T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOĞU AKDENİZ UZUN DÖNEM DALGA İKLİMİ

Furkan YÜKSEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Kıyı ve Liman Mühendisliği Programı

Danışman

Prof. Dr. Yalçın YÜKSEL

Ocak, 2023

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOĞU AKDENİZ UZUN DÖNEM DALGA İKLİMİ

Furkan YÜKSEL tarafından hazırlanan tez çalışması 19.01.2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Kıyı ve Liman Mühendisliği Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Yalçın YÜKSEL
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Yalçın YÜKSEL, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Cihan ŞAHİN, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Serdar BEJİ, Üye
İstanbul Teknik Üniversitesi _____

Danışmanım Prof. Dr. Yalçın YÜKSEL sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Doğu Akdeniz Uzun Dönem Dalga İklimi başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Furkan YÜKSEL

İmza

Aileme

ve

Seval'e

TEŞEKKÜR

Öğrencisi olduğum için şanslı hissettiğim, tez çalışmamda kıymetli vaktini ayırarak bilgisini, tecrübesini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, Sayın Prof. Dr. Yalçın YÜKSEL'e saygılarımı sunar ve en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Tez çalışmamda bilgilerinden yararlandığım, yardımlarını esirgemeyen değerli Arş. Gör. Dr. Fulya İŞLEK'e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmamda bilgilerinden yararlandığım Yıldız Teknik Üniversitesi Kıyı Liman Mühendisliği programındaki tüm akademisyenlere teşekkür ederim.

Çalışmalarımızda birbirimize her zaman yardımcı olduğumuz yüksek lisans arkadaşlarım Abdülkerim AÇIKKOL ve Kazım ÖZDİL'e çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca beni destekleyen, her zaman yanımda olan, sevgilerini hiçbir zaman esirgemeyen annem Ayşe YÜKSEL'e, babam Yunus YÜKSEL'e, ağabeyim Hakan YÜKSEL'e ve kardeşim Okan YÜKSEL'e teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Destekleri, sabrı, sevgisiyle yanımda olan ve her zaman yanımda olmasını istediğim çok sevgili Seval KARGÜL'e gönülden teşekkür ederim.

Furkan YÜKSEL

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ ix

KISALTMA LİSTESİ x

ŞEKİL LİSTESİ xii

TABLO LİSTESİ xviii

ÖZET xix

ABSTRACT xxi

1 GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti ... 1
1.2 Tezin Amacı ... 10
1.3 Hipotez ... 10

2 DALGA TAHMİNİ VE ATMOSFERİK BASINÇ ALANI 11

2.1 Giriş ... 11
2.2 Üçüncü Nesil Dalga Modelleri ve Sayısal Modelleme ... 13
2.3 MIKE 21 SW (Spektral Dalgalar) ... 16
2.3.1 Giriş ... 16
2.3.2 Uygulama Alanları ... 17
2.3.3 Temel Denklemler ... 17
2.3.4 Sayısal Uygulama ... 41
2.4 Uzun Dönem Dalga İklimi ... 46
2.4.1 En Büyük Değer Dalga Analizi ... 48
2.5 Küresel İklim Değişikliğinin Rüzgar ve Dalga İklimi Üzerinde Etkisi ... 55

3 DOĞU AKDENİZ RÜZGAR VE DALGA İKLİMİ 58

3.1 Modelin Kalibrasyonu ve Doğrulanması ... 59
3.1.1 Modelin Kalibrasyonu ... 59
3.1.2 Modelin Doğrulanması ... 67
3.2 Doğu Akdeniz Uzun Dönem Rüzgar ve Dalga İklimi ... 76
3.2.1 Rüzgar İklimi ... 84
3.2.2 Dalga İklimi ... 94

3.3 Doğu Akdeniz En Büyük Değer Rüzgar ve Dalga İklimi 106
4 SONUÇ VE ÖNERİLER 131
KAYNAKÇA 135
A EGE DENİZİ RÜZGAR GÜLLERİ 143
B AKDENİZ RÜZGAR GÜLLERİ 165
C EGE DENİZİ RÜZGAR HIZI EKLENİK AŞILMA OLASILIĞI DAĞILIM VE DENKLEMLERİ 186
D AKDENİZ RÜZGAR HIZI EKLENİK AŞILMA OLASILIĞI DAĞILIM VE DENKLEMLERİ 229
E EGE DENİZİ EN BÜYÜK DEĞER RÜZGAR HIZI İSTATİSTİĞİ (WEİBULL) 277
F AKDENİZ EN BÜYÜK DEĞER RÜZGAR HIZI İSTATİSTİĞİ (WEİBULL) 292
G EGE DENİZİ EN BÜYÜK DEĞER RÜZGAR HIZI İSTATİSTİĞİ (GEV) 309
H AKDENİZ EN BÜYÜK DEĞER RÜZGAR HIZI İSTATİSTİĞİ (GEV) 324
I EGE DENİZİ DALGA GÜLLERİ 341
J AKDENİZ DALGA GÜLLERİ 362
K EGE DENİZİ DERİN DENİZ BELİRGİN DALGA YÜKSEKLİĞİ EKLENİK AŞILMA OLASILIĞI DAĞILIM VE DENKLEMLERİ 381
L AKDENİZ DERİN DENİZ BELİRGİN DALGA YÜKSEKLİĞİ EKLENİK AŞILMA OLASILIĞI DAĞILIM VE DENKLEMLERİ 424
M EGE DENİZİ BELİRGİN DALGA YÜKSEKLİĞİ-ORTALAMA DALGA PERİYODU GRAFİKLERİ 472
N AKDENİZ BELİRGİN DALGA YÜKSEKLİĞİ-ORTALAMA DALGA PERİYODU GRAFİKLERİ 515
O EGE DENİZİ DERİN DENİZ EN BÜYÜK DEĞER BELİRGİN DALGA YÜKSEKLİĞİ İSTATİSTİĞİ (WEİBULL) 563
P AKDENİZ DERİN DENİZ EN BÜYÜK DEĞER BELİRGİN DALGA YÜKSEKLİĞİ İSTATİSTİĞİ (WEİBULL) 578

Q EGE DENİZİ DERİN DENİZ EN BÜYÜK DEĞER BELİRGİN DALGA YÜKSEKLİĞİ İSTATİSTİĞİ (GEV) 595

R AKDENİZ DERİN DENİZ EN BÜYÜK DEĞER BELİRGİN DALGA YÜKSEKLİĞİ İSTATİSTİĞİ (GEV) 610

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR 627

SİMGE LİSTESİ

Q	Aşılma olasılığı
P	Aşılmama olasılığı
H_s	Belirgin dalga yüksekliği
R^2	Belirleme katsayısı
c_g	Dalga grup hızı
S_{ds}	Dalga kırılmasından kaynaklanan enerji kaybı
θ	Dalga yönü
z_0	Deniz pürüzlülüğü
$^\circ$	Derece
T_R	Dönüş aralığı
σ	Göreceli açısal frekans
∇	Gradyan operatörü
N	Hareket yoğunluğu
S	Kaynak fonksiyonu
γ	Konum parametresi
R	Korelasyon katsayısı
C_{ds}	Köpüklenme parametresi
S_{nl}	Lineer olmayan enerji transferi
H_m	Maksimum dalga yüksekliği
T_m	Ortalama dalga periyodu
β	Ölçek parametresi
T_p	Pik dalga periyodu
S_{in}	Rüzgar alanından gelen enerji girdisi
U	Rüzgar Hızı
U_{10}	Su seviyesinden 10 m yükseklikteki rüzgar hızı
u_*	Sürtünme hızı
α	Şekil parametresi
S_{bot}	Taban sürtünmesinden kaynaklanan enerji kaybı
Ψ	Yönlü dalga enerji spektrumu

KISALTMA LİSTESİ

ADCP	Acoustic Doppler current profiler
AM	Annual Maxima
CFSR	Climate Forecast System Reanalysis
CORDEX	Coordinated Regional Climate Downscaling
COSMO	Consortium for the small scale modeling
DIA	Discrete Interaction Approximation
DIF	DIFraction
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
EC-EARTH	European Community Earth-System Model
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
EVA	Extreme Value Analysis
FT	Fisher-Tippet
GEV	Generalized Extreme Value
HIPOCAS	Hindcast of Dynamic Processes of the Ocean and Coastal Area of Europe
HISWA	Hindcasting Shallow water Waves
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JONSWAP	Joint North Sea Wave
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MSE	Mild Slope Equation
NCAR	National Center for Atmospheric Research
NCEP	National Center for Environmental Prediction
NEVA	Non-stationary Extreme Value Analysis
POT	Peak Over Threshold
RCA	Rossby Centre Regional Climate Model
RCM	Regional Climate Model
RCP	Representative Concentration Pathway
REF	REFraction
REMO	REgional MOdel
SW	Spectral Wave
SWAN	Simulated WAves Nearshore

WAM	Wave MOdel
WAMDI	Wave Model Development and Implementation
WRF	Weather Research and Forecasting

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 DIA'da ele alınan iki yönlü etkileşim yapılandırması (Komen vd., 1994) 29

Şekil 3.1 Doğu Akdeniz çalışma alanı batimetrisi ve model ağı (Yüksel vd., 2020) 58

Şekil 3.2 Doğu Akdeniz dalga ölçüm istasyonlarının konumları..... 60

Şekil 3.3 Alanya, Bozcaada, Dalaman ve Antalya istasyonlarında ölçülen belirgin dalga yüksekliğine karşı $C_{ds}=1.0-3.0$ arasında modellenen belirgin dalga yüksekliklerinin saçılım diyagramları (1 ve 2 numaralı grafikler sırasıyla ERA5 ve CFSR rüzgar alanlarının sonuçlarını temsil etmektedir). 64

Şekil 3.4 Alanya, Bozcaada, Dalaman ve Antalya istasyonlarında ölçülen dalga periyotlarına karşı $C_{ds}=1.0-3.0$ arasında modellenen dalga periyotlarının saçılım diyagramları (1 ve 2 numaralı grafikler sırasıyla ERA5 ve CFSR rüzgar alanlarının sonuçlarını temsil etmektedir)..... 66

Şekil 3.5 Kalibre edilmiş model sonuçlarının belirgin dalga yüksekliği ve dalga periyodu için Çanakkale ve Silifke istasyonlarındaki ölçümlere göre doğrulanması 68

Şekil 3.6 2015 ve 2016 yılları için Silifke istasyonunda ölçülen ve modellenen belirgin dalga yükseklikleri ile pik dalga periyotlarının karşılaştırılması 69

Şekil 3.7 Alanya, Bozcaada, Dalaman ve Antalya istasyonlarında ölçülen belirgin dalga yüksekliğine karşı üç yeniden analiz rüzgar alanı kullanılarak modellenen belirgin dalga yüksekliğinin Q-Q grafikleri (1 ve 2 numaralı grafikler sırasıyla ERA5 ve CFSR rüzgar alanları için sonuçları temsil etmektedir.) 70

Şekil 3.8 Alanya, Bozcaada, Dalaman ve Antalya istasyonlarında ölçülen dalga periyoduna karşı üç yeniden analiz rüzgar alanı kullanılarak modellenen dalga periyodunun Q-Q grafikleri (1 ve 2 numaralı grafikler sırasıyla ERA5 ve CFSR rüzgar alanları için sonuçları temsil etmektedir) 71

Şekil 3.9 Alanya, Bozcaada, Dalaman Antalya istasyonlarında ölçülen ile ERA5 rüzgar alanları kullanılarak modellenen belirgin dalga yüksekliklerinin karşılaştırılması..... 72

Şekil 3.10 Alanya, Bozcaada, Dalaman Antalya istasyonlarında ölçülen ile ERA5 rüzgar alanları kullanılarak modellenen dalga periyotlarının karşılaştırılması..... 73

Şekil 3.11 Alanya, Bozcaada, Dalaman Antalya istasyonlarında ölçülen ile CFSR rüzgar alanları kullanılarak modellenen belirgin dalga yüksekliklerinin karşılaştırılması 74

Şekil 3.12 Alanya, Bozcaada, Dalaman Antalya istasyonlarında ölçülen ile CFSR rüzgar alanları kullanılarak modellenen dalga periyotlarının karşılaştırılması 75

Şekil 3.13 Çalışmada kullanılan istasyonların konumları 76

Şekil 3.14 ERA-Interim verileri için ortalama yıllık rüzgar hızının 40 yıllık (1979-2018) alansal ortalaması 80

Şekil 3.15 ERA-Interim verileri için ortalama yıllık rüzgar yönünün 40 yıllık (1979-2018) alansal ortalaması 80

Şekil 3.16 ERA-Interim verileri için ortalama yıllık belirgin dalga yüksekliğinin 40 yıllık (1979-2018) alansal ortalaması 81

Şekil 3.17 ERA-Interim verileri için ortalama yıllık belirgin dalga yüksekliğinin ve dalga yönünün 40 yıllık (1979-2018) alansal ortalamaları 81

Şekil 3.18 ERA-Interim verileri için ortalama yıllık maksimum belirgin dalga yüksekliğinin 40 yıllık (1979-2018) alansal ortalaması 82

Şekil 3.19 ERA-Interim verileri için ortalama yıllık pik dalga periyodunun 40 yıllık (1979-2018) alansal ortalaması 82

Şekil 3.20 ERA-Interim verileri için ortalama yıllık ortalama dalga periyodunun 40 yıllık (1979-2018) alansal ortalaması 83

Şekil 3.21 ERA-Interim verileri için ortalama yıllık pik dalga yönünün 40 yıllık (1979-2018) alansal ortalaması 83

Şekil 3.22 ERA-Interim verileri için ortalama yıllık ortalama dalga yönünün 40 yıllık (1979-2018) alansal ortalaması 84

Şekil 3.23 Ege Denizi'nde hakim rüzgar yönünde değişim olan istasyonlar ve istasyonlara ait rüzgar gülleri 86

Şekil 3.24 Akdeniz'de hakim rüzgar yönü değişimi olan istasyonlar ve istasyonlara ait rüzgar gülleri 86

Şekil 3.25 Ege Denizi'nde hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait rüzgar gülleri (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 12, 27, 34 ve 42 nolu istasyonlara aittir.) 87

Şekil 3.26 Akdeniz'de hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait rüzgar gülleri (a, b, c, d, e, f sırasıyla Akdeniz 6, 10, 20, 24, 28 ve 32 nolu istasyonlara aittir.) 88

Şekil 3.27 Ege Denizi'nde meydana gelen yıllık en yüksek rüzgar hızı değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait rüzgar gülleri (a ve b sırasıyla Ege Denizi 16 ve 42 nolu istasyonlara aittir.) 89

Şekil 3.28 Akdeniz'de meydana gelen yıllık en yüksek rüzgar hızı değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait rüzgar gülleri (a, b, c, d sırasıyla Akdeniz 14, 36, 44 ve 48 nolu istasyonlara aittir.)..... 90

Şekil 3.29 Ege Denizi'nde hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait rüzgar hızı eklenik aşılma olasılıkları (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 12, 27, 34 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)..... 91

Şekil 3.30 Akdeniz'de hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait rüzgar hızı eklenik aşılma olasılıkları (a, b, c, d, e, f sırasıyla Akdeniz 6, 10, 20, 24, 28 ve 32 nolu istasyonlara aittir.) 92

Şekil 3.31 Ege Denizi'nde meydana gelen yıllık en yüksek rüzgar hızı değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait rüzgar hızı eklenik aşılma olasılıkları (a ve b sırasıyla Ege Denizi 16 ve 42 nolu istasyonlara aittir.) 93

Şekil 3.32 Akdeniz'de meydana gelen yıllık en yüksek rüzgar hızı değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait rüzgar hızı eklenik aşılma olasılıkları (a, b, c, d sırasıyla Akdeniz 14, 36, 44 ve 48 nolu istasyonlara aittir.)..... 93

Şekil 3.33 Ege Denizi'nde hakim dalga yönünde değişim olan istasyonlar ve istasyonlara ait dalga gülleri 95

Şekil 3.34 Akdeniz'de hakim dalga yönü değişimi olan istasyonlar ve istasyonlara ait dalga gülleri..... 95

Şekil 3.35 Ege Denizi'nde hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait dalga gülleri (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 4, 7, 26 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)..... 96

Şekil 3.36 Akdeniz'de hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait dalga gülleri (a ve b sırasıyla Akdeniz 6, ve 34 nolu istasyonlara aittir.)..... 97

Şekil 3.37 Ege Denizi'nde meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait dalga gülleri (a ve b sırasıyla Ege Denizi 16 ve 37 nolu istasyonlara aittir.) 97

Şekil 3.38 Akdeniz'de meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait dalga gülleri (a, b, c, d sırasıyla Akdeniz 33, 36, 44 ve 43 nolu istasyonlara aittir.) 98

Şekil 3.39 Ege Denizi'nde hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait belirgin dalga yüksekliği eklenik aşılma olasılıkları (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 4, 7, 26 ve 42 nolu istasyonlara aittir.) 99

Şekil 3.40 Akdeniz'de hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait belirgin dalga yüksekliği eklenik aşılma olasılıkları (a ve b sırasıyla Akdeniz 6, ve 34 nolu istasyonlara aittir.) 100

Şekil 3.41 Ege Denizi'nde meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait belirgin dalga yüksekliği eklenik aşılma olasılıkları (a ve b sırasıyla Ege Denizi 16 ve 37 nolu istasyonlara aittir.) 100

Şekil 3.42 Akdeniz'de meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait belirgin dalga yüksekliği eklenik aşılma olasılıkları (a, b, c, d sırasıyla Akdeniz 33, 36, 44 ve 43 nolu istasyonlara aittir.)..... 101

Şekil 3.43 Ege Denizi'nde hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait belirgin dalga yüksekliği-ortalama dalga periyodu (H_s-T_m) grafikleri (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 4, 7, 26 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)..... 102

Şekil 3.44 Akdeniz'de hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait belirgin dalga yüksekliği-ortalama dalga periyodu (H_s-T_m) grafikleri (a ve b sırasıyla Akdeniz 6, ve 34 nolu istasyonlara aittir.) 103

Şekil 3.45 Ege Denizi'nde meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait belirgin dalga yüksekliği-ortalama dalga periyodu (H_s-T_m) grafikleri (a ve b sırasıyla Ege Denizi 16 ve 37 nolu istasyonlara aittir.)..... 104

Şekil 3.46 Akdeniz'de meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait belirgin dalga yüksekliği-ortalama dalga periyodu (H_s-T_m) grafikleri (a, b, c, d sırasıyla Akdeniz 33, 36, 44 ve 43 nolu istasyonlara aittir.)... 105

Şekil 3.47 Ege Denizi'nde hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiği (Weibull) (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 12, 27, 34 ve 42 nolu istasyonlara aittir.) 110

Şekil 3.48 Akdeniz'de hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiği (Weibull) (a, b, c, d, e, f sırasıyla Akdeniz 6, 10, 20, 24, 28 ve 32 nolu istasyonlara aittir.) . 111

Şekil 3.49 Ege Denizi'nde meydana gelen yıllık en yüksek rüzgar hızı değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiği (Weibull) (a ve b sırasıyla Ege Denizi 16 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)..... 112

Şekil 3.50 Akdeniz'de meydana gelen yıllık en yüksek rüzgar hızı değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiği (Weibull) (a, b, c, d sırasıyla Akdeniz 14, 36, 44 ve 48 nolu istasyonlara aittir.)..... 112

Şekil 3.51 Ege Denizi'nde hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiği (GEV) (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 12, 27, 34 ve 42 nolu istasyonlara aittir.) 113

Şekil 3.52 Akdeniz'de hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiği (GEV) (a, b, c, d, e, f sırasıyla Akdeniz 6, 10, 20, 24, 28 ve 32 nolu istasyonlara aittir.) ... 114

Şekil 3.53 Ege Denizi'nde meydana gelen yıllık en yüksek rüzgar hızı değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiği (GEV) (a ve b sırasıyla Ege Denizi 16 ve 42 nolu istasyonlara aittir.) 115

Şekil 3.54 Akdeniz'de meydana gelen yıllık en yüksek rüzgar hızı değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiği (GEV) (a, b, c, d sırasıyla Akdeniz 14, 36, 44 ve 48 nolu istasyonlara aittir.) 115

Şekil 3.55 Ege Denizi'nde hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiklerinin karşılaştırılması (GEV-Weibull) (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 12, 27, 34 ve 42 nolu istasyonlara aittir.) 116

Şekil 3.56 Akdeniz'de hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiklerinin karşılaştırılması (GEV-Weibull) (a, b, c, d, e, f sırasıyla Akdeniz 6, 10, 20, 24, 28 ve 32 nolu istasyonlara aittir.) 117

Şekil 3.57 Ege Denizi'nde hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait Weibull ve GEV dağılımları (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 12, 27, 34 ve 42 nolu istasyonları, 1 ve 2 numaralı grafikler sırasıyla Weibull ve GEV dağılımını ifade etmektedir.) 119

Şekil 3.58 Akdeniz'de hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait Weibull ve GEV dağılımları (a, b, c, d, e, f sırasıyla Akdeniz 10, 20, 24, 28 ve 32 nolu istasyonları, 1 ve 2 numaralı grafikler sırasıyla Weibull ve GEV dağılımını ifade etmektedir.) 120

Şekil 3.59 Ege Denizi'nde hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiği (Weibull) (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 4, 7, 26 ve 42 nolu istasyonlara aittir.) 122

Şekil 3.60 Akdeniz'de hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiği (Weibull) (a ve b sırasıyla Akdeniz 6, ve 34 nolu istasyonlara aittir.) 123

Şekil 3.61 Ege Denizi'nde meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiği (Weibull) (a ve b sırasıyla Ege Denizi 16 ve 37 nolu istasyonlara aittir.) 123

Şekil 3.62 Akdeniz'de meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiği (Weibull) (a, b, c, d sırasıyla Akdeniz 33, 36, 44 ve 43 nolu istasyonlara aittir.) 124

Şekil 3.63 Ege Denizi'nde hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiği (GEV) (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 4, 7, 26 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)..... 125

Şekil 3.64 Akdeniz'de hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiği (GEV) (a ve b sırasıyla Akdeniz 6, ve 34 nolu istasyonlara aittir.)..... 125

Şekil 3.65 Ege Denizi'nde meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiği (GEV) (a ve b sırasıyla Ege Denizi 16 ve 37 nolu istasyonlara aittir.)..... 126

Şekil 3.66 Akdeniz'de meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiği (GEV) (a, b, c, d sırasıyla Akdeniz 33, 36, 44 ve 43 nolu istasyonlara aittir.) 126

Şekil 3.67 Ege Denizi'nde hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiklerinin karşılaştırılması (GEV-Weibull) (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 4, 7, 26 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)..... 127

Şekil 3.68 Akdeniz'de hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiklerinin karşılaştırılması (GEV-Weibull) (a, ve b sırasıyla Akdeniz 6 ve 34 nolu istasyonlara aittir.) 128

Şekil 3.69 Ege Denizi'nde hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait Weibull ve GEV dağılımları (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 4, 7, 26 ve 42 nolu istasyonları, 1 ve 2 numaralı grafikler sırasıyla Weibull ve GEV dağılımını ifade etmektedir.) 129

Şekil 3.70 Akdeniz'de hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait Weibull ve GEV dağılımları (GEV-Weibull) (a, ve b sırasıyla Akdeniz 6, ve 34 nolu istasyonlara aittir.) 130

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 RCP iklim senaryo karakteristikleri (MGM, 2021)..... 56

Tablo 3.1 Doğu Akdeniz model hesap ağı özellikleri..... 58

Tablo 3.2 Ölçüm istasyonlarının karakteristik özellikleri 60

Tablo 3.3 Spektral dalga modelindeki fiziksel süreçler 61

Tablo 3.4 Ölçülen belirgin dalga yüksekliklerine karşı C_{ds} değerlerinin1.0-3.0 arasında modellenmesiyle elde edilen belirgin dalga yüksekliklerinin istatiksel analizleri 63

Tablo 3.5 Ölçülen dalga periyotlarına karşı C_{ds} değerlerinin1.0-3.0 arasında modellenmesiyle elde edilen dalga periyotlarının istatiksel analizleri 65

Tablo 3.6 Modellenen belirgin dalga yüksekliği ve pik dalga periyodunun Çanakkale ve Silifke istasyonlarındaki istatistiksel analizleri..... 68

Tablo 3.7 Ege Denizi'nde bulunan istasyonların konum ve derinlikleri 77

Tablo 3.8 Akdeniz'de bulunan istasyonların konum ve derinlikleri 77

Tablo 3.9 Doğu Akdeniz'de hakim rüzgar yönü değişiminin meydana geldiği istasyonlardaki GEV ve Weibull dağılımlarından elde edilen 50 ve 100 yıllık yineleme dönemlerinde hesaplanan rüzgar hızı değerleri ve dağılımların karşılaştırılması..... 118

Tablo 3.10 Doğu Akdeniz'de hakim rüzgar yönü değişiminin meydana geldiği istasyonlardaki GEV ve Weibull dağılımlarına ait şekil parametreleri, belirleme katsayıları ve istasyonların ortalama, maksimum rüzgar hızları 121

Tablo 3.11 Doğu Akdeniz'de hakim dalga yönü değişiminin meydana geldiği istasyonlardaki GEV ve Weibull dağılımlarından elde edilen 50 ve 100 yıllık yineleme dönemlerinde hesaplanan rüzgar hızı değerleri ve dağılımların karşılaştırılması..... 128

Tablo 3.12 Doğu Akdeniz'de hakim dalga yönü değişiminin meydana geldiği istasyonlardaki GEV ve Weibull dağılımlarına ait şekil parametreleri, belirleme katsayıları ve istasyonların ortalama, maksimum rüzgar hızları 130

ÖZET

Doğu Akdeniz Uzun Dönem Dalga İklimi

Furkan YÜKSEL

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Yalçın YÜKSEL

Kıyı ve liman mühendisliği için uzun dönemli rüzgar ve dalga iklimi çalışmalarının önemi büyüktür. Ölçüm verilerinin yeterli olmadığı yerlerde sayısal modellerin önemi ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada üçüncü nesil spektral dalga modeli, MIKE 21 SW, kullanılmıştır. ERA-Interim, ERA5 ve CFSR rüzgar verileri kullanılarak elde edilen dalga parametreleri Alanya, Bozcaada, Dalaman ve Antalya istasyonlarındaki ölçüm verileri ile kalibre edilmiştir. Doğrulama, Çanakkale ve Silifke ölçüm istasyonları için yapılmıştır. ERA5 verilerinden elde edilen dalga verileri, ERA-Interim ve CFSR'dan elde edilenlere kıyasla biraz daha iyi performans göstermiştir.

Çalışma alanı olan Doğu Akdeniz'de 1979–2018 yıllarını kapsayan 40 yıl için ECMWF (European Centre for Medium Range Weather Forecasts) ERA-Interim yeniden analiz verileri kullanılarak uzun dönem rüzgar ve dalga iklimi elde edilmiştir. Çünkü bu çalışma başlatıldığında ERA5 henüz yeni kullanıma sunulmuştur. Rüzgar ikliminde rüzgar gülleri, rüzgar hızı eklenik aşılma olasılıkları, Weibull ve genelleştirilmiş ekstrem değer (GEV) dağılımlarından elde edilen en büyük değer rüzgar hızı istatistikleri; dalga ikliminde dalga gülleri,

belirgin dalga yüksekliği eklenik aşılma olasılıkları, belirgin dalga yüksekliği-ortalama dalga periyodu grafikleri, Weibull ve GEV dağılımlarından elde edilen derin deniz en büyük değer belirgin dalga yüksekliği istatistikleri değerlendirilmiştir. Bu çalışma Türkiye Kıyıları için Rüzgar ve Derin Deniz Dalga Atlası'nda (Özhan ve Abdalla, 1999) bulunan 43'ü Ege Denizi'nde, 40'ı Akdeniz'de ve Dalga Atlası'nda bulunmayan 8'i Kıbrıs açıklarında olmak üzere toplam 91 istasyon için gerçekleştirilmiştir.

Rüzgar ve dalga gülleri incelendiğinde, belirli istasyonlarda hakim rüzgar ve dalga yönünde değişimlerin meydana geldiği gözlemlenmiştir. Hakim yönlerde değişimin meydana geldiği istasyonlarda GEV ve Weibull dağılımlarından elde edilen en büyük değer istatistikleri karşılaştırılmıştır. 50 ve 100 yıllık yineleme dönemleri karşılaştırılmış ve dağılımlar arası farklılıkların rüzgar hızı/dalga yüksekliği için çok düşük olduğu görülmüştür. Dağılımların doğruluğunu belirlemek amacıyla bu istasyonlarda regresyon analizi yapılmıştır. Analiz rüzgar hızı/dalga yüksekliği için GEV dağılımının Weibull dağılımına göre daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Rüzgar iklimi, Dalga iklimi, Doğu Akdeniz, MIKE 21 SW

ABSTRACT

Long Term Wave Climate Over the East Mediterranean Sea

Furkan YÜKSEL

Department of Civil Engineering

Msc. Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Yalçın YÜKSEL

Long-term wind and wave climate studies have great importance for coastal and port engineering. The importance of numerical models emerges where measurement data is not sufficient. In this study, the third-generation spectral wave model, MIKE 21 SW, was used. Wave parameters obtained using ERA-Interim, ERA5, and CFSR wind fields were calibrated with measurement data from Alanya, Bozcaada, Dalaman, and Antalya stations. Validation was performed at Dardanelles and Silifke measurement stations. Wave data from ERA5 wind fields performed slightly better than ERA-Interim and CFSR wind fields.

In the Eastern Mediterranean, the study area, long-term wind, and wave climate were obtained by using ECMWF (European Centre for Medium Range Weather Forecasts) ERA-Interim reanalysis data for 40 years (1979-2018). Because ERA5 was just launched when this study was started. In the wind climate, wind roses, cumulative probability exceedance of wind speed, extreme value analysis for wind speed obtained from the Weibull and Generalized Extreme Value (GEV) distributions; in the wave climate, wave roses, cumulative probability exceedance of significant wave height, significant wave height-mean wave period graphs, deep sea extreme value analysis for significant wave height obtained from the Weibull

and GEV distributions were evaluated. This study consists of 91 stations: 83 of them in the Wind and Deep-Sea Wave Atlas for the Turkish Coasts (Ozhan and Abdalla, 1999), 43 in the Aegean Sea, 40 in the Mediterranean Sea. 8 stations in Cyprus, which are not in the Wave Atlas.

From the wind and wave roses examinations, it was observed that there were changes in the dominant wind and wave directions at special stations. The extreme value statistics obtained from the GEV and Weibull distributions were compared at the stations where the change in the dominant directions occurred. Wind speed/wave height in the 50-year and the 100-year return periods were compared and differences between distributions were found to be very low for wind speed/wave height. Regression analysis was performed at these special stations to determine the accuracy of the distributions. The analysis showed that the GEV distribution for wind speed/wave height gave better results than the Weibull distribution.

Keywords: Wind Climate, Wave Climate, East Mediterranean Sea, MIKE 21 SW

1 GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Kıyı ve liman mühendisliğinde dalga iklimi çalışmalarının önemli bir yeri vardır. Bu çalışmalarda genellikle ölçüm verileri ile sayısal modellemeler kullanılmaktadır. Bu kapsamda Soffer vd. (2020) Doğu Akdeniz'de dalgaların ilerlemesini ölçüm ve sayısal modelleme yöntemlerini kullanarak araştırmıştır. Saha ölçümleri 2 adet Akustik Doppler Akım Ölçer (ADCP) ile eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümlerden birisi derin denizde diğeri ise geçiş derinliğinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada nadir olarak yapılan derin deniz dalga ölçümünün önemi vurgulanmıştır. Derin denizde dalga hareket denklemi kullanılarak dalga ilerlemesi hesaplanmıştır. Üçlü ve dörtlü dalga etkileşimlerini içeren bir dalga modeli kullanılmıştır. ECMWF (European Centre for Medium Range Weather Forecasts) ERA-Interim modelinden alınan verilere göre bölgedeki hakim rüzgar yönünün batıdan doğuya doğru olduğu görülmektedir. Model sonucunda elde edilen verilerden hakim dalga yönünün de batıdan doğuya doğru olduğu görülmektedir. Ölçülen dalga parametreleri için sayısal olarak modellenen ve ölçülen verilerin oldukça benzer olduğu görülmüştür. Çalışma, yakın kıyıda hesaplanan ile ölçülen dalga alanı arasında büyük farklılıklar olabileceğini ve derin denizde ölçüm yapmanın gerekli olduğunu göstermiştir. Çalışmada eş zamanlı derin deniz ve yakın kıyı ölçümlerinin düzenli olarak yapılmasının önemi vurgulanmıştır.

Sayısal modellerde model parametrelerinin ölçüm ve uydu verileriyle uyumlu hale gelmesi için modelin kalibrasyonu gerekmektedir. Cavaleri ve Sclavo (2006) Akdeniz için farklı rüzgar ve dalga verilerini, farklı kaynaklardan kullanarak kalibrasyon yapmışlardır. Bu kaynaklar şamandıra verileri, uydu verileri ve sayısal model verileridir. Araştırmacılar özellikle uydu verilerinden yararlanarak model verilerinin kalibrasyonuna odaklanmışlardır. Çalışmada kaynakların özellikleri şu şekilde verilmiştir: Şamandıra verileri doğrudur, frekansı genellikle 3 saat

aralıkladır, ancak sınırlı sayıda, çok seyrek ve çoğunlukla kıyılara yakındır. Uydu verileri çok düşük ve yüksek değerler dışında iyi doğruluğu vardır, süreklidir ancak belirli bir yerde çok kesintilidir, kıyıya yakın çalışma zorlukları vardır. Sayısal model verileri ise mekanda ve zamanda süreklidir, tam bilgi verir, ancak genellikle kapalı havzalarda düşük tahminde bulunur. Çalışmada kaynakların bir arada kullanıldığında en iyi sonucun ortaya çıktığı belirtilmiştir. Çalışmada İtalya'da bulunan sekiz adet uzun dönemli ölçümü olan şamandırayı dikkate alınmıştır. Çalışma sonucunda hem rüzgar hem dalgalar için en iyi uyum doğrusunun eğimi, havza boyunca güneye doğru hareket ettiği, en büyük hataların ise kuzey kıyılarında bulunduğu gösterilmiştir Araştırmacılar altimetre, model ve şamandıra kaynaklarında dağılım indeksi ve karesel ortalamadaki en yüksek hatayı şamandıraların verdiğini, en küçük hatayı ise altimetrenin verdiğini ortaya koymuşlardır. Şamandıra sadece belirli noktadaki veriyi sağladığı için şamandıranın en yüksek hatayı verdiğini ifade etmişlerdir. Çalışmada rüzgar ve dalgalar için kalibrasyon katsayıları birbiriyle tam olarak tutarlı değildir. Çalışma sonucunda kalibre edilmiş rüzgar hızları, kalibre edilmiş dalga yüksekliklerine göre en az %5 oranında düşük olduğu belirtilmiştir.

Stopa ve Cheung (2014) ERA-Interim ve CFSR'dan elde edilen rüzgar ve dalga verilerini şamandıra ve altimetre ölçümleriyle karşılaştırmışlardır. Çalışmadaki amaç bağımsız ölçümlerle yeniden analiz veri setinin geçerliliğini ve tutarlılığını değerlendirmektir. Ölçüm ve yeniden analiz verileri arasındaki farkı belirlemek için bias, RMSE, korelasyon katsayısı, dağılım indeksi ve normalleştirilmiş standart sapma değerlerini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda araştırmacılar her iki veri setinin de şamandıra ve altimetre verileriyle ile uyumlu olduğunu, ERA-Interim verilerinin ölçümlere göre düşük tahminde bulunduğunu, CFSR'ın ise yüksek tahminde bulunduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca ERA-Interim verilerinin genel olarak daha düşük değişkenliğe sahip olduğunu ve CFSR verilerinin ekstrem olayları daha iyi yakaladığını göstermişlerdir. Araştırmacılar ERA-Interim'in uzun süreli çalışmalarında ve iklim döngülerinde; CFSR'ın ekstrem analizler için uygun olduğunu vurgulamışlardır.

Elkut vd. (2021) kıyı şeridinin korunması, bakımı ve yönetiminin kapsamlı ve güvenilir dalga verileri için önemli olduğunu belirtmiştir. Sartini vd. (2018) bu tür

havzalarda rüzgar tahminlerinin genellikle açık okyanuslardaki kadar doğru olmadığını belirtmiştir. Akdeniz yarı kapalı deniz alanları arasında en karmaşık dalga iklim modellerinden birine sahiptir. Elkut vd. (2021) Akdeniz'de değiştirilmiş ERA-Interim rüzgar alanı ile SWAN rüzgar dalgası yazılımını uygulamış ve ölçüm verileriyle kalibre edip doğrulamayı amaçlamıştır. Model, üçüncü nesil ve küresel koordinatlarla kararlı olmayan modda çalıştırılmıştır. Bu çalışmadaki SWAN modelinin sonuçları, Orta ve Batı Akdeniz'deki şamandıralar ve Mısır kıyılarındaki kurulu cihazlar kullanılarak zamansal ve konumsal olarak kalibre edilmiş ve doğrulanmıştır. Model kalibrasyonu, %0 ile %30 arasında değişen bir rüzgar artırma faktörü aracılığıyla model ayarlarının ve rüzgar kuvvetlerinin değiştirilmesine dayanmaktadır. Kalibrasyon sonuçları, rüzgar alanının %20-%25 oranında artırılmasının, hem batı hem de doğu Akdeniz havzalarında güvenilir bir doğrulukla model sonuçlarını iyileştirdiğini göstermektedir. Araştırmacılar Doğu Akdeniz'deki ölçüm cihazlarının eksikliği ve doğruluğunun düşük olmasının, dalga ön tahmin sayısal modellerinin kalibrasyonu ve doğrulanmasında önemli bir kısıtlama olduğunu belirtmiştir. Çalışmada kalibrasyon şamandıralarının bolluğu ve iyi coğrafi konumu, modelin performansını iyileştirmede önemli bir katkı sağlayabileceği söylenmiştir. Bu çalışmada değiştirilmiş ECMWF tarafından koşturulan SWAN yazılımı, fırtına piklerinin daha doğru bir tahmini ile diğer modellerden daha iyi performans göstermiştir. Çalışmanın sonucunda kıyı mühendisleri için Akdeniz havzası boyunca yüksek çözünürlüklü ağ sistemi, güvenilir bir yüksek çözünürlüklü dalga atlası geliştirilmiştir. Araştırmacılar çalışmada, SWAN modeli tüm Akdeniz boyunca dağılmış bir dizi dalga şamandırası tarafından kalibre edilmiş ve doğrulanmış olsa da özellikle Doğu Akdeniz'deki derin su şamandıraları olmak üzere kalibrasyon konumlarının sayısının artırılmasına, artan şamandıraların mevcut çalışma sonuçlarını önemli ölçüde iyileştirebileceğine değinmiştir.

Musić ve Nicković (2008) HIPOCAS (Hindcast of Dynamic Processes of the Ocean and Coastal Area of Europe) projesi kapsamında Doğu Akdeniz için dalga iklimi çalışması yapmışlardır. Çalışmada Orta ve Doğu Akdeniz'deki farklı alanlar üzerinde hem enlem hem de boylamda 0.25° ve 0.125° mekansal çözünürlüklerde 44 yıllık rüzgar dalgası veri seti üretilmiştir. Çalışma Akdeniz üzerinde 31 konumu

kapsamaktadır. Bu çalışmada, bölgesel atmosferik model REMO tarafından üretilen yüksek çözünürlüklü ve homojen saatlik rüzgar verileri ile WAM dalga modeli çalıştırılmıştır. Araştırmacılar sayısal dalga verilerini, yerinde ölçüm ve uydu ölçümleri ile karşılaştırmış ve doğrulamasını yapmıştır. Uydu verileri MeteoMer tarafından sağlanmıştır. Ölçümlerle model çıktılarının yüksek uyum sağladığı gözlemlenmiştir. Çalışma sonucu, seçilen konumlardan çoğu için en büyük dalga dalga yükseklikliklerinde azalma eğilimi belirlenmiştir. Araştırmacılar doğrulama sonuçlarının Doğu Akdeniz için HIPOCAS dalga tahminlerini kıyı uygulamaları için çok faydalı bir araç haline getirdiğini ortaya koymuşlardır.

Akhtar vd. (2018) Akdeniz iklimi büyük mevsimsel sıcaklık değişimleriyle bilindiğini ve Akdeniz'de küresel ve bölgesel öneme sahip hava-deniz etkileşimleri meydana geldiğini belirtmiştir. Bu sebeple Akdeniz ikliminin doğru şekilde modellenmesi için okyanus atmosfer ve hava-deniz etkileşimlerinin doğru temsil edilmesi çok önemlidir. Bu çalışmada Akdeniz üzerinde okyanus atmosfer ilişkisini, atmosferik sayısal ağ çözünürlüğünün 10-m rüzgar hızını etkileyip etkilemediğini araştırmışlardır. Ayrıca su yüzeyi sıcaklığının günlük değişiminin hava-deniz ısı akışları ve rüzgar hızı üzerindeki etkisini de incelemiştir. Bölgesel süreçleri incelemek için yüksek çözünürlüklü modeller hesaplama açısından mümkün olmadığından ayrık bölgesel iklim modelleri (RCM) kullanılmaktadır. Çalışmada hidrostatik olmayan denklemleri esas alan RCM COSMO-CLM v4.21 ayrık ve birleşik (atmosfer-okyanus) konfigürasyonları da kullanılmıştır. Modelin başlangıç ve sınır koşulları ECWMF'nin ERA-Interim yeniden analiz verilerinden alınmıştır. Birleşik ve ayrık konfigürasyonlarda 0.44°'lik bir atmosferik sayısal ağ çözünürlüğü ve 0.088°'lik daha ince bir atmosferik sayısal ağ çözünürlüğü kullanılmıştır. Çalışma sonucunda araştırmacılar ince atmosferik sayısal ağ simülasyonlarının rüzgarları kaba ağ simülasyonlarından daha iyi temsil ettiğini ve 10-m rüzgar hızlarının, gözlem verilerine yakın olduğunu ortaya koymuştur. Su yüzeyi günlük değişimlerinin atmosferin ortalama mevsimsel durumu için öneminin az olduğunu göstermiştir. Çalışma Akdeniz'deki iklim değişikliğinin etkisini incelemek için yüksek çözünürlüklü birleşik sistemlerin faydalı olacağını göstermiştir.

Fosil yakıtlar olan bağımlılığı azaltmak için yenilenebilir enerjiye yönelim oluşmuştur. Bu sebeple dalga ve rüzgar enerjisinin önemi artmıştır. Bozzi vd. (2018) okyanus dalgalarından elektrik üretiminin, küresel ölçekte yüksek dalga enerjisi potansiyeli sayesinde giderek artan bir ilgi gördüğünü belirtmiştir. Bu kapsamda araştırmacılar Akdeniz'de açık denizin dalga elektrik üretimi potansiyelini araştırmıştır. Çalışma, kıyı şeridi boyunca sekiz adet açık deniz dalga enerjisi dönüştürücüsünün performansını 37 yıllık (1979-2015) dalga tahmini verilerine dayanarak değerlendirmektedir. Çalışmada atmosferik özellikleri, dalga oluşumunu ve yayılmasını modellemek için WRF-ARW (The Weather Research and Forecasting) v3.3.1 ve WaveWatchIII v3.14 modelleri kullanılmıştır. Çalışmada analiz edilen teknolojiler daha enerjik dalga iklimleri için tasarlandığından, Akdeniz dalga koşullarına uyması için Froude benzerlik kriterine göre küçültülmüş cihazlar düşünülmüştür. Cihaz ölçeğini optimize ettikten sonra, her bir teknoloji için en iyi konuşlandırma sahaları belirlenmiştir. Araştırmacılar en yüksek performansa sahip yerlerin, Akdeniz havzasında eşit olarak dağılmadıklarını, bunun yerine farklı dalga iklimlerine karşılık gelen kümeler halinde toplandıklarının belirtmişlerdir. Çalışmada incelenen dalga gücü teknolojilerinin çoğunun, yerel dalga iklim koşullarına uyacak uygun bir şekilde küçültüldüğünde, Akdeniz'de iyi bir performans vereceği gösterilmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek dalga enerji dönüştürücüsü performansını gösteren konumlardaki optimal boyutun, cihazın orijinal boyutunun 1/3'ü ile 1/4'ü arasında olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın amacı gelecekteki dalga enerjisi projeleri için tavsiyelerde bulunmaktır.

Menendez vd. (2014) okyanus yüzeyindeki rüzgarın, çeşitli oşinografik olaylarda önemli bir rolünün olduğunu belirtmiştir. Ayrıca açık deniz rüzgarlarının, yenilenebilir enerji ve özellikle son yıllarda teknik ve ticari önemi artan bir sektör olan açık deniz rüzgar tarlaları da dahil olmak üzere birçok sosyo-ekonomik sektör için önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Menendez vd. (2014)'nin yaptıkları çalışmanın amacı açık deniz yüzey rüzgar alanlarına odaklanan WRF-ARW modelini kullanarak Akdeniz bölgesi üzerinde yüksek çözünürlüklü bir atmosferik tahmin geliştirmektir. Bu çalışmada, ECMWF ERA-40, NCEP/NCAR (National Center for Environmental Prediction/ the National Center for Atmospheric

Research) ve ERA-Interim yeniden analiz verileri kullanılmıştır. Yeniden analiz verileri, gözlemsel verilere bir alternatif olarak ele alınmıştır. Araştırmacılar çalışmada ERA-Interim yeniden analizinden elde edilen sınır verilerinin en doğru tahminleri ürettiğini göstermişlerdir. Çalışmada en uygun model konfigürasyonunu seçmek için, Ekim-Aralık 2001 dönemini göz önünde bulundurarak bir hassasiyet deneyi uygulanmıştır. Hassasiyet deneyine göre, SeaWind I (60 yıl boyunca 30 km yatay çözünürlük) ve SeaWind II (20 yıl için 15 km yatay çözünürlük) olmak üzere iki rüzgar tahmin veri seti üretilmiştir. Ortaya çıkan yüzey rüzgarlarının doğrulaması, iki açık deniz gözlemsel veri seti dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu gözlemler için, belirli konumlarda rüzgar zaman serilerini doğrulamak için saatlik yüzey şamandıra istasyonları ve tüm Akdeniz'de mekansal doğrulama için rüzgar altimetre uydu gözlemleri dikkate alınmıştır. Doğrulama sürecinden elde edilen sonuçlar, güney Avrupa bölgesi için gözlemlerle çok iyi bir uyum gösterdiği ortaya koyulmuştur. Çalışmada deniz yüzeyi rüzgarının istatistiksel yapısı analiz edilmiş ve Weibull olasılık dağılımı ile uyumu karşılaştırılmıştır. Ayrıca, rüzgar sürekliliği ve ekstrem rüzgar hızı karakterize edilmiş ve rüzgar enerjisi miktarları tahmin edilerek rüzgar enerjisi üretiminin ilgili alanları tanımlanmıştır. Sonuçlar, batı Akdeniz havzasının doğu havzasından daha fazla ekstrem rüzgara sahip olduğunu ve Cezayir kıyı şeridinin yanı sıra, kuzey kıyısının güney Akdeniz'den daha güçlü rüzgarlar sunduğunu göstermiştir.

Lira-Loarca vd. (2021) Akdeniz bölgesinde, enerji tedariğinde büyük ölçüde fosil yakıtların hakim olduğunu ifade etmiştir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (2020) teknik raporunda açık denizde rüzgar ve dalga enerjisi sistemlerinin, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmada çok önemli bir rol oynayabileceği belirtilmiştir. Rüzgar-dalga yenilenebilir sistemlerinin avantajları ve iklim koşullarındaki değişikliklere bağımlılıkları göz önüne alındığında, iklim değişikliğinin rüzgar ve dalga kaynakları üzerindeki etkilerini anlamak önemlidir. Lira-Loarca vd. (2021) yaptıkları çalışmada 2100 yılına kadar Akdeniz'de gelecekteki rüzgar ve dalga enerjisi kaynaklarının iklim değişikliği üzerindeki etkilerini ve bu enerjinin kullanılabilirliğini araştırmıştır. Bu çalışmada, iklim değişikliği senaryosu RCP 8.5 kapsamında yüzyıl ortası (2030-2060) ve yüzyıl sonu (2070-2100) için öngörülen

değişikliklere odaklanarak rüzgar ve dalga enerjisi kaynaklarının mevcudiyetini ve bunların zamansal korelasyonunu değerlendirmişlerdir. Çalışmada geçmişe dönük 1979-2020 dönemi için saatlik rüzgar alanları kullanılmıştır ve 10 m rüzgar alanı verileri, hidrostatik olmayan orta ölçekli WRF modeli sürüm 3.4'ten elde edilmiştir. İklim değişikliği senaryosu RCP8.5 altında 6 saatlik zamansal çözünürlüğe ve 0.11° uzamsal çözünürlüğe sahip gelecekteki atmosferik rüzgar alanı verileri ise, dokuz modelden oluşan bir grup için EURO-CORDEX projesi tarafından sağlanmıştır. Geçmiş ve gelecek koşullar için dalga üretimi ve yayılımı Wavewatch III dalga modeli kullanılarak yapılmıştır. Çalışma sonucunda rüzgar gücü bakımından yüzyılın sonunda Akdeniz'in büyük bir bölümünde ilkbaharda %10-30'luk artışlar, Doğu Akdeniz'de güçlü düşüş ile mevsimsel ortalama değerler için yüksek model uyumu elde edilmiştir. Yüzyıl sonu koşulları için Akdeniz'in çoğu için ortalama yıllık dalga enerjisi akısında %10-20'ye varan güçlü bir düşüş elde edilmiştir. Çalışmada mevsimsel analizde, kış için hem yüzyılın ortası hem de sonu için dalga enerjisi değerlerinde güçlü bir düşüş gözlemlenmiştir. Çalışma, birleşik dalga ve rüzgar kaynağının bolluğuna ve mevcudiyetine ve bunların geçici korelasyonlarına dayalı olarak kullanılabilirliğinin bir değerlendirmesini sunmaktadır.

Bloom vd. (2008) Doğu Akdeniz'de yaptığı çalışmada 21. yüzyıldaki rüzgar hızı ve rüzgar enerjisi yoğunluğundaki değişiklikleri araştırmıştır. Bu araştırma yapılırken mevcut iklim simülasyonu (1961-1990) ile IPCC A2 emisyon senaryosu simülasyonunu karşılaştırmışlardır. Çalışma bölgesel iklim model simülasyonları 25x25km çözünürlüklü PRECIS modeli ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ayrıca mevcut iklim simülasyonlarındaki rüzgar hızının PRECIS (0.22°x0.22°) ile ERA40 (1°x1°) yeniden analiz verileriyle karşılaştırılması yapılmıştır. Rüzgar hızları arasındaki fark karada denize göre daha az olmaktadır. Bu çalışmada, yazarlar mevcut ve gelecekteki iklim simülasyonları ortalama rüzgar hızı karşılaştırıldığında, karada ve Ege Denizi'nde artış Akdeniz'de azalma olduğunu göstermiştir. Ege Denizi üzerinde artış dışında, modelde deniz üzerinde genel bir rüzgar enerjisi yoğunluğu düşüşü görülmektedir. Çalışma verilerin aylık analizinde karada, nisan-ağustos ayları arasında önemli artış, aralık ve ocak aylarında rüzgar hızlarında düşüş olduğunu göstermiştir.

Alvarez ve Lorenzo (2019) açık deniz rüzgar enerjisinin, fosil yakıtlara olan enerji bağımlılığını azaltmak için uygun bir seçenek olarak gelişmiş ülkelerin enerji ortamında önemli bir rol oynadığını ifade etmişlerdir. Bu doğrultuda araştırmacılar CORDEX projesinden rüzgar simülasyonlarını kullanarak gelecekte ısınmayı içeren iki senaryo altında Akdeniz bölgesi üzerindeki açık deniz rüzgar enerjisi potansiyelindeki değişiklikleri araştırmıştır. Çalışmada iklim değişikliğinin rüzgar enerjisi potansiyeli üzerindeki etkisi, yakın gelecek dönem (2021–2060) ile tarihsel dönem (1971–2005) arasındaki farklar dikkate alınarak karakterize edilmiştir. 1971-2005 koşullarının değerlendirmesini yapmak için, bölgesel iklim modelleri ile ERA-Interim simülasyonları karşılaştırılmıştır. Gelecek rüzgar verilerini, RCP 4.5 ve RCP 8.5 olmak üzere iki senaryo için iklim tahminlerinden elde etmişlerdir. Çalışmada gelecekteki rüzgar enerjisi potansiyelindeki mevsimsel değişiklikleri daha iyi karakterize etmek için, 1971-2005 döneminde maksimum rüzgar hızının ve rüzgar gücü potansiyelinin en yüksek olduğu yerleri dikkate almışlardır. Çalışma sonuçları RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarında her bölge için benzer bir mevsimsel döngü göstermiştir. Çalışmanın sonucunda tüm simülasyonlar için Ege Denizi üzerinde rüzgar gücü potansiyelinde önemli bir artış olduğu görülmektedir ve en belirgin artışlar ilkbahar ve yaz aylarında meydana gelmiştir.

Nezhad vd. (2021) Akdeniz'de bulunan Semadirek Adası için yeniden analiz verilerini kullanarak açık deniz rüzgar tarla sahasının gelişme olasılığının değerlendirmesini yapmışlardır. Çalışmada 40 yıllık (1979-2019) ECMWF ERA-Interim yeniden analiz rüzgar hızı verileri kullanılmıştır. Araştırmacılar analizler için coğrafi bilgi sistemi yazılımı kullanmışlardır. Bu çalışma, Akdeniz'de son 40 yılda değişen açık deniz rüzgar hızının trendinin yanı sıra konum başına açık deniz rüzgar enerji potansiyelini de göstermektedir. Çalışmada rüzgar türbinlerinin kurulumu için uygun konumlar belirlenmiştir. Çalışma sonucunda adanın batısındaki rüzgar hızı potansiyelinin doğudaki rüzgar hızı potansiyelinden fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Sonuçlar ayrıca Semadirek Adası'nın güneybatı bölgesinin, yakın ve açık deniz alanlarında gelecekteki açık deniz rüzgar tarlaları için iyi bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Araştırmacılar dünyanın

farklı yerlerinde açık deniz rüzgar tarlalarının gelişimi için unutulmuş alanların rüzgar potansiyelini daha iyi anlamamıza yardımcı olabileceğini belirtmişlerdir.

Rusu ve Rusu (2019) sera gazı emisyonlarının küresel ısınma üzerindeki etkileri ve bunun sonucunda meydana getirdiği zararlar nedeniyle azaltılmasının gerekliliğine dikkat çekmiştir. Ayrıca deniz ortamının, dalgalardan, açık deniz rüzgarlarından, gelgitlerden veya akıntılardan elde edilebilecek bol miktarda yenilenebilir enerji kaynağı olduğunu da belirtmişlerdir. Akdeniz'in Avrupa kıyısında yüksek enerji talebi vardır ve daha fazla kullanım için yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinin de değerlendirilmesi gerekmektedir. Onea ve Rusu (2016) açık deniz rüzgar tarlalarının gelecekteki yerleşimleri için önemli yerleri bulmak için rüzgar enerjisi potansiyelinin kapsamlı değerlendirmelerinin yapılması gerektiğini belirtmiştir. Rusu ve Rusu (2019) yaptıkları çalışmada Akdeniz'in bazı referans noktalarındaki rüzgar enerjisi gücünü, RCM tarafından sağlanan rüzgar alanlarını kullanılarak değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada, rüzgar alanı Rossby Center bölgesel iklim modeli – RCA4 modeli tarafından simüle edilmiş, başlangıç ve yanal sınır koşulları ise EC-EARTH Küresel İklim Modeli (GCM) tarafından sağlanmıştır. Geçmiş rüzgar alanları 1976-2005 arasındaki 30 yıllık bir dönemdir. Çalışmada kullanılan rüzgar verileri EURO-CORDEX veri sunucularından elde edilmiştir. Gelecekteki rüzgar alanı projeksiyonu, 2021-2050 arasındaki 30 yıllık aralığı kapsamaktadır ve RCA4 modeli tarafından RCP4.5 senaryosu altında simüle edilmiştir. Araştırmacılar iklim değişikliğinin rüzgar enerjisi kaynakları üzerindeki etkisi de tarihsel ve öngörülen rüzgar enerjisi arasında karşılaştırmalar yapılarak araştırmışlardır. Her iki veri arasında önemli bir fark gözlemlememişlerdir. Çalışmada ele alınan konumların yarısında rüzgar enerjisi için hesaplanan değerler yükselmiştir. Çalışma sonucunda Ege Denizi'nde yer alan iki konumda rüzgar gücü değerleri yüksek ve üniform elde edilmiştir.

De Leo vd. (2021) mühendislik uygulamaları için durağan olmayan ekstrem değer analizinin (NEVA) ekstrem değer analize (EVA) ne zaman tercih edileceğini belirlemek için bir metodoloji geliştirmek amacıyla ekstrem değer analizinin kullanımını analiz etmiştir. Çalışmada, Akdeniz'deki yıllık maksimum belirgin dalga yüksekliğinin (H_s) zaman serileri için lineer trend varsayımı altında H_s ve pik periyottaki (T_p) durağan olmayan ekstrem değer analizinin güvenilirliği analiz

edilmiştir. Havza üzerindeki yıllık maksimum H_s lineer trendlerinin çok değişken olmasından dolayı Akdeniz böyle bir araştırma için ideal olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma, H_s, T_p ve NEVA'nın iki değişkenli analizinde çevresel sınırları hesaplamak için yeni bir yöntem sağlamıştır. Araştırmacılar durağan olmayan modellerin yanlış kullanımını önlemeye yardımcı olan keşifsel veri analizi için bir iş akışını izlemiştir. Analiz yapılan her düğümde 1979-2018 arasındaki H_s ve T_p değerlerini içermektedir ve analiz için yıllık maksimum H_s değerleri seçilmiştir. Sonuçlar, durağan olmayan analizin, yalnızca dikkate alınan tüm ölçülerin bir trendin varlığını göstermede tutarlı olduğunda durağan analize göre avantaj sağladığını göstermiştir.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmanın amacı Doğu Akdeniz'e ait uzun dönem rüzgar ve dalga ikliminin belirlenmesidir. Rüzgar ve dalga iklimleri elde edilirken 3. nesil dalga modeli olan MIKE 21 SW yazılımı kullanılmıştır. ERA-Interim, ERA5 ve CFSR rüzgar verileri için kalibrasyon parametreleri belirlenerek çalışma alanı için en iyi sonuçların elde edilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen rüzgar güllerinden hakim rüzgar yönünde değişimin, dalga güllerinden ise hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği konumlar belirlenmiştir. En büyük değer rüzgar ve dalga istatistikleri Weibull ve GEV dağılımı için elde edilmiştir. Bu çalışmada hakim rüzgar ve dalga yönlerinin değiştiği istasyonlarda Weibull ve GEV dağılımları karşılaştırılarak doğruluklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.3 Hipotez

Uzun dönemli rüzgar ve dalga iklimi deniz yapılarında tasarım için gerekli bileşenleri barındırmaktadır. Genel olarak saha ölçümlerinin yetersiz ve maliyetli olmasından dolayı uzun dönemli rüzgar ve dalga iklimi için sayısal modellerin önemli bir yeri vardır. Bu çalışmada MIKE 21 SW ile Doğu Akdeniz'de 91 adet istasyon için uzun dönemli rüzgar ve dalga iklimi, model çıktısının parametrelerinin istatistiksel analizinden elde edilmiştir. Ayrıca hakim rüzgar ve dalga yönünün değiştiği istasyonlar belirlenmiştir. Bu istasyonlara ait rüzgar ve dalga iklimleri karşılaştırılmıştır.

2
DALGA TAHMİNİ VE ATMOSFERİK BASINÇ ALANI

2.1 Giriş

Dalga modellerini iki gruba ayırmak mümkündür. Birincisi hızlı çalıştırılabilen veya hızlı kullanılabilen basit modeller (örneğin birkaç dakika), ikincisi ise yoğun bilgisayar destekli modellerdir. Dalga modellerinin türleri ve tarihsel gelişimleri aşağıda verilmiştir.

İlk dalga tahmin modelini, Sverdrup ve Munk (1947) , İkinci Dünya Savaşı amfibi operasyonları için kıyıya yakın dalga yüksekliklerini tahmin etmek amacıyla geliştirmişlerdir (Cardone, 1974). Sverdrup ve Munk tarafından geliştirilen model aynı zamanda şu an iyi bilinen terimleri, belirgin dalga yüksekliğini ve belirgin dalga periyodunu da tanıtmıştır. Model, rüzgar hızı, feç uzunluğu ve esme süresi bilgisinden bu iki parametreyi tahmin eden model belirgin dalga yöntemi olarak adlandırılmıştır. Kullanılan teknik normal bir nomogramdır.

Sverdrup ve Munk tarafından geliştirilen ve daha sonraki bazı revizyonlarla (Bretschneider, 1952, 1958; Wilson 1955) (Cardone, 1974'te vurgulanan) geliştirilen dalga modeli kullanım kolaylığından dolayı daha yaygın kullanıma olanak sağlamıştır. Bu model, 1978'de daha gelişmiş bir model ile çekiciliğini kaybetmiştir. Bu değişikliğin nedeni ilk olarak, modeli geliştirmek için kullanılan yanlış teorinin, doğru sonuçlarının olmamasıdır. İkinci neden, model iyileştirmesi için bir sistem sağlamakta başarısız olmasıdır. (Cardone, 1974)

Sverdrup ve Munk modelinin yerini alan model türü, spektral dalga enerjisi modelidir (akıntı etkileri dahil edildiğinde dalga hareketi olarak da adlandırılmaktadır). Bu tip modelin kökenleri 1950'lerde Gelci, vd. (1956) (Cardone, 1974'te vurgulanan) ile başlamaktadır ve gerilme akısı transfer denklemi yoluyla enerjinin korunumunu kullanmaktadır. Akıntı olmayan derin sularda bu denklem şu şekilde formüle edilmektedir (Ewing ve Hague, 1993).

$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} + c_g \cdot \nabla \Psi = Kaynaklar + Kuyular = S_{in} + S_{nl} + S_{ds} + S_{bot} \qquad (2.1)$$

Burada:

Ψ yönlü dalga enerji spektrumudur. Frekans ve yönün yanı sıra konum ve zaman (t) koordinatlarının bir fonksiyonudur.

∇, gradyan operatörüdür.

C_g (derin su) dalga grup hızıdır.

S_{in}, rüzgar alanından gelen enerji girişidir.

S_{nl}, enerjinin yüksek frekanslardan düşük frekanslara lineer olmayan transferini temsil etmektedir. Bu, yakın kıyı dalga modellemesi için önemli bir parametredir.

S_{ds}, dalga kırılmasından kaynaklanan enerji kaybıdır. Bu tür kırılma kıyı şeridinden uzakta olabilir, bu durumda köpüklenme olarak adlandırılır. Kırılma sığ su topografyasından da kaynaklanabilmektedir.

S_{bot}, S_{ds} gibi bir enerji kaybıdır ve taban sürtünmesi ve sapma gibi süreçleri temsil etmektedir.

Spektral modeller açık deniz konumlarına başarıyla uygulanmıştır. Sonrasında, kıyı ve kıyıya yakın alanlarına odaklanılmıştır. Ancak bu alanlar için sürtünme, sapma ve derinlik kaynaklı kırılma gibi sığ su bölgelerinin dahil edilmesi gerekmiştir.

Yakın kıyı spektral dalga modellerine ek olarak, yakın kıyıdaki dalgaları tahmin etmek için başarıyla kullanılan dört model türü daha vardır. Bunlar eliptik "küçük eğim" modeli, Boussinesq modelleri, simülasyon modelleri ve ampirik modellerdir.

Küçük eğim denklemi, yalnızca tabanın eğiminin <0.1 olduğu bölgelere uygulanabilmektedir. Bu tür dalga modelleri momentum denklemlerine dayanmaktadır. Dalga spektral modellerinden farklı olarak dalga dönme ve yansımasını dikkate almaktadır. Ancak, dalga oluşumunu modelleyememektedirler.

Boussinesq modelleri, soluğan ve rüzgar dalgalarının derinden sığ suya yayılmasını modellemektedir ve dalga sapması, dönme, sığlaşma, yansıma, dalga

üremesi, dalga grubu ve lineer olmayan dalga-dalga etkileşim süreçlerini içermektedir. Bazen faz çözümleme modelleri olarak da adlandırılmaktadırlar ve küçük kıyı alanlarındaki dalga koşullarının gerekli olduğu mühendislik çalışmalarında kullanılmaktadırlar. Bunun nedeni, yalnızca derinlik-dalga boyu oranlarının 0.22'den az olduğu bölgelerde uygulanabilmeleridir (Madsen vd., 1991). Dalga boyu başına beşten fazla veri noktası gerektirdikleri için küçük bölgelerle kısıtlama ortaya çıkmaktadır.

İlk Boussinesq modeli, düz batimetriler için Boussinesq tarafından 1872 yılında geliştirilmiştir (Dingemans, 1997). 1872'den beri Boussinesq denklemlerini (genellikle iki lineer momentum denklemi ile kütle denkleminin sürekliliğini içermektedir.) oluşturmak için kullanılan çok sayıda yöntem vardır. Günümüzde, Boussinesq modelleri, değişken batimetrilere uygulanabilmektedir. Boussinesq modellerini temsil eden denklemlerin, Boussinesq'in ihmal edilebilir yatay yoğunluk değişimlerine ilişkin varsayımlarını içeren hareket denklemleriyle karıştırılmaması gerekmektedir.

Simülasyon modelleri, dalgalar açık denizden kıyıya yakın alanlara yayılırken dalga karakteristiklerinin sürekli değiştiği gözlemini kullanmaktadırlar. Bazı araştırmacılar, sürekli değişiklikleri, her biri kendi dalga formülasyon setine sahip dört farklı alt bölüme ayırmak için derinlik-dalga boyu oranını kullanmaktadır. Bu alt bölümler, açık denizden daha sığ alanlara, şu şekildedir: (1) sinüzoidal veya Airy, (2) Stokes, (3) cnoidal ve (4) soliter. Bu tür modellerle ilgili tek sınırlama, farklı dalga bölgelerinin sınırlarında süreksizliklerin oluşmasıdır.

Sverdrup ve Munk modeli gibi ampirik modeller, boyutsal analizden kaynaklanan bu modellerle rüzgar hızı, feç uzunluğu, esme süresi ve derinlik gibi verilerden yararlanarak belirgin dalga yüksekliğini tahmin etmektedirler. Bu modeller hızlı hesaplamalar için uygun temel modeller olarak düşünülebilirler.

2.2 Üçüncü Nesil Dalga Modelleri ve Sayısal Modelleme

Sayısal modeller sapma, dönme, sığlaşma gibi etkileri dikkate alarak dalga ilerlemesini modellemektedirler. Modeller spektral ve dalga ilerleme modellerinden oluşmaktadır (Yüksel, 2020).

Spektral Modeller

HISWA (Hindcasting Shallow water WAves); İkinci kuşak dalga spektral modelidir. Sığlaşma, sapma ile rüzgar, akıntı nedeniyle dalga bloklanmasını ve dalga kırılmasını dikkate alan dalga üremesini modellemektedir (Yüksel, 2020).

SWAN (Simulating WAves Nearshore): HISWA'nın özelliklerine ilaveten taban sürtünmesini, lineer olmayan dalga-dalga etkileşimini dikkate almaktadır (Yüksel, 2020).

Bu modeller;

Sapma ve sığlaşma etkilerini içeren derin deniz dalga spektrumlarının yakın kıyıya ilerlemesini modelleyen sayısal çözümlerdir.

Açık deniz spektrumu uzamsal ve frekans alanında ayrıklaştırılır.

Sapma ve sığlaşma analizleri her doğrultu-frekans alanında yapılır ve yakın kıyı yönsel spektrumları elde edilir.

Yakın kıyı spektrumu aşağıdaki ifade ile belirlenmektedir.

$$E_i(f,\theta_i) = E_0(f,\theta_0)\frac{cC_{g0}}{cC_g} \qquad (2.2)$$

Bu modellerde açık deniz spektrumlarının bilindiği edilmektedir, açısal değişim ve sığlaşma sayısal olarak elde edilmektedir. Böylece yakın kıyıdaki herhangi bir noktadaki sığlaşma ve sapma ile kırılma işlemlerini dikkate alan dalga iklimi elde edilmektedir (Yüksel, 2020).

Momentum Korunumu Modelleri: Dalga üretimini dikkate almayan bu modeller dalga ilerlemesini modellemektedir (Yüksel, 2020).

MSE (Küçük Eğim Denklemi) Eliptik bir modeldir. Taban eğimi <0.1'dir.

REF/DIF-S (REFraction, DIFraction) Parabolik bir modeldir. Sapma, dönme, sığlaşma, dalga akıntı etkileşimi ve enerji harcanımını dikkate almaktadır .

REFRAC (REFRACtion) Hiperbolik bir modeldir.

Boussinesq Modeli**:** Küçük bir kıyı alanında geçerli olan bu model rüzgar dalgası ve soluğanın ilerlemesini süreklilik ve momentum denklemlerini dikkate alarak

çözümlemektedir. Diğer modellere ilave olarak yansıma etkisini de modellemektedir. Bu modeller "phase-resolving model" olarak da adlandırılmaktadır. Uygulama alanı d/L<0.22'dir (Yüksel, 2020).

Simülasyon Modelleri: Derin sudan sığ suya karakteristikleri sürekli değişen dalgaların ilerlemesini modellemektedir Bu amaçla Airy, Stokes, cnoidal ve soliter dalga teorileri kullanılmaktadır. Bu gibi modeller dalga teorilerinin geçerlilik limitlerinden dolayı dalga ilerlemesini modellemesinde süreksizlikler söz konusudur (Yüksel, 2020).

- WAVE
- Lakhan (1989)

Dalga ilerleme modelleri dalga boyuna bağlı olarak

- Ani değişen dalga ve
- Tedrici değişen dalga modelleri olarak da sınıflandırılmaktadır.

Ani değişen dalga modelleri dalga boyu mertebesinde dalga parametrelerindeki değişimleri modellemektedirler. Tedrici değişen dalga modellerinde ise dalga boyu değişiminin dalga parametreleri üzerinde etkisi küçüktür. Ani değişen dalga ilerlemesi "phase-resolving modelleme" tekniği buna karşın tedrici değişen dalga ilerlemesi "phase averaged modelleme" tekniği çözümlenmektedir (Yüksel, 2020).

Phase-resolving (faz çözümleme) modelleri frekans veya zaman alanında (genlik ve faz) anlık hareketleri tanımlayan ifadeler kullanılmaktadır. Bu tip modellere örnek olarak küçük eğim denklemi (MSE) ve Boussinesq modeli verilebilmektedir (Yüksel, 2020).

Phase averaged (faz ortalama) modelleri ise dalga numarası, grup hızı, dalga ışınları gibi terimleri tanımlayan kinematik yayılma denklemlerini kullanarak ortalama özellikleri ve enerji dengesini kullanmaktadır (Yüksel, 2020).

Kaynak fonksiyonunun bileşenlerindeki farklılıklar, çeşitli sayısal dalga modelleri arasındaki genel farklılıkları belirlemektedirler. Sayısal dalga modelleri temel olarak mekanizmalarına göre dört kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar birinci, ikinci, üçüncü ve geliştirilmiş üçüncü nesil dalga modelleridir. İlk nesil dalga modelleri, basit rüzgar alanlarını temel alarak, lineer olmayan etkileşimler ve enerji kaybı

dikkate alınmadan geliştirilmiştir. İkinci nesil dalga modelleri, değişen rüzgar alanları ve basitleştirilmiş lineer olmayan etkileşimler kullanılarak geliştirilmiştir. Burada deniz yüzeyi, lineer dalga teorisine göre her biri sabit frekansta yayılan çok sayıda tekil dalga bileşeninin toplamı olarak tanımlanmaktadır. Üçüncü nesil dalga modelleri, modelleme sürecinin daha da iyileştirilmesi için geliştirilmiştir (Thomas ve Dwarakish, 2015). Üçüncü nesil dalga modelleri, derin deniz ve deniz sahanlıklarında rüzgar kaynaklı ve soluğan dalgaların büyümesinin, sönümlenmesinin ve transformasyonlarının tahmini için kullanılmaktadır (Sørensen vd., 2004).

Sayısal modeller, dalga iklimini hesaplamak için kullanılabilecek güçlü bir araçtır. Thomas ve Dwarakish (2015) okyanus dalgasının tahmini, açık deniz yapılarının inşası, liman ve limanla ilgili yapıların geliştirilmesi ve deniz operasyonları için büyük öneme sahip olduğunu vurgulamışlardır. Sayısal dalga tahminleri için kullanılan önceki modeller kaba ağ yapısı kullanmaktaydı. Bu, derin deniz bölgeleri için uygundur. Ancak kıyı bölgelerinin doğru bir şekilde modellenmesi için ince ağlar bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu, yeni üçüncü nesil sayısal model MIKE21 SW'nin geliştirilmesine yol açmıştır (Thomas ve Dwarakish, 2015).

2.3 MIKE 21 SW (Spektral Dalgalar)

2.3.1 Giriş

MIKE 21 SW, yapılandırılmamış ağlara dayanan üçüncü nesil spektral rüzgâr dalgası modelidir. Model, kıyılarda rüzgâr ve soluğan dalgalarının gelişmesini, sönümlenme ve transformasyonlarını benzeştirmektedir.

MIKE 21 SW iki farklı formülasyon içermektedir:

- Yönlü ayrıştırılmış parametrik formülasyonlar
- Tam spektral formülasyon

Yönlü ayrıştırılmış parametrik formülasyon, dalga hareket korunum denklemi parametreleştirilmesine dayanmaktadır. Parametreleme, bağımlı değişkenler olarak dalga hareket spektrumunun sıfırıncı ve birinci momentinin tanıtılmasıyla frekans alanında yapılır (Holthuijsen, 1989). Tamamen spektral formülasyon, yönlü frekans dalga hareket spektrumunun bağımlı değişken olduğu Komen vd.

(1994) ve Young (1999)'da tanımlanan dalga hareketi korunum denklemine dayanmaktadır.

MIKE 21 SW aşağıdaki fiziksel olayları içermektedir:

- Rüzgar etkisiyle dalga gelişmesi
- Non-lineer dalga-dalga etkileşimi
- Köpüklenme nedeniyle sönümlenme
- Taban sürtünmesi nedeniyle sönümlenme
- Derinlik kaynaklı dalga kırılmasına bağlı sönümlenme
- Derinlik değişimlerinden dolayı sapma ve sığlaşma
- Dalga-akıntı etkileşimi
- Zamanla değişen su derinliği ile su baskını ve kuruma etkisi

2.3.2 Uygulama Alanları

- MIKE 21 SW açık deniz ile kıyı bölgesindeki dalga ikliminin tahmin edilmesi amacıyla kullanılmaktadır.
- MIKE 21 SW bölgesel ve yerel kapsamda eşzamanlı dalga tahminiyle analiz için uygundur.
- MIKE 21 SW katı madde taşınımının hesaplanmasında kullanılmaktadır.
- MIKE 21 SW, dalga koşullarını ve ilgili radyasyon gerilmelerini hesaplamak için kullanılabilmektedir.
- MIKE 21 SW, küresel ölçekte de uygulanabilmektedir.

2.3.3 Temel Denklemler

2.3.3.1 Genel

Ağırlık dalga dinamikleri, dalganın hareket yoğunluğunun taşınım denklemi ile belirtilmektedir. Düşük kapsamlı uygulamalarda temel taşınım çoğunlukla kartezyen koordinatlarda formülleştirilirken, büyük kapsamlı uygulamalarda küresel kutupsal koordinatlar tercih edilmektedir. Dalganın hareket yoğunluk spektrumu, ikili dalga faz parametresinin fonksiyonudur. Ayrıca zaman ile alana göre değişmektedir. İkili dalga fazı değişkenleri, dalganın numara vektörü $\vec{k}$

büyüklügü k ve dalganın yönü θ olabilmektedir. Ayrıca, dalga faz parametreleri dalga yönü θ ile göreceli açısal frekans $\sigma=2\pi f_r$ ya da mutlak açısal frekans $\omega=2\pi f_a$ olabilir. Sunulan modelde, dalga yönü θ ve göreceli açısal frekans σ cinsinden bir formülasyon kullanılmıştır. Hareketin yoğunluk değeri, N(σ,θ), enerjinin yoğunluk değeri E(σ,θ) ile bağlantılıdır:

$$N = \frac{E}{\sigma} \tag{2.3}$$

Hızlı değişmeyen derinliklerde yayılan dalgaların ve akıntıyla göreli açı frekansının (akıntının hareketiyle ilerleyen bir çerçeve içinde görüldüğü gibi) mutlak açısal frekans, ω, (sabit bir çerçevenin içerisinde görüldüğü gibi) ile olan bağıntısı aşağıda verilen lineer dispersiyon ifadesi ile tanımlanmıştır.

$$\sigma = \sqrt{gk\,tanh(kd)} = \omega - \vec{k}\cdot\vec{U} \tag{2.4}$$

Burada g yerçekiminin ivmesi, d suyun derinliği ve $\vec{U}$ akıntının hız vektörünü göstermektedir. Dalganın enerjisine ait grup hızı büyüklüğünün c_g, akıntıyla ilişkisi aşağıda görülmektedir.

$$c_g = \frac{\partial\sigma}{\partial k} = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{2kd}{sinh(2kd)}\right)\frac{\sigma}{k} \tag{2.5}$$

Akıntının dalganın faz hızıyla c, ilişkisi şu şekilde verilmiştir.

$$c = \frac{\sigma}{k} \tag{2.6}$$

Frekans spektrumu, minimum frekans σ_{min} ve maksimum frekans σ_{maks} arasındaki sınırlıdır. Frekansın spektrumu, kesmenin frekansına göre daha alçak frekanslarda deterministik bir prognostik bölüm ve kesme frekansından daha büyük frekanslarda analitik bir diyognostik bölüm olarak ikiye bölünmektedir. Kesme frekansı dinamiğinde lokal rüzgarın hızı ve ortalama frekansı içeren WAM Cycle 4 modelinde (WAMDl Group, 1988); Komen vd., 1994) tarafından kullanılmıştır. Spektrumdaki deterministik kısım, sayısal yöntemler kullanılarak dalga hareket yoğunluğu için taşınım denklemi çözülerek belirlenmektedir. Prognostik bölgenin kesme frekansı limitinin üzerinde, parametrik koşul uygulanmaktadır.

$$E(\sigma,\theta) = E(\sigma_{maks},\theta)\left(\frac{\sigma}{\sigma_{maks}}\right)^{-m} \quad (2.7)$$

Burada m bir sabittir. Kullanılan modelde m=5 olarak alınmıştır. Maksimum prognostik frekans şu şekilde belirlenmektedir:

$$\sigma_{kesme} = min[\sigma_{maks}, maks(2.5\bar{\sigma}, 4\sigma_{PM})] \quad (2.8)$$

σ_{maks}, deterministik modelde kullanılan en büyük açıklıklı frekanstır. $\bar{\sigma}$ ortalama göreceli frekanstır ve $\sigma_{PM}=g/(28u_{10})$ tam gelişmiş dalgalar için Pierson-Moskowitz pik frekansıdır (U_{10}, ortalama su seviyesinden 10 m yüksekteki rüzgar hızını tanımlamaktadır). Diagnostik koşul, doğrusal olmayan taşınımın hesaplanmasında, kaynak fonksiyonlarda kullanılan integral değişkenlerin hesabında kullanılmaktadır. Minimum frekansın altında spektral yoğunlukların sıfır olduğu kabul edilmektedir.

2.3.3.2 Dalga Hareketi Korunum Denklemleri

Dalga hareketi denge denklemi küresel koordinatlardan formülleştirilmiştir (Komen vd., 1994; Young, 1999).

Kartezyen Koordinatlar

Yatay kartezyen koordinatlardaki dalganın hareket korunumu aşağıdaki şekilde yazılmaktadır:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \nabla \cdot (\vec{v}N) = \frac{S}{\sigma} \quad (2.9)$$

$N=(\vec{x},\sigma,\theta,t)$ hareket yoğunluğu, t zaman, $\vec{x}(x,y)$ kartezyen koordinatlar, $\vec{v}=\left(c_x,c_y,c_\sigma,c_\theta\right)$ $\vec{x}$ alanındaki dört boyutlu dalga grup hızı, σ, θ ve S bir dalga grubunun yayılma hızı olduğu ve S enerji dengesi denklemi için kaynak terimlerdir. ∇, $\vec{x}$, σ ve θ alanındaki dört boyutlu diferansiyel operatördür. Dört karakteristik ilerleme hızı şu şekilde verilmektedir.

$$\left(c_x, c_y\right) = \frac{d\vec{x}}{dt} = \vec{c}_g + \vec{U} \quad (2.10)$$

$$c_\sigma = \frac{d\sigma}{dt} = \frac{\partial \sigma}{\partial d}\left[\frac{\partial d}{\partial t} + \vec{U} \cdot \nabla_{\vec{x}} d\right] - c_g \vec{k} \cdot \frac{\partial \vec{U}}{\partial s} \tag{2.11}$$

$$c_\theta = \frac{d\theta}{dt} = -\frac{1}{k}\left[\frac{\partial \sigma}{\partial d}\frac{\partial d}{\partial m} + \vec{k} \cdot \frac{\partial \vec{U}}{\partial m}\right] \tag{2.12}$$

Burada s, θ dalga yönündeki alan koordinatıdır. m, s'ye dik bir koordinattır.$\nabla_{\vec{x}}$, $\vec{x}$ uzayındaki iki boyutlu diferansiyel operatördür.

Küresel Koordinatlar

Küresel koordinatlarda korunmuş özellik, hareket yoğunluğu $\hat{N}(\vec{x},\sigma,\theta,t)$'dur. $\vec{x}=(\phi,\lambda)$, küresel koordinatlardır. ϕ enlemi, λ ise boylamı ifade etmektedir. Hareket yoğunluğuyla $\hat{N}$, normal hareket yoğunluğu N (ve normal enerji yoğunluğu E) arasındaki bağıntı $\hat{N}d\sigma d\theta d\phi d\lambda = N d\sigma d\theta dx dy$ ile ya da aşağıdaki denklemle verilmektedir.

$$\hat{N} = NR^2 \cos\phi = \frac{ER^2 \cos\phi}{\sigma} \tag{2.13}$$

R, dünyanın yarıçapını ifade etmektedir. Küresel kutupsal düzlemlerde dalganın hareket dengesine ait denklem şu şekilde verilmektedir.

$$\frac{\partial \hat{N}}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial \phi} c_\phi \hat{N} + \frac{\partial}{\partial \lambda} c_\lambda \hat{N} + \frac{\partial}{\partial \sigma} c_\sigma \hat{N} + \frac{\partial}{\partial \theta} c_\theta \hat{N} = \frac{\hat{S}}{\sigma} \tag{2.14}$$

Burada $\hat{S}(\vec{x},\sigma,\theta,t) = SR^2 \cos\phi$ toplam kaynak ve kuyu fonksiyonudur. Dört karakteristik yayılma hızı şu şekilde verilmektedir.

$$c_\phi = \frac{d\phi}{dt} = \frac{c_g \cos\theta + u_\phi}{R} \tag{2.15}$$

$$c_\lambda = \frac{d\lambda}{dt} = \frac{c_g \sin\theta + u_\lambda}{R\cos\phi} \tag{2.16}$$

$$
\begin{aligned}
c_\sigma = \frac{d\sigma}{dt} = \frac{\partial\sigma}{\partial d}\left[\frac{\partial d}{\partial t} - \frac{d}{R}\left(\frac{1}{\cos\phi}\frac{du_\lambda}{\partial\lambda} + \frac{du_\phi}{\partial\phi} - u_\phi \tan\phi\right)\right] \\
- \frac{kc_g}{R}\left[\cos\theta\left(\sin\theta\frac{du_\lambda}{d\phi} + \cos\theta\frac{du_\phi}{d\phi}\right)\right. \\
+ \frac{\sin\theta}{\cos\phi}\left(\sin\theta\frac{du_\lambda}{d\lambda} + \cos\theta\frac{du_\phi}{d\lambda}\right) \\
\left. - \cos\theta\tan\phi\left(u_\lambda\sin\phi + u_\phi\cos\theta\right)\right]
\end{aligned}
\tag{2.17}
$$

$$
\begin{aligned}
c_\theta = \frac{d\theta}{dt} = \frac{c_g\sin\theta\tan\phi}{R} + \frac{1}{Rk}\frac{\partial\sigma}{\partial d}\left(\sin\theta\frac{\partial d}{\partial\phi} - \frac{\cos\theta}{\cos\phi}\frac{\partial d}{\partial\lambda}\right) \\
+ \frac{\sin\theta}{R}\left(\sin\theta\frac{\partial u_\lambda}{\partial\phi} + \cos\theta\frac{\partial u_\phi}{\partial\phi}\right) \\
- \frac{\cos\theta}{R\cos\phi}\left(\sin\theta\frac{\partial u_\lambda}{\partial\lambda} + \cos\theta\frac{\partial u_\phi}{\partial\lambda}\right)
\end{aligned}
\tag{2.18}
$$

(u_ϕ, u_λ) ortalama derinlikteki akıntı hızının $\vec{U}$'daki bileşenleridir. θ dalganın yönü denizde kullanılan rüzgar esinti yönüdür.

2.3.3.3 Kaynak Fonksiyonları

Enerji kaynak terimi S, birçok fiziksel olayları ifade eden kaynak fonksiyonlarının süperpozisyonunu temsil etmektedir.

$$
S = S_{in} + S_{nl} + S_{ds} + S_{bot} + S_{surf} \tag{2.19}
$$

Burada S_{in} rüzgarın ürettiği enerjiyi, S_{nl} lineer olmayan dalga-dalga etkileşiminden kaynaklanan dalga enerjisi taşınımını, S_{ds} köpüklenme nedeniyle dalga enerjisinin harcanımını, S_{bot} taban sürtünmesi kaynaklı enerjinin harcanımını vermektedir. S_{surf} derinliğe bağlı kırılmalar sonucundaki dalga enerjisinin harcanımını göstermektedir.

- **Rüzgar Girdisi**

Janssen (1989), Janssen vd. (1989) ve Janssen (1991), rüzgar kaynaklı dalga üretiminin büyüme hızının aynı zamanda dalga yaşına da bağlı olduğu göstermiştir. Bu deniz durumlarının aerodinamik direnimle bağımlı olmasından kaynaklanmaktadır.

Kaynak girdisi S_{in} şu şekildedir.

$$S_{in}(f,\theta) = maks\big(\alpha, \gamma E(f,\theta)\big) \tag{2.20}$$

Burada α doğrusal büyüme, γ doğrusal olmayan büyüme oranıdır.

Lineer Olmayan Büyüme

Dalgaların büyüme oranının basit bir parametreleştirmesi γ, Janssen (1991) tarafından önceden yapılmış detaylı sayısal çıktıların, eğriye dönüştürülmesi ile elde edilmektedir. Bu eğri, Snyder vd. (1981) gözlemleriyle uyumludur. Janssen aşağıdaki denklemi önermiştir.

$$\gamma = \varepsilon\beta\sigma x^2 \tag{2.21}$$

Burada ε havanın suya göre yoğunluğunu ρ_u/ρ_w, σ göreceli açısal frekansı göstermektedir. x ise aşağıdaki gibidir.

$$x = \frac{u_*}{c}\cos(\theta - \theta_w) \tag{2.22}$$

u_* rüzgarın sürtünme hızını, c faz hızını, θ ve θ_w sırayla dalganın ve rüzgarın yönlerini göstermektedir. β aşağıdaki gibi verilmiştir:

$$\begin{aligned} \beta &= \frac{1.2}{\kappa^2}\mu \ln^4 \mu \quad \mu \le 1 \\ \beta &= 0 \qquad\qquad \mu > 1 \end{aligned} \tag{2.23}$$

Burada κ von Karman sabitidir. κ=0.41'dir. μ ise boyutsuz kritik yüksekliği göstermektedir.

$$\mu = kz_c \tag{2.24}$$

k dalga numarasıdır. z_c rüzgara ve faza ait hızların aynı olduğu su seviyesinin üstündeki kritik yüksekliktir. Logaritmik rüzgâr kesiti dikkate alındığında kritik yükseklik şu şekilde yazılabilmektedir.

$$z_c = z_0 exp(\kappa/x) \tag{2.25}$$

WAM uygulandığında Denklem (2.22) aşağıdaki gibi düzenlenmiştir.

$$x = \left(\frac{u_*}{c} + z_\alpha\right)\cos(\theta - \theta_w) \tag{2.26}$$

Burada z_α=0.011'dir. Peter Janssen dikkate alındığında, WAM uygulamasıyla mantıklı büyütme ilişkisinin elde edilmesi amacıyla gereklidir.

(2.23) ve (2.26) denklemleri kullanılarak, rüzgar girdisine bağlı büyüme oranı şu şekilde hesaplanabilmektedir:

$$\begin{matrix} \gamma = \left(\frac{\rho_\alpha}{\rho_w}\right)\left(\frac{1.2}{\kappa^2}\mu \ln^4 \mu\right)\sigma\left[\left(\frac{u_*}{c} + z_\alpha\right)\cos(\theta - \theta_w)\right]^2 & \mu \leq 1 \\ \gamma = 0 & \mu > 1 \end{matrix} \tag{2.27}$$

Burada

$$\mu = kz_0 exp(\kappa/x) \tag{2.28}$$

u_*'ı hesaplamak için Janssen şu bağıntıyı vermiştir.

$$u(z) = \frac{u_*}{\kappa}\ln\left(\frac{z + z_{0w}}{z_{0b} + z_{0w}}\right) \quad z_0 = z_{0b} + z_{0w} \tag{2.29}$$

Burada z_{0b}, yerçekimi-kapiler dalgaların etkisini, z_{0w}, kısa ağırlık dalgalarının etkisini göstermektedir. z_{0b} aşağıdaki parametreler ile açıklanmaktadır.

$$z_{0b} = z_{Charnock} u_*^2 / g \tag{2.30}$$

Burada $z_{Charnock}$ Charnock parametresidir. Varsayılan $z_{Charnock}$=0.01'dir. Genellikle $z >> z_{0w}$'dir ve buna göre:

$$u_* = \frac{\kappa u(z)}{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \tag{2.31}$$

Modelde z_c ve u_*'yi elde etmek için üç farklı formülasyon uygulanmaktadır.

Direnç Yasası Kullanılan Ayrık Model

$z = z_{rüzgar}$ olduğu durumda rüzgar hızıyla $U_w = u(z)$ rüzgarın sürtünme hızı arasında şu formülasyon verilmiştir.

$$u_*^2 = C_D \cdot U_w^2,\ C_D = \alpha_{drag} + \beta_{drag} \cdot U_w \tag{2.32}$$

Burada α_{drag} ve β_{drag} sabittir. Varsayılan değerler şu şekildedir. $z_{rüzgar}$=10 m, α_{drag}=6.3·10^{-4} ve β_{drag}=6.6·10^{-5}. Deniz pürüzlülüğü Denklem (2.31) kullanılarak şu şekilde verilmiştir.

$$z_0 = z_{rüzgar} exp\left(-\frac{\kappa U_w}{u_*}\right) \tag{2.33}$$

Charnock Kullanılan Ayrık Model

Z_{0w} değerinin z_{0b}'den küçük olduğu durumda hava pürüzlülüğü şu şekilde verilmektedir.

$$z_0 = z_{0b} = z_{Charnock} u_*^2 / g \tag{2.34}$$

$z=z_{rüzgar}$ seviyesinde olduğunda verilen rüzgarın hızı U_w=u(z), Denklem (2.31) ve (2.34)'ün tekrarlanarak çözümlenmesi sonucunda pürüzlülük mesafesi z_0 ile sürtünme hızına u_* ulaşmak mümkün olmaktadır. Tekrar eden hesaplamaları sınırlamak için, U_w'nün çeşitli kombinasyonlarında τ değeri ön hesaplarla saklanmaktadır. U_w 0 ile 50 arasında 0.5 m/s aralıklarla kullanılmaktadır.

Birleşik Model

Deniz pürüzlülüğü şu şekilde verilmektedir.

$$z_0 = z_{0b} + z_{0w} = z_{0b}\left(1 - \frac{\tau_w}{\tau}\right)^{-1/2} = \frac{z_{Charnock} u_*^2}{g}\left(1 - \frac{\tau_w}{\rho_{hava} u_*^2}\right)^{-1/2} \tag{2.35}$$

Burada τ_w dalga kaynaklı gerilmeyi, τ toplam gerilmeyi $\tau=\rho_{hava} u_*^2$ göstermektedir. $z=z_{rüzgar}$ seviyesinde verilen rüzgar hızı ve dalga kaynaklı gerilme, (2.31) ve (2.32) denklemlerinin tekrarlanarak çözülmesi sonucunda u_*'ın elde edilmesiyle mümkündür. Tekrar eden hesaplamaları sınırlandırmak için u_{10} ve τ_w'nün çeşitli kombinasyonlarında τ değeri ön hesaplarla saklanmaktadır. U_{10} 0 ile 50 arasında 0.5 m/s aralıklarla kullanılmaktadır. τ_w 0-50 m^2/s^2 arasında 0.05 m^2/s^2 aralıklarla kullanılmaktadır.

Dalga kaynaklı gerilme τ_w şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$\tau_w = \int \left.\frac{\partial \vec{P}}{\partial t}\right|_{rüzgar} df\, d\theta \tag{2.36}$$

$\vec{P}$ dalganın momentumunu ifade etmektedir. Şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$\vec{P} = \rho_w \sigma E(f,\theta)\vec{\imath} \tag{2.37}$$

$\vec{\imath}$ dalga yönü boyunca olan birim vektördür ($\vec{\imath} = \vec{k}/k$). Denklem (2.20)'den aşağıdaki denklem elde edilmektedir.

$$\frac{\partial \vec{P}}{\partial t} = \rho_w \sigma \left.\frac{\partial E}{\partial t}\right|_{rüzgar} \vec{\imath} = \rho_w \sigma \gamma F \vec{\imath} \tag{2.38}$$

γ dalganın rüzgara göre büyüme oranını göstermektedir. İntegral düşük ve yüksek frekans kısımlarına bölünürse

$$\vec{\tau}_w = \vec{\tau}_{w,prognostik} + \vec{\tau}_{w,diyognostik} \tag{2.39}$$

Burada,

$$\vec{\tau}_{w,prognostik} = \int_0^{f_{maks}} \int_\theta \rho_w \gamma E 2\pi f\, df\, d\theta\, \vec{\imath} \tag{2.40}$$

$$\vec{\tau}_{w,diyognostik} = \int_{f_{maks}}^{\infty} \int_\theta \rho_w \gamma E 2\pi f\, df\, d\theta\, \vec{\imath} \tag{2.41}$$

Burada f_{maks} maksimum prognostik frekanstır.

Prognostik kısım $\vec{\tau}_{w,prognostik}$ hesaplanan ayrık spektrumlar kullanılarak Denklem (2.40)'taki sayısal entegrasyonu ile hesaplanmaktadır. Diyognostik kısım $\vec{\tau}_{w,diyognostik}$ Denklem (2.7)'de verilen f^{-5} spektrum şekli varsayılarak hesaplanmaktadır. Yüksek frekanslı dalgalarda dalganın hızı açık denizdeki ifadeyle hesaplanmaktadır. Böylece $c=g/2\pi f$'tir. Denklem (2.41) içine Denklem (2.7)'de m=5 değerini alındığında ve Denklem (2.27)'de yerine yazıldığında aşağıdaki ifade elde edilmektedir.

$$\vec{\tau}_{w,diyognostik} = \frac{(2\pi)^4}{g^2} f_{maks}^5 \cdot \rho_a u_*^2 \int_\theta E\left(f_{maks,\theta}\right) \cos^2(\theta - \varphi) \cdot I_{\tau_w} \, d\theta \vec{\imath} \qquad (2.42)$$

Burada

$$I_{\tau_w} = \int_{f_{maks}}^{\infty} \beta \frac{df}{f} \qquad (2.43)$$

Denklem (2.43)'teki f değişkeni, yeni değişken y (rms ile tanımlanan boyutsuz pürüzlülük, $\sqrt{kz_0}$) ile değiştirildiğinde,

$$y = 2\pi f \sqrt{z_0/g} \qquad (2.44)$$

Denklem (2.43) yeniden yazıldığında

$$I_{\tau_w} = \int_{y_{maks}}^{1} \beta \frac{dy}{y} \qquad (2.45)$$

$y_{maks}=2\pi f_{maks}\sqrt{z_0/g}$'dir ve üst sınırı 1.0'dır. $z_{Ch}=0.0185$ kabul edildiğinde üst sınır, Pierson Moskowitz tepe frekans değerinin 180 katına denktir.

Denklem (2.45) aşağıdaki gibi yeniden yazılabilmektedir.

$$I_{\tau_w} = \int_{y_{maks}}^{1} \frac{1.2}{\kappa^2} \mu \ln^4 \mu \frac{dy}{y} \qquad (2.46)$$

Burada,

$$\mu = kz_0 exp(\kappa/x) = y^2 exp(\kappa/x) \qquad (2.47)$$

$$x = \left(\frac{u_*}{C} + z_\alpha\right) \cos(\theta - \varphi) = \left(\frac{u_*}{\sqrt{gz_0}} \cdot y + z_\alpha\right) \cos(\theta - \varphi) \qquad (2.48)$$

Denklem (2.47) yerine Denklem (2.48) koyulduğunda,

$$\mu = y^2 exp\left\{\frac{\kappa}{\left(\frac{u_*}{\sqrt{gz_0}}\cdot y + z_\alpha\right)\cos(\theta-\varphi)}\right\} \tag{2.49}$$

$\vec{\tau}_{w,diyognostik}$ şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$\vec{\tau}_{w,diyognostik} = \frac{(2\pi)^4}{g^2} f_{maks}^5 \cdot \rho_a u_*^2 \int_{\theta=\varphi-\pi/2}^{\varphi+\pi/2} E(f_{maks},\theta)\, cos^2(\theta-\varphi)\cdot I_{\tau_w}\, d\theta\vec{\imath} \tag{2.50}$$

I_{τ_w} Denklem (2.46) ve μ Denklem (2.49) ile ifade edilmektedir.

Denklem (2.46) ve (2.49)'dan z_0, u_* ve $(\theta-\theta_w)$ değerleri için $I_{\tau_w}(z_0,u_*,(\theta-\theta_w))$ hesaplanmaktadır. I_{τ_w}'nin verimliliğini artırmak için, τ için yapıldığı gibi, bağımlı parametrelerin çeşitli değerleri için ön hesaplamaları yapılmalıdır. $z_0 = \alpha u_*^2/g$, I_{τ_w}, α, u_* ve (θ-φ)'nin fonksiyonudur. I_{τ_w} için hesaplamadaki parametre aralıkları şu şekildedir: α 0.01'den 0.11'e 0.001 aralıkla; u_* 0'dan 0.5m/s'ye 0.05 aralıkla; (θ-φ) $-\pi/2$'den $\pi/2$'ye $\pi/12$ aralıkla.

Yukarıda açıklanan yöntemden önemli farklılıklar vardır ve WAM Cycle 4 versiyonunda uygulanmaktadır.

$$\vec{\tau}_{w,diyognostik} = \frac{(2\pi)^4}{g^2} f_{maks}^5 \cdot \rho_a u_*^2 \int_{\theta=\varphi-\frac{\pi}{2}}^{\varphi+\frac{\pi}{2}} E(f_{maks},\theta)\, cos^3(\theta-\varphi)\cdot I'_{\tau_w}(\alpha,u_*)\, d\theta\vec{m} \tag{2.51}$$

$$I'_{\tau_w}(\alpha,u_*) = \int_{y_{maks}}^{1} \frac{1.2}{\kappa^2}\mu' \ln^4\mu' \frac{dy}{y} \tag{2.52}$$

$$\mu' = y^2 exp\left\{\frac{\kappa}{\left(\frac{u_*}{\sqrt{gz_0}}\cdot y + z_\alpha\right)}\right\} \tag{2.53}$$

$\vec{m}$ rüzgar yönüne ait birim vektördür. Denklem (2.53)'teki kosinüs teriminin ihmali bir hata gibi görülebilmektedir (Denklem (2.49) ve (2.53) karşılaştırıldığında). Bu hata $\cos^2$ (Denklem (2.50)) yerine $\cos^3$ (Denklem (2.51)) kullanılarak telafi edilememektedir. Ayrıca $\vec{\tau}_w$ yönünün neden dalga yönü yerine rüzgar yönüne değiştirildiği açıklanamamaktadır. Bu sonuçların yazıldığı sırada, mevcut modelde WAM uygulaması (Denklem (2.51)-Denklem (2.53)) kullanılmaktadır.

Lineer Büyüme

Lineer büyüme α Ris (1997) yaklaşımı izlenerek elde edilmektedir.

$$\alpha = \begin{cases} \frac{c}{g^2 2\pi}((u_* \cos(\theta - \theta_w))^4) exp\left(-\left(\frac{\sigma}{\sigma_{PM}}\right)^{-4}\right) & \cos(\theta - \theta_w) > 0 \\ 0 & \cos(\theta - \theta_w) \leq 0 \end{cases} \quad (2.54)$$

$c = 1.5 \cdot 10^{-3}$'tür. Pierson-Moskowitz frekansı şu şekilde tanımlanmaktadır.

$$\sigma_{PM} = \frac{0.13 g 2\pi}{28 u_*} \quad (2.55)$$

Sürtünme hızı Denklem (2.32)'den elde edilmektedir. Direnç katsayısı aşağıdaki gibidir (Wu (1982)).

$$C_D = \begin{cases} 1.2875 \cdot 10^{-3} & U_w < 7.5\ m/s \\ 0.8 \cdot 10^{-3} + 6.5 \cdot 10^{-5} U_w & U_w \leq 7.5 m/s \end{cases} \quad (2.56)$$

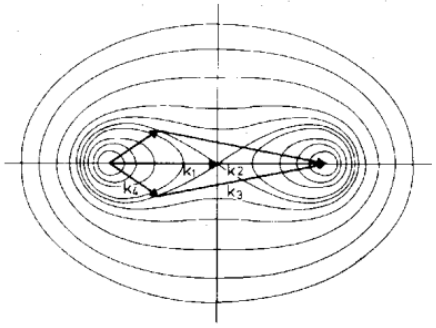
Burada U_w z=10 m'de verilmektedir.

- **Dörtlü Dalga Etkileşimi**

S_{nl} (Hasselmann, 1962) için üç boyutlu non-lineer Boltzmann integrali ifadesinin kesin hesaplamaları, yaygın bir nümerik dalga modeli ile çözümü çok zaman alıcıdır. Bu nedenle, S_{nl}'nin parametreleştirilmesi gerekmektedir. Üçüncü nesil dalga modellerinde yaygın olarak S_{nl}'nin parametreleştirmesinde ayrık etkileşim yaklaşımı DIA (Discrete Interaction Approximation) kullanılmaktadır. S. Hasselmann vd. (1985) DIA'yı geliştirmiştir. Aşağıda bulunan açıklama Komen vd (1994)'te yer almaktadır.

Hasselmann vd (1985) yakın ve sonlu mesafe etkileşim kombinasyonlarından oluşan az sayıda ayrık etkileşim yapılandırmasının süperpoze edilmesiyle non-lineer etkileşim operatörü oluşturmuştur. Non-lineer taşınımın, orta menzilli etkileşim yapılandırmalarının yalnızca bir ayna görüntüsü çiftiyle mantıklı biçimde simüle edilebileceği sonucuna varmışlardır. Tüm yapılandırmalarda iki dalga numarası aynı kullanıldığında $\vec{k}_1 = \vec{k}_2 = \vec{k}$, $\vec{k}_3$ ve $\vec{k}_4 \neq \vec{k}$ rezonans olayının gerektirdiği şekilde $\vec{k}$'ya göre bir açı üzerinde bulunmaktadır.

İkinci yapılandırma, k eksenine göre $\vec{k}_3$ ve $\vec{k}_4$ dalga numaralarını yansıtarak birinci yapılandırmadan elde edilmektedir (Şekil 2.1). Referans dalga numarasının ölçeği ve yönünün dalga numarası uzayında sürekli olarak değişmesine izin vermektedir.



Şekil 2.1 DIA'da ele alınan iki yönlü etkileşim yapılandırması (Komen vd., 1994)

Basitleştirilmiş doğrusal olmayan operatör, taşınım integralini entegre etmek için kullanılanla aynı simetrik entegrasyon yöntemi uygulanarak hesaplanmaktadır. Bunun dışında entegrasyon, beş boyutlu etkileşim faz uzayı yerine iki boyutlu bir sürekli ortam ve iki ayrık etkileşim üzerinden alınmaktadır. Tıpkı tam durumda olduğu gibi, etkileşimler enerjiyi, momentumu ve hareketi korumaktadır.

Yapılandırmalar:

$$\begin{aligned} \omega_1 &= \omega_2 = \omega \\ \omega_3 &= \omega(1+\lambda)\omega_+ \\ \omega_4 &= \omega(1-\lambda)\omega_- \end{aligned} \tag{2.57}$$

Burada $\lambda=0.25$ değeri kesin hesaplamalarla makul bir uyum sağlamaktadır. Rezonans koşullarından k'ya göre $k_3(k_+)$ ve $k_4(k_-)$ dalga numaralarına ait θ_3 ve θ_4 açısı sırayla 11.5° ve -33.6° şeklinde elde edilmiştir.

Ayrık etkileşim yaklaşımı, dalga numarası uzayındaki hareket yoğunluğunun zaman içindeki değişim oranı için en basit biçimine sahiptir. Denge ilkesiyle uyumlu olarak,

$$\frac{\partial}{\partial t}\begin{pmatrix} N \\ N_+ \\ N_- \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 \\ +1 \\ +1 \end{pmatrix} c_g{}^{-8} f^{-19}[N^2(N_+ + N_-) - 2NN_+N_-]\Delta k \qquad (2.58)$$

Burada $\partial N/\partial t, \partial N_+/\partial t, \partial N_-/\partial t$ sonsuz küçük etkileşim faz-uzay elemanı Δk ve sabit C içindeki ayrık etkileşimler nedeniyle k,k+,k- dalga numaralarındaki değişim oranlarıdır. Net kaynak fonksiyonu S_{nl}, Denklem (2.58)'in her dalga numarasının, yönlerinin ve etkileşimin konfigürasyonları üzerinden toplanmasıyla sağlanmaktadır.

Spektral enerjinin yoğunlukları $E(f_r,\theta)$, etkileşen üç dalga numarasının kaynak fonksiyonlardaki $S_{nl}(f_r, \theta)(=\partial E/\partial t)$ artışları şu şekilde verilmektedir (Hasselmann vd., 1985):

$$\begin{Bmatrix} \delta S_{nl} \\ \delta S_{nl_+} \\ \delta S_{nl_-} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -2\dfrac{\Delta f \Delta\theta}{\Delta f \Delta\theta} \\ (1+\lambda)\dfrac{\Delta f \Delta\theta}{\Delta f_+ \Delta\theta} \\ (1-\lambda)\dfrac{\Delta f \Delta\theta}{\Delta f_- \Delta\theta} \end{Bmatrix} \phi(f, E, E_+, E_-) \qquad (2.59)$$

$$\phi(f, E, E_+, E_-) = C' g^{-4} f^{11}\left[E^2\left(\frac{E_+}{(1+\lambda)^4} + \frac{E_-}{(1-\lambda)^4}\right) - \frac{2EE_+E_-}{(1-\lambda^2)^4}\right] \qquad (2.60)$$

Burada C', 3.10^7 olarak verilen C ile orantılı bir sabittir. Δf, Δf_+, Δf_- sırasıyla f_r,f_{r+},f_{r-}'deki ayrık spektral çözünürlüktür. Paydaki artışlar ΔfΔθ, ayrık-etkileşim faz uzay elemanına atıfta bulunmaktadır. Yukarıda, θ_1, θ_3, θ_4'teki Δθ açısal artışları aynı kabul edilirken, Δf'ye olası bir frekans bağımlılığına izin verilmektedir. Denklem (2.59) net kaynak fonksiyonu S_{nl}'yi vermek için tüm frekanslar, yönler ve etkileşim konfigürasyonları içermektedir.

Yukarıda verilen çözümleme derin denizde yapılmıştır. Hasselmann ve Hasselmann (1981)tarafından keyfi derinlikteki sular için tam Bolzmann integralinin sayısal hesaplamaları, derin sulardaki ve sonlu derinlikteki sulardaki aktarım oranlarının arasında yaklaşık bir bağıntının varlığını göstermektedir.

$$S_{nl}(sonlu\ derinlik) = R(\bar{k}h)S_{nl}(sonsuz\ derinlik) \tag{2.61}$$

Burada $\bar{k}$ ortalama dalga numarasıdır. Ölçek ilişkisi, kesin hesaplamaların ölçeklendirme faktörü ile yakın olarak yeniden üretilebildiği $\bar{k}h>1$ aralığındadır.

$$R(x) = 1 + \frac{5.5}{x}\left(1 - \frac{5x}{6}\right) exp\left(-\frac{5x}{4}\right) \tag{2.62}$$

$x = (3/4)\bar{k}h$'tır.

Sabit frekans aralık ayrıklaştırmasında, Denklem (2.59) şu şekilde yazılmaktadır.

$$\begin{Bmatrix} \delta S_{nl} \\ \delta S_{nl_+} \\ \delta S_{nl_-} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -2 \\ 1+\lambda \\ 1-\lambda \end{Bmatrix} \phi(f, E, E_+, E_-) \tag{2.63}$$

Logaritmik frekans ayrıklaştırması için Denklem (2.59) aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$\begin{Bmatrix} \delta S_{nl} \\ \delta S_{nl_+} \\ \delta S_{nl_-} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -2 \\ 1 \\ 1 \end{Bmatrix} \phi(f, E, E_+, E_-) \tag{2.64}$$

Etkileşen dalga numaralarında gradyan terimlerine olan $\partial S_{nl}/\partial E$ katkılar aşağıdakilerden elde edilmektedir:

$$\begin{Bmatrix} \delta(\partial S_{nl}/\partial E) \\ \delta(\partial S_{nl}/\partial E_+) \\ \delta(\partial S_{nl}/\partial E_-) \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -2\dfrac{\Delta f \Delta\theta}{\Delta f \Delta\theta} \cdot \dfrac{\partial \phi}{\partial E} \\ (1+\lambda)\dfrac{\Delta f \Delta\theta}{\Delta f_+ \Delta\theta} \cdot \dfrac{\partial \phi}{\partial E_+} \\ (1+\lambda)\dfrac{\Delta f \Delta\theta}{\Delta f_- \Delta\theta} \cdot \dfrac{\partial \phi}{\partial E_-} \end{Bmatrix} \tag{2.65}$$

Denklem (2.59)'da olduğu gibi, belirli bir f frekansında ve θ yönünde $\partial S_{nl}/\partial E$'ye toplam katkı, tüm frekanslardan, yönlerden ve iki konfigürasyondan gelen katkıların toplanmasıyla bulunmaktadır.

Yukarıdaki Denklem (2.59) ve Denklem (2.65)'i hesaplamadan önce ek varsayımların yapılması gerekmektedir. Varsayımların sebebi lineer olmayan etkileşimlerde, frekans-doğrultu uzayında $(f,\theta),(f_+,\theta\pm\theta_3)$ ve $(f_-,\theta\pm\theta_4)$ ile temsil edilen etkileşen dalga numaraları arasındaki enerji alışverişini her zaman dikkate alınmasıdır. f_+ ve f_- frekansları aşağıdaki gibi verilmektedir.

$$f_+ = (1+\lambda)f \tag{2.66}$$

$$f_- = (1-\lambda)f \tag{2.67}$$

Burada λ=0.25'tir. Frekans alanındaki ayrıklaştırmanın sonlu olması gerekmektedir. Ayrıklaştırma sonlu bir alt frekans olan f_1'den sonlu bir üst frekans olan f_{maks}'a doğrudur. Bu nedenle, ayrıklaştırılmış frekans uzayının iki sınırında Denklem (2.59) ve Denklem (2.65)'in değerlendirilmesinde sorun olmaktadır. Eğer $f_+ > f_{maks}$ veya $f_- < f_1$ olursa aşağıdakiler yapılmalıdır.

Durum 1: $f_+ > f_{maks}$

İlk olarak, $f>f_{maks}$ bölgesindeki enerji spektrumunun f^{-5}'i takip ettiği varsayılmaktadır, çünkü burası tanı bölgesidir. İkincisi, f_{maks}'a yakın, modelde ayrıklaştırılmış maksimum frekansa göre büyük frekanslardan S_{nl}'ye katkılar vardır. Ayrıklaştırılmış frekans aralığına enerji katan maksimum frekans f_{upper} aşağıdaki çözülerek bulunmaktadır:

$$f_- = (1-\lambda)f_{alt} = f_{maks} \tag{2.68}$$

veya

$$f_{alt} = f_{maks}/(1-\lambda) \tag{2.69}$$

Böylelikle, f_{maks} civarındaki S_{nl}'ye olan katkıları düzgün olarak hesaplamak amacıyla, ayrıklaştırılmış frekans uzayı f_{alt}'a genişletilmektedir ve bu bölgede f^{-5} olduğu varsayılmaktadır.

Durum 2: $f_{-} > f_1$

$f<f_1$ bölgesinde $E(f,\theta)=0$ olduğu varsayılmaktadır. Ayrıklaştırılmış frekans uzayı, bütün enerji içeren frekansı içerecek şekilde seçilmişse, bu makul bir varsayımdır.

Ayrıca, $f<f_1$ bölgesinde $E=0$ olarak kabul edildiği için, bu bölgenin ayrıklaştırılmış frekans aralığına katkıları sıfır olmaktadır. Lineer olmayan kaynak teriminin hesaplanmasında yer alan tekrarlayan hesaplamaları en aza indirmek için aşağıdaki beş adımdan oluşan bir prosedür kullanılmaktadır:

1.Her ayrık yön θ için, yön dizisindeki, $\theta\pm\theta_3,\theta\pm\theta_4$ sağında ve solundaki indisler hesaplanmakta ve saklanmaktadır.

2.Genişletilmiş frekans uzayında her ayrık frekans f için $f_{+}=[(1+\lambda)f\,]$ ve $f_{-}=[(1-\lambda)f\,]$ 'nin sağındaki ve solundaki indisler hesaplanmakta ve saklanmaktadır.

3.Her ayrık frekans, doğrultu ve konfigürasyonda spektral enerji verileri $F(f_{+},\theta\pm\theta_3)$, $F(f_{-},\theta\pm\theta_4)$ ikili lineer interpolasyon yapılarak bulunmaktadır. f-θ ağına ait 4 köşedeki değerler, yukarıdaki (1) ile (2) adımlarında elde edilen dizinlerden elde edilmektedir.

4.$(f_{+},\theta\pm\theta_3)$ve $(f_{-},\theta\pm\theta_4)$'de S_{nl} ile $\partial S_{nl}/\partial E$'ye olan katkılar, f-$\theta$ ağına ait 4 köşedeki ayrık frekans yönü ağının noktalarına dağılmaktadır.

5.Adım (3) ile (4)'ten hesaplanan $\delta S_{nl}(f,\theta)$ ve $\delta(\partial S_{nl}/\partial E)_{f,\theta}$'ye olan katkılar, tüm f-θ ağının noktasında $S_{nl}(f,\theta)$ ve $(\partial S_{nl}/\partial F)_{f,\theta}$ elde etmek amacıyla her frekanslar, yönler ile yapılandırmalar üzerinden toplanmaktadırlar.

- **Üçlü Dalga Etkileşimi**

Sığ suda üçlü dalga etkileşimi önem kazanmaktadır. Sığ suda düzensiz dalgaların non-lineer transformasyonu, alt ve süper harmoniklerin bağı ve rezonansa yakın üçlü etkileşimlerin oluşumunu içermektedir ve kısa mesafelerde önemli çapraz spektral enerji transferinin nispeten gerçekleşebilmektedir. Üçlü etkileşim süreci, etkileşen üç dalga modu arasında enerji alışverişi yapar. Üçlü dalga etkileşimi Eldeberky ve Battjes (1995,1996)'in önerdiği sadeleştirilmiş yaklaşımın kullanılmasıyla modellenmektedir.

$$S_{nl}(\sigma,\theta) = S_{nl+}(\sigma,\theta) + S_{nl-}(\sigma,\theta) \qquad (2.70)$$

Burada

$$S_{nl+}(\sigma,\theta) = maks\left(0, \alpha_{EB} 2\pi c_g J^2 |sin(\beta)| \left(cE^2(\sigma_-,\theta)\right) - 2c_- E(\sigma_-,\theta)E(\sigma,\theta)\right) \quad (2.71)$$

$$S_{nl-}(\sigma,\theta) = -2S_{nl+}(\sigma_+,\theta) \quad (2.72)$$

$U_r > 0.1$ ve $f(1) \leq 2.5 f_{ort}$ olduğu durumda geçerlidir.

Burada $\sigma_- = \sigma/2$, $\sigma_+ = 2\sigma$ ve $c_- = \sigma_-/k_-$ faz hızını ifade etmektedir k-, σ_-'ya karşılık gelen dalga sayısıdır. α_{EB} bir ayar parametresidir. β ise ikili faz parametresidir ve aşağıdaki gibi verilmektedir.

$$\beta = \frac{\pi}{2}\left(-1 + \tanh\left(\frac{0.2}{U_r}\right)\right) \quad (2.73)$$

Ursell sayısı U_r şu şekilde elde edilmektedir.

$$U_r = \frac{g}{2\sqrt{2}} \frac{H_{m0}}{\bar{\sigma}^2 d^2} \quad (2.74)$$

Burada $\bar{\sigma}$ ortalama açısal frekanstır. J etkileşim katsayısı aşağıdaki gibi verilmektedir.

$$J = \frac{k_-^2 (gd + 2c_-^2)}{-kd\left(gd + 2Bgd^3k^2 - \left(B + \frac{1}{3}\right)\sigma^2 d^2\right)} \quad (2.75)$$

Burada B=1/15'tir.

- **Köpüklenme**

Köpüklenme modelinin matematiksel gelişimi Hasselmann (1974)'e dayanmaktadır. Köpüklenme enerji kaybı için olan mekanizmanın basınç kaynaklı sönümlenme olduğunu varsayarak, spektral yoğunluk ve frekansta lineer bir kaynak fonksiyonu elde etmiştir.

$$S_{ds} \approx -\omega E \quad (2.76)$$

Sonrasında diğer mekanizmaların önemli olduğu anlaşılmıştır. Bunlar, köpüklenmenin boyutu ve büyük köpüklenme geçişleri ile kısa dalgalara ait dalga genliğinde meydana gelen azalmalardır. Süreçlerdeki birleştirilmeyle, Komen vd. (1984), ortalama frekans cinsinden formüle edilmiş bir enerji kaybı fonksiyonu ortaya sürmüştür. Formülasyon, WAMDI Group (1988) ifadesiyle sonlu su derinliğinde uygulanabilmesi için dalga numarası açısından baştan formüle edilmiştir.

$$S_{ds} = -C'_{ds}\left(\frac{\hat{\alpha}}{\hat{\alpha}_{PM}}\right)^{m}\frac{k}{\bar{k}}\bar{\sigma}E \tag{2.77}$$

Burada, C'_{ds} uygunluk parametrelerini, $\bar{\sigma}$ ortalama göreceli açısal frekansı, $\bar{k}$ ortalama dalga numarasını, $\hat{\alpha}$ dalga alanının toplam dikliğini, $\hat{\alpha}_{PM}$ Pierson-Moskowitz spektrumu için $\hat{\alpha}$ değerini göstermektedir. Toplam diklik şu şekilde tanımlanmıştır:

$$\hat{\alpha} = \bar{k}\sqrt{E_{top}} \tag{2.78}$$

E_{top} enerji spektrumunun toplam enerjisidir ve $\hat{\alpha}_{PM}=\left(3.02\times10^{-3}\right)^{1/2}$'dir. WAM Cycle 3 içerisinde m=4, $C'_{ds}=2.36\times10^{-5}$'tir. (Komen vd., 1984; WAMDI Group, 1988).

Rüzgar girdisi için Janssen'in tanımının hesaba katılmasıyla, rüzgar girdisi ile yüksek frekanslardaki enerji kaybı arasında makul dengeyi sağlamak amacıyla enerji kaybı kaynak fonksiyonunun düzenlenmesi gerekliliğini ortaya koyulmuştur (Janssen vd (1989)). Böylelikle Denklem (2.77) şu şekilde modifiye edilmiştir (Komen vd. (1994))

$$S_{ds}(f,\theta) = -C_{ds}\left(\frac{\hat{\alpha}}{\hat{\alpha}_{PM}}\right)^{m}\left\{(1-\delta)\frac{k}{\bar{k}} + \delta\left(\frac{k}{\bar{k}}\right)^{2}\right\}\bar{\sigma}E(f,\theta) \tag{2.79}$$

C_{ds}, δ ve m sabittirler. WAM cycle 4'te bu değerler sırasıyla, 4.1×10^{-5}, 0.5, 4'tür. Halihazırdaki uygulamalardaki ayarlanabilen sabitler m=4 için $C^{*}_{ds} = C_{ds}/(\alpha_{PM})^{4}$ ve δ'dır. Varsayılan değerler C^{*}_{ds} için 4.5 ve δ için 0.5'tir.

$$\bar{\sigma} = 2\pi\bar{f} = 2\pi\left(\frac{\int_0^{2\pi}\int_0^{\infty} E(f,\theta) f^{p_\sigma}\, df\, d\theta}{\int_0^{2\pi}\int_0^{\infty} E(f,\theta)\, df\, d\theta}\right)^{p_\sigma} \quad (2.80)$$

$$\sqrt{\bar{k}} = \left(\frac{\int_0^{2\pi}\int_0^{\infty} E(f,\theta)\left(\sqrt{k}\right)^{p_k} df\, d\theta}{\int_0^{2\pi}\int_0^{\infty} E(f,\theta)\, df\, d\theta}\right)^{p_k} \quad (2.81)$$

Burada p_σ=p_k=-1 olarak alınmaktadır. İntegraller, çözümlenmiş kısım ve çözülmemiş kısım olarak ayrılarak hesaplanmaktadır. Rüzgar-deniz ve soluğanın bir arada olduğu dalga koşulları, soluğan bileşenlerinde güçlü enerji sönümlenmesine neden olabilmektedir. Rüzgar-deniz ve soluğan ayrımı, bu durumlar için tahminler spektrumun soluğan kısmındaki enerji kaybının dahil edilmemesiyle ve spektrumun rüzgar-deniz kısmında köpüklenme formülünde kullanılan dalga parametrelerinin hesaplanmasıyla spektrumun geliştirilebilmektedir.

Rüzgar-deniz ve soluğan kombinasyonu ile dalga koşulları için köpüklenmeyi iyileştirmek amacıyla Bidlot vd. (2007) bir köpüklenme formülasyonu önermektedir. Burada Denklem (2.79) hala uygulanmaktadır, ancak ortalama bağıl açısal frekans ve ortalama dalga numarası, sırasıyla Denklem (2.80) ve Denklem (2.81) kullanılarak, p_σ=p_k=1 ile hesaplanmaktadır ve C_{ds}^* ve δ için varsayılan değerler sırasıyla 2.1 ve 0.6 olarak değiştirilmektedir.

- **Taban Sürtünmesi**

Taban sürtünmesi nedenli enerjinin kayıp oranı şu şekilde elde edilmektedir.

$$S_{bot}(f,\theta) = -\left(C_f + f_c\left(\bar{u}\cdot\bar{k}\right)/k\right)\frac{k}{\sinh 2kd} E(f,\theta) \quad (2.82)$$

Burada C_f sürtünme katsayısını, k dalga numarasını, d su derinliğini, f_c akıntının sürtünme katsayısını, u ise akıntı hızını göstermektedir. C_f katsayısı taban eğimine ve akıntı hızına bağımlı olarak 0.001-0.01 m/s arasında değerler almaktadır (Komen vd., 1994). Taban sürtünmesindeki akıntı etkisi dışında f_c değeri 0 alınmaktadır.

Enerji kaybı katsayısı olasılıklarının belirlenmesi için dört model uygulanmaktadır:

- C_f=2*0.038/g=0.0077 m/s C_f değerinin ortalama JONSWAP'la orta şiddetli fırtınalarda yeterli olduğu görülmektedir. Varsayılan C_f değeri 0.0077 m/s'dir.
- Sürtünme katsayısındaki sabit sürtünme faktörü f_w değeri şu ifadeyle elde edilmektedir.

$$C_f = f_w u_b \tag{2.83}$$

Burada u_b tabandaki dalga yörüngesel hızının rmsidir ve şu şekilde verilmektedir.

$$u_b = \left[2 \iint_{f_1\ \theta}^{f_{maks}} \frac{\bar{\sigma}}{\sinh^2(kh)}^2 E(f,\theta)\, d\theta\, df \right]^{1/2} \tag{2.84}$$

Varsayılan f_w değeri $0.015*2^{1/2}$=0.021'dir.

- Sabit geometrik pürüzlülüğün boyutu k_N Denklem (2.83)'ten hesaplanan sürtünme katsayısıyla elde edilmektedir (Weber, 1991 tarafından önerildiği gibi). Sürtünme faktörü Jonsson ve Carlsen (1976) ifadesiyle elde edilmektedir.

$$\begin{array}{ll} f_w = e^{-5.977+5.213(a_b/k_N)^{-0.194}} & a_b/k_N \geq 2.016389 \\ f_w = 0.24 & a_b/k_N < 2.016389 \end{array} \tag{2.85}$$

Burada a_b tabandaki yörüngesel yer değiştirmeyi vermektedir ve aşağıdaki ifade ile hesaplanmaktadır.

$$a_b = \left[2 \iint_{f_1\ \theta}^{f_{maks}} \frac{1}{\sinh^2(kh)} E(f,\theta)\, d\theta\, df \right]^{1/2} \tag{2.86}$$

k_N=0.04 m'dir.

- Hareketli taban modellemesinde sabit ortalama dane çağı D_{50} kullanılmaktadır. Üçüncü nesil rüzgar-dalga modelinde ilk kullanılan bu yaklaşım Tolman (1996) tarafından geliştirilmiştir. Günümüzdeki yaklaşımlar bundan çok farklı seviyededir. Dalgacık boyutları için Grant ve Madsen modelinin yerine Nielsen (1979) ampirik formülü tercih edilmektedir. Taban pürüzlülüğü Swart (1976) ifadesiyle hesaplanmaktadır. Dalga sürtünme faktörü ve taban yörüngesel hızının sonucunda sürtünme katsayısı hesaplanmaktadır. D_{50}'nin varsayılan değeri 0.00025 m'dir.

- **Dalga Kırılması**

Derinlikten kaynaklanan kırılma (ya da surf kırılması), dalgalar derin olmayan bölgelere ilerlediğinde meydana gelir. Dalga yüksekliği artık su derinliğiyle desteklenemez. Battjes ve Janssen (1978) tarafından türetilen dalga kırılması formülü kullanılmaktadır. Kaynak terim aşağıdaki gibi elde edilir (Eldeberky ve Battjes, 1996).

$$S_{surf}(f,\theta) = -\frac{2\alpha_{BJ} Q_b \bar{f}}{X} E(f,\theta) \qquad (2.87)$$

Bu denklemde α_{BJ} yaklaşık olarak 1.0 değerindedir ve kalibrasyon sabitidir. Q_b kırılan dalgalardaki aralığı, $\bar{f}$ ortalama frekansı, X rastgele dalga katarındaki toplam enerjinin maksimum olası dalga yüksekliğine sahip dalga katarındaki enerji ile oranı olarak ifade edilmektedir ve şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$X = \frac{E_{top}}{(H_m^2/8)} = \left(\frac{H_{rms}}{H_m}\right)^2 \qquad (2.88)$$

Burada E_{top} toplam dalga enerjisi, H_m maksimum dalga yüksekliğidir ve $H_{rms} = \sqrt{8E_{top}}$'tur.

Maksimum dalga yüksekliği, sığ sudaki su derinliğinden (d),

$$H_m = \gamma d \qquad (2.89)$$

Burada γ kırılma parametresidir ve değeri taban eğimine ve dalga parametrelerine göre 0.5 ile 1.0 arasında değişmektedir.

Dalgalar, yönlü olarak ayrıştırılmış parametrik formülasyon kullanılarak tanımlandığında, maksimum dalga yüksekliği, dalga dikliğinden de etkilenmektedir.

$$H_m = \gamma_{ws} \cdot \tanh\left(k_{ort} \cdot d \cdot \frac{\gamma}{\gamma_{ws}}\right) / k_{ort} \tag{2.90}$$

Burada γ_{ws} dalga dikliği nedeniyle kırılma ile ilgili kırılma parametresidir. γ su derinliği nedeniyle kırılma ile ilgili kırılma parametresidir. k_{ort} ortalama dalga numarasıdır.

Varsayılan α_{BJ},γ ve γ_{ws} değerleri sırasıyla 1.0, 0.8, ve 1.0'dır.

Dalga yüksekliğinin, kesikli Rayleigh dağılımıyla uyum sağladığı rastgele dalga katarında kırılan dalgaların sınıf aralığı Q_b şu şekilde verilmektedir.

$$\frac{Q_b - 1}{\ln Q_b} = X = \left(\frac{H_{rms}}{H_m}\right)^2 \Leftrightarrow Q_b = exp\left(\frac{-(1 - Q_b)}{(H_{rms}/H_m)^2}\right) \tag{2.91}$$

Q_b lineer olmayan Denklem (2.91) Newton-Raphson iterasyonu kullanılarak elde edilmektedir. Non-lineer yinelemedeki birinci tahminde, Q_b şu yaklaşımla elde edilmektedir.

$$\begin{aligned} Q_b &= (1 + 2x^2)exp(-1/x) && x < 0.5 \\ &= 1 - (2.04z)(1 - 0.44z); \quad z = 1 - x; && 0.5 \le x < 1 \\ &= 1 && x \ge 1 \end{aligned} \tag{2.92}$$

Laboratuvar verilerine ile saha verilerine dayanarak, kırılma parametresi γ'nın dalga koşuluna ve batimetriye bağımlı şekilde büyük oranda değişikliğe maruz kaldığı görülmektedir. Kaminsky ve Kraus (1993) , γ değerlerinin 0.6 ile 1.59 aralığında ayrıca ortalama olarak 0.79 olduğunu bulmuşlardır. Literatürde γ kırılma parametresinin belirlenmesi için birtakım ifadeler önerilmiştir. Battjes ve Stive (1985) , γ'nın derin su dikliğine düşük bir şekilde bağlı olduğunu bulmuşlardır ve şu ifadeyi sunmuşlardır.

$$\gamma = 0.5 + 0.4\tanh(33s_0) \tag{2.93}$$

Burada $s_0 = H_0/L_0$derin su dikliğidir. H_0 ve L_0 sırayla derin denizdeki dalga yüksekliğini ve dalga boyunu ifade etmektedir. Formülasyon, mevcut spektral dalga modelinde kullanılamamaktadır, çünkü γ'nın değeri, yerel parametrelere dayalı olarak belirlenmemektedir. Nelson (1987,1994) γ'nın yerel taban eğiminin, $\partial d/d\partial s$, ortalama dalga yönündeki bir fonksiyonu olarak belirlenebileceğini bulmuştur ve aşağıdaki ifadeyi önermiştir:

$$\begin{matrix} \gamma = 0.55 + 0.88exp\left(-0.012cotan\left(\frac{\partial d}{\partial s}\right)\right) & d \leq 100 \\ \gamma = 0.55 & d > 100 \end{matrix} \tag{2.94}$$

Ruessink vd. (2003) ,γ'nın lokal dalga numarasının ve su derinliğinin işlevi olarak belirlediği ampirik form sunmaktadır.

$$\gamma = 0.76kd + 0.29 \tag{2.95}$$

2.3.3.4 Dönme

Dönme, Holthuijsen vd. (2003) tarafından verilen faz-bağımlı sapma-dönme yaklaşımı kullanılarak modellenebilmektedir. Yaklaşım, faz bilgisini ihmal ederek, sapma ve dönme için küçük eğim denklemine dayanmaktadır. Dönmenin varlığında k dalga sayısının büyüklüğü (harmonik dalganın faz fonksiyonunun gradyanı) şu şekilde verilmektedir.

$$k^2 = \kappa^2(1 + \delta_a) \tag{2.96}$$

Burada κ lineer dalga teorisinde tanımlanan ayrıklaştırma parametresidir, δ_a ise dönme parametresidir ve aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$\delta_a = \frac{\nabla \cdot \left(cc_g \nabla a\right)}{\kappa^2 cc_g a} \tag{2.97}$$

Burada c ve c_g, dönme etkileri olmaksızın sırasıyla faz hızı ve grup hızını ve a ise dalga genliğini tanımlamaktadır. Dönme varlığındaki faz ve grup hızları,

$$C = \frac{\sigma}{k} = \frac{\sigma}{\kappa}\frac{\kappa}{k} = \frac{c}{\sqrt{1+\delta_a}} \tag{2.98}$$

$$C_g = c_g\frac{\kappa}{k} = c_g\sqrt{1+\delta_a} \tag{2.99}$$

Yavaş değişen derinlikler ve akıntılar üzerinde dalga yayılımı için, dört boyutlu faz uzayı $\vec{x}$, σ ve θ bir dalga grubunun dönme düzeltmeli yayılma hızları (C_x,C_y,C_σ,C_θ) şu şekilde verilmektedir:

$$(C_x, C_y) = \vec{C}_g + \vec{U} = \vec{c}_g\sqrt{1+\delta_a} + \vec{U} \tag{2.100}$$

$$C_\sigma = \frac{\partial\sigma}{\partial d}\left[\frac{\partial d}{\partial t} + \vec{U}\cdot\nabla_{\vec{x}}d\right] - C_g\vec{\kappa}\cdot\frac{\partial\vec{U}}{\partial s} \tag{2.101}$$

$$C_\theta = -\left[\left(\left(\frac{\sqrt{1+\delta_a}}{\kappa}\frac{\partial\sigma}{\partial d}\frac{\partial d}{\partial m}\right) - \frac{C_g}{2(1+\delta_a)}\frac{\partial\delta_a}{\partial m}\right) + \frac{\vec{\kappa}}{\kappa}\cdot\frac{\partial\vec{U}}{\partial m}\right] \tag{2.102}$$

Holthuijsen vd. (2003) dalganın genliğini, yönlü birleşik spektral enerji yoğunluğunun karekköüyle değiştirmiştir.

$$A(o) = \sqrt{\int_0^{2\pi} E(\sigma,\theta)\,d\theta} \tag{2.103}$$

2.3.4 Sayısal Uygulama

2.3.4.1 Alan Ayrıklaştırması

Coğrafi, spektral uzayda ayrıklaştırma, hücre merkezli sonlu hacimler yöntemiyle gerçekleştirilmektedir. Coğrafi uzayda, yapılandırılmamış ağ kullanılmaktadır. Uzamsal alan, sürekli örtüşmeyen öğelere bölünmesiyle ayrıklaştırılmaktadır. Elemanlar keyfi olarak şekillendirilmiş poligonlar olabilir. Hareket yoğunluğu, $N(\vec{x},\sigma,\theta)$, elemanlar üzerinde bir sabit olarak tanımlanmaktadır ve geometrik merkezlerde saklanmaktadır. Frekans uzayında, logaritmik bir ayrıklaştırma kullanılmaktadır.

$$\sigma_1 = \sigma_{min} \quad \sigma_1 = f_\sigma\sigma_{l-1} \quad \Delta\sigma_1 = \sigma_{l+1} - \sigma_{l-1} \quad l = 2, N_\sigma \tag{2.104}$$

Burada f_σ tanımlanmış faktörü, σ_{min} minimum ayrıklaşmış açısal frekansı, N_σ ayrıklaşmış frekans sayısıdır. Yönlü uzayda eşit ayrıklaştırma kullanılmaktadır.

$$\theta_m = (m-1)\Delta\theta \qquad \Delta\theta_m = 2\pi/N_\theta \qquad m = 1, N_\theta \tag{2.105}$$

Burada N_θ farklı yönlerin sayısıdır. Hareket yoğunluğu frekans ve yön uzayında ayrık aralıklar $\Delta\sigma_1$ ve $\Delta\theta_m$ üzerinde sabit olarak temsil edilmektedir.

i. elemanın A_i alanı üzerinde Denklem (2.9) integre edilmesiyle, frekans artışı $\Delta\sigma_1$ ve yönsel artış $\Delta\theta_m$ aşağıdaki ifadeyi verilmektedir.

$$\begin{aligned}\frac{\partial}{\partial t}\int_{\Delta\theta_m}\int_{\Delta\sigma_l}\int_{\Delta A_i} N\, d\Omega\, d\sigma\, d\theta - \int_{\Delta\theta_m}\int_{\Delta\sigma_l}\int_{\Delta A_i}\frac{S}{\sigma}\, d\Omega\, d\sigma\, d\theta \\ = \int_{\Delta\theta_m}\int_{\Delta\sigma_l}\int_{\Delta A_i}\nabla\cdot(\bar{F}) d\Omega\, d\sigma\, d\theta\end{aligned} \tag{2.106}$$

Burada Ω Ai alanındaki integrasyon değişkenidir ve $\bar{F} = \left(F_x, F_y, F_\sigma, F_\theta\right) = \bar{v}N$ taşımsal akıdır. Denklem (2.106)'nın sol tarafındaki hacim integralleri, bir noktalı alan hesabı kuralı ile yaklaşık olarak hesaplanmaktadır. Diverjans teoremi kullanılarak, denklemin sağındaki hacim integrali $\vec{x}, \sigma, \theta$ uzayında hacimsel sınırı üzerindeki integral ile kullanılabilmektedir ve bu integraller orta nokta alan hesabı kuralı kullanılarak değerlendirilmektedir. Böylece Denklem (2.106) aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$\begin{aligned}\frac{\partial N_{i,l,m}}{\partial t} = -\frac{1}{A_i}\left[\sum_{p=1}^{NE}(F_n)_{p,l,m}\Delta l_p\right] - \frac{1}{\Delta\sigma_1}\left[(F_\sigma)_{i,l+1/2,m} - (F_\sigma)_{i,l-1/2,m}\right] \\ - \frac{1}{\Delta\theta_m}\left[(F_\theta)_{i,l,m+1/2} - (F_\theta)_{i,l,m-1/2}\right] + \frac{S_{i,l,m}}{\sigma_l}\end{aligned} \tag{2.107}$$

Burada NE hücredeki toplam kenar sayısını göstermektedir.

$(F_n)_{p,l,m} = \left(F_x n_x + F_y n_y\right)_{p,l,m}$ uzunluğu Δl_p olan coğrafi alandada p kenarı boyunca geçen normal akıdır. $\vec{n} = \left(n_x, n_y\right)$ coğrafi alandaki sınırın yüzeyden dışarıya olan birim normal vektörüdür. $(F_\sigma)_{i,l+1/2,m}$ ve $(F_\theta)_{i,l,m+1/2}$ sırasıyla frekans alanındaki ve yönsel alandaki ön yüz boyunca tanımlanan akılardır.

Coğrafi alandaki konvektif akı, birinci dereceden upwind şeması veya yüksek dereceli bir şema kullanılarak türetilmektedir. i ve j elemanı arasındaki kenardaki taşımsal akı şu şekilde verilmektedir.

$$F_n = c_n N_{face} = c_n \left(\frac{1}{2}(N_l + N_r) - \frac{1}{2}\frac{c_n}{|c_n|}(N_l - N_r) \right) \quad (2.108)$$

Burada c_n, N_l ve N_r'nin eylem yoğunluğu olduğu yerde, hücre yüzüne olan yayılma hızı normalidir.

$$c_n = \frac{1}{2}(\vec{c_i} + \vec{c_j}) \cdot \vec{n} \quad (2.109)$$

Birinci dereceden upwind şemaları kullanılarak ortaya çıkan sayısal difüzyon önemli olabilmektedir (Tolman, 1991,1992). Küçük ölçekli kıyı uygulamalarında ve yerel rüzgarın hakim olduğu uygulamalarda bu şemalar kullanılarak elde edilen doğruluk yeterli kabul edilmektedir. Bununla birlikte, uzun mesafelerde dalga ilerlemesi durumunda, daha yüksek dereceli upwind şemalarının uygulanması gerekmektedir.

2.3.4.2 Zaman İntegrasyonu

Zamandaki integrasyon, sınıfsal adım yaklaşımına dayanmaktadır. İlk olarak, Denklem (2.9)'u kaynak terimler olmadan çözerek yeni zaman seviyesin (n+1)'de yaklaşık bir çözüm N* hesaplayarak bir ilerleme adımı gerçekleştirilir. İkinci olarak, sadece kaynak terimlerin etkisi dikkate alınarak tahmini çözümden yeni çözüm N^{n+1} hesaplanarak bir kaynak terimler adımı gerçekleştirilmektedir.

İlerleme Adımı

İlerleme adımı, açık bir Euler şeması ile gerçekleştirilmektedir.

$$N^*_{i,l,m} = N^n_{i,l,m} + \Delta t \left(\frac{\partial N_{i,l,m}}{\partial t} \right)^n \quad (2.110)$$

Burada $\left(\frac{\partial N_{i,l,m}}{\partial t}\right)^n S_{i,l,m} = 0$ alınarak Denklem (2.107) elde edilmektedir ve Δt küresel zaman adımıdır. Zorlu stabilite sınırlamalarının üstesinden gelmek için çoklu dizi integrasyon şeması kullanılmaktadır (Vilsmeier ve Hanel, 1995).

Burada maksimum zaman adımı, adım sayısının elemandan elemana değişebileceği bir dizi integrasyon adımı yerel olarak kullanılarak artırılmaktadır. Açık Euler şemasını kullanarak, zaman adımı olarak belirtilen CFL koşulu ile sınırlıdır.

$$Cr_{i,l,m} = \left|c_x \frac{\Delta t}{\Delta x_i}\right| + \left|c_y \frac{\Delta t}{\Delta y_i}\right| + \left|c_\sigma \frac{\Delta t}{\Delta \sigma_l}\right| + \left|c_\theta \frac{\Delta t}{\Delta \theta_m}\right| < 1 \qquad (2.111)$$

Burada $Cr_{i,l,m}$, Courant sayısı ve Δx_i ve Δy_i, i. eleman için x ve y yönlerindeki karakteristik uzunluk ölçeğidir. Maksimum yerel Courant sayısı, $Cr_{maks,i}$, coğrafi alandaki her eleman için belirlenmektedir ve daha sonra, i. eleman için maksimum yerel zaman adımı, $\Delta t_{maks,i}$, ile aşağıdaki gibi verilmektedir.

$$\Delta t_{maks,i} = \Delta t / Cr_{maks,i} \qquad (2.112)$$

Zaman içinde doğruluğu sağlamak için orta seviyelerin senkronize edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, yerel zaman adımının küresel zaman adımına oranı f_g, 1/2'nin üssü olarak seçilmektedir.

$$f_g = \left(\frac{1}{2}\right)^{g-1}, \qquad g = 1,2,3,\ldots \qquad (2.113)$$

Yerel zaman adımı, Δt_i, seviye indeksinin maksimum değeri olan g ile zaman adımı olarak belirlenmektedir.

$$\Delta t_i f_g < \Delta t_{maks,i} \qquad (2.114)$$

İki komşu elemanın birden büyük indeks farkına sahip olmasına izin verilmemektedir. Bu durumda kenarlar, destekledikleri iki öğenin en düşük indeksini alırlar.

Hesaplama, bir grup kavramı kullanılarak yapılır ve bu eleman grupları, kendi indeksleri ile tanımlanmaktadır. Standart Euler yöntemine kıyasla çoklu integrasyon dizisini kullanan hesaplama hızı, artan grup sayısı ile artmaktadır. Ancak zamanda doğru sonuçlar almak için maksimum grup sayısı sınırlandırılmaktadır.

Kaynak Terim Adımı

Kaynak terim adımı, kapalı bir yöntem kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

$$N_{i,l,m}^{n+1} = N_{i,l,m}^{*} + \Delta t \left[\frac{(1-\alpha) S_{i,l,m}^{*} + \alpha S_{i,l,m}^{*}}{\sigma_l} \right] \qquad (2.115)$$

Burada α, sonlu farklar yönteminin türünü belirleyen bir ağırlık katsayısıdır. S^{n+1}'e yaklaşmak için bir Taylor serisi kullanmak ve fonksiyonel türev $\partial S/\partial E$'deki diyagonal dışı terimlerin ihmal edilebilmektedir. Böylece diyagonel kısım $\partial S_{i,l,m}/\partial E_{i,l,m} = \gamma$'dır Denklem (2.115) aşağıdaki gibi basitleştirilebilmektedir:

$$N_{i,l,m}^{n+1} = N_{i,l,m}^{n} + \frac{\left(S_{i,l,m}^{*}/\sigma_l\right)\Delta t}{(1-\alpha\gamma\Delta t)} \qquad (2.116)$$

Büyüyen dalgalar ($\gamma>0$) için belirgin bir ileri fark kullanılmaktadır ($\gamma=0$), azalan dalgalar için ($\gamma<0$), bir kapalı geri fark ($\gamma=1$) uygulanmaktadır.

