlı olarak bir nispi yüksek basınç, iç kısımlarda ise havanın sıcak olmasından dolayı alçak basınç egemen olur. Bu nedenle yaz döneminde Karadeniz üzerinden iç kesimlere doğru sürekli bir hava akımı meydana gelir. Kışında bu durum bazı yerler dışında devam eder. Bu yüzden genel olarak bölgede yıllık hakim rüzgar yönü kuzey sektörlüdür (Atalay; Mortan 2011). Buna bir örnek de Çanakkale yöresindedir. Çanakkale'de egemen rüzgar yönü, tüm aylarda ve yıllık olarak kuzey-kuzeydoğu'ludur (KKD, yıldız-poyraz arası). KKD yönünden esen rüzgarın eseme sıklığı, yıl içinde yaklaşık olarak % 35 ve % 50 arasında değişir. Egemen rüzgar yönünün

yıl boyunca ağırlıklı olarak KKD olması, Çanakkale'nin coğrafi olarak egemen (kuzeyli) bölgesel basınç ve rüzgar sistemlerine karşı uygun konumu ve Çanakkale Boğazı'nın (çevresindeki yükseltilerin -sırtların, platoların ve tepelerin de yardımıyla), her çeşit kuzeyli dolaşımdan kaynaklanan hava akımlarını kabaca KD' dan GB' ya doğru yönlendirmesiyle bağlantılıdır. Yaz ayları dışında, orta enlem ve Akdeniz siklonlarının etkisiyle, esme sıklığı düşük olmakla birlikte Çanakkale'de GB ve GGB yönlü rüzgarlar da eser (Türkeş 2012).

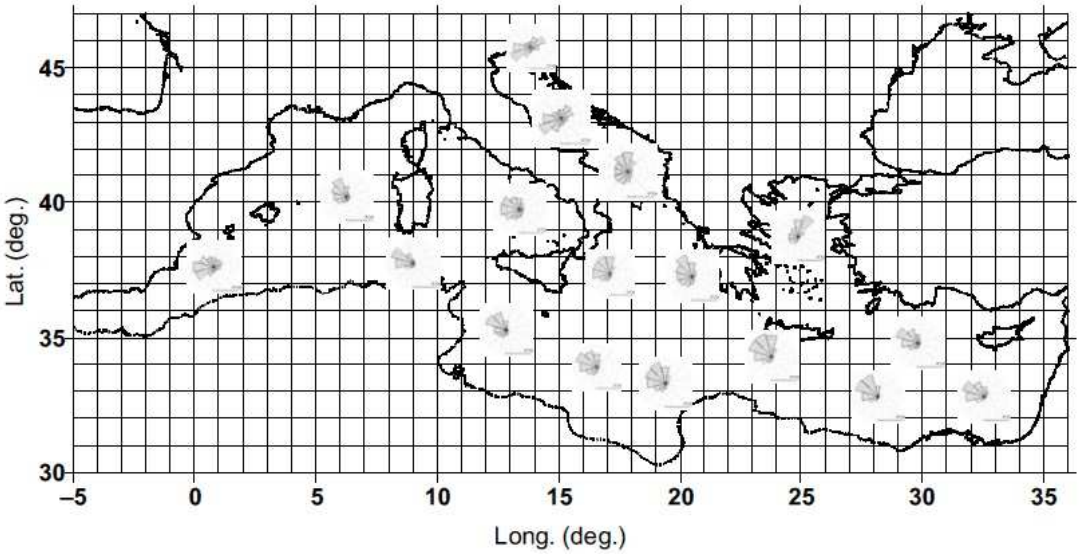
Türkiye üzerindeki yere yakın egemen hava akımları, kış aylarında Doğu Avrupa'ya kadar yayılan geniş alanlı Sibirya antisiklonu ve polar cephe siklonları ile Akdeniz siklonlarınca denetlenir.Batı ve kuzeybatı yönlü akımlar, genel olarak polar cephe boyunca oluşan orta enlem siklonlarında, doğu ve kuzey doğu yönlü akımlar Sibirya antisiklonundan kaynaklanır. Kuzeyli akımlar ise, bazen Doğu Avrupa'dan doğrudan güneye inen orta enlem siklonlarıyla, bazen de Avrupa üzerine yerleşen bir antisiklonun doğu kenarından kaynaklanan sirkülasyonla ilgilidir. Güney batılı ve güneyli hava akımları genellikle doğu ve kuzey doğu yönde ilerleyen Akdeniz cephesi alçak basınçları ile birlikte gözlenir. Güneydoğulu akımlar, Türkiye'nin doğusuna yerleşen bir antisiklonla ya da doğuya ilerleyen bir orta enlem siklonunun sıcak cephesi ile bağlantılı olabilir (Türkeş 2010).

Normal koşullarda, Azorlar antisiklonu kışın batı Akdeniz havzasını ve batı Avrupa'yı etkiler; daha doğuya ve kuzeye pek geçemez. Azor antisiklonundan kaynaklanan maritim Tropikal (mT) hava kütlesi, Karadeniz ve Doğu Akdeniz havzasına kışın bu nedenle ender olarak ulaşabilir. Bu durum yazın birçok açıdan farklılık gösterir (Türkeş 2010). Akdeniz ve Karadeniz'in yaz döneminde, çevresindeki karalardan daha soğuk olması yüksek basınç sistemlerinin buralara sokulmasını kolaylaştırır. Azor antisiklonu etki alanını kuzeye ve doğuya doğru genişletir; güney ve güneybatı Asya üzerine yerleşen Muson alçak basıncı kışın Orta Asya'da ve bu bölgelerde etkili olan Sibirya antisiklonunun yerini alır. Bu nedenle yaz aylarında egemen rüzgar yönü, Azor antisiklonundan Muson alçak basıncına doğru yönelen bölgesel dolaşıma bağlı olarak genellikle kuzey ve kuzeydoğuludur (Türkeş 2010).

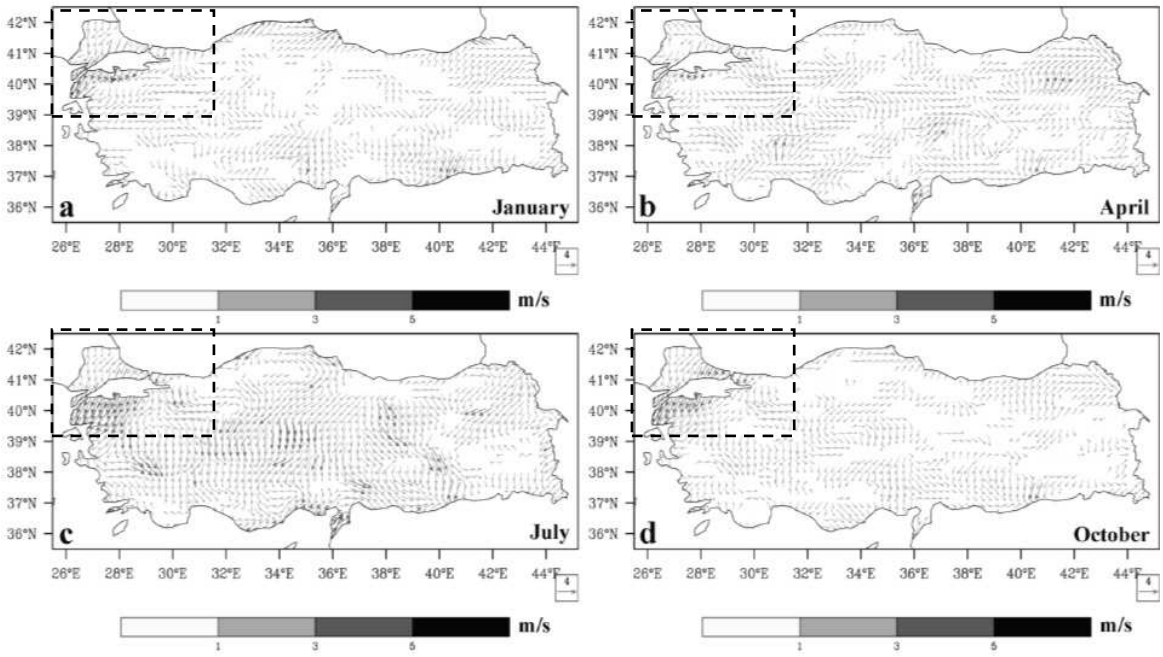
Şekil 2.1: İlk şekil sıcak ikinci şekil ise soğuk dönemde Türkiye genelini ve Kuzeybatı Anadolu'yu etkileyen basınç sistemlerinin şematik ifadesi (Tatlı 2012).



Şekil 2.2: ECMWF verilerine göre 850hPa Standart Basınç Düzeyinde Ölçülen Günlük Ortalama Rüzgarlarının Sıklık Dağılımının (%) alansal Dağılışı (Lavagnini vd. 2006).



Şekil 2.3:Yüzey seviyesinde Türkiye'deki ve Marmara Bölgesi'ndeki rüzgarların yönleri (Şahin; Türkeş 2013).

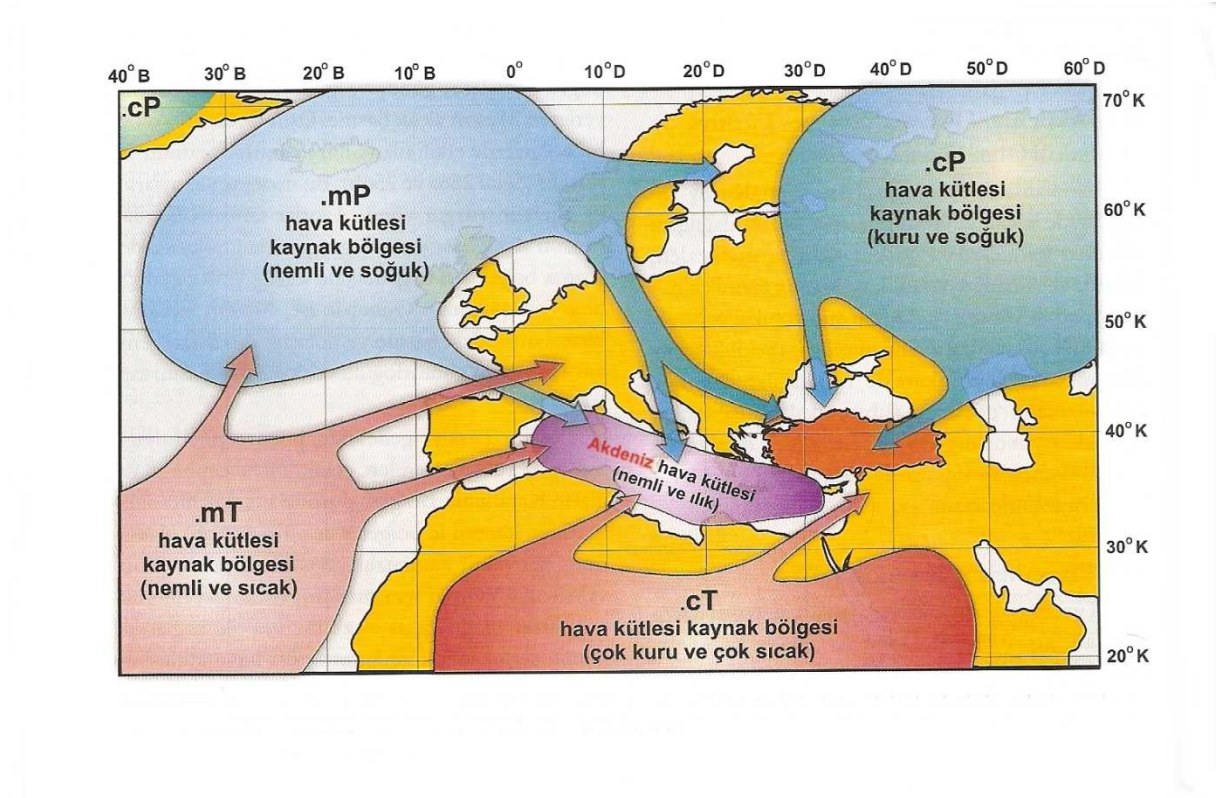


a) Türkiye'yi Kışın Etkileyen Hava Kütleleri

Kışın Türkiye'yi 5 farklı hava kütlesi etkiler. Bunlardan ilki **maritim polar** (mP) hava kütlesidir. Türkiye'ye kışın ulaşan mP hava kütleleri Kuzey Denizi-Baltık Havzası ve Atlantik kaynaklı olmak üzere ikiye ayrılır. Baltık kaynaklı mP hava, kuzey ve kuzeybatılı hava akımlarıyla Karadeniz havzasına ve Anadolu'ya ulaşır. Atlantik kaynaklı mP hava, İzlanda'nın güneyindeki bölgeden başlayarak Batı Avrupa üzerinden geçer ve batı-kuzeybatılı hava akımlarıyla Karadeniz havzasına ve Anadolu'ya ulaşır. Kışın etkili olan ikinci hava kütlesi **kontinental polar** (cP) hava kütlesidir. Kontinental polar hava kütleleri de Sibirya ve Aral-Hazar kaynaklı olmak üzere ikiye ayrılır. Sibirya kaynaklı cP hava kuzey ve kuzeydoğulu akımlarla gelir. Kaynak bölgesi Aral-Hazar havzası ve doğusundaki plato ve dağlar olan cP hava, Anadolu'ya Sibirya antisiklonun güney kenarı boyunca, doğu, kuzeydoğu ya da güney doğulu akımlarla ulaşır. Etkili olan üçüncü hava kütlesi **Akdeniz** hava kütlesidir. Akdeniz hava kütlesi temel olarak polar kaynaklıdır. Akdeniz havzasının en önemli özelliği, uğradığı termodinamik modifikasyonlar sonucunda sıcaklığın yükselmesi ve Akdeniz üzerinde uzun süre kaldığında kararsız olmasıdır. Türkiye'nin batı ve güneyinde etkili olur. Türkiye'de kışın etkili olan diğer bir hava kütlesi

de **maritim tropikal** (mT) hava kütlesidir. Kış mevsiminde mT hava kütlesinin Akdeniz havzasının her yanını kaplaması pek yaygın bir durum değildir. Genellikle Azorlar ve güneyinde kalan okyanus alanından kaynaklanarak, derin bir batılı ya da güney batılı hava akımı biçiminde Akdeniz'e girer. Türkiye'de kışın etkili olan son hava kütlesi **kontinental tropikal** (cT) hava kütlesidir. Kontinental tropikal hava kütlesi, Akdeniz'in asıl etki alanı dışında kalan Kuzey Afrika ve Büyük Sahra çöllerinden kaynaklanır. Kış mevsiminde, cT hava Akdeniz üzerinde ender olarak uzun yol kat eder ve Türkiye'ye ulaşır (Türkeş 2010).

Şekil 2.4:Kışın Akdeniz Havzası ve Türkiye'de etkili olan hava kütleleri (Türkeş 2010).

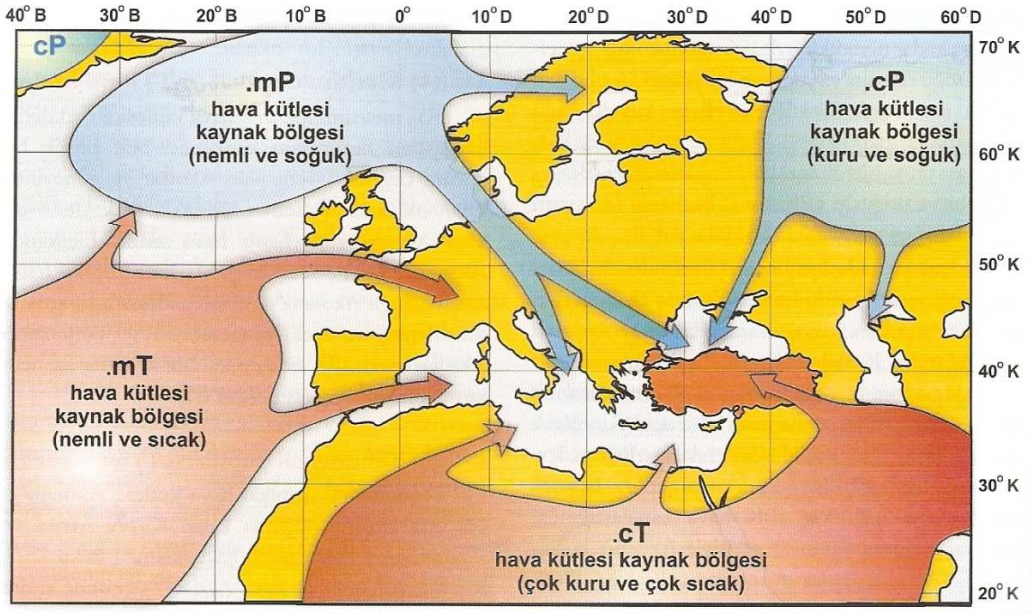


b) Türkiye'yi Yazın Etkileyen Hava Kütleleri

Yazın Türkiye'yi dört farklı hava kütlesi etkiler. Bunlardan birincisi **maritim polar** (mP) hava kütlesidir. Baltık ve Atlantik doğuşlu hava kütlelerinde kış mevsimi için yapılan ayrım, yazın ortadan kalkar. Bu dönemde polar cephe Atlas Okyanusu'nun kuzeyinde etkilidir. Maritim polar hava kütleleri genellikle Kuzey Denizi-İskandinavya-Baltık üzerinden kaynaklanarak, çok geniş alçak araziler üzerinden geçer ve Karadeniz havzasına

ulaşır (Türkeş 2010). Yazın etkisi kışa göre azalmakla birlikte kuzey sektörlü rüzgarlar mP havanın Anadolu'ya sokuluşunu ifade eder. Yazın etkili olan diğer bir hava kütlesi de **kontinental polar** (cP) hava kütlesidir. Doğu Avrupa doğuşlu cP hava, Karadeniz havzasına ve Türkiye'ye kuzey-kuzeydoğu yönünden yaklaşır. Kuzeyli olmasına ve yüksek enlemlerden doğrudan inen bir yol izlemesine karşın, geçtiği karasal bölgenin yazın oldukça sıcak oluşu nedeniyle, cP hava sıcaklık açısından mP havaya benzer. Yazın etkili olan üçüncü hava kütlesi de **maritim tropikal** (mT) hava kütlesidir. Azorlar antisiklonunun kuzey ve doğuya doğru yayılması, kuvvetlenmesi ve polar cephenin kuzeye çekilmesi, mT havanın Atlantik'ten Karadeniz'e ve Türkiye'ye batılı ve kuzey batılı akımlarla ulaşmasını sağlar. Yazın etkili olan son hava kütlesi ise **kontinental tropikal** (cT) hava kütlesidir. Yazın, tropikal hava kütleleri, Güney Asya üzerine yerleşen Muson alçağının siklonik dolaşımının denetiminde, Asya anakarasından doğulu ve güney doğulu akımların yardımıyla Anadolu'ya ulaşır (Türkeş 2010). cT hava kütlesinin Anadolu'ya sokuluşunu sağlayan şartlardan biride Muson alçağına bağlı Basra alçak basınç sistemidir. Azor yüksek basınç ve Basra alçak basınç sistemlerine bağlı cT sokulumu, 500hPa seviyesinde yüksek merkez veya sırt tarafından desteklenmektedir.

Şekil 2.5:Yazın Akdeniz Havzası ve Türkiye'de etkili olan hava kütleleri (Türkeş 2010).



2.2. Marmara Bölgesi Rüzgarlarının Eğilim Sınamalarının Değerlendirilmesi

Balıkesir Ayvalık istasyonunda yapılan analiz sonuçlarına göre hem mevsimlik hem de yıllık zaman serilerinde negatif yani azalan yönde bir eğilim saptanmıştır. Kış mevsiminde bu azalma eğilimi 1985'den sonra kuvvetlenmiş ve 1994 yılına gelindiğinde ise % 5 olan kritik değeri aşarak negatif yönde bir anlamlılık kazanmıştır. İlkbahar ve yaz mevsimi serilerinde ise 1998'den sonra azalış eğilimi belirginleşmiş ve 2005 yılına doğru bu eğilim anlamlılık kazanmıştır. Sonbahar ve yıllık zaman serileri şekil olarak bir birilerine benzemelerine rağmen sonbahar zaman serisi 1990'dan sonra kritik değeri aşarken, yıllık zaman serisi 1980'den sonra negatif yönde anlamlı bir eğilime ulaşmıştır.

Balıkesir Bandırma istasyonunda kış, yıllık ve sonbahar zaman serilerinin Mann-Kendall (M-K) analizinde negatif anlamlı bir eğilim olmasına rağmen 2007 yılından sonra bir artış eğilimi vardır. Bu artış eğilimi nedeniylede Doğrusal Regresyon (D-R) analizinde sadece kış ayında anlamlı bir azalış eğilim saptanmıştır. Bunun dışında ilkbahar ve yaz serilerinde ise anlamlı bir eğilime rastlanmamıştır. Ancak bu iki seride 1975 -1985 yılları arsında belirgin bir azalış eğilimi vardır. Lakin 1985'den günümüze kadar olan veriler daha çok rastgele bir dağılış gösterdiği için ilkbahar ve yaz serilerinde anlamlı bir eğilim saptanmamıştır.

Balıkesir Burhaniye istasyonunda kış zaman serisinin M-K analizi hariç tüm serilerde anlamlı bir artış eğilimi vardır. Tüm serilerde 1980'den 1995 yılına kadar bir artış eğilim olmuş ama daha sonra 2005 yılına kadar bir azalış eğilimine geçmiştir. Fakat daha sonra tekrar bir artış eğilimin olmasından dolayı serilerde anlamlı bir artış eğilimine rastlanmıştır. Bu artış eğiliminin en az olduğu seri kış zaman serisi olduğu için M-K analizinde eğilim anlamlı çıkmamış tam sınırda kalmıştır.

Balıkesir Edremit istasyonunda tüm serilerde bir azalış eğilim vardır. Bu eğilim yaz zaman serisi hariç diğer tüm serilerde anlamlıdır. Özellikle 1995'den günümüze kadar olan dönemdeki azalış tüm serilere şekil vermiştir. Yaz serisindeki azalış anlamlı olmasa bile

inkar edilemez düzeydedir önümüzdeki süreç de bu serininde anlamlı olacağı tahmin edile bilir.

Balıkesir Gönen istasyonunda sonbahar zaman serisinde tüm analizlerde anlamlı bir azalış eğilim saptanmıştır. Bununla birlikte kış serisinde 2005'den kuvvetlenen azalış eğilimi sayesinde M-K analizinde eğilim negatif yönde anlamlı bulunmuştur. Lakin bu eğilim D-R analizine yansısa bile anlamlılığa ulaşmamıştır. Diğer serilerde 1975'den sonra 1985 kadar artış yönünde bir eğilim olsa da 1995'den sonra azalış yönünde bir eğilim olmuştur. Fakat bu eğilim anlamlılığı gösteren kritik seviyelerin arasında kaldığı için anlamlılığa ulaşamamıştır.

Bilecik Merkez istasyonunda tüm seriler negatif yönde anlamlı bulunmuştur. Tüm zaman serilerinde 1970 den 1975 yılına kadar bir azalış olmuş fakat daha sonra ki üç yıl artış gerçekleşmiştir. Ama daha sonra tekrar azalış eğilimine giren seri anlamlılık kazanmıştır. Özellikle bu azalış eğilimi 1978 – 1985 yılları arasında daha kuvvetlidir. Son yıllarda artış yönünde biraz kıpırdanma olsa da bu eğilimi pek etkilememiş ve genel olarak azalış yönündeki trendini korumuştur.

Bursa Keleş istasyonunda tüm serilerde 1970'lerden 1988 yılına kadar bir azalış eğilimi olmuştur ama daha sonra tüm serilerde 1998 yıllına kadar artışa eğilimi olmuştur. 2000'li yılların başında tekrar azalış eğilimine giren serilerden yaz serisi hariç diğerleri negatif yönde bir anlamlılığa kavuşmuştur. Yaz zaman serisinde ise azalış yönünde bir eğilim olmasına rağmen kritik değerlerin arasında kaldığı için bu eğilim anlamlılık kazanmamıştır.

Bursa Osmangazi istasyonunda ilkbahar ve yaz zaman serileri hariç diğer serilerde azalış yönünde anlamlı bir eğilim saptanmıştır. Kış zaman serisinde 1980'den sonra diğer serilerde ise 1990'lı yılların başlarından sonra 2005 yıllına kadar kuvvetli bir azalış eğilimi gerçekleşmiştir. Lakin 2005'den günümüze kadar olan dönemdeki eğilim pozitif yöndedir. Bu eğilim özellikle ilkbahar ve yaz serilerinin anlamlılığını kaybetmesine neden olmuştur ama diğer seriler yinede genel olarak negatif yöndeki anlamlılığını korumuştur.

Bursa Uludağ istasyonunda tüm zaman serilerinde azalış eğilimi saptanmıştır. Genel olarak serileri incelemek gerekirse eğer 1970'lerden 1975 yılına kadar bir artış gerçekleşmiştir. Daha sonra 1985 yıllın yılına kadar azalış meydana gelmiştir ama bu azalış 1985'den sonra 1995'e kadar tekrar artış yönünde değişmiştir. 2000'li yılların başından itibaren günümüze kadar ise kuvvetli bir azalış gerçekleşmiştir ve bu negatif yönlü trend eğilime son şekli verdiği için tüm serilerde yaz M-K analizi hariç tüm analizler negatif olarak anlamlı bulunmuştur. Ancak yaz zaman serisi her ne kadar M-K analizinde anlamlı çıkmasa da buradaki negatif yönlü trend D-R analizine yansımış ve orda negatif bir anlamlılık kazanmıştır.

Çanakkale Merkez istasyonunda yapılan analizlerde hiçbir zaman serisinde anlamlı bir eğilime rastlanmamıştır. Ancak yinede seriler incelenecek olursa eğer kış zaman serisinde 1970'den 1980 yıllına kadar bir artış eğilimi olmuştur daha sonra ise 2000 yılına kadar azalış yönünde bir eğilime geçmiştir. Lakin sonraları dalgalı bir hal aldığı için seri anlamlılığa ulaşamamıştır. İlkbahar ve yaz serileri 2000 yılına kadar hiçbir eğilim göstermemiştir. 2000 yılından son bir artış olsa da bu serilerin anlamlılık kazanması için yeterli olmamıştır. Sonbahar ve yıllık zaman serilerinde 1980'den sonraki azalış eğilimi dikkat çekicidir. Ama 2000 yıllından sonraki artış bu serilerdeki eğilimi de bozarak anlamlılıklarını kaybetmelerine neden olmuştur.

Çanakkale Bozcaada istasyonunda yaz zaman serisi hariç tüm serilerde azalış yönünde bir eğilim vardır. Yaz serisinde herhangi bir eğilime rastlanmamıştır. Bununla birlikte ayrıca İlkbahar serininde M-K analizinde anlamlı bir eğilim olmamasına rağmen D-R analizi ilkbahar serisindeki negatif yönlü eğilimi anlamlı bulmuştur. Diğer tüm serilerde yapılan analizlerde azalış yönünde anlamlı bir eğilim vardır. Özellikle 1985'den sonraki kuvvetli azalış eğilimi bu serilere anlam kazandırmıştır.

Çanakkale Gökçeada istasyonunda yapılan analizler sonucunda sadece ilkbahar zaman serisinde artış yönünde anlamlı bir eğilime rastlamıştır. Diğer tüm serilerde 2000 yıllından sonra artış eğilimine geçmesine rağmen anlamlılığa ulaşamamışlardır. Kış ve ilkbahar serileri hariç diğer serilerde 1970 ve 1985 yılları arasında bir azalış eğilimi

yaşanmış daha sonra 1995 yıllına kadar tekrar artış yönünde bir eğilim olmuştur.1995 ve 2000 yılları arasında ise negatif yönlü bir eğilim yaşanmıştır. 2000'den sonra ise zaman serileri tekrar pozitif yönlü bir eğilime dönmüştür.

Edirne İpsala istasyonun tüm zaman serilerinde azalış yönünde anlamlı bir eğilim vardır. Ancak 2007 yılından sonra zaman serilerinde bir artış eğilimi gözükmektedir. Bu artış eğiliminden en fazla yaz zaman serisi etkilenmiştir. Öyle ki M-K analizinde kritik seviyenin hemen dışında kalarak anlamlılığını ucu ucuna yakalamıştır. Bundan en az etkilenen seri ise kış zaman serisidir. Kış ve yıllık zaman serileri 1975'den 1980 yılına kadar bir artış eğilimi yaşamış ve daha sonra azalış eğilimi içine girmişlerdir. İlkbahar serisinde çeşitli dalgalanmalar var olsalda bunlar hep azalış yönündedir. Yaz ve sonbahar zaman serileri birbirine benzemektedir. Bu serilerde 1980'den 1995 yılına kadar bir azalış eğilimi varken daha sonra 2000 yıllına kadar bir artış gözlenmiştir. Ancak sonra 2007 yılına kadar tüm serilerde olduğu gibi bir azalış yaşamışlardır. Daha sonra tüm seriler tekrar artış eğilimi içine girmiştir ama bu genel eğilimi bozmamış ve tüm seriler negatif yönlü bir anlamlılık kazanmıştır.

Edirne Merkez istasyonunda yapılan analizler sonucunda anlamlı bir eğilim gözlenmemektedir. Seriler genel olarak 1995 yılına kadar azalış eğilimi yaşamışlardır. Ancak 2000 yılından sonraki artış eğilimi tüm serilerde o kadar belirgindir ki bu yüzden genel olarak bir eğilim oluşmamıştır.

Edirne Uzunköprü istasyonunda tüm zaman serilerinde 1980'li yılların başlarında bir azalış eğilimi yaşanmıştır. Öyle ki bu eğilim günümüze kadar devam etmiştir. Bu yüzden tüm serilerde azalış yönünde anlamlı bir eğilim oluşmuştur.

İstanbul Florya istasyonunda yaz zaman serisinde 1975, yıllık zaman serisinde 1978 ve diğer serilerde ise 1980'lerin başında kuvvetli azalış eğilimi yaşanmıştır. Her ne kadar 2003 yılından sonra bir artış eğilimi yaşansa da seriler de istatistiki açıdan negatif anlamlı bir trend bulunmuştur.

İstanbul Kartal istasyonunda yapılan analizler sonucunda tüm serilerin bir birlerine benzediği görülmüştür. Seriler 1973 yılından 1978 yılına kadar azalış yaşamıştır. Sonra 1983 yılına kadar küçük bir artış yaşamıştır. Ancak daha sonra 2002 yılına kadar bir azalış gözlenmektedir. Bu süreç içinde bir tek 1993 yılında küçük bir artış olmuştur. 2002'den devam edersek eğer o tarihten sonra tüm seriler artış eğilimi içine girmiştir. Bu yüzden bir tek sonbahar zaman serisinin D-R analizi hariç tüm serilerin analizlerinde anlamlı bir eğilim çıkmamıştır. Sonbahar zaman serisinde ise D-R analizinde kıl payı anlamlı bir sonuç çıkmıştır. Bu da azalış yönlüdür.

İstanbul Kumköy istasyonunun kış zaman serisinde 1973 yılından sonra 1980 yılına kadar bir artış gözlenmiştir.1980 yılından sonra ise azalış eğilimi içine girmiş ve 2005 den sonra kuvvetlenerek devam etmiştir. İlkbahar serisinde ise 1995 yılına kadar bir eğilim yokken 1995 yılından sonra azalış eğilimi içine girmiştir. Yaz ve sonbahar zaman serileri ise 1980'lerde bir artış eğilim yaşamış ancak daha sonra azalış yönünde bir eğilim göstermişlerdir. Yıllık zaman serisi ise 1975-1980 yılları arasında bir artış yaşamış ama daha sonra o da azalış yönünde bir eğilim göstermiştir. Genel olarak irdelemek gerekirse eğer; tüm serilerde azalış yönünde anlamlı bir trend vardır.

İstanbul Şile istasyonunda tüm zaman serilerinde kuvvetli bir azalış eğilimi vardır ve yapılan tüm analizlerde anlamlı azalış yönünde bir eğilim saptanmıştır.

Kırklareli Merkez istasyonun tüm zaman serilerinde azalış yönünden anlamlı bir eğilim vardır. Ancak 2007 yılından sonra serilerde bir artış gözlenmiştir. Bu artış eğilimi en az kış zaman serisinde gözlenmektedir. Diğer zaman serilerinde son yıllardaki artış daha dikkat çekicidir. Lakin bu 2007'den sonraki artışa rağmen tüm seriler azalış yönlü anlamlı bir eğilim göstermektedir.

Kocaeli Merkez istasyonun tüm zaman serilerinde yıllara göre değişim aşağı yukarı aynıdır.1973 ve 1980 yılları arasın bir azalış eğilimi yaşamıştır. Sonra ise 1985 yılına kadar bir artış dönemi gerçekleşmiştir. 1985'den 2005 yılına kadar ise bir azalış dönemi gerçekleşmiştir. Bu dönemdeki eğilim serilere genel özelliğini vermiş ve sonbahar

serisinin M-K analizi hariç tüm serilerde anlamlı azalış yönünde bir eğilim çıkmasına sebep olmuştur. 2005 yılından sonra ise bir artış dönemi gerçekleşmiş ve en çok sonbahar zaman serisini etkilemiştir. Bu yüzdende sonbahar serisini M-K analizinde anlamlı bir sonuç çıkmamış lakin bu serinin D-R analizinde verideki negatif yönlü eğilim yakalanmış ve azalan yönlü anlamlı bir trend hesaplanmıştır.

Sakarya Geyve istasyonun zaman serileri incelendiğinde artış yönünde anlamlı bir eğilim ortaya çıkmaktadır. Serilerde genel olarak 1972 ve 1975 yılları arasında kısa bir artış dönemi, daha sonra ise 1985'e kadar bir azalış dönemi yaşadığı görülür. 1985 yılından 2000 yılına kadar ise büyük bir artış dönemi sergilediği gözlenmiştir. 2000 yılından günümüze kadar ise tekrar bir azalış evresi içine girmiş ancak bu son azalışa rağmen zaman serilerinin artış yönünde anlamlı birer eğilim gösterdiği hesaplanmıştır.

Sakarya Merkez istasyonun kış zaman serisi incelendiğinden 1973 yılından 1976 yılına kadar bir artış gösterdiği o tarihten sonra ise 2005 yılına kadar azalış eğilimi sergilediği gözlenmiştir. Her ne kadar 2005'den sonra tekrar artış yaşasa da seri istatistiki açıdan azalan yönde anlamlı bir eğilim göstermekten kurtulamamıştır. İlkbahar ve yaz zaman serileri birbirine benzemektedir. Bu iki seride 1990 ve 2005 yılları arasında azalış eğilimi sergilese de 2005'den sonra gösterdiği artış sebebiyle anlamlı bir eğilim ortaya çıkmamıştır. Sonbahar zaman serisi ise 1973 yılında 1983 yılına kadar bir azalış göstermiş ve daha sonra 1995 yılına kadar ise herhangi bir eğilim göstermeden devam etmiştir. 1995 yılından sonra ise 2005 yılına kadar tekrar bir azalış dönemi yaşamış. Lakin 2005'den sonra artış dönemi yaşamıştır. Bu son artış dönemi yüzünden seri M-K analizinde anlamlı azalan bir eğilim gösterse de D-R analizinde anlamlı bir eğilim oluşmamıştır. Yıllık zaman serinde 1990'dan sonra 2005 yılına kadar bir azalış olmuş ama o tarihten itibaren artış yaşanmıştır. Fakat 2005'den sonraki artışa rağmen yıllık zaman serisi yapılan analizlerde azalan yönlü anlamlı bir trend göstermiştir.

Tekirdağ Çorlu istasyonunun tüm zaman serilerinde azalış yönünde anlamlı bir eğilim ortaya çıkmıştır. Özellikle serilerde 1985'den sonraki azalış trend serilerin genel karakterini belirlemiş ve tüm seriler azalış yönünde anlamlı bir eğilim sergilemiştir.

Tekirdağ Malkara istasyonunda tüm serilerde azalış yönünde anlamlı bir eğilim hesaplanmıştır. Zaman serileri 2005 yılına kadar azalış eğilimi göstermiş ve bu serilerin ana özelliğini belirlemiştir. 2005 yılından sonra ise bir artış dönemi içine girmiş ama bu serilerin azalan yönde anlamlı bir trend göstermesine mani olmamıştır.

Tekirdağ Merkez istasyonunda tüm serilerde azalış yönünde anlamlı bir eğilim hesaplanmıştır. Kış zaman serisinde 1980'den sonra diğer serilerde 1975 yılından sonra azalış yönünde bir eğilim olmuştur. Bu eğilim genel olarak 1995 yılına kadar devam etmiş ama daha sonra artış eğilimi içine girmişlerdir. Her ne kadar sonradan artış olsa da tüm seriler önceki azalış eğiliminden daha çok etkilenmiş ve istatistiki açıdan negatif yönde anlamlı bir trend ortaya çıkmıştır.

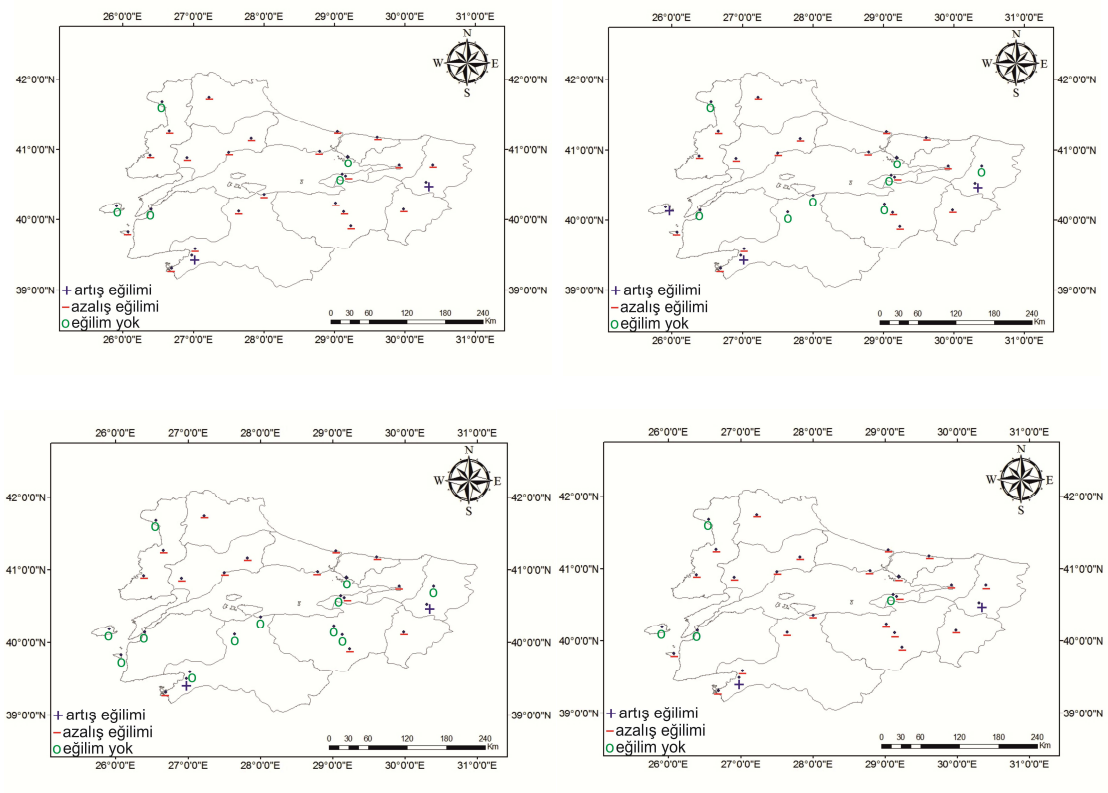
Yalova Çınarcık istasyonunda yapılan analizler sonucunda anlamlı bir eğilim ortaya çıkmamıştır. Seriler çeşitli zamanlarda azalış eğilimi yaşasalar da 2005 yılından sonra tüm seriler artış yaşamış ve böylelikle anlamlı bir eğilim oluşmamıştır.

Yalova Merkez istasyonunun tüm zaman serilerinde yaklaşık olarak 1975 ve 1980 yılları arasında kuvvetli bir azalış eğilimi gerçekleşmiştir. 1980 yılında sonraki birkaç yıl hafif bir artış olsa bile sonra tekrar bir azalış eğilimi yaşamıştır. Bu 1980'den sonraki azalış eğilimi hafif olmasına rağmen sürekli bir eğilimdir ve bununda sonucu olarak tüm zaman serileri azalış yönünden anlamlı bir eğilim göstermiştir.

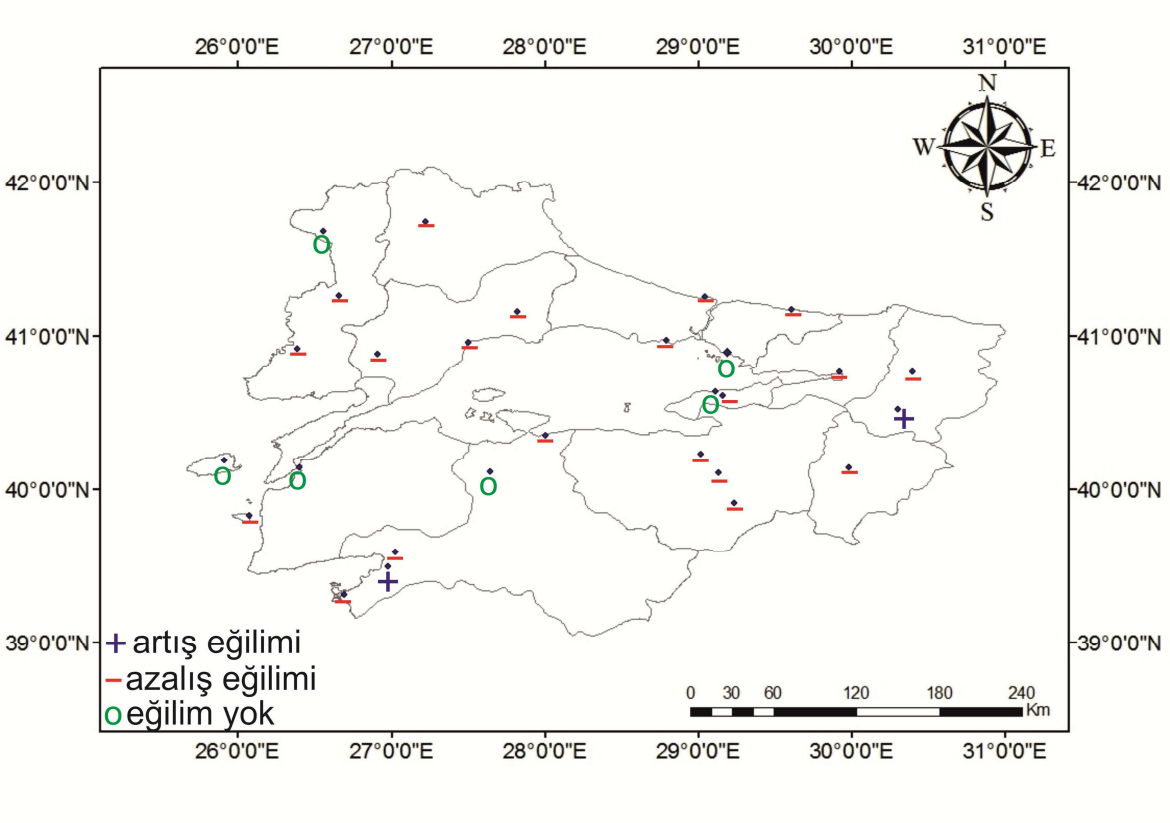
Marmara Bölgesi'nde yapılan eğilim sınaması sonucunda; Balıkesir-Burhaniye, Çanakkale-Gökçeada ve Sakarya-Geyve istasyonlarında artış yönünde anlamlı bir eğilim çıkmıştır. Bu istasyonların dışında eğilimi istatistiki açıdan artış yönünde anlamlı olmasa bile son yıllarda artış eğilimi yaşayan istasyonlarda vardır. Bu istasyonlar şu şekilde sıralanabilir: Balıkesir-Bandırma, Bursa-Osmangazi, Çanakkale-Merkez, Edirne-İpsala, Edirne-Merkez, İstanbul-Florya, İstanbul- Kartal, Kırklareli-Merkez, Kocaeli-Merkez, Sakarya-Merkez, Tekirdağ-Malkara, Tekirdağ- Merkez ve Yalova Çınarcık. Bu istasyonların içinde son yıllarda yaşadığı artış yüzünden anlamlı bir eğilim göstermeyen istasyonlarda vardır. Bunlarda şunlardır: Çanakkale-Merkez, Edirne-Merkez, İstanbul-

Kartal ve Yalova Çınarcık. Bu eğilimi olmayan 4 istasyon ve yukarıdaki anlamlı artış eğilimi gösteren 3 istasyon dışında kalan 21 istasyonda anlamlı azalış yönünde bir eğilim ortaya çıkmıştır. Tabi bu 21 istasyondan bazıları son yıllarda artış yaşasa da bu onları azalış yönünde anlamlı birer eğilim vermesine engel olmamıştır. Bu 21 istasyon içinde son yıllarda artış yaşanlar yukarıda saydığım istasyonlardır. Son yıllarda azalış eğilimi içinde olan istasyonlarda vardır. Bunlar: Balıkesir-Ayvalık, Balıkesir-Edremit, Balıkesir-Gönen, Bilecik-Merkez, Bursa-Keleş, Bursa-Uludağ, Çanakkale- Bozcaada, Edirne-Uzunköprü, İstanbul-Kumköy, İstanbul-Şile, Tekirdağ- Çorlu ve Yalova-Merkez istasyonudur. Tüm bu istasyonların eğilim sonuçlarının haritaları şekil 2.6 ve 2.7'de verilmiştir. Tüm eğilim sonuçları ve grafikleri ekler bölümünde verilmiştir.

Şekil 2.6: Marmara Bölgesi'nin eğilim sınaması sonuçlarının sırasıyla kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerindeki dağılımı



Şekil 2.7: Marmara Bölgesi'nin eğilim sınaması sonuçlarının yıllık dağılımı



2.3. Marmara Bölgesi Rüzgarlarının Asal Bileşenler Analizinin Değerlendirilmesi

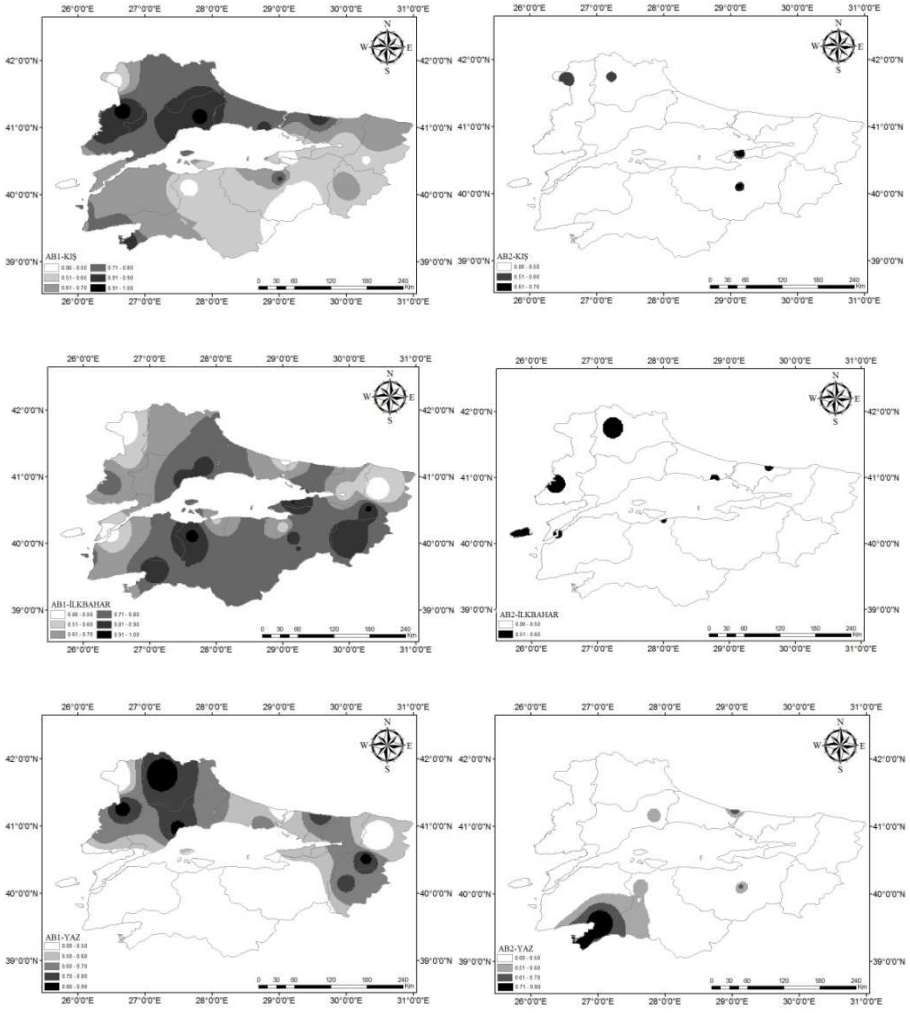
ABA sonuçları ortalama rüzgar hızlarının mekansal ve zamansal dağılımını incelemek için kullanıldı. Marmara Bölgesi'ndeki verilerin yüzde olarak varyansı ve özdeğerleri çizelge 2.1'de gösterilmiştir. Mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar verilerinin ABA sonuçları ABA'nın kovaryans matrisi yöntemine göre yapıldı. AB1 ve AB2 kümülatif yüzde varyası olarak en yüksek yüzde Kış mevsiminde hesaplanırken, en düşük yüzde de Yaz mevsiminde hesaplanmıştır. Ayrıca öz değerler açısından da en yüksek yine Kış mevsimi iken en düşük İlkbahar mevsimidir. Marmara Bölgesi'nde güçlü rüzgarlar Kış mevsiminde etkiliyken diğer mevsimlerde görece daha zayıf rüzgarlar oluşmaktadır. Hesaplanan AB değerlerinde Kış mevsiminin en yüksek çıkması bununla ilişkili olmalıdır. Bu çalışmada 0.5'den daha yüksek yük değerleri önemli kabul edilerek Marmara Bölgesi

haritası üzerinde çizilmişlerdir. AB haritaların da koyu tonlu yüksek değerler rüzgar hızlarının yüksek olduğu ancak daha önceki trend analizinde hesapladığımız ve gerek genel olarak gerekse de son yıllarda rüzgar hızlarında azalış gösteren yerlerle uyuşmaktadır. AB haritalarını teker teker incelersek eğer, şunları söyleyebiliriz; Kış AB1'de Edirne-Uzunköprü, Tekirdağ-Çorlu, İstanbul-Florya ve Şile, Bursa-Osmangazi, Balıkesir-Ayvalık istasyonlarının bulunduğu bölgelerden bazılarının son yıllarda rüzgar hızı artsa da genel olarak rüzgar hızlarının azaldığı bölgelerdir. Bu haritada renk tonu açıldıkça ya rüzgar hızlarının son yıllarda artmaya başladığı yada genel olarak rüzgar hızlarında fazla değişimin olmadığı yerleri göstermektedir. Kışın en yüksek rüzgar hızları Çanakkale, Bozcaada, Bandırma, Çorlu, Kumköy ve Şile istasyonlarındadır ama bu istasyonlarda sırasıyla ilk üçünde rüzgar hızları görece daha az diğerlerinde ise daha kuvvetli bir azalış göstermektedir ve bu da haritaya yansımıştır. Kış AB2 haritasında ise AB1'e yansımayan ancak azalış gösteren diğer yerler ortaya çıkmıştır. İlkbahar AB1 haritasında da yine koyu tonlu yerler rüzgar hızlarında azalmanın olduğu yerlerdir. Lakin burada dikkat çekici olan rüzgar hızlarının kuvvetli olduğu yerlerin kış AB1 haritasına göre daha açık olmasıdır. Bunun nedeni de bölgede geçiş mevsimlerinde görece rüzgar hızlarının azalmasıdır. Bu yüzden verinin kendisindeki azalma daha az olmuş ve buda haritada gözlenmiştir. İlkbahar AB2 haritasında gözlenen yerler rüzgar hızlarının kuvvetli olduğu ancak bu mevsimde azalışın olduğu yerlerdir. Bu harita bir tek Gökçeada farklıdır. Gökçeada da yıllar arası rüzgar hızlarında bir dalgalanma olsa da genel olarak artış içindedir. Rüzgar hızlarının bu mevsimde kuvvetli olduğu nadir yerlerdendir. Yaz AB1 haritasında daha çok Kuzey Marmara'ya ilişkin bilgiler çıkmıştır. Bu da yazın bölgeyi etkileyen sistemlerin daha kuzeye çekilmesi ve bölgede buna bağlı olarak daha sakin koşulların yaşanmasıyla ilişkilidir. Yukarıda da bahsedildiği üzere genel olarak azalış hatta kuvvetli azalış eğilimi gösteren yerlerle AB haritaları uyuşmaktadır. Yaz AB1 de de bu mevsimde sistemlerden en çok etkilenen Kuzey Marmara'daki rüzgar hızlarının en çok azalış gösterdiği istasyonlar vardır. Yaz AB2 haritasında en dikkat çekici yer Edremit Körfezi'dir. Burada Edremit ve Ayvalık istasyonlarındaki kuvvetli azalış eğilimi belirgin olmuş ve haritaya yansımıştır. Sonbahar AB1 ve AB2 haritalarında yine benzer özellikleri açısından rüzgar hızlarında azalış gösteren yerler ortaya çıkmıştır. Yıllık AB haritaları tüm ayların ortalamasını hesaba kattığı için daha genel bir haritadır. Lakin burada da daha çok Kuzey Marmara'ya ilişkin bilginin çıkması bölgenin kuzeyli sistemlerden etkilendiğinin bir kanıtıdır.

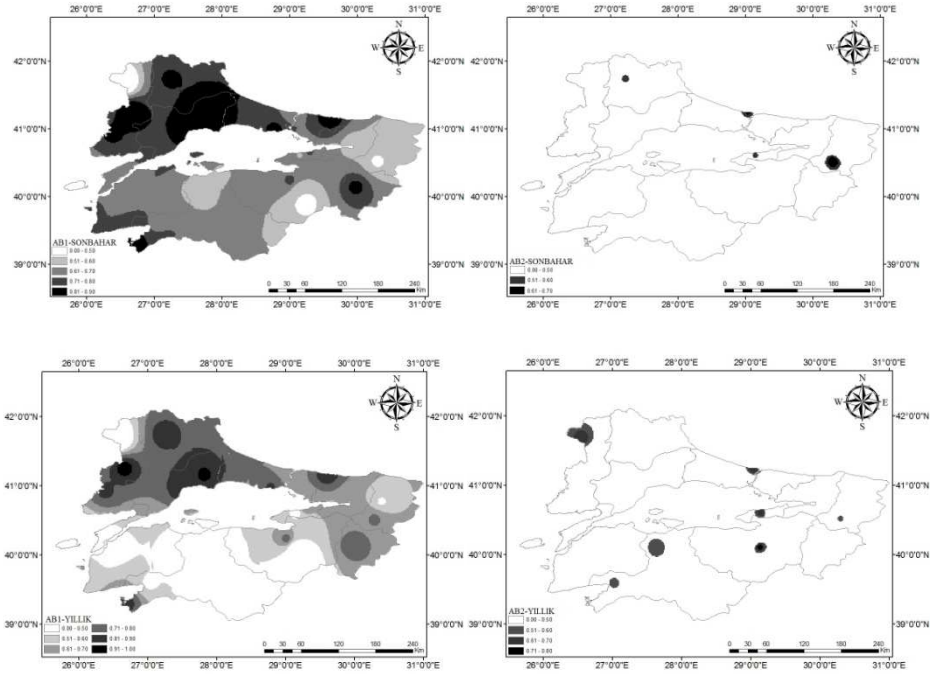
Çizelge 2.1: Maramara Bölgesi'nin ABA sonuçlarının yüzde olarak varyansları ve özdeğerleri.

	Yüzde olarak açıklanan varyans		Özdeğer	
	AB1 (%)	AB2 (%)	AB1	AB2
Kış	59.27	13.36	5.21	1.17
İlkbahar	49.72	20.22	1.68	0.68
Yaz	45.57	19.49	2.60	1.11
Sonbahar	57.63	13.46	3.95	0.92
Yıllık	56.65	17.92	2.85	0.90

Şekil 2.8: Marmara Bölgesi'nin kış, ilkbahar ve yaz asal bileşen haritaları.



Şekil 2.9: Marmara Bölgesi'nin sonbahar ve yıllık asal bileşen haritaları.



Bu haritalar ekte daha büyük şekilde verilmiştir.

2.4. Marmara Bölgesi Potansiyel Rüzgar Hızlarının Değerlendirilmesi

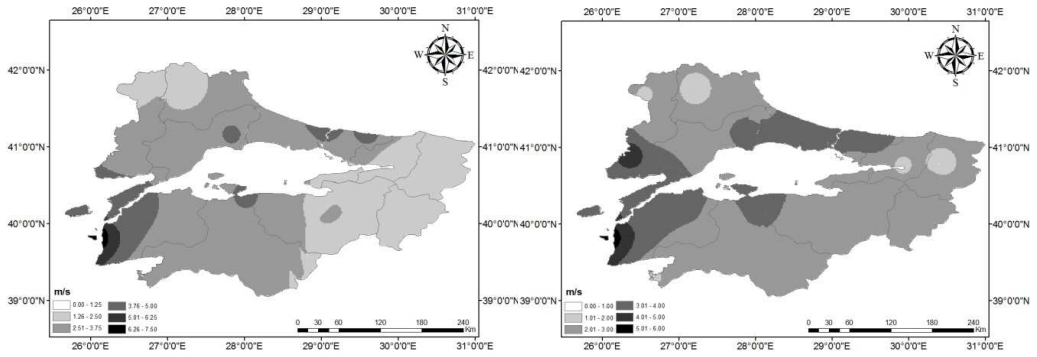
Ortalama rüzgar hızları haritalarına baktığımız zaman daha çok kuzeydoğulu olmakla beraber kuzeyli hava akımları ve yeryüzü şekillerinin etkisiyle oluşan bir desen görmekteyiz. Tüm ortalama rüzgar hızları haritalarında kuzeydoğulu akımların etkisiyle İstanbul'un Karadeniz'e bakan taraflarında rüzgar hızlarının görece fazla olduğu dikkati çeker. Ancak günümüzde aşırı kentleşme ve beraberinde getirdiği yüksek binaların etkisiyle iç kesimlere doğru rüzgar hızları azalmaktadır. Ayrıca Marmara Denizi'nin doğusundaki Samanlı Dağları yüzünden Gemlik körfezi ve civarı daha sakin bir görünüm kazanmaktadır. Güneydeki Kapıdağ yarım adası da coğrafik konumu sayesinde kuzey ve kuzeydoğulu hava akımlarından etkilenmektedir. Ancak yarım adanın doğusu hava akımlarından daha çok etkilenmektedir. Batısı görece dulda da kalmaktadır. Bölge de kuzeydoğulu rüzgarların son durağı Çanakkale ve çevresidir. Buradaki rüzgarlar Saros körfezinin kuzeyindeki platolar ve güneyde Kaz dağları arasında öncelikle şekil

kazanmakta ve daha sonra Çanakkale boğazının etkisiyle hızlanmakta ve hızı da boğazın çıkışında maksimuma ulaşmaktadır. Bölgede dikkat çekici bir başka yer ise Çorlu ve civarındaki desendir. Burada kuzey sektörlü rüzgarlar Koru ve Işık dağlarının engeline takılır ve bu yüzden bu dağların rüzgara dönük yamaçlarında rüzgar hızı artar. Diğer yamaçları dulda da kaldığı için rüzgar hızı azalır. Tüm bu anlatılanlar aşağıdaki fiziki coğrafya haritasıyla daha çok netlik kazanmaktadır.