Özellikle kısa feç uzunlukları için stabilite sorunları ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle, birbirini izleyen iki zaman adımı arasındaki maksimum spektral enerji artışına ilişkin bir sınırlayıcı ihtiyacı vardır. Hersbach ve Janssen (1999) tarafından ortaya koyulan sınırlayıcı uygulanmaktadır.

$$\Delta N = \frac{3 \times 10^{-7}}{(2\pi)^3} g \tilde{u}_{*} {\sigma_l}^{-4} \sigma_{maks} \Delta t \qquad (2.117)$$

Burada σ_{maks} maksimum ayrıklaştırma frekansıdır ve $\tilde{u}_{*}$ ise aşağıdaki gibi verilmektedir.

$$\tilde{u}_{*} = maks\left(u_{*}, (\sigma_{PM}/\sigma)\right) \qquad (2.118)$$

Burada u_{*} rüzgar sürtünme hızıdır.

2.3.4.3 Sınır Koşulları

Coğrafi alandaki kara sınırlarında, tam gelişmiş sönümlendiricili bir sınır koşulu uygulanmaktadır. Giren akı bileşenleri sıfırdır. Çıkan akı bileşenleri için herhangi bir sınır koşuluna gerek yoktur. Açık bir sınırda, giren akı gereklidir. Bu nedenle, enerji spektrumu açık bir sınırda belirtilmelidir. Frekans alanında sınırlar

tamamen sönümleyicidir. Yönsel alanda hiçbir sınır koşuluna gerek duyulmamaktadır.

2.4 Uzun Dönem Dalga İklimi

Dalga iklimi, atmosferik hava iklimine benzetilerek tanıtılan bir kavramdır. Uygulama şekline bağlı olarak formüle edilen birkaç uzun dönemli dalga istatistiği cinsinden ifade edilebilmektedir. Basit bir ifadeyle, dalga iklimi, belirli bir yerin veya bir kıyı veya açık deniz bölgesinin deniz durumunun genel durumunu ifade etmektedir. Dalga iklimi ile ilgili temel unsurlar, H_s, T_s ve yön gibi belirgin dalga parametreleridir. Atmosferik iklimde olduğu gibi dalga iklimi de aylar, mevsimler ve yıllar olarak tanımlanmaktadır (Swain, 1997).

Dalga istatistikleri, kısa dönem ve uzun dönem olarak sınıflandırılmaktadır. Kısa dönem dalga istatistikleri, örneğin 20 dakika (tipik bir dalga kaydı) gibi kısa bir zaman süresine ait olan dalgaların istatistiksel özellikleriyle ilgilenmektedir. Bazen dalga kaydı sırasında yaklaşık 1 ile 3 saatlik bir süre için temsili istatistikler olarak kabul edilebilmektedir. Uzun dönem dalga istatistikleri, daha önce tanımlanan dalga iklimi veya kıyı veya açık deniz yapısının ömrü ile ilişkilendirilir ve buna göre alt bölümlere ayrılmaktadır. Bu, uzun dönem dalga istatistiklerinin genellikle gereksinim türü dikkate alınarak belirli bir zaman aralığı için formüle edildiği anlamına gelmektedir (Swain, 1997).

Uzun dönemli verinin analizi için kullanılan istatistiksel yöntemler tasarım uygulamalarında önemli yere sahiptir. Bu yöntemler kısa dönemi temsil eden istatistiksel parametrelerin seçilmesinden elde edilen çok sayıdaki değerleri içermektedir. Tasarımın en önemli amacı parametrelerden en büyük değerleri elde etmektir (AYGM, 2016)

Nadir olarak meydana gelen ekstrem olaylar şiddet ve sıralama açısından bir hayli değişkenlik taşımaktadır. Bu nedenle uzun dönemli istatistiksel yöntemler tasarımda tamamlayıcı bileşen olan parametreleri küçük ve değişken örnekleme ile hesaplamaktadır (AYGM, 2016).

Uzun dönemli verilerin analizi dalga parametrelerinin oluşma olasılıklarının teorik bir dağılımını vermektedir. Bu analiz çoğunlukla uzun dönemli dalga

yüksekliği verileri kullanılarak yapılmaktadır. Veriler yıllarca veya aylarca tahmin edilen veya gözlenen dalga yüksekliklerinden oluşmaktadır. Dalga periyodu ve yaklaşım açısının uzun dönemli dağılımı genellik olarak uzun dönemli dalga yüksekliği dağılımının fonksiyonudur. Uzun dönem olasılığı kısa dönem olasılığındaki birkaç saatin tersine 20-100 yıl mertebelerindeki dönemler için olaylar ya da en büyük değerler istatistiğini tariflemektedir. En büyük değer dalga kavramı, açık deniz yapısı için proje dalgasının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Uzun dönem olasılığı genel olarak çok sayıdaki kısa dönem verilerinden elde edilmektedir (Yüksel ve Çevik, 2016).

Dalga yüksekliğini belirleme yöntemi; belli bir konumda mevcut dalga yüksekliği verilerine uyan olasılık dağılımını seçerek elde edilen doğrunun istenilen dönüş aralığına uzatılmasıdır. Bir yapı için proje esası tekil en yüksek dalga olduğunda, verilen bir dönüş aralığı için en büyük tekil dalga aranmaktadır (Yüksel ve Çevik, 2016).

Uzun dönemli dalga yüksekliği analizinin temel üç amacı bulunmaktadır.

- Dalga yüksekliği verilerini organize etmek,
- Küçük dalga yüksekliklerinin oluşma olasılıklarını ekstrapole ederek büyük dalga yüksekliklerini belirlemek (yani en büyük değer dalga analizi),
- Bölgeye ait dalga iklimini belirlemektir.

Dalga verisi ya doğrudan su seviyesi ölçümlerinden ya da meteorolojik verilerin kullanılmasıyla tahminle elde edilmektedir. Ölçümlerin ya da tahminlerin çoğu kısa süreli verilerden oluşmaktadır. Örnek olarak doğrudan ölçümler 10 yıldan azdır, meteorolojik tahminler 40 yıldan azdır (Liu ve Frigaard, 2001).

Uzun dönemli dalga istatistiği çalışmaları sürecinde üç farklı veri seti kullanılmaktadır.

Tam veri seti: Genellikle eşit zaman aralıklarıyla doğrudan yerinde ölçüm dalga yüksekliklerini kapsamaktadır. Ancak veriler arasında bağımsızlık şartını sağlamamaktadır.

Yıllık veri serisi seti: Ölçüm veya tahminler her yılın sadece en büyük dalga yüksekliğini içermektedir. En büyük değer dalga analizi için kullanılmaktadır.

Kısmi serili veri seti: Her bir fırtınanın belirli bir seviyeyi aşan en büyük dalga yüksekliğinden oluşmaktadır (Peak Over Threshold. POT). En büyük değer dalga analizi için kullanılmaktadır.

2.4.1 En Büyük Değer Dalga Analizi

En büyük değer istatistiğini elde etmek için çevresel parametrelerin uzun dönemli (20-100 yıl) dağılımına ihtiyaç vardır.

Uzun dönemli en büyük değerlerin karakteristiklerinin tahmini normal sapmaları belirleyen kısa dönem istatistiğin tersine ender oluşan olaylarla ilgilidir. Derin deniz yapılarının projelendirilmesinde uzun dönem en büyük değer dalga istatistiği kullanılmaktadır. Açık deniz yapılarının uzun dönemli tasarım parametrelerinin hesaplanabilmesi için öncelikle yapının proje ömrü belirlenmelidir. Yapı proje ömrü boyunca iki tip fırtına ile karşılaşmaktadır. Birisi rüzgar ve bu rüzgarın üretmiş olduğu yerel rüzgar dalgası, diğeri ise soluğan olarak adlandırılan uzun mesafeli fırtınalardan meydana gelen dalgalardır (Yüksel ve Çevik, 2016).

En büyük dalga yüksekliğinin belirlenmesinde iki ana yöntem kullanılmaktadır. Bunlar:

Tam bir uzun dönem veri setinden gruplandırılmış veriler elde edilmektedir. Bu yöntemden hem belirgin dalga yüksekliklerinin dağılımı hem en büyük dalga elde edilmektedir.

Sınırlı sayıda en büyük dalga kullanıldığında sıralanmış veri yöntemi kullanılmaktadır. en büyük değer dalga istatistiği bu yöntemden elde edilmektedir (Yüksel ve Çevik, 2016).

2.4.1.1 Yerel Fırtınaların Dönüş Aralığı

Yerel fırtına şartları, dönüş aralığı ile tariflenmektedir. Dönüş aralığı, T_R (yıl), herhangi bir şartın aşıldığı ortalama zaman aralığı olarak tariflenmektedir. en büyük değer rüzgar hızı, U_w, için dönüş aralığını şu şekilde tariflenmiştir:

$$T_R = \left[1 - e^{-(U_w/\beta+\delta)}\right]^{-1} \tag{2.119}$$

Burada β ve δ rüzgar hızı olasılık dağılımını karakterize etmektedir.

2.4.1.2 Dalga Yüksekliğinin Dönüş Aralığı

Tasarımcılar yapıların en yüksek fırtına şartları altında bile yıllarca hizmet vermesini istemektedirler. Böyle şartlar için alışılagelmiş olarak seçilen parametre dalga yüksekliğinin 50 ya da 100 yıllık dönüş aralığına karşılık gelen değeridir. Burada T_R yıllık dönüş aralığı ortalama T_R yılda bir aşılma olarak tanımlanmaktadır (Yüksel ve Çevik, 2016).

2.4.1.3 Karşılaşılma Olasılığı

Verilerin bir dönüş aralığı için seçilen proje şartının olasılık seviyesi ile ilişkisi vardır. Ortalamada bu tasarım şartı her T_R yılda bir kez aşılacaktır. Bununla birlikte, en büyük olayın yapı ömrünün başında aşılması muhtemel olmasa da mümkündür. Diğer yandan tasarım şartı yapının ömrü boyunca aşılmama ihtimali de vardır. Böylece karşılaşılma olasılığı kavramı ortaya çıkmıştır (Yüksel ve Çevik, 2016).

Böylece verilen bir x olayı her T_R yılda bir aşılacağından, x'in 1 yılda aşılma olasılığı $1/T_R$'dir. Bu nedenle;

x'in bir yılda aşılmama olasılığı= $1-\frac{1}{T_R}$

Dönüş aralığı T_R yıl olan bir olayın verilen bir L yıllık sürede aşılması olasılığını, E_L:

$$E_L = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_R}\right)^L \qquad (2.120)$$

Tasarım dalga yüksekliği için tasarım seviyesi; belli bir dönüş aralığına karşılık gelen dalga yüksekliğini ifade etmektedir. Kıyı yapılarının güvenilirliğe dayalı tasarımda koşullu olasılığının, yani tasarım dalga yüksekliğinin yapının tasarım ömründe aşılma olasılığının kullanılması daha doğrudur (Yüksel ve Çevik, 2016).

2.4.2 Gruplandırılmış Dalga Verilerinin İstatistiksel Analizi

İstatistiğin teorisi, istatistiksel analizlerde kullanılan verilerin istatistiksel olarak bağımsız olmasını gerektirmektedir. Bağımsız veriler üretmek için, tekil saatlik dalga yükseklikleri yerine fırtınaların dikkate alınması gerekmektedir. Dalga yüksekliklerini fırtınaya çevirmek için kullanılan genel yöntem Sınır Dalga

Yüksekliği (POT) analizdir. POT analizinde kullanılan veriler sadece her bir fırtınada oluşan piklerden oluşmaktadır. Sınır dalga yüksekliği aşıldığı durumda fırtına olarak adlandırılmaktadır. Veri seti maksimum dalga yüksekliğini temsil etmektedir (Yüksel ve Çevik, 2016).

2.4.2.1 Koordinat Eksenlerinin Dönüştürülmesi

H' herhangi bir dalga yüksekliğinin belirlenen bir dalga yüksekliğinden, H, küçük olma olasılığı (aşılmama);

$$P = P(H' < H) \tag{2.121}$$

P'nin dalga yüksekliğine karşı çizilmesi ile eklenik dağılım fonksiyonu elde edilmektedir. H''nün belirlenen bir dalga yüksekliğinden büyük olması olasılığı aşılma olasılığı olarak tanımlanmaktadır.

$$Q = Q(H' > H) = 1 - P \tag{2.122}$$

Eklenik dağılım fonksiyonu uzun dönemi dalga yüksekliği verilerini düzenlemektedir ancak ekstrapolasyonu oldukça güç olmaktadır. Hem interpolasyon hem de ekstrapolasyon için en güçlü ilişki bir doğru olduğu için eklenik dağılım fonksiyonu grafiğinin eksenlerinin dönüşümleri ile bir doğruya çevrilmesi gerekmektedir. Bu durumda dönüştürülmüş lineer modelin denklemi:

$$Y = AX + B \tag{2.123}$$

Burada Y dönüştürülmüş olasılık eksenidir ve indirgenmiş değişken olarak adlandırılmaktadır. X dönüştürülmüş dalga yüksekliği eksenini göstermektedir. A ve B katsayıları eğim ve doğrunun kesim noktasıdır ve lineer regresyon analizi ile belirlenmektedir (Yüksel ve Çevik, 2016).

2.4.2.2 Normal Olasılık Dağılımı

Dalga yükseklikleri̇nin uzun dönemli dağılımları normal dağılıma uymamaktadır. Fakat bu log-normal dağılıma taban oluşturmaktadır.

$$P = \frac{1}{\sigma_H \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{H} e^{-1/2\left(\frac{H-\bar{H}}{\sigma}\right)} = \Phi\left(\frac{H-\bar{H}}{\sigma_H}\right) = \Phi(Z) \qquad (2.124)$$

Burada H dalga yüksekliğidir, $\bar{H}$ ortalama dalga yüksekliği, σ_H dalga yüksekliklerinin standart sapması ve Z standart normal değişkendir.

$$Z = \left(\frac{H-\bar{H}}{\sigma_H}\right) = \frac{1}{\sigma_H} H - \frac{\bar{H}}{\sigma_H} \qquad (2.125)$$

P ile Z arasındaki ilişki için standart normal olasılık tabloları kullanılmaktadır.

Eklenik yoğunluk fonksiyonunun normal dağılımı için eksenlerin uygun dönüşümü:

$$Y = Z = \Phi^{-1}(P); \quad X = H \qquad (2.126)$$

Doğrunun eğimi (A) ve kesim noktası (B) ise;

$$A = \frac{1}{\sigma_H} \qquad B = \frac{\bar{H}}{\sigma_H} \qquad (2.127)$$

olmaktadır.

2.4.2.3 Log-Normal Olasılık Dağılımı

$$Y = Z = \Phi^{-1}(P) = \frac{\ln H - \overline{\ln H}}{\sigma_{\ln H}} = \frac{1}{\sigma_{\ln H}} \ln H - \frac{\overline{\ln H}}{\sigma_{\ln H}} \qquad (2.128)$$

$$Y = \Phi^{-1}(P); \quad X = \ln H; \quad A = \frac{1}{\sigma_{\ln H}}; \quad B = \frac{\overline{\ln H}}{\sigma_{\ln H}} \qquad (2.129)$$

Tekil dalgalar tamamen bir doğru üzerinde değillerdir, ancak bunların ilişkileri doğruya yaklaşabilmektedirler. En uygun doğrunun denklemi lineer regresyon analizinden elde edilmektedirler.

2.4.2.4 Gumbel Dağılımı

Log-Normal olasılık dağılımına ilave olarak, en büyük dalgaların analizi için özel olarak geliştirilmiş dağılımları kullanmak mümkündür. Bu modeller orijinalinde

sınırlı sayıdaki sıralanmış verilerin istatistiği için çıkartılmıştır (Yüksel ve Çevik, 2016).

$$P = exp\left[-exp\left(-\frac{H-\gamma}{\beta}\right)\right] \tag{2.130}$$

Bu ifade her iki tarafın logaritması alınarak lineerleştirilmektedir.

$$\ln P = -\, exp\left(-\frac{H-\gamma}{\beta}\right) \tag{2.131}$$

Tekrar logaritması alınarak

$$-\ln(-\ln P) = \left(\frac{H-\gamma}{\beta}\right) \tag{2.132}$$

$$-\ln\left(-\ln\frac{1}{P}\right) = \frac{H-\gamma}{\beta} = \frac{1}{\beta}H - \frac{\gamma}{\beta} \tag{2.133}$$

İndirgenmiş değişken (Y), G olarak adlandırılacaktır. Böylece dönüşümün sonucu;

$$Y = -\ln\left(-\ln\frac{1}{P}\right) = G; \quad X = H; \quad A = \frac{1}{\beta}; \quad B = \frac{\gamma}{\beta} \tag{2.134}$$

2.4.2.5 Weibull Dağılımı

Yukarıdaki ifadeler iki parametrelidir. Daha yönlü dağılım ise üç parametreli olan Weibull dağılımıdır.

$$P = 1 - exp\left[-\left\{\frac{H-\gamma}{\beta}\right\}^{\alpha}\right] \tag{2.135}$$

Weibull dağılımının sıklıkla kullanılan alternatif şekli ise γ=0 için şu şekilde verilebilmektedir:

$$P = 1 - exp\left[-\left\{\frac{H}{\beta}\right\}^{\alpha}\right] \qquad \alpha, \beta > 0 \tag{2.136}$$

Ayrıca aşağıdaki şekilde de ifade edilebilmektedir.

$$Q = exp\left[-\left\{\frac{H-\gamma}{\beta}\right\}^{\alpha}\right] \tag{2.137}$$

Her iki tarafın logaritması alınarak lineer dönüşüm yapıldığında;

$$-\ln Q = \left\{\frac{H-\gamma}{\beta}\right\}^{\alpha} \tag{2.138}$$

$$\left(\ln\frac{1}{Q}\right)^{1/\alpha} = \frac{H-\gamma}{\beta} \tag{2.139}$$

İndirgenmiş değişken W olarak adlandırılırsa dönüşüm;

$$Y = \left(\ln\frac{1}{Q}\right)^{1/\alpha} = W; \quad X = H; \quad A = \frac{1}{\beta}; \quad B = \frac{-\gamma}{\beta} \tag{2.140}$$

Weibull dağılımı α, β, γ olmak üzere üç parametreye sahiptir. Lineer regresyon sadece iki sabit vermektedir (A ve B) ve eğer lineer regresyon kullanılırsa, üçüncü katsayı α'nın belirlenmesi birkaç deneme yanılma yöntemi gerektirmektedir. α'nın farklı değerlerinin kullanılması noktaların eğriliğini değiştirmektedir.

Weibull ve Gumbel dağılımlarında γ parametresinin fiziksel bir anlamı bulunmaktadır. Bu dalga yüksekliği H'ın en alt sınırıdır (H=γ olduğunda Q=1 ve P=0'dır). Böylece γ bir pik sınır değerine eşittir.

2.4.2.6 Frechet Dağılımı (Fisher-Tippet Tipi II)- FT II

En büyük dalga yüksekliklerinin yıllık maksimum değerleri için Frechet Tipi bir dağılım fonksiyonu önerilmiştir.

$$P = exp\left[-\left(\frac{H}{\beta}\right)^{-m}\right] \tag{2.141}$$

Bu ilişki lineer formda aşağıdaki gibi de yazılabilmektedir.

$$\ln[-\ln P] = -m\ln H + m\ln\beta \tag{2.142}$$

Burada -m eğim ve mlnβ doğrunun kesim noktasıdır. Olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki gibi elde edilmektedir.

$$p(H) = \frac{m}{\beta}\left(\frac{H}{\beta}\right)^{-m-1} exp\left[-\left(\frac{H}{\beta}\right)^{-m}\right] \quad (2.143)$$

Frechet dağılımının bu tipi Fisher-Tippett Tipi II dağılımı olarak da adlandırılmaktadır. Tip II dağılımı Tip I (Gumbel) dağılımı ile bir eksponansiyel çevrim ile ilişkisi vardır. Böylece, lnP Tip I dağılımını vermektedir. Tip I dağılımı için parametreler Tip II'ye göre daha basit ve etkilidir (Yüksel ve Çevik, 2016).

Tüm bu fonksiyonlarda 2 ya da 3 parametre vardır. β parametresi ölçek parametresi olarak adlandırılmaktadır, çünkü bu H'ın lineer ölçeğini içermektedir. γ parametresi konum parametresi olarak adlandırılmaktadır, çünkü bu değer H ekseninin yerini sabitlemektedir. α parametresi ise şekil parametresidir. Bu parametre dağılımın fonksiyonel şeklini belirlemektedir.

2.4.3 Sıralanmış Verilerden En Büyük Değer Dalga Analizi

Weibull, Gumbel ve Log-Normal dağılımların hepsi sıralanmış verilerin en büyük değer analizleri için uygundur. Burada aşılma olasılığı için aşağıdaki ifade kullanılmaktadır (Yüksel ve Çevik, 2016).

$$Q = \frac{i - c_1}{N + c_2} \quad (2.144)$$

Burada i veri noktalarının sıra sayılarıdır ve N ise toplam veri sayısıdır. En basit tahmin yönteminde c_1=0 ve c_2=1 olarak kabul edilmektedir.

En büyük değer veri analizi çalışmalarında son dönemlerde sıklıkla kullanılan 3 parametreli diğer bir dağılım da Genelleştirilmiş Ekstrem Değer (Generalized Extreme-Value, GEV)'dir (Kamphuis, 2010).

GEV dağılımı, Fisher-Tippett tip I, II ve III dağılımların bütününü içermektedir (Goda, 2011). Tip I dağılım Gumbel, tip II dağılım Frechet, tip III dağılım ise Weibull dağılımıdır.

2.4.4 Dalga İklimi Analizi

Uzun dönem dalga istatistiği belirgin dalga yüksekliği, ortalama, pik dalga periyodu gibi dalga karakteristiklerinin dikkate alınan dönemler için istatistiksel özelliklerini vermektedir. Deniz durumunun özelliklerinin uzun dönemi yani

mevsimsel ya da yıllık değişimlerinin incelenmesi dalga iklimi analizidir. Uzun dönemli dalga analizinin en yaygın olarak kullanılan formu olasılık tablolarıdır. Bu tablolar dalga parametrelerinin genel dağılımını vermektedir. Dalga gülleri gruplandırılmış dalga yüksekliklerinin hangi doğrultudan ne oranla geldiğini göstermektedir (Yüksel ve Çevik, 2016).

2.5 Küresel İklim Değişikliğinin Rüzgar ve Dalga İklimi Üzerinde Etkisi

Sera etkisinden kaynaklanan küresel iklim değişikliğinin dünyaya etkisi, gelecek için etki değerlendirmesi ve uyum stratejileri gerektirmektedir(Mori vd., 2009). 1870'den 2004'e kadar deniz seviyesindeki yükselme 1.7 mm ± 0.3 mm/yıl hızında gözlemlenmiş ve son on yılda deniz seviyesindeki yükselişte önemli bir hızlanma gözlemlenmiştir (Church ve White, 2006). Doğrusal bir eğilimle hesaplanan küresel ortalama kara ve okyanus yüzeyinin sıcaklık verileri, bağımsız olarak üretilmiş çok sayıda veri kümesinin mevcut olduğu 1880-2012 döneminde 0.85°C'lik (0.65−1.06) bir sıcaklık artışını göstermektedir (IPCC, 2014).

İklim değişikliği, oluşumu ve yayılmasıyla doğrudan bağlantılı değişkenlerin değişmesiyle dalga iklimini etkilemektedir (Lobeto vd., 2021). İklim değişikliği nedenli okyanus yüzeyindeki dinamik değişikliklerin, ekstrem ve günlük kıyı ortamlarına önemli etkileri olacağı tahmin edilmektedir. Bu etkilerin, dalga iklim değişikliği nedeniyle özellikle Doğu, Güneydoğu ve Güney Asya'daki yoğun nüfuslu bölge olmak üzere kıyı bölgelerinde büyük risk oluşturması beklenmektedir (Mori vd., 2009). Atlantik Okyanusu'ndaki dalga tahminleri, Kanada kıyıları ve İrlanda'nın kuzeybatısındaki bölgede belirgin dalga yüksekliğinde yüksek bir artış gösterirken, Kuzey Denizi ve İskandinav kıyıları bölgesinde daha düşük bir değişiklik göstermektedir (Wang ve Swail, 2002).

Atmosferik parametrelerdeki değişikliklerin, rüzgar ikliminde ve dolayısıyla dalga ikliminde değişikliklere yol açacağı beklenmektedir. Değişen iklim, derin deniz ve kıyı operasyonlarını etkileyecektir ve kıyı morfodinamiğini değiştirecektir. Gelecekteki iklim bilgisi; atmosfer-okyanus araştırmaları, denizcilik faaliyetleri, derin deniz ve kıyı yapılarının planlanmasın, yenilenebilir enerji çiftliklerinin

tasarımı ve uygun konumların belirlenmesi gibi çeşitli uygulamalar için önem arz etmektedir (İşlek, 2022).

IPCC (2014) iklim değişikliği değerlendirmesi için emisyon şiddetini tanımlayan konsantrasyon senaryo setleri (Representative Concentration Pathway, RCP2.6, 4.5, 6.0 ve 8.5) oluşturmuştur. Bu iklim senaryoları, yer yüzünün radyasyon dengesini bozan maddelerin (sera gazları ve aerosoller gibi) gelecekte atmosferdeki konsantrasyonlarının tahmin edilmesine dayanmaktadır (İşlek, 2022).

RCP senaryolarına ait bilgiler Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1 RCP iklim senaryo karakteristikleri (MGM, 2021)

RCP'ler	Işımsal Zorlama Değeri	Değere Ulaşma Zamanı	Işımsal Zorlama Değişimi	Toplam Konsantrasyon (CO_2 eşdeğer)	Emisyonlar (KYOTO protokolü sera gazları)
RCP 8.5	8.5 W/m^2	2100'de	Yükselme	~1370 ppm (2100'de)	2100'e kadar artış devam ediyor
RCP 6.0	>~6.0 W/m^2	2100 sonrası	Hedefi geçmeden stabilizasyon	~850 ppm (2100'de)	Yüzyılın son çeyreğinde düşüş
RCP 4.5	~4.5 W/m^2	2100 öncesi	Hedefi geçmeden stabilizasyon	~650 ppm (2100'de)	Yüzyılın ortalarından itibaren düşüş
RCP 2.6	~3.0 W/m^2	2100 öncesi	3.0 W/m^2'e ulaşmadan zirve ve düşüş	Zirve ~490 ppm ve düşüş (2100'de)	Yüzyılın ilk çeyreğinde düşüş

Küresel iklim değişikliğinin Akdeniz'deki gelecek rüzgar ve dalga iklimi etkilerinin değerlendirildiği çalışmalardan bazıları şu şekildedir.

Lira-Loarca vd. (2021) Akdeniz'de 2100 yılına kadar gelecekteki rüzgar ve dalga enerji kaynaklarının iklim değişikliği etkilerini RCP 8.5 kapsamında yüzyıl ortası (2030-2060) ve yüzyıl sonu (2070-2100) için değerlendirmiştir. rüzgar gücü bakımından yüzyılın sonunda Akdeniz'in büyük bir bölümünde ilkbaharda %10-30'luk artışlar, Doğu Akdeniz'de güçlü düşüş elde edilmiştir. Yüzyıl sonu koşulları için Akdeniz'in çoğu için ortalama yıllık dalga enerjisi akısında %10-20'ye varan

güçlü bir düşüş elde edilmiştir. Mevsimsel analizde, kış için hem yüzyılın ortası hem de sonu için dalga enerjisi değerlerinde güçlü bir düşüş gözlemlenmiştir.

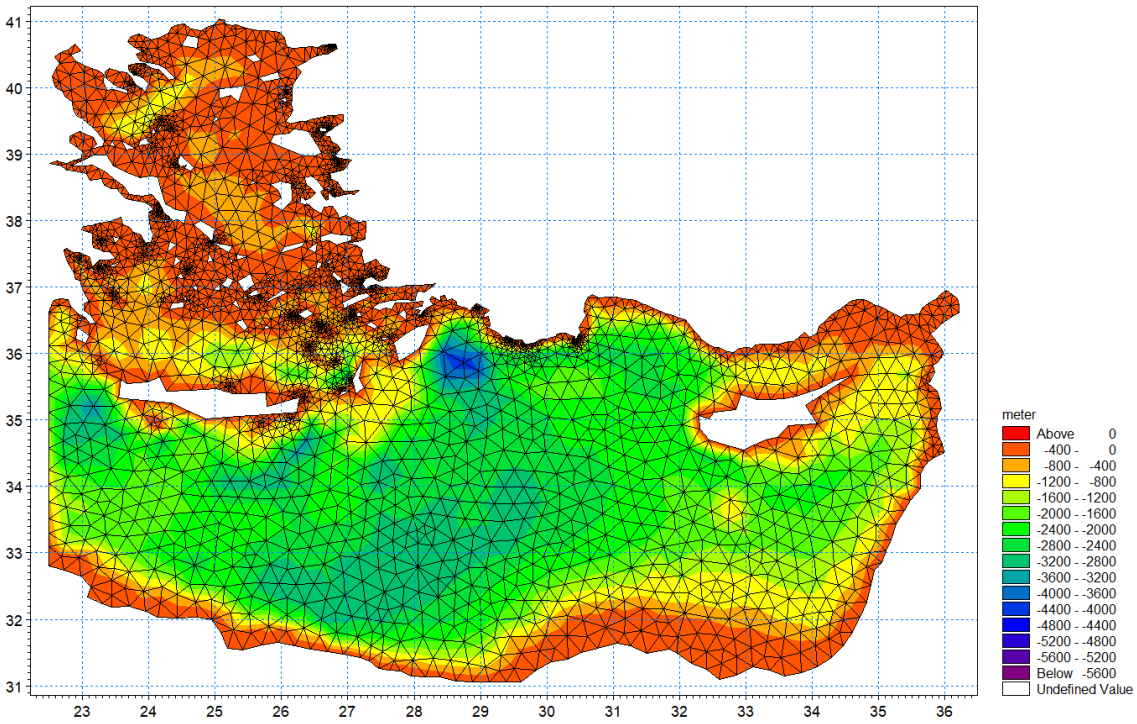
Başka bir çalışmada Rusu ve Rusu (2019) 2021-2050 arasındaki 30 yıllık rüzgar alanını projeksiyonunu RCP 4.5 senaryosu altında araştırmışlardır. Çalışma sonucunda ele alınan konumların yarısında rüzgar enerjisinde yükselme elde edilmiştir. Ege Denizi'nde bulunan iki konum için rüzgar gücü değerleri yüksek ve üniform elde edilmiştir.

Alvarez ve Lorenzo (2019) Akdeniz açık deniz rüzgar enerjisini yakın gelecek (2021-2060) için RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryoları altında araştırmıştır. Çalışma sonucunda diğer çalışmalarda olduğu gibi Ege Denizi üzerinde rüzgar gücü potansiyelinde artışın olduğunu raporlamışlardır.

Bloom vd. 2008 ise Doğu Akdeniz'de 21. Yüzyıldaki rüzgar hızı ve rüzgar enerjisi yoğunluğundaki değişiklikleri değerlendirmiştir. 2071-2100 arasında Ege Denizi'nde rüzgar hızında artış, Akdeniz'de azalma olduğunu elde etmişlerdir.

3
DOĞU AKDENİZ RÜZGAR VE DALGA İKLİMİ

Çalışma alanı olan Doğu Akdeniz'de koşturulan modelde kullanılan batimetri Türk Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi'nin ürettiği haritalar sayısallaştırılarak elde edilmiştir. Sayısal modelde kullanılan Doğu Akdeniz'e ait batimetri ağ yapısıyla birlikte Şekil 3.1'de görülmektedir (Yüksel vd., 2020).



Şekil 3.1 Doğu Akdeniz çalışma alanı batimetrisi ve model ağı (Yüksel vd., 2020)

Model ağına ait özellikler ise Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1 Doğu Akdeniz model hesap ağı özellikleri

Ege Denizi ve Akdeniz Model Hesap Ağı	Düğüm Noktası Sayısı	Üçgen Eleman Sayısı
	4098	7035

3.1 Modelin Kalibrasyonu ve Doğrulanması

MIKE 21 SW yazılımındaki kalibrasyon parametreleri aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

Taban Sürtünmesi

Sığ su derinliklerinde taban sürtünme katsayısının artması, genellikle enerji kaybına ve dolayısıyla dalga yüksekliklerinin azalmasına bununla beraber periyotların artmasına neden olmaktadır. Bunun tersi taban sürtünmesinin azaltılmasıyla oluşturulabilmektedir. Derin suda, dalgalar tabanı hissetmeyeceğinden, taban sürtünme katsayısının etkisi ihmal edilmektedir.

Kırılma parametreleri

Dalga kırılma parametreleri bazı durumlarda kalibrasyon parametreleri olarak kullanılmaktadır. Ancak bu parametrelerin seçiminde dikkatli olunmalıdır. Modelde tanımlanan α parametresi, kırılmadan sonra enerji kaybının oranını kontrol ederken γ derinlikle ilgili kırılma miktarını kontrol etmektedir. α parametresindeki artış, enerji kaybı oranını arttırmaktadır. γ parametresindeki artış, derinliğe bağlı dalga kırılma miktarını azaltmaktadır.

Yönsel olarak ayrıklaşmış parametrik formülasyonda, modeli kalibre etmek için dikliğe bağlı dalga kırılma parametresi kullanılabilmektedir. Bu değeri arttırıldığında enerji kaybı azaltılmaktadır ve dalga yüksekliği ile dalga periyodu artmaktadır.

Köpüklenme

Köpüklenme parametresi için modelde C_{ds} ve δ tanımlanmıştır. C_{ds} katsayısının azalması köpüklenmeden kaynaklı enerji kaybını azaltmaktadır. Yapılan kalibrasyon sonucunda kullanılan ERA-Interim rüzgar girdisi için Cds=1.5 ve δ=0.5 değerleri iyi sonuçlar vermiştir (Yüksel vd., 2020).

3.1.1 Modelin Kalibrasyonu

Model performansını değerlendirmek için, modellenen belirgin dalga yüksekliği ve dalga periyodu, dalga ölçümleriyle karşılaştırılmıştır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ) tarafından gerçekleştirilen Alanya, Bozcaada, Dalaman

ve Antalya istasyonlarında ölçülen dalga verileri ile kalibrasyon işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2).

Şekil 3.2 Doğu Akdeniz dalga ölçüm istasyonlarının konumları

Tablo 3.2'de tüm ölçüm istasyonlarının konumları ve derinlikleri tanımlanmıştır.

Tablo 3.2 Ölçüm istasyonlarının karakteristik özellikleri

İstasyon Adı	Koordinat (°)	Veri Tarihi	Derinlik (m)
Bozcaada	39.704 N, 26.049 E	28.11.1994– 26.09.1995	-58
Dalaman	36.692 N, 28.755 E	21.11.1994– 29.07.1996	-75
Alanya	36.542 N, 31.975 E	01.11.1994– 08.02.1996	-20
Çanakkale	40.048 N, 26.036 E	17.03.2015– 10.11.2018	-48
Antalya	36.717 N, 31.017 E	24.03.2015– 20.11.2018	-330.5
Silifke	36.083 N, 33.833 E	23.03.2015– 20.11.2018	-277

Doğu Akdeniz çalışma alanında modellenen ve ölçülen dalga parametreleri arasındaki en iyi benzerliği belirlemek için farklı rüzgar kaynakları ile kalibrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Modelde Şekil 3.1'de verilen model ağı ve batimetri kullanılmıştır. ERA-Interim, ERA5 ve CFSR rüzgar verileri kullanılarak ayrıntılı kalibrasyon ve doğrulama gerçekleştirmiştir. ERA-Interim için C_{ds}=1.5 değeriyle elde edilen dalga parametrelerinin Tablo 3.2'de verilen tüm istasyonlarda ölçülen değerler ile oldukça tutarlı olduğu görülmüştür (Yüksel vd., 2020).

Tablo 3.3 Spektral dalga modelindeki fiziksel süreçler

Enerji Kaynak Terimi	Fiziksel Süreçler	Formülasyon/Kaynak
Kaynak Girdisi (S_{in})	Dalgaların gelişimi	Komen vd. (1994)
Dalga Enerji Harcanımı ($S_{ds}+S_{bot}+S_{surf}$)	Köpüklenme	Komen vd. (1994) Cds=1.0-3.0 arasında değişen rüzgar girdisi, $\delta=0.5$
	Taban Sürtünmesi	Sabit Nikuradse pürüzlülüğü $k_n=0.04$ m
	Dalga Kırılması	Battjes ve Janssen (1978) $\alpha=1$, $\gamma=0.8$
Lineer Olmayan Dalga-Dalga Etkileşimler	Dörtlü Dalga Etkileşimleri	Hasselman vd. (1985) DIA
	Üçlü Dalga Etkileşimleri	Dikkate alınmadı

Tablo 3.3'te verilen en uygun model ayarları dikkate alınarak, ERA5 ve CFSR rüzgar alanları için de ayrıntılı kalibrasyon, köpüklenme parametresi 1.0 ile 3.0 arasında değişen değerlerle ayarlanarak yapılmıştır. MIKE 21 SW çıktılarının kalibrasyonunu nicel olarak değerlendirmek için istatistiksel hata sonuçları, belirgin dalga yükseklikleri için Tablo 3.4'te ve dalga periyotları için Tablo 3.5'te sunulmuştur. Alanya, Bozcaada, Dalaman ve Antalya istasyonlarında modellenen ve ölçülen belirgin dalga yükseklikleri ile dalga periyotları arasındaki ilişkiyi gösteren saçılım diyagramları sırasıyla Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te gösterilmektedir. En düşük/en yüksek yüzdelik dilimde doğruluğu kontrol etmek için kullanılan Q-Q grafikleri Şekil 3.7 ve Şekil 3.8'de görülmektedir. Ölçülen ve modellenen belirgin dalga yüksekliği ve dalga periyodu değerleri arasındaki zaman serilerinin karşılaştırması Şekil 3.9-Şekil 3.12'de verilmiştir.

Doğu Akdeniz çalışma alanındaki, istatistiksel analizler Tablo 3.4, Tablo 3.5'te; saçılım diyagramları Şekil 3.3, Şekil 3.4'te görülmektedir. Analiz sonuçları ve saçılım diyagramları modelde ERA5 ve CFSR için 1.0 ile 3.0 arasında değişen C_{ds} değerleri analiz edilmiştir. Dalga sonuçları (belirgin dalga yükseklikleri ve dalga periyotları) hem ERA5 hem de CFSR rüzgar alanları için belirgin şekilde değişiklikler göstermektedir.

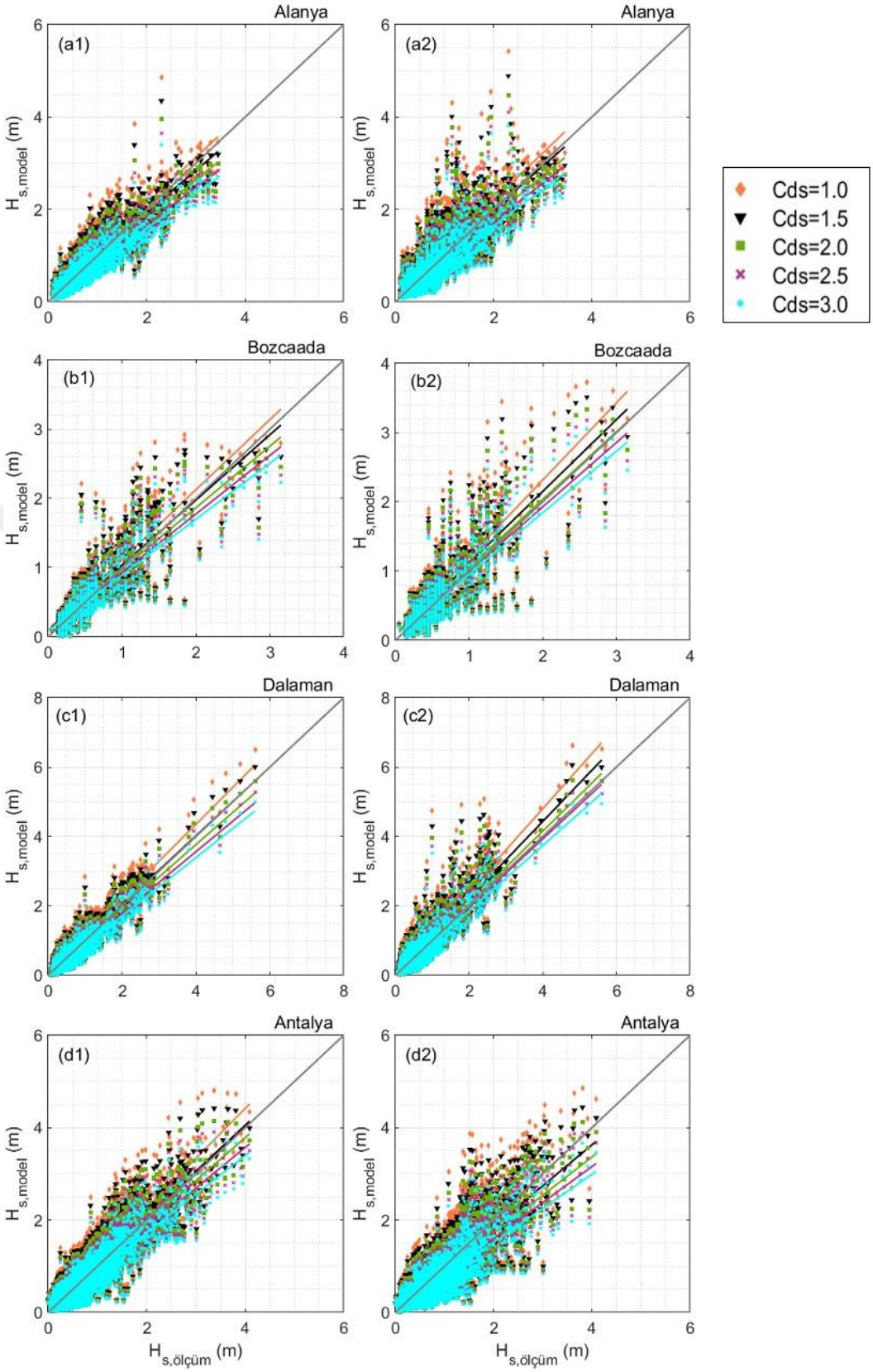
ERA5 rüzgar alanlarını kullanarak, ayarlanabilir parametrenin (köpüklenme parametresi C_{ds}) artırılarak/azaltılarak değiştirilmesi, bias üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Ancak korelasyon katsayısı (R) belirgin bir şekilde

değişmemektedir (0.92±0.01). İstatistiksel hata sonuçlarına göre (Tablo 3.4 ve Tablo 3.5), RMSE ve SI indeksi, C_{ds}'nin 2.0 değerinden düşürülmesiyle önemli ölçüde artmaktadır. Öte yandan, C_{ds}'nin 2.0 değerinden artması durumunda da benzer şekilde artan istatistiksel hata sonuçları gözlenmiştir. C_{ds} =2.0 kullanılarak modellenmiş dalga sonuçlarının ortalama değerleri, hemen hemen tüm istasyonlarda ölçülen ortalama değerlerle oldukça tutarlı olduğu görülmektedir.

CFSR rüzgar alanları ERA5 rüzgar alanları kullanılarak elde edilen model sonuçları gibi, köpüklenme parametresinin (C_{ds}) ayarlanmasıyla elde edilen sonuçlara benzer etkiler göstermektedir. Genel olarak tüm ölçüm istasyonlarında en iyi model sonuçları C_{ds} =2.0 değeri ile elde edilmiştir. CFSR kullanılarak elde edilen korelasyon katsayısının (0.89±0.01) ERA5 kullanılarak elde edilene göre daha düşük olduğu görülmektedir. Ölçülen dalga parametreleri ile ERA5 rüzgar verileriyle modelden elde edilen dalga parametreleri karşılaştırıldığında, CFSR ile elde edilenlerden daha gerçekçi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle CFSR ile hesaplanan hata ölçüleri (bias, RMSE, SI) ERA5 ile hesaplananlardan biraz daha büyüktür (Tablo 3.4). Antalya istasyonu dışındaki tüm ölçüm istasyonlarında, CFSR ve ERA5 rüzgar alanları kullanılarak modellenen belirgin dalga yüksekliği ve dalga periyodu sonuçlarının, ölçülen dalga parametrelerine göre biraz daha yüksek, biasın pozitif değerlerinden anlaşılacağı üzere, tahmin ettiği belirlenmiştir ($bias_{CFSR} > bias_{ERA5}$). Orijinalde, ERA-Interim 0.75°x0.75°(~79 km) uzamsal ve 6 sa. zamansal çözünürlükte, ERA5 0.25°x0.25°(~31 km) uzamsal ve 1 sa. zamansal çözünürlükte, CFSR (v1, v2) 0.5°x0.5°(~38 km) uzamsal ve 1 sa. zamansal çözünürlükte yeniden analiz verileri sunmaktadır. ERA-Interim ve ERA5 rüzgar verilerinin veri asimilasyonu 4D-Var (dört boyutlu varyasyon analizi) kullanırken CFSR 3D-Var (üç boyutlu varyasyon analizi) kullanmaktadır. Farklı veri kaynaklarının arasındaki bu fark, hem farklı zamansal ve uzamsal çözünürlüklerden hem de farklı veri asimilasyon tekniklerinden (ERA5 için IFS Döngüsü 41r2 kullanan 4D-Var ve CFSR için 3D-Var) kaynaklanabilmektedir (İşlek vd., 2020).

Tablo 3.4 Ölçülen belirgin dalga yüksekliklerine karşı C_{ds} değerlerinin1.0-3.0 arasında modellenmesiyle elde edilen belirgin dalga yüksekliklerinin istatiksel analizleri

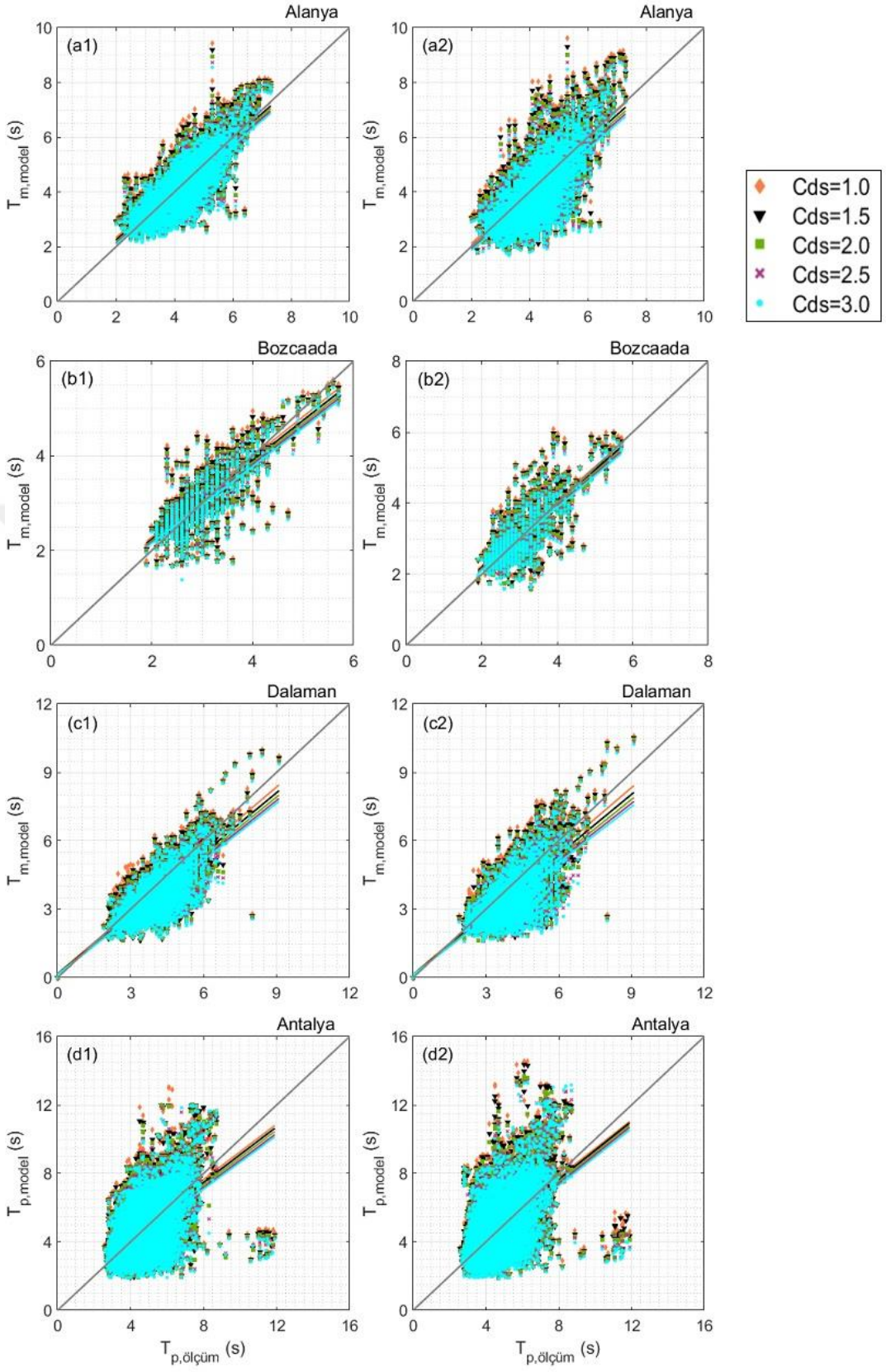
	İstasyon	Ölçüm		C_{ds}=1.0	C_{ds}=1.5	C_{ds}=2.0	C_{ds}=2.5	C_{ds}=3.0
Hs (m) ERA5	Alanya	Ortalama	0.59	0.74	0.66	0.60	0.56	0.53
		Bias		0.14	0.07	0.01	-0.03	-0.06
		RMSE		0.24	0.19	0.17	0.17	0.19
		SI		0.40	0.32	0.29	0.29	0.31
		R		0.91	0.91	0.92	0.92	0.92
	Bozcaada	Ortalama	0.62	0.73	0.67	0.64	0.61	0.58
		Bias		0.11	0.06	0.02	-0.01	-0.03
		RMSE		0.31	0.28	0.26	0.25	0.25
		SI		0.50	0.45	0.42	0.41	0.41
		R		0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
	Dalaman	Ortalama	0.55	0.68	0.60	0.56	0.52	0.49
		Bias		0.12	0.05	0.00	-0.04	-0.06
		RMSE		0.23	0.18	0.16	0.16	0.17
		SI		0.41	0.32	0.30	0.30	0.31
		R		0.92	0.92	0.93	0.92	0.92
	Antalya	Ortalama	0.43	0.57	0.51	0.47	0.44	0.41
		Bias		0.14	0.08	0.04	0.01	-0.02
		RMSE		0.24	0.19	0.17	0.16	0.16
		SI		0.56	0.44	0.39	0.37	0.37
		R		0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Hs (m) CFSR	Alanya	Ortalama	0.59	0.76	0.68	0.62	0.58	0.55
		Bias		0.16	0.08	0.03	-0.01	-0.05
		RMSE		0.32	0.24	0.24	0.23	0.23
		SI		0.54	0.45	0.41	0.39	0.39
		R		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
	Bozcaada	Ortalama	0.62	0.77	0.72	0.67	0.64	0.61
		Bias		0.16	0.10	0.06	0.03	-0.01
		RMSE		0.38	0.34	0.31	0.29	0.28
		SI		0.62	0.55	0.50	0.47	0.46
		R		0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
	Dalaman	Ortalama	0.55	0.69	0.62	0.57	0.53	0.50
		Bias		0.14	0.06	0.01	-0.03	-0.06
		RMSE		0.31	0.25	0.23	0.21	0.21
		SI		0.56	0.46	0.41	0.39	0.38
		R		0.88	0.89	0.89	0.89	0.89
	Antalya	Ortalama	0.43	0.52	0.46	0.42	0.39	0.36
		Bias		0.09	0.03	-0.01	-0.04	-0.07
		RMSE		0.23	0.20	0.19	0.19	0.20
		SI		0.53	0.45	0.43	0.44	0.45
		R		0.86	0.87	0.87	0.87	0.87



Şekil 3.3 Alanya, Bozcaada, Dalaman ve Antalya istasyonlarında ölçülen belirgin dalga yüksekliğine karşı $C_{ds}=1.0-3.0$ arasında modellenen belirgin dalga yüksekliklerinin saçılım diyagramları (1 ve 2 numaralı grafikler sırasıyla ERA5 ve CFSR rüzgar alanlarının sonuçlarını temsil etmektedir).

Tablo 3.5 Ölçülen dalga periyotlarına karşı C_{ds} değerlerinin1.0-3.0 arasında modellenmesiyle elde edilen dalga periyotlarının istatiksel analizleri

	İstasyon	Ölçüm		C_{ds}=1.0	C_{ds}=1.5	C_{ds}=2.0	C_{ds}=2.5	C_{ds}=3.0
Tm (s) ERA5	Alanya	Ortalama	4.22	4.41	4.30	4.22	4.16	4.10
		Bias		0.18	0.08	0.00	-0.07	-0.12
		RMSE		0.60	0.57	0.56	0.57	0.58
		SI		0.14	0.13	0.13	0.13	0.14
		R		0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	Bozcaada	Ortalama	3.01	3.14	3.08	3.04	3.01	2.97
		Bias		0.13	0.07	0.03	-0.01	-0.04
		RMSE		0.46	0.44	0.44	0.44	0.44
		SI		0.15	0.15	0.15	0.14	0.15
		R		0.80	0.80	0.80	0.80	0.79
	Dalaman	Ortalama	3.93	3.78	3.66	3.57	3.50	3.44
		Bias		-0.15	-0.28	-0.37	-0.44	-0.49
		RMSE		0.65	0.70	0.75	0.79	0.83
		SI		0.17	0.18	0.19	0.20	0.21
		R		0.72	0.72	0.71	0.70	0.70
Tp (s) ERA5	Antalya	Ortalama	4.56	4.86	4.69	4.57	4.47	4.40
		Bias		0.30	0.13	0.01	-0.09	-0.17
		RMSE		1.13	1.11	1.12	1.15	1.17
		SI		0.25	0.24	0.25	0.25	0.26
		R		0.59	0.59	0.58	0.56	0.55
Tm (s) CFSR	Alanya	Ortalama	4.22	4.27	4.15	4.05	3.98	3.91
		Bias		0.04	-0.08	-0.17	-0.24	-0.31
		RMSE		0.76	0.76	0.78	0.80	0.82
		SI		0.18	0.18	0.18	0.19	0.19
		R		0.72	0.72	0.72	0.71	0.71
	Bozcaada	Ortalama	3.01	3.18	3.12	3.07	3.04	3.00
		Bias		0.17	0.11	0.06	0.03	-0.01
		RMSE		0.56	0.54	0.53	0.52	0.52
		SI		0.18	0.18	0.17	0.17	0.17
		R		0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
	Dalaman	Ortalama	3.93	3.74	3.61	3.51	3.43	3.37
		Bias		-0.19	-0.33	-0.43	-0.50	-0.57
		RMSE		0.75	0.81	0.87	0.92	0.96
		SI		0.19	0.21	0.22	0.23	0.24
		R		0.68	0.67	0.65	0.64	0.63
Tp (s) ERA5	Antalya	Ortalama	4.56	4.93	4.75	4.61	4.50	4.41
		Bias		0.37	0.18	0.05	-0.06	-0.15
		RMSE		1.25	1.21	1.20	1.21	1.23
		SI		0.27	0.27	0.26	0.27	0.27
		R		0.56	0.57	0.57	0.56	0.56



Şekil 3.4 Alanya, Bozcaada, Dalaman ve Antalya istasyonlarında ölçülen dalga periyotlarına karşı $C_{ds}=1.0-3.0$ arasında modellenen dalga periyotlarının saçılım diyagramları (1 ve 2 numaralı grafikler sırasıyla ERA5 ve CFSR rüzgar alanlarının sonuçlarını temsil etmektedir).

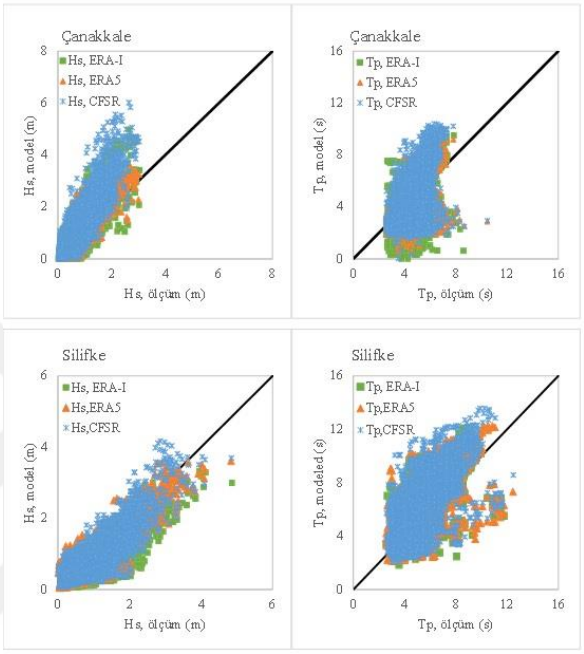
3.1.2 Modelin Doğrulanması

ERA-Interim, ERA5, CFSR rüzgar verileri ile MIKE 21 SW modelinden elde edilen dalga parametreleri, Alanya, Bozcaada, Dalaman ve Antalya istasyonlarında ölçülen dalga parametreleri ile kalibre edilmiştir. Aynı rüzgar alanları için diğer ölçüm istasyonlarında (Çanakkale ve Silifke) doğrulama yapılmıştır (Şekil 3.2). İstatistiksel hata sonuçları Tablo 3.6'da verilmiş ve iki istasyondaki dağılım diyagramları Şekil 3.5'te gösterilmiştir. En uygun ayarlar için ölçülen ve modellenen dalga parametreleri arasındaki zaman serilerinin karşılaştırmaları Şekil 3.6'da gösterilmiştir.

Doğu Akdeniz çalışma alanında, ERA-Interim rüzgar alanları kullanılarak elde edilen modelin belirgin dalga yükseklikleri ve pik dalga periyotları, hem Çanakkale hem de Silifke istasyonları için diğer iki yeniden analiz rüzgar alanı ile elde edilen dalga sonuçlarına kıyasla daha düşük elde edilmiştir (Şekil 3.5). ERA-Interim ve CFSR rüzgar alanları ile modellenen dalga sonuçları arasındaki farklar, esas olarak CFSR rüzgar hızı verilerinin ERA-Interim verilerinden daha büyük rüzgar hızına sahip olmasındandır. ERA5 ve CFSR kullanılarak modellenen dalga sonuçları, iki istasyonda ölçülen dalga verileriyle oldukça iyi bir uyum içinde olmasına rağmen, Tablo 3.6'da sunulan istatistiksel hata sonuçları dikkate alındığında, ERA5, CFSR sonuçlarına kıyasla daha iyi doğruluk vermiştir. Üç farklı rüzgar kaynağı arasında, ERA5 rüzgar alanları kullanılarak elde edilen modellenen belirgin dalga yükseklikleri ve pik dalga periyotlarının sonuçlarla karşılaştırıldığında en yüksek korelasyon katsayısına (R), en düşük bias, RMSE ve SI değerlerine sahip olduğu Tablo 3.6'dan görülmektedir.

2015 ve 2016 yılları için Silifke istasyonunda ölçülen ile modellenen belirgin dalga yükseklikleri ve pik dalga periyotları arasındaki zaman serileri örnek olarak Şekil 3.6'da gösterilmektedir. Dalga sonuçlarının uyumu, üç farklı rüzgar kaynağı için tatmin edici derecede iyi bulunmuştur. Bununla birlikte, ERA-Interim, belirgin dalga yüksekliklerini ve pik dalga periyodlarını tahmin etmede ERA5 ve CFSR ile elde edilenlere göre biraz daha düşük performans göstermiştir. Çanakkale istasyonunda belirgin dalga yüksekliği ERA-Interim sonuçları ERA5'e göre yaklaşık %3, CFSR'ye göre yaklaşık olarak %2 düşük performans göstermiştir. Silifke

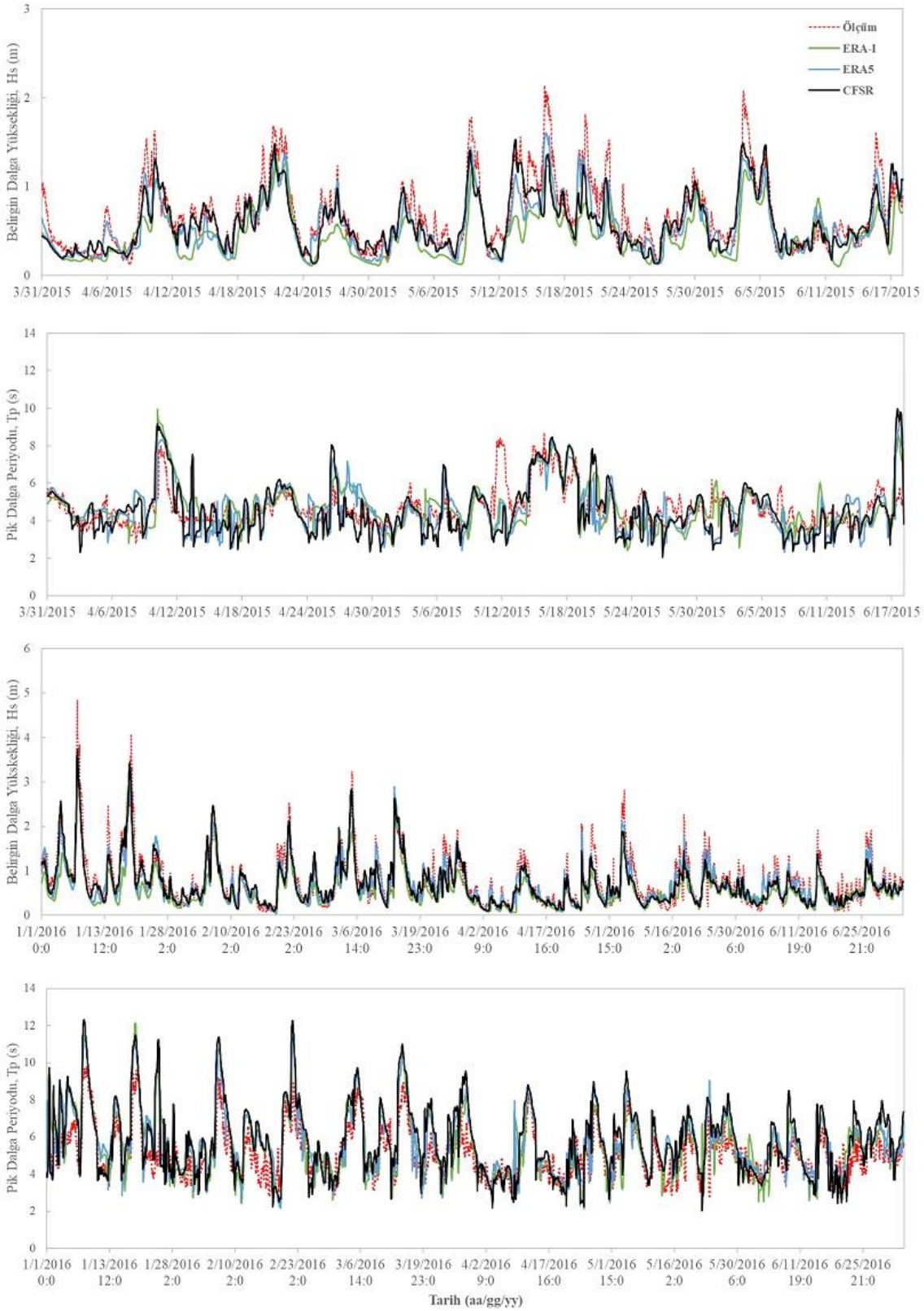
istasyonuna bakıldığında ise ERA-Interim'in performansı ERA5'e göre yaklaşık %10, CFSR'ye göre yaklaşık %3.5 düşüktür. Ek olarak, CFSR rüzgar alanları kullanılarak modellenen dalga sonuçları, ERA-Interim ve ERA5 için dalga sonuçlarına kıyasla genellikle daha yüksek tahmin etmiştir. Şekil 3.5 ve Şekil 3.6 ile Tablo 3.6'da görüldüğü üzere, ERA5, CFSR ve ERA-Interim ile elde edilenlere kıyasla biraz daha iyi performans göstermiştir.



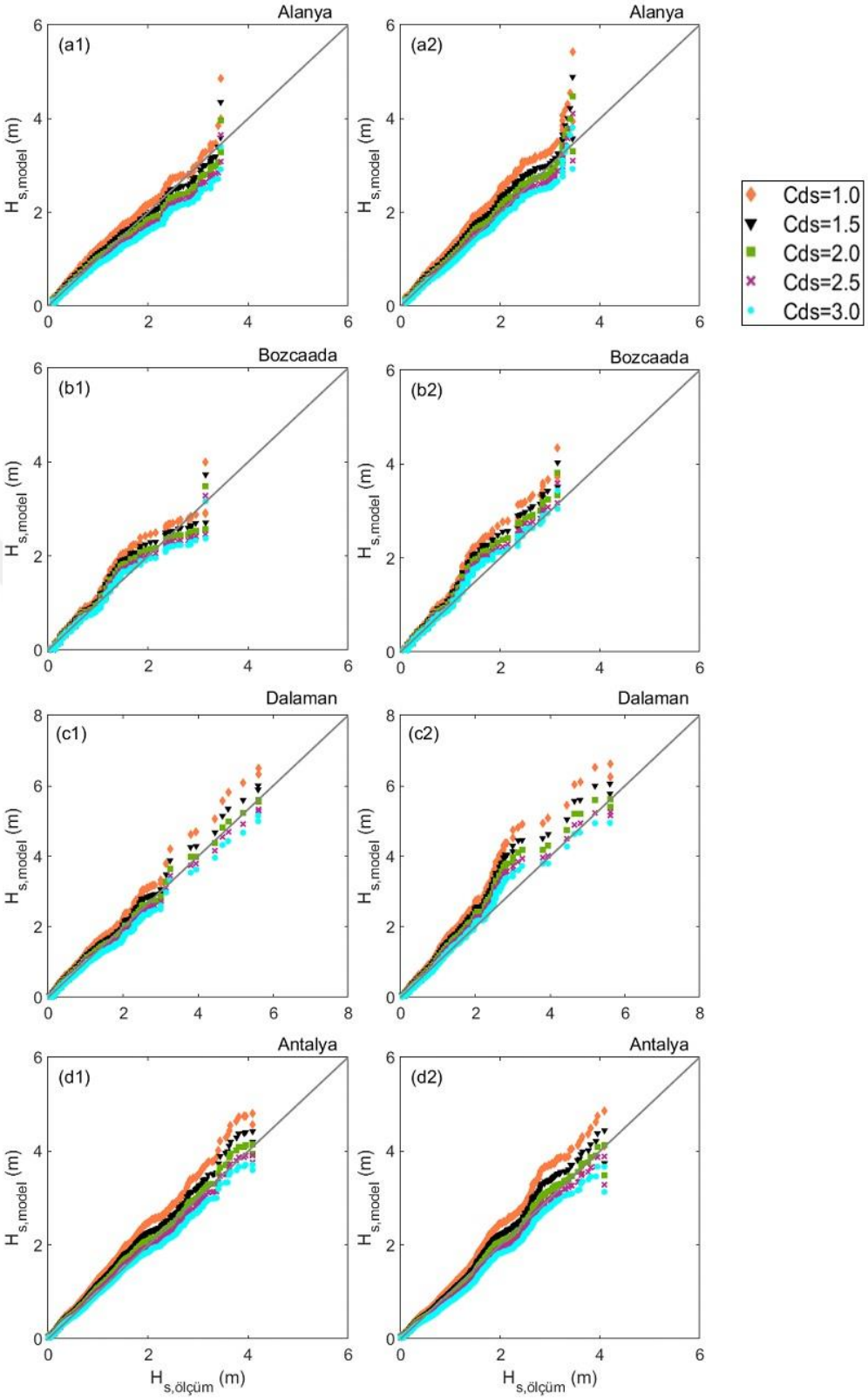
Şekil 3.5 Kalibre edilmiş model sonuçlarının belirgin dalga yüksekliği ve dalga periyodu için Çanakkale ve Silifke istasyonlarındaki ölçümlere göre doğrulanması

Tablo 3.6 Modellenen belirgin dalga yüksekliği ve pik dalga periyodunun Çanakkale ve Silifke istasyonlarındaki istatistiksel analizleri

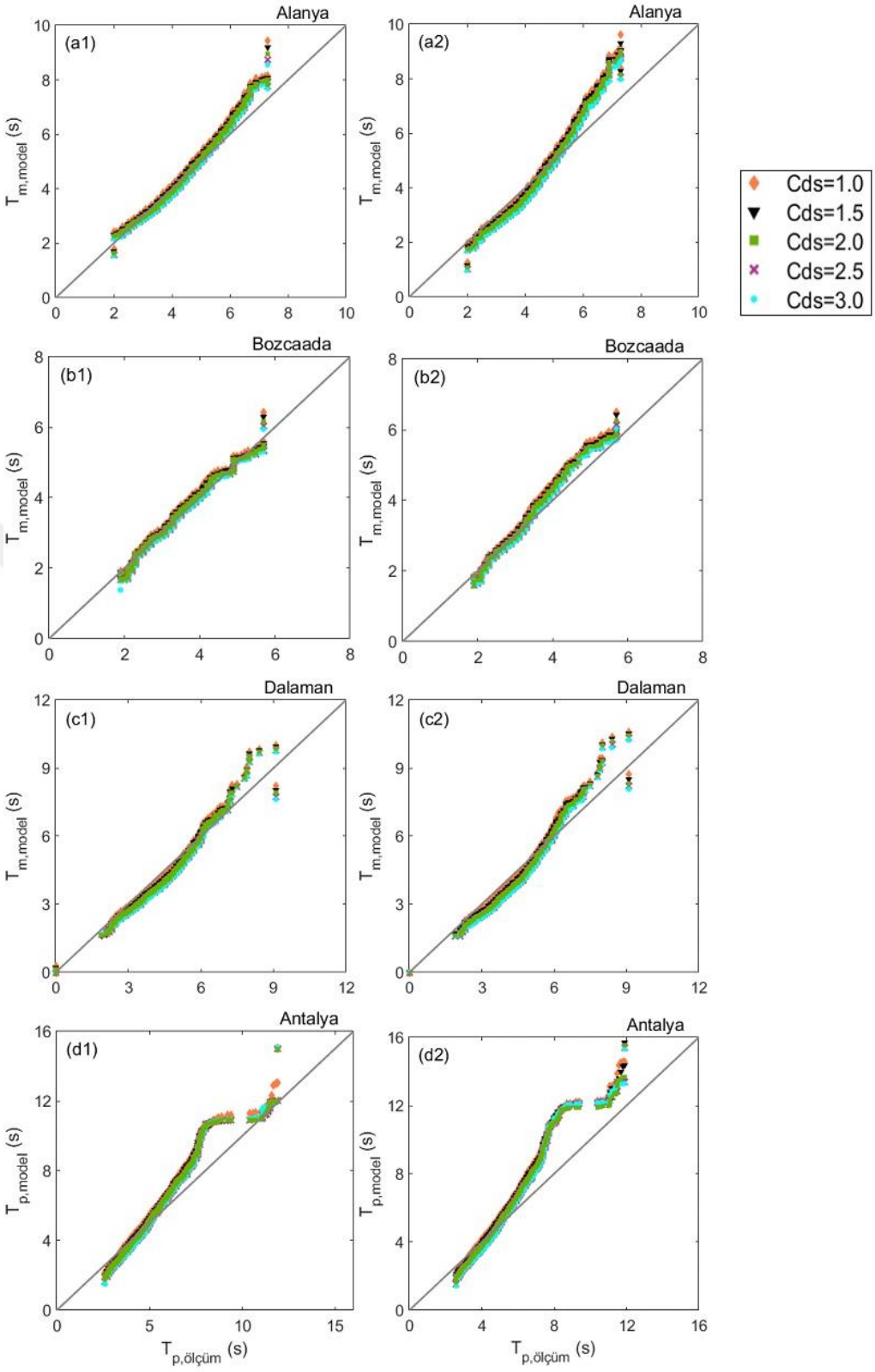
İstasyon	Veri Kaynağı	H_s					T_p				
		Ort. (m)	Bias (m)	RMSE (m)	SI	R	Ort. (s)	Bias (s)	RMSE (s)	SI	R
Çanakkale (2015-2018)	Ölçüm	0.56					4.24				
	ERA-Interim	0.59	0.11	0.35	0.62	0.89	4.29	-0.32	1.2	0.28	0.53
	ERA5	0.74	0.18	0.31	0.56	0.92	4.05	-0.19	1.06	0.25	0.57
	CFSR	0.83	0.27	0.49	0.87	0.91	4.22	-0.01	1.19	0.28	0.57
Silifke (2015-2018)	Ölçüm	0.72					4.92				
	ERA-Interim	0.74	-0.23	0.35	0.49	0.82	4.94	0.32	1.02	0.21	0.7
	ERA5	0.66	-0.06	0.21	0.29	0.91	5.29	0.37	0.99	0.2	0.75
	CFSR	0.63	-0.09	0.26	0.36	0.85	5.46	0.55	1.27	0.26	0.7



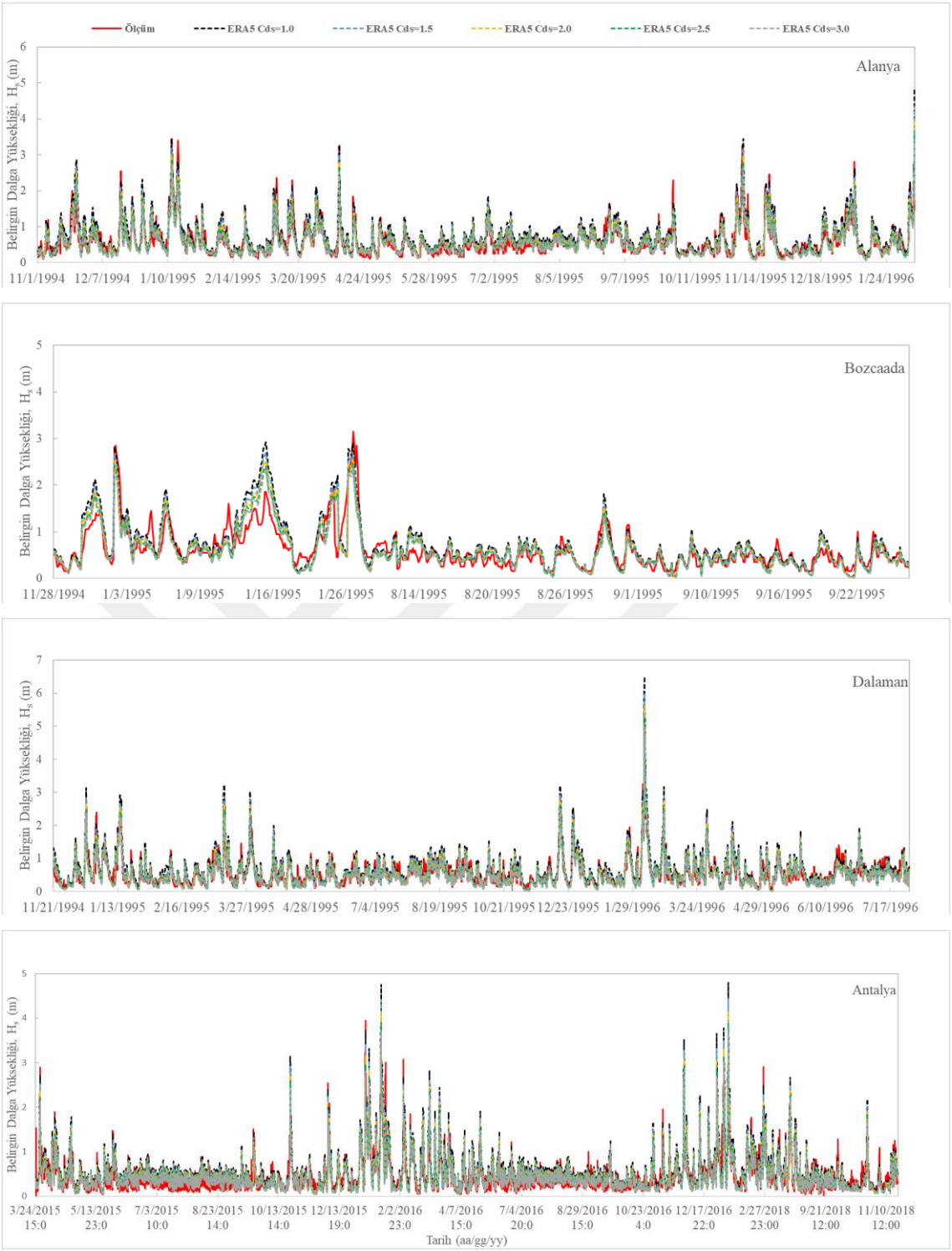
Şekil 3.6 2015 ve 2016 yılları için Silifke istasyonunda ölçülen ve modellenen belirgin dalga yükseklikleri ile pik dalga periyotlarının karşılaştırılması



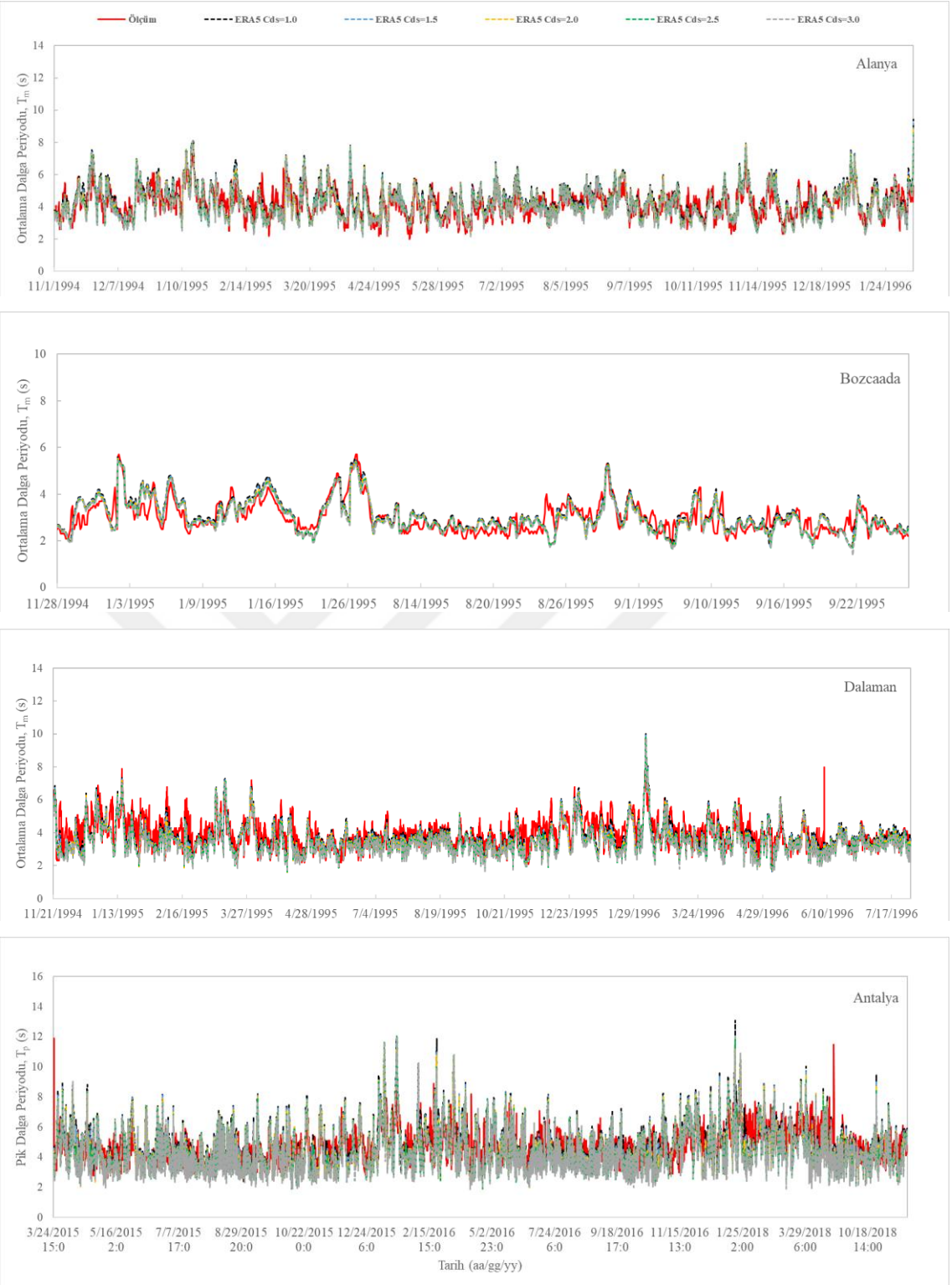
Şekil 3.7 Alanya, Bozcaada, Dalaman ve Antalya istasyonlarında ölçülen belirgin dalga yüksekliğine karşı üç yeniden analiz rüzgar alanı kullanılarak modellenen belirgin dalga yüksekliğinin Q-Q grafikleri (1 ve 2 numaralı grafikler sırasıyla ERA5 ve CFSR rüzgar alanları için sonuçları temsil etmektedir.)



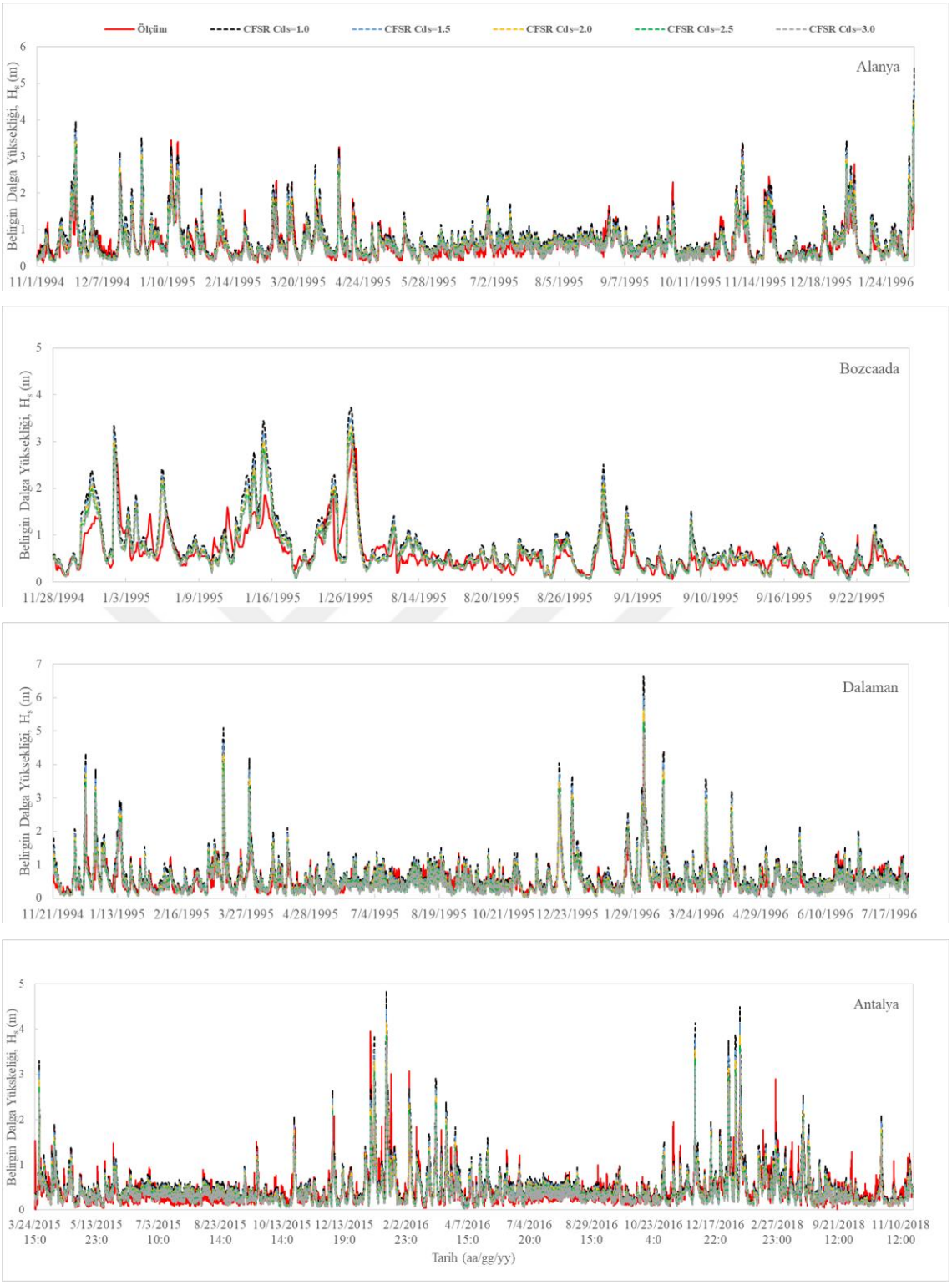
Şekil 3.8 Alanya, Bozcaada, Dalaman ve Antalya istasyonlarında ölçülen dalga periyoduna karşı üç yeniden analiz rüzgar alanı kullanılarak modellenen dalga periyodunun Q-Q grafikleri (1 ve 2 numaralı grafikler sırasıyla ERA5 ve CFSR rüzgar alanları için sonuçları temsil etmektedir)



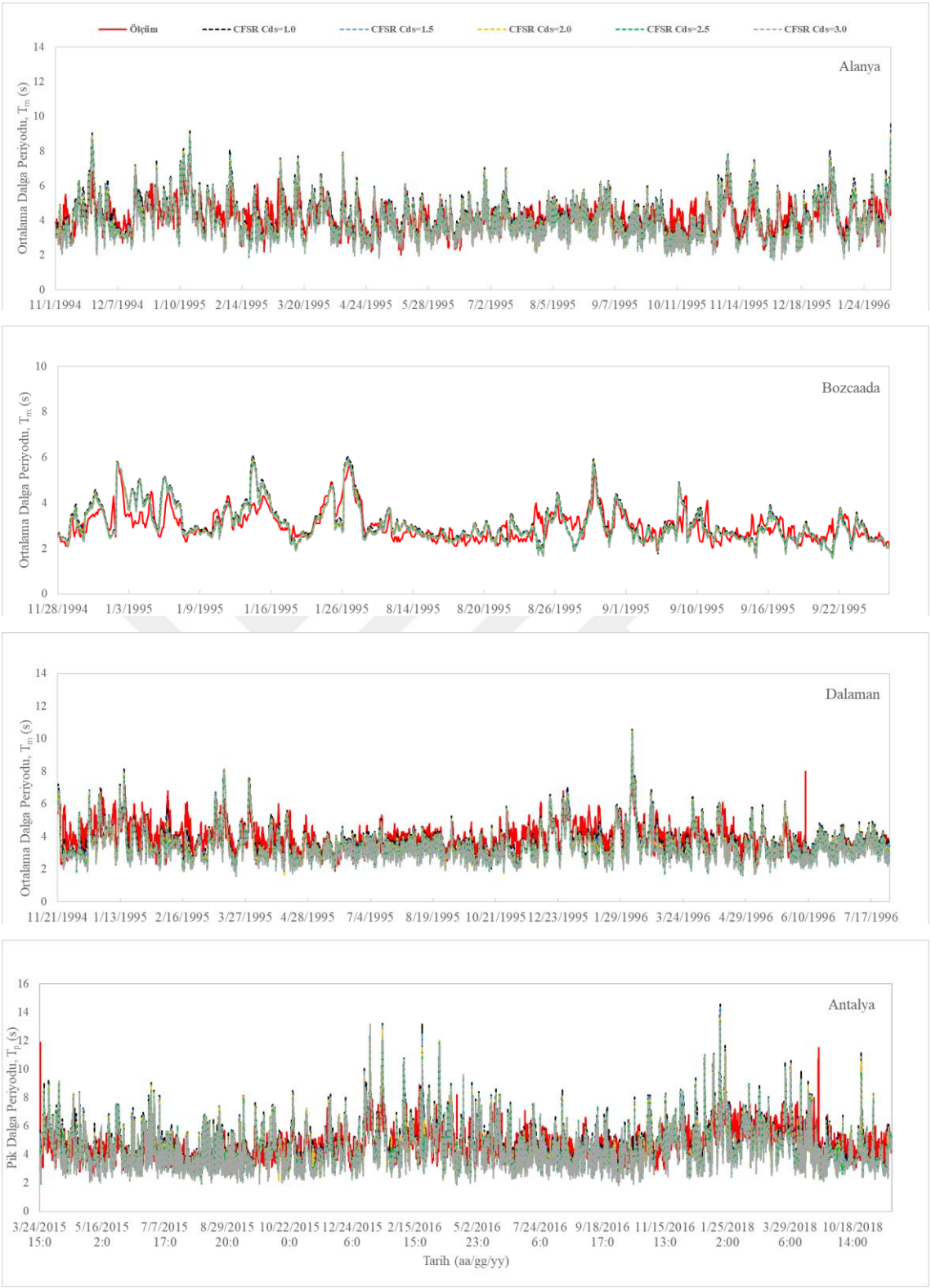
Şekil 3.9 Alanya, Bozcaada, Dalaman Antalya istasyonlarında ölçülen ile ERA5 rüzgar alanları kullanılarak modellenen belirgin dalga yüksekliklerinin karşılaştırılması



Şekil 3.10 Alanya, Bozcaada, Dalaman Antalya istasyonlarında ölçülen ile ERA5 rüzgar alanları kullanılarak modellenen dalga periyotlarının karşılaştırılması



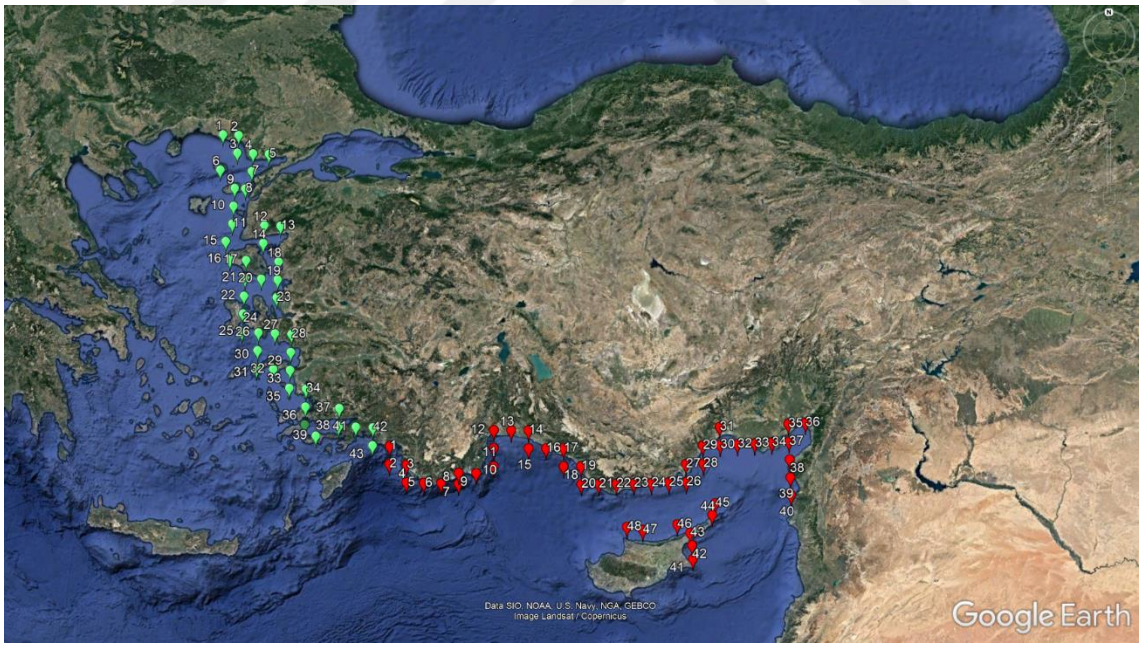
Şekil 3.11 Alanya, Bozcaada, Dalaman Antalya istasyonlarında ölçülen ile CFSR rüzgar alanları kullanılarak modellenen belirgin dalga yüksekliklerinin karşılaştırılması



Şekil 3.12 Alanya, Bozcaada, Dalaman Antalya istasyonlarında ölçülen ile CFSR rüzgar alanları kullanılarak modellenen dalga periyotlarının karşılaştırılması

3.2 Doğu Akdeniz Uzun Dönem Rüzgar ve Dalga İklimi

Çalışma alanı 22-36.5° E; 30.5-41.5° N koordinatları arasındadır. Türkiye Kıyıları için Rüzgar ve Derin Deniz Dalga Atlası'nda bulunan 43'ü Ege Denizi'nde, 40'ı Akdeniz'de ve Dalga Atlası'nda bulunmayan 8'i Kıbrıs açıklarında olmak üzere toplam 91 konumda rüzgar ve dalga iklimi çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada ERA-Interim rüzgar verileri kullanılmıştır. Şekil 3.13'te uzun dönem dalga iklimi çalışmasında dikkate alınan istasyonlara ait koordinatlar Tablo 3.7 ve Tablo 3.8'de verilmiştir. Konumlara ait uzun dönem rüzgar ve dalga iklimi ise MIKE 21 SW sayısal modeli kullanılarak elde edilmiştir. Rüzgar ve dalga iklimi 1979-2018 arasındaki 40 yıllık süreci kapsayan saatlik çıktı verilerinden elde edilmiştir. Bu veriler rüzgar hızı, rüzgar yönü, belirgin dalga yüksekliği, maksimum dalga yüksekliği, pik dalga periyodu, ortalama dalga periyodu, pik dalga yönü ve ortalama dalga yönünden oluşmaktadır. Sonuçlara göre belirli istasyonlarda hakim rüzgar ve dalga yönünde değişikliklerin meydana geldiği belirlenmiş ve Bölüm3.2.1 ve Bölüm 3.2.2'de açıklanmıştır.



Şekil 3.13 Çalışmada kullanılan istasyonların konumları

Tablo 3.7 Ege Denizi'nde bulunan istasyonların konum ve derinlikleri

İstasyon	Koordinatlar (°)	Derinlik (m)	İstasyon	Koordinatlar (°)	Derinlik (m)
Ege Denizi 1	40.75 N; 25.60 E	-44.93	**Ege Denizi 23**	38.50 N; 26.80 E	-35.10
Ege Denizi 2	40.75 N; 25.90 E	-22.88	**Ege Denizi 24**	38.25 N; 26.20 E	-34.19
Ege Denizi 3	40.50 N; 25.90 E	-52.75	**Ege Denizi 25**	38.00 N; 26.20 E	-449.65
Ege Denizi 4	40.50 N; 26.20 E	-90.02	**Ege Denizi 26**	38.00 N; 26.50 E	-428.95
Ege Denizi 5	40.50 N; 26.50 E	-64.15	**Ege Denizi 27**	38.00 N; 26.80 E	-101.46
Ege Denizi 6	40.25 N; 25.60 E	-116.13	**Ege Denizi 28**	38.00 N; 27.10 E	-37.23
Ege Denizi 7	40.25 N; 26.20 E	-40.91	**Ege Denizi 29**	37.75 N; 27.10 E	-151.80
Ege Denizi 8	40.00 N; 26.10 E	-34.07	**Ege Denizi 30**	37.75 N; 26.50 E	-634.83
Ege Denizi 9	40.00 N; 25.90 E	-63.51	**Ege Denizi 31**	37.50 N; 26.50 E	-118.48
Ege Denizi 10	39.75 N; 25.90 E	-64.17	**Ege Denizi 32**	37.50 N; 26.80 E	-87.11
Ege Denizi 11	39.50 N; 25.90 E	-225.82	**Ege Denizi 33**	37.50 N; 27.10 E	-44.05
Ege Denizi 12	39.50 N; 26.50 E	-60.53	**Ege Denizi 34**	37.25 N; 27.40 E	-23.49
Ege Denizi 13	39.50 N; 26.80 E	-20.61	**Ege Denizi 35**	37.25 N; 27.10 E	-64.59
Ege Denizi 14	39.25 N; 26.50 E	-41.90	**Ege Denizi 36**	37.00 N; 27.40 E	-41.98
Ege Denizi 15	39.25 N; 25.80 E	-100.53	**Ege Denizi 37**	37.00 N; 28.00 E	-35.47
Ege Denizi 16	39.00 N; 25.90 E	-183.78	**Ege Denizi 38**	36.75 N; 28.00 E	-51.98
Ege Denizi 17	39.00 N; 26.20 E	-109.55	**Ege Denizi 39**	36.60 N; 27.60 E	-350.57
Ege Denizi 18	39.00 N; 26.80 E	-19.31	**Ege Denizi 40**	36.75 N; 27.40 E	-252.59
Ege Denizi 19	38.75 N; 26.80 E	-67.29	**Ege Denizi 41**	36.75 N; 28.30 E	-35.50
Ege Denizi 20	38.75 N; 26.50 E	-90.00	**Ege Denizi 42**	36.75 N; 28.60 E	-82.40
Ege Denizi 21	38.75 N; 26.20 E	-267.42	**Ege Denizi 43**	36.50 N; 28.60 E	-1380.55
Ege Denizi 22	38.50 N; 26.20 E	-58.84			

Tablo 3.8 Akdeniz'de bulunan istasyonların konum ve derinlikleri

İstasyon	Koordinatlar (°)	Derinlik (m)	İstasyon	Koordinatlar (°)	Derinlik (m)
Akdeniz 1	36.50 N; 28.90 E	-1077.67	**Akdeniz 25**	36.00 N; 33.70 E	-377.55
Akdeniz 2	36.25 N; 28.90 E	-2083.52	**Akdeniz 26**	36.00 N; 34.00 E	-648.63
Akdeniz 3	36.25 N; 29.20 E	-428.48	**Akdeniz 27**	36.25 N; 34.00 E	-45.12
Akdeniz 4	36.00 N; 29.20 E	-2476.44	**Akdeniz 28**	36.25 N; 34.30 E	-418.49
Akdeniz 5	36.00 N; 29.50 E	-1879.65	**Akdeniz 29**	36.50 N; 34.30 E	-92.06
Akdeniz 6	36.00 N; 29.80 E	-2293.88	**Akdeniz 30**	36.50 N; 34.60 E	-134.90
Akdeniz 7	36.00 N; 30.10 E	-2598.22	**Akdeniz 31**	36.75 N; 34.60 E	-20.79
Akdeniz 8	36.15 N; 30.10 E	-791.96	**Akdeniz 32**	36.50 N; 34.90 E	-85.87
Akdeniz 9	36.15 N; 30.40 E	-521.59	**Akdeniz 33**	36.50 N; 35.20 E	-33.21
Akdeniz 10	36.25 N; 30.70 E	-1838.84	**Akdeniz 34**	36.50 N; 35.50 E	-35.70
Akdeniz 11	36.50 N; 30.70 E	-990.24	**Akdeniz 35**	36.75 N; 35.80 E	-25.17

Tablo 3.8 Akdeniz'de bulunan istasyonların konum ve derinlikleri (devamı)

Akdeniz 12	36.75 N; 30.70 E	-634.08	**Akdeniz 36**	36.75 N; 36.10 E	-45.00
Akdeniz 13	36.75 N; 31.00 E	-225.89	**Akdeniz 37**	36.50 N; 35.80 E	-49.42
Akdeniz 14	36.75 N; 31.30 E	-222.35	**Akdeniz 38**	36.25 N; 35.80 E	-31.83
Akdeniz 15	36.50 N; 31.30 E	-1280.50	**Akdeniz 39**	36.00 N; 35.80 E	-178.40
Akdeniz 16	36.50 N; 31.60 E	-1330.54	**Akdeniz 40**	35.75 N; 35.80 E	-93.11
Akdeniz 17	36.50 N; 31.90 E	-394.86	**Akdeniz 41**	34.91704722 N; 34.08430833 E	-246.25
Akdeniz 18	36.25 N; 31.90 E	-2001.90	**Akdeniz 42**	35.10952778 N; 34.07563889 E	-538.75
Akdeniz 19	36.25 N; 32.20 E	-576.93	**Akdeniz 43**	35.28524722 N; 34.04631944 E	-159.91
Akdeniz 20	36.00 N; 32.20 E	-1790.72	**Akdeniz 44**	35.52740556 N; 34.43063611 E	-182.49
Akdeniz 21	36.00 N; 32.50 E	-619.87	**Akdeniz 45**	35.68773333 N; 34.48624167 E	-215.55
Akdeniz 22	36.00 N; 32.80 E	-42.18	**Akdeniz 46**	35.41034167 N; 33.82885 E	-214.41
Akdeniz 23	36.00 N; 33.10 E	-386.09	**Akdeniz 47**	35.34659444 N; 33.23995556 E	-185.32
Akdeniz 24	36.00 N; 33.40 E	-458.52	**Akdeniz 48**	35.39374167 N; 32.97076389 E	-166.32

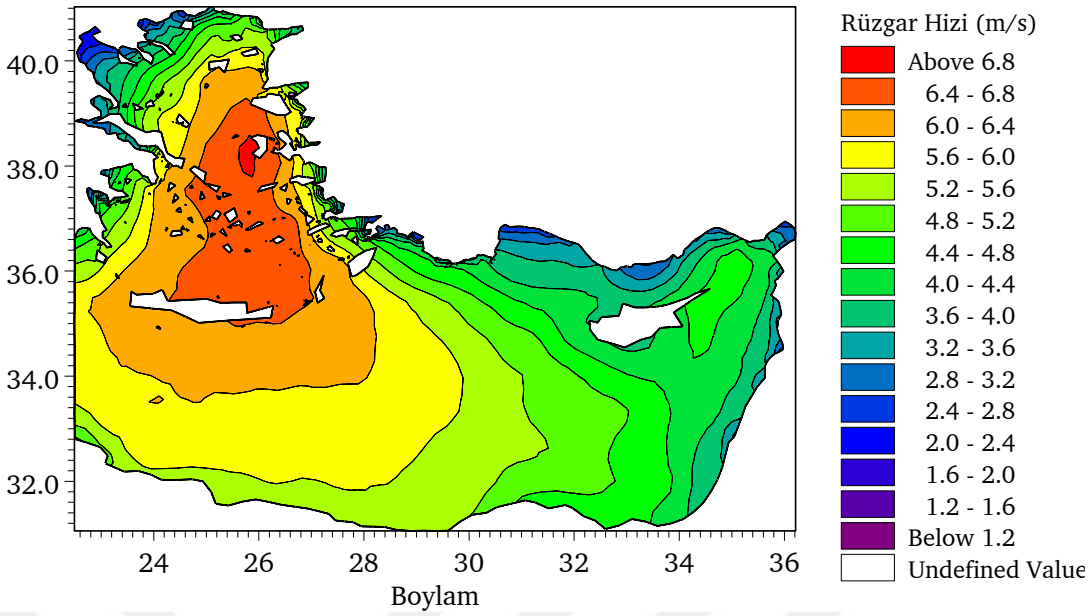
MIKE 21 SW modelinden elde edilen 1979-2018 yıllarına ait ortalama yıllık verilerin 40 yıllık alansal ortalaması alınmıştır. Ortalama elde edilirken önce yıllık ortalamalar alınmış ardından 40 yıllık ortalama elde edilmiştir. Bunlar belirgin dalga yüksekliği, maksimum belirgin dalga yüksekliği, pik dalga periyodu, ortalama dalga periyodu, pik dalga yönü, ortalama dalga yönü, rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametrelerine ait yıllık ortalamaların 40 yıllık alansal ortalamalardır. Elde edilen parametrelerin ortalama değerleri sırasıyla Şekil 3.14-Şekil 3.22 arasında verilmiştir.

Yıllık ortalama verilerin 40 yıllık alansal ortalama rüzgar parametrelerine bakıldığında Şekil 3.14'ten rüzgar hızının en yüksek Ege'de ve 6.8 m/s'den yüksek oluştuğu görülmektir. Şekil 3.15'e bakıldığında Akdeniz'in kuzeydoğusunda rüzgar yönünün güney (S)-güneybatı (SW) arasında olduğu, Ege Denizi'nin kuzeydoğusunda rüzgar yönünün doğu (E)-kuzeydoğu (ENE) arasında olduğu gözlemlenmektedir.

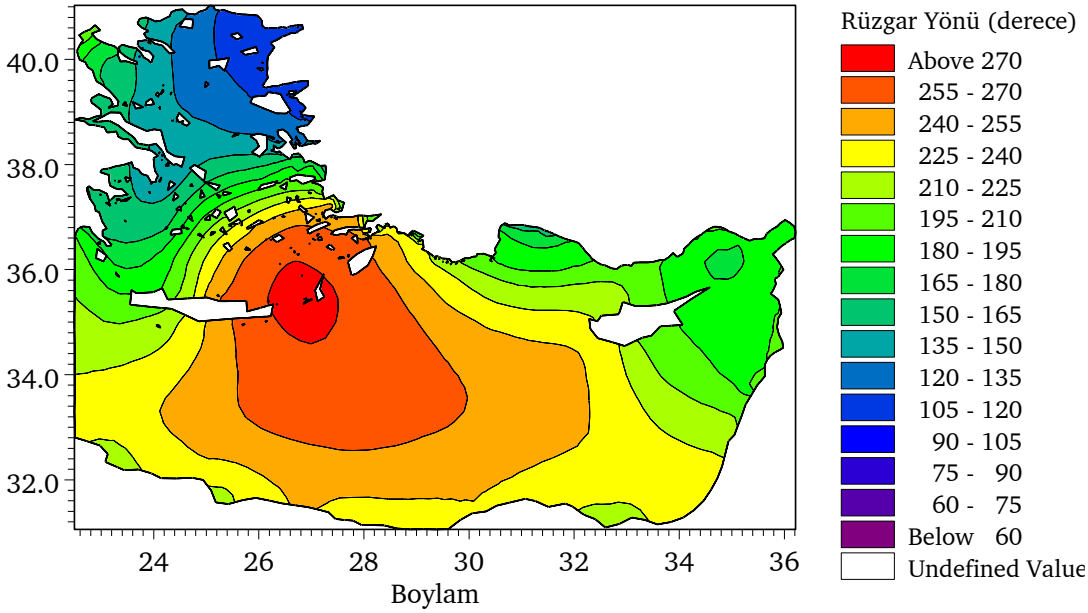
Dalga parametrelerine bakıldığında, Şekil 3.16'dan ortalama belirgin dalga yüksekliği Girit adasının güney doğusunda 1.12 m'den büyük dalgaların oluştuğu görülmektedir. Şekil 3.17'de ortalama belirgin dalga yüksekliği ortalama dalga yönünün 40 yıllık ortalamasıyla birlikte verilmiştir. Şekil 3.18'de ise maksimum belirgin dalga yüksekliği, ortalama belirgin dalga yüksekliği ile aynı alanda 2.25 m'nin üzerinde olduğu gözlemlenmektedir. Rüzgar hızı ile dalga yüksekliği ortalamaları karşılaştırıldığında maksimum rüzgar hızının bulunduğu Ege Denizi açıklarının küçük bir kısmında maksimum dalga yükseklikleri (belirgin ve maksimum) görülmektedir. Bunun sebebi feç uzunluğunun kısa olması ve adaların varlığıdır. Doğu Akdeniz'deki maksimum belirgin dalga yüksekliklerinin büyük çoğunluğu, rüzgar hızının Ege Denizi açıklarından sonra en yüksek oluştuğu Girit adasının güney ve güneydoğusunda oluşmuştur. Bu bölgede feç uzunluğu sınırlı olmadığından büyük dalga yükseklikleri meydana gelmiştir.

Şekil 3.19'da pik dalga periyodunun güneydoğu Akdeniz'de 5.6 s'den yüksek olduğu görülmektedir. Şekil 3.20'de ise ortalama dalga periyodu güneydoğu Akdeniz'de 4.25 s üzerinde oluşmaktadır yani bu alanda soluğanlar da görülmektedir. Ege Denizi'nde daha düşük periyotlu dalgalar oluştuğu görülmektedir.

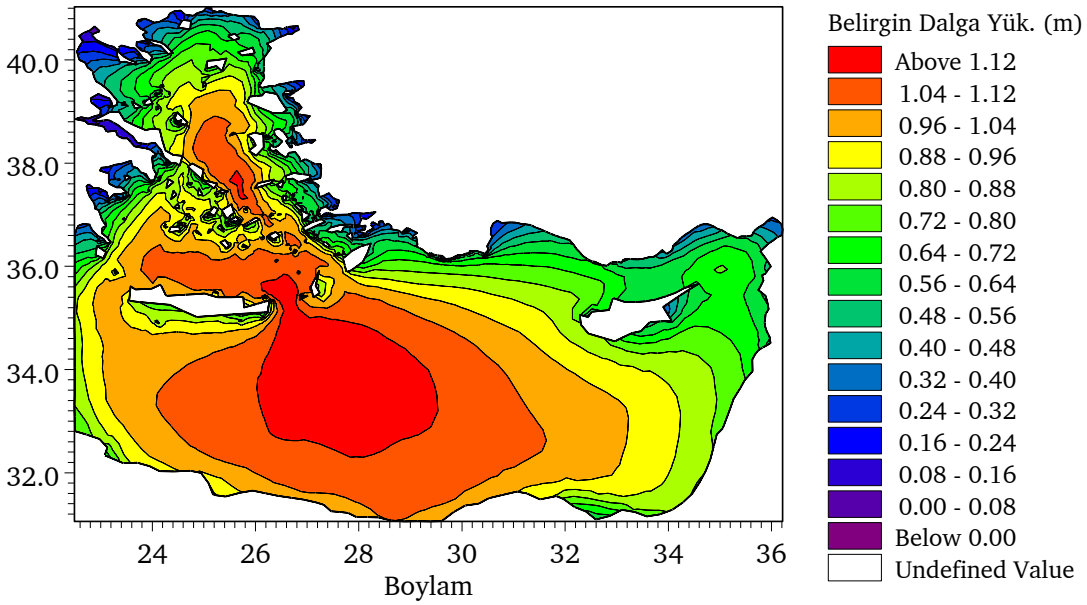
Şekil 3.20 ve Şekil 3.21'den pik ve ortalama dalga yönleri incelendiğinde Doğu Akdeniz'in ortasında ve güneyinde dalgaların geliş yönünün kuzeybatı (NW)-batı (W) arasında olduğu görülmektedir. Akdeniz'in kuzeydoğu kıyılarında dalga yönü genellikle güney batı (SW), Kuzey Ege'de ise güneydoğu (SE) yönünde oluşmaktadır.



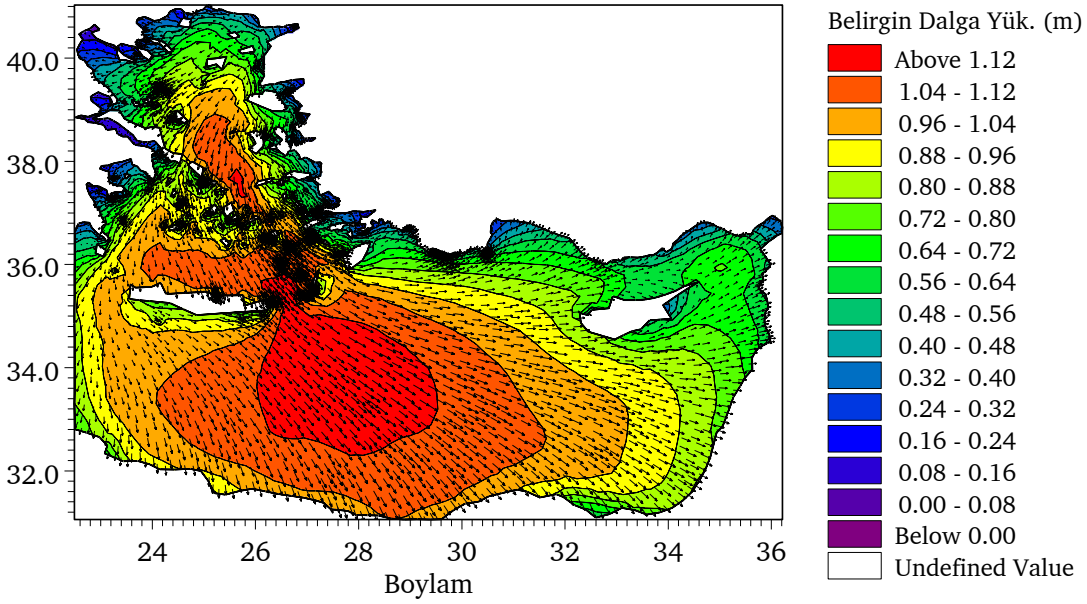
Şekil 3.14 ERA-Interim verileri için ortalama yıllık rüzgar hızının 40 yıllık (1979-2018) alansal ortalaması



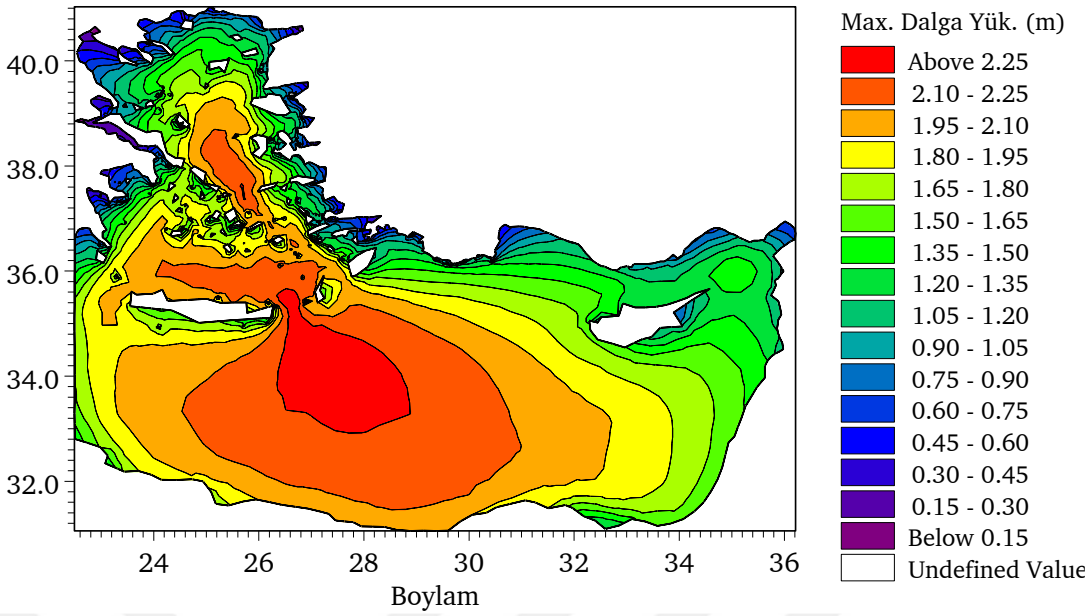
Şekil 3.15 ERA-Interim verileri için ortalama yıllık rüzgar yönünün 40 yıllık (1979-2018) alansal ortalaması



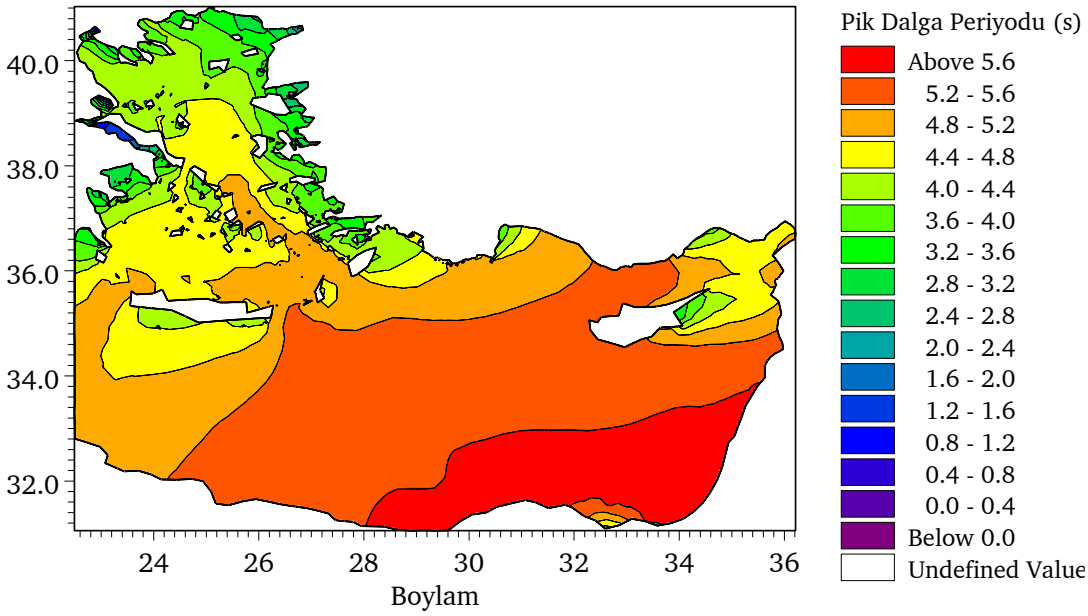
Şekil 3.16 ERA-Interim verileri için ortalama yıllık belirgin dalga yüksekliğinin 40 yıllık (1979-2018) alansal ortalaması



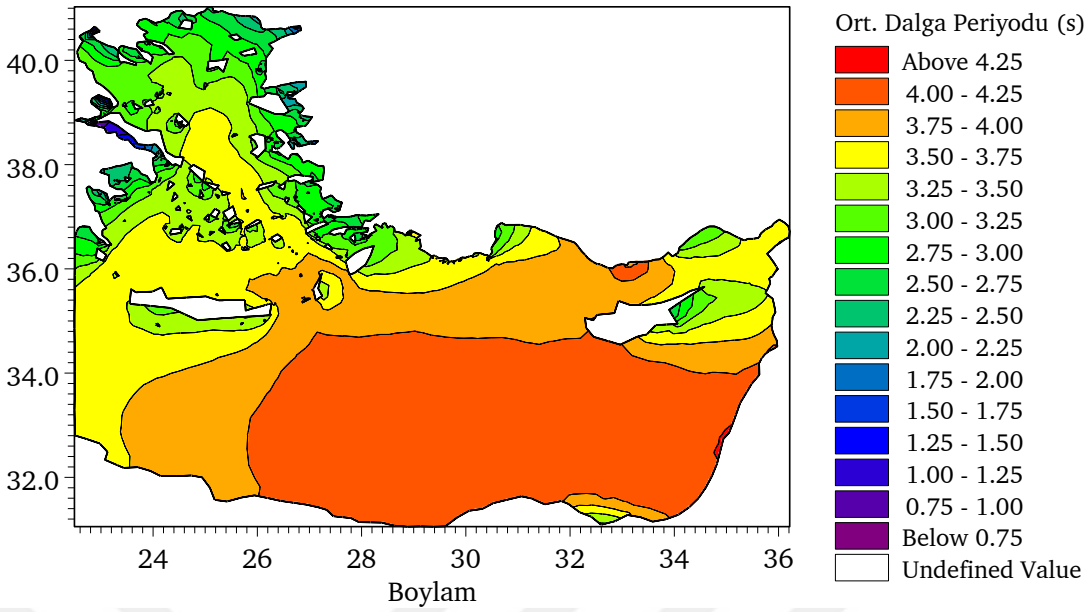
Şekil 3.17 ERA-Interim verileri için ortalama yıllık belirgin dalga yüksekliğinin ve dalga yönünün 40 yıllık (1979-2018) alansal ortalamaları



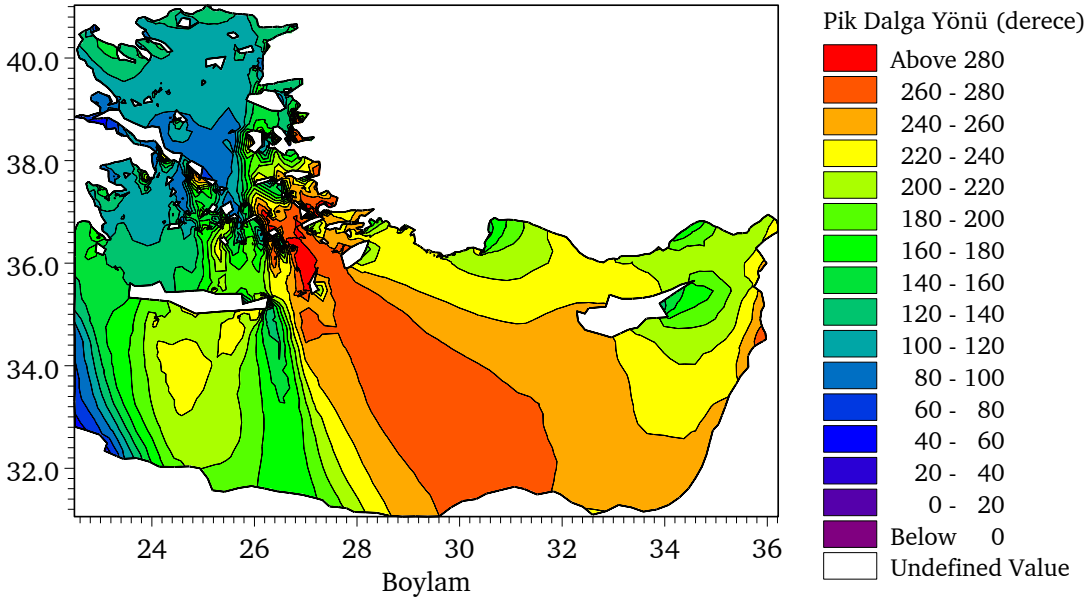
Şekil 3.18 ERA-Interim verileri için ortalama yıllık maksimum belirgin dalga yüksekliğinin 40 yıllık (1979-2018) alansal ortalaması



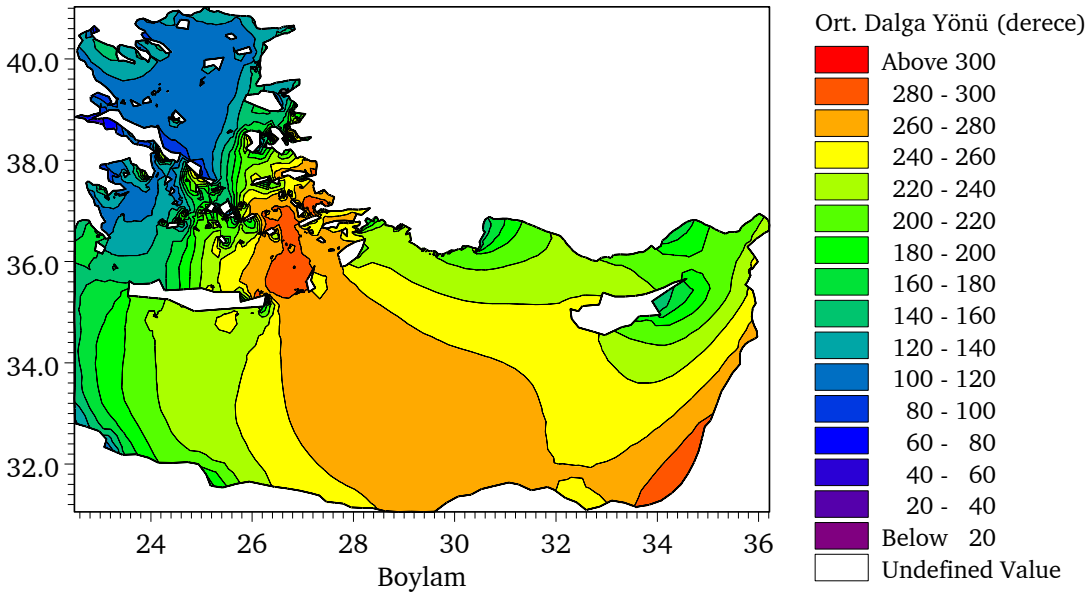
Şekil 3.19 ERA-Interim verileri için ortalama yıllık pik dalga periyodunun 40 yıllık (1979-2018) alansal ortalaması



Şekil 3.20 ERA-Interim verileri için ortalama yıllık ortalama dalga periyodunun 40 yıllık (1979-2018) alansal ortalaması



Şekil 3.21 ERA-Interim verileri için ortalama yıllık pik dalga yönünün 40 yıllık (1979-2018) alansal ortalaması



Şekil 3.22 ERA-Interim verileri için ortalama yıllık ortalama dalga yönünün 40 yıllık (1979-2018) alansal ortalaması

3.2.1 Rüzgar İklimi

Sayısal modelde rüzgar girdisi olarak 1979-2018 yılları arasındaki 40 yıllık ERA-Interim yeniden analiz verileri kullanılmıştır. Rüzgar verileri için 10 m yükseklikteki (u) ve (v) ECMWF (European Centre for Medium Range Weather Forecasts) ERA-Interim veri tabanına ait rüzgar bileşenleri indirilmiştir. ERA-Interim yeniden analiz verileri zamansal olarak 6 saatlik, uzamsal olarak 0.1°x0.1° çözünürlüktedir. ERA-Interim verilerinin bu çalışma alanında dikkate alınan Doğu Akdeniz'de rüzgar ve dalga iklimini iyi bir şekilde temsil ettiği belirlenmiştir. ERA5 ve CFSR yeniden analiz verileri Alanya, Bozcaada, Dalaman ve Antalya istasyonlarındaki modelin kalibrasyonunda, Çanakkale ve Silifke istasyonlarındaki doğrulama işleminde dikkate alınmışlardır. Çalışmada ERA5 rüzgar verileri yerine ERA-Interim rüzgar verilerinin kullanılmasının sebebi çalışmanın başladığı yıllarda ERA5 verilerinin yeni ve gelişme aşamasında olmasıdır. Ayrıca CFSR rüzgar verileri ERA-Interim rüzgar verilerine göre daha yüksek tahmin etmektedir.

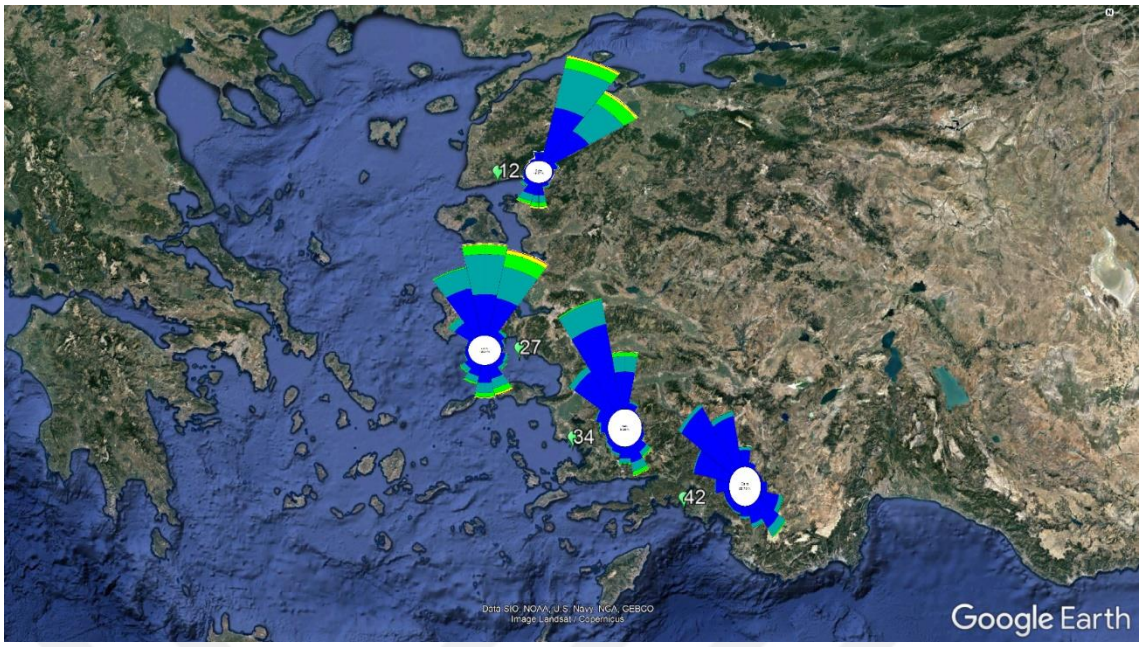
Rüzgar iklimi çalışması kapsamında Ege Denizi ve Akdeniz'deki istasyonlara ait sırasıyla rüzgar gülleri (EkA ve EkB), rüzgar hızı eklenik aşılma olasılıkları ve denklemleri (EkC ve EkD), Weibull dağılımından elde edilen en büyük değer rüzgar hızı istatistiği (EkE ve EkF) ve genelleştirilmiş ekstrem değer (GEV)

dağılımından elde edilen en büyük değer rüzgar hızı istatistiği (EkG ve EkH) elde edilmiştir.

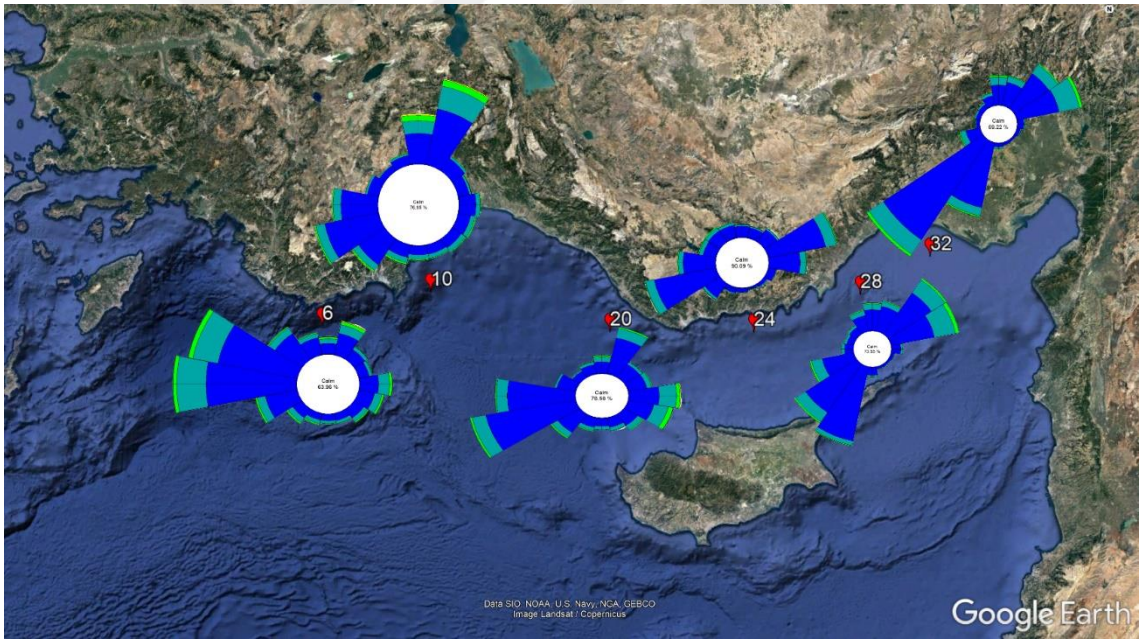
Rüzgar güllerinde 16 adet yön dikkate alınmıştır. Rüzgar hızı, rüzgar güllerinde 6 sınıfta tanımlanmıştır. Sınıflar <5, 5-7.5, 7.5-10, 10-12.5, 12.5-15 ve >15 m/s şeklindedir. 5 m/s'den küçük değerler sakin olarak belirtilmiştir.

Rüzgar hızı eklenik aşılma olasılıkları 16 adet yön ve 1 adet yönden bağımsız olmak üzere elde edilmiştir.

Rüzgar gülleri gözlemlendiğinde Ege Denizi ve Akdeniz'de hakim rüzgar yönlerinde belirli konumlarda değişimler olduğu belirlenmiştir. Bu değişimler Ayvacık açıklarında bulunan Ege Denizi 12, İzmir açıklarında bulunan Ege Denizi 27, Milas açıklarında bulunan Ege Denizi 34, Dalaman açıklarında bulunan Ege Denizi 42; Kaş açıklarında bulunan Akdeniz 6, Kemer açıklarında bulunan Akdeniz 10, Gazipaşa açıklarında bulunan Akdeniz 20, Aydıncık açıklarında bulunan Akdeniz 24, Silifke açıklarında bulunan Akdeniz 28 ve Karataş açıklarında bulunan Akdeniz 32 nolu istasyonlarında oluşmuştur. Hakim rüzgar yönleri Ege Denizi'nde 1-11 nolu istasyonlar arasında NE, 12-26 nolu istasyonlar arasında NNE, 27-33 nolu istasyonlar arasında N, 34-41 nolu istasyonlar arasında NNW, 42-43nolu istasyonlar arasında NW olduğu gözlemlenmiştir. Hakim rüzgar yönleri Akdeniz'de ise 1 nolu istasyon NW, 2-5 nolu istasyonlarda WNW, 6-9 nolu istasyonlarda W, 10-19 nolu istasyonlarda NNE, 20-23 nolu istasyonlarda WSW, 24-27 nolu istasyonlarda ENE ve WSW, 28-31 nolu istasyonlarda SSW, 32-40 nolu istasyonlarda SW, Kıbrıs'da bulunan 41-48 nolu istasyonlarda ise WSW, SW ve W olduğu gözlemlenmiştir. Ege Denizi'ndeki rüzgar yönü değişimlerinin meydana geldiği istasyonlar Şekil 3.23'te görülmektedir. Akdeniz'deki rüzgar yönü değişimlerinin meydana geldiği istasyonlar ise Şekil 3.24'te verilmiştir. Hakim rüzgar yönünde bölgelerin orografik yapıları oldukça etkindir.



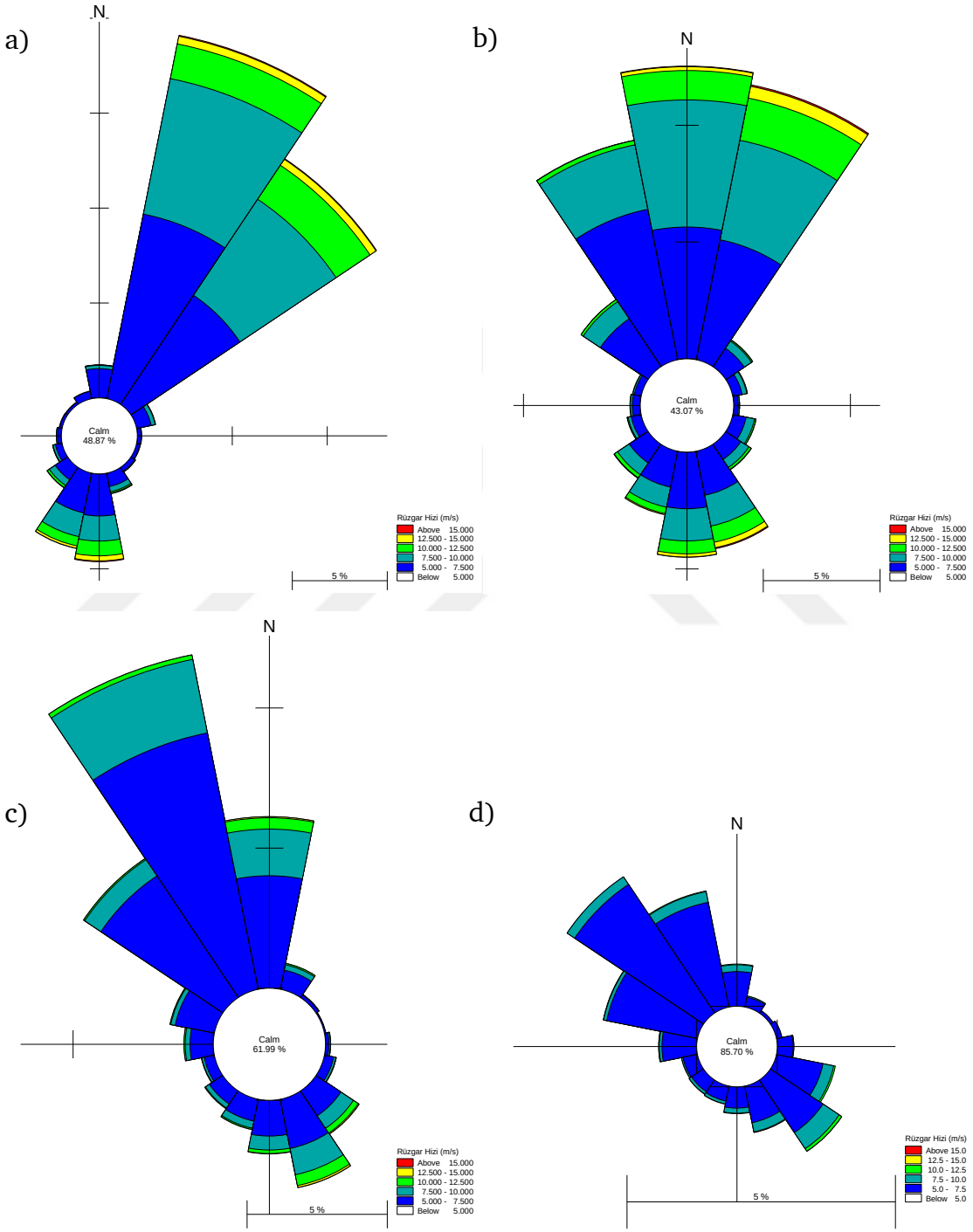
Şekil 3.23 Ege Denizi'nde hakim rüzgar yönünde değişim olan istasyonlar ve istasyonlara ait rüzgar gülleri



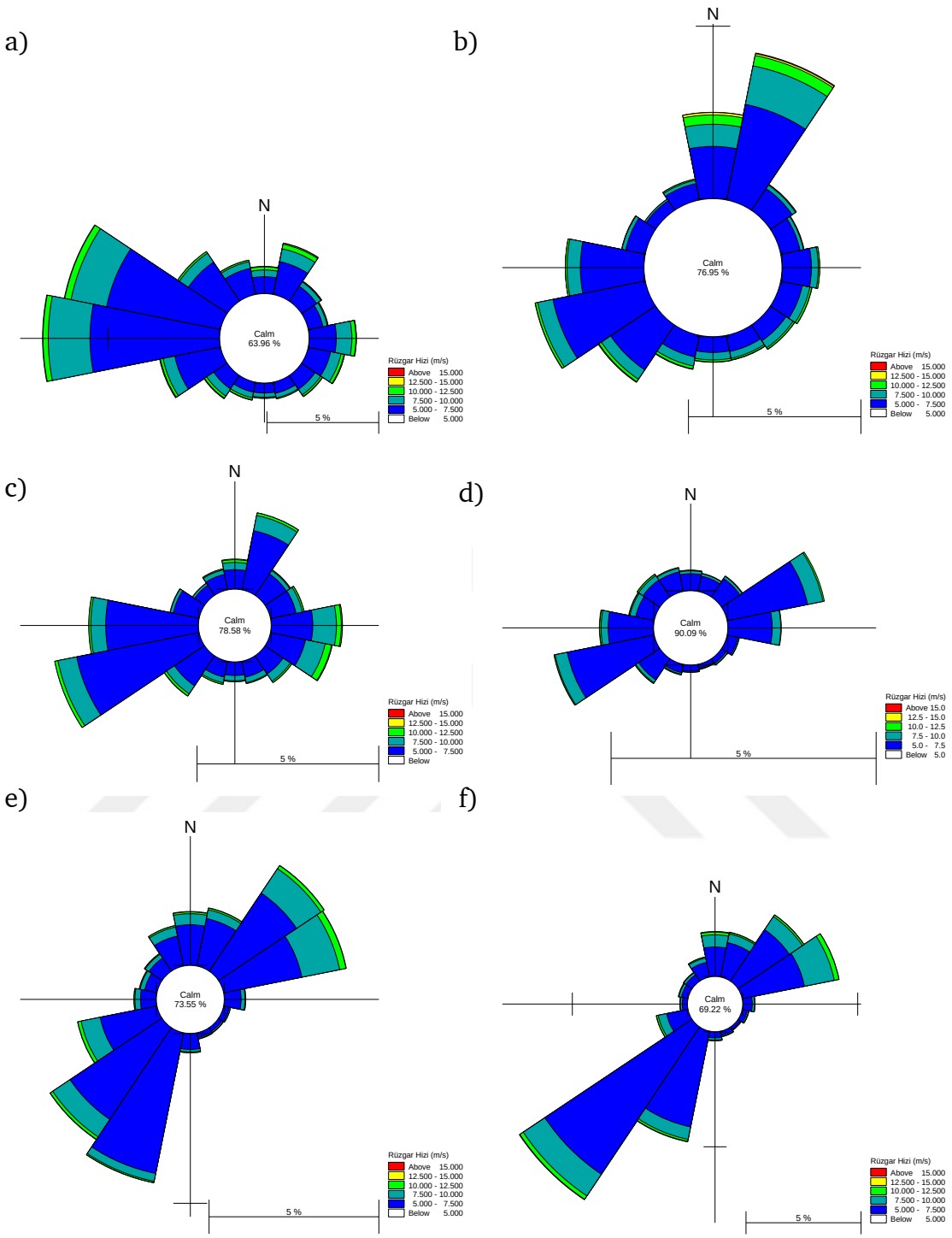
Şekil 3.24 Akdeniz'de hakim rüzgar yönü değişimi olan istasyonlar ve istasyonlara ait rüzgar gülleri

Ege Denizi'nde hakim rüzgar yönlerinin değiştiği istasyonlardaki (Ege Denizi 12, Ege Denizi 27, Ege Denizi 34, Ege Denizi 42) rüzgar gülleri Şekil 3.25'te verilmiştir.

Akdeniz'de hakim rüzgar yönlerinin değiştiği istasyonlardaki (Akdeniz 6, Akdeniz 10, Akdeniz 20, Akdeniz 24, Akdeniz 28, Akdeniz 32) rüzgar gülleri ise Şekil 3.26'da görülmektedir.



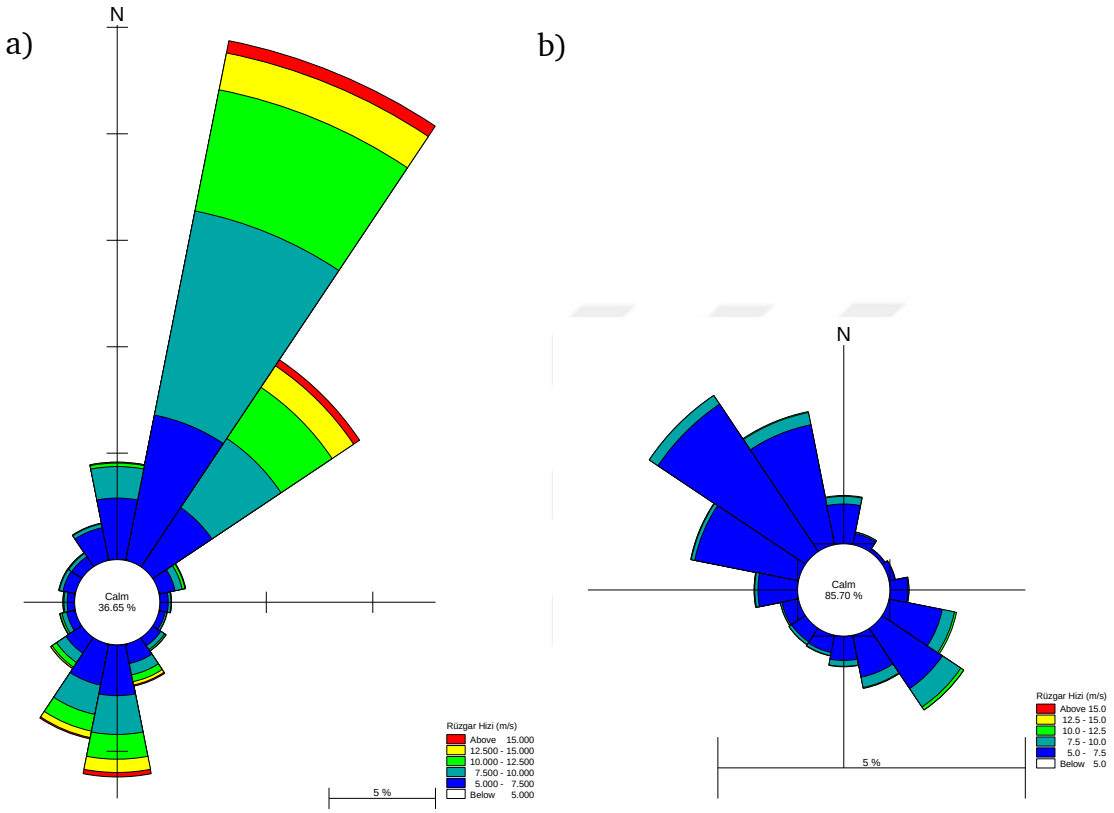
Şekil 3.25 Ege Denizi'nde hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait rüzgar gülleri (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 12, 27, 34 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)



Şekil 3.26 Akdeniz'de hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait rüzgar gülleri (a, b, c, d, e, f sırasıyla Akdeniz 6, 10, 20, 24, 28 ve 32 nolu istasyonlara aittir.)