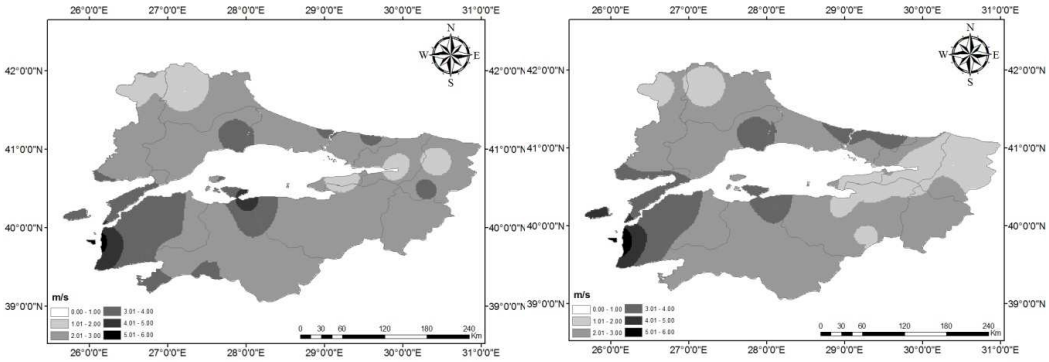
Şekil 2.10: Marmara Bölgesi'nin fiziki coğrafya haritası



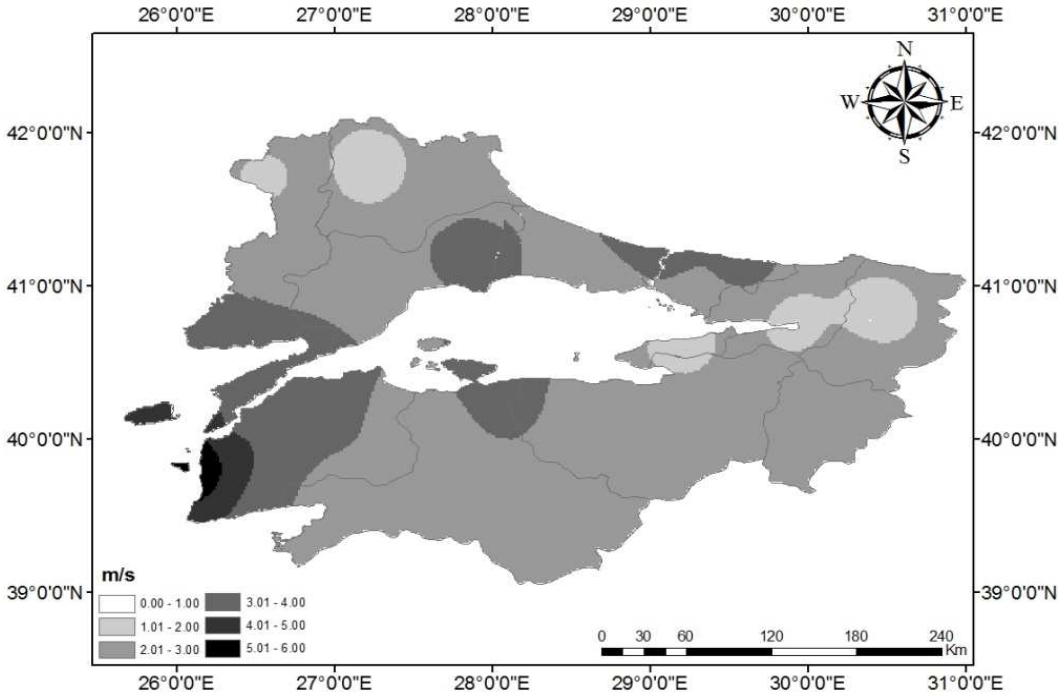
Şekil 2.11: Marmara Bölgesi'nin sırasıyla kış ve ilkbahar ortalama rüzgar hızları haritaları.



Şekil 2.12: Marmara Bölgesi'nin sırasıyla yaz ve sonbahar ortalama rüzgar hızları haritaları.



Şekil 2.13: Marmara Bölgesi'nin yıllık ortalama rüzgar hızları haritası.



Konun sonundaki potansiyel rüzgar enerjisi haritalarına baktığımız zaman, ortalama rüzgar hızları haritalarındaki desenlerin benzerlerini görürüz. Ancak potansiyel rüzgar enerjisi haritalarındaki rüzgarların seviyelerinin değişmesiyle haritalardaki desenlerde görece değişmektedir. Bunun nedeni de rüzgar hızlarının seviyeleri değiştikçe hızlarının artması ve buna bağlı olarak da elde edilen enerjini artmasıdır. Gökçeada ve Bozcaada hariç rüzgar enerjisinin fazla olduğu yerler yüksek binalı şehirlerin içinde yer aldığı için buraların sürtünme katsayısı da yüksektir. Bundan dolayı Gökçeada ve Bozcaada hariç diğer istasyonlarda seviye arttıkça rüzgar enerjisi miktarındaki artış da fazla olmaktadır. Bu yüzden seviye arttıkça haritalardaki yüksek değerleri gösteren alanlarda değişmektedir.

Kışın 10m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritasına baktığımız zaman İstanbul'un kuzeyinde, Çorlu'da, Bandırma, Çanakkale ve civarında, Bozcaada ve Gökçeada'da çeşitli desenler görmekteyiz. Bunların içinde en yüksek değerli yer ise Bozcaada ve onun hemen karşısındaki Ezine ilçesine bağlı Geyikli kasabası ve civarındadır. Kışın 30m'deki haritada ise seviye artışı ile birlikte değişiklikler oluşmaya başlamıştır. En dikkat çekici yer ise İstanbul Kumköy istasyonundadır. Buradaki desen 10m'ye göre daha belirgindir. 50m ve 70m'deki desenler birbirine çok benzemektedir. Bu haritanın desenlerindeki en dikkat çekici fark Çorlu istasyonundadır. Çorlu istasyonunda ki çevresine göre görece yüksek değer 50m'deki haritada daha dar bir alanda etkiliyken 70m'deki haritada daha geniş bir alanda etkilidir. Ayrıca seviye değişimi ile birlikte İstanbul Kilyos ve Sarıyer civarındaki rüzgar enerjisi miktarı iyice artmış ve Bozcaada'yı enerji miktarı açısından yakalamıştır. Kışın 100m'deki rüzgar enerjisi haritasına baktığımız zaman ise, artık en yüksek değerli yerin Bozcaada olmadığını görürüz. Çünkü İstanbul Kumköy istasyonu bu seviyede Bozcaada'yı geçmiş ve en yüksek enerji potansiyeline sahip bir yer olarak karşımıza çıkmaktadır.

ilkbaharda 10m'deki rüzgar enerjisi haritasında da yine İstanbul'un kuzeyinde, Çorlu'da, Bandırma'da, Çanakkale'de, Gökçeada'da, Bozcaada ve civarında desenlerin oluştuğunu görebiliriz. Bu seviyede en yüksek değer yine Bozcaada ve civarındadır. 30m seviyesindeki harita 10m'deki haritaya çok benzemekte ve belirgin bir fark gözükmemektedir. 50m'deki ilkbahar potansiyel rüzgar enerjisi haritasına baktığımız zaman artık bazı değişikliklerin olduğunu görürüz. En büyük değişiklik ise Çanakkale

merkez istasyonunda görülür. Artık Bozcaada ile birlikte Çanakkale Merkez'de en yüksek enerji miktarına sahiptir. 70m'deki haritaya baktığımız zaman Şile, Kumköy ve Bandırma istasyonlarında da ciddi bir artışın olduğunu ve Çanakkale Merkez ile Bozcaadan sonra diğer yüksek enerjiye sahip yerler olduklarını söyleyebiliriz. İlkbahar 100m'deki harita en dikkat çekici yer Bandırma ve civarıdır. Artık bu seviyede Bozcaada ve Çanakkale Merkez'den sonra en yüksek enerji miktarına sahip üçüncü yerdir.

Yazın 10m'deki haritada en fazla potansiyel rüzgar enerjisi olan yer Bozcaada ve civarıdır. Burayı Çanakkale ve Bandırma takip eder. Yazın 30m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritasında ise Bandırma istasyonu artık Bozcaada ve civarı ile aynı değerlerdir. 50m yüksekliğe gelindiği zaman ise Bandırma artık nerdeyse Bozcaada'yı enerji miktarı açısından geçmek üzeredir. 70m ve 100m haritalarına gelindiği zaman en fazla rüzgar enerjisi artık Bandırma'da olduğunu görmekteyiz. Burayı sırasıyla Bozcaada, Çanakkale Merkez, Ayvalık, Çorlu, Şile ve Geyve istasyonları takip eder. Zaten en belirin desenler buralardadır.

Sonbahar 10m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritasında en belirgin desen Bozcaada ve karşısındaki Geyikli kasabası civarındadır. Bununla birlikte Çanakkale'de, Bandırma'da, Çorlu'da ve İstanbul'un kuzeyinde daha açık tonlu yani Bozcaada'ya göre daha az enerjisi olan yerlerde vardır. Bu mevsimde 30m ve 50m'deki haritalarda artık Kilyos, Şile, Bandırma ve Çanakkale Merkez'de potansiyel rüzgar enerjilerinin iyice arttığını ve Bozcaada'dan sonra önemli rüzgar enerjisi kaynakları olduklarını söyleyebiliriz. Buralardan sonrada enerji miktarı açısından Çorlu gelir. Sonbahar 70m ve 100m haritalarında artık Bozcaada'nın tek başına en çok potansiyel rüzgar enerjisini barındıran yer olmadığını görüyoruz. Öyle ki Çanakkale Merkez, Bandırma, Şile ve Kilyos'un da Bozcaada'yla birlikte yüksek potansiyel rüzgar enerjisi olan yerler olarak karşımıza çıktığını söyleyebiliriz.

Yıllık 10m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritasına baktığımız zaman Bozcaada ve civarının en yüksek potansiyel rüzgar enerjisini barındırdığını görürüz. Burayı Çanakkale Merkez, Bandırma, Çorlu ve İstanbul'un kuzeyi takip eder. 30m ve 50m yüksekliğindeki haritalarda ise Çanakkale Merkez, Bandırma, Kilyos ve Şile'deki enerji potansiyelinin artık iyice arttığını lakin hala Bozcaada ve civarının en yüksek enerji potansiyelini

barındırdığını söyleyebiliriz. 70m ve 100m'deki sonbahar potansiyel rüzgar enerjisi haritalarında Bozcaada ve civarı, Çanakkale Merkez, Bandırma ve Kapıdağı yarımadası, Şile ve Kilyos'da potansiyel rüzgar enerjisi açısından yüksek değerlerin olduğunu görmekteyiz. Haritada en yüksek değerler buralardadır. Ayrıca potansiyel rüzgar enerjisi açısından Çorlu'da önemli bir konumdadır.

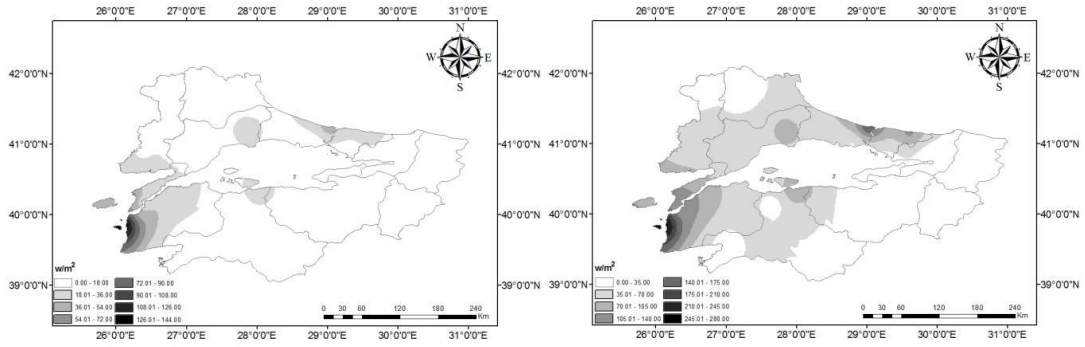
Aşağıdaki rüzgar enerjisi haritalarında rüzgar türbinlerinin süpürme alanları hesaba katılmamıştır. Ancak 30m'den itibaren her seviye için oluşturulan tüm haritaların çeşitli türbin çapı ölçülerine göre haritaları ekte mevcuttur. Burada o haritaların olmayışının sebebi ise sadece değerlerin değişmesi ancak haritalardaki desenlerin değişmemesidir. Bu yüzden onlar ekte sunulmuştur.

Çizelge 2.2: Çeşitli yükseklik seviyeleri ve türbinlerinin kanat çapları esas alınarak yapılan Marmara Bölge'sindeki haritalarda gözlenen maksimum değerler.

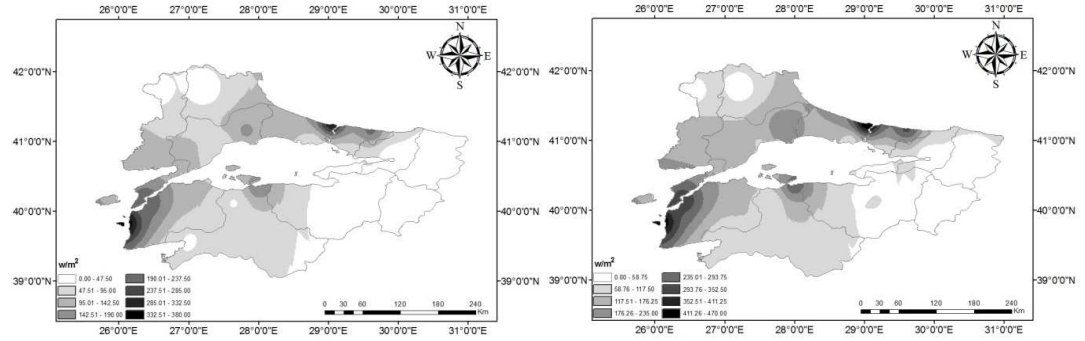
Maksimun Potansiyel Rüzgar Enerjisi													
	10m	30m	30m-27R	30m-33R	50m	50m-44R	50m-48R	70m	70m-54R	70m-64R	100m	100m-72R	100m-80R
Kış	144w/m^2	280w/m^2	24000w/m^2	28000w/m^2	380w/m^2	52000w/m^2	56000w/m^2	470w/m^2	80000w/m^2	94000w/m^2	720w/m^2	162000w/m^2	180000w/m^2
İlkbahar	70w/m^2	138w/m^2	12000w/m^2	14000w/m^2	186w/m^2	26000w/m^2	28000w/m^2	228w/m^2	38000w/m^2	46000w/m^2	328w/m^2	74000w/m^2	82000w/m^2
Yaz	66w/m^2	126w/m^2	10000w/m^2	14000w/m^2	214w/m^2	30000w/m^2	32000w/m^2	322w/m^2	54000w/m^2	64000w/m^2	492w/m^2	112000w/m^2	124000w/m^2
Sonbahar	86w/m^2	166w/m^2	14000w/m^2	18000w/m^2	224w/m^2	32000w/m^2	34000w/m^2	274w/m^2	46000w/m^2	56000w/m^2	380w/m^2	86000w/m^2	96000w/m^2
Yıllık	88w/m^2	170w/m^2	14000w/m^2	16000w/m^2	232w/m^2	32000w/m^2	34000w/m^2	284w/m^2	48000w/m^2	57000w/m^2	380w/m^2	86000w/m^2	96000w/m^2
Seviyelerin yanındaki 27-33-44-48-54-64-72-80 sayıları o yükseklik için esas alınan rüzgar türbini çaplarıdır													

Yukarıdaki çizelge 2.2'de de gösterildiği üzere en verimli mevsim kış iken, en verimsiz mevsim ise ilkbahardır. Tüm 10m ve 30m'deki haritalarda en verimli yer Bozcaada ve civarında görülmektedir. Yüksek seviyelerde ise Çanakkale Merkez, Bandırma, Şile ve Kilyos' da Bozcaada'ya katılmakta hatta bazı mevsimlerde Bozcaada'yı geçmektedirler. En verimsiz yerler ise Edirne Merkez, Yalova, Kocaeli Merkez, Sakarya Merkez, Uludağ ve Gönen'dir.

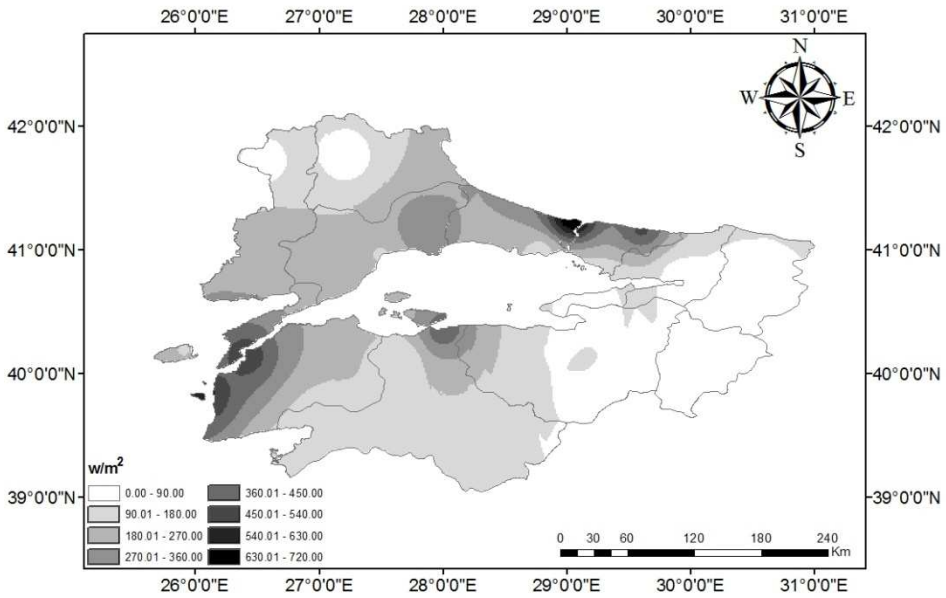
Şekil 2.14: Marmara Bölgesi'nin sırasıyla kışın 10m ve 30m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları.



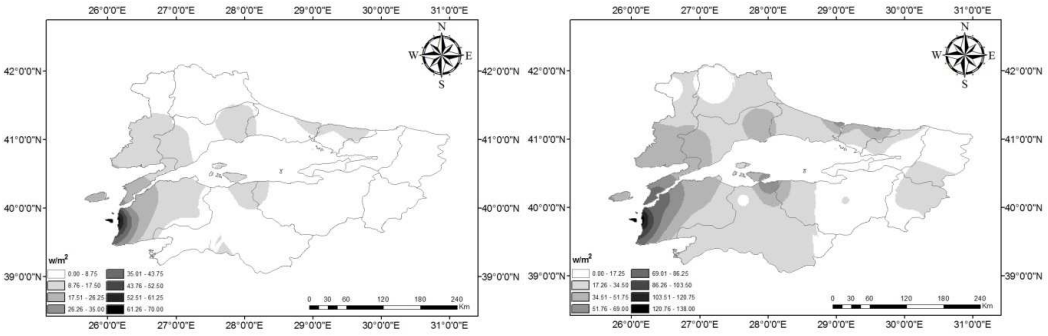
Şekil 2.15: Marmara Bölgesi'nin sırasıyla kışın 50m ve 70m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları.



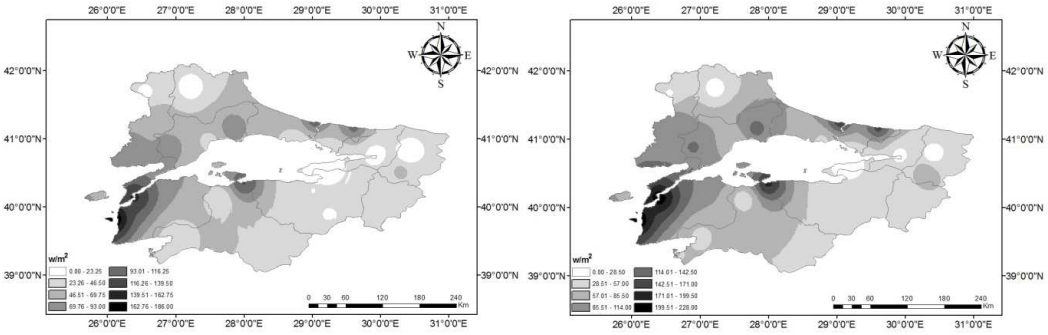
Şekil 2.16: Marmara Bölgesi'nin kışın 100m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



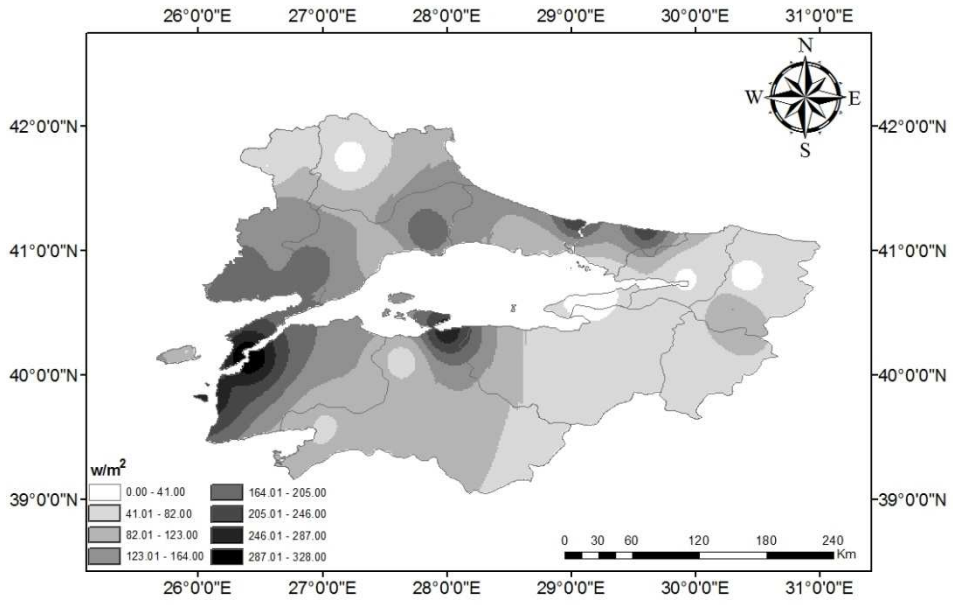
Şekil 2.17: Marmara Bölgesi'nin sırasıyla ilkbaharda 10m ve 30m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları.



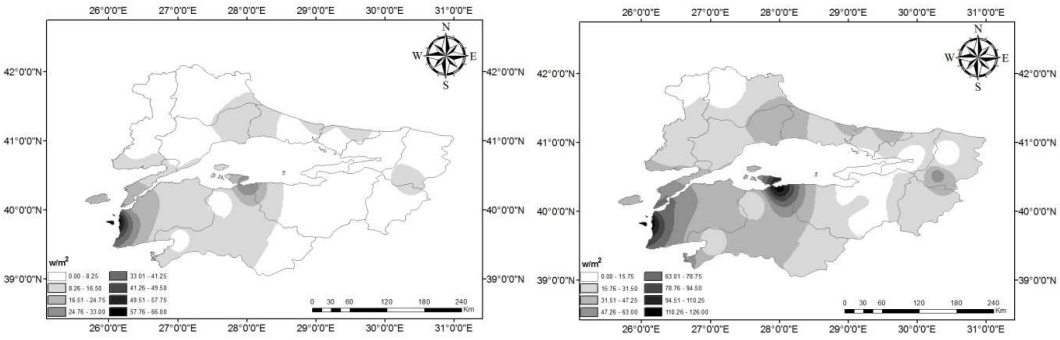
Şekil 2.18: Marmara Bölgesi'nin sırasıyla ilkbaharda 50m ve 70m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları.



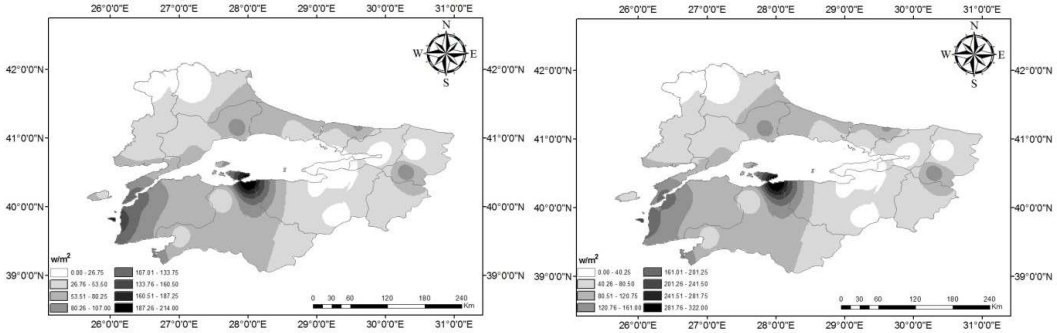
Şekil 2.19: Marmara Bölgesi'nin ilkbaharda 100m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



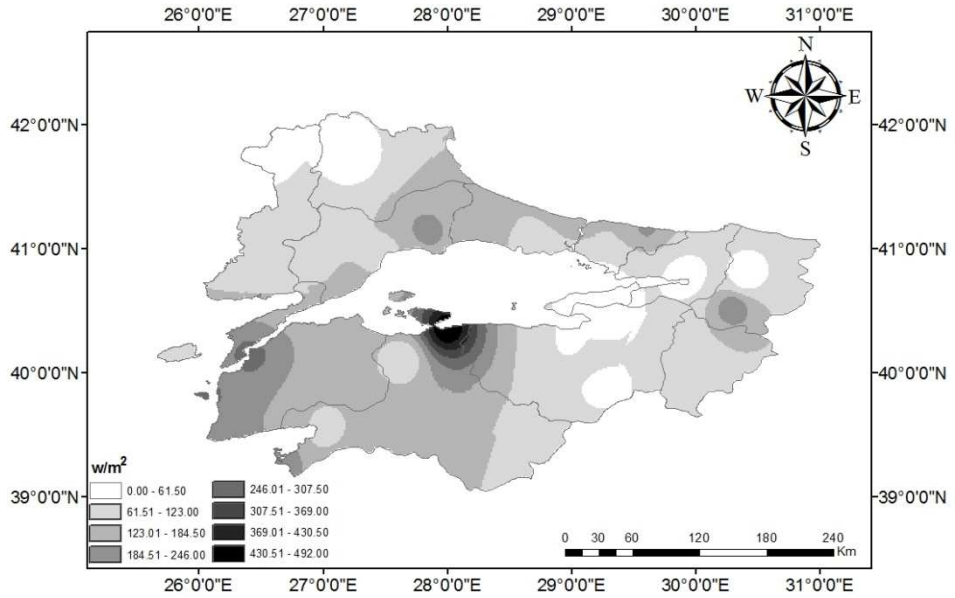
Şekil 2.20:Marmara Bölgesi’nin sırasıyla yazın 10m ve 30m’deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları.



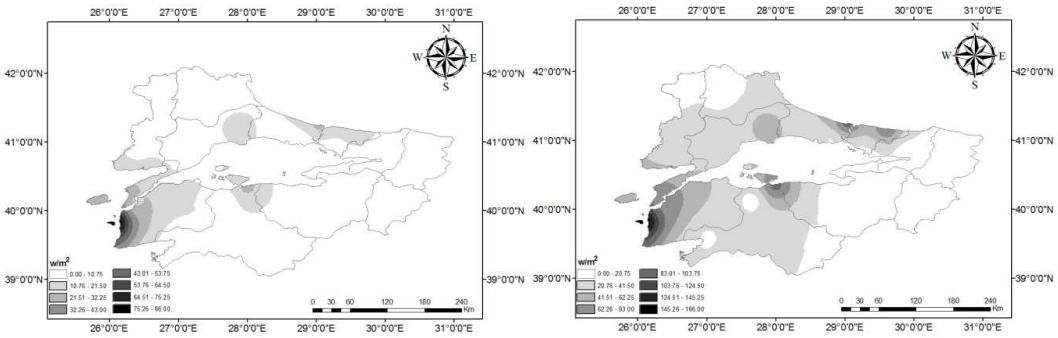
Şekil 2.21:Marmara Bölgesi’nin sırasıyla yazın 50m ve 70m’deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları



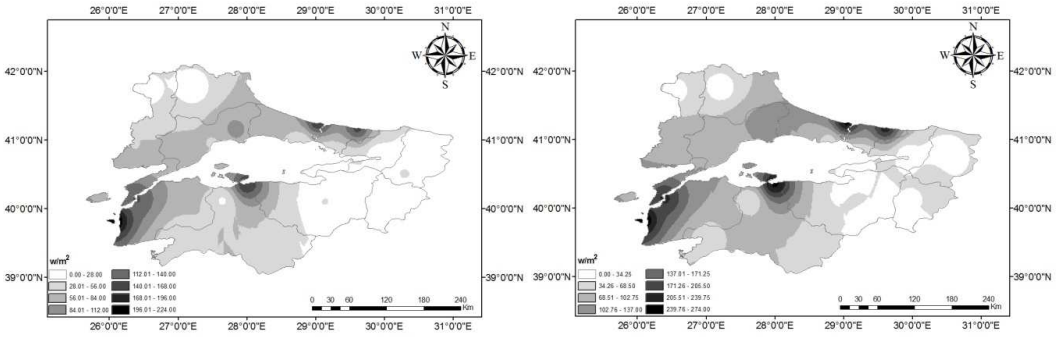
. Şekil 2.22:Marmara Bölgesi’nin yazın 100m’deki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



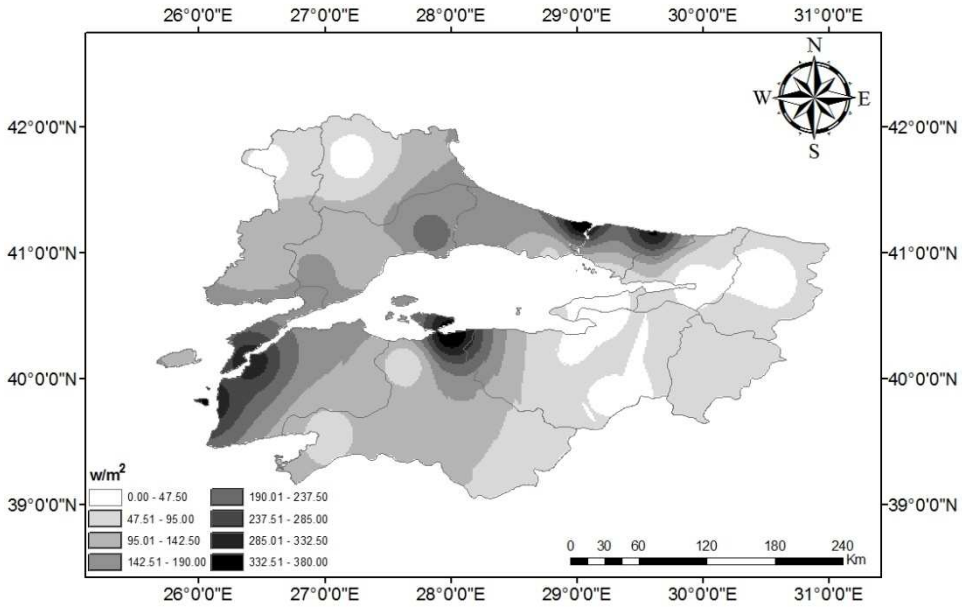
Şekil 2.23:Marmara Bölgesi'nin sırasıyla sonbaharda 10m ve 30m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları.



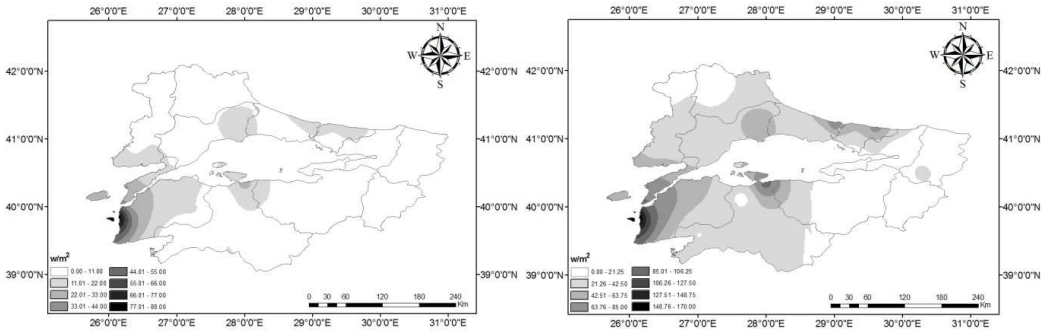
Şekil 2.24:Marmara Bölgesi'nin sırasıyla sonbaharda 50m ve 70m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları.



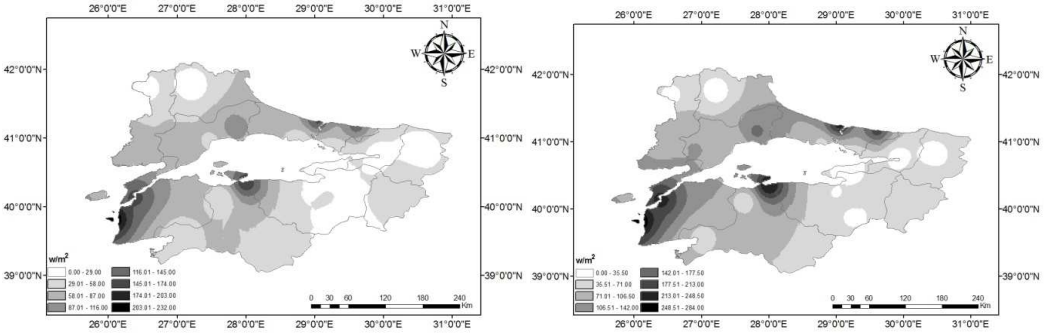
Şekil 2.25:Marmara Bölgesi'nin sonbaharda 100m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



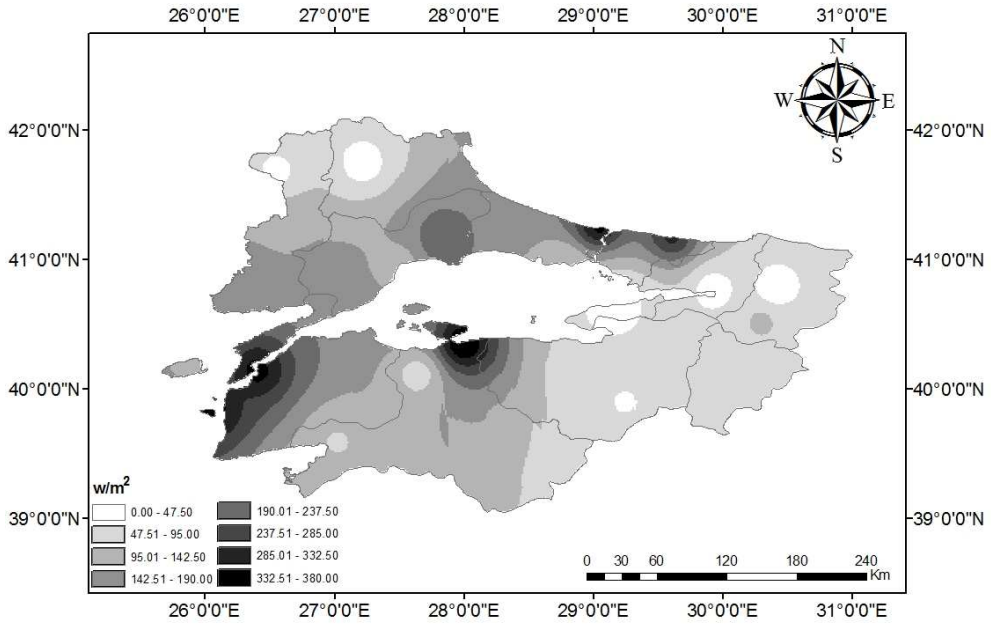
Şekil 2.26:Marmara Bölgesi'nin sırasıyla yıllık 10m ve 30m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları.



Şekil 2.27:Marmara Bölgesi'nin sırasıyla yıllık 50m ve 70m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritaları.



Şekil 2.28: Marmara Bölgesi'nin yıllık 100m'deki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Türkiye ve dolayısıyla Marmara Bölgesi bulunduğu konumu itibariyle orta kuşakta yer almaktadır. Bu yüzden suptropikal yüksek basınç sistemleri ile polar cephe sistemlerinin geçiş alanı arasındadır. Ayrıca Marmara Bölgesi yıl boyunca genel olarak kuzeyli sistemlerden etkilenmektedir. Azor yüksek basıncı, Sibirya yüksek basıncı ve İzlanda alçak basıncı bölgeyi kuzeyden etkileyen sistemlerdir. Yazın sadece Azor yüksek basıncı etkiliyken, kışın Azor yüksek basıncının etkisinin azalmasına rağmen genel olarak üçü birden etkilidir. Buna bağlı olarak kışın kuzeyli sistemlerin etkisi artar ve rüzgar hızları kuvvetlenir. Bölgede güneyli sistemlerde çeşitli zamanlarda etkili olur. Ancak genel olarak değerlendirirsek kuzeyli sistemler daha baskındır. Bu yüzden de bölgede hakim rüzgar yönü daha çok kuzeylidir.

Marmara Bölgesi'nin ortalama rüzgar hızlarına ve bunun ekseninde şekillenen potansiyel rüzgar enerjilerine baktığımız zaman, sadece basınç ve hava kütlelerini hareketleri doğrultusunda şekillenen bir desen göremeyiz. Topografyanın da bunların yanında belirleyici bir etken olduğunu dile getirebiliriz. Eğer tüm arazi düz ve pürüzsüz olsa idi, bir yerden diğerine rüzgar değişimi çok küçük olurdu. Tepelerin, vadilerin, akarsu vadilerinin, göllerin katılması ile karmaşık bir rüzgar deseni oluşur. Küçük ölçeklerde ağaçlar ve binalar da bu karmaşıklığa ilave edilir. Hatta büyük şehirlerde binalar rüzgar hızlarını etkileme de çok büyük paya sahiptir. Tepeler, platolar ve uçurumlar bir rüzgar türbini için yüksek rüzgar hızı bulunabilecek yerlerdir. Daha alçak ve kapalı olan vadilerde rüzgar hızı düşük olur. Bununla beraber, tüm vadilerde rüzgar hızının düşük olması zorunlu değildir. Rüzgar akışına paralel olduklarında vadiler kanal gibi davranabilir ve rüzgar kaynağını artırabilir. Vadideki bir daralma havayı dar bir alanda kanalize ederek rüzgar akışını daha da kuvvetlendirebilir. Bu genellikle rüzgara bakan dar dağ geçitlerinde olur. Bölgede bunun en büyük örneği Çanakkale ve İstanbul Boğazlarıdır. Tıpkı vadilerde olduğu gibi bu boğazlarda rüzgar hızını arttırır. Büyük su kütlelerine yakın kara alanları iki nedenden dolayı kuvvetli ve ısrarlı rüzgarlı alanlar olabilir. İlk olarak, bir su yüzeyi bir kara yüzeyine göre çok daha düzgündür, bu nedenle su üzerinde akan hava daha az sürtünmeye tabidir. Hakim rüzgar yönünün sahile doğru olduğu sahil şeridi en iyi rüzgar

alanıdır. Bir diğer etken ise deniz veya göl meltemi olarak bilinen yerel rüzgarlar oluşur, çünkü kara ve deniz ısınmaları farklı oranlardadır. Üzerinde estiği yüzey rüzgarın hızını etkiler. Ağaçlar ve binalar ile kaplı pürüzlü yüzeyler göl veya açık tarlalar gibi düzgün yüzeylere göre daha fazla sürtünme ve türbülans oluşturacaktır. Sürtünme ne kadar büyükse yere yakın rüzgar hızı o oranda düşüktür. Tüm bu bilgilerin ışında bölgede İstanbul Boğazı'nın çevresi, Çanakkale Boğazı'nın çevresi, Bozcaada, Çorlu, Bandırma ve Kapıdağ yarım adası rüzgar enerjisi açısından önemli yerlerdir. Rüzgar enerjisi dikkate alınarak yapılan bir sınıflamaya göre (Ambrosini vd. 1992):

- zayıf ($x < 100 W/m^2$)
- iyiye yakın ($100 W/m^2 < x < 300 W/m^2$)
- iyi ($300 W/m^2 < x < 700 W/m^2$)
- çok iyi ($x > 700 W/m^2$)

Bu sınıflama dikkate alındığı zaman özellikle 100m için şunları söyleyebiliriz: Kışın Bozcada ve Kilyos çok iyi, Çanakkale, Gökçeada, Bandırma, Çorlu ve İstanbul iyi, bu yerlerin yakınındaki alanlarda iyiye yakındır. Diğer mevsimler ise seviyeler bir geriler Çok iyi olan yerler iyi, iyi olan yerler iyiye yakın olurlar. Aynı zamanda yükseklik sevileri azaldıkça da kalite sınıflamasına göre değerler düşer.

Marmara Bölgesi'ndeki rüzgar hızlarında da uzun süreli eğilimler açısından bir azalış söz konusudur. Ancak son yıllarda çoğu istasyon bir artış dönemi içine girmiştir. Hatta Burhaniye, Gökçeada ve Geyve'de anlamlı artış yönünde eğilimler saptanmıştır. Rüzgar potansiyeli açısından önemli yerlerde ise durum şöyledir: İstanbul'un kuzeyi yani Kumköy ve Şile istasyonlarında anlamlı azalış eğilimleri vardır. Çorlu'da yine anlamlı bir azalış eğilimi vardır. Bandırma'da genel olarak azalış eğilimi saptansa da son yıllarda rüzgar hızlarında artış yaşamaktadır. Çanakkale'de rüzgar hızlarında genel olarak bir dalgalanma söz konusudur. Bu yüzden hiçbir eğilim saptanamamıştır. Potansiyel rüzgar enerjisi açısından en yüksek değerlerin olduğu en verimli yer olan Bozcaada'da ise bir azalış eğilimi söz konusudur. Bu da her geçen zaman diliminde elde edilen enerjide azalmanın olacağının bir göstergesidir.

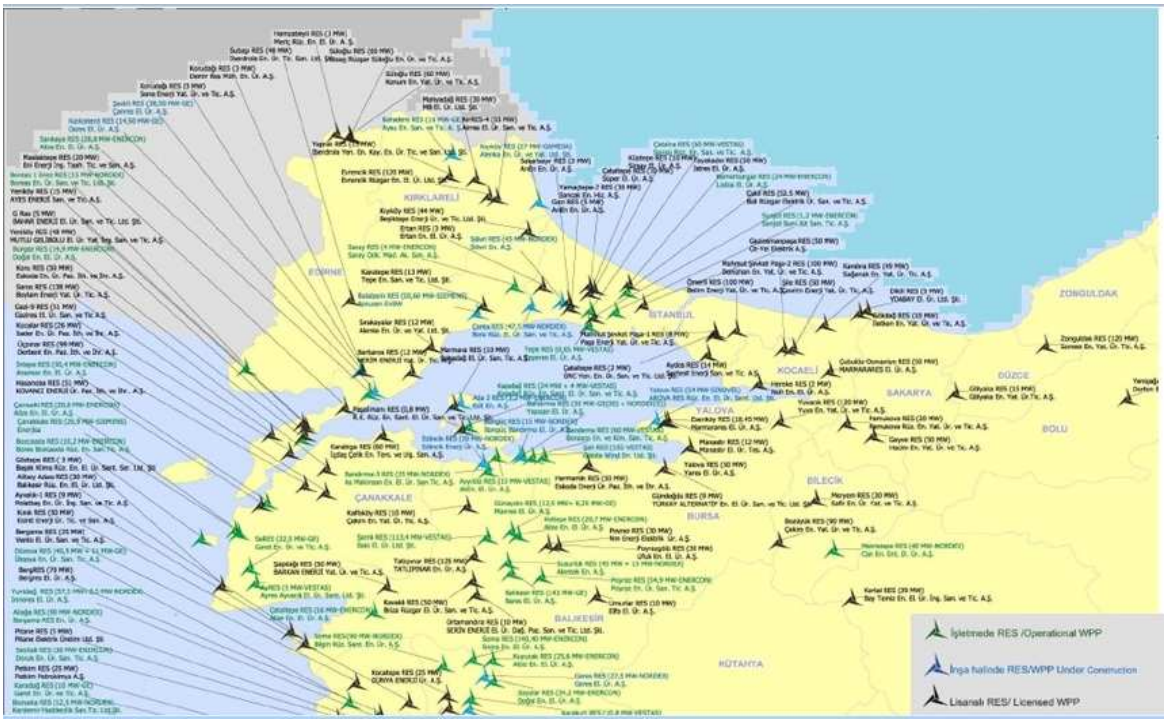
Bir yerde rüzgar enerjisinden faydalanmak için minimum rüzgar hızının 4 m/s ’den fazla 25 m/s ’den az olması gerekir. Ayrıca en verimli yani ideal olan rüzgar hızı ise 7 ile 11 m/s rüzgar hızları arasında olandır. Bu durum yukarıdaki bilgilerin esasında bize şunu gösteriyor: Her geçen zaman diliminde rüzgar enerjisinden daha verimli yararlanmak için, rüzgar türbinlerinin uzunluklarını artırmamız gerekiyor. Çünkü bulundukları sevilerdeki rüzgar hızlarının azalmasından dolayı daha çok ve daha verimli enerji için daha yüksek seviyelerdeki rüzgar hızlarından faydalanmak zorundayız.

Şekil 1: Türkiye rüzgar enerjisi santralleri atlası (TÜRSAT 2013).



Şekil 1’de de gösterildiği gibi Türkiye’deki rüzgar enerjisi santralleri (RES) Marmara ve Ege’de yoğunlaşmıştır. Yani rüzgar hızlarının en fazla oldukları yerlerde RES’ler yoğundur. Ülkemizde de en fazla rüzgar hızlarının Marmara Bölgesi’nde olduğu hesaba katılırsa bu bölgeye yakından bakmak oldukça faydalı olacaktır.

Şekil 2: Marmara Bölgesi rüzgar enerjisi santralleri atlası (TÜRSAT 2013).



Şekil 2'de Marmara Bölgesi'nin aslında RES'ler açısından ne kadar yoğun olduğunu daha iyi görmekteyiz. Atlas da RES'ler üç başlık altında toplanmıştır. Bunlar: İşletmedekiler, inşa halinde olanlar ve lisanslı RES'lerdir. Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği'nin 2013 yarı yıl raporuna göre bunlar dan işletmede olanlarda Ege Bölgesi, Marmara Bölgesi'nden öndeyken, inşa halinde olanlar ve lisanslı RES'ler de Marmara Bölgesi birinci sıradadır. Aynı rapora göre sadece Marmara Bölgesi'ni baz aldığımız zaman ise işletmede olanda Balıkesir, inşa halinde olanda İstanbul ve lisanslı RES'ler açısından da Çanakkale öndedir.

Tüm bu bilgilerin ışığında Marmara Bölgesi'nin rüzgar enerjisi açısından en şanslı ve en verimli yer olduğunu ve bunu da RES'lerle mümkün mertebe kullanmaya çalıştığını söyleyebiliriz. Ancak değişen koşullar ve gelişen teknolojiler esas alındığında daha büyük ve daha çok sayıda RES'in kurulması gerektiğini söyleyebiliriz. Ayrıca uzaktan algılama yöntemleri ile rüzgar enerjisi açısından tahminler yapılabilir, istasyon sayıları ve ölçüm sıklıkları artırılabilir, sürekli güncel verilerin haritası yapılıp, isteyen herkese dijital

ortamda sunulabilir ve son olarak rüzgar haritalarının ve dolayısıyla enerji haritalarının güncellenmesi önerilir.

Başta temiz ve yaşanabilir bir dünyada yaşayabilmek için daha sonrada kıt olan fosil kökenli enerji kaynaklarına alternatifler ortaya koyabilmek için enerji çeşitliliğini sağlamak son derece önem taşımaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları burada düşünülmesi gereken ilk seçeneklerdir. Bu yenilenebilir enerji kaynaklarından biri de rüzgar enerjisidir. Çevre dostu olan rüzgar enerjisinin genel olarak olumsuz yönü yok denecek kadar azdır. Ülkemizde de rüzgar potansiyeli olan yöreleri olduğuna göre mutlaka değerlendirilmelidir.

İlginçtir ki Marmara Bölgesi Türkiye'nin enerji ihtiyacının en fazla olduğu alandır. Böylesine enerji ihtiyacının fazla olduğu bir bölgede rüzgar enerjisi gibi bir zenginlik daha verimli kullanılmalıdır. Hiç şüphesiz en iyi enerji çevreyi kirletmeyen, tahrip etmeyen ve sınırsız olan enerjidir. İşte rüzgar enerjisi bize bunu sunuyor ve unutulmamalı ki bölgenin enerji ihtiyacı için rüzgar enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları gereksiz yada bir lüks değil tam anlamıyla bir gereksinim bir zorunluluk halini almıştır.

KAYNAKÇA

1. Koç, T. 1998. Ayvalık'ta Rüzgar Enerjisi Potansiyeli. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, sayı: 2, sayfa: 1-18

2. Vardar, A.; Eker, B. 2004. Marmara Bölgesi Rüzgar Potansiyeli. Enerji Aylık Haber ve Araştırma Dergisi

3. Dündar, C. 1997. Bandırma, Bodrum, Bozcaada ve Çeşme Bölgeleri için Rüzgar Enerjisi Potansiyellerinin Belirlenmesi (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

4. İlkılıç, C. 2009. Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı. Mühendislik ve Makine Dergisi, Cilt:50, sayı: 593, sayfa: 26-32

5. GWEC. 2012. Global Wind Statistics 2011

6. BP. 2012. Statistical Review of World Energy, June 2012. BP: London.

7. Erdalh, Y.; Türe, I.E.; Türksoy, F. 1995. Rüzgar Enerji Sistemleri. Termodinamik Dergisi, sayı: 30, sayfa: 49-52

8. Türkeş, M. 2012. Çanakkale Yöresinin Rüzgar Klimatolojisi ve Rüzgar Gücü/Enerjisi Potansiyeli . "toplantı slaytı" GMKA Rüzgar Enerjisi Bilgilendirme Toplantısı, Çanakkale

9. Oğulata, R.M. 2003. Energy Sector and Wind Energy Potential in Turkey. Renewable and Sustainable Energy Reviews, sayı: 7, sayfa: 469-484

10. Sahin, S.; Türkeş, M. 2013. Contemporary Surface Wind Climatology of Turkey. Theoretical and Applied Climatology, sayı: 113(1-2), sayfa: 337-349. DOI: 10.1007/s00704-012-0789-50

11. Alghoul, M. A.; Sulaiman, M.Y.; Azmi, B.Z.; Wahab, M.A. 2007. Wind Energy Potential of Jordan. International Energy Journal, sayı: 8, sayfa: 71-78

12. Adekoya, L.O.; Adewale, A. A. 1992.Wind Energy Potential of Nigeria. Renewable Energy, sayı: 2, sayfa: 35-39

13. Al-Buhairi, M.H.; Al-Haydari, A. 2012. Monthly and Seasonal Investigation of Wind Characteristics and Assessment of Wind Energy Potential in Al-Mokha. Yemen Energy and Power Engineering, sayı: 4, sayfa: 125-131 doi:10.4236/epe.2012.43017

14. Youm, I.; Sarr, J.; Sall, M.; Ndiaye, A.; Kane, M.M. 2005. Analysis of Wind Data and Wind Energy Potential Along the Northern Coast of Senegal. Renewable Energy, sayı: 8, sayfa: 95-108

15. Lavagnini, A. vd. 2006. Offshore Wind Climatology Over the Mediterranean Basin. Wind Energy, sayı: 9, sayfa: 251–266.