Tüm istasyonlarda 40 yılda meydana gelen yıllık en yüksek rüzgar hızı değerlerinin maksimumu Ege Denizi için Ege Denizi 16 nolu istasyonda 23.88 m/s ile, minimumu ise Ege Denizi 42 nolu istasyonda 8.80 m/s olarak meydana gelmiştir. Bu istasyonların rüzgar gülleri Şekil 3.27'deki gibidir. Maksimum rüzgar

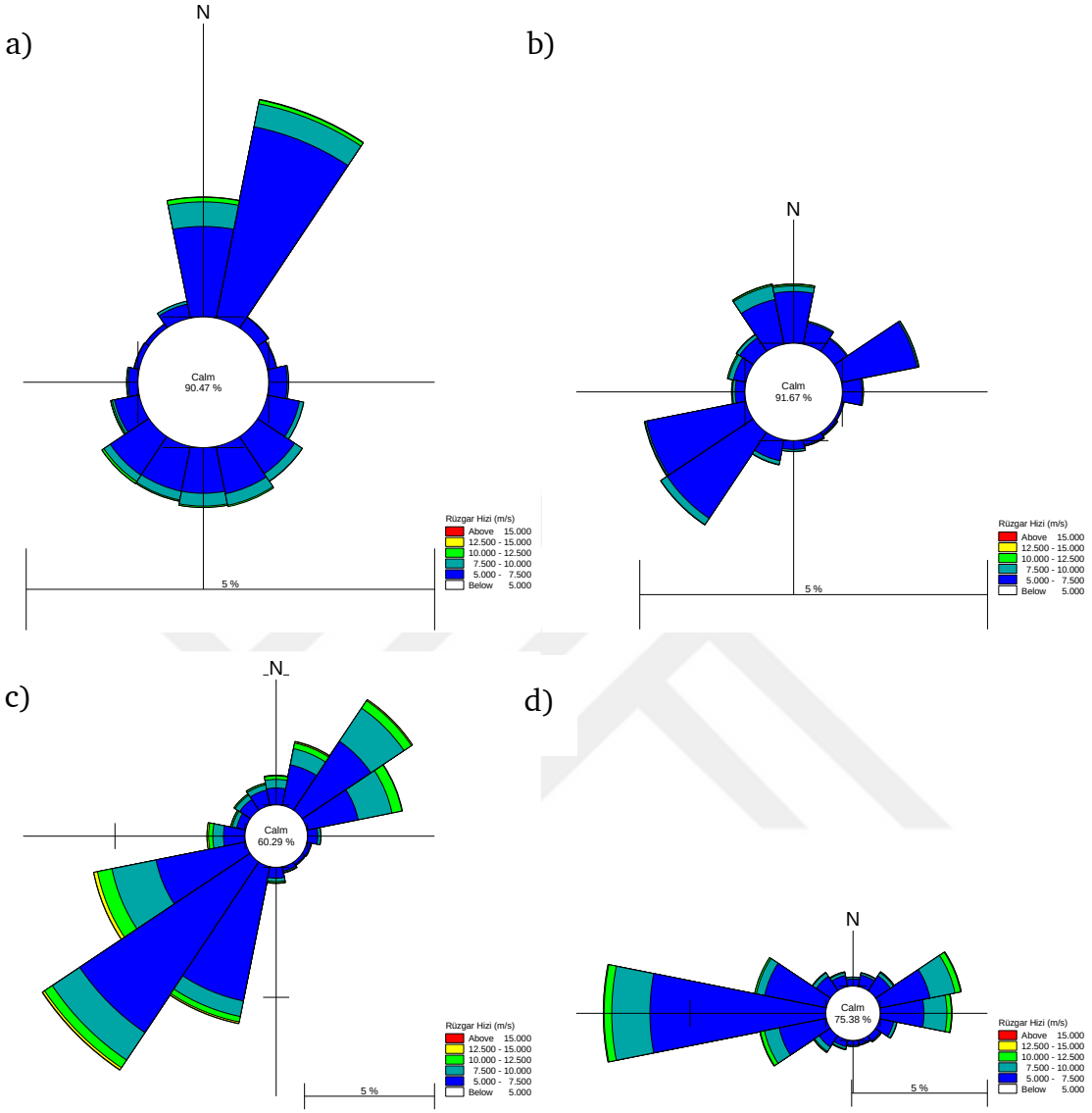
hızı değerinin meydana geldiği istasyonda hakim rüzgar yönü NNE olarak görülmektedir. Minimum hıza sahip istasyonun hakim rüzgar yönü ise NW elde edilmiştir. Ege Denizi 16 nolu istasyonda rüzgar hızı 2004 yılında 23.88 m/s değerinde gerçekleşmiştir. Ege Denizi 42 nolu istasyonda rüzgar hızı ise 2018 yılında 8.80 m/s değerinde oluşmuştur.



Şekil 3.27 Ege Denizi'nde meydana gelen yıllık en yüksek rüzgar hızı değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait rüzgar gülleri (a ve b sırasıyla Ege Denizi 16 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)

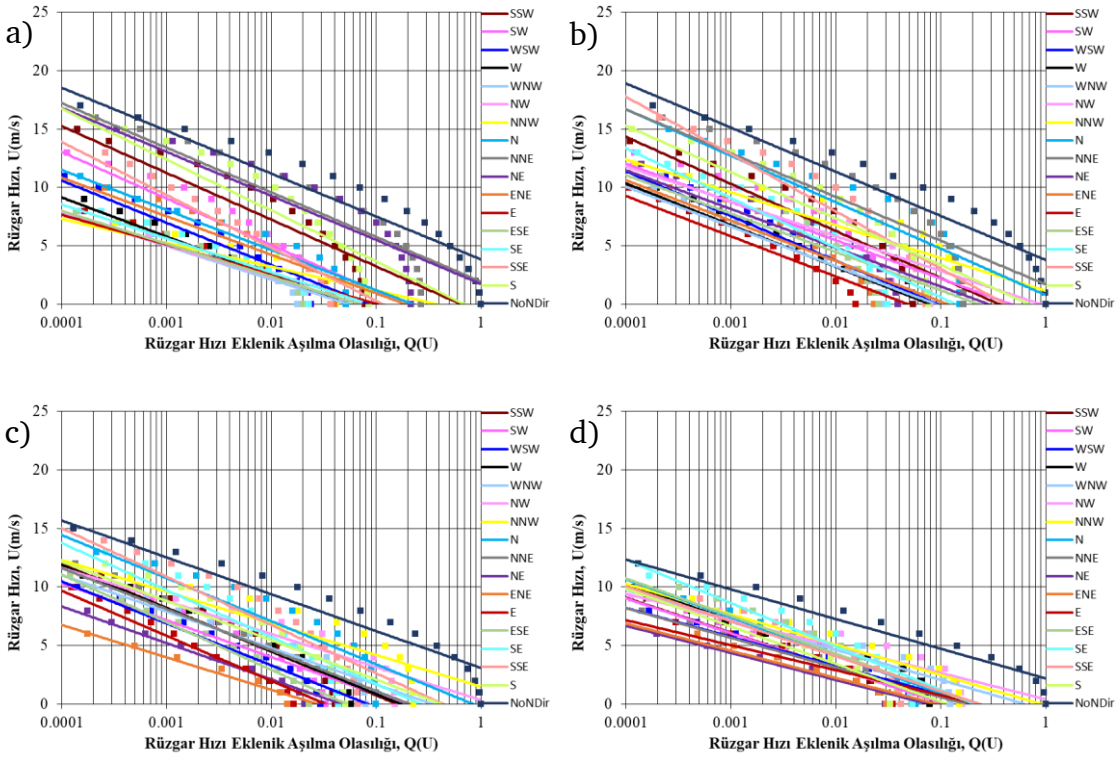
Akdeniz için maksimum rüzgar hızı değerinin Akdeniz 14 nolu istasyonda, minimum değerin ise Akdeniz 36 nolu istasyonda olduğu görülmektedir. Akdeniz'deki istasyonlar incelendiğinde Kıbrıs kıyılarında bulunan Akdeniz 41-Akdeniz 48 nolu istasyonlarda rüzgar hızı değerlerinin diğer istasyonlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu konumlardaki yıllık en yüksek rüzgar hızı değerlerinin maksimumu Akdeniz 44 nolu, minimum değeri ise Akdeniz 48 nolu istasyonda meydana gelmiştir. Akdeniz 14, Akdeniz 36, Akdeniz 44, Akdeniz 48 nolu istasyonlarda meydana gelen rüzgar hızı değerleri sırasıyla 1996 yılında 20.56 m/s, 1995 yılında 7.71 m/s, 2015 yılında 22.88 m/s, 2014 yılında 10.87 m/s'dir. Şekil 3.28'de görüldüğü üzere Akdeniz 14 nolu istasyonda hakim rüzgar

yönü NNE, Akdeniz 36 nolu istasyonda SW, Akdeniz 44 nolu istasyonda SW ve Akdeniz 48 nolu istasyonda ise W yönünden oluşmuştur.



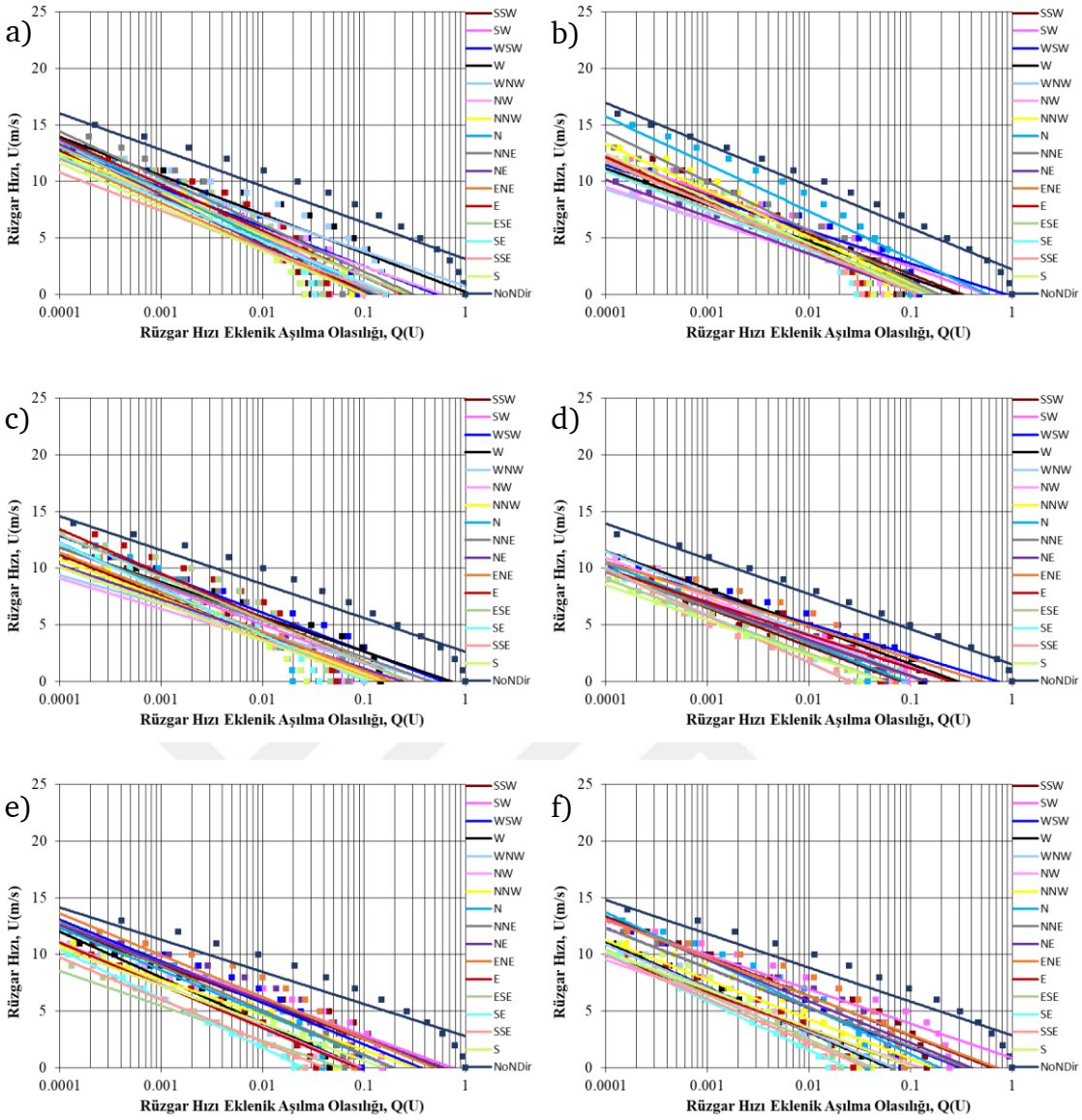
Şekil 3.28 Akdeniz'de meydana gelen yıllık en yüksek rüzgar hızı değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait rüzgar gülleri (a, b, c, d sırasıyla Akdeniz 14, 36, 44 ve 48 nolu istasyonlara aittir.)

Ege Denizi'nde hakim rüzgar yönlerinin değişikliklerin meydana geldiği istasyonlara ait (Ege Denizi 12, Ege Denizi 27, Ege Denizi 34, Ege Denizi 42) rüzgar hızı eklenik aşılma olasılığı grafikleri Şekil 3.29'da görülmektedir. İstasyonlara ait rüzgar hızı eklenik aşılma olasılıkları 16 yönlü ve 1 yönden bağımsız olarak elde edilmiştir.



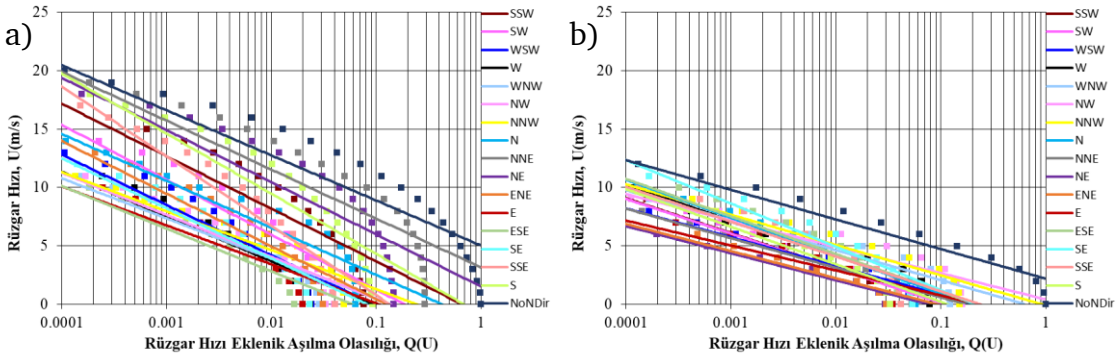
Şekil 3.29 Ege Denizi'nde hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait rüzgar hızı eklenik aşılma olasılıkları (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 12, 27, 34 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)

Akdeniz'deki rüzgar yönü değişimi meydana gelen istasyonlar (Akdeniz 6, Akdeniz 10, Akdeniz 20, Akdeniz 24, Akdeniz 28, Akdeniz 32) için rüzgar hızı eklenik aşılma olasılığı grafikleri Şekil 3.30'da verilmiştir.



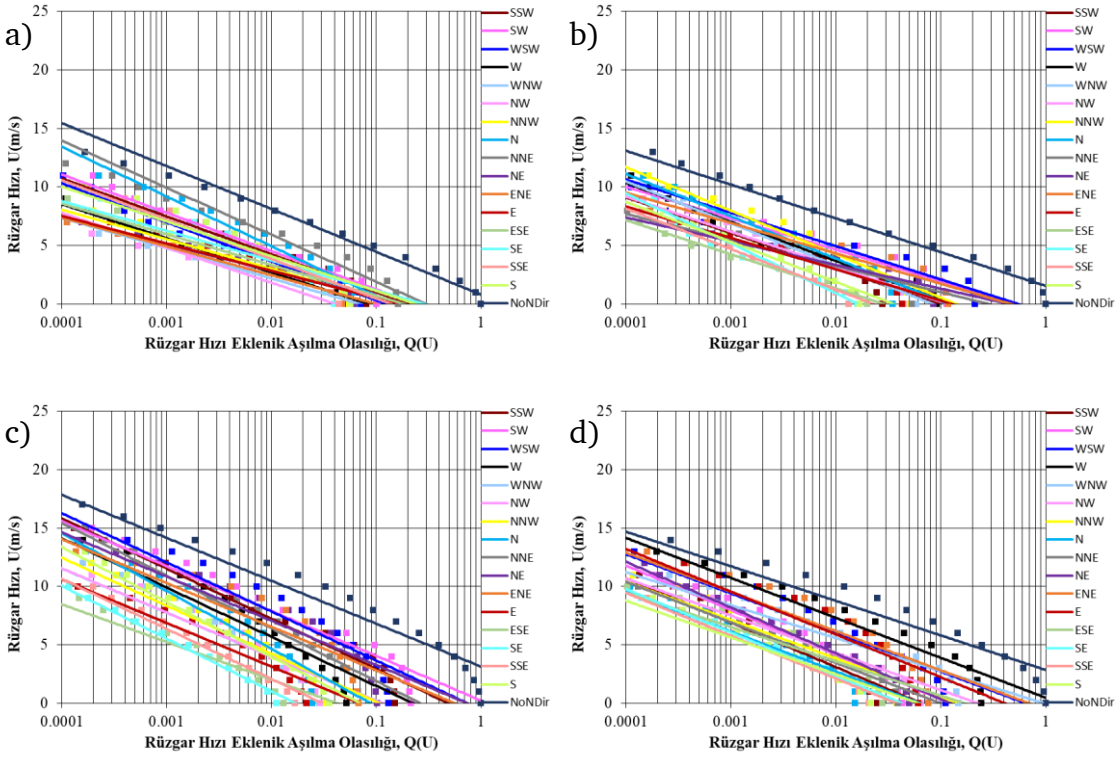
Şekil 3.30 Akdeniz'de hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait rüzgar hızı eklenik aşılma olasılıkları (a, b, c, d, e, f sırasıyla Akdeniz 6, 10, 20, 24, 28 ve 32 nolu istasyonlara aittir.)

Maksimum rüzgar hızı değerine sahip Ege Denizi 16 ve minimum rüzgar hızı değerine sahip Ege Denizi 42 nolu istasyonlara ait rüzgar hızı eklenik aşılma olasılıkları Şekil 3.31'de verilmiştir.



Şekil 3.31 Ege Denizi'nde meydana gelen yıllık en yüksek rüzgar hızı değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait rüzgar hızı eklenik aşılma olasılıkları (a ve b sırasıyla Ege Denizi 16 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)

Akdeniz'e ait maksimum (Akdeniz 14, Akdeniz 44) ve minimum (Akdeniz 36, Akdeniz 48) rüzgar hızı değerlerine ait rüzgar hızı eklenik aşılma olasılıkları Şekil 3.32'de sunulmuştur.



Şekil 3.32 Akdeniz'de meydana gelen yıllık en yüksek rüzgar hızı değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait rüzgar hızı eklenik aşılma olasılıkları (a, b, c, d sırasıyla Akdeniz 14, 36, 44 ve 48 nolu istasyonlara aittir.)

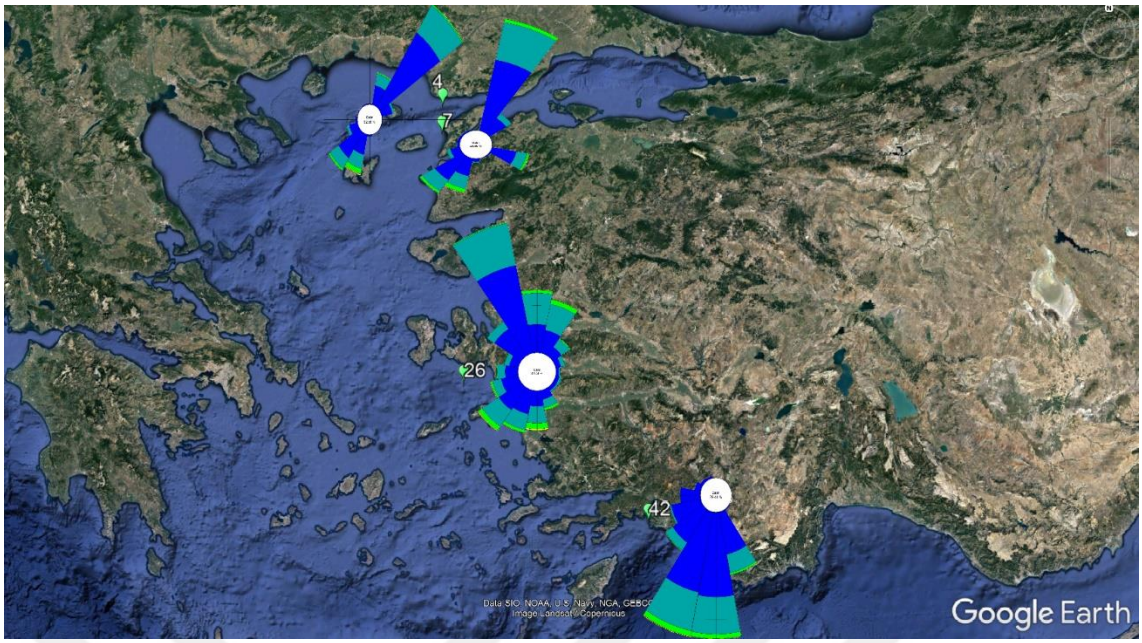
3.2.2 Dalga İklimi

Dalga iklimi çalışmasında Ege Denizi ve Akdeniz'deki konumlara ait dalga gülleri (EkI ve EkJ), belirgin dalga yüksekliği eklenik aşılma olasılıkları ve denklemleri (EkK ve EkL), belirgin dalga yüksekliği-ortalama dalga periyodu (H_s-T_m) grafikleri (EkM ve EkN), Weibull dağılımından elde edilen derin deniz en büyük değer belirgin dalga yüksekliği istatistiği (EkO ve EkP) ve GEV dağılımından elde edilen derin deniz en büyük değer belirgin dalga yüksekliği istatistiği (EkQ ve EkR) elde edilmiştir.

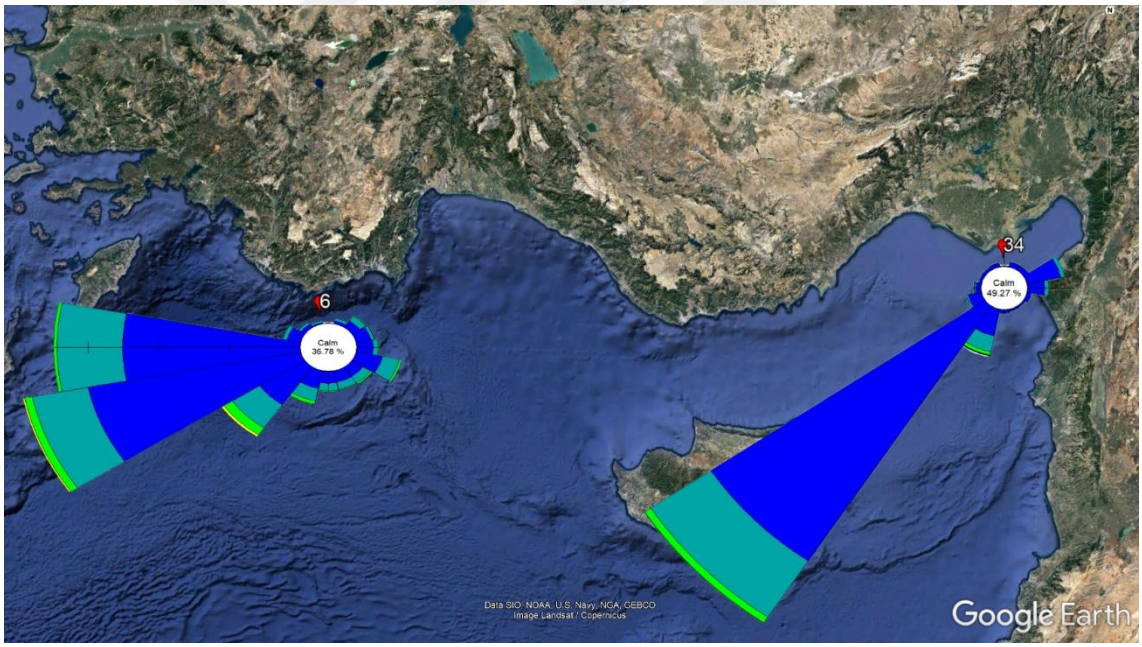
Dalga güllerinde de 16 adet yön dikkate alınmıştır. Belirgin dalga yüksekliği, dalga güllerinde 6 sınıfta tanımlanmıştır. Sınıflar <0.5, 0.5-1, 1-2, 2-3, 3-4 ve >5 m şeklindedir. 0.5 m'den küçük değerler sakin olarak belirtilmiştir.

Derin deniz belirgin dalga yüksekliği eklenik aşılma olasılıkları 16 adet yön ve 1 adet yönden bağımsız olmak üzere elde edilmiştir.

Dalga gülleri incelendiğinde Ege Denizi ve Akdeniz'de rüzgar güllerine benzer olarak hakim dalga yönlerinde de belirli konumlarda değişimler olduğu görülmüştür. Bu değişimler Çanakkale açıklarındaki Ege Denizi 4, Eceabat açıklarındaki Ege Denizi 7, İzmir açıklarındaki Ege Denizi 26, Dalaman açıklarındaki Ege Denizi 42; Kaş açıklarındaki Akdeniz 6 ve Karataş açıklarındaki Akdeniz 34 nolu istasyonlarda meydana gelmiştir. Ege Denizi'ndeki hakim dalga yönü değişimlerinin meydana geldiği istasyonlar Şekil 3.33'te görülmektedir. Akdeniz'deki hakim dalga yönü değişimlerinin meydana geldiği istasyonlar ise Şekil 3.34'te görülmektedir.



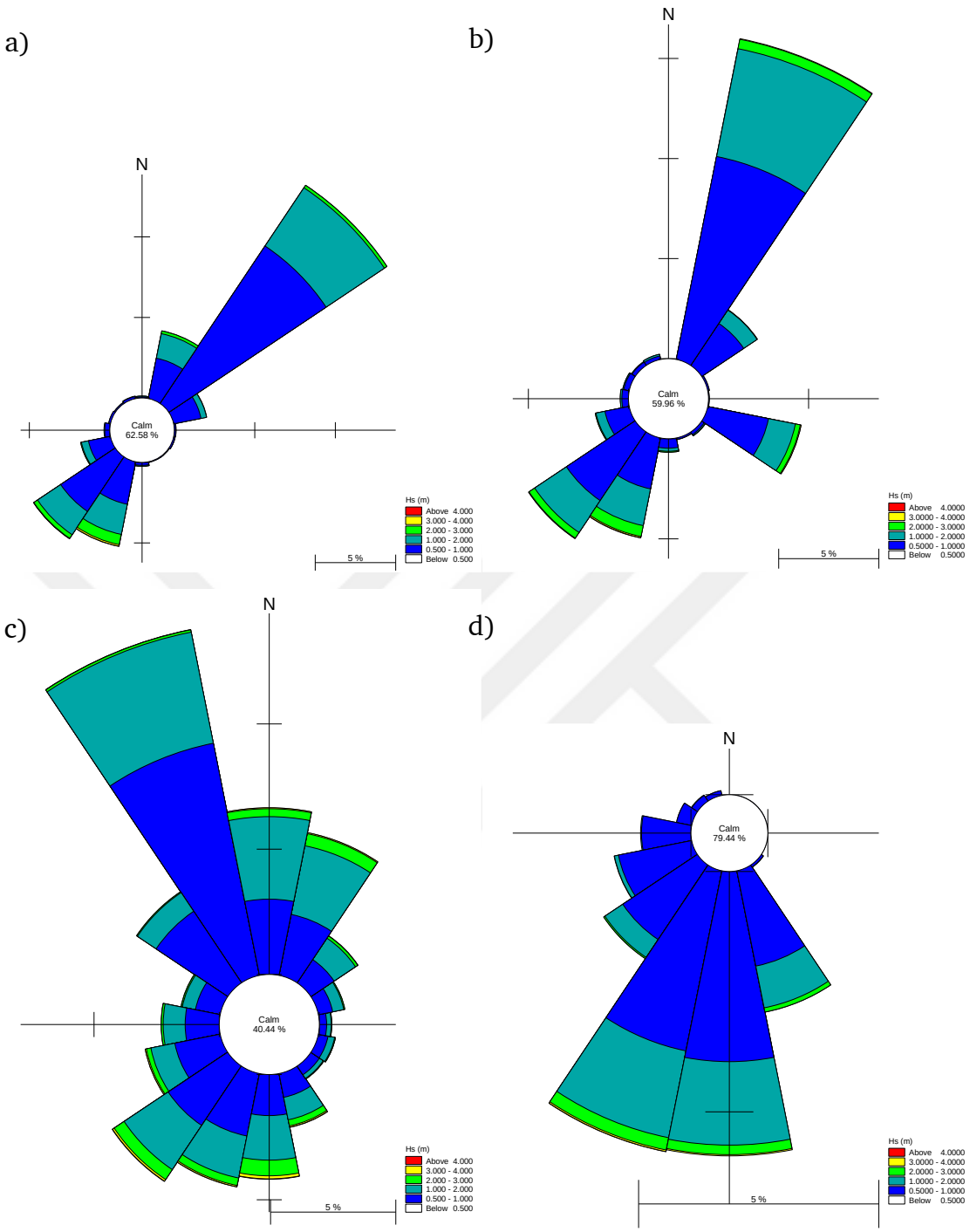
Şekil 3.33 Ege Denizi'nde hakim dalga yönünde değişim olan istasyonlar ve istasyonlara ait dalga gülleri



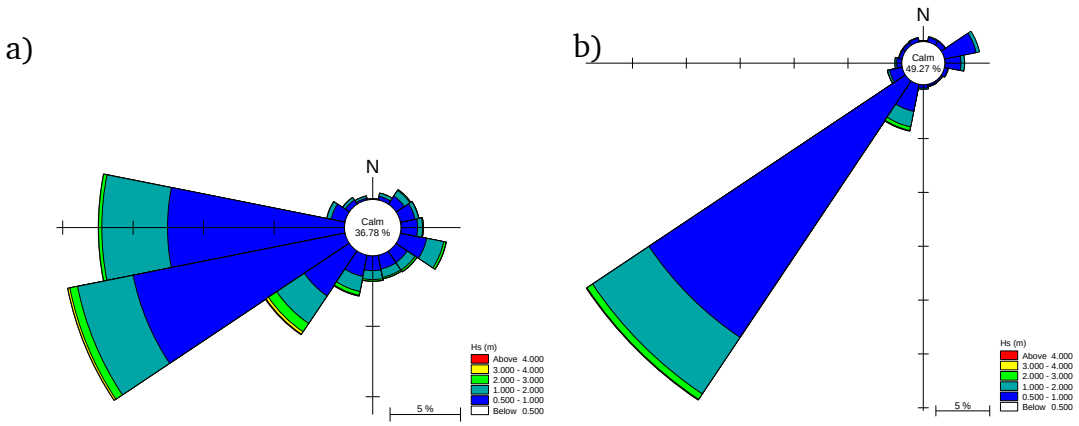
Şekil 3.34 Akdeniz'de hakim dalga yönü değişimi olan istasyonlar ve istasyonlara ait dalga gülleri

Ege Denizi'nde hakim dalga yönlerinin değiştiği istasyonlardaki (Ege Denizi 4, Ege Denizi 7, Ege Denizi 26, Ege Denizi 42) dalga gülleri Şekil 3.35'te gösterilmiştir.

Doğu Akdeniz'de hakim dalga yönlerinin değiştiği istasyonlardaki (Akdeniz 6, Akdeniz 34) dalga gülleri Şekil 3.36'da verilmiştir.

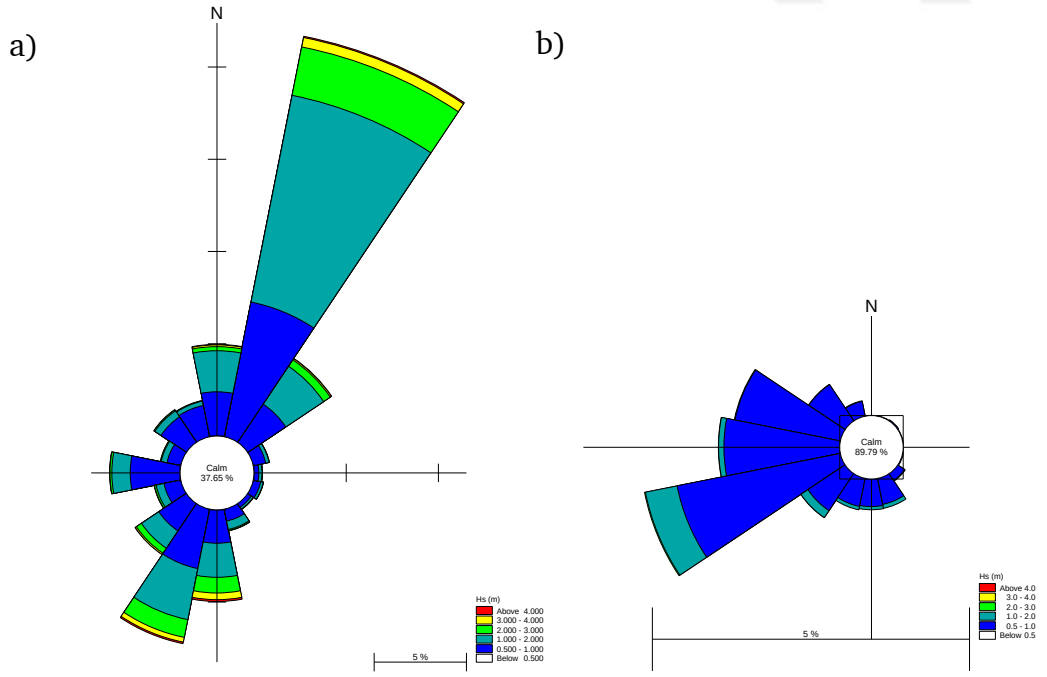


Şekil 3.35 Ege Denizi'nde hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait dalga gülleri (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 4, 7, 26 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)



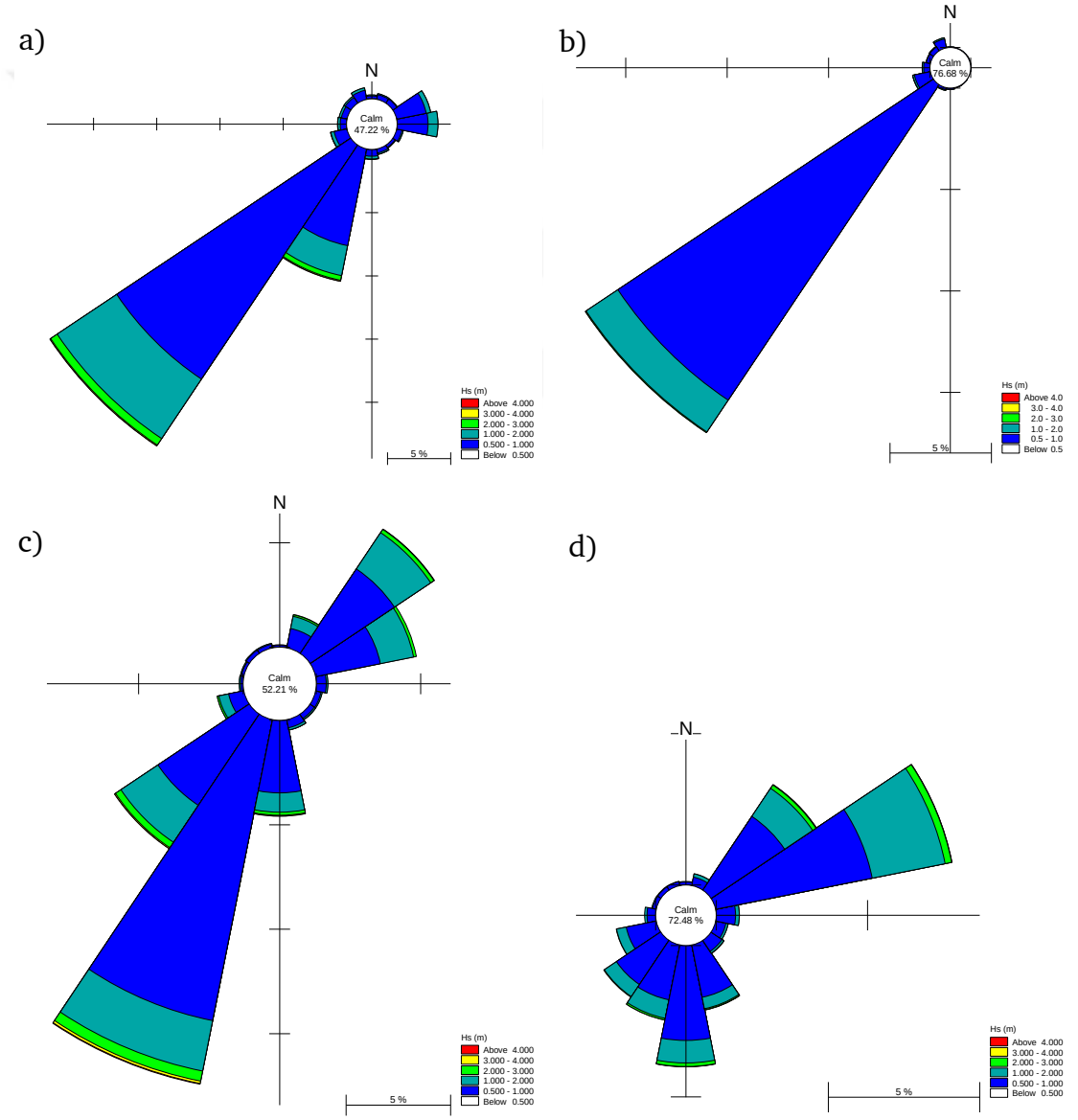
Şekil 3.36 Akdeniz'de hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait dalga gülleri (a ve b sırasıyla Akdeniz 6, ve 34 nolu istasyonlara aittir.)

Rüzgar hızında olduğu gibi 40 yıllık, en yüksek belirgin dalga yüksekliklerinin maksimum değeri Ege Denizi 16 istasyonunda 6.84 m ile meydana gelmiştir. minimum değer ise Ege Denizi 37 istasyonunda 0.99 m elde edilmiştir. En yüksek belirgin dalga yüksekliği değeri 2005 yılında 6.84 m, en düşük değer ise 1989 yılında 0.99 m olarak meydana gelmiştir. Şekil 3.37'ye bakıldığında Ege Denizi 16'da hakim dalga yönü NNE, Ege Denizi 37'de ise WSW olarak görülmektedir.



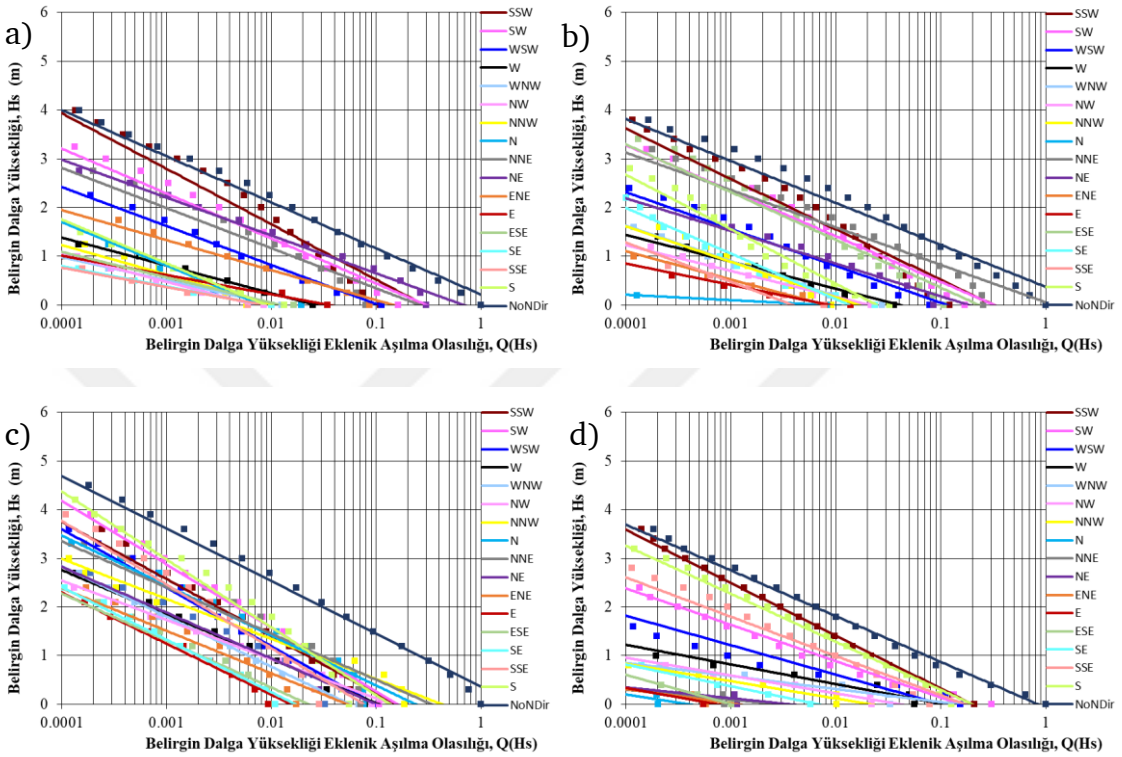
Şekil 3.37 Ege Denizi'nde meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait dalga gülleri (a ve b sırasıyla Ege Denizi 16 ve 37 nolu istasyonlara aittir.)

Ortalama belirgin dalga yüksekliğinde de en yüksek dalga yükseklikleri Kıbrıs kıyılarında meydana gelmiştir. Doğu Akdeniz'de maksimum değerler Akdeniz 33 (6.99 m) ve Akdeniz 44 (8.34 m), minimum değerler Akdeniz 36 (1.28 m) ve Akdeniz 43 (1.99 m) nolu istasyonlarda oluşmuştur. Akdeniz 33, Akdeniz 36, Akdeniz 44, Akdeniz 43 nolu istasyonlarda meydana gelen belirgin dalga yüksekliği değerleri sırasıyla 2015 yılında 6.99 m, 1989 yılında 1.28 m, 2015 yılında 8.34 m, 1995 yılında 1.99 m'dir. Şekil 3.38'de görüldüğü üzere Akdeniz 33 nolu istasyonda hakim dalga yönü SW, Akdeniz 36 nolu istasyonda SW, Akdeniz 44 nolu istasyonda SSW ve Akdeniz 43 nolu istasyonda ise ENE'tir.



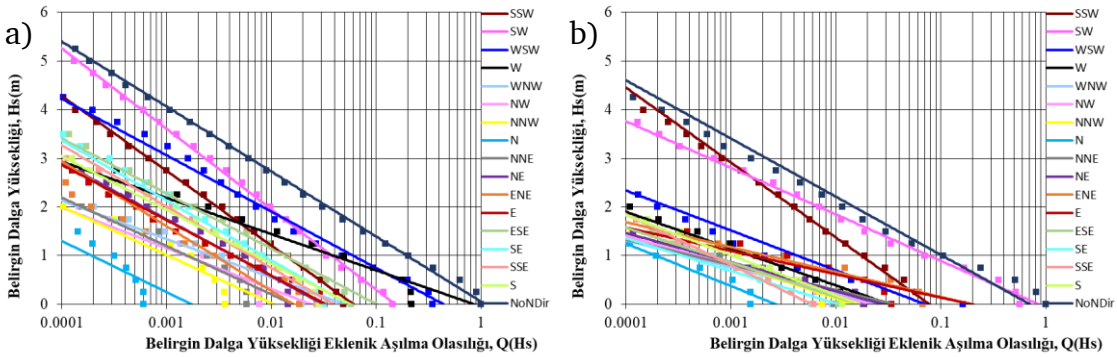
Şekil 3.38 Akdeniz'de meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait dalga gülleri (a, b, c, d sırasıyla Akdeniz 33, 36, 44 ve 43 nolu istasyonlara aittir.)

Ege Denizi'nde hakim dalga yönlerinin değişikliklerin meydana geldiği istasyonlara ait (Ege Denizi 4, Ege Denizi 7, Ege Denizi 26, Ege Denizi 42)derin deniz belirgin dalga yüksekliği eklenik aşılma olasılığı grafikleri Şekil 3.39'da verilmiştir. Eklenik aşılma olasılıkları rüzgar hızında olduğu gibi belirgin dalga yüksekliğinde de 16 adet yönlü 1 adet yönden bağımsız elde edilmiştir.



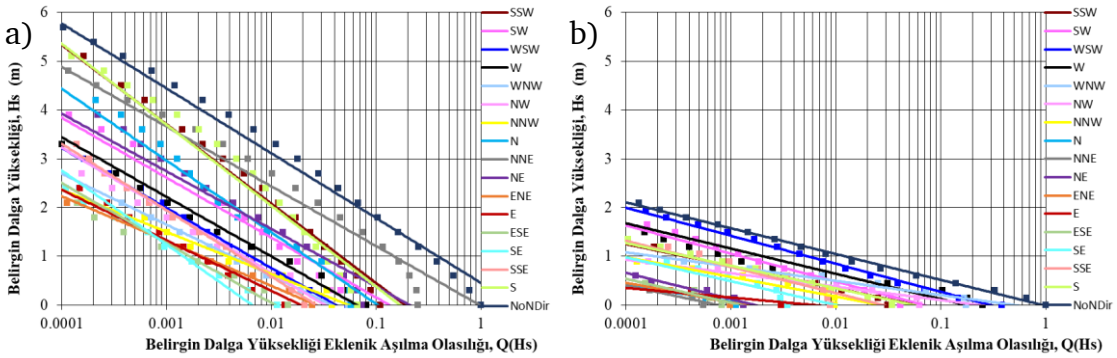
Şekil 3.39 Ege Denizi'nde hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait belirgin dalga yüksekliği eklenik aşılma olasılıkları (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 4, 7, 26 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)

Akdeniz'de hakim dalga yönlerinin değişikliklerin meydana geldiği istasyonlara ait (Akdeniz 6, Akdeniz 34)derin deniz belirgin dalga yüksekliği eklenik aşılma olasılığı grafikleri ise Şekil 3.40'ta görülmektedir.



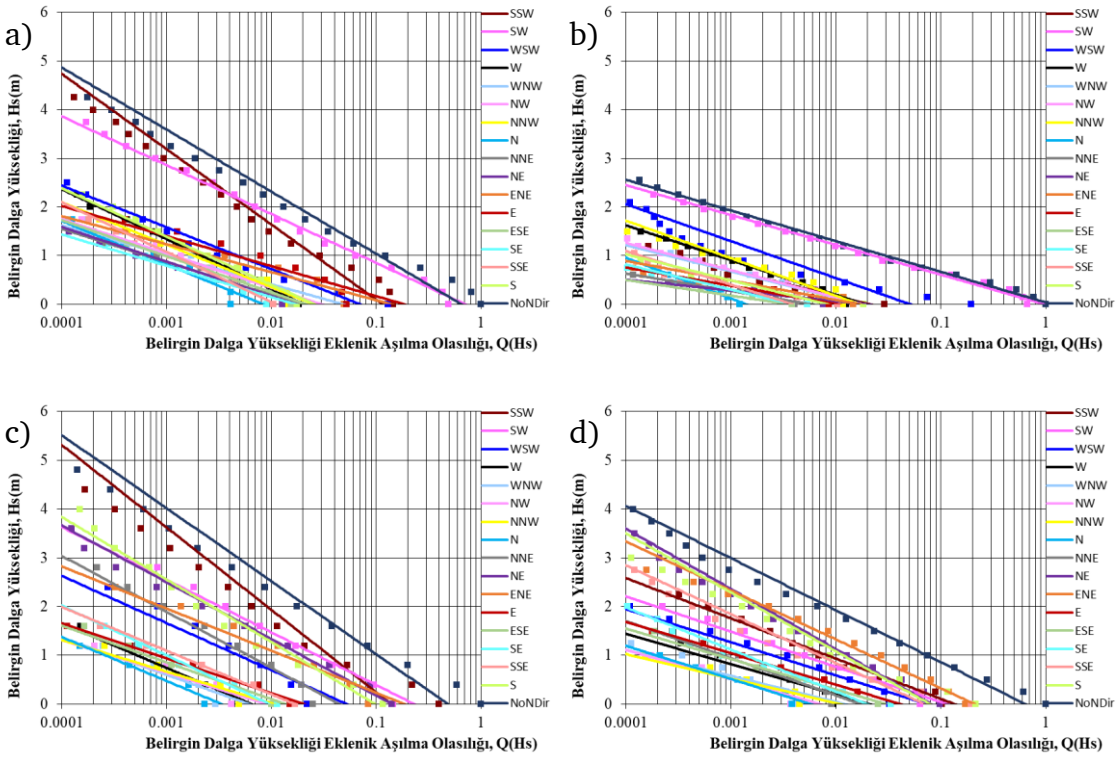
Şekil 3.40 Akdeniz'de hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait belirgin dalga yüksekliği eklenik aşılma olasılıkları (a ve b sırasıyla Akdeniz 6, ve 34 nolu istasyonlara aittir.)

Yıllık maksimum değerler içerisinde 6.84 m ile en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerine sahip Ege Denizi 16 nolu istasyona ve en düşük dalga yüksekliği (0.99 m) değerine sahip Ege Denizi 37 nolu istasyona ait belirgin dalga yüksekliği eklenik aşılma olasılıkları Şekil 3.41'de gösterilmiştir.



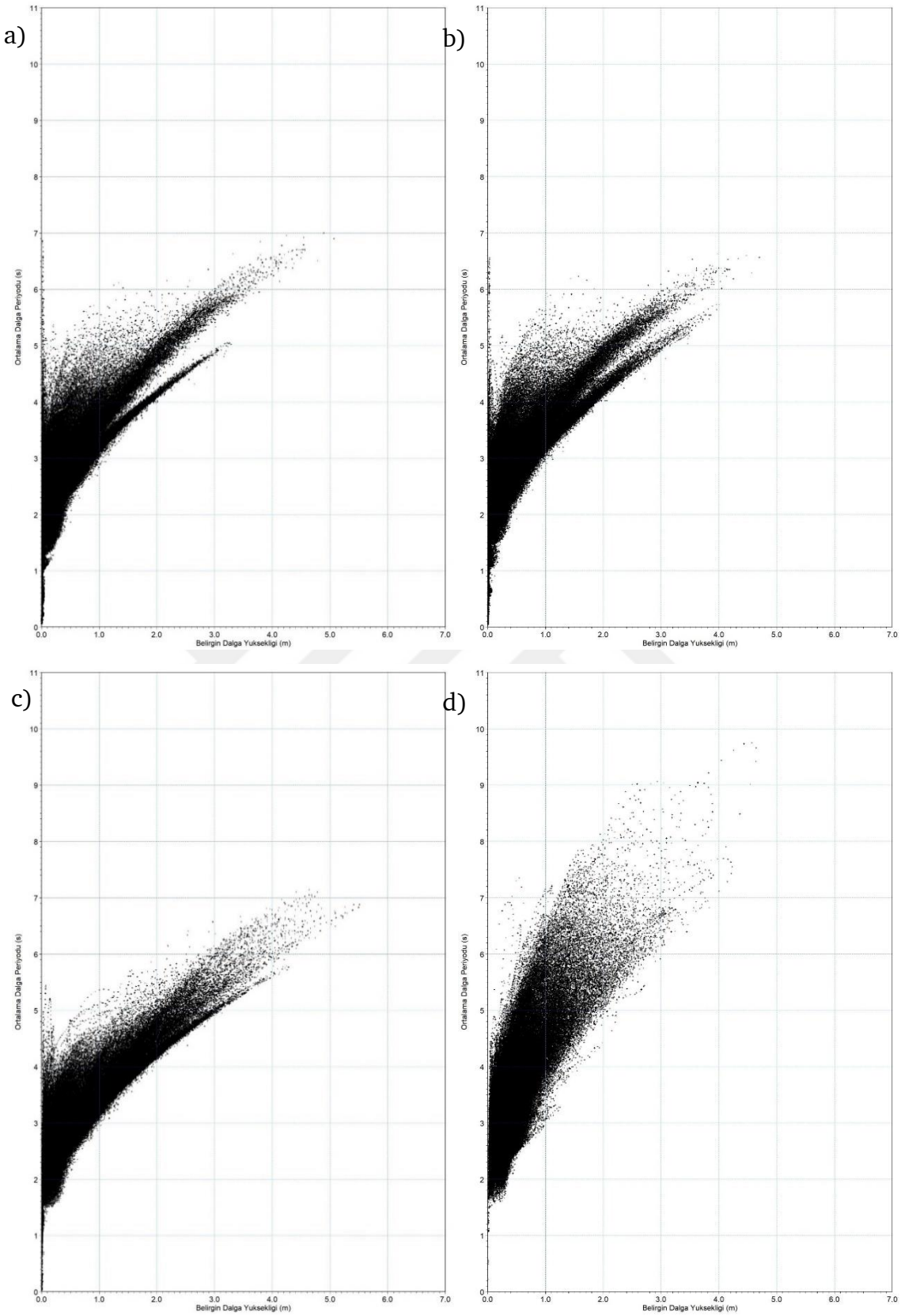
Şekil 3.41 Ege Denizi'nde meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait belirgin dalga yüksekliği eklenik aşılma olasılıkları (a ve b sırasıyla Ege Denizi 16 ve 37 nolu istasyonlara aittir.)

Akdeniz'de en yüksek belirgin dalga yüksekliği Akdeniz 33 nolu istasyonda yaklaşık olarak 6.99 m mertebesine ulaşmış, Akdeniz 44 nolu istasyonda ise 8.34 m'yi aşmıştır. En düşük belirgin dalga yüksekliği ise Akdeniz 36 nolu istasyonda 1.28 m, Akdeniz 43 nolu istasyonda 1.99 m'ye ulaşmıştır. Bu istasyonlara ait belirgin dalga yüksekliği eklenik aşılma olasılıkları Şekil 3.42'de verilmiştir.



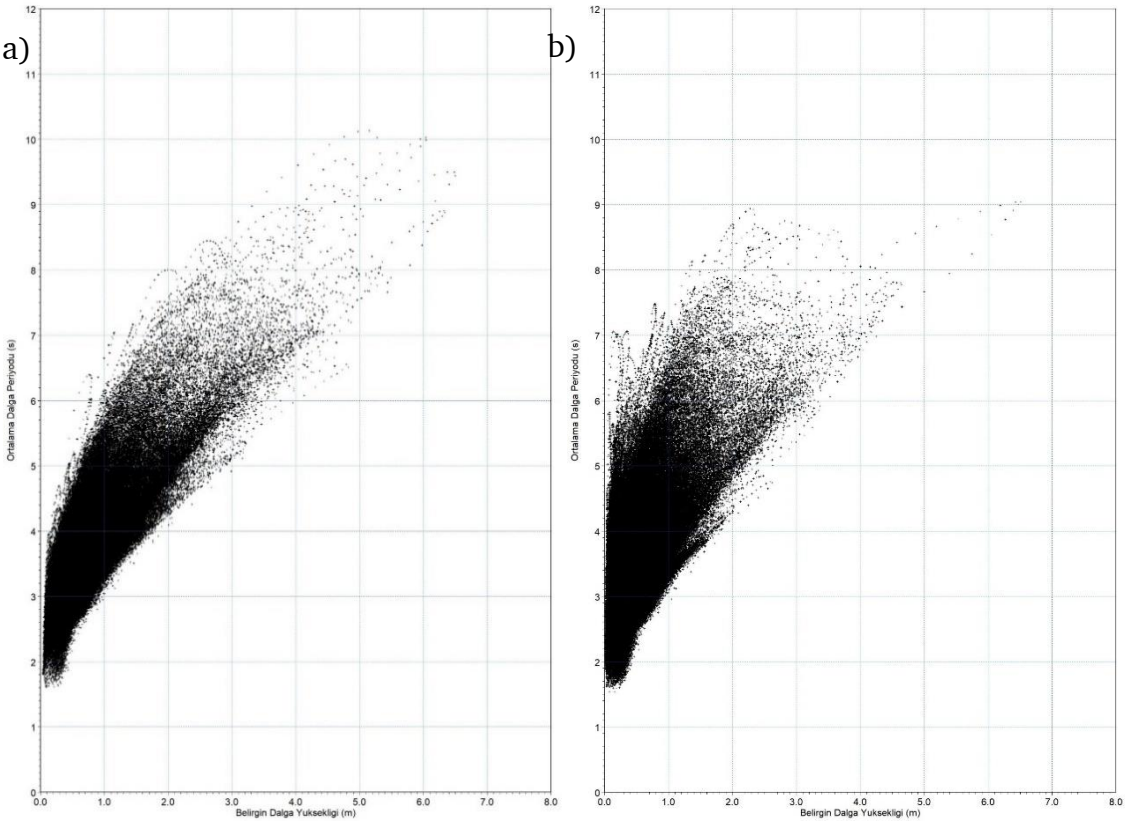
Şekil 3.42 Akdeniz'de meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait belirgin dalga yüksekliği eklenik aşılma olasılıkları (a, b, c, d sırasıyla Akdeniz 33, 36, 44 ve 43 nolu istasyonlara aittir.)

Ege Denizi dalga yönlerinde değişimlerin oluştuğu istasyonların belirgin dalga yüksekliği-ortalama dalga periyodu (H_s-T_m) grafikleri Şekil 3.43'te verilmiştir. Bu grafiklere göre Ege Denizi 42 nolu istasyonda soluğan oluşumunun diğer istasyonlara göre daha fazla olduğu görülmektedir.



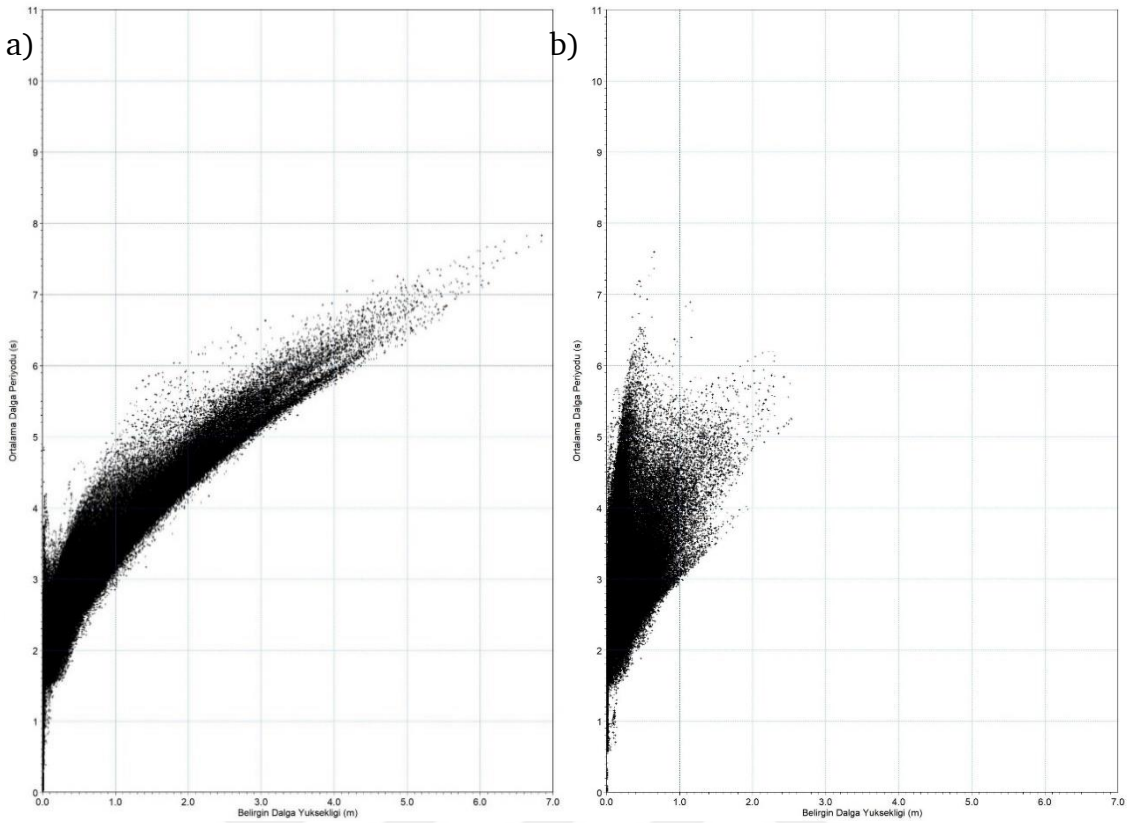
Şekil 3.43 Ege Denizi'nde hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait belirgin dalga yüksekliği-ortalama dalga periyodu (H_s-T_m) grafikleri (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 4, 7, 26 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)

Akdeniz'deki hakim dalga yönü değişiminin oluştuğu istasyonlardaki (Akdeniz 6 ve Akdeniz 34) belirgin dalga yüksekliği-ortalama dalga periyodu (H_s-T_m) grafikleri Şekil 3.44'te görülmektedir.



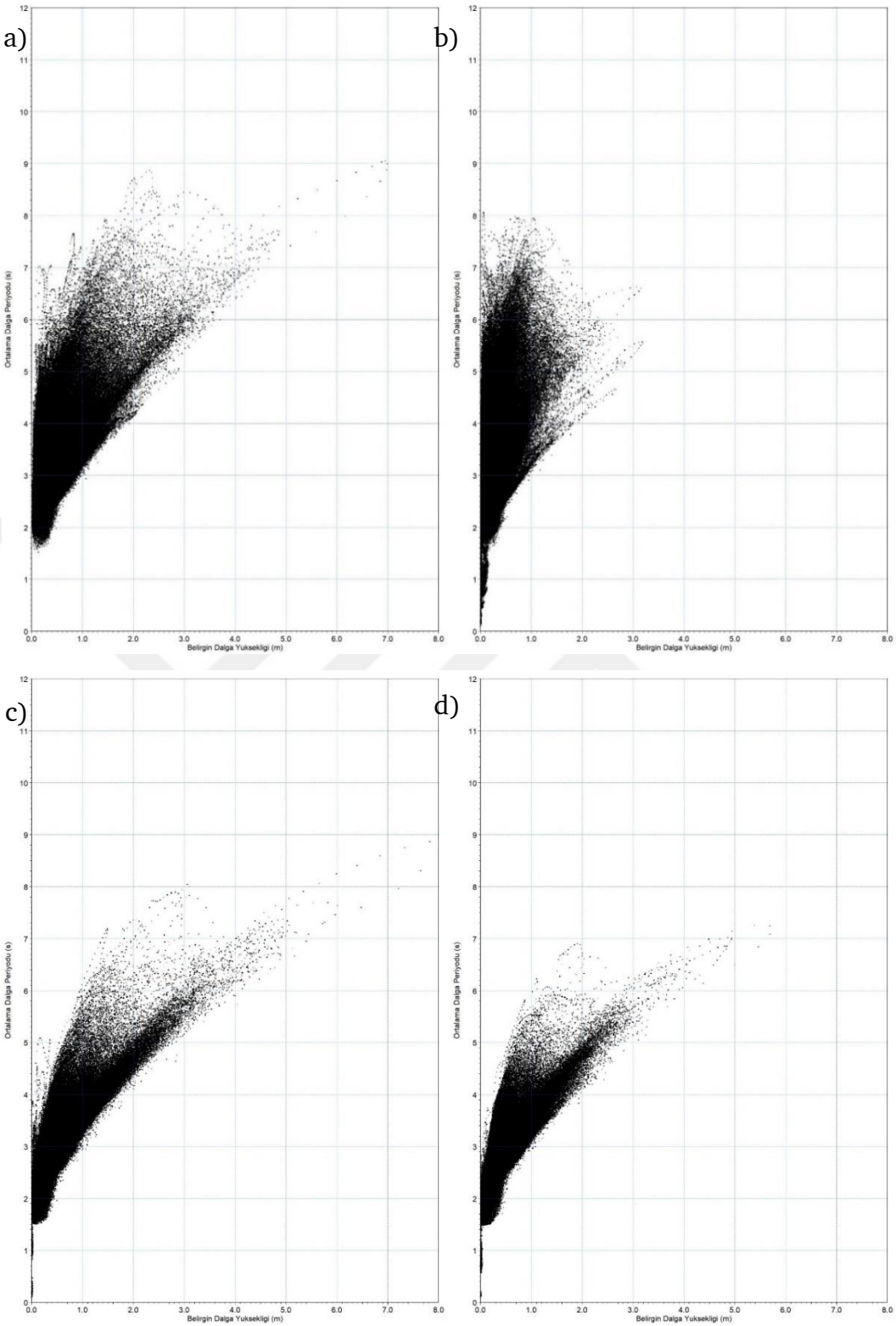
Şekil 3.44 Akdeniz'de hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait belirgin dalga yüksekliği-ortalama dalga periyodu (H_s-T_m) grafikleri (a ve b sırasıyla Akdeniz 6, ve 34 nolu istasyonlara aittir.)

Ege Denizi'ndeki yıllık en yüksek belirgin dalga yükseklikleri içinde maksimum ve minimum belirgin dalga yüksekliğine sahip olan Ege Denizi 16 ve Ege Denizi 37 nolu istasyonlara ait belirgin dalga yüksekliği-ortalama dalga periyodu (H_s-T_m) grafikleri Şekil 3.45'te verilmiştir. Buna göre Ege Denizi 37 nolu istasyonda soluğan oluştuğu, Ege Denizi 16 nolu istasyonda rüzgar dalgalarının yoğun olarak oluştuğu görülmektedir.



Şekil 3.45 Ege Denizi'nde meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait belirgin dalga yüksekliği-ortalama dalga periyodu (H_s-T_m) grafikleri (a ve b sırasıyla Ege Denizi 16 ve 37 nolu istasyonlara aittir.)

Akdeniz'de ise en yüksek ve en düşük belirgin dalga yüksekliğine sahip olan Akdeniz 33, Akdeniz 44 ve Akdeniz 36, Akdeniz 43 nolu istasyonların belirgin dalga yüksekliği-ortalama dalga periyodu (H_s-T_m) grafikleri Şekil 3.46'da verilmiştir. Şekilden Akdeniz 33 ve 36 nolu istasyonlardaki soluğan varlığının diğer istasyonlara göre daha fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 3.46 Akdeniz'de meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait belirgin dalga yüksekliği-ortalama dalga periyodu (H_s-T_m) grafikleri (a, b, c, d sırasıyla Akdeniz 33, 36, 44 ve 43 nolu istasyonlara aittir.)

3.3 Doğu Akdeniz En Büyük Değer Rüzgar ve Dalga İklimi

Kıyı ve açık deniz yapısı, güçlü dalga iklimlerine belirli bir yineleme dönemine dayanacak şekilde inşa edilmektedir. Yineleme dönemi değerlerinin doğru bir şekilde değerlendirilmesi için, nispeten daha uzun bir süre boyunca en büyük değer analizi (EVA) gerekmektedir (Caires ve Sterl, 2005;Vanem, 2017). Yineleme döneminin tahmini, istatistiksel analiz için geçmiş on yılların zaman serisi dalga verilerini gerektirmektedir. Önceden kaydedilmiş şamandıra verileri, uydu verileri, yeniden analiz verileri vb. istatistiksel analiz için kullanılmaktadır.

İstatistiksel modelleme, kıyı mühendisliği ve tasarım uygulamalarında önemli bir araçtır. En büyük değer analizi, gözlemlenen veya ölçülen verilerden en büyük olayların olasılığını bulmak için mühendislik ve oşinografi dahil olmak üzere çeşitli bilim alanlarında uygulanmaktadır. Rüzgar dalgalarının tahmini için son yıllarda en yaygın olarak kullanılan yaklaşım genelleştirilmiş ekstrem değer (GEV) analizidir (Méndez vd., 2006; Mathiesen vd., 1994). En büyük değer analizi genellikle yıllık maksimum (AM) yöntemi ve sınır dalga yüksekliği (POT) analizi gibi geleneksel yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Yıllık maksimum ve POT analizi için yalnızca pik noktaları dikkate alınmaktadır. Yıllık maksimum yöntemi için, seçilen maksimum değer bir yıldır. POT analizi ise seçilen bir eşiğin üzerindeki yerel maksimum veya fırtınanın pik noktalarını dikkate alınmaktadır. En büyük değer analizinin en önemli yönü verilerin doğru seçilmesidir (Alsaaq ve Shamji, 2022).

Bu çalışmada en büyük değer rüzgar ve dalga istatistikleri Weibull ve GEV dağılımları için elde edilmiştir. Analizde yıllık maksimum yöntemi kullanılmıştır. 1979-2018 arasındaki her yılın en yüksek rüzgar hızı ve belirgin dalga yüksekliği elde edilmiştir. Buna göre en büyük değer istatistikleri 40 adet yıllık maksimum verilerin analizinden oluşmaktadır.

Fırtınaların sıralı dalga yüksekliklerinin aşılma olasılığı (Q) ve aşılmama olasılığı (P) aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Elkersh vd., 2022).

$$Q = \frac{i - c_1}{N + c_2}; P = 1 - Q \tag{3.1}$$

Burada i ve N sırasıyla verilerin sıralaması ve toplam veri sayısıdır. c_1 ve c_2 çizim konumu için sabitlerdir ve Weibull dağılımı için şu şekilde verilmiştir (Elkersh vd., 2022).

$$c_1 = 0.20 + 0.27\sqrt{\alpha}\,; c_2 = 0.20 + 0.23\sqrt{\alpha} \tag{3.2}$$

Burada α şekil parametresidir.

Dağılım yöntemleri için formüller aşağıdaki denklemlerde verilmiştir. En küçük kareler yöntemi, bu dağılım fonksiyonlarının basit bir lineer forma dönüştürülmesi ve daha sonra dağılım parametrelerini tahmin etmek için aşağıda gösterilen lineer denklemin dalga verilerine uydurulmasıyla kullanılmaktadır (Goda, 2010;You ve Yin, 2016).

$$Y = AX + B \tag{3.3}$$

Burada Y ve X, sırasıyla dönüştürülmüş olasılık ekseni ve dönüştürülmüş rüzgar hızı ya da dalga yüksekliği eksenidir. A ve B katsayıları, sırasıyla doğrusal ilişkinin eğimi ve kesişimidir.

Weibull dağılımı, aşağıdaki gibi üç parametreli bir dağılım fonksiyonudur.

$$P = 1 - exp\left(-\left(\frac{H-\gamma}{\beta}\right)^{\alpha}\right) \tag{3.4}$$

Yukarıdaki denklemden Weibull dağılımındaki indirgenmiş değişken şu şekilde elde edilmektedir (Elkersh vd., 2022).

$$Y = \left(\ln\frac{1}{Q}\right)^{\frac{1}{\alpha}}; X = H; A = \frac{1}{\beta}; B = -\frac{\gamma}{\beta} \tag{3.5}$$

Burada α, β, γ sırasıyla şekil, ölçek ve konum parametreleridir.

Veriler küçükten büyüğe sıralandığında aşağıdaki formülle aşılmama olasılığı elde edilmektedir (Goda, 2011).

$$P = \frac{i - c_1}{N + c_2} \tag{3.6}$$

GEV dağılımı için $c_1=0$ ve $c_2=1$ (Weibull formülü) dikkate alınmıştır.

GEV dağılımının fonksiyonu ise aşağıda verilmiştir.

$$P = exp\left[-\left\{1-\alpha\frac{H-\gamma}{\beta}\right\}^{1/\alpha}\right] \tag{3.7}$$

Yukarıdaki denklemden GEV dağılımındaki indirgenmiş değişken şu şekilde elde edilmektedir (Goda, 2011).

$$Y = [1-(-\ln P)^{\alpha}]/\alpha \tag{3.8}$$

Kıyı ve liman yapıları sürekli olarak dalga yüklerine maruz kalmaktadır. Dalga yükleri altındaki yapıların performansa dayalı tasarımı tavsiye edilmektedir.

Kıyı ve liman yapıları, yapıların hizmetleri boyunca performanslarına göre şu şekilde sınıflandırılmıştır (AYGM, 2016):

Özel Yapılar: Yapı tasarım dalga yükleri ve ötesinde stabilitelerini koruyarak hizmete devam etmelidir. Nükleer santral, yanıcı ve patlayıcı elleçlenen tesislerin su alanlarını koruyan dalgakıranlar örnek verilebilir. Karasal alanda yeni oluşturulan ve çevresinde yerleşim bölgesi planlanan su alanlarındaki kıyı ve deniz yapıları özel yapı olarak dikkate alınmalıdır (AYGM, 2016).

Normal Yapılar: Yapı tasarım dalga koşulunda stabilitesini korumalıdır. Yapı hasar başlangıcı dikkate alınarak tasarlanmalıdır. Tasarım dalgası ötesindeki dalga koşullarında tam hasara uğramamalı ve tamir sonrası kısa sürede tekrar hizmet vermelidirler (AYGM, 2016).

Basit Yapılar: Hasar görmesi halinde bile dalga iletimini azaltmalıdırlar (AYGM, 2016).

Önemsiz Yapılar: Geçici amaçla inşa edilen yapılardır. Tasarım dalga koşulları aşıldığında yapılar tam hasar görürler (AYGM, 2016).

Kıyı ve liman yapılarının performans seviyeleri, bir fırtına dalgası olayı sırasında beklenen hasarlara göre tanımlanmaktadır (Yüksel vd., 2020). Performans seviyeleri şu şekildedir:

Minimum Hasar Performans Seviyesi: Kıyı ve liman yapılarında ve/veya elemanlarında tasarım dalgası ve ötesinde çok sınırlı bir hasarın meydana geldiği veya hiç hasarın meydana gelmediği durumdur. Bu durumda liman çalışması kesintisiz olarak devam eder veya varsa hizmet kesintileri birkaç gün ile sınırlıdır (Yüksel vd., 2020).

Kontrollü Hasar Performans Seviyesi: Tasarım dalgası altında liman yapılarında ve/veya elemanlarında kapsamlı olmayan, onarılabilir bir hasarın meydana geldiği durumdur. Bu durumda ilgili liman operasyonlarında kısa süreli (birkaç hafta veya ay) kesintiler olabilmektedir (Yüksel vd., 2020).

İleri Hasar Performans Seviyesi: Tasarım dalgası altında kıyı ve liman yapılarında ve/veya elemanlarında büyük hasarın meydana geldiği durumdur. Bu durumda liman operasyonlarında uzun süreli kesintiler hatta kapanmalar olabilmektedir.

Yıkılma Durumu: Tasarım dalgası ötesinde liman yapılarındaki ve/veya elemanlarındaki yıkılma durumuna karşılık gelir (Yüksel vd., 2020).

Çok sık, sık, nadir ve çok nadir olayları temsil eden, yoğunluklarına göre dört farklı fırtına seviyesi tanımlanmıştır (Yüksel vd., 2020).

(W1) Tasarım Dalga Seviyesi 1: Yapıların hizmet ömrü boyunca meydana gelme olasılığı yüksek, çok sık ve düşük yoğunluklu tasarım dalgası koşullarını temsil etmektedir. (W1) tasarım dalga seviyesinin yineleme dönemi 10 ile 50 yıl arasındadır (Yüksel vd., 2020).

(W2) Tasarım Dalga Seviyesi 2: Yapıların hizmet ömrü boyunca meydana gelme olasılığı yüksek olan, sık fakat düşük yoğunluklu tasarım dalga koşullarını temsil etmektedir. (W2) tasarım dalga seviyesinin yineleme dönemi 50 ile 100 yıl arasındadır (Yüksel vd., 2020).

(W3) Tasarım Dalga Seviyesi 3: Yapıların hizmet ömrü boyunca meydana gelme olasılığı düşük, seyrek ve yüksek yoğunluklu tasarım dalgası koşullarını temsil etmektedir. (W3) tasarım dalga seviyesinin yineleme dönemi 100 yıldır (Yüksel vd., 2020).

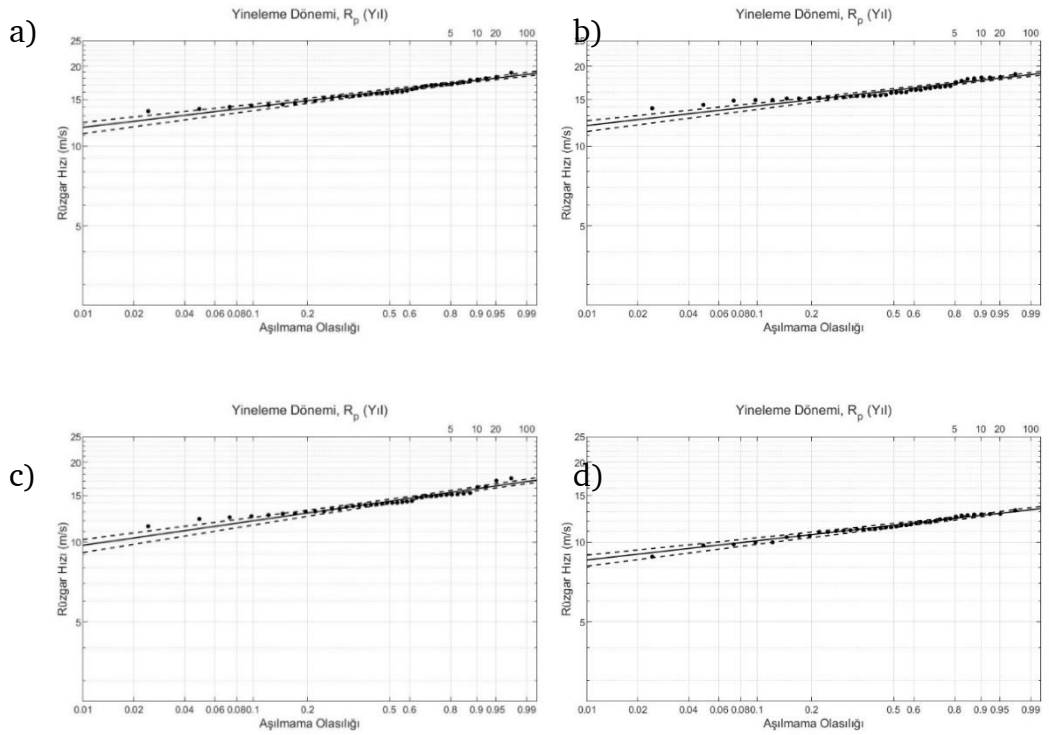
(W4) Tasarım Dalga Seviyesi 4: En yüksek yoğunluğu ve çok seyrek tasarım dalgası koşullarını temsil etmektedir. (W4) tasarım dalga seviyesinin yineleme

dönemi, rüzgar dalgalarında 100 yıllık yineleme dönemi için % 70 güven aralığının üst sınırıdır. Tsunami için yineleme dönemi 10,000 yıldır (Yüksel vd., 2020).

Buna göre tüm istasyonlarda GEV ve Weibull dağılımlarıyla elde edilen en büyük değer rüzgar ve dalga istatistikleri %70 güven aralığı için elde edilmiştir. En büyük değer rüzgar ve dalga istatistiklerindeki kesikli çizgiler % 70 güven aralığını temsil etmektedir.

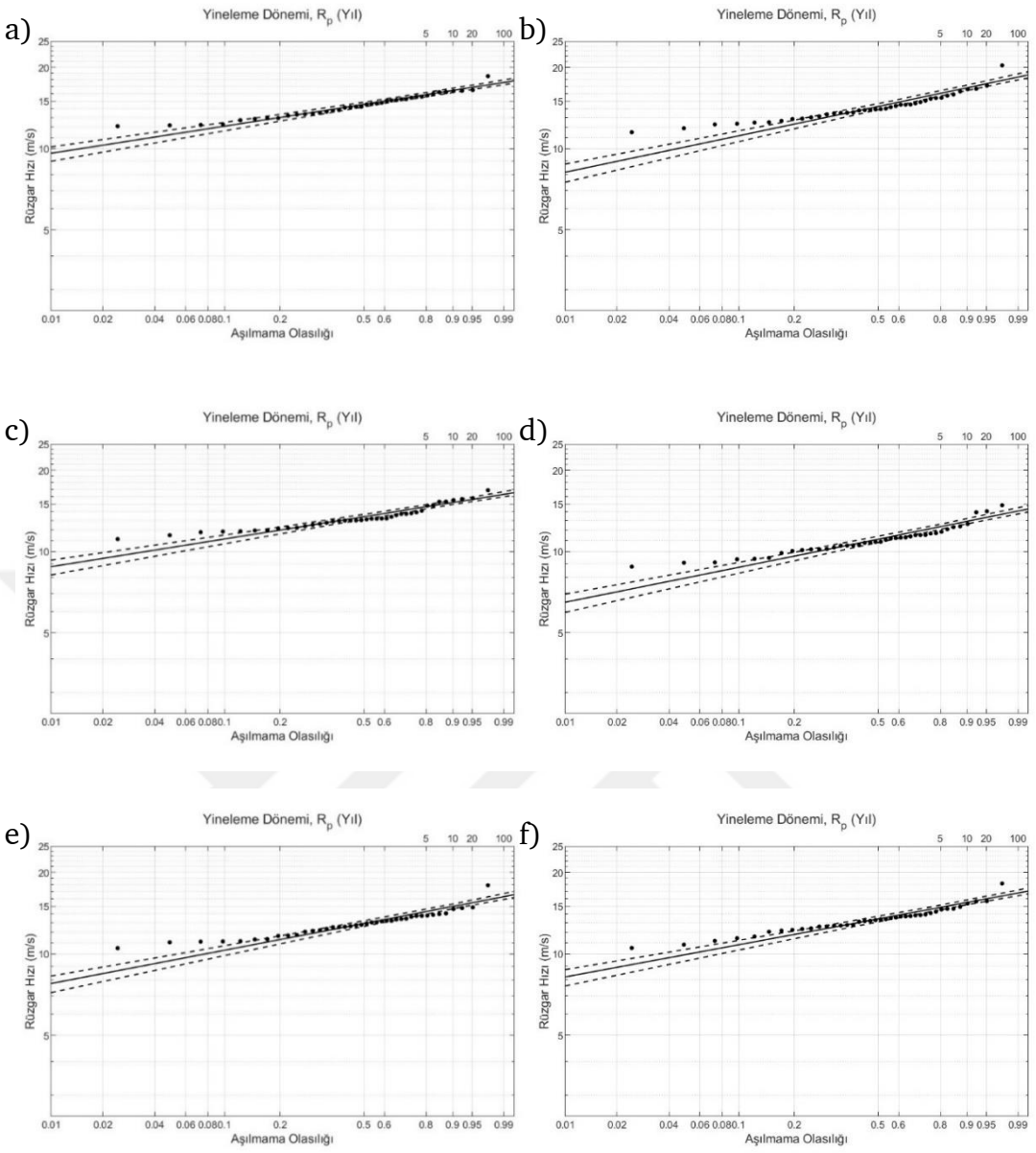
3.3.1 En Büyük Değer Rüzgar İstatistiği

Ege Denizi için hakim rüzgar yönü değişiminin meydana geldiği istasyonlarda Weibull dağılımından elde edilen en büyük değer rüzgar hızı istatistikleri %70 güven aralığıyla birlikte Şekil 3.47'de verilmiştir.



Şekil 3.47 Ege Denizi'nde hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiği (Weibull) (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 12, 27, 34 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)

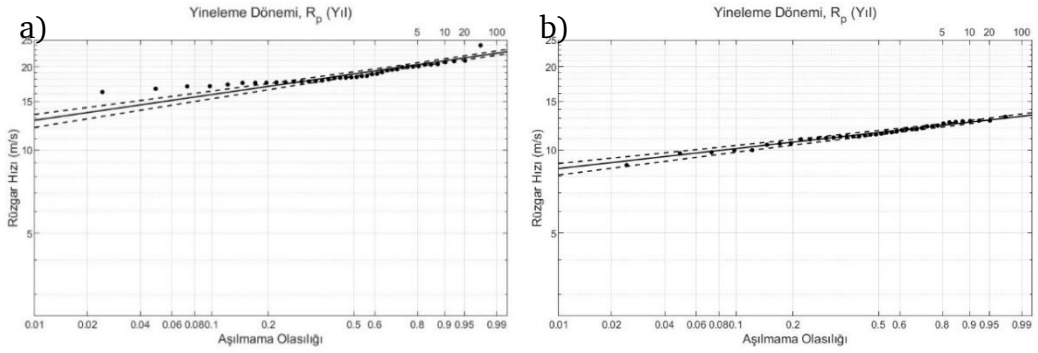
Akdeniz'de hakim rüzgar yönü değişiminin meydana geldiği istasyonların Weibull dağılımı için en büyük değer rüzgar hızı istatistikleri Şekil 3.48'de görülmektedir.



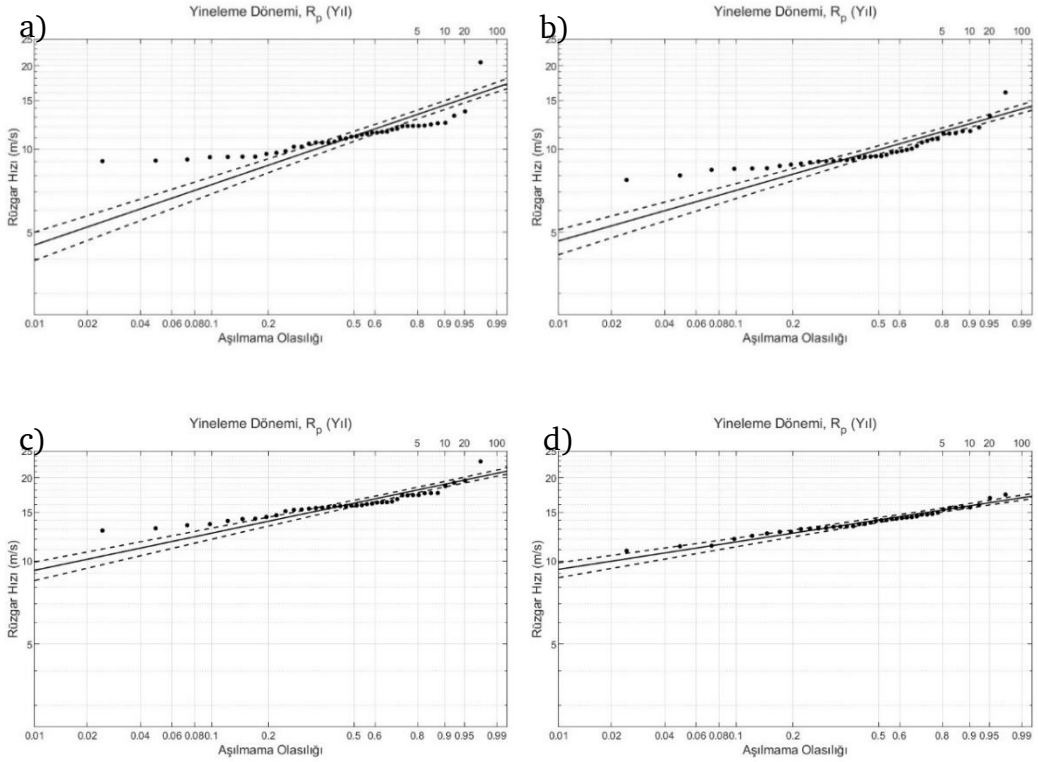
Şekil 3.48 Akdeniz'de hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiği (Weibull) (a, b, c, d, e, f sırasıyla Akdeniz 6, 10, 20, 24, 28 ve 32 nolu istasyonlara aittir.)

Ege Denizi ve Akdeniz'deki istasyonlardaki 40 yıla ait en yüksek verilerin içerisindeki maksimum ve minimum rüzgar hızı değerlerinin oluştuğu konumlar şu şekilde oluşmaktadır. Maksimum ve minimum rüzgar hızı değerleri Ege Denizi için sırasıyla Ege Denizi 16 için 23.88 m/s, Ege Denizi 42 için 8.80 m/s şeklindedir. Akdeniz için Akdeniz 14 (20.56 m/s), Akdeniz 44 (22.88 m/s) nolu istasyonlarda maksimum, Akdeniz 36 (7.71 m/s), Akdeniz 48 (10.87 m/s) nolu istasyonlarda minimum rüzgar hızı değerleri elde edilmiştir. Bu istasyonların Weibull

dağılımından elde edilen en büyük değer rüzgar hızı istatistikleri Şekil 3.49 ve Şekil 3.50'de görülmektedir.

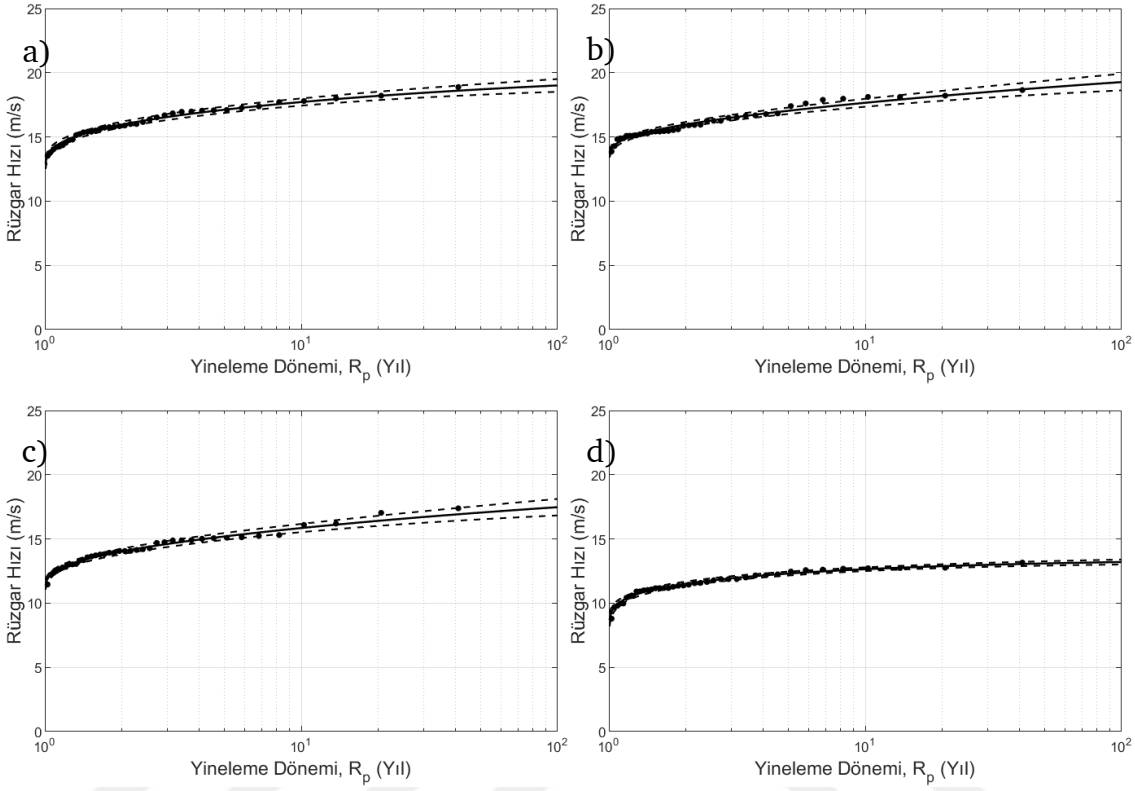


Şekil 3.49 Ege Denizi'nde meydana gelen yıllık en yüksek rüzgar hızı değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiği (Weibull) (a ve b sırasıyla Ege Denizi 16 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)



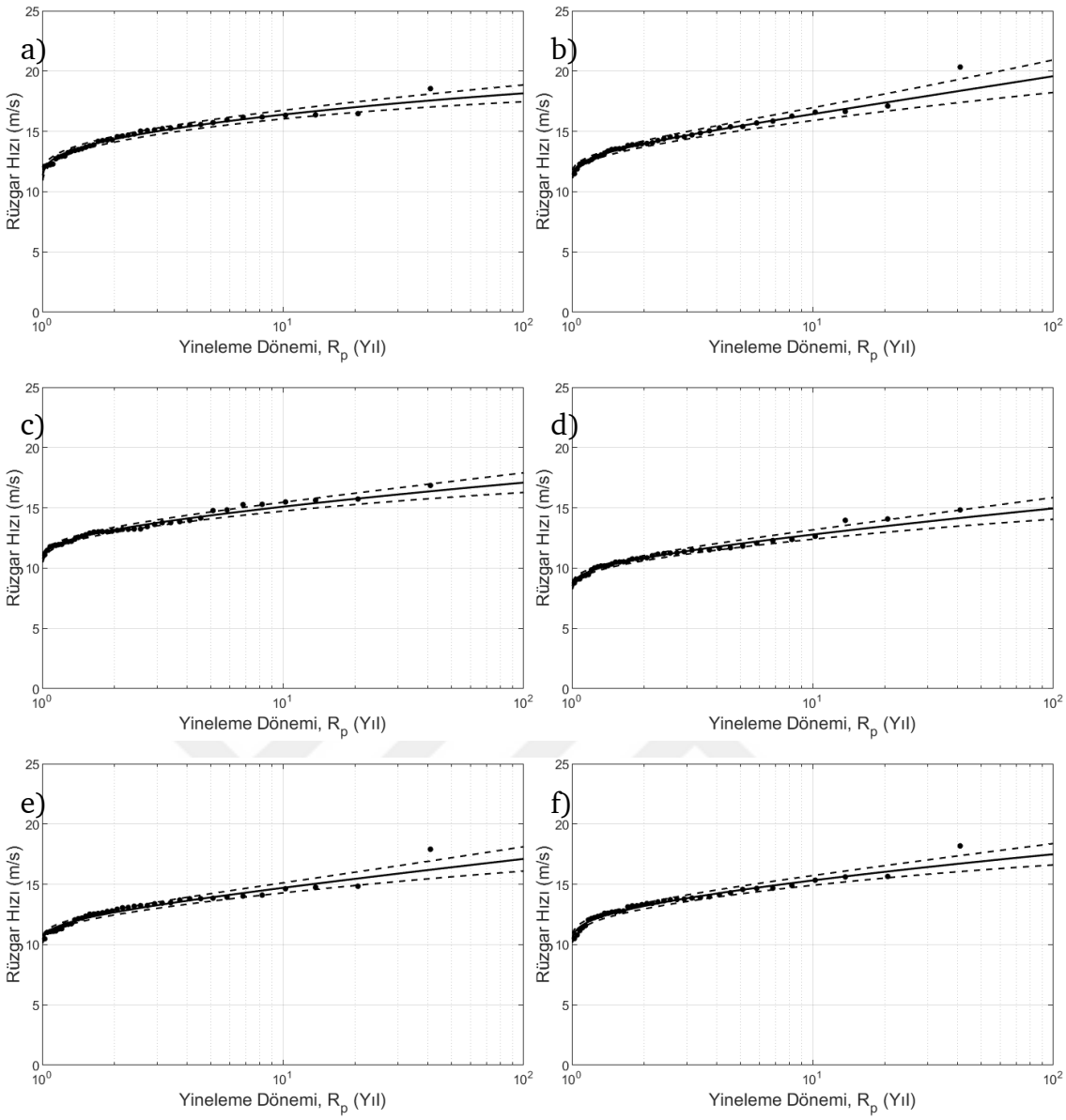
Şekil 3.50 Akdeniz'de meydana gelen yıllık en yüksek rüzgar hızı değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiği (Weibull) (a, b, c, d sırasıyla Akdeniz 14, 36, 44 ve 48 nolu istasyonlara aittir.)

Ege Denizi'nde hakim rüzgar yönü değişiminin meydana geldiği istasyonlar için GEV dağılımından elde edilen en büyük değer rüzgar hızı istatistikleri, Weibull dağılımında olduğu gibi %70 güven aralığıyla birlikte Şekil 3.51'de verilmiştir.



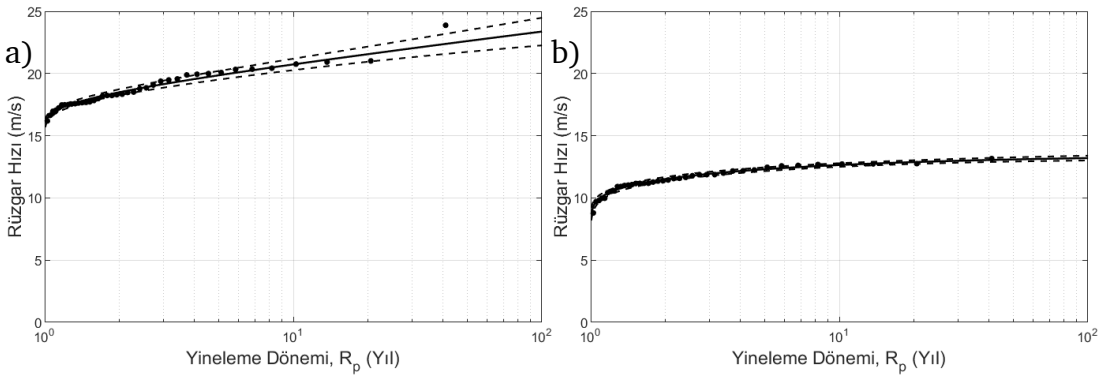
Şekil 3.51 Ege Denizi'nde hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiği (GEV) (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 12, 27, 34 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)

Akdeniz'de hakim rüzgar yönü değişiminin oluştuğu istasyonların GEV dağılımı kullanılarak elde edilen en büyük değer rüzgar hızı istatistikleri ise Şekil 3.52'de verilmiştir.



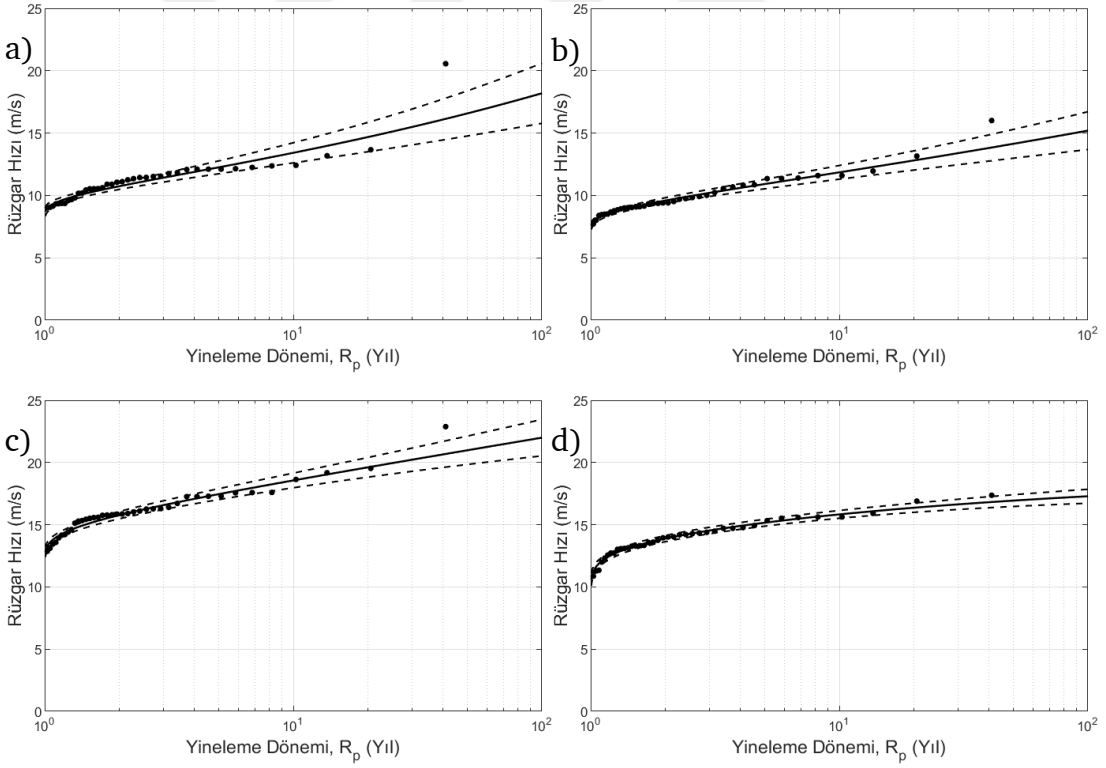
Şekil 3.52 Akdeniz'de hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiği (GEV) (a, b, c, d, e, f sırasıyla Akdeniz 6, 10, 20, 24, 28 ve 32 nolu istasyonlara aittir.)

Ege Denizi için 40 yıllık en yüksek rüzgar hızı verilerinin maksimum (Ege Denizi 16) ve minimum (Ege Denizi 42) hesaplandığı istasyonlardaki GEV dağılımı en büyük değer rüzgar hızı istatistikleri Şekil 3.53'te görülmektedir.



Şekil 3.53 Ege Denizi'nde meydana gelen yıllık en yüksek rüzgar hızı değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiği (GEV) (a ve b sırasıyla Ege Denizi 16 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)

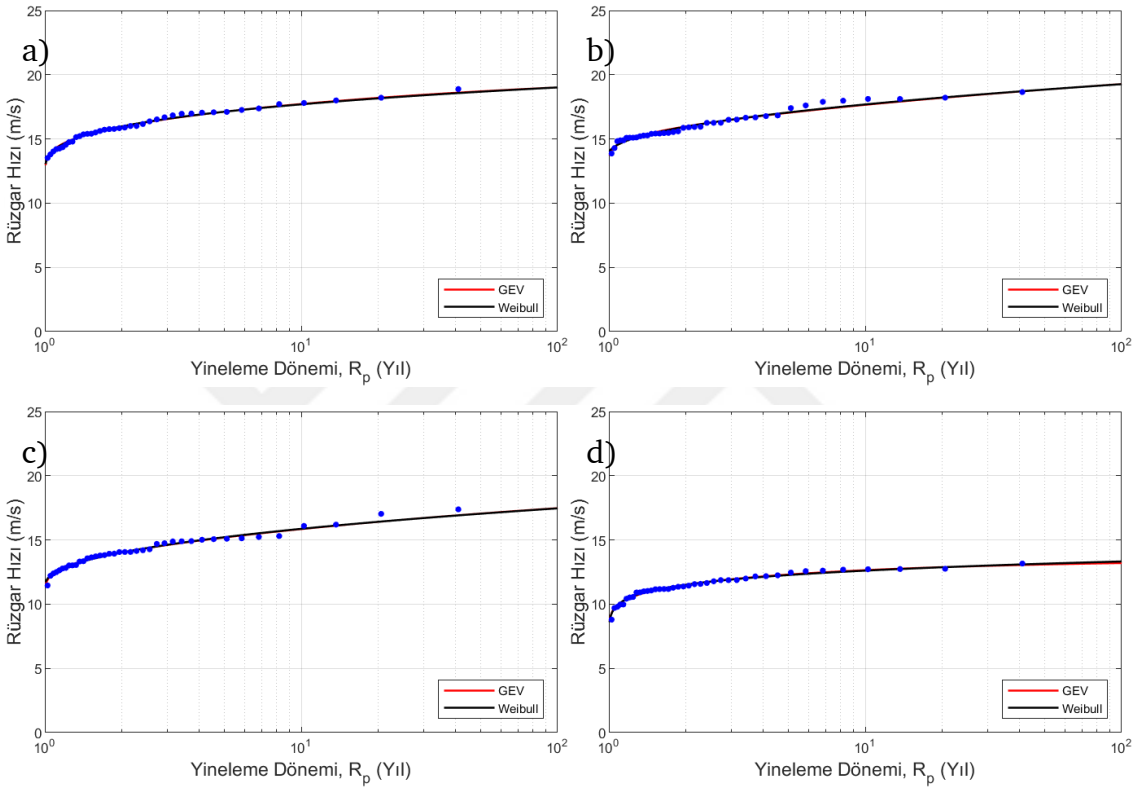
Akdeniz'de 40 yıllık en yüksek rüzgar hızı değerlerinin maksimum (Akdeniz 14, Akdeniz 44) ve minimum (Akdeniz 36, Akdeniz 48) hesaplandığı istasyonlardaki GEV dağılımı en büyük değer rüzgar hızı istatistikleri Şekil 3.54'te görülmektedir.



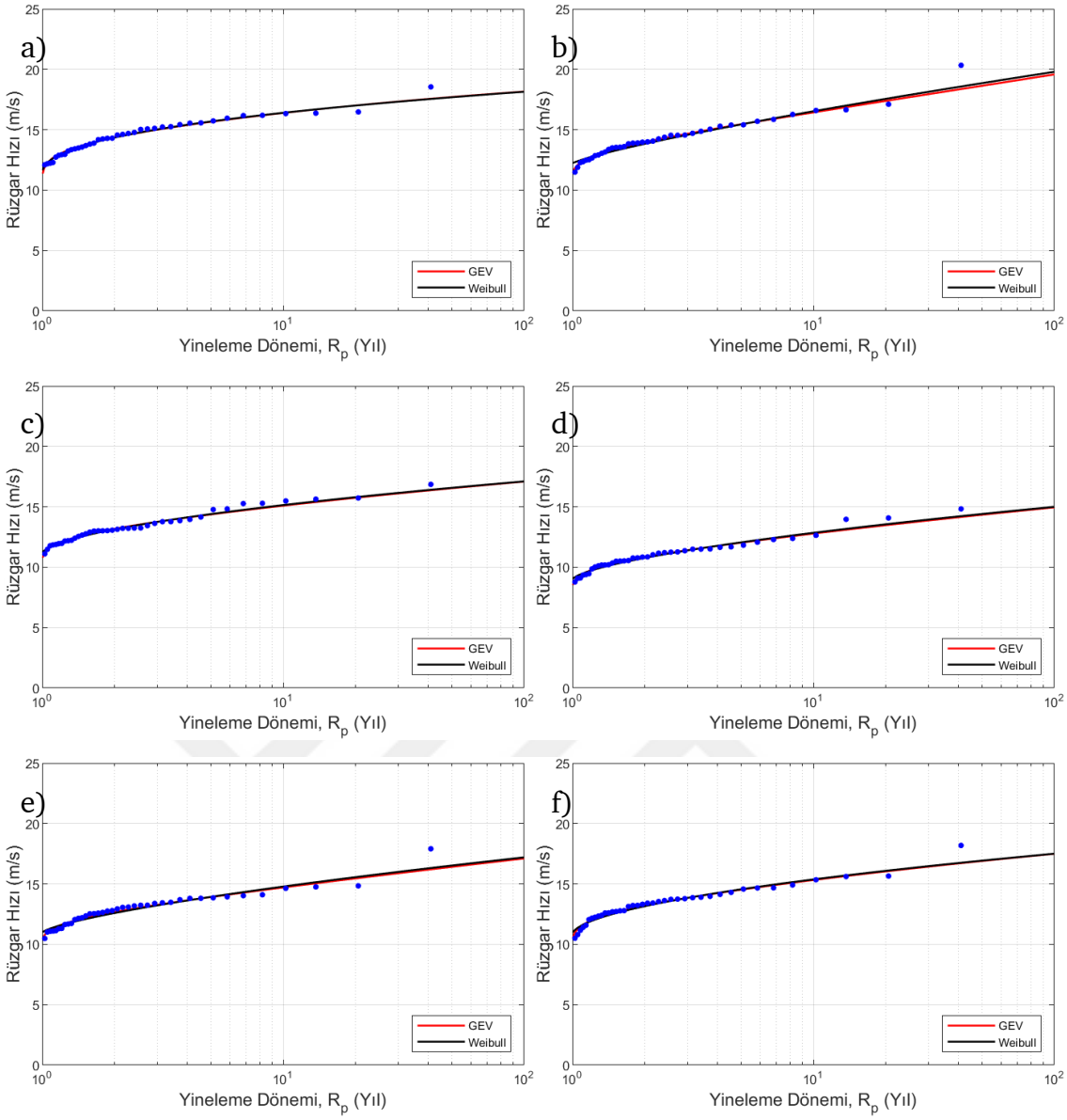
Şekil 3.54 Akdeniz'de meydana gelen yıllık en yüksek rüzgar hızı değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiği (GEV) (a, b, c, d sırasıyla Akdeniz 14, 36, 44 ve 48 nolu istasyonlara aittir.)

Hakim rüzgar yönünün değiştiği konumlarda ayrıca genelleştirilmiş ekstrem değer (GEV) ve Weibull dağılımlarından elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Ege

Denizi'ndeki hakim rüzgar yönü değişimi olan konumlara ait GEV ve Weibull dağılımlarının karşılaştırılması Şekil 3.55'te verilmiştir. Şekle bakıldığında dağılımların sonuçlarının birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Akdeniz'deki hakim rüzgar yönü değişimi olan konumlara ait GEV ve Weibull dağılımlarının karşılaştırılması da Şekil 3.56'da verilmiştir. Sonuçlar Akdeniz'de de Ege Denizi'ne benzer şekildedir. Yineleme dönemlerine denk gelen rüzgar hızları birbiri ile aynı veya çok yakın çıkmıştır.



Şekil 3.55 Ege Denizi'nde hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiklerinin karşılaştırılması (GEV-Weibull) (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 12, 27, 34 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)



Şekil 3.56 Akdeniz'de hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer rüzgar istatistiklerinin karşılaştırılması (GEV-Weibull) (a, b, c, d, e, f sırasıyla Akdeniz 6, 10, 20, 24, 28 ve 32 nolu istasyonlara aittir.)

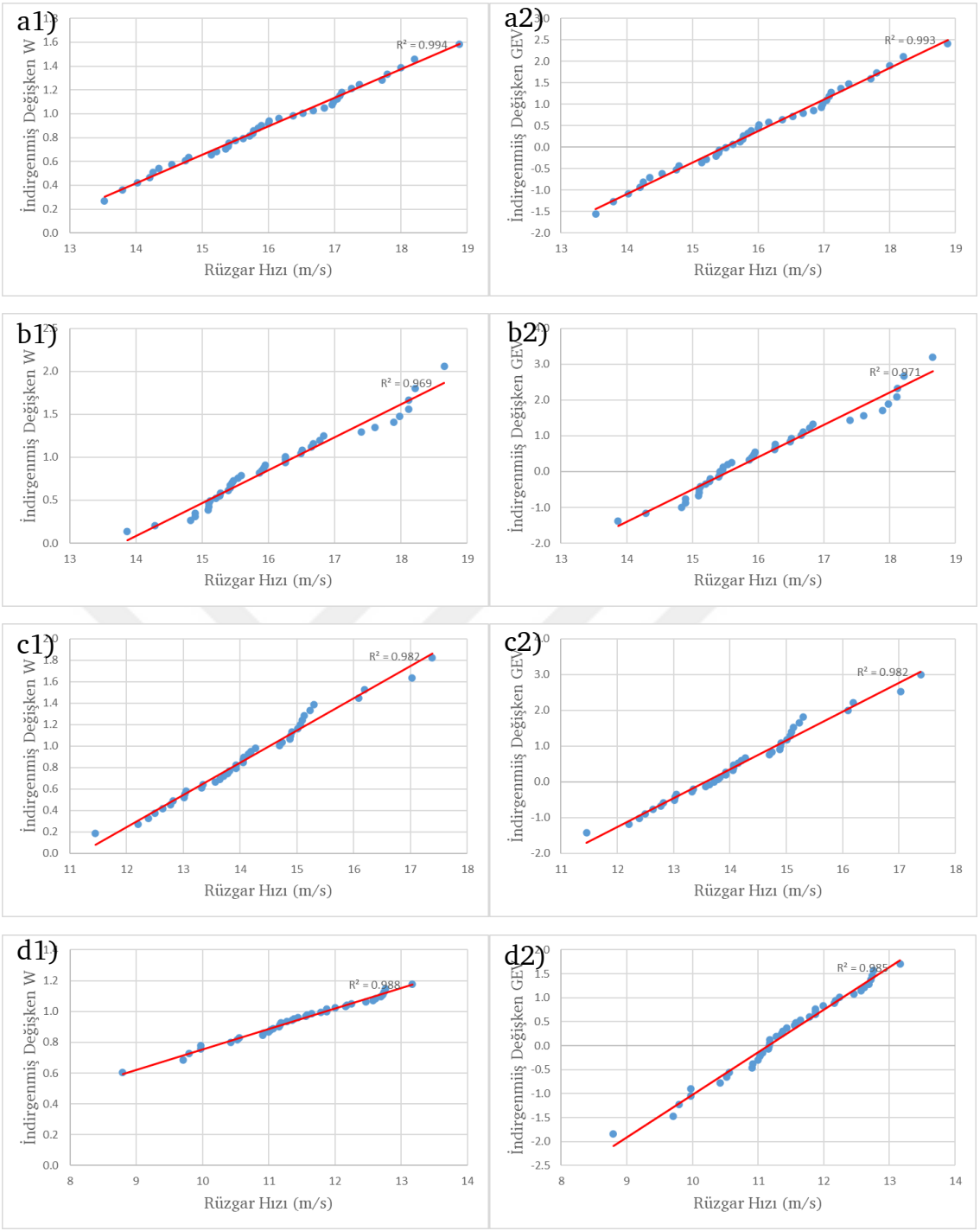
50 ve 100 yıllık yineleme dönemleri karşılaştırıldığında Ege Denizi 12, Ege Denizi 27, Akdeniz 32 istasyonlarındaki yineleme dönemlerine karşılık gelen GEV ve Weibull dağılımından elde edilen rüzgar hızı değerleri bire bir aynıdır. Ege Denizi 34, Ege Denizi 42, Akdeniz 6, Akdeniz 10, Akdeniz 20, Akdeniz 24, Akdeniz 28 nolu istasyonlarda ise rüzgar hızı değerleri birbirine çok yakındır. Dağılımlara ait 50 ve 100 yıllık yineleme dönemlerine denk gelen rüzgar hızı değerleri ve GEV-Weibull arasındaki fark Tablo 3.9'da görülmektedir. Tabloya bakıldığında en düşük rüzgar hızı değerleri 50 ve 100 yıllık yineleme dönemlerinde Ege Denizi 42

nolu istasyonda, en yüksek rüzgar hızı değeri 50 yıllık yineleme dönemi için Ege Denizi 27, 100 yıllık yineleme dönemi için ise Akdeniz 10 nolu istasyonda hesaplanmıştır. 50 yıllık yineleme döneminde Ege Denizi 42 nolu istasyonda rüzgar hızı 13 m/s'yi aşmış, Ege Denizi 27 nolu istasyonda yaklaşık 19 m/s hesaplanmıştır.100 yıllık yineleme dönemlerindeki rüzgar hızları ise Ege Denizi 42 nolu istasyonda 13.2 m/s, Akdeniz 10 nolu istasyonda 19.6 m/s (GEV) ve 19.8 m/s (Weibull) elde edilmiştir. Tablodan GEV-Weibull dağılımlarının sonuçlarının birbirine çok yakın olduğu en yüksek farkın % 2'ye yakın olduğu görülmektedir.

Tablo 3.9 Doğu Akdeniz'de hakim rüzgar yönü değişiminin meydana geldiği istasyonlardaki GEV ve Weibull dağılımlarından elde edilen 50 ve 100 yıllık yineleme dönemlerinde hesaplanan rüzgar hızı değerleri ve dağılımların karşılaştırılması

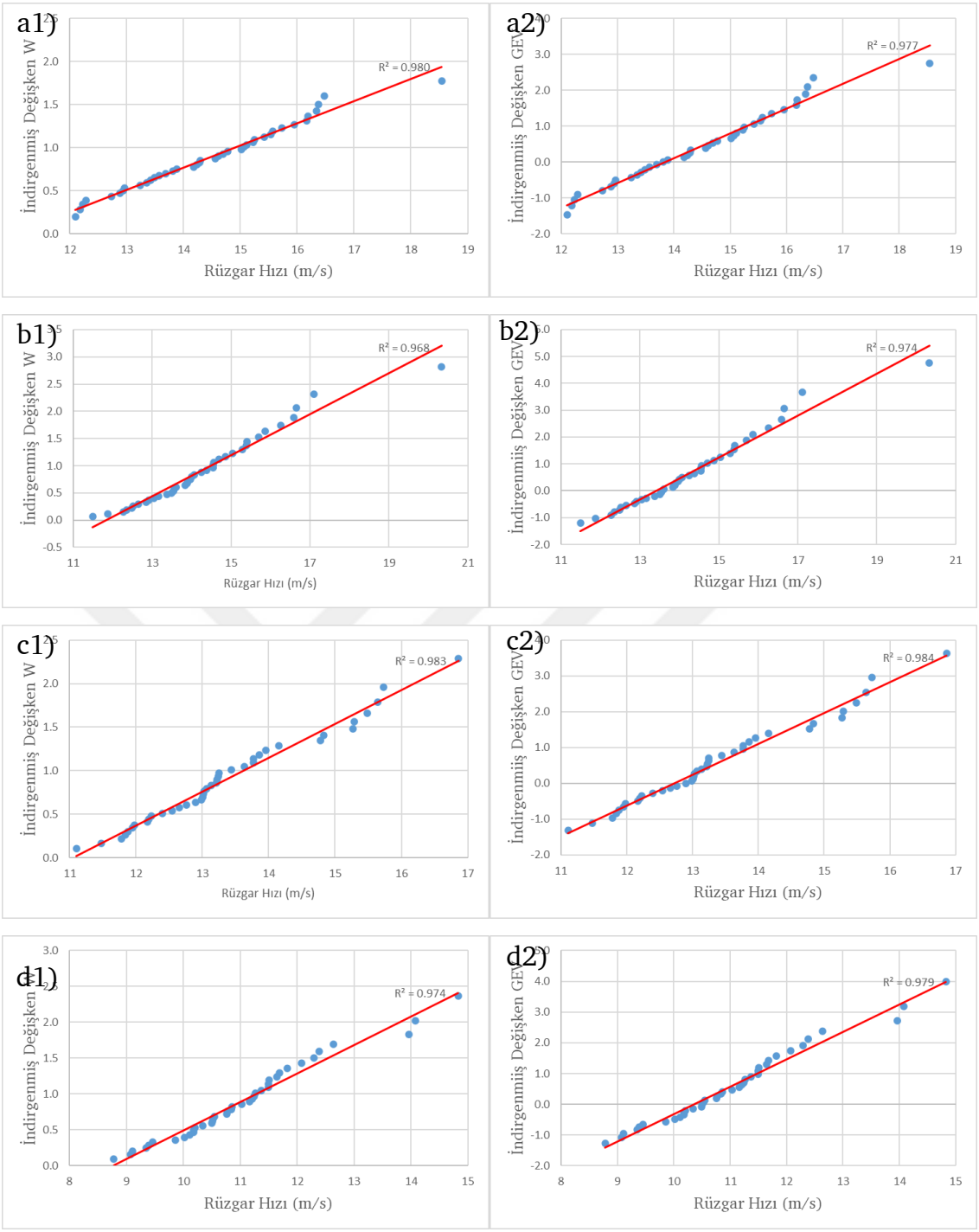
İstasyon	GEV Dağılımı		Weibull Dağılımı		GEV-Weibull	
	Yineleme Dönemi (yıl)		Yineleme Dönemi (yıl)		Yineleme Dönemi (yıl)	
	50	100	50	100	50	100
	Rüzgar Hızı (U (m/s))				Fark (%)	
Ege Denizi 12	18.7	19.0	18.7	19.0	0	0
Ege Denizi 27	18.8	19.3	18.8	19.3	0	0
Ege Denizi 34	17.1	17.5	17.0	17.5	-0.58	0
Ege Denizi 42	13.1	13.2	13.2	13.3	0.76	0.76
Akdeniz 6	17.7	18.2	17.7	18.1	0	-0.55
Akdeniz 10	18.6	19.6	18.9	19.8	1.61	1.02
Akdeniz 20	16.5	17.1	16.6	17.1	0.61	0.00
Akdeniz 24	14.3	14.9	14.4	15.0	0.70	0.67
Akdeniz 28	16.4	17.1	16.5	17.2	0.61	0.58
Akdeniz 32	16.9	17.5	16.9	17.5	0	0

Gerek Weibull gerekse GEV dağılımlarının doğruluğunu belirlemek için hakim rüzgar yönünde değişikliklerin meydana geldiği istasyonlar için regresyon analizi yapılmıştır. Weibull ve GEV dağılımlarındaki verilerin doğrusal bir eğriye ne kadar iyi uyduğu belirleme katsayısıyla (R^2) belirlenmektedir. R^2 değeri 1'e ne kadar yakınsa uyum o kadar iyi demektir. Dağılımlara ait indirgenmiş değişkenlerin nasıl hesaplandığı Bölüm3.3'te anlatılmıştır. Şekil 3.57'de Ege Denizi'ndeki istasyonlara ait Weibull ve GEV dağılımlarının çıktıları görülmektedir. Şeklin sol tarafında bulunan grafikler Weibull, sağında bulunan grafikler ise GEV dağılımı sonuçlarına aittir.

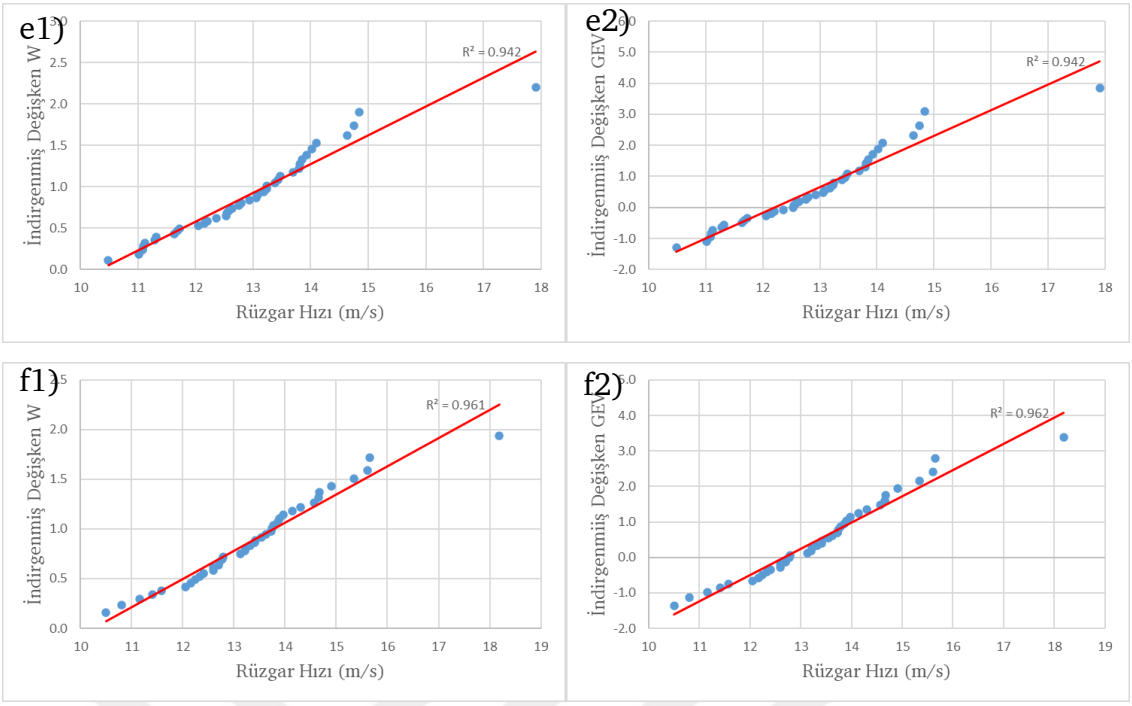


Şekil 3.57 Ege Denizi'nde hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait Weibull ve GEV dağılımları (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 12, 27, 34 ve 42 nolu istasyonları, 1 ve 2 numaralı grafikler sırasıyla Weibull ve GEV dağılımını ifade etmektedir.)

Akdeniz'e ait dağılımların grafikleri ise Şekil 3.58'de verilmiştir.



Şekil 3.58 Akdeniz'de hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait Weibull ve GEV dağılımları (a, b, c, d, e, f sırasıyla Akdeniz 6, 10, 20, 24, 28 ve 32 nolu istasyonları, 1 ve 2 numaralı grafikler sırasıyla Weibull ve GEV dağılımını ifade etmektedir.)



Şekil 3.58 Akdeniz'de hakim rüzgar yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait Weibull ve GEV dağılımları (a, b, c, d, e, f sırasıyla Akdeniz 6, 10, 20, 24, 28 ve 32 nolu istasyonları, 1 ve 2 numaralı grafikler sırasıyla Weibull ve GEV dağılımını ifade etmektedir.) (devamı)

Hakim rüzgar yönünün değiştiği istasyonların Weibull ve GEV dağılımlarındaki şekil parametresi (α), belirleme katsayısı (R^2) değerleri ile istasyonlardaki en büyük değerlerin ortalama ve maksimum rüzgar hızı değerleri Tablo 3.10'da verilmiştir. Tabloya bakıldığında özellikle Akdeniz'deki istasyonlarda GEV dağılımından elde edilen R^2 değerlerinin Weibull dağılımdan elde edilen değerlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Buradan GEV dağılımının daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.

Tablo 3.10 Doğu Akdeniz'de hakim rüzgar yönü değişiminin meydana geldiği istasyonlardaki GEV ve Weibull dağılımlarına ait şekil parametreleri, belirleme katsayıları ve istasyonların ortalama, maksimum rüzgar hızları

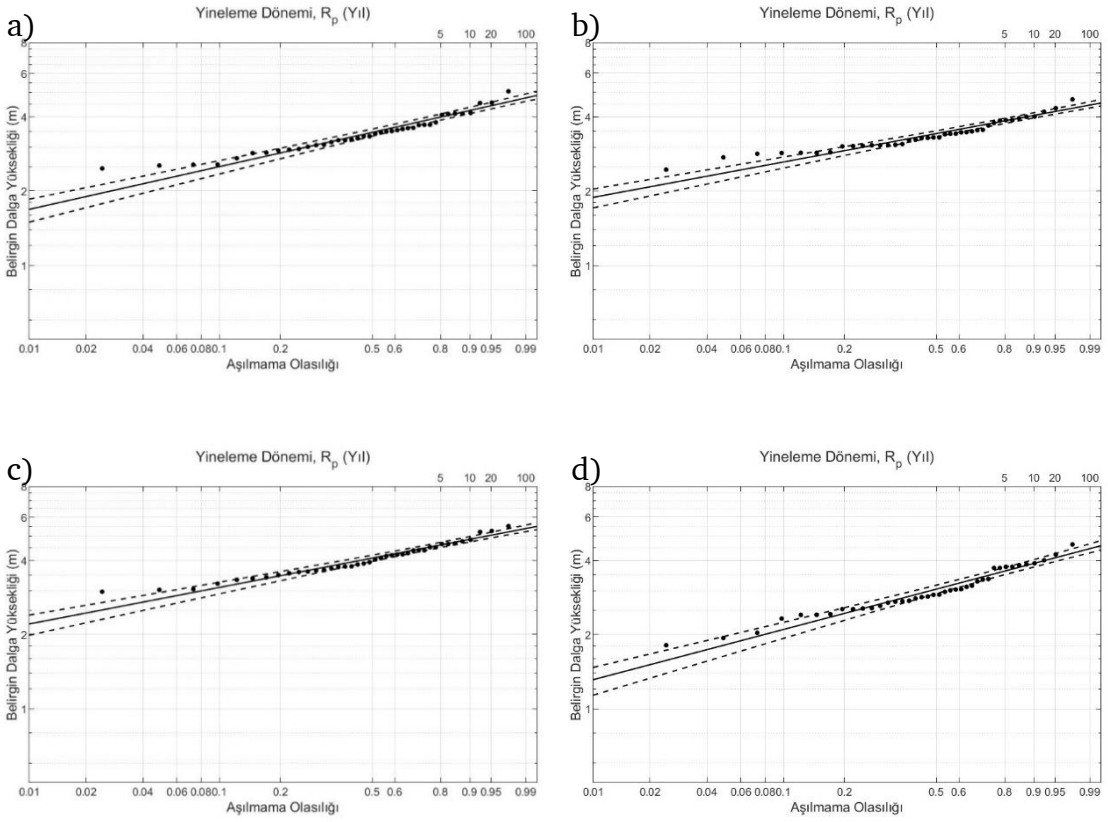
İstasyon	Weibull Dağılımı		GEV Dağılımı		Rüzgar Hızı	
	α	R^2	α	R^2	Ortalama (m/s)	Maksimum (m/s)
Ege Denizi 12	3.08	0.994	0.25	0.993	16.00	18.88
Ege Denizi 27	1.98	0.969	0.08	0.971	16.09	18.65
Ege Denizi 34	2.38	0.982	0.12	0.982	14.13	17.38
Ege Denizi 42	8.48	0.988	0.49	0.985	11.43	13.16
Akdeniz 6	2.48	0.980	0.17	0.977	14.46	18.54

Tablo 3.10 Doğu Akdeniz'de hakim rüzgar yönü değişiminin meydana geldiği istasyonlardaki GEV ve Weibull dağılımlarına ait şekil parametreleri, belirleme katsayıları ve istasyonların ortalama, maksimum rüzgar hızları (devamı)

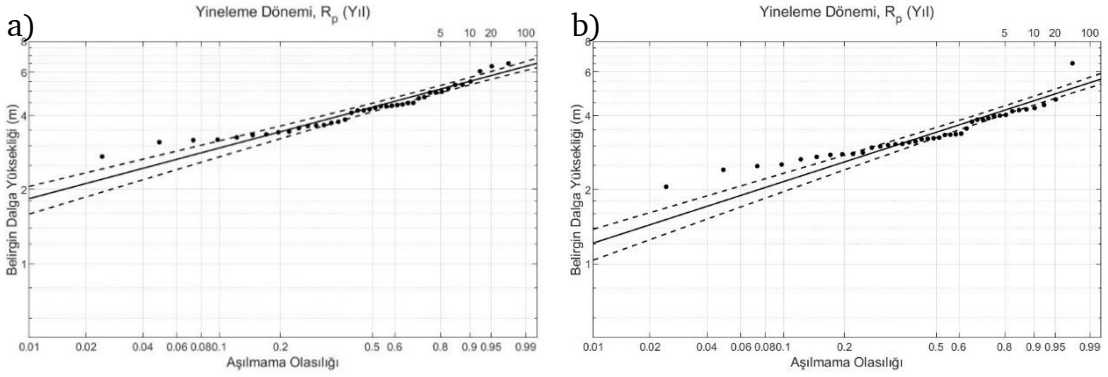
Akdeniz 10	1.4	0.968	-0.13	0.974	14.26	20.34
Akdeniz 20	1.74	0.983	0.01	0.984	13.34	16.86
Akdeniz 24	1.67	0.974	-0.04	0.979	11.01	14.83
Akdeniz 28	1.82	0.942	-0.02	0.942	12.89	17.91
Akdeniz 32	2.16	0.961	0.05	0.962	13.37	18.18

3.3.2 En Büyük Değer Dalga İstatistiği

Ege Denizi'nde hakim dalga yönü değişiminin meydana geldiği istasyonlar için Weibull dağılımından elde edilen derin deniz en büyük değer belirgin dalga yüksekliği istatistikleri rüzgar hızında olduğu gibi %70 güven aralığı ile Şekil 3.59'da gösterilmiştir. Akdeniz'deki Weibull dağılımı derin deniz en büyük değer belirgin dalga yüksekliği istatistikleri ise Şekil 3.60'da görülmektedir.

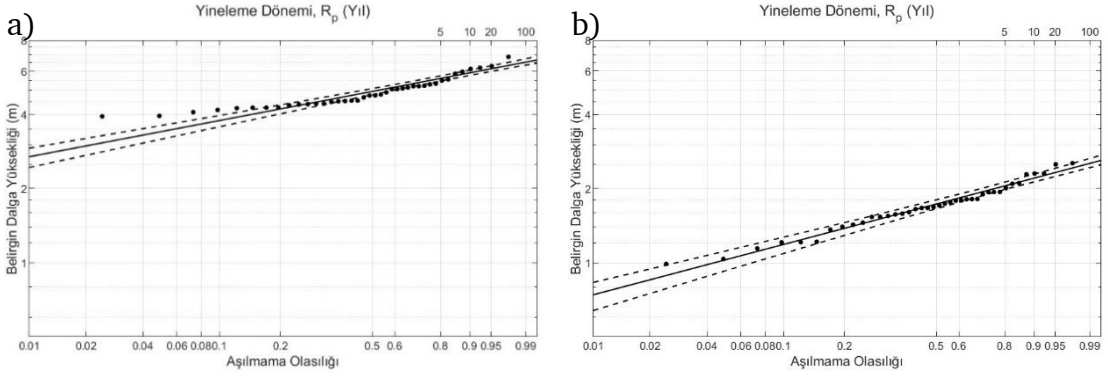


Şekil 3.59 Ege Denizi'nde hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiği (Weibull) (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 4, 7, 26 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)

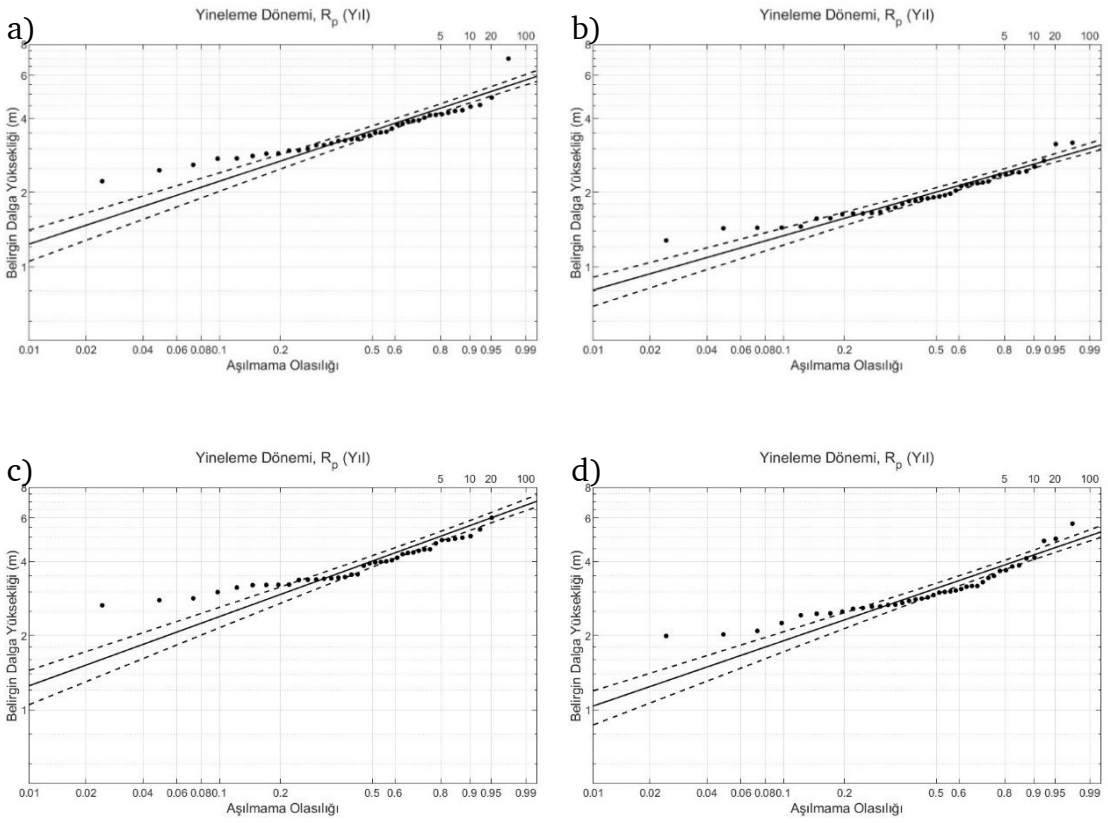


Şekil 3.60 Akdeniz'de hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiği (Weibull) (a ve b sırasıyla Akdeniz 6, ve 34 nolu istasyonlara aittir.)

Ege Denizi ve Akdeniz'deki istasyonlara ait en büyük değer belirgin dalga yüksekliği istatistiği verilerine göre 40 yıla ait yıllık maksimum veriler içerisinde en yüksek ve en düşük belirgin dalga yükseklikleri değerleri dikkate alındığında, Ege Denizi için en yüksek değer Ege Denizi 16, en düşük değer Ege Denizi 37 istasyonundadır. Akdeniz için Akdeniz 33, Akdeniz 44 nolu istasyonlarda en yüksek, Akdeniz 36, Akdeniz 43 nolu istasyonlarda en düşük belirgin dalga yüksekliği değerleri elde edilmiştir. Bu istasyonların Weibull dağılımı derin deniz en büyük değer belirgin dalga yüksekliği istatistikleri Şekil 3.61 ve Şekil 3.62'de görülmektedir.

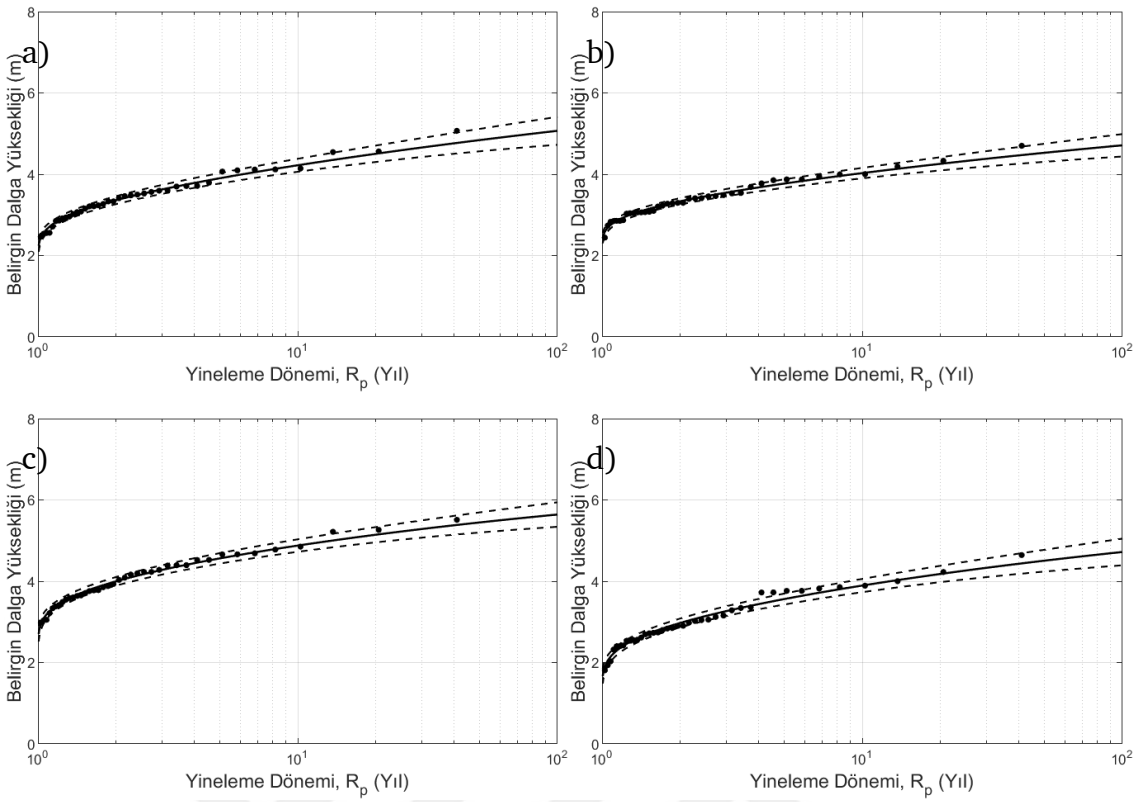


Şekil 3.61 Ege Denizi'nde meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiği (Weibull) (a ve b sırasıyla Ege Denizi 16 ve 37 nolu istasyonlara aittir.)

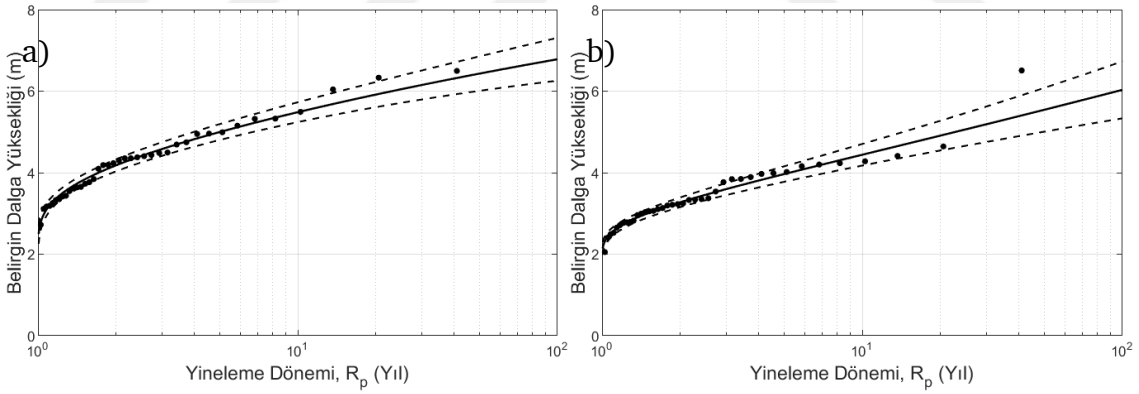


Şekil 3.62 Akdeniz'de meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiği (Weibull) (a, b, c, d sırasıyla Akdeniz 33, 36, 44 ve 43 nolu istasyonlara aittir.)

Doğu Akdeniz'de hakim dalga yönü değişiminin meydana geldiği istasyonlar için GEV dağılımından elde edilen derin deniz en büyük değer belirgin dalga yüksekliği istatistikleri, diğer koşullarda olduğu gibi %70 güven aralığı kullanılarak Şekil 3.63 ve Şekil 3.64'te verilmiştir.

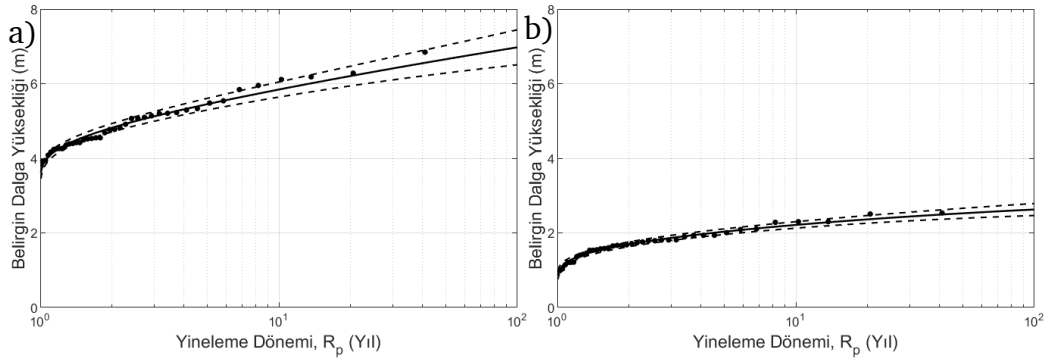


Şekil 3.63 Ege Denizi'nde hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiği (GEV) (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 4, 7, 26 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)



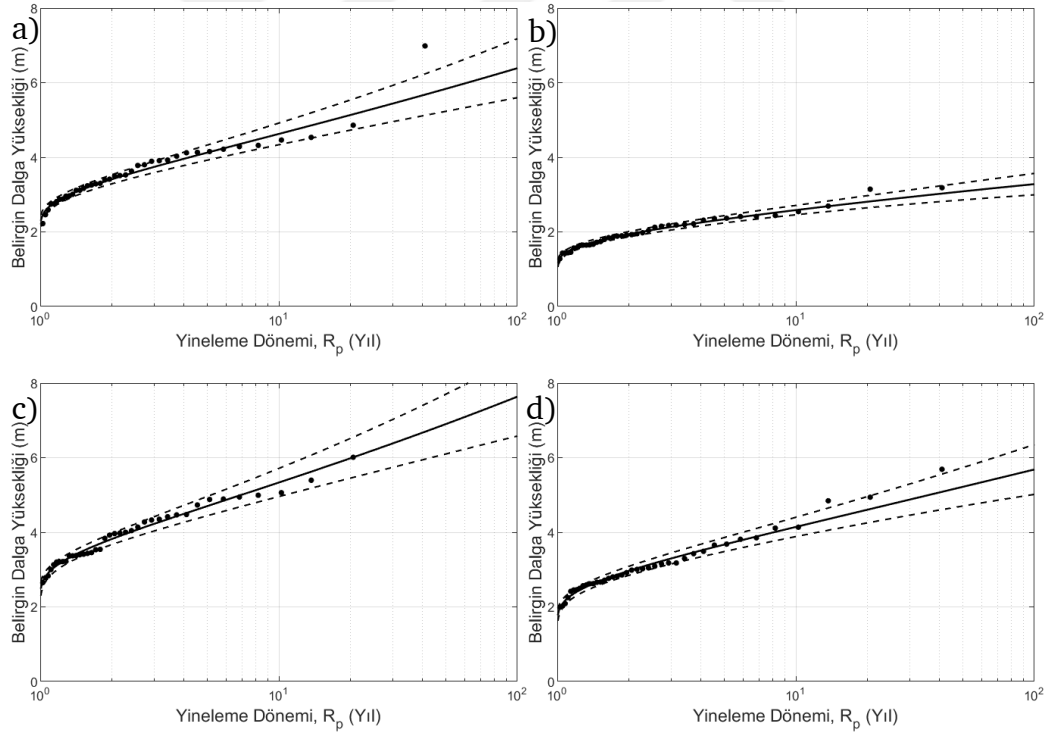
Şekil 3.64 Akdeniz'de hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiği (GEV) (a ve b sırasıyla Akdeniz 6, ve 34 nolu istasyonlara aittir.)

Ege Denizi için 40 yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum (Ege Denizi 16) ve minimum (Ege Denizi 37) elde edildiği istasyonlarda GEV dağılımı kullanılarak elde edilen en büyük değer belirgin dalga yüksekliği istatistikleri Şekil 3.65'te görülmektedir.



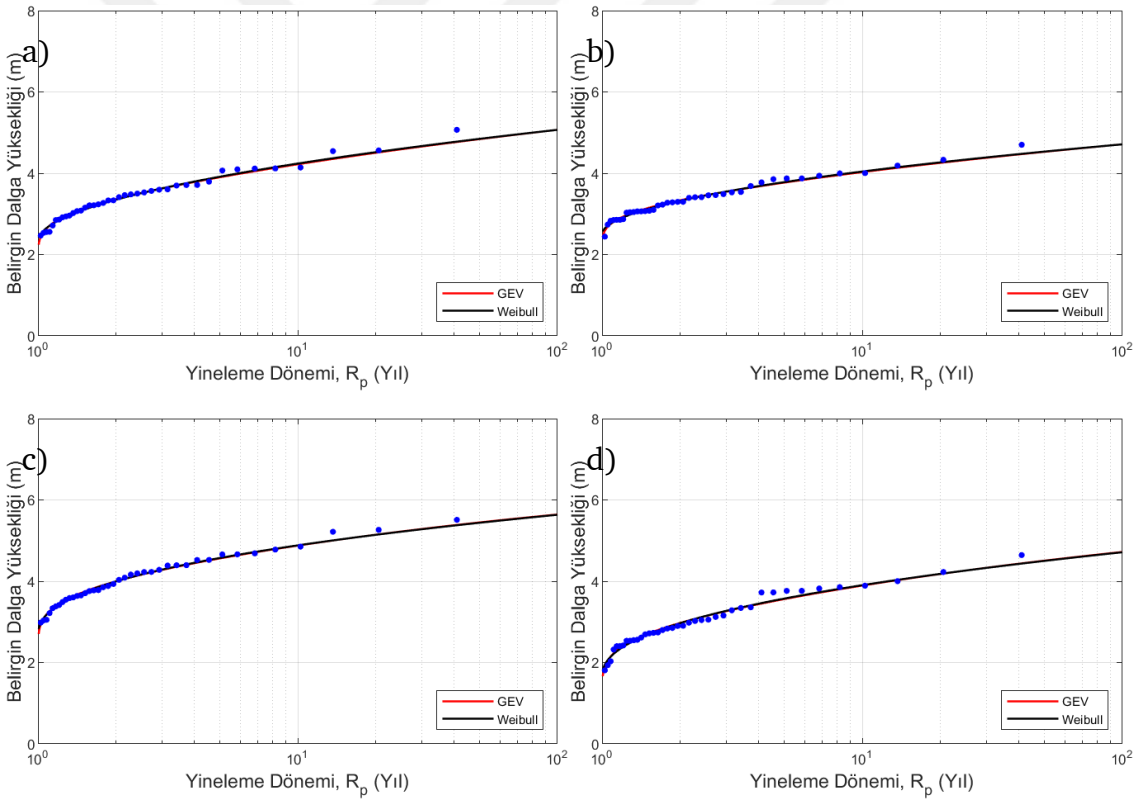
Şekil 3.65 Ege Denizi'nde meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiği (GEV) (a ve b sırasıyla Ege Denizi 16 ve 37 nolu istasyonlara aittir.)

Akdeniz'deki 40 yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği verilerinin maksimum (Akdeniz 33, Akdeniz 44) ve minimum (Akdeniz 36, Akdeniz 43) hesaplandığı istasyonlarda GEV dağılımı en büyük değer belirgin dalga yüksekliği istatistikleri Şekil 3.66'da verilmiştir.

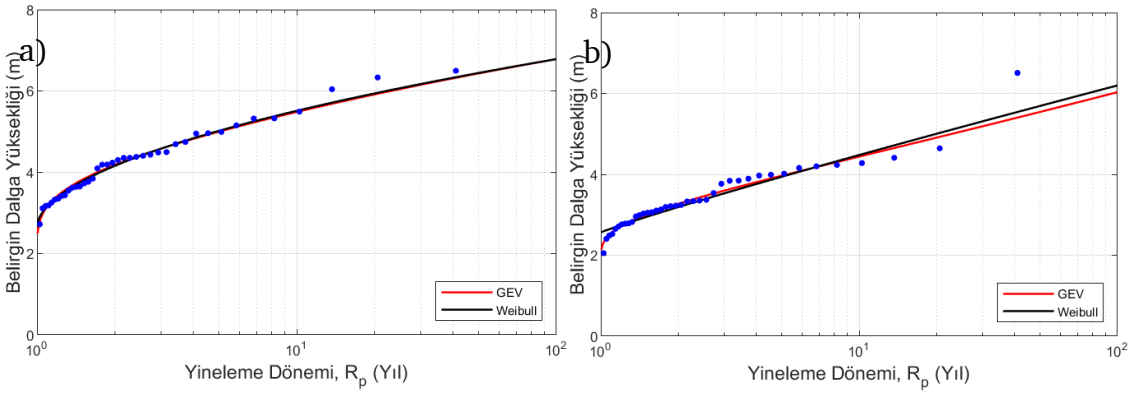


Şekil 3.66 Akdeniz'de meydana gelen yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimum ve minimum hesaplandığı istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiği (GEV) (a, b, c, d sırasıyla Akdeniz 33, 36, 44 ve 43 nolu istasyonlara aittir.)

Rüzgar yönünün değiştiği istasyonlarda yapıldığı gibi hakim dalga yönünde değişim olan istasyonlarda da GEV ve Weibull dağılımlarından elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Ege Denizi'ndeki hakim dalga yönü değişimi olan konumlara ait GEV ve Weibull dağılımlarının karşılaştırılması Şekil 3.67'de verilmiştir. Şekil 3.68 Akdeniz'deki hakim dalga yönü değişimi olan konumlara ait GEV ve Weibull dağılımlarının karşılaştırılmasını göstermektedir. Buna göre sonuçlar rüzgar hızındaki karşılaştırmalara benzer bir şekilde çıkmıştır. Genel olarak GEV ve Weibull dağılımı sonuçları birbirine çok yakındır. Akdeniz 34 konumunda 20 yıl ve daha yüksek yineleme dönemlerinde fark diğer istasyonlara göre biraz daha yüksek çıkmıştır. Ege Denizi 26, Ege Denizi 42, Akdeniz 6, Akdeniz 34 istasyonlarında dağılımlar arasında oluşan belirgin dalga yüksekliği farklarının düşük seviyede olduğu görülmektedir.



Şekil 3.67 Ege Denizi'nde hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiklerinin karşılaştırılması (GEV-Weibull) (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 4, 7, 26 ve 42 nolu istasyonlara aittir.)



Şekil 3.68 Akdeniz'de hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait en büyük değer dalga istatistiklerinin karşılaştırılması (GEV-Weibull) (a, ve b sırasıyla Akdeniz 6 ve 34 nolu istasyonlara aittir.)

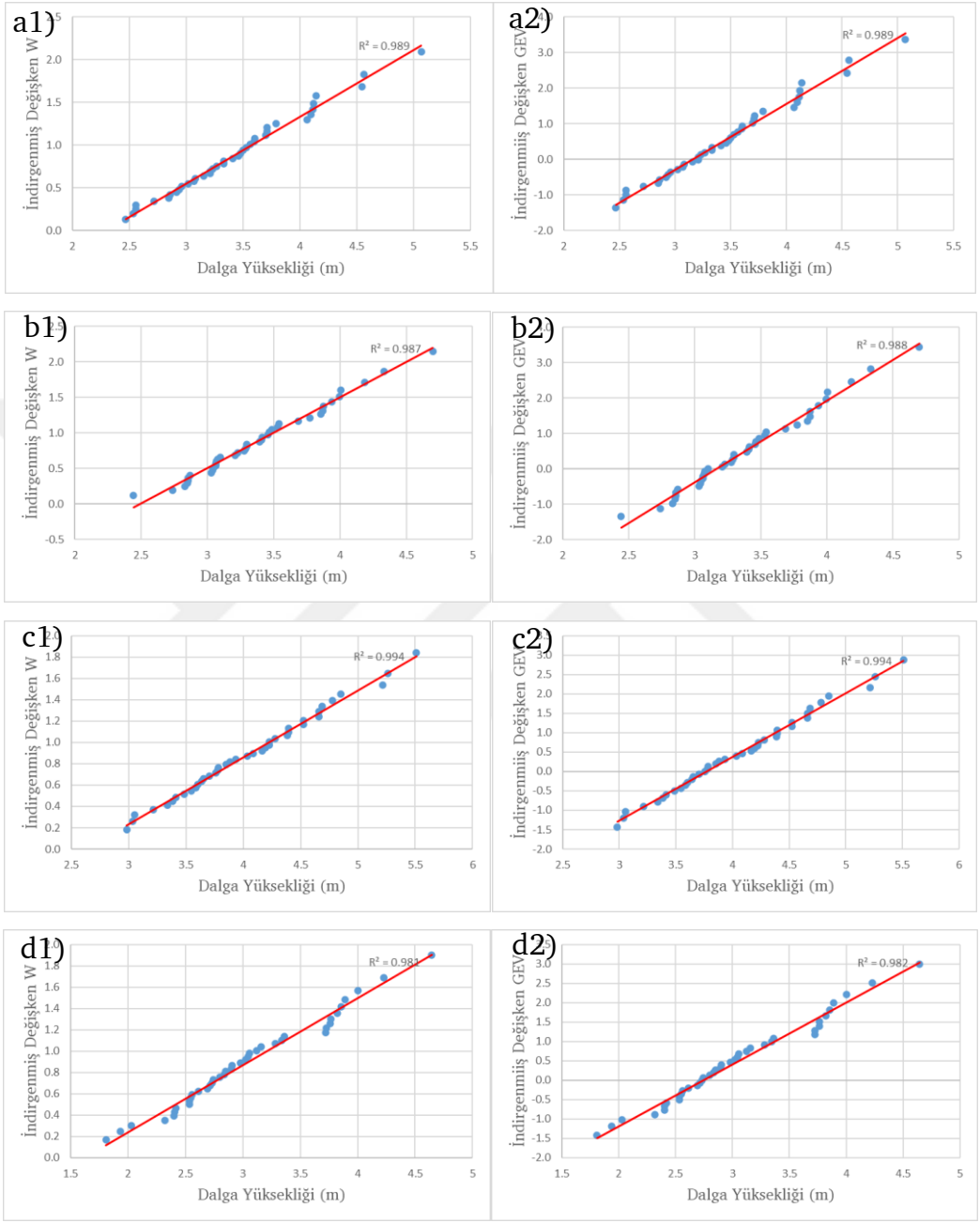
GEV, Weibull dağılımların 50 ve 100 yıllık yineleme dönemlerine denk gelen belirgin dalga yüksekliği ve GEV-Weibull arasındaki fark değerleri Tablo 3.11'de görülmektedir. Ege Denizi 4, Ege Denizi 7 istasyonlarında 50 ve 100 yıllık yineleme dönemine karşılık gelen belirgin dalga yükseklikleri bire bir aynıdır En yüksek %3 e yakın fark ile Akdeniz 34 nolu istasyonda elde edilmiştir. Bunun dışındaki farklar birbirine çok yakındır. 50 ve 100 yıllık yineleme dönemlerinde en büyük belirgin dalga yükseklikleri Akdeniz 6 nolu istasyonda hesaplanmıştır.

Tablo 3.11 Doğu Akdeniz'de hakim dalga yönü değişiminin meydana geldiği istasyonlardaki GEV ve Weibull dağılımlarından elde edilen 50 ve 100 yıllık yineleme dönemlerinde hesaplanan rüzgar hızı değerleri ve dağılımların karşılaştırılması

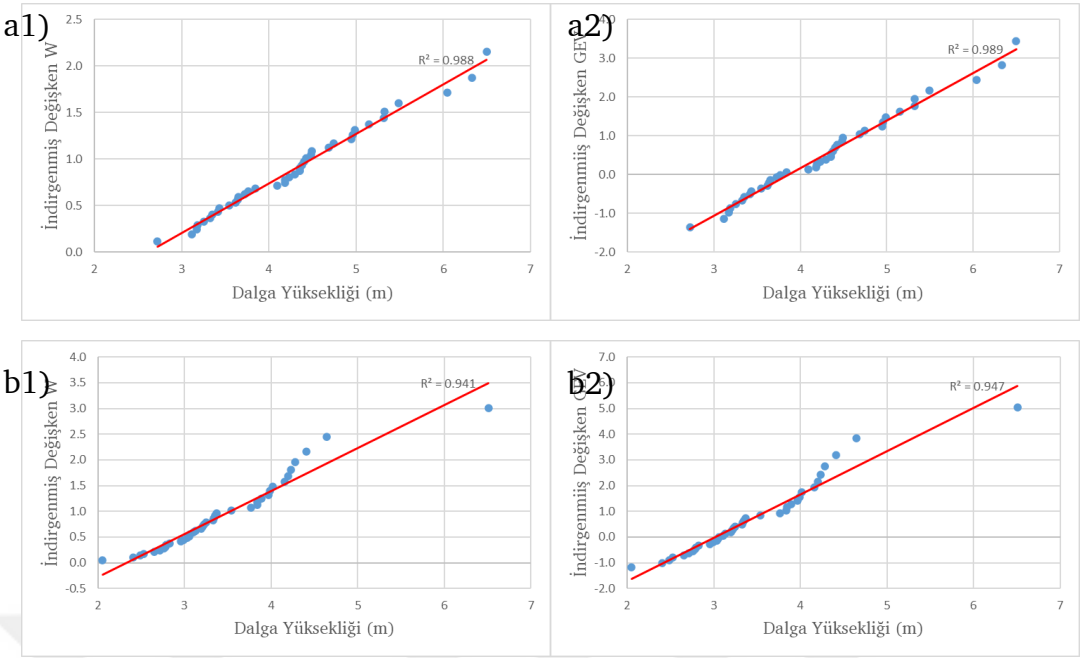
İstasyon	GEV Dağılımı		Weibull Dağılımı		GEV-Weibull	
	Yineleme Dönemi (yıl)		Yineleme Dönemi (yıl)		Yineleme Dönemi (yıl)	
	50	100	50	100	50	100
	Belirgin Dalga Yüksekliği (H_s (m))				Fark (%)	
Ege Denizi 4	4.84	5.06	4.84	5.06	0	0
Ege Denizi 7	4.53	4.71	4.53	4.71	0	0
Ege Denizi 26	5.44	5.64	5.44	5.63	0	-0.18
Ege Denizi 42	4.50	4.72	4.50	4.71	0	-0.21
Akdeniz 6	6.43	6.77	6.44	6.78	0.16	0.15
Akdeniz 34	5.54	6.02	5.69	6.19	2.71	2.82

Hakim dalga yönünde değişikliklerin meydana geldiği istasyonlarda da R^2'ler elde edilmiştir. Şekil 3.69'da Ege Denizi'nde değişimlerin meydana geldiği istasyonlara

ait Weibull ve GEV dağılımlarının sonuçları görülmektedir. Akdeniz'deki istasyonlara ait sonuçlar ise Şekil 3.70'te verilmiştir. Şeklin solundaki grafikler Weibull, sağındaki grafikler ise GEV dağılımı sonuçlarını göstermektedir.



Şekil 3.69 Ege Denizi'nde hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait Weibull ve GEV dağılımları (a, b, c, d sırasıyla Ege Denizi 4, 7, 26 ve 42 nolu istasyonları, 1 ve 2 numaralı grafikler sırasıyla Weibull ve GEV dağılımını ifade etmektedir.)



Şekil 3.70 Akdeniz'de hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlara ait Weibull ve GEV dağılımları (GEV-Weibull) (a, ve b sırasıyla Akdeniz 6, ve 34 nolu istasyonlara aittir.)

Hakim dalga yönünde değişimin meydana geldiği istasyonlar için Weibull ve GEV dağılımlarındaki şekil parametresi (α), belirleme katsayısı (R^2) değerleri ile istasyonlardaki yıllık en büyük değerlerin ortalama ve maksimum dalga yüksekliği değerleri elde edilmiştir. Tablo 3.12'de görüldüğü üzere rüzgar hızında olduğu gibi dalga yüksekliğinde de istasyonların çoğunluğunda GEV dağılımından elde edilen R^2 değerleri Weibull dağılımdan elde edilen değerlere göre daha yüksektir. Buna göre hem rüzgar hızı hem de dalga yüksekliği verileri incelendiğinde GEV dağılımının Weibull dağılımına göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.

Tablo 3.12 Doğu Akdeniz'de hakim dalga yönü değişiminin meydana geldiği istasyonlardaki GEV ve Weibull dağılımlarına ait şekil parametreleri, belirleme katsayıları ve istasyonların ortalama, maksimum rüzgar hızları

İstasyon	Weibull Dağılımı		GEV Dağılımı		Dalga Yüksekliği	
	α	R^2	α	R^2	Ortalama (m)	Maksimum (m)
Ege Denizi 4	1.94	0.989	0.05	0.989	3.43	5.07
Ege Denizi 7	1.88	0.987	0.04	0.988	3.39	4.70
Ege Denizi 26	2.34	0.994	0.14	0.994	4.04	5.51
Ege Denizi 42	2.23	0.981	0.12	0.982	3.03	4.64
Akdeniz 6	1.87	0.988	0.04	0.989	4.28	6.50
Akdeniz 34	1.32	0.941	-0.16	0.947	3.42	6.51

4
SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada dalga parametreleri elde edilirken 3. nesil dalga modeli MIKE 21 SW kullanılmıştır. Modelin performansını değerlendirmek amacıyla modellenen belirgin dalga yüksekliği ve dalga periyotları dalga ölçümleriyle karşılaştırılmıştır. Modelleme yapılırken CFSR, ERA5 ve ERA-Interim rüzgar verileri kullanılmıştır. Alanya, Bozcaada, Dalaman ve Antalya istasyonlarındaki ölçüm verileriyle kalibrasyon; Çanakkale ve Silifke istasyondaki ölçüm verileriyle doğrulama işlemi gerçekleştirilmiştir. Kalibrasyon işlemi sonucunda model sonuçları üzerinde en etkili parametrenin köpüklenme parametresi olduğu görülmüştür. Doğu Akdeniz çalışma alanı için en iyi köpüklenme parametresi değerinin CFSR ve ERA5 için 2.0, ERA-Interim için 1.5 olduğu belirlenmiştir. Üç rüzgar kaynağı için de dalga sonuçlarının uyumunun iyi olduğu bulunmuştur. Ölçüm verileri ve farklı rüzgar veri kaynaklarından elde edilen model sonuçlarına bakıldığında, Stopa ve Cheung (2013)'ta elde edilen sonuçlarla uyumlu olarak CFSR sonuçlarının ekstremleri iyi yakaladığı, ERA-Interim sonuçlarının az da olsa düşük tahminde bulunduğu görülmüştür. Ayrıca ERA5 sonuçlarının ortalamalarda iyi olduğu elde edilmiştir. ERA5 ile elde edilen sonuçlar, CFSR ve ERA-Interim ile elde edilen sonuçlara göre daha iyi performans göstermiştir.

Bu çalışma Doğu Akdeniz'de 91 istasyon için uzun dönem rüzgar ve dalga iklimi elde edilmiştir. Rüzgar ve dalga iklimi çalışmasında sayısal modelde rüzgar girdisi olarak 1979-2018 yıllarını kapsayan 40 yıllık ERA-Interim yeniden analiz verileri kullanılmıştır. Modelden elde edilen çıktıların yıllık ortalamalarının 40 yıllık alansal ortalamaları elde edilmiştir. Alansal ortalamalardan elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

- Rüzgar hızı en yüksek Sakız adasının batısında oluşmaktadır ve 6.8 m/s'yi aşmıştır. Rüzgar hızının en yüksek ikinci meydana geldiği alan orta ve güney Ege'dir.

- Rüzgar yönü Akdeniz'in kuzeydoğusunda S-SW arasından, Ege Denizi'nin kuzeydoğusunda E-ENE arasından estiği görülmektedir.
- Ortalama ve maksimum belirgin dalga yükseklikleri en yüksek Girit adasının güneydoğusunda ve sırasıyla 1.12 m ve 2.25 m'den yüksek bir şekilde meydana gelmektedir.
- En yüksek rüzgar hızının meydana geldiği alanın küçük bir bölümünde dalga yükseklikleri en yüksek değeri almaktadır. Bunun sebebi Ege Denizi'nde bulunan adaların feç uzunluğunu kısaltmasıdır.
- Güneydoğu Akdeniz'de dalga periyotları en yüksek değerini almaktadır. Pik dalga periyodu bu bölgede 5.6 s'nin, ortalama dalga periyodu 4.25 s'nin üzerindedir. Bu bölgelerde soluğanlar meydana gelmektedir.
- Ortalama dalga yönleri Doğu Akdeniz'in orta bölümü ve güneyinde NW-W arasında, kuzey Akdeniz kıyılarında ise SW, Kuzey Ege'de SE yönündedir.

Rüzgar iklimi çalışmasından elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

- Rüzgar gülleri incelendiğinde belirli yerlerde hakim rüzgar yönlerinde değişikliklerin oluştuğu belirlenmiştir.
- Bu değişimler Ege Denizi 12 (Ayvacık), 27 (İzmir), 34 (Milas), 42 (Dalaman); Akdeniz 6 (Kaş), 10 (Kemer), 20 (Gazipaşa), 24 (Aydıncık), 28 (Silifke), 32 (Karataş) nolu istasyonlarda meydana gelmiştir.
- Hakim rüzgar yönleri Ege Denizi 1-11 nolu istasyonlarda NE, 12-26 nolu istasyonlarda NNE, 27-33 nolu istasyonlarda N, 34-41 nolu istasyonlarda NNW, 42-43 nolu istasyonlarda NW olarak elde edilmiştir.
- Hakim rüzgar yönleri Akdeniz 1 nolu istasyonda NW, 2-5 nolu istasyonlarda WNW, 6-9 nolu istasyonlarda W, 10-19 nolu istasyonlarda NNE, 20-23 nolu istasyonlarda WSW, 24-27 nolu istasyonlarda ENE, 28-31 nolu istasyonlarda SSW, 32-40 nolu istasyonlarda SW, Kıbrıs'da bulunan 41-48 nolu istasyonlarda ise WSW, SW ve W şeklinde elde edilmiştir.
- Hakim rüzgar yönlerinde bölgelerin orografik yapısı etkin rol oynamaktadır.

- 40 yıllık en yüksek rüzgar hızı verilerinin maksimumu Ege Denizi 16 nolu istasyonda 2004 yılında 23.88 m/s, minimumu Ege Denizi 42 nolu istasyonda 2018 yılında 8.80 m/s olarak hesaplanmıştır.
- 40 yıllık en yüksek rüzgar hızı verilerinin maksimumu Akdeniz 44 nolu istasyonda 2015 yılında 22.88 m/s, minimumu Akdeniz 36 nolu istasyonda 1995 yılında 7.71 m/s olarak elde edilmiştir.

Dalga iklimi çalışmasından elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

- Rüzgar güllerinde olduğu gibi dalga gülleri incelendiğinde de belirli konumlarda hakim dalga yönlerinde değişimlerin oluştuğu belirlenmiştir.
- Değişimler Ege Denizi 4 (Çanakkale), 7 (Eceabat), 26 (İzmir), 42 (Dalaman); Akdeniz 6 (Kaş), 34 (Karataş) nolu istasyonlarda meydana gelmiştir.
- Hakim dalga yönünde değişimlerin meydana geldiği istasyonlara ait H_s-T_m grafiklerine bakıldığında Ege Denizi 42 nolu istasyonda, diğer istasyonlara göre daha fazla soluğan dalga oluşumu vardır.
- 40 yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği verilerinin maksimumu Ege Denizi 16 nolu istasyonda 2005 yılında 6.84 m, minimumu Ege Denizi 37 nolu istasyonda 1989 yılında 0.99 m olarak hesaplanmıştır.
- 40 yıllık en yüksek belirgin dalga yüksekliği değerlerinin maksimumu Akdeniz 44 nolu istasyonda 2015 yılında 8.34 m, minimumu Akdeniz 36 nolu istasyonda 1989 yılında 1.28 m olarak elde edilmiştir.
- Yıllık maksimum belirgin dalga yüksekliği değerlerinin en yüksek ve en düşük hesaplandığı istasyonlara ait H_s-T_m grafikleri incelendiğinde Ege Denizi 37 nolu istasyonda soluğan oluşmaktadır, Ege Denizi 16 nolu istasyonda rüzgar dalgaları yoğun olarak görülmektedir.

En büyük değer istatistiklerinden elde edilen sonuçlara aşağıda verilmiştir:

- Tüm istasyonlarda en büyük değer rüzgar ve dalga istatistikleri Weibull ve GEV dağılımlarıyla elde edilmiştir.
- Hakim rüzgar ve dalga yönündeki değişimlerin meydana geldiği istasyonlarda Weibull ve GEV dağılımı ile elde edilen en büyük değer istatistikleri karşılaştırılmıştır. 50 ve 100 yıllık yineleme dönemlerine

karşılık gelen rüzgar hızı ve belirgin dalga yüksekliği değerleri birbiri ile aynı veya birbirine çok yakın değerlerde elde edilmiştir. Meydana gelen en yüksek fark rüzgar hızı değerlerinde %2'den az belirgin dalga yüksekliğinde %3'ten azdır.

- Hakim yönlerin değiştiği istasyonlardaki en büyük değer rüzgar hızı istatistiği için 50 yıllık yineleme dönemlerinde en yüksek rüzgar hızı değeri Ege Denizi 27 (18.8 m/s) ve Akdeniz 10 nolu istasyonlarda ((GEV:18.6 m/s), (Weibull: 18.9 m/s)), en düşük rüzgar hızı değeri Ege Denizi 42 nolu istasyonda ((GEV:13.1 m/s), (Weibull: 13.2 m/s)) hesaplanmıştır.
- 100 yıllık yineleme dönemlerinde en yüksek rüzgar hızı değeri Akdeniz 10 nolu istasyonda ((GEV:19.6 m/s), (Weibull: 19.8 m/s)), en düşük rüzgar hızı değeri Ege Denizi 42 nolu istasyonda ((GEV:13.2 m/s), (Weibull: 13.3 m/s)) hesaplanmıştır.
- Hakim yönlerin değiştiği istasyonlardaki en büyük değer belirgin dalga yüksekliği istatistiğinde 50 yıllık yineleme dönemleri için en yüksek belirgin dalga yüksekliği değeri Akdeniz 6 nolu istasyonda ((GEV:6.43 m), (Weibull: 6.44 m)), en düşük belirgin dalga yüksekliği değeri Ege Denizi 42 nolu istasyonda (4.50 m) hesaplanmıştır.
- 100 yıllık yineleme dönemlerinde en yüksek belirgin dalga yüksekliği değeri Akdeniz 6 nolu istasyonda ((GEV:6.77 m), (Weibull: 6.78 m)), en düşük belirgin dalga yüksekliği Ege Denizi 7 nolu istasyonda (4.71 m) hesaplanmıştır.
- Weibull ve GEV dağılımlarının doğruluğunu belirlemek amacıyla hakim rüzgar ve dalga yönündeki değişimlerin meydana geldiği istasyonlarda regresyon analizi yapılmıştır.
- Hem rüzgar hem de dalga yönü değişiminin meydana geldiği istasyonların büyük bir çoğunluğunda GEV dağılımının doğruluğu Weibull dağılımının doğruluğundan daha yüksek çıkmıştır. Yani GEV dağılımıyla elde edilen en büyük değer istatistikleri Weibull ile elde edilenlere göre daha iyi sonuç vermiştir.

KAYNAKÇA

Akhtar, N., Brauch, J. ve Ahrens, B. (2018). Climate modeling over the Mediterranean Sea: impact of resolution and ocean coupling. *Climate Dynamics*, *51*(3), 933-948.

Alsaaq, F. ve Shamji, V. R. (2022). Extreme Wind Wave Climate off Jeddah Coast, the Red Sea. *Journal of Marine Science and Engineering*, *10*(6).

Alvarez, I. ve Lorenzo, M. N. (2019). Changes in offshore wind power potential over the Mediterranean Sea using CORDEX projections. *Regional Environmental Change*, *19*(1), 79-88.

AYGM. (2016). Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü.

Battjes, J. A. ve Janssen, J. P. F. M. (1978). Energy loss and set-up due to breaking of random waves. *Proc. 16th Int. Conf. Coastal Eng., ASCE* (ss. 569-587).

Battjes, J. A. ve Stive, M. J. F. (1985). Calibration and verification of dispersion model for random breaking waves. *Geophys. Res., 90*, 9159-9167.

Bidlot, J., Janssen, P. ve Abdalla, S. (2007). *A revised formulation of ocean wave dissipation and its model impact*. Technical Report Memorandum 509, ECMWF, Reading, U.K.

Bloom, A., Kotroni, V. ve Lagouvardos, K. (2008). *Climate change impact of wind energy availability in the Eastern Mediterranean using the regional climate model PRECIS. Hazards Earth Syst. Sci* (C. 8).

Bozzi, S., Besio, G. ve Passoni, G. (2018). Wave power technologies for the Mediterranean offshore: Scaling and performance analysis. *Coastal Engineering*, *136*, 130-146.

Bretschneider, C. L. (1952). Revised wave forecasting relationships. *Proc. 2nd conf. Coastal Engineering* (ss. 1-5).

Bretschneider, C. L. (1958). Revision in wave forecasting, deep and shallow water. *Proc. 6th Conf. Coastal Engineering* (ss. 30-67).

Caires, S. ve Sterl, A. (2005). 100-Year Return Value Estimates for Ocean Wind Speed and Significant Wave Height from the ERA-40 Data. *J. Clim.*, *18*, 1032-1048.

Cardone, V. J. (1974). Ocean Wave Predictions: Two decades of progress and future prospects In: Seakeeping 1953-1973. *Soc. of Naval Architects and Marine Engineers*, 5-18.

Cavaleri, L. ve Sclavo, M. (2006). The calibration of wind and wave model data in the Mediterranean Sea. *Coastal Engineering*, *53*(7), 613-627.

Church, J. ve N. White. (2006). A 20th century acceleration in global sea-level rise. *Geophysical Research Letters*, *33*(1).

de Leo, F., Besio, G., Briganti, R. ve Vanem, E. (2021). Non-stationary extreme value analysis of sea states based on linear trends. Analysis of annual maxima series of significant wave height and peak period in the Mediterannean Sea. *Coastal Engineering*, *167*.

Dingemans, M. W. (1997). *Water wave propagation over uneven bottoms. Part#2 Non-linear wave propagation*. Singapore: World Scientific.

Eldeberky, Y. ve Battjes, J. A. (1995). Parameterization of triad interactions in wave energy models. *paper presented at Coastal Dynamics Conference, ASCE.* Gdansk, Poland.

Eldeberky, Y. ve Battjes, J. A. (1996). Spectral modelling of wave breaking: Application to Boussinesq equation. *J. Geophys. Res.*, *101*(No. C1), 1253-1264.

Elkersh, K., Atabay, S. ve Yilmaz, A. G. (2022). Extreme Wave Analysis for the Dubai Coast. *Hydrology*, *9*(8).

Elkut, A. E., Taha, M. T., Abu Zed, A. B. E., Eid, F. M. ve Abdallah, A. M. (2021). Wind-wave hindcast using modified ECMWF ERA-Interim wind field in the Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *252*.

Ewing, J. A. ve Hague, R. C. (1993). A second-generation wave model for coastal wave prediction. In: Ocean Wave Measurement and Analysis. *Proc. 2nd International Conf.* (ss. 576-589). New Orleans.

Gelci, R. H., Cazale, H. ve Vassal, J. (1956). Utilisation des Diagrammes de Propagation a la Provision Energetique de la Houle. *Bull. Inform. Comite Central Oceanogr. D'Etude Cotes*, *8*, 169-187.

Goda, Y. (2010). *Random Seas and Design of Maritime Structures* (3rd ed.). Singapore: World Scientific:

Goda, Y. (2011). Plotting-position estimator for the L-moment method and quantile confidence interval for the GEV, GPA, and Weibull distributions applied for extreme wave analysis. *Coastal Engineering Journal*, *53*(2), 111-149.

Hasselmann, K. (1962). On the nonlinear energy transfer in a gravity-wave spectrum. *General theory. J. Fluid Mech.* (C. 12, ss. 481-500).

Hasselmann, K. (1974). On the spectral dissipation of ocean waves due to whitecapping. *Bound. Layer Meteor.*, *6*, 107-127.

Hasselmann, S. ve Hasselmann, K. (1981). A symmetrical method for computing the nonlinear transfer in a gravity-wave spectrum. *Hamburger Geophys. Einzelschr.*, *Serie A.*(52), 8.

Hasselmann, S., Hasselmann, K., Allender, J. H. ve Barnett, T. P. (1985). Computation and parameterizations of Non-linear Energy Transfer in a Gravity-wave Spectrum, Part 2: Parameterisations of non-linear energy transferfor applications in wave models. *J. Phys. Oceanog.*, *15*, 1378-1391.

Hersbach, H. ve Janssen, P. A. E. M. (1999). Improvement of short-fetch behavior in the wave ocean model. *J. Atmos.& Ocean Tech.*, *16*, 884-892.

Holthuijsen, L. H., Booij, N. ve Herbers, T. H. C. (1989). A Prediction Model for Stationary, Short-crested Waves in Shallow Water with Ambient Currents. *Coastal Engineering*, *13*, 23-54.

Holthuijsen, L. H., Herman, A. ve Booij, N. (2003). Phase-decoupled refraction-diffraction for spectral wave models. *Coastal Engineering*, *49*, 291-305.

IPCC 2014. In: Core Writing Team, Pachauri, R.K. ve Meyer, L.A. (Ed.), Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 151.

İşlek, F. (2022). *Küresel iklim değişikliğinin rüzgar ve dalga iklimi üzerindeki etkisinin araştırılması; Karadeniz örneği*. Doktora tezi, YTÜ.

İşlek, F., Yuksel, Y. , ve Sahin, C. ,. (2020). Spatiotemporal long-term trends of extreme wind characteristics over the Black Sea. *Dyn. Atmos. Ocean.*, *90*, 101-132.

Janssen, P. A. E. M. (1989). Wave induced stress and the drag of airflow over sea waves. *J. Phys. Oceanogr.*, *19*, 745-754.

Janssen, P. A. E. M. (1991). Quasi-linear theory of wind wave generation applied to wave forecasting. *J. Phys. Oceanogr.*, *21*, 1631-1642.

Janssen, P. A. E. M., Lionello, P. ve Zambresky, L. (1989). On the interaction of wind and waves. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, *A 329*, 289-301.

Jonsson, I. G. ve Carlsen, N. A. (1976). Experimental and theoretical investigations in an oscillatory turbulent boundary layer. *J. Hydraul. Res.*, *14*, 45-60.

Kamphuis, J. Long Term Wave Analysis. In Introduction to Coastal Engineering and Management, 2nd ed.; World Scientific: Singapore, 2010; Volume 30, pp. 87–107.

Kaminsky, G. M. ve Kraus, N. C. (1993). Evaluation of depth-limited wave breaking criteria. *Proc. Of 2nd Int. Symposium on Ocean Wave Measurement and Analysis* (ss. 180-193). New Orleans.

Komen, G. J., Cavaleri, L., Doneland, M., Hasselmann, K., Hasselmann, S. ve Janssen, P. A. E. M. (1994). *Dynamics and modelling of ocean waves*. Cambridge University Press, UK, ss. 560

Komen, G. J., Hasselmann, S. ve Hasselmann, K. (1984). On the existence of a fully developed wind-sea spectrum. *J. Phys. Oceanogr.*, *14*, 1271-1285.

Lira-Loarca, A., Ferrari, F., Mazzino, A. ve Besio, G. (2021). Future wind and wave energy resources and exploitability in the Mediterranean Sea by 2100. *Applied Energy*, *302*.

Liu, Z. ve Frigaard, P. (2001). Generation and Analysis of Random Waves. *Laboratoriet for Hydraulik og Havnebygning Instituttet for Vand, Jord og Miljoteknik, Aalborg Universitet*.

Lobeto, H., Menendez, M. ve Losada, I. J. (2021). Future behavior of wind wave extremes due to climate change. *Scientific Reports*, *11*(1).

Madsen, P. A., Murray, R. ve Sorensen, O. R. (1991). A new form of the Boussinesq equations with improved linear dispersion characteristics (Part 1). *Coastal Eng.*, *15*, 371-388.

Mathiesen, M., Goda, Y., Hawkes, P., Mansard, E., Martín, M., Peltier, E., … Vledder, G. (1994). Recommended practice for extreme wave analysis. *J. Hydraul. Res.*, *32*, 803-814.

Méndez, F. J., Menéndez, M., Luceño, A. ve Losada, I. J. (2006). Estimation of the long-term variability of extreme significant wave height using a time-dependent Peak Over Threshold (POT) model. *J. Geophys. Res.*, *111*.

Menendez, M., García-Díez, M., Fita, L., Fernández, J., Méndez, F. J. ve Gutiérrez, J. M. (2014). High-resolution sea wind hindcasts over the Mediterranean area. *Climate Dynamics*, *42*(7-8), 1857-1872.

MGM (Meteoroloji Genel Müdürlüğü) (2021). "IPCC İklim Değişikliği Senaryoları ve Tarihsel Gelişimi".

Mori, N., Iwashima, R., Yasuda, T., Mase, H., Tom, T. ve Oku, Y. (2009). 135. Impact Of Global Climate Change On Wave Climate (ss. 1-10). World Scientific Pub Co Pte Lt.

Musić, S. ve Nicković, S. (2008). 44-year wave hindcast for the Eastern Mediterranean. *Coastal Engineering*, *55*(11), 872-880.

Nelson, R. C. (1987). Design wave heights on very mild slopes: An experimental study. *Civil. Eng. Trans., Inst. Eng., Aust.*, *29*, 157-161.

Nelson, R. C. (1994). Depth limited wave heights in vary flat regions. *Coastal Eng.*, *23*, 43-59.

Nezhad, M. M., Neshat, M., Groppi, D., Marzialetti, P., Heydari, A., Sylaios, G. ve Garcia, D. A. (2021). A primary offshore wind farm site assessment using reanalysis data: a case study for Samothraki island. *Renewable Energy*, *172*, 667-679.

Nielsen, P. (1979). Some basic concepts of wave sediment transport. *Series paper 20 Institute of Hydrodynamic and Hydraulic Engineering, Technical University Denmark*, ss.160.

Onea, F. ve Rusu, E. (2016). Efficiency assessments for some state of the art wind turbines in the coastal environments of the Black and the Caspian seas. *Energy Exploration & Exploitation*, *34*(2), 217-234.

Özhan, E. ve Abdalla, S. (1999). *Türkiye Kıyıları İçin Rüzgar ve Derin Deniz Dalga Atlası*. Ankara.

Ris, R. C. (1997). *Spectral modelling of wind waves in coastal areas, PhD. Thesis,* Delft 1997.

Ruessink, B. G., Walstra, D. J. R. ve Southgate, H. N. (2003). Calibration and verification of a parametric wave model on barred beaches. *Coastal Eng.*, *48*, 139-149.

Rusu, E. ve Rusu, L. (2019). Evaluation of the wind power potential in the European nearshore of the Mediterranean Sea. *E3S Web of Conferences* (C. 103). EDP Sciences.

Sartini, L., Besio, G. ve Cassola, F. (2018). Spatio-temporal modelling of extreme wave heights in the Mediterranean Sea. *Ocean Model*, *117*, 52-69.

Snyder, R. L., Dobson, F. W., Elliott, J. A. ve Long, R. B. (1981). Array measurements of atmospheric pressure fluctuations above surface gravity waves. *J. Fluid Mech.*, *102*, 1-59.

Soffer, R., Vrecica, T., Kit, E. ve Toledo, Y. (2020). Observations, modeling, and inter-comparison of waves from deep to intermediate waters in the East Mediterranean basin _ Elsevier Enhanced Reader. *Deep-Sea Research Part II*, *171*.

Sørensen, O. R., Kofoed-Hansen, H., Rugbjerg, M. ve Sørensen, L. S. (2004). *A third-generation spectral wave model using an unstructured finite volume technique*.

Stopa, J. E. ve Cheung, K. F. (2014). Intercomparison of wind and wave data from the ECMWF Reanalysis Interim and the NCEP Climate Forecast System Reanalysis. *Ocean Modelling*, *75*, 65-83.

Sverdrup, H. V. ve W.H. Munk. (1947). *Wind, sea and swell: Theory of relation to forecasting*. Washington., D.C.: H.O. Publication 601, U.S. Naval Oceanographic Office.

Swain, J. (1997). *Simulation of Wave Climate for the Arabian Sea and Bay of Bengal*.

Swart, D. H. (1976). Predictive equations regarding coastal transports. *Proc 15th Conf Coastal Engng, 2,* (ss. 1113-1132).

Thomas, T. J. ve Dwarakish, G. S. (2015). Numerical Wave Modelling – A Review. *Aquatic Procedia*, *4*, 443-448.

Tolman, H. L. (1991). A third generation model for wind waves on slowly varying, unsteady and inhomogeneous depths and currents. *J. Phys. Oceanogr.*, *21*, 782-797.

Tolman, H. L. (1992). Effects of numerics on the physics in a third-generation wind-wave model. *J. Phys. Oceonogr.*, *22*, 1095-1111.

Tolman, H. L. ve Chalikov, D. (1996). Source terms in a third-generation wind-wave model. *J. Phys. Oceanogr.*, *26*, 2497-2518.

Vanem, E. (2017). A regional extreme value analysis of ocean waves in a changing climate. *Ocean. Eng.*, *144*, 277-295.

Vilsmeier R. ve D. Hanel. (1995). Adaptive solutions for unsteady laminar flows on unstructured grids. *Int. J. Numer. Meth. Fluids.*, *22*, 85-101.

WAMDI-group:, Hasselmann, S., Hasselmann, K., Bauer, E., Janssen, P. A. E. M., Komen, G. J., … Ewing, J. A. (1988). The WAM model - a third generation ocean wave prediction model. *J. Phys. Oceanogr.*, *18*, 1775-1810.

Wang, X. ve v. Swail. (2002). Trends of Atlantic wave extremes as simulated in a 40-yr wave hindcast using kinematically reanalyzed wind fields. *Journal of Climate*, *15*(9), 1020-1035.

Weber, S. L. (1991). Bottom friction for wind sea and swell in extreme depth-limited situations. *J. Phys. Oceanogr.*, *10*, 1712-1733.

Wilson, B. W. (1955). Graphical Approach to the forecasting of waves in moving fetches. *US Army Corps of Engineers, Beach Erosion Board Tech. Memo*, *73*.

Wu, J. (1982). Wind-stress coefficients over sea surface from breeze to huricane. *J. Geophys. Res.*, *87*, 9704-9706.

You, Z. J. ve Yin, B. (2016). Standardized Procedure for Estimation of Extreme Ocean Waves. *In Proceedings of the International Ocean and Polar Engineering Conference.* Rhodes, Greece.

Young, I. R. (1999). Wind generated ocean waves. R. Bhattacharyya ve M. E. McCormick (Ed.), *In Elsevier Ocean Engineering Book Series* (C. 2). Elsevier.

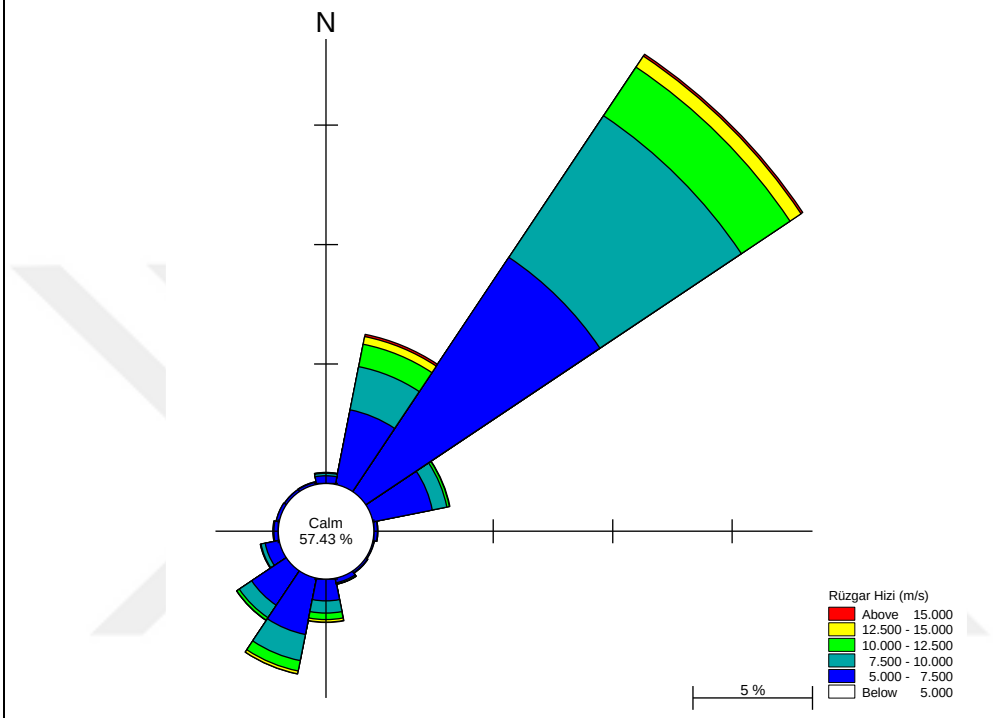
Yuksel, Y., Yuksel, Z. T. ve Sahin, C. (2020). Effect of long-term wave climate variability on performance-based design of coastal structures. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, *23*(4), 407-416.

Yüksel, Y. (2020). *İleri Akışkanlar Mekaniği,* 3. Baskı, İstanbul.

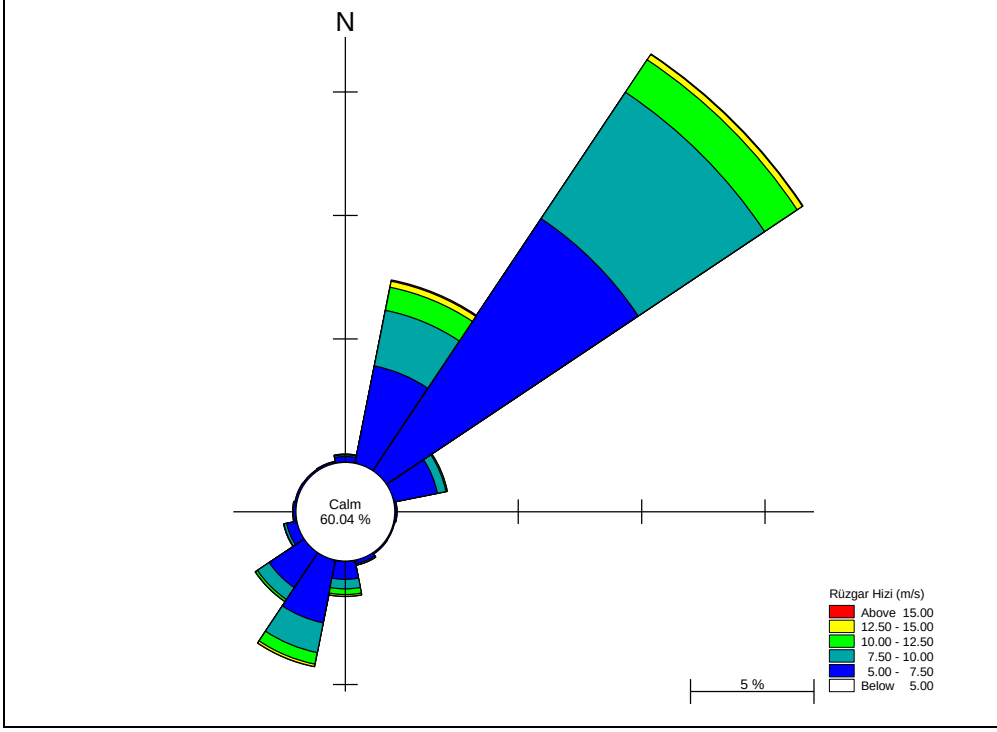
Yüksel, Y. ve Çevik, E. (2016). *Kıyı Mühendisliği,* 2. Baskı, Beta Yayınevi, İstanbul.

A
EGE DENİZİ RÜZGAR GÜLLERİ

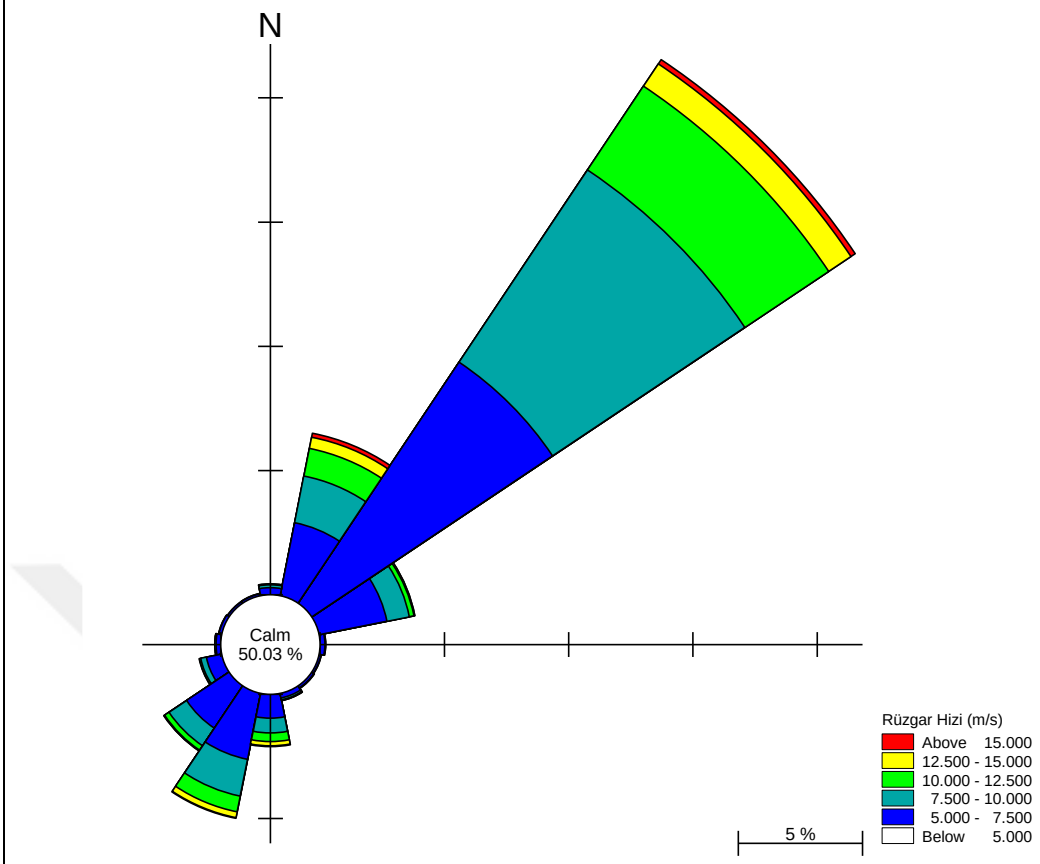
Ege Denizi 1 (40.75 N; 25.60 E)



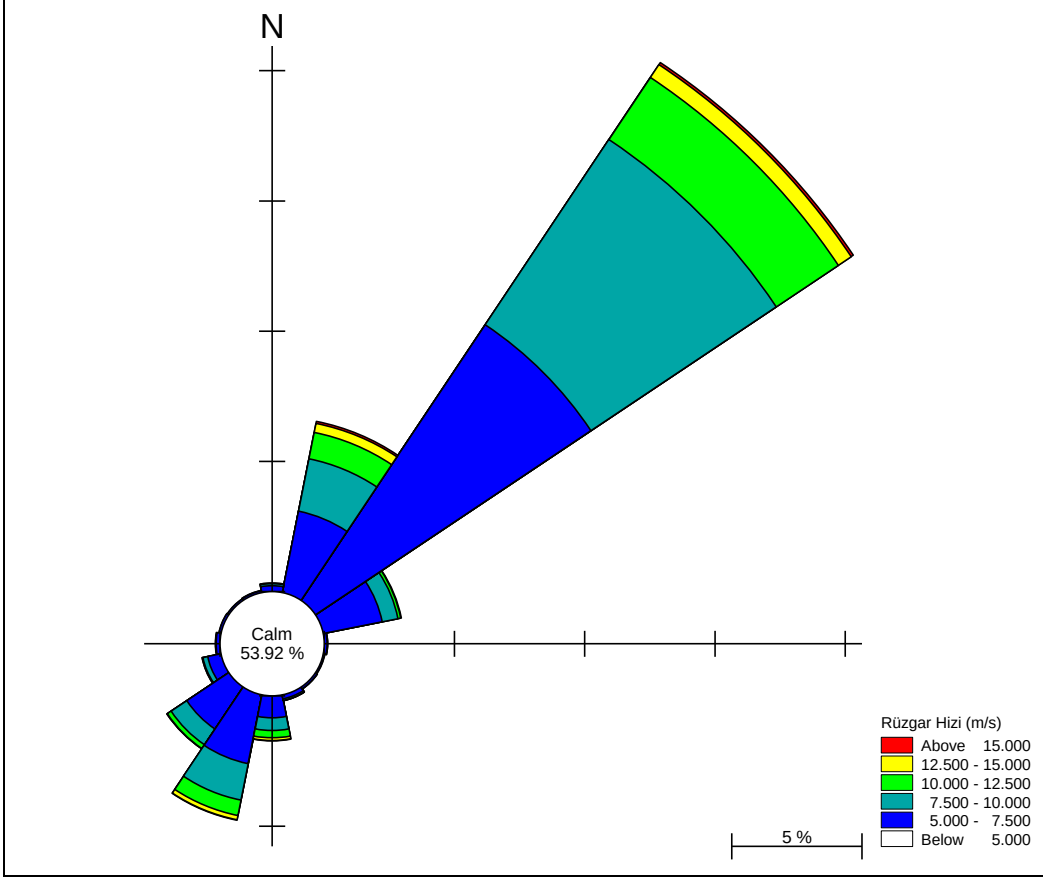
Ege Denizi 2 (40.75 N; 25.90 E)



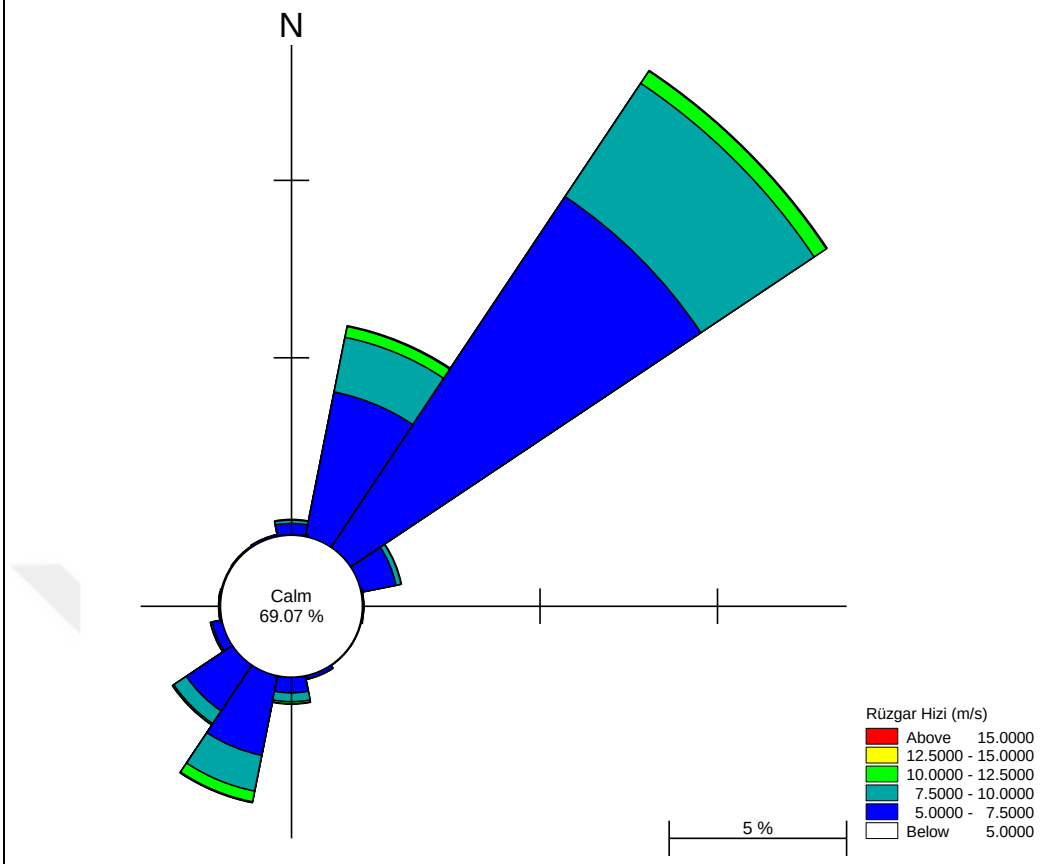
Ege Denizi 3 (40.50 N; 25.90 E)



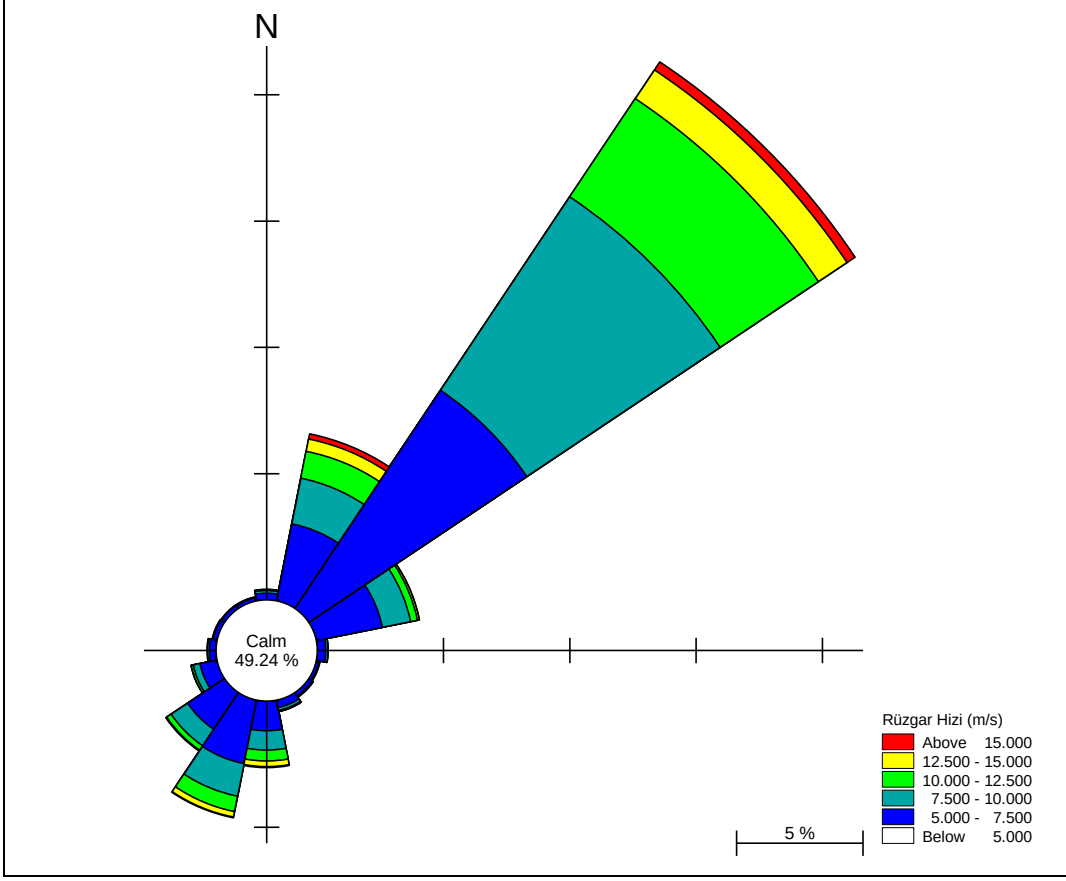
Ege Denizi 4 (40.50 N; 26.20 E)



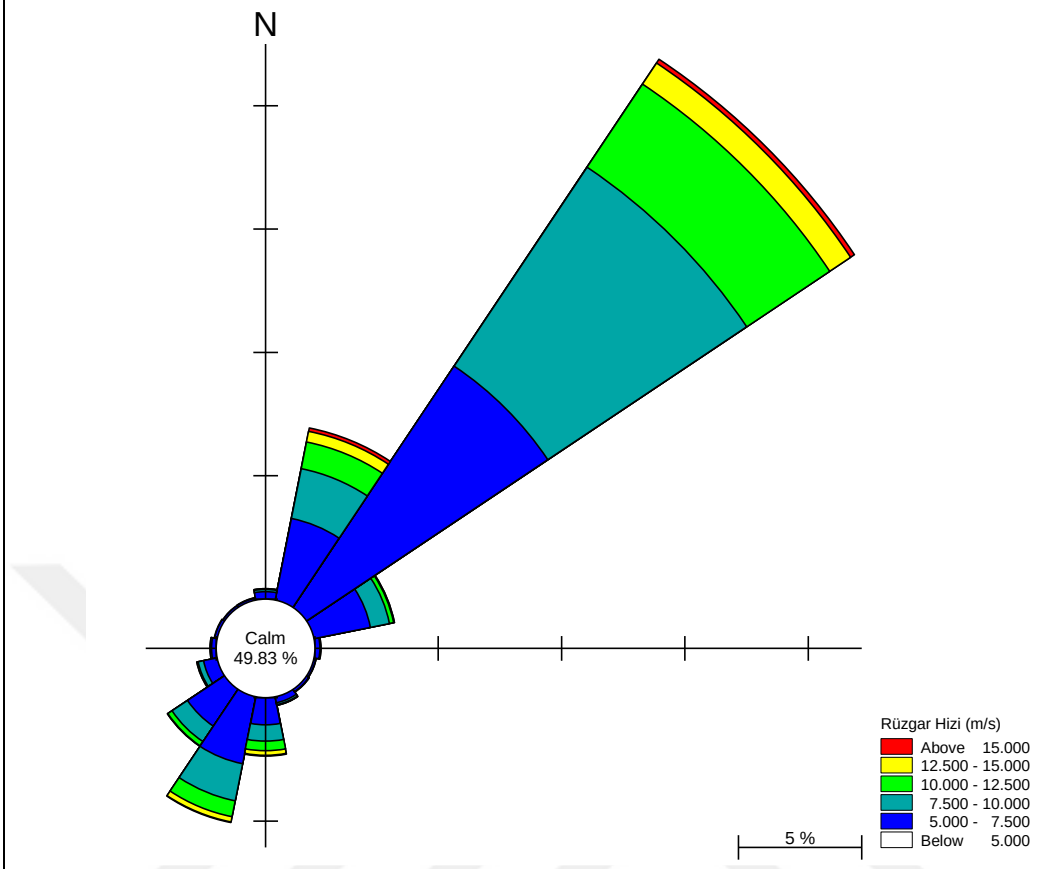
Ege Denizi 5 (40.50 N; 26.50 E)



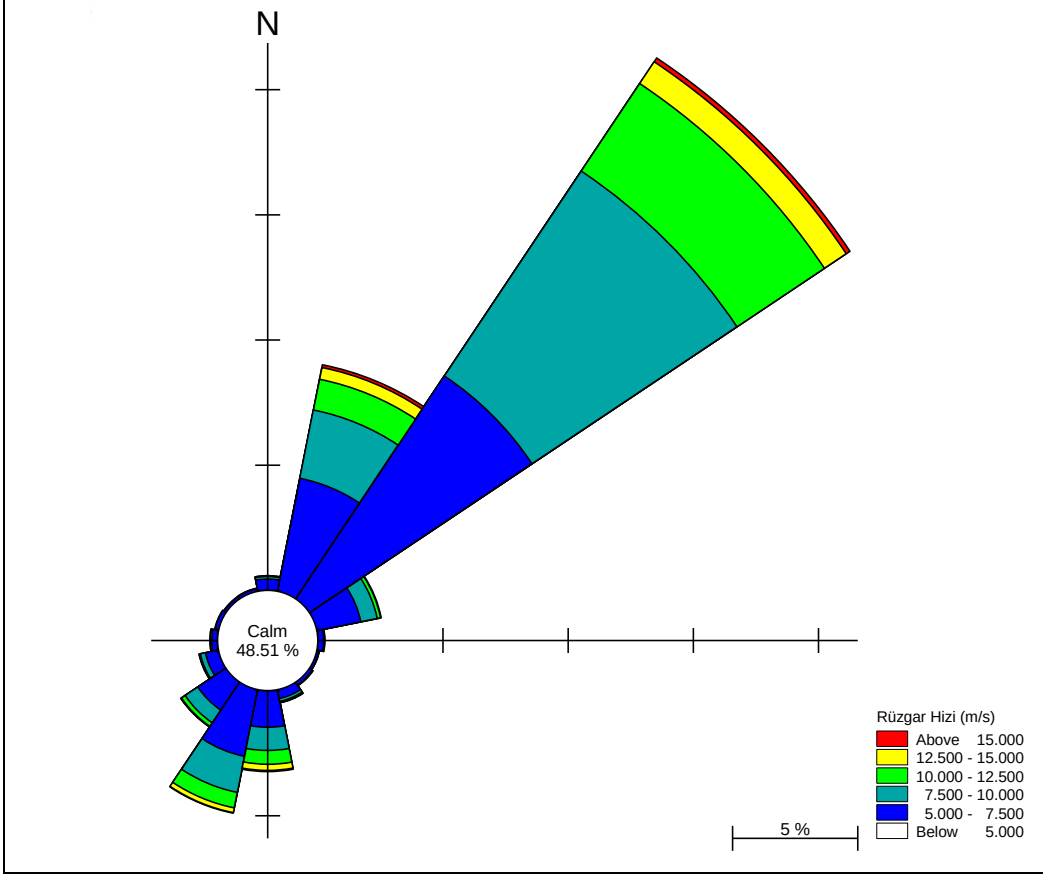
Ege Denizi 6 (40.25 N; 25.60 E)



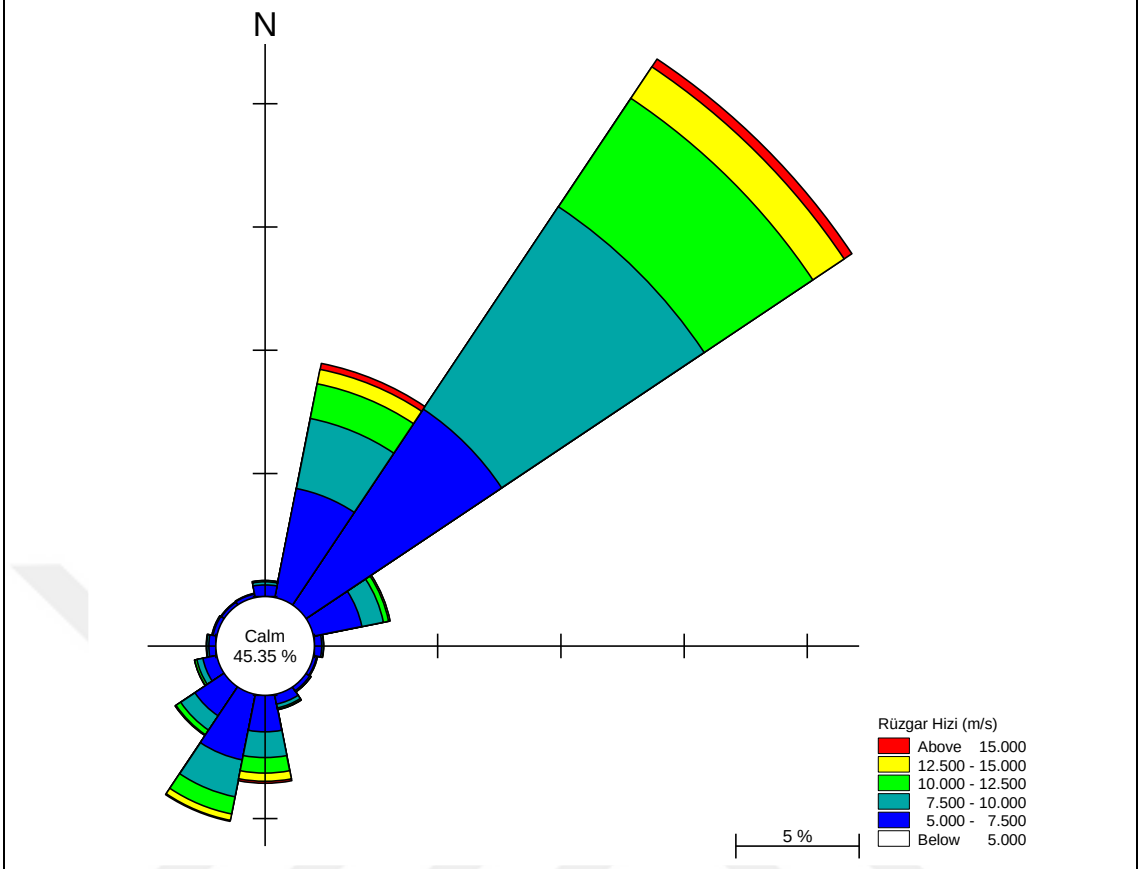
Ege Denizi 7 (40.25 N; 26.20 E)



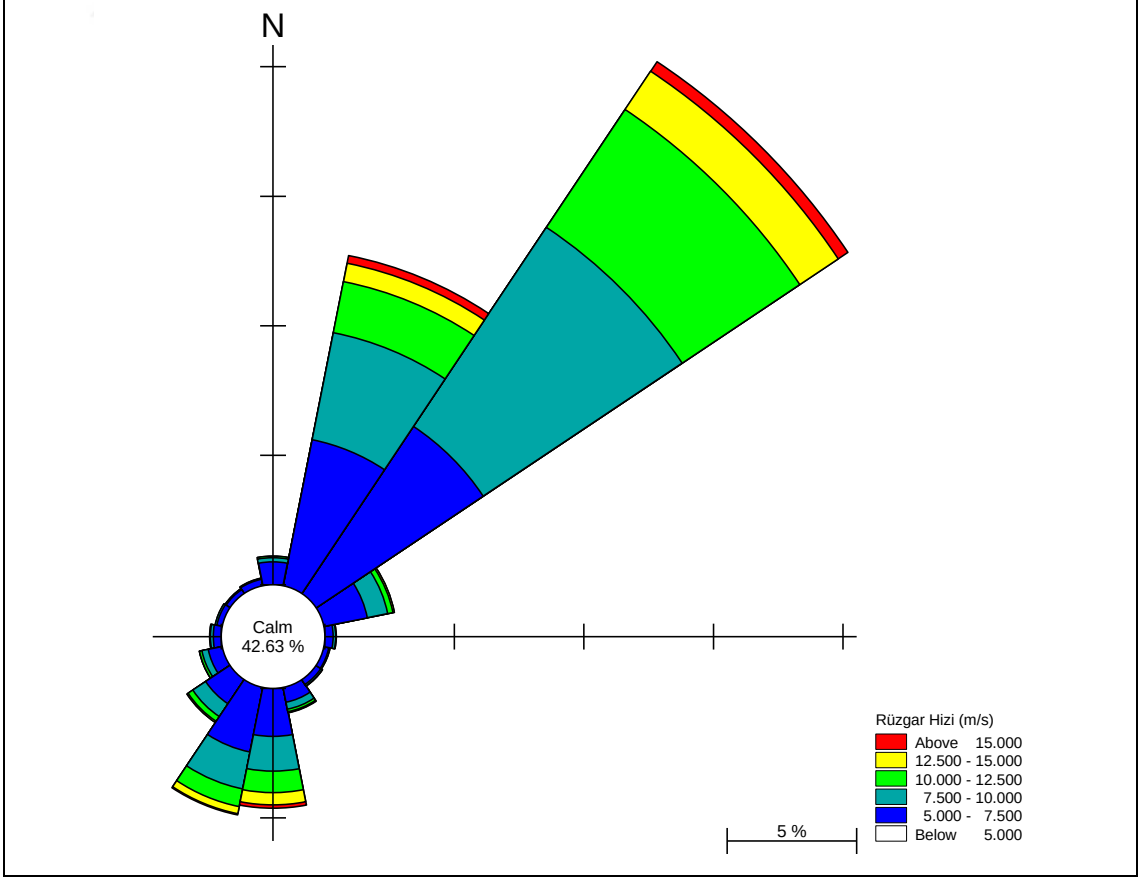
Ege Denizi 8 (40.00 N; 26.10 E)



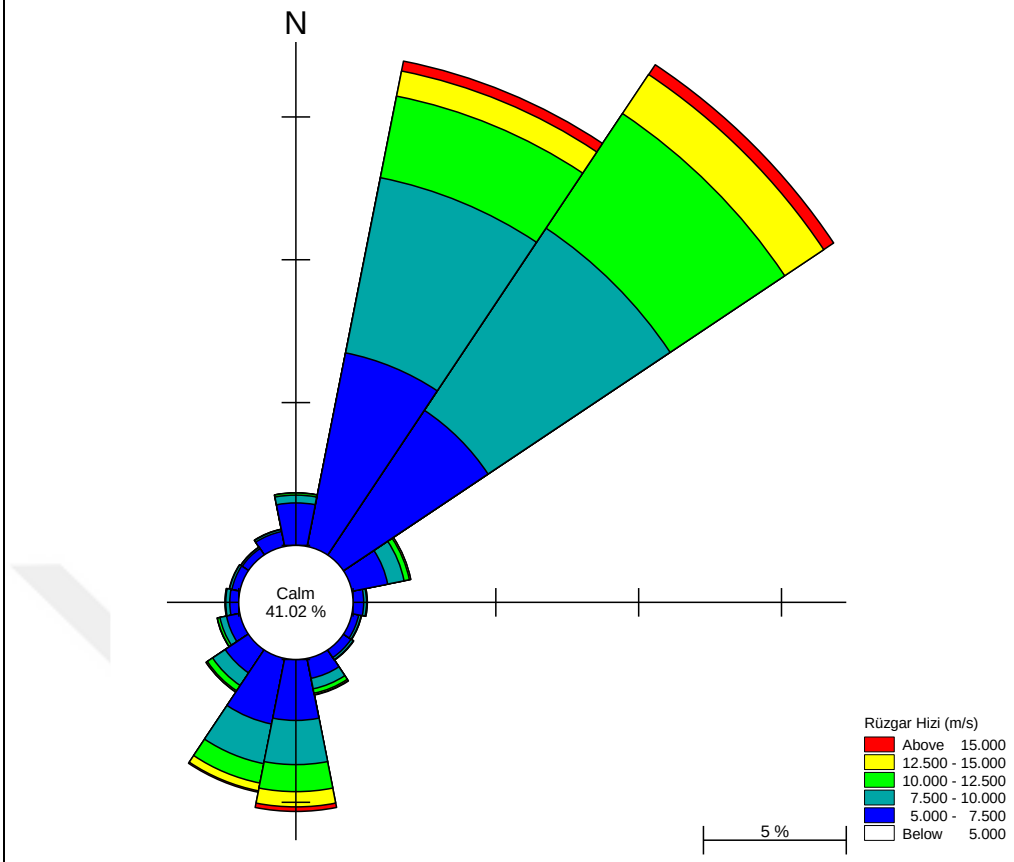
Ege Denizi 9 (40.00 N; 25.90 E)



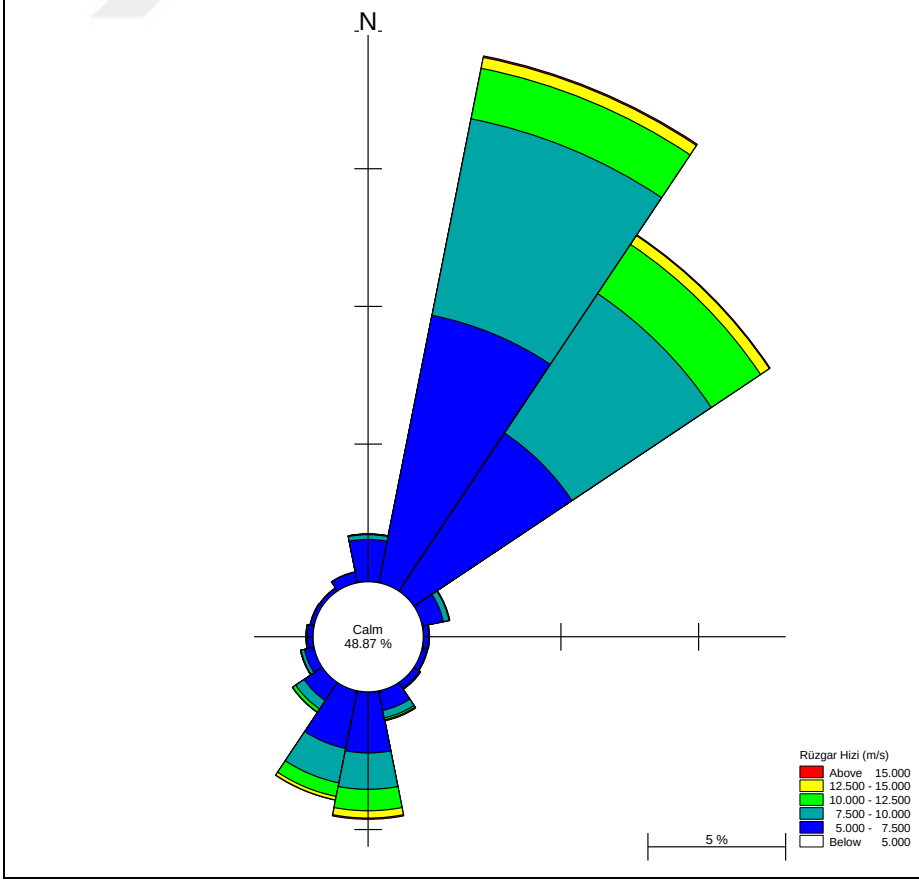
Ege Denizi 10 (39.75 N; 25.90 E)



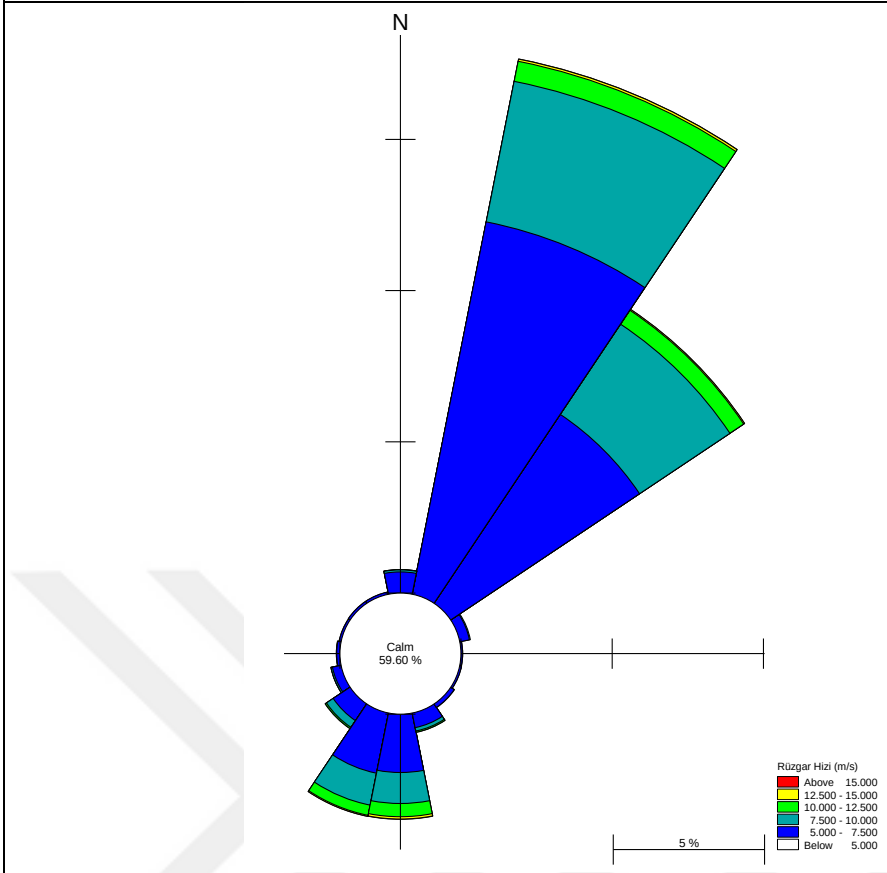
Ege Denizi 11 (39.50 N; 25.90 E)



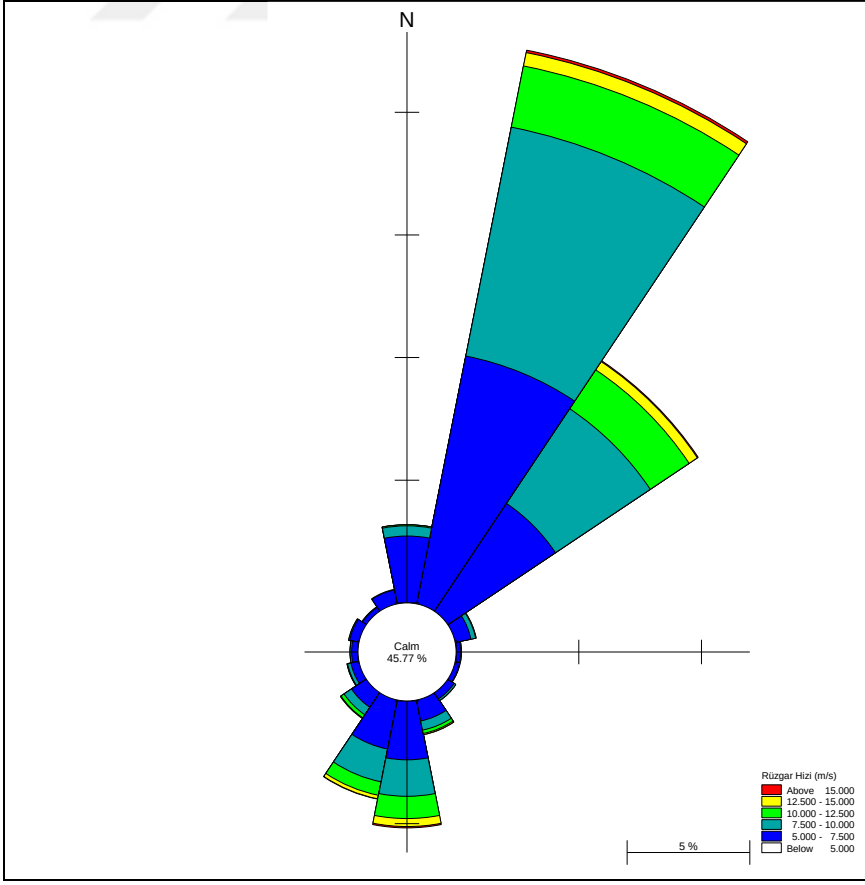
Ege Denizi 12 (39.50 N; 26.50 E)



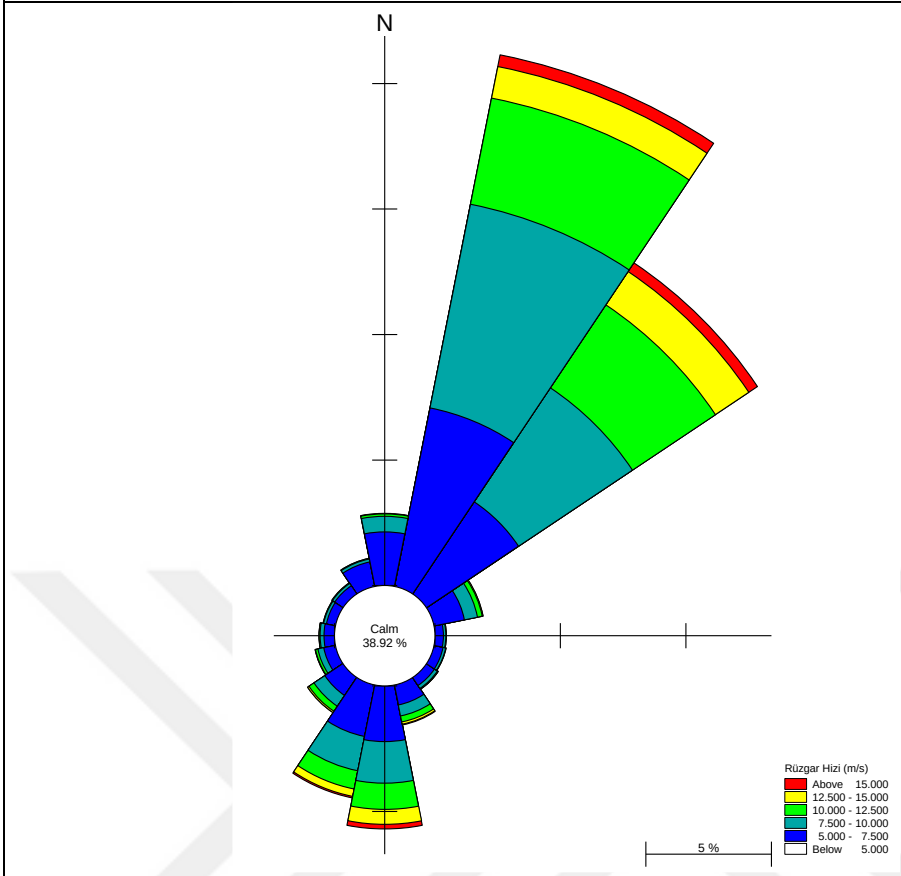
Ege Denizi 13 (39.50 N; 26.80 E)



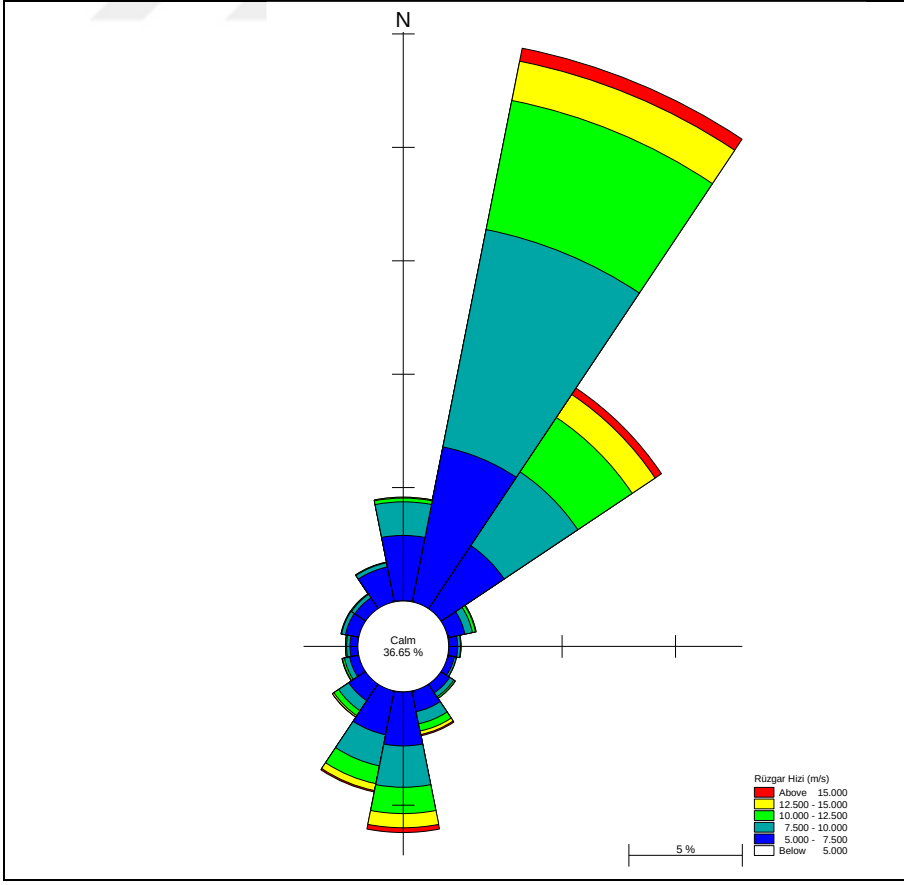
Ege Denizi 14 (39.25 N; 26.50 E)



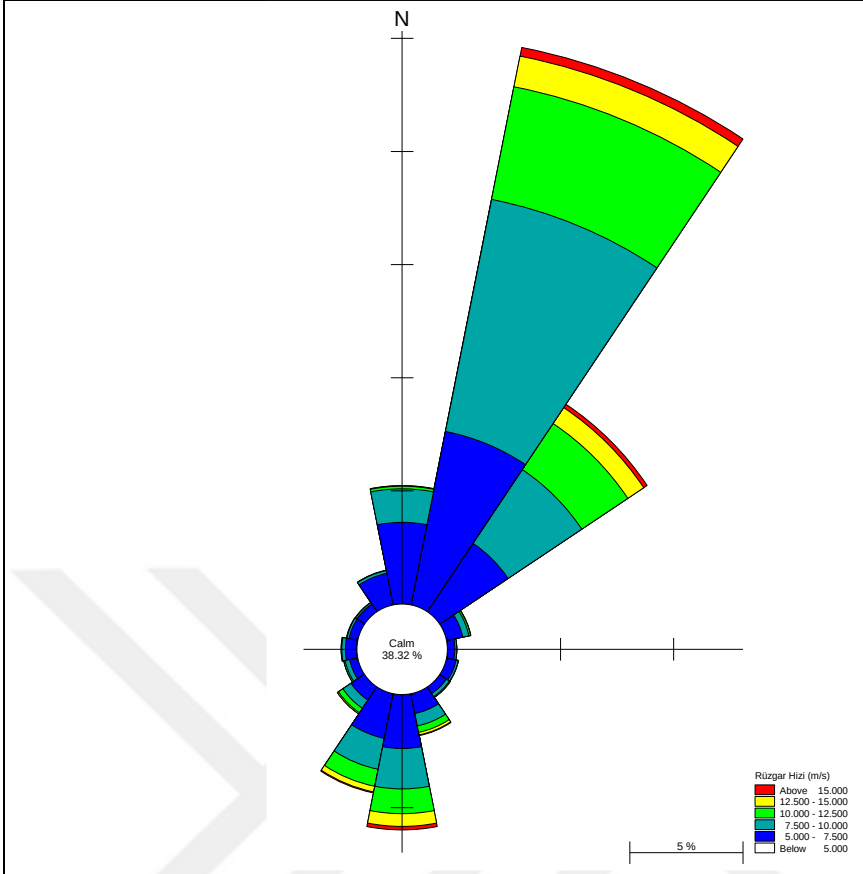
Ege Denizi 15 (39.25 N; 25.80 E)



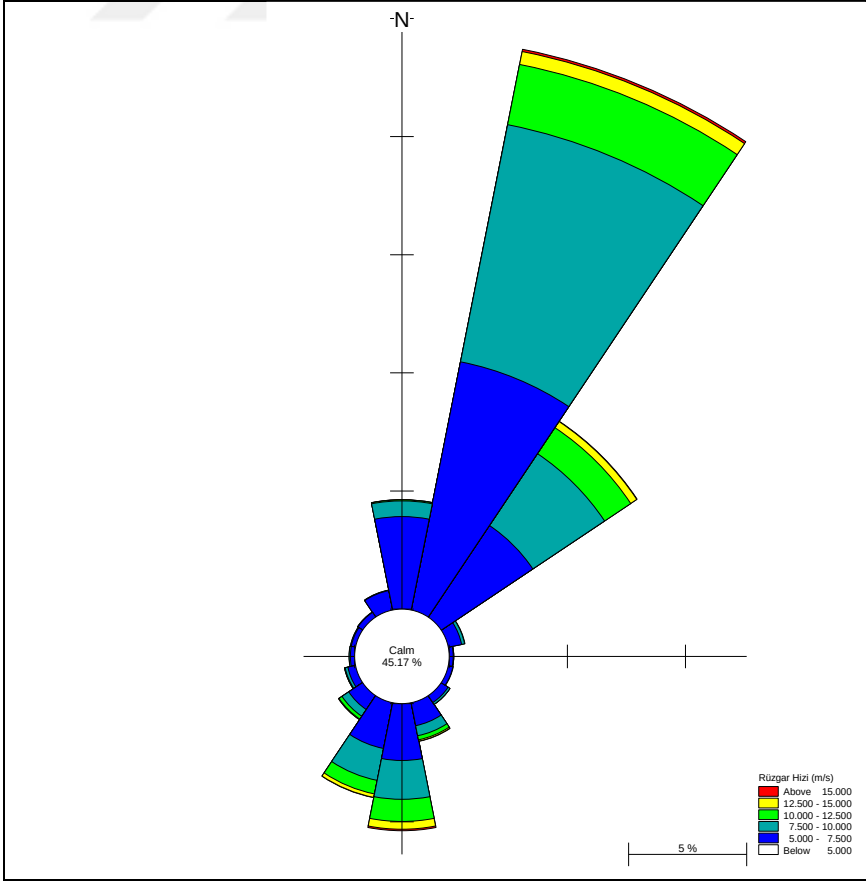
Ege Denizi16 (39.00 N; 25.90 E)



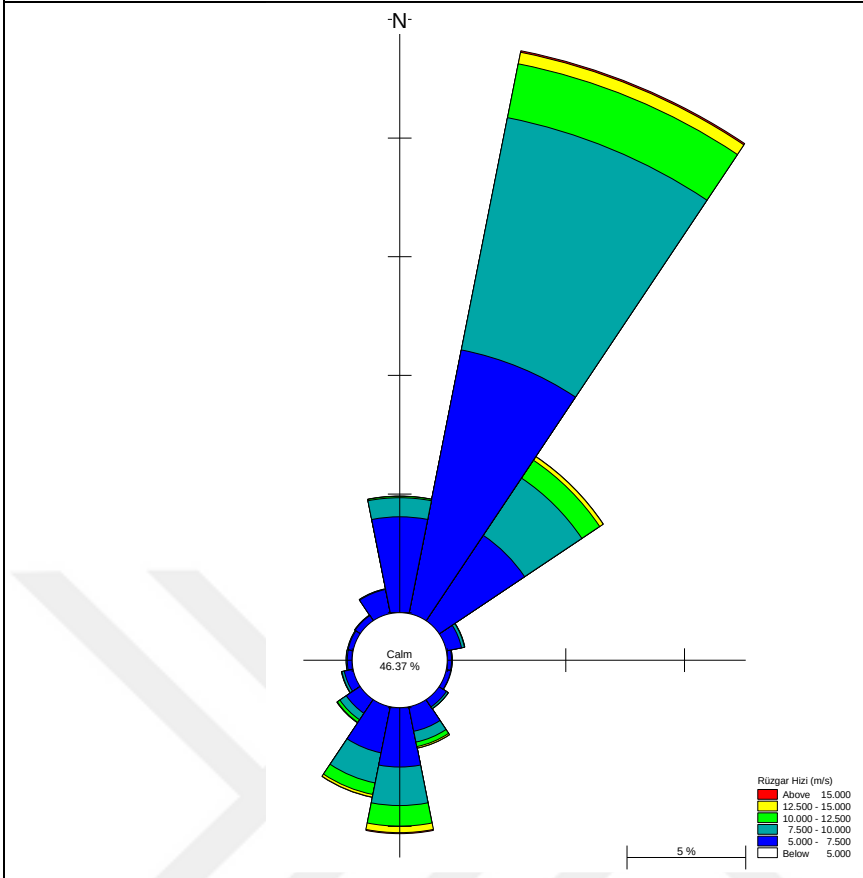
Ege Denizi 17 (39.00 N; 26.20 E)



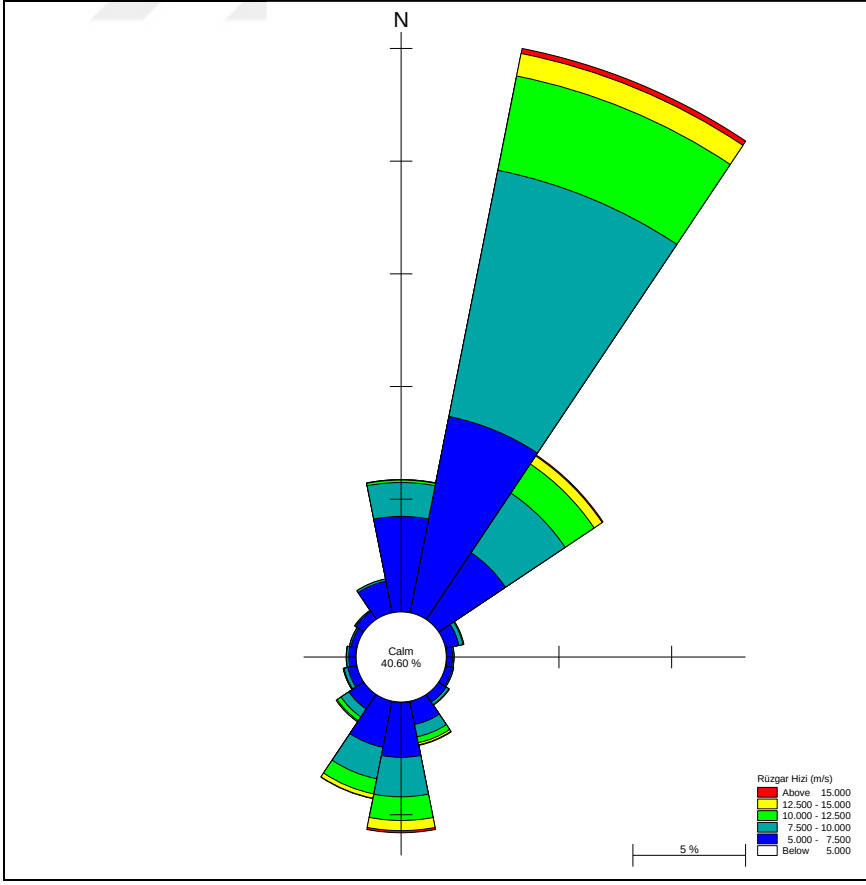
Ege Denizi 18 (39.00 N; 26.80 E)



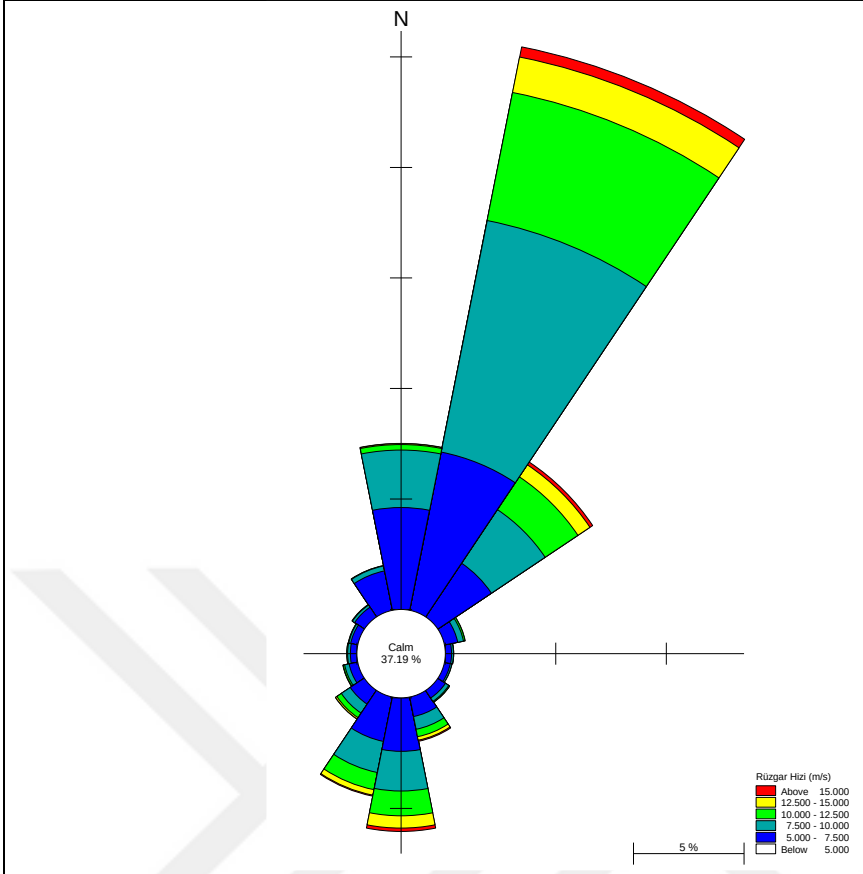
Ege Denizi 19 (38.75 N; 26.80 E)



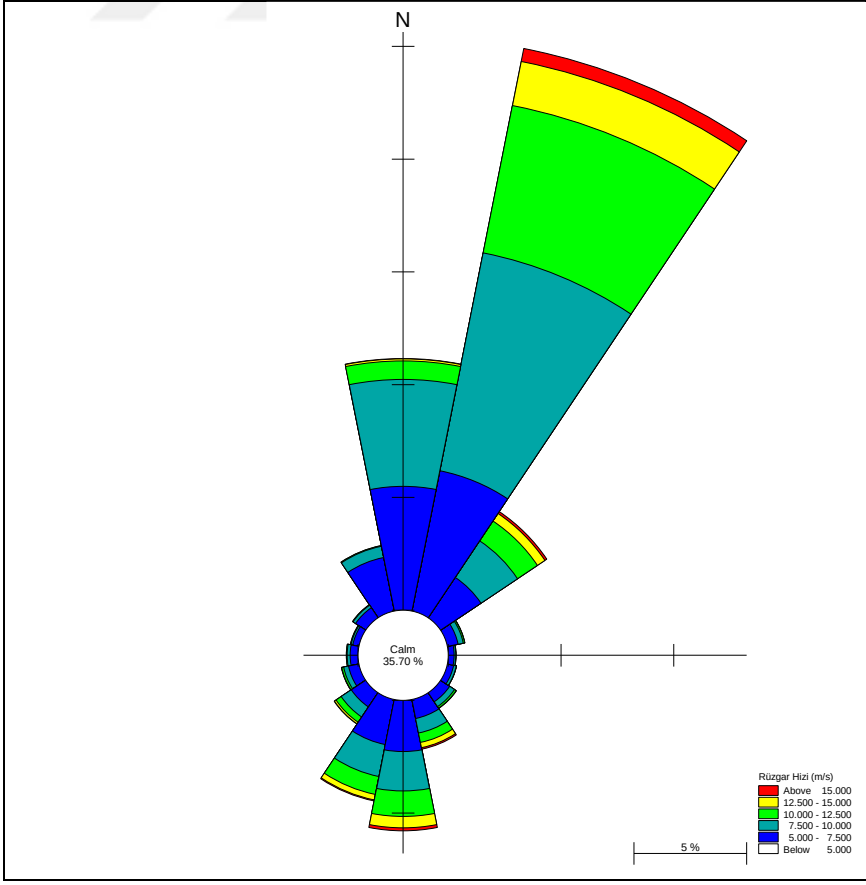
Ege Denizi 20 (38.75 N; 26.50 E)



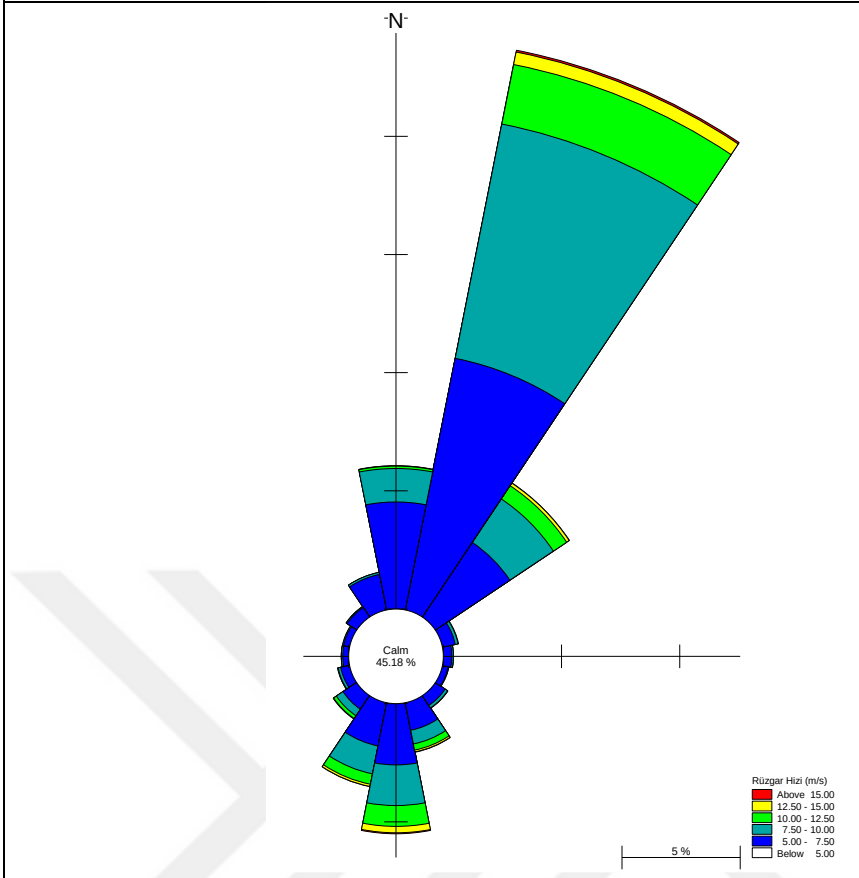
Ege Denizi 21 (38.75 N; 26.20 E)



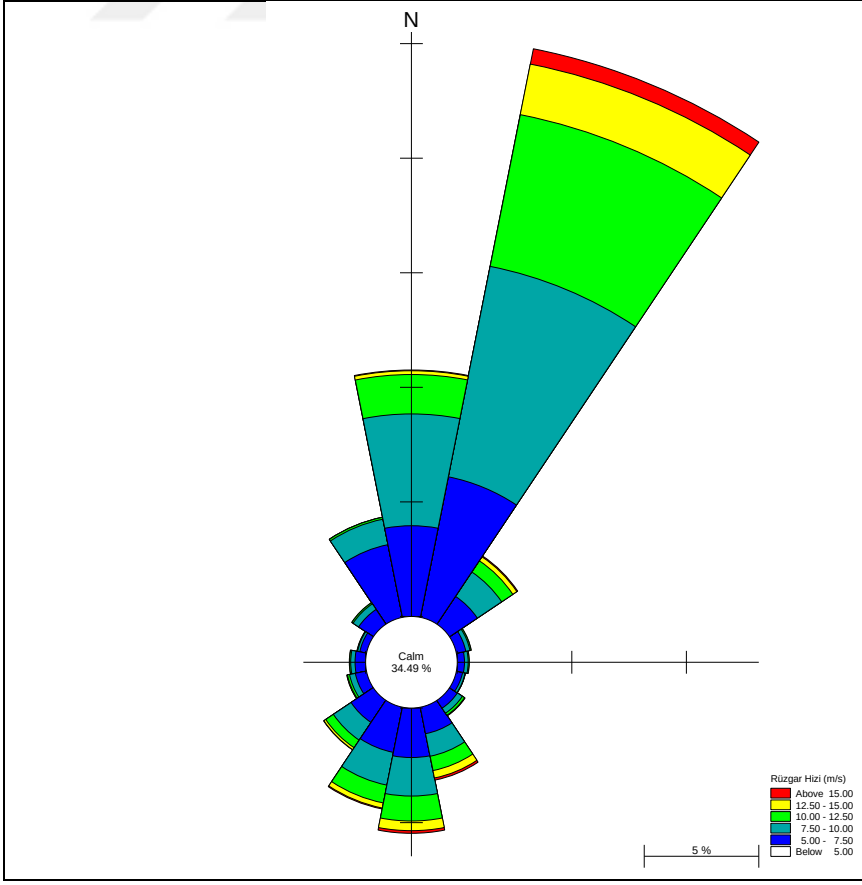
Ege Denizi 22 (38.50 N; 26.20 E)



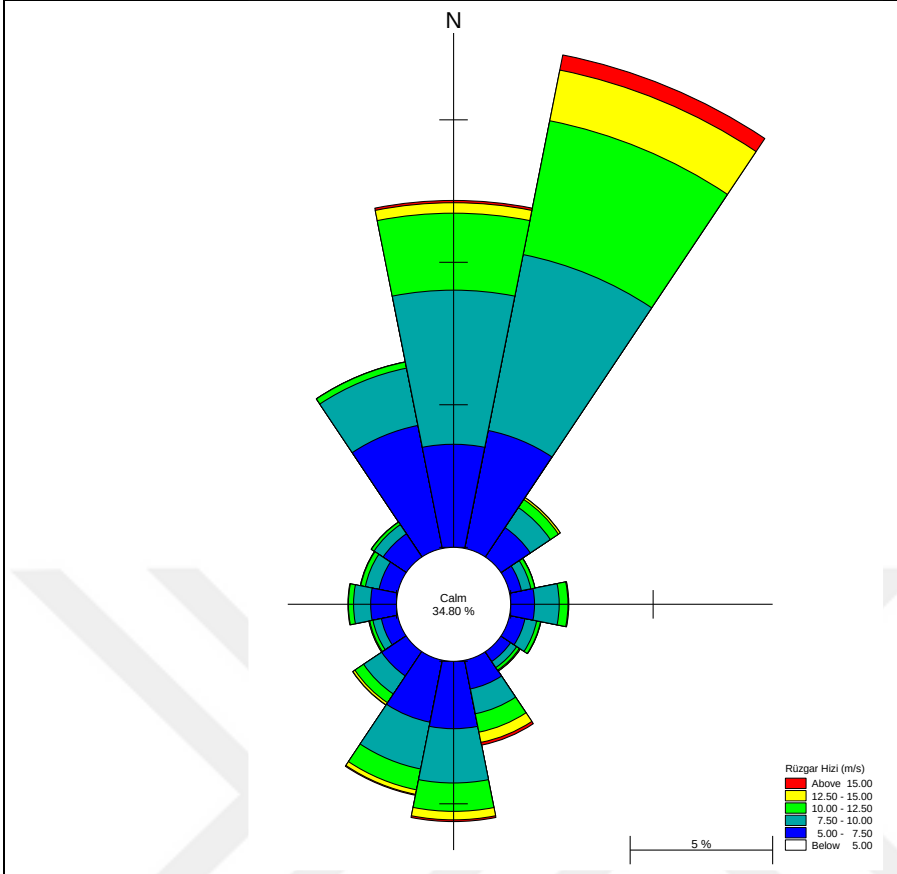
Ege Denizi 23 (38.50 N; 26.80 E)



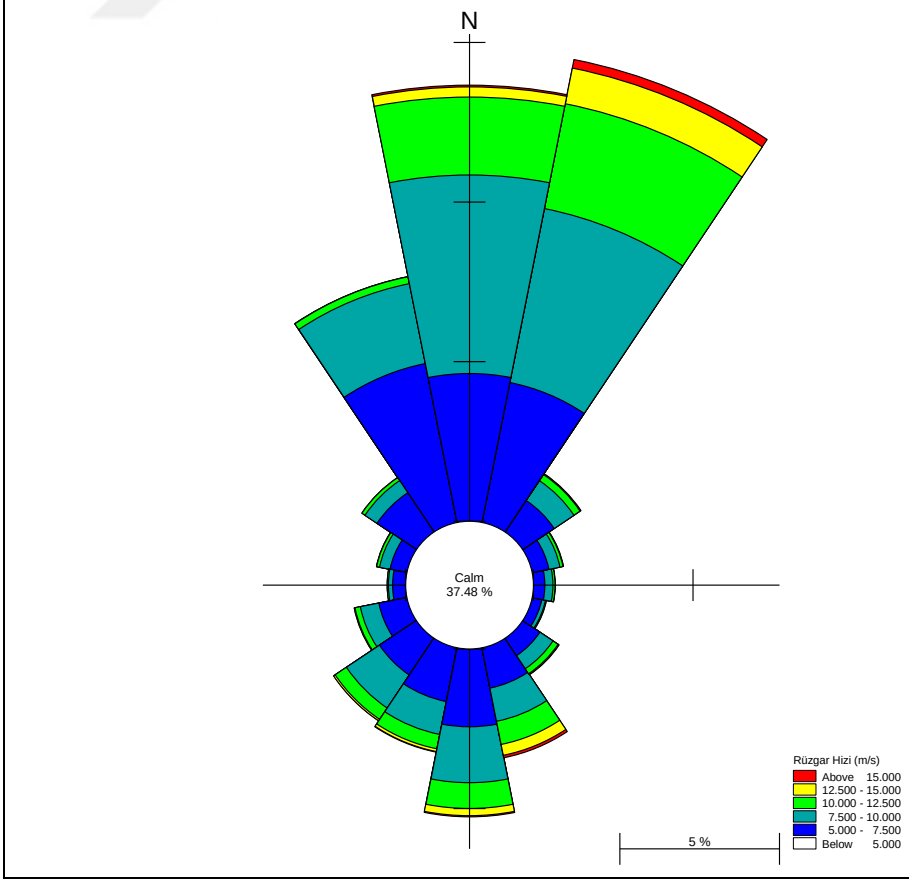
Ege Denizi 24 (38.25 N; 26.20 E)



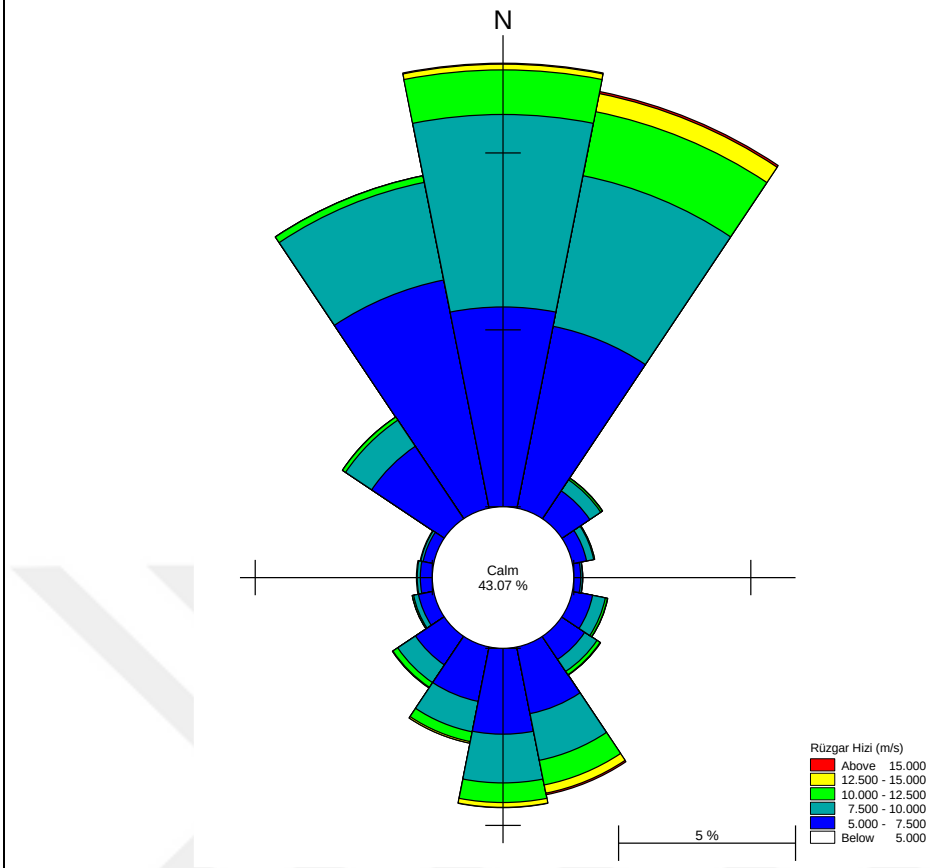
Ege Denizi 25 (38.00 N; 26.20 E)



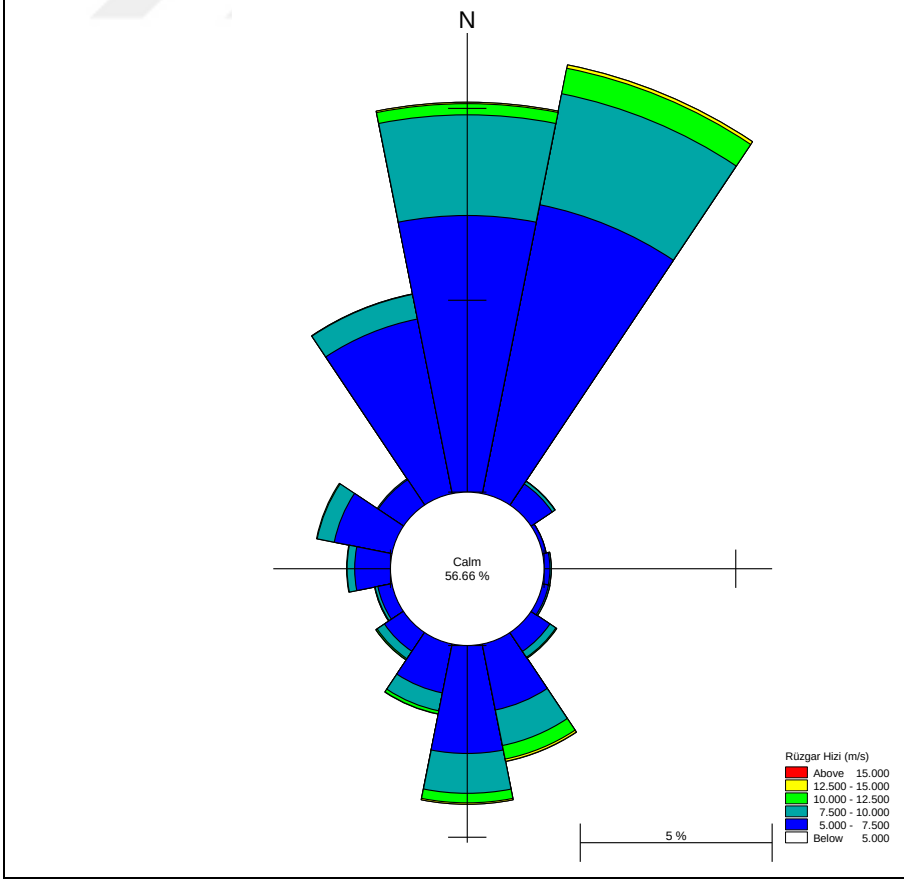
Ege Denizi 26 (38.00 N; 26.50 E)



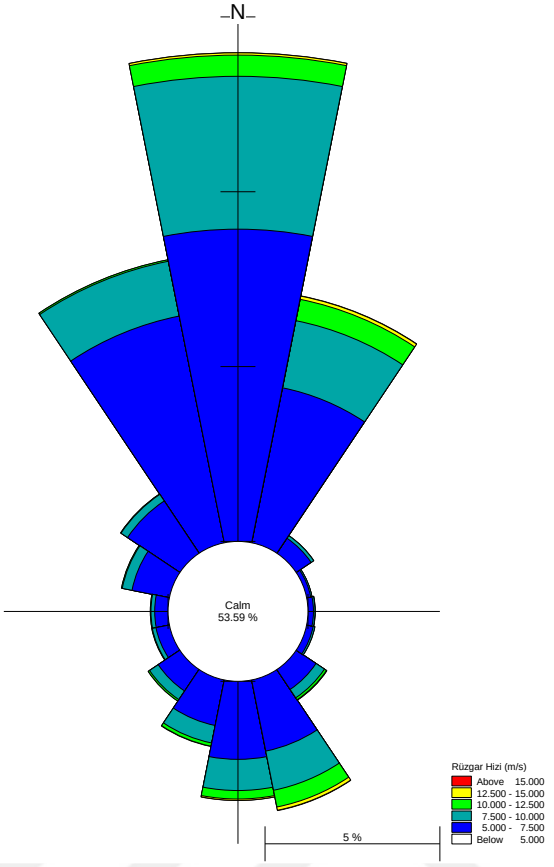
Ege Denizi 27 (38.00 N; 26.80 E)



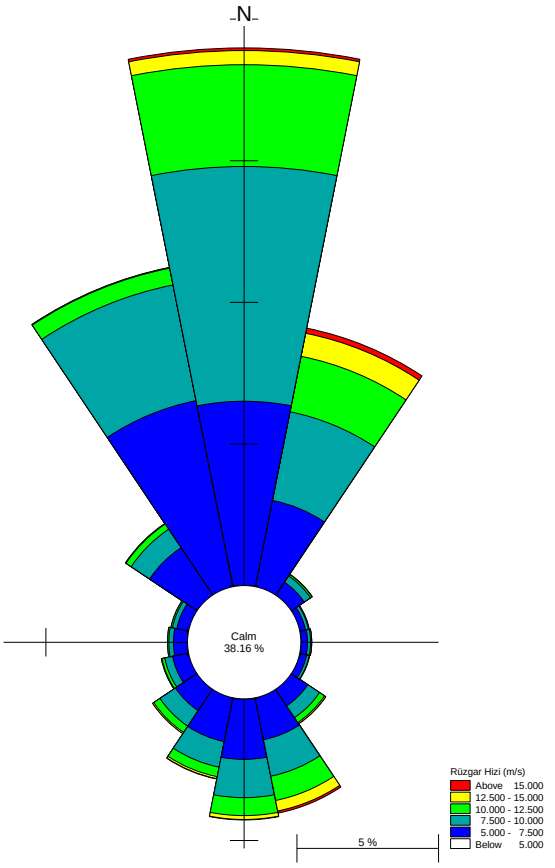
Ege Denizi 28 (38.00 N; 27.10 E)



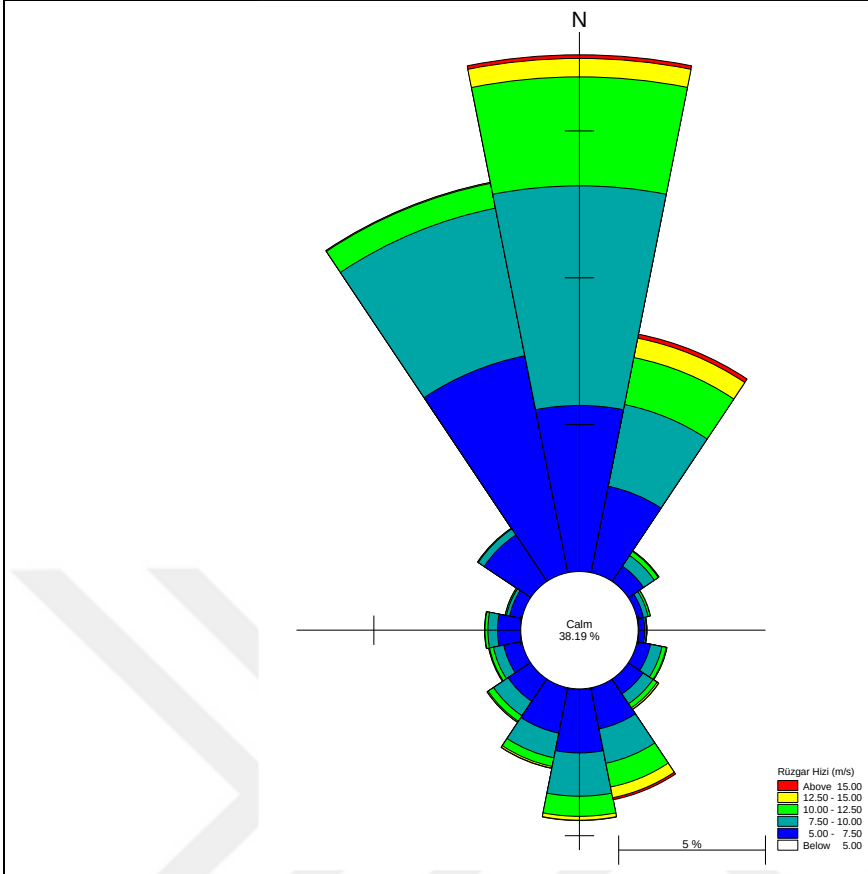
Ege Denizi 29 (37.75 N; 27.10 E)



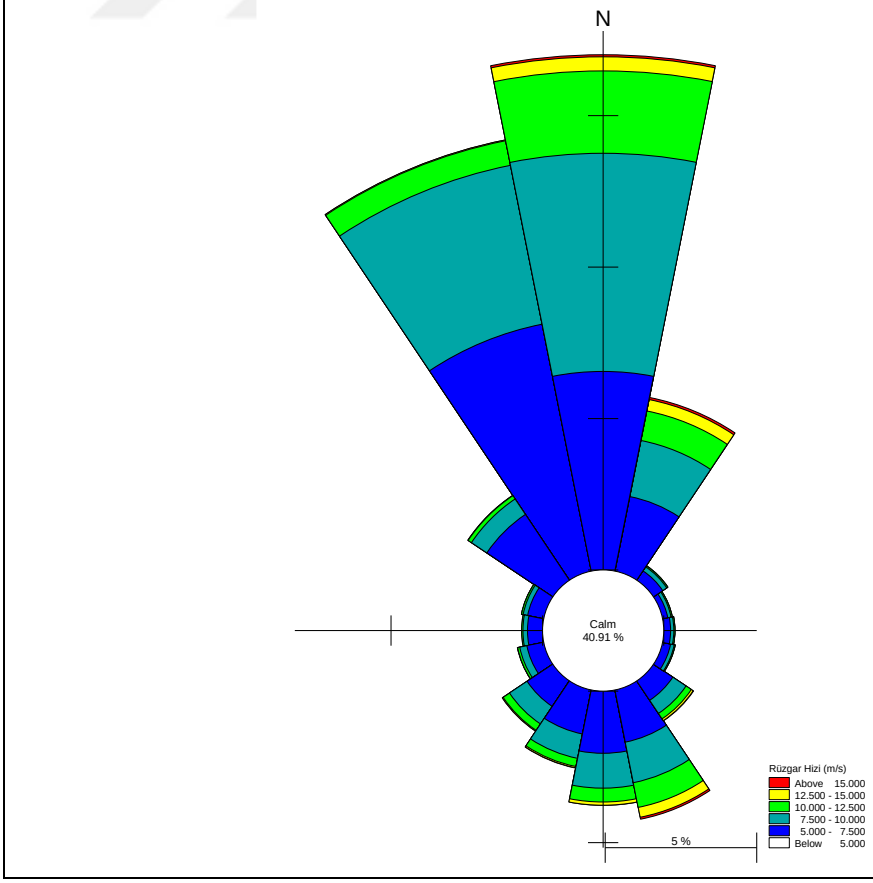
Ege Denizi 30 (37.75 N; 26.50 E)



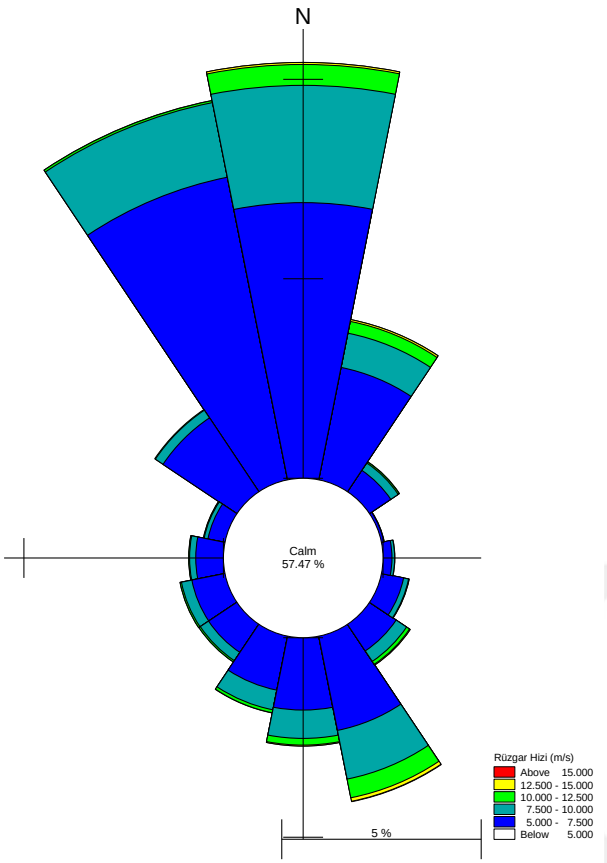
Ege Denizi 31 (37.50 N; 26.50 E)



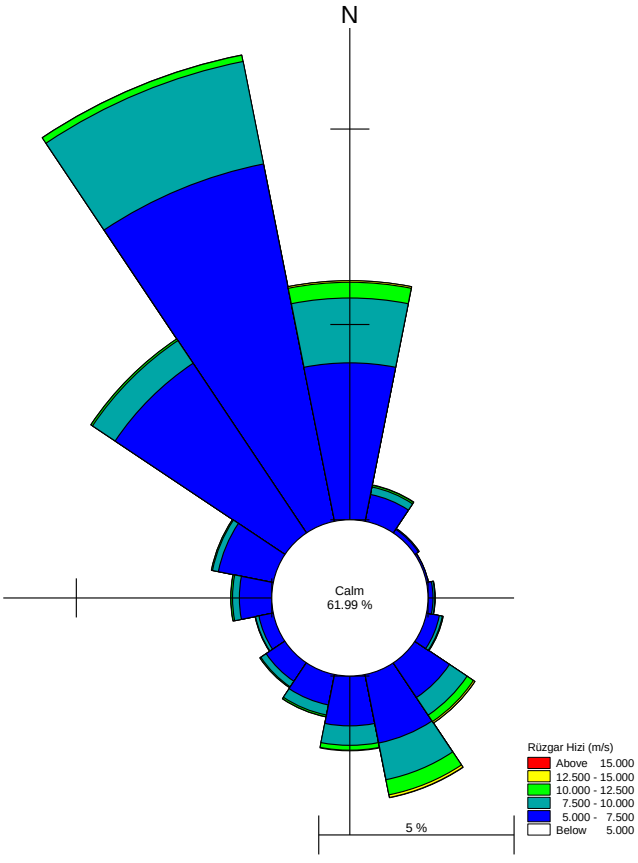
Ege Denizi 32 (37.50 N; 26.80 E)



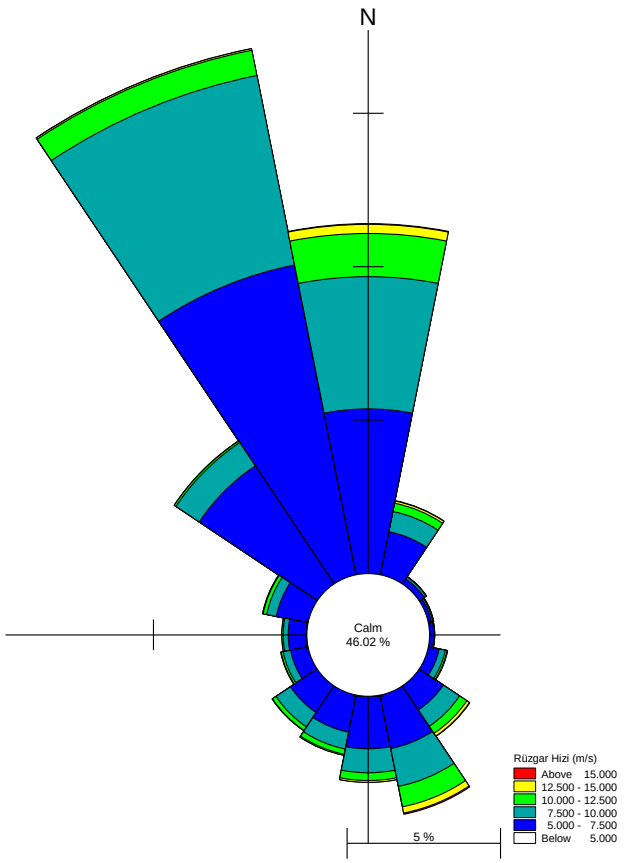
Ege Denizi 33 (37.50 N; 27.10 E)



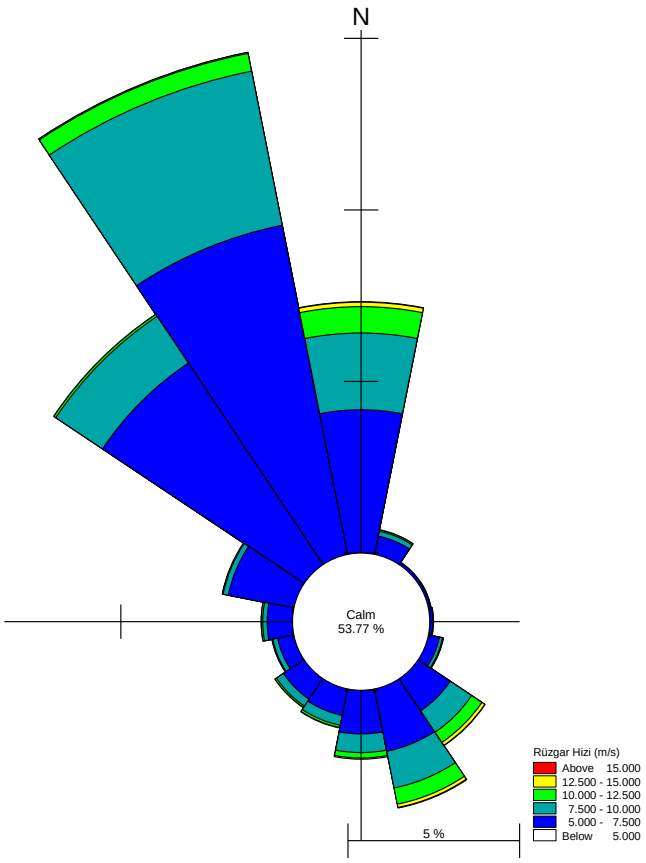
Ege Denizi 34 (37.25 N; 27.40 E)



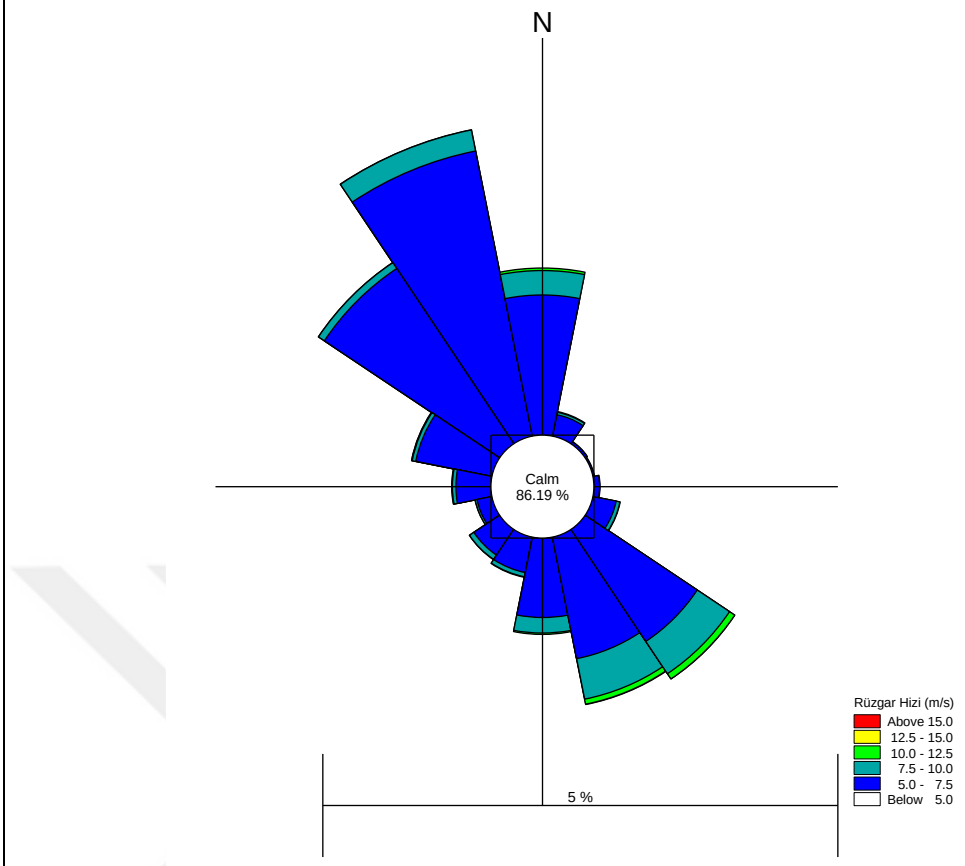
Ege Denizi 35 (37.25 N; 27.10 E)



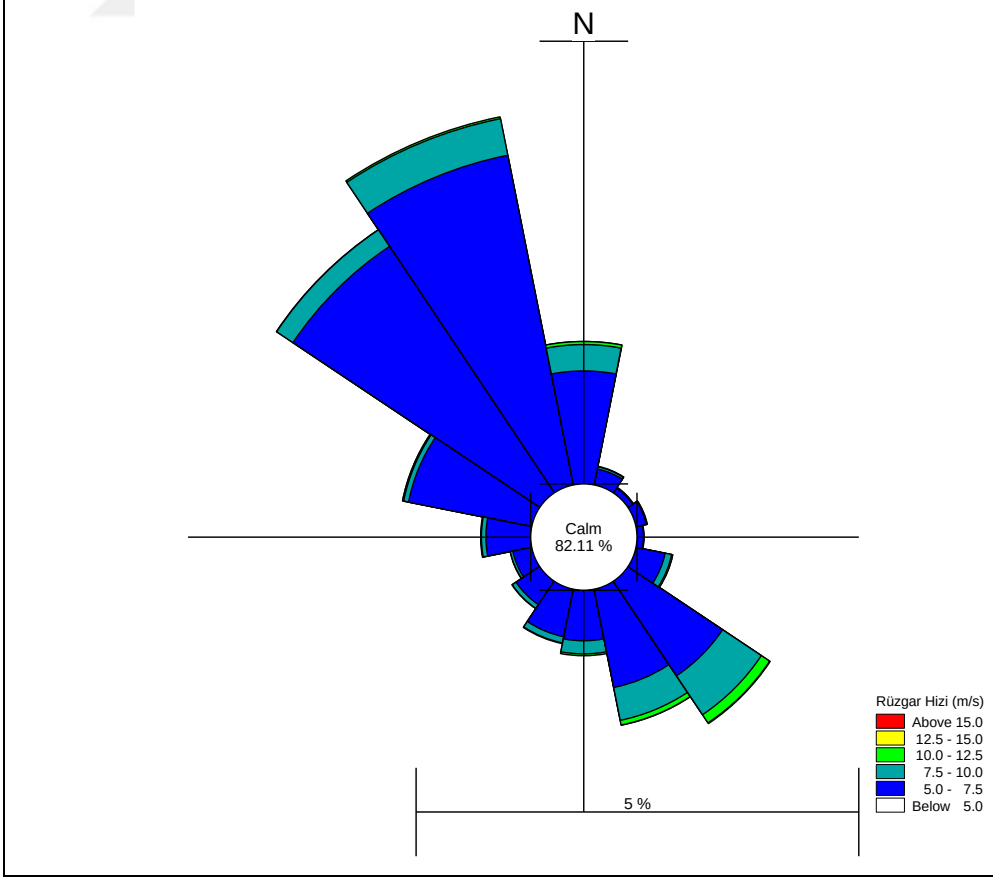
Ege Denizi 36 (37.00 N; 27.40 E)



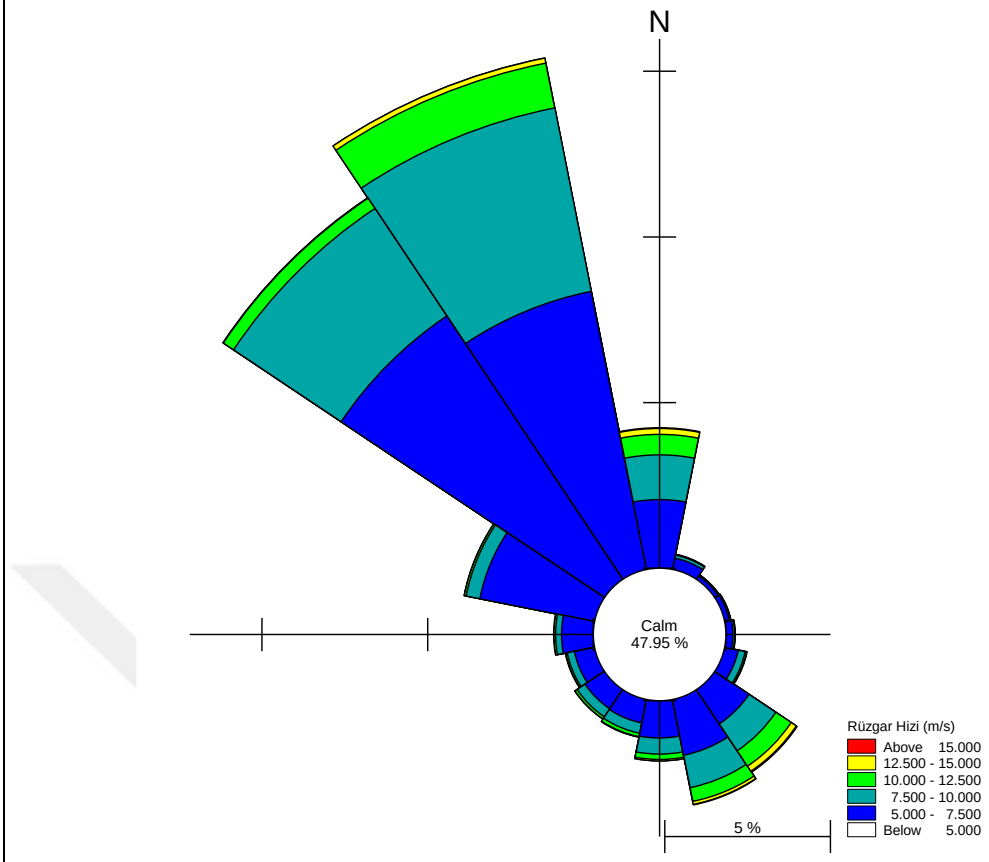
Ege Denizi 37 (37.00 N; 28.00 E)



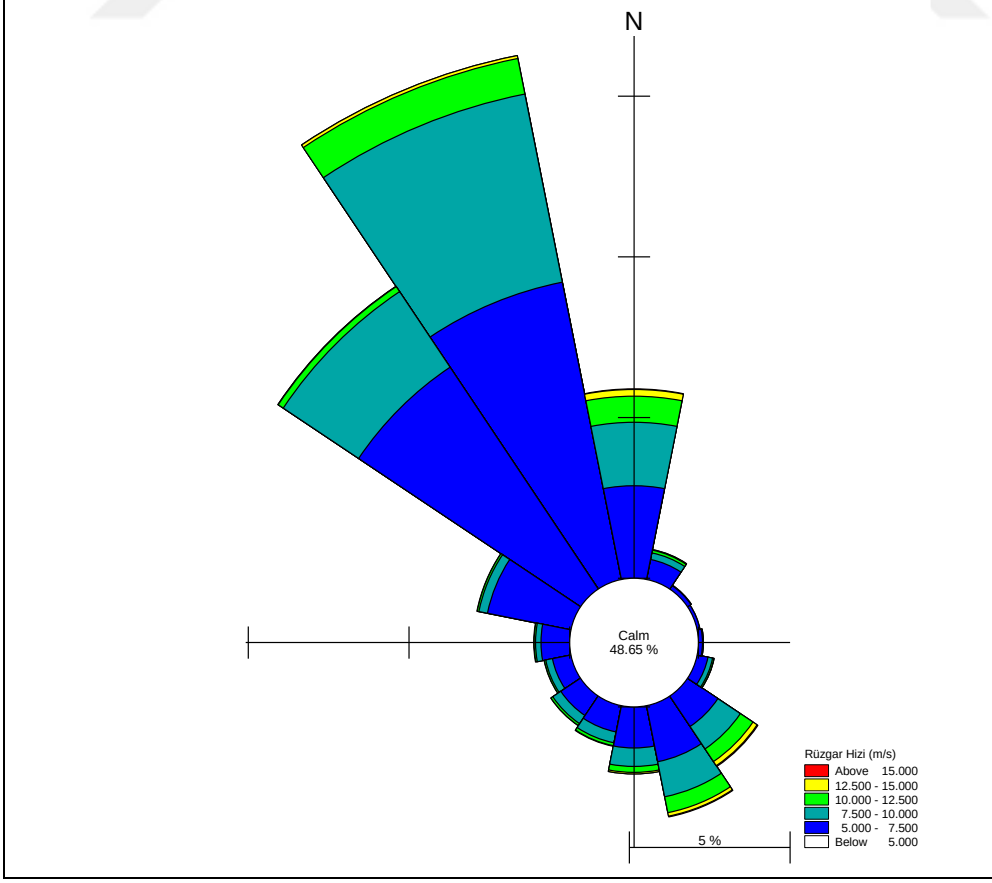
Ege Denizi 38 (36.75 N; 28.00 E)