16. Pneumatikos, J.D. 1991. Wind Energy Potential in NW Peloponnese-Greece. Renewable Energy, sayı: 1 sayfa: 137-139

17. Doğu Marmara Bölgesi Kalkınma Ajansı. 2011. TR42 Doğu Marmara Bölgesi Yenilenebilir Enerji Raporu

18. Yücel, M. 2009. Rüzgar Enerji Sistemleri ve Uygulamaları (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Çanakkale

19. Burton, T.; Sharpe, D.; Jenkins, N.; Bossany, E. 2000. Wind Energy Handbook

20. Türkeş, M. 2010. Klimatoloji ve Meteoroloji. Birinci Baskı, Kriter Yayınevi - Yayın No. 63, Fiziki Coğrafya Serisi No. 1, ISBN: 978-605-4613-26-7, 650 + XXII sayfa, İstanbul

21. Agçay, M. 2007. Türkiye'nin Elektrik Enerjisi Arz Talep Dengesinin Tespiti, Üretim Projeksiyonuna Yönelik Rüzgar Elektrik Santrali Tasarımı RES'in Kurulum Maliyetlerinin ve Üretim Parametrelerinin Analizinin Matlab&Simulink ile Yazılan Programda Yapılması (Bitirme tezi proje yarışması). Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, İstanbul

22. Gouneres, D. 1982. Wind Power Plants; Theory and Design. bölüm:1, Sayfa 1-29

23. Türkeş, M. 2012. Klimatolojik ve Hidrolojik Verilerin İklimsel Değişkenlik Analizi, yayınlanmamış ders notları, Çanakkale

24. Ryan, T.P. 1997. Modern Regression Methods. John Wiley Sons, New York.

25. Ültanir, M.Ö. 1996. Simdi Rüzgar Çiftliği Zamanı. Enerji Yıl :l, sayı: 5, sayfa: 48-57

26. Altas, M.; Fikret, H.; Çelebi, E. 1994. Enerji İstatistikleri. Türkiye 6. Enerji Kongresi 17-22 Ekim, İzmir

27. Richardson, R.D.; Mc Nervey, G.M. 1993. Wind Energy Systerms. Proceedings of the IEEE 81(3):378389.

28. Uysal, A. 2008. Rüzgar Türbini Kanat Malzemelerinin Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul

29. Atalay, İ.; Mortan, K. 2011. Türkiye Bölgesel Coğrafyası. Beşinci baskı, İnkılap Yayınevi, ISBN: 978-975-10-2644, sayfa: 632, İstanbul

30. M.G.M. 2007. Hava Analizi ve Tahmin Tekniği Kitabı. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü(MGM), Meteoroloji Matbaası, Ankara

31. Koç, T. 2001. Kuzeybatı Anadolu'da İklim ve Ortam: Sinoptik, İstatistik ve Uygulama Boyutlarıyla. Çantay Kitabevi, ISBN:975–7206–48–2, Çanakkale

32. Türkeş, M.; Sümer, U.M.; Demir, İ. 2002. Türkiye'nin Günlük Ortalama, Maksimum ve Minimum Hava sıcaklıkları ile Sıcaklık Genişliğindeki Eğilimler ve Değişiklikler, Prof. Dr. Sırrı Erinç Anısına Klimatoloji Çalıştayı, Bildiriler Kitabı, sayfa: 89-106. Ege Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, İzmir

33. Türkeş, M.; Sümer, U.M.; Yıldırım, Y.E. 2005. GAP Bölgesi'nde Gözlenen Uzun Süreli İklimsel Değişimlerin ve Eğilimleri Zaman Dizisi Çözümlemeleri, Prof. Dr. İsmail Yalçınlar Anısına Ulusal Coğrafya Kongresi, Bildiri Kitabı, Sayfa: 373-384, İstanbul

34. Türkeş, M.; Koç, T.; Sarış, F. 2007. Türkiye'nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlenmesi, Coğrafi Bilimler Dergisi, sayı: 5 sayfa: 57-74

35. Toros, H. 1993. Klimatolojik Serilerden Türkiye İkliminde Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

36. Ambrosini, G.; Benato, B.; Garavaso, C.; Botta, G.; Cenerini, M.; Comand, D.; Stork,C. 1992. Wind Energy Potential in Emilia Romagna, Italy,J. of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, sayı: 39 sayfa: 211-220

37. TÜRSAT. 2013. Türkiye Rüzgar Santralleri Atlası, Temmuz 2013

38. TÜREB. 2013. Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu, Temmuz 2013

39. Tatlı, H. 2012. Özel Görüşme.

40. Eskin, N.; Artar, H.; Talun, S. 2006. Wind Energy Potential of Gökçeada Island in Turkey. Renewable and Sustainable Energy Reviews, sayı:12 sayfa: 839-851

41. Gökçek, M.; Bayülken, A.; Bekdemir, S. 2007. İnvestigation of Wind Characteristic and wind energy Potential in Kırklareli, Turkey. Renewable Energy, sayı: 32 sayfa:1739-1752

42. Ucar,A.; Balo, F.2009. İnvestigation of Wind Characteristic and Assesment of Wind Generation Potentiality in Uludağ-Bursa, Turkey. Applied Energy sayı:86 sayfa:333-339

43. http://www.alternaturk.org/ruzgar-enerjisi-tahmin-sistemi.php

son erişim tarihi:1/1/2013

44. http://www.koronaenerji.com.tr/?/ruzgar-enerjisi-nedir

son erişim tarihi:1/1/2013

45. http://www.pallasenerji.com/genel-bilgiler/ruzgar-enerjisi/ruzgar-gucu-hesabi son erişim tarihi: 1/1/2013

46. http://www.stat.gen.tr/index.php?istek=sinif&dersid=ist01&konuid=pca&max son erişim tarihi: 10/11/2013

47. http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/ruzgar/ruzgar_turbin.html son erişim tarihi: 10/11/2013

EKLER

EK-1. EĞİLİM SINAMASI SONUÇLARI

Ek-1.1: Balıkesir Ayvalık istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Sarı=%5 Kırmızı = %1

Balıkesir - Ayvalık						
	EKK Doğrusal Regresyon Yaklaşımı			Mann-Kendall Sıra İlişki Katsayısı		
	Örneklem-değeri t	Kritik Değer t (0,01 / 0,05)	Sonuç	Örneklem-değeri $u(t)$	α	Sonuç
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-14.22	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-6.98	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-8.37	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-5.78	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-4.46	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-3.77	0.0001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-6.61	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-5.20	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-8.12	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-5.65	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.2: Balıkesir Bandırma istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Balıkesir - Bandırma						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-1.98	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-2.18	0.0292	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-2.23	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-2.05	0.0404	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-0.32	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-0.23	0.818	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-0.57	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-0.29	0.7718	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-1.73	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-2.30	0.0214	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			

Ek-1.3: Balıkesir Burhaniye istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Balıkesir - Burhaniye						
Yıllık	*Yıllık (1975-2012) N=38*			*Yıllık (1975-2012) N=38*		
	2.95	2.72	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	2.24	0.0252	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.028	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1975-2012) N=38*			*Kış (1975-2012) N=38*		
	2.13	2.72	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	1.85	0.0644	Anlamlı değil
		2.028	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1975-2012) N=38*			*İlkbahar (1975-2012) N=38*		
	2.86	2.72	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	2.51	0.012	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.028	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1975-2012) N=38*			*Yaz (1975-2012) N=38*		
	3.06	2.72	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	2.07	0.0384	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.028	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Sonbahar	*Sonbahar (1975-2012) N=38*			*Sonbahar (1975-2012) N=38*		
	2.84	2.72	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	2.35	0.0188	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.028	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.4: Balıkesir Edremit istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Balıkesir - Edremit						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-4.70	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.07	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-5.36	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.26	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-3.23	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-2.95	0.0032	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-1.96	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-1.82	0.0688	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-4.43	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-3.46	0.0006	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.5: Balıkesir Gönen istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Balıkesir -Gönen						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-1.28	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-1.66	0.097	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-1.66	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-2.02	0.0434	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	0.72	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	0.50	0.617	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-0.40	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-1.00	0.3174	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-2.59	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-2.55	0.0108	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.6: Bilecik istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Bilecik						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-6.92	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-5.07	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-5.08	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-3.29	0.001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-6.06	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.61	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-5.67	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.41	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-5.98	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.95	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.7: Bursa Keleş istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Bursa - Keleş						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-2.10	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-2.60	0.0094	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-1.30	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-2.19	0.0286	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-2.34	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-2.90	0.0038	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-1.20	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-1.25	0.2114	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-2.10	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-2.22	0.0264	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.8: Bursa Osmangazi istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Bursa - Osmangazi						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-4.77	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.40	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-6.62	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.69	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-1.80	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-1.84	0.0658	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-0.91	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-1.17	0.242	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-3.53	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-3.23	0.0012	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.9: Bursa Uludağ istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Bursa - Uludağ						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-4.42	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-3.64	0.0002	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-3.06	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-2.75	0.006	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-3.05	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-2.45	0.0142	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-2.21	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-1.64	0.101	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-5.70	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.47	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.10: Çanakkale Merkez istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Çanakkale - Merkez						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-1.32	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-1.56	0.1188	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-2.02	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-1.63	0.1032	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	0.36	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-0.01	0.992	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	1.08	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	1.11	0.267	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-1.96	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-1.74	0.0818	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			

Ek-1.11: Bozcaada istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Bozcaada						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-4.00	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-3.37	0.0008	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-4.95	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.05	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-2.22	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-1.83	0.0672	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	0.03	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	0.31	0.7566	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-3.64	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-3.41	0.0006	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.12: Gökçeada istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Gökçeada						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	1.60	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	1.06	0.2892	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	0.20	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	0.04	0.968	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	2.79	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	2.44	0.0146	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	1.25	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	1.41	0.1586	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	0.24	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	0.30	0.7642	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			

Ek-1.13: Edirne İpsala istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Edirne - İpsala						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-6.45	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.60	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-5.74	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.31	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-3.52	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-2.83	0.0046	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-3.26	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-2.02	0.0434	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-5.28	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.05	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.14: Edirne Merkez istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Edirne - Merkez						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	0.22	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-0.08	0.9362	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-0.90	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-0.98	0.327	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	1.56	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	1.40	0.1616	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	0.70	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	0.39	0.6966	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	0.29	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	0.24	0.8104	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			

Ek-1.15: Edirne Uzunköprü istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Edirne - Uzunköprü						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-21.06	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-7.60	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-12.48	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-6.64	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-13.36	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-6.64	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-11.01	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-6.29	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-16.04	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-7.02	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.16: İstanbul Florya istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

İstanbul - Florya						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-4.79	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.10	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-4.96	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-3.83	0.0002	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-4.20	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-3.77	0.0002	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-2.31	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-2.59	0.0096	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-4.47	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-3.63	0.0002	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.17: İstanbul Kartal istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

İstanbul - Kartal						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-1.18	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-1.40	0.1616	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-1.22	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-1.60	0.1096	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-0.83	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-0.88	0.3788	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-0.50	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-0.60	0.5486	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-2.08	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-1.72	0.0854	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.18: İstanbul Kumköy istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

İstanbul - Kumköy						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-7.67	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-5.93	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-5.97	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.48	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-5.25	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-3.90	0.0002	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-7.42	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-5.75	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-5.65	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-5.17	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.19: İstanbul Şile istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

İstanbul - Şile						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-15.70	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-7.78	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-7.98	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-6.66	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-12.47	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-6.73	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-15.17	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-7.77	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-21.18	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-8.01	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.20: Kırklareli Merkez istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Kırklareli - Merkez						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-5.78	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.84	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-5.73	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.22	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-5.58	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.83	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-4.98	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.32	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-5.89	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.93	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.21: Kocaeli Merkez istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Kocaeli - Merkez						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-3.67	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-2.46	0.014	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-4.21	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-3.21	0.0014	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-3.04	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-2.49	0.0128	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-3.56	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-2.93	0.0034	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-2.38	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-1.85	0.0644	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.22: Sakarya Geyve istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Sakarya - Geyve						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	4.22	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	2.58	0.0098	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	3.96	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	3.12	0.0018	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	3.55	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	2.50	0.0124	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	4.07	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	2.32	0.0204	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	3.48	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	2.38	0.0174	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.23: Sakarya Merkez istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Sakarya - Merkez						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-2.13	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-2.57	0.0102	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-4.34	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-3.49	0.0004	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-1.30	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-1.58	0.1142	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-0.52	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-0.50	0.617	Anlamlı değil
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-1.89	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-2.12	0.034	%5 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			

Ek-1.24: Tekirdağ Çorlu istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Tekirdağ - Çorlu						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-18.71	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-7.37	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-10.97	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-6.33	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-7.50	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-5.44	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-7.99	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-5.56	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-12.53	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-6.60	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.25: Tekirdağ Malkara istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Tekirdağ - Malkara						
Yıllık	*Yıllık (1981-2012) N=32*			*Yıllık (1981-2012) N=32*		
	-4.14	2.75	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-3.94	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.042	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1981-2012) N=32*			*Kış (1981-2012) N=32*		
	-3.65	2.75	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.18	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.042	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1981-2012) N=32*			*İlkbahar (1981-2012) N=32*		
	-2.48	2.75	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-3.47	0.0006	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.042	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1981-2012) N=32*			*Yaz (1981-2012) N=32*		
	-2.61	2.75	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-2.89	0.0038	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.042	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Sonbahar	*Sonbahar (1981-2012) N=32*			*Sonbahar (1981-2012) N=32*		
	-4.82	2.75	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.01	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.042	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.26: Tekirdağ Merkez istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Tekirdağ - Merkez						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-6.84	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-3.75	0.0002	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-7.05	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.18	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-4.47	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-2.95	0.0032	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-4.34	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-3.05	0.0022	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-6.65	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.31	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

Ek-1.27: Yalova Çınarcık istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Yalova - Çınarcık						
Yıllık	*Yıllık (1982-2012) N=31*			*Yıllık (1982-2012) N=31*		
	0.30	2.756	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-0.03	0.976	Anlamlı değil
		2.045	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Kış	*Kış (1982-2012) N=31*			*Kış (1982-2012) N=31*		
	-1.56	2.756	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-0.83	0.4066	Anlamlı değil
		2.045	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
İlkbahar	*İlkbahar (1982-2012) N=31*			*İlkbahar (1982-2012) N=31*		
	1.09	2.756	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	1.53	0.126	Anlamlı değil
		2.045	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Yaz	*Yaz (1982-2012) N=31*			*Yaz (1982-2012) N=31*		
	1.30	2.756	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	1.05	0.2938	Anlamlı değil
		2.045	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			
Sonbahar	*Sonbahar (1982-2012) N=31*			*Sonbahar (1982-2012) N=31*		
	-0.42	2.756	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok	-0.97	0.332	Anlamlı değil
		2.045	Anlamlı bir doğrusal eğilim yok			

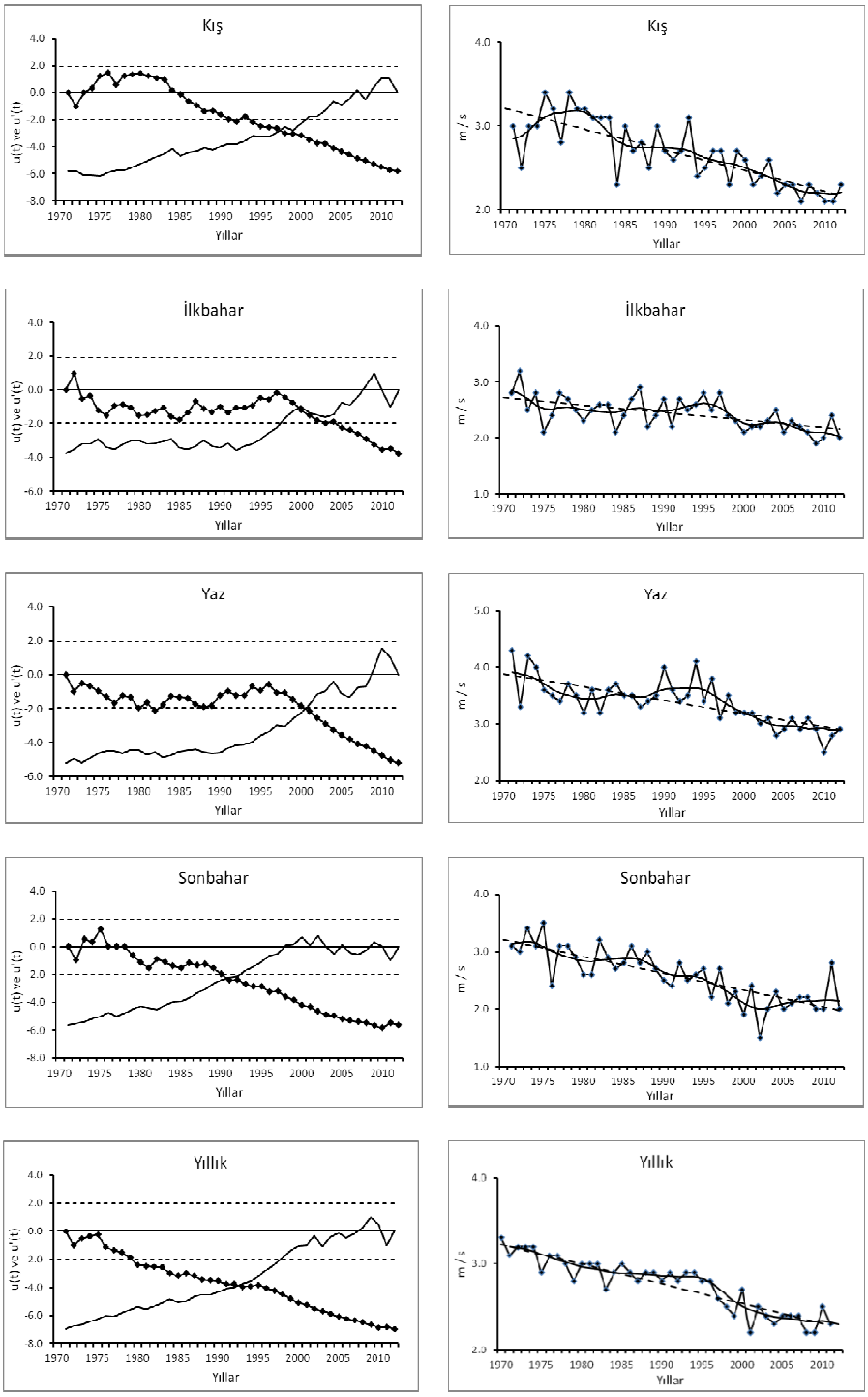
Ek-1.28: Yalova Merkez istasyonun eğilim sınaması sonuçları. Sarı renk: % 5, kırmızı renk: % 1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Yalova -Merkez						
Yıllık	*Yıllık (1971-2012) N=42*			*Yıllık (1971-2012) N=42*		
	-5.47	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.58	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Kış	*Kış (1971-2012) N=42*			*Kış (1971-2012) N=42*		
	-5.89	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.62	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
İlkbahar	*İlkbahar (1971-2012) N=42*			*İlkbahar (1971-2012) N=42*		
	-4.27	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.23	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Yaz	*Yaz (1971-2012) N=42*			*Yaz (1971-2012) N=42*		
	-4.62	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.58	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			
Sonbahar	*Sonbahar (1971-2012) N=42*			*Sonbahar (1971-2012) N=42*		
	-5.63	2.705	Anlamlı bir doğrusal eğilim var	-4.54	0.00001	%1 anlamlılık seviyesinde anlamlı
		2.021	Anlamlı bir doğrusal eğilim var			

EK-2. EĞİLİM SINAMASI GRAFİKLERİ

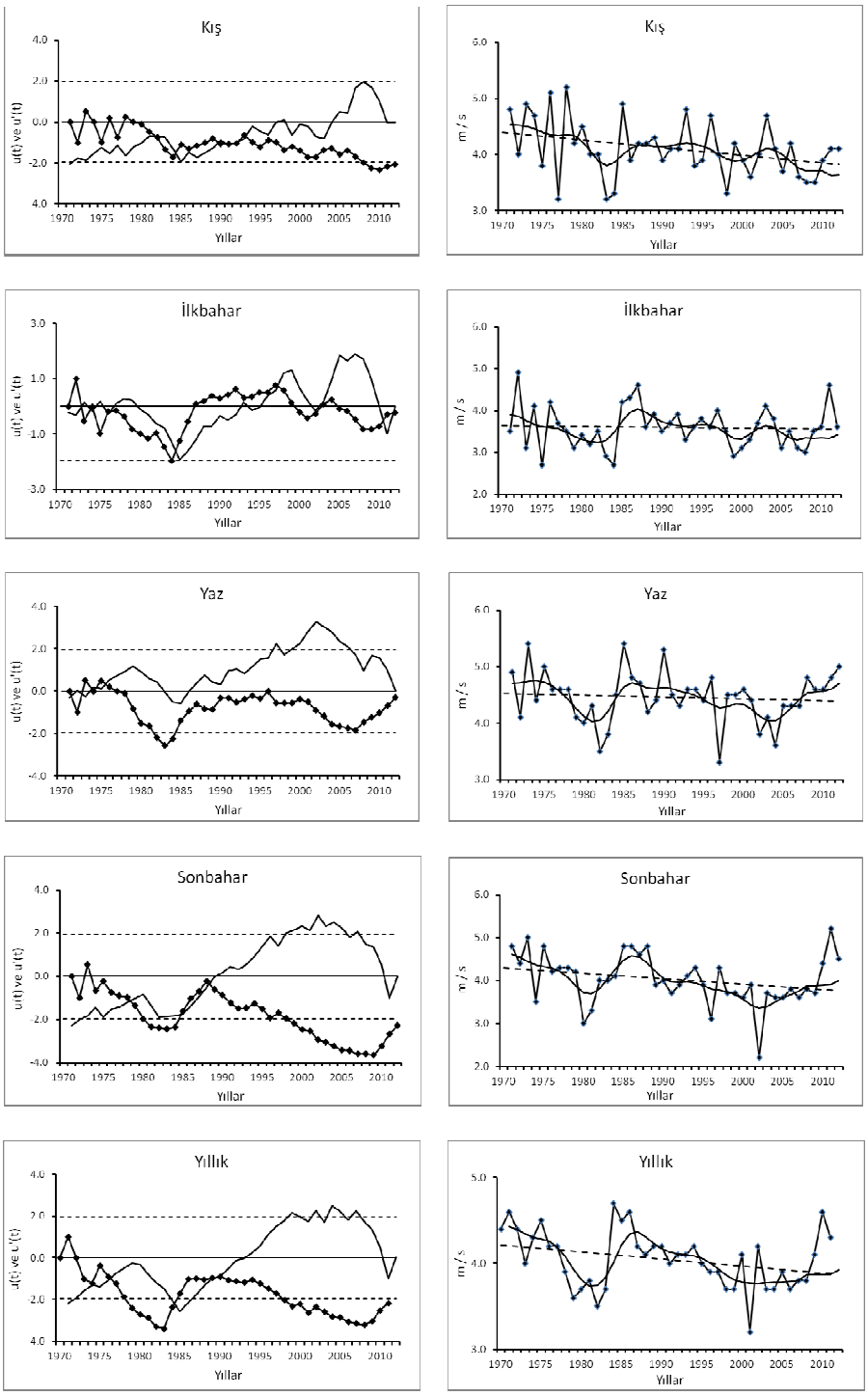
Ek-2.1: Solda: Balıkesir Ayvalık istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Balıkesir Ayvalık istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (------), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



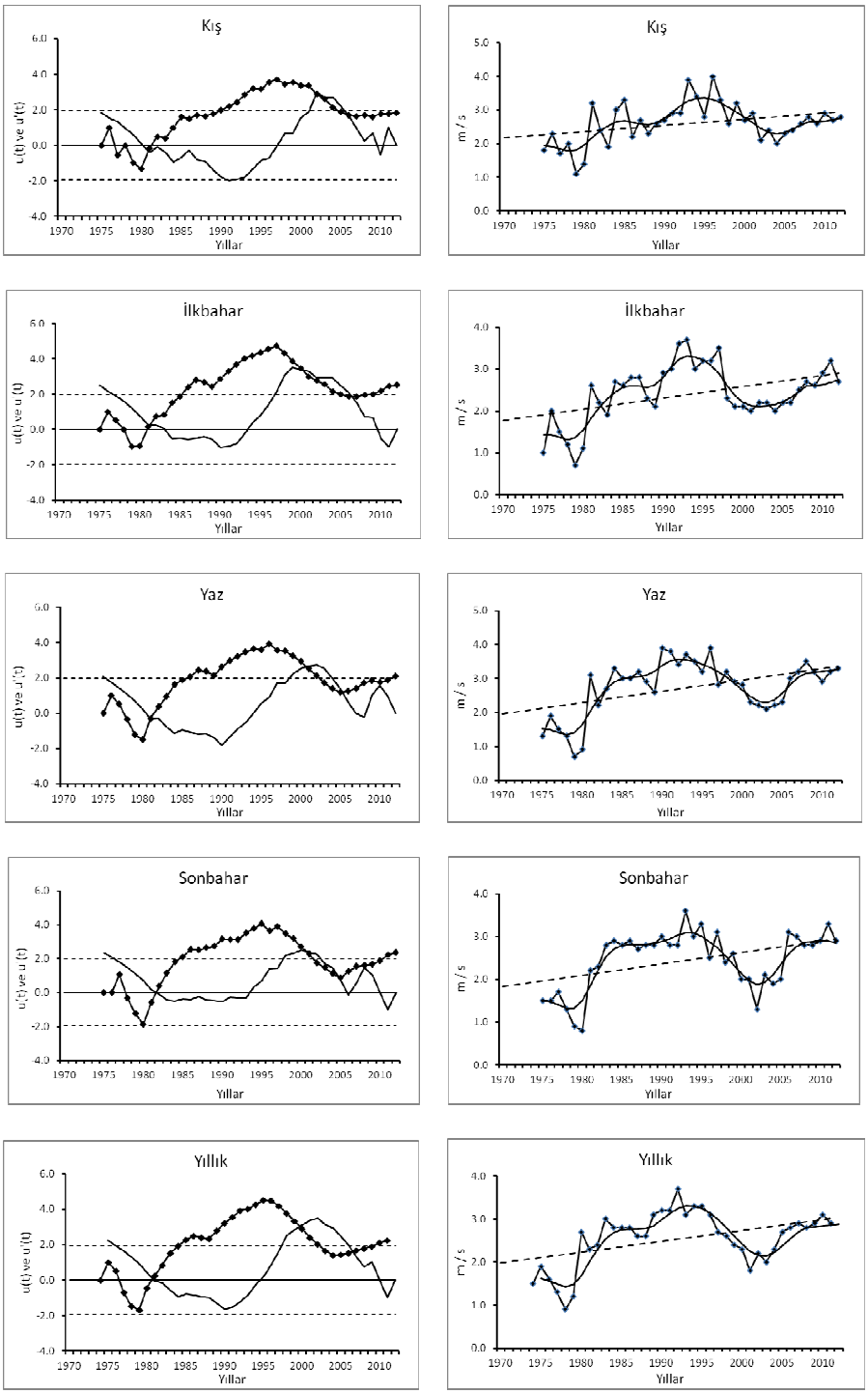
Ek-2.2: Solda: Balıkesir Bandırma istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Balıkesir Bandırma istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (- - - - -), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



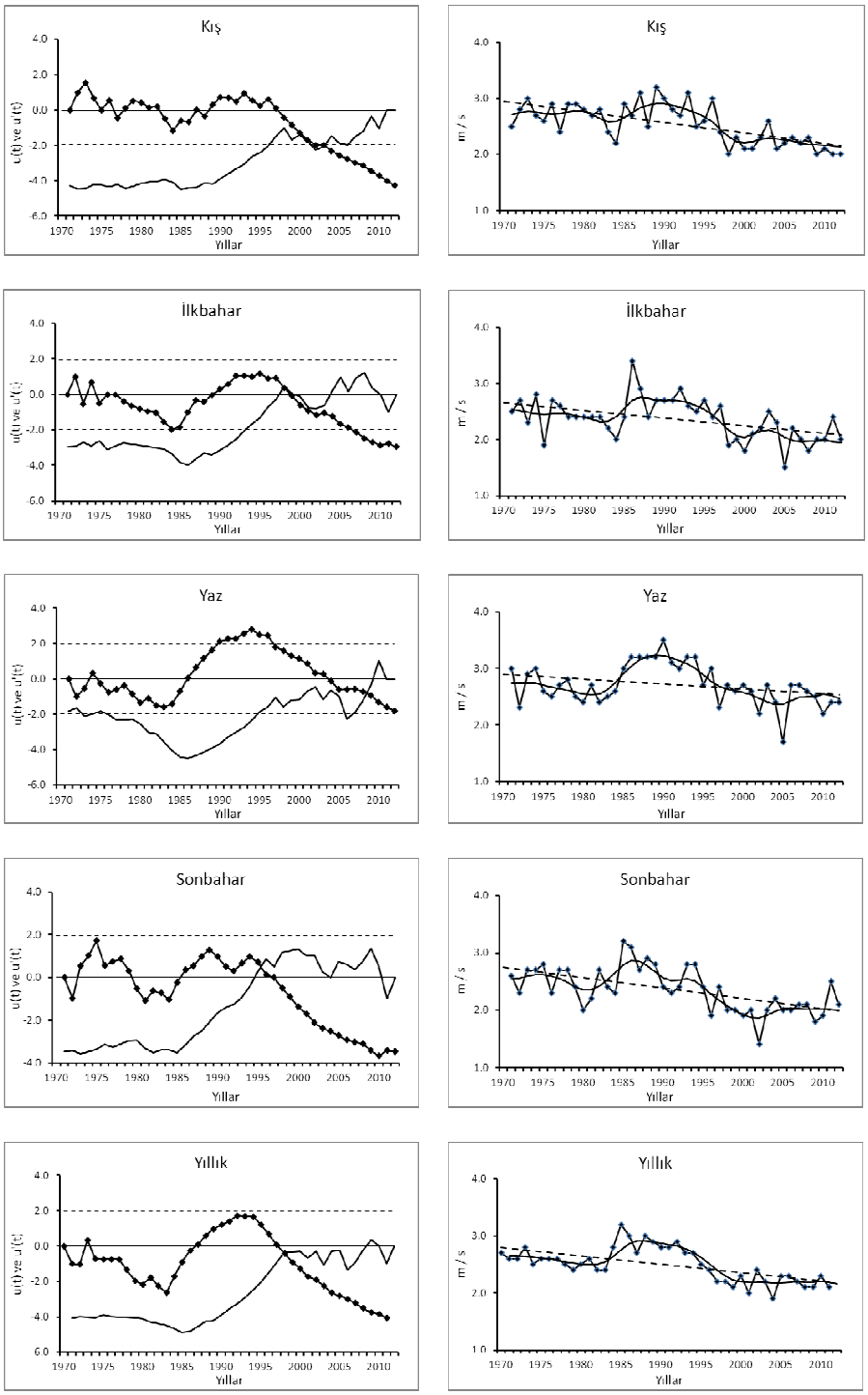
Ek-2.3: Solda: Balıkesir Burhaniye istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Balıkesir Burhaniye istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (-----), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



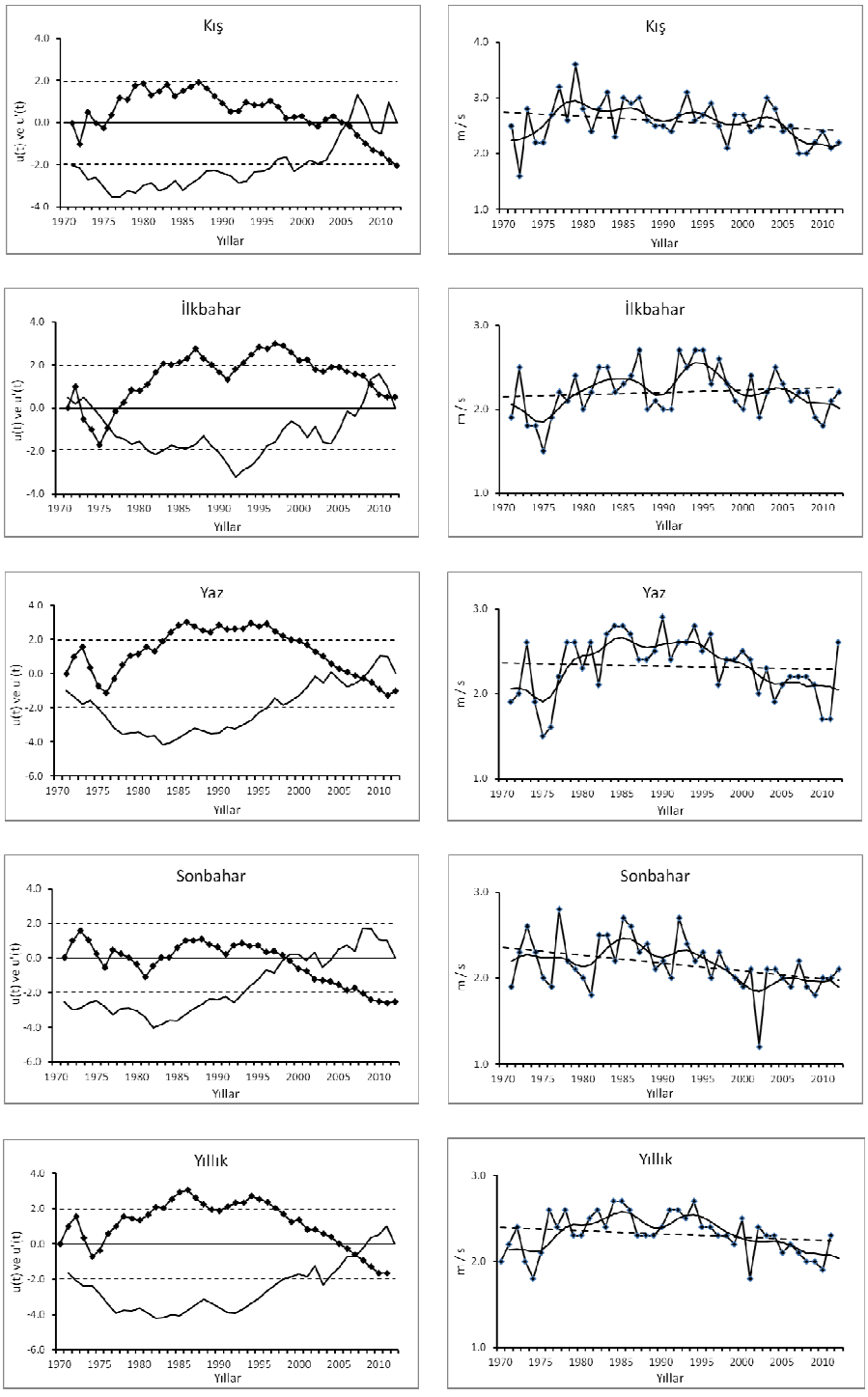
Ek-2.4: Solda: Balıkesir Edremit istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Balıkesir Edremit istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (- - - - -), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



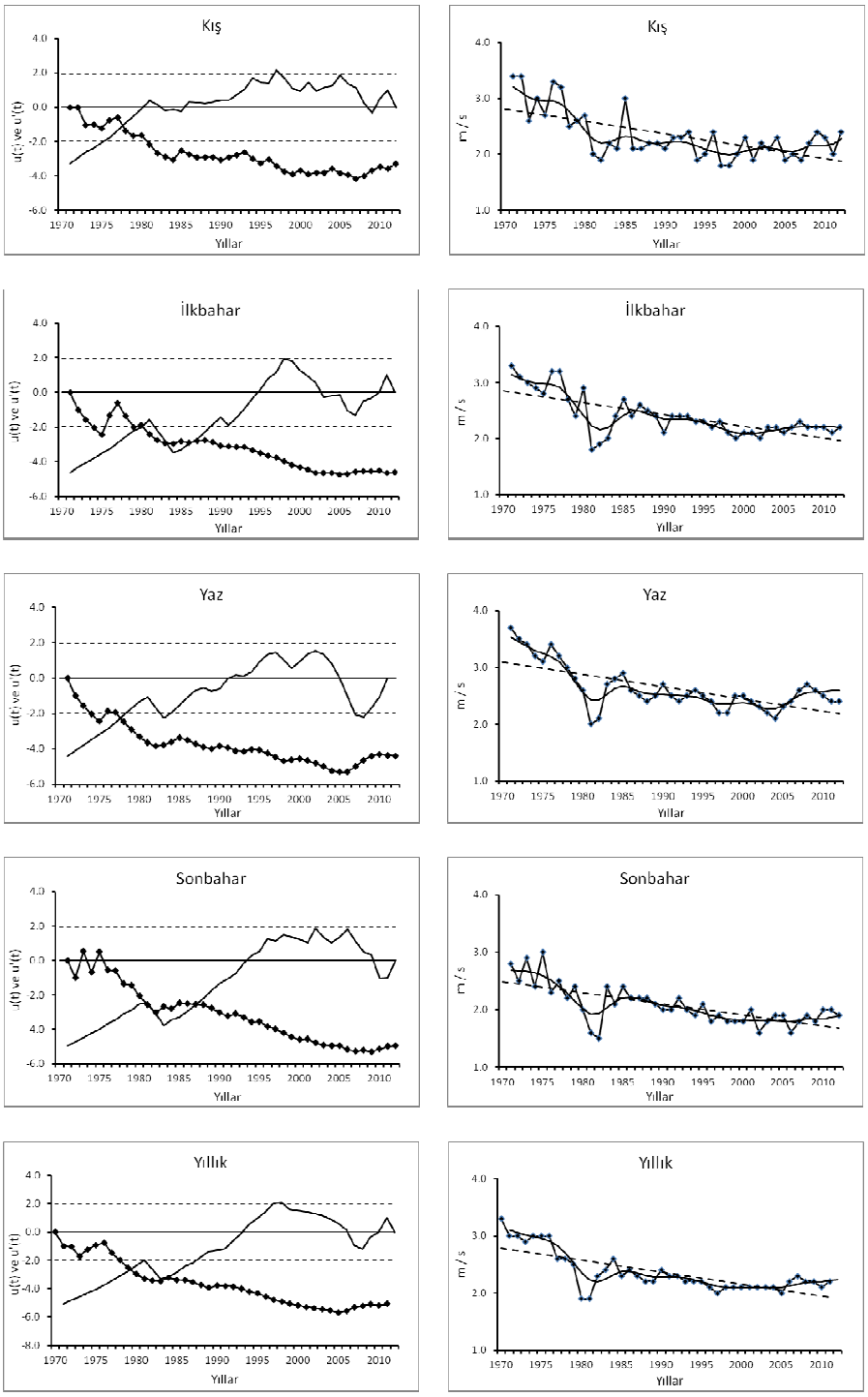
Ek-2.5: Solda: Balıkesir Gönen istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Balıkesir Gönen istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (------), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



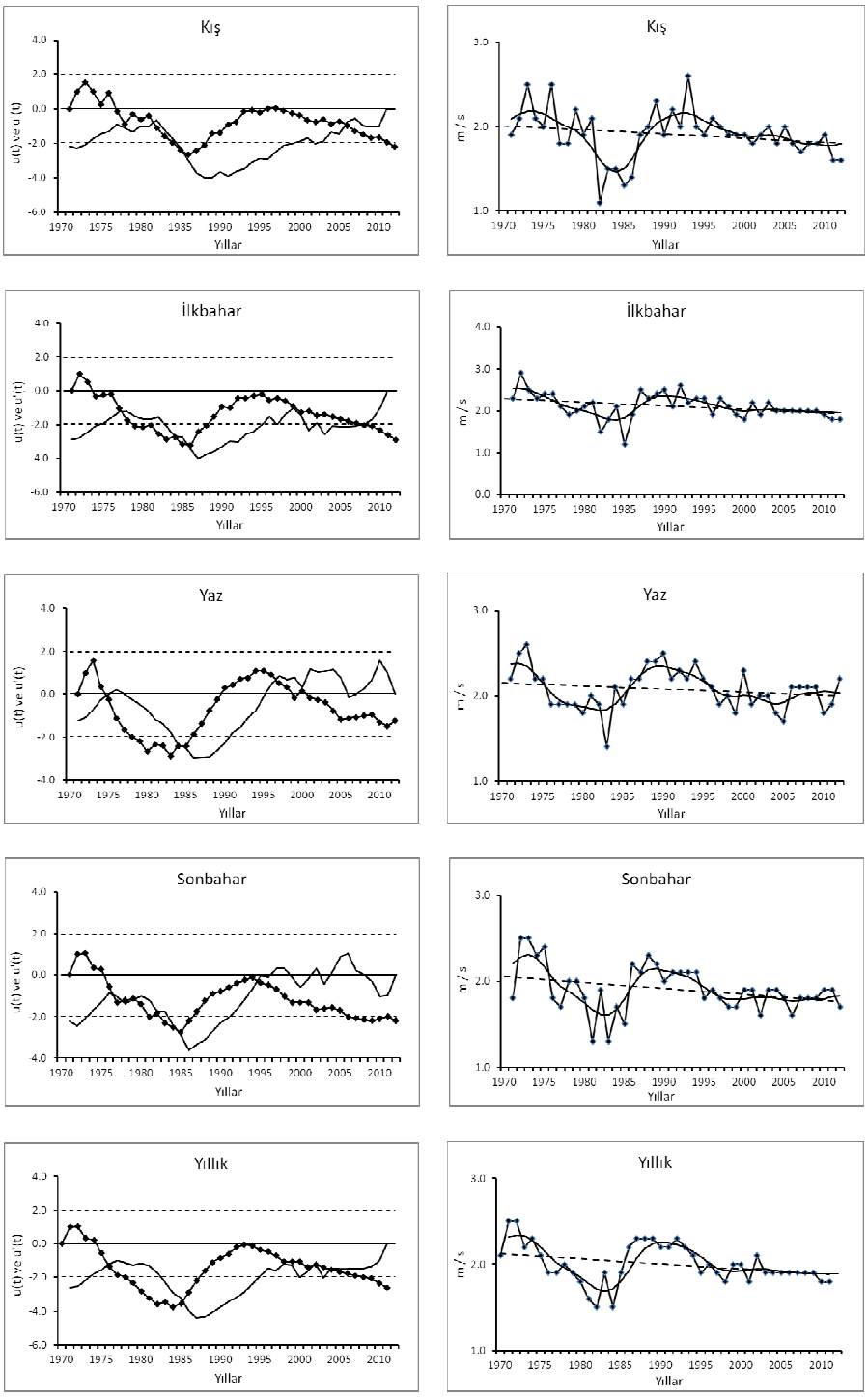
Ek-2.6: Solda: Bilecik Merkez istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Bilecik Merkez istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (------), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



Ek-2.7: Solda: Bursa Keleş istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Bursa Keleş istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (------), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



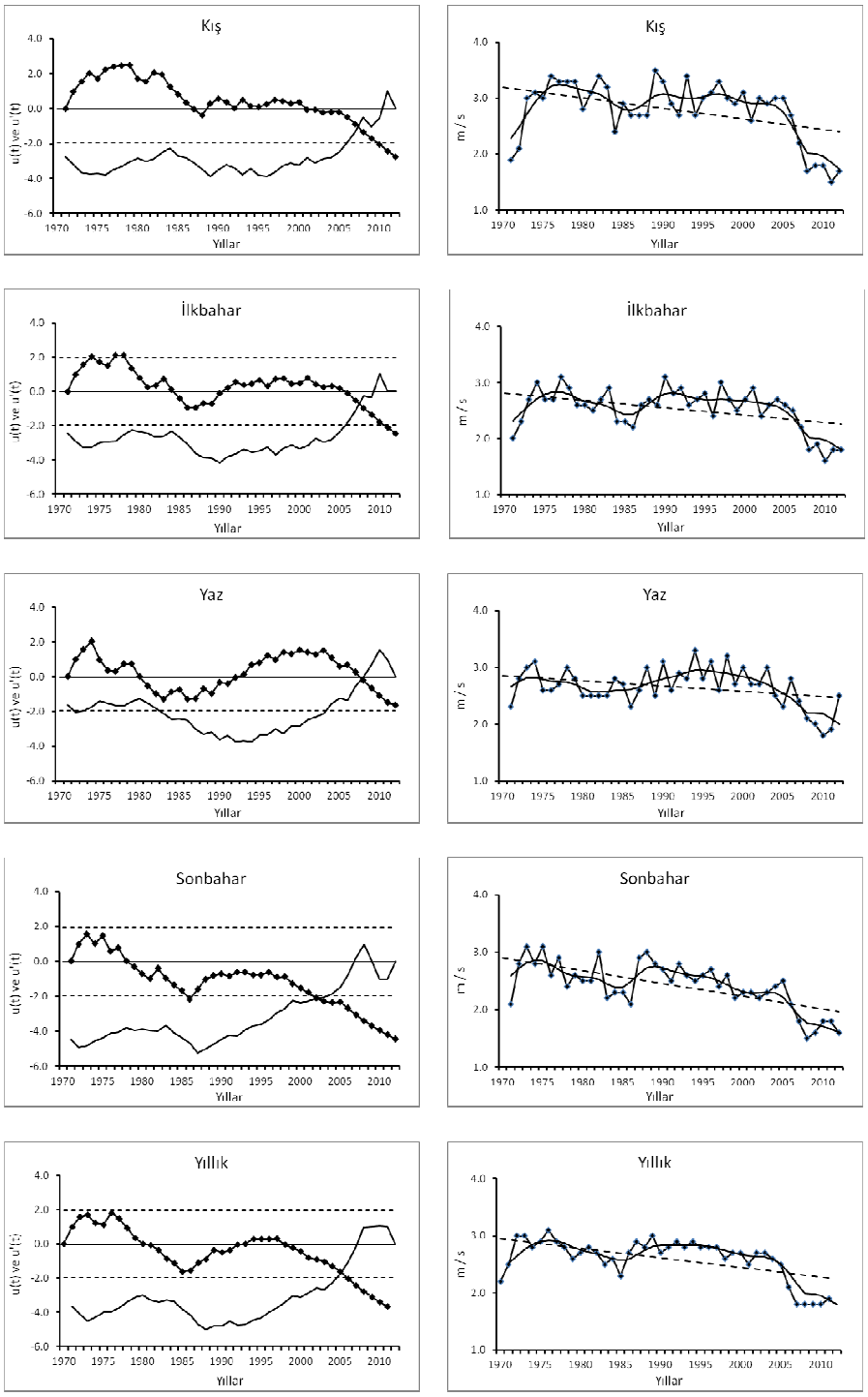
Ek-2.8: Solda: Bursa Osmangazi istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Bursa Osmangazi istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (- - - - -), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



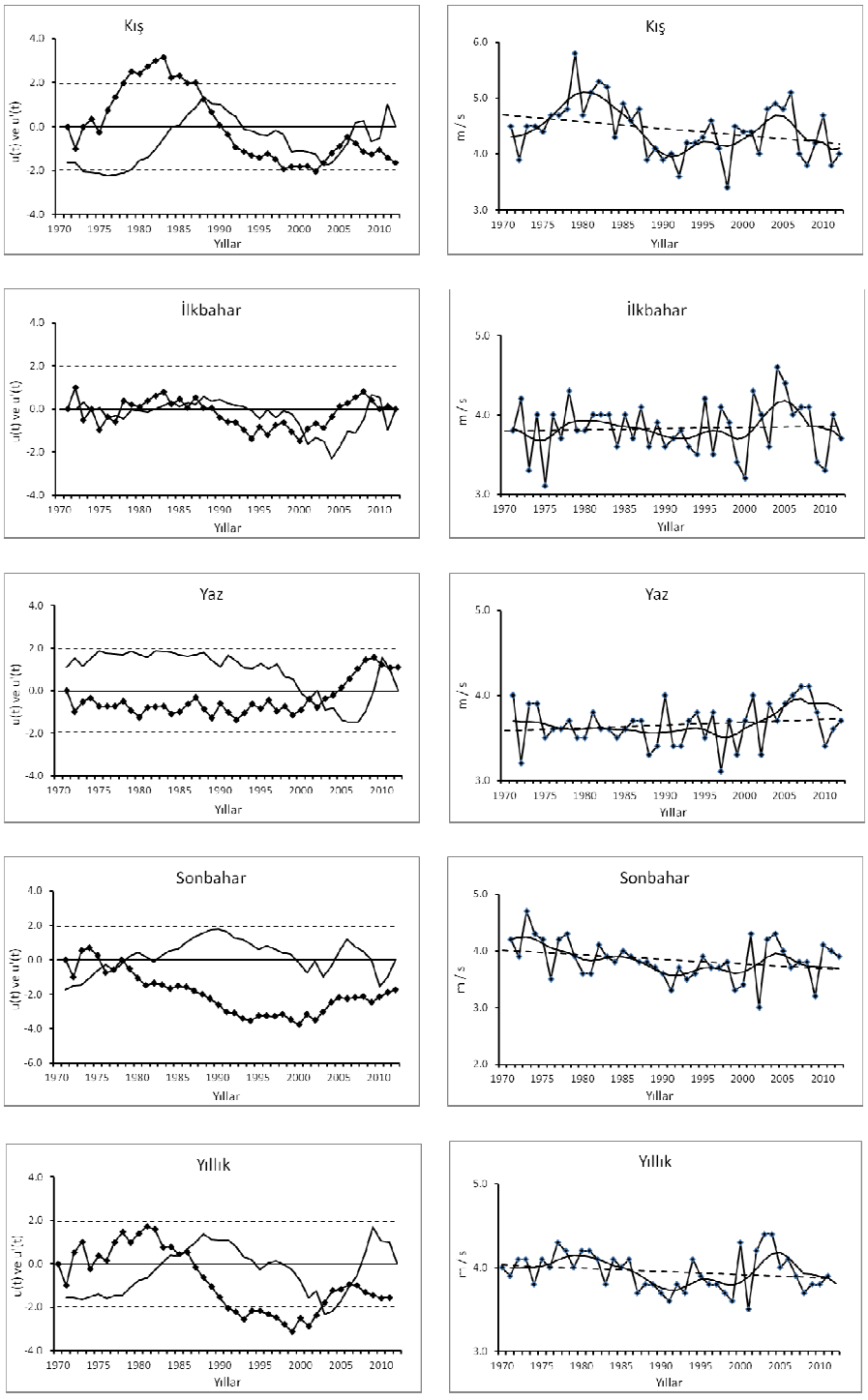
Ek-2.9: Solda: Bursa Uludağ istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (·····) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Bursa Uludağ istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (------), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



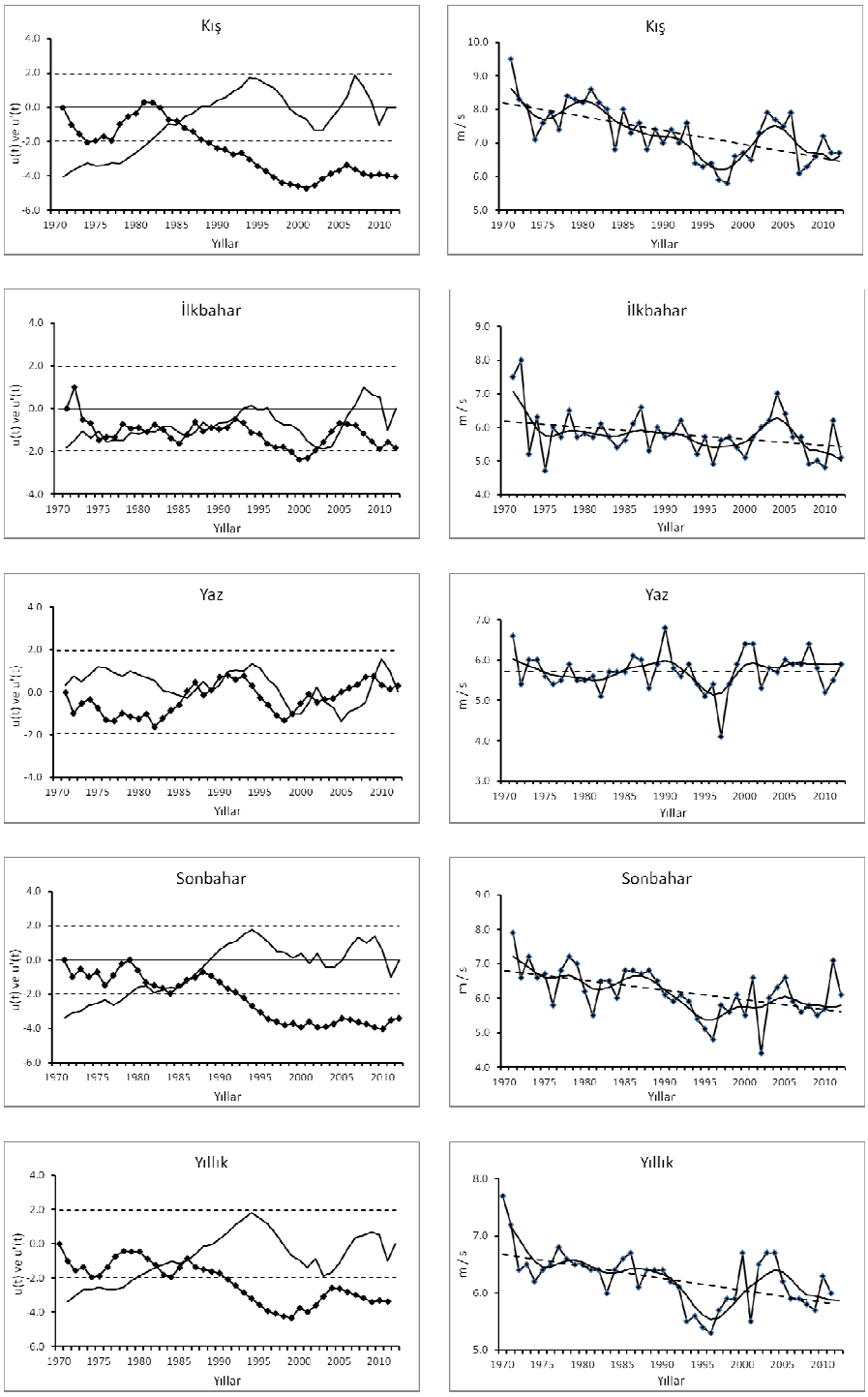
Ek-2.10: Solda: Çanakkale Merkez istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (- - - - -) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Çanakkale Merkez istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (- - - - -), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



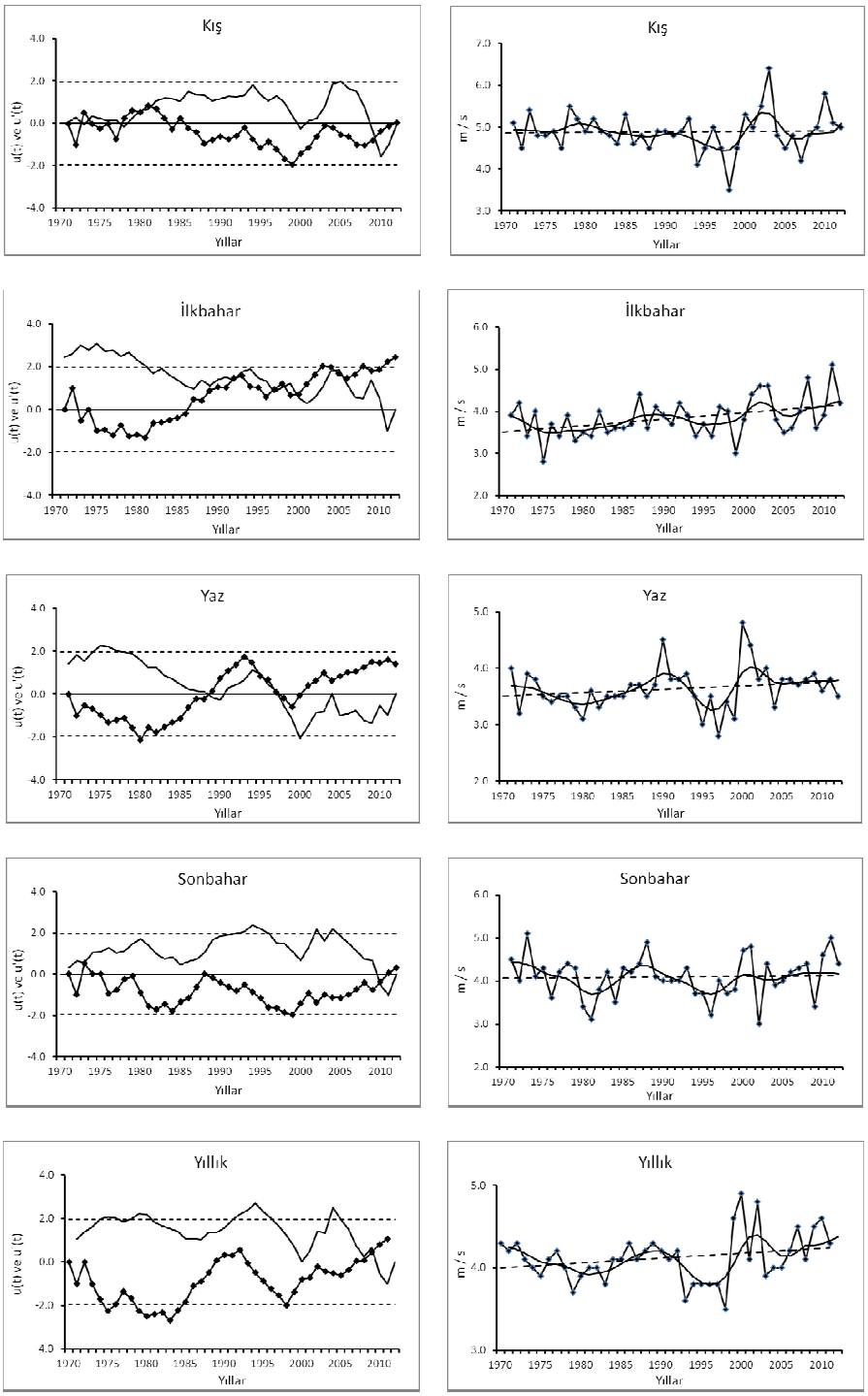
Ek-2.11: Solda: Bozcaada istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (- - - -) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Bozcaada istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (------) , 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



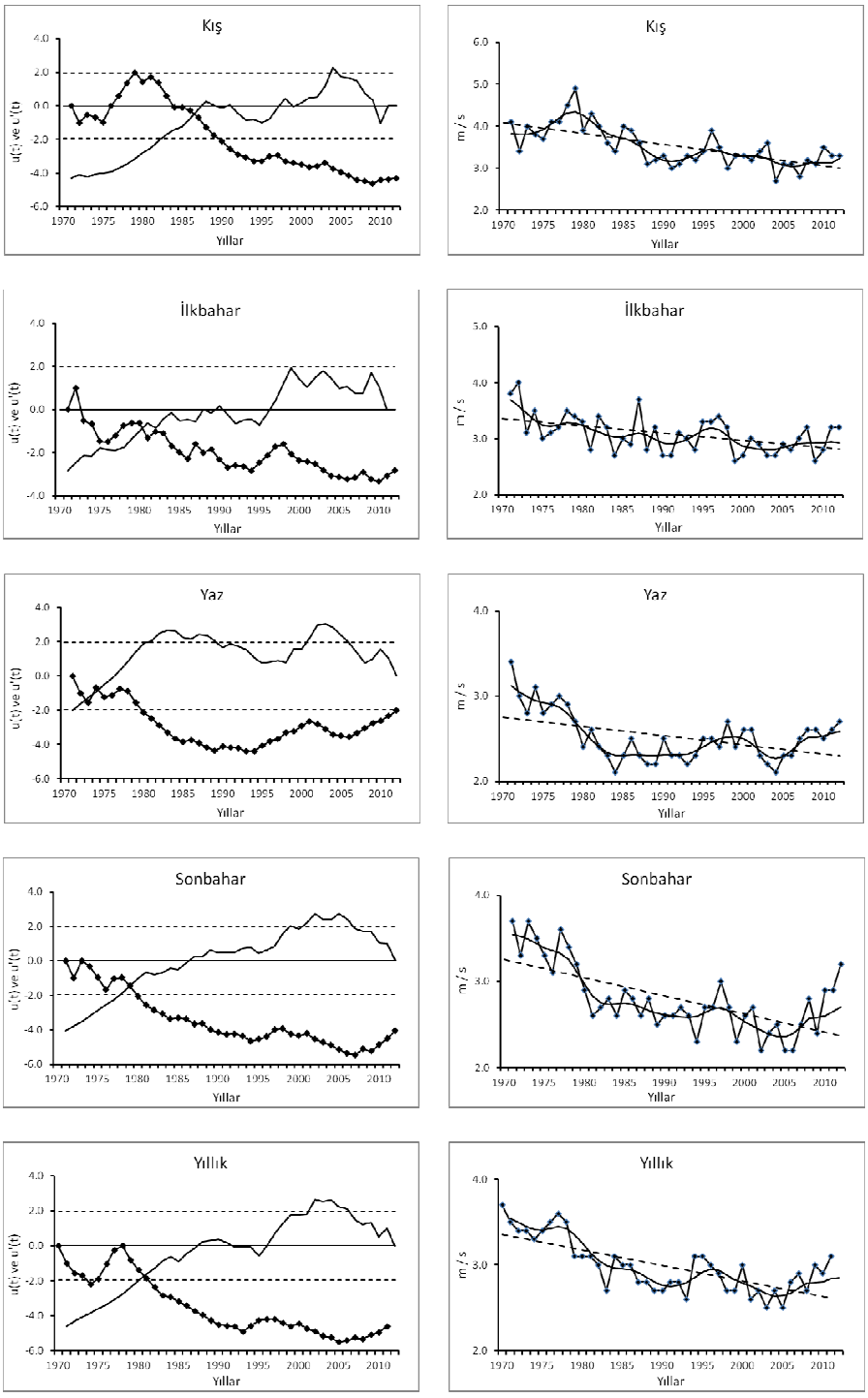
Ek-2.12: Solda: Gökçeada istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Gökçeada istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (------) , 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



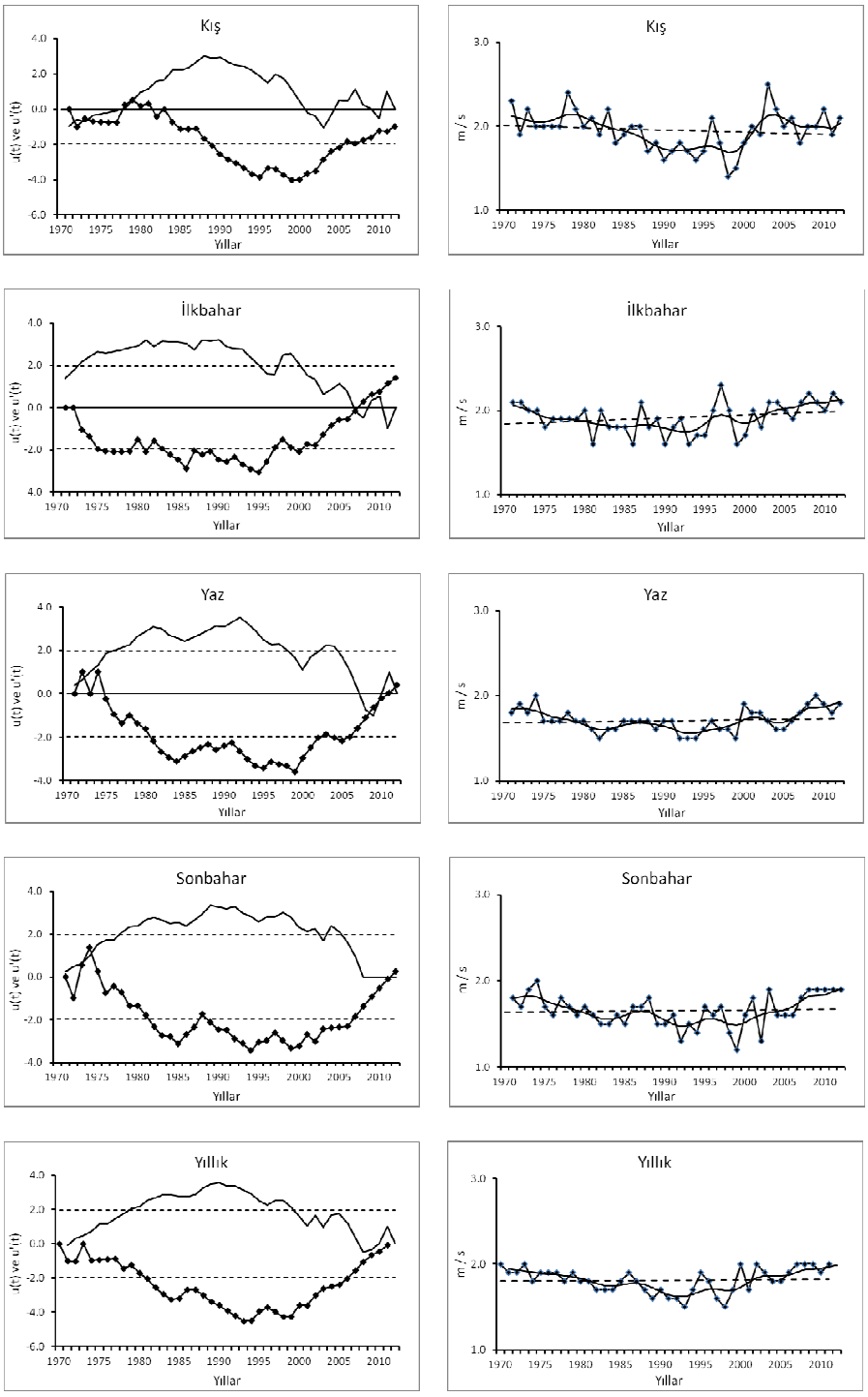
Ek-2.13: Solda: Edirne İpsala istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Edirne İpsala istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (------), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