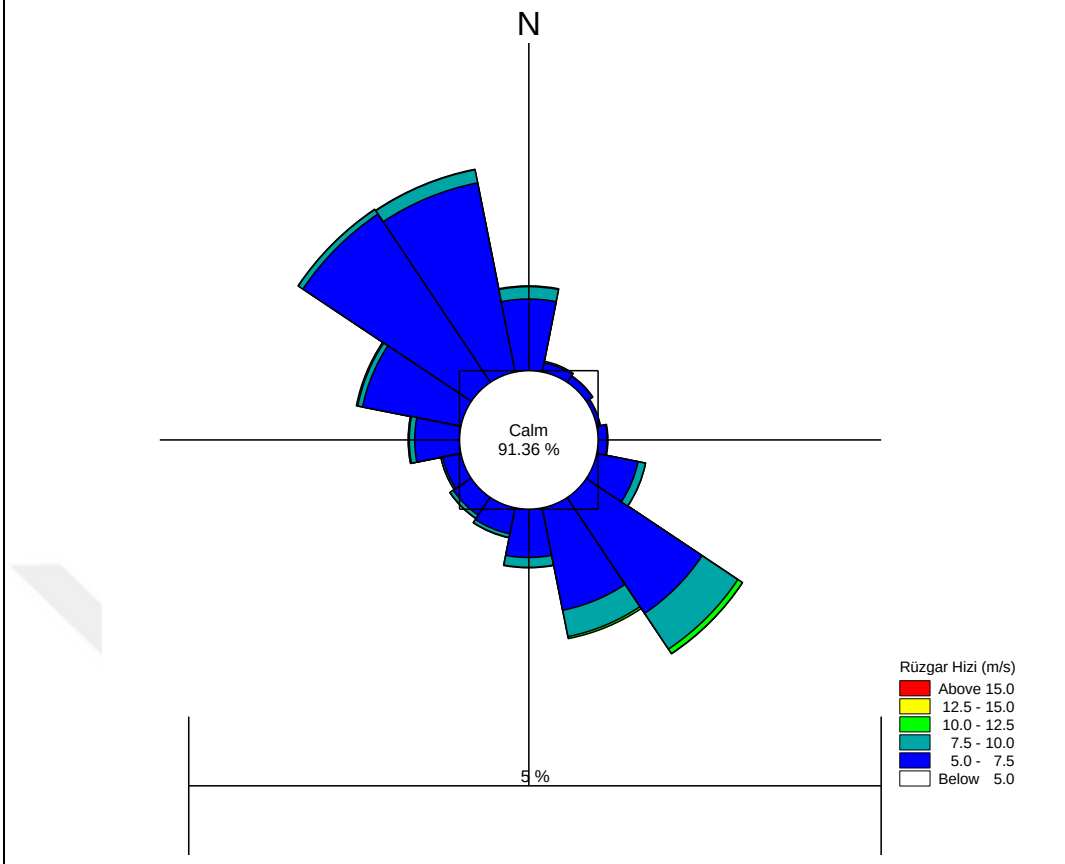
Ege Denizi 39 (36.60 N; 27.60 E)



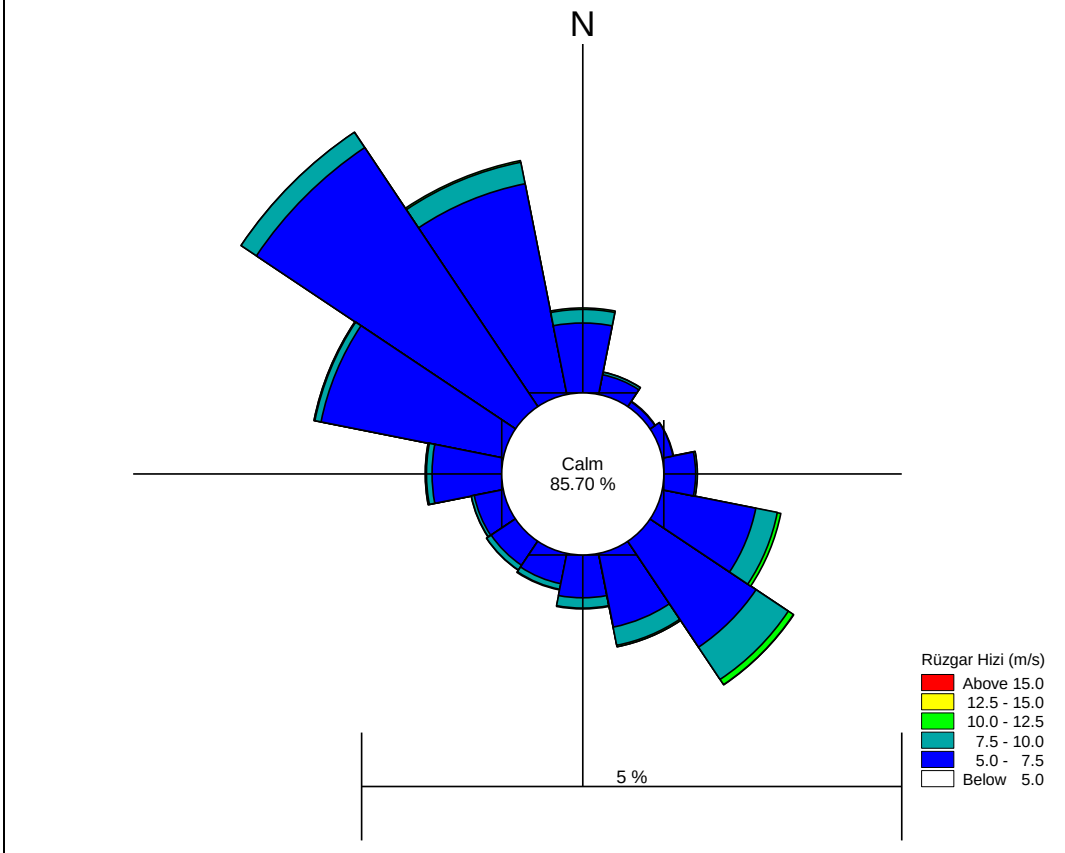
Ege Denizi 40 (36.75 N; 27.40 E)



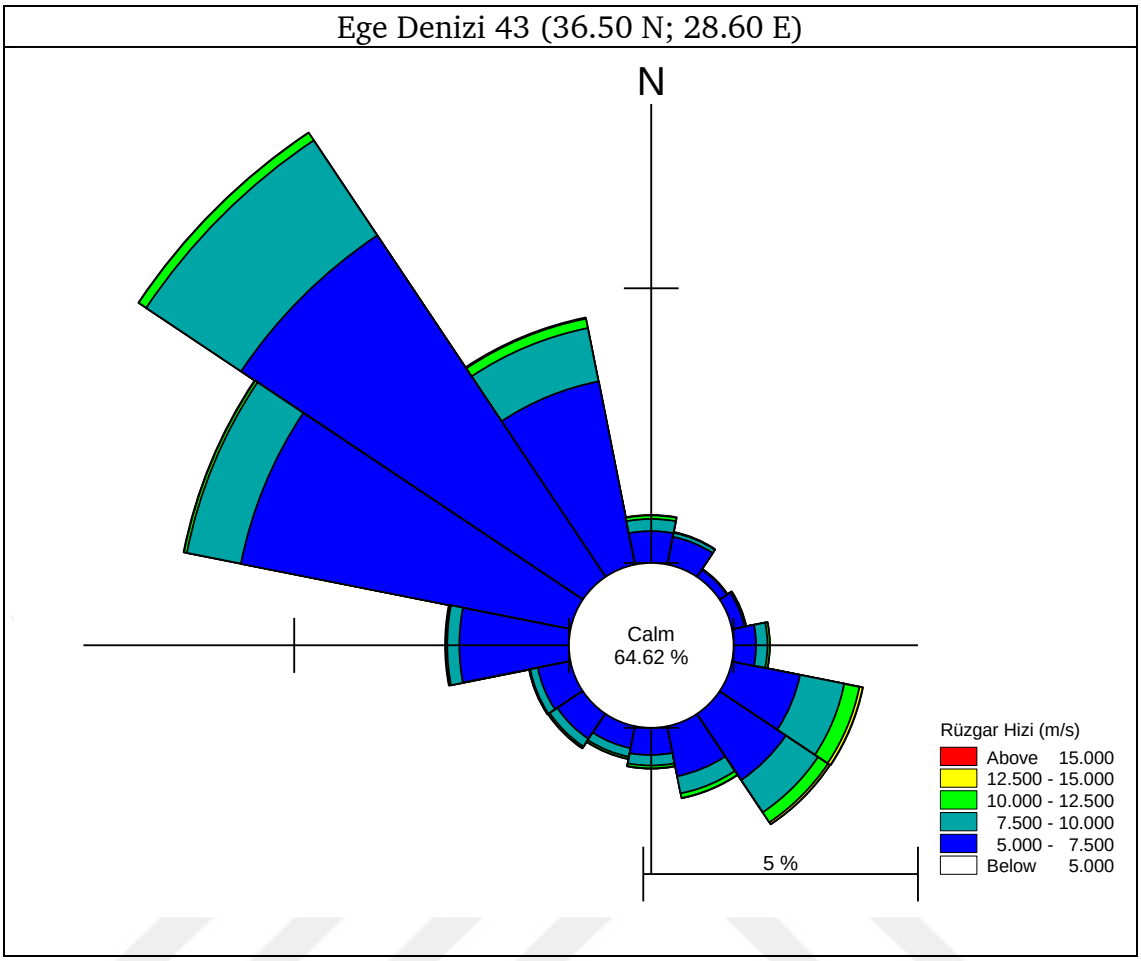
Ege Denizi 41 (36.75 N; 28.30 E)



Ege Denizi 42 (36.75 N; 28.60 E)

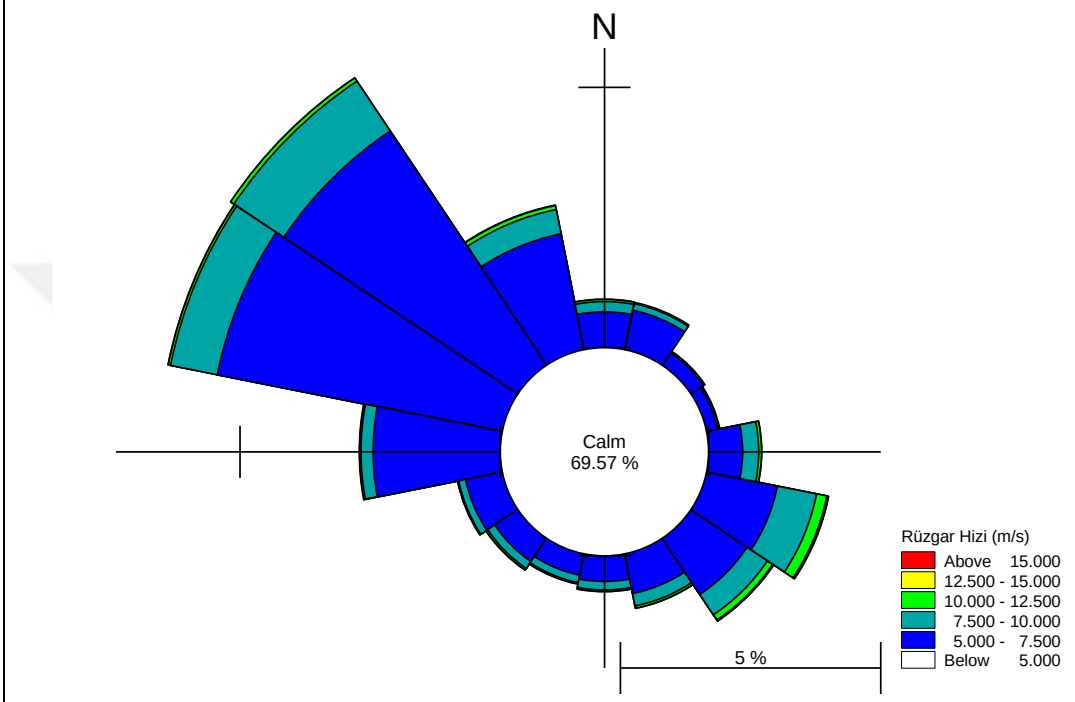


Ege Denizi 43 (36.50 N; 28.60 E)

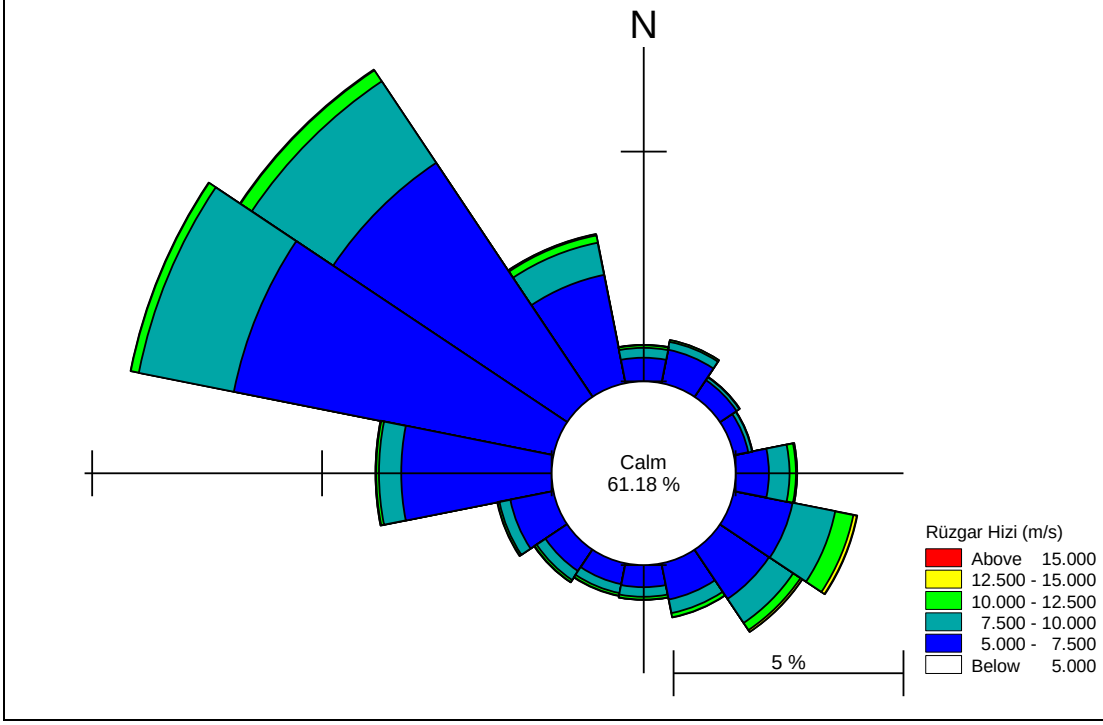


B
AKDENİZ RÜZGAR GÜLLERİ

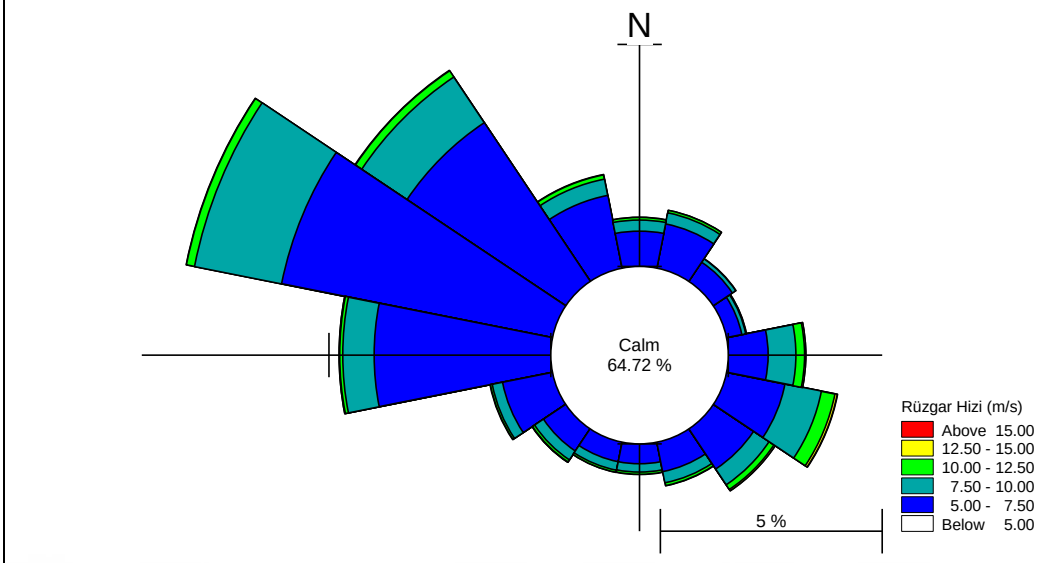
Akdeniz 1 (36.50 N; 28.90 E)



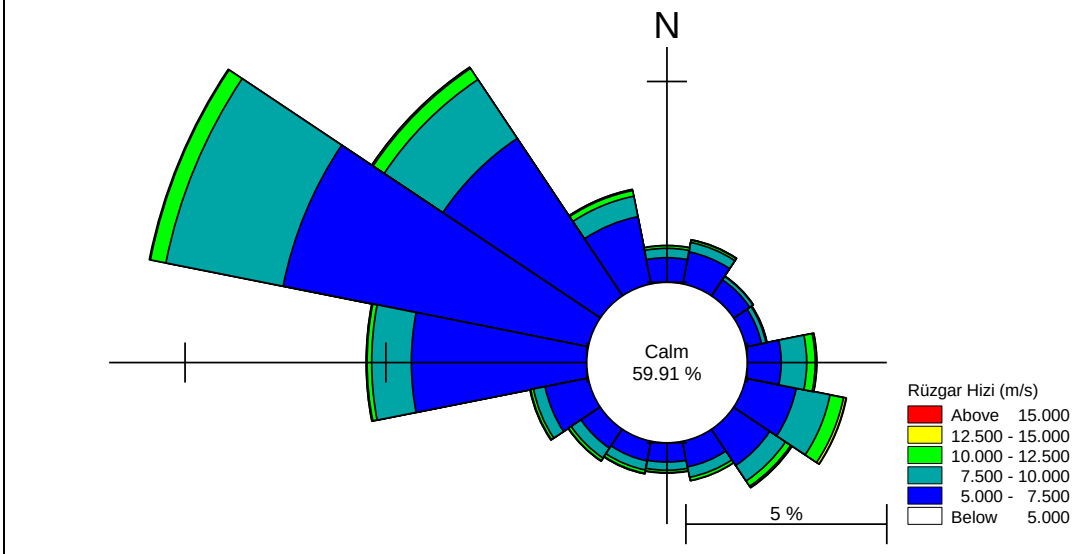
Akdeniz 2 (36.25 N; 28.90 E)



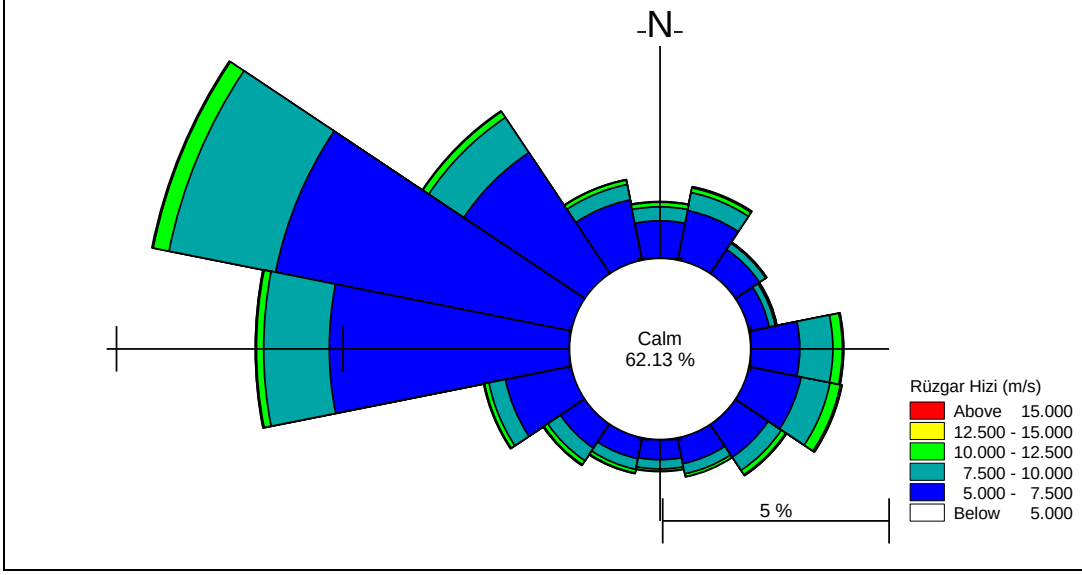
Akdeniz 3 (36.25 N; 29.20 E)



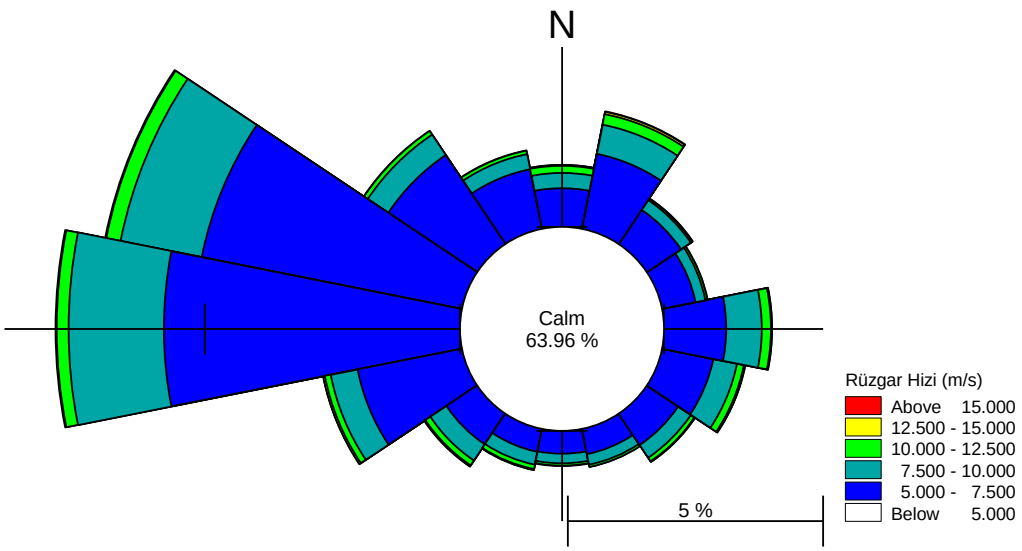
Akdeniz 4 (36.00 N; 29.20 E)



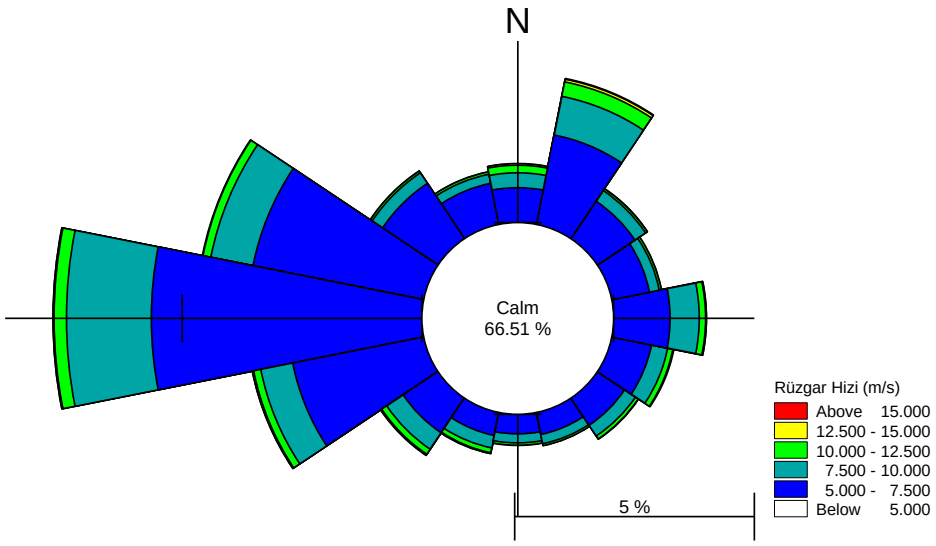
Akdeniz 5 (36.00 N; 29.50 E)



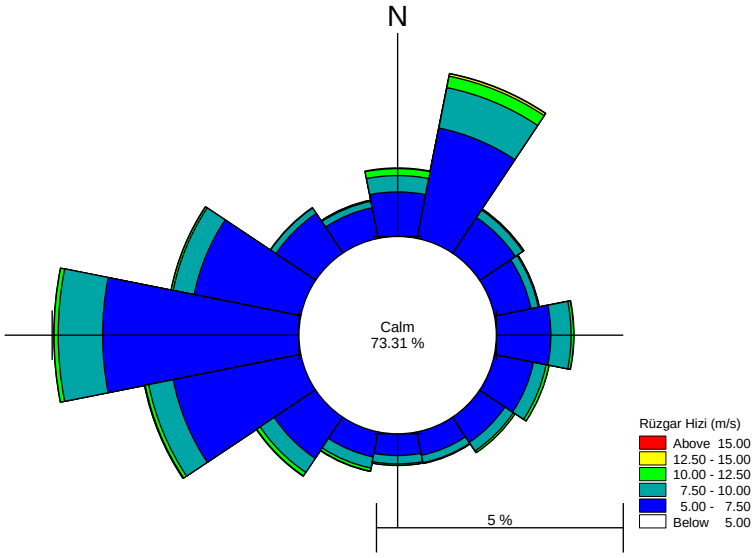
Akdeniz 6 (36.00 N; 29.80 E)



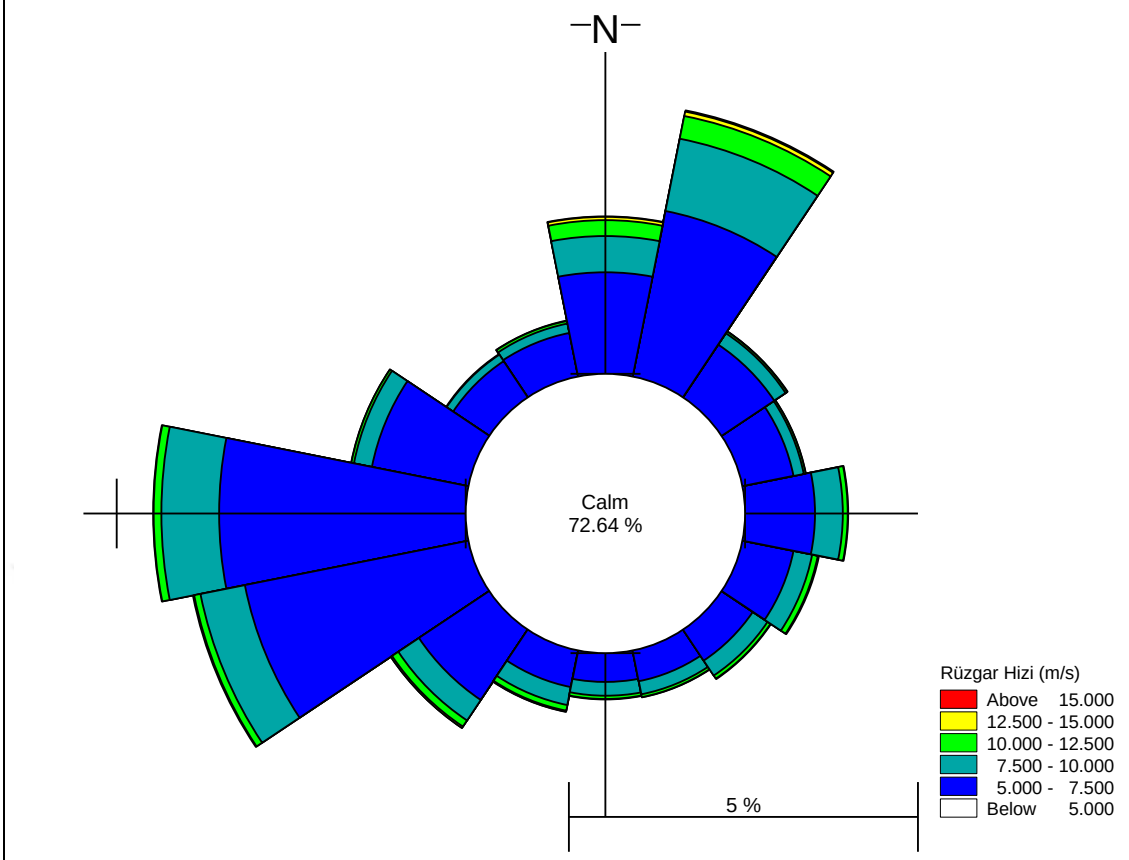
Akdeniz 7 (36.00 N; 30.10 E)



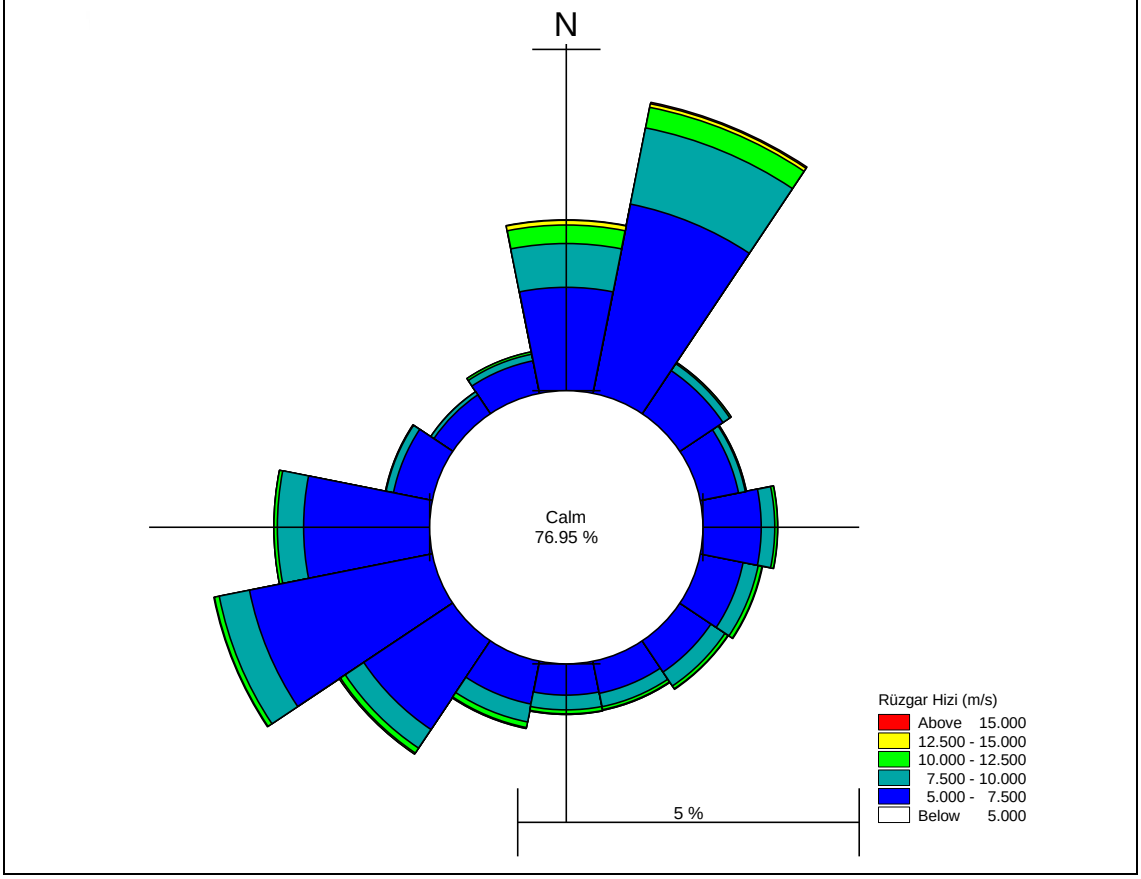
Akdeniz 8 (36.15 N; 30.10 E)



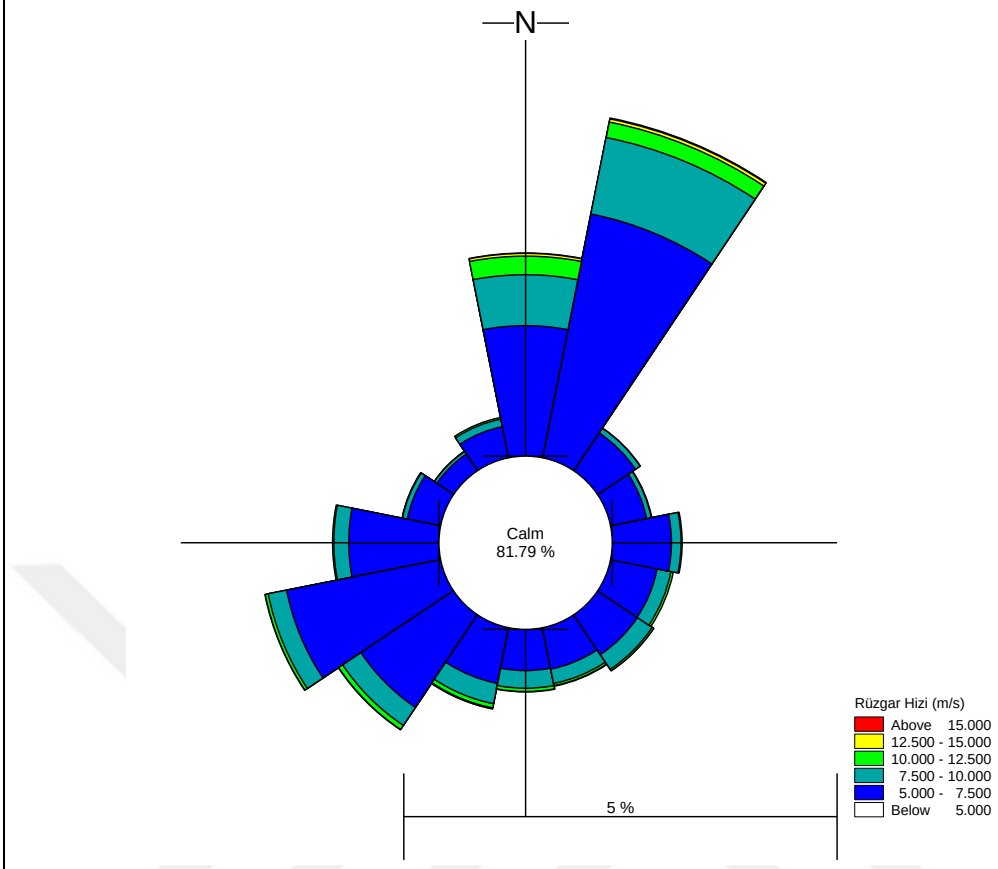
Akdeniz 9 (36.15 N; 30.40 E)



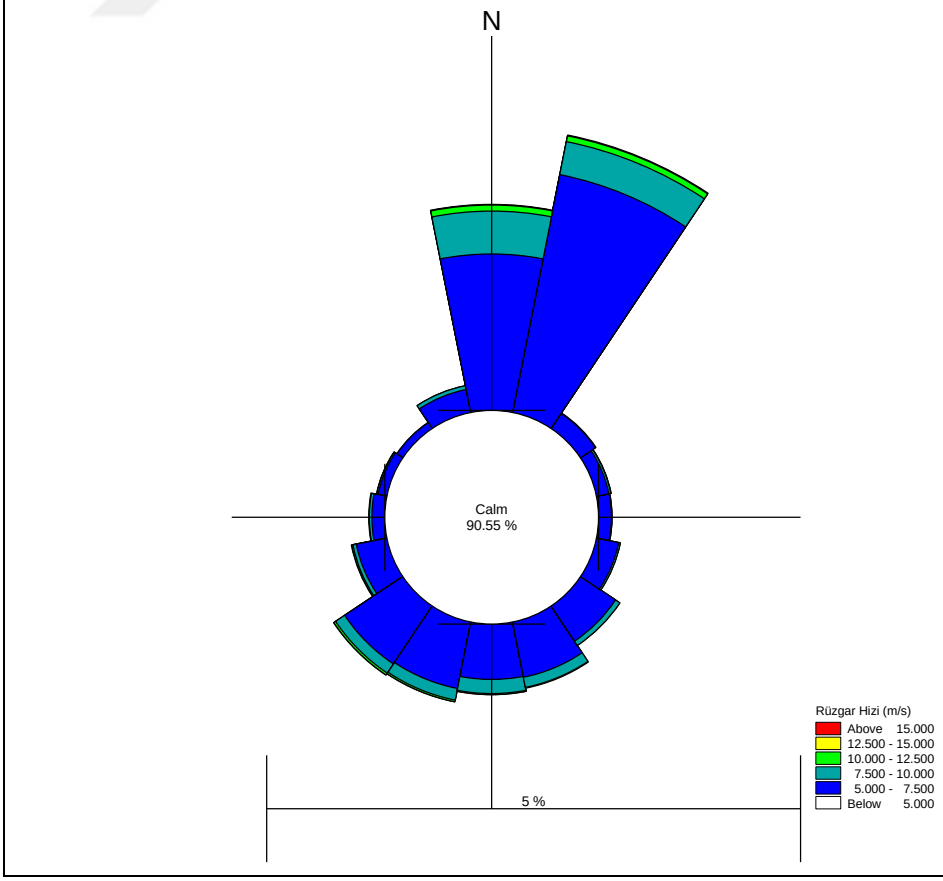
Akdeniz 10 (36.25 N; 30.70 E)



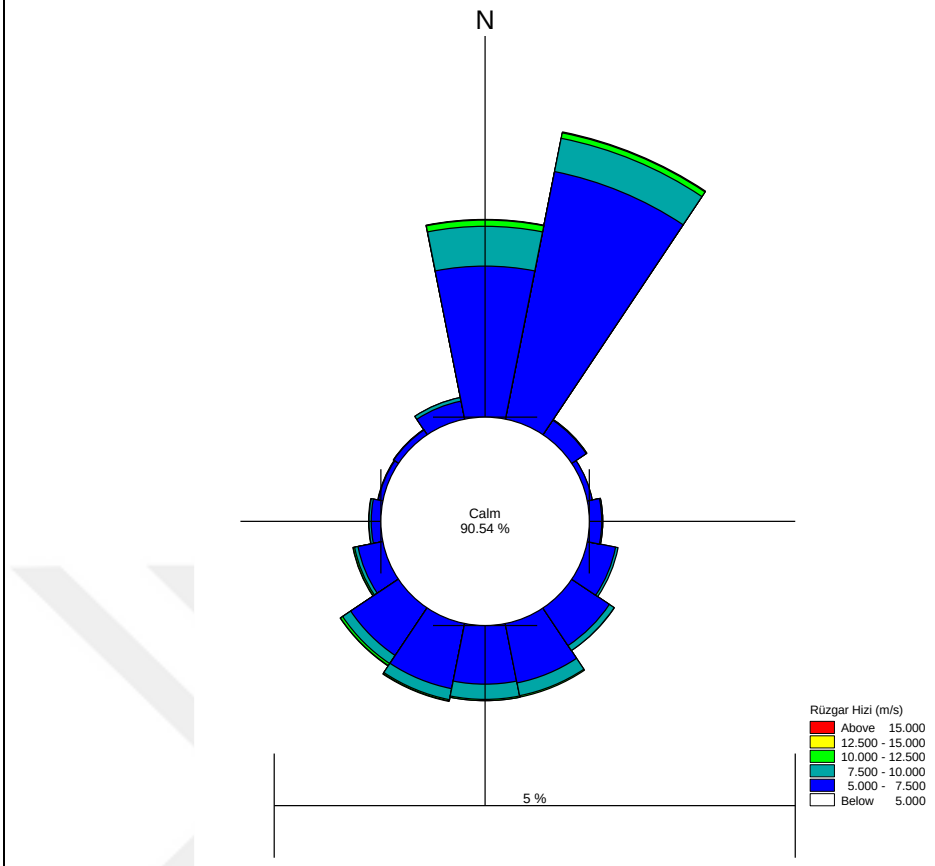
Akdeniz 11 (36.50 N; 30.70 E)



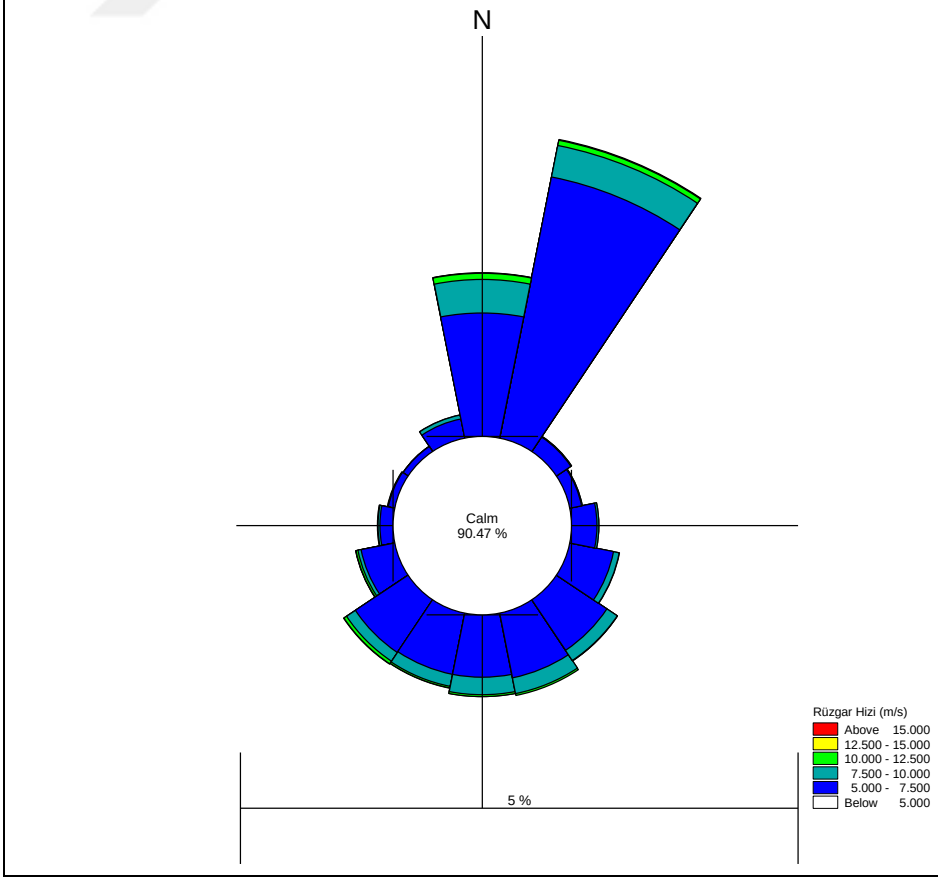
Akdeniz 12 (36.75 N; 30.70 E)



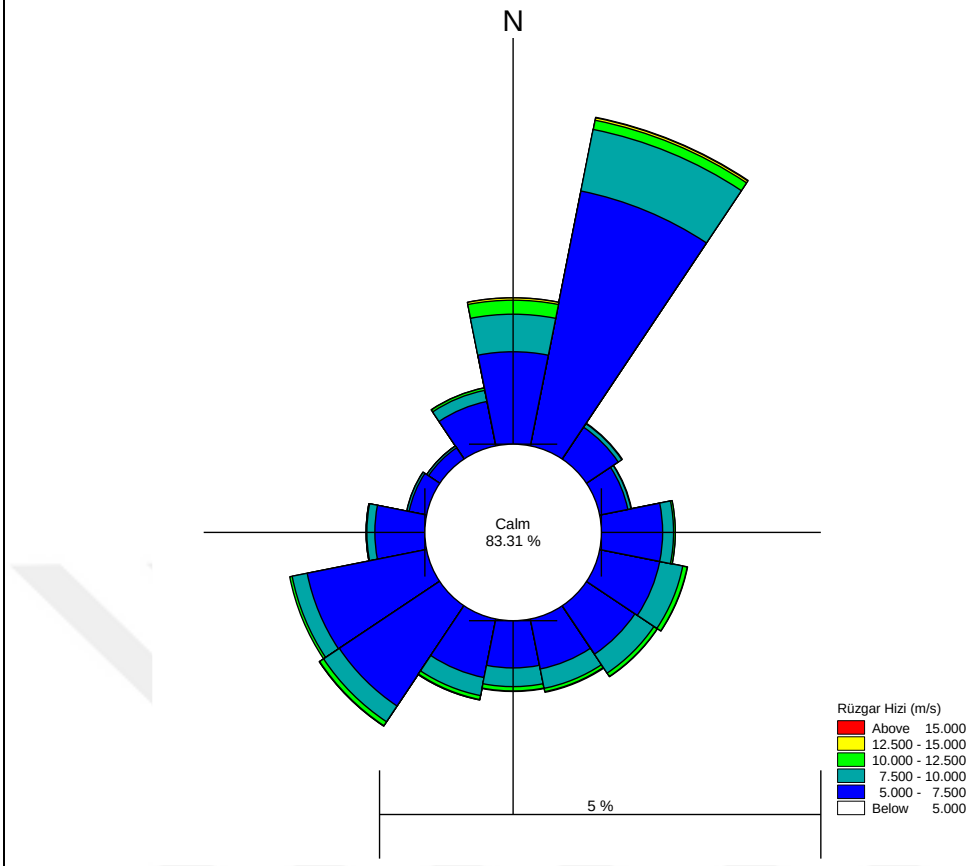
Akdeniz 13 (36.75 N; 31.00 E)



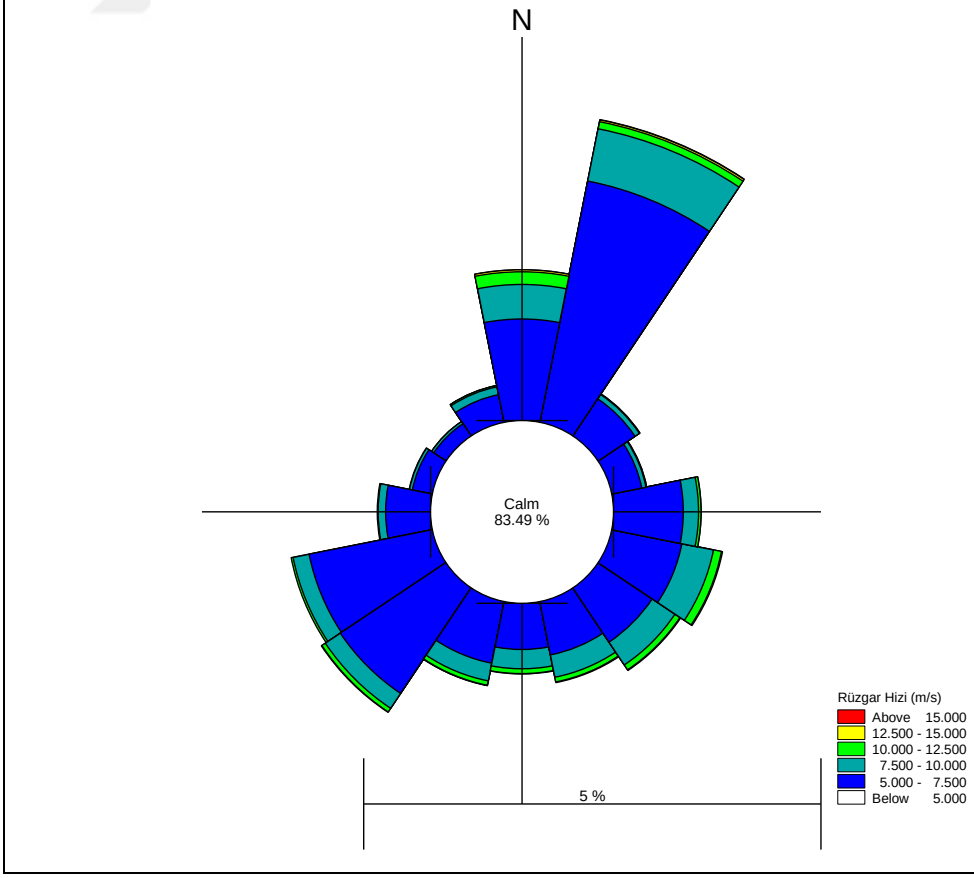
Akdeniz 14 (36.75 N; 31.30 E)



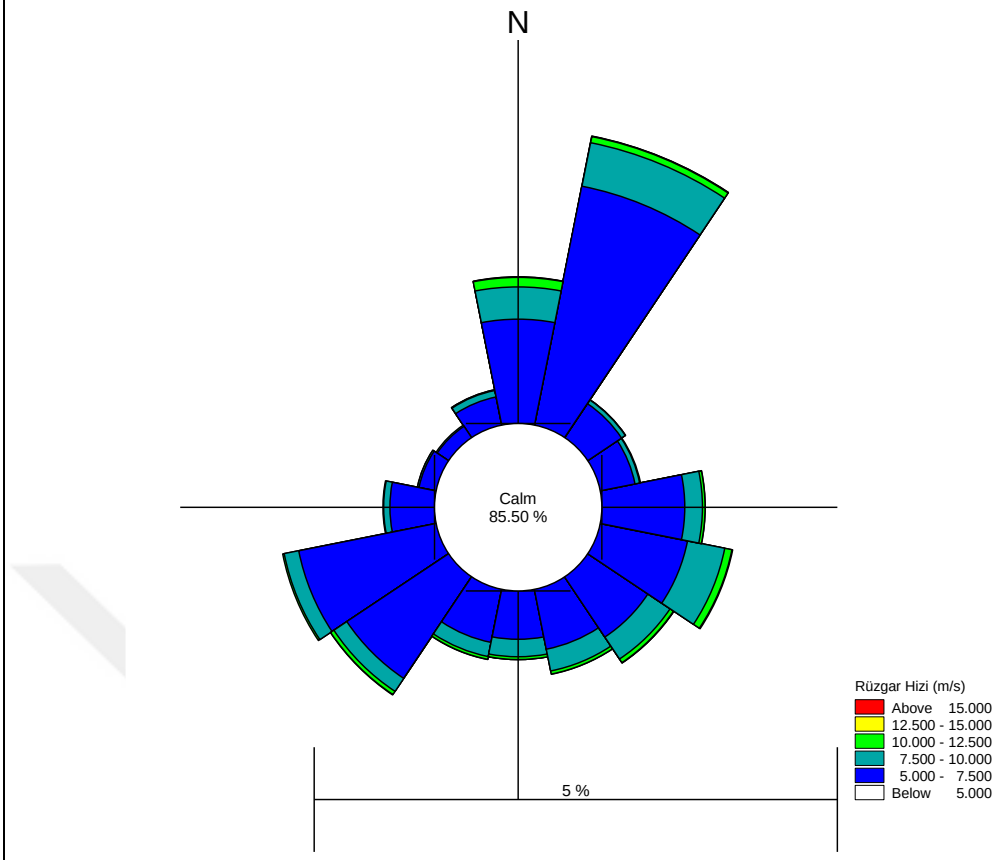
Akdeniz 15 (36.50 N; 31.30 E)



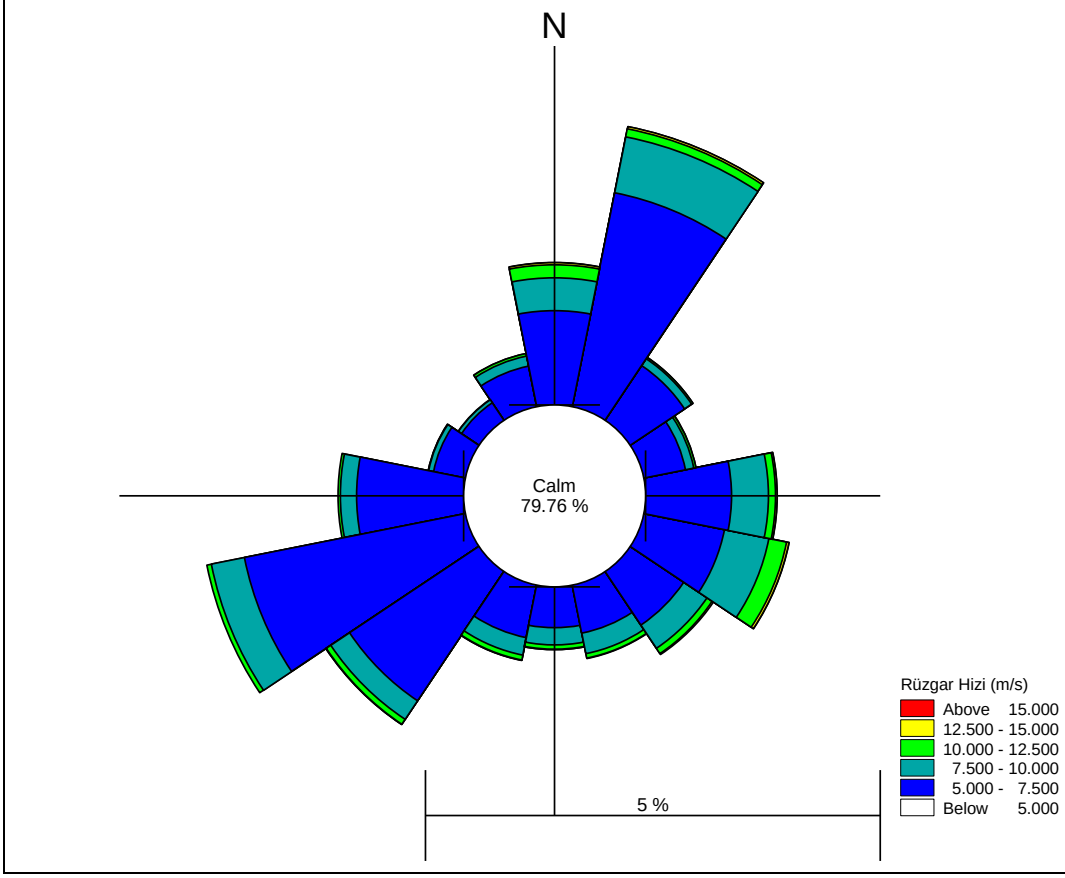
Akdeniz 16 (36.50 N; 31.60 E)



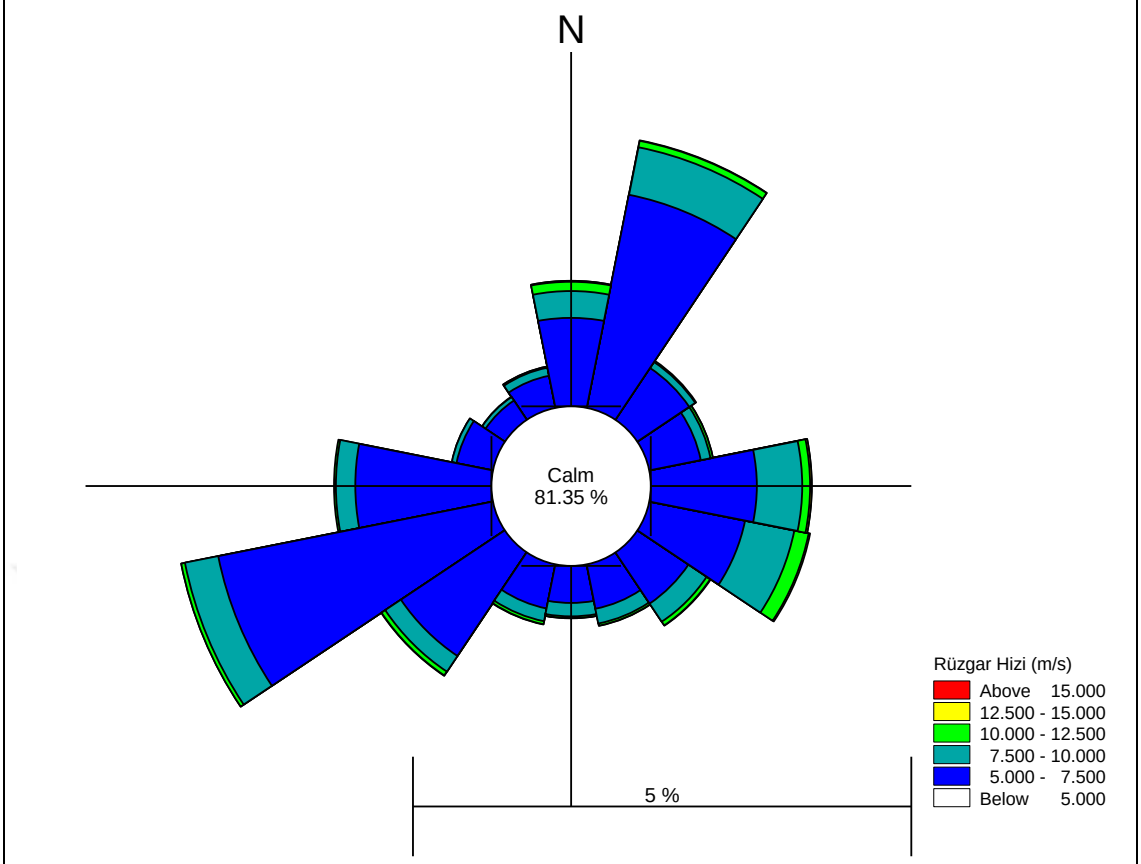
Akdeniz 17 (36.50 N; 31.90 E)



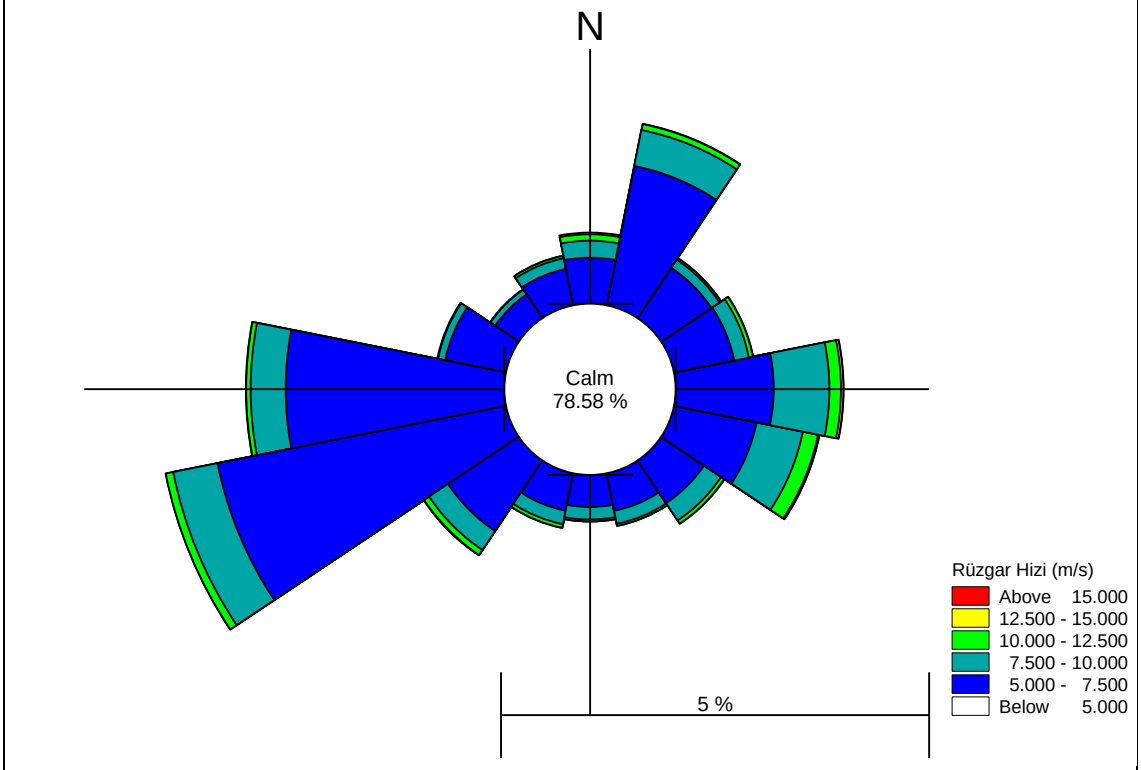
Akdeniz 18 (36.25 N; 31.90 E)



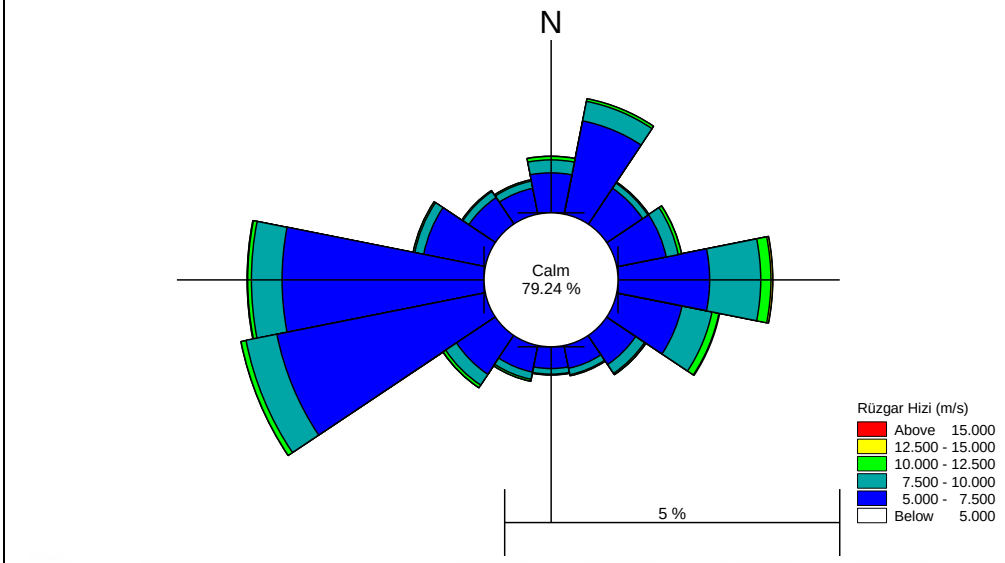
Akdeniz 19 (36.25 N; 32.20 E)



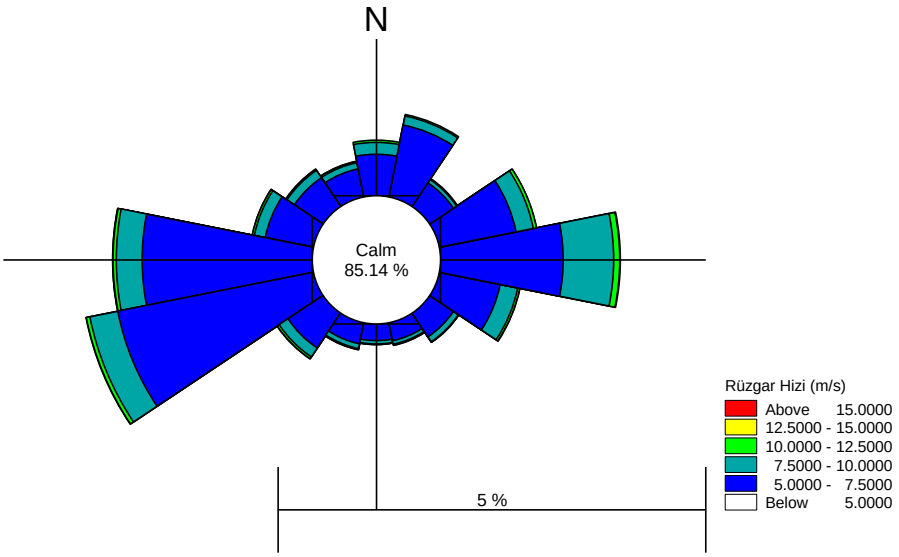
Akdeniz 20 (36.00 N; 32.20 E)



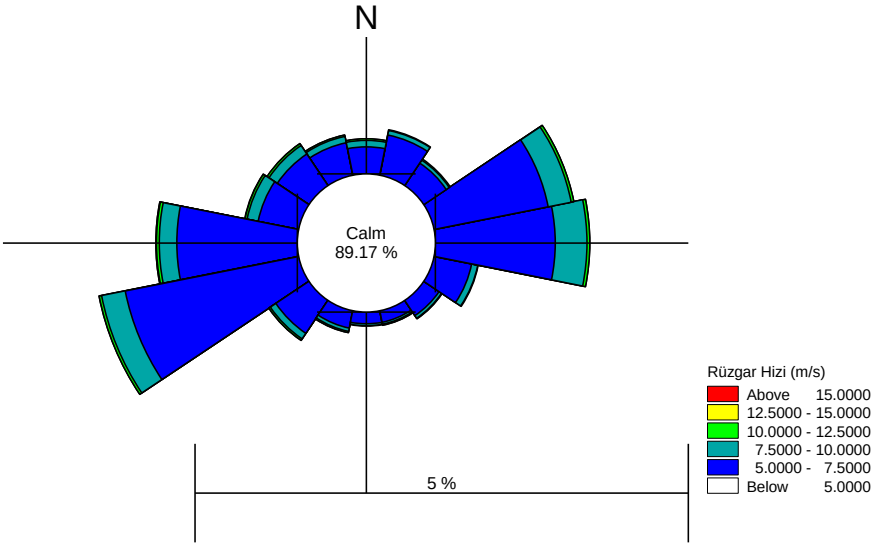
Akdeniz 21 (36.00 N; 32.50 E)



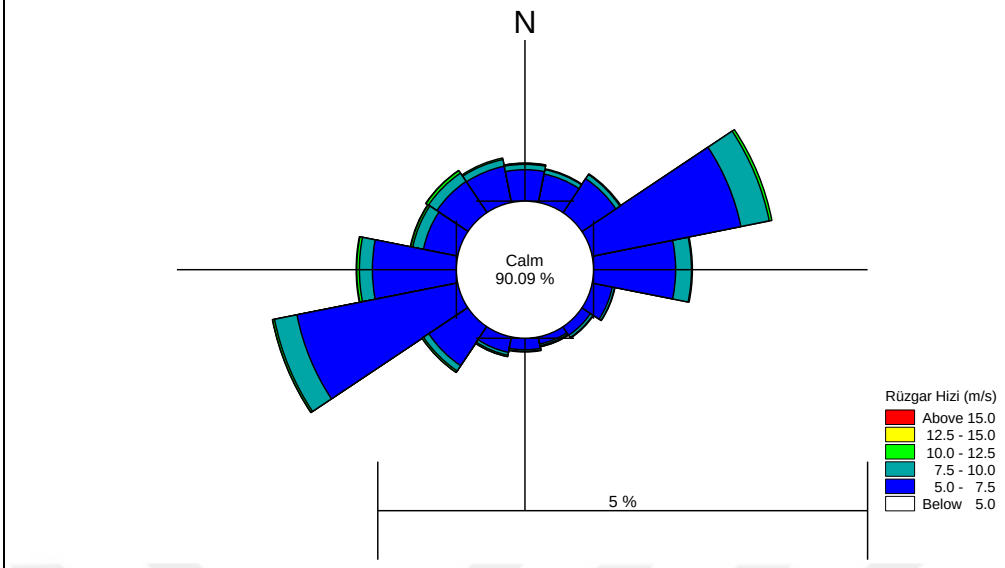
Akdeniz 22 (36.00 N; 32.80 E)



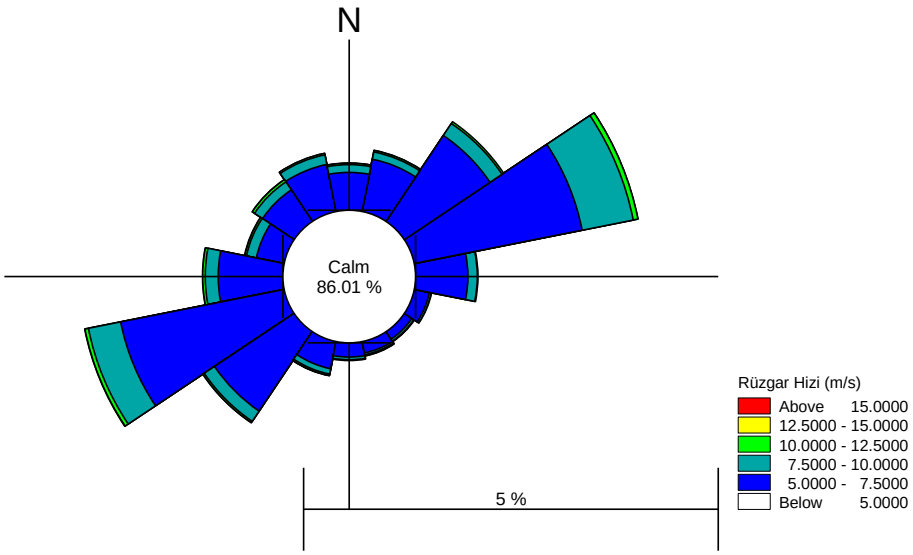
Akdeniz 23 (36.00 N; 33.10 E)



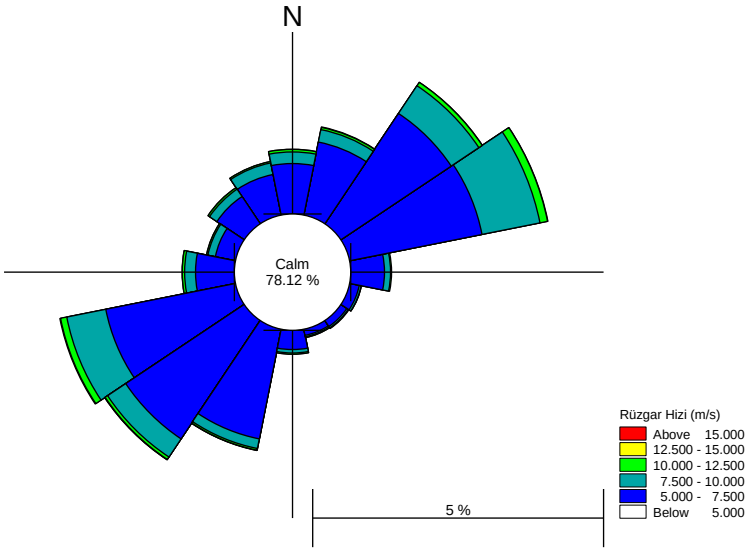
Akdeniz 24 (36.00 N; 33.40 E)



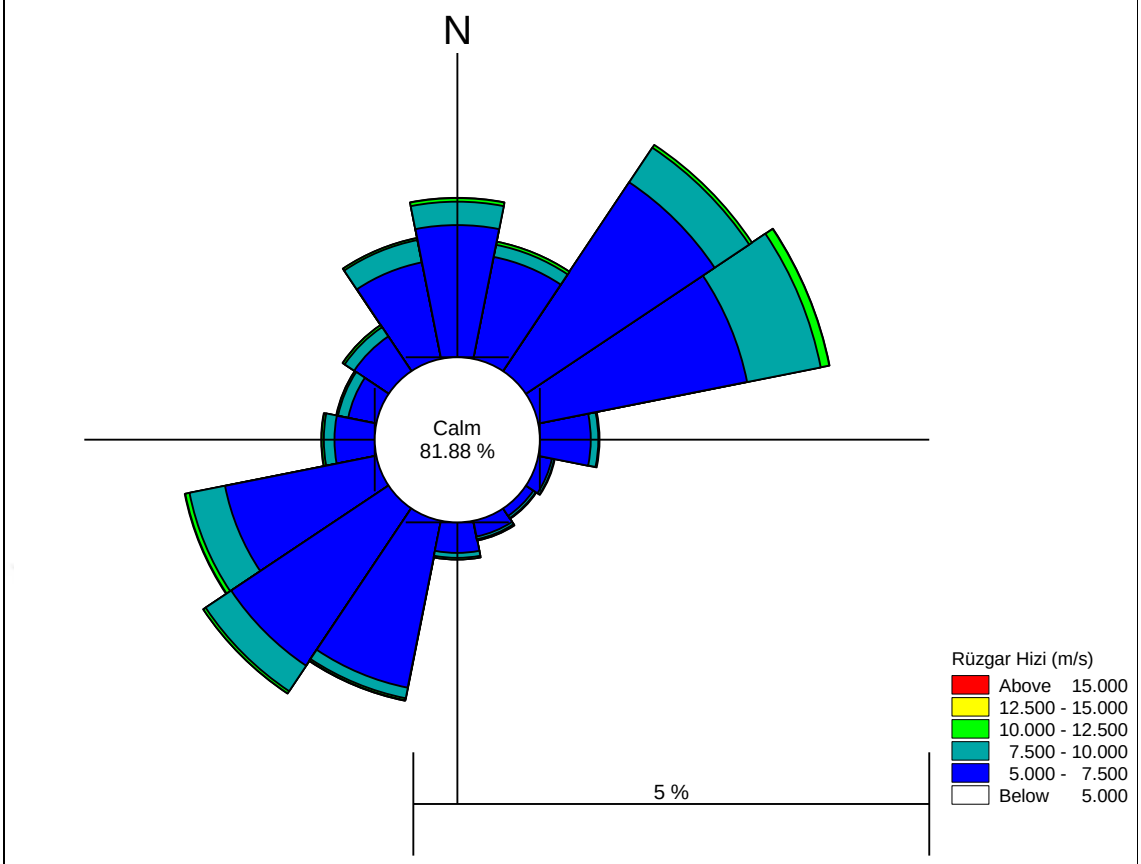
Akdeniz 25 (36.00 N; 33.70 E)



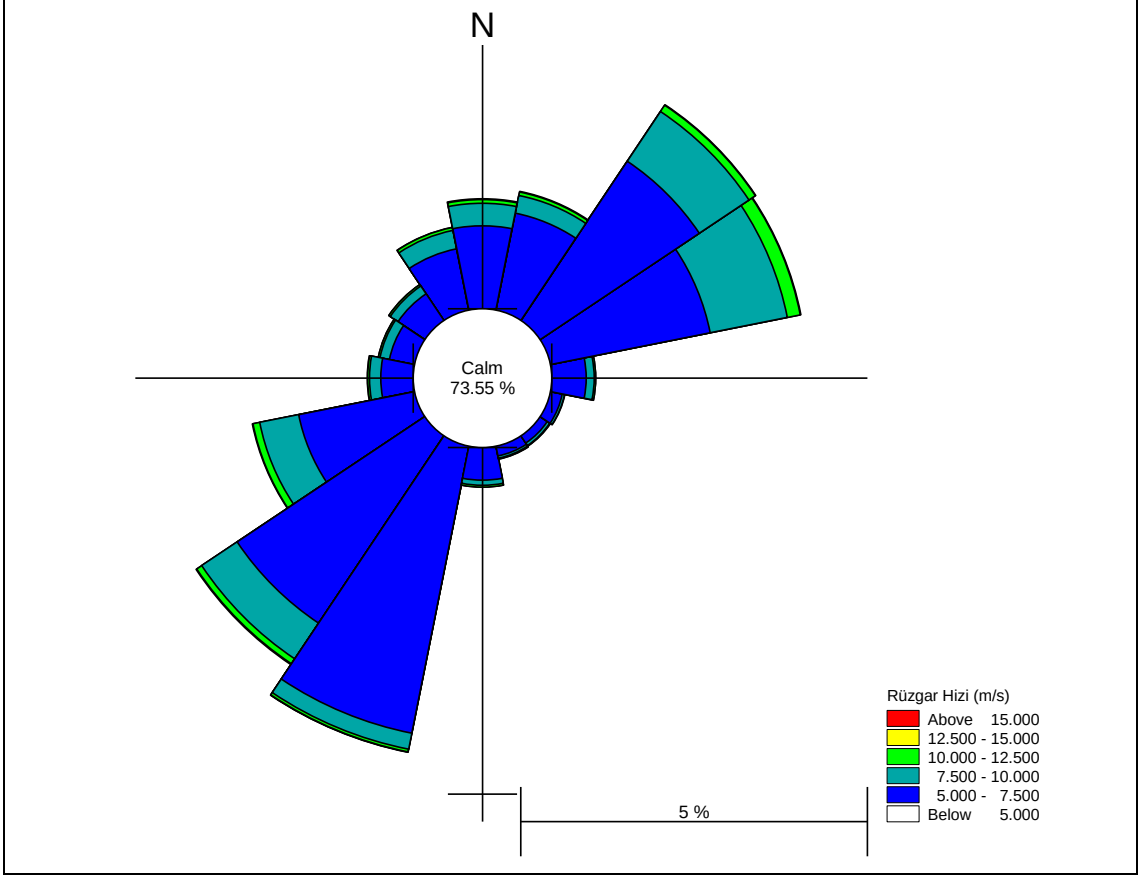
Akdeniz 26 (36.00 N; 34.00 E)



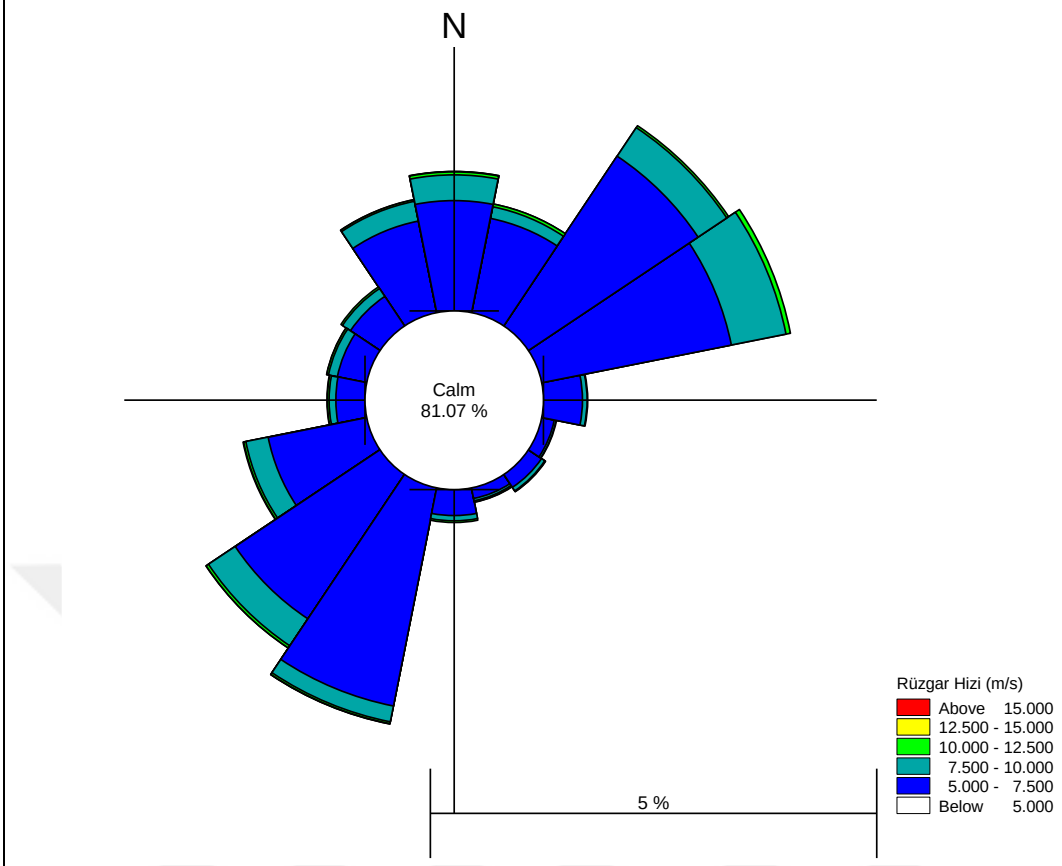
Akdeniz 27 (36.25 N; 34.00 E)



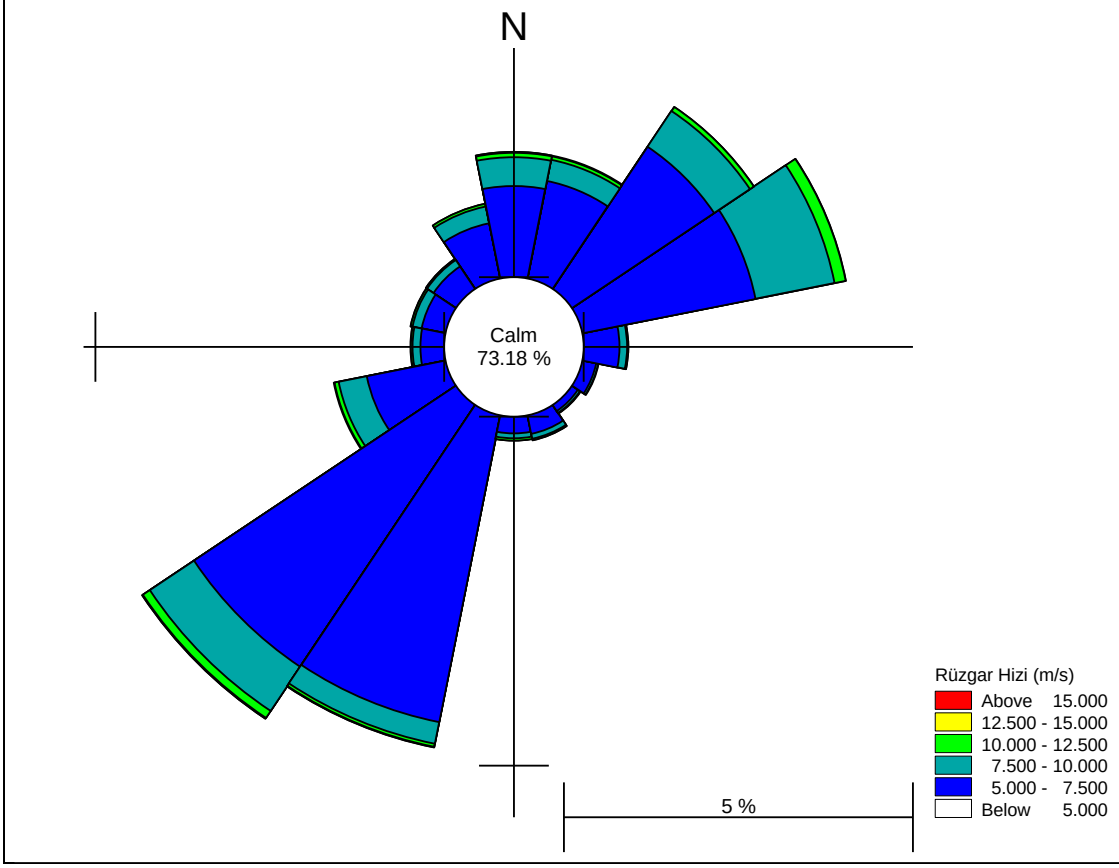
Akdeniz 28 (36.25 N; 34.30 E)



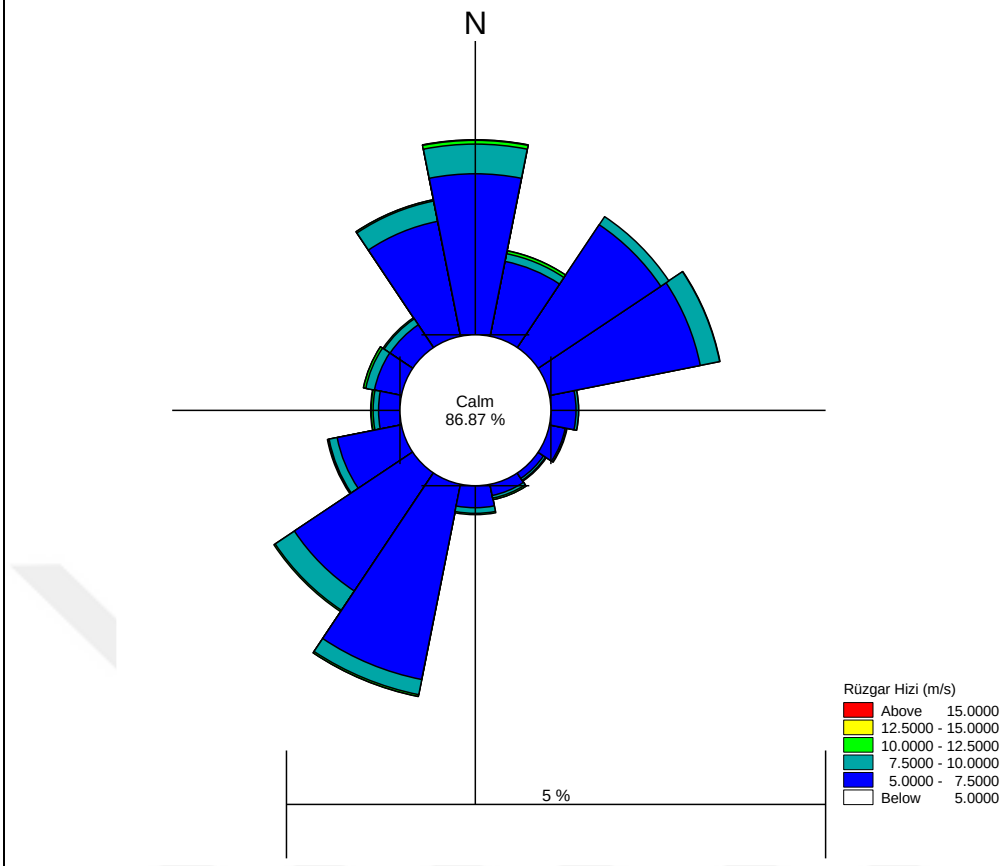
Akdeniz 29 (36.50 N; 34.30 E)



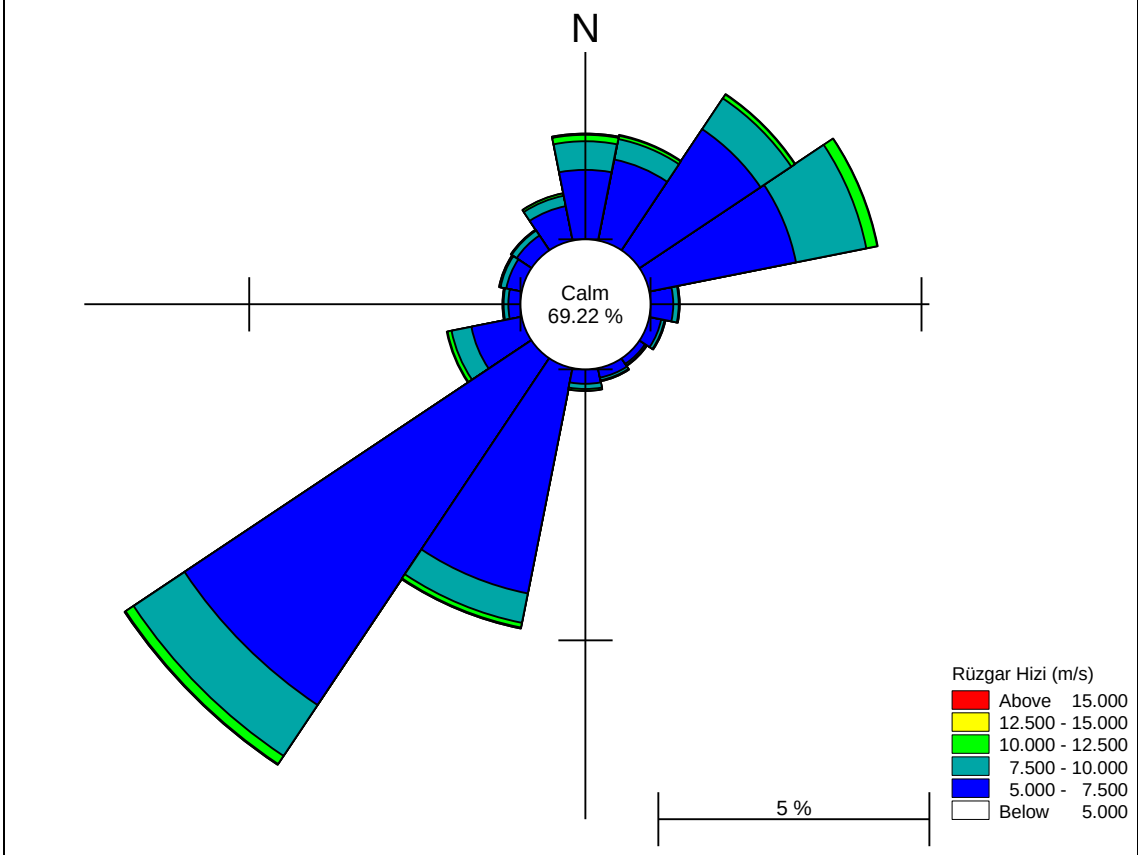
Akdeniz 30 (36.50 N; 34.60 E)



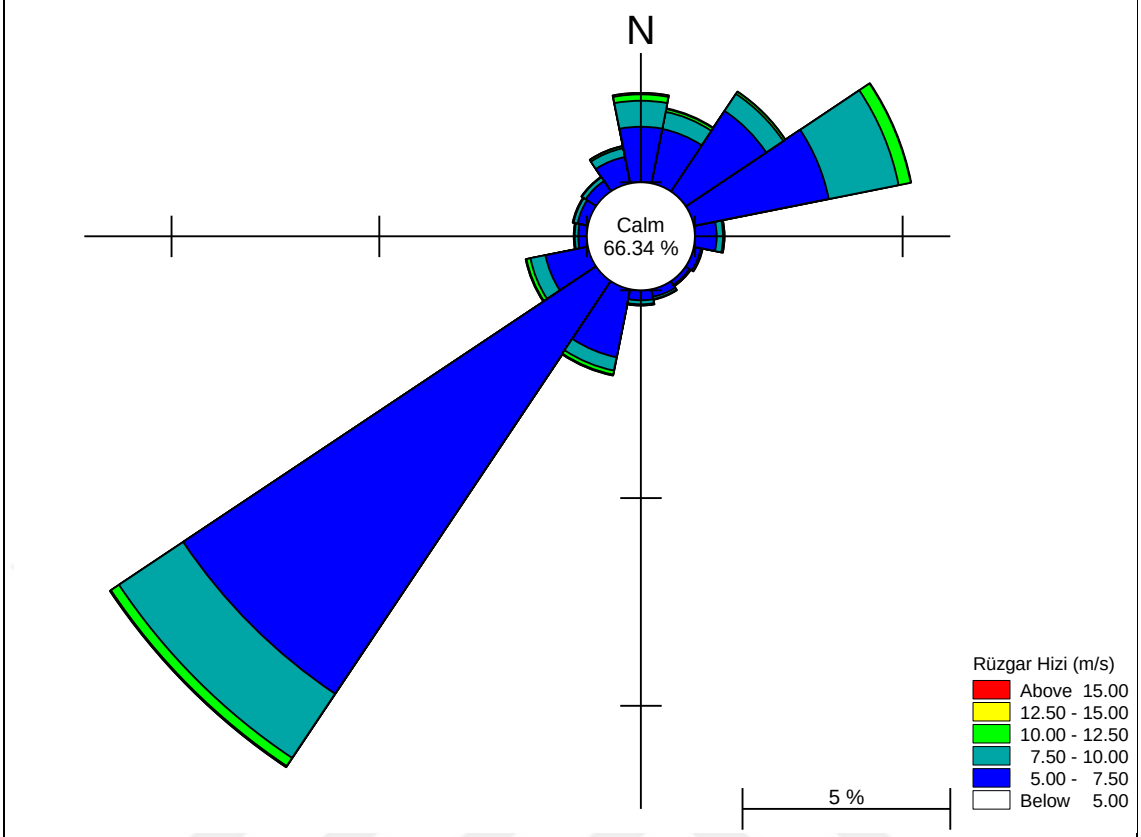
Akdeniz 31 (36.75 N; 34.60 E)



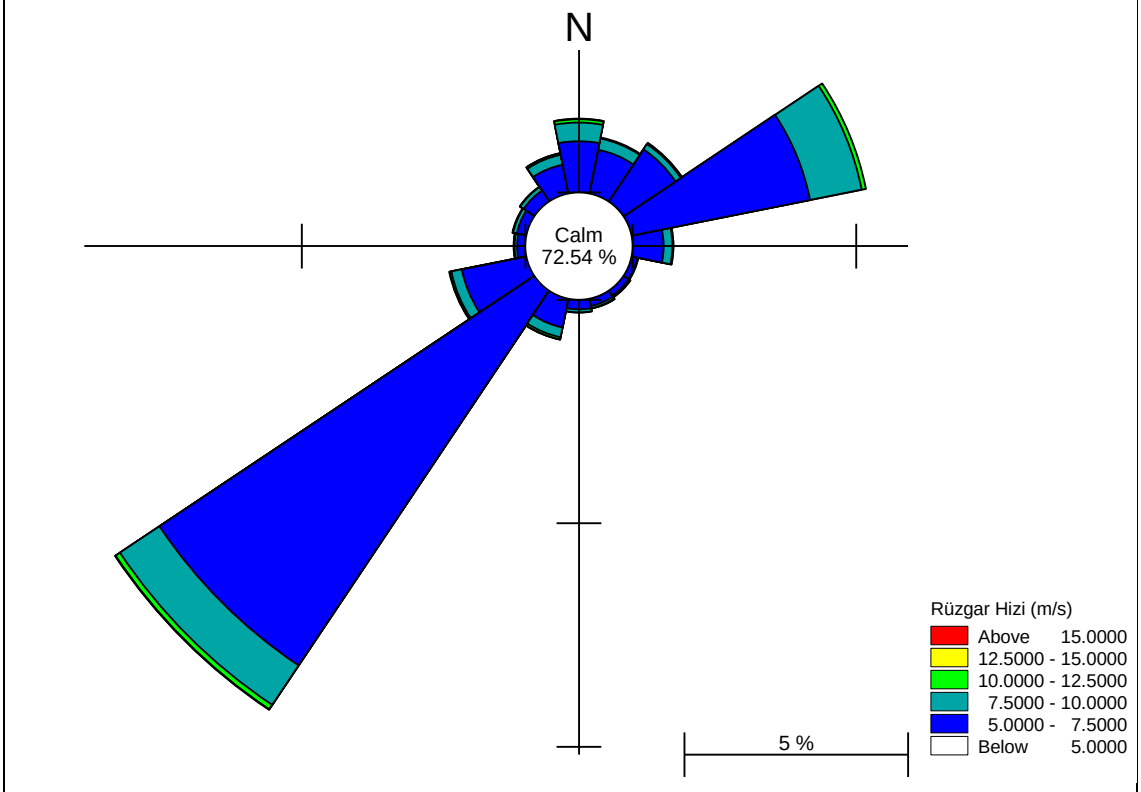
Akdeniz 32 (36.50 N; 34.90 E)



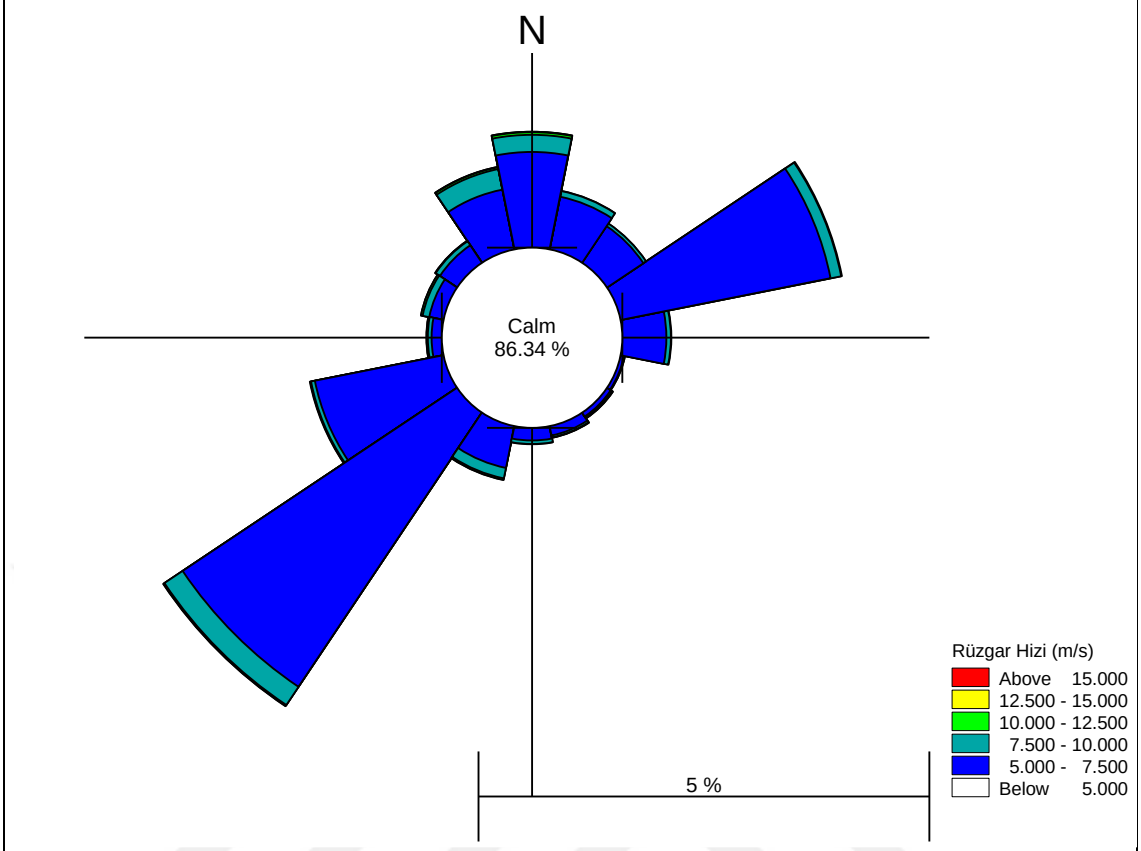
Akdeniz 33 (36.50 N; 35.20 E)



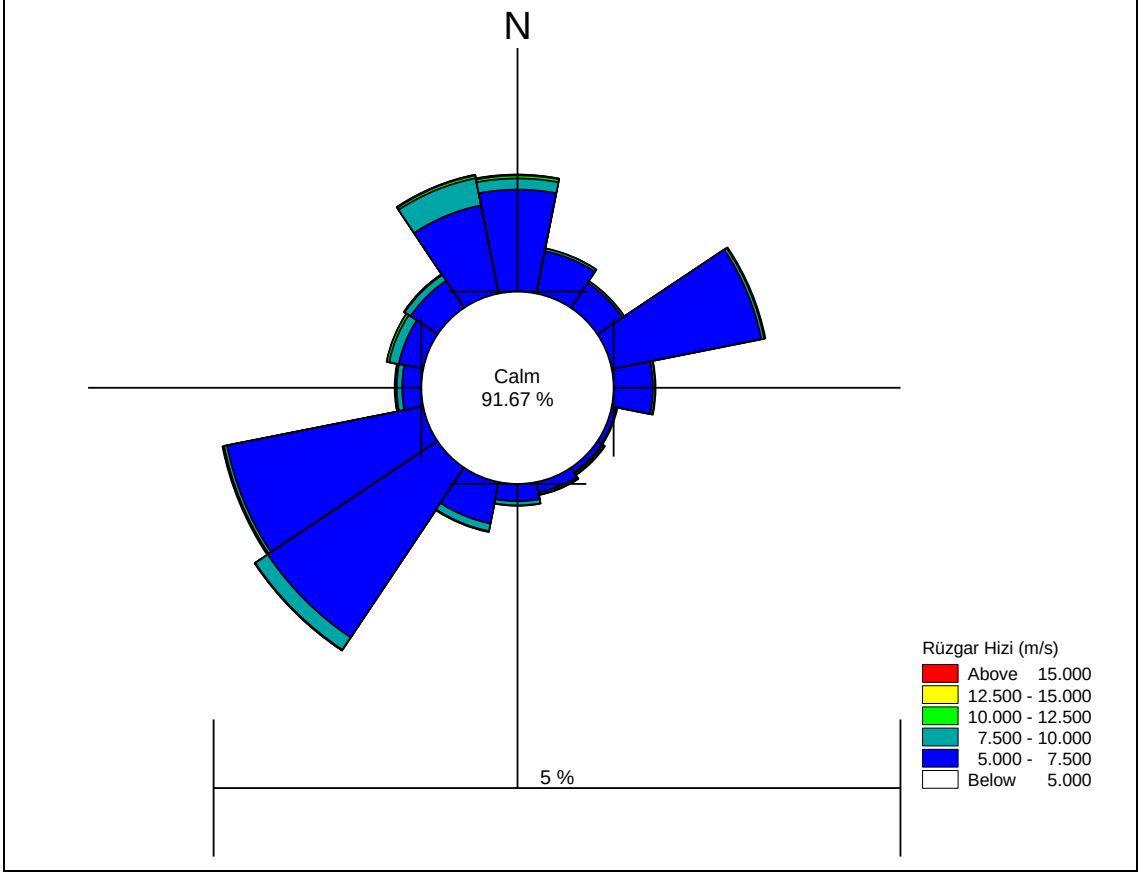
Akdeniz 34 (36.50 N; 35.50 E)



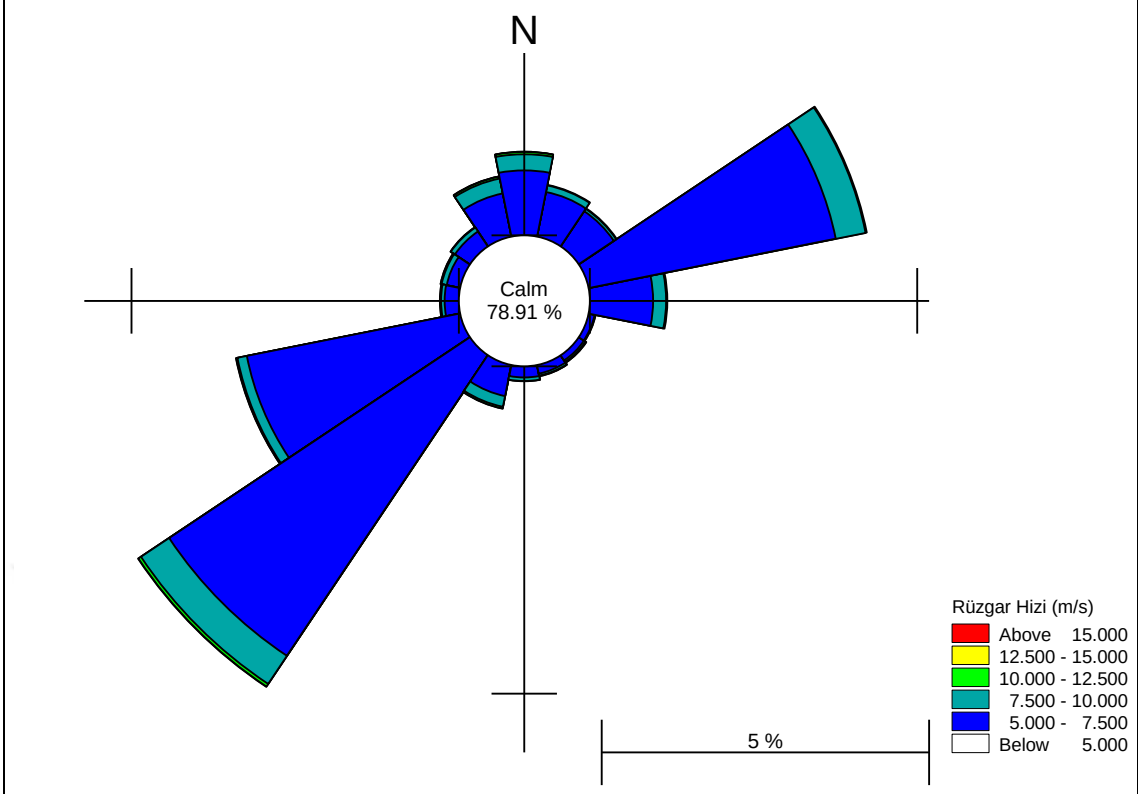
Akdeniz 35 (36.75 N; 35.80 E)



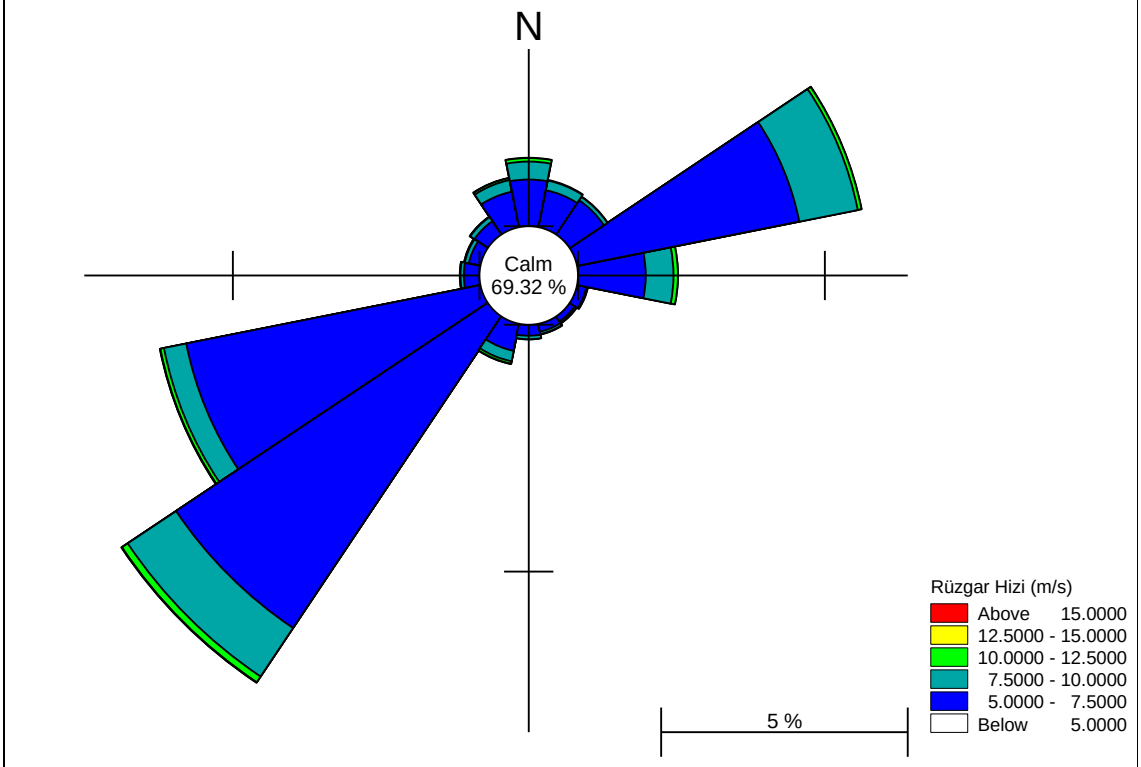
Akdeniz 36 (36.75 N; 36.10 E)



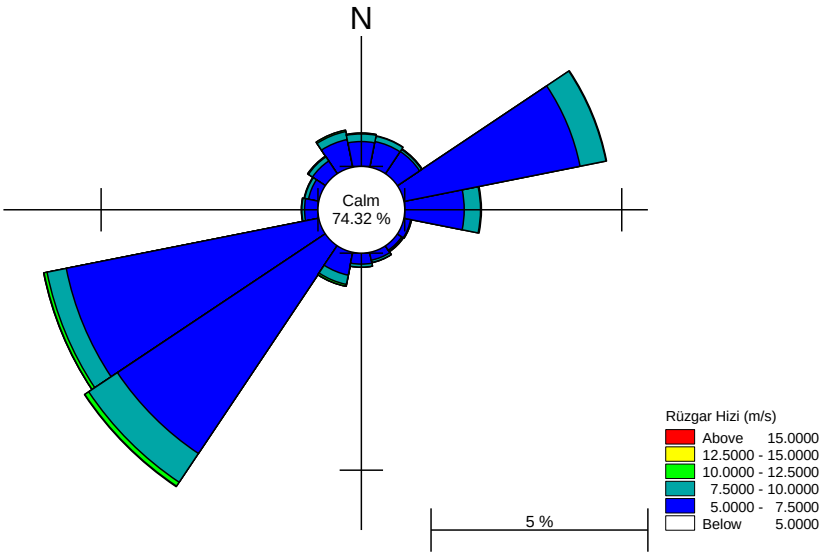
Akdeniz 37 (36.50 N; 35.80 E)



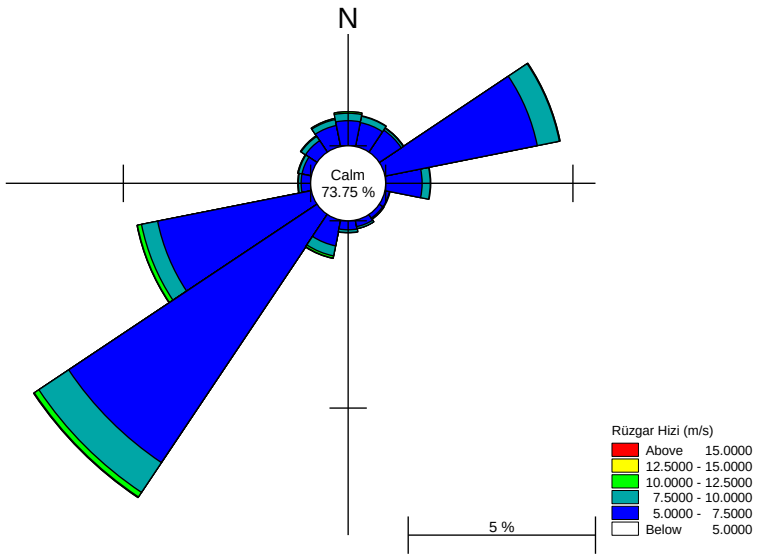
Akdeniz 38 (36.25 N; 35.80 E)



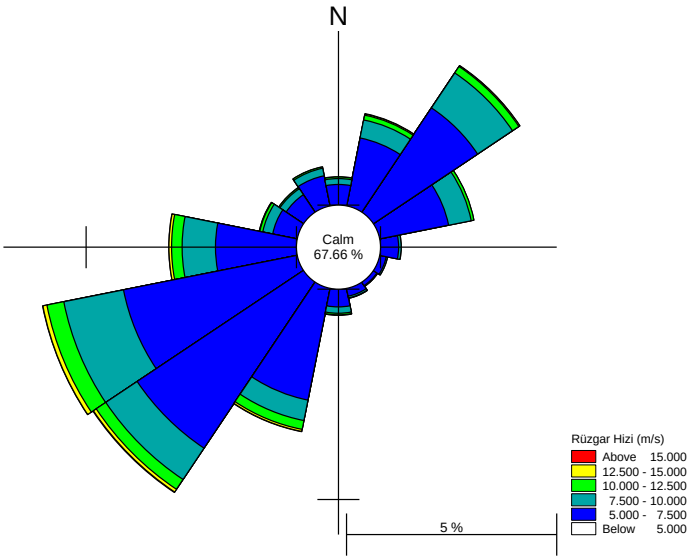
Akdeniz 39 (36.00 N; 35.80 E)



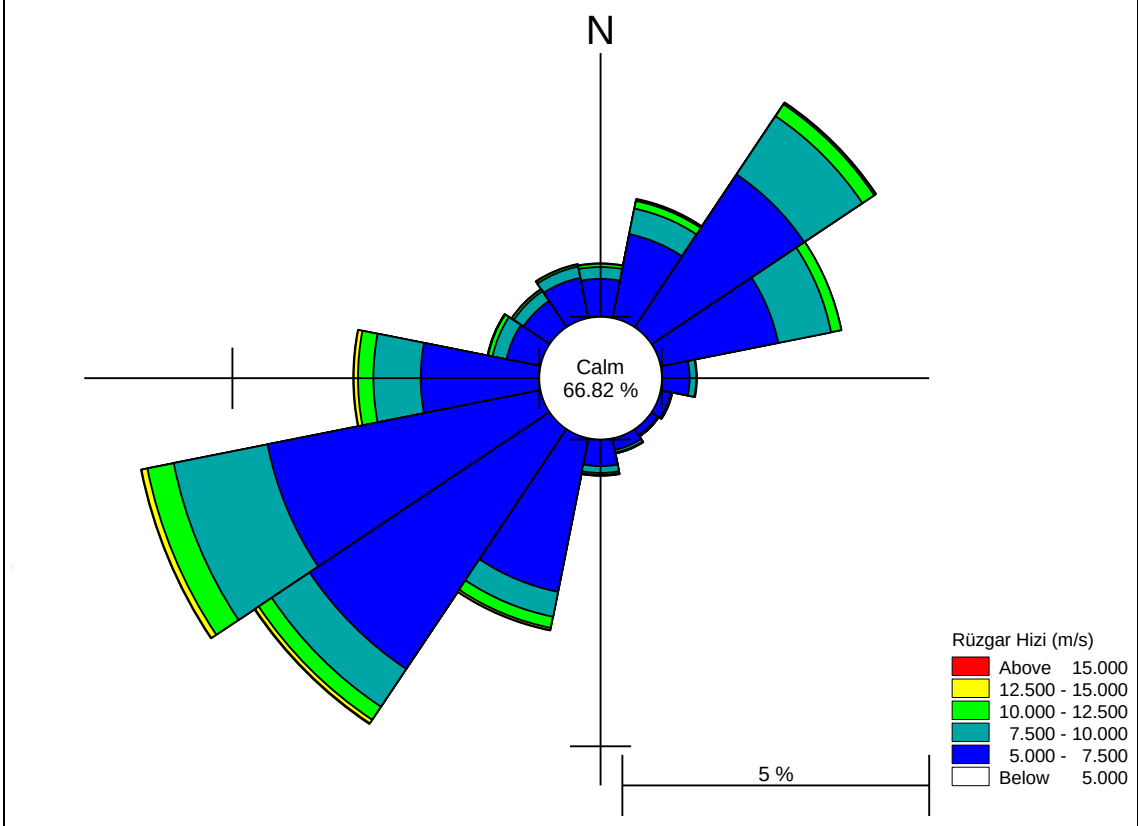
Akdeniz 40 (35.75 N; 35.80 E)



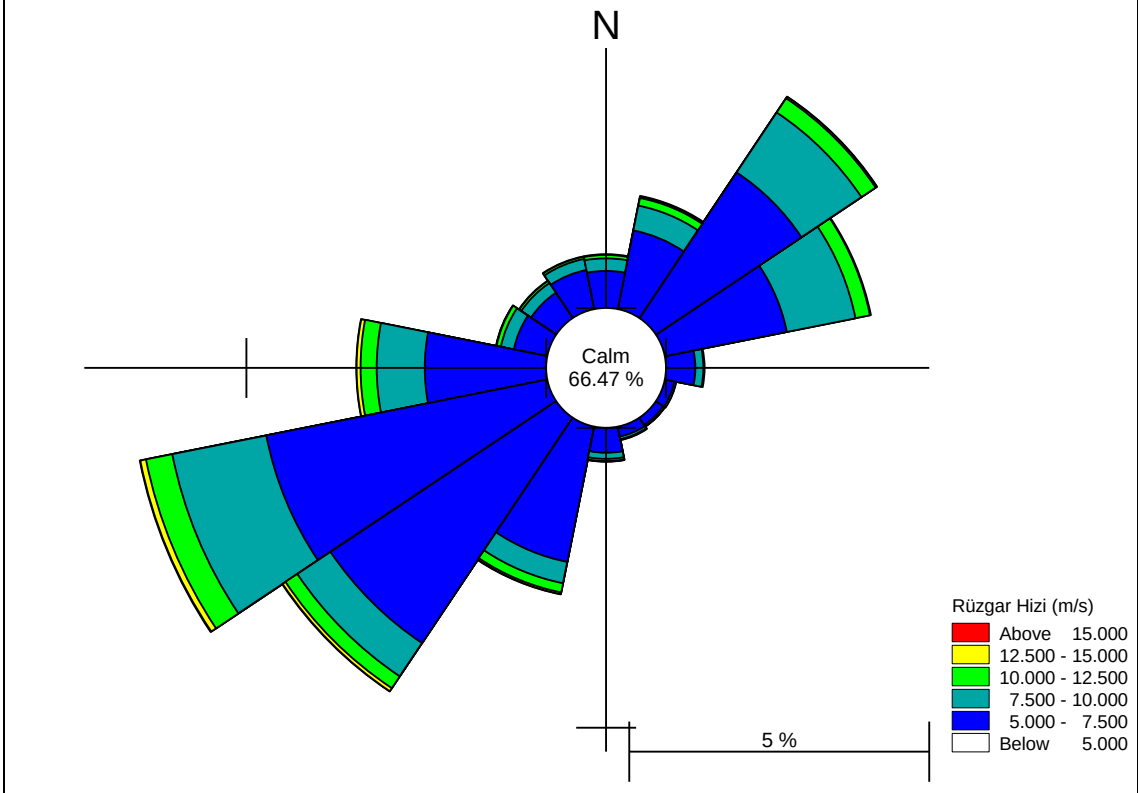
Akdeniz 41 (34.91704722 N; 34.08430833 E)



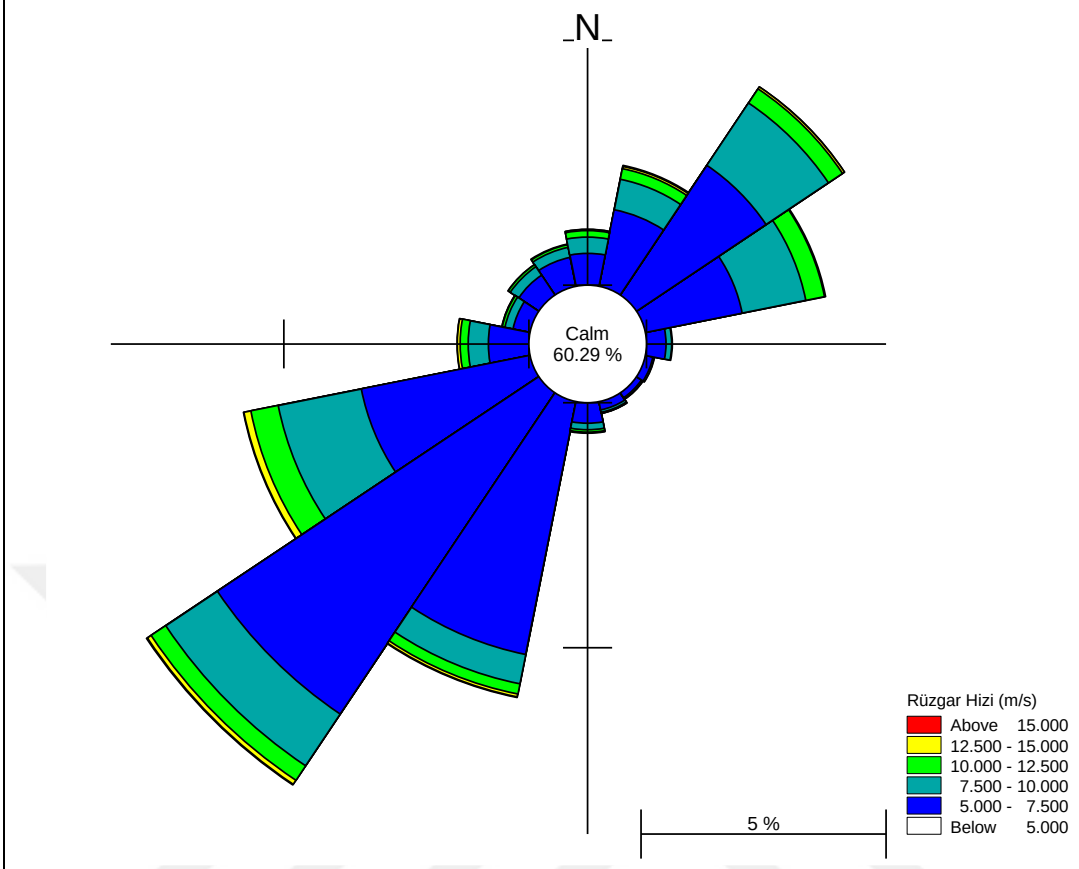
Akdeniz 42 (35.10952778 N; 34.07563889 E)



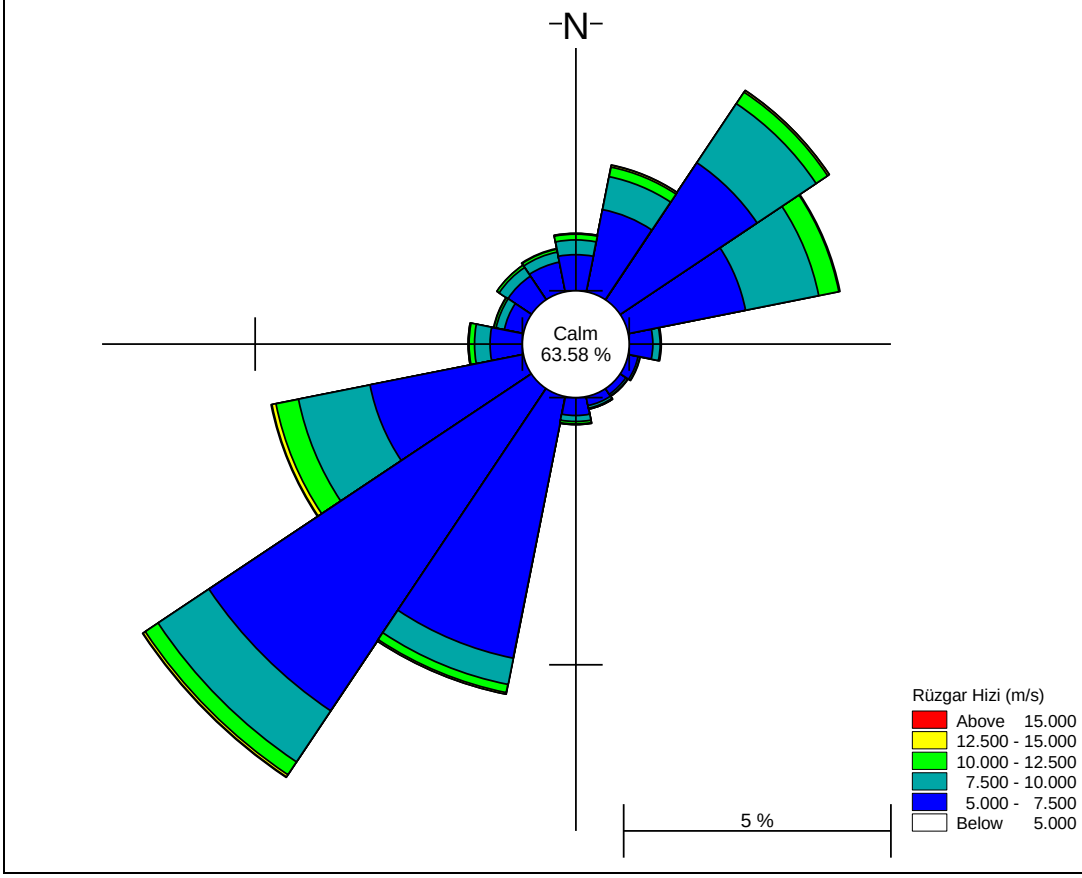
Akdeniz 43 (35.28524722 N; 34.04631944 E)



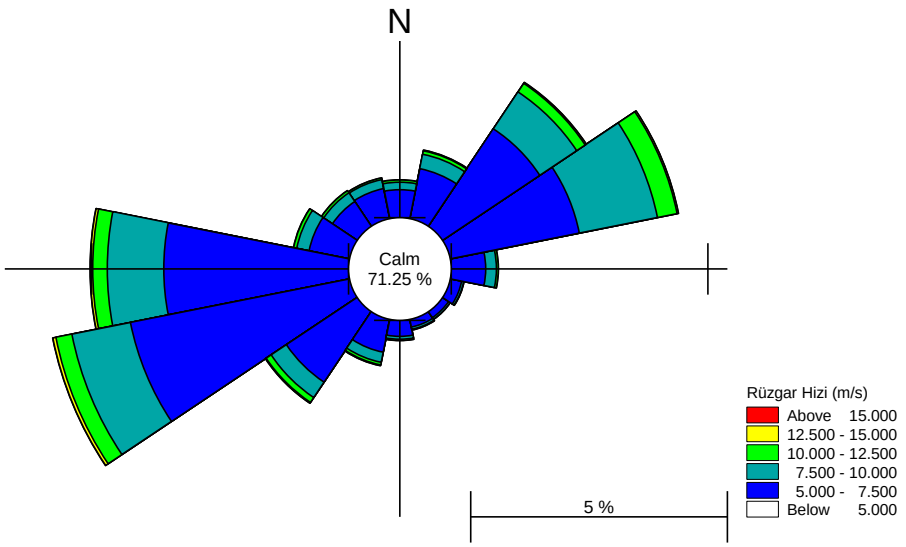
Akdeniz 44 (35.52740556 N; 34.43063611 E)



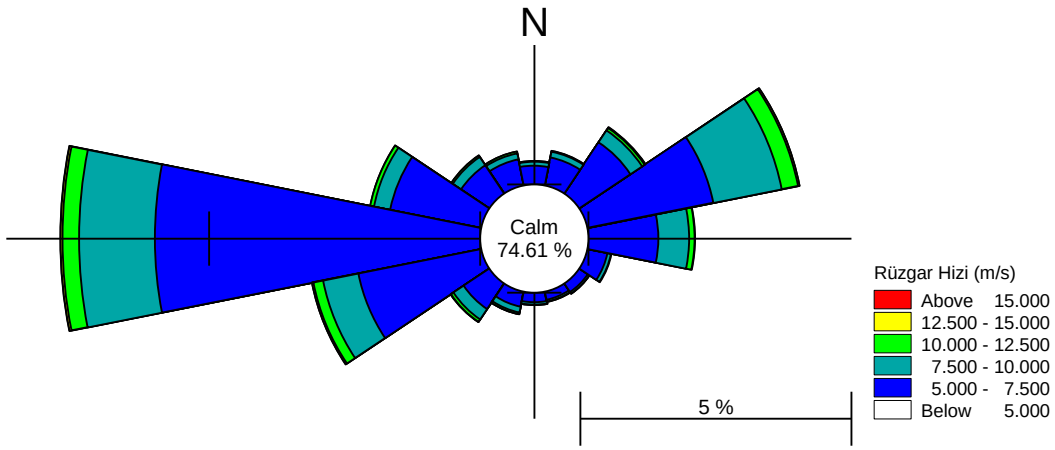
Akdeniz 45 (35.68773333 N; 34.48624167 E)



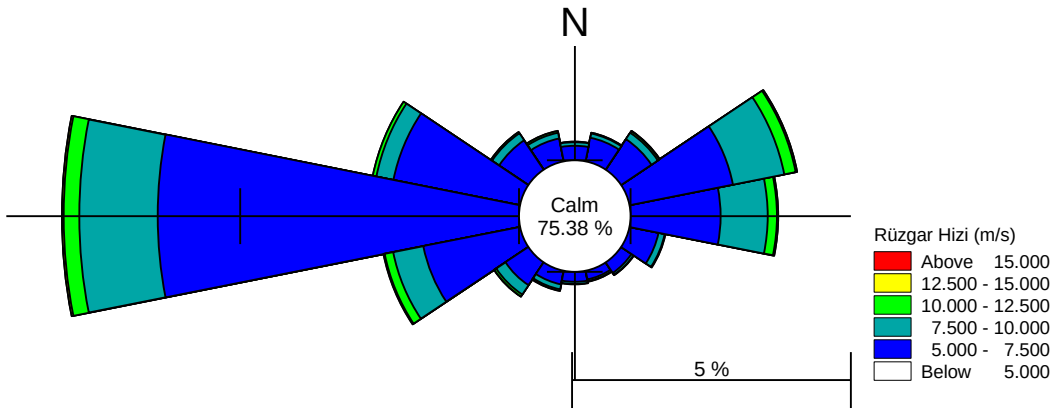
Akdeniz 46 (35.41034167 N; 33.82885 E)



Akdeniz 47 (35.34659444 N; 33.23995556 E)

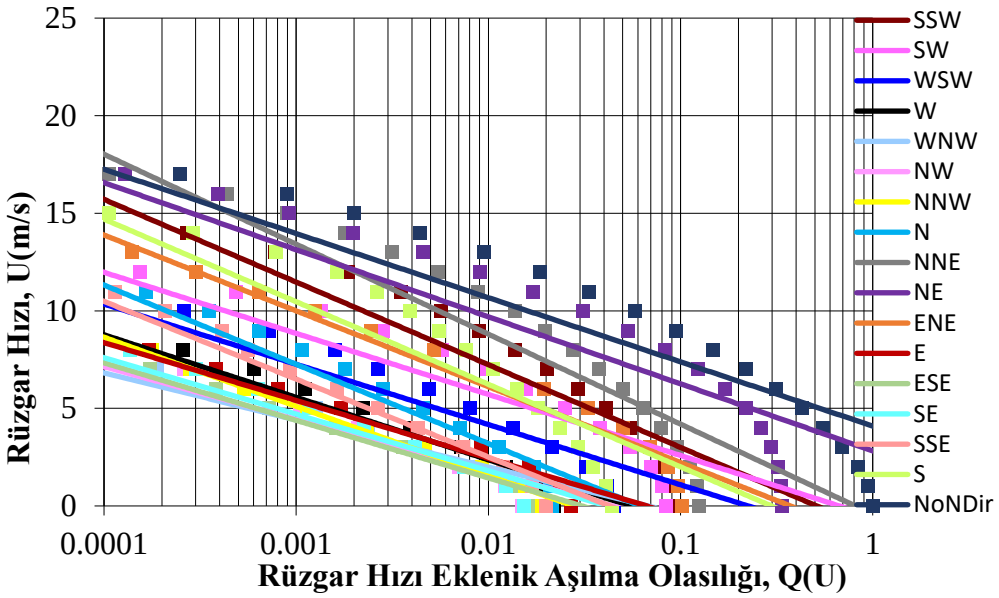


Akdeniz 48 (35.39374167 N; 32.97076389 E)



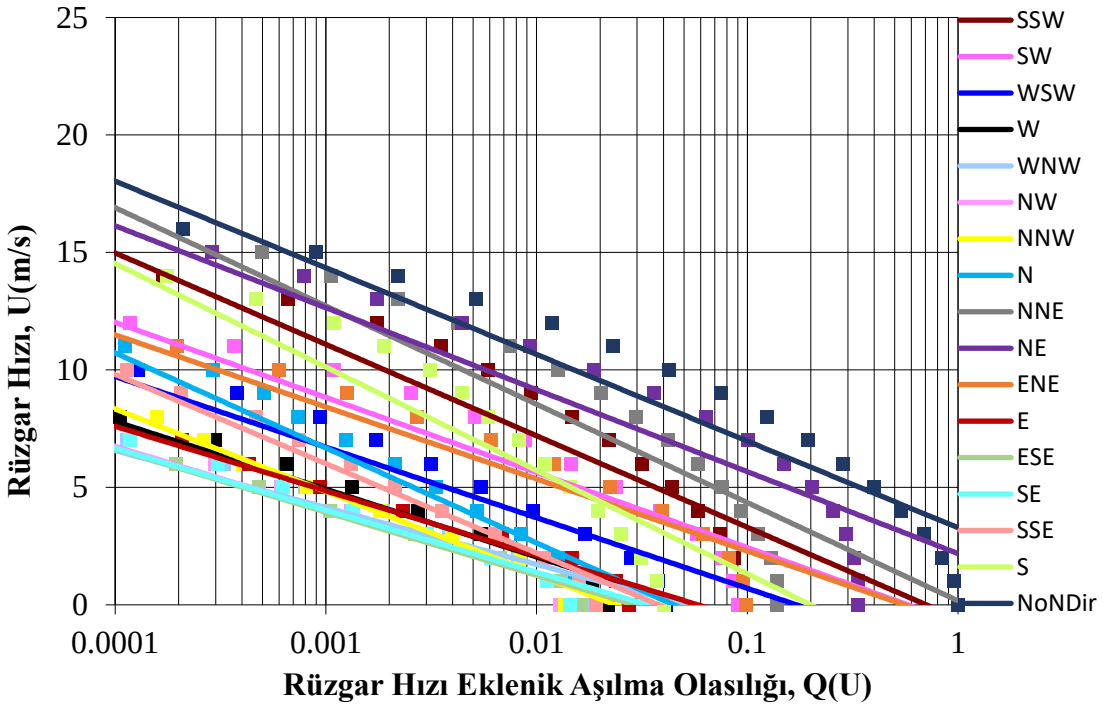
C
EGE DENİZİ RÜZGAR HIZI EKLENİK AŞILMA OLASILIĞI DAĞILIM VE DENKLEMLERİ

Ege Denizi 1 (40.75 N; 25.60 E)



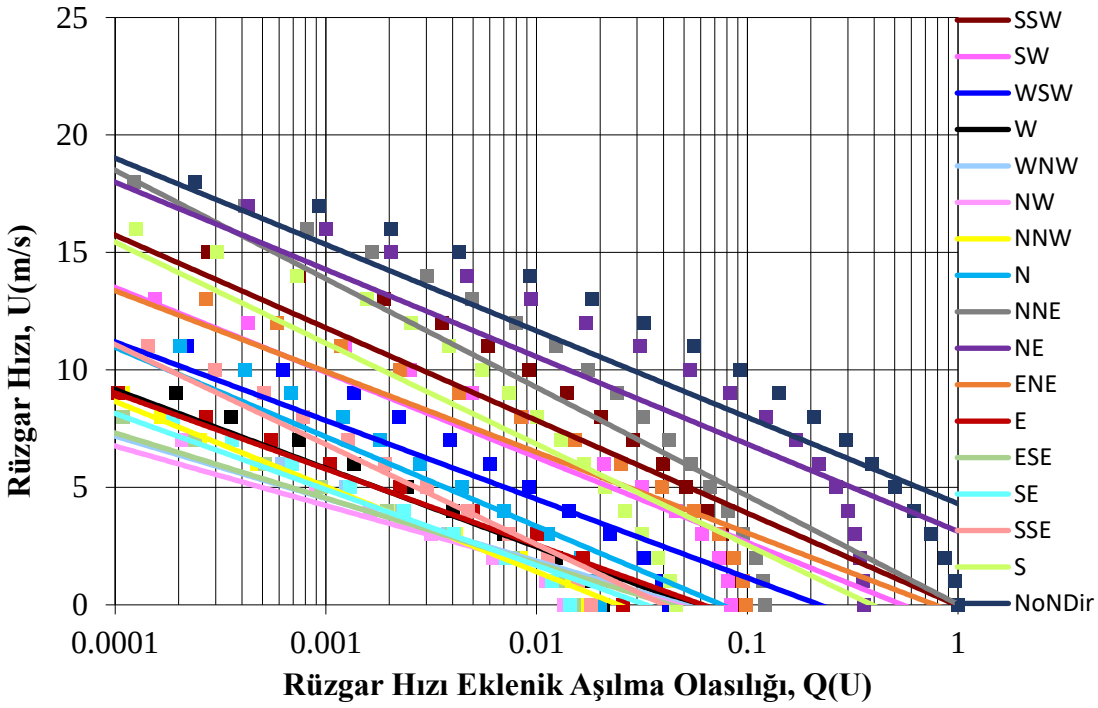
Yön	Denklem
SSW	U = -1.84ln(Q) - 1.2337
SW	U = -1.359ln(Q) - 0.5433
WSW	U = -1.341ln(Q) - 2.0031
W	U = -1.391ln(Q) - 4.0409
WNW	U = -1.047ln(Q) - 2.8245
NW	U = -1.169ln(Q) - 3.6343
NNW	U = -1.538ln(Q) - 5.5167
N	U = -1.763ln(Q) - 4.9179
NNE	U = -2.002ln(Q) - 0.416
NE	U = -1.493ln(Q) + 2.8185
ENE	U = -1.688ln(Q) - 1.6646
E	U = -1.287ln(Q) - 3.4841
ESE	U = -1.281ln(Q) - 4.4641
SE	U = -1.262ln(Q) - 4.017
SSE	U = -1.731ln(Q) - 5.4632
S	U = -1.838ln(Q) - 2.2303
NonDir	U = -1.428ln(Q) + 4.0958

Ege Denizi 2 (40.75 N; 25.90 E)



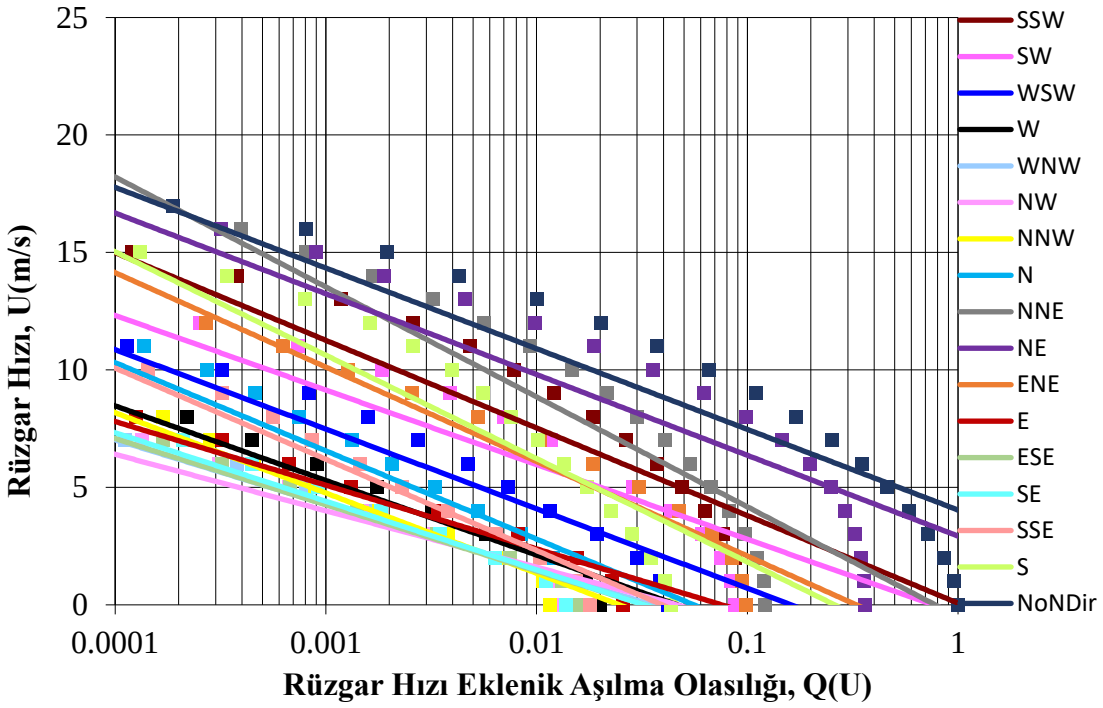
Yön	Denklem
SSW	U = -1.69ln(Q) - 0.5864
SW	U = -1.388ln(Q) - 0.761
WSW	U = -1.305ln(Q) - 2.3017
W	U = -1.252ln(Q) - 3.7252
WNW	U = -1.052ln(Q) - 3.1226
NW	U = -1.189ln(Q) - 4.2045
NNW	U = -1.526ln(Q) - 5.7189
N	U = -1.756ln(Q) - 5.4531
NNE	U = -1.817ln(Q) + 0.1721
NE	U = -1.515ln(Q) + 2.1818
ENE	U = -1.332ln(Q) - 0.7807
E	U = -1.193ln(Q) - 3.3916
ESE	U = -1.167ln(Q) - 4.1211
SE	U = -1.145ln(Q) - 3.882
SSE	U = -1.653ln(Q) - 5.4074
S	U = -1.911ln(Q) - 3.0769
NonDir	U = -1.601ln(Q) + 3.283

Ege Denizi 3 (40.50 N; 25.90 E)



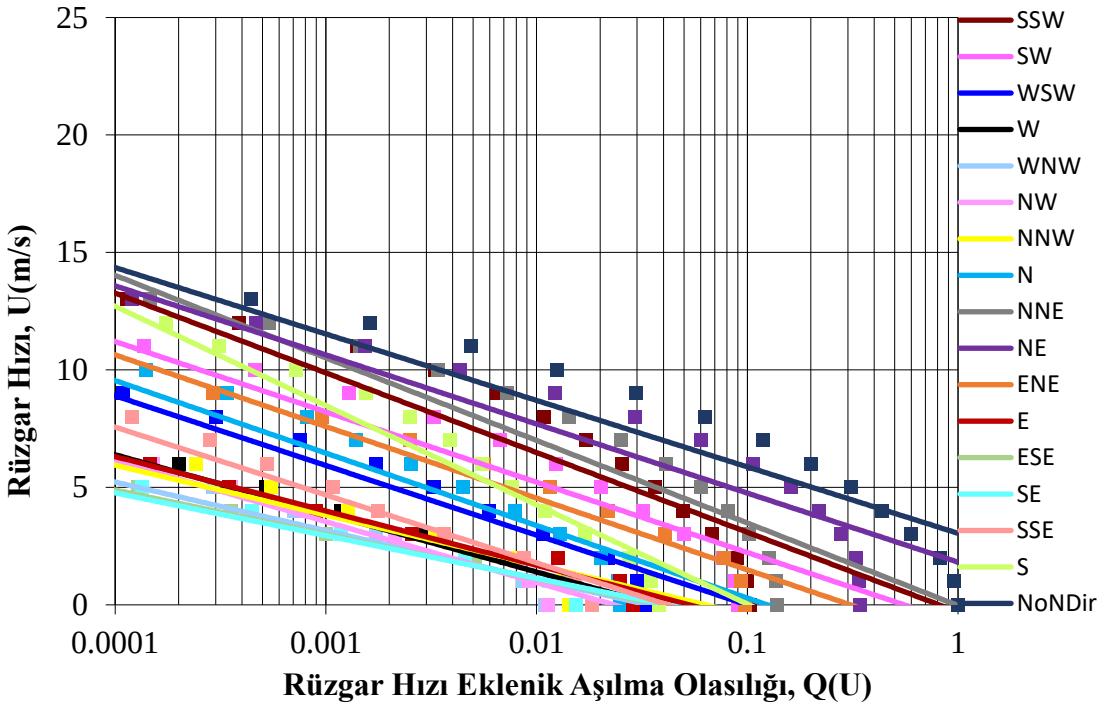
Yön	Denklem
SSW	U = -1.712ln(Q) - 0.035
SW	U = -1.571ln(Q) - 0.9553
WSW	U = -1.454ln(Q) - 2.1972
W	U = -1.453ln(Q) - 4.2272
WNW	U = -1.154ln(Q) - 3.4476
NW	U = -1.1ln(Q) - 3.3711
NNW	U = -1.573ln(Q) - 5.8338
N	U = -1.653ln(Q) - 4.2668
NNE	U = -2.005ln(Q) + 0.0211
NE	U = -1.613ln(Q) + 3.1293
ENE	U = -1.492ln(Q) - 0.376
E	U = -1.404ln(Q) - 3.9146
ESE	U = -1.204ln(Q) - 3.7782
SE	U = -1.403ln(Q) - 4.7852
SSE	U = -1.846ln(Q) - 5.9291
S	U = -1.866ln(Q) - 1.7544
NonDir	U = -1.596ln(Q) + 4.3088

Ege Denizi 4 (40.50 N; 26.20 E)



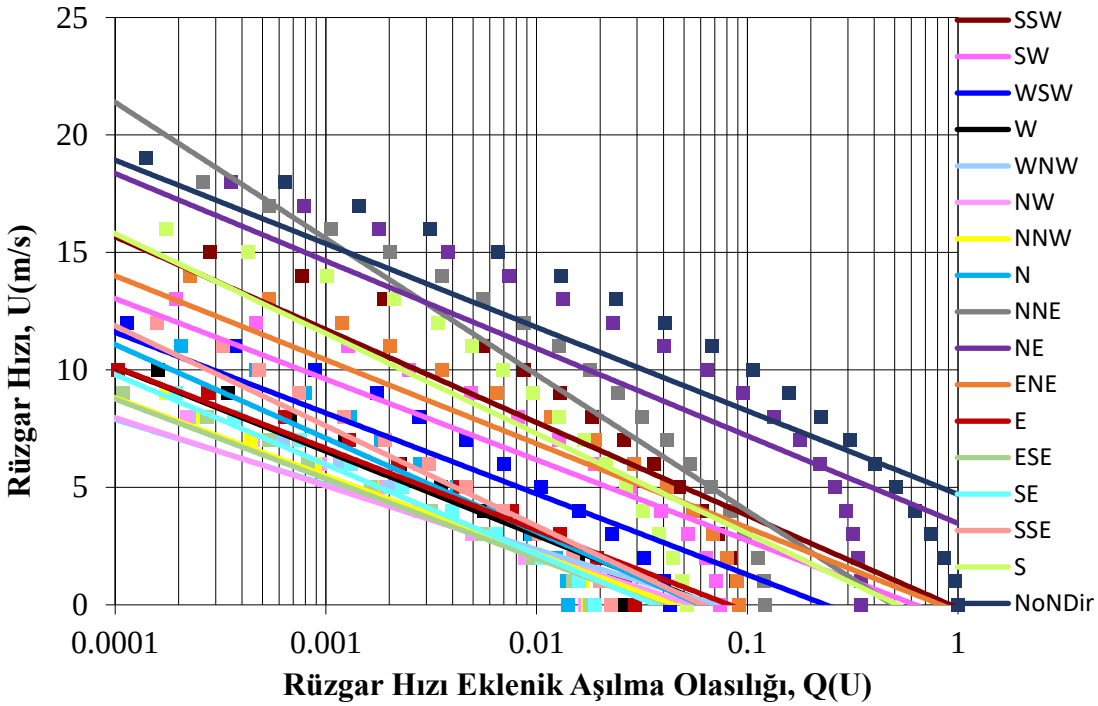
Yön	Denklem
SSW	U = -1.62ln(Q) + 0.0711
SW	U = -1.378ln(Q) - 0.378
WSW	U = -1.47ln(Q) - 2.6765
W	U = -1.379ln(Q) - 4.2329
WNW	U = -1.197ln(Q) - 4.0023
NW	U = -1.043ln(Q) - 3.2023
NNW	U = -1.484ln(Q) - 5.4933
N	U = -1.63ln(Q) - 4.7074
NNE	U = -2.032ln(Q) - 0.5054
NE	U = -1.493ln(Q) + 2.9292
ENE	U = -1.746ln(Q) - 1.94
E	U = -1.177ln(Q) - 3.0359
ESE	U = -1.225ln(Q) - 4.2001
SE	U = -1.268ln(Q) - 4.3483
SSE	U = -1.686ln(Q) - 5.4504
S	U = -1.911ln(Q) - 2.573
NonDir	U = -1.491ln(Q) + 4.0359

Ege Denizi 5 (40.50 N; 26.50 E)



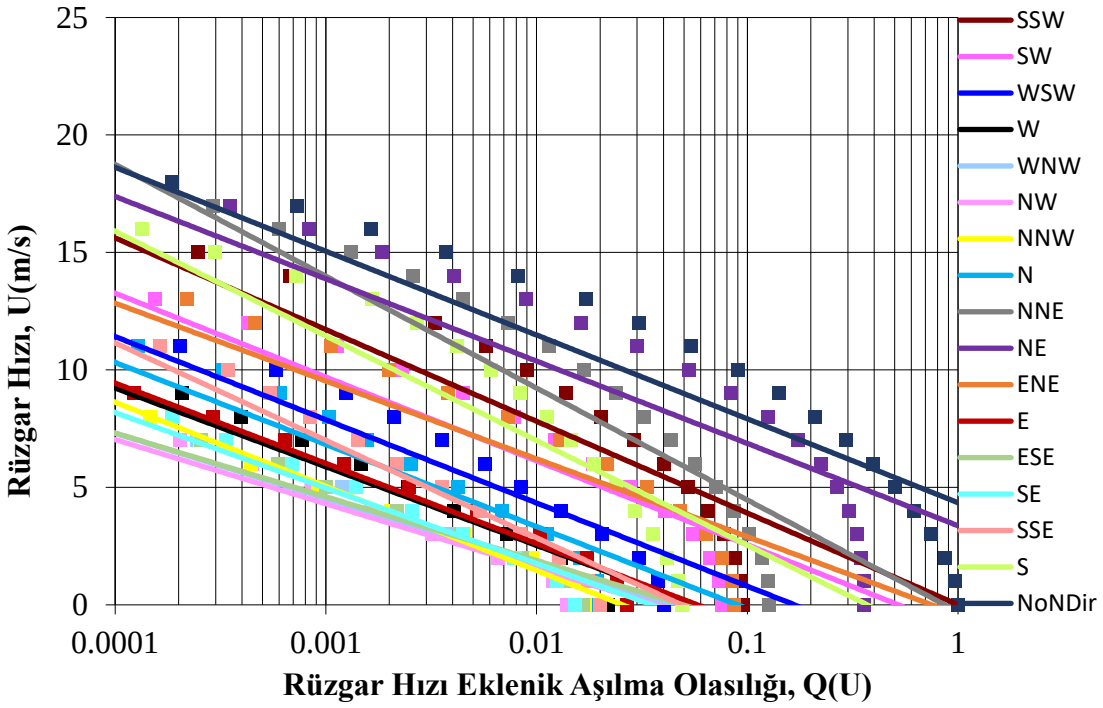
Yön	Denklem
SSW	U = -1.473ln(Q) - 0.3024
SW	U = -1.3ln(Q) - 0.7638
WSW	U = -1.288ln(Q) - 2.9639
W	U = -1.083ln(Q) - 3.5879
WNW	U = -0.898ln(Q) - 3.0478
NW	U = -1.125ln(Q) - 4.2298
NNW	U = -0.921ln(Q) - 2.5366
N	U = -1.34ln(Q) - 2.7934
NNE	U = -1.526ln(Q) - 0.0291
NE	U = -1.277ln(Q) + 1.8168
ENE	U = -1.324ln(Q) - 1.557
E	U = -1.006ln(Q) - 2.9502
ESE	U = -0.82ln(Q) - 2.6659
SE	U = -0.789ln(Q) - 2.5066
SSE	U = -1.254ln(Q) - 3.9817
S	U = -1.835ln(Q) - 4.1919
NonDir	U = -1.228ln(Q) + 3.0453

Ege Denizi 6 (40.25 N; 25.60 E)



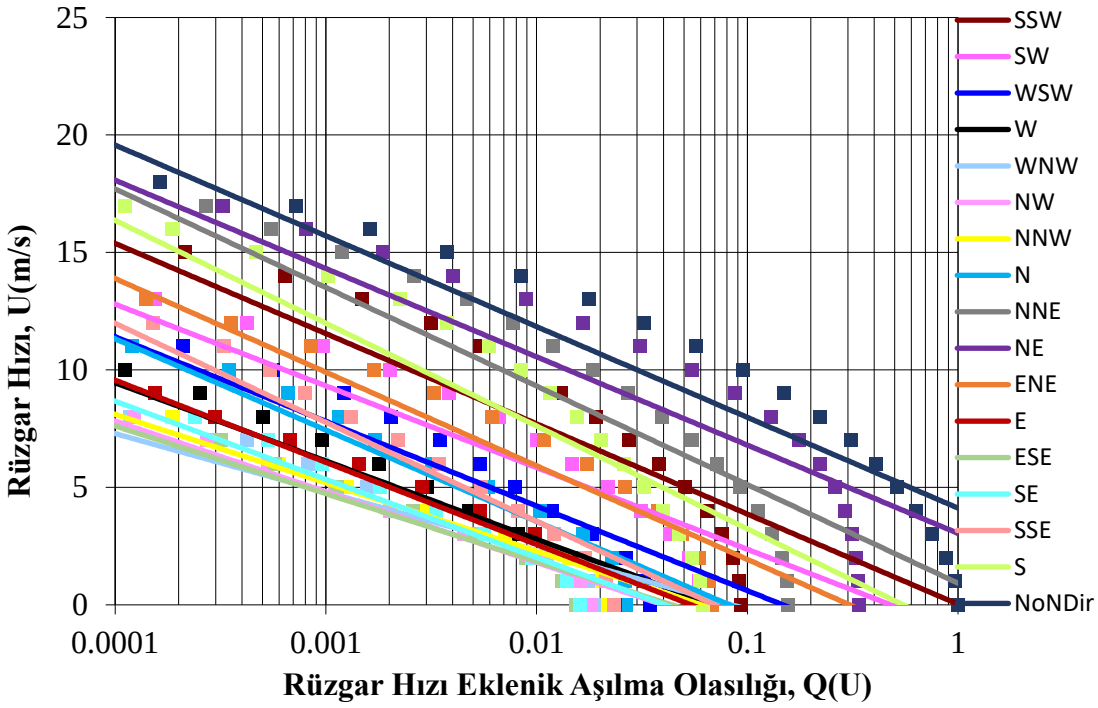
Yön	Denklem
SSW	U = -1.717ln(Q) - 0.1436
SW	U = -1.491ln(Q) - 0.6931
WSW	U = -1.494ln(Q) - 2.1558
W	U = -1.556ln(Q) - 4.205
WNW	U = -1.2ln(Q) - 3.1685
NW	U = -1.262ln(Q) - 3.6566
NNW	U = -1.44ln(Q) - 4.4536
N	U = -1.731ln(Q) - 4.8663
NNE	U = -2.517ln(Q) - 1.7968
NE	U = -1.616ln(Q) + 3.4717
ENE	U = -1.552ln(Q) - 0.2899
E	U = -1.509ln(Q) - 3.7688
ESE	U = -1.472ln(Q) - 4.7972
SE	U = -1.66ln(Q) - 5.4893
SSE	U = -1.849ln(Q) - 5.1575
S	U = -1.847ln(Q) - 1.2131
NonDir	U = -1.544ln(Q) + 4.7036

Ege Denizi 7 (40.25 N; 26.20 E)



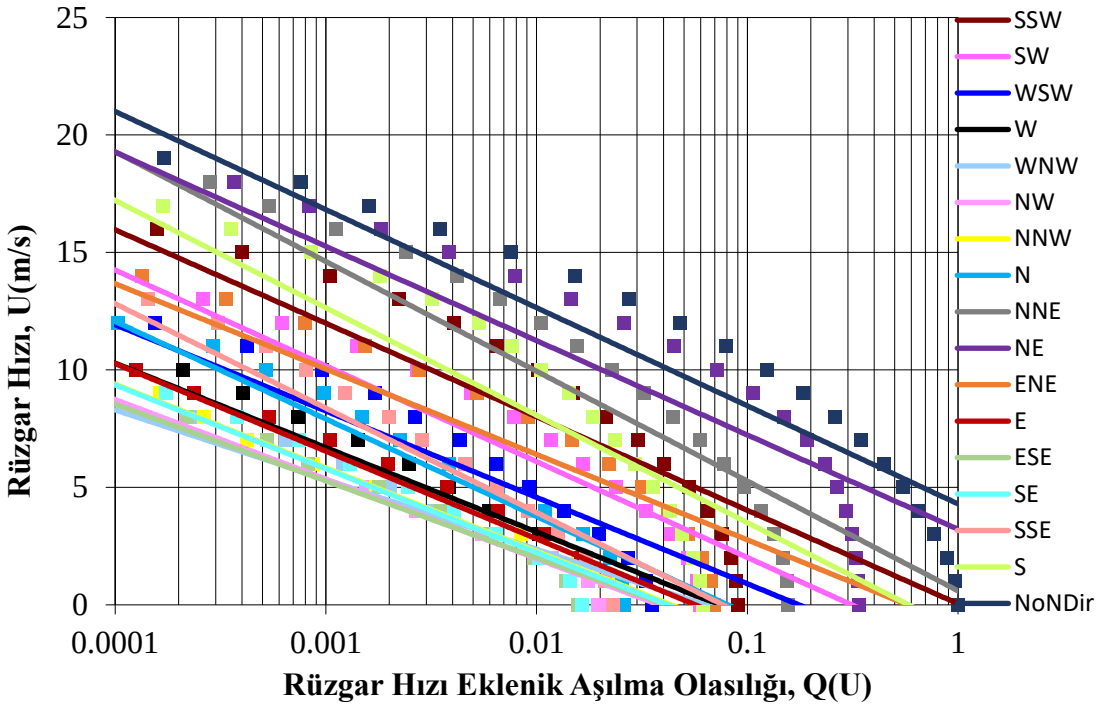
Yön	Denklem
SSW	U = -1.695ln(Q) + 0.0035
SW	U = -1.55ln(Q) - 1.0101
WSW	U = -1.538ln(Q) - 2.7456
W	U = -1.454ln(Q) - 4.1664
WNW	U = -1.206ln(Q) - 3.8061
NW	U = -1.187ln(Q) - 3.8997
NNW	U = -1.555ln(Q) - 5.7018
N	U = -1.517ln(Q) - 3.6571
NNE	U = -2.068ln(Q) - 0.2957
NE	U = -1.521ln(Q) + 3.368
ENE	U = -1.439ln(Q) - 0.4107
E	U = -1.484ln(Q) - 4.2263
ESE	U = -1.178ln(Q) - 3.5386
SE	U = -1.395ln(Q) - 4.6636
SSE	U = -1.801ln(Q) - 5.4394
S	U = -1.934ln(Q) - 1.9159
NonDir	U = -1.55ln(Q) + 4.3486

Ege Denizi 8 (40.00 N; 26.10 E)



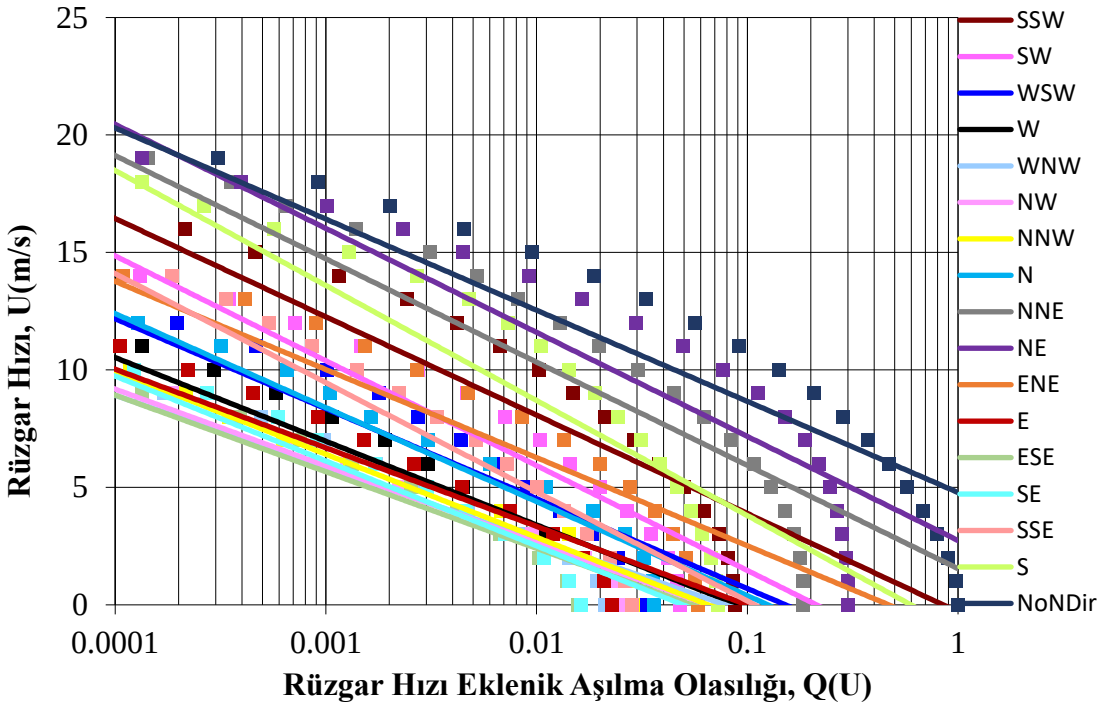
Yön	Denklem
SSW	U = -1.667ln(Q) + 0.0277
SW	U = -1.51ln(Q) - 1.1105
WSW	U = -1.564ln(Q) - 2.9953
W	U = -1.446ln(Q) - 3.8669
WNW	U = -1.082ln(Q) - 2.674
NW	U = -1.307ln(Q) - 4.2117
NNW	U = -1.264ln(Q) - 3.5398
N	U = -1.687ln(Q) - 4.2189
NNE	U = -1.822ln(Q) + 0.9227
NE	U = -1.632ln(Q) + 3.0432
ENE	U = -1.73ln(Q) - 2.0483
E	U = -1.519ln(Q) - 4.4293
ESE	U = -1.252ln(Q) - 3.914
SE	U = -1.444ln(Q) - 4.6332
SSE	U = -1.829ln(Q) - 4.8677
S	U = -1.9ln(Q) - 1.1406
NonDir	U = -1.678ln(Q) + 4.1187

Ege Denizi 9 (40.00 N; 25.90 E)



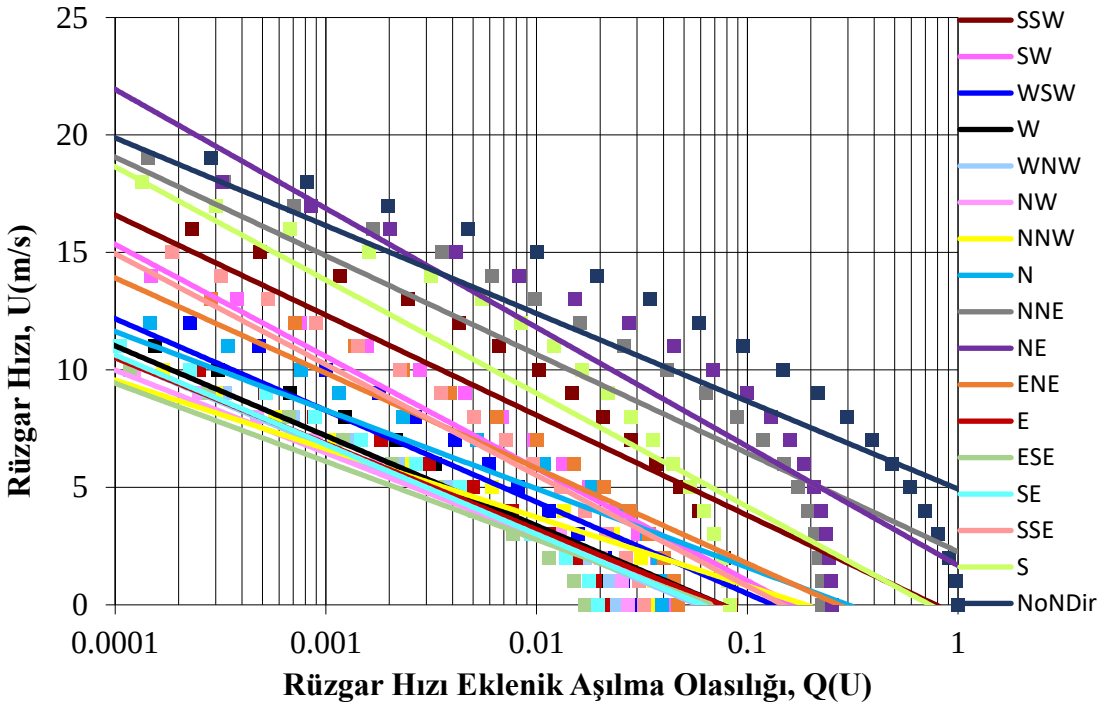
Yön	Denklem
SSW	U = -1.728ln(Q) + 0.0466
SW	U = -1.771ln(Q) - 2.0589
WSW	U = -1.596ln(Q) - 2.7761
W	U = -1.561ln(Q) - 4.0852
WNW	U = -1.288ln(Q) - 3.5622
NW	U = -1.471ln(Q) - 4.8067
NNW	U = -1.545ln(Q) - 4.8385
N	U = -1.802ln(Q) - 4.5355
NNE	U = -2.03ln(Q) + 0.5968
NE	U = -1.743ln(Q) + 3.22
ENE	U = -1.578ln(Q) - 0.8675
E	U = -1.619ln(Q) - 4.6467
ESE	U = -1.418ln(Q) - 4.5203
SE	U = -1.548ln(Q) - 4.902
SSE	U = -1.93ln(Q) - 4.9563
S	U = -1.985ln(Q) - 1.0683
NonDir	U = -1.814ln(Q) + 4.2968

Ege Denizi 10 (39.75 N; 25.90 E)



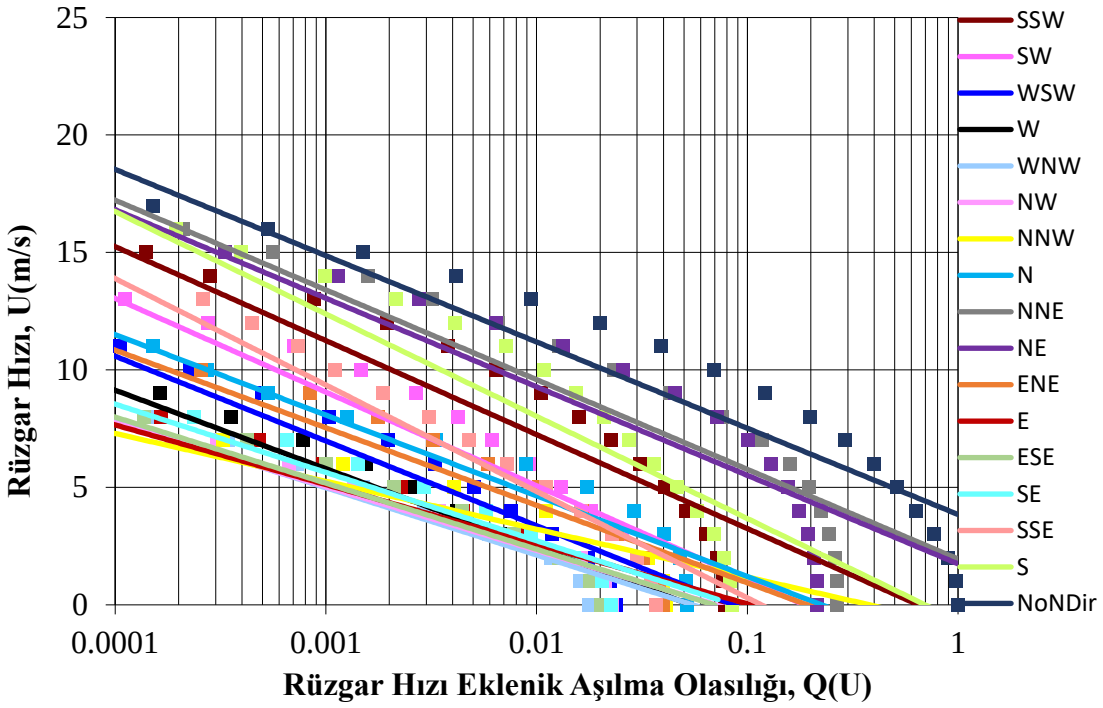
Yön	Denklem
SSW	U = -1.818ln(Q) - 0.2957
SW	U = -1.938ln(Q) - 2.9984
WSW	U = -1.662ln(Q) - 3.1318
W	U = -1.548ln(Q) - 3.7271
WNW	U = -1.338ln(Q) - 3.4032
NW	U = -1.419ln(Q) - 3.8922
NNW	U = -1.536ln(Q) - 4.1963
N	U = -1.738ln(Q) - 3.61
NNE	U = -1.909ln(Q) + 1.542
NE	U = -1.923ln(Q) + 2.7428
ENE	U = -1.628ln(Q) - 1.2321
E	U = -1.453ln(Q) - 3.351
ESE	U = -1.416ln(Q) - 4.1173
SE	U = -1.569ln(Q) - 4.7181
SSE	U = -2.018ln(Q) - 4.482
S	U = -2.126ln(Q) - 1.0933
NonDir	U = -1.684ln(Q) + 4.7844

Ege Denizi 11 (39.50 N; 25.90 E)



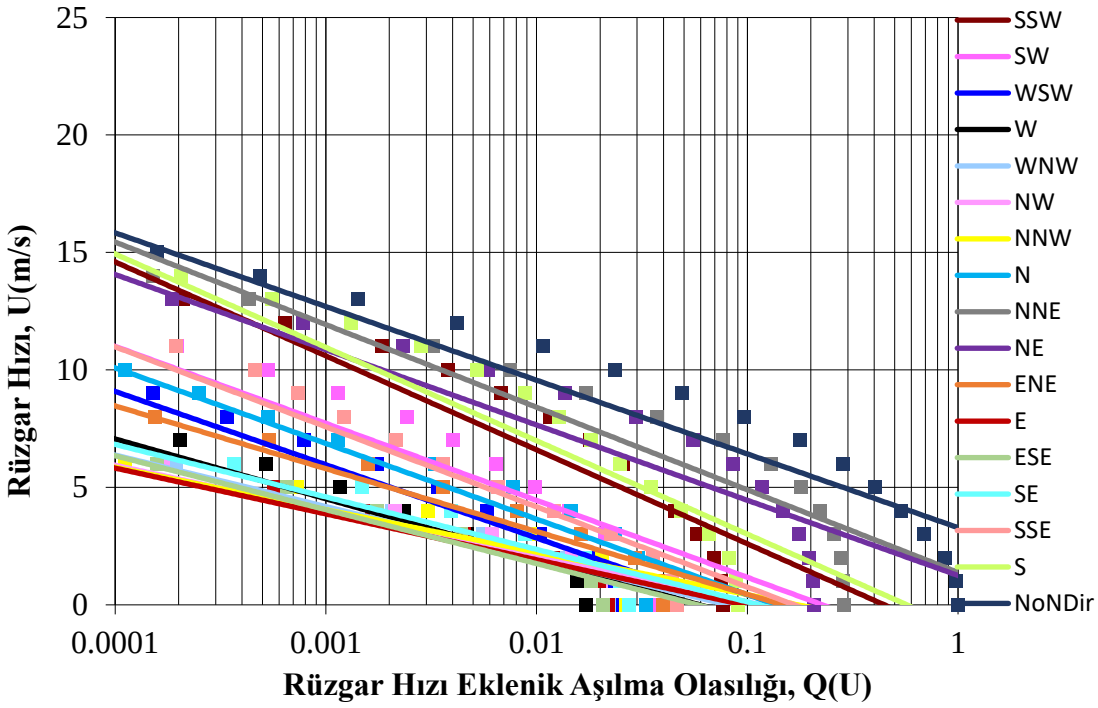
Yön	Denklem
SSW	U = -1.85ln(Q) - 0.4504
SW	U = -2.072ln(Q) - 3.7407
WSW	U = -1.694ln(Q) - 3.424
W	U = -1.662ln(Q) - 4.2819
WNW	U = -1.653ln(Q) - 4.7011
NW	U = -1.529ln(Q) - 4.0942
NNW	U = -1.267ln(Q) - 2.1069
N	U = -1.453ln(Q) - 1.7479
NNE	U = -1.824ln(Q) + 2.2592
NE	U = -2.2ln(Q) + 1.6779
ENE	U = -1.759ln(Q) - 2.2878
E	U = -1.587ln(Q) - 4.1021
ESE	U = -1.445ln(Q) - 3.8783
SE	U = -1.657ln(Q) - 4.6231
SSE	U = -2.048ln(Q) - 3.9191
S	U = -2.094ln(Q) - 0.6453
NonDir	U = -1.623ln(Q) + 4.929

Ege Denizi 12 (39.50 N; 26.50 E)



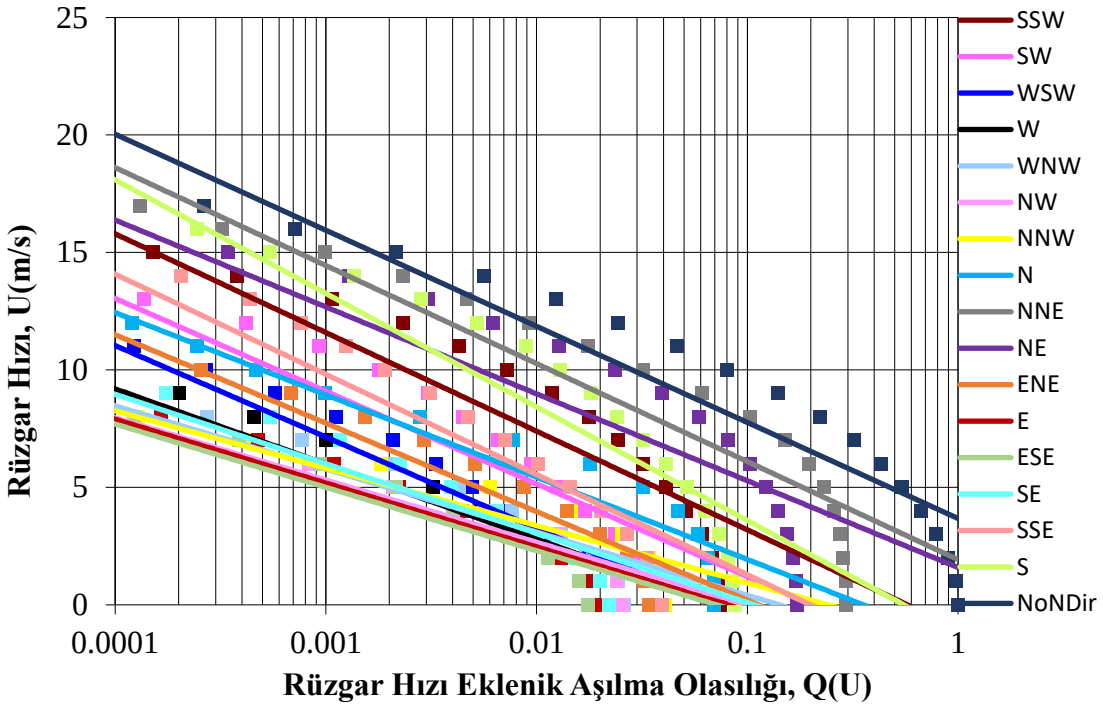
Yön	Denklem
SSW	U = -1.738ln(Q) - 0.7545
SW	U = -1.732ln(Q) - 2.9109
WSW	U = -1.567ln(Q) - 3.8459
W	U = -1.452ln(Q) - 4.2358
WNW	U = -1.243ln(Q) - 3.6018
NW	U = -1.18ln(Q) - 3.1194
NNW	U = -0.885ln(Q) - 0.8537
N	U = -1.49ln(Q) - 2.2215
NNE	U = -1.658ln(Q) + 1.9499
NE	U = -1.637ln(Q) + 1.7457
ENE	U = -1.433ln(Q) - 2.3629
E	U = -1.102ln(Q) - 2.4946
ESE	U = -1.221ln(Q) - 3.2551
SE	U = -1.263ln(Q) - 3.0856
SSE	U = -1.967ln(Q) - 4.2312
S	U = -1.89ln(Q) - 0.6771
NonDir	U = -1.595ln(Q) + 3.8471

Ege Denizi 13 (39.50 N; 26.80 E)



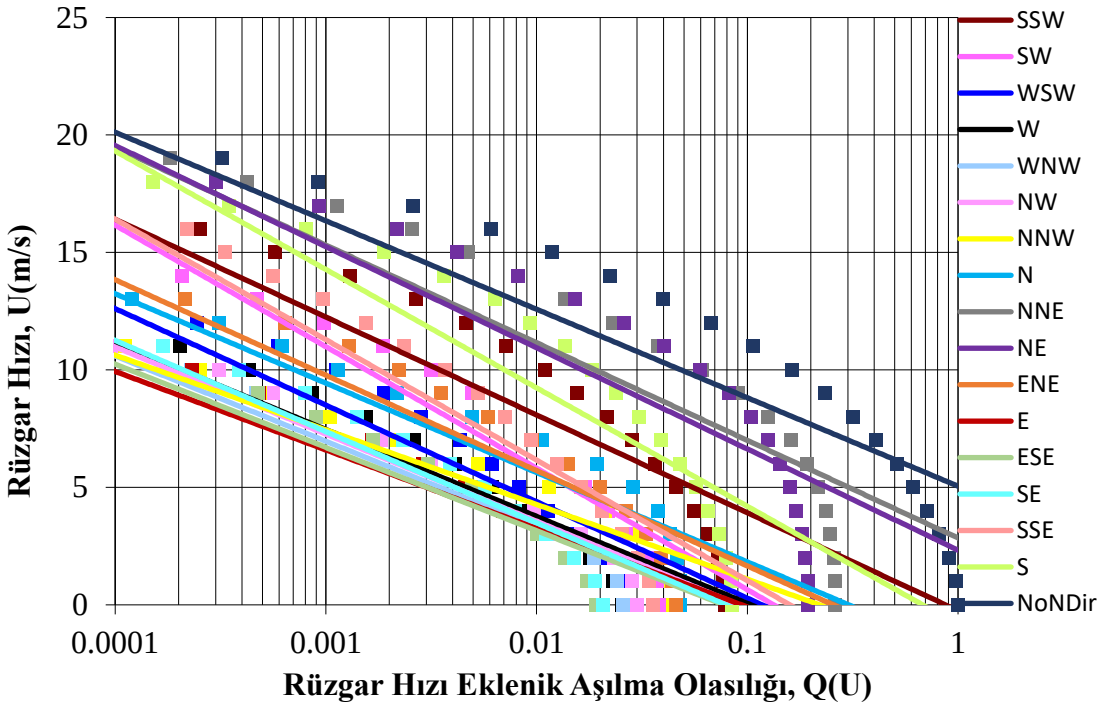
Yön	Denklem
SSW	U = -1.737ln(Q) - 1.3981
SW	U = -1.423ln(Q) - 2.106
WSW	U = -1.355ln(Q) - 3.3967
W	U = -1.106ln(Q) - 3.1202
WNW	U = -0.954ln(Q) - 2.4045
NW	U = -0.842ln(Q) - 1.8166
NNW	U = -0.785ln(Q) - 1.3716
N	U = -1.398ln(Q) - 2.7898
NNE	U = -1.526ln(Q) + 1.3827
NE	U = -1.391ln(Q) + 1.251
ENE	U = -1.161ln(Q) - 2.2254
E	U = -0.848ln(Q) - 1.9851
ESE	U = -0.997ln(Q) - 2.8351
SE	U = -0.97ln(Q) - 2.1068
SSE	U = -1.48ln(Q) - 2.6484
S	U = -1.726ln(Q) - 0.9636
NonDir	U = -1.362ln(Q) + 3.2881

Ege Denizi 14 (39.25 N; 26.50 E)



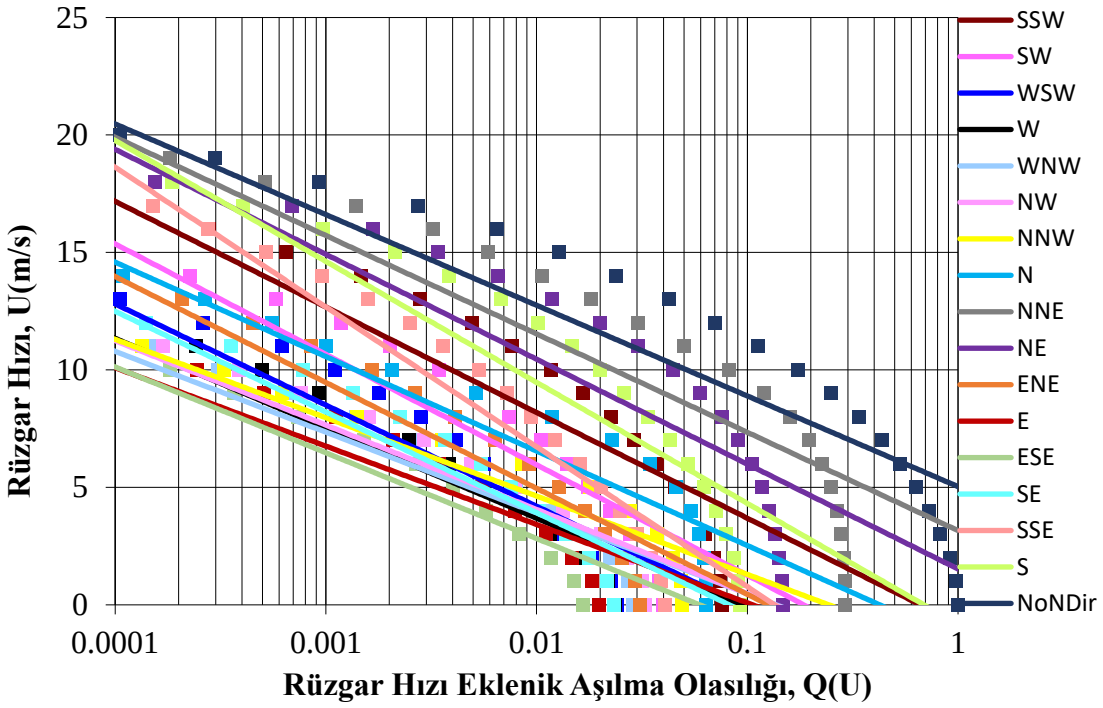
Yön	Denklem
SSW	U = -1.824ln(Q) - 1.0064
SW	U = -1.714ln(Q) - 2.749
WSW	U = -1.691ln(Q) - 4.5376
W	U = -1.388ln(Q) - 3.5945
WNW	U = -1.167ln(Q) - 2.2757
NW	U = -1.151ln(Q) - 2.6375
NNW	U = -1.06ln(Q) - 1.5041
N	U = -1.521ln(Q) - 1.5715
NNE	U = -1.812ln(Q) + 1.9259
NE	U = -1.606ln(Q) + 1.5872
ENE	U = -1.635ln(Q) - 3.561
E	U = -1.179ln(Q) - 2.9641
ESE	U = -1.171ln(Q) - 3.0892
SE	U = -1.283ln(Q) - 2.86
SSE	U = -1.851ln(Q) - 2.9779
S	U = -2.099ln(Q) - 1.2406
NonDir	U = -1.776ln(Q) + 3.6819

Ege Denizi 15 (39.25 N; 25.80 E)



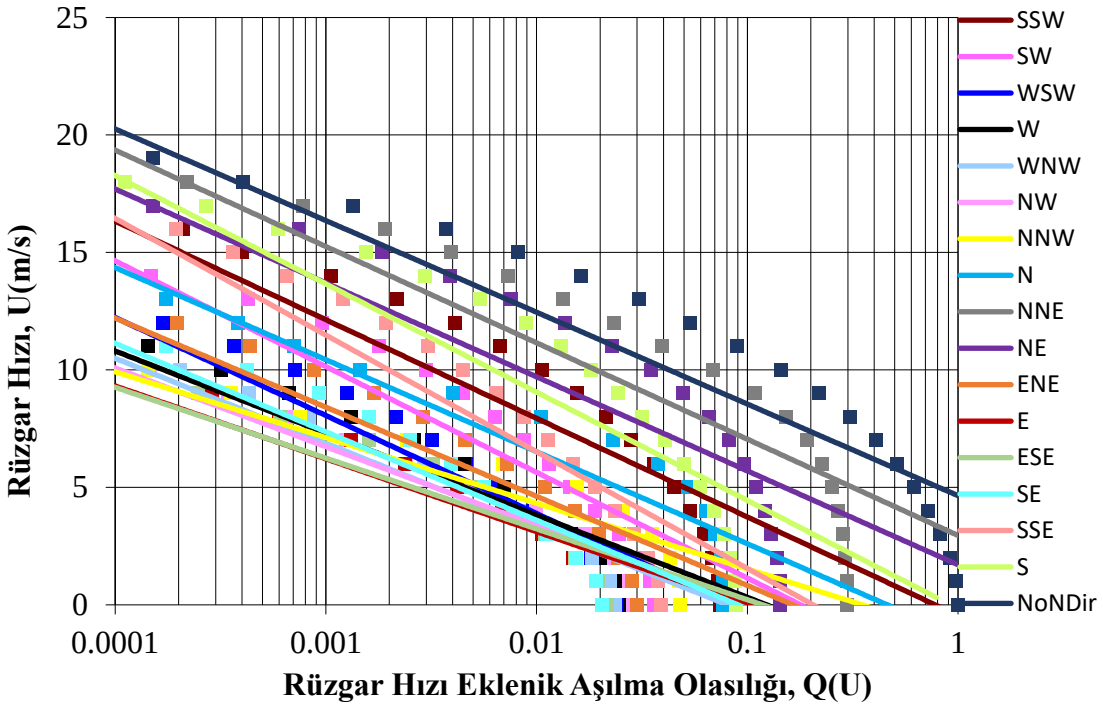
Yön	Denklem
SSW	U = -1.809ln(Q) - 0.2458
SW	U = -2.246ln(Q) - 4.5227
WSW	U = -1.784ln(Q) - 3.8228
W	U = -1.607ln(Q) - 3.6346
WNW	U = -1.575ln(Q) - 3.9157
NW	U = -1.611ln(Q) - 3.8616
NNW	U = -1.381ln(Q) - 2.0885
N	U = -1.652ln(Q) - 1.9741
NNE	U = -1.805ln(Q) + 2.8453
NE	U = -1.87ln(Q) + 2.3287
ENE	U = -1.763ln(Q) - 2.4054
E	U = -1.451ln(Q) - 3.4309
ESE	U = -1.541ln(Q) - 3.9431
SE	U = -1.686ln(Q) - 4.2768
SSE	U = -2.226ln(Q) - 4.0902
S	U = -2.189ln(Q) - 0.8436
NonDir	U = -1.635ln(Q) + 5.0521

Ege Denizi16 (39.00 N; 25.90 E)



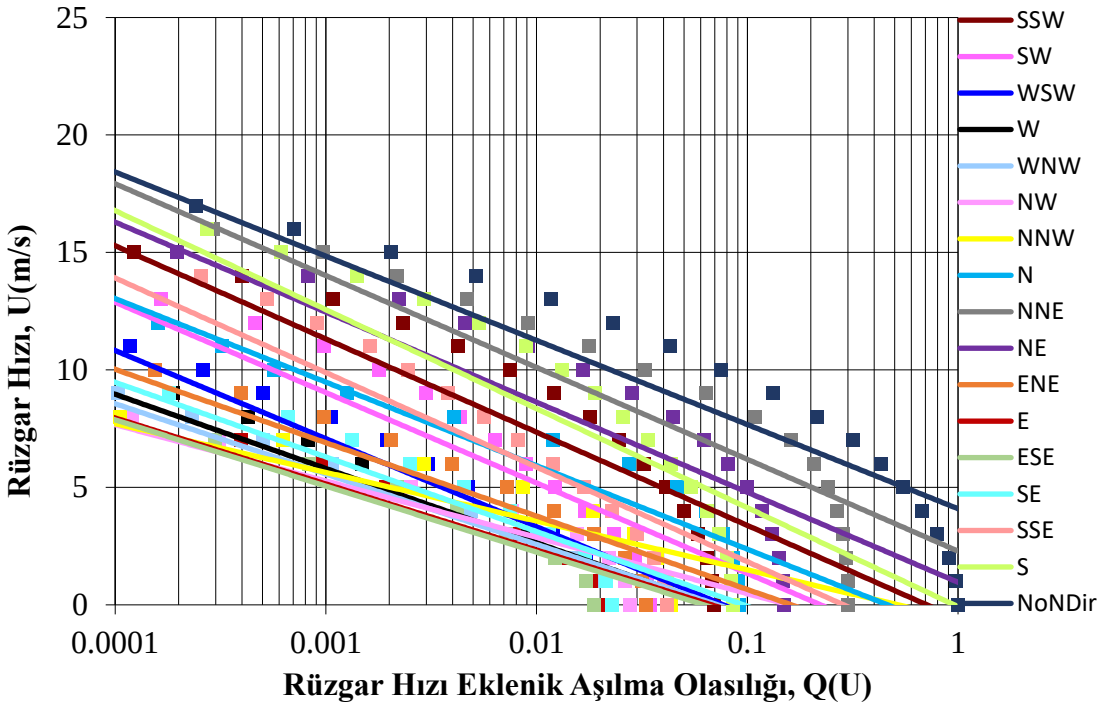
Yön	Denklem
SSW	U = -1.952ln(Q) - 0.8055
SW	U = -2.041ln(Q) - 3.4381
WSW	U = -1.87ln(Q) - 4.4156
W	U = -1.662ln(Q) - 3.9655
WNW	U = -1.493ln(Q) - 2.9649
NW	U = -1.559ln(Q) - 3.1187
NNW	U = -1.449ln(Q) - 2.0416
N	U = -1.746ln(Q) - 1.4943
NNE	U = -1.818ln(Q) + 3.1594
NE	U = -1.939ln(Q) + 1.5271
ENE	U = -1.957ln(Q) - 4.0549
E	U = -1.448ln(Q) - 3.2482
ESE	U = -1.585ln(Q) - 4.4735
SE	U = -1.862ln(Q) - 4.6523
SSE	U = -2.584ln(Q) - 5.1759
S	U = -2.236ln(Q) - 0.8299
NonDir	U = -1.676ln(Q) + 5.0341

Ege Denizi 17 (39.00 N; 26.20 E)



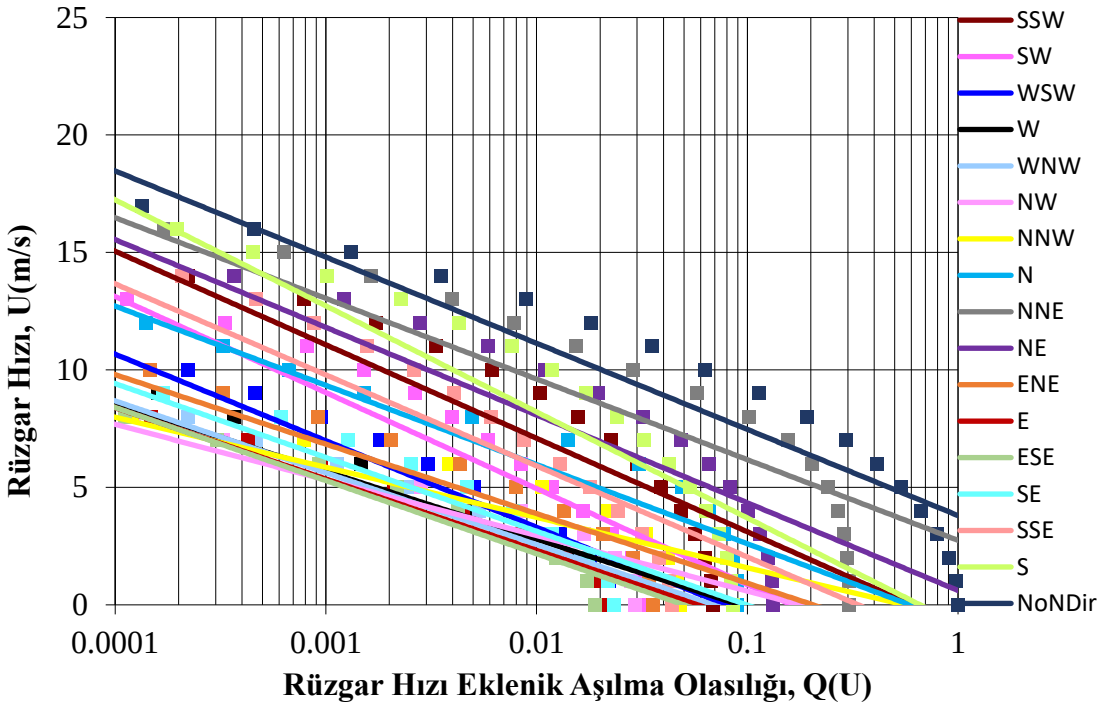
Yön	Denklem
SSW	U = -1.822ln(Q) - 0.4527
SW	U = -1.954ln(Q) - 3.3597
WSW	U = -1.811ln(Q) - 4.4548
W	U = -1.518ln(Q) - 3.1731
WNW	U = -1.568ln(Q) - 3.954
NW	U = -1.455ln(Q) - 3.3165
NNW	U = -1.215ln(Q) - 1.2689
N	U = -1.701ln(Q) - 1.3145
NNE	U = -1.781ln(Q) + 2.952
NE	U = -1.737ln(Q) + 1.7069
ENE	U = -1.647ln(Q) - 2.9674
E	U = -1.347ln(Q) - 3.0869
ESE	U = -1.308ln(Q) - 2.7923
SE	U = -1.636ln(Q) - 3.934
SSE	U = -2.157ln(Q) - 3.4173
S	U = -2.001ln(Q) - 0.1587
NonDir	U = -1.695ln(Q) + 4.6486

Ege Denizi 18 (39.00 N; 26.80 E)



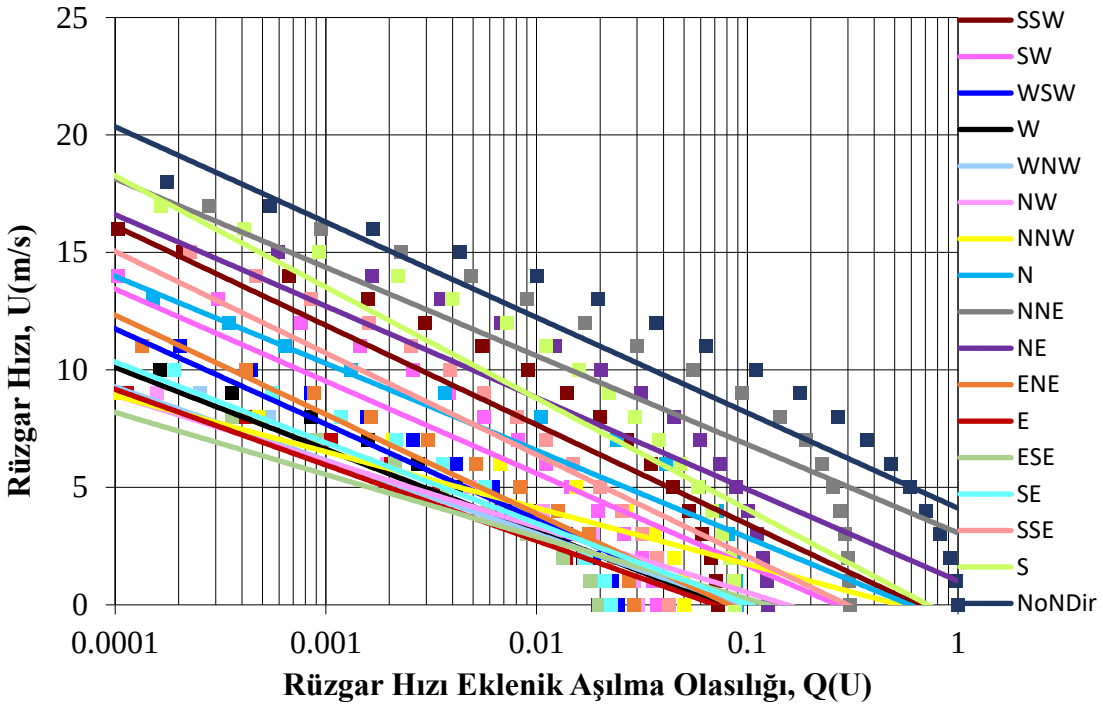
Yön	Denklem
SSW	U = -1.723ln(Q) - 0.5862
SW	U = -1.671ln(Q) - 2.5069
WSW	U = -1.629ln(Q) - 4.1794
W	U = -1.372ln(Q) - 3.6724
WNW	U = -1.3ln(Q) - 3.4158
NW	U = -1.041ln(Q) - 1.9206
NNW	U = -0.901ln(Q) - 0.5832
N	U = -1.544ln(Q) - 1.1882
NNE	U = -1.698ln(Q) + 2.2874
NE	U = -1.664ln(Q) + 0.9617
ENE	U = -1.356ln(Q) - 2.4669
E	U = -1.22ln(Q) - 3.2863
ESE	U = -1.223ln(Q) - 3.3951
SE	U = -1.38ln(Q) - 3.2347
SSE	U = -1.748ln(Q) - 2.1864
S	U = -1.83ln(Q) - 0.0773
NonDir	U = -1.556ln(Q) + 4.0928

Ege Denizi 19 (38.75 N; 26.80 E)



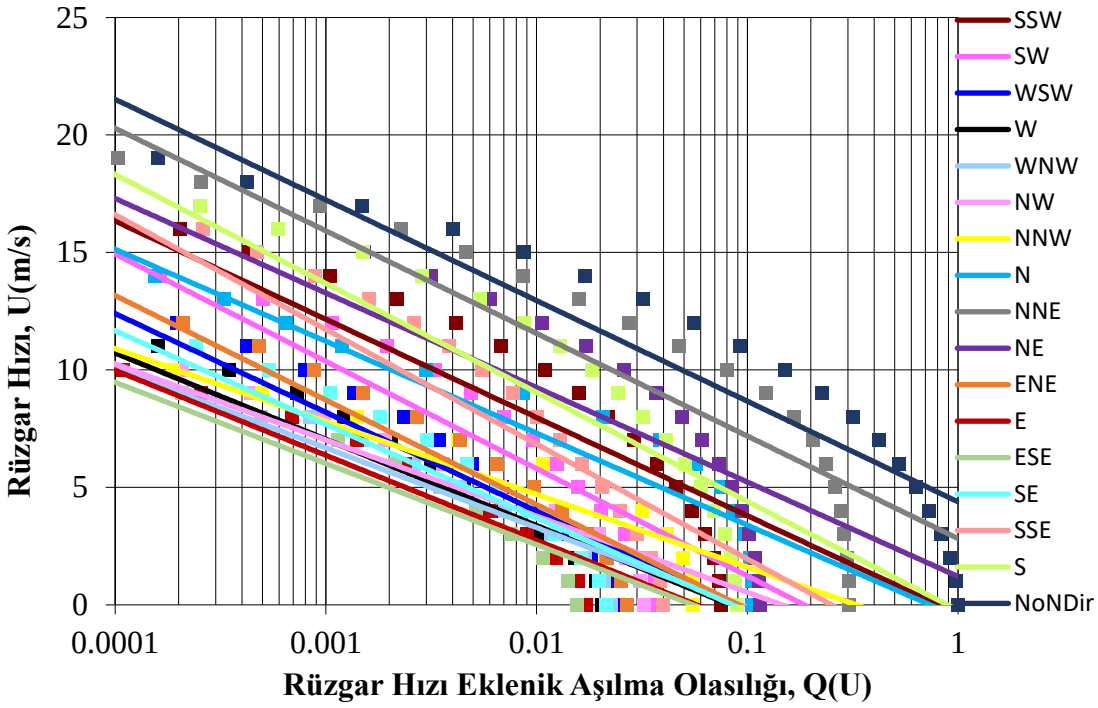
Yön	Denklem
SSW	U = -1.728ln(Q) - 0.8684
SW	U = -1.775ln(Q) - 3.2231
WSW	U = -1.6ln(Q) - 4.0664
W	U = -1.257ln(Q) - 2.995
WNW	U = -1.328ln(Q) - 3.5539
NW	U = -1.028ln(Q) - 1.7816
NNW	U = -0.927ln(Q) - 0.5492
N	U = -1.464ln(Q) - 0.769
NNE	U = -1.491ln(Q) + 2.7474
NE	U = -1.621ln(Q) + 0.6113
ENE	U = -1.285ln(Q) - 2.033
E	U = -1.319ln(Q) - 3.7521
ESE	U = -1.352ln(Q) - 4.0512
SE	U = -1.365ln(Q) - 3.152
SSE	U = -1.682ln(Q) - 1.8344
S	U = -1.96ln(Q) - 0.8117
NonDir	U = -1.593ln(Q) + 3.8011

Ege Denizi 20 (38.75 N; 26.50 E)



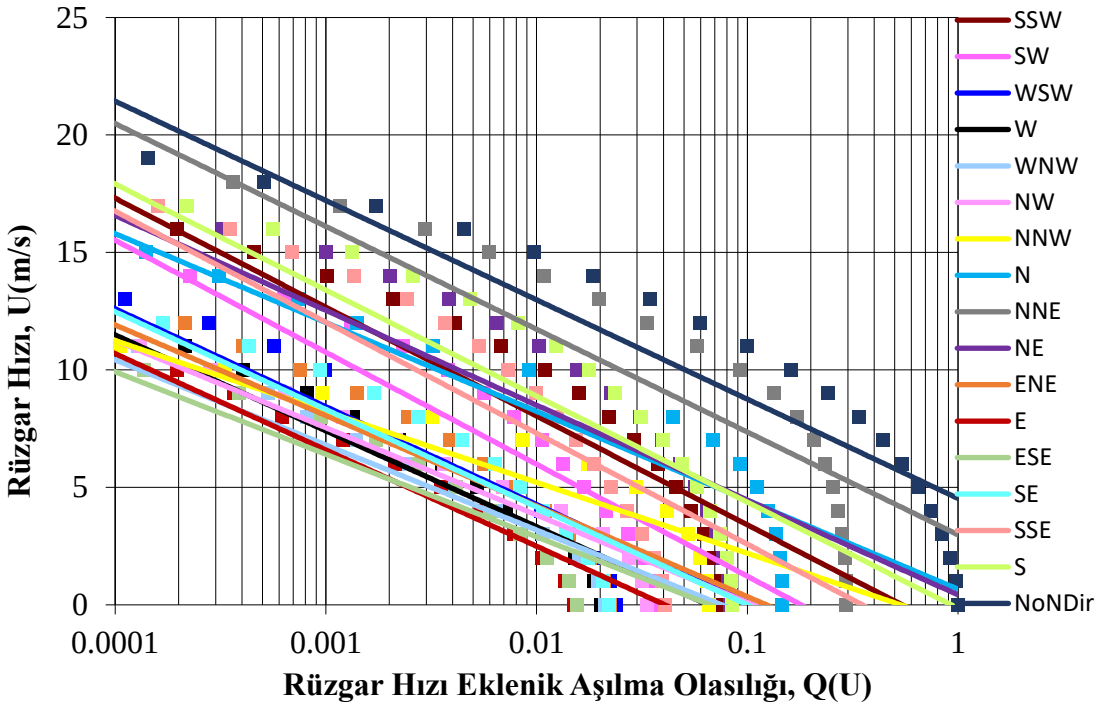
Yön	Denklem
SSW	U = -1.837ln(Q) - 0.7967
SW	U = -1.703ln(Q) - 2.2453
WSW	U = -1.762ln(Q) - 4.4834
W	U = -1.514ln(Q) - 3.8355
WNW	U = -1.357ln(Q) - 3.2206
NW	U = -1.216ln(Q) - 2.2717
NNW	U = -1.039ln(Q) - 0.6629
N	U = -1.61ln(Q) - 0.8454
NNE	U = -1.636ln(Q) + 3.0625
NE	U = -1.693ln(Q) + 1.019
ENE	U = -1.836ln(Q) - 4.5793
E	U = -1.398ln(Q) - 3.7059
ESE	U = -1.149ln(Q) - 2.3904
SE	U = -1.491ln(Q) - 3.4009
SSE	U = -1.88ln(Q) - 2.2697
S	U = -2.054ln(Q) - 0.669
NonDir	U = -1.763ln(Q) + 4.1143

Ege Denizi 21 (38.75 N; 26.20 E)



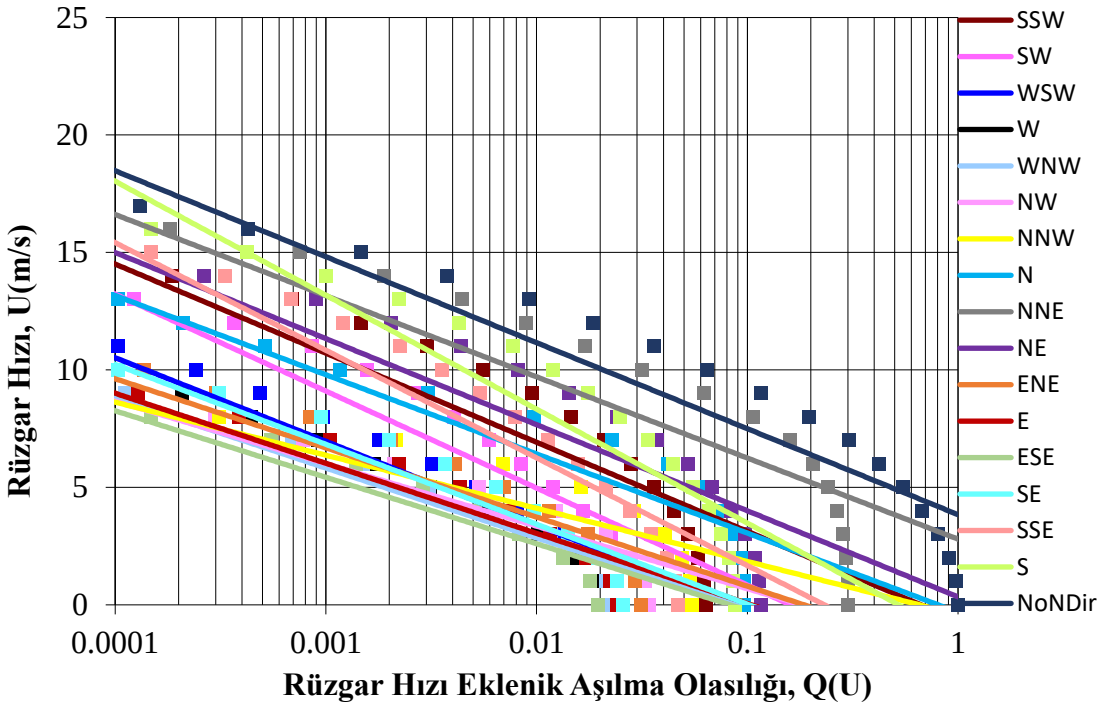
Yön	Denklem
SSW	U = -1.816ln(Q) - 0.388
SW	U = -1.983ln(Q) - 3.3379
WSW	U = -1.826ln(Q) - 4.4187
W	U = -1.594ln(Q) - 3.9685
WNW	U = -1.474ln(Q) - 3.5004
NW	U = -1.407ln(Q) - 2.7065
NNW	U = -1.346ln(Q) - 1.4974
N	U = -1.699ln(Q) - 0.5181
NNE	U = -1.896ln(Q) + 2.8212
NE	U = -1.747ln(Q) + 1.2078
ENE	U = -1.932ln(Q) - 4.6307
E	U = -1.571ln(Q) - 4.4891
ESE	U = -1.501ln(Q) - 4.3506
SE	U = -1.729ln(Q) - 4.2637
SSE	U = -2.121ln(Q) - 2.9317
S	U = -2.014ln(Q) - 0.2338
NonDir	U = -1.86ln(Q) + 4.3847

Ege Denizi 22 (38.50 N; 26.20 E)



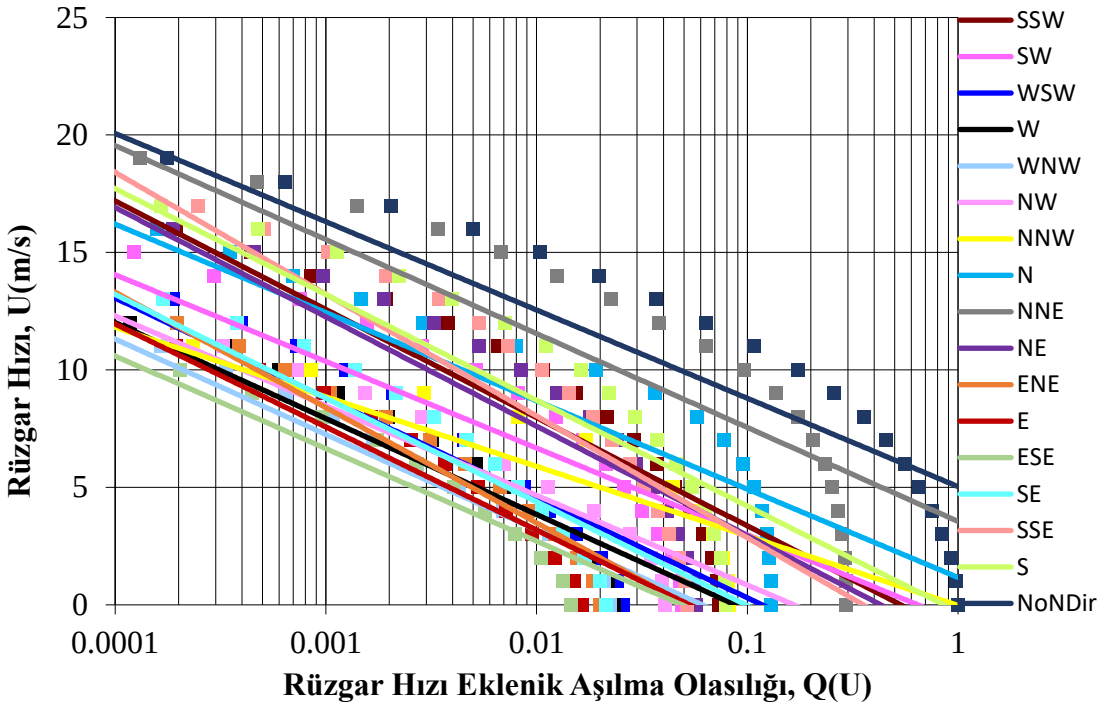
Yön	Denklem
SSW	U = -2.013ln(Q) - 1.232
SW	U = -2.07ln(Q) - 3.5483
WSW	U = -1.809ln(Q) - 4.0629
W	U = -1.773ln(Q) - 4.8375
WNW	U = -1.573ln(Q) - 4.0588
NW	U = -1.614ln(Q) - 3.6092
NNW	U = -1.31ln(Q) - 0.8206
N	U = -1.643ln(Q) + 0.6675
NNE	U = -1.9ln(Q) + 2.981
NE	U = -1.753ln(Q) + 0.4259
ENE	U = -1.674ln(Q) - 3.5032
E	U = -1.78ln(Q) - 5.7005
ESE	U = -1.525ln(Q) - 4.1252
SE	U = -1.806ln(Q) - 4.1549
SSE	U = -2.051ln(Q) - 2.142
S	U = -1.959ln(Q) - 0.1412
NonDir	U = -1.836ln(Q) + 4.5296

Ege Denizi 23 (38.50 N; 26.80 E)



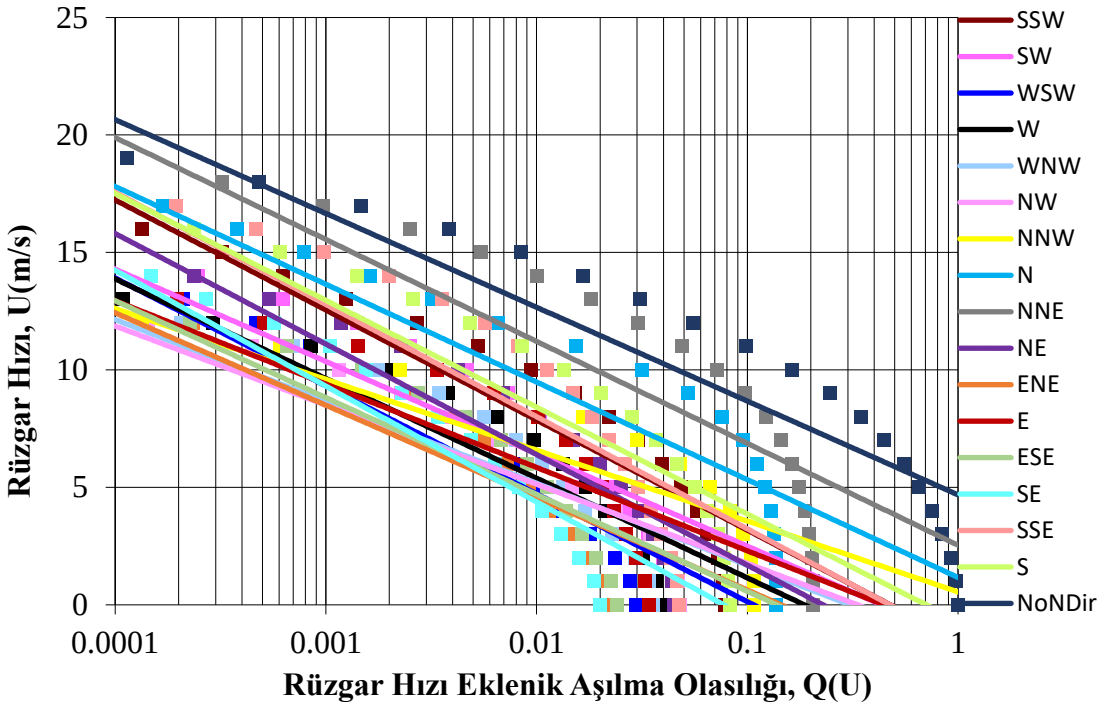
Yön	Denklem
SSW	U = -1.647ln(Q) - 0.6647
SW	U = -1.793ln(Q) - 3.284
WSW	U = -1.546ln(Q) - 3.7219
W	U = -1.3ln(Q) - 3.0802
WNW	U = -1.292ln(Q) - 3.1001
NW	U = -1.156ln(Q) - 1.9726
NNW	U = -0.982ln(Q) - 0.4115
N	U = -1.464ln(Q) - 0.3151
NNE	U = -1.5ln(Q) + 2.7975
NE	U = -1.591ln(Q) + 0.3406
ENE	U = -1.278ln(Q) - 2.1502
E	U = -1.295ln(Q) - 2.9226
ESE	U = -1.229ln(Q) - 3.0592
SE	U = -1.477ln(Q) - 3.3717
SSE	U = -1.99ln(Q) - 2.9066
S	U = -2.106ln(Q) - 1.3686
NonDir	U = -1.589ln(Q) + 3.8391

Ege Denizi 24 (38.25 N; 26.20 E)



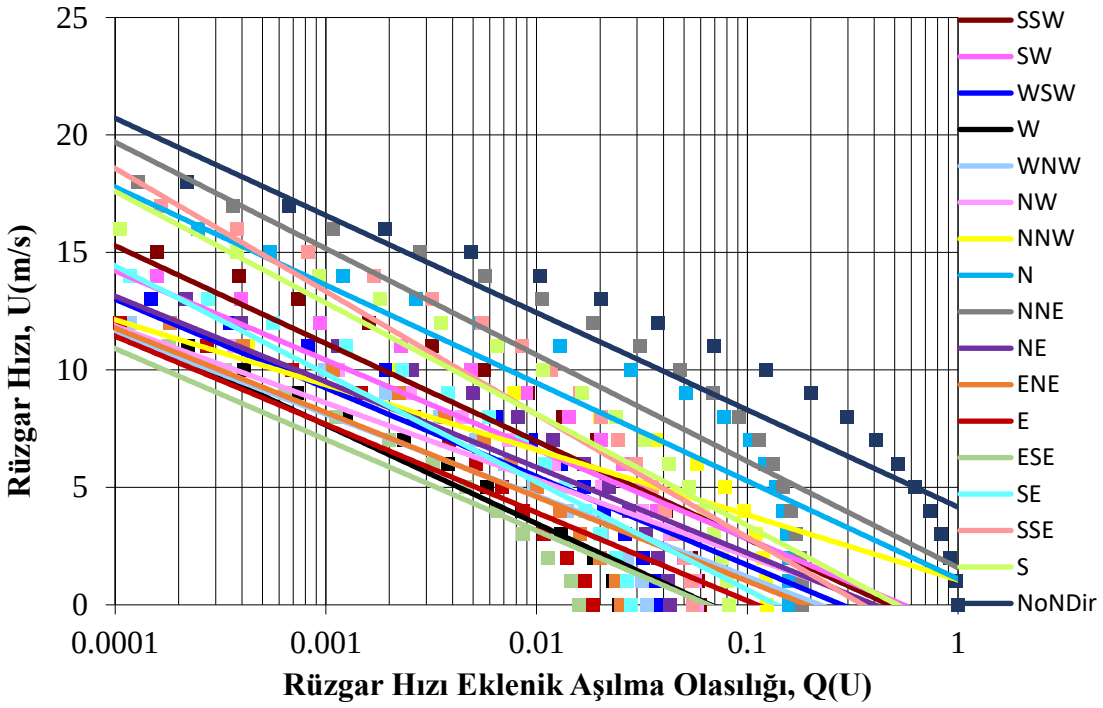
Yön	Denklem
SSW	U = -2.001ln(Q) - 1.2487
SW	U = -1.602ln(Q) - 0.7024
WSW	U = -1.847ln(Q) - 3.9556
W	U = -1.773ln(Q) - 4.3184
WNW	U = -1.763ln(Q) - 4.9292
NW	U = -1.658ln(Q) - 2.9722
NNW	U = -1.286ln(Q) - 0.0259
N	U = -1.632ln(Q) + 1.1676
NNE	U = -1.737ln(Q) + 3.5508
NE	U = -2.022ln(Q) - 1.7048
ENE	U = -2.132ln(Q) - 6.3267
E	U = -1.905ln(Q) - 5.5881
ESE	U = -1.711ln(Q) - 5.1686
SE	U = -1.916ln(Q) - 4.438
SSE	U = -2.252ln(Q) - 2.3302
S	U = -1.955ln(Q) - 0.2968
NonDir	U = -1.632ln(Q) + 5.0355

Ege Denizi 25 (38.00 N; 26.20 E)



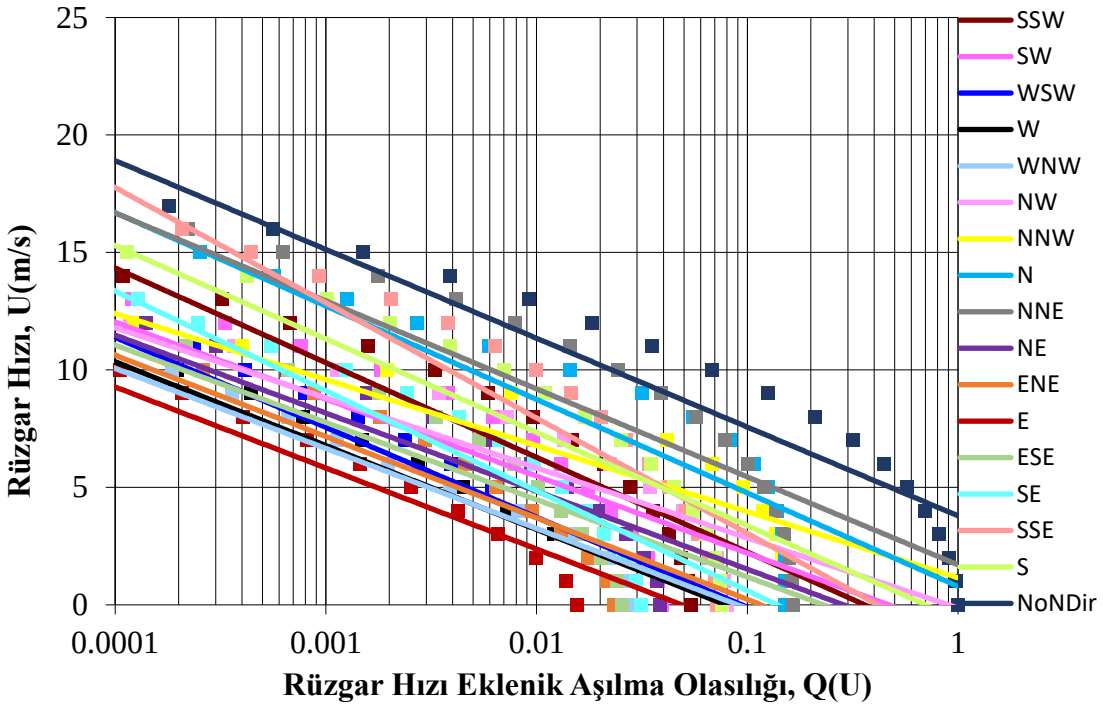
Yön	Denklem
SSW	U = -2.034ln(Q) - 1.5033
SW	U = -1.706ln(Q) - 1.4283
WSW	U = -1.994ln(Q) - 4.455
W	U = -1.842ln(Q) - 3.0931
WNW	U = -1.513ln(Q) - 1.7921
NW	U = -1.462ln(Q) - 1.602
NNW	U = -1.309ln(Q) + 0.5543
N	U = -1.806ln(Q) + 1.1671
NNE	U = -1.884ln(Q) + 2.5359
NE	U = -2.042ln(Q) - 3.0077
ENE	U = -1.708ln(Q) - 3.2998
E	U = -1.541ln(Q) - 1.2484
ESE	U = -1.79ln(Q) - 3.5435
SE	U = -2.14ln(Q) - 5.4739
SSE	U = -2.074ln(Q) - 1.5403
S	U = -1.975ln(Q) - 0.6829
NonDir	U = -1.734ln(Q) + 4.6842

Ege Denizi 26 (38.00 N; 26.50 E)



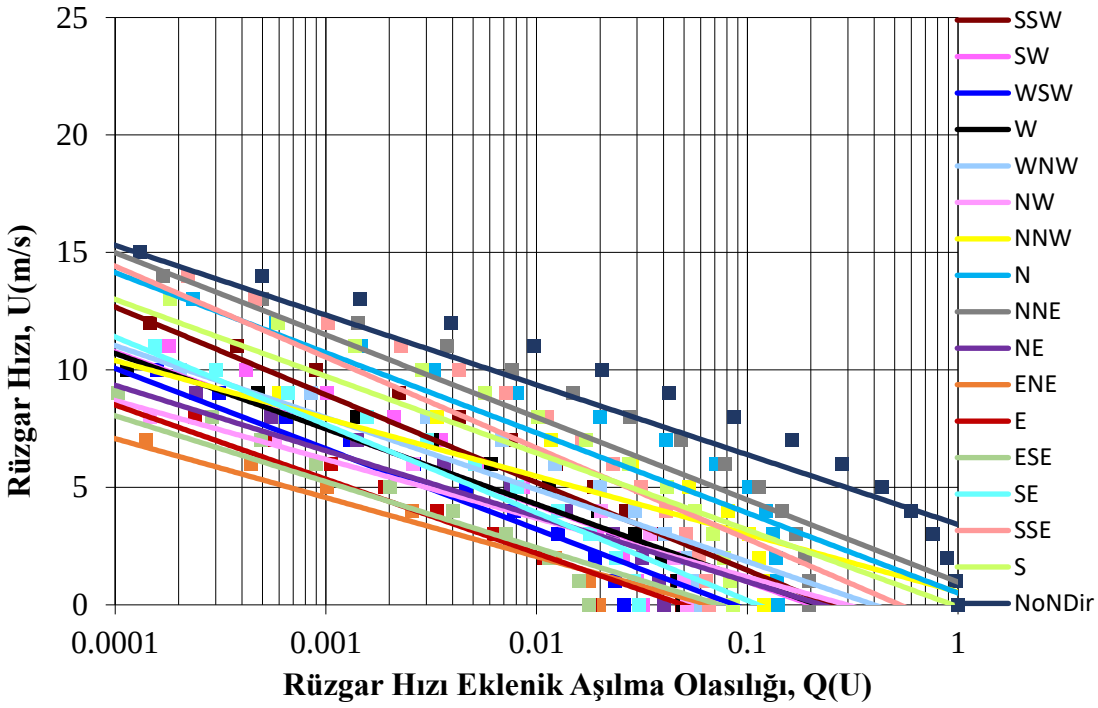
Yön	Denklem
SSW	U = -1.807ln(Q) - 1.357
SW	U = -1.65ln(Q) - 0.984
WSW	U = -1.638ln(Q) - 2.0816
W	U = -1.82ln(Q) - 4.92
WNW	U = -1.501ln(Q) - 2.2638
NW	U = -1.417ln(Q) - 1.1913
NNW	U = -1.202ln(Q) + 1.0607
N	U = -1.811ln(Q) + 1.1042
NNE	U = -1.967ln(Q) + 1.5794
NE	U = -1.582ln(Q) - 1.4366
ENE	U = -1.559ln(Q) - 2.5792
E	U = -1.63ln(Q) - 3.5801
ESE	U = -1.682ln(Q) - 4.5881
SE	U = -1.995ln(Q) - 3.9532
SSE	U = -2.273ln(Q) - 2.3606
S	U = -2.058ln(Q) - 1.3623
NonDir	U = -1.797ln(Q) + 4.1626

Ege Denizi 27 (38.00 N; 26.80 E)



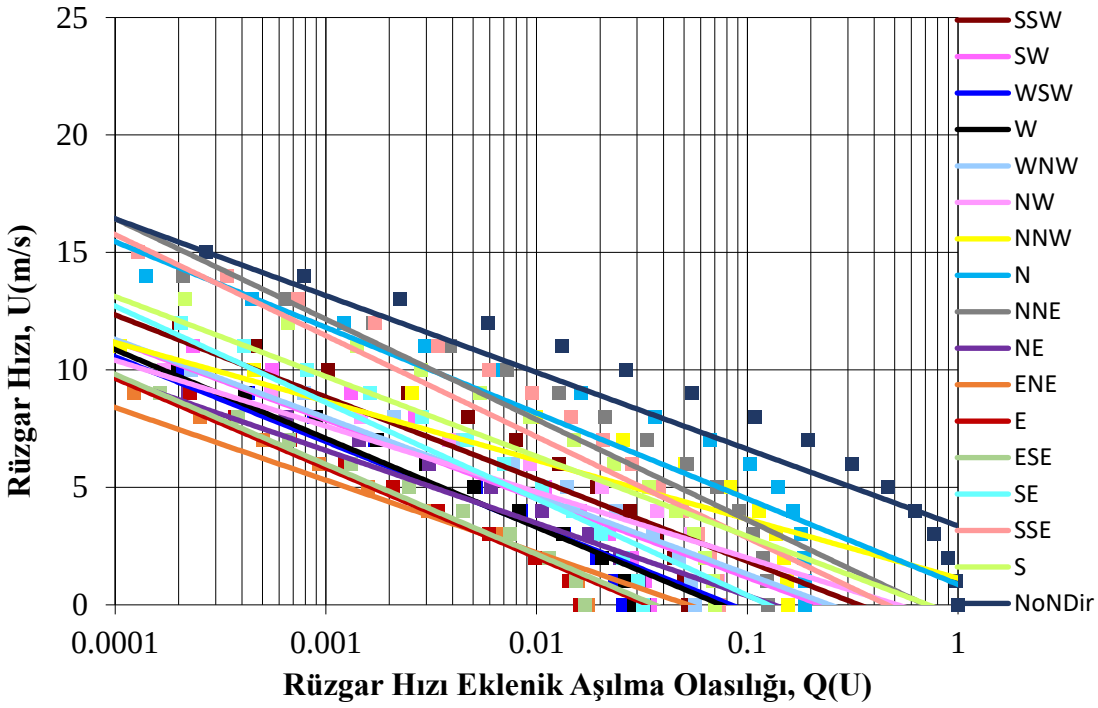
Yön	Denklem
SSW	U = -1.75ln(Q) - 1.7828
SW	U = -1.424ln(Q) - 1.0761
WSW	U = -1.663ln(Q) - 3.9288
W	U = -1.551ln(Q) - 3.9378
WNW	U = -1.479ln(Q) - 3.5608
NW	U = -1.295ln(Q) - 0.1357
NNW	U = -1.221ln(Q) + 1.1548
N	U = -1.727ln(Q) + 0.7882
NNE	U = -1.626ln(Q) + 1.703
NE	U = -1.443ln(Q) - 1.8038
ENE	U = -1.506ln(Q) - 3.2395
E	U = -1.498ln(Q) - 4.5203
ESE	U = -1.428ln(Q) - 2.1001
SE	U = -1.847ln(Q) - 3.6483
SSE	U = -2.131ln(Q) - 1.863
S	U = -1.725ln(Q) - 0.6019
NonDir	U = -1.642ln(Q) + 3.7881

Ege Denizi 28 (38.00 N; 27.10 E)



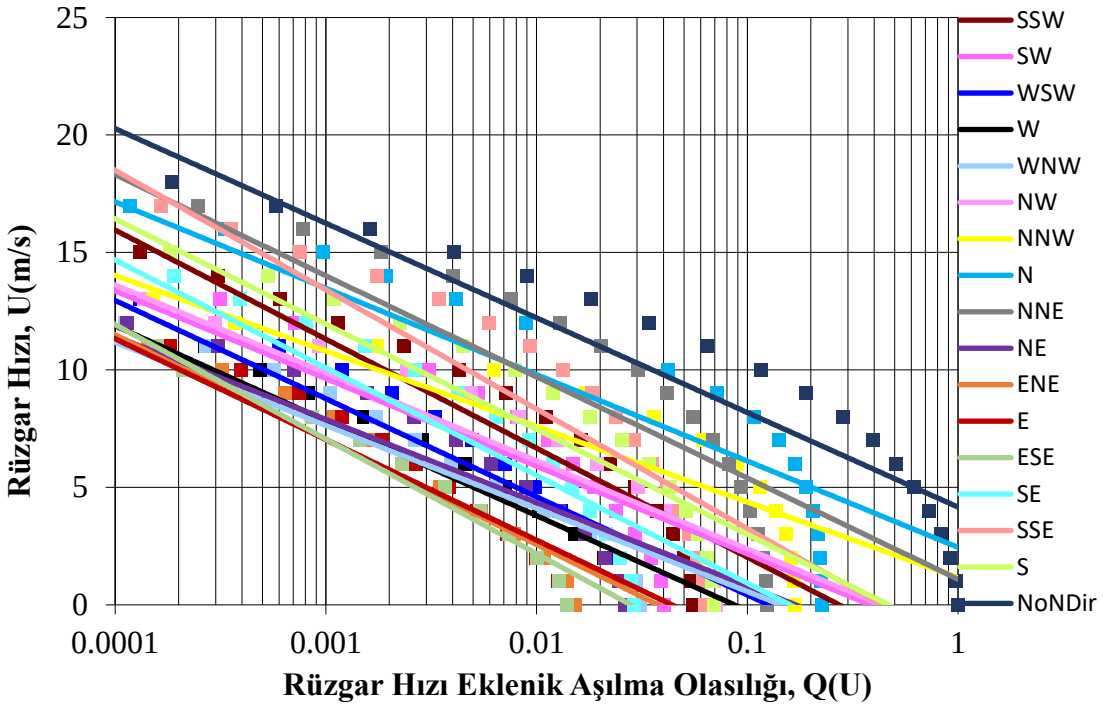
Yön	Denklem
SSW	U = -1.622ln(Q) - 2.2633
SW	U = -1.416ln(Q) - 2.2718
WSW	U = -1.487ln(Q) - 3.6317
W	U = -1.394ln(Q) - 2.1392
WNW	U = -1.331ln(Q) - 1.2216
NW	U = -1.088ln(Q) - 1.3219
NNW	U = -1.07ln(Q) + 0.5493
N	U = -1.481ln(Q) + 0.5029
NNE	U = -1.523ln(Q) + 0.9671
NE	U = -1.21ln(Q) - 1.7981
ENE	U = -1.09ln(Q) - 2.964
E	U = -1.37ln(Q) - 4.112
ESE	U = -1.219ln(Q) - 3.1759
SE	U = -1.623ln(Q) - 3.548
SSE	U = -1.68ln(Q) - 1.0635
S	U = -1.42ln(Q) - 0.0802
NonDir	U = -1.29ln(Q) + 3.4223

Ege Denizi 29 (37.75 N; 27.10 E)



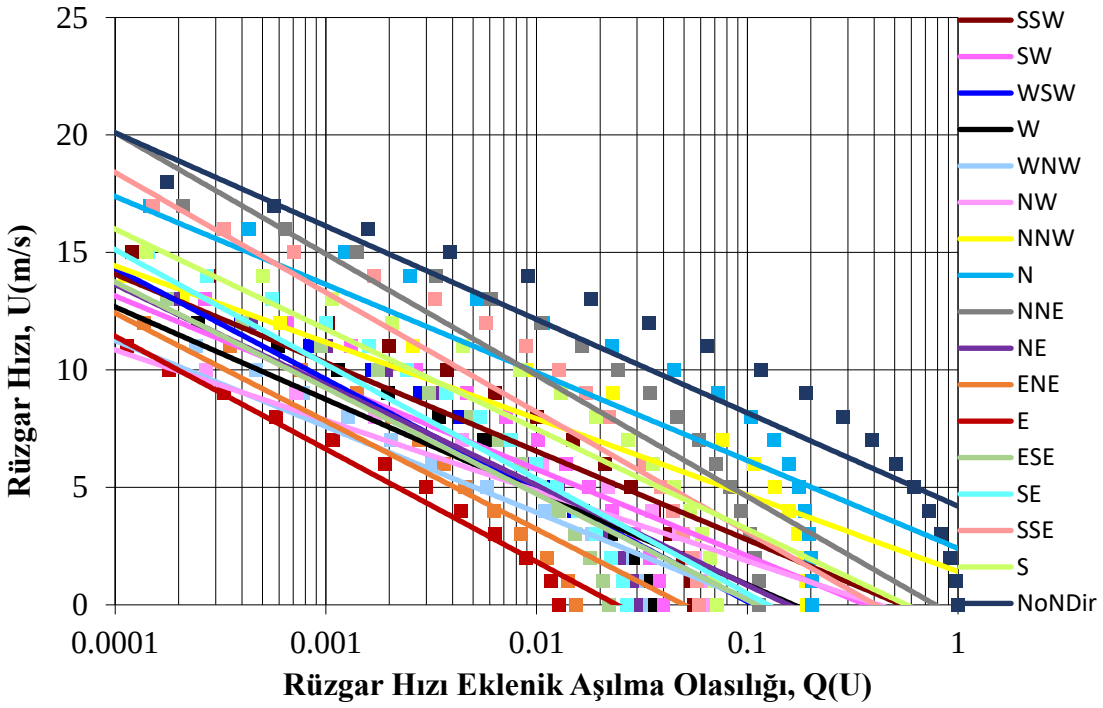
Yön	Denklem
SSW	U = -1.518ln(Q) - 1.639
SW	U = -1.458ln(Q) - 2.1886
WSW	U = -1.569ln(Q) - 3.8889
W	U = -1.64ln(Q) - 4.2464
WNW	U = -1.447ln(Q) - 2.023
NW	U = -1.217ln(Q) - 0.8036
NNW	U = -1.089ln(Q) + 1.1348
N	U = -1.584ln(Q) + 0.8685
NNE	U = -1.856ln(Q) - 0.6622
NE	U = -1.343ln(Q) - 2.7013
ENE	U = -1.341ln(Q) - 3.9523
E	U = -1.655ln(Q) - 5.6022
ESE	U = -1.663ln(Q) - 5.5087
SE	U = -1.781ln(Q) - 3.6897
SSE	U = -1.867ln(Q) - 1.4433
S	U = -1.477ln(Q) - 0.4782
NonDir	U = -1.419ln(Q) + 3.3605

Ege Denizi 30 (37.75 N; 26.50 E)



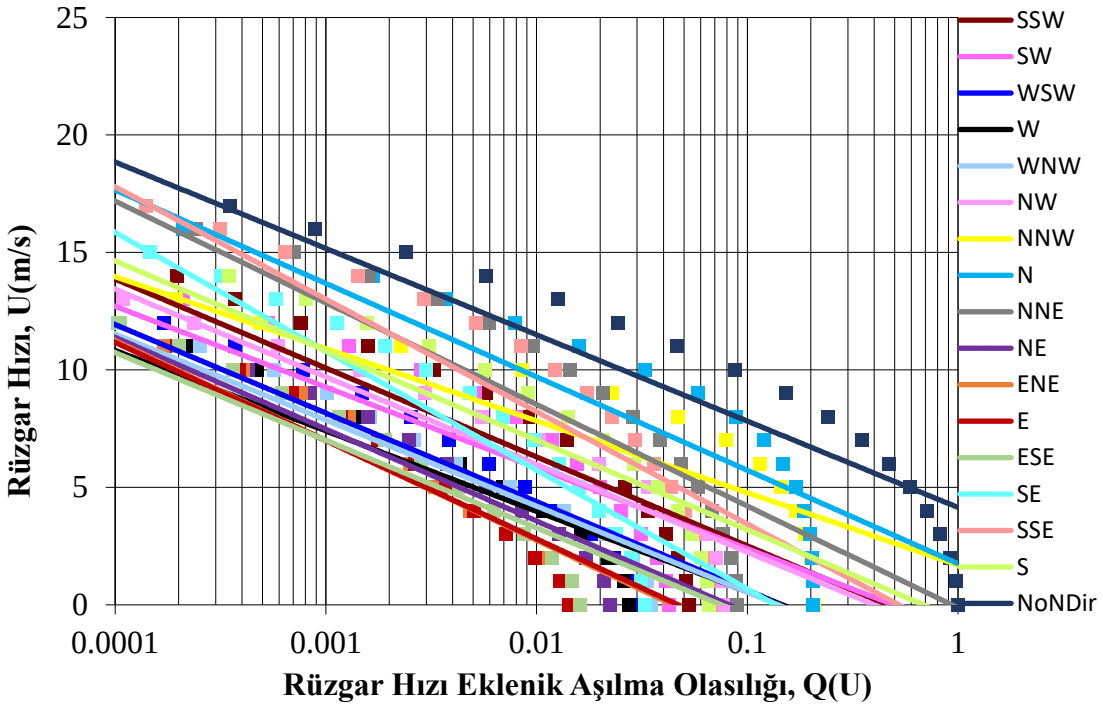
Yön	Denklem
SSW	U = -2.016ln(Q) - 2.6166
SW	U = -1.62ln(Q) - 1.5592
WSW	U = -1.814ln(Q) - 3.7542
W	U = -1.756ln(Q) - 4.2904
WNW	U = -1.536ln(Q) - 2.972
NW	U = -1.626ln(Q) - 1.3585
NNW	U = -1.396ln(Q) + 1.1593
N	U = -1.596ln(Q) + 2.4473
NNE	U = -1.87ln(Q) + 1.0907
NE	U = -1.538ln(Q) - 2.7296
ENE	U = -1.938ln(Q) - 6.3538
E	U = -1.861ln(Q) - 5.817
ESE	U = -2.117ln(Q) - 7.5688
SE	U = -1.99ln(Q) - 3.6559
SSE	U = -2.208ln(Q) - 1.8395
S	U = -1.944ln(Q) - 1.4781
NonDir	U = -1.749ln(Q) + 4.1604

Ege Denizi 31 (37.50 N; 26.50 E)



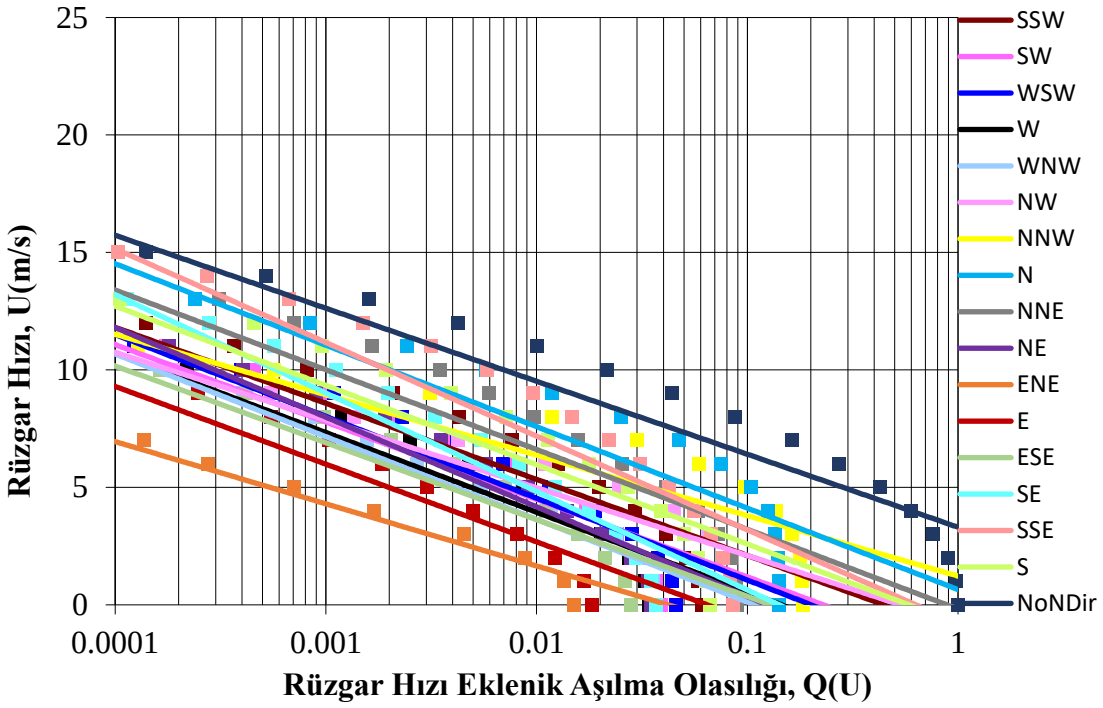
Yön	Denklem
SSW	U = -1.637ln(Q) - 0.9987
SW	U = -1.602ln(Q) - 1.6087
WSW	U = -2.053ln(Q) - 4.5845
W	U = -1.71ln(Q) - 3.0709
WNW	U = -1.59ln(Q) - 3.3919
NW	U = -1.3ln(Q) - 1.1293
NNW	U = -1.412ln(Q) + 1.4213
N	U = -1.626ln(Q) + 2.4016
NNE	U = -2.242ln(Q) - 0.5554
NE	U = -1.852ln(Q) - 3.4286
ENE	U = -1.997ln(Q) - 5.9751
E	U = -2.085ln(Q) - 7.7714
ESE	U = -1.958ln(Q) - 4.2968
SE	U = -2.118ln(Q) - 4.394
SSE	U = -2.214ln(Q) - 1.9937
S	U = -1.849ln(Q) - 1.0372
NonDir	U = -1.726ln(Q) + 4.1996

Ege Denizi 32 (37.50 N; 26.80 E)



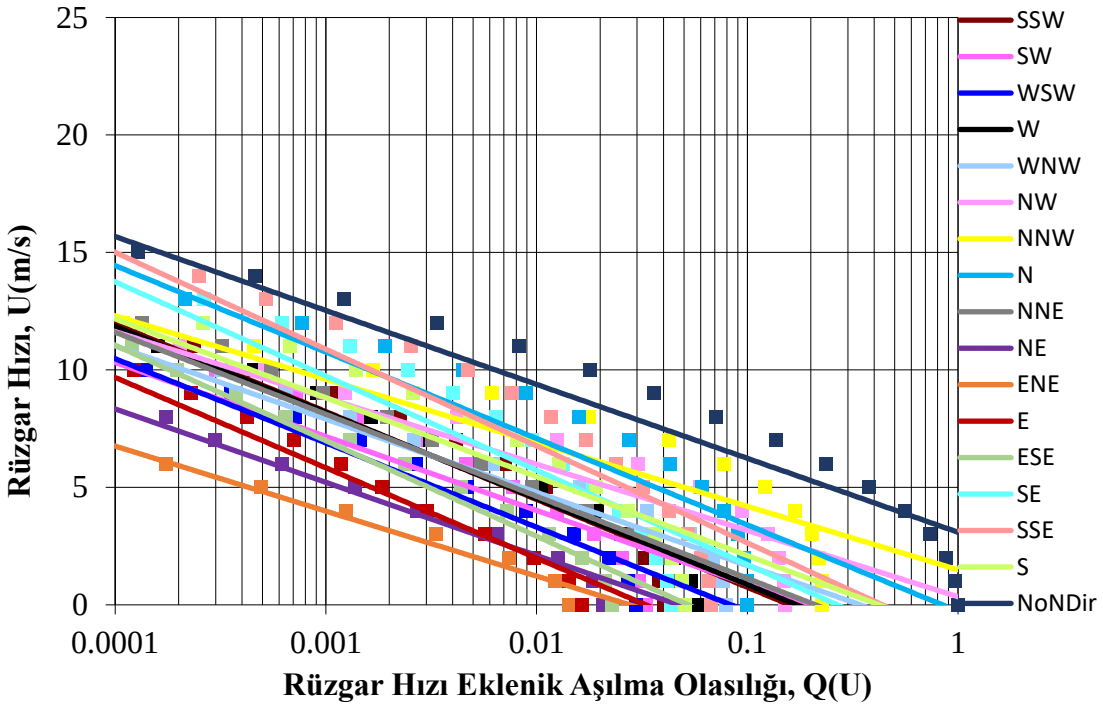
Yön	Denklem
SSW	U = -1.643ln(Q) - 1.27
SW	U = -1.493ln(Q) - 1.0467
WSW	U = -1.636ln(Q) - 3.1424
W	U = -1.487ln(Q) - 2.8646
WNW	U = -1.591ln(Q) - 3.122
NW	U = -1.619ln(Q) - 1.4843
NNW	U = -1.332ln(Q) + 1.7022
N	U = -1.727ln(Q) + 1.753
NNE	U = -1.879ln(Q) - 0.1207
NE	U = -1.697ln(Q) - 4.2451
ENE	U = -1.845ln(Q) - 5.7482
E	U = -1.816ln(Q) - 5.5573
ESE	U = -1.621ln(Q) - 4.1916
SE	U = -2.197ln(Q) - 4.3818
SSE	U = -2.078ln(Q) - 1.3423
S	U = -1.657ln(Q) - 0.6222
NonDir	U = -1.596ln(Q) + 4.1464

Ege Denizi 33 (37.50 N; 27.10 E)



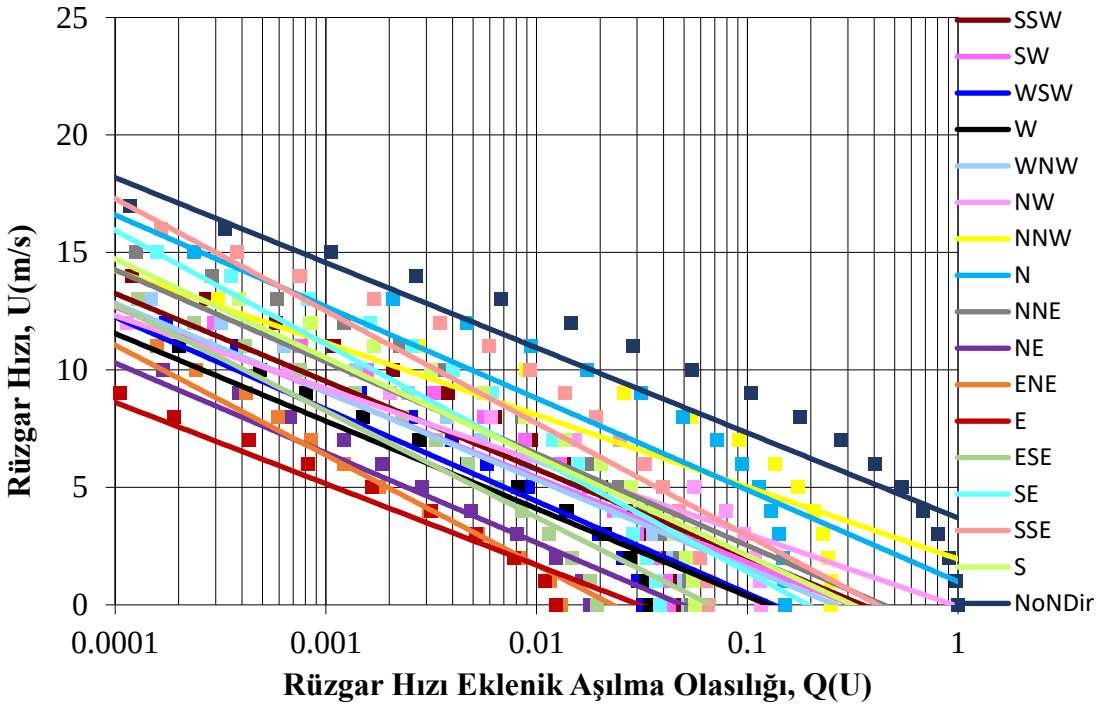
Yön	Denklem
SSW	U = -1.406ln(Q) - 1.1366
SW	U = -1.431ln(Q) - 2.1045
WSW	U = -1.513ln(Q) - 2.4267
W	U = -1.473ln(Q) - 2.8421
WNW	U = -1.528ln(Q) - 3.3957
NW	U = -1.252ln(Q) - 0.7816
NNW	U = -1.117ln(Q) + 1.2254
N	U = -1.506ln(Q) + 0.651
NNE	U = -1.474ln(Q) - 0.1785
NE	U = -1.657ln(Q) - 3.4585
ENE	U = -1.149ln(Q) - 3.6395
E	U = -1.437ln(Q) - 3.9341
ESE	U = -1.421ln(Q) - 2.9179
SE	U = -1.82ln(Q) - 3.556
SSE	U = -1.732ln(Q) - 0.7962
S	U = -1.466ln(Q) - 0.7866
NonDir	U = -1.349ln(Q) + 3.3051

Ege Denizi 34 (37.25 N; 27.40 E)



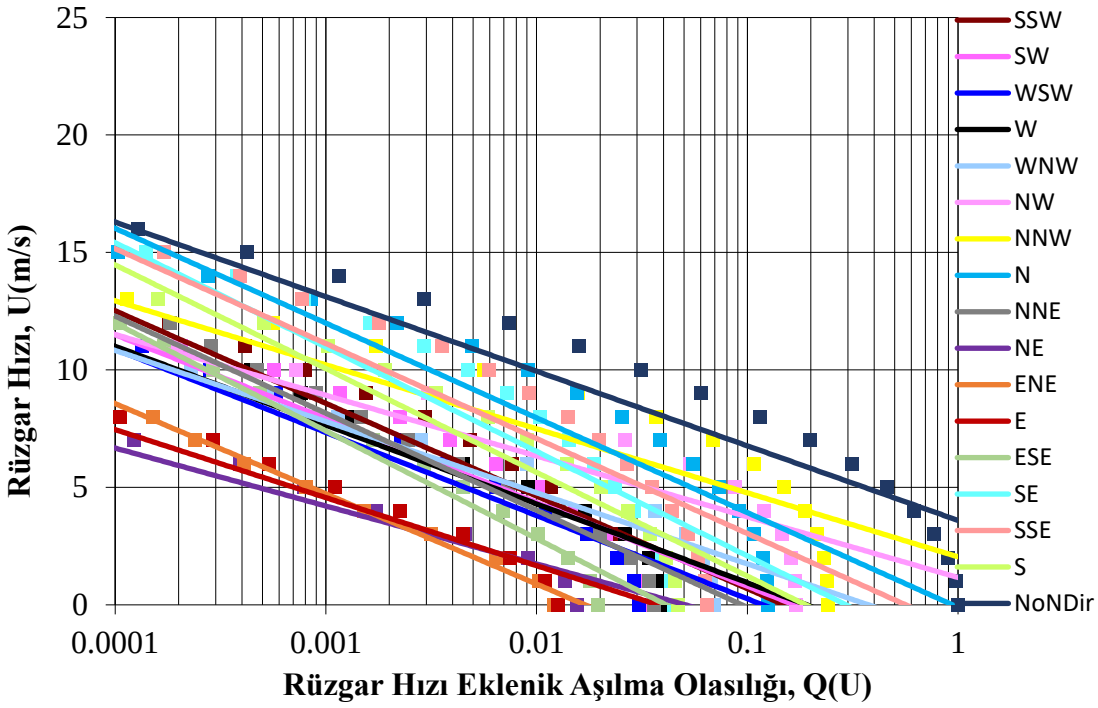
Yön	Denklem
SSW	U = -1.623ln(Q) - 2.9869
SW	U = -1.368ln(Q) - 2.2774
WSW	U = -1.557ln(Q) - 3.863
W	U = -1.592ln(Q) - 2.8046
WNW	U = -1.353ln(Q) - 1.4417
NW	U = -1.225ln(Q) + 0.3463
NNW	U = -1.174ln(Q) + 1.4936
N	U = -1.597ln(Q) - 0.2733
NNE	U = -1.517ln(Q) - 2.3636
NE	U = -1.354ln(Q) - 4.1392
ENE	U = -1.202ln(Q) - 4.3104
E	U = -1.669ln(Q) - 5.6931
ESE	U = -1.765ln(Q) - 5.205
SE	U = -1.742ln(Q) - 2.2949
SSE	U = -1.79ln(Q) - 1.4815
S	U = -1.459ln(Q) - 1.2606
NonDir	U = -1.367ln(Q) + 3.0909

Ege Denizi 35 (37.25 N; 27.10 E)



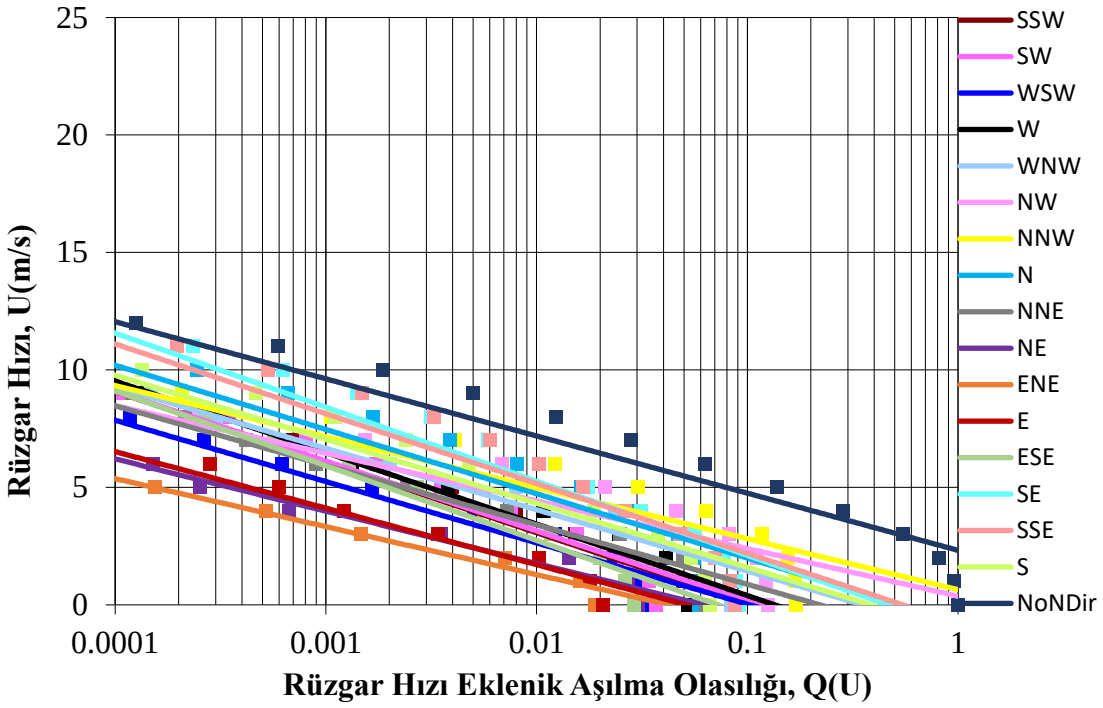
Yön	Denklem
SSW	U = -1.623ln(Q) - 1.6967
SW	U = -1.576ln(Q) - 1.8304
WSW	U = -1.703ln(Q) - 3.4339
W	U = -1.619ln(Q) - 3.36
WNW	U = -1.63ln(Q) - 2.1857
NW	U = -1.343ln(Q) - 0.0703
NNW	U = -1.333ln(Q) + 1.9502
N	U = -1.694ln(Q) + 0.9879
NNE	U = -1.698ln(Q) - 1.3852
NE	U = -1.661ln(Q) - 5.0034
ENE	U = -2.033ln(Q) - 7.6741
E	U = -1.504ln(Q) - 5.2369
ESE	U = -1.962ln(Q) - 5.3064
SE	U = -2.105ln(Q) - 3.4472
SSE	U = -2.074ln(Q) - 1.8191
S	U = -1.826ln(Q) - 2.1011
NonDir	U = -1.573ln(Q) + 3.7005

Ege Denizi 36 (37.00 N; 27.40 E)



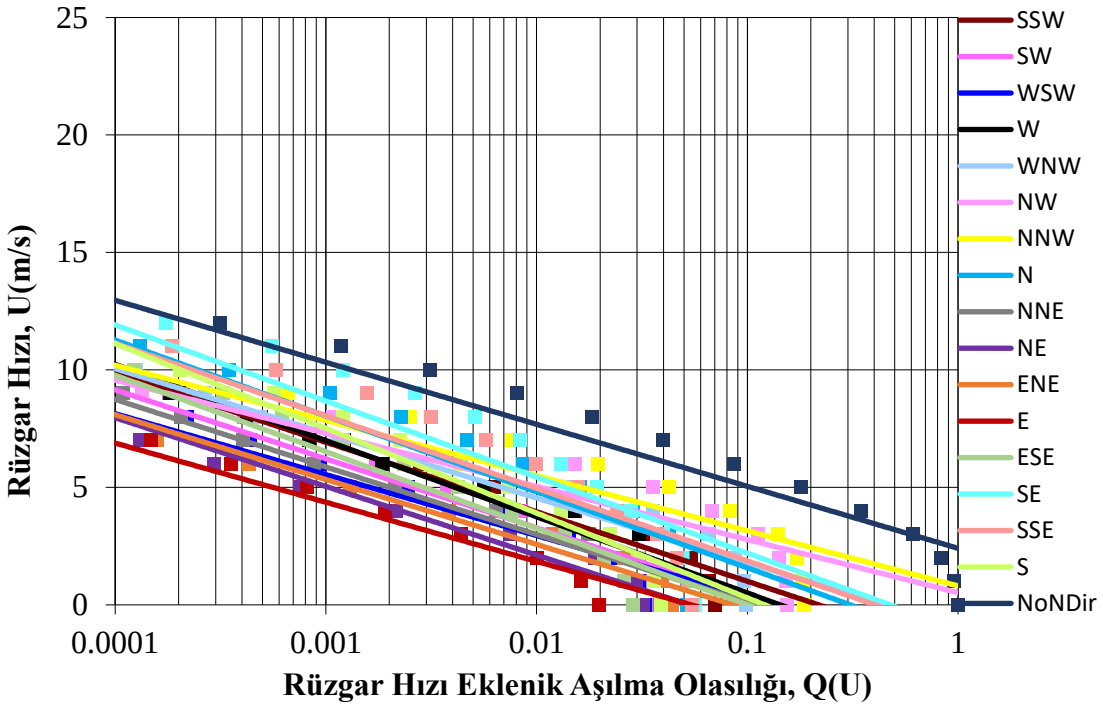
Yön	Denklem
SSW	U = -1.712ln(Q) - 3.2538
SW	U = -1.55ln(Q) - 2.7752
WSW	U = -1.537ln(Q) - 3.2811
W	U = -1.457ln(Q) - 2.4116
WNW	U = -1.316ln(Q) - 1.2867
NW	U = -1.123ln(Q) + 1.1635
NNW	U = -1.183ln(Q) + 2.0455
N	U = -1.751ln(Q) - 0.1042
NNE	U = -1.794ln(Q) - 4.2372
NE	U = -1.071ln(Q) - 3.1897
ENE	U = -1.669ln(Q) - 6.7994
E	U = -1.258ln(Q) - 4.1273
ESE	U = -1.991ln(Q) - 6.3514
SE	U = -1.93ln(Q) - 2.3595
SSE	U = -1.755ln(Q) - 1.0033
S	U = -1.918ln(Q) - 3.1921
NonDir	U = -1.379ln(Q) + 3.5939

Ege Denizi 37 (37.00 N; 28.00 E)



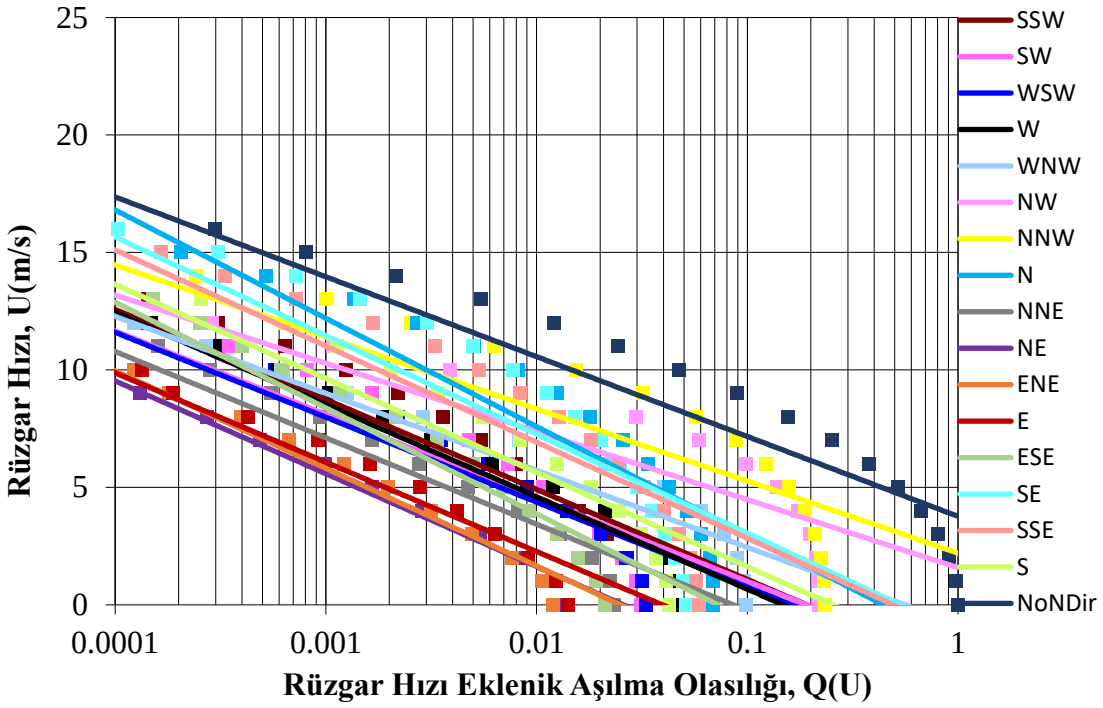
Yön	Denklem
SSW	U = -1.305ln(Q) - 2.937
SW	U = -1.291ln(Q) - 2.7975
WSW	U = -1.133ln(Q) - 2.5812
W	U = -1.322ln(Q) - 2.6485
WNW	U = -1.135ln(Q) - 1.1752
NW	U = -0.881ln(Q) + 0.3681
NNW	U = -0.944ln(Q) + 0.6416
N	U = -1.189ln(Q) - 0.7459
NNE	U = -1.1ln(Q) - 1.6585
NE	U = -0.966ln(Q) - 2.6884
ENE	U = -0.887ln(Q) - 2.7972
E	U = -1.045ln(Q) - 3.1019
ESE	U = -1.382ln(Q) - 3.6209
SE	U = -1.369ln(Q) - 1.0435
SSE	U = -1.29ln(Q) - 0.7789
S	U = -1.183ln(Q) - 1.1209
NonDir	U = -1.057ln(Q) + 2.3213

Ege Denizi 38 (36.75 N; 28.00 E)



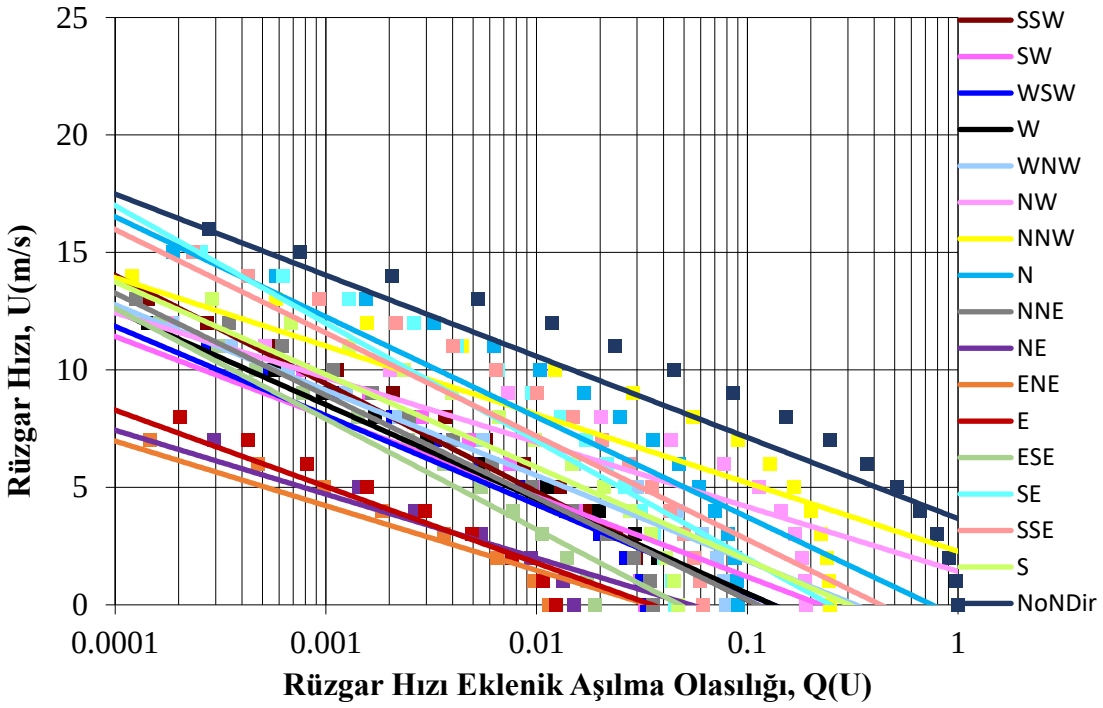
Yön	Denklem
SSW	U = -1.285ln(Q) - 1.9564
SW	U = -1.275ln(Q) - 2.5903
WSW	U = -1.127ln(Q) - 2.239
W	U = -1.409ln(Q) - 2.7378
WNW	U = -1.195ln(Q) - 0.9545
NW	U = -0.982ln(Q) + 0.5183
NNW	U = -1.02ln(Q) + 0.8052
N	U = -1.403ln(Q) - 1.6512
NNE	U = -1.248ln(Q) - 2.7499
NE	U = -1.269ln(Q) - 3.726
ENE	U = -1.198ln(Q) - 2.9444
E	U = -1.093ln(Q) - 3.1858
ESE	U = -1.415ln(Q) - 3.2543
SE	U = -1.406ln(Q) - 1.0364
SSE	U = -1.341ln(Q) - 1.2141
S	U = -1.567ln(Q) - 3.3111
NonDir	U = -1.146ln(Q) + 2.4073

Ege Denizi 39 (36.60 N; 27.60 E)



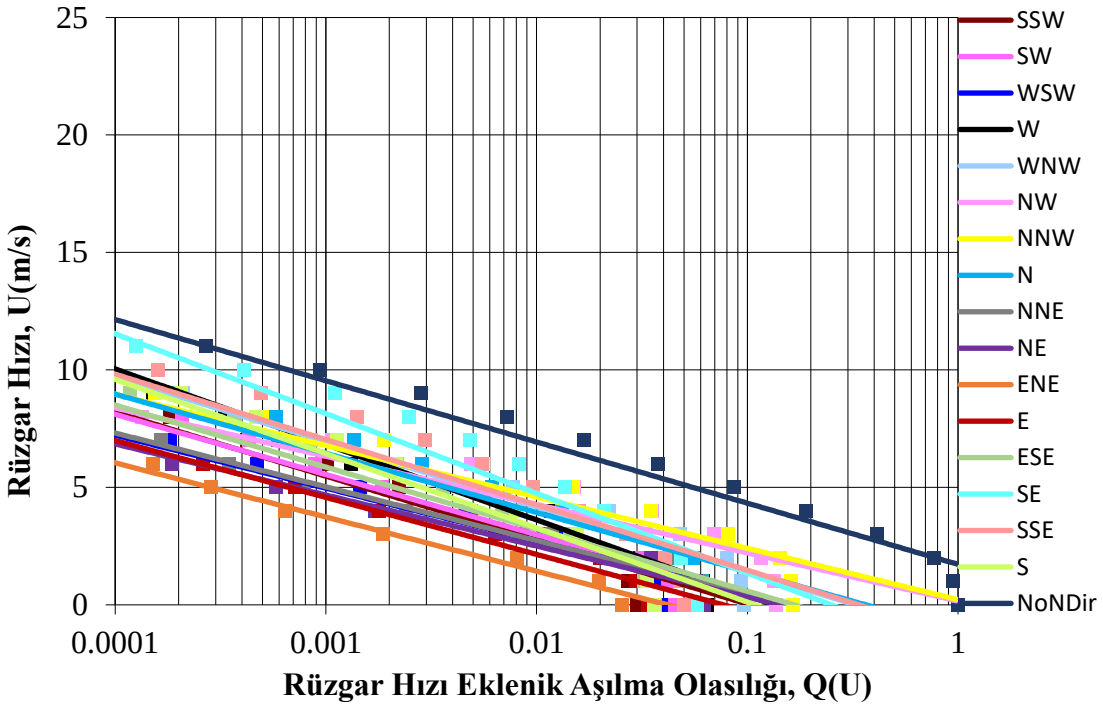
Yön	Denklem
SSW	U = -1.664ln(Q) - 2.7506
SW	U = -1.543ln(Q) - 2.5509
WSW	U = -1.569ln(Q) - 2.8541
W	U = -1.707ln(Q) - 3.2626
WNW	U = -1.423ln(Q) - 0.8266
NW	U = -1.26ln(Q) + 1.5808
NNW	U = -1.331ln(Q) + 2.2074
N	U = -2.002ln(Q) - 1.6283
NNE	U = -1.596ln(Q) - 3.9198
NE	U = -1.716ln(Q) - 6.2703
ENE	U = -1.804ln(Q) - 6.6503
E	U = -1.651ln(Q) - 5.3345
ESE	U = -1.956ln(Q) - 5.1315
SE	U = -1.825ln(Q) - 1.1453
SSE	U = -1.776ln(Q) - 1.2541
S	U = -1.739ln(Q) - 2.3756
NonDir	U = -1.476ln(Q) + 3.7671

Ege Denizi 40 (36.75 N; 27.40 E)



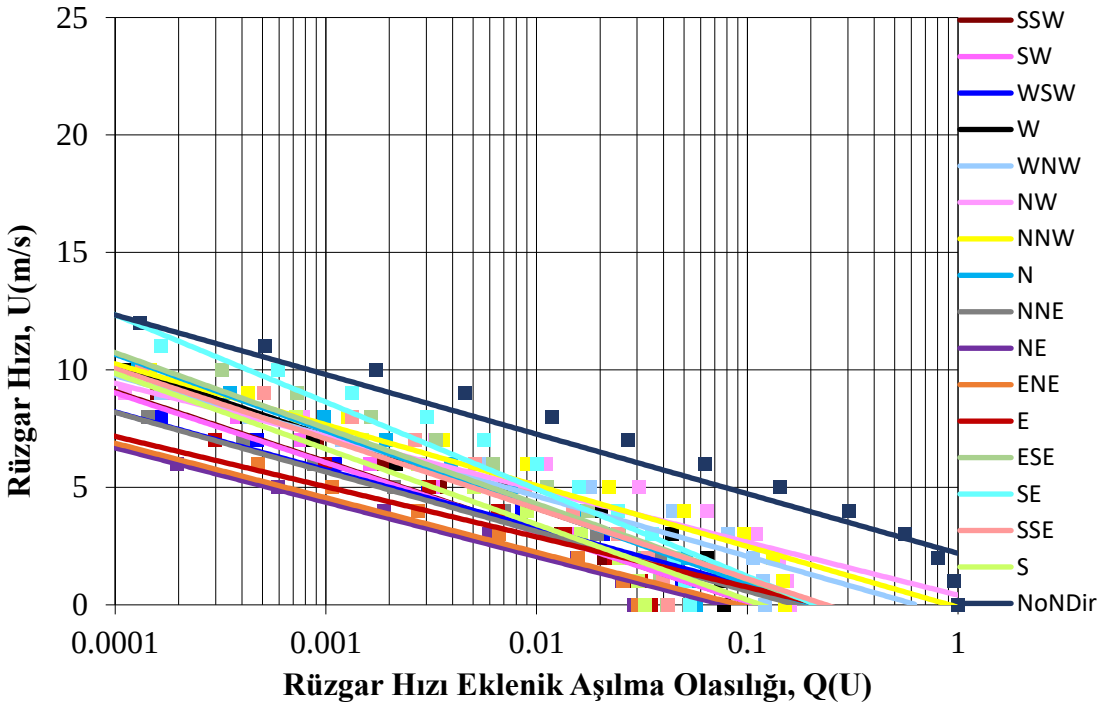
Yön	Denklem
SSW	U = -2ln(Q) - 4.4027
SW	U = -1.48ln(Q) - 2.2141
WSW	U = -1.648ln(Q) - 3.3265
W	U = -1.742ln(Q) - 3.52
WNW	U = -1.578ln(Q) - 1.7629
NW	U = -1.195ln(Q) + 1.4213
NNW	U = -1.265ln(Q) + 2.279
N	U = -1.85ln(Q) - 0.5222
NNE	U = -1.889ln(Q) - 4.1342
NE	U = -1.182ln(Q) - 3.4537
ENE	U = -1.195ln(Q) - 4.0345
E	U = -1.413ln(Q) - 4.7247
ESE	U = -2.044ln(Q) - 6.2101
SE	U = -2.172ln(Q) - 3.0209
SSE	U = -1.91ln(Q) - 1.6146
S	U = -1.713ln(Q) - 2.0339
NonDir	U = -1.5ln(Q) + 3.6721

Ege Denizi 41 (36.75 N; 28.30 E)



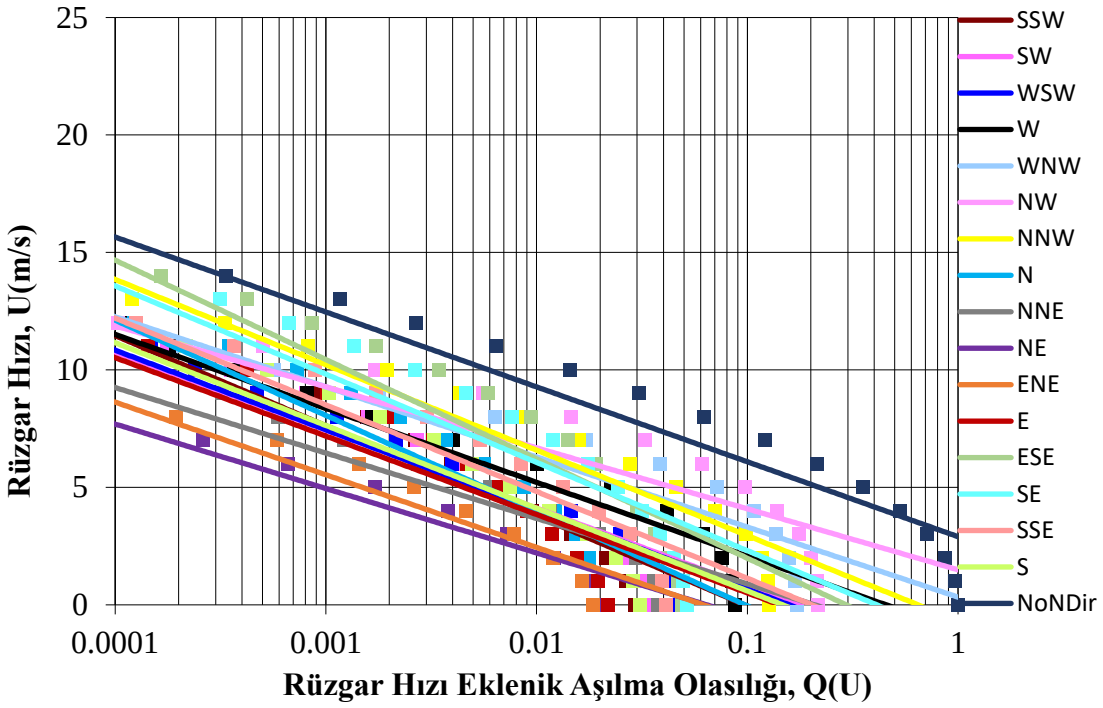
Yön	Denklem
SSW	U = -1.183ln(Q) - 2.6902
SW	U = -1.112ln(Q) - 2.1365
WSW	U = -0.978ln(Q) - 1.7882
W	U = -1.396ln(Q) - 2.8135
WNW	U = -1.2ln(Q) - 1.3516
NW	U = -0.893ln(Q) + 0.1584
NNW	U = -0.949ln(Q) + 0.2242
N	U = -1.094ln(Q) - 1.102
NNE	U = -0.995ln(Q) - 1.8514
NE	U = -0.944ln(Q) - 1.8424
ENE	U = -1.001ln(Q) - 3.1733
E	U = -1.052ln(Q) - 2.6976
ESE	U = -1.146ln(Q) - 2.0523
SE	U = -1.474ln(Q) - 2.0413
SSE	U = -1.208ln(Q) - 1.3066
S	U = -1.372ln(Q) - 3.0392
NonDir	U = -1.131ln(Q) + 1.7236

Ege Denizi 42 (36.75 N; 28.60 E)



Yön	Denklem
SSW	U = -1.295ln(Q) - 2.8486
SW	U = -1.289ln(Q) - 2.8471
WSW	U = -1.071ln(Q) - 1.6527
W	U = -1.328ln(Q) - 1.9974
WNW	U = -1.114ln(Q) - 0.5009
NW	U = -0.979ln(Q) + 0.4119
NNW	U = -1.125ln(Q) - 0.1036
N	U = -1.412ln(Q) - 2.343
NNE	U = -1.101ln(Q) - 1.9485
NE	U = -1.006ln(Q) - 2.5795
ENE	U = -1.008ln(Q) - 2.4034
E	U = -0.928ln(Q) - 1.3826
ESE	U = -1.397ln(Q) - 2.1316
SE	U = -1.61ln(Q) - 2.491
SSE	U = -1.294ln(Q) - 1.8647
S	U = -1.396ln(Q) - 3.0039
NonDir	U = -1.102ln(Q) + 2.1922

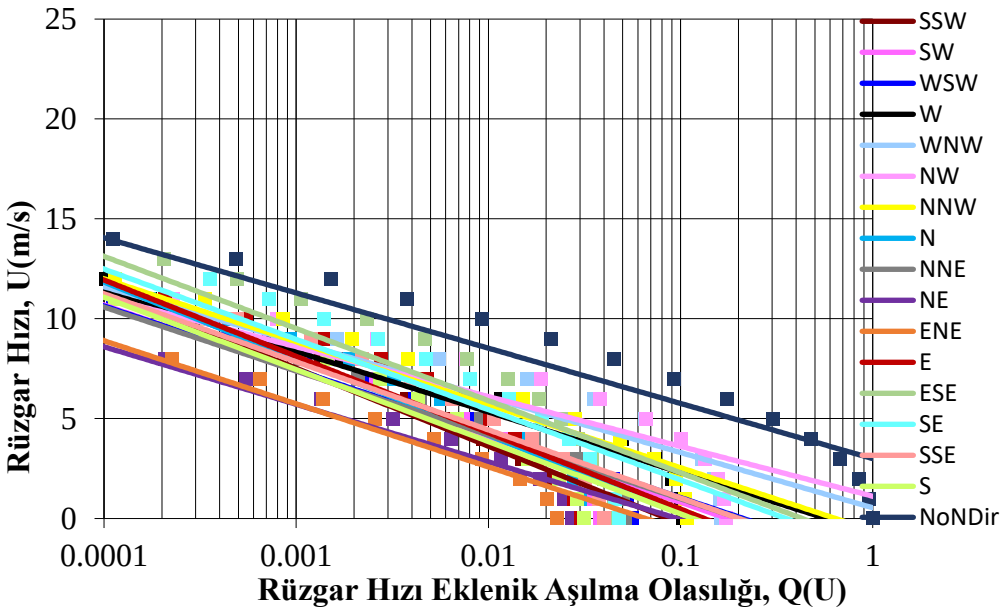
Ege Denizi 43 (36.50 N; 28.60 E)



Yön	Denklem
SSW	U = -1.666ln(Q) - 3.8847
SW	U = -1.441ln(Q) - 2.5196
WSW	U = -1.471ln(Q) - 2.7141
W	U = -1.366ln(Q) - 1.0734
WNW	U = -1.296ln(Q) + 0.3301
NW	U = -1.128ln(Q) + 1.491
NNW	U = -1.579ln(Q) - 0.6871
N	U = -1.76ln(Q) - 4.0925
NNE	U = -1.21ln(Q) - 1.8941
NE	U = -1.191ln(Q) - 3.2717
ENE	U = -1.342ln(Q) - 3.7348
E	U = -1.449ln(Q) - 2.8285
ESE	U = -1.836ln(Q) - 2.2433
SE	U = -1.631ln(Q) - 1.4467
SSE	U = -1.603ln(Q) - 2.557
S	U = -1.53ln(Q) - 2.9294
NonDir	U = -1.384ln(Q) + 2.9029

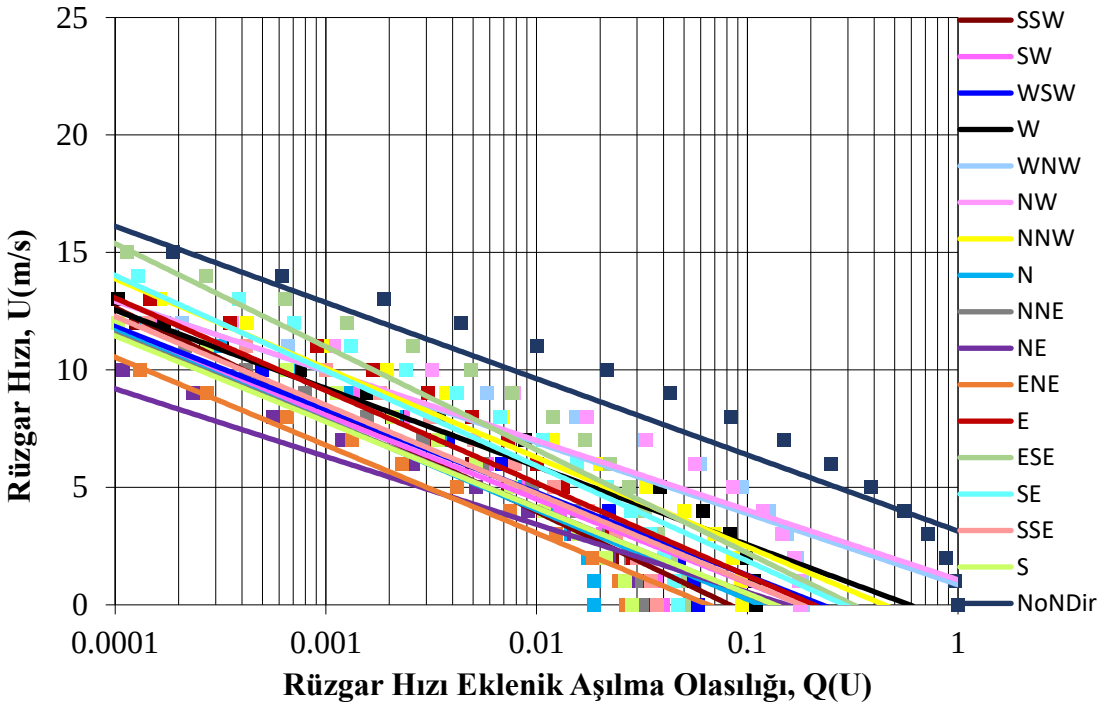
D
AKDENİZ RÜZGAR HIZI EKLENİK AŞILMA OLASILIĞI DAĞILIM VE DENKLEMLERİ

Akdeniz 1 (36.50 N; 28.90 E)



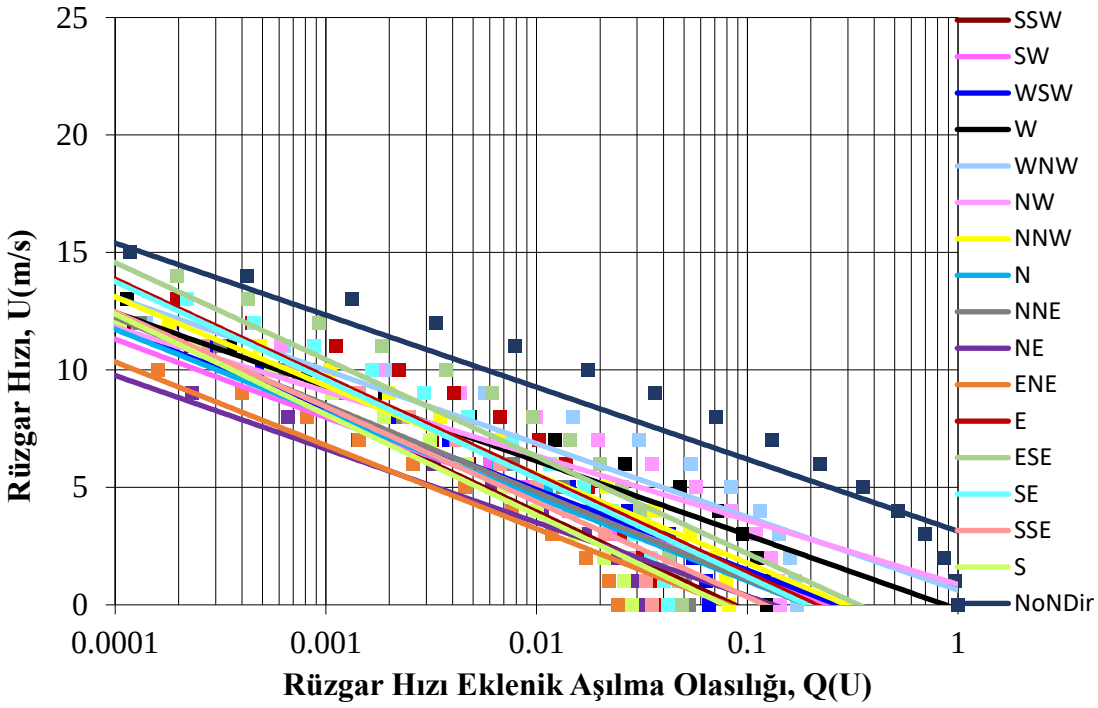
Yön	Denklem
SSW	U = -1.691ln(Q) - 4.158
SW	U = -1.43ln(Q) - 2.4835
WSW	U = -1.389ln(Q) - 2.1524
W	U = -1.317ln(Q) - 0.7329
WNW	U = -1.201ln(Q) + 0.5387
NW	U = -1.083ln(Q) + 1.1174
NNW	U = -1.369ln(Q) - 0.6079
N	U = -1.665ln(Q) - 3.5044
NNE	U = -1.389ln(Q) - 2.2118
NE	U = -1.251ln(Q) - 2.9264
ENE	U = -1.371ln(Q) - 3.7294
E	U = -1.66ln(Q) - 3.3496
ESE	U = -1.568ln(Q) - 1.3214
SE	U = -1.528ln(Q) - 1.5854
SSE	U = -1.48ln(Q) - 2.3794
S	U = -1.568ln(Q) - 3.3718
NonDir	U = -1.201ln(Q) + 2.998

Akdeniz 2 (36.25 N; 28.90 E)



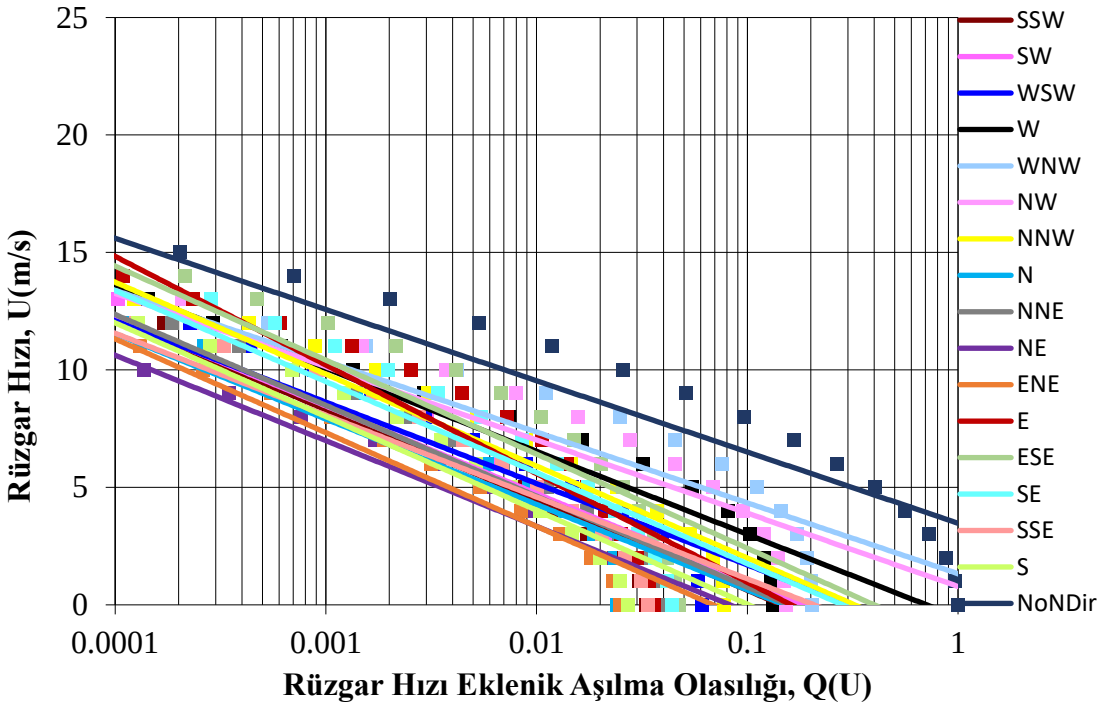
Yön	Denklem
SSW	U = -1.883ln(Q) - 4.7024
SW	U = -1.551ln(Q) - 2.6413
WSW	U = -1.533ln(Q) - 2.2741
W	U = -1.445ln(Q) - 0.765
WNW	U = -1.313ln(Q) + 0.8579
NW	U = -1.287ln(Q) + 1.069
NNW	U = -1.651ln(Q) - 1.3318
N	U = -1.652ln(Q) - 3.5696
NNE	U = -1.603ln(Q) - 3.2332
NE	U = -1.253ln(Q) - 2.3452
ENE	U = -1.626ln(Q) - 4.4351
E	U = -1.711ln(Q) - 2.6966
ESE	U = -1.906ln(Q) - 2.1783
SE	U = -1.759ln(Q) - 2.1821
SSE	U = -1.637ln(Q) - 2.802
S	U = -1.587ln(Q) - 3.1748
NonDir	U = -1.408ln(Q) + 3.1398

Akdeniz 3 (36.25 N; 29.20 E)