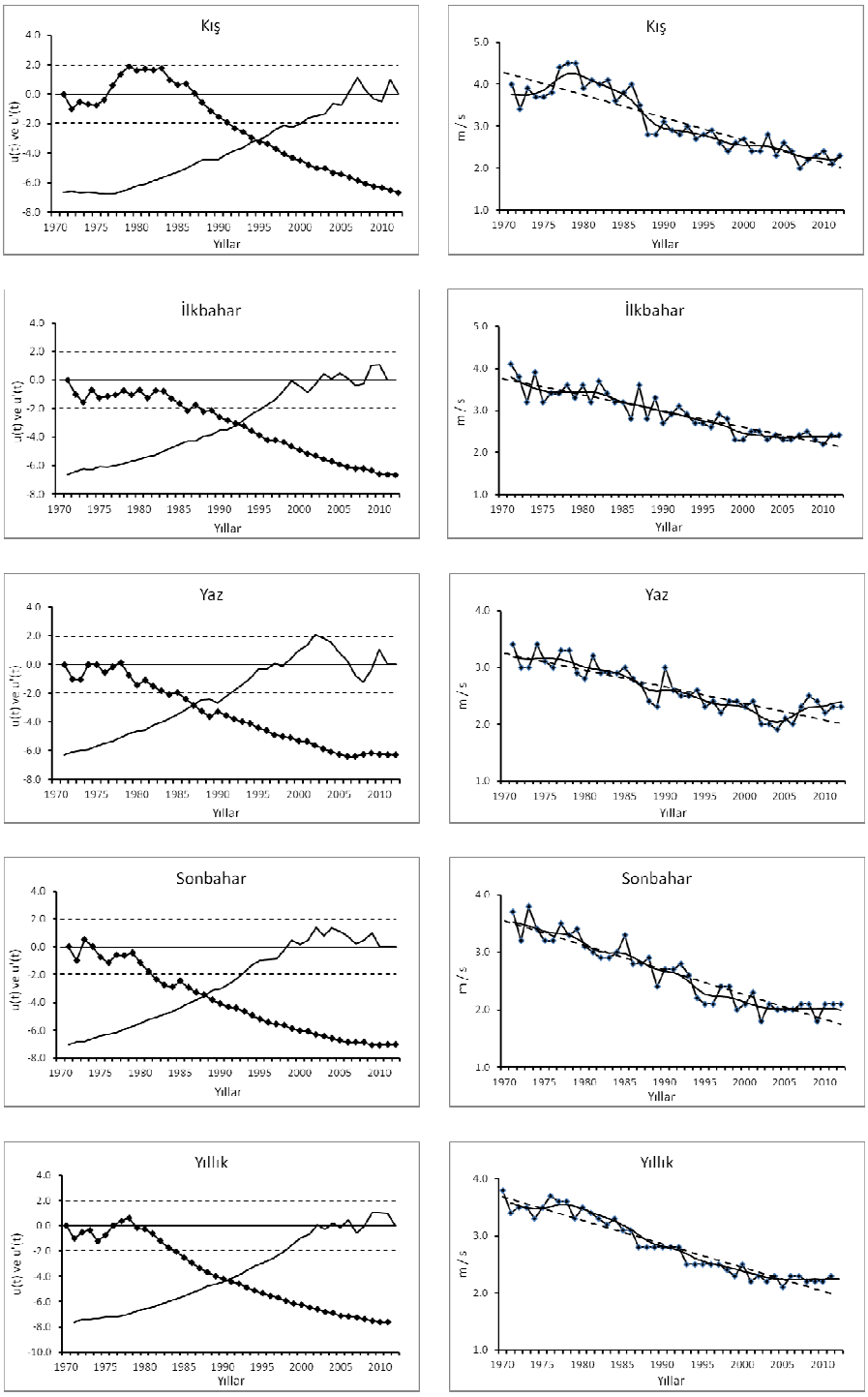
Ek-2.14: Solda: Edirne Merkez istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Edirne Merkez istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (------), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



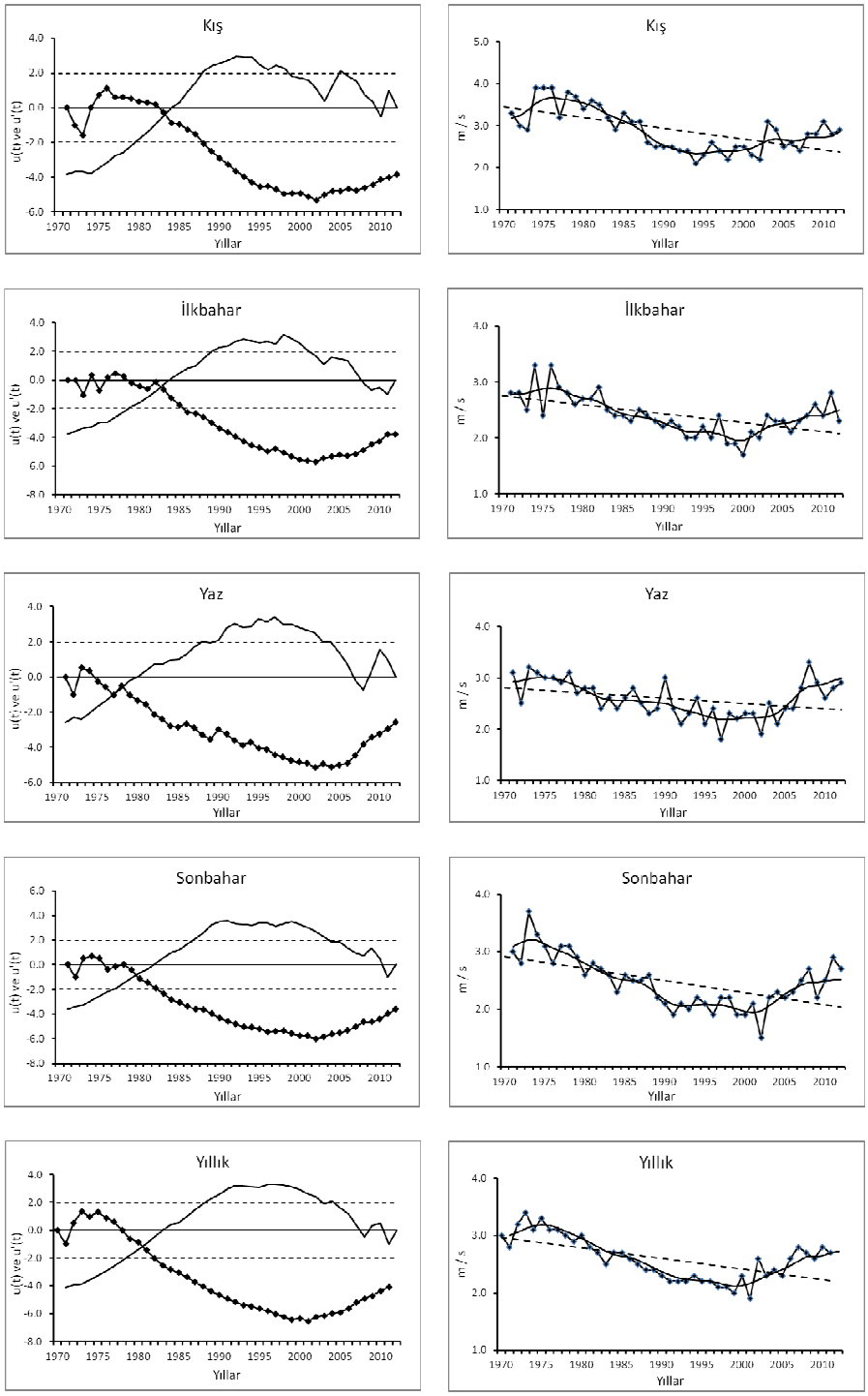
Ek-2.15: Solda: Edirne Uzunköprü istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (- - - - -) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Edirne Uzunköprü istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (- - - - - -), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



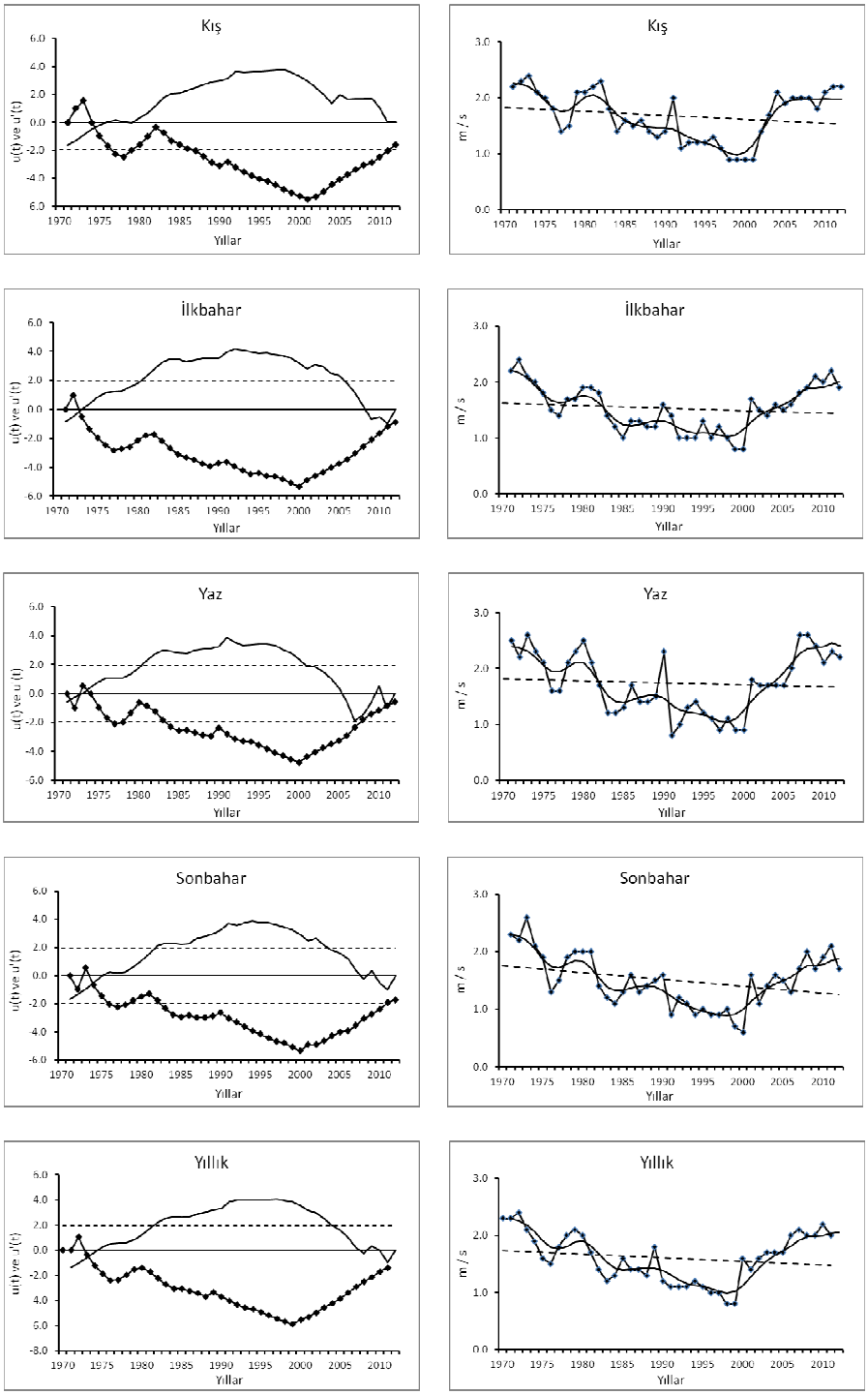
Ek-2.16: Solda: İstanbul Florya istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (·····) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: İstanbul Florya istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (------), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



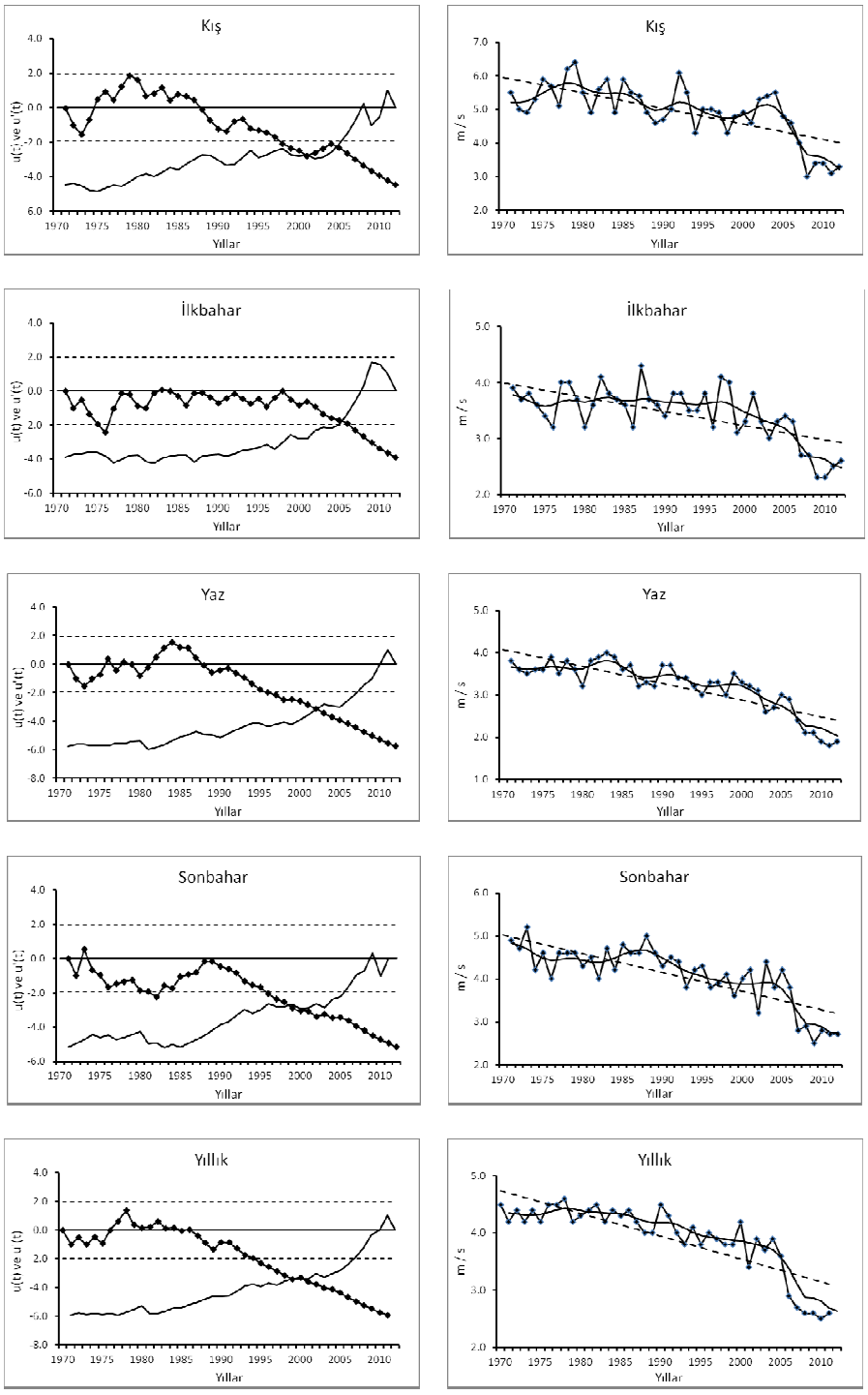
Ek-2.17: Solda: İstanbul Kartal istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: İstanbul Kartal istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (------), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



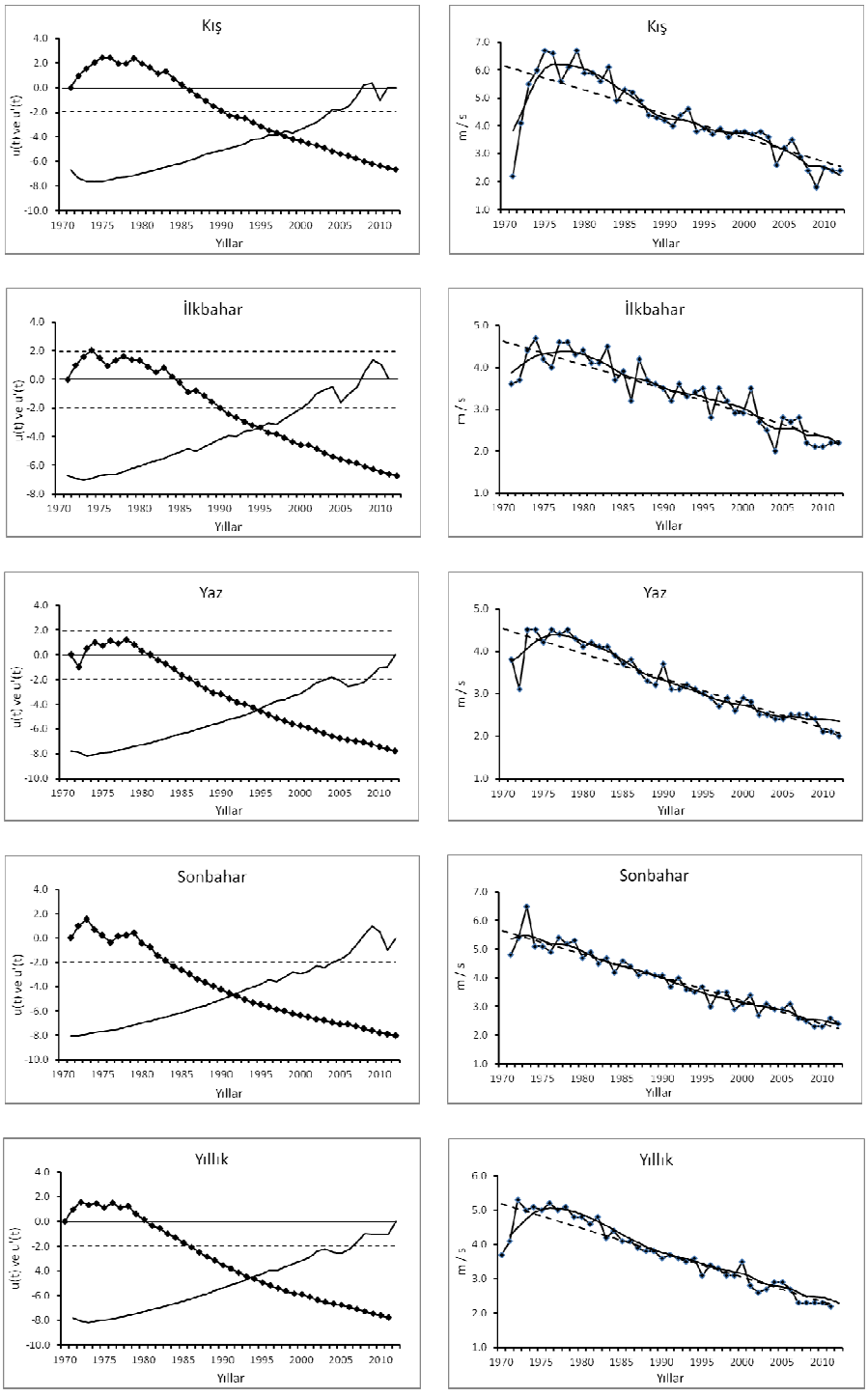
Ek-2.18: Solda: İstanbul Kumköy istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (·····) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: İstanbul Kumköy istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (- - - - -), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



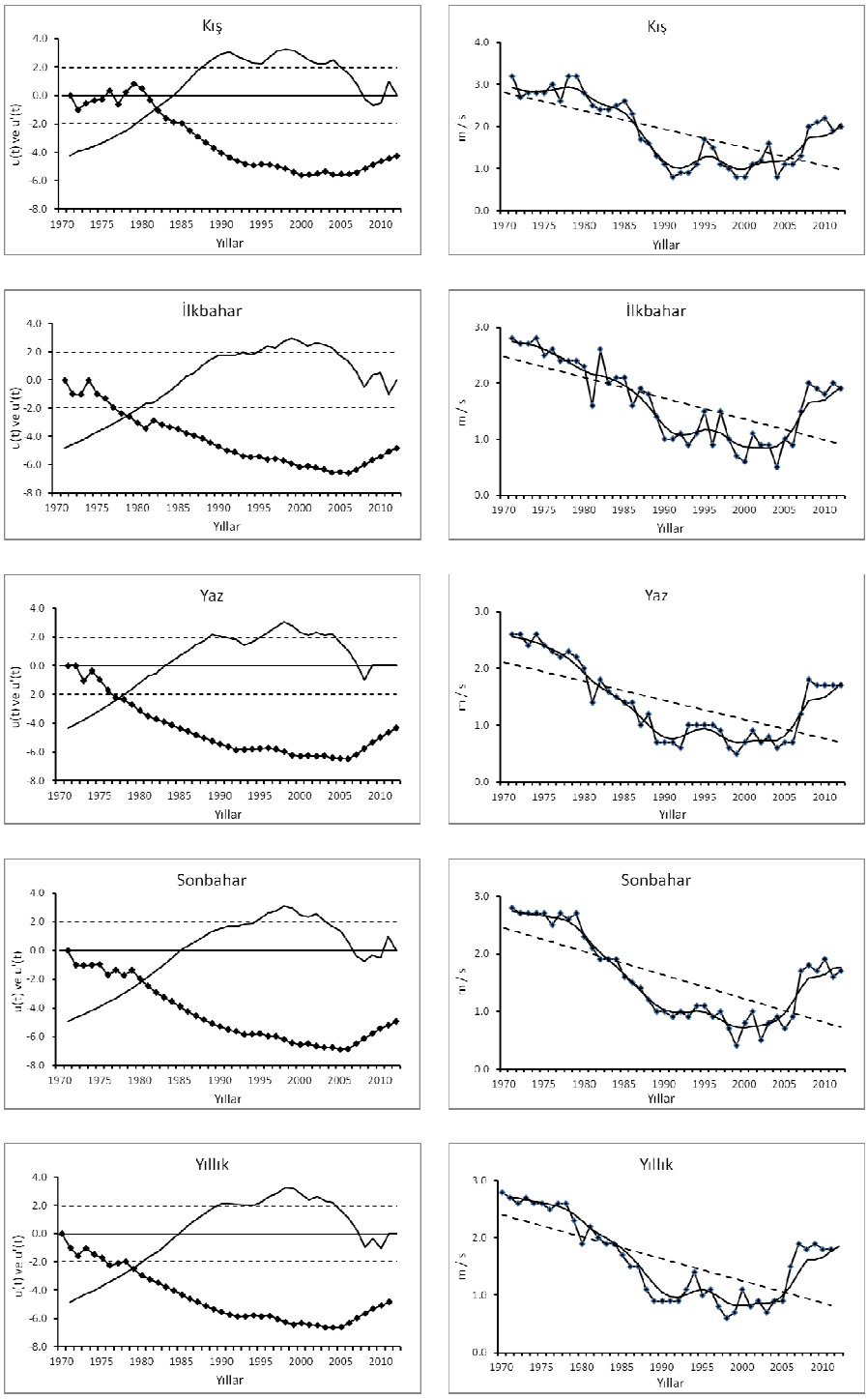
Ek-2.19: Solda: İstanbul Şile istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: İstanbul Şile istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (------), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



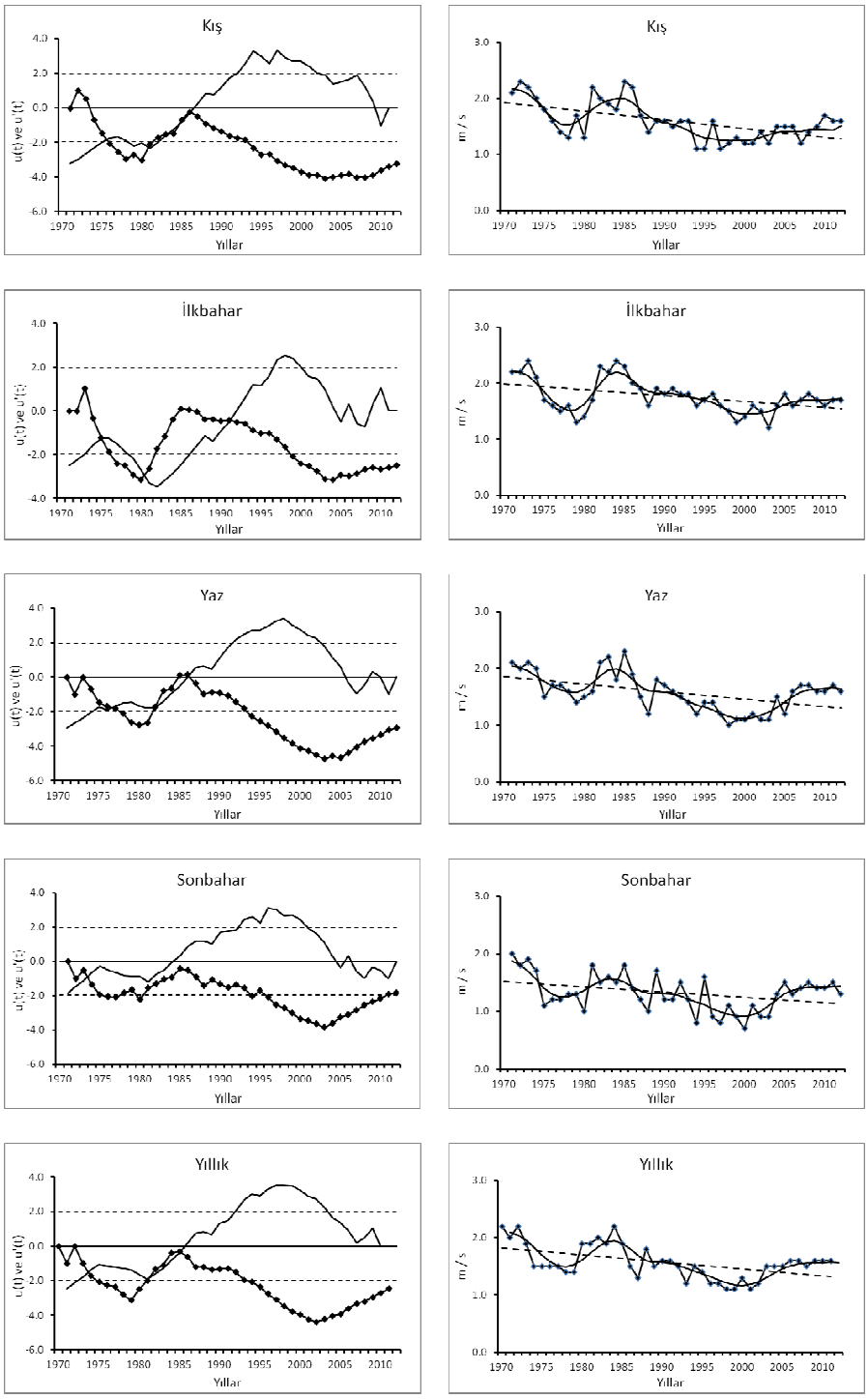
Ek-2.20: Solda: Kırklareli Merkez istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (- - - - -) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Kırklareli Merkez istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (- - - - -), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



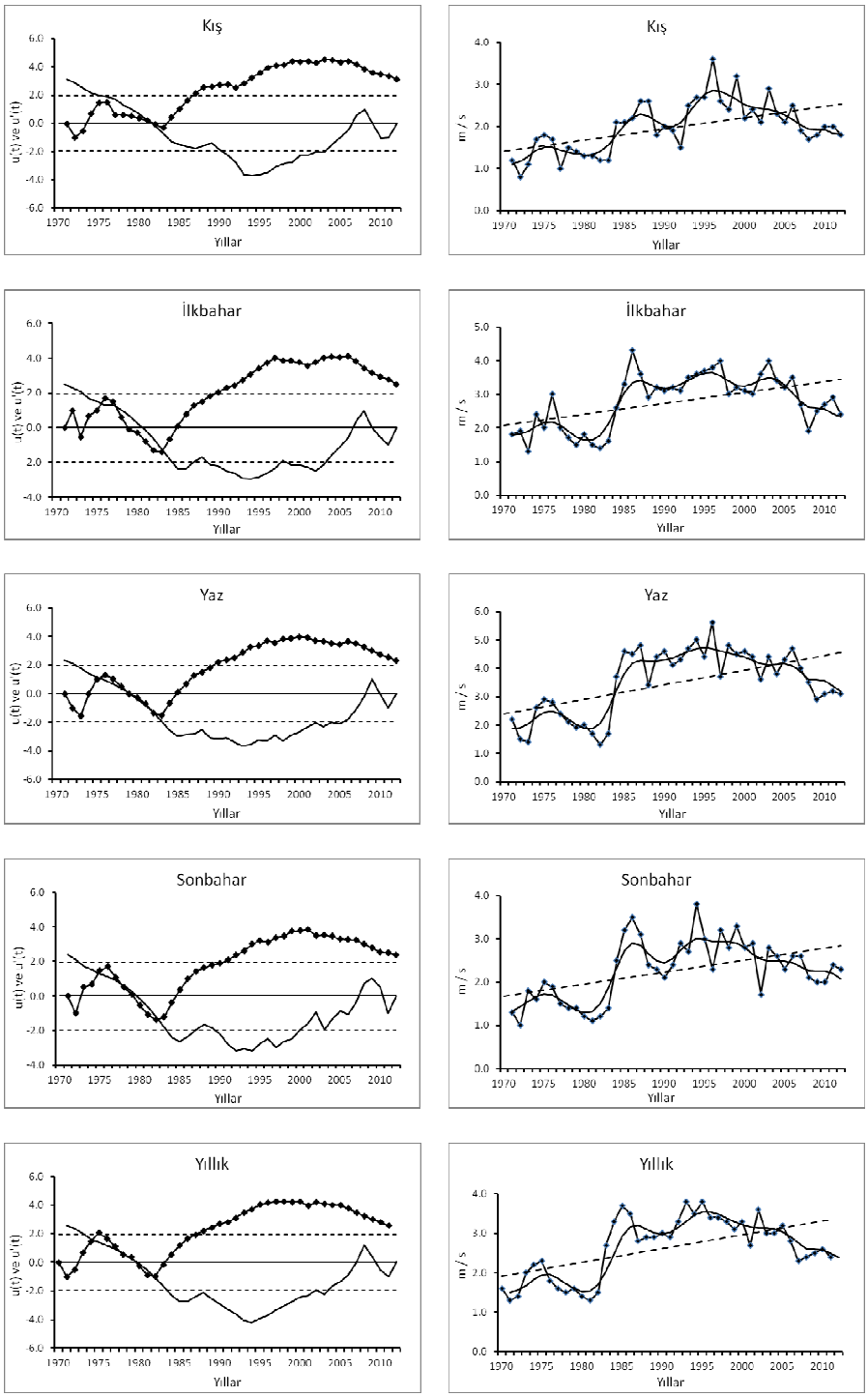
Ek-2.21: Solda: Kocaeli Merkez istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Kocaeli Merkez istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (------), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



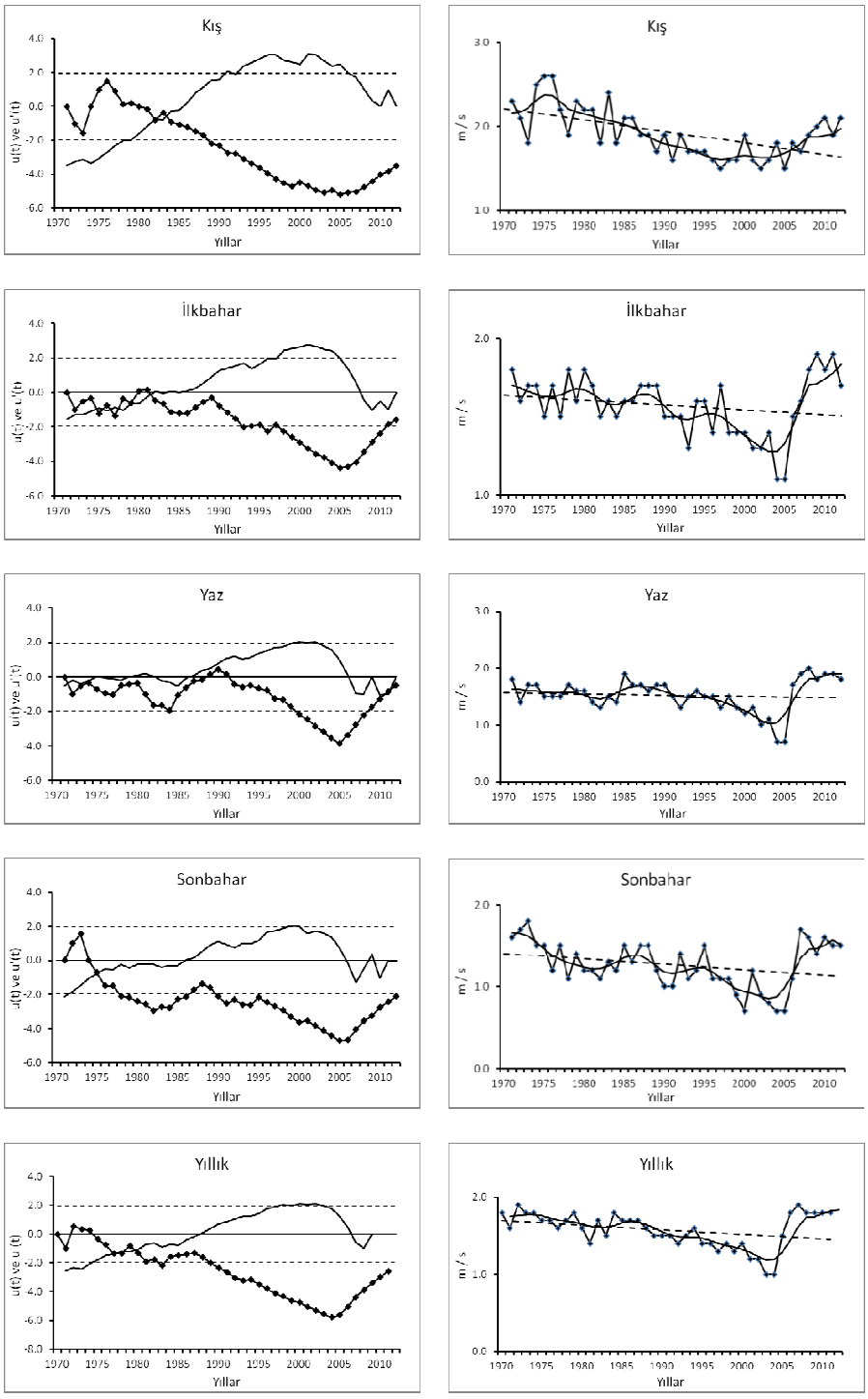
Ek-2.22: Solda: Sakarya Geyve istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Sakarya Geyve istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (------), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



Ek-2.23: Solda: Sakarya Merkez istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Sakarya Merkez istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (------), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



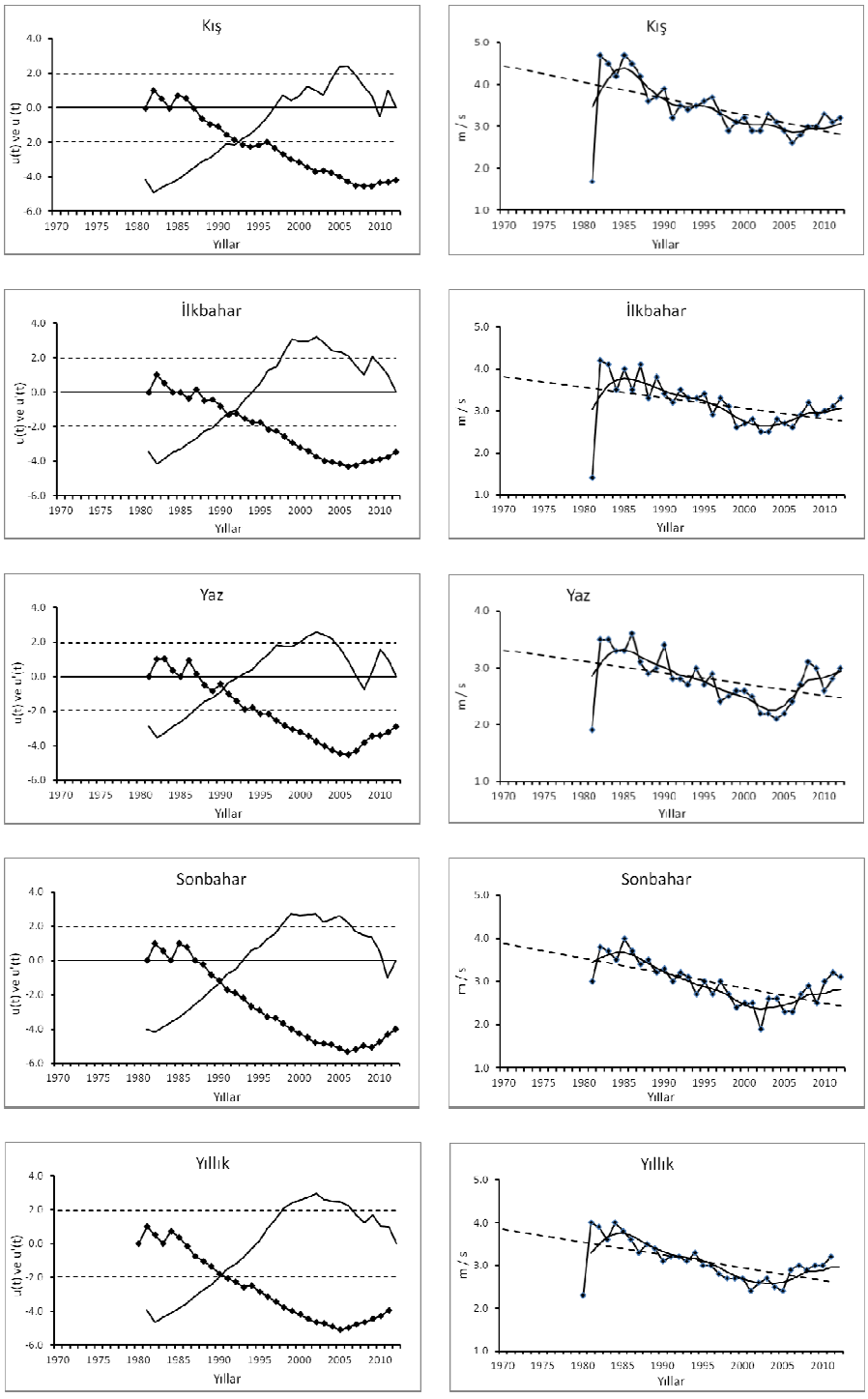
Ek-2.24: Solda: Tekirdağ Çorlu istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Tekirdağ Çorlu istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (------), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



Ek-2.25: Solda: Tekirdağ Malkara istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (- - - - -) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Tekirdağ Malkara istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (- - - - - -), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



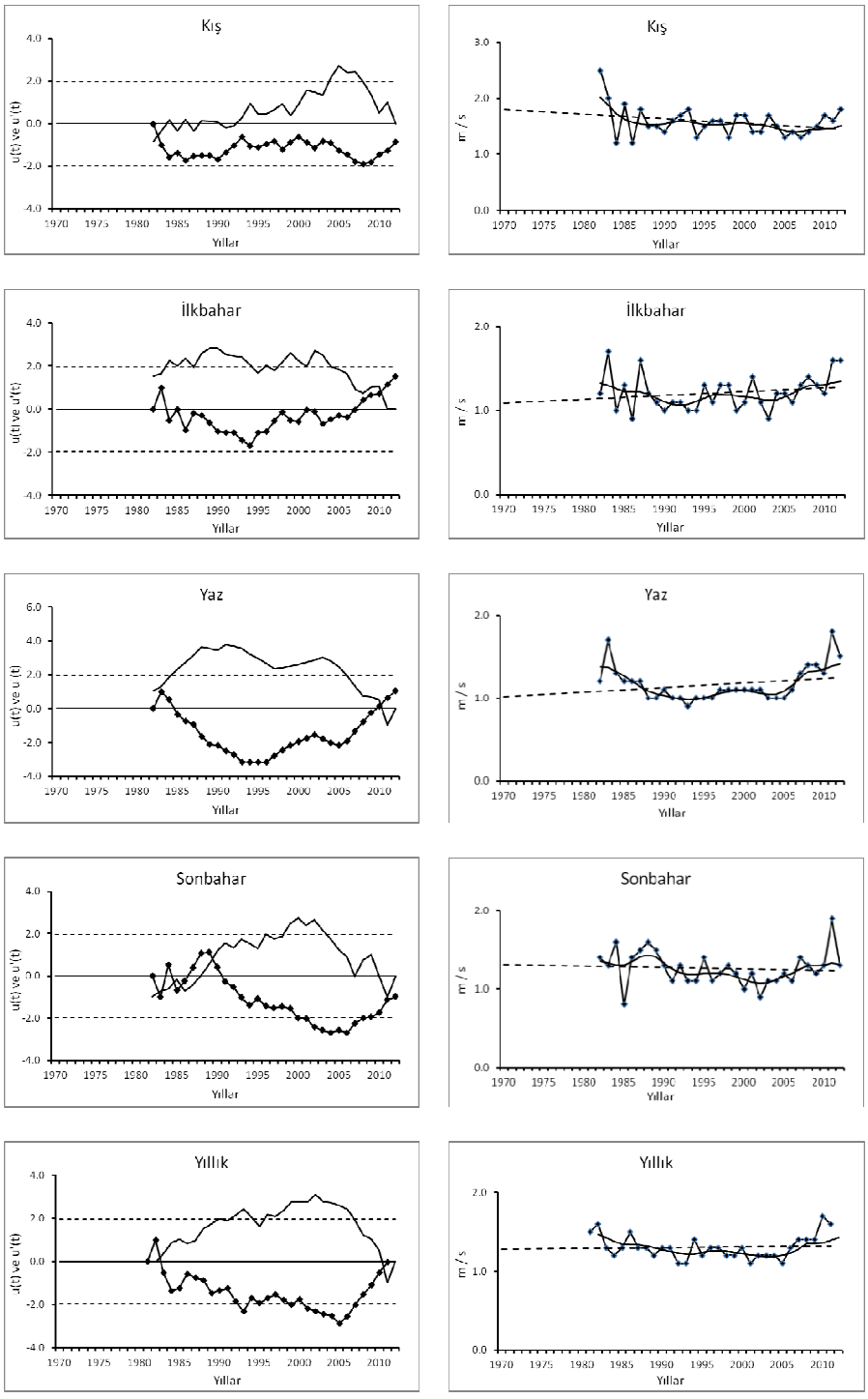
Ek-2.26: Solda: Tekirdağ Merkez istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Tekirdağ Merkez istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (------), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



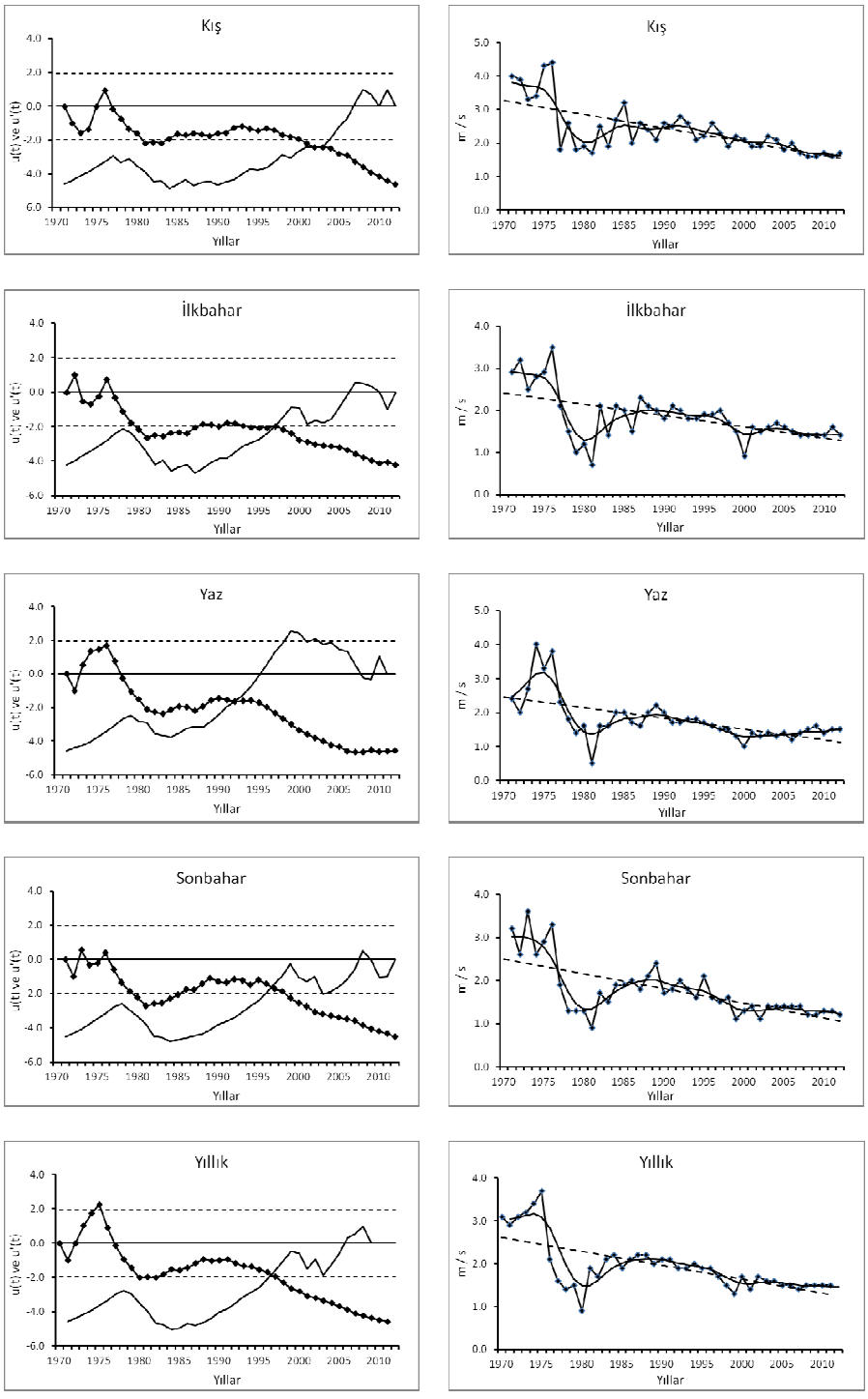
Ek-2.27: Solda: Yalova Çınarcık istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Yalova Çınarcık istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (------), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).



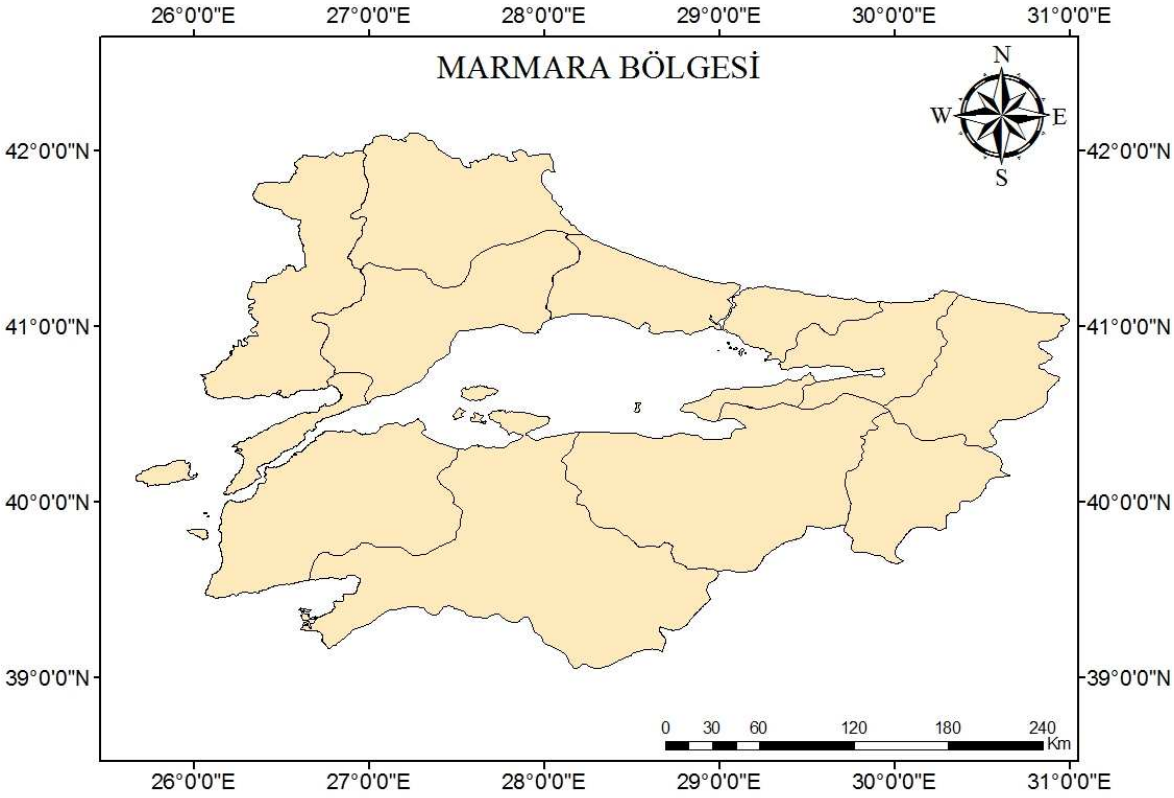
Ek-2.28: Solda: Yalova Merkez istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizileri için elde Mann-Kendall sınaması ardışık analizinden elde edilen *u(t)* (—◆—) ve *u'(t)* (——) değerlerinin zaman dizisi çizimleri. Noktalı çizgi (-----) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sağda: Doğrusal regresyon eşitliğine göre: Yalova Merkez istasyonunun mevsimlik ve yıllık ortalama rüzgar hızları dizilerine uydurulan regresyon çizgisi (------), 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ve ortalama rüzgar hızları verisi (—◆—).

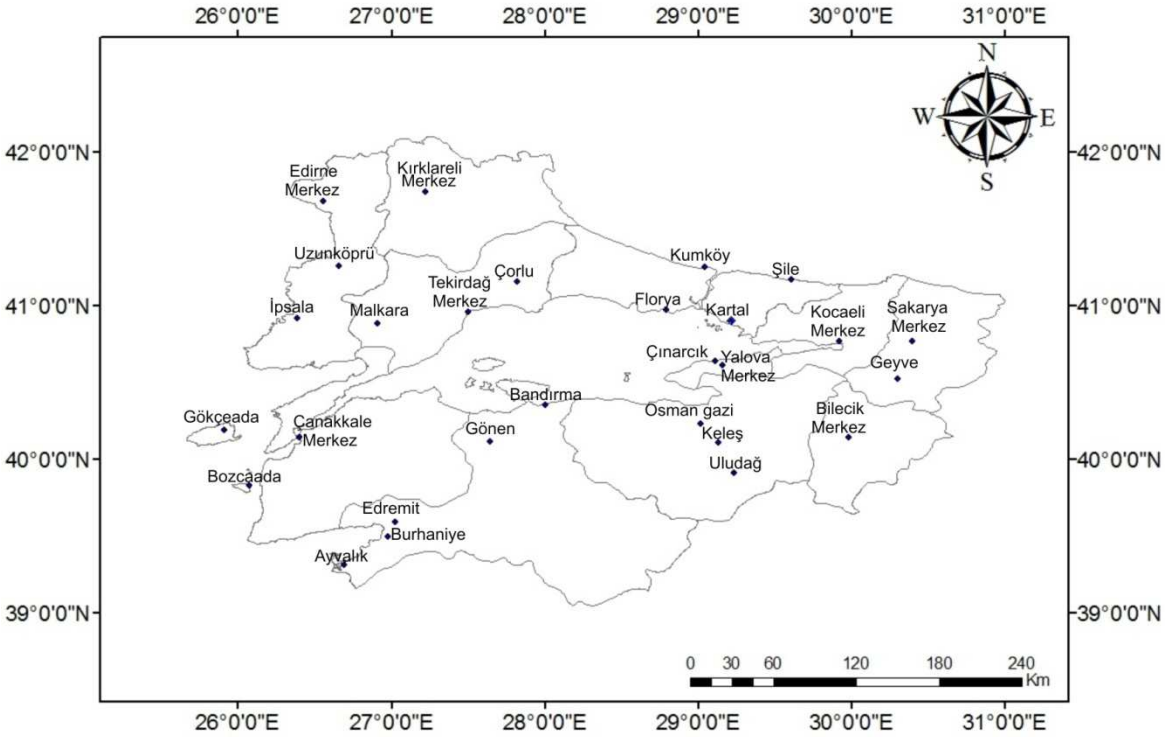


EK-3. HARİTALAR

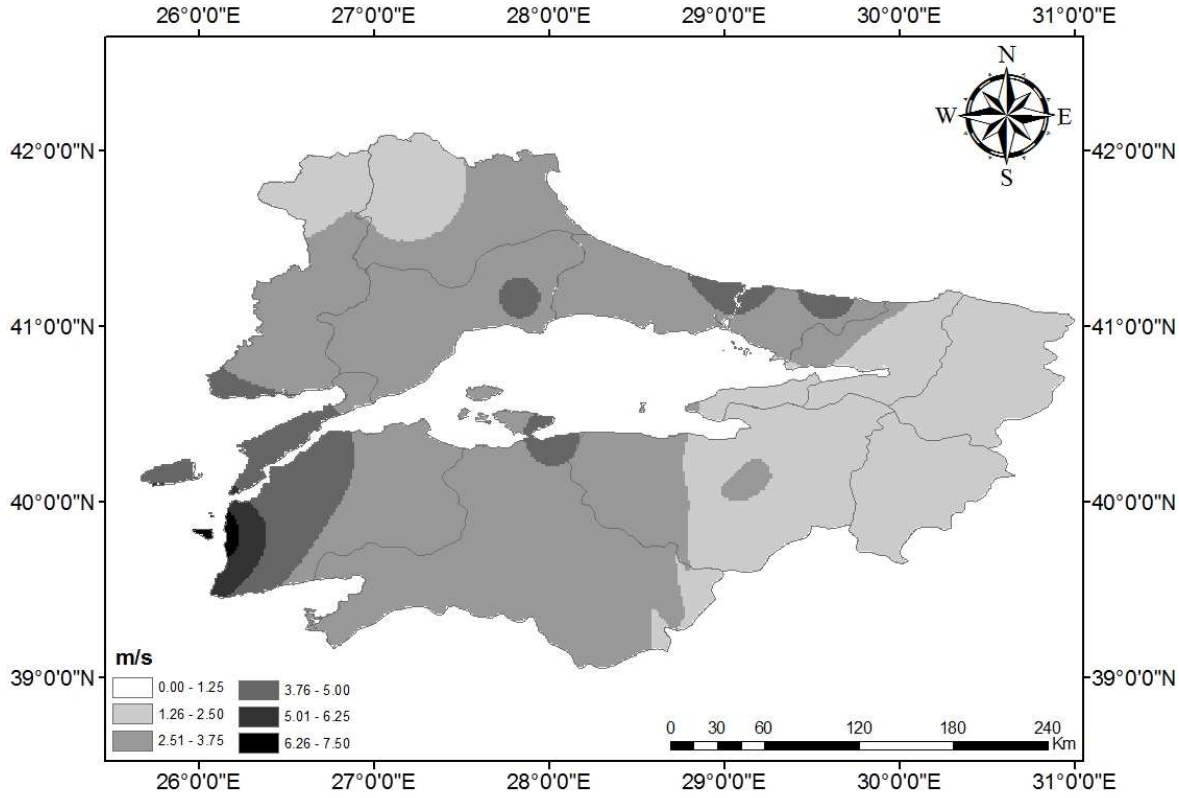
Ek-3.1: Marmara Bölgesi'nin haritası.