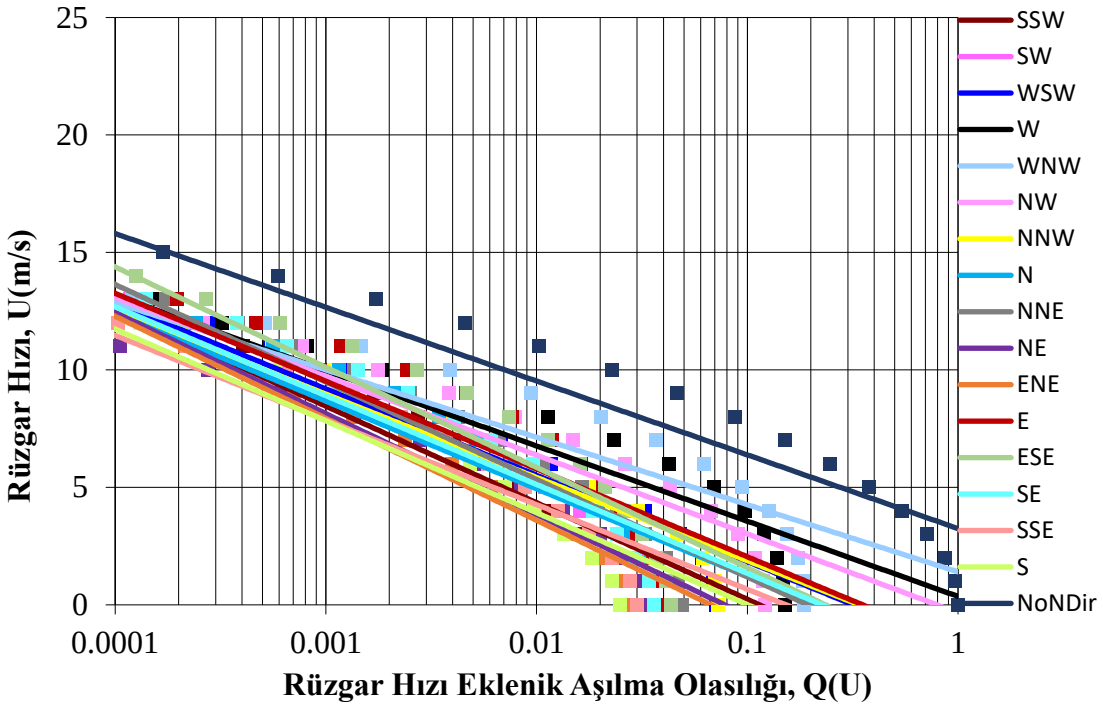
Yön	Denklem
SSW	U = -1.828ln(Q) - 4.469
SW	U = -1.447ln(Q) - 2.0192
WSW	U = -1.489ln(Q) - 1.9505
W	U = -1.372ln(Q) - 0.193
WNW	U = -1.355ln(Q) + 0.6237
NW	U = -1.189ln(Q) + 0.8698
NNW	U = -1.639ln(Q) - 1.9927
N	U = -1.55ln(Q) - 2.5513
NNE	U = -1.616ln(Q) - 2.6448
NE	U = -1.358ln(Q) - 2.7451
ENE	U = -1.542ln(Q) - 3.8638
E	U = -1.811ln(Q) - 2.8181
ESE	U = -1.793ln(Q) - 1.9436
SE	U = -1.819ln(Q) - 2.994
SSE	U = -1.757ln(Q) - 3.7076
S	U = -1.858ln(Q) - 4.7339
NonDir	U = -1.332ln(Q) + 3.1325

Akdeniz 4 (36.00 N; 29.20 E)



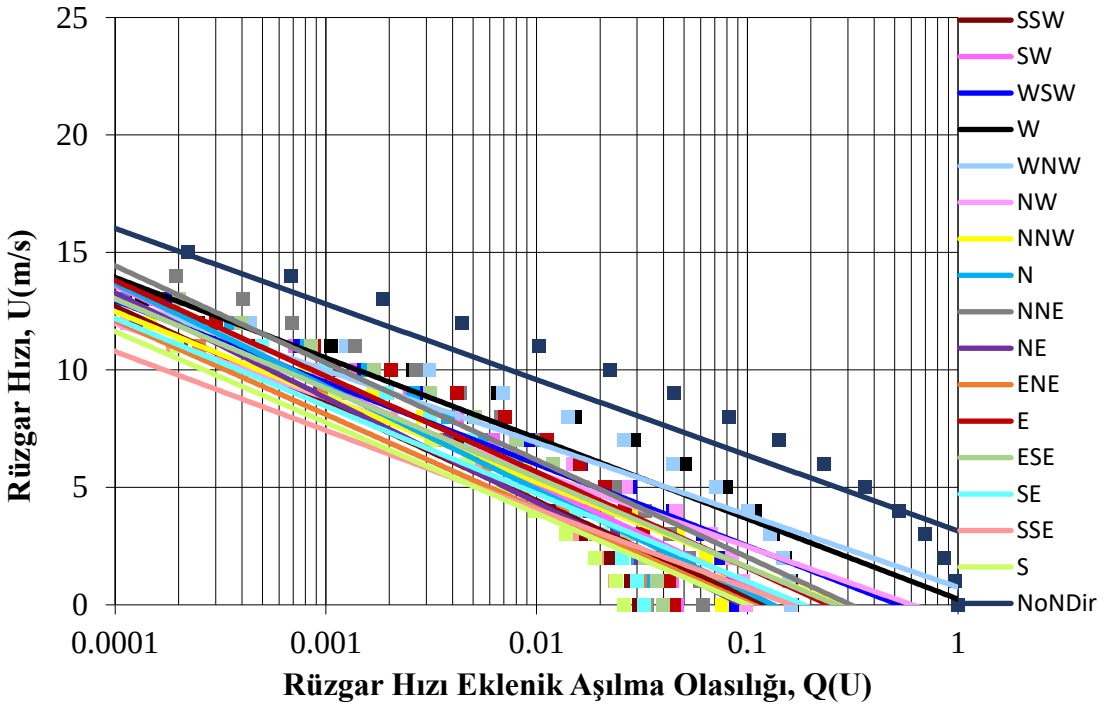
Yön	Denklem
SSW	U = -1.668ln(Q) - 3.2217
SW	U = -1.619ln(Q) - 2.7205
WSW	U = -1.505ln(Q) - 1.7669
W	U = -1.533ln(Q) - 0.5268
WNW	U = -1.31ln(Q) + 1.3267
NW	U = -1.354ln(Q) + 0.7836
NNW	U = -1.699ln(Q) - 1.9168
N	U = -1.579ln(Q) - 2.9979
NNE	U = -1.679ln(Q) - 3.1089
NE	U = -1.581ln(Q) - 3.9351
ENE	U = -1.732ln(Q) - 4.6375
E	U = -2.008ln(Q) - 3.6598
ESE	U = -1.739ln(Q) - 1.5926
SE	U = -1.682ln(Q) - 2.1203
SSE	U = -1.513ln(Q) - 2.3778
S	U = -1.734ln(Q) - 3.9633
NonDir	U = -1.317ln(Q) + 3.4755

Akdeniz 5 (36.00 N; 29.50 E)



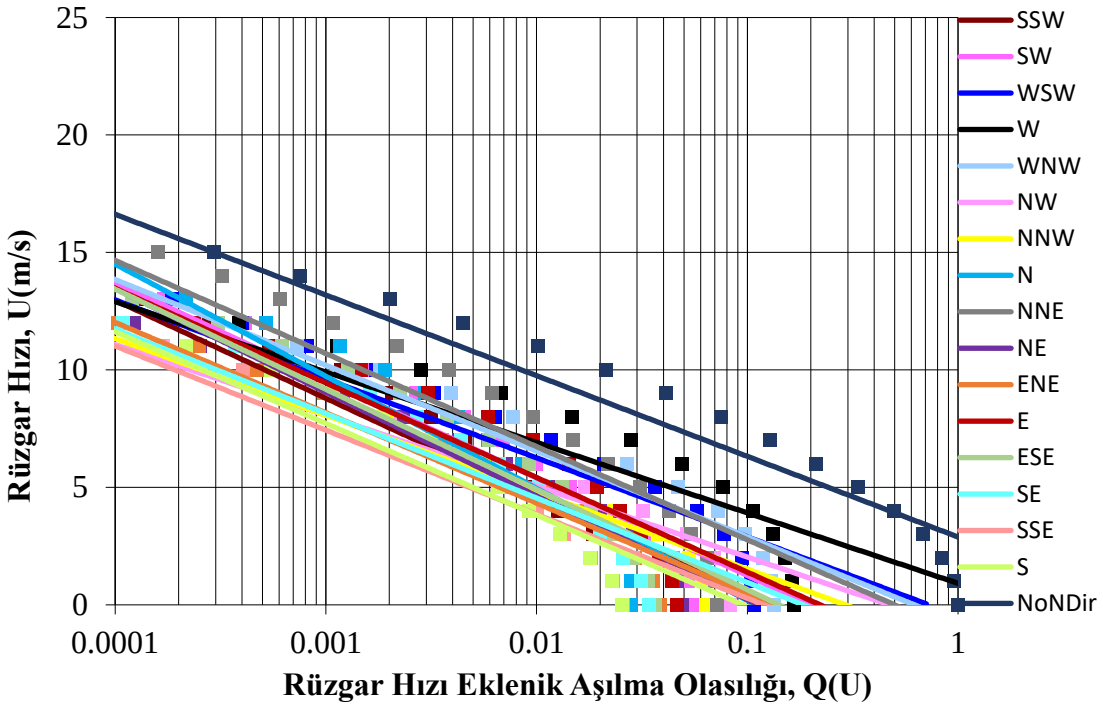
Yön	Denklem
SSW	U = -1.784ln(Q) - 3.8701
SW	U = -1.637ln(Q) - 2.5332
WSW	U = -1.596ln(Q) - 1.8296
W	U = -1.391ln(Q) + 0.3581
WNW	U = -1.244ln(Q) + 1.4017
NW	U = -1.456ln(Q) - 0.3334
NNW	U = -1.539ln(Q) - 1.6642
N	U = -1.621ln(Q) - 2.5254
NNE	U = -1.802ln(Q) - 2.9613
NE	U = -1.868ln(Q) - 4.7624
ENE	U = -1.887ln(Q) - 5.0904
E	U = -1.623ln(Q) - 1.6896
ESE	U = -1.853ln(Q) - 2.6853
SE	U = -1.642ln(Q) - 2.4403
SSE	U = -1.564ln(Q) - 2.9395
S	U = -1.697ln(Q) - 3.8954
NonDir	U = -1.364ln(Q) + 3.2455

Akdeniz 6 (36.00 N; 29.80 E)



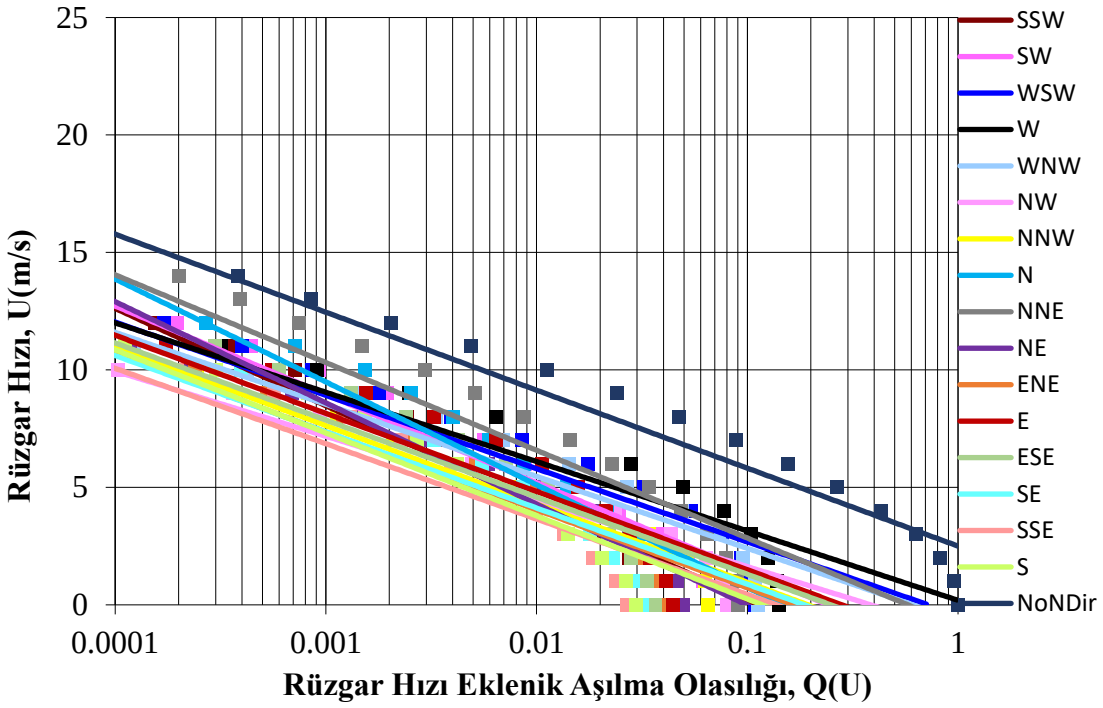
Yön	Denklem
SSW	U = -1.794ln(Q) - 3.8261
SW	U = -1.837ln(Q) - 3.3346
WSW	U = -1.513ln(Q) - 0.9765
W	U = -1.487ln(Q) + 0.2434
WNW	U = -1.336ln(Q) + 0.7502
NW	U = -1.374ln(Q) - 0.6838
NNW	U = -1.574ln(Q) - 2.0184
N	U = -1.903ln(Q) - 3.844
NNE	U = -1.795ln(Q) - 2.1005
NE	U = -1.938ln(Q) - 4.567
ENE	U = -1.734ln(Q) - 3.8728
E	U = -1.77ln(Q) - 2.4969
ESE	U = -1.651ln(Q) - 2.1925
SE	U = -1.621ln(Q) - 2.7347
SSE	U = -1.459ln(Q) - 2.6512
S	U = -1.682ln(Q) - 3.8626
NonDir	U = -1.398ln(Q) + 3.1507

Akdeniz 7 (36.00 N; 30.10 E)



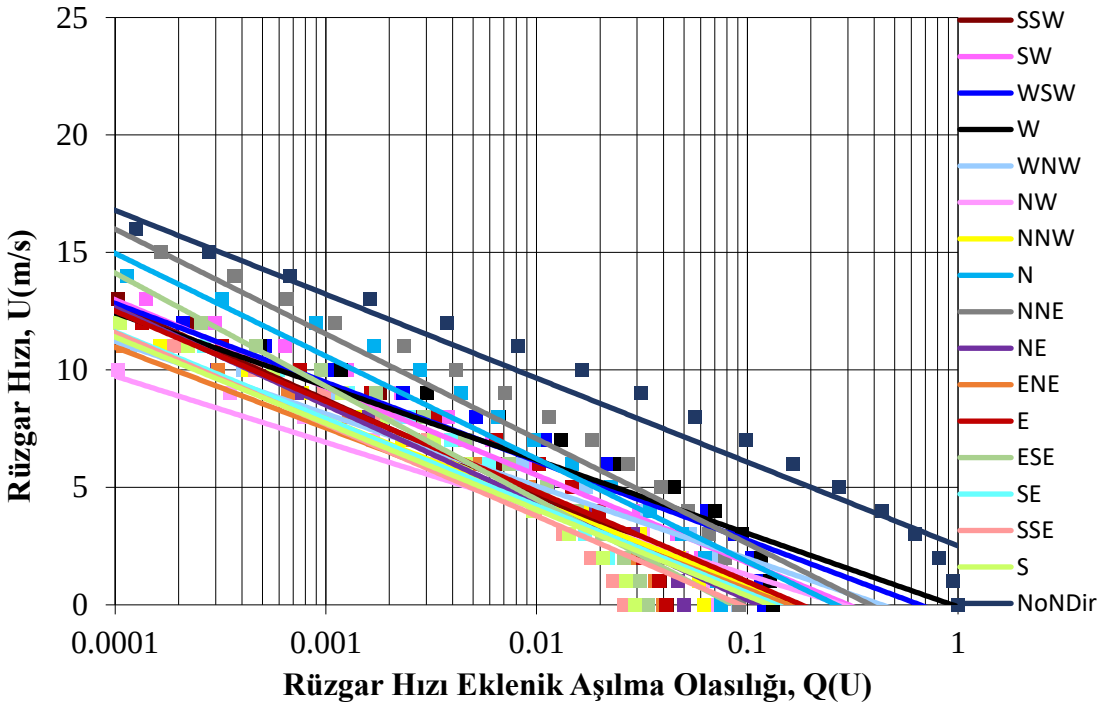
Yön	Denklem
SSW	U = -1.812ln(Q) - 3.7258
SW	U = -1.804ln(Q) - 2.9028
WSW	U = -1.459ln(Q) - 0.4634
W	U = -1.302ln(Q) + 0.9155
WNW	U = -1.586ln(Q) - 0.7574
NW	U = -1.31ln(Q) - 0.9802
NNW	U = -1.421ln(Q) - 1.747
N	U = -2.072ln(Q) - 4.5838
NNE	U = -1.721ln(Q) - 1.1911
NE	U = -1.916ln(Q) - 4.1894
ENE	U = -1.671ln(Q) - 3.3655
E	U = -1.749ln(Q) - 2.6335
ESE	U = -1.852ln(Q) - 3.616
SE	U = -1.56ln(Q) - 2.6376
SSE	U = -1.554ln(Q) - 3.2987
S	U = -1.694ln(Q) - 3.9799
NonDir	U = -1.491ln(Q) + 2.8878

Akdeniz 8 (36.15 N; 30.10 E)



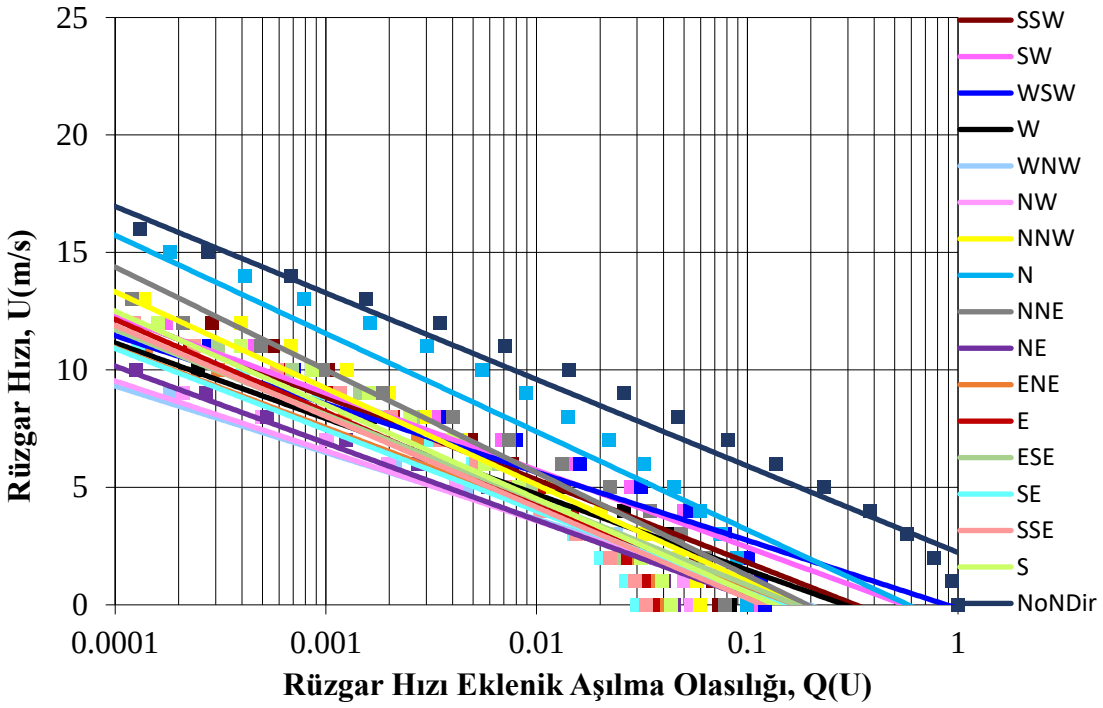
Yön	Denklem
SSW	U = -1.798ln(Q) - 3.9464
SW	U = -1.633ln(Q) - 2.3215
WSW	U = -1.354ln(Q) - 0.4382
W	U = -1.282ln(Q) + 0.1935
WNW	U = -1.331ln(Q) - 0.658
NW	U = -1.205ln(Q) - 1.1464
NNW	U = -1.448ln(Q) - 2.3747
N	U = -1.901ln(Q) - 3.6405
NNE	U = -1.622ln(Q) - 0.8894
NE	U = -1.871ln(Q) - 4.3264
ENE	U = -1.44ln(Q) - 2.5874
E	U = -1.445ln(Q) - 1.832
ESE	U = -1.425ln(Q) - 1.9812
SE	U = -1.409ln(Q) - 2.3656
SSE	U = -1.393ln(Q) - 2.763
S	U = -1.535ln(Q) - 3.2845
NonDir	U = -1.441ln(Q) + 2.4997

Akdeniz 9 (36.15 N; 30.40 E)



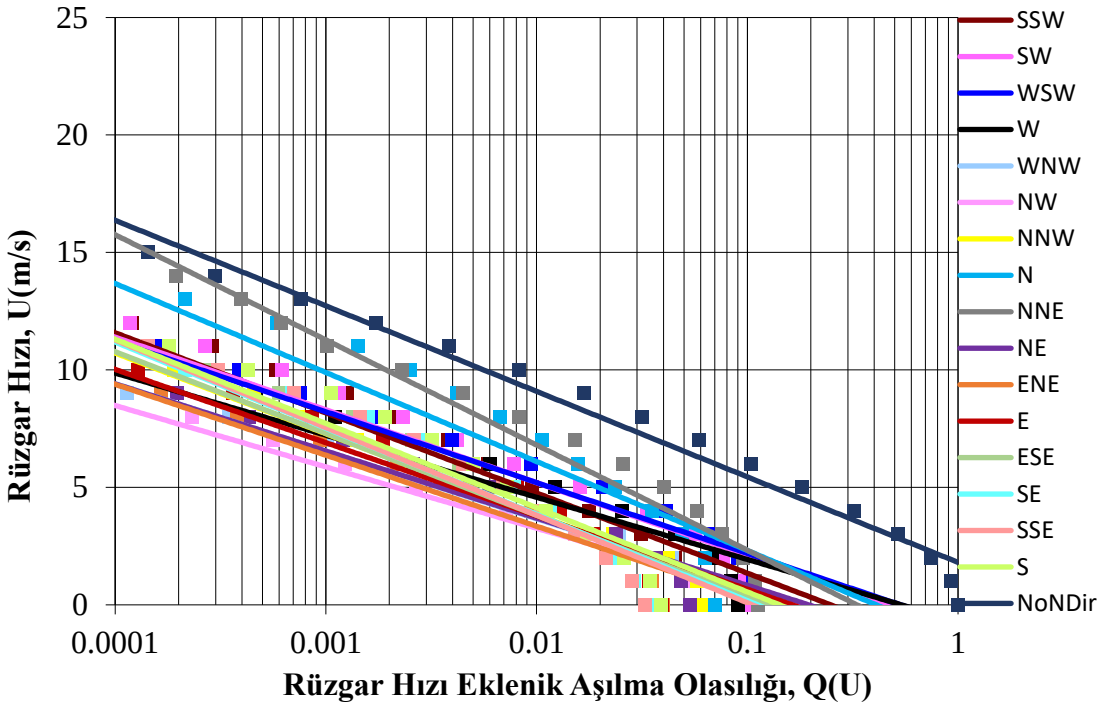
Yön	Denklem
SSW	U = -1.755ln(Q) - 3.3953
SW	U = -1.62ln(Q) - 1.9382
WSW	U = -1.459ln(Q) - 0.6056
W	U = -1.358ln(Q) - 0.0846
WNW	U = -1.338ln(Q) - 1.1117
NW	U = -1.225ln(Q) - 1.5436
NNW	U = -1.534ln(Q) - 2.6821
N	U = -1.899ln(Q) - 2.5299
NNE	U = -1.937ln(Q) - 1.8497
NE	U = -1.799ln(Q) - 3.9232
ENE	U = -1.491ln(Q) - 2.7688
E	U = -1.667ln(Q) - 2.8494
ESE	U = -2.092ln(Q) - 5.1509
SE	U = -1.607ln(Q) - 3.1809
SSE	U = -1.696ln(Q) - 4.0287
S	U = -1.594ln(Q) - 3.2817
NonDir	U = -1.551ln(Q) + 2.5085

Akdeniz 10 (36.25 N; 30.70 E)



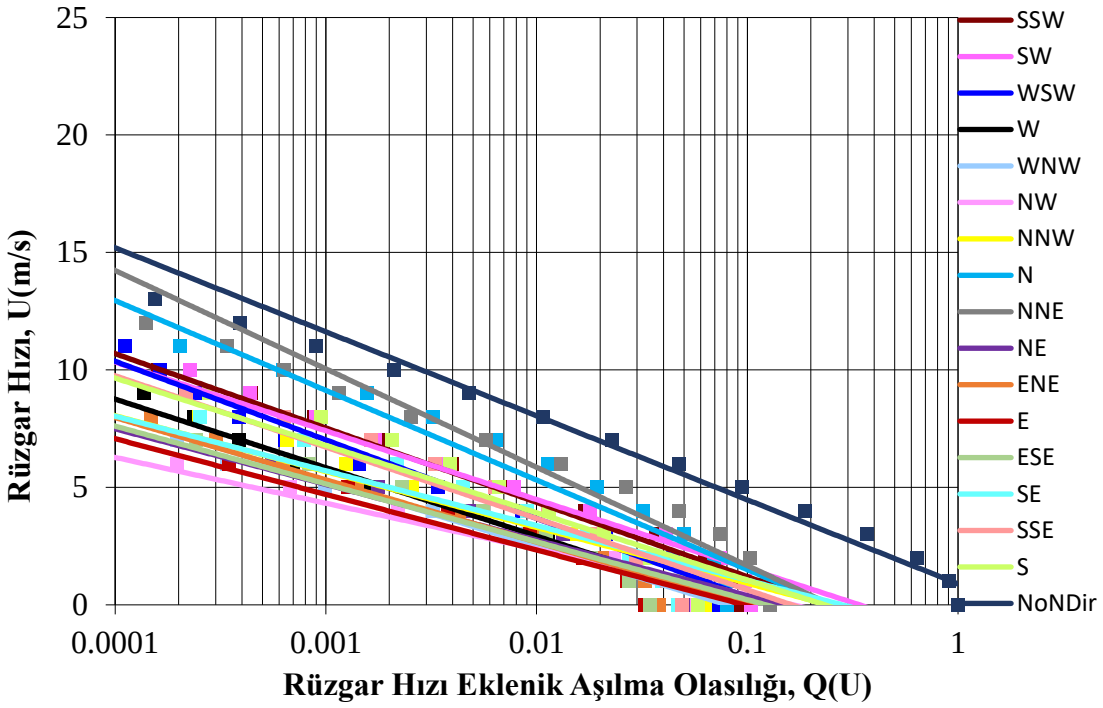
Yön	Denklem
SSW	U = -1.527ln(Q) - 1.7067
SW	U = -1.425ln(Q) - 0.8288
WSW	U = -1.261ln(Q) - 0.1577
W	U = -1.398ln(Q) - 1.7315
WNW	U = -1.228ln(Q) - 2
NW	U = -1.292ln(Q) - 2.369
NNW	U = -1.782ln(Q) - 3.0964
N	U = -1.815ln(Q) - 0.9869
NNE	U = -1.9ln(Q) - 3.128
NE	U = -1.423ln(Q) - 2.9455
ENE	U = -1.474ln(Q) - 2.6305
E	U = -1.71ln(Q) - 3.6019
ESE	U = -1.574ln(Q) - 2.7827
SE	U = -1.5ln(Q) - 2.9082
SSE	U = -1.681ln(Q) - 3.5888
S	U = -1.733ln(Q) - 3.4629
NonDir	U = -1.6ln(Q) + 2.2273

Akdeniz 11 (36.50 N; 30.70 E)



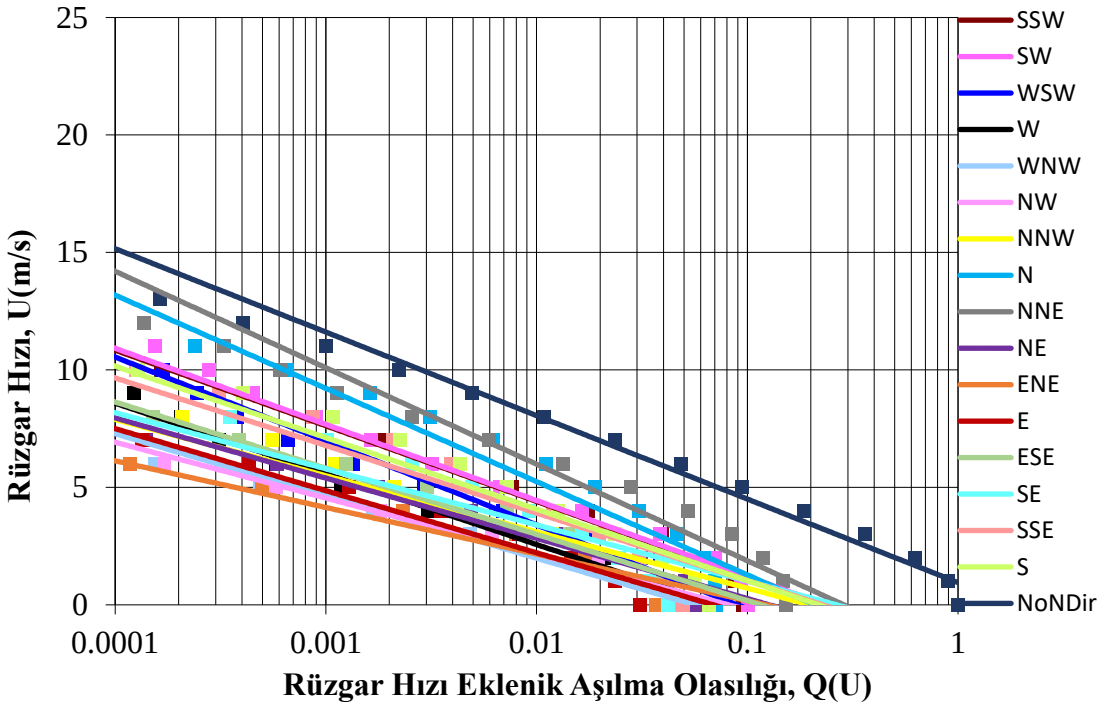
Yön	Denklem
SSW	U = -1.481ln(Q) - 2.0604
SW	U = -1.345ln(Q) - 0.993
WSW	U = -1.309ln(Q) - 0.8217
W	U = -1.148ln(Q) - 0.709
WNW	U = -1.249ln(Q) - 2.0917
NW	U = -1.134ln(Q) - 1.9648
NNW	U = -1.491ln(Q) - 3.0142
N	U = -1.645ln(Q) - 1.4703
NNE	U = -1.943ln(Q) - 2.1465
NE	U = -1.241ln(Q) - 2.0259
ENE	U = -1.312ln(Q) - 2.6957
E	U = -1.355ln(Q) - 2.4549
ESE	U = -1.513ln(Q) - 3.1549
SE	U = -1.591ln(Q) - 3.4789
SSE	U = -1.618ln(Q) - 3.6366
S	U = -1.557ln(Q) - 3.0349
NonDir	U = -1.581ln(Q) + 1.8079

Akdeniz 12 (36.75 N; 30.70 E)



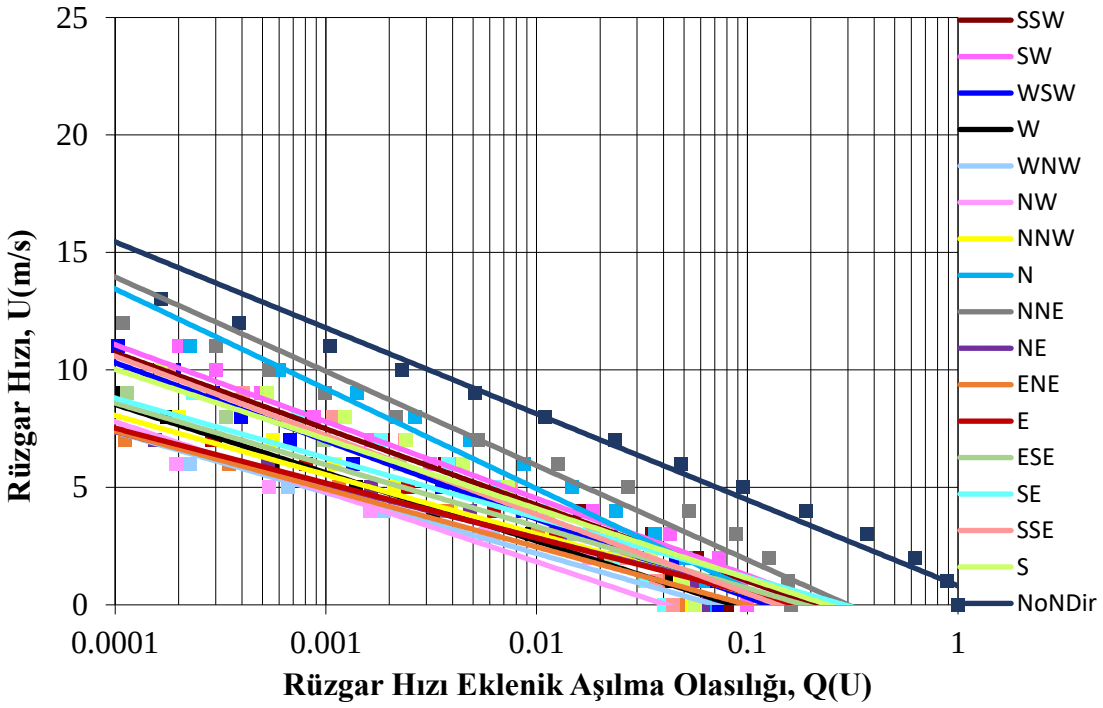
Yön	Denklem
SSW	U = -1.374ln(Q) - 1.9643
SW	U = -1.27ln(Q) - 1.3661
WSW	U = -1.452ln(Q) - 3.0093
W	U = -1.266ln(Q) - 2.9021
WNW	U = -1.203ln(Q) - 3.0386
NW	U = -0.848ln(Q) - 1.531
NNW	U = -1.033ln(Q) - 1.4604
N	U = -1.658ln(Q) - 2.3203
NNE	U = -1.818ln(Q) - 2.5169
NE	U = -1.028ln(Q) - 1.9728
ENE	U = -1.151ln(Q) - 2.6283
E	U = -1.029ln(Q) - 2.4059
ESE	U = -1.07ln(Q) - 2.2442
SE	U = -1.011ln(Q) - 1.2772
SSE	U = -1.319ln(Q) - 2.3953
S	U = -1.244ln(Q) - 1.8106
NonDir	U = -1.553ln(Q) + 0.896

Akdeniz 13 (36.75 N; 31.00 E)



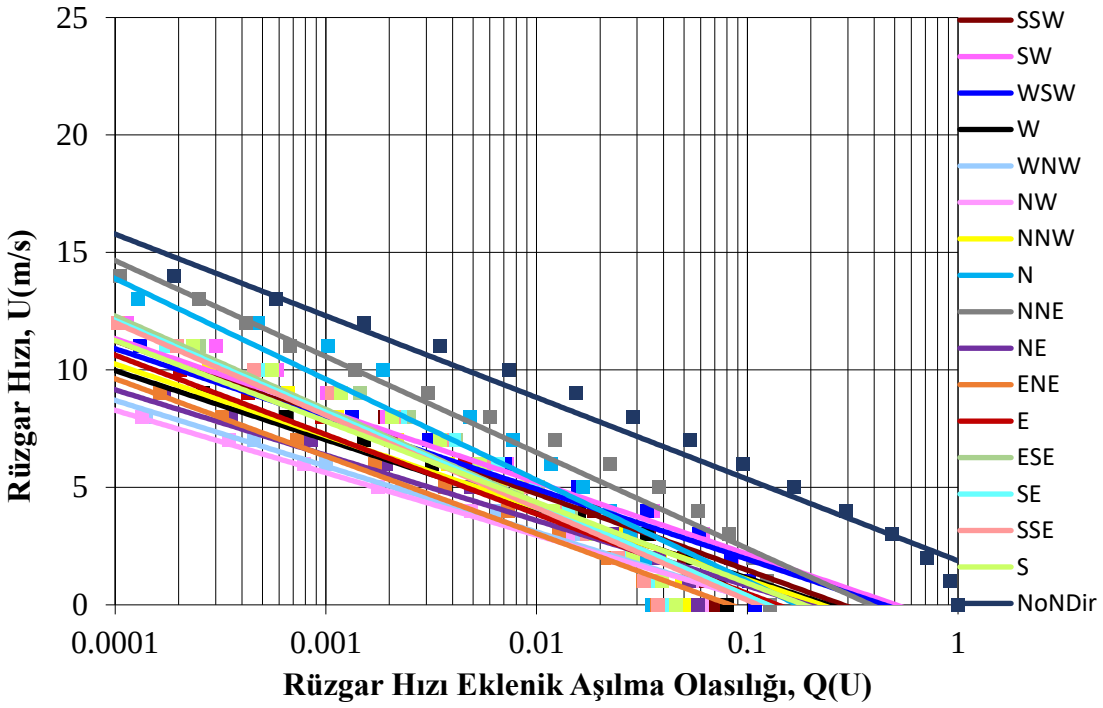
Yön	Denklem
SSW	U = -1.398ln(Q) - 2.0375
SW	U = -1.406ln(Q) - 2.0304
WSW	U = -1.552ln(Q) - 3.7405
W	U = -1.306ln(Q) - 3.4441
WNW	U = -1.151ln(Q) - 3.3144
NW	U = -1.032ln(Q) - 2.5863
NNW	U = -1.039ln(Q) - 1.6824
N	U = -1.724ln(Q) - 2.6933
NNE	U = -1.783ln(Q) - 2.2251
NE	U = -1.113ln(Q) - 2.2953
ENE	U = -0.861ln(Q) - 1.8032
E	U = -1.147ln(Q) - 3.0679
ESE	U = -1.224ln(Q) - 2.6378
SE	U = -1.037ln(Q) - 1.3755
SSE	U = -1.248ln(Q) - 1.8416
S	U = -1.321ln(Q) - 2.0117
NonDir	U = -1.543ln(Q) + 0.95

Akdeniz 14 (36.75 N; 31.30 E)



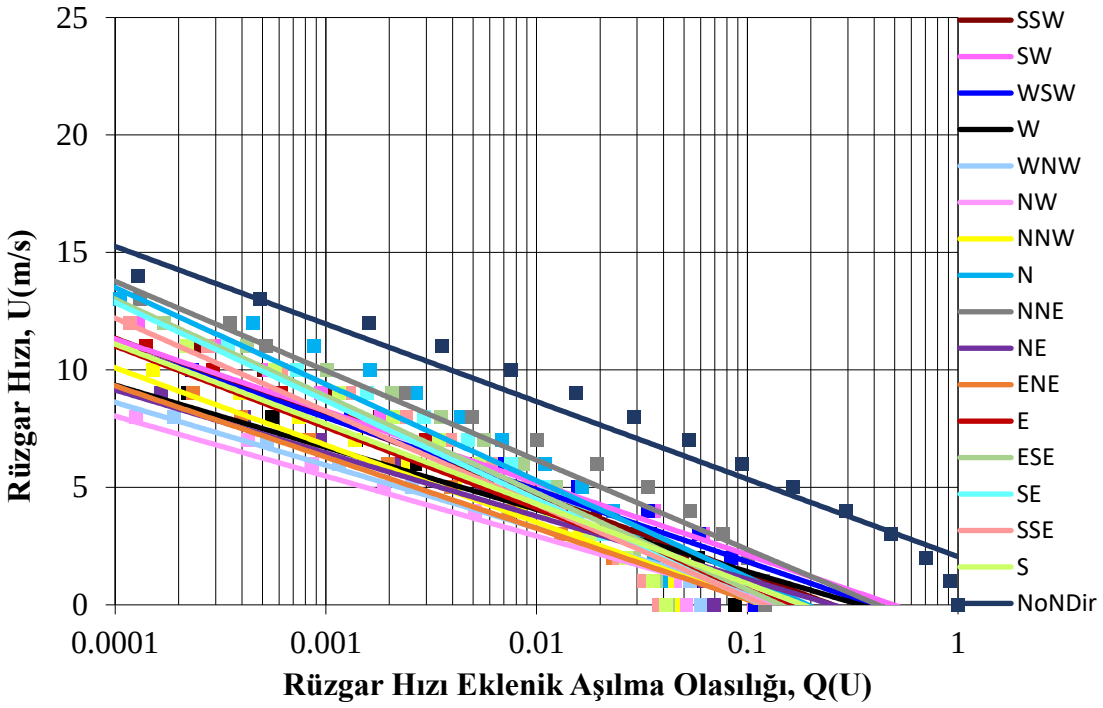
Yön	Denklem
SSW	U = -1.407ln(Q) - 2.2274
SW	U = -1.42ln(Q) - 2.0093
WSW	U = -1.446ln(Q) - 3.0075
W	U = -1.263ln(Q) - 3.104
WNW	U = -1.123ln(Q) - 2.9816
NW	U = -1.295ln(Q) - 4.1318
NNW	U = -1.096ln(Q) - 2.0311
N	U = -1.846ln(Q) - 3.5562
NNE	U = -1.742ln(Q) - 2.0921
NE	U = -0.982ln(Q) - 1.6737
ENE	U = -1.07ln(Q) - 2.463
E	U = -1.015ln(Q) - 1.8273
ESE	U = -1.141ln(Q) - 1.9164
SE	U = -1.104ln(Q) - 1.3687
SSE	U = -1.461ln(Q) - 2.8775
S	U = -1.287ln(Q) - 1.8317
NonDir	U = -1.59ln(Q) + 0.8099

Akdeniz 15 (36.50 N; 31.30 E)



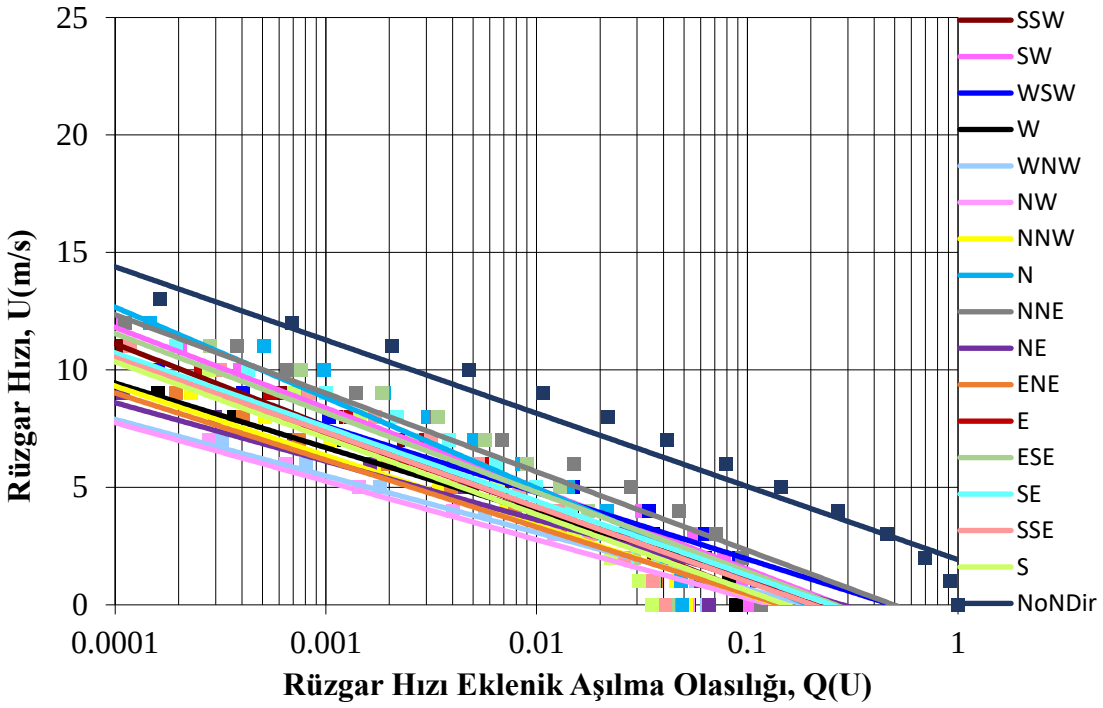
Yön	Denklem
SSW	U = -1.413ln(Q) - 1.7749
SW	U = -1.328ln(Q) - 0.8959
WSW	U = -1.297ln(Q) - 1.0448
W	U = -1.278ln(Q) - 1.803
WNW	U = -1.216ln(Q) - 2.4981
NW	U = -1.155ln(Q) - 2.3549
NNW	U = -1.328ln(Q) - 1.9771
N	U = -1.863ln(Q) - 3.2653
NNE	U = -1.774ln(Q) - 1.6859
NE	U = -1.208ln(Q) - 1.9726
ENE	U = -1.432ln(Q) - 3.5632
E	U = -1.468ln(Q) - 2.8953
ESE	U = -1.725ln(Q) - 3.5983
SE	U = -1.698ln(Q) - 3.525
SSE	U = -1.709ln(Q) - 3.7366
S	U = -1.495ln(Q) - 2.5148
NonDir	U = -1.509ln(Q) + 1.8771

Akdeniz 16 (36.50 N; 31.60 E)



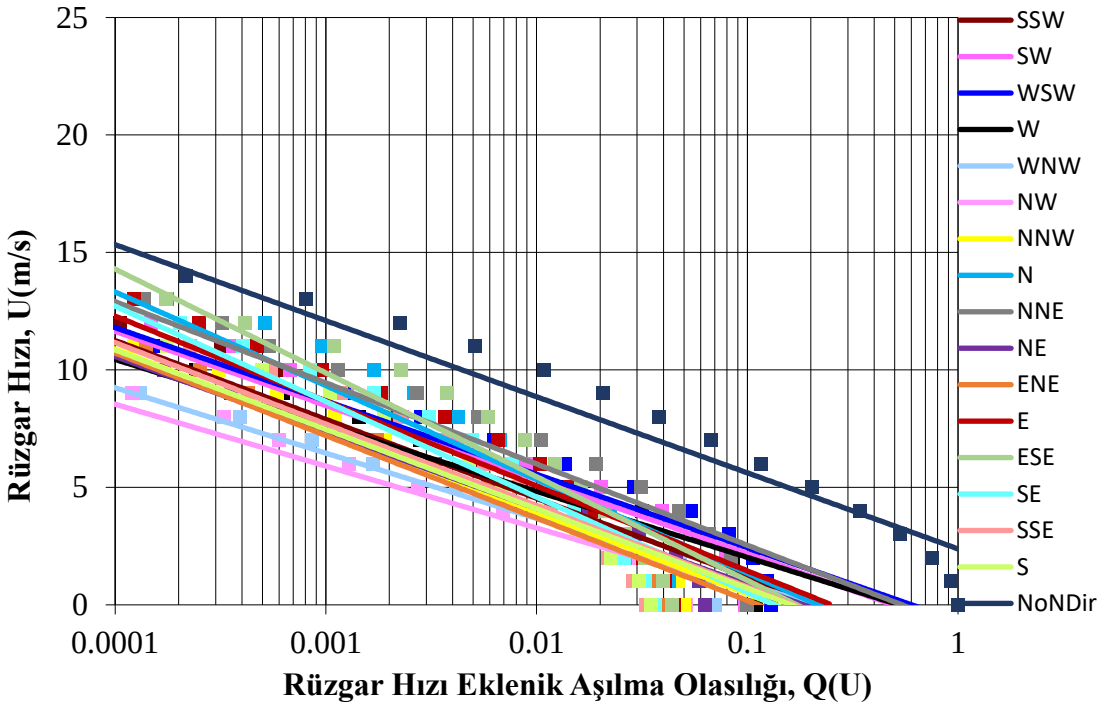
Yön	Denklem
SSW	U = -1.447ln(Q) - 1.9842
SW	U = -1.33ln(Q) - 0.938
WSW	U = -1.333ln(Q) - 1.2334
W	U = -1.148ln(Q) - 1.2278
WNW	U = -1.162ln(Q) - 2.0858
NW	U = -1.109ln(Q) - 2.1845
NNW	U = -1.428ln(Q) - 3.0645
N	U = -1.783ln(Q) - 2.925
NNE	U = -1.652ln(Q) - 1.4428
NE	U = -1.166ln(Q) - 1.5954
ENE	U = -1.316ln(Q) - 2.8024
E	U = -1.499ln(Q) - 2.7932
ESE	U = -1.788ln(Q) - 3.4663
SE	U = -1.82ln(Q) - 3.8892
SSE	U = -1.72ln(Q) - 3.639
S	U = -1.475ln(Q) - 2.4951
NonDir	U = -1.434ln(Q) + 2.0518

Akdeniz 17 (36.50 N; 31.90 E)



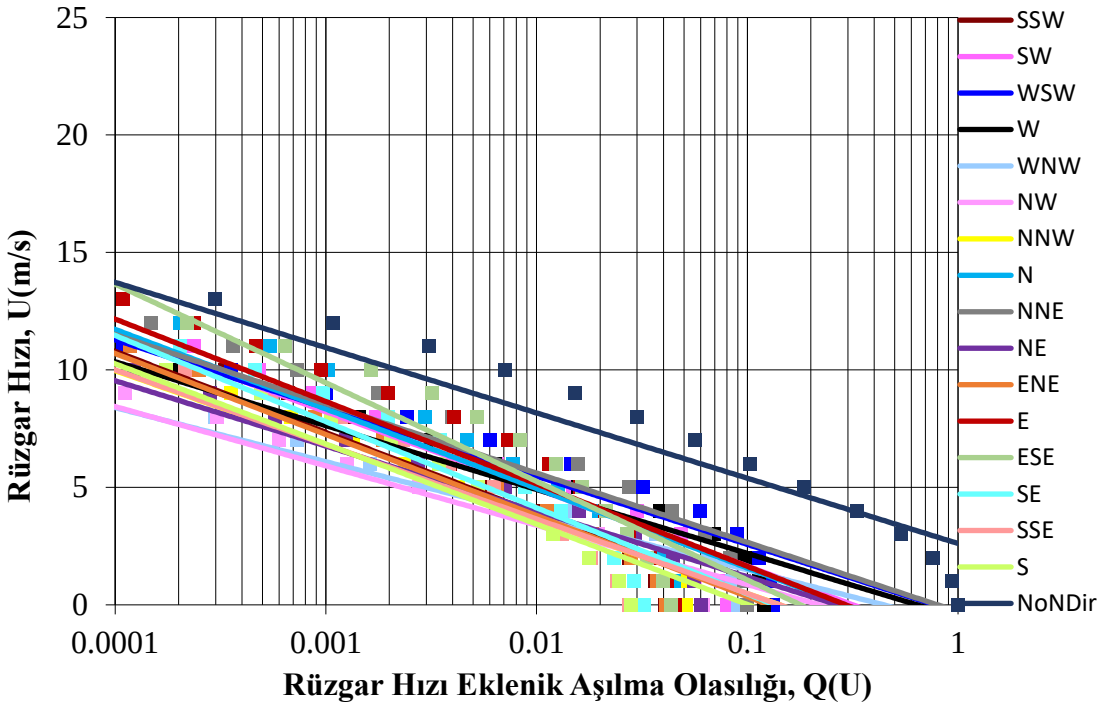
Yön	Denklem
SSW	U = -1.526ln(Q) - 2.9377
SW	U = -1.49ln(Q) - 1.9145
WSW	U = -1.23ln(Q) - 0.8841
W	U = -1.194ln(Q) - 1.5551
WNW	U = -1.045ln(Q) - 1.7302
NW	U = -1.081ln(Q) - 2.2058
NNW	U = -1.284ln(Q) - 2.5181
N	U = -1.673ln(Q) - 2.7338
NNE	U = -1.452ln(Q) - 1.0236
NE	U = -1.082ln(Q) - 1.3642
ENE	U = -1.239ln(Q) - 2.3933
E	U = -1.365ln(Q) - 2.1337
ESE	U = -1.467ln(Q) - 1.9626
SE	U = -1.371ln(Q) - 1.897
SSE	U = -1.381ln(Q) - 2.1913
S	U = -1.409ln(Q) - 2.6389
NonDir	U = -1.353ln(Q) + 1.9229

Akdeniz 18 (36.25 N; 31.90 E)



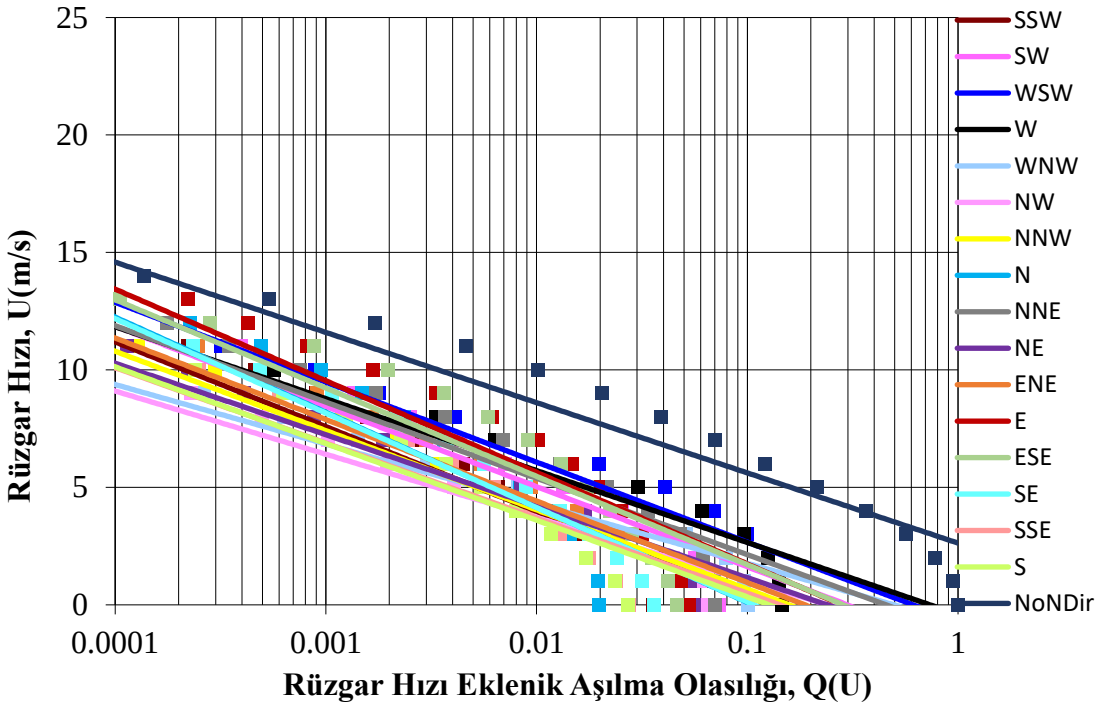
Yön	Denklem
SSW	U = -1.459ln(Q) - 2.1867
SW	U = -1.37ln(Q) - 0.9741
WSW	U = -1.356ln(Q) - 0.6852
W	U = -1.219ln(Q) - 0.7859
WNW	U = -1.208ln(Q) - 1.8865
NW	U = -1.144ln(Q) - 1.9968
NNW	U = -1.509ln(Q) - 3.0094
N	U = -1.733ln(Q) - 2.6467
NNE	U = -1.501ln(Q) - 0.9171
NE	U = -1.405ln(Q) - 2.3656
ENE	U = -1.525ln(Q) - 3.3285
E	U = -1.57ln(Q) - 2.1654
ESE	U = -1.918ln(Q) - 3.3774
SE	U = -1.764ln(Q) - 3.5326
SSE	U = -1.505ln(Q) - 2.7018
S	U = -1.468ln(Q) - 2.6698
NonDir	U = -1.406ln(Q) + 2.3823

Akdeniz 19 (36.25 N; 32.20 E)



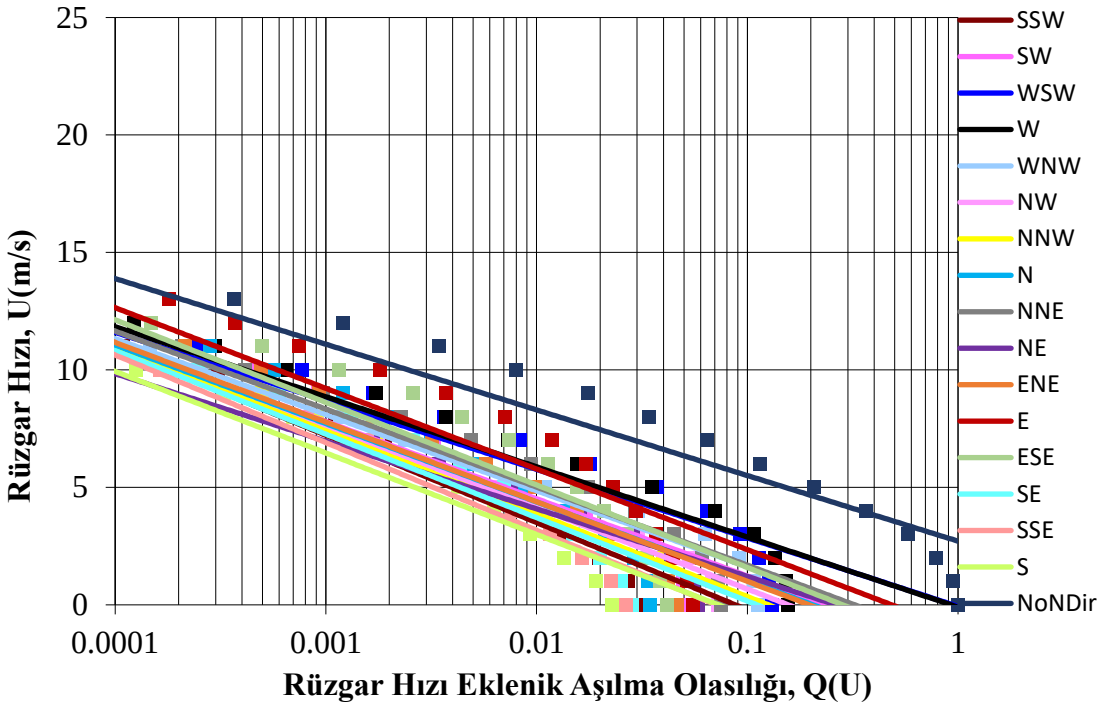
Yön	Denklem
SSW	U = -1.499ln(Q) - 3.0188
SW	U = -1.427ln(Q) - 1.6343
WSW	U = -1.261ln(Q) - 0.3286
W	U = -1.181ln(Q) - 0.5282
WNW	U = -0.999ln(Q) - 0.811
NW	U = -1.097ln(Q) - 1.662
NNW	U = -1.373ln(Q) - 2.6787
N	U = -1.47ln(Q) - 1.8154
NNE	U = -1.28ln(Q) - 0.2857
NE	U = -1.208ln(Q) - 1.5873
ENE	U = -1.498ln(Q) - 3.1012
E	U = -1.523ln(Q) - 1.8663
ESE	U = -1.822ln(Q) - 3.1346
SE	U = -1.591ln(Q) - 3.1961
SSE	U = -1.377ln(Q) - 2.6843
S	U = -1.483ln(Q) - 3.397
NonDir	U = -1.207ln(Q) + 2.6125

Akdeniz 20 (36.00 N; 32.20 E)



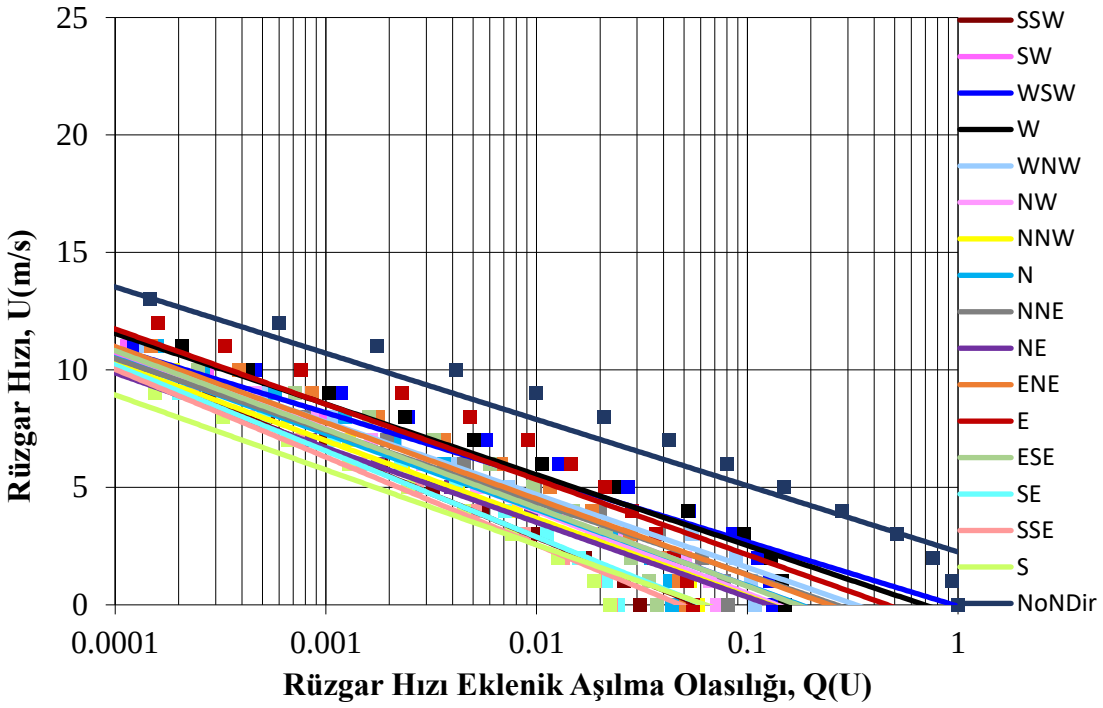
Yön	Denklem
SSW	U = -1.566ln(Q) - 3.2299
SW	U = -1.482ln(Q) - 1.7909
WSW	U = -1.477ln(Q) - 0.7266
W	U = -1.329ln(Q) - 0.4073
WNW	U = -1.102ln(Q) - 0.7682
NW	U = -1.169ln(Q) - 1.662
NNW	U = -1.465ln(Q) - 2.7041
N	U = -1.758ln(Q) - 3.9435
NNE	U = -1.41ln(Q) - 1.1073
NE	U = -1.321ln(Q) - 1.888
ENE	U = -1.507ln(Q) - 2.5218
E	U = -1.693ln(Q) - 2.1562
ESE	U = -1.632ln(Q) - 2.0476
SE	U = -1.745ln(Q) - 3.8953
SSE	U = -1.388ln(Q) - 2.6973
S	U = -1.418ln(Q) - 2.9265
NonDir	U = -1.298ln(Q) + 2.6276

Akdeniz 21 (36.00 N; 32.50 E)



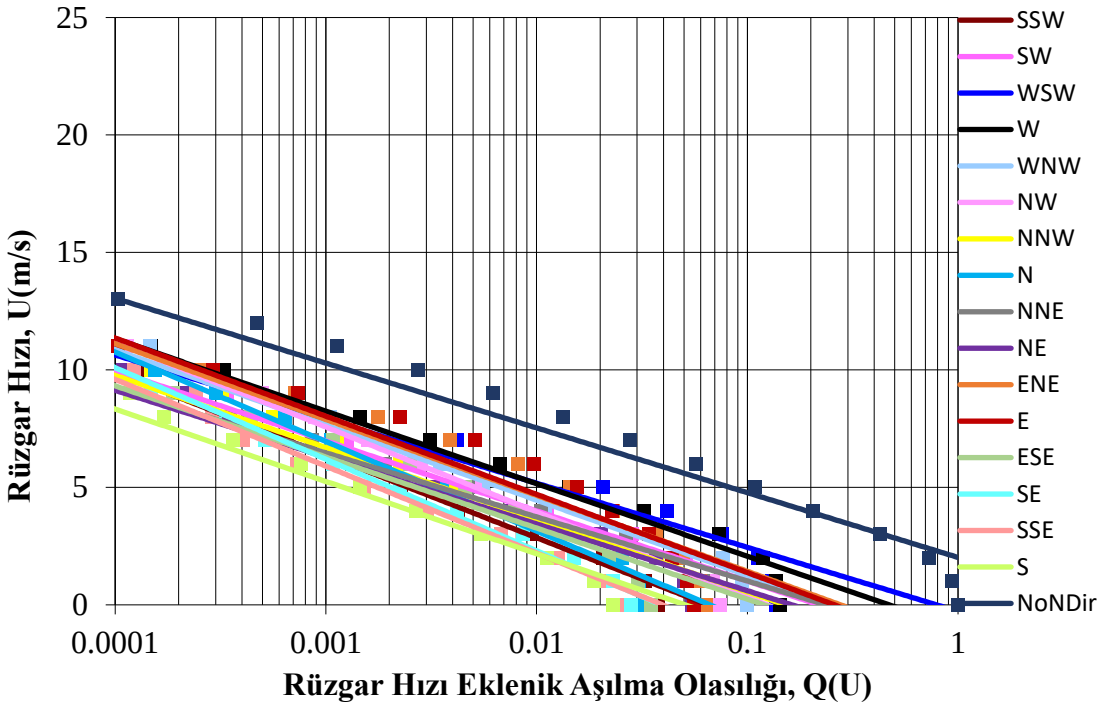
Yön	Denklem
SSW	U = -1.613ln(Q) - 3.9269
SW	U = -1.428ln(Q) - 2.0602
WSW	U = -1.267ln(Q) - 0.066
W	U = -1.296ln(Q) - 0.0963
WNW	U = -1.405ln(Q) - 1.6158
NW	U = -1.506ln(Q) - 2.7936
NNW	U = -1.531ln(Q) - 3.1716
N	U = -1.449ln(Q) - 2.2965
NNE	U = -1.442ln(Q) - 1.6284
NE	U = -1.25ln(Q) - 1.6673
ENE	U = -1.473ln(Q) - 2.3926
E	U = -1.49ln(Q) - 1.0817
ESE	U = -1.526ln(Q) - 1.9225
SE	U = -1.542ln(Q) - 3.3885
SSE	U = -1.619ln(Q) - 4.2822
S	U = -1.507ln(Q) - 3.9466
NonDir	U = -1.213ln(Q) + 2.7113

Akdeniz 22 (36.00 N; 32.80 E)



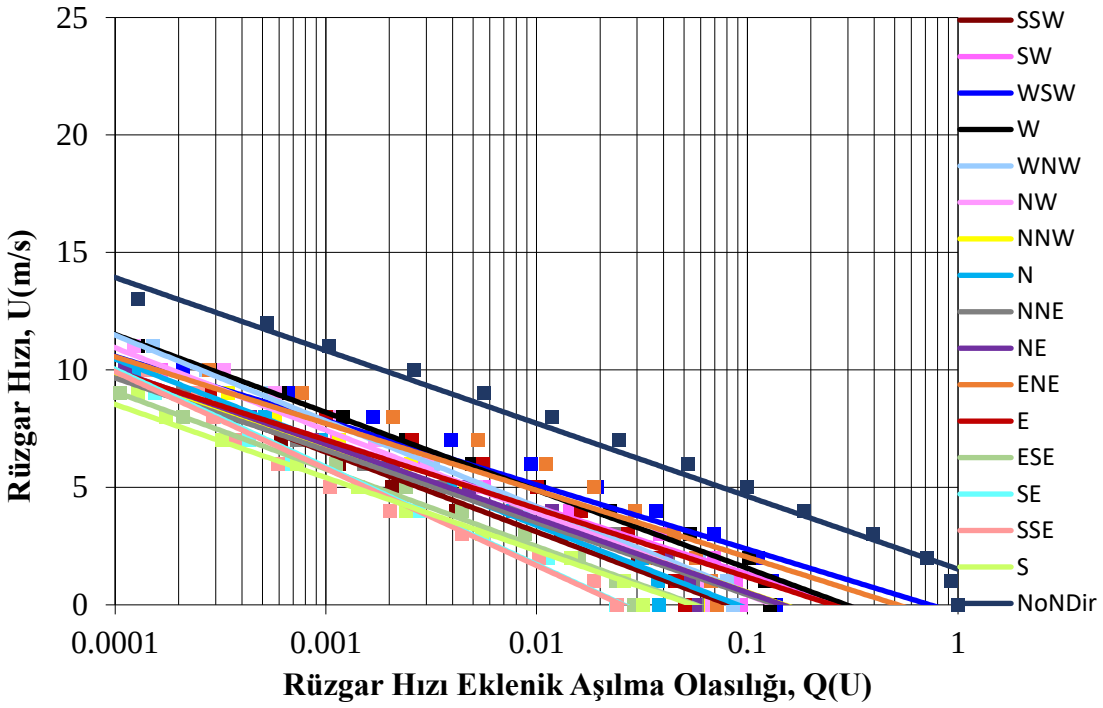
Yön	Denklem
SSW	U = -1.62ln(Q) - 4.5945
SW	U = -1.423ln(Q) - 2.458
WSW	U = -1.192ln(Q) - 0.06
W	U = -1.307ln(Q) - 0.4789
WNW	U = -1.344ln(Q) - 1.4977
NW	U = -1.519ln(Q) - 3.005
NNW	U = -1.434ln(Q) - 2.9176
N	U = -1.403ln(Q) - 2.409
NNE	U = -1.33ln(Q) - 1.7684
NE	U = -1.381ln(Q) - 2.8456
ENE	U = -1.408ln(Q) - 1.9782
E	U = -1.391ln(Q) - 1.0724
ESE	U = -1.45ln(Q) - 2.5427
SE	U = -1.589ln(Q) - 4.4301
SSE	U = -1.621ln(Q) - 4.908
S	U = -1.385ln(Q) - 3.8193
NonDir	U = -1.224ln(Q) + 2.2526

Akdeniz 23 (36.00 N; 33.10 E)



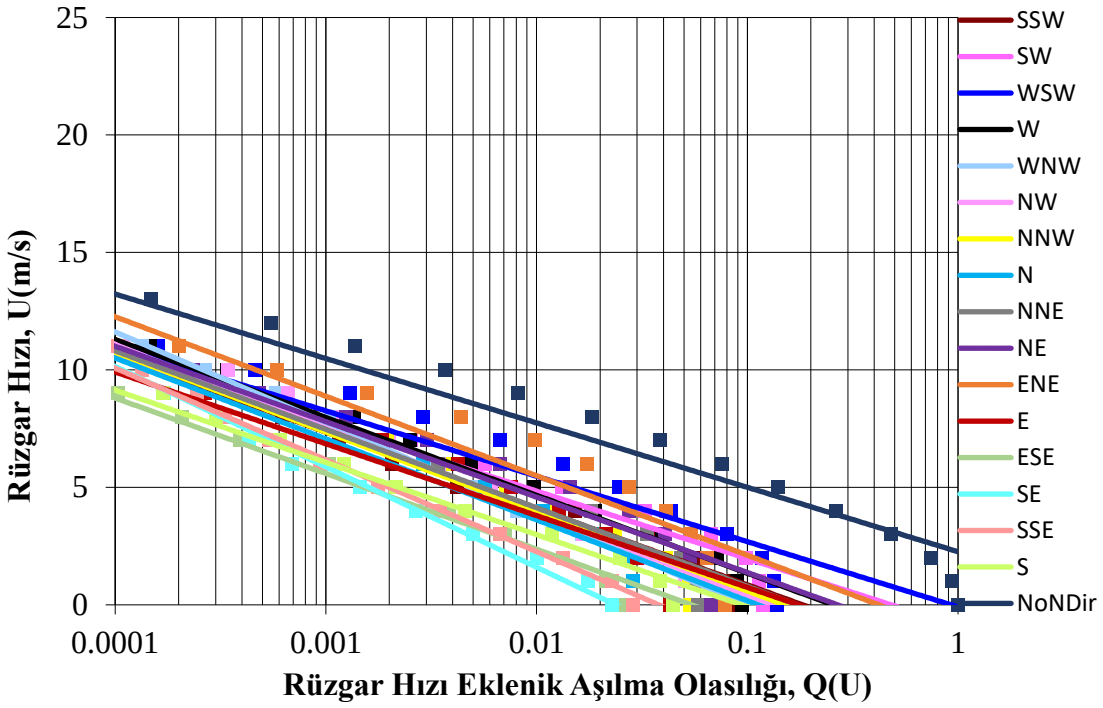
Yön	Denklem
SSW	U = -1.528ln(Q) - 4.1807
SW	U = -1.296ln(Q) - 1.9725
WSW	U = -1.185ln(Q) - 0.2799
W	U = -1.34ln(Q) - 1.0125
WNW	U = -1.39ln(Q) - 1.9449
NW	U = -1.57ln(Q) - 3.2761
NNW	U = -1.334ln(Q) - 2.5222
N	U = -1.656ln(Q) - 4.4897
NNE	U = -1.184ln(Q) - 1.711
NE	U = -1.235ln(Q) - 2.2406
ENE	U = -1.403ln(Q) - 1.7997
E	U = -1.445ln(Q) - 1.9533
ESE	U = -1.314ln(Q) - 2.7811
SE	U = -1.692ln(Q) - 5.493
SSE	U = -1.605ln(Q) - 5.1811
S	U = -1.339ln(Q) - 3.997
NonDir	U = -1.197ln(Q) + 2.019

Akdeniz 24 (36.00 N; 33.40 E)



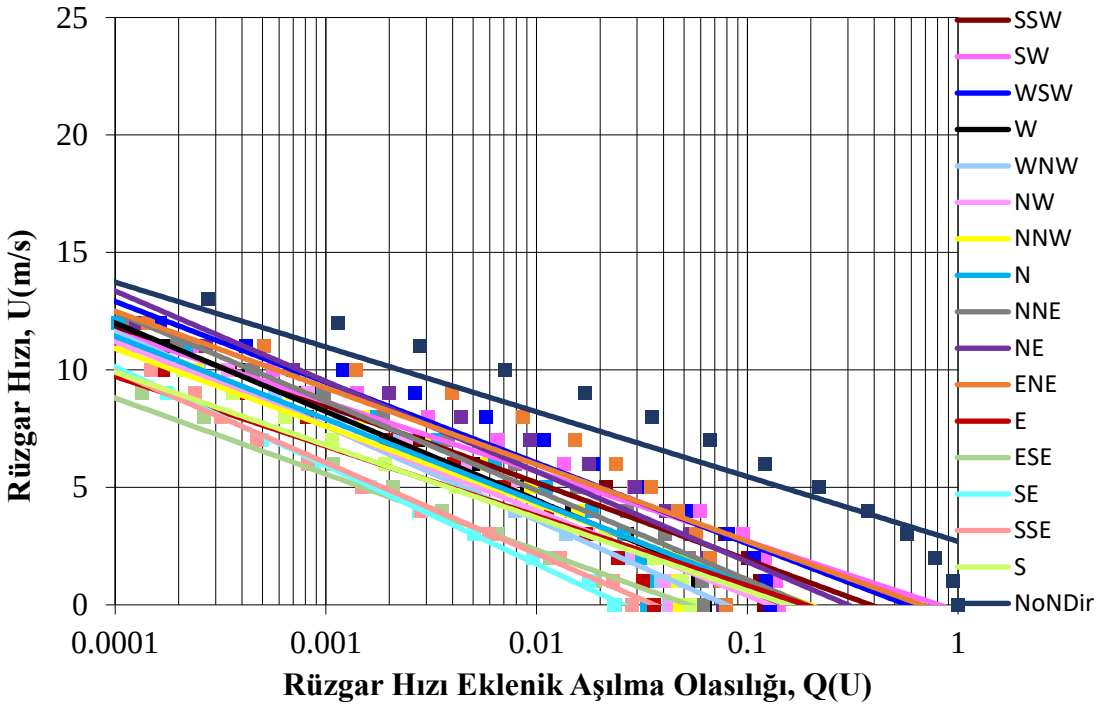
Yön	Denklem
SSW	U = -1.475ln(Q) - 3.6845
SW	U = -1.24ln(Q) - 1.5402
WSW	U = -1.187ln(Q) - 0.3605
W	U = -1.441ln(Q) - 1.7562
WNW	U = -1.584ln(Q) - 3.1113
NW	U = -1.522ln(Q) - 3.0809
NNW	U = -1.344ln(Q) - 2.5509
N	U = -1.537ln(Q) - 3.7007
NNE	U = -1.336ln(Q) - 2.6448
NE	U = -1.37ln(Q) - 2.6273
ENE	U = -1.235ln(Q) - 0.8119
E	U = -1.268ln(Q) - 1.7376
ESE	U = -1.429ln(Q) - 4.0943
SE	U = -1.804ln(Q) - 6.5907
SSE	U = -1.791ln(Q) - 6.5768
S	U = -1.352ln(Q) - 3.9216
NonDir	U = -1.347ln(Q) + 1.522

Akdeniz 25 (36.00 N; 33.70 E)



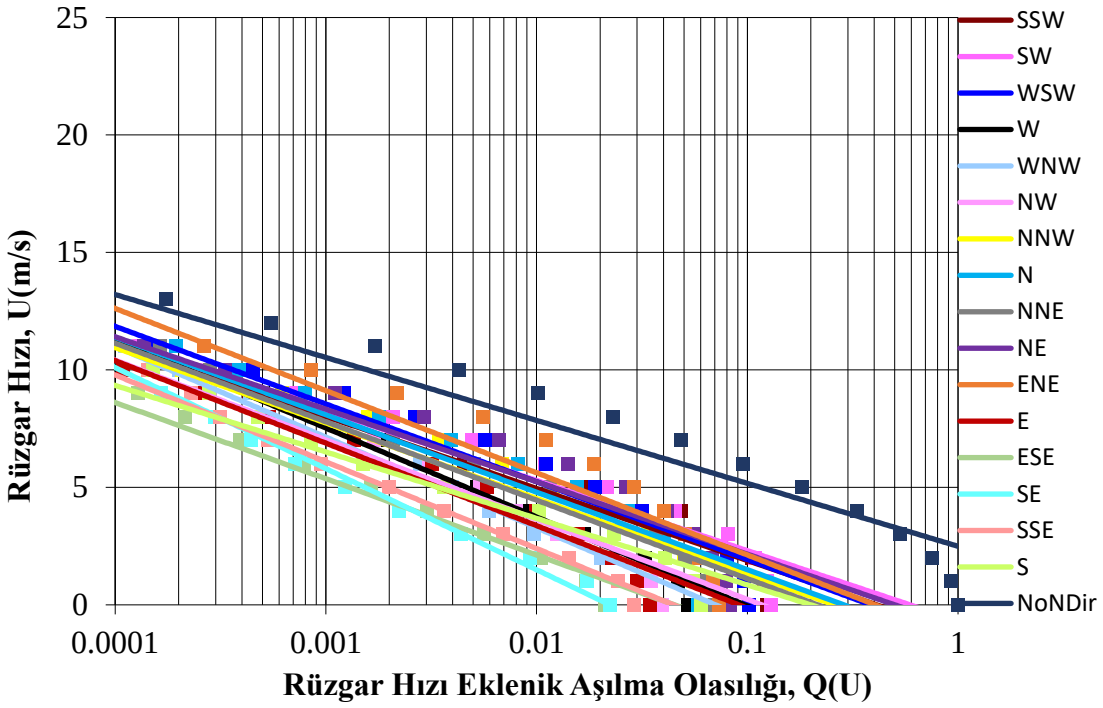
Yön	Denklem
SSW	U = -1.412ln(Q) - 2.3989
SW	U = -1.25ln(Q) - 0.9112
WSW	U = -1.209ln(Q) - 0.091
W	U = -1.44ln(Q) - 1.9706
WNW	U = -1.683ln(Q) - 3.8854
NW	U = -1.55ln(Q) - 3.1875
NNW	U = -1.469ln(Q) - 2.791
N	U = -1.496ln(Q) - 3.2679
NNE	U = -1.45ln(Q) - 2.5459
NE	U = -1.394ln(Q) - 1.8325
ENE	U = -1.469ln(Q) - 1.2708
E	U = -1.327ln(Q) - 2.3125
ESE	U = -1.397ln(Q) - 4.0632
SE	U = -1.856ln(Q) - 6.9458
SSE	U = -1.697ln(Q) - 5.5493
S	U = -1.335ln(Q) - 3.1594
NonDir	U = -1.191ln(Q) + 2.2619

Akdeniz 26 (36.00 N; 34.00 E)



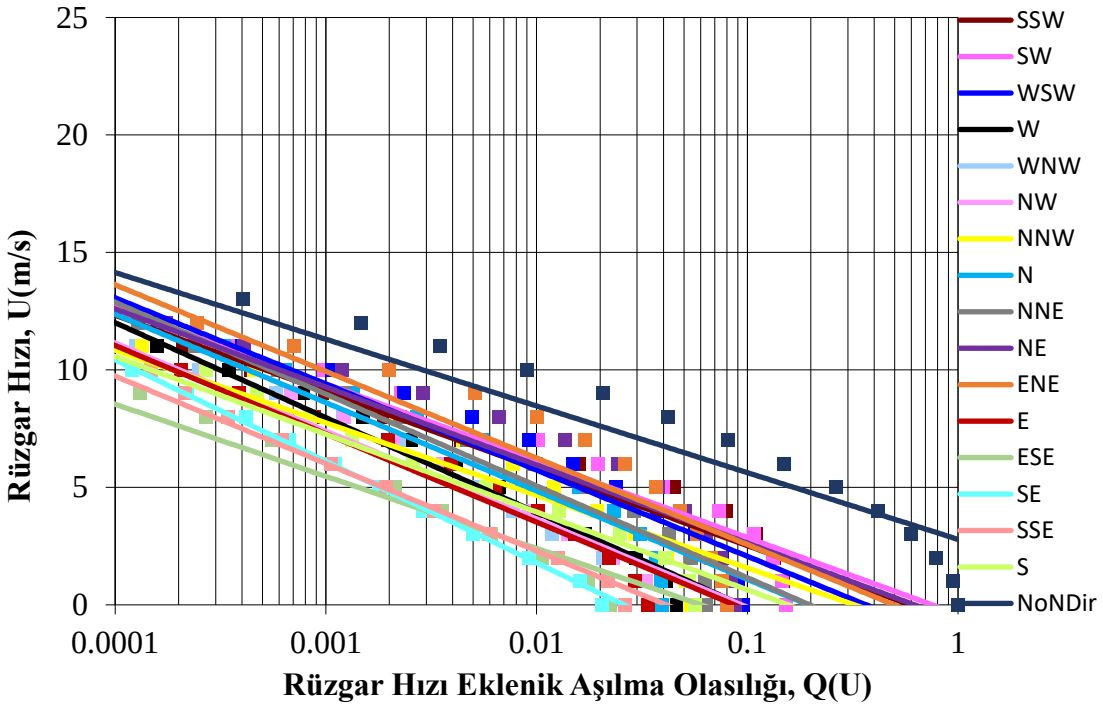
Yön	Denklem
SSW	U = -1.425ln(Q) - 1.3636
SW	U = -1.29ln(Q) - 0.2654
WSW	U = -1.492ln(Q) - 0.8271
W	U = -1.638ln(Q) - 3.0886
WNW	U = -1.74ln(Q) - 4.4055
NW	U = -1.565ln(Q) - 3.2038
NNW	U = -1.437ln(Q) - 2.3223
N	U = -1.529ln(Q) - 2.6499
NNE	U = -1.649ln(Q) - 2.7267
NE	U = -1.668ln(Q) - 2.0073
ENE	U = -1.418ln(Q) - 0.5636
E	U = -1.289ln(Q) - 2.1522
ESE	U = -1.404ln(Q) - 4.1312
SE	U = -1.825ln(Q) - 6.6738
SSE	U = -1.686ln(Q) - 5.5932
S	U = -1.347ln(Q) - 2.5007
NonDir	U = -1.198ln(Q) + 2.701

Akdeniz 27 (36.25 N; 34.00 E)



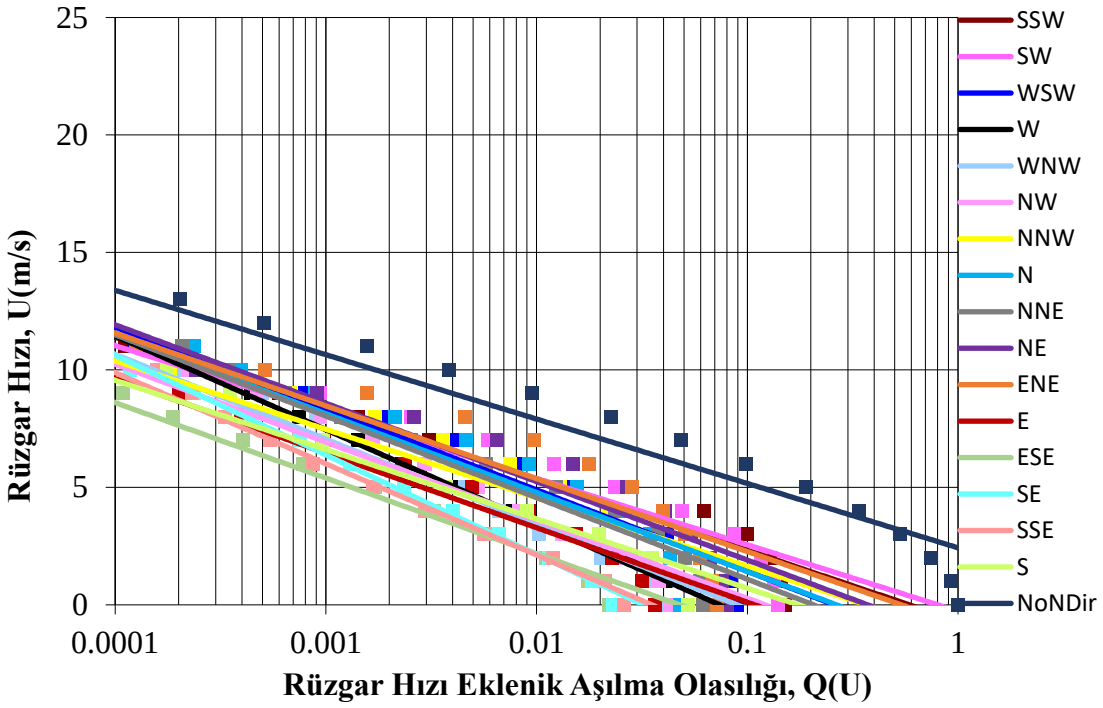
Yön	Denklem
SSW	U = -1.333ln(Q) - 1.1837
SW	U = -1.297ln(Q) - 0.6799
WSW	U = -1.436ln(Q) - 1.3719
W	U = -1.645ln(Q) - 3.8374
WNW	U = -1.677ln(Q) - 4.4422
NW	U = -1.474ln(Q) - 3.1593
NNW	U = -1.394ln(Q) - 1.8858
N	U = -1.431ln(Q) - 1.7908
NNE	U = -1.451ln(Q) - 2.2258
NE	U = -1.339ln(Q) - 0.925
ENE	U = -1.519ln(Q) - 1.3747
E	U = -1.525ln(Q) - 3.6515
ESE	U = -1.41ln(Q) - 4.3712
SE	U = -1.868ln(Q) - 7.108
SSE	U = -1.604ln(Q) - 4.989
S	U = -1.229ln(Q) - 1.9776
NonDir	U = -1.163ln(Q) + 2.494

Akdeniz 28 (36.25 N; 34.30 E)



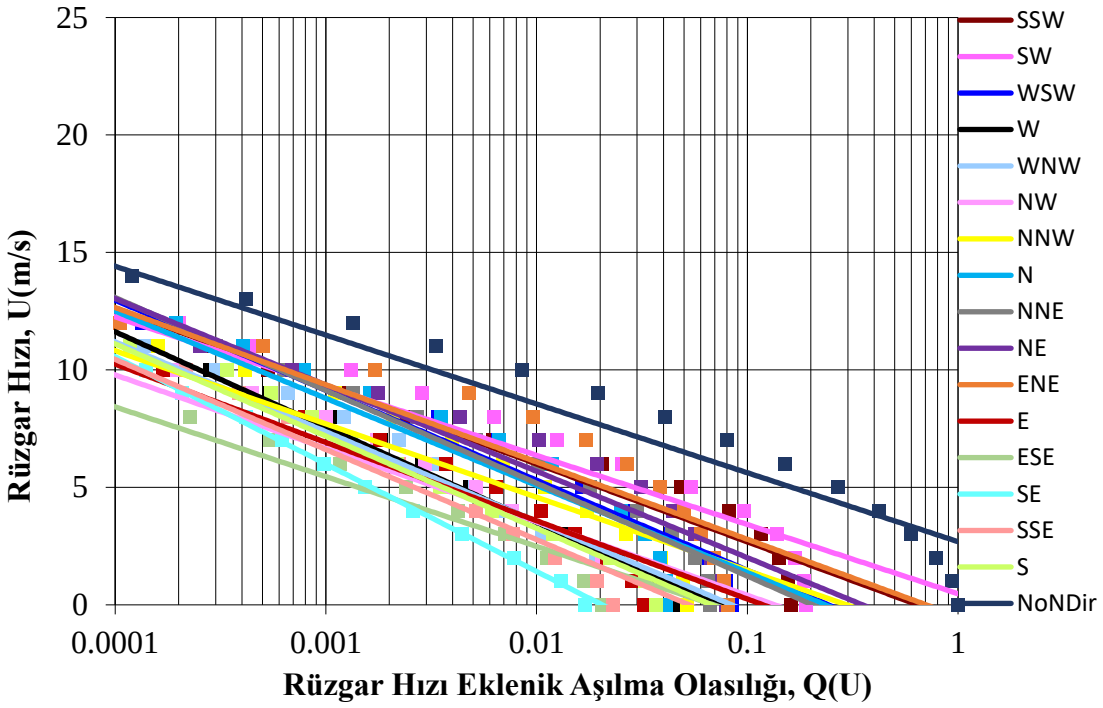
Yön	Denklem
SSW	U = -1.42ln(Q) - 0.7487
SW	U = -1.42ln(Q) - 0.4021
WSW	U = -1.593ln(Q) - 1.6001
W	U = -1.755ln(Q) - 4.1506
WNW	U = -1.636ln(Q) - 3.9542
NW	U = -1.627ln(Q) - 3.844
NNW	U = -1.342ln(Q) - 1.5209
N	U = -1.633ln(Q) - 2.6745
NNE	U = -1.697ln(Q) - 2.7514
NE	U = -1.442ln(Q) - 0.6849
ENE	U = -1.6ln(Q) - 1.1197
E	U = -1.631ln(Q) - 3.987
ESE	U = -1.334ln(Q) - 3.7453
SE	U = -1.876ln(Q) - 6.849
SSE	U = -1.616ln(Q) - 5.1507
S	U = -1.437ln(Q) - 2.6687
NonDir	U = -1.233ln(Q) + 2.7886

Akdeniz 29 (36.50 N; 34.30 E)



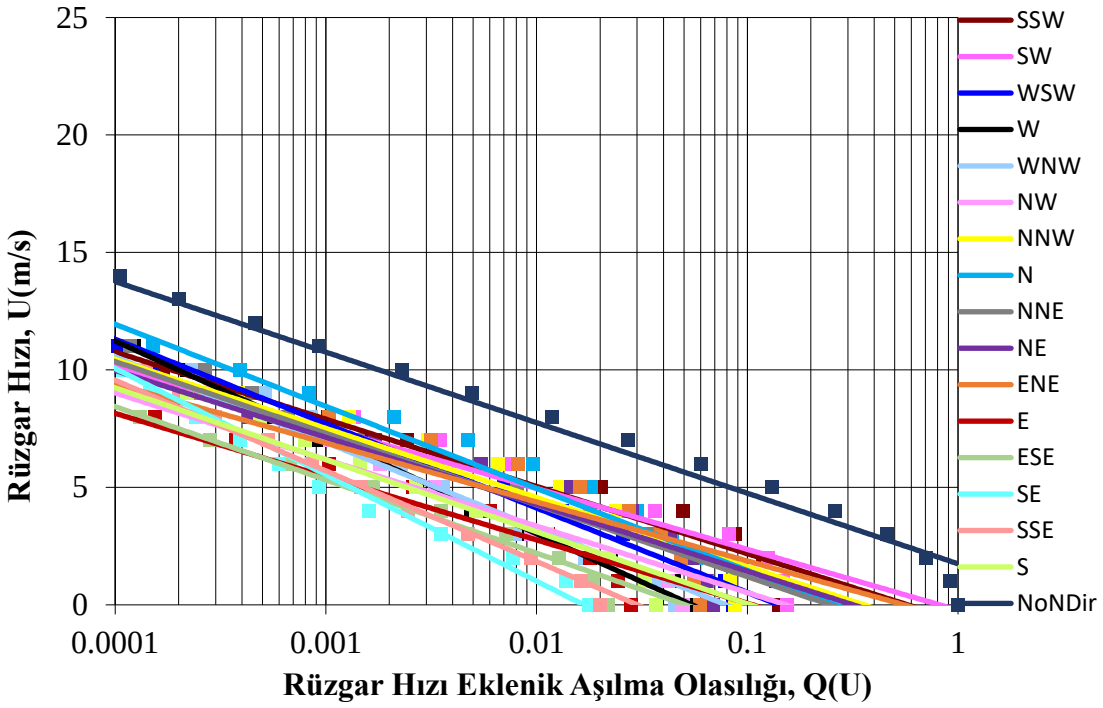
Yön	Denklem
SSW	U = -1.312ln(Q) - 0.6974
SW	U = -1.227ln(Q) - 0.2692
WSW	U = -1.504ln(Q) - 2.0334
W	U = -1.733ln(Q) - 4.5135
WNW	U = -1.569ln(Q) - 3.785
NW	U = -1.443ln(Q) - 3.0421
NNW	U = -1.265ln(Q) - 1.2678
N	U = -1.458ln(Q) - 1.9368
NNE	U = -1.508ln(Q) - 2.3804
NE	U = -1.449ln(Q) - 1.43
ENE	U = -1.346ln(Q) - 0.8302
E	U = -1.378ln(Q) - 3.0603
ESE	U = -1.395ln(Q) - 4.2443
SE	U = -1.841ln(Q) - 6.3338
SSE	U = -1.686ln(Q) - 5.6405
S	U = -1.281ln(Q) - 2.241
NonDir	U = -1.19ln(Q) + 2.4292

Akdeniz 30 (36.50 N; 34.60 E)



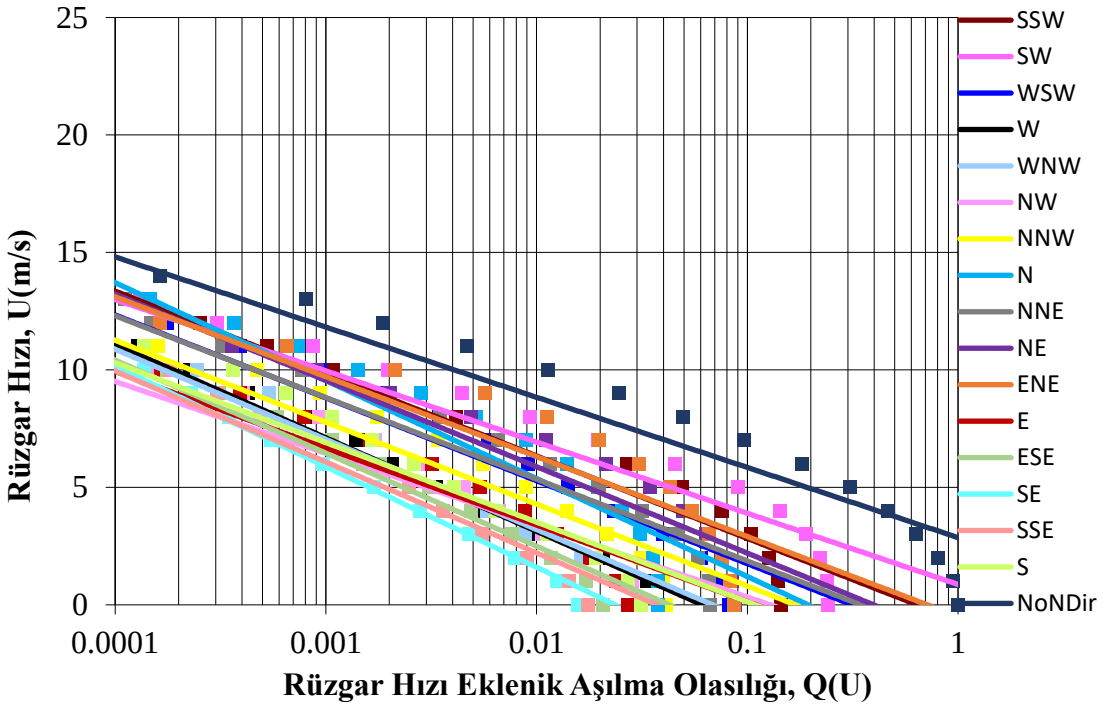
Yön	Denklem
SSW	U = -1.44ln(Q) - 0.6349
SW	U = -1.279ln(Q) + 0.4737
WSW	U = -1.664ln(Q) - 2.3572
W	U = -1.762ln(Q) - 4.6057
WNW	U = -1.662ln(Q) - 4.1113
NW	U = -1.358ln(Q) - 2.7175
NNW	U = -1.354ln(Q) - 1.6491
N	U = -1.61ln(Q) - 2.3325
NNE	U = -1.716ln(Q) - 2.7264
NE	U = -1.596ln(Q) - 1.6638
ENE	U = -1.428ln(Q) - 0.4957
E	U = -1.447ln(Q) - 3.0836
ESE	U = -1.289ln(Q) - 3.4456
SE	U = -1.984ln(Q) - 7.7164
SSE	U = -1.666ln(Q) - 4.8948
S	U = -1.705ln(Q) - 4.5965
NonDir	U = -1.273ln(Q) + 2.692

Akdeniz 31 (36.75 N; 34.60 E)



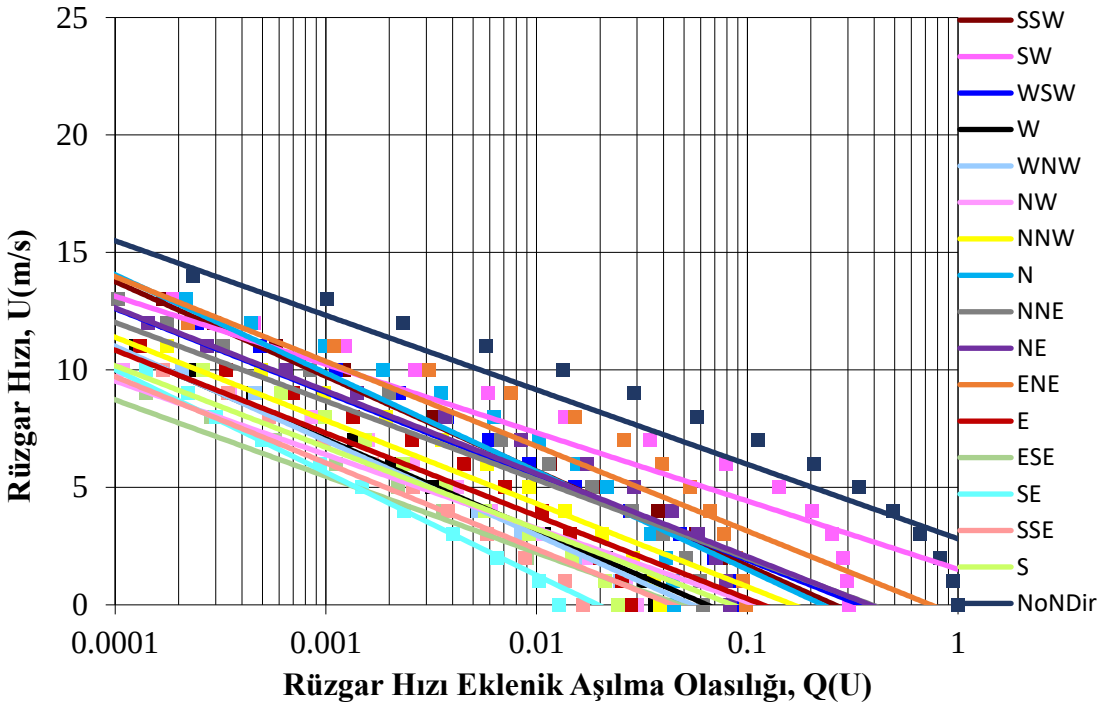
Yön	Denklem
SSW	U = -1.243ln(Q) - 0.6837
SW	U = -1.124ln(Q) - 0.2254
WSW	U = -1.56ln(Q) - 3.0606
W	U = -1.782ln(Q) - 5.1808
WNW	U = -1.582ln(Q) - 4.0135
NW	U = -1.23ln(Q) - 2.3104
NNW	U = -1.276ln(Q) - 1.3096
N	U = -1.518ln(Q) - 2.0367
NNE	U = -1.326ln(Q) - 1.8558
NE	U = -1.237ln(Q) - 1.4159
ENE	U = -1.09ln(Q) - 0.6415
E	U = -1.169ln(Q) - 2.6221
ESE	U = -1.354ln(Q) - 4.0362
SE	U = -1.965ln(Q) - 8.0406
SSE	U = -1.675ln(Q) - 5.8661
S	U = -1.331ln(Q) - 3.0159
NonDir	U = -1.304ln(Q) + 1.7491

Akdeniz 32 (36.50 N; 34.90 E)



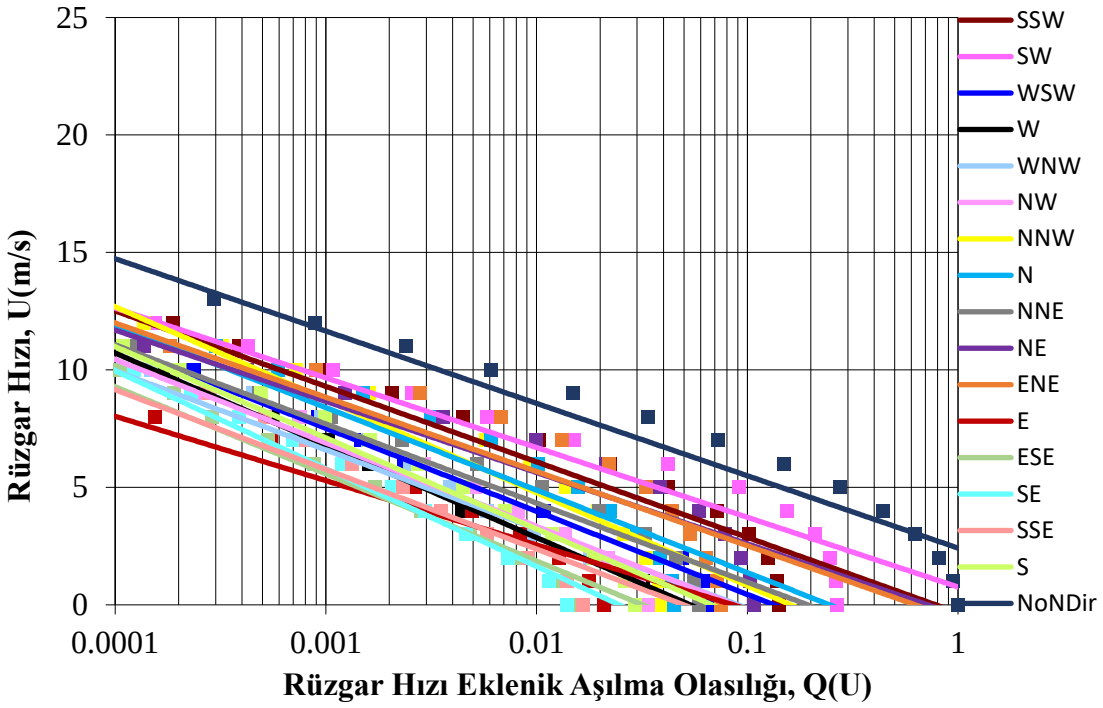
Yön	Denklem
SSW	U = -1.524ln(Q) - 0.6804
SW	U = -1.316ln(Q) + 0.8676
WSW	U = -1.532ln(Q) - 1.7734
W	U = -1.728ln(Q) - 4.8267
WNW	U = -1.666ln(Q) - 4.4629
NW	U = -1.328ln(Q) - 2.723
NNW	U = -1.514ln(Q) - 2.6849
N	U = -1.811ln(Q) - 2.9639
NNE	U = -1.51ln(Q) - 1.6084
NE	U = -1.596ln(Q) - 1.471
ENE	U = -1.477ln(Q) - 0.4929
E	U = -1.419ln(Q) - 3.133
ESE	U = -1.72ln(Q) - 5.4268
SE	U = -1.858ln(Q) - 6.9566
SSE	U = -1.681ln(Q) - 5.5291
S	U = -1.473ln(Q) - 3.2596
NonDir	U = -1.297ln(Q) + 2.8624

Akdeniz 33 (36.50 N; 35.20 E)



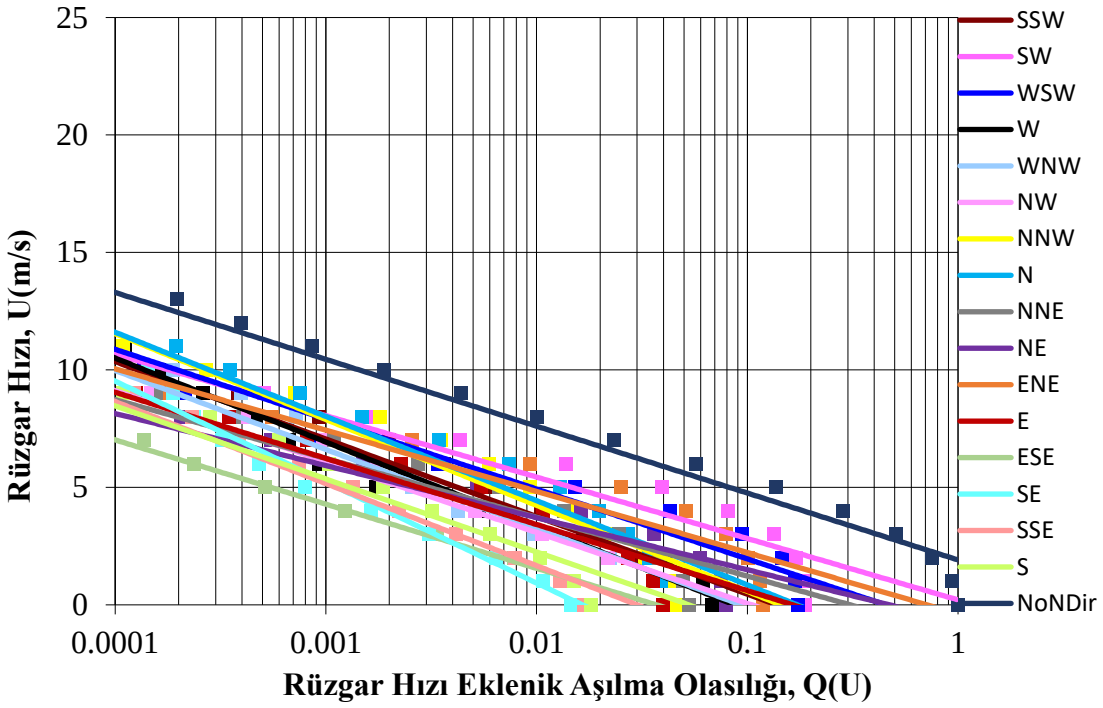
Yön	Denklem
SSW	U = -1.75ln(Q) - 2.3565
SW	U = -1.262ln(Q) + 1.5162
WSW	U = -1.549ln(Q) - 1.6548
W	U = -1.693ln(Q) - 4.64
WNW	U = -1.745ln(Q) - 5.0695
NW	U = -1.362ln(Q) - 3.0119
NNW	U = -1.537ln(Q) - 2.7667
N	U = -1.817ln(Q) - 2.6824
NNE	U = -1.454ln(Q) - 1.3679
NE	U = -1.533ln(Q) - 1.4765
ENE	U = -1.567ln(Q) - 0.4639
E	U = -1.531ln(Q) - 3.2619
ESE	U = -1.413ln(Q) - 4.2911
SE	U = -1.897ln(Q) - 7.4695
SSE	U = -1.594ln(Q) - 4.9683
S	U = -1.509ln(Q) - 3.7202
NonDir	U = -1.377ln(Q) + 2.8126

Akdeniz 34 (36.50 N; 35.50 E)



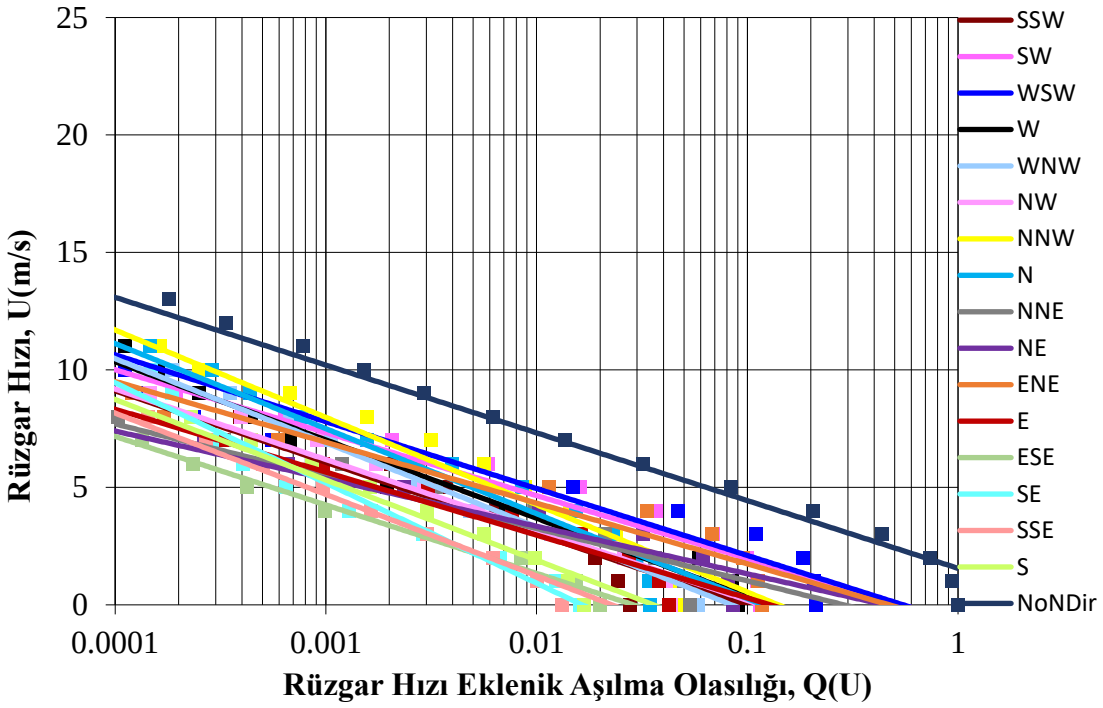
Yön	Denklem
SSW	U = -1.395ln(Q) - 0.3378
SW	U = -1.289ln(Q) + 0.761
WSW	U = -1.535ln(Q) - 3.0899
W	U = -1.706ln(Q) - 4.9936
WNW	U = -1.463ln(Q) - 3.5111
NW	U = -1.542ln(Q) - 3.759
NNW	U = -1.719ln(Q) - 3.142
N	U = -1.525ln(Q) - 2.1379
NNE	U = -1.462ln(Q) - 2.4014
NE	U = -1.317ln(Q) - 0.4352
ENE	U = -1.372ln(Q) - 0.6418
E	U = -1.188ln(Q) - 2.9188
ESE	U = -1.611ln(Q) - 5.5525
SE	U = -1.809ln(Q) - 6.6944
SSE	U = -1.475ln(Q) - 4.4231
S	U = -1.685ln(Q) - 4.5324
NonDir	U = -1.337ln(Q) + 2.4169

Akdeniz 35 (36.75 N; 35.80 E)



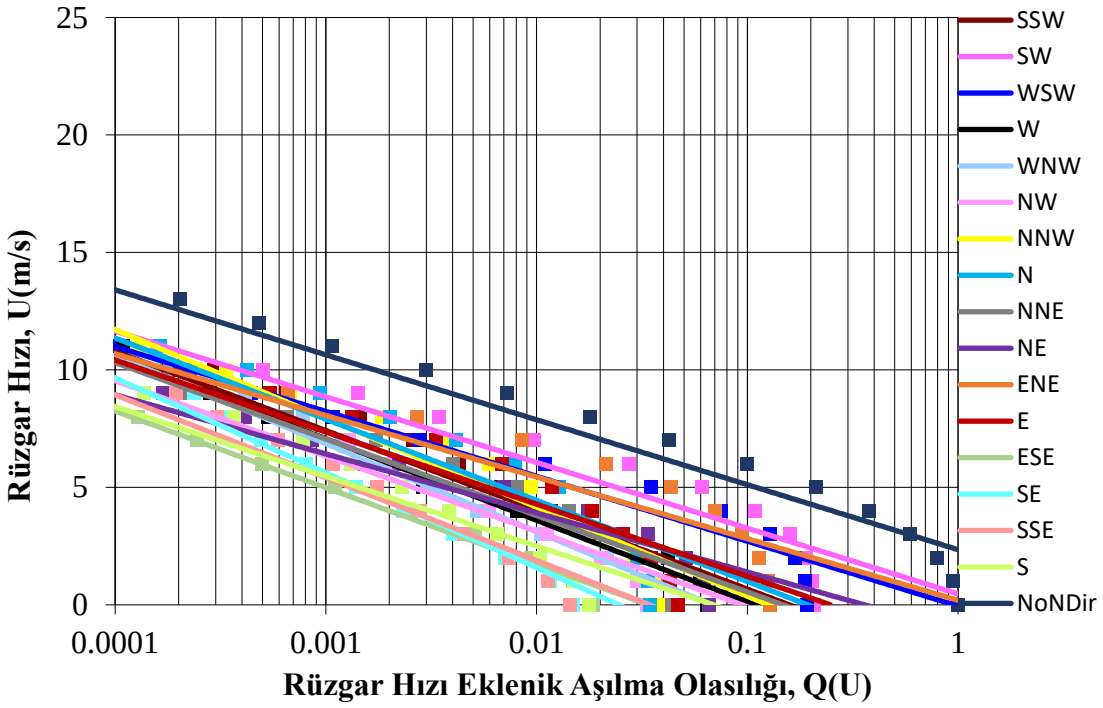
Yön	Denklem
SSW	U = -1.432ln(Q) - 2.837
SW	U = -1.136ln(Q) + 0.2096
WSW	U = -1.292ln(Q) - 1.0182
W	U = -1.552ln(Q) - 3.7939
WNW	U = -1.459ln(Q) - 3.466
NW	U = -1.31ln(Q) - 2.9524
NNW	U = -1.588ln(Q) - 3.0815
N	U = -1.557ln(Q) - 2.7336
NNE	U = -1.087ln(Q) - 1.28
NE	U = -0.963ln(Q) - 0.7222
ENE	U = -1.132ln(Q) - 0.3808
E	U = -1.222ln(Q) - 2.207
ESE	U = -1.187ln(Q) - 3.9117
SE	U = -1.866ln(Q) - 7.6633
SSE	U = -1.517ln(Q) - 5.3199
S	U = -1.351ln(Q) - 3.9702
NonDir	U = -1.236ln(Q) + 1.9134

Akdeniz 36 (36.75 N; 36.10 E)



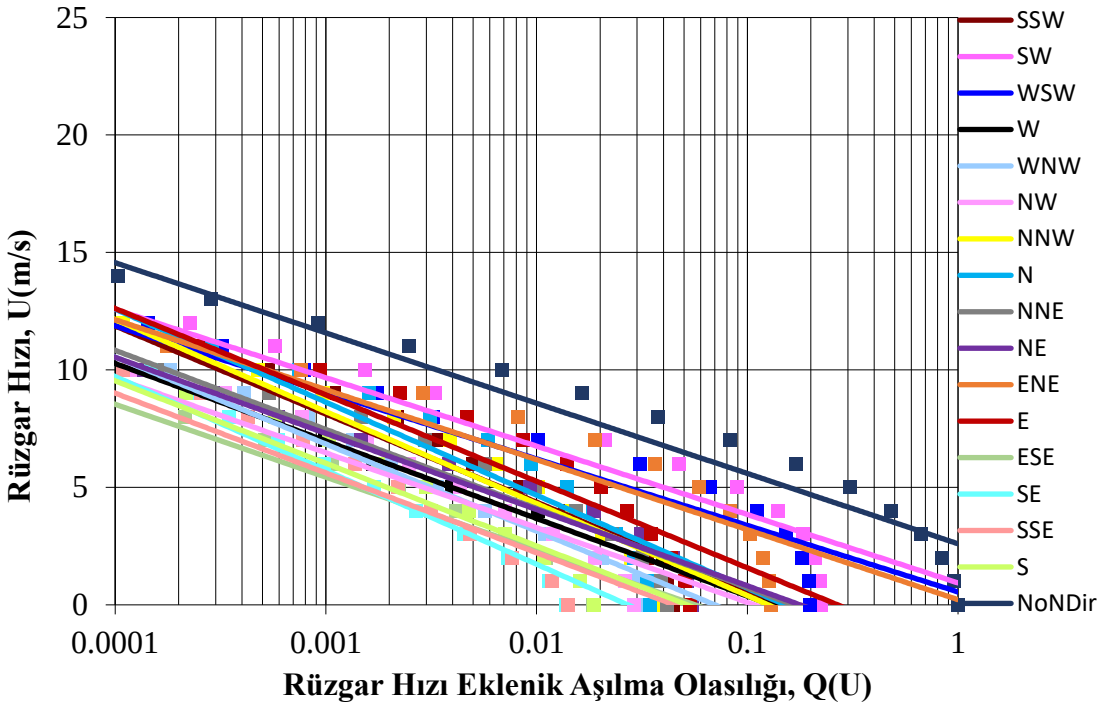
Yön	Denklem
SSW	U = -1.322ln(Q) - 3.0577
SW	U = -1.163ln(Q) - 0.7082
WSW	U = -1.236ln(Q) - 0.7415
W	U = -1.447ln(Q) - 2.9783
WNW	U = -1.555ln(Q) - 3.8483
NW	U = -1.302ln(Q) - 2.8081
NNW	U = -1.614ln(Q) - 3.1681
N	U = -1.572ln(Q) - 3.3585
NNE	U = -0.967ln(Q) - 1.2056
NE	U = -0.879ln(Q) - 0.7036
ENE	U = -1.124ln(Q) - 0.8458
E	U = -1.163ln(Q) - 2.3873
ESE	U = -1.265ln(Q) - 4.4869
SE	U = -1.852ln(Q) - 7.6075
SSE	U = -1.503ln(Q) - 5.6864
S	U = -1.484ln(Q) - 4.9355
NonDir	U = -1.252ln(Q) + 1.555

Akdeniz 37 (36.50 N; 35.80 E)



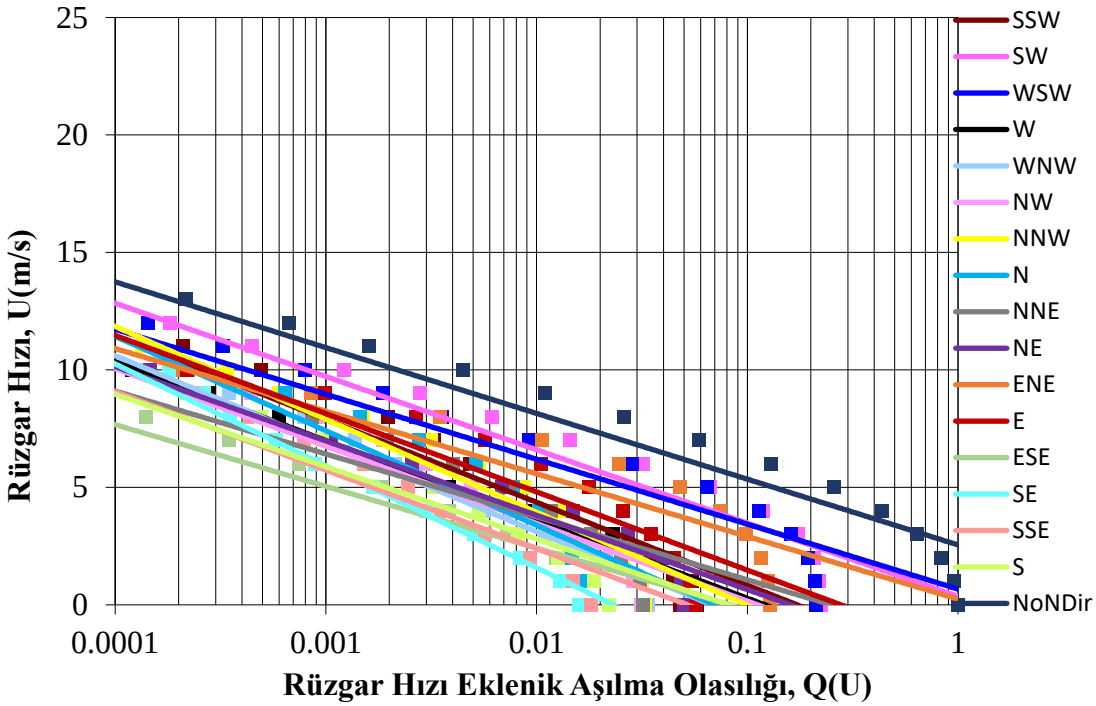
Yön	Denklem
SSW	U = -1.465ln(Q) - 2.7026
SW	U = -1.215ln(Q) + 0.4663
WSW	U = -1.199ln(Q) - 0.0533
W	U = -1.506ln(Q) - 3.334
WNW	U = -1.625ln(Q) - 4.3688
NW	U = -1.393ln(Q) - 3.2875
NNW	U = -1.642ln(Q) - 3.4035
N	U = -1.501ln(Q) - 2.462
NNE	U = -1.413ln(Q) - 2.7011
NE	U = -1.092ln(Q) - 1.1148
ENE	U = -1.139ln(Q) + 0.1942
E	U = -1.333ln(Q) - 1.854
ESE	U = -1.415ln(Q) - 4.7857
SE	U = -1.754ln(Q) - 6.4982
SSE	U = -1.53ln(Q) - 5.1576
S	U = -1.291ln(Q) - 3.4445
NonDir	U = -1.2ln(Q) + 2.3506

Akdeniz 38 (36.25 N; 35.80 E)



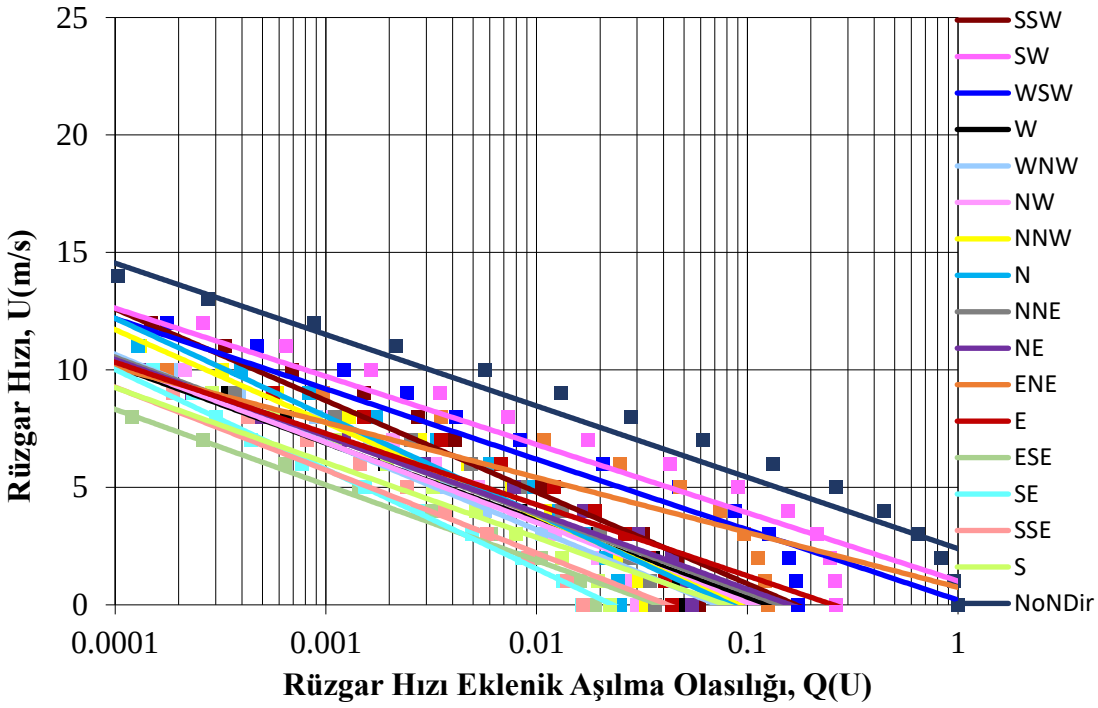
Yön	Denklem
SSW	U = -1.628ln(Q) - 3.1279
SW	U = -1.264ln(Q) + 0.9345
WSW	U = -1.229ln(Q) + 0.5517
W	U = -1.433ln(Q) - 2.9261
WNW	U = -1.61ln(Q) - 4.2777
NW	U = -1.383ln(Q) - 3.0784
NNW	U = -1.701ln(Q) - 3.5228
N	U = -1.72ln(Q) - 3.2514
NNE	U = -1.462ln(Q) - 2.6317
NE	U = -1.408ln(Q) - 2.4277
ENE	U = -1.294ln(Q) + 0.2209
E	U = -1.598ln(Q) - 2.1013
ESE	U = -1.346ln(Q) - 3.8692
SE	U = -1.735ln(Q) - 6.26
SSE	U = -1.475ln(Q) - 4.5743
S	U = -1.526ln(Q) - 4.5169
NonDir	U = -1.299ln(Q) + 2.6019

Akdeniz 39 (36.00 N; 35.80 E)



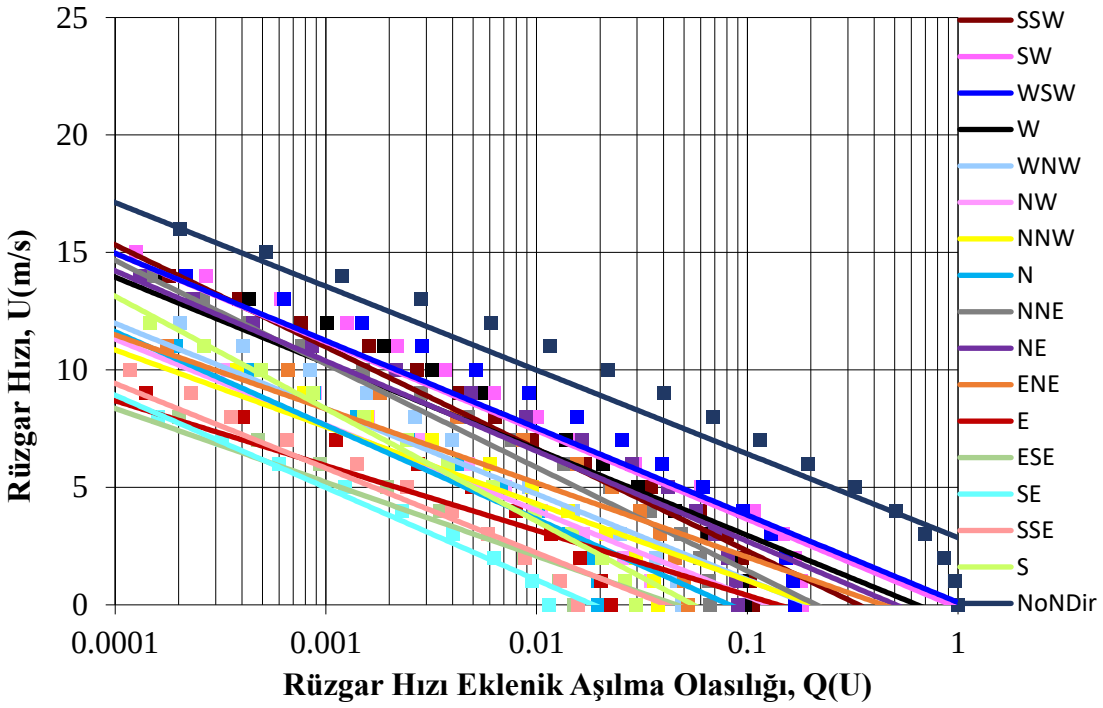
Yön	Denklem
SSW	U = -1.533ln(Q) - 2.6946
SW	U = -1.355ln(Q) + 0.3609
WSW	U = -1.201ln(Q) + 0.6692
W	U = -1.457ln(Q) - 3.0769
WNW	U = -1.628ln(Q) - 4.385
NW	U = -1.433ln(Q) - 3.1371
NNW	U = -1.718ln(Q) - 3.9705
N	U = -1.748ln(Q) - 4.6633
NNE	U = -1.163ln(Q) - 1.6121
NE	U = -1.374ln(Q) - 2.5143
ENE	U = -1.158ln(Q) + 0.2449
E	U = -1.446ln(Q) - 1.8504
ESE	U = -1.14ln(Q) - 2.8318
SE	U = -1.883ln(Q) - 7.0932
SSE	U = -1.451ln(Q) - 4.2898
S	U = -1.338ln(Q) - 3.3572
NonDir	U = -1.216ln(Q) + 2.5509

Akdeniz 40 (35.75 N; 35.80 E)



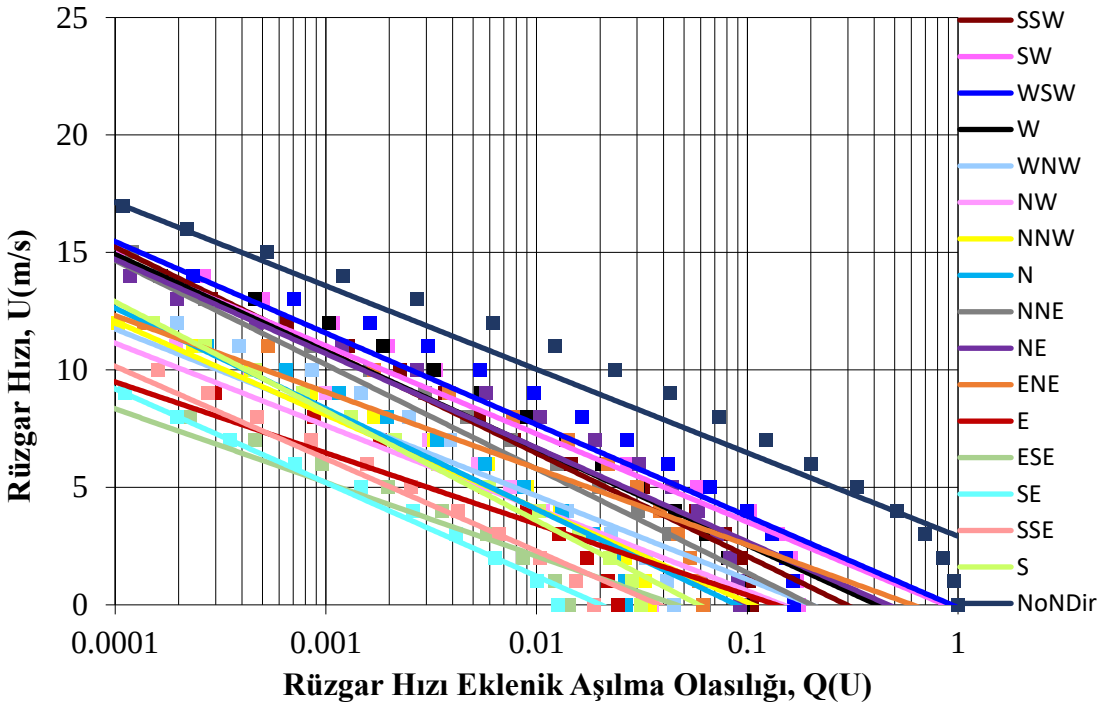
Yön	Denklem
SSW	U = -1.693ln(Q) - 2.999
SW	U = -1.261ln(Q) + 1.0154
WSW	U = -1.302ln(Q) + 0.2014
W	U = -1.43ln(Q) - 2.995
WNW	U = -1.621ln(Q) - 4.2668
NW	U = -1.48ln(Q) - 3.3133
NNW	U = -1.718ln(Q) - 4.1139
N	U = -1.809ln(Q) - 4.4719
NNE	U = -1.451ln(Q) - 2.8217
NE	U = -1.415ln(Q) - 2.5897
ENE	U = -1.016ln(Q) + 0.7444
E	U = -1.316ln(Q) - 1.7937
ESE	U = -1.397ln(Q) - 4.5493
SE	U = -1.841ln(Q) - 6.9471
SSE	U = -1.534ln(Q) - 4.8577
S	U = -1.385ln(Q) - 3.5125
NonDir	U = -1.32ln(Q) + 2.3891

Akdeniz 41 (34.91704722 N; 34.08430833 E)



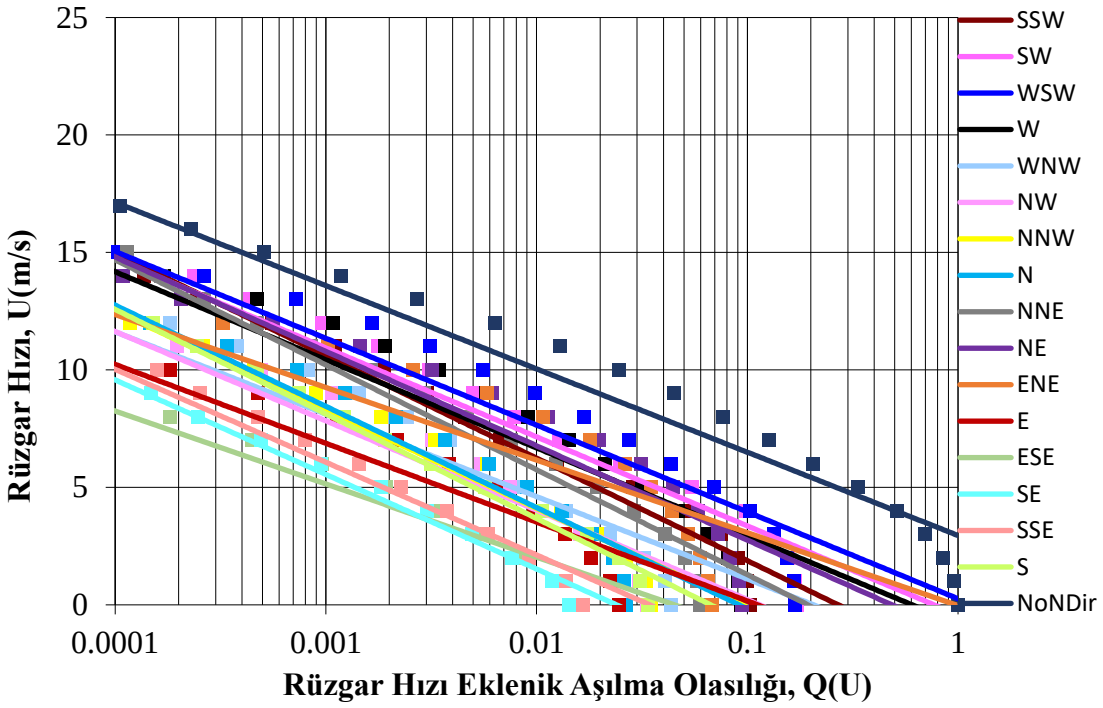
Yön	Denklem
SSW	U = -1.886ln(Q) - 2.0463
SW	U = -1.638ln(Q) - 0.1277
WSW	U = -1.613ln(Q) + 0.1037
W	U = -1.591ln(Q) - 0.7059
WNW	U = -1.578ln(Q) - 2.5561
NW	U = -1.585ln(Q) - 3.2861
NNW	U = -1.421ln(Q) - 2.2376
N	U = -1.732ln(Q) - 4.3221
NNE	U = -1.912ln(Q) - 2.9569
NE	U = -1.666ln(Q) - 1.1312
ENE	U = -1.369ln(Q) - 1.1215
E	U = -1.199ln(Q) - 2.3551
ESE	U = -1.365ln(Q) - 4.208
SE	U = -1.707ln(Q) - 6.8035
SSE	U = -1.565ln(Q) - 4.9925
S	U = -2.078ln(Q) - 6.0096
NonDir	U = -1.548ln(Q) + 2.8656

Akdeniz 42 (35.10952778 N; 34.07563889 E)



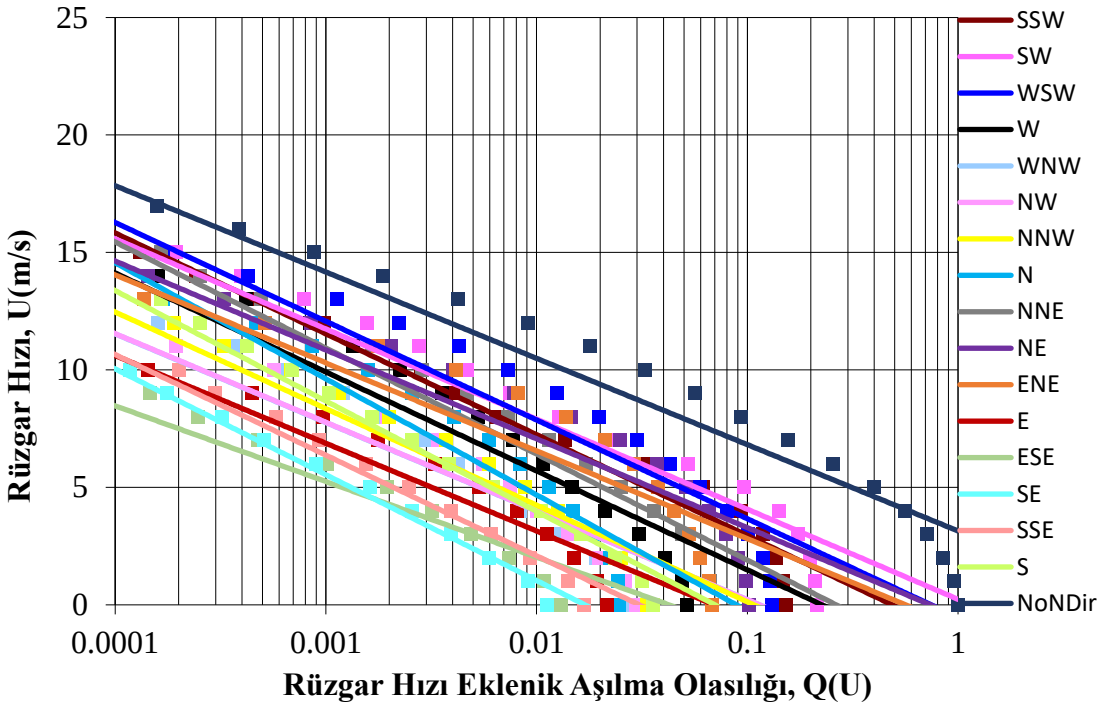
Yön	Denklem
SSW	U = -1.905ln(Q) - 2.3185
SW	U = -1.628ln(Q) - 0.2232
WSW	U = -1.692ln(Q) - 0.1176
W	U = -1.791ln(Q) - 1.5843
WNW	U = -1.543ln(Q) - 2.4717
NW	U = -1.527ln(Q) - 2.9205
NNW	U = -1.732ln(Q) - 3.8818
N	U = -1.86ln(Q) - 4.4957
NNE	U = -1.925ln(Q) - 3.0738
NE	U = -1.739ln(Q) - 1.3238
ENE	U = -1.413ln(Q) - 0.7011
E	U = -1.314ln(Q) - 2.6091
ESE	U = -1.361ln(Q) - 4.19
SE	U = -1.731ln(Q) - 6.7527
SSE	U = -1.708ln(Q) - 5.5808
S	U = -2.022ln(Q) - 5.7229
NonDir	U = -1.543ln(Q) + 2.9217

Akdeniz 43 (35.28524722 N; 34.04631944 E)



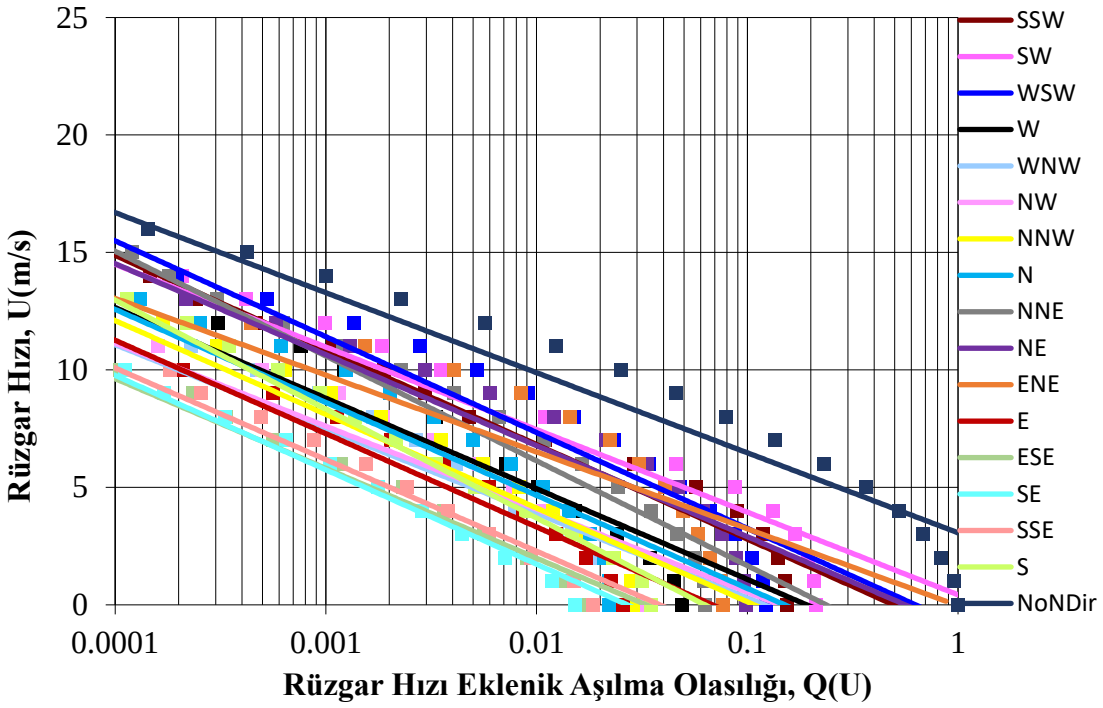
Yön	Denklem
SSW	U = -1.895ln(Q) - 2.4821
SW	U = -1.646ln(Q) - 0.431
WSW	U = -1.605ln(Q) + 0.2609
W	U = -1.628ln(Q) - 0.8166
WNW	U = -1.523ln(Q) - 2.405
NW	U = -1.651ln(Q) - 3.5756
NNW	U = -1.824ln(Q) - 4.299
N	U = -1.871ln(Q) - 4.475
NNE	U = -1.939ln(Q) - 3.1796
NE	U = -1.744ln(Q) - 1.2596
ENE	U = -1.344ln(Q) - 0.0289
E	U = -1.457ln(Q) - 3.1901
ESE	U = -1.351ln(Q) - 4.1928
SE	U = -1.748ln(Q) - 6.5225
SSE	U = -1.716ln(Q) - 5.7786
S	U = -1.932ln(Q) - 5.2221
NonDir	U = -1.54ln(Q) + 2.9524

Akdeniz 44 (35.52740556 N; 34.43063611 E)