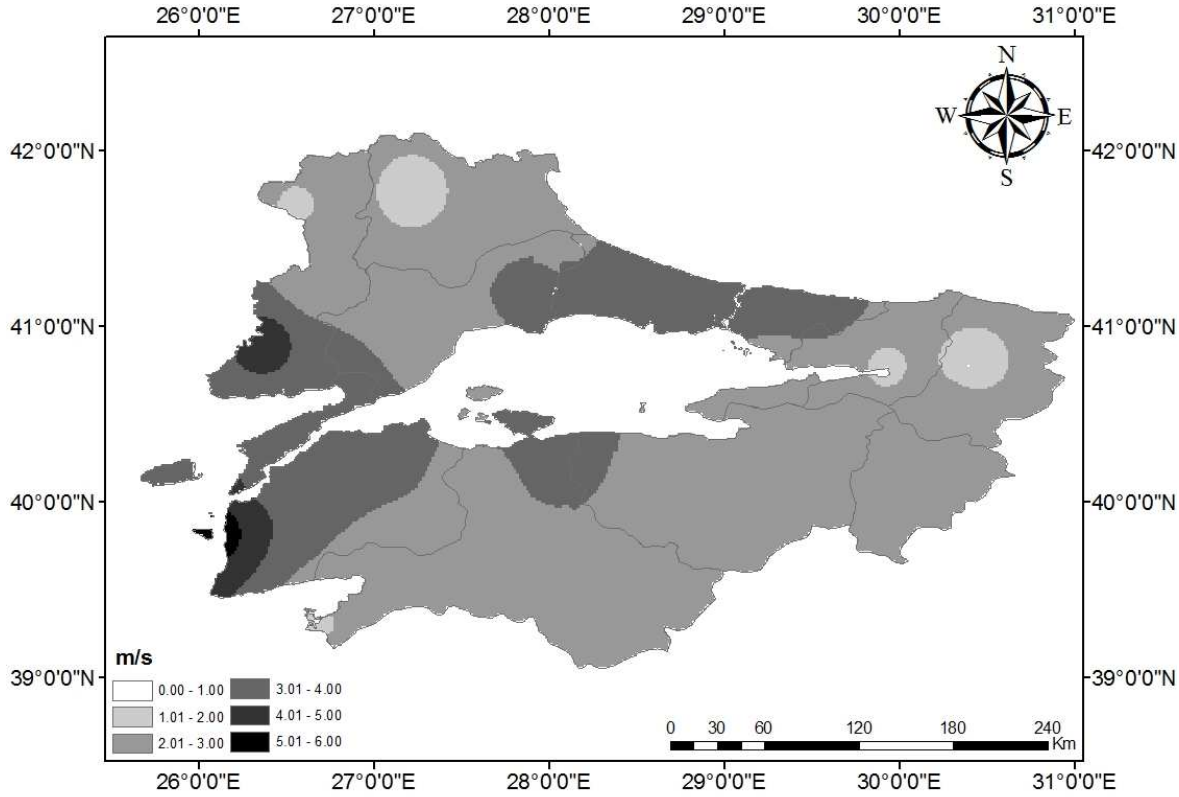
Ek-3.2: Marmara Bölgesi'nde kullanılan istasyonların haritası.



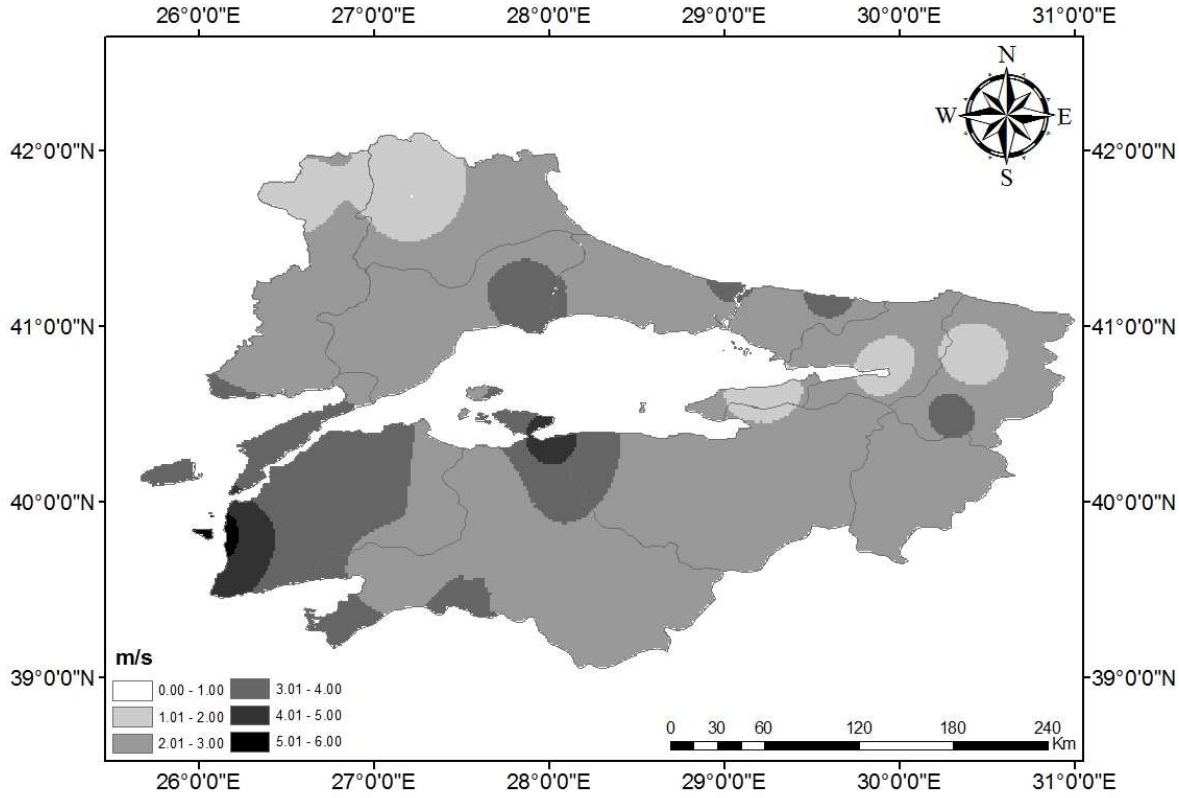
Ek-3.3: Kışın ortalama rüzgar hızları haritası.



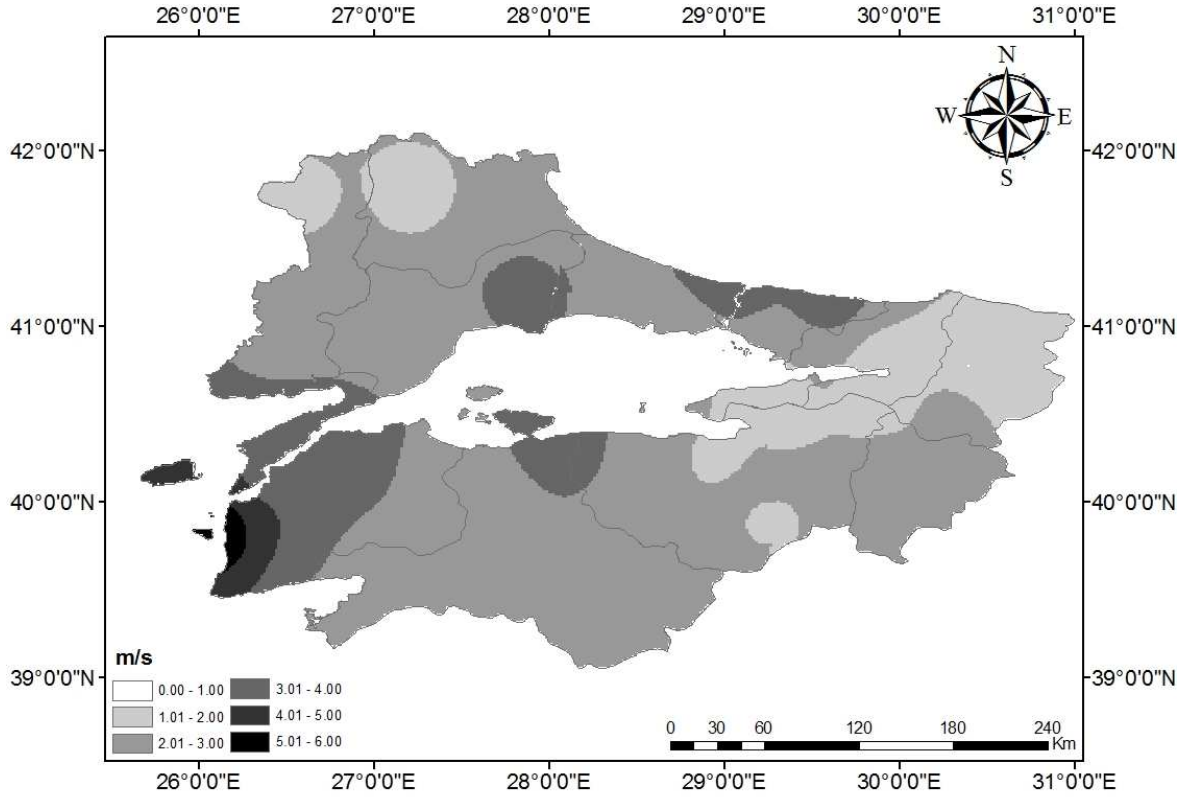
Ek-3.4: İlkbaharda ortalama rüzgar hızları haritası.



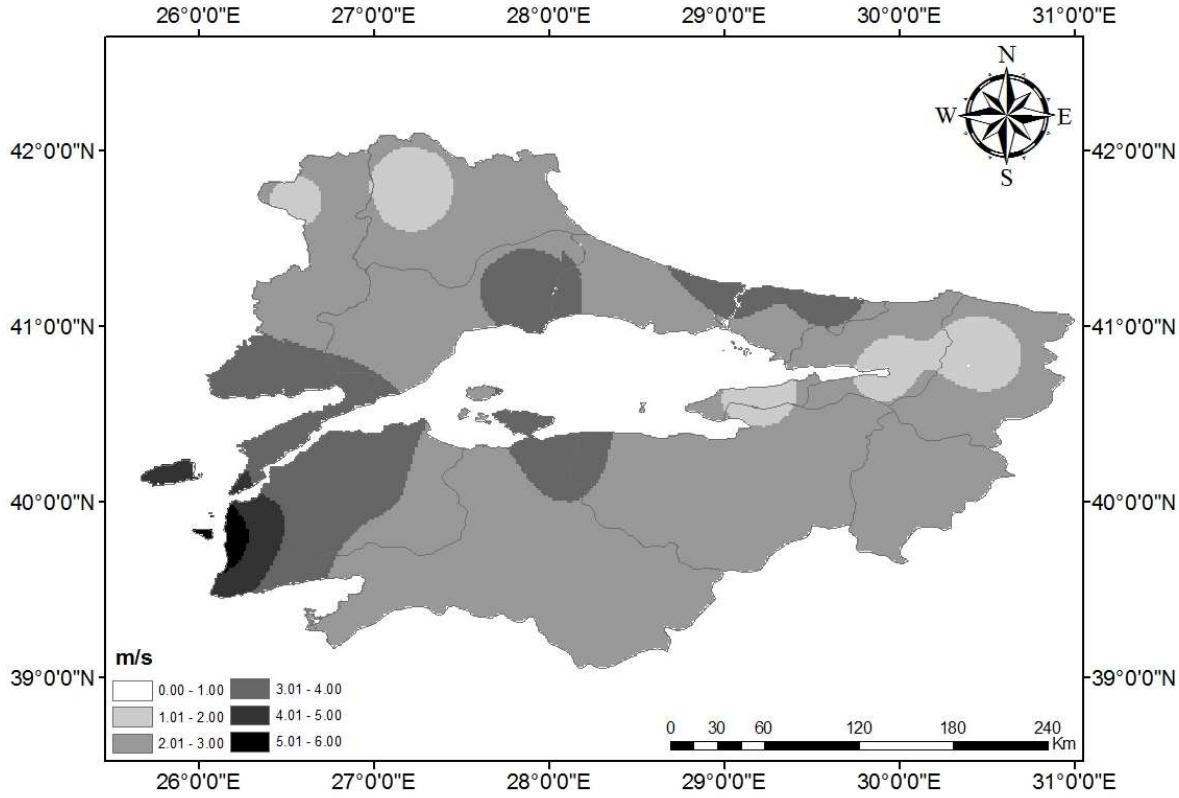
Ek-3.5: Yazın ortalama rüzgar hızları haritası.



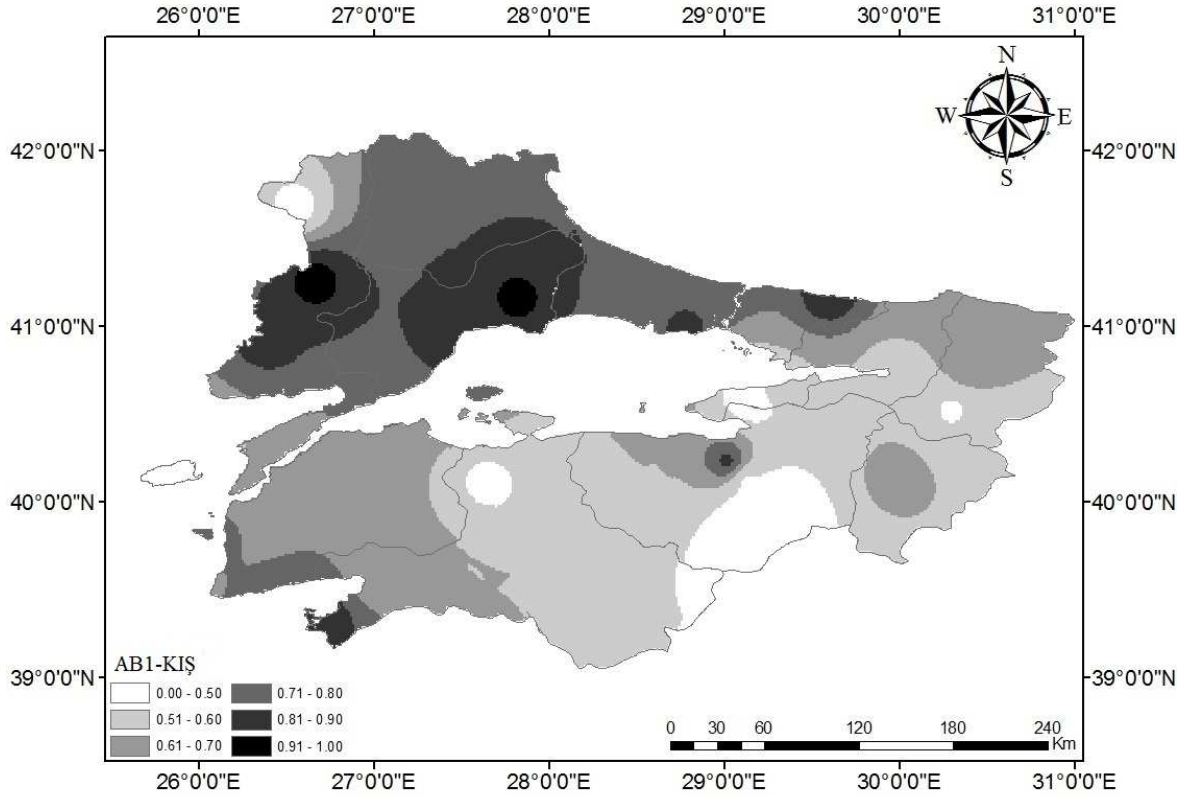
Ek-3.6: Sonbaharda ortalama rüzgar hızları haritası.



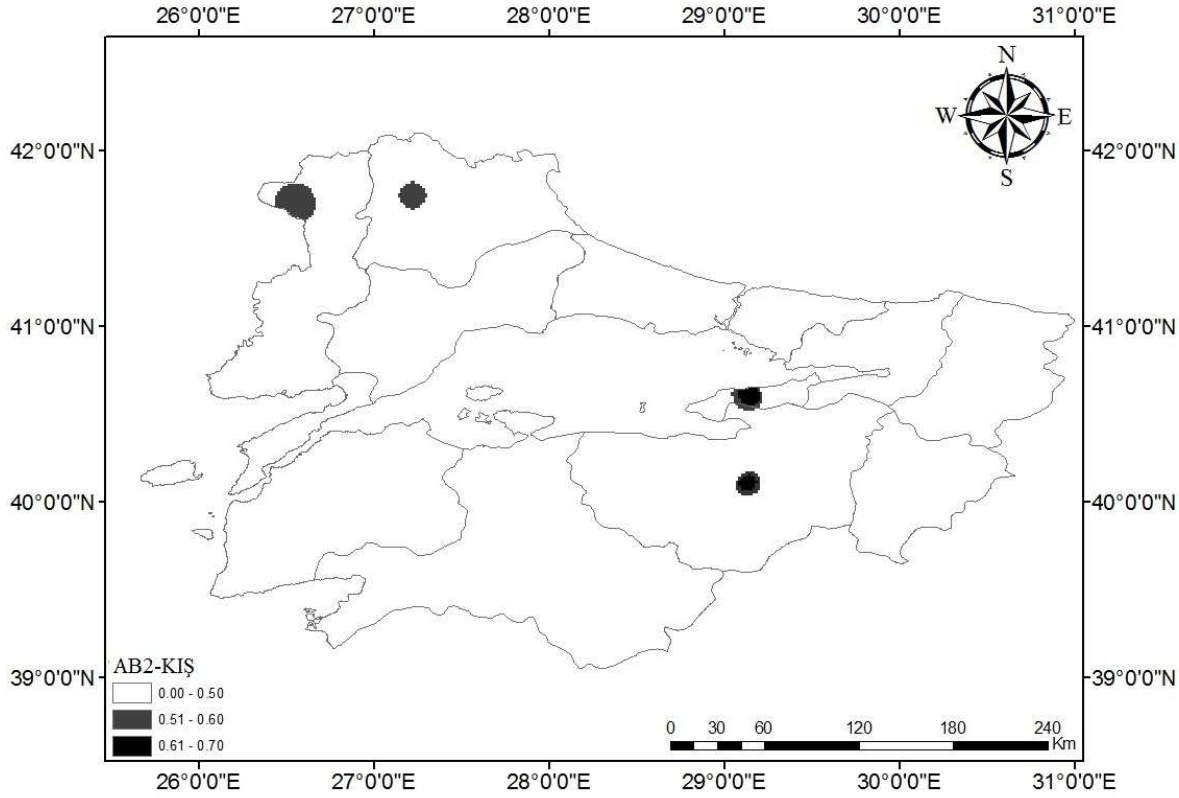
Ek-3.7: Yıllık ortalama rüzgar hızları haritası.



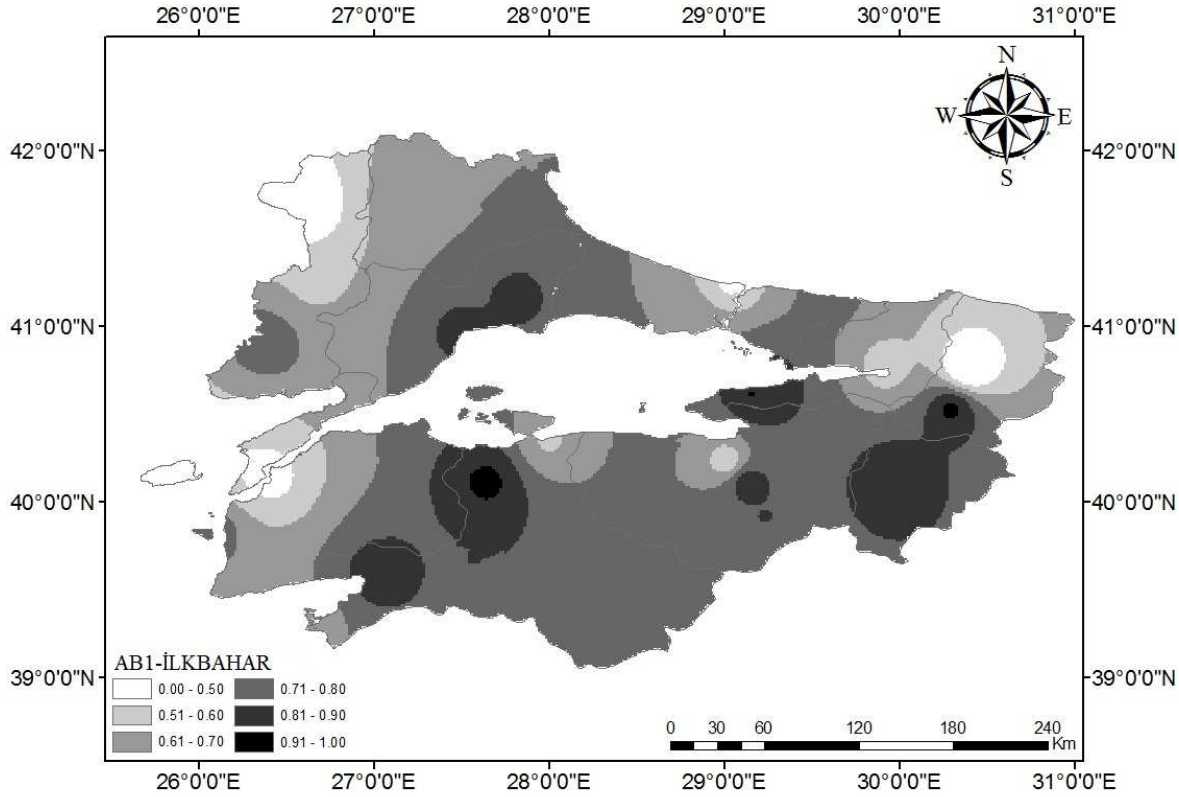
Ek-3.8: Kış AB1'in haritası.



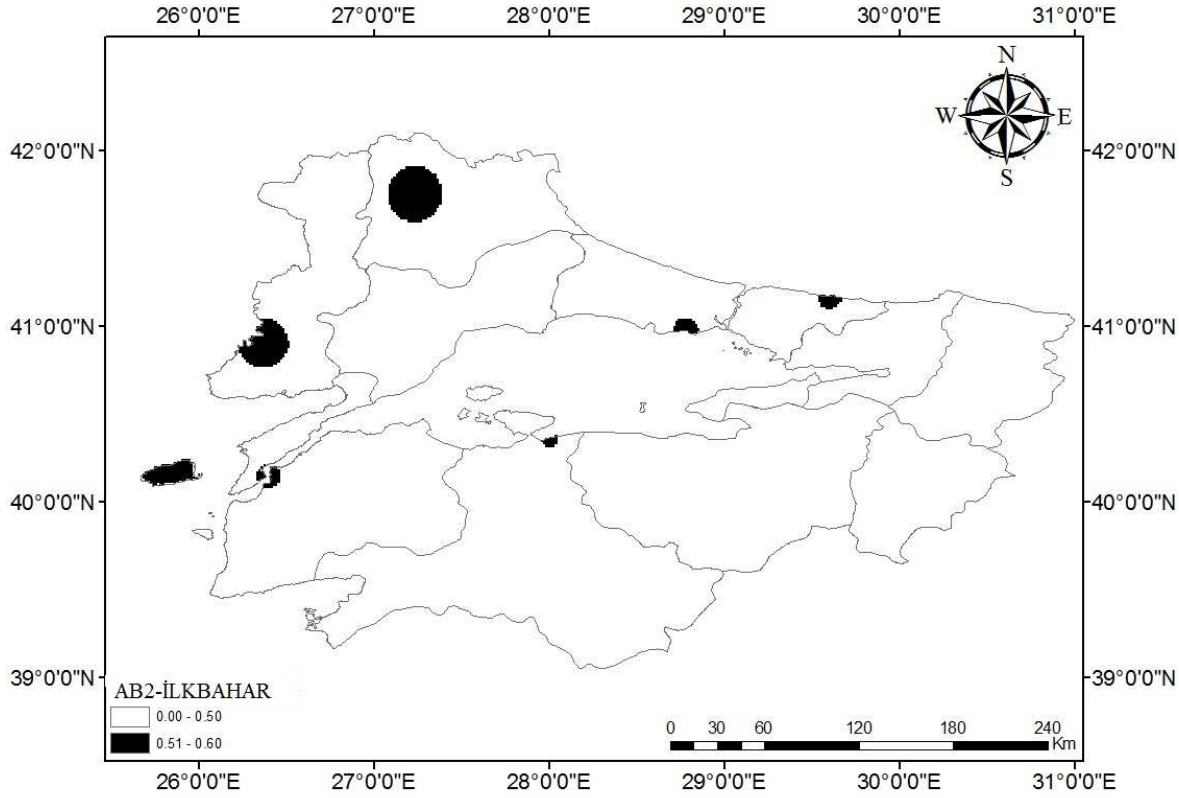
Ek-3.9: Kış AB2'in haritası.



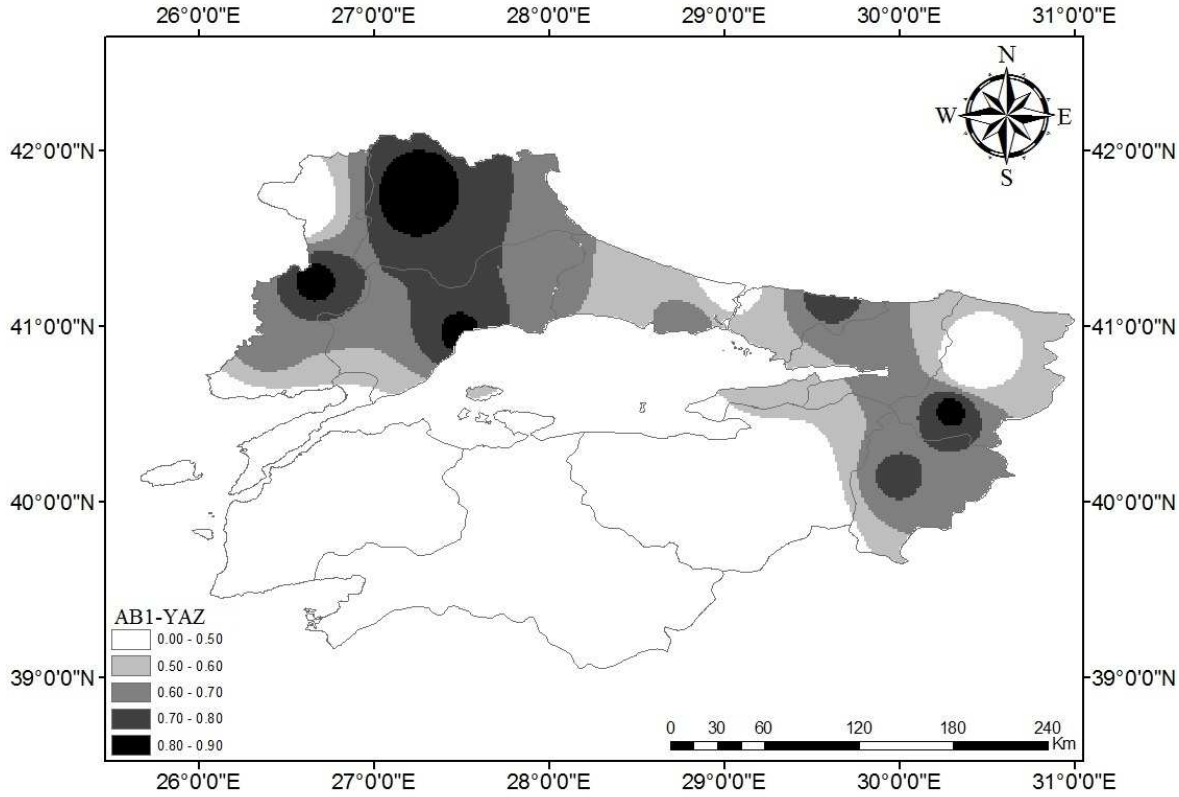
Ek-3.10: İlkbahar AB1'in haritası.



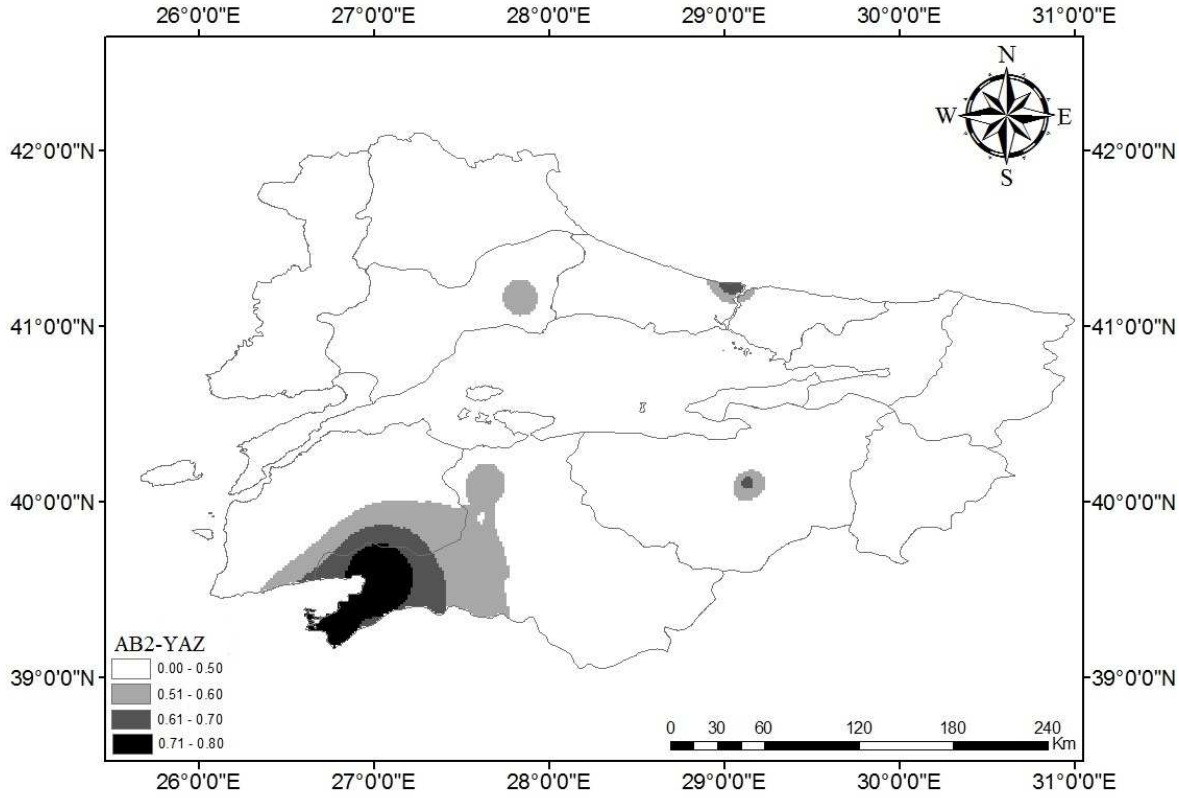
Ek-3.11: İlkbahar AB2'in haritası.



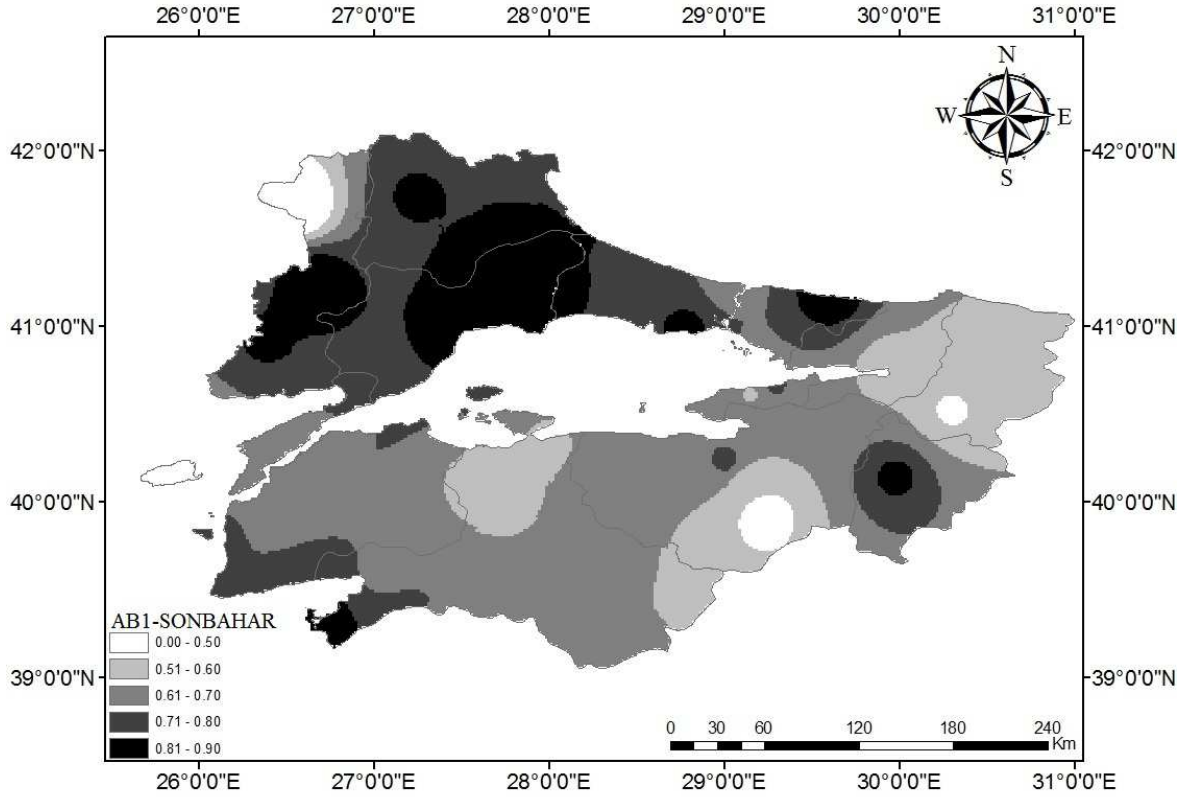
Ek-3.12: Yaz AB1'in haritası.



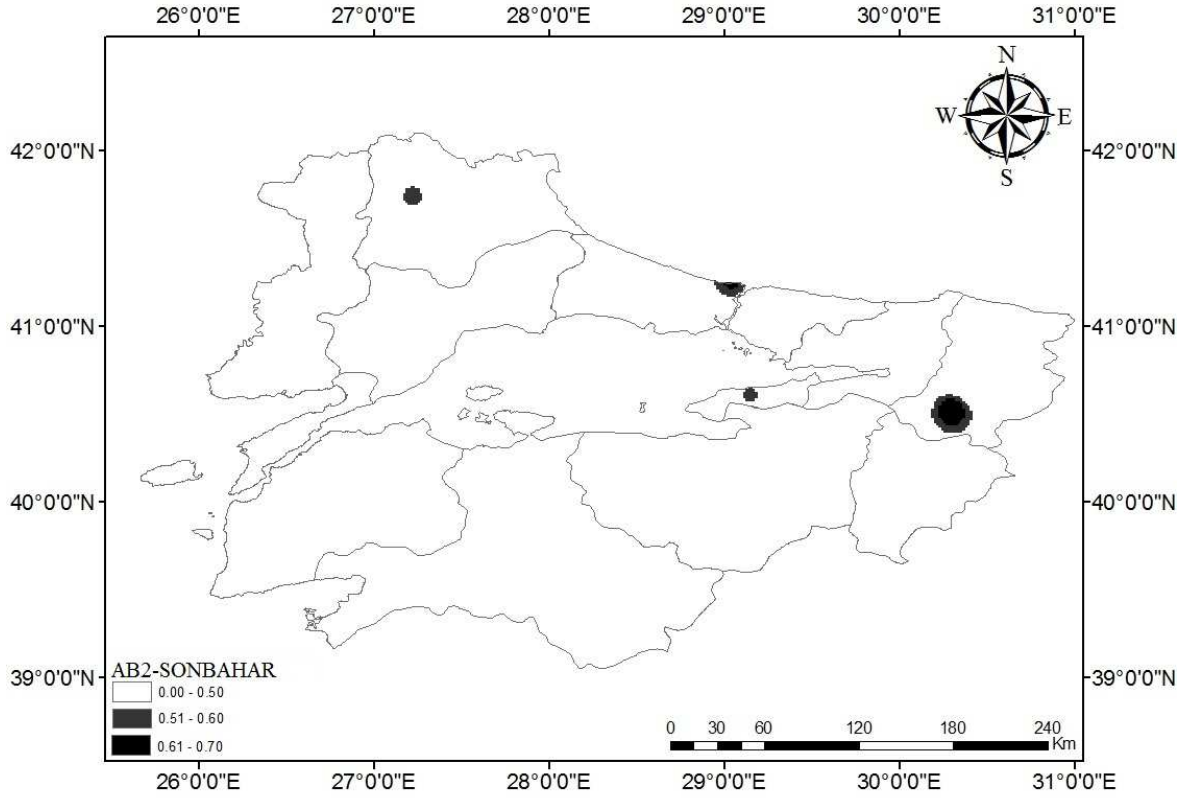
Ek-3.13: Yaz AB2'in haritası.



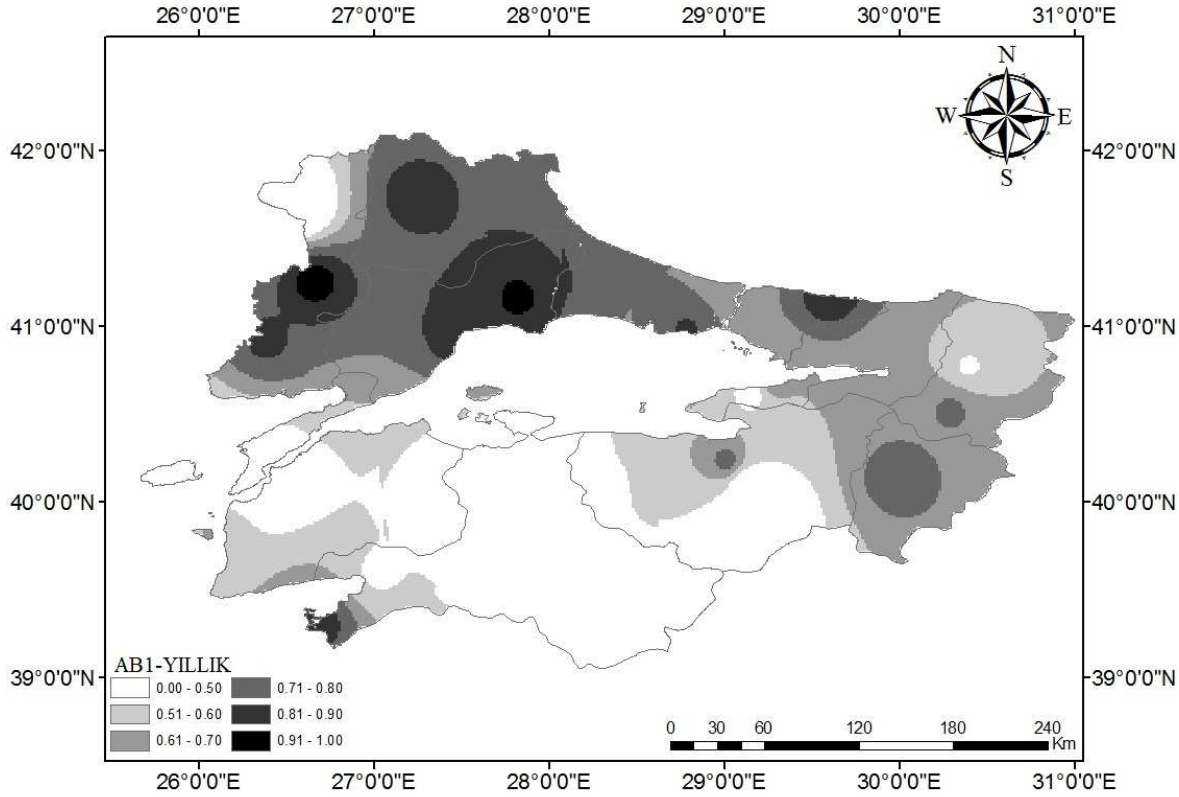
Ek-3.14: Sonbahar AB1'in haritası.



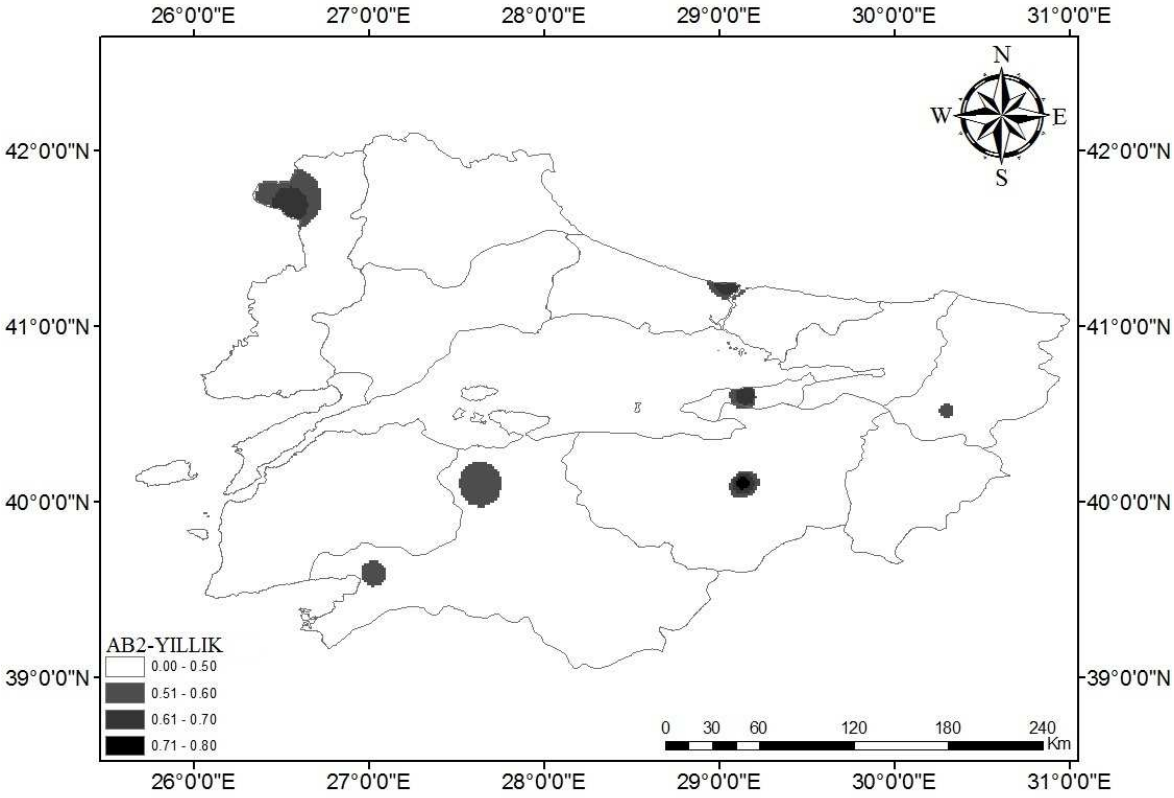
Ek-3.15: Sonbahar AB2'in haritası.



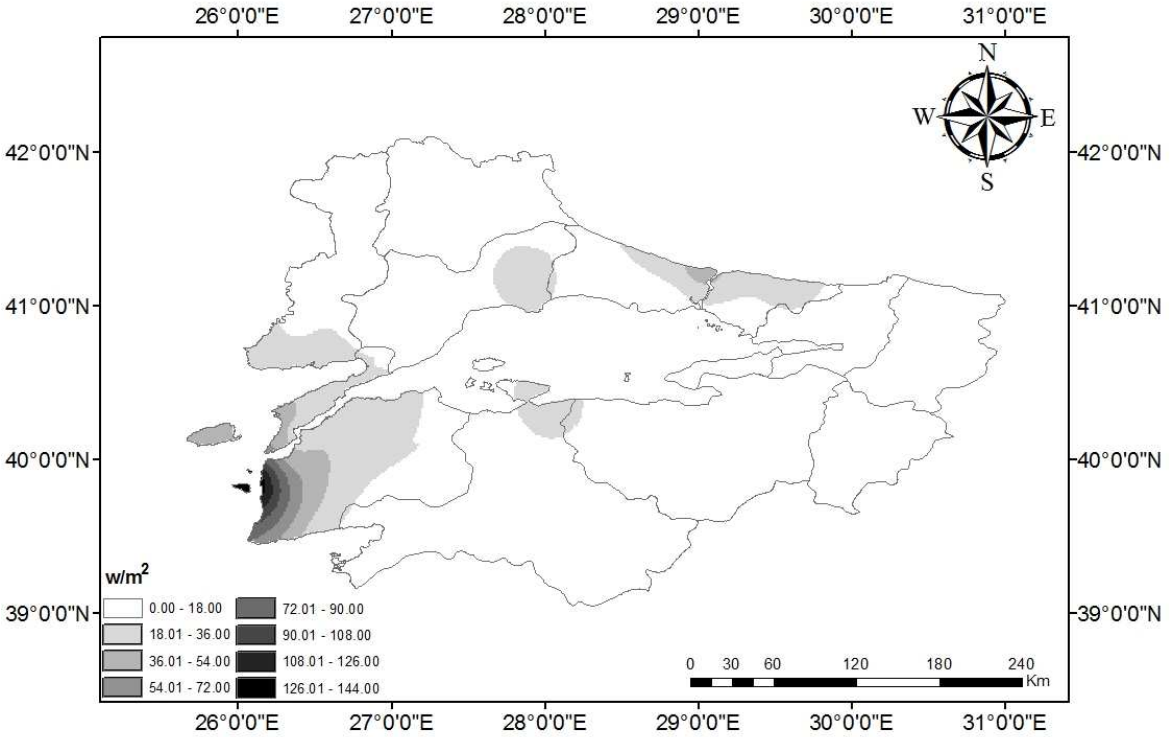
Ek-3.16: Yıllık AB1'in haritası.



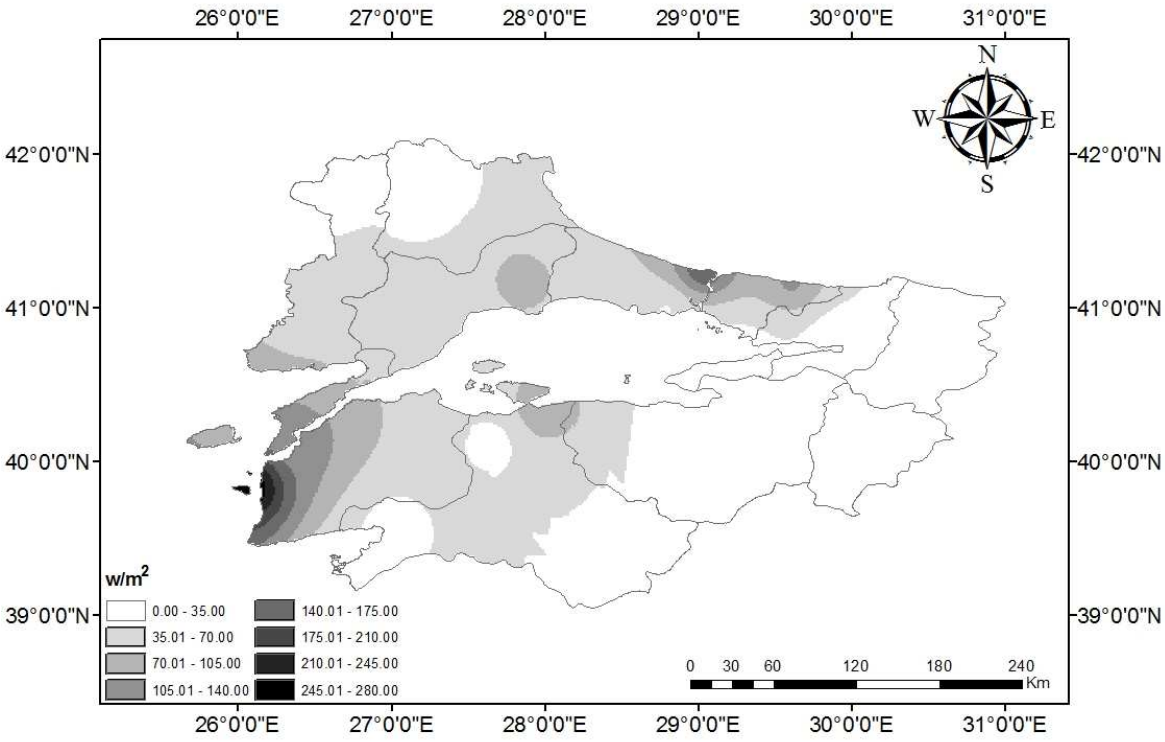
Ek-3.17: Yıllık AB2'in haritası.



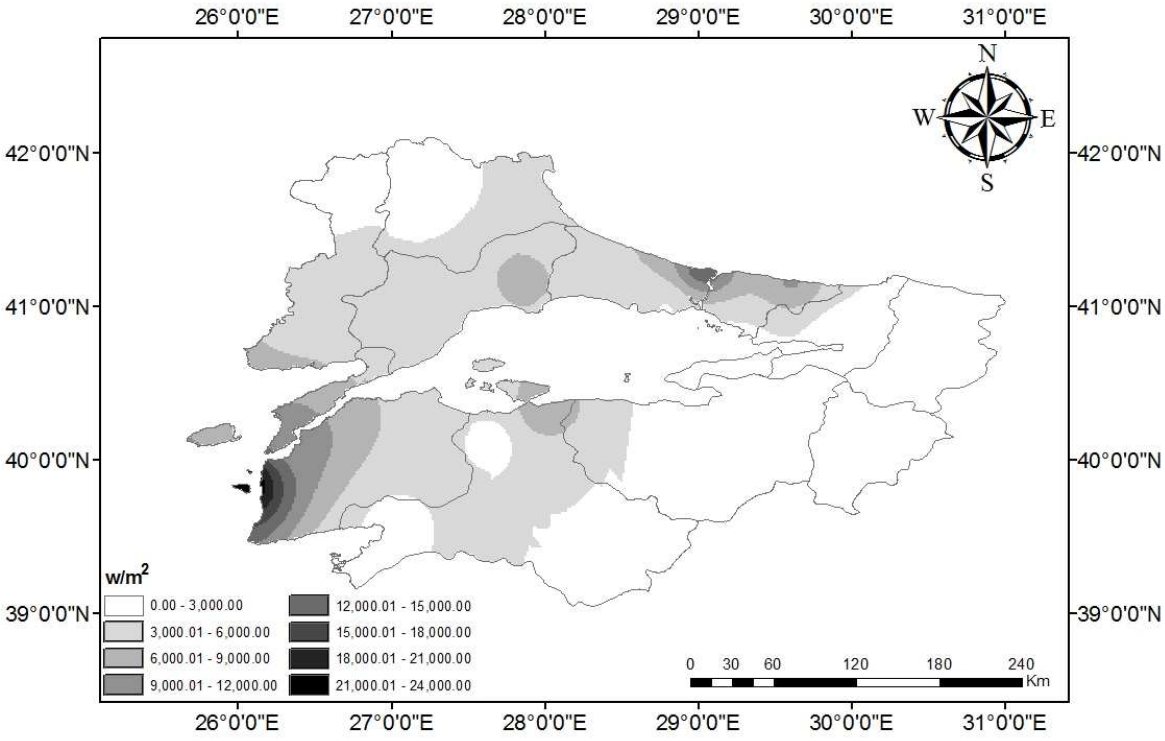
Ek-3.18: Kışın 10m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



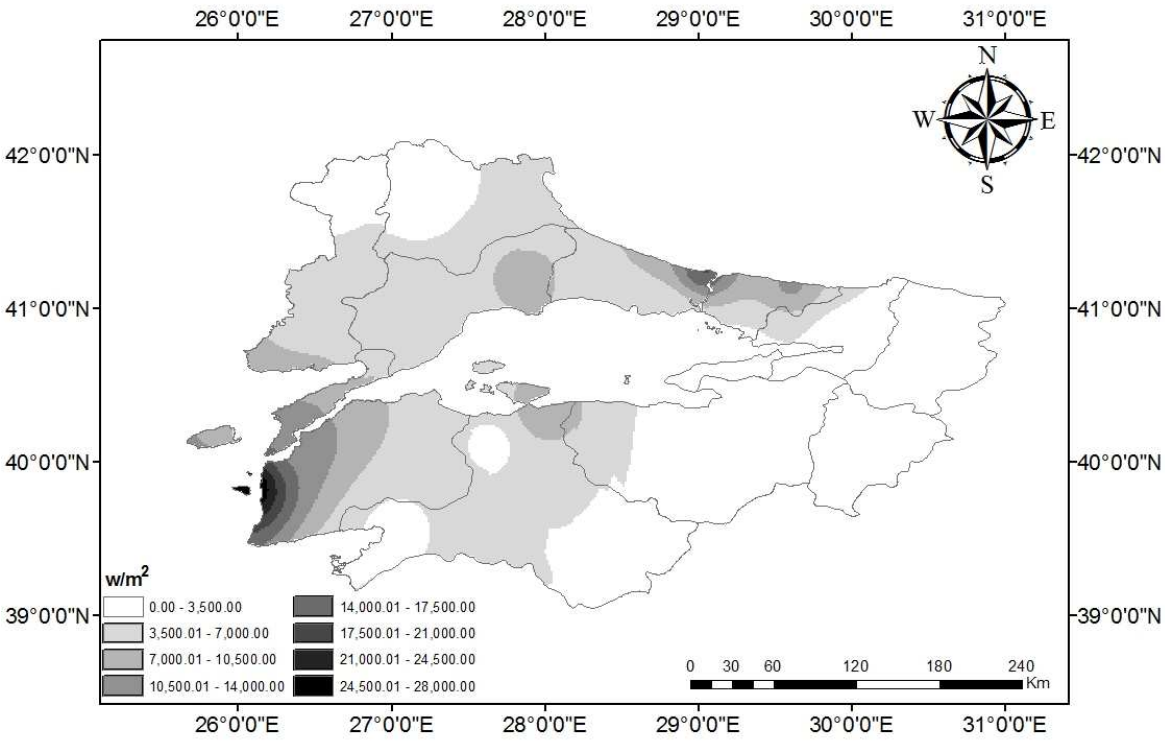
Ek-3.19: Kışın 30m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



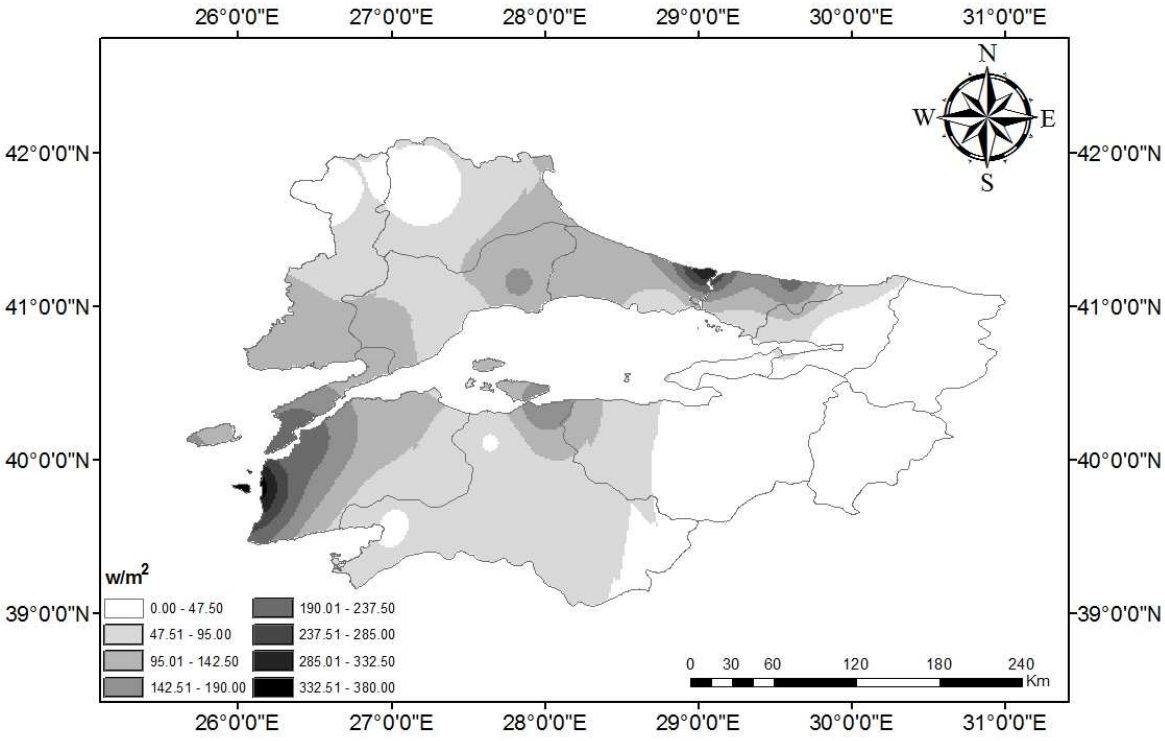
Ek-3.20: Kışın 30m yükseklikteki, 27m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



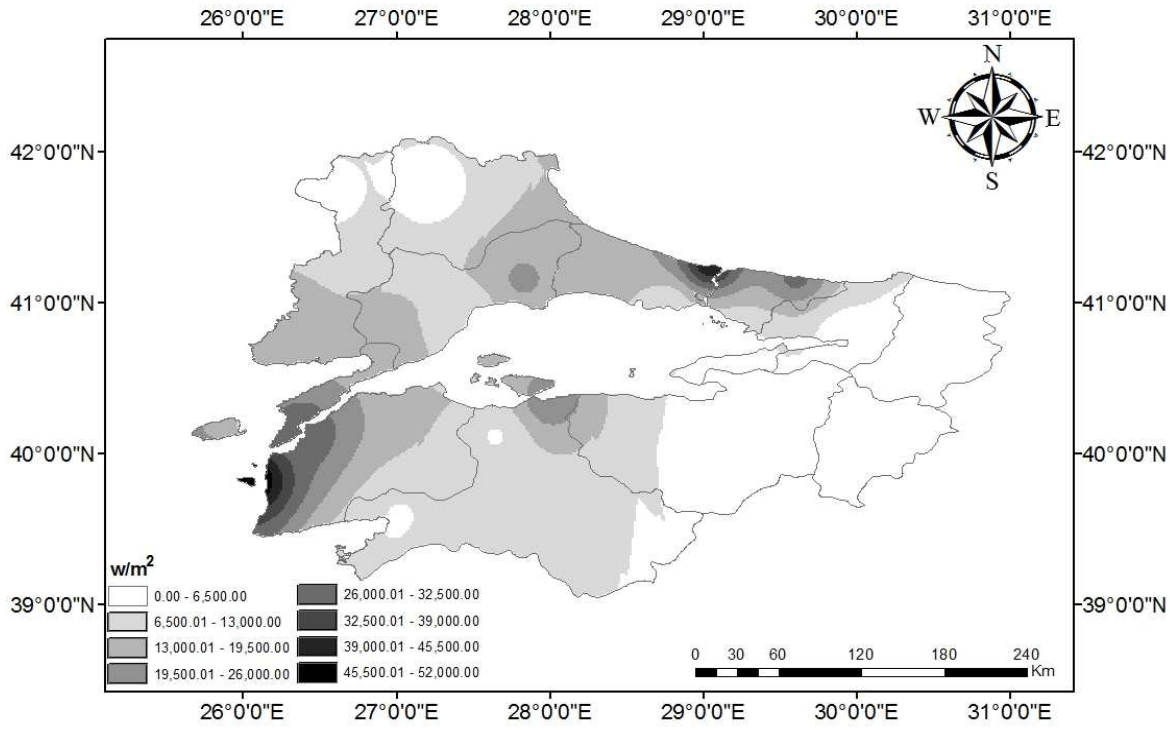
Ek-3.21: Kışın 30m yükseklikteki, 33m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası



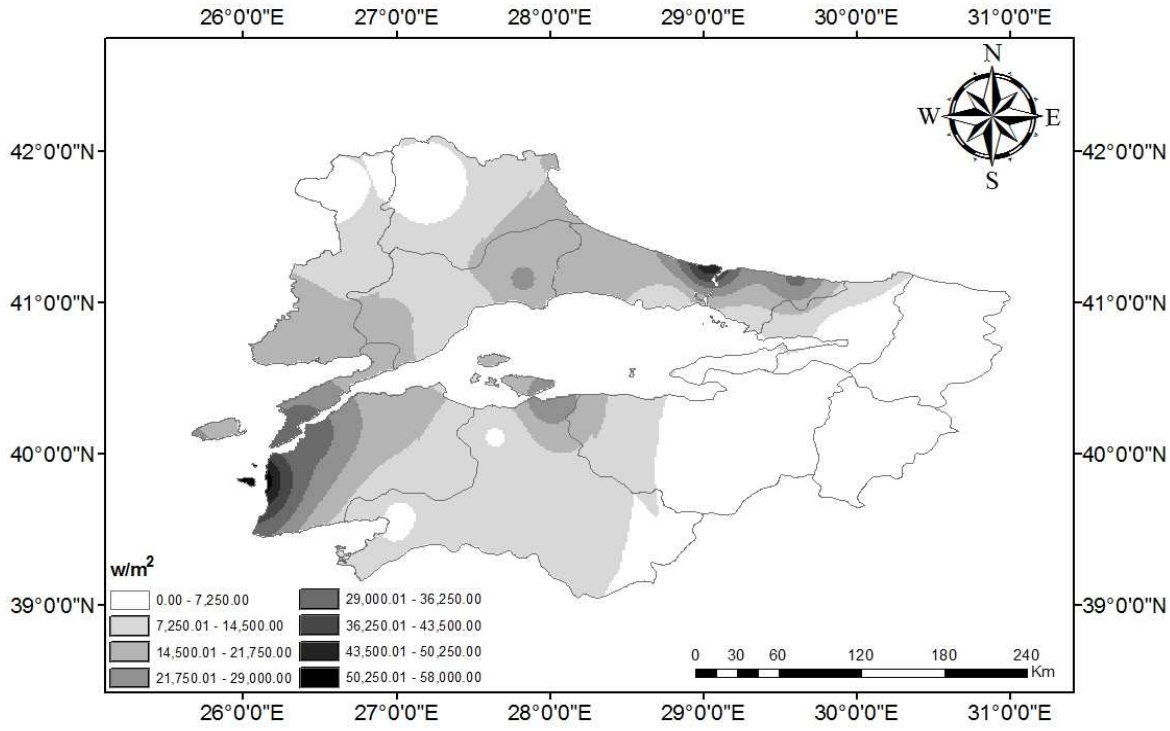
Ek-3.22: Kışın 50m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



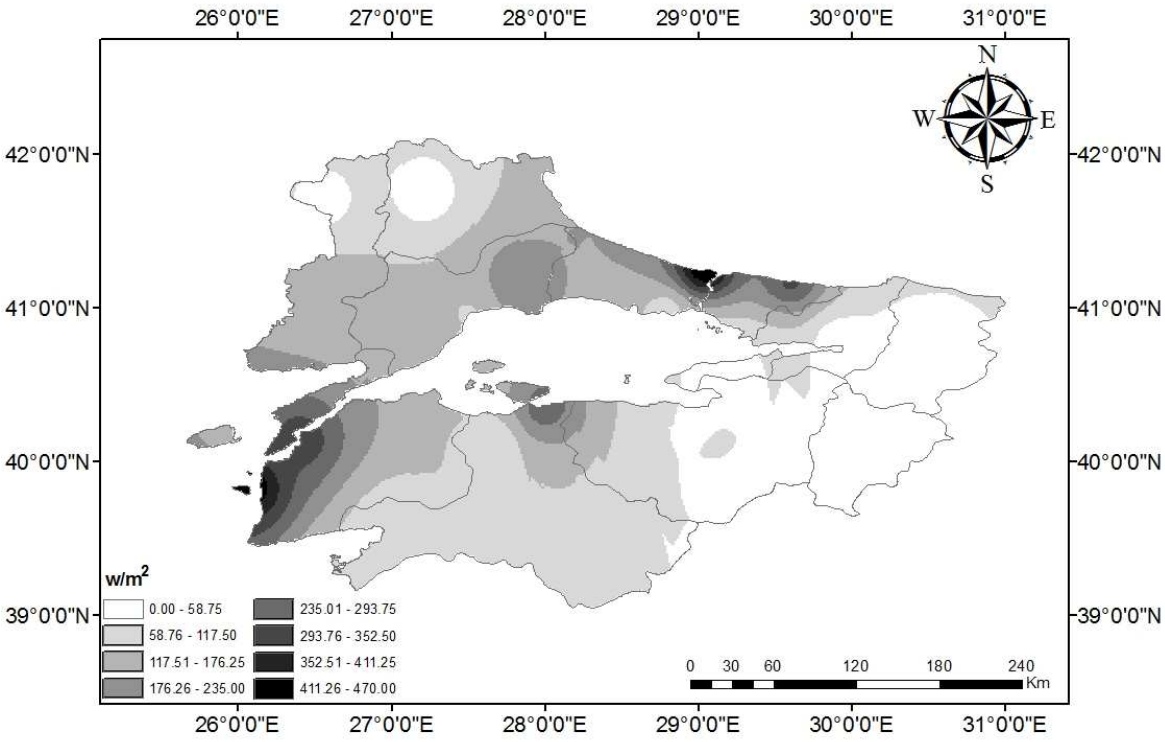
Ek-3.23: Kışın 50m yükseklikteki, 44m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



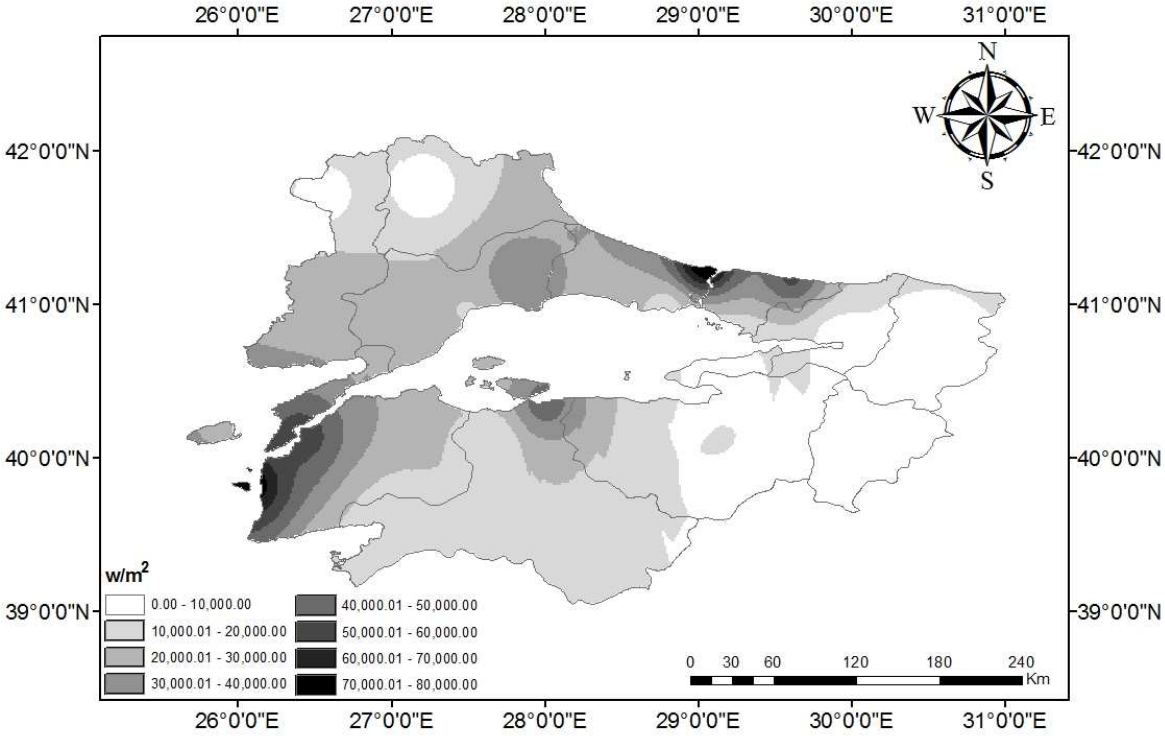
Ek-3.24: Kışın 50m yükseklikteki, 48m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



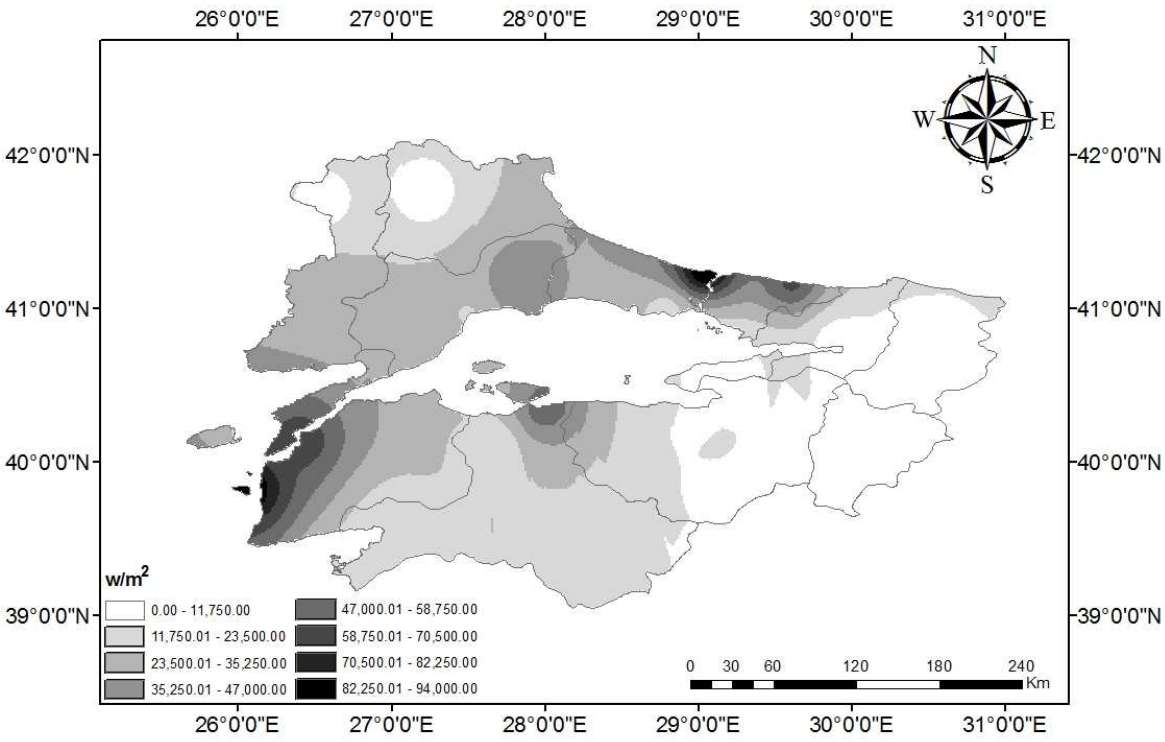
Ek-3.25: Kışın 70m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



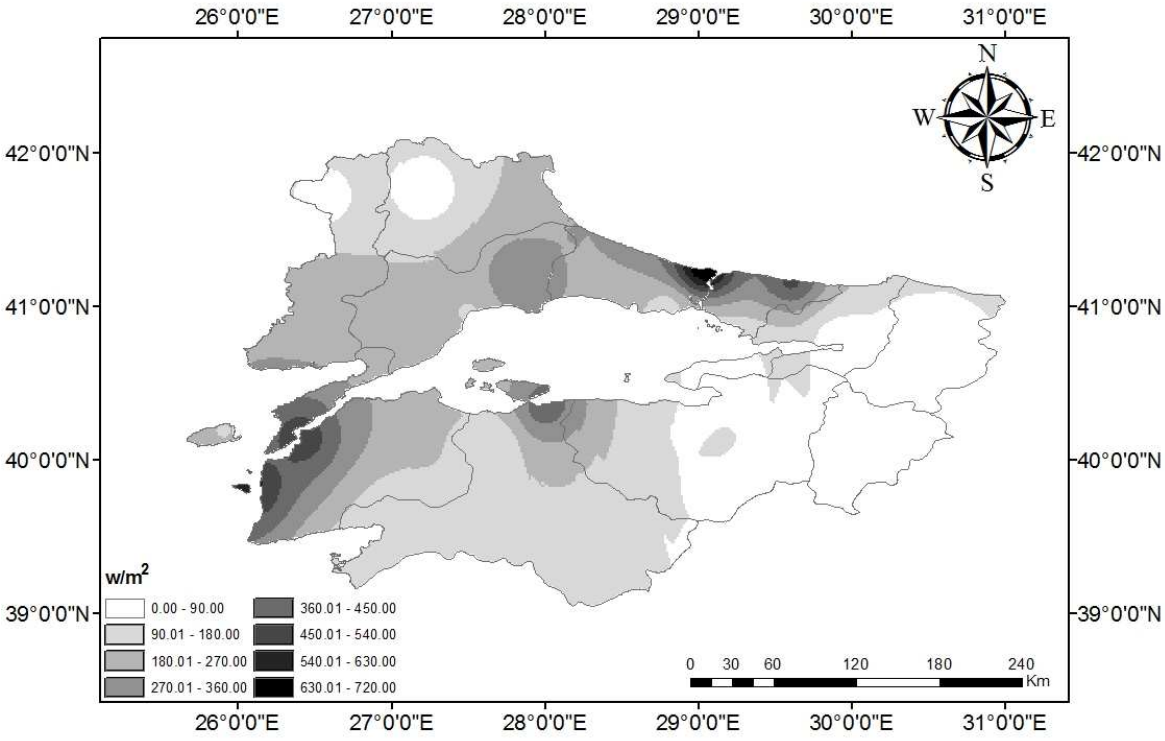
Ek-3.26: Kışın 70m yükseklikteki, 54m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



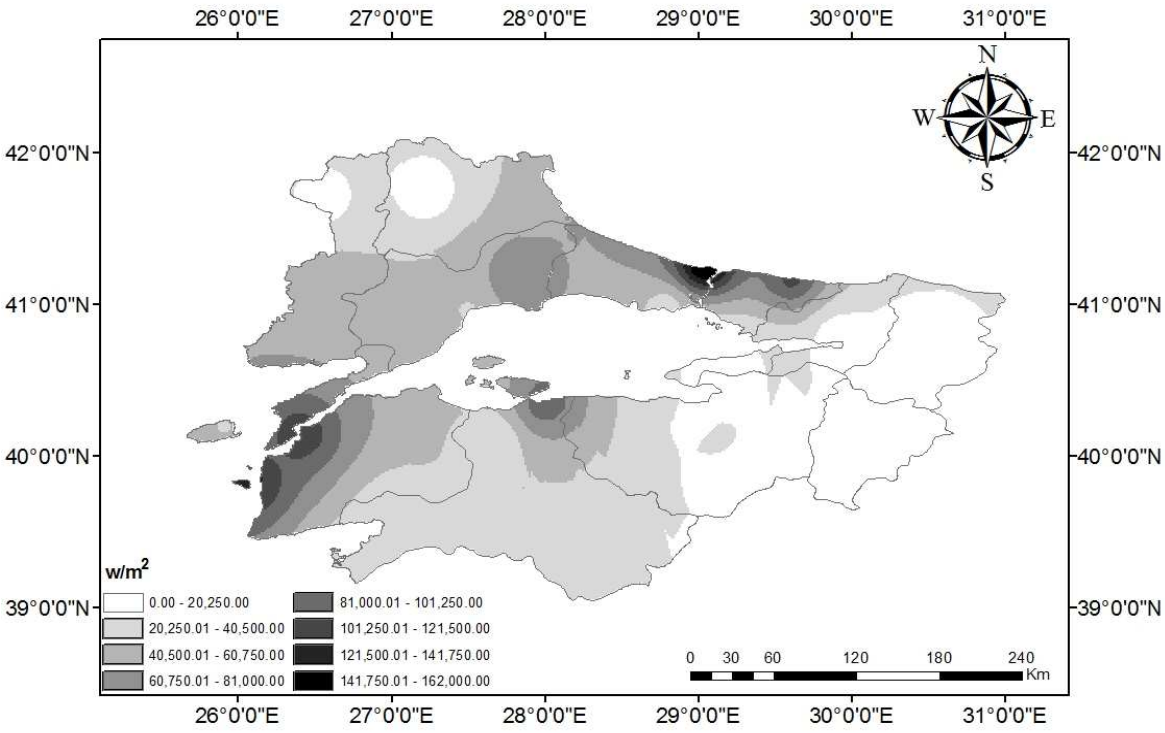
Ek-3.27: Kışın 70m yükseklikteki, 64m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



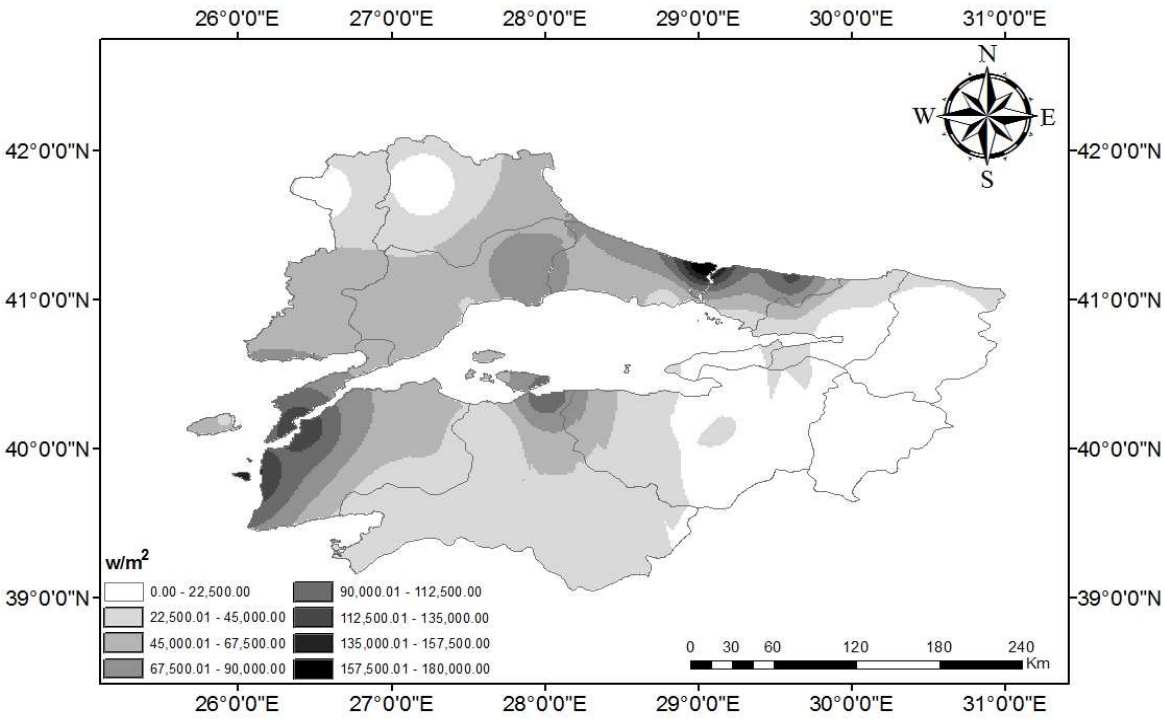
Ek-3.28: Kışın 100m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



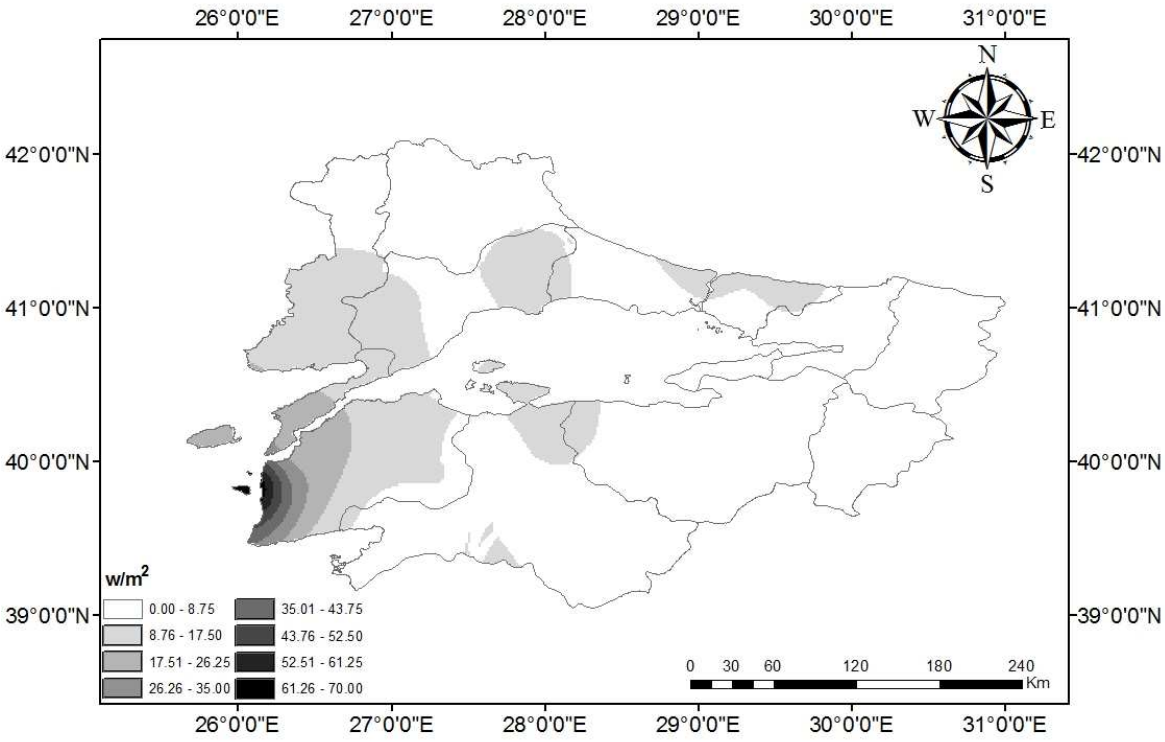
Ek-3.29: Kışın 100m yükseklikteki, 72m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



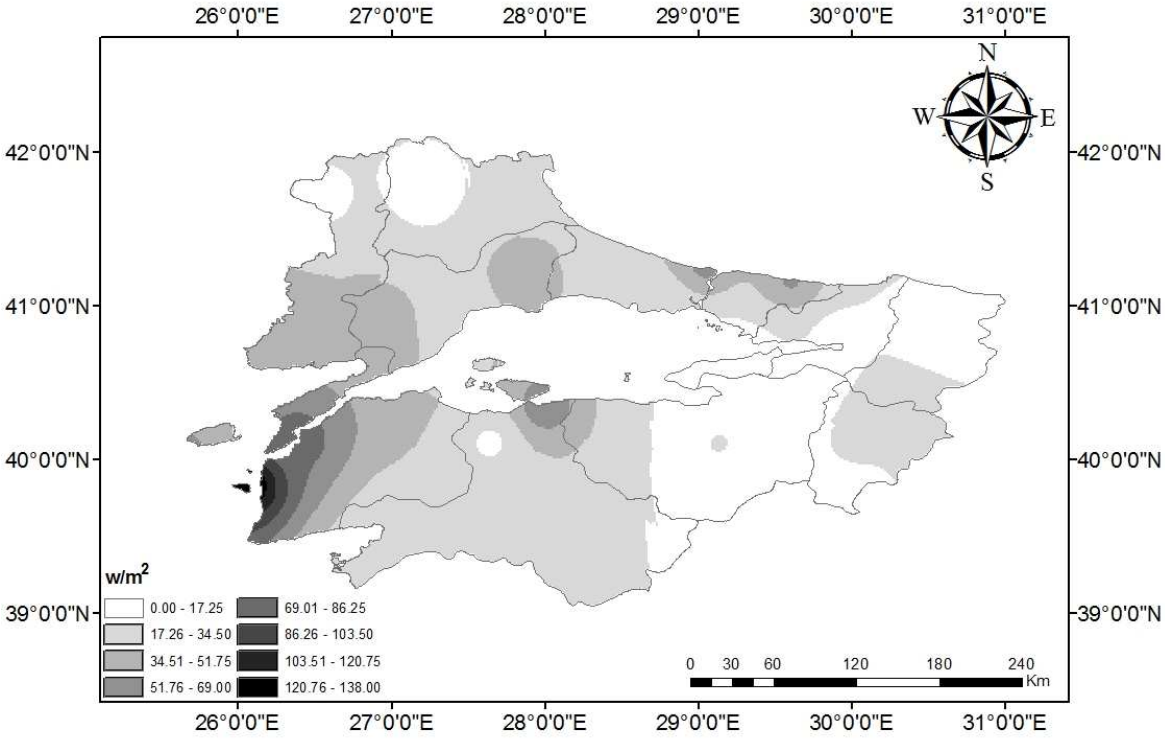
Ek-3.30: Kışın 100m yükseklikteki, 80m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



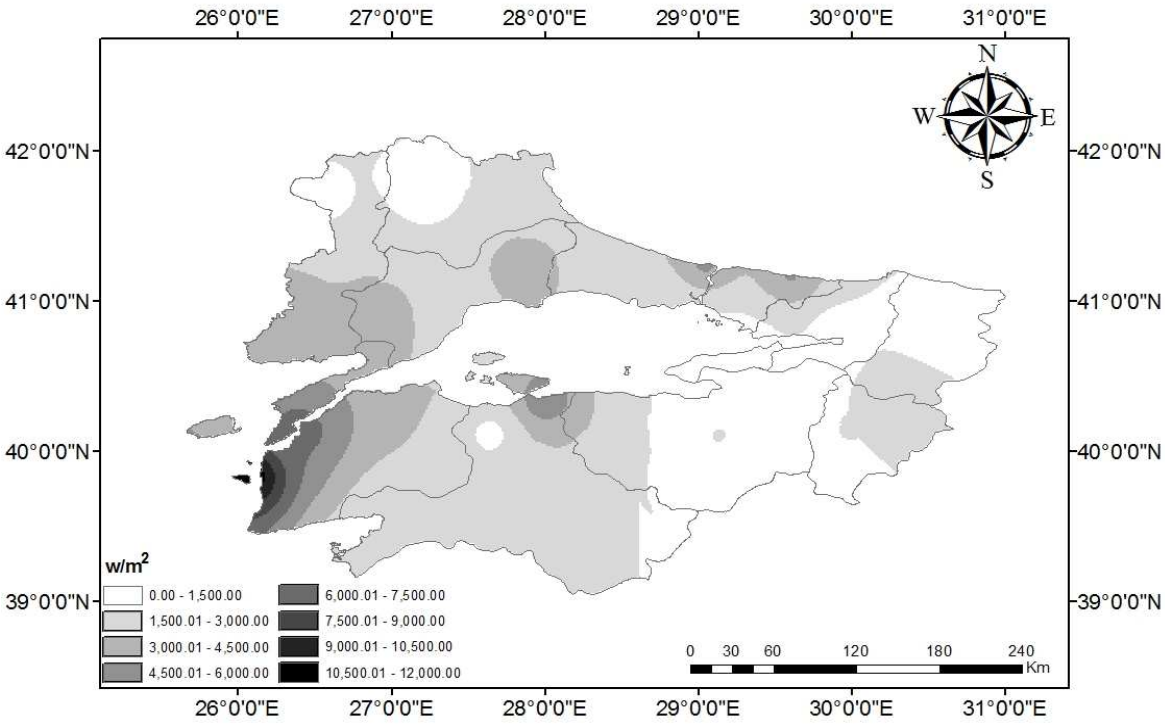
Ek-3.31: İlkbaharda 10m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



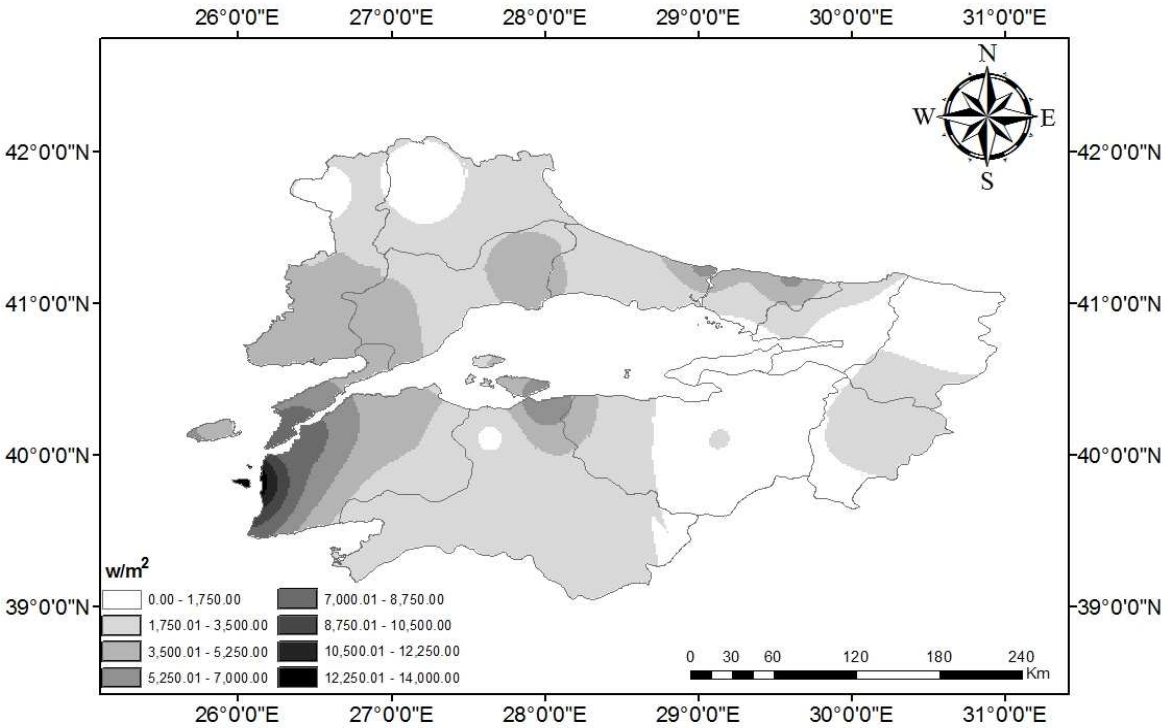
Ek-3.32: İlkbaharda 30m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



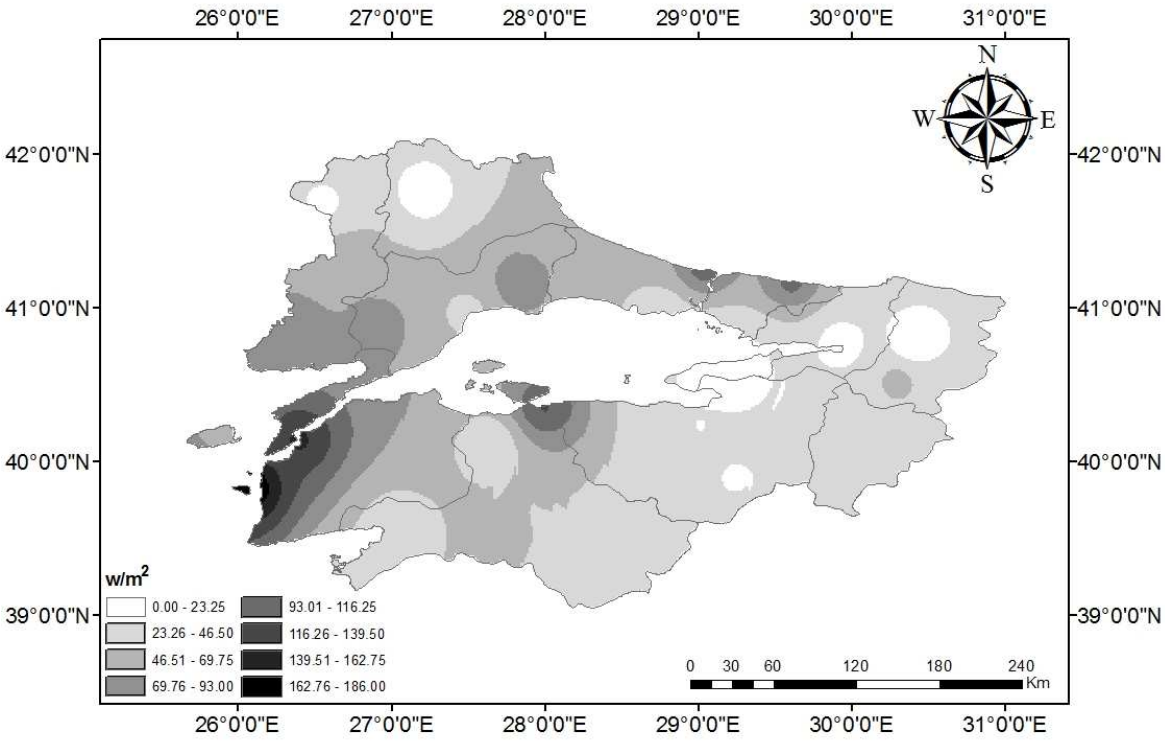
Ek-3.33: İlkbaharda 30m yükseklikteki, 27m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



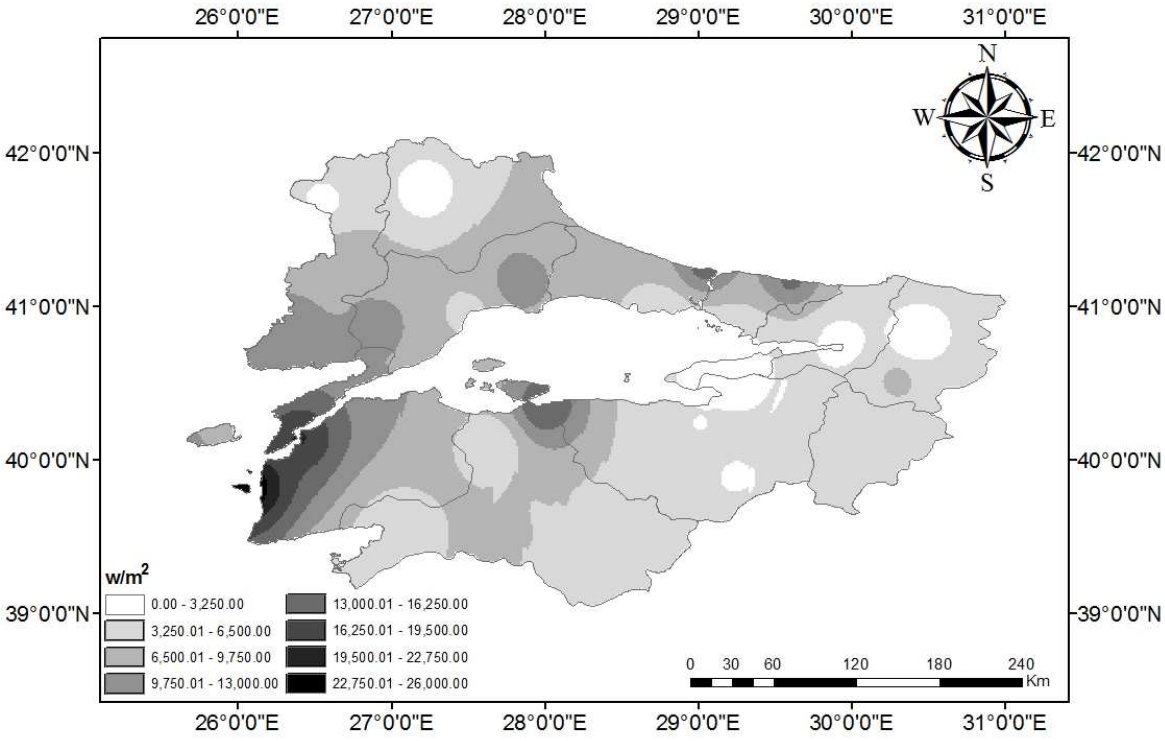
Ek-3.34: İlkbaharda 30m yükseklikteki, 33m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



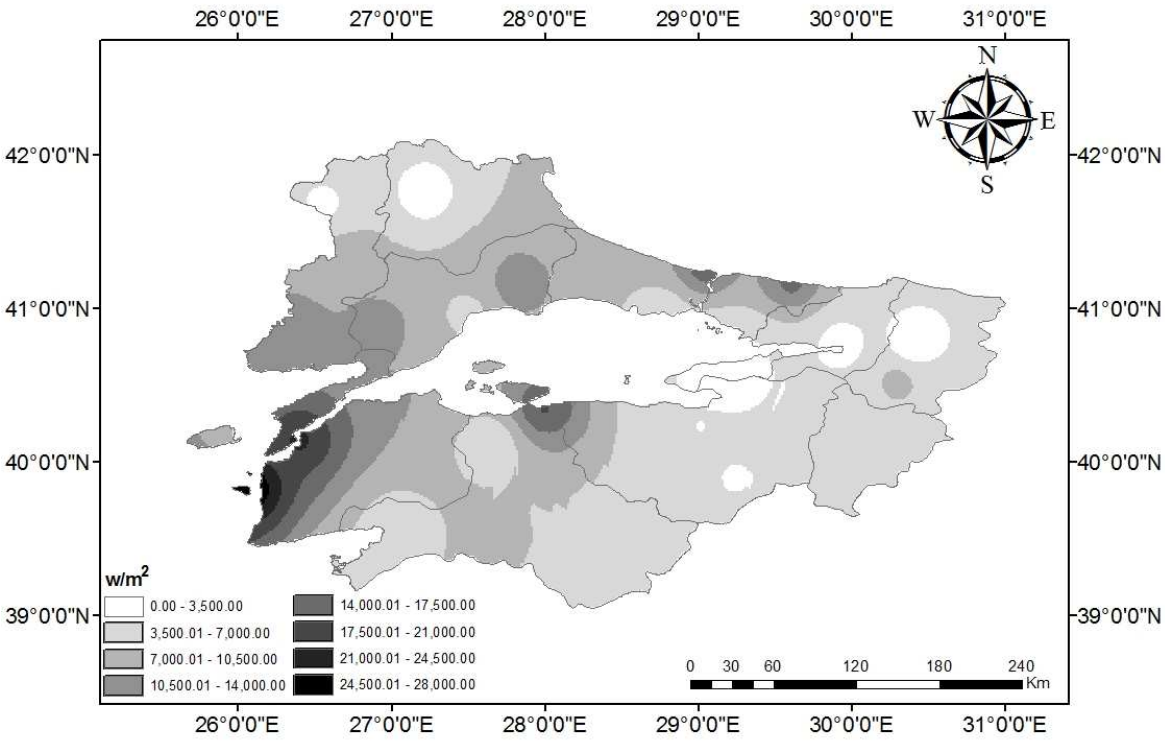
Ek-3.35: İlkbaharda 50m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



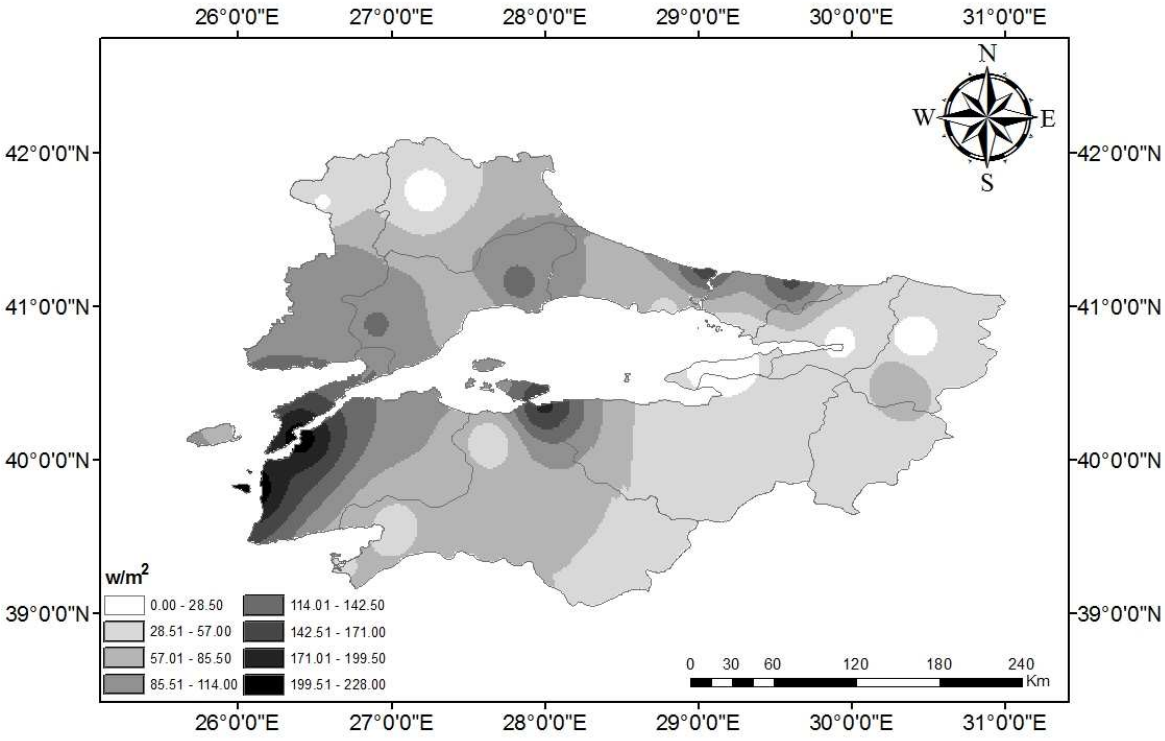
Ek-3.36: İlkbaharda 50m yükseklikteki, 44m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



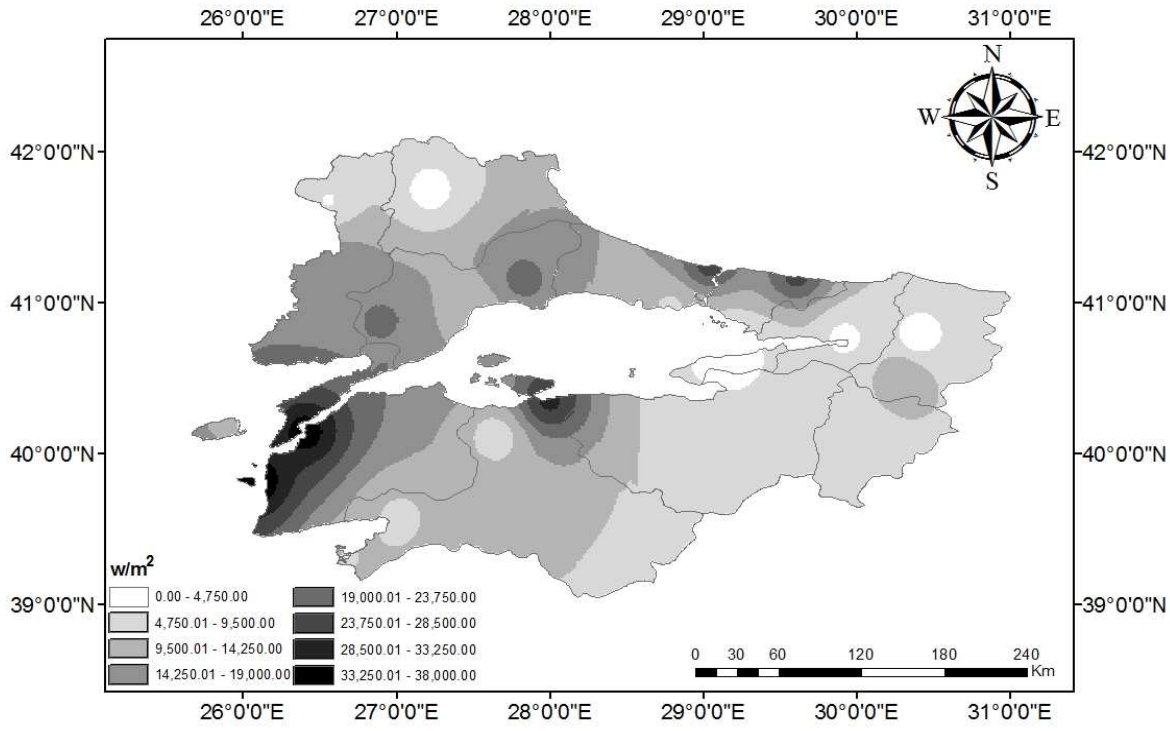
Ek-3.37: İlkbaharda 50m yükseklikteki, 48m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



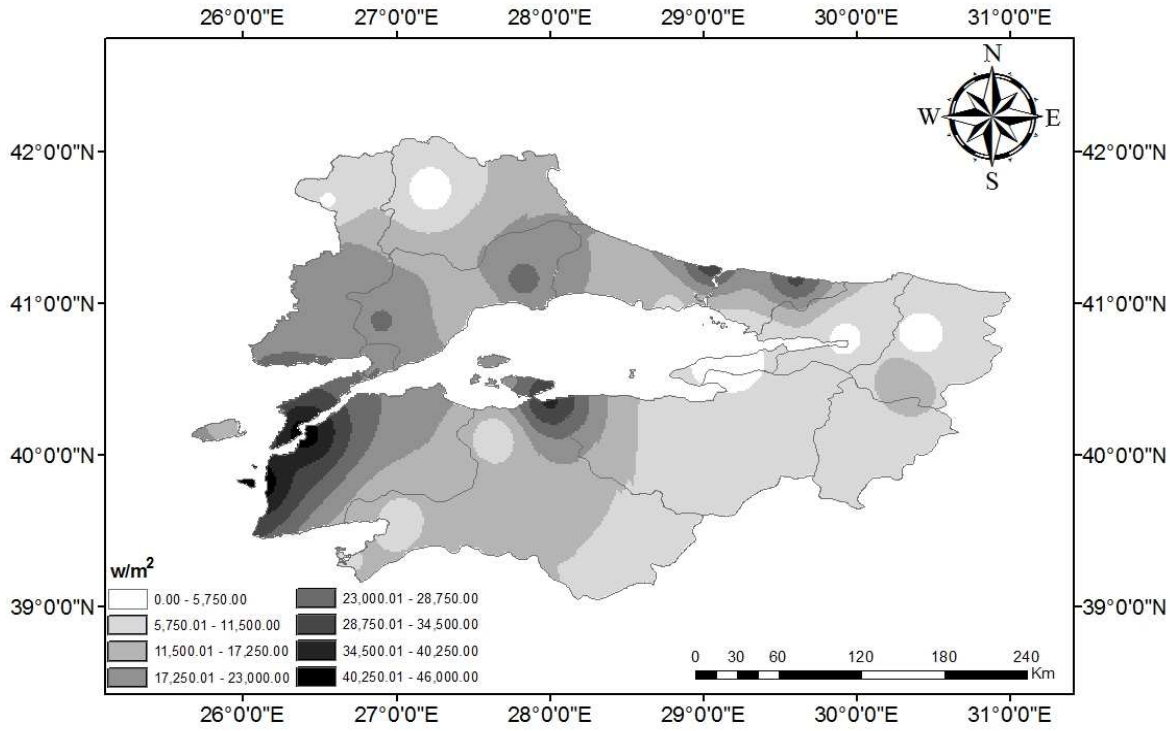
Ek-3.38: İlkbaharda 70m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



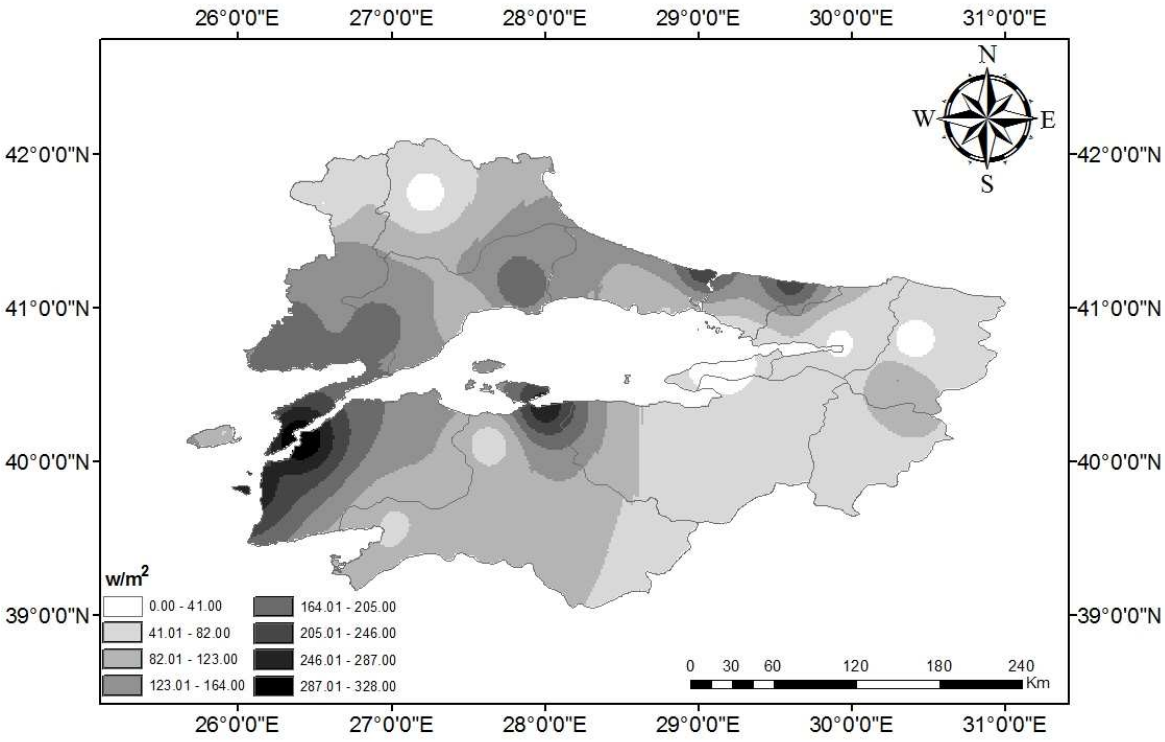
Ek-3.39: İlkbaharda 70m yükseklikteki, 54m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



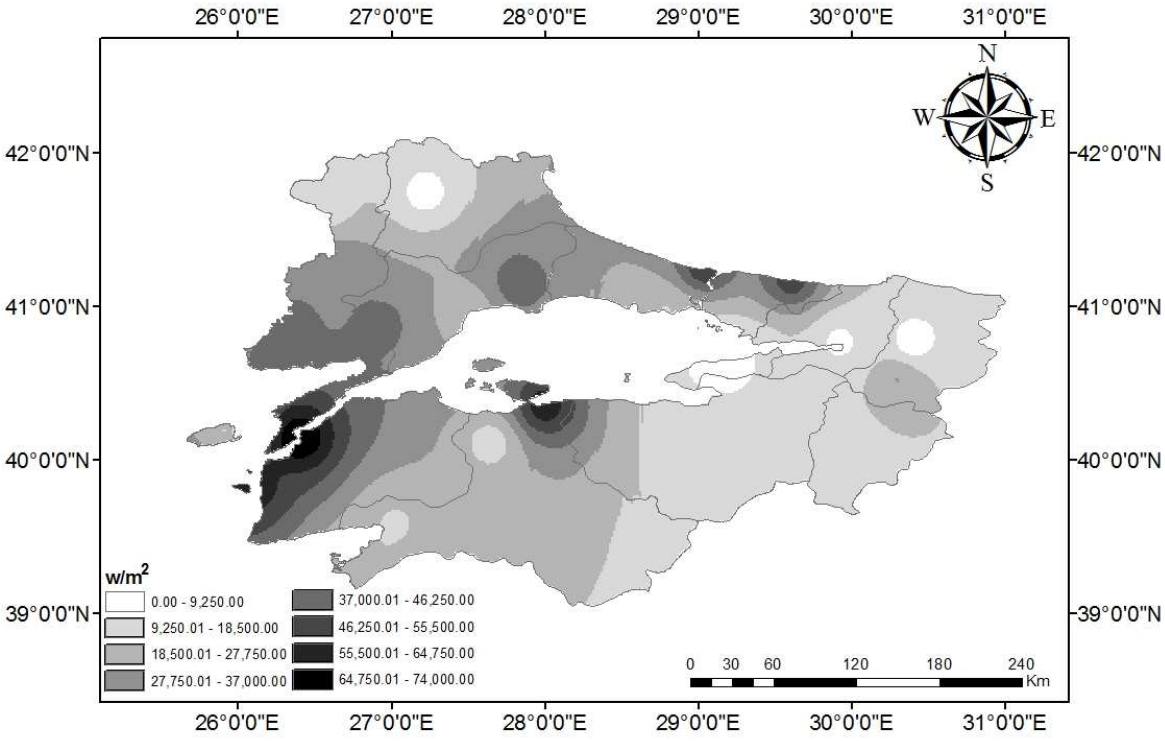
Ek-3.40: İlkbaharda 70m yükseklikteki, 64m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



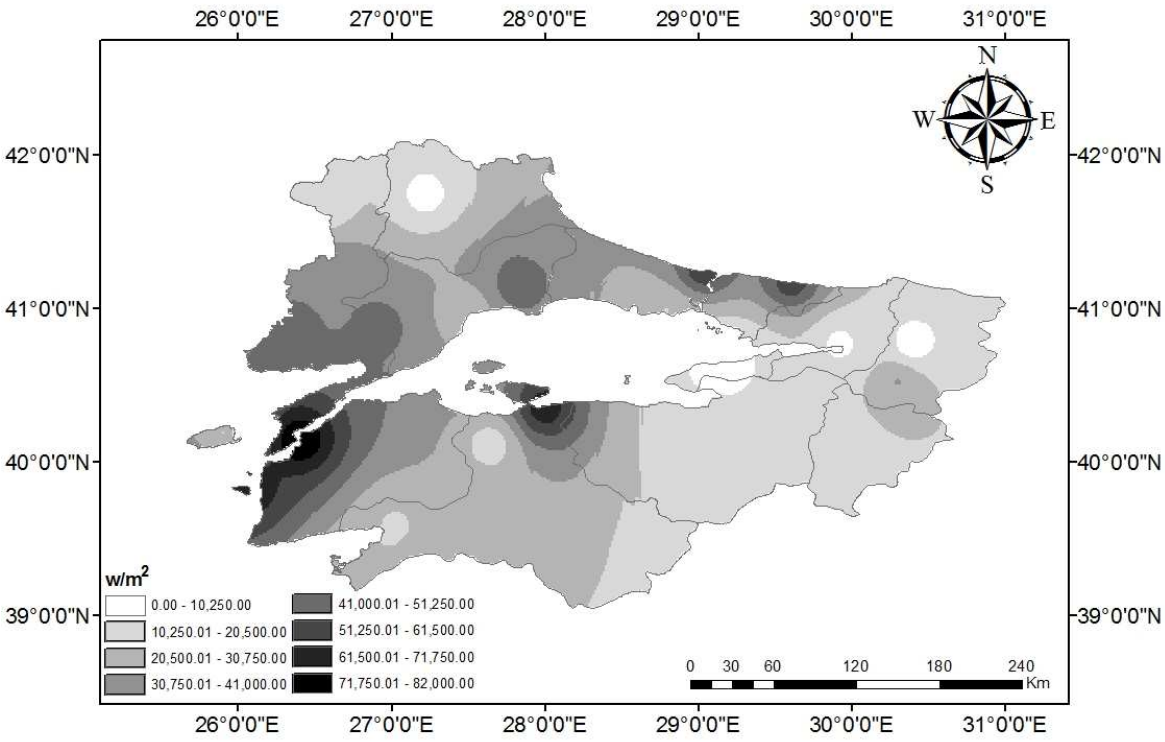
Ek-3.41: İlkbaharda 100m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



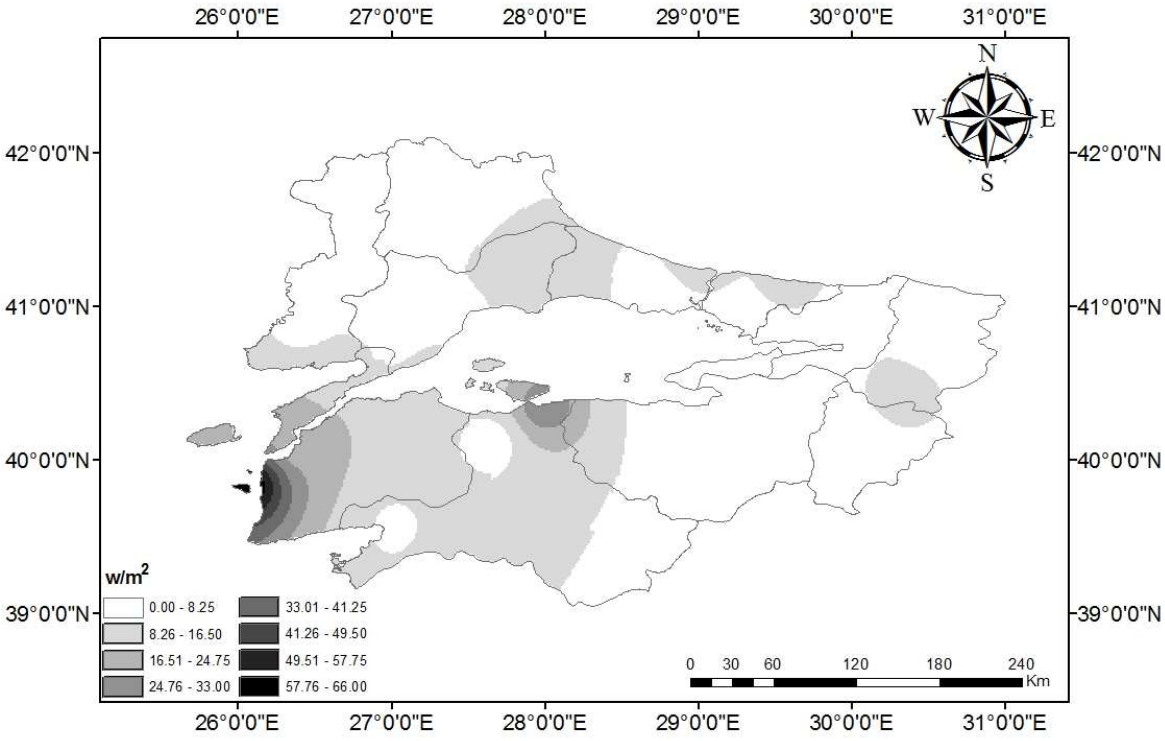
Ek-3.42: İlkbaharda 100m yükseklikteki, 72m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



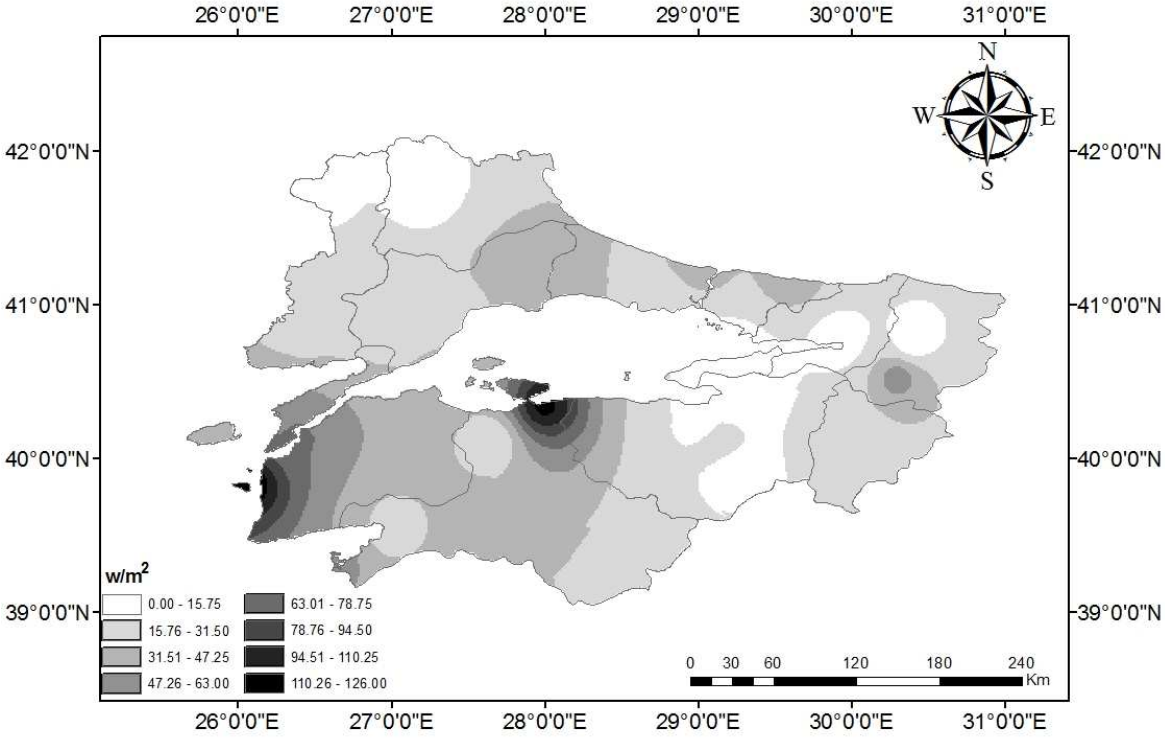
Ek-3.43: İlkbaharda 100m yükseklikteki, 80m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



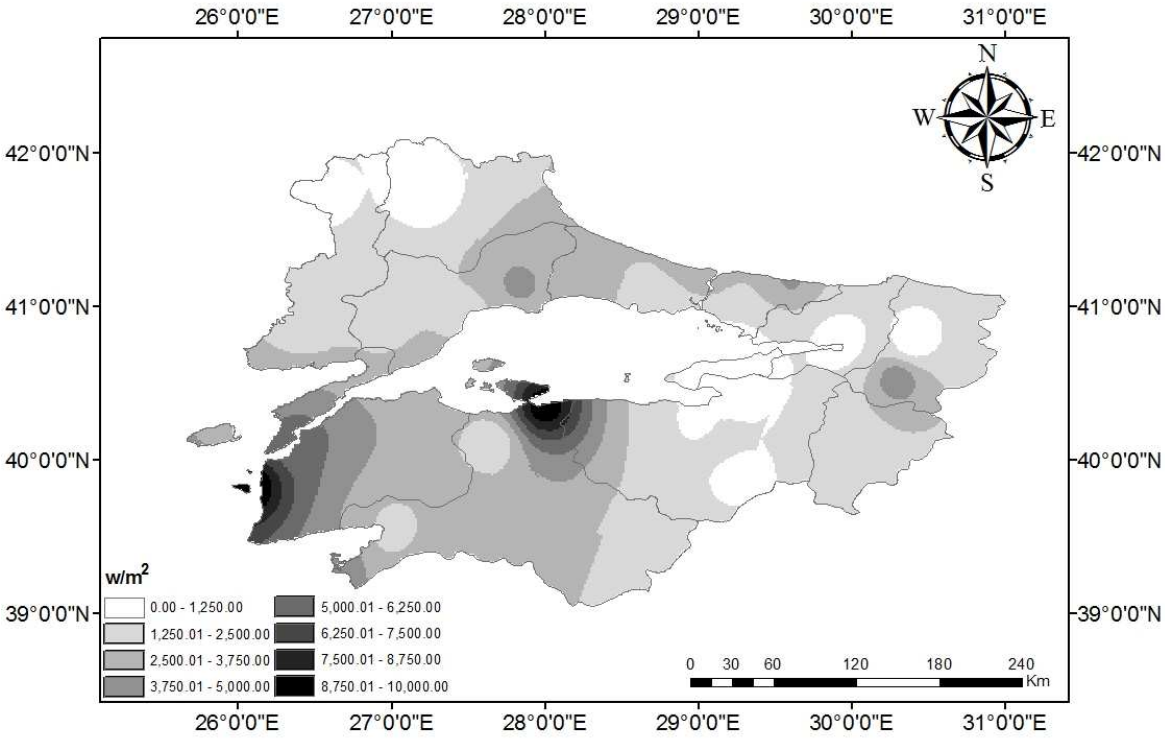
Ek-3.44: Yazın 10m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



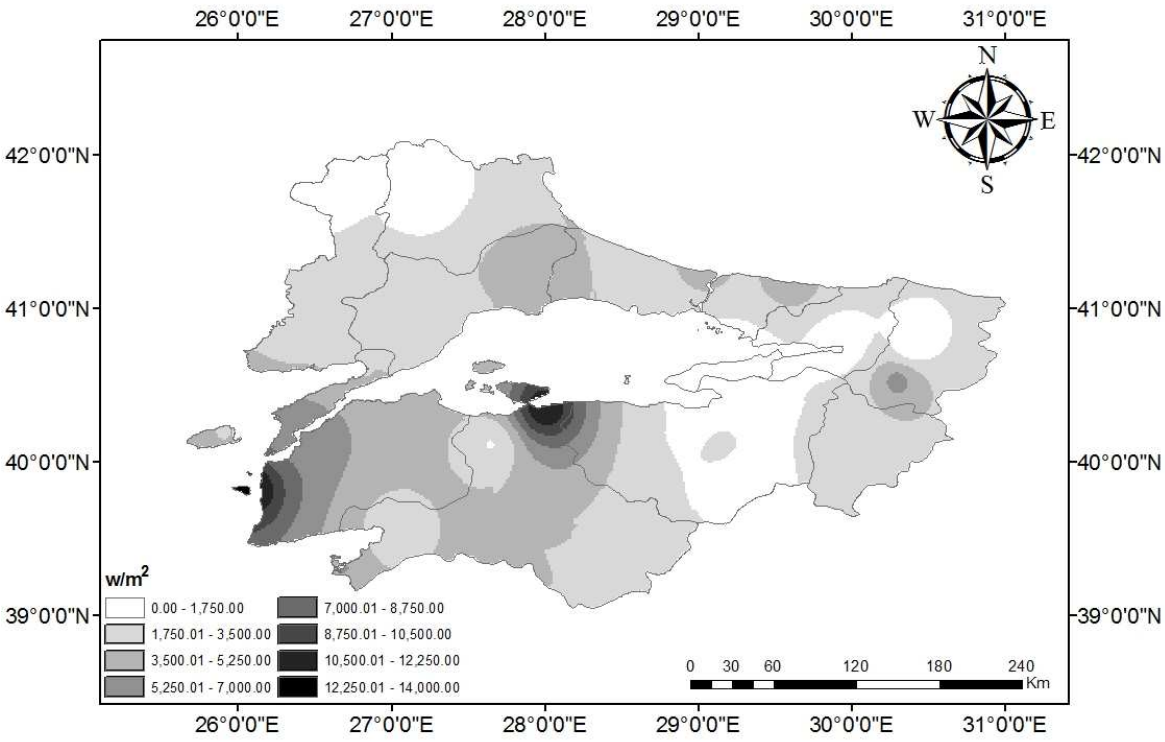
Ek-3.45: Yazın 30m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



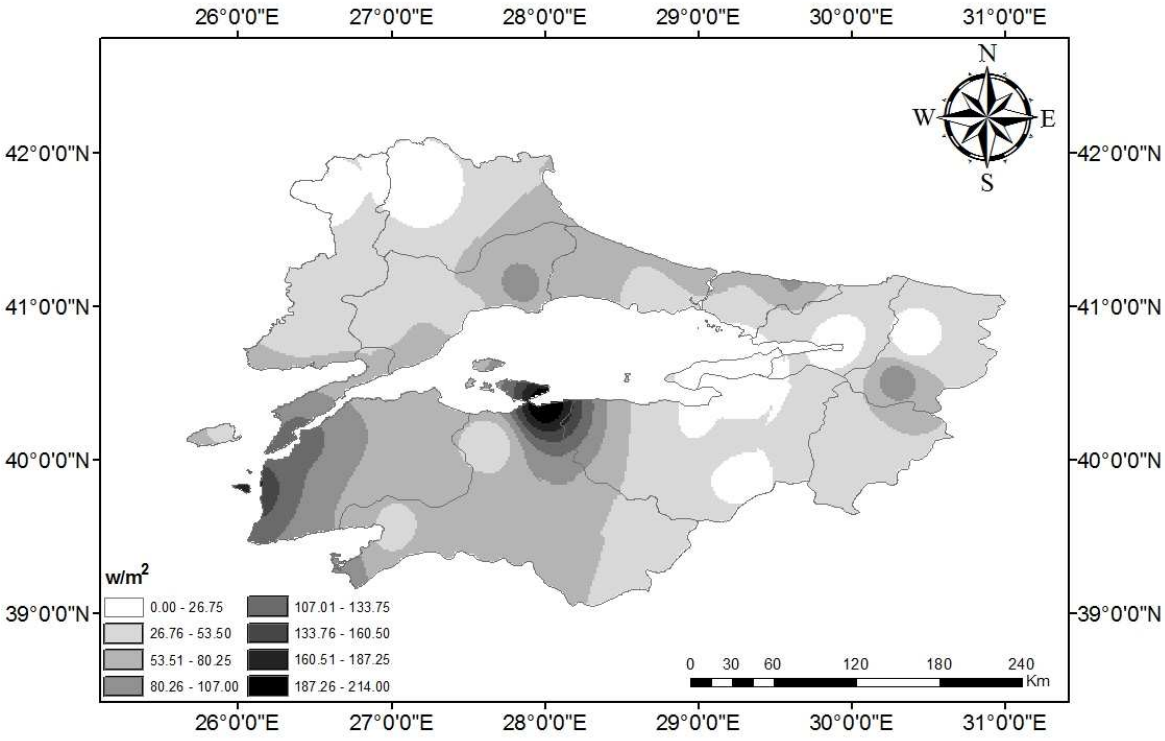
Ek-3.46: Yazın 30m yükseklikteki, 27m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



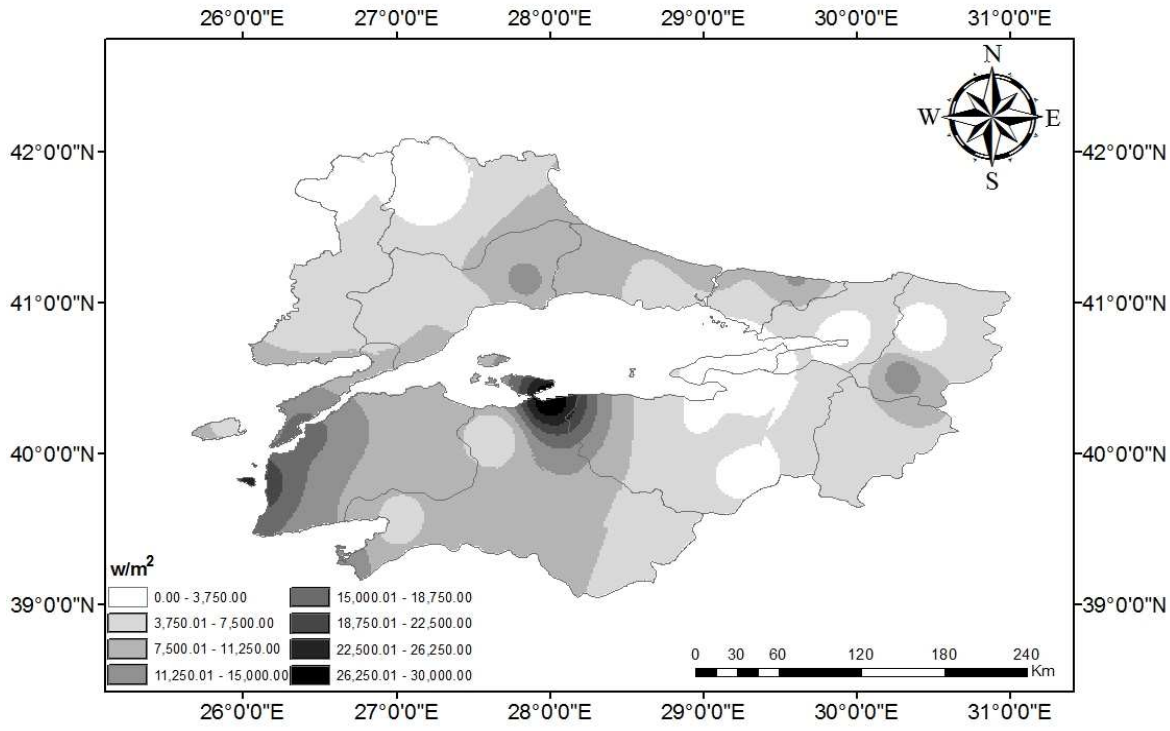
Ek-3.47: Yazın 30m yükseklikteki, 33m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



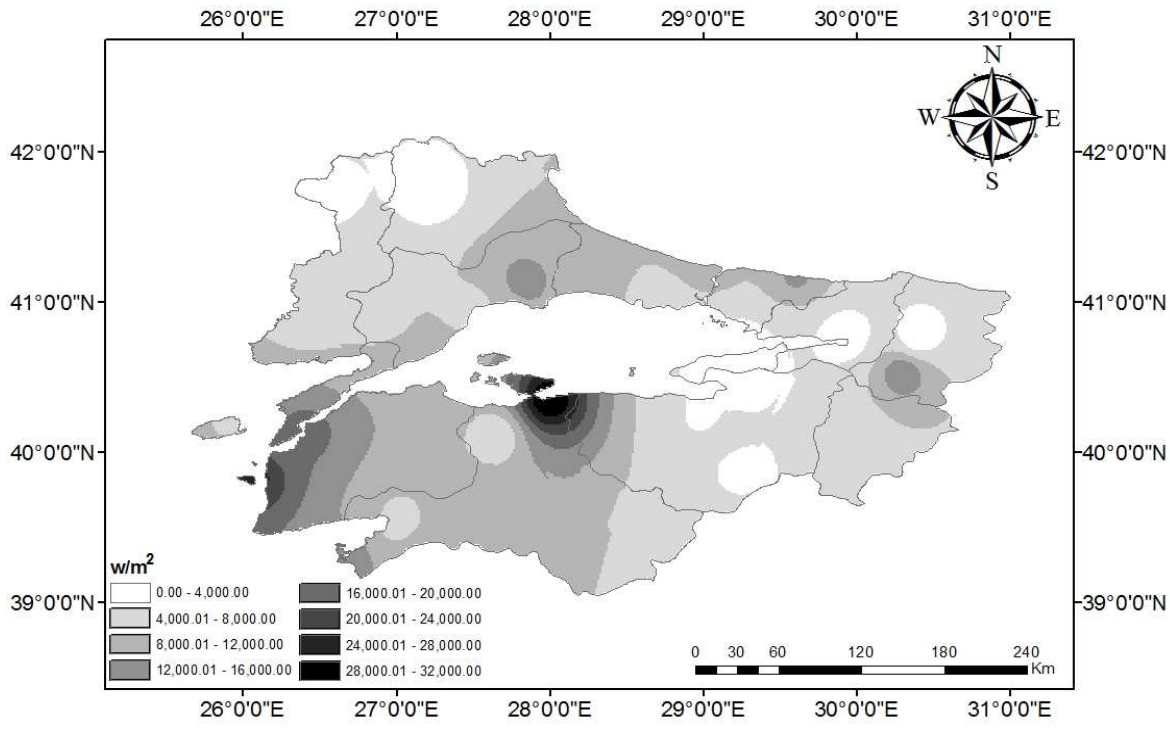
Ek-3.48: Yazın 50m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



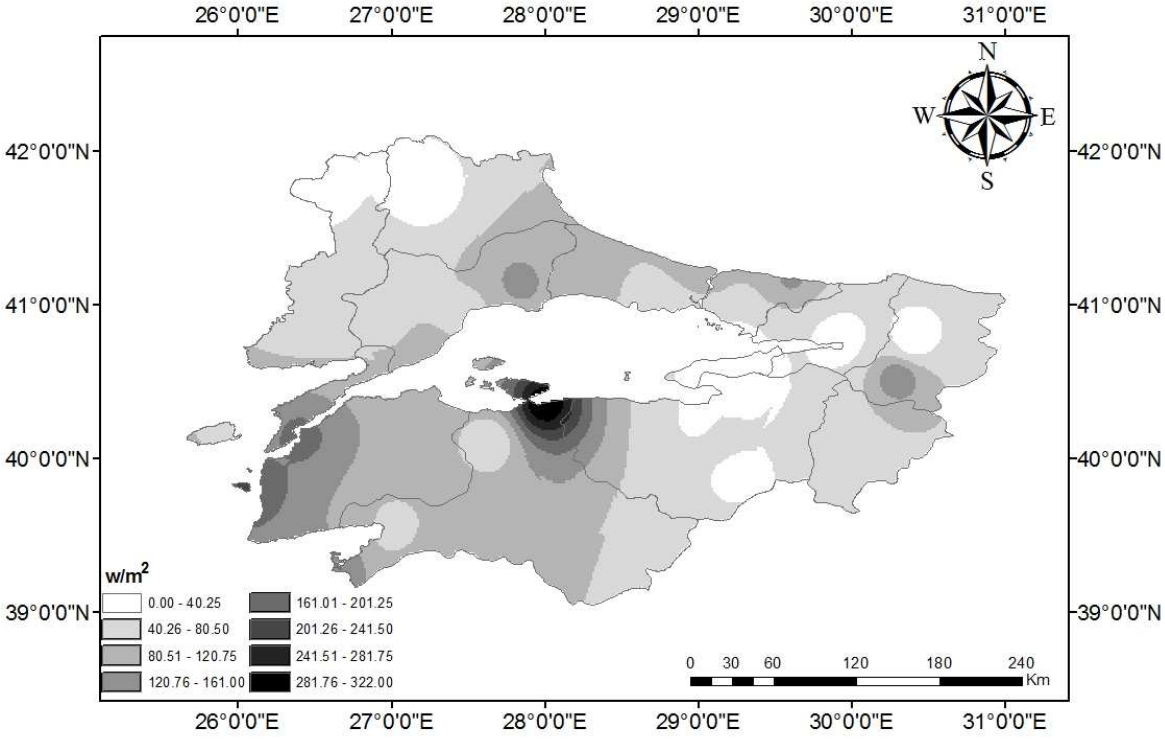
Ek-3.49: Yazın 50m yükseklikteki, 44m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



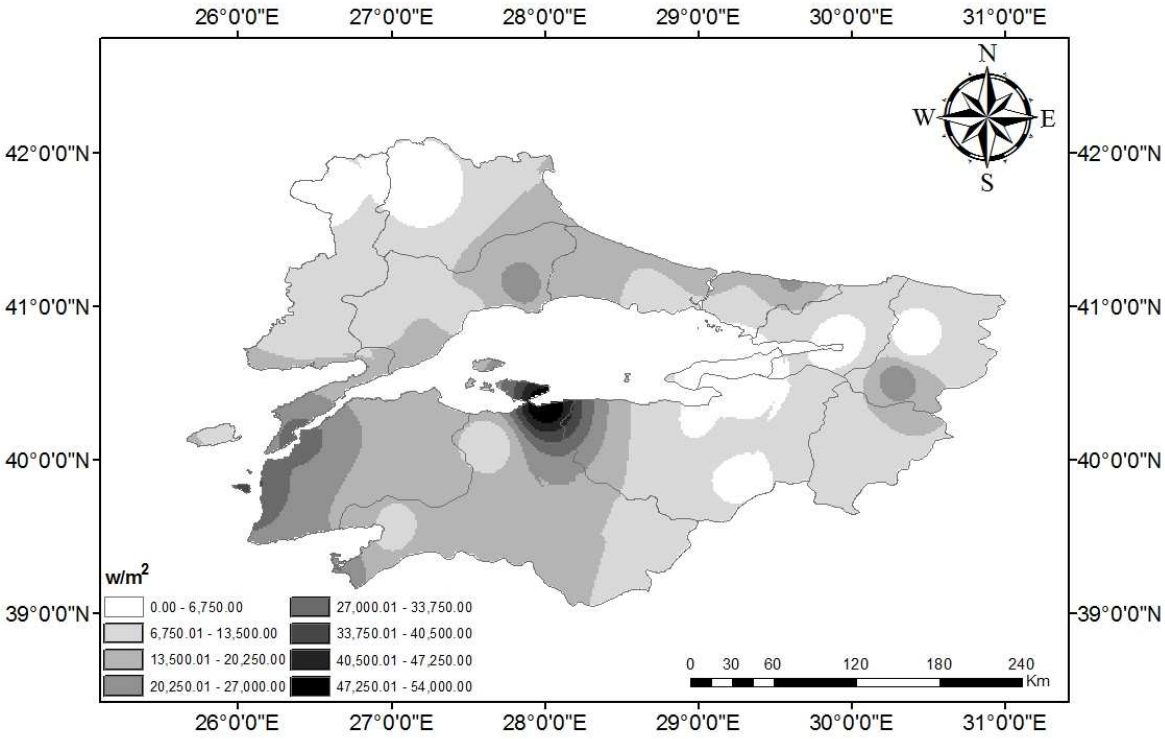
Ek-3.50: Yazın 50m yükseklikteki, 48m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



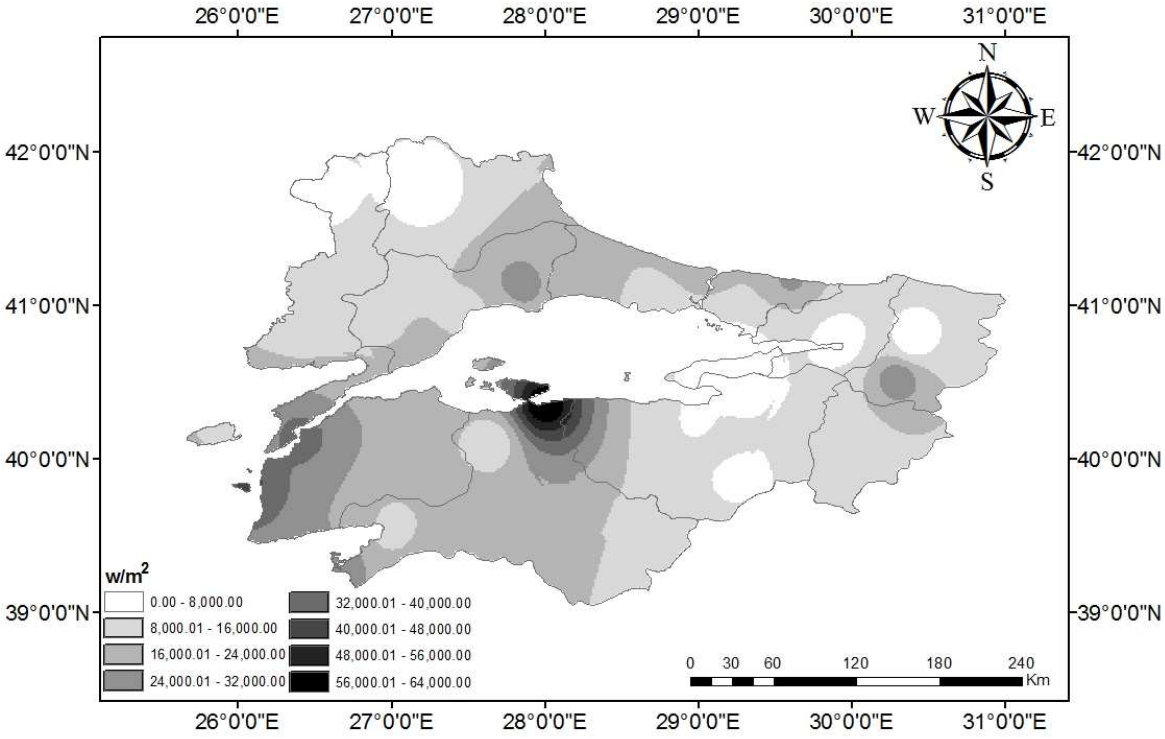
Ek-3.51: Yazın 70m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



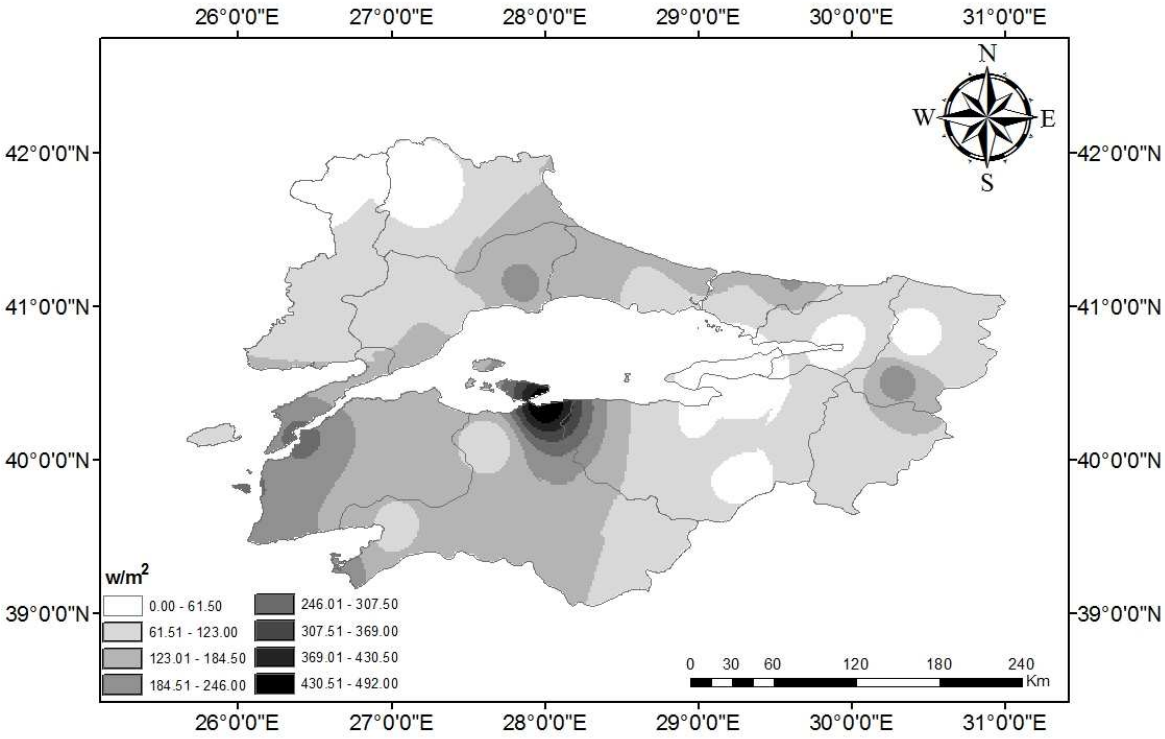
Ek-3.52: Yazın 70m yükseklikteki, 54m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



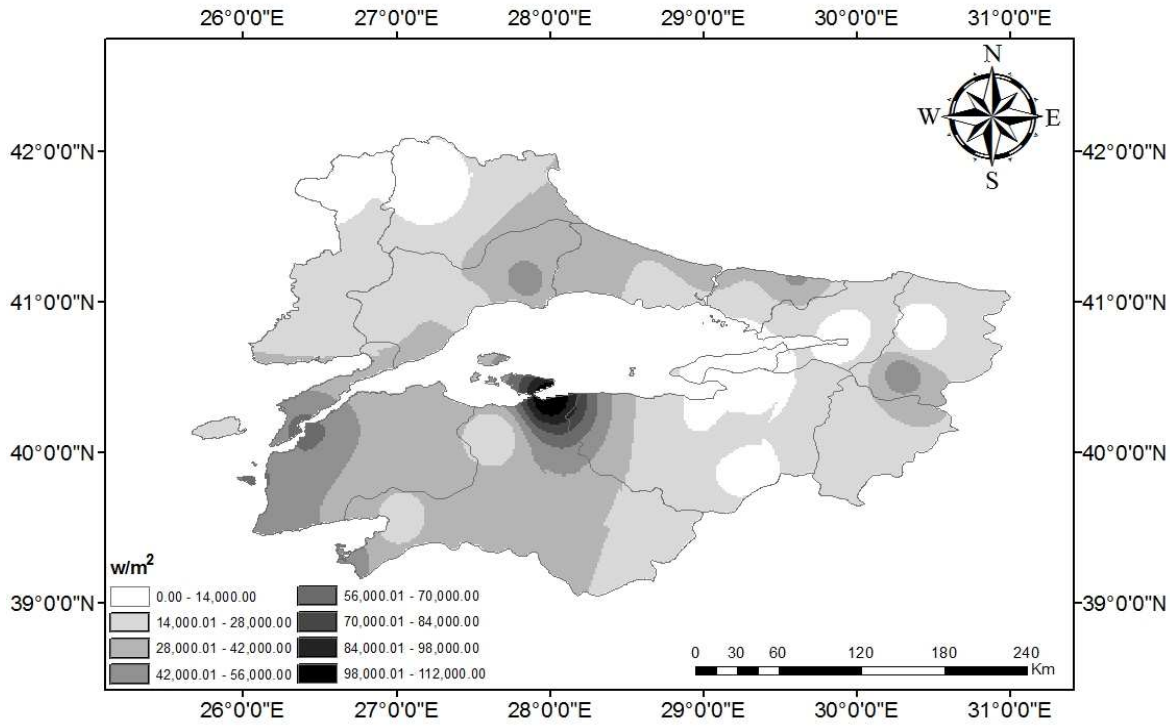
Ek-3.53: Yazın 70m yükseklikteki, 64m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



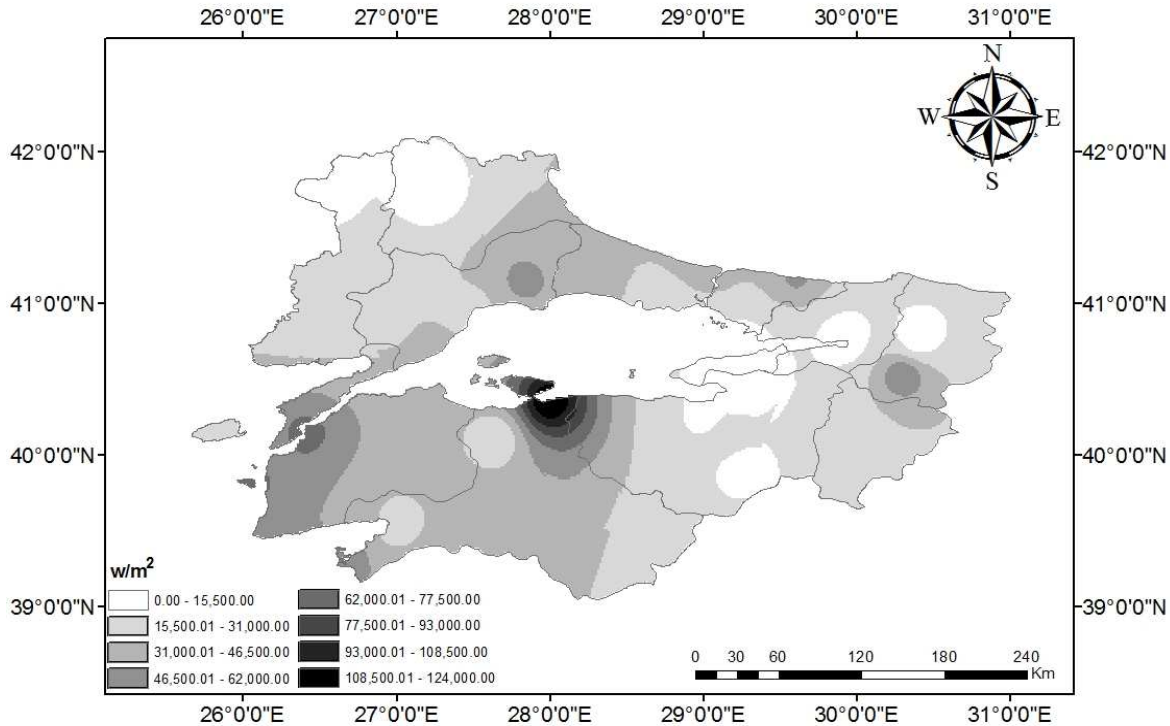
Ek-3.54: Yazın 100m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



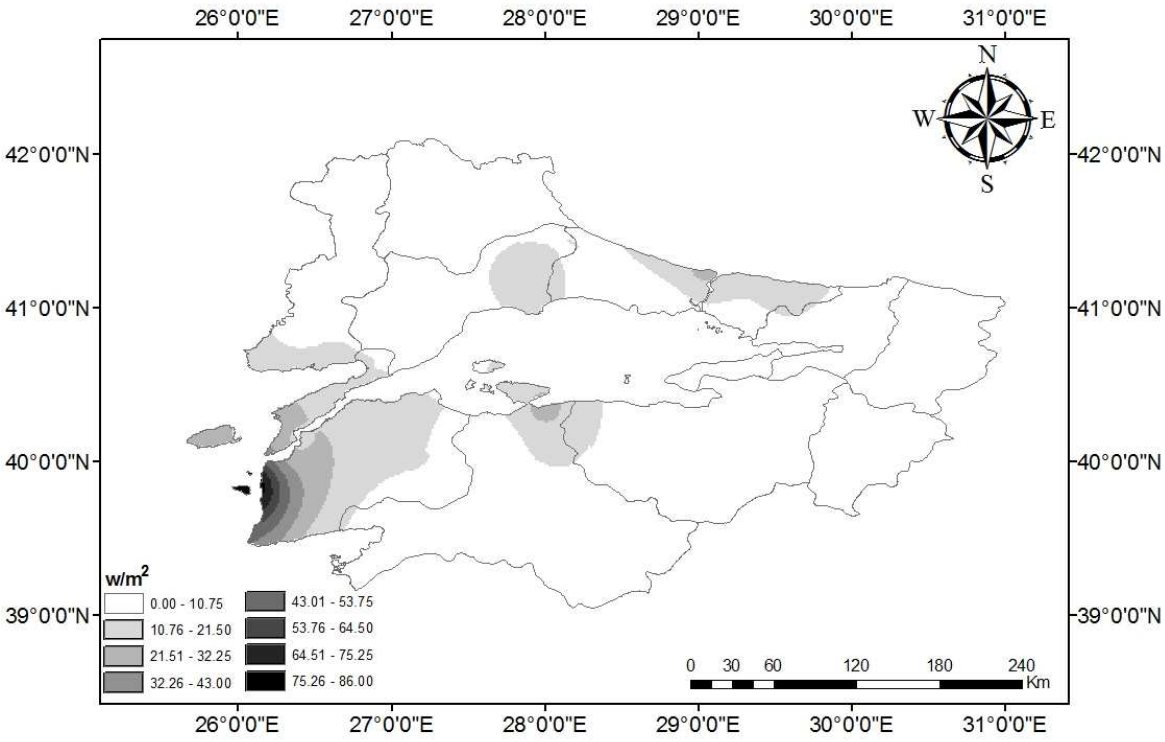
Ek-3.55: Yazın 100m yükseklikteki, 72m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



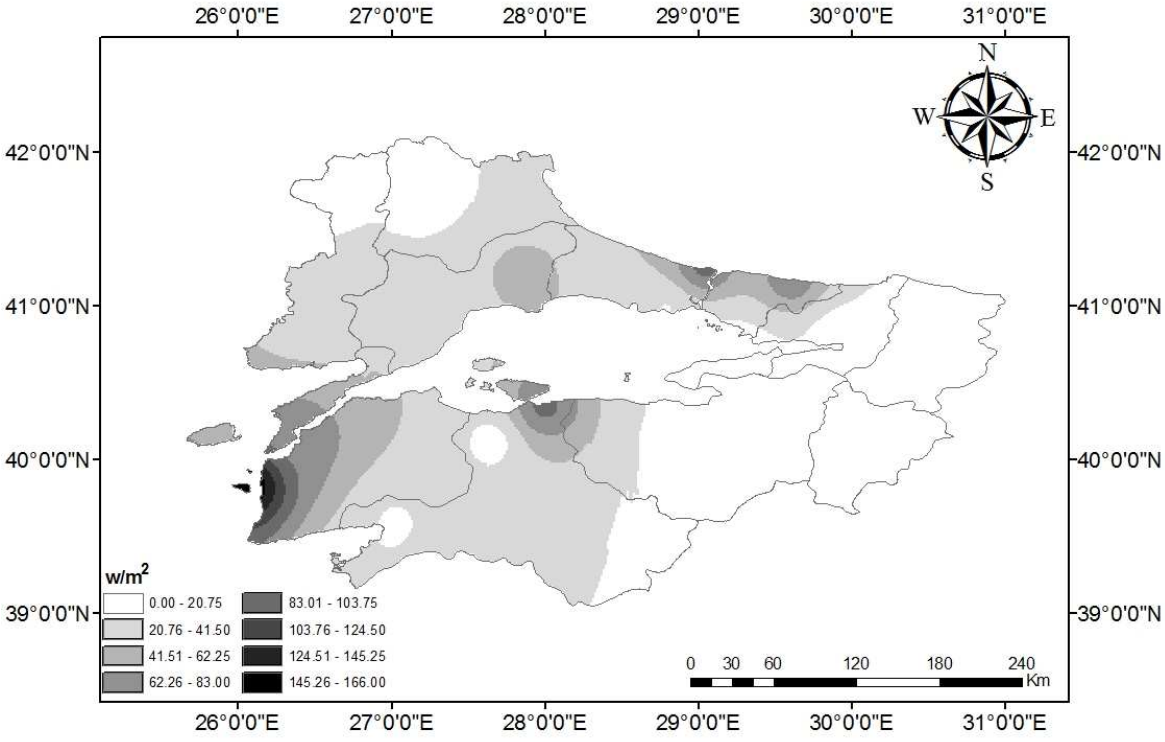
Ek-3.56: Yazın 100m yükseklikteki, 80m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



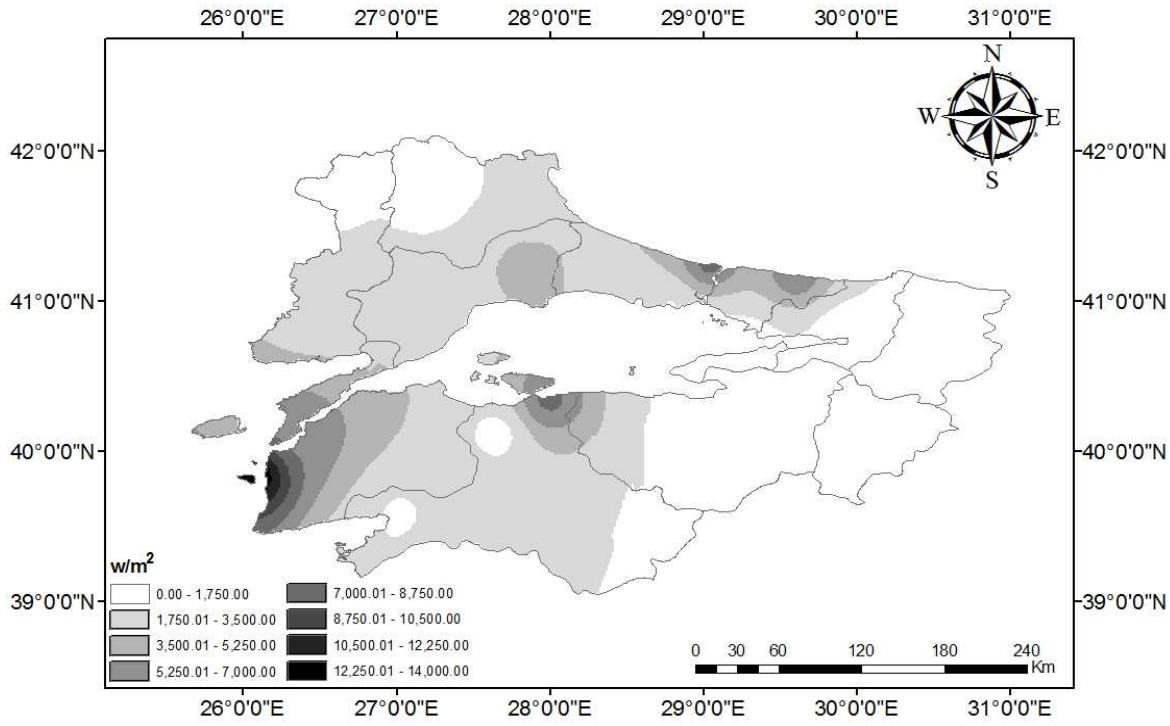
Ek-3.57: Sonbaharda 10m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



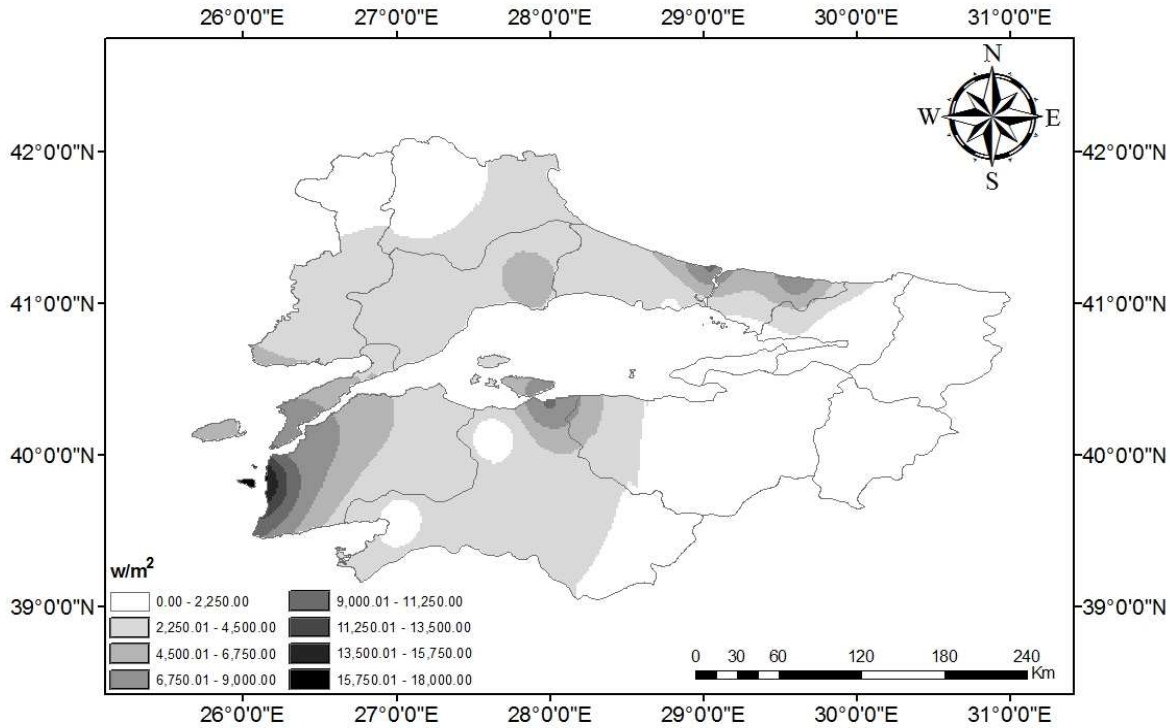
Ek-3.58: Sonbaharda 30m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



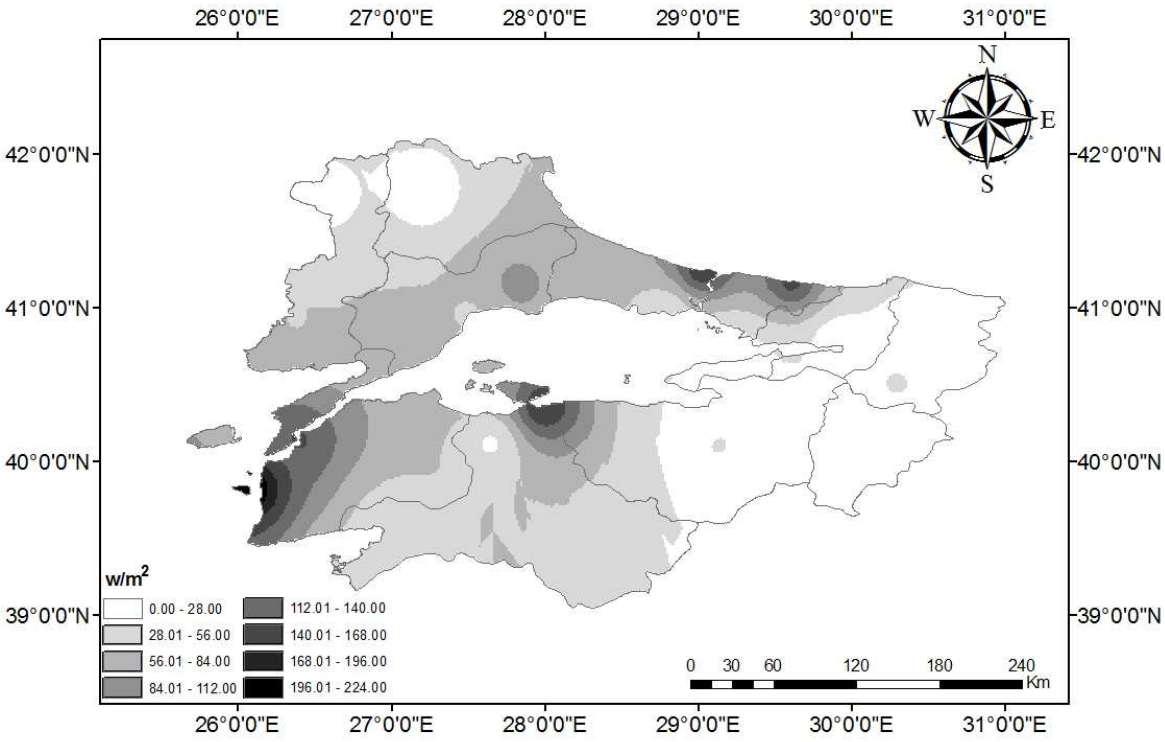
Ek-3.59: Sonbaharda 30m yükseklikteki, 27m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



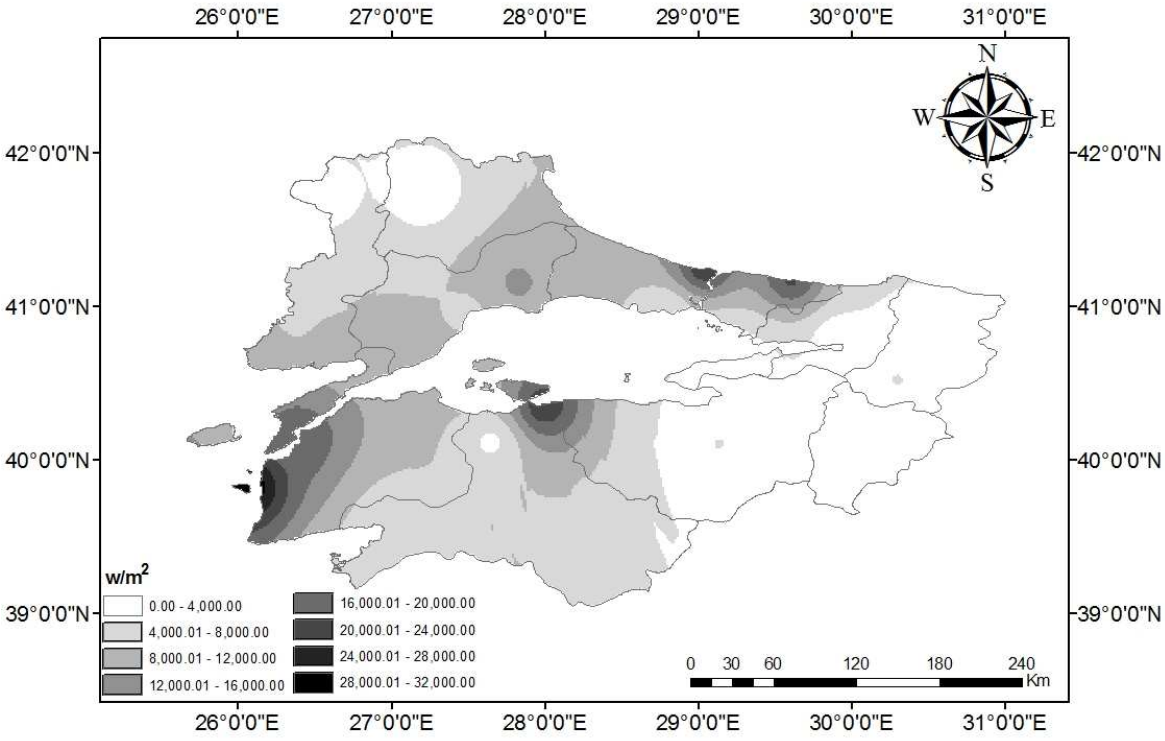
Ek-3.60: Sonbaharda 30m yükseklikteki, 33m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



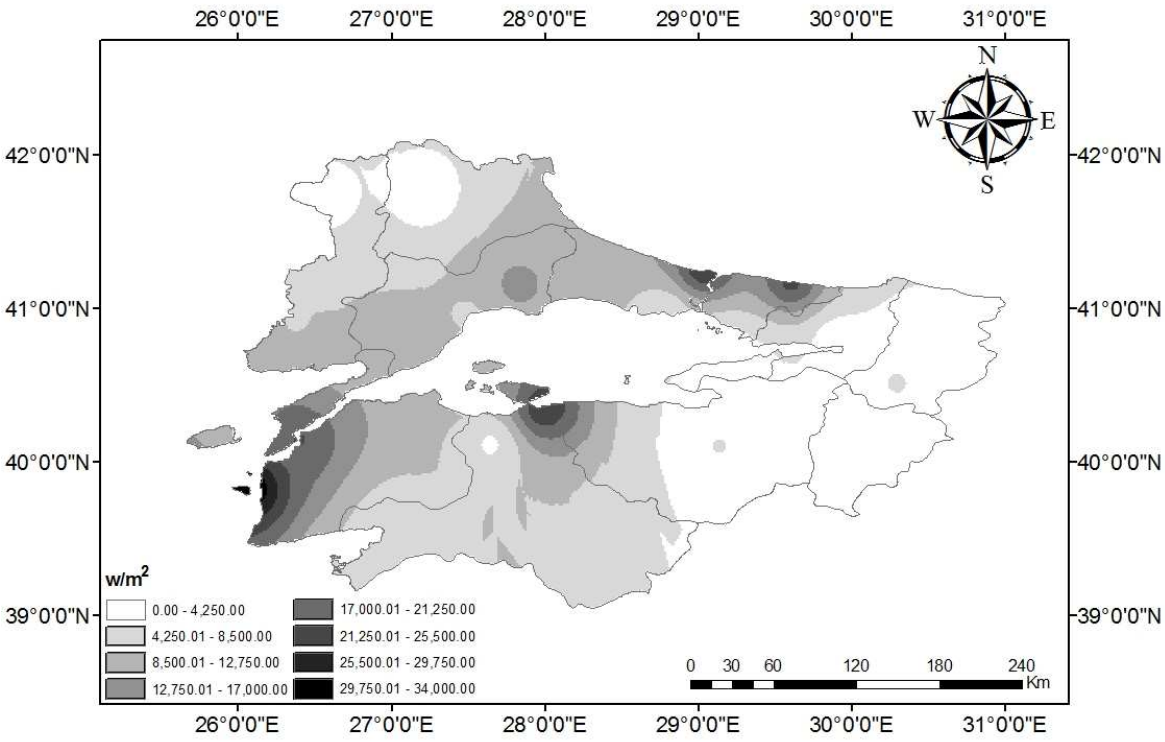
Ek-3.61: Sonbaharda 50m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



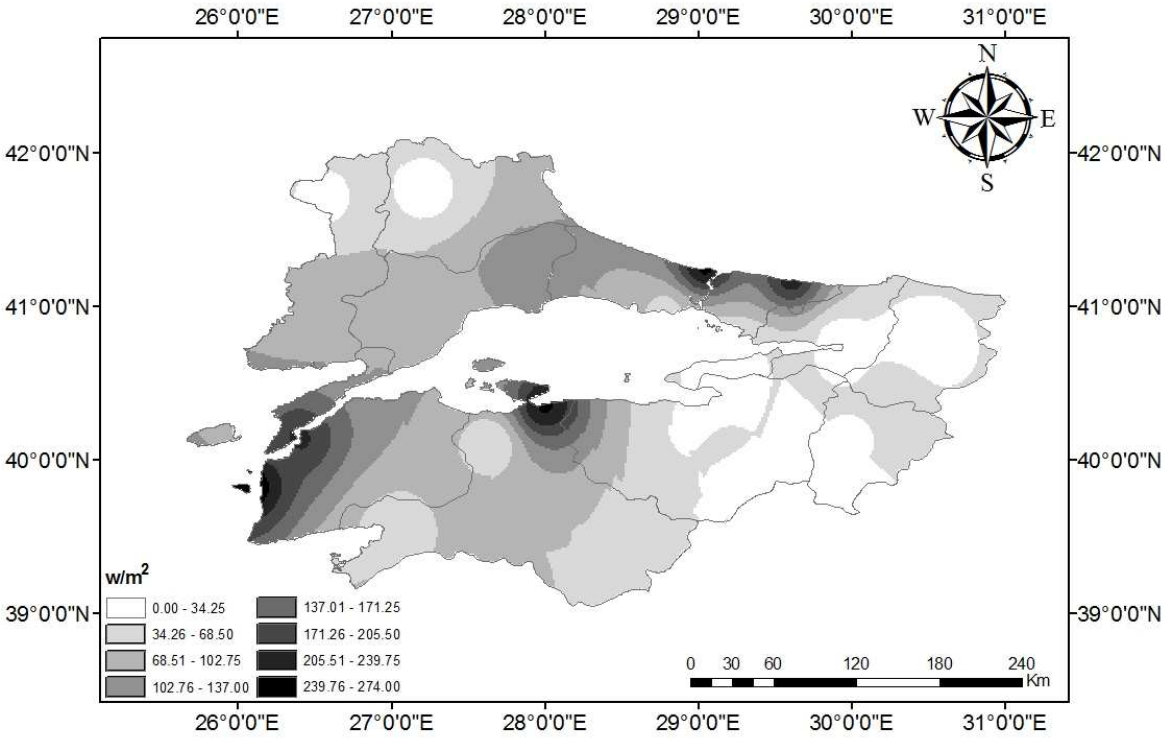
Ek-3.62: Sonbaharda 50m yükseklikteki, 44m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



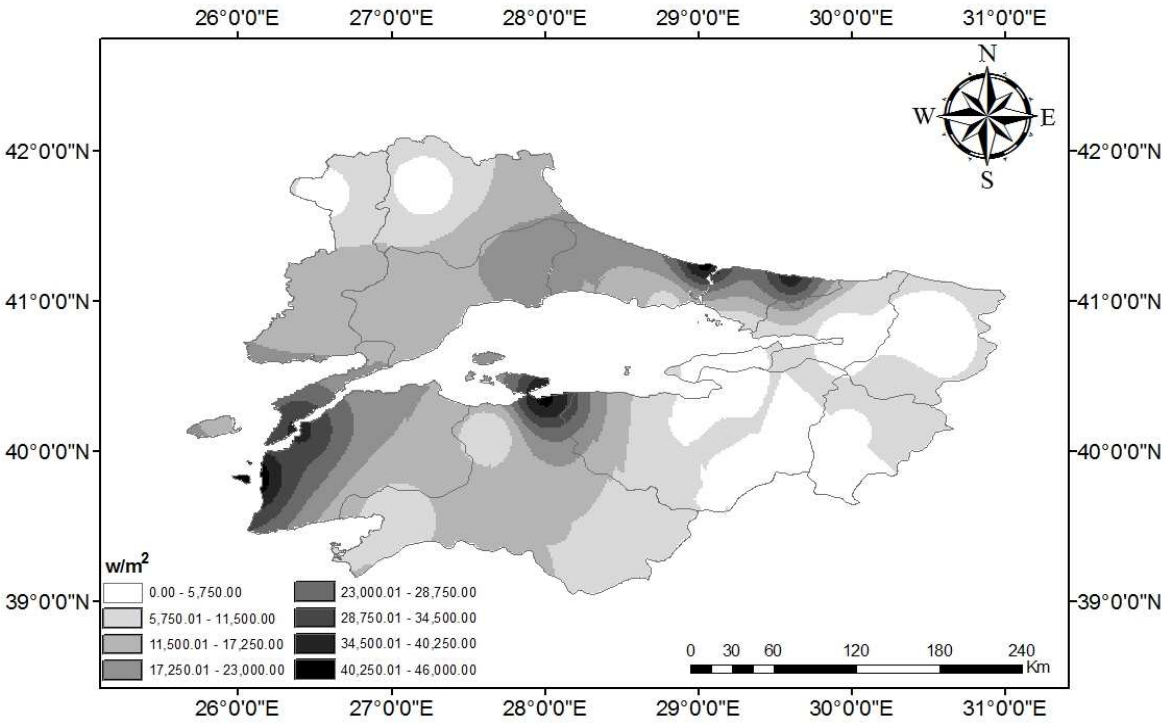
Ek-3.63: Sonbaharda 50m yükseklikteki, 48m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



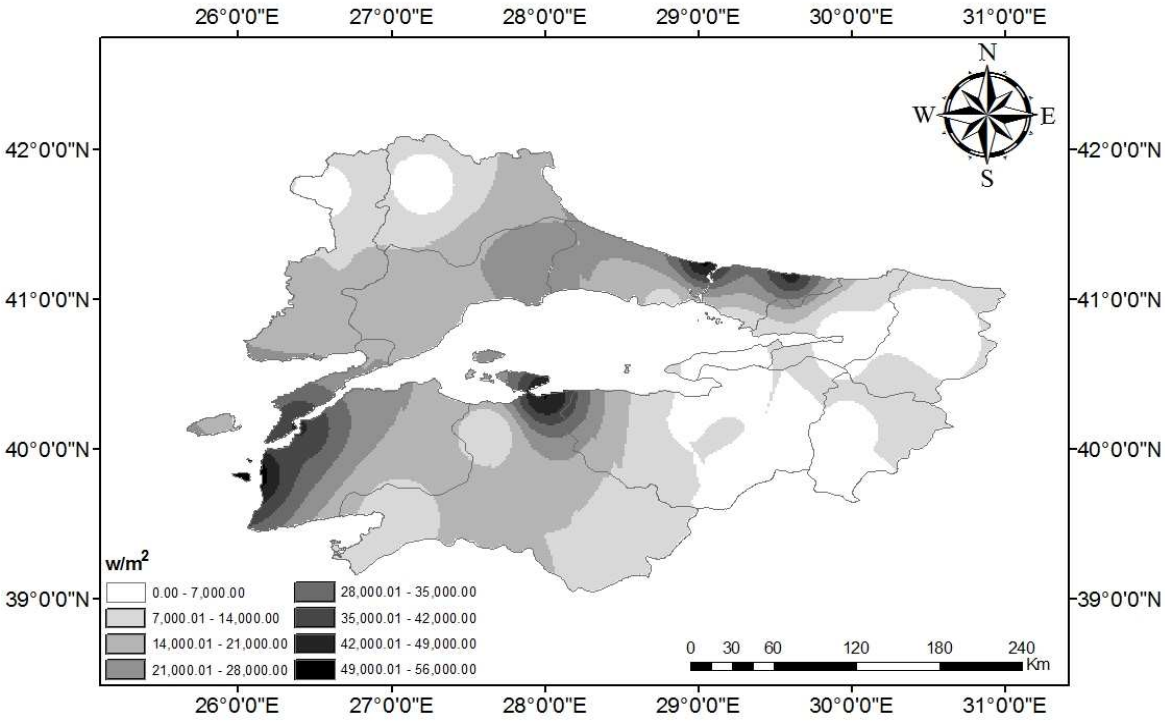
Ek-3.64: Sonbaharda 70m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



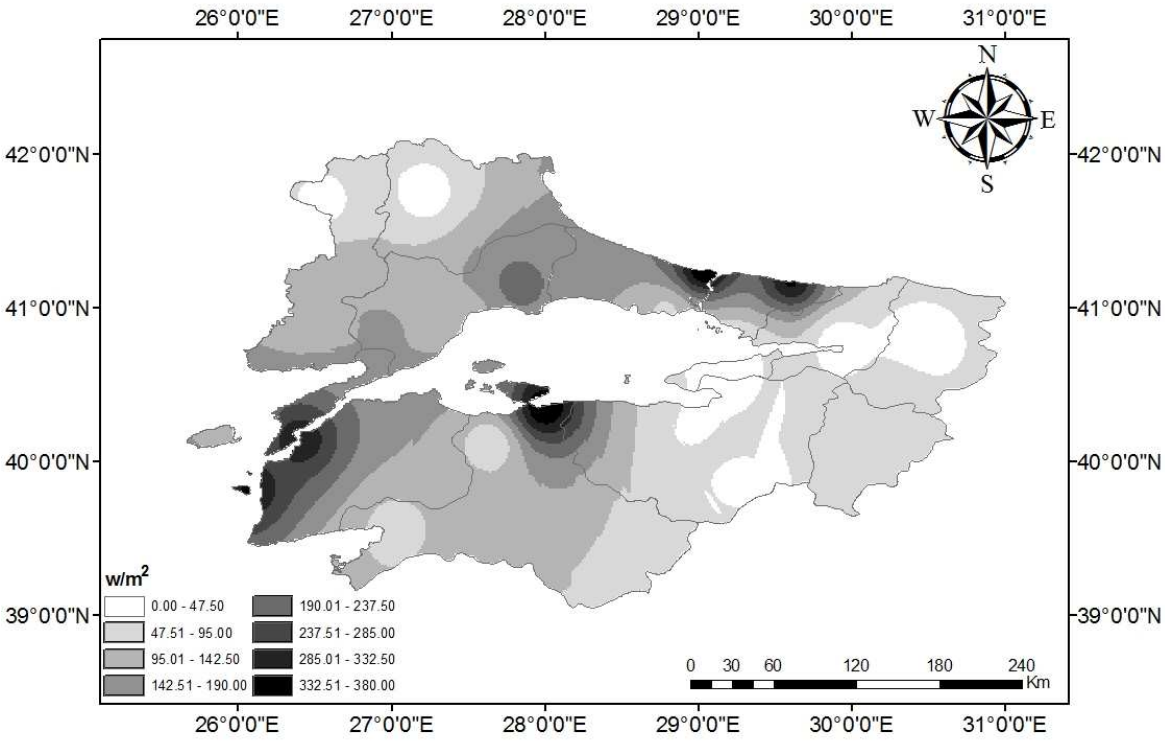
Ek-3.65: Sonbaharda 70m yükseklikteki, 54m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



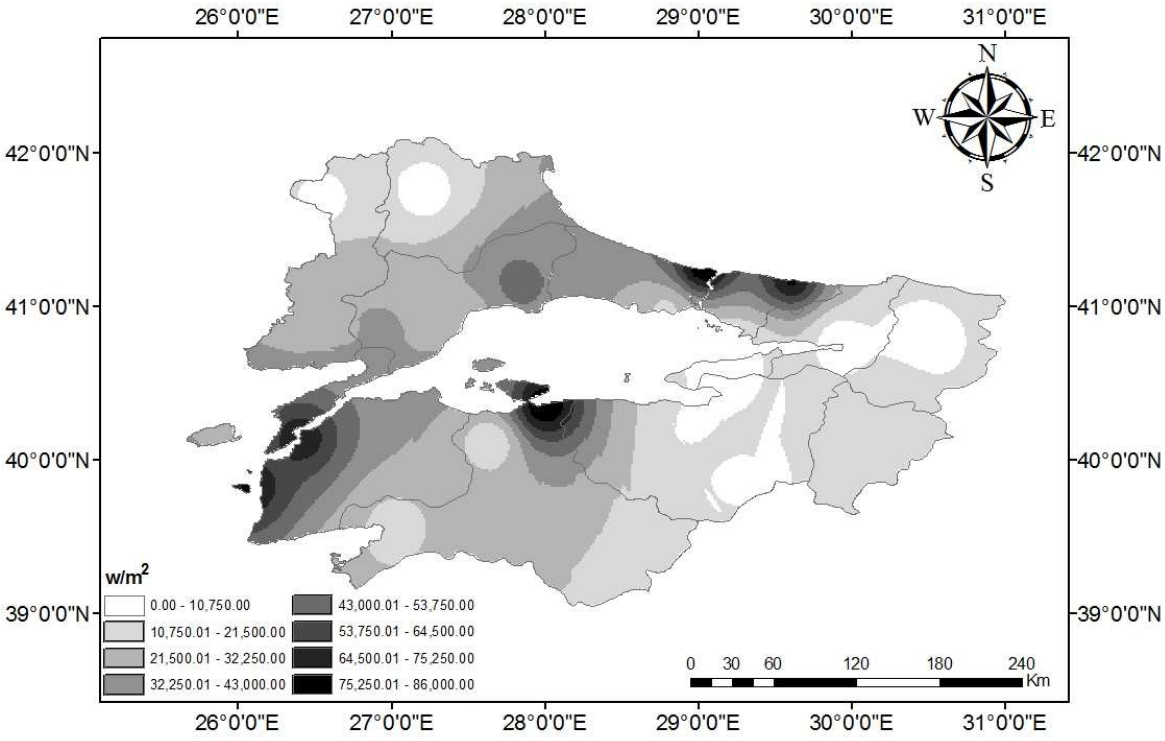
Ek-3.66: Sonbaharda 70m yükseklikteki, 64m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



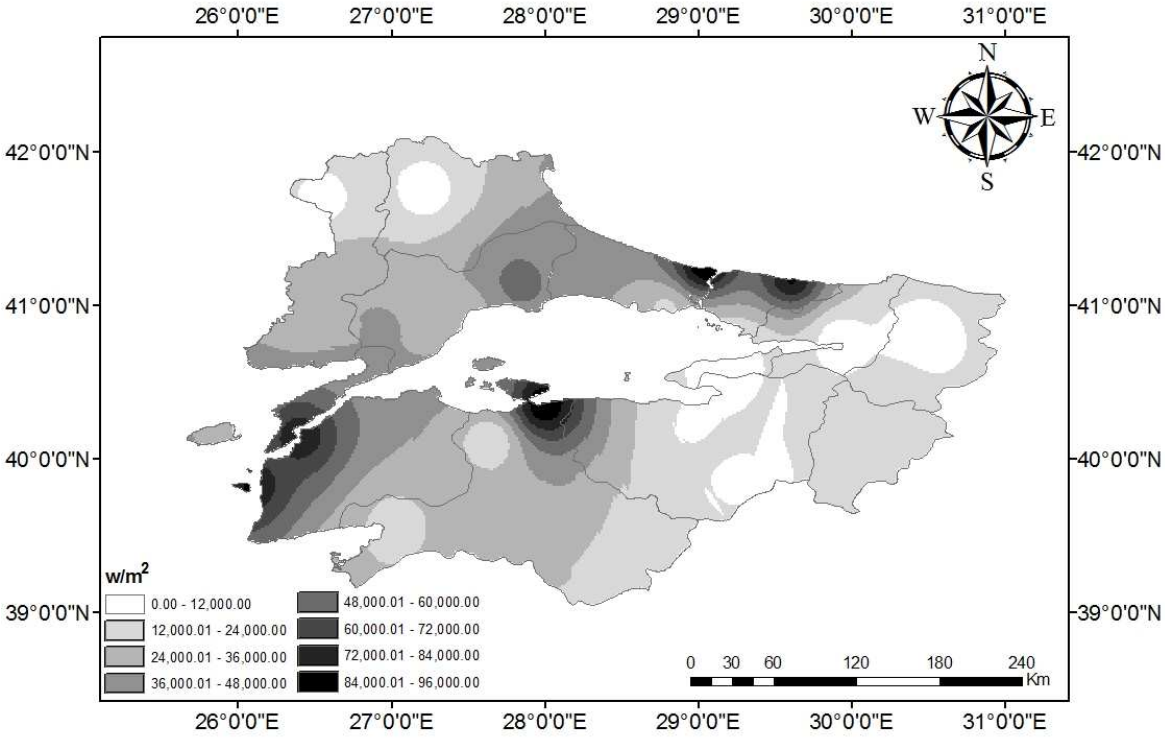
Ek-3.67: Sonbaharda 100m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



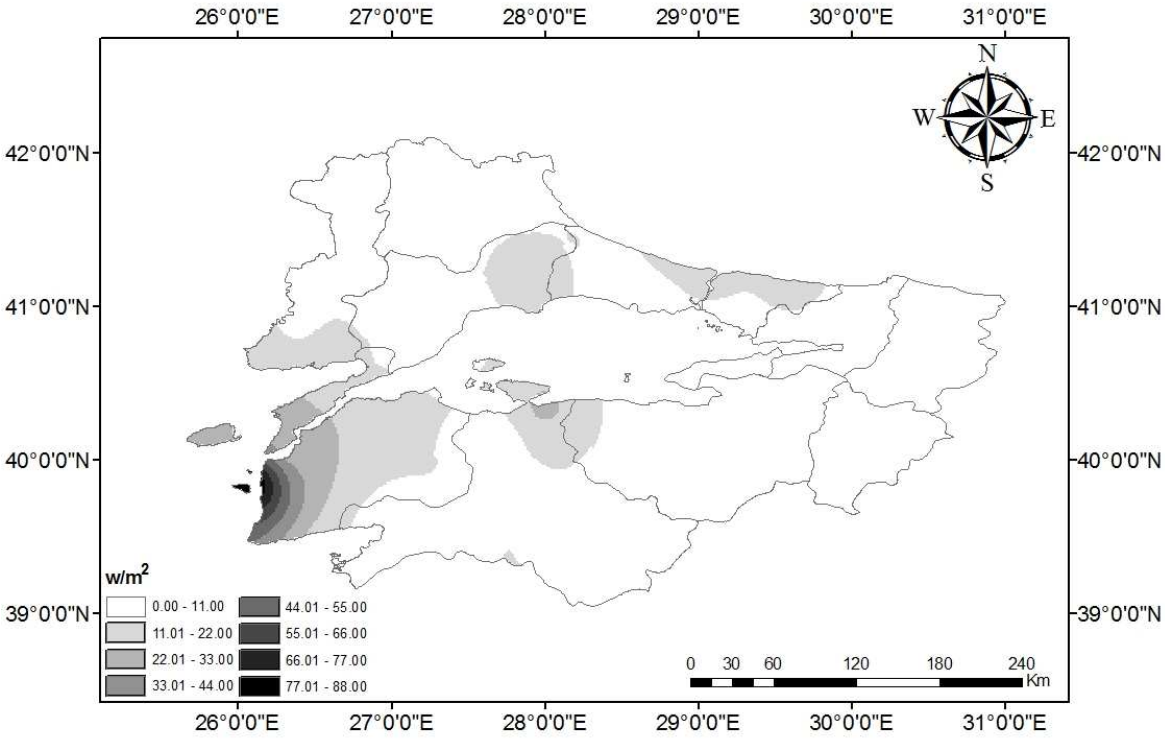
Ek-3.68: Sonbaharda 100m yükseklikteki, 72m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



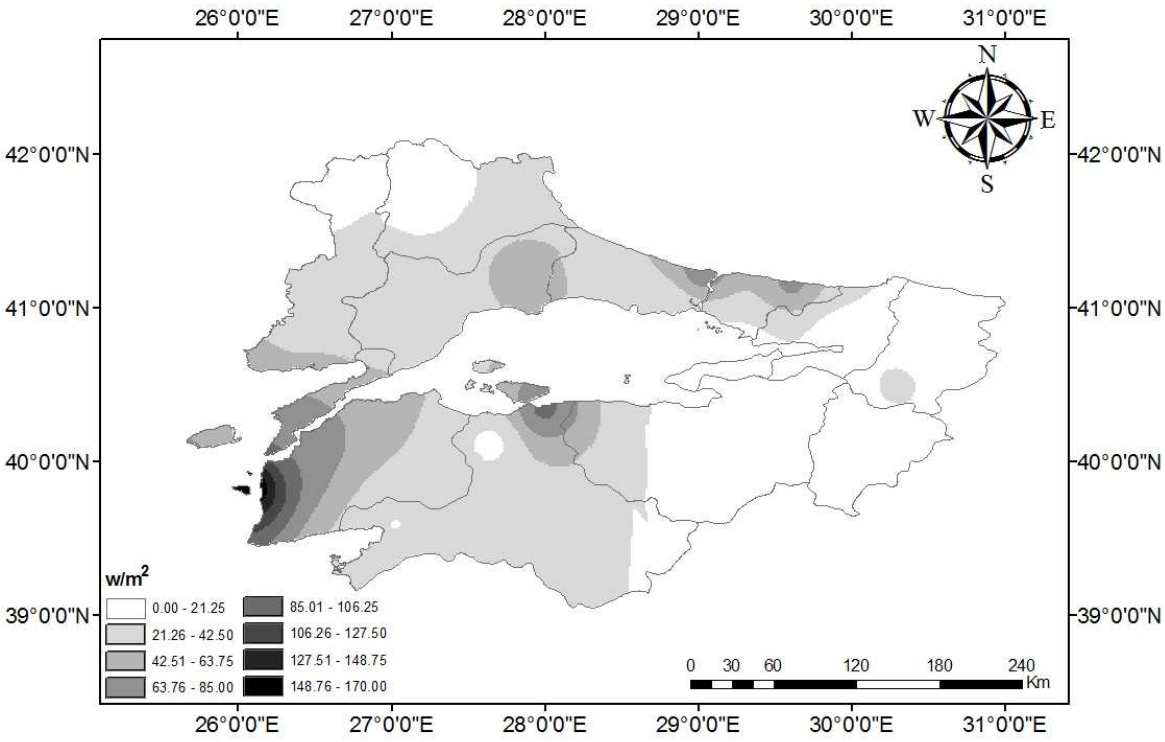
Ek-3.69: Sonbaharda 100m yükseklikteki, 80m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



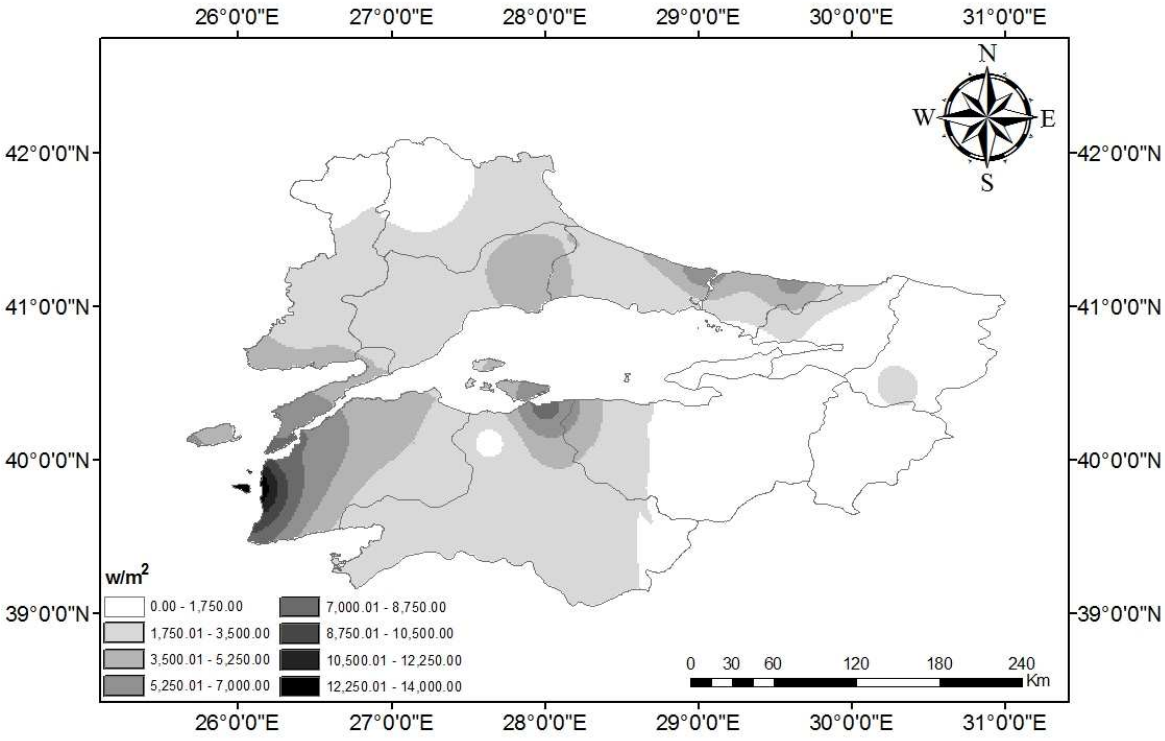
Ek-3.70: Yıllık 10m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



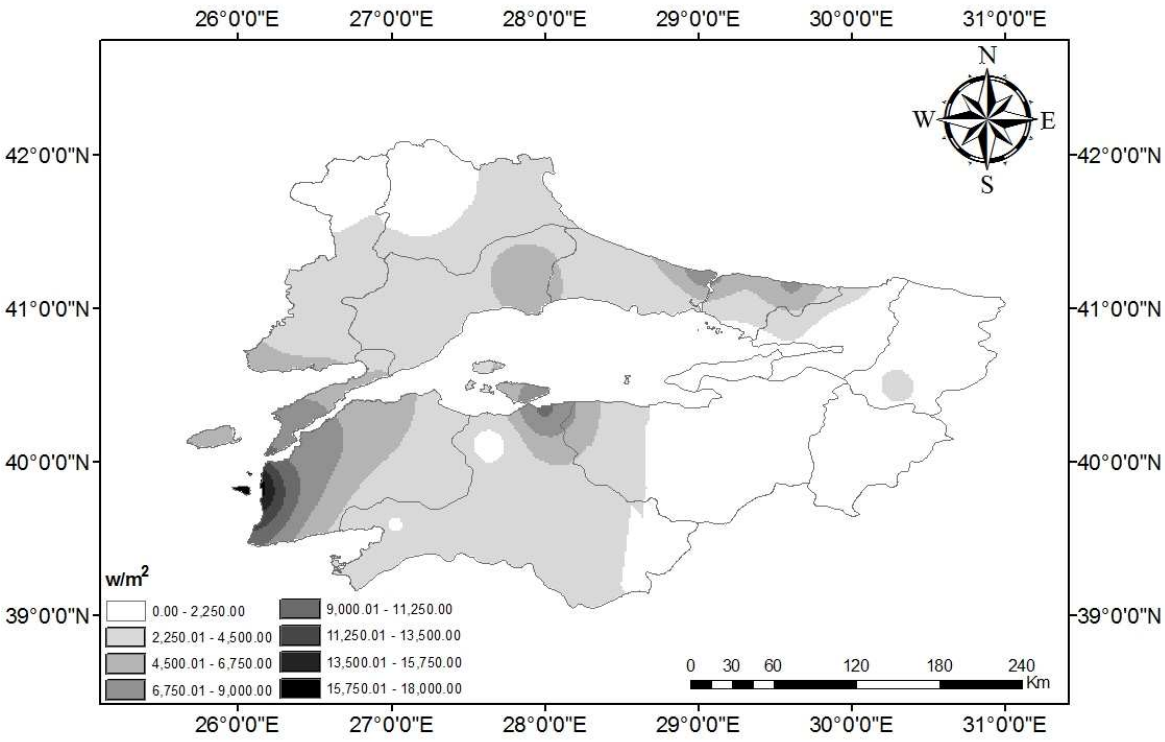
Ek-3.71: Yıllık 30m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



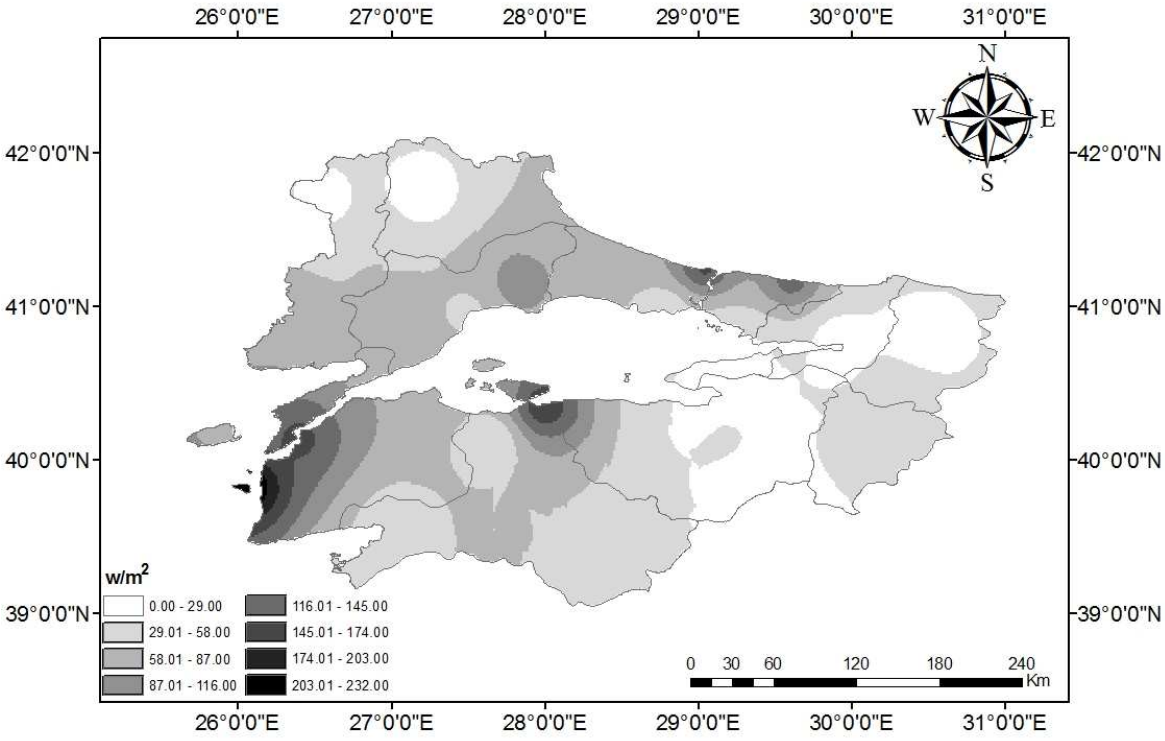
Ek-3.72: Yıllık 30m yükseklikteki, 27m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



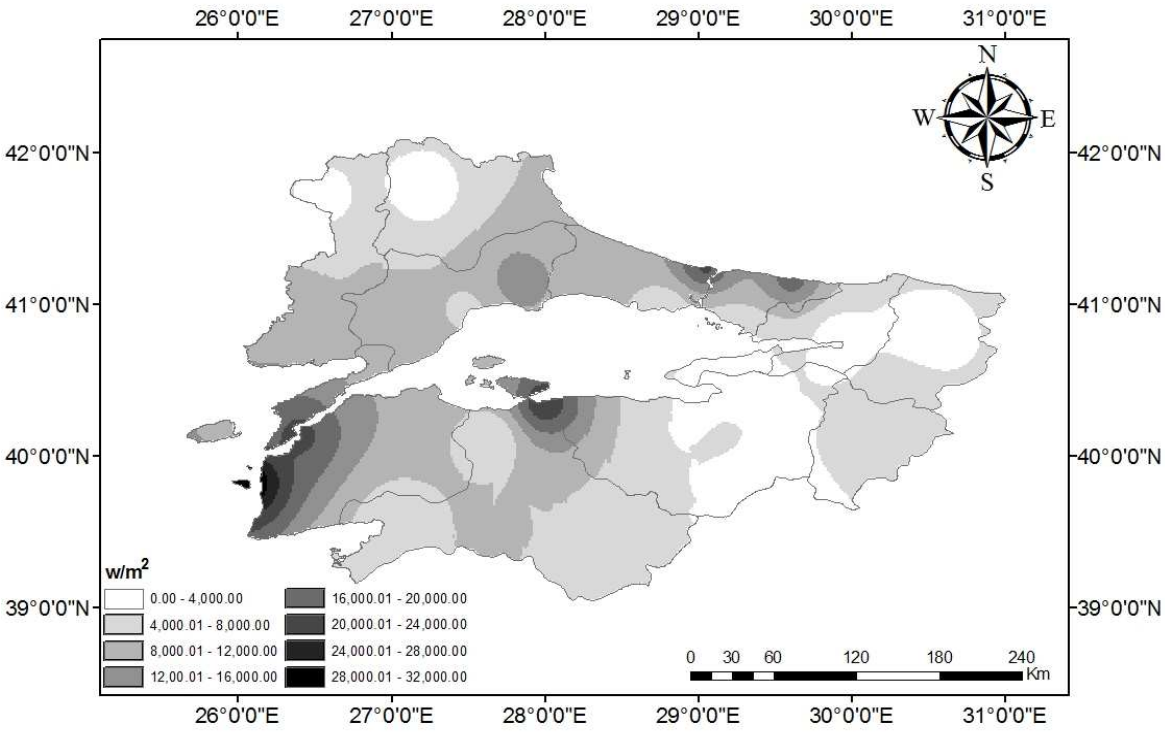
Ek-3.73: Yıllık 30m yükseklikteki, 33m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



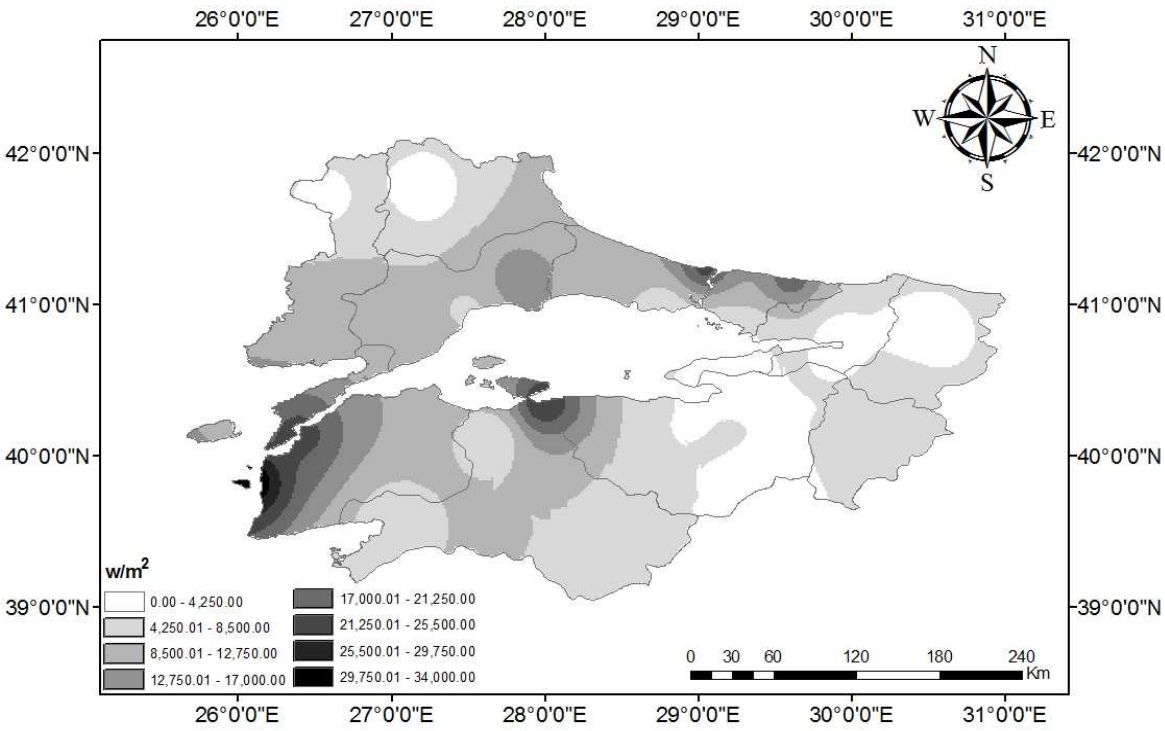
Ek-3.74: Yıllık 50m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



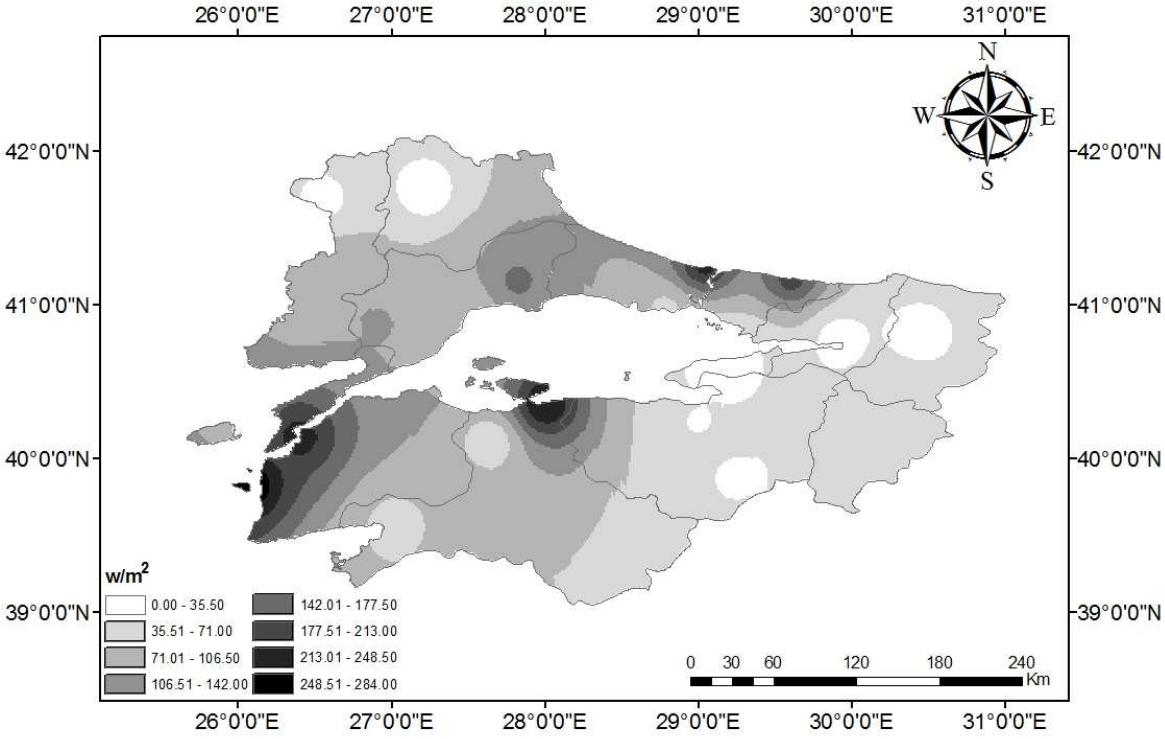
Ek-3.75: Yıllık 50m yükseklikteki, 44m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



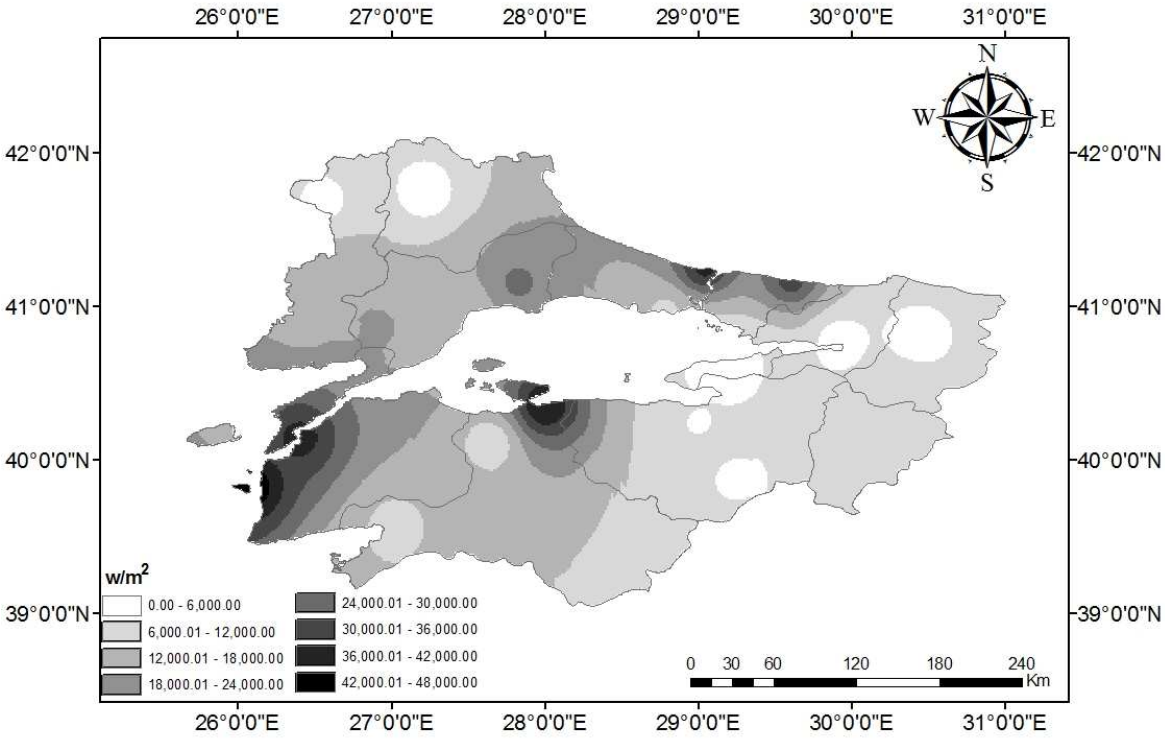
Ek-3.76: Yıllık 50m yükseklikteki, 48m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



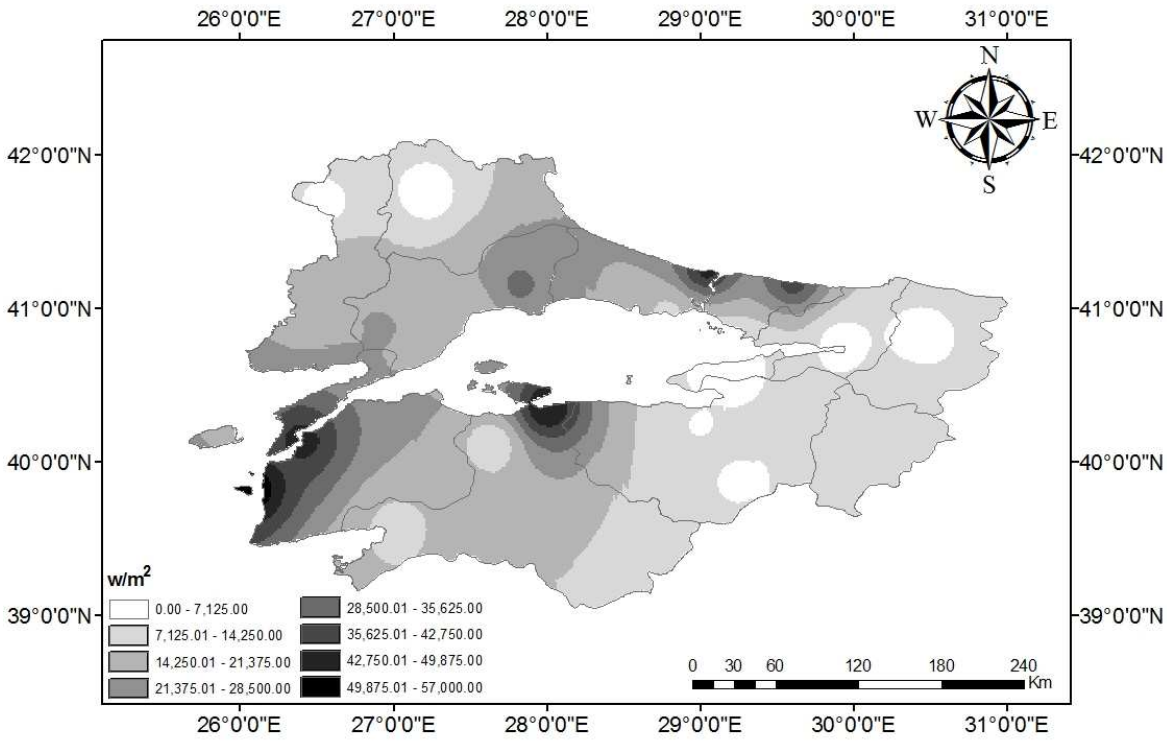
Ek-3.77: Yıllık 70m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



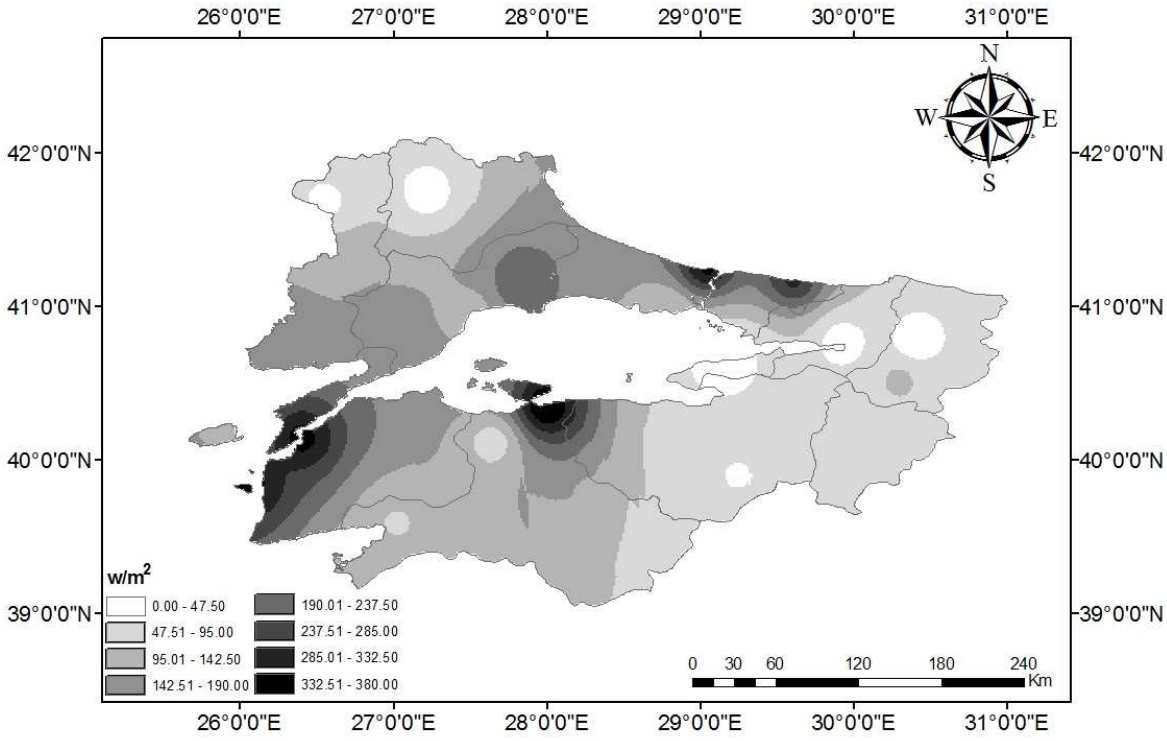
Ek-3.78: Yıllık 70m yükseklikteki, 54m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



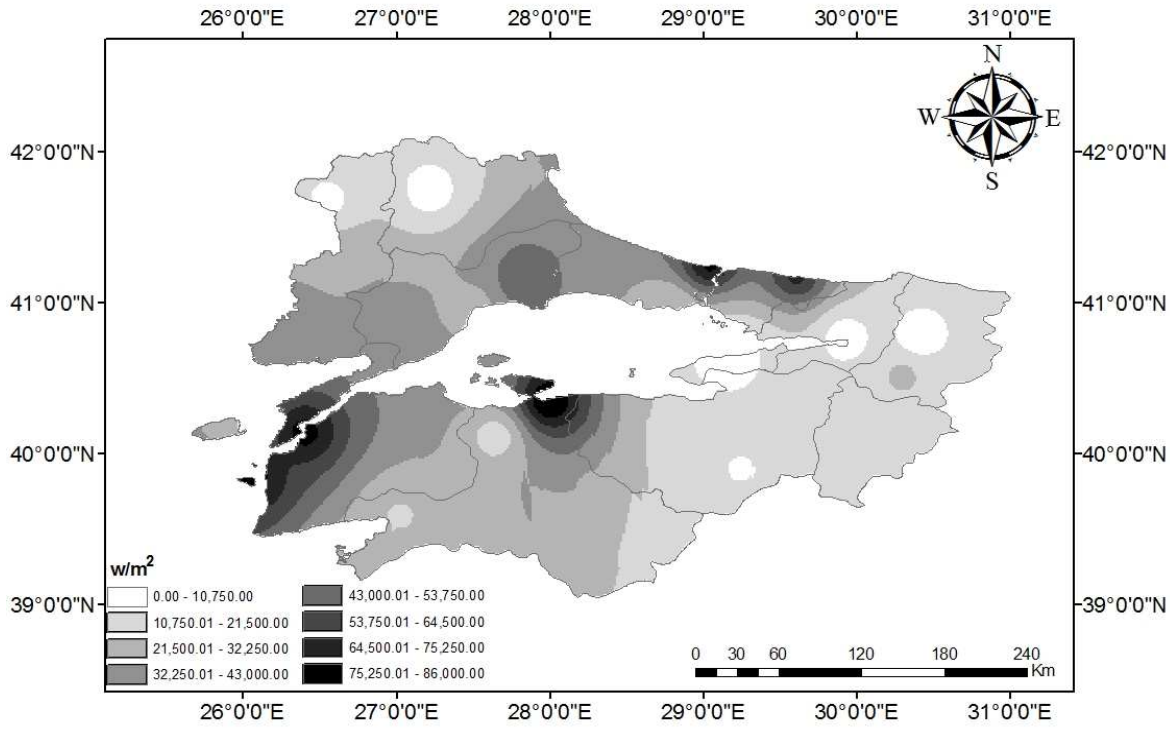
Ek-3.79: Yıllık 70m yükseklikteki, 64m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



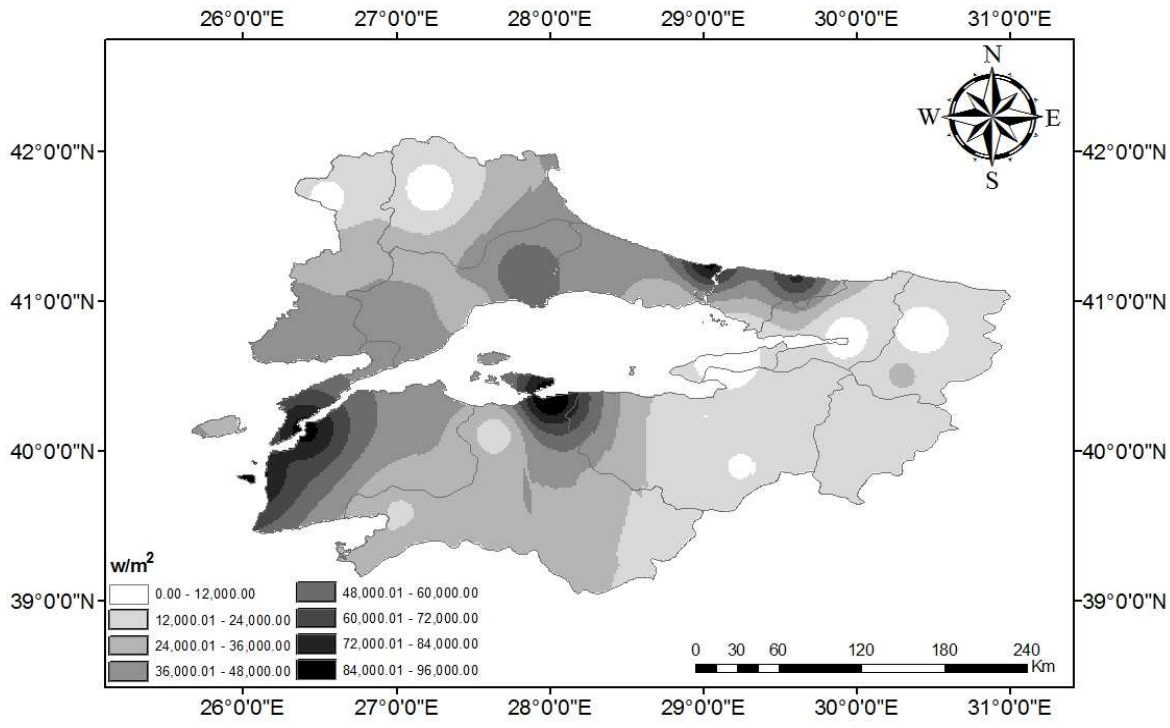
Ek-3.80: Yıllık 100m yükseklikteki potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



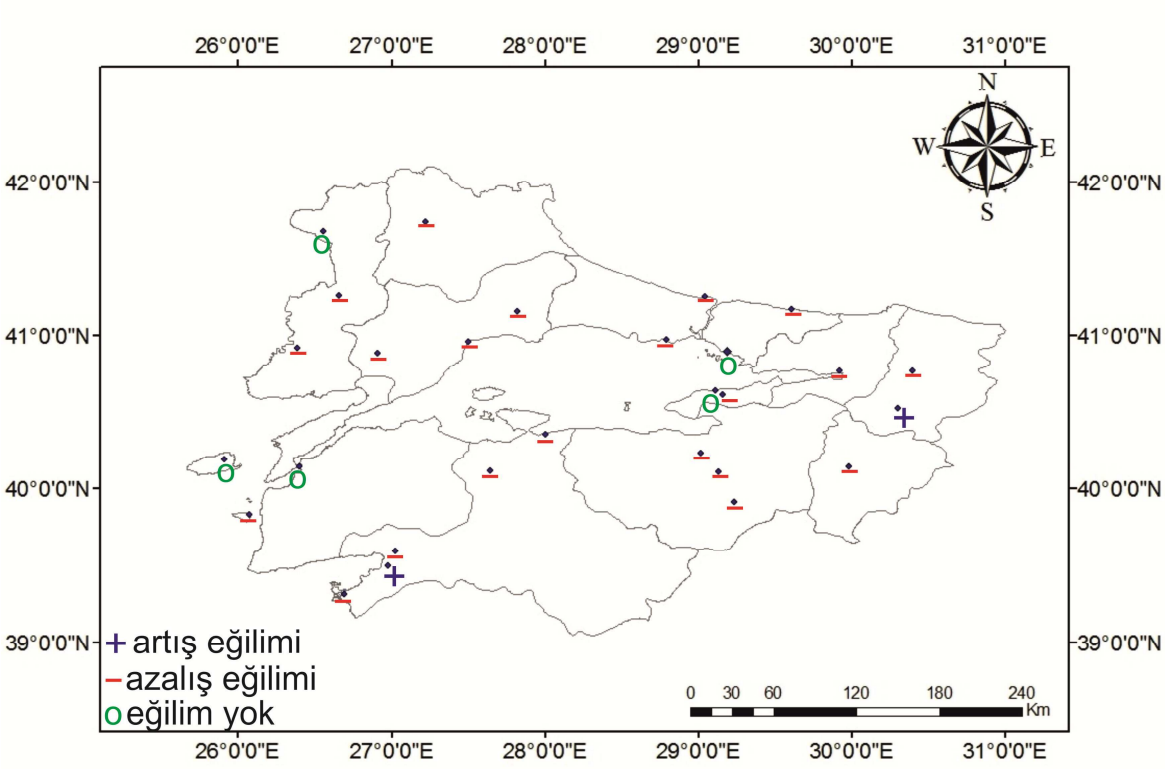
Ek-3.81: Yıllık 100m yükseklikteki, 72m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



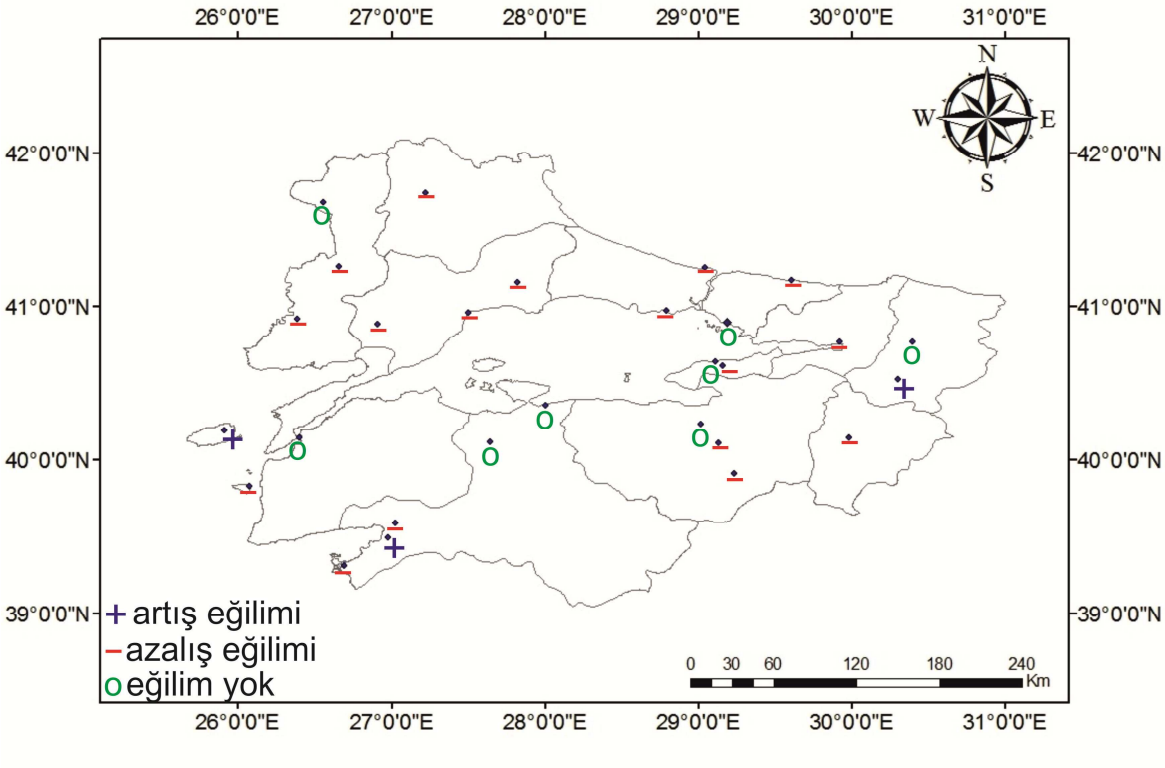
Ek-3.82: Yıllık 100m yükseklikteki, 80m türbin çapı esas alınan potansiyel rüzgar enerjisi haritası.



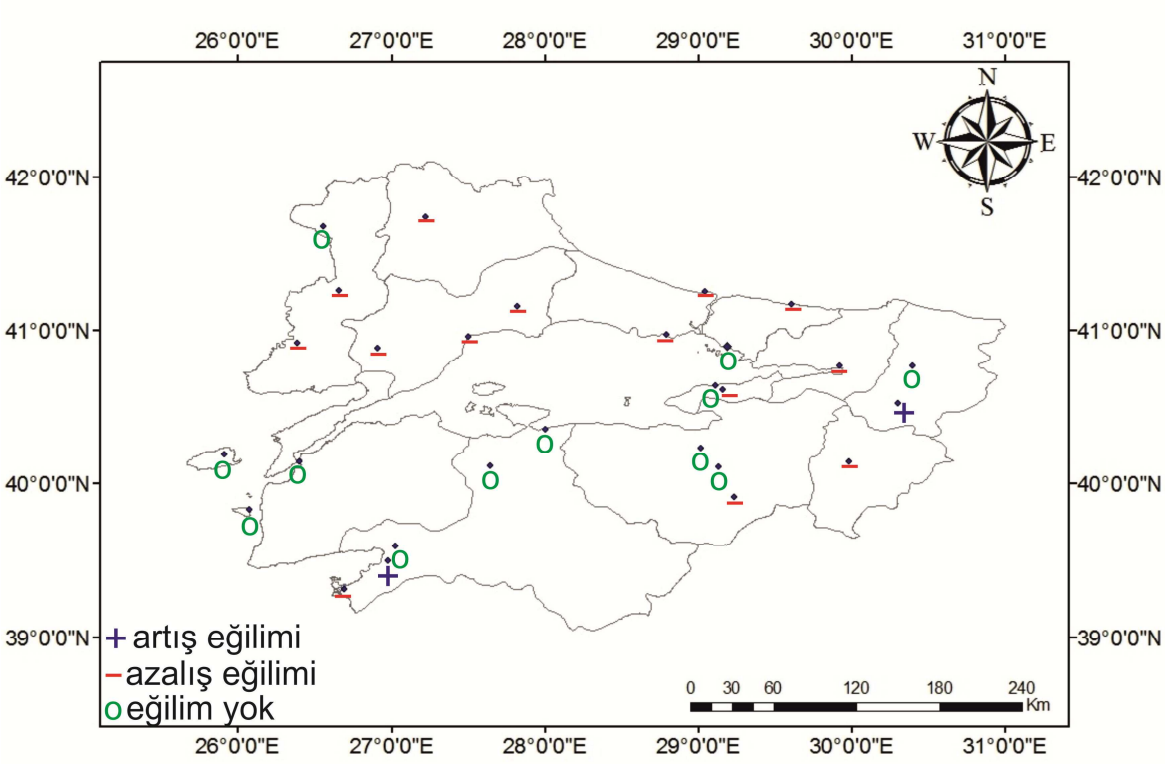
Ek-3.83: Marmara Bölgesi kış rüzgar hızlarının eğilim sınaması sonuçları



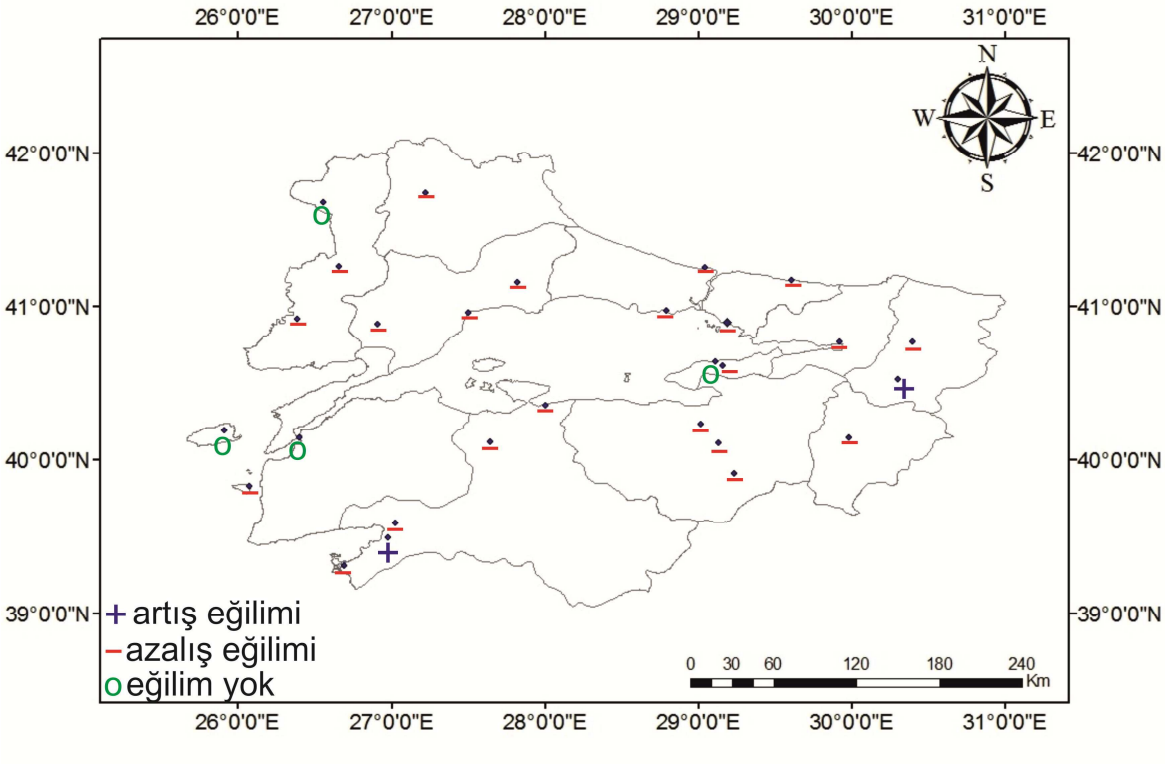
Ek-3.84: Marmara Bölgesi ilkbahar rüzgar hızlarının eğilim sınaması sonuçları



Ek-3.85: Marmara Bölgesi yaz rüzgar hızlarının eğilim sınaması sonuçları



Ek-3.86: Marmara Bölgesi sonbahar rüzgar hızlarının eğilim sınaması sonuçları



Ek-3.87: Marmara Bölgesi yıllık rüzgar hızlarının eğilim sınaması sonuçları