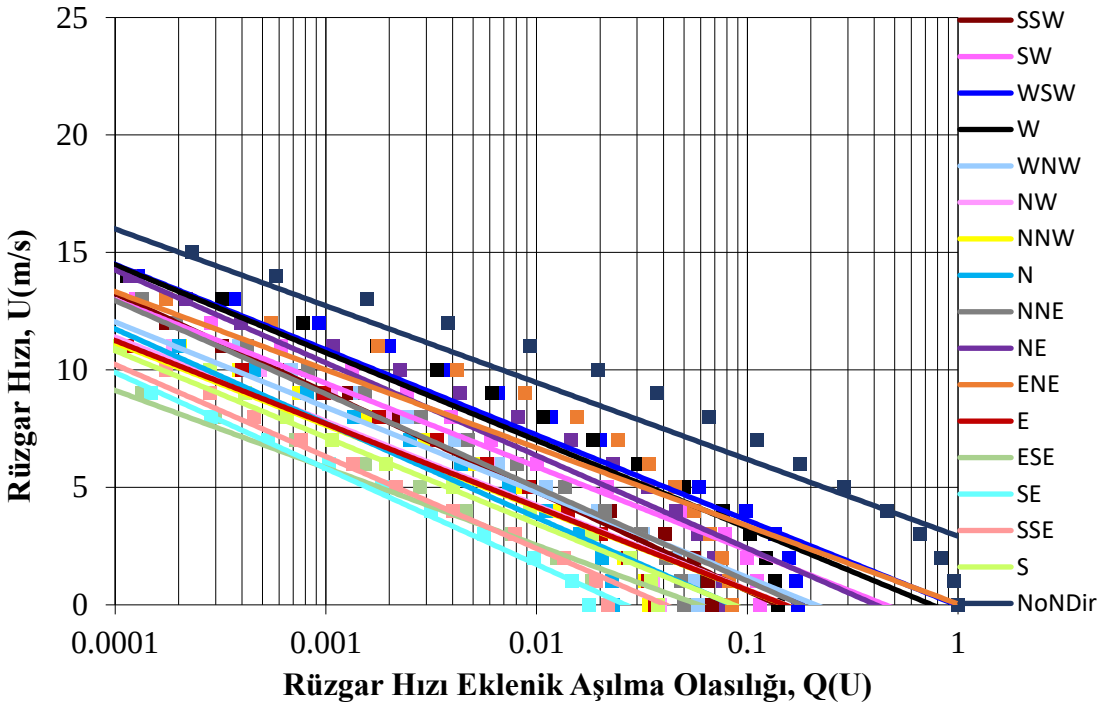
Yön	Denklem
SSW	U = -1.864ln(Q) - 1.3404
SW	U = -1.666ln(Q) + 0.236
WSW	U = -1.825ln(Q) - 0.5365
W	U = -1.829ln(Q) - 2.7217
WNW	U = -1.638ln(Q) - 3.5549
NW	U = -1.64ln(Q) - 3.5545
NNW	U = -1.785ln(Q) - 3.9814
N	U = -2.145ln(Q) - 5.1969
NNE	U = -1.96ln(Q) - 2.6077
NE	U = -1.643ln(Q) - 0.4971
ENE	U = -1.625ln(Q) - 0.9276
E	U = -1.621ln(Q) - 4.3215
ESE	U = -1.399ln(Q) - 4.4177
SE	U = -1.956ln(Q) - 7.9729
SSE	U = -1.86ln(Q) - 6.4778
S	U = -2.04ln(Q) - 5.4198
NonDir	U = -1.595ln(Q) + 3.1464

Akdeniz 45 (35.68773333 N; 34.48624167 E)



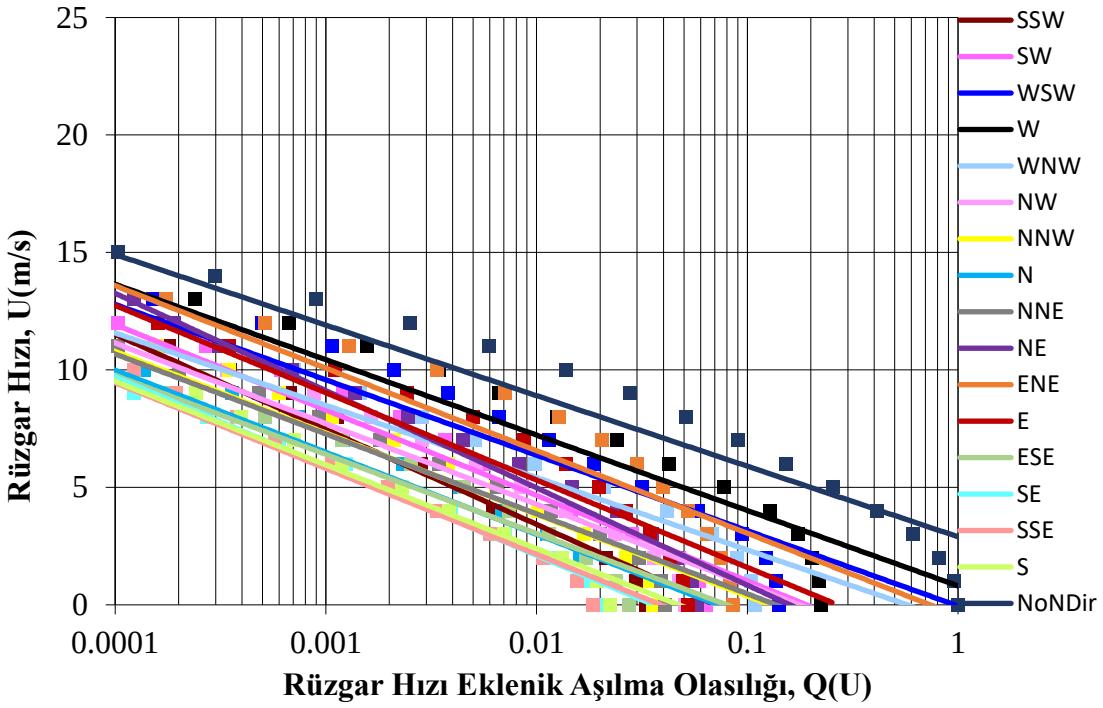
Yön	Denklem
SSW	U = -1.748ln(Q) - 1.2272
SW	U = -1.527ln(Q) + 0.4295
WSW	U = -1.771ln(Q) - 0.823
W	U = -1.674ln(Q) - 2.7669
WNW	U = -1.559ln(Q) - 3.2898
NW	U = -1.534ln(Q) - 2.9938
NNW	U = -1.733ln(Q) - 3.8608
N	U = -1.719ln(Q) - 3.2552
NNE	U = -1.937ln(Q) - 2.7918
NE	U = -1.682ln(Q) - 0.9689
ENE	U = -1.42ln(Q) - 0.0305
E	U = -1.725ln(Q) - 4.6301
ESE	U = -1.66ln(Q) - 5.6588
SE	U = -1.745ln(Q) - 6.3056
SSE	U = -1.693ln(Q) - 5.5131
S	U = -2.013ln(Q) - 5.5687
NonDir	U = -1.479ln(Q) + 3.0683

Akdeniz 46 (35.41034167 N; 33.82885 E)



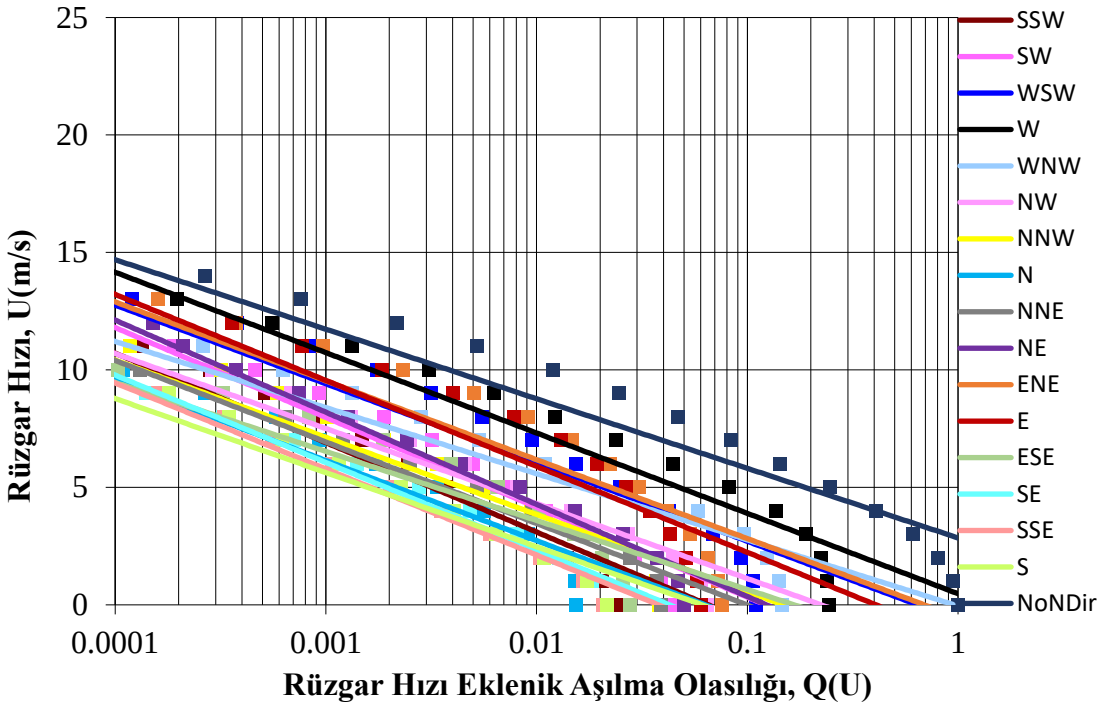
Yön	Denklem
SSW	U = -1.831ln(Q) - 3.6133
SW	U = -1.542ln(Q) - 1.223
WSW	U = -1.576ln(Q) - 0.0307
W	U = -1.621ln(Q) - 0.4619
WNW	U = -1.573ln(Q) - 2.449
NW	U = -1.555ln(Q) - 2.9253
NNW	U = -1.525ln(Q) - 2.8891
N	U = -1.743ln(Q) - 4.3066
NNE	U = -1.727ln(Q) - 2.9598
NE	U = -1.714ln(Q) - 1.5383
ENE	U = -1.443ln(Q) + 0.0379
E	U = -1.537ln(Q) - 2.9104
ESE	U = -1.431ln(Q) - 4.0508
SE	U = -1.774ln(Q) - 6.4462
SSE	U = -1.701ln(Q) - 5.4371
S	U = -1.6ln(Q) - 3.9232
NonDir	U = -1.42ln(Q) + 2.9234

Akdeniz 47 (35.34659444 N; 33.23995556 E)



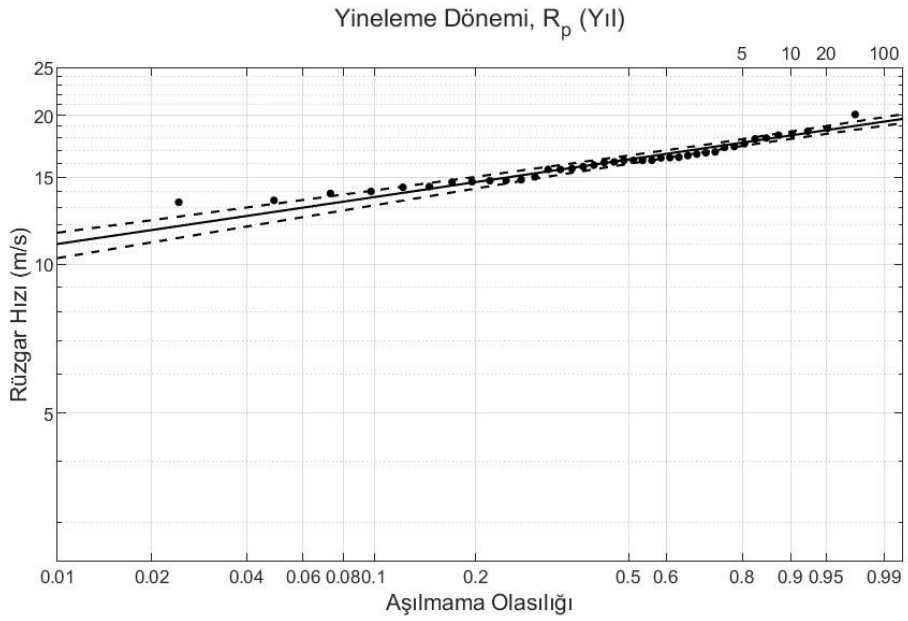
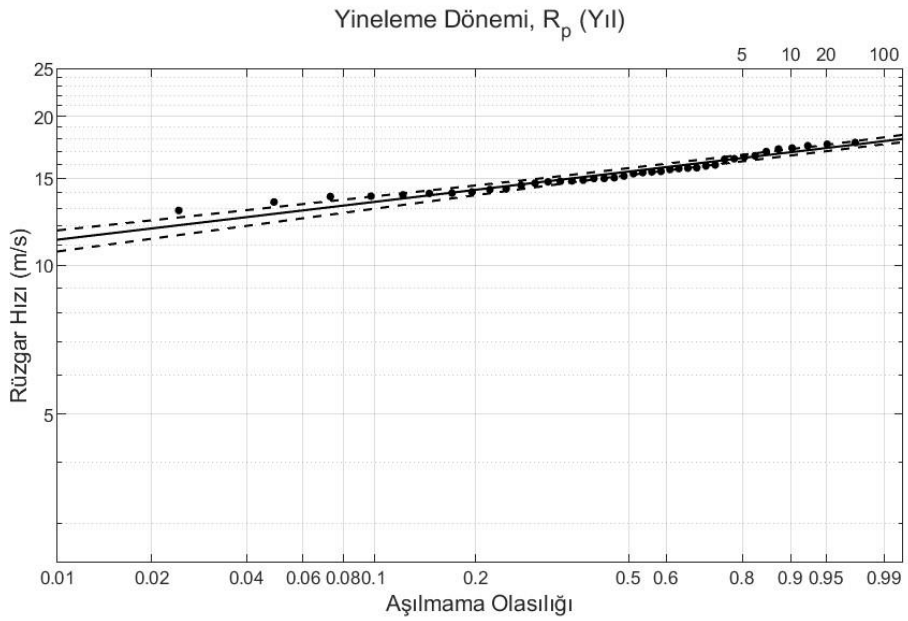
Yön	Denklem
SSW	U = -1.756ln(Q) - 4.6628
SW	U = -1.579ln(Q) - 2.6151
WSW	U = -1.394ln(Q) - 0.0493
W	U = -1.394ln(Q) + 0.8088
WNW	U = -1.337ln(Q) - 0.7395
NW	U = -1.489ln(Q) - 2.573
NNW	U = -1.507ln(Q) - 3.0974
N	U = -1.517ln(Q) - 3.9837
NNE	U = -1.478ln(Q) - 2.9322
NE	U = -1.798ln(Q) - 3.3015
ENE	U = -1.525ln(Q) - 0.466
E	U = -1.614ln(Q) - 2.1213
ESE	U = -1.461ln(Q) - 3.6931
SE	U = -1.648ln(Q) - 5.4856
SSE	U = -1.585ln(Q) - 5.147
S	U = -1.546ln(Q) - 4.7217
NonDir	U = -1.304ln(Q) + 2.8981

Akdeniz 48 (35.39374167 N; 32.97076389 E)

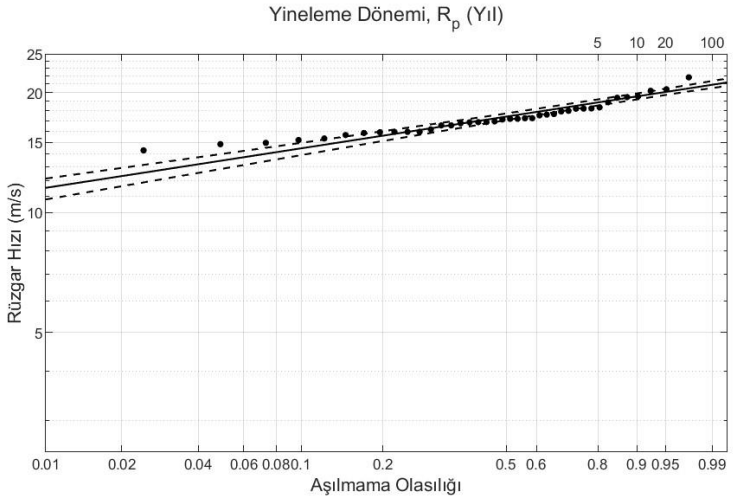


Yön	Denklem
SSW	U = -1.653ln(Q) - 4.5125
SW	U = -1.661ln(Q) - 3.4951
WSW	U = -1.455ln(Q) - 0.6436
W	U = -1.486ln(Q) + 0.4742
WNW	U = -1.223ln(Q) - 0.0493
NW	U = -1.386ln(Q) - 2.0721
NNW	U = -1.428ln(Q) - 2.7305
N	U = -1.481ln(Q) - 4.0854
NNE	U = -1.507ln(Q) - 3.4787
NE	U = -1.703ln(Q) - 3.5655
ENE	U = -1.458ln(Q) - 0.5355
E	U = -1.589ln(Q) - 1.4251
ESE	U = -1.276ln(Q) - 2.2838
SE	U = -1.614ln(Q) - 5.0884
SSE	U = -1.591ln(Q) - 5.2063
S	U = -1.369ln(Q) - 3.827
NonDir	U = -1.286ln(Q) + 2.8513

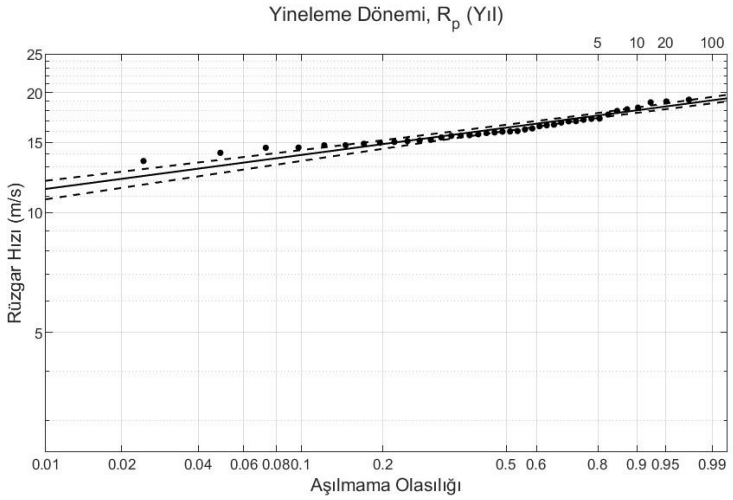
E
EGE DENİZİ EN BÜYÜK DEĞER RÜZGAR HIZI İSTATİSTİĞİ (WEİBULL)

Ege Denizi 1 (40.75 N; 25.60 E)

Ege Denizi 2 (40.75 N; 25.90 E)


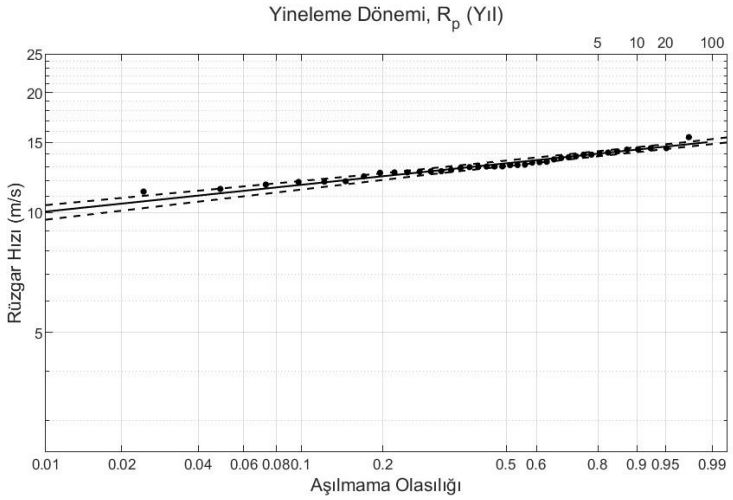
Ege Denizi 3 (40.50 N; 25.90 E)



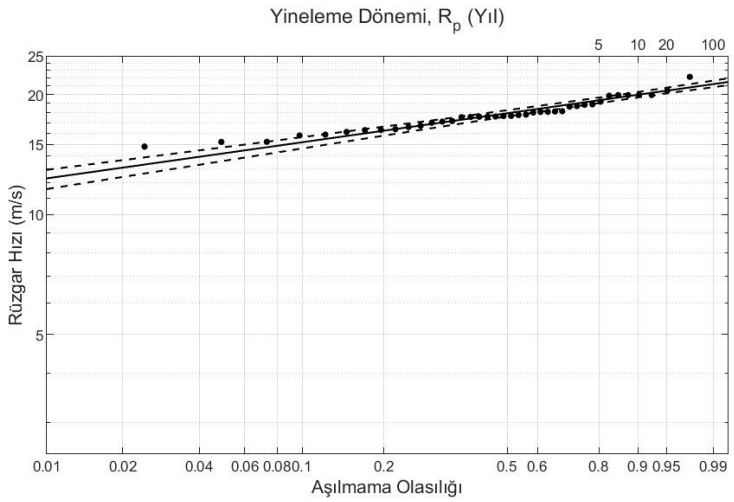
Ege Denizi 4 (40.50 N; 26.20 E)



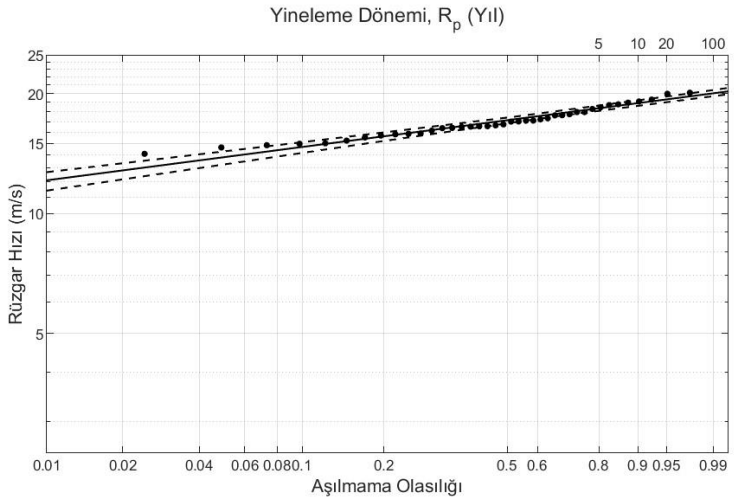
Ege Denizi 5 (40.50 N; 26.50 E)



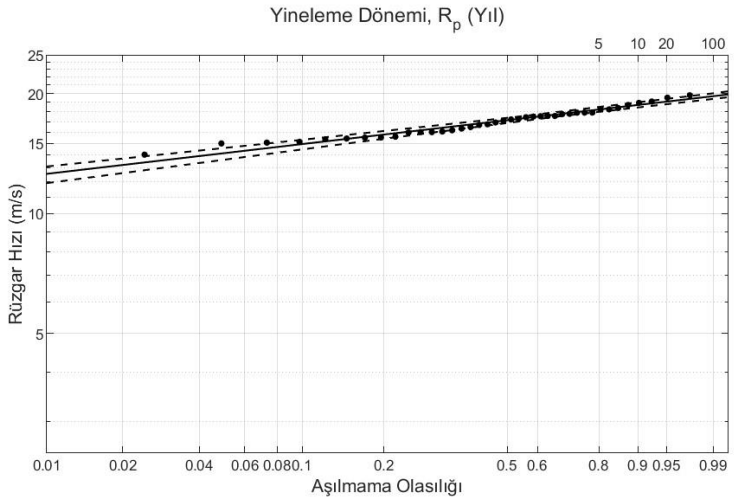
Ege Denizi 6 (40.25 N; 25.60 E)



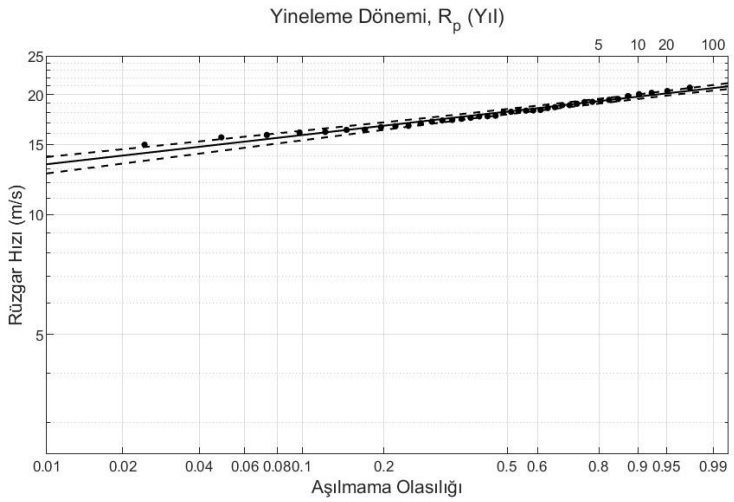
Ege Denizi 7 (40.25 N; 26.20 E)



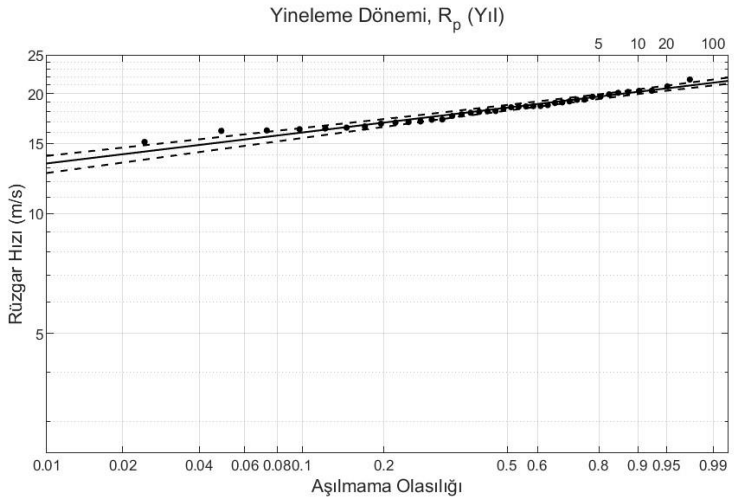
Ege Denizi 8 (40.00 N; 26.10 E)



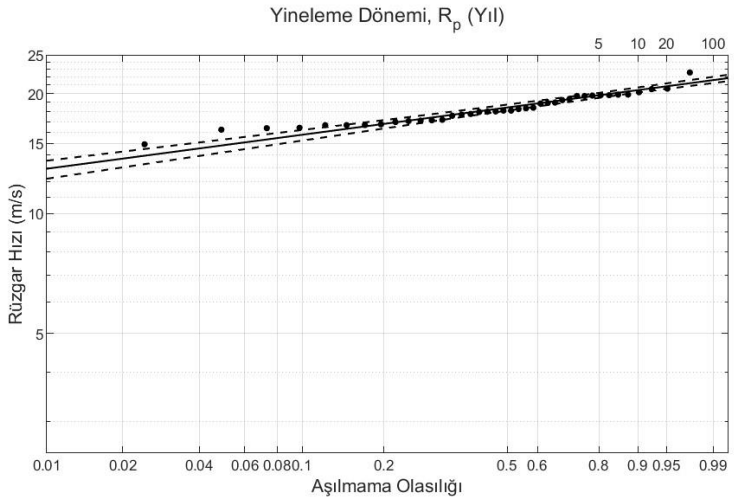
Ege Denizi 9 (40.00 N; 25.90 E)



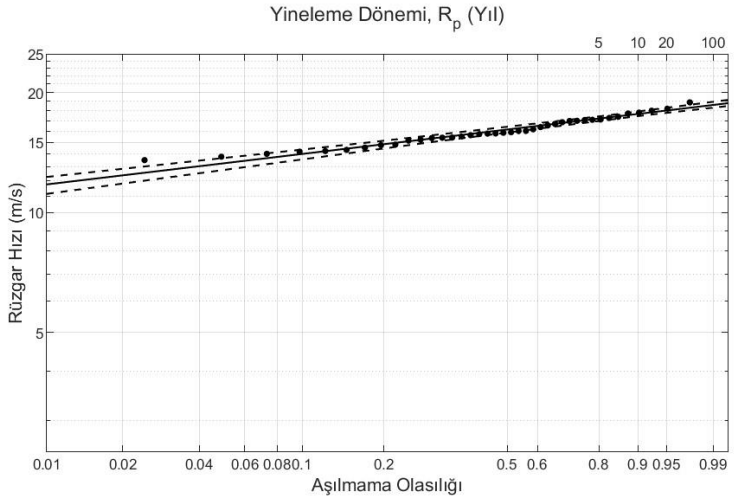
Ege Denizi 10 (39.75 N; 25.90 E)



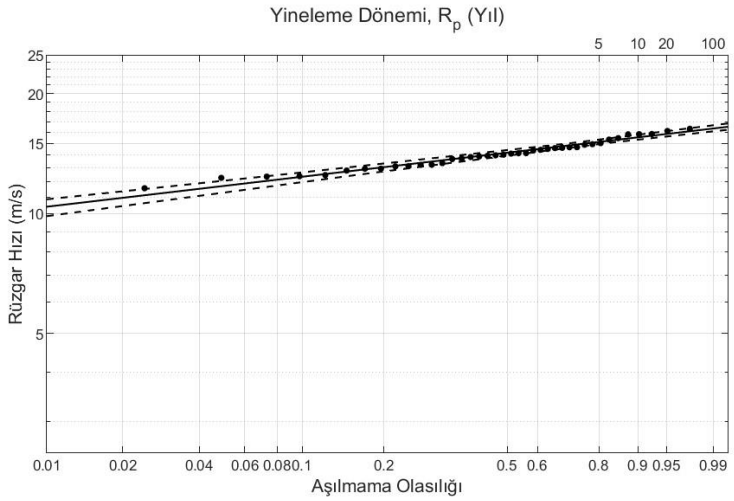
Ege Denizi 11 (39.50 N; 25.90 E)



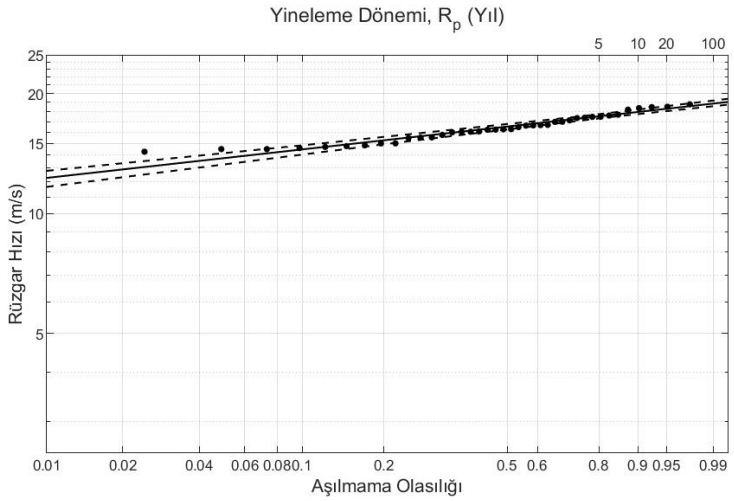
Ege Denizi 12 (39.50 N; 26.50 E)



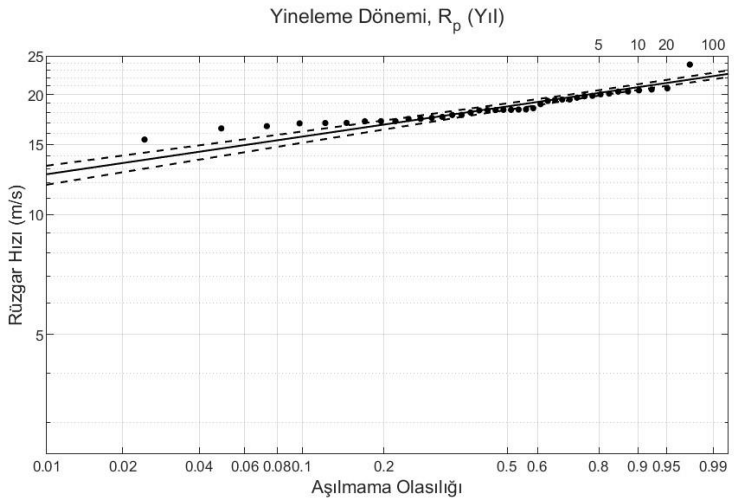
Ege Denizi 13 (39.50 N; 26.80 E)



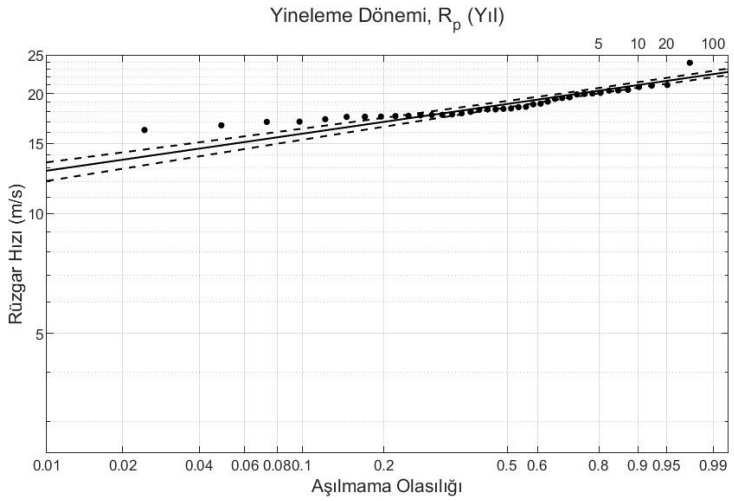
Ege Denizi 14 (39.25 N; 26.50 E)



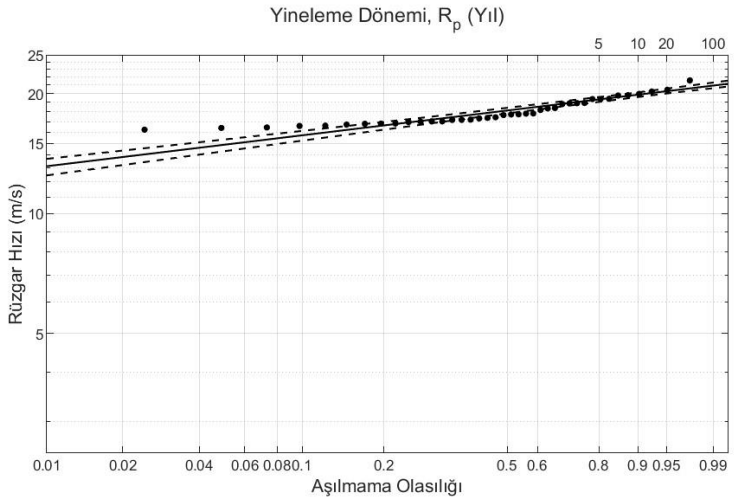
Ege Denizi 15 (39.25 N; 25.80 E)



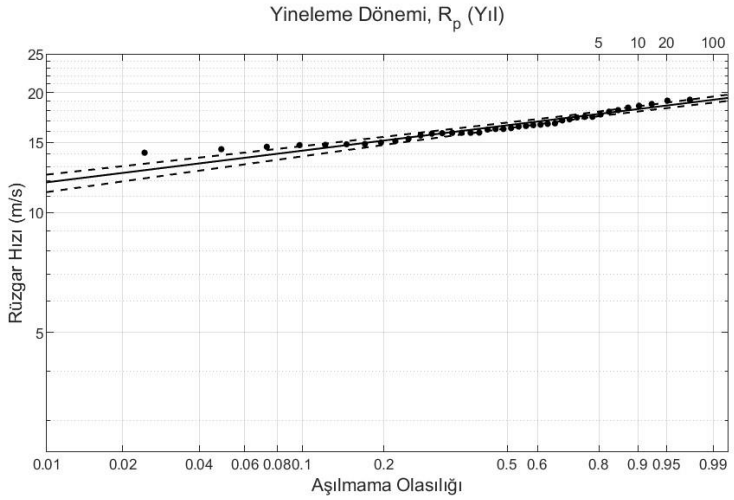
Ege Denizi16 (39.00 N; 25.90 E)



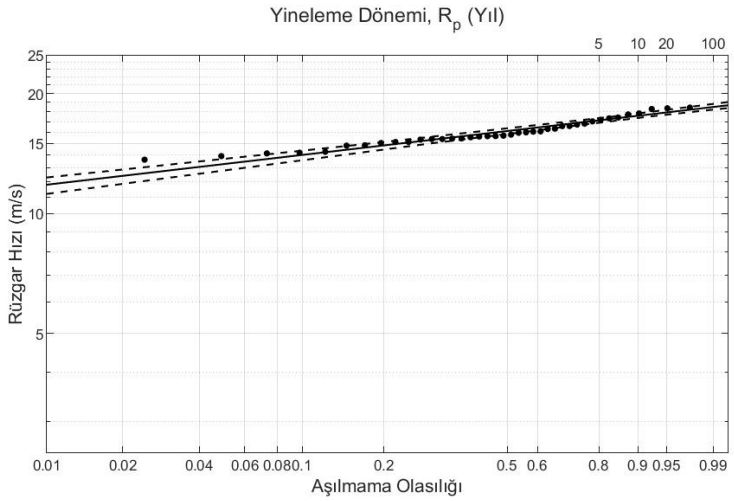
Ege Denizi 17 (39.00 N; 26.20 E)



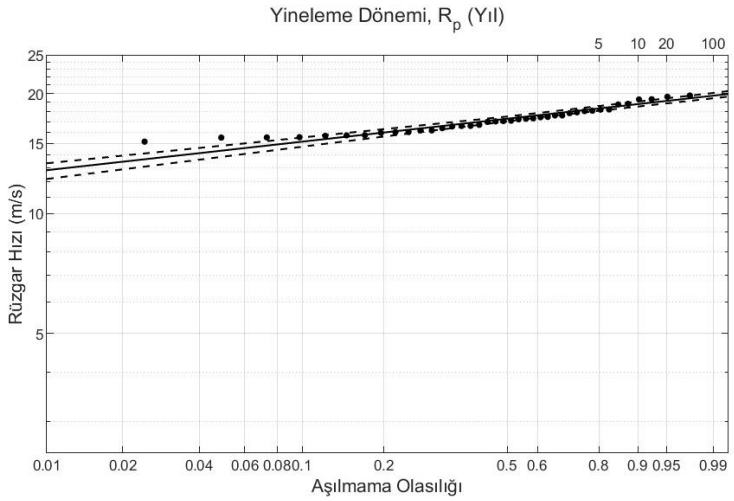
Ege Denizi 18 (39.00 N; 26.80 E)



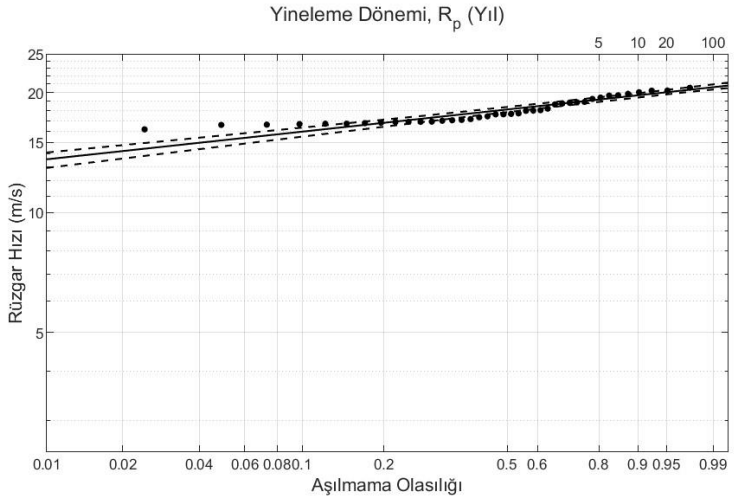
Ege Denizi 19 (38.75 N; 26.80 E)



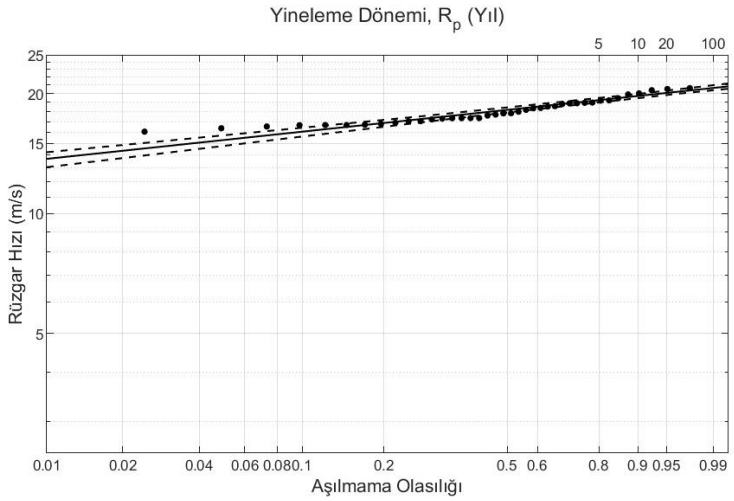
Ege Denizi 20 (38.75 N; 26.50 E)



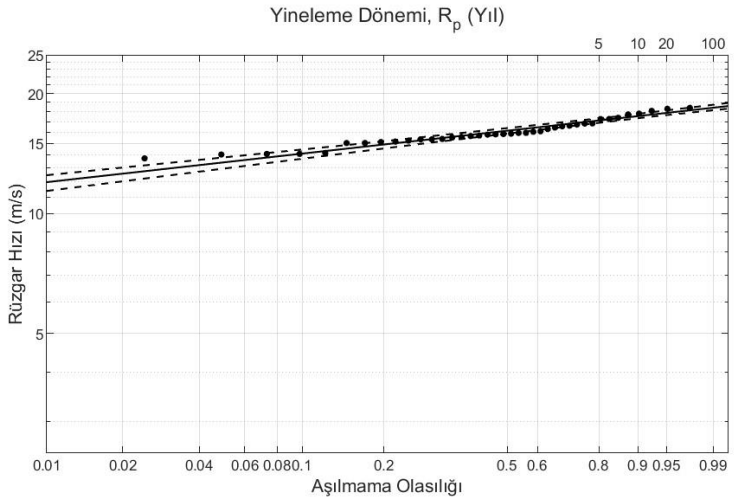
Ege Denizi 21 (38.75 N; 26.20 E)



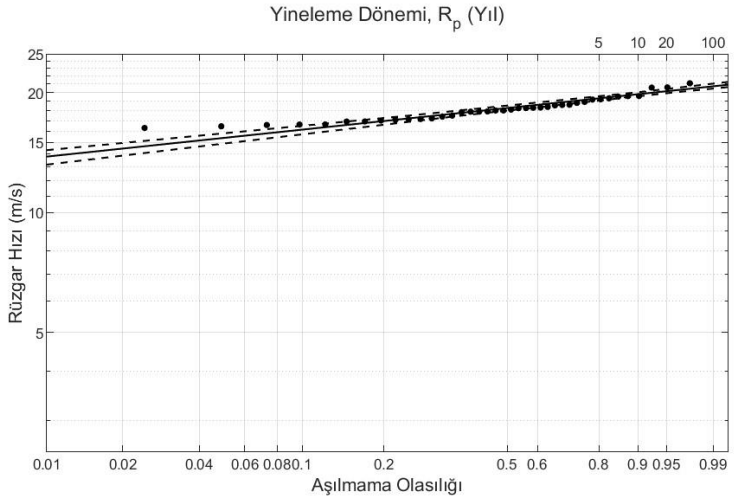
Ege Denizi 22 (38.50 N; 26.20 E)



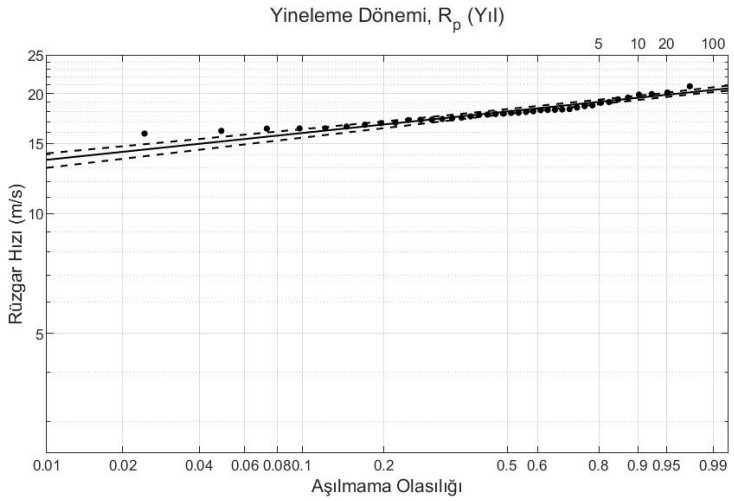
Ege Denizi 23 (38.50 N; 26.80 E)



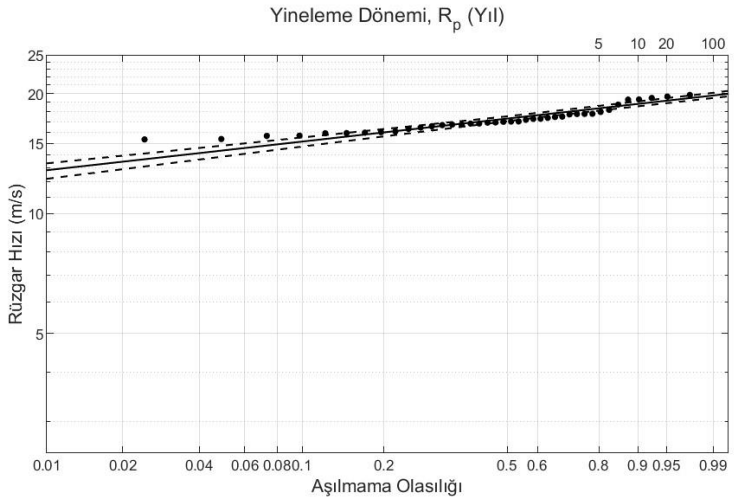
Ege Denizi 24 (38.25 N; 26.20 E)



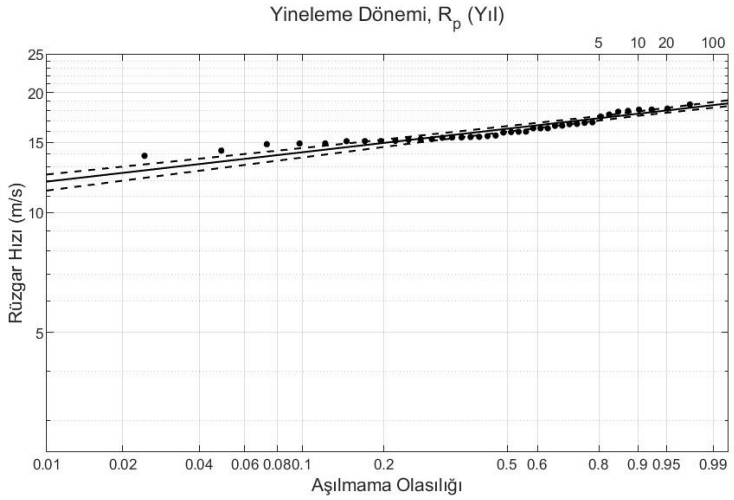
Ege Denizi 25 (38.00 N; 26.20 E)



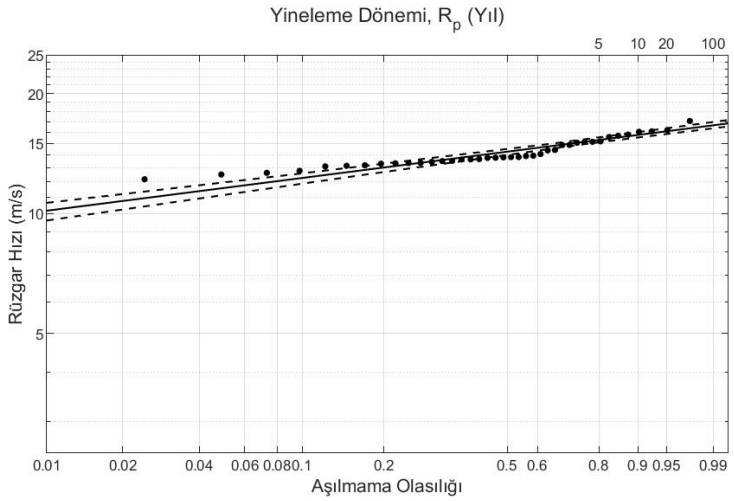
Ege Denizi 26 (38.00 N; 26.50 E)



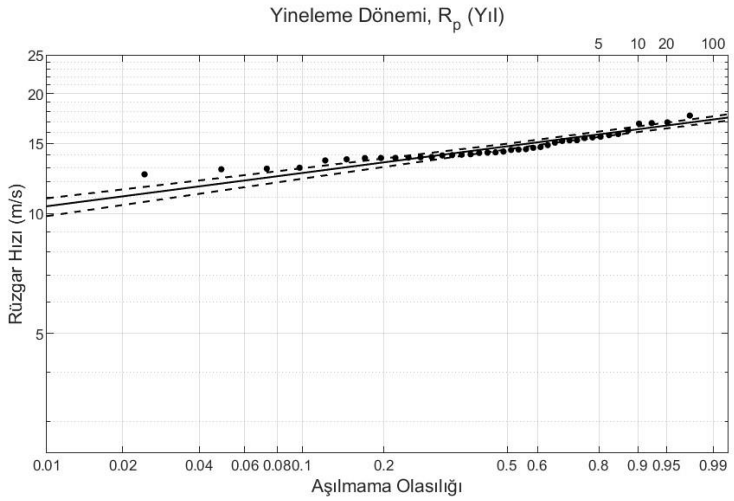
Ege Denizi 27 (38.00 N; 26.80 E)

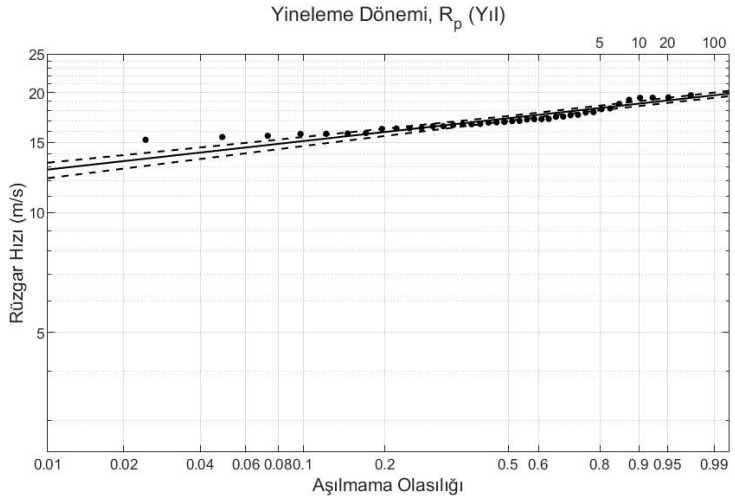
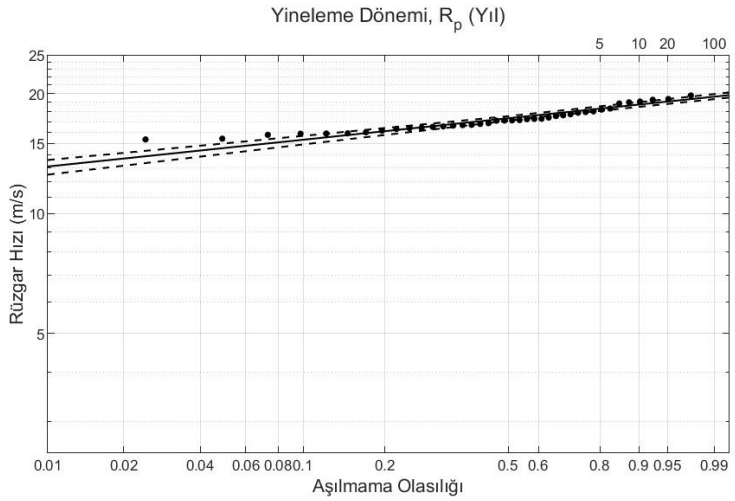
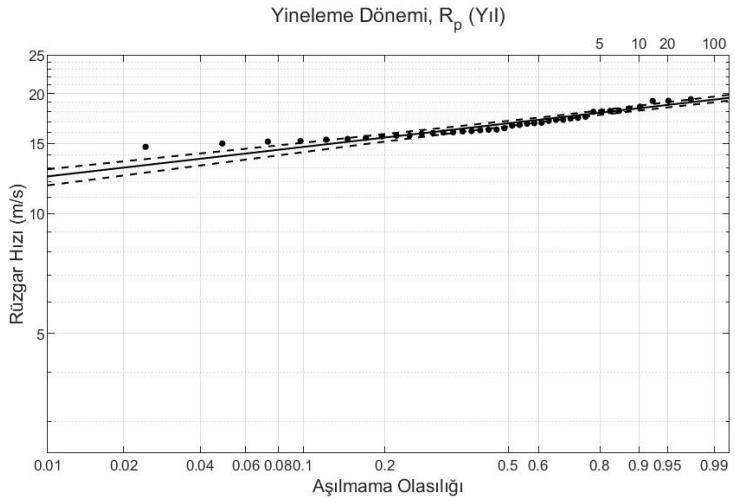


Ege Denizi 28 (38.00 N; 27.10 E)

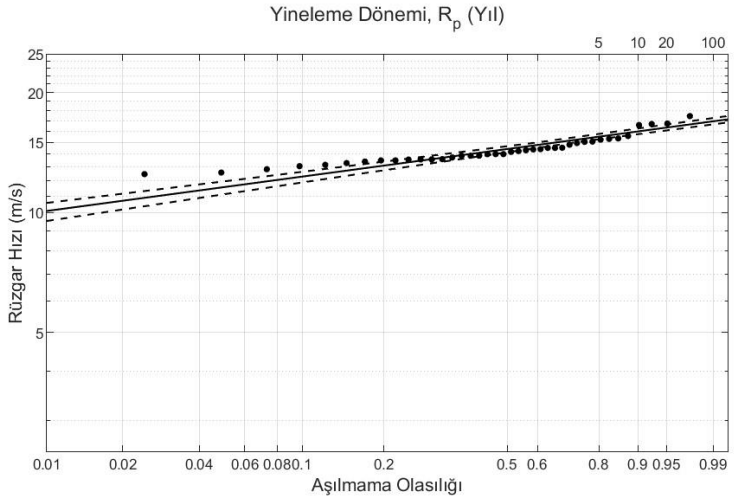


Ege Denizi 29 (37.75 N; 27.10 E)

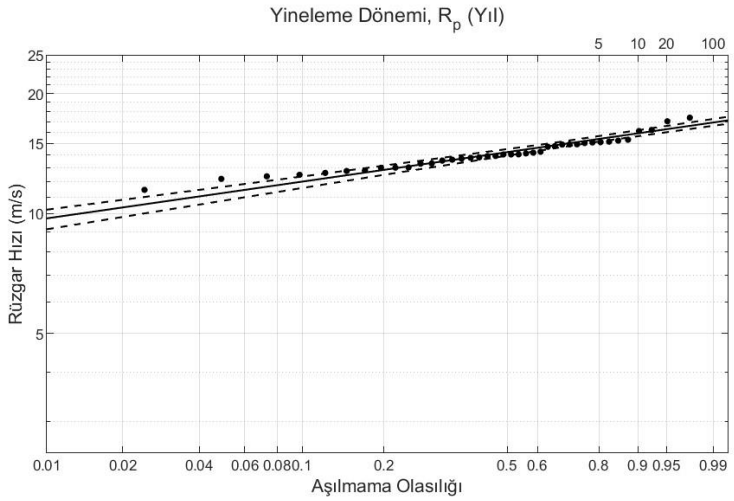


Ege Denizi 30 (37.75 N; 26.50 E)

Ege Denizi 31 (37.50 N; 26.50 E)

Ege Denizi 32 (37.50 N; 26.80 E)


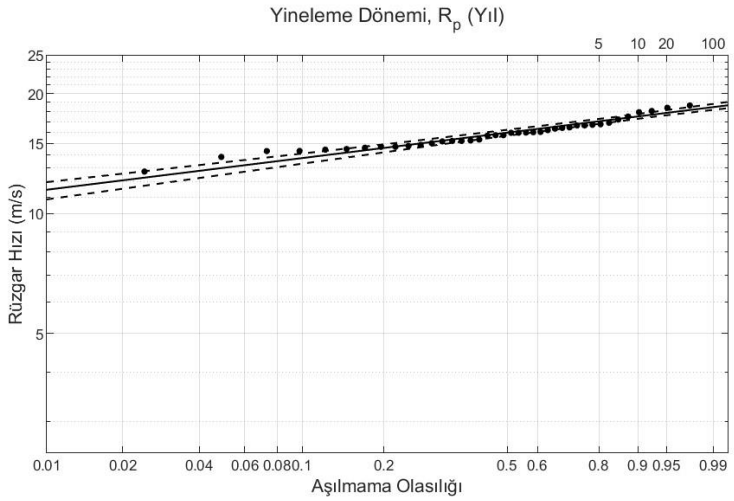
Ege Denizi 33 (37.50 N; 27.10 E)



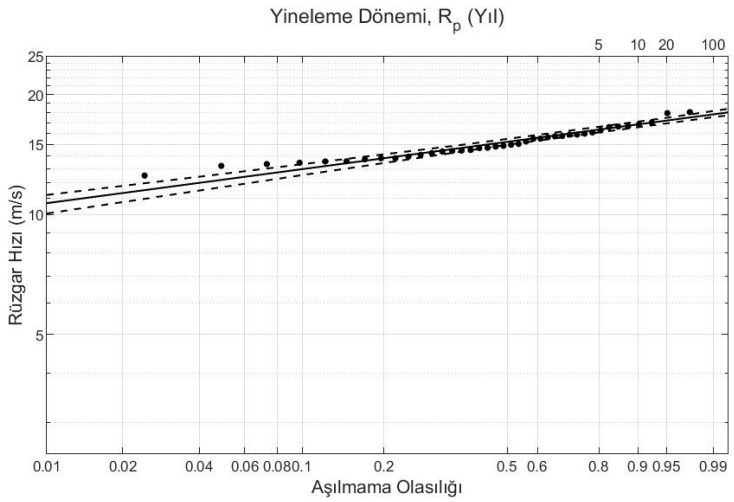
Ege Denizi 34 (37.25 N; 27.40 E)



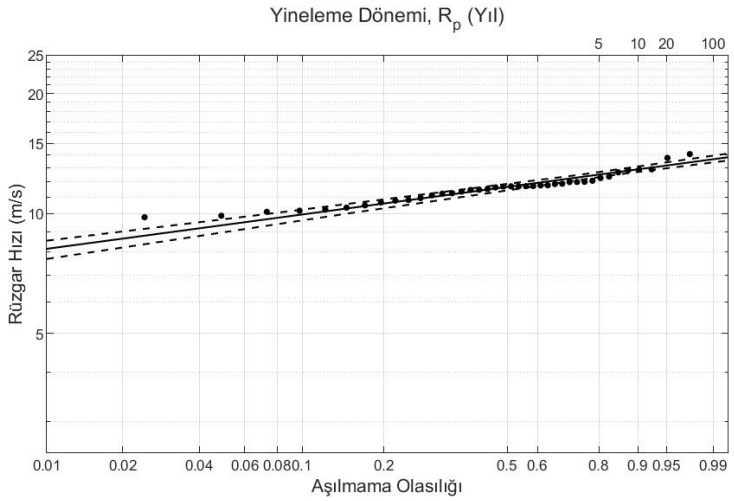
Ege Denizi 35 (37.25 N; 27.10 E)



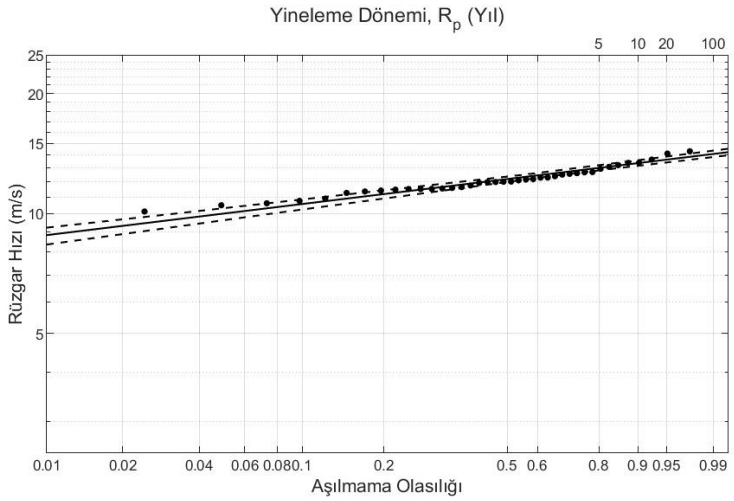
Ege Denizi 36 (37.00 N; 27.40 E)



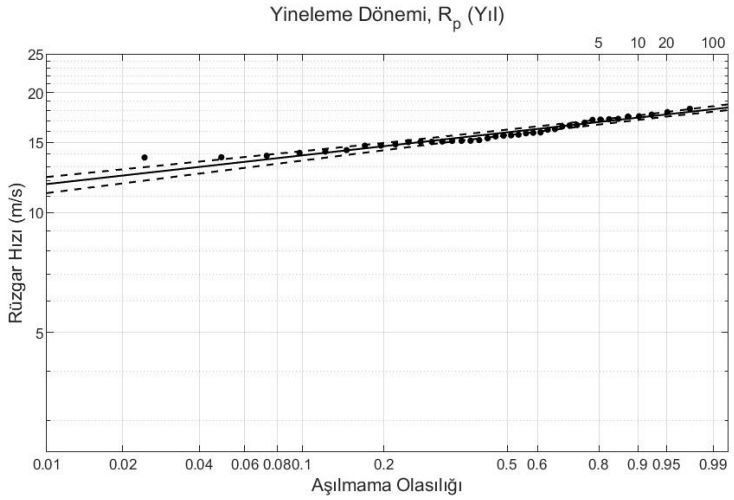
Ege Denizi 37 (37.00 N; 28.00 E)



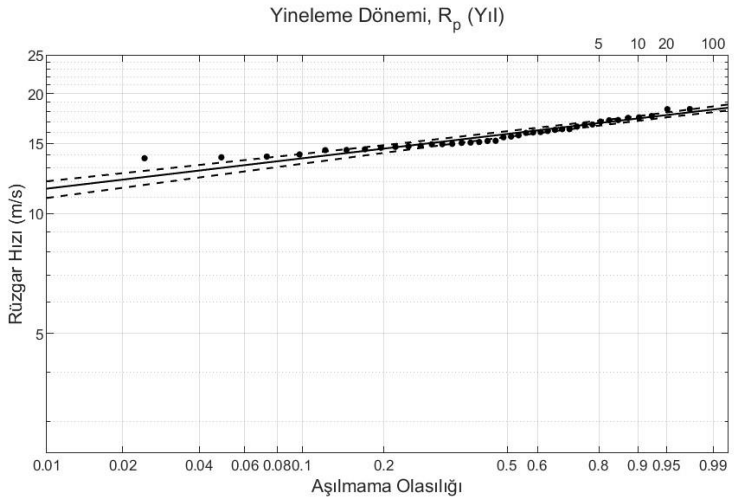
Ege Denizi 38 (36.75 N; 28.00 E)



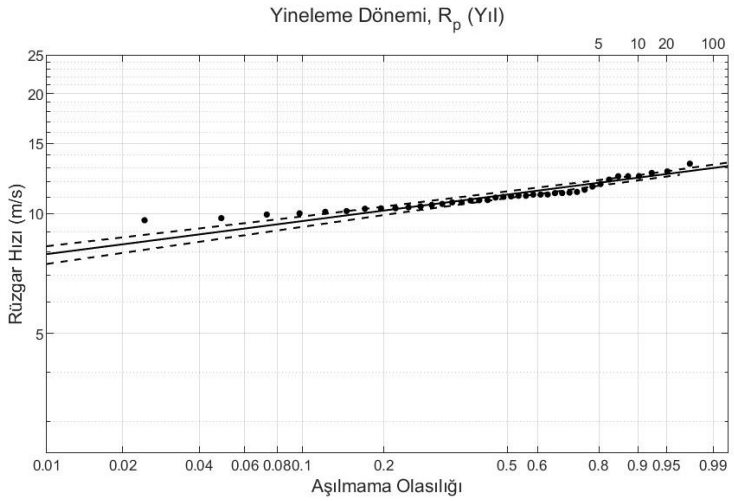
Ege Denizi 39 (36.60 N; 27.60 E)



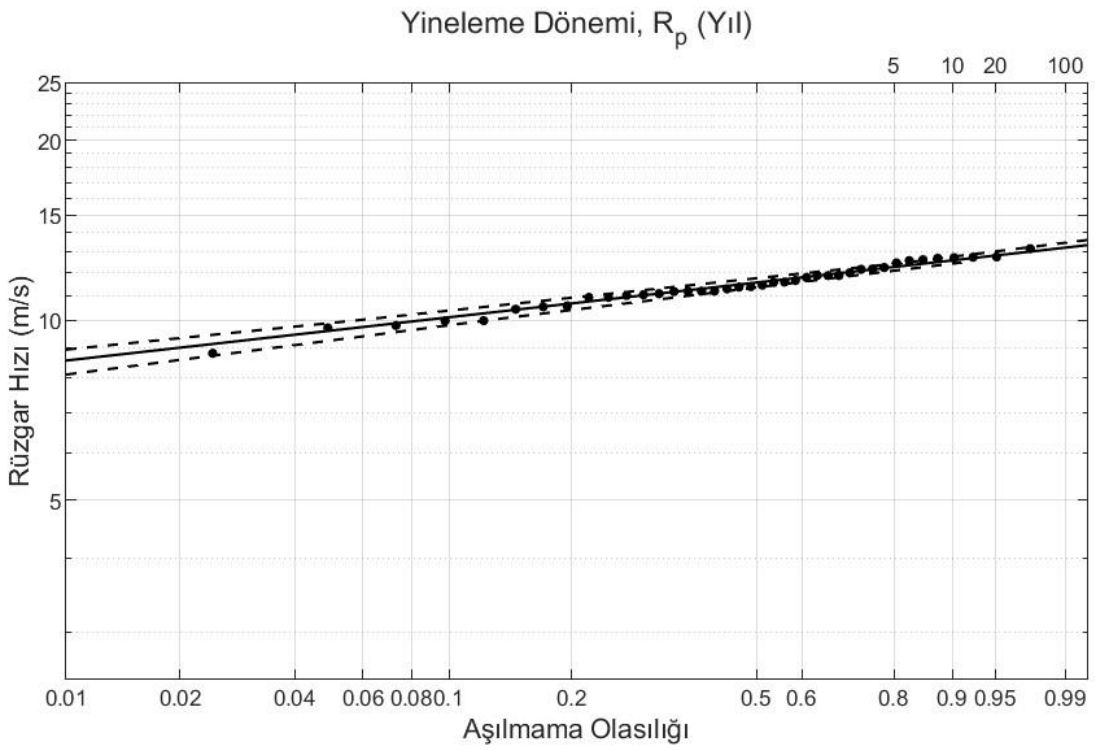
Ege Denizi 40 (36.75 N; 27.40 E)



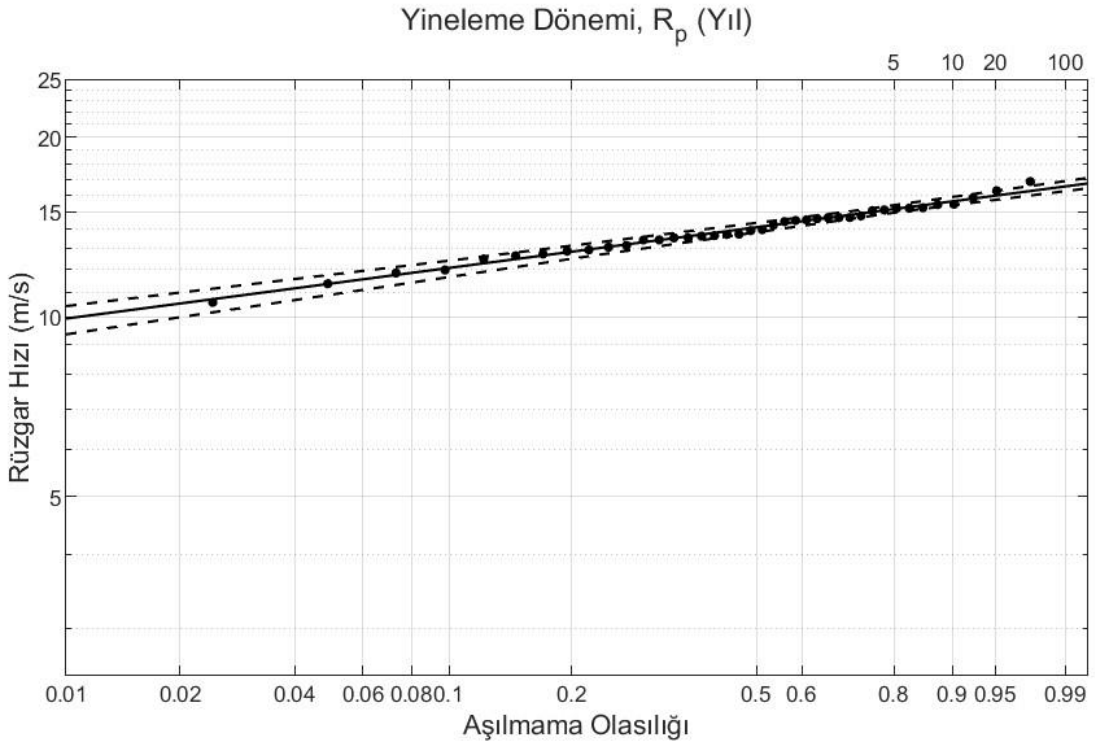
Ege Denizi 41 (36.75 N; 28.30 E)



Ege Denizi 42 (36.75 N; 28.60 E)

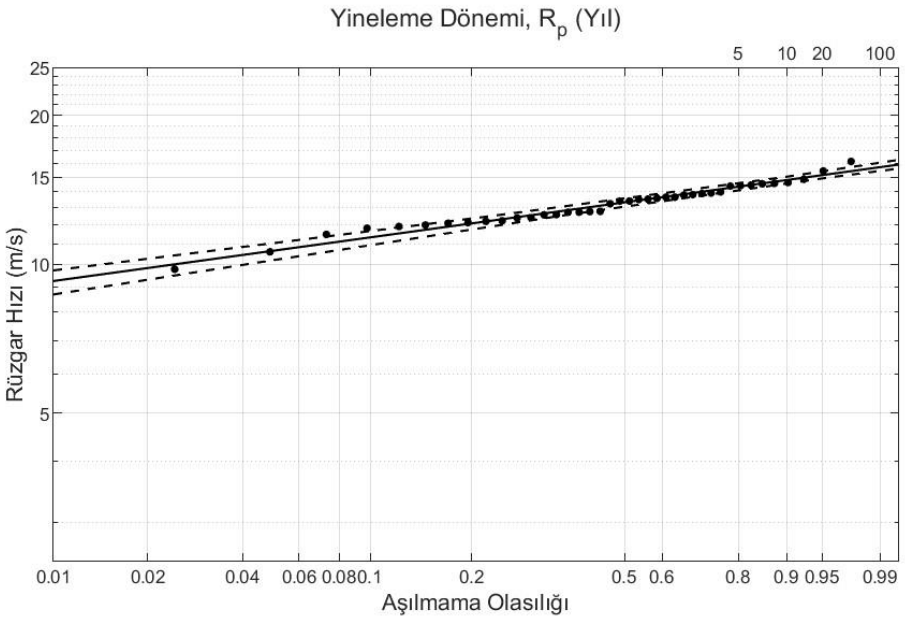


Ege Denizi 43 (36.50 N; 28.60 E)

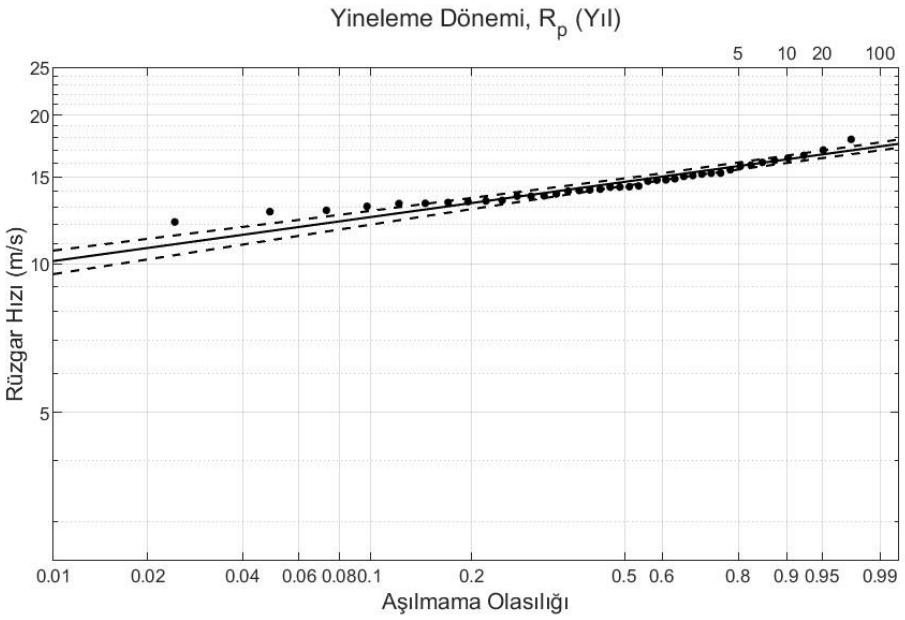


F
AKDENİZ EN BÜYÜK DEĞER RÜZGAR HIZI İSTATİSTİĞİ (WEİBULL)

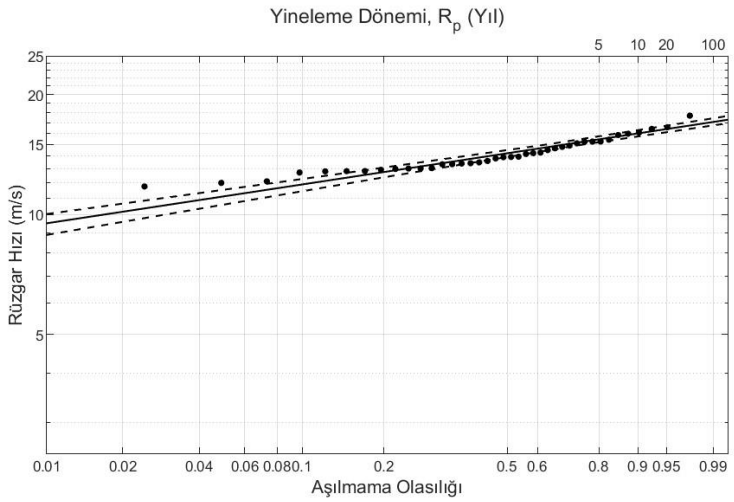
Akdeniz 1 (36.50 N; 28.90 E)



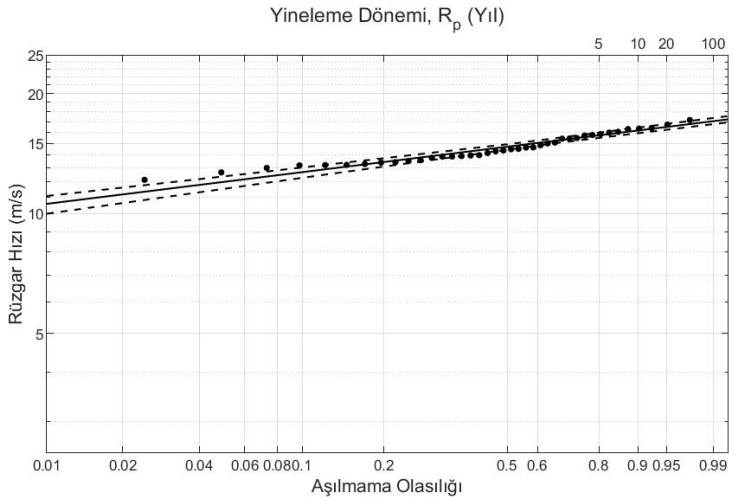
Akdeniz 2 (36.25 N; 28.90 E)



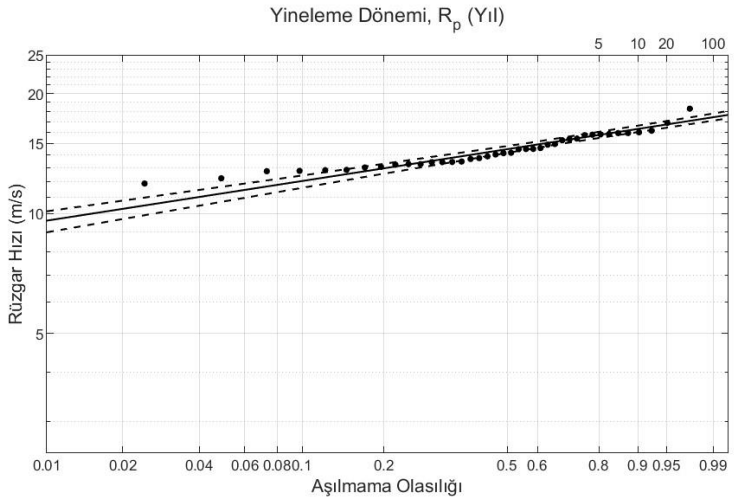
Akdeniz 3 (36.25 N; 29.20 E)



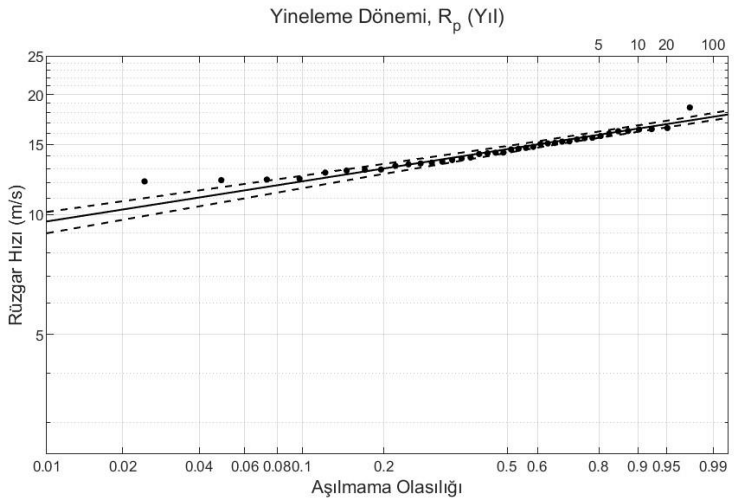
Akdeniz 4 (36.00 N; 29.20 E)



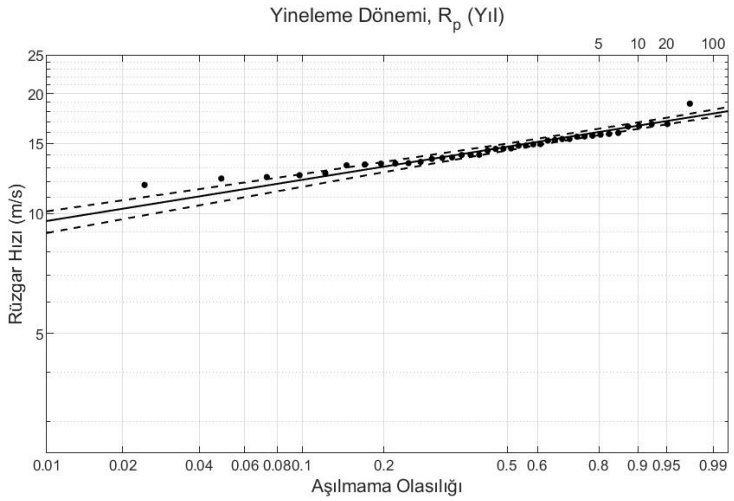
Akdeniz 5 (36.00 N; 29.50 E)



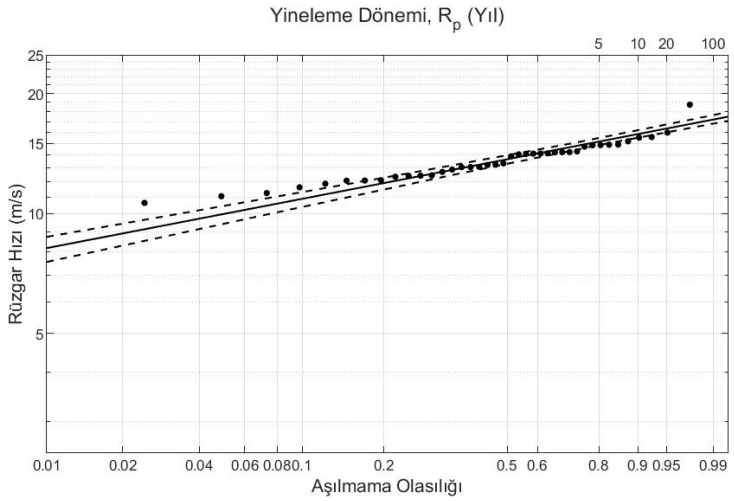
Akdeniz 6 (36.00 N; 29.80 E)

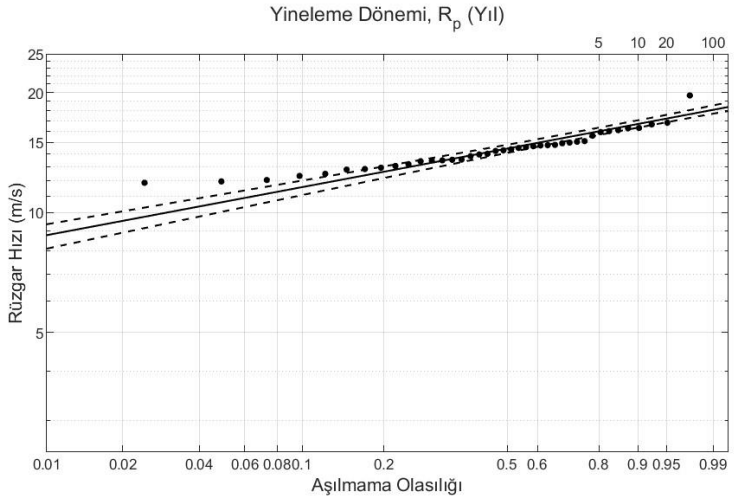
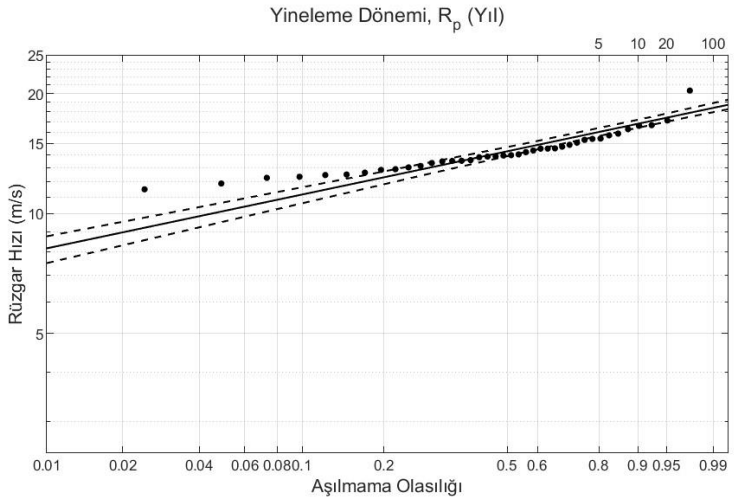
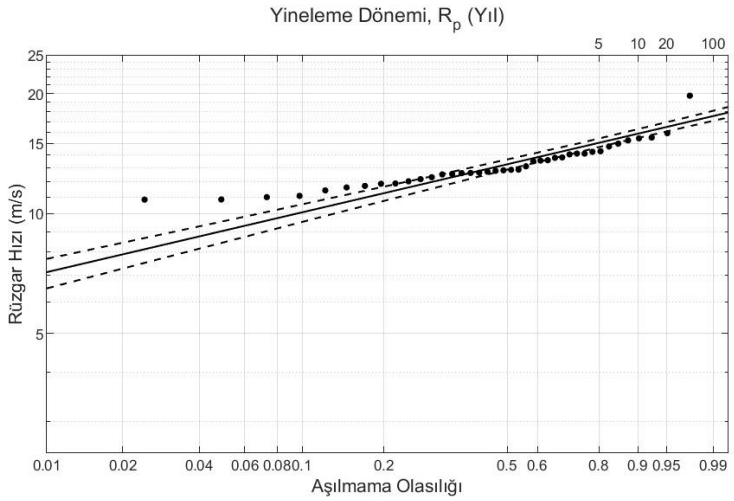


Akdeniz 7 (36.00 N; 30.10 E)

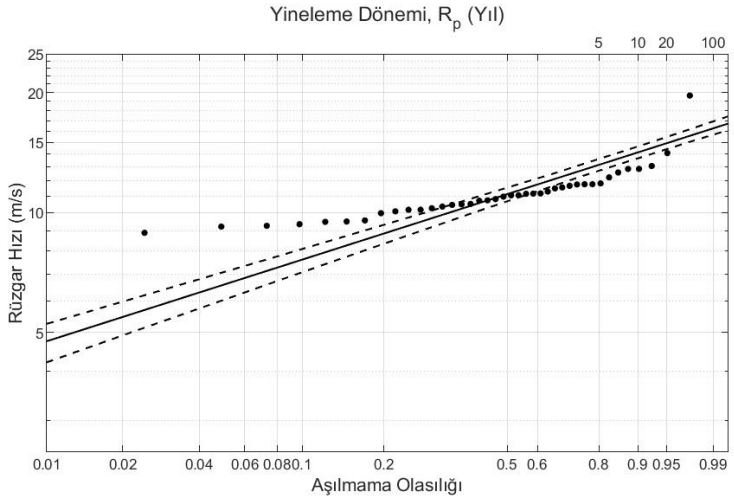


Akdeniz 8 (36.15 N; 30.10 E)

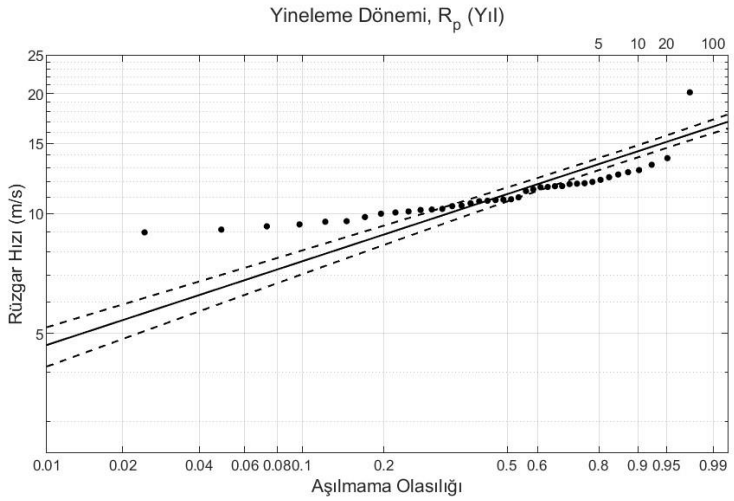


Akdeniz 9 (36.15 N; 30.40 E)

Akdeniz 10 (36.25 N; 30.70 E)

Akdeniz 11 (36.50 N; 30.70 E)


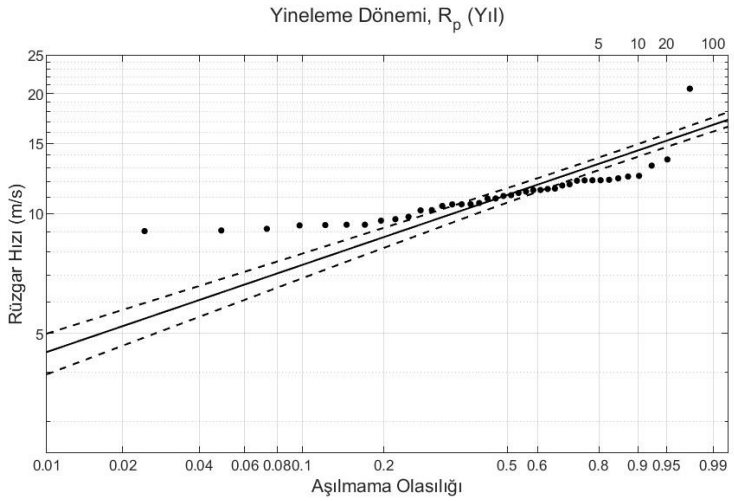
Akdeniz 12 (36.75 N; 30.70 E)



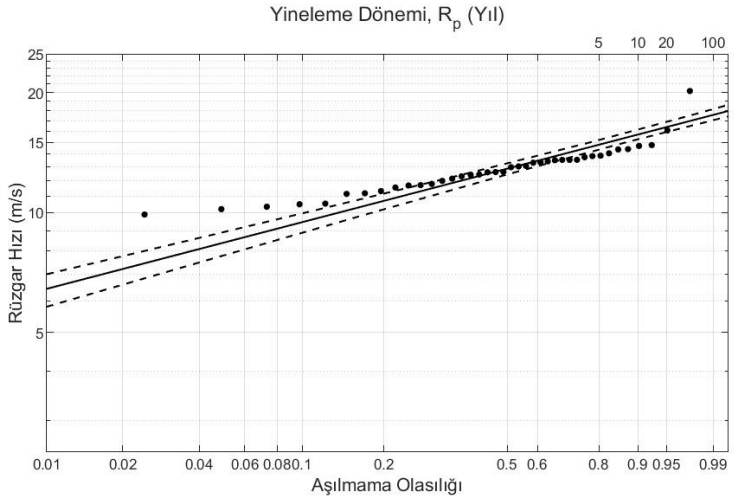
Akdeniz 13 (36.75 N; 31.00 E)



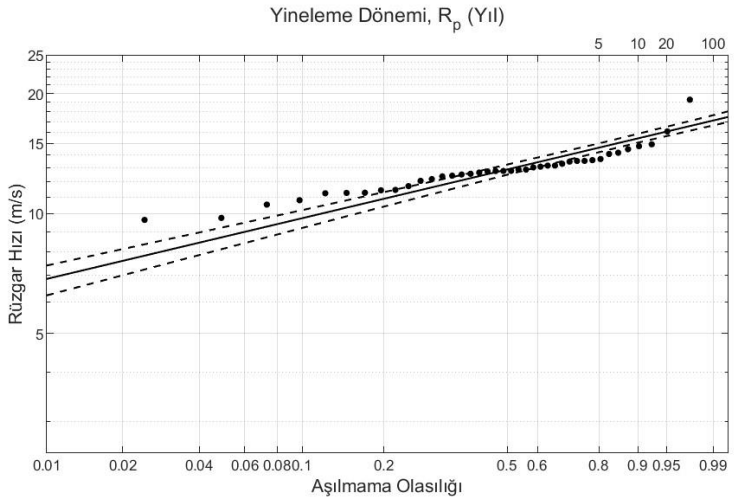
Akdeniz 14 (36.75 N; 31.30 E)



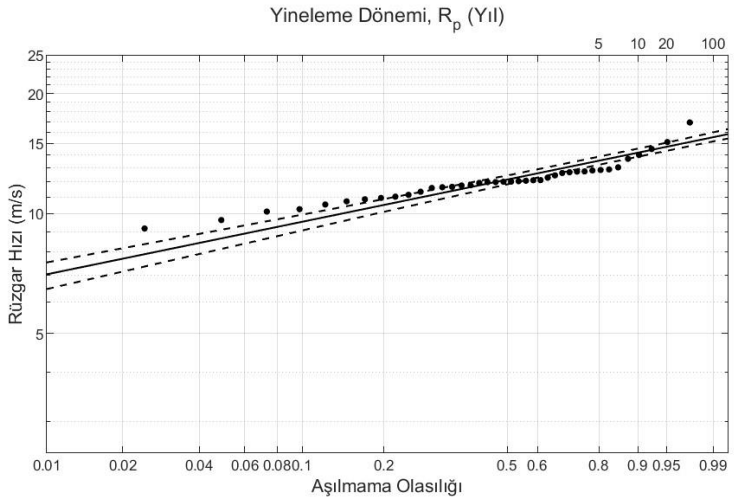
Akdeniz 15 (36.50 N; 31.30 E)

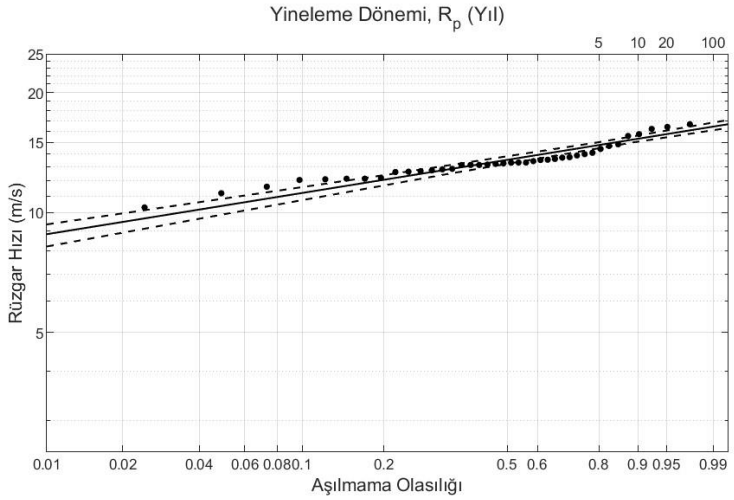
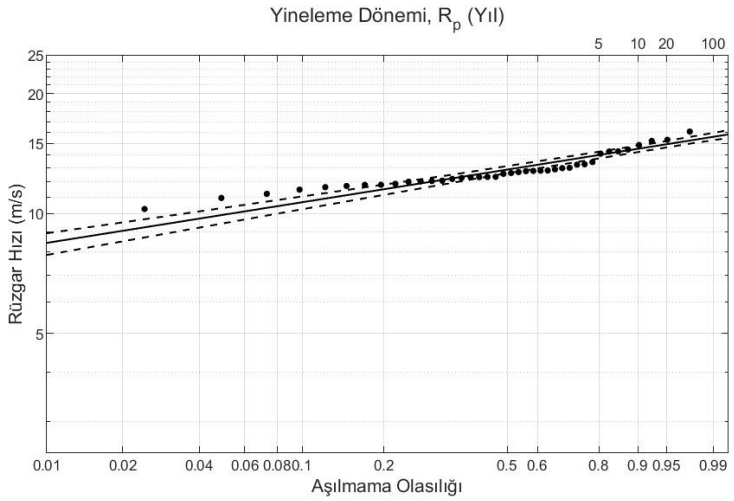
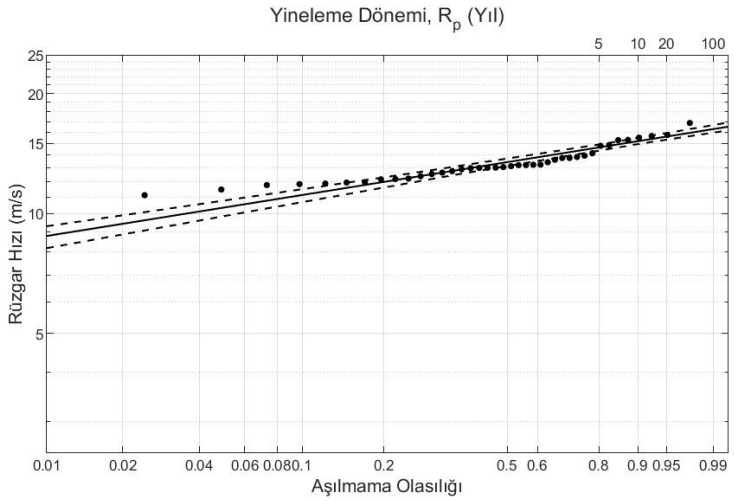


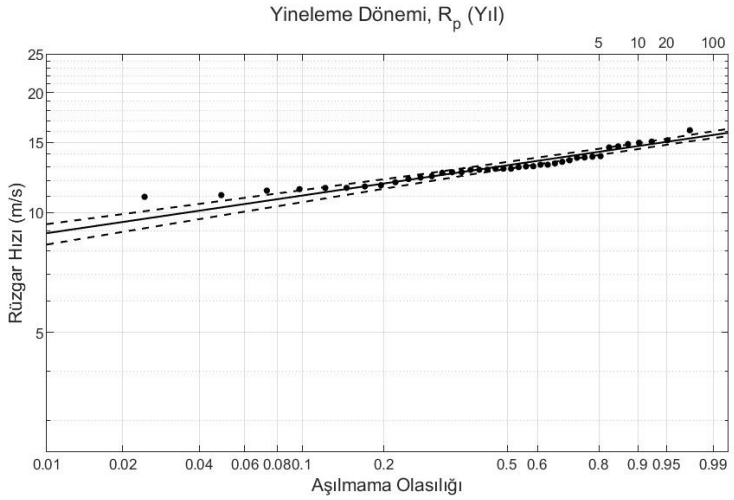
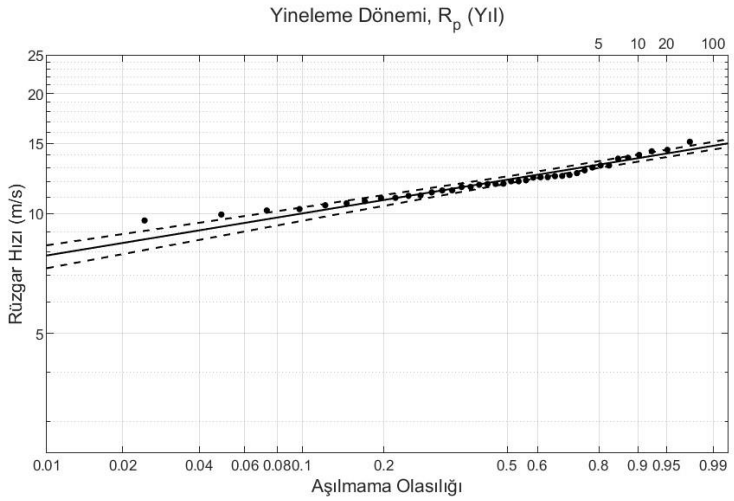
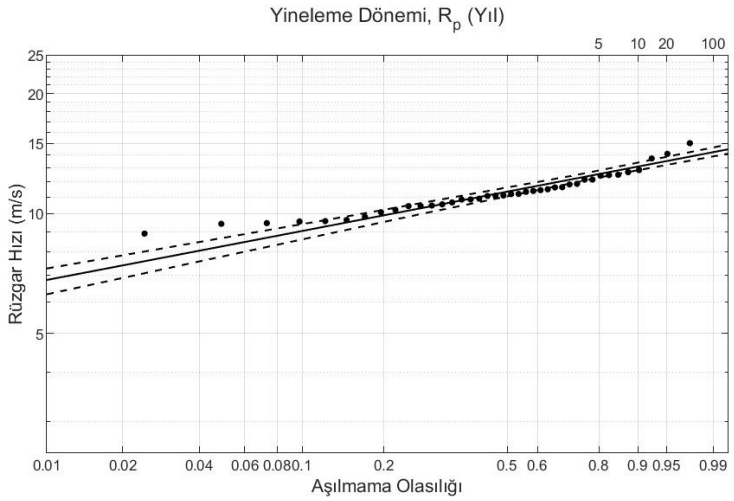
Akdeniz 16 (36.50 N; 31.60 E)



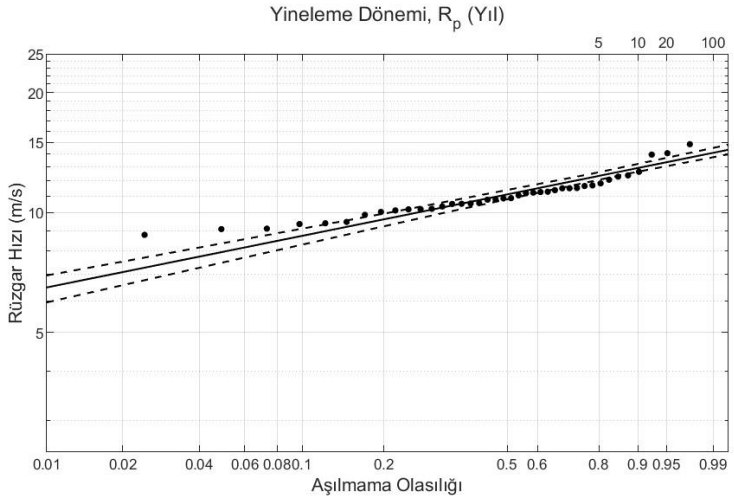
Akdeniz 17 (36.50 N; 31.90 E)



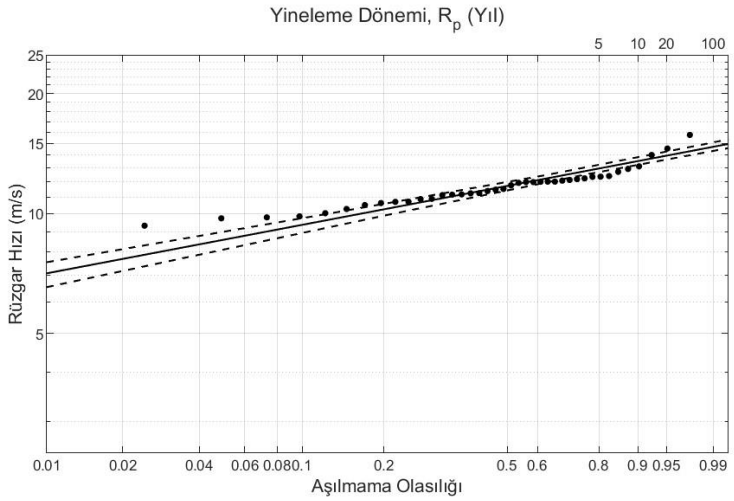
Akdeniz 18 (36.25 N; 31.90 E)

Akdeniz 19 (36.25 N; 32.20 E)

Akdeniz 20 (36.00 N; 32.20 E)


Akdeniz 21 (36.00 N; 32.50 E)

Akdeniz 22 (36.00 N; 32.80 E)

Akdeniz 23 (36.00 N; 33.10 E)


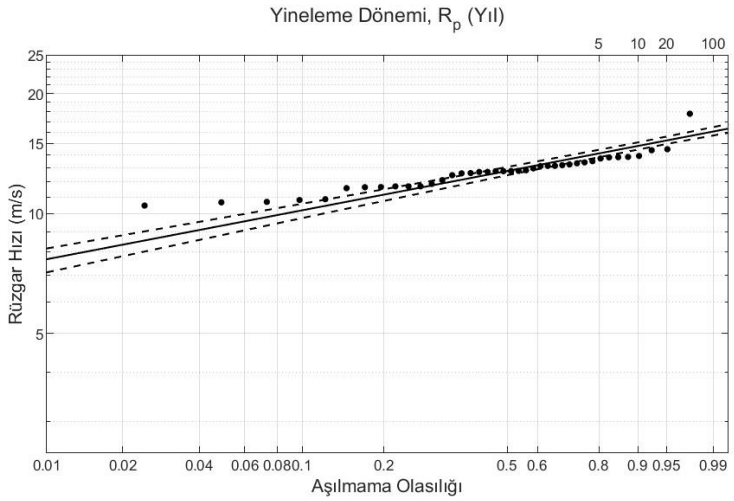
Akdeniz 24 (36.00 N; 33.40 E)



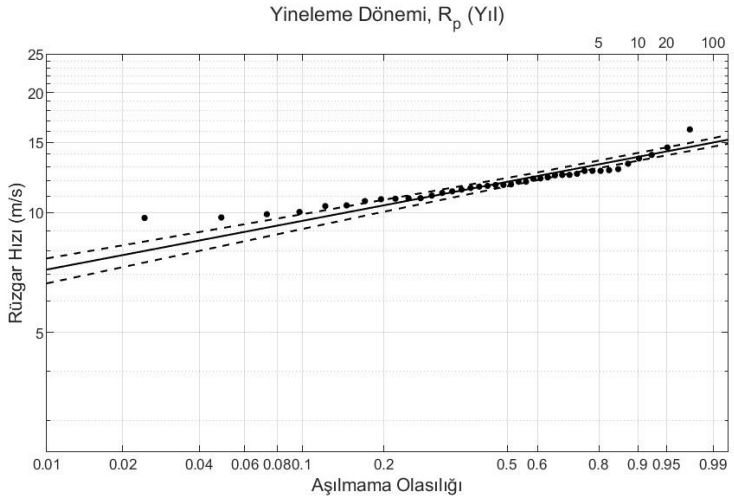
Akdeniz 25 (36.00 N; 33.70 E)



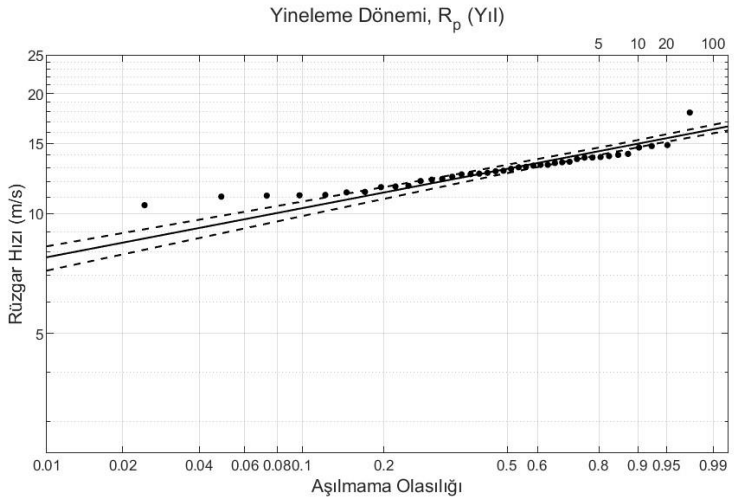
Akdeniz 26 (36.00 N; 34.00 E)



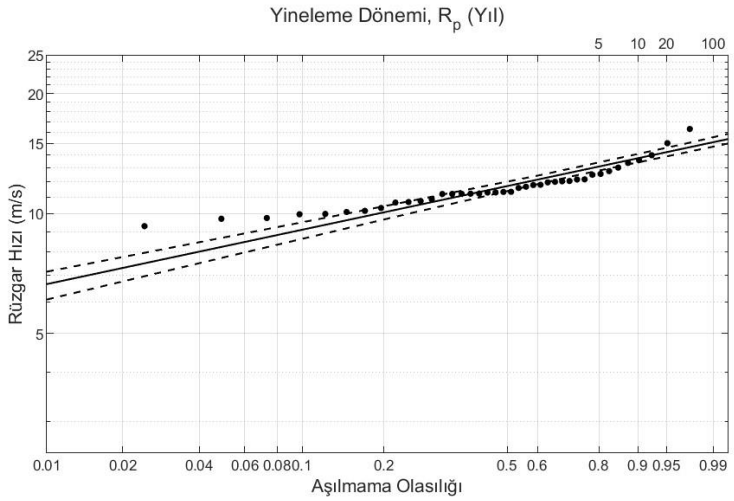
Akdeniz 27 (36.25 N; 34.00 E)

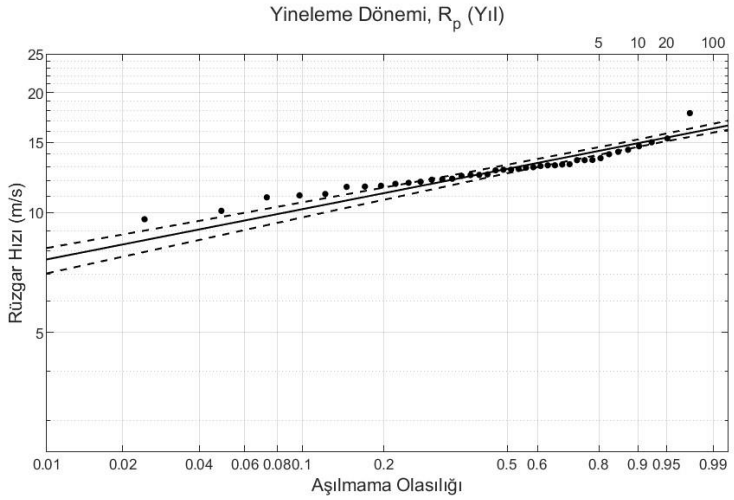
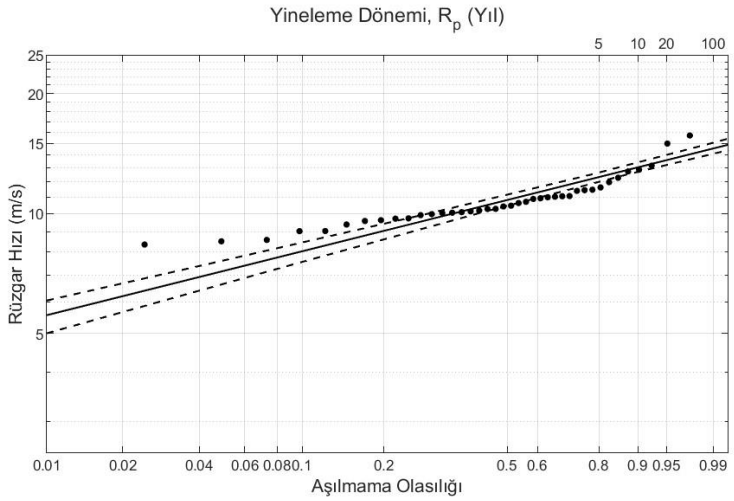
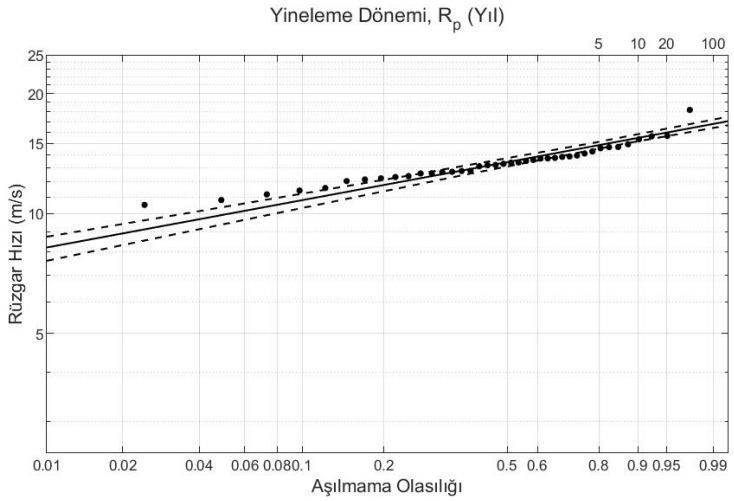


Akdeniz 28 (36.25 N; 34.30 E)

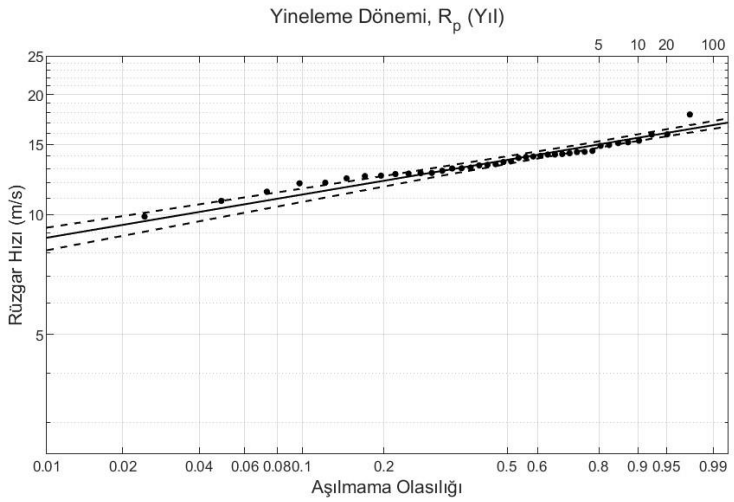


Akdeniz 29 (36.50 N; 34.30 E)

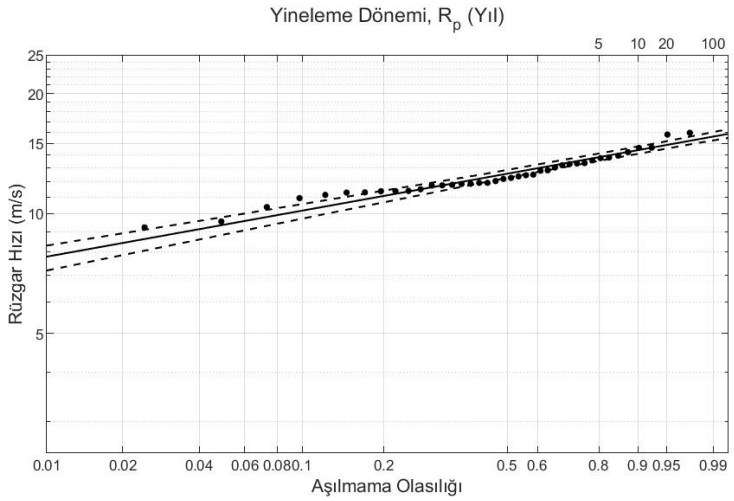


Akdeniz 30 (36.50 N; 34.60 E)

Akdeniz 31 (36.75 N; 34.60 E)

Akdeniz 32 (36.50 N; 34.90 E)


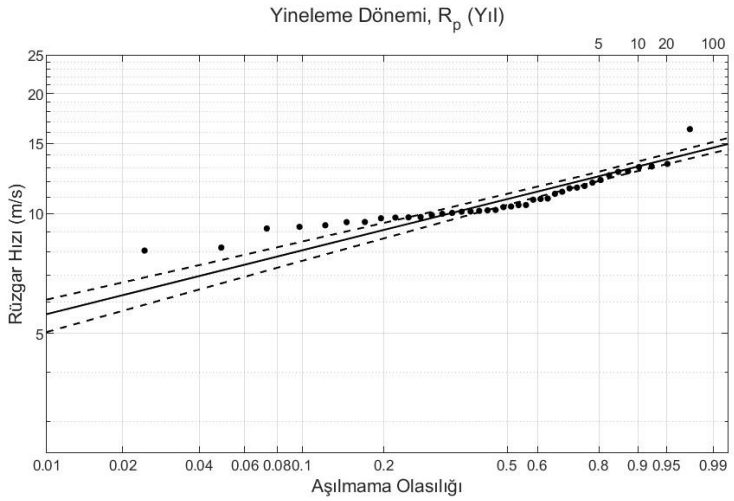
Akdeniz 33 (36.50 N; 35.20 E)



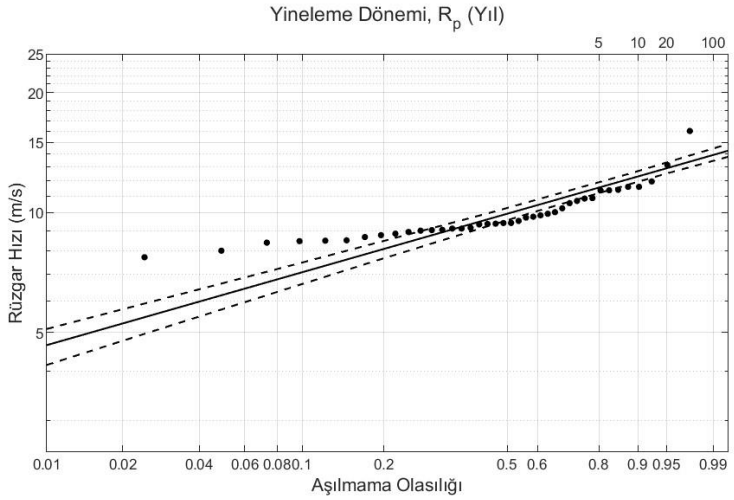
Akdeniz 34 (36.50 N; 35.50 E)



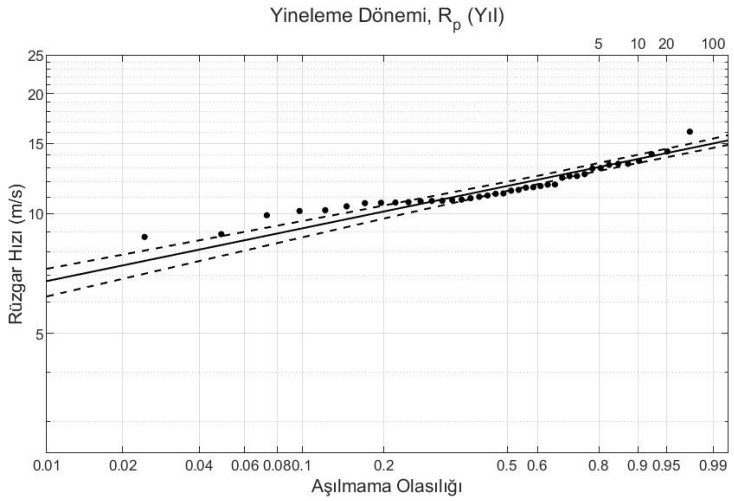
Akdeniz 35 (36.75 N; 35.80 E)



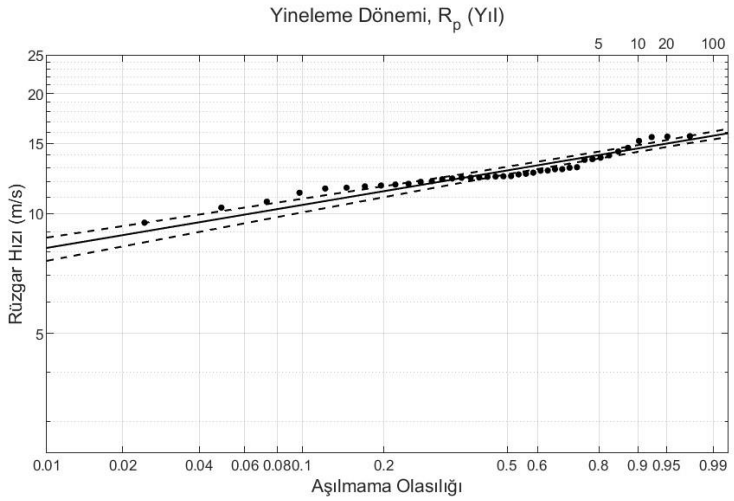
Akdeniz 36 (36.75 N; 36.10 E)

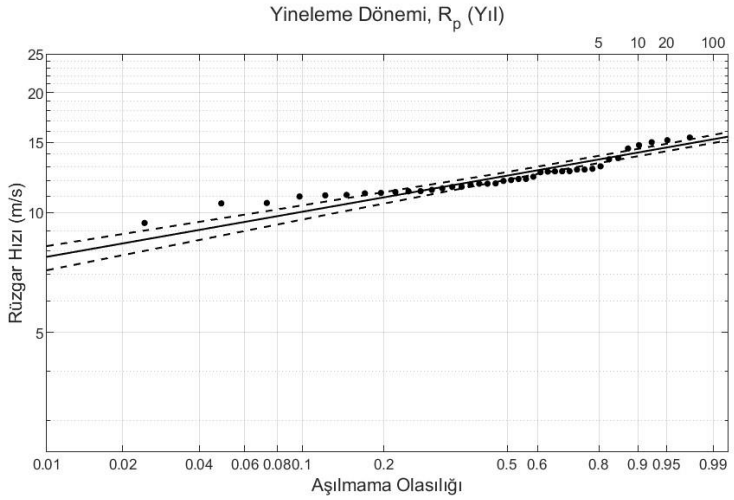
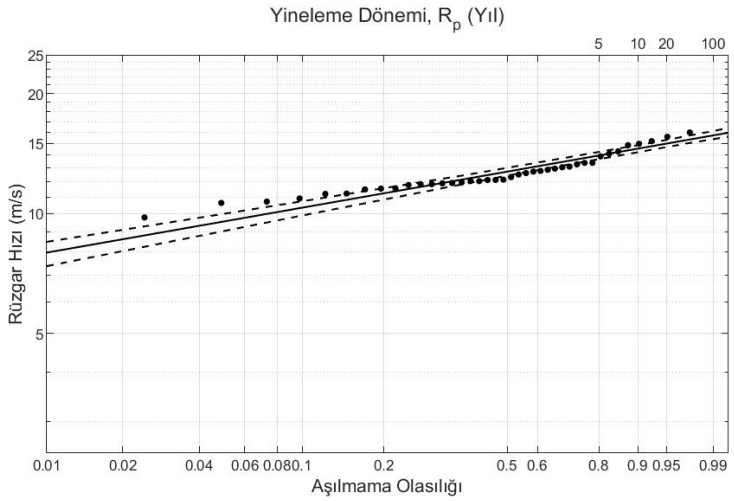
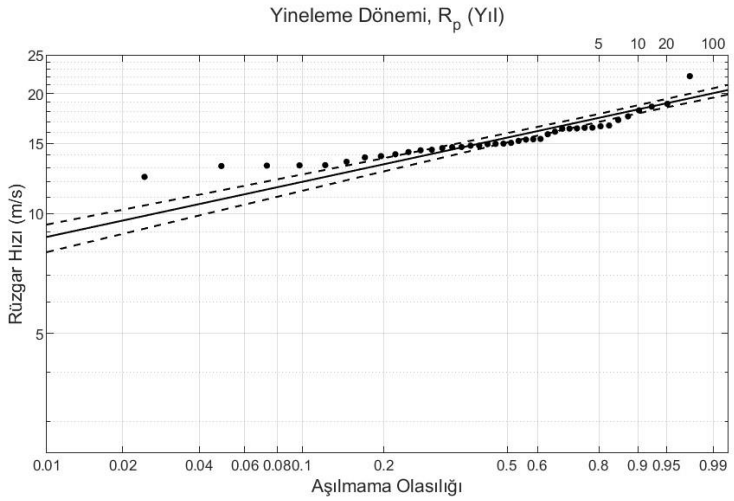


Akdeniz 37 (36.50 N; 35.80 E)

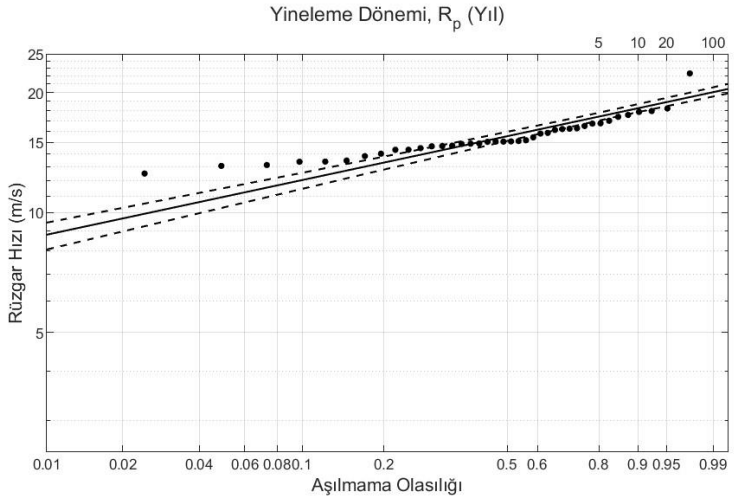


Akdeniz 38 (36.25 N; 35.80 E)

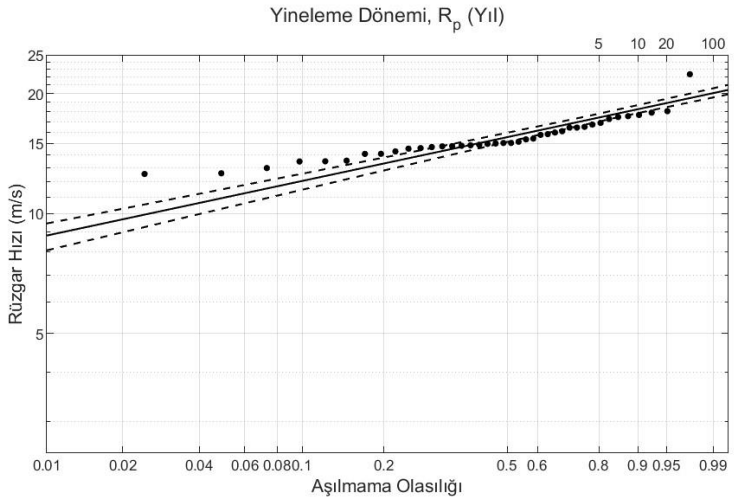


Akdeniz 39 (36.00 N; 35.80 E)

Akdeniz 40 (35.75 N; 35.80 E)

Akdeniz 41 (34.91704722 N; 34.08430833 E)


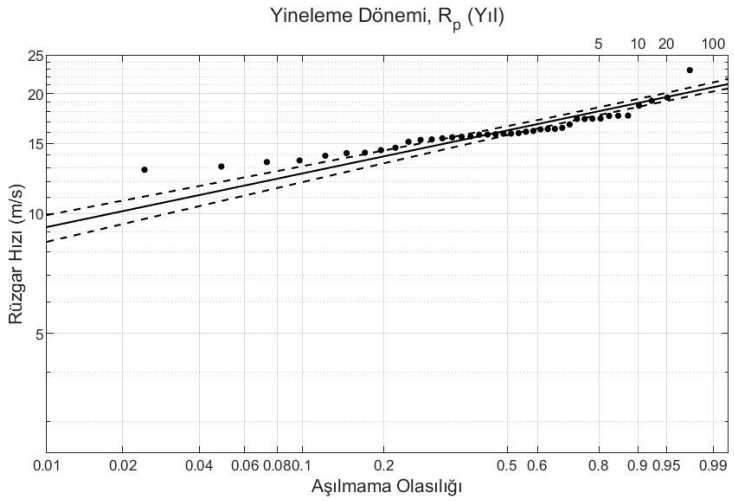
Akdeniz 42 (35.10952778 N; 34.07563889 E)



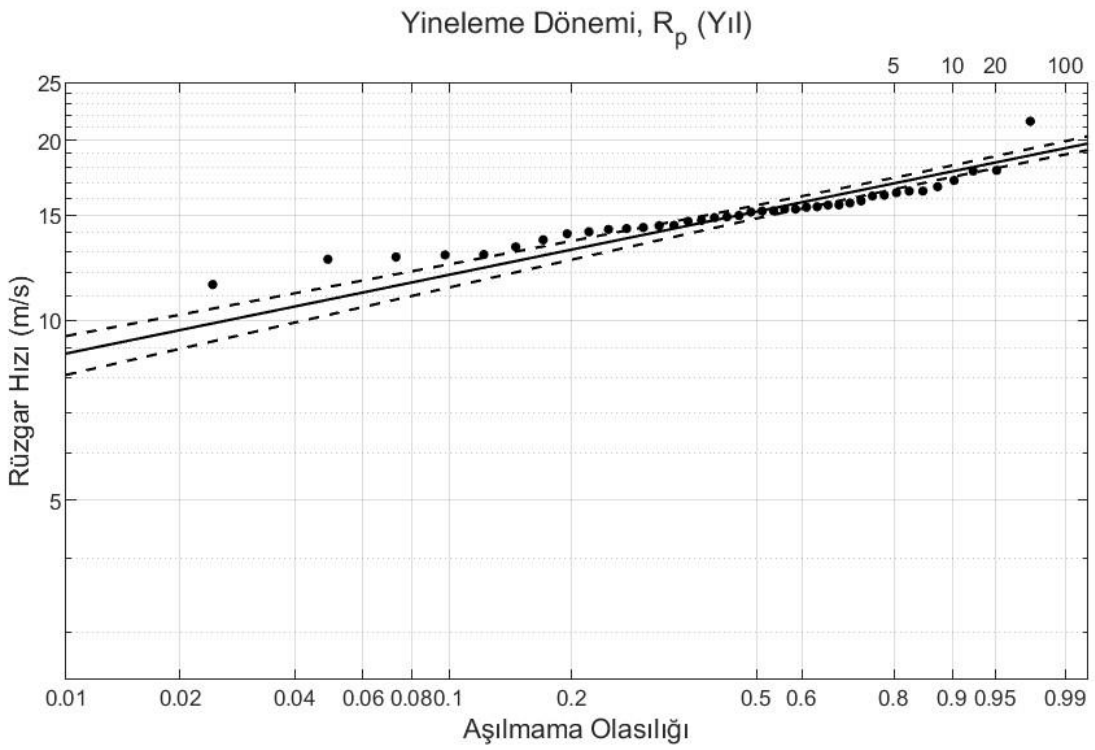
Akdeniz 43 (35.28524722 N; 34.04631944 E)



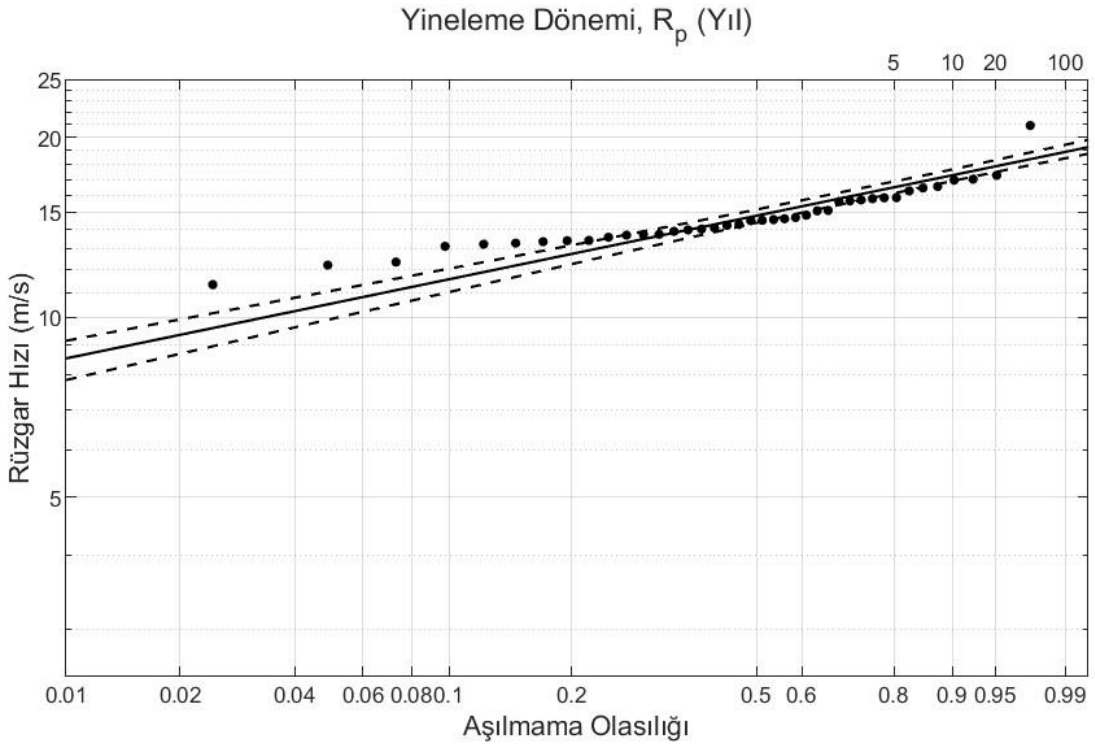
Akdeniz 44 (35.52740556 N; 34.43063611 E)



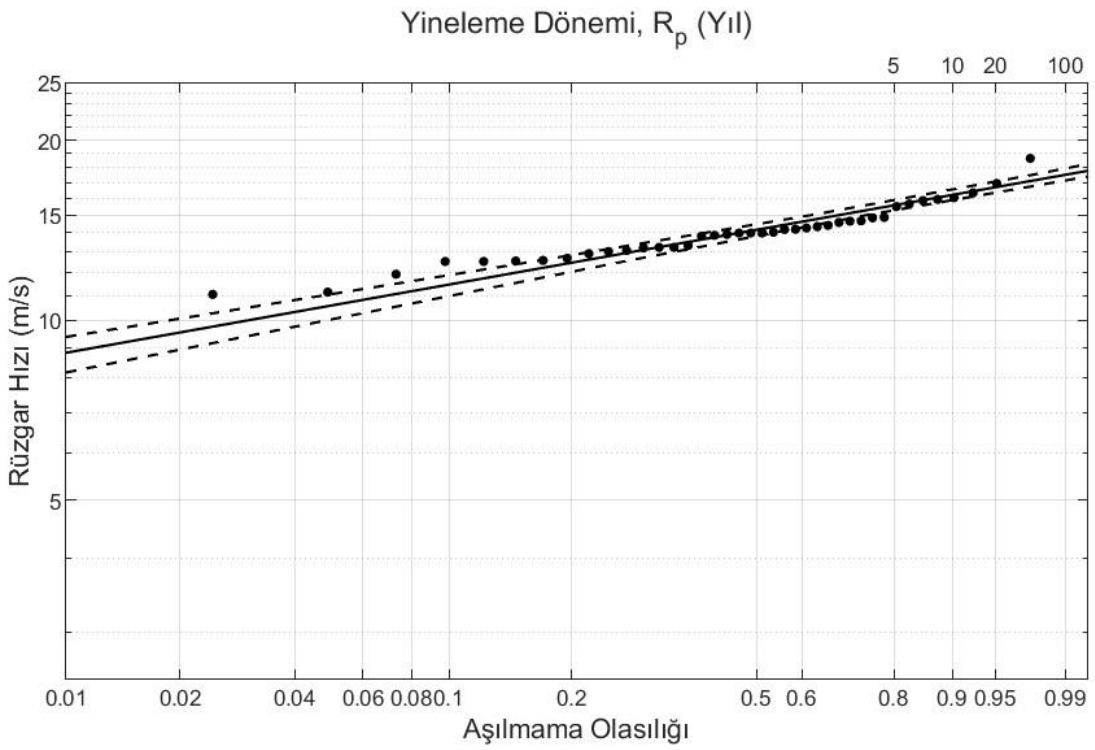
Akdeniz 45 (35.68773333 N; 34.48624167 E)



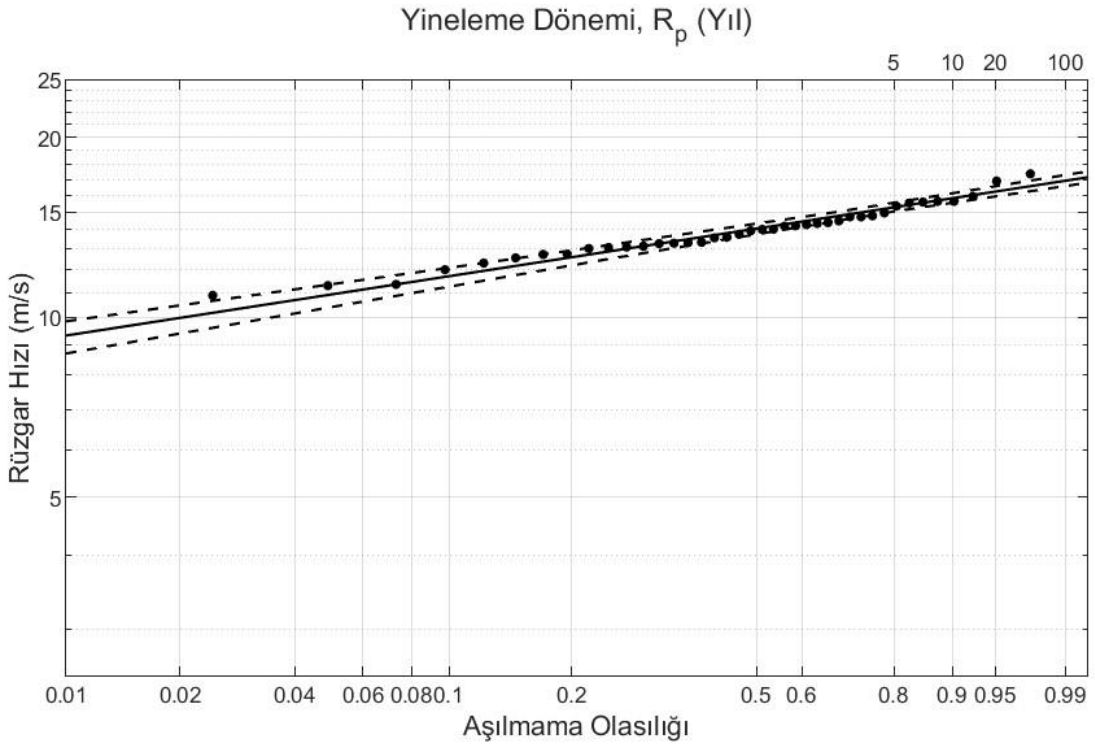
Akdeniz 46 (35.41034167 N; 33.82885 E)



Akdeniz 47 (35.34659444 N; 33.23995556 E)

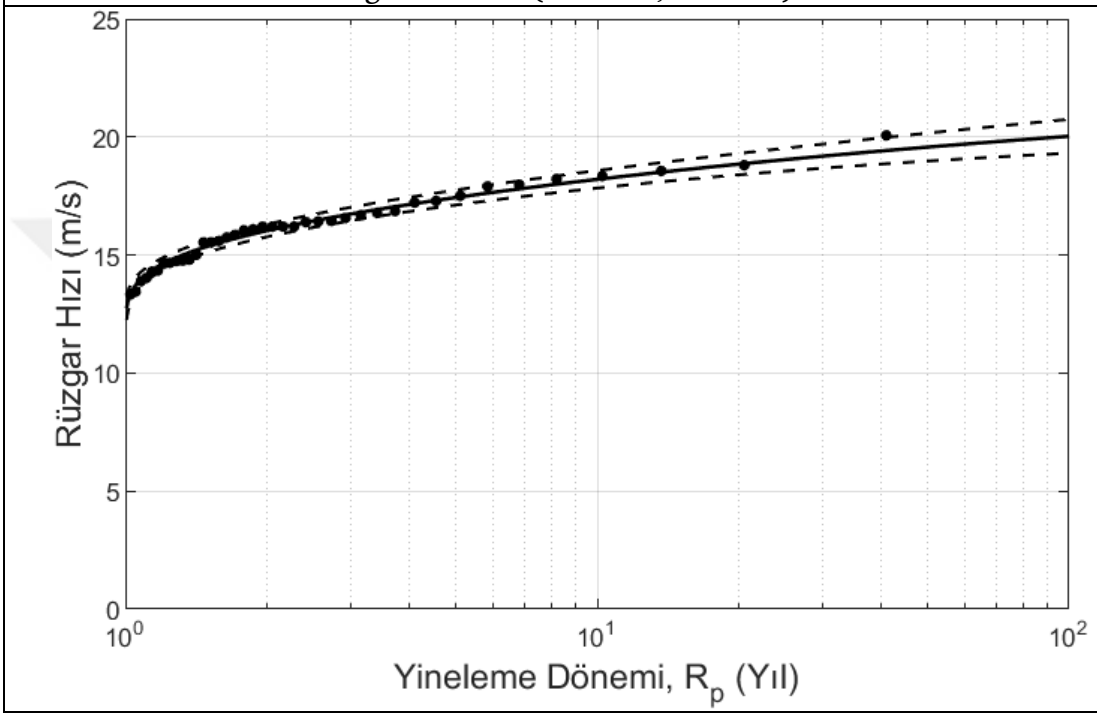


Akdeniz 48 (35.39374167 N; 32.97076389 E)

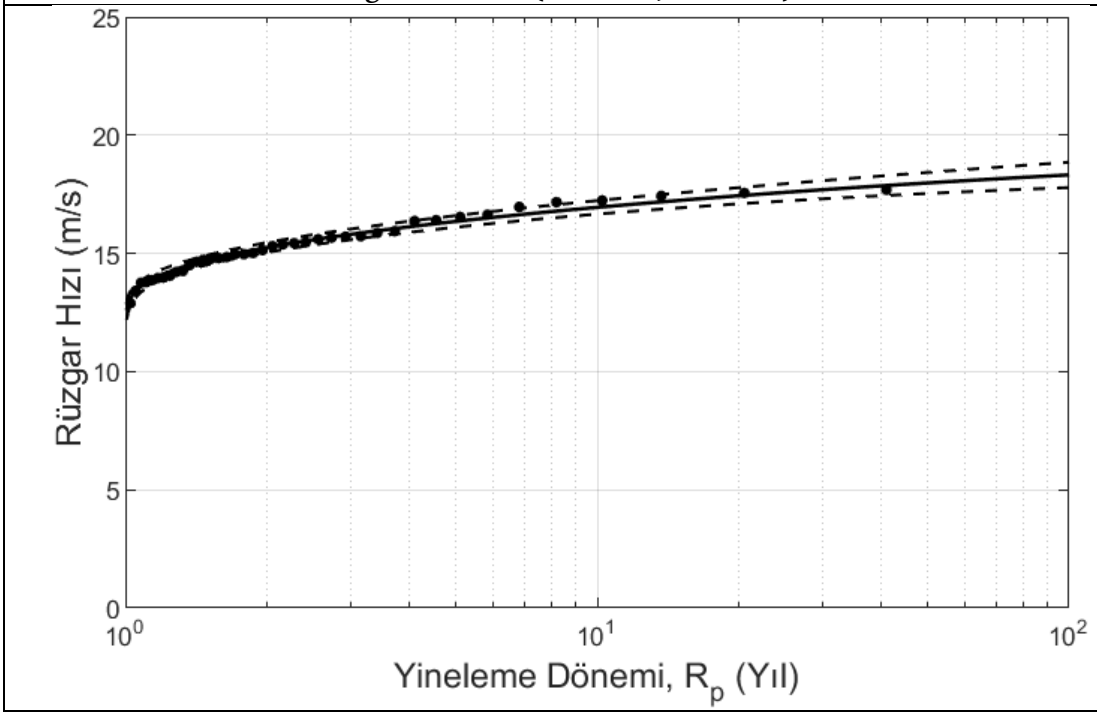


G
EGE DENİZİ EN BÜYÜK DEĞER RÜZGAR HIZI İSTATİSTİĞİ (GEV)

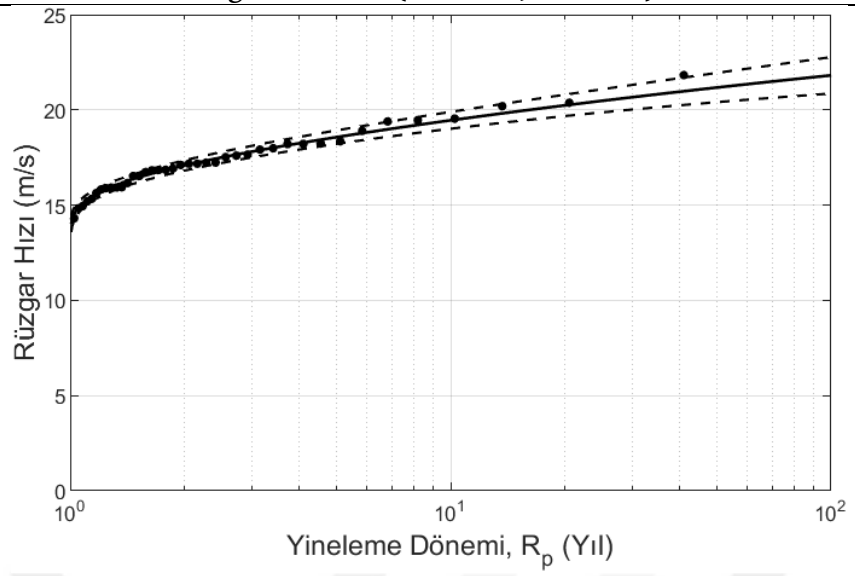
Ege Denizi 1 (40.75 N; 25.60 E)



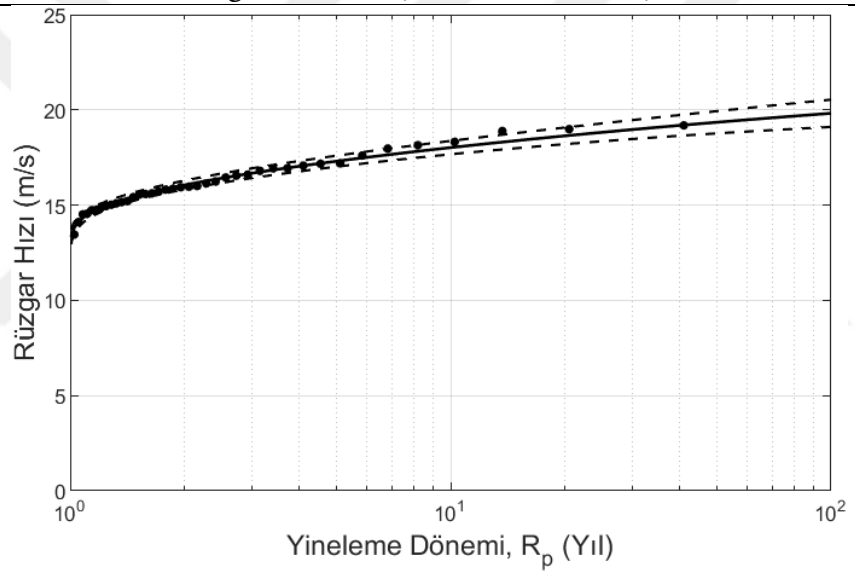
Ege Denizi 2 (40.75 N; 25.90 E)



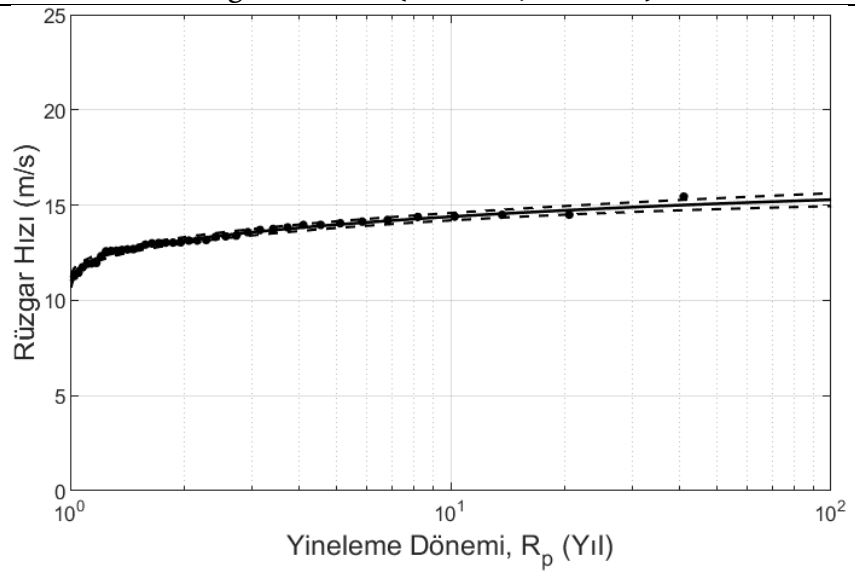
Ege Denizi 3 (40.50 N; 25.90 E)



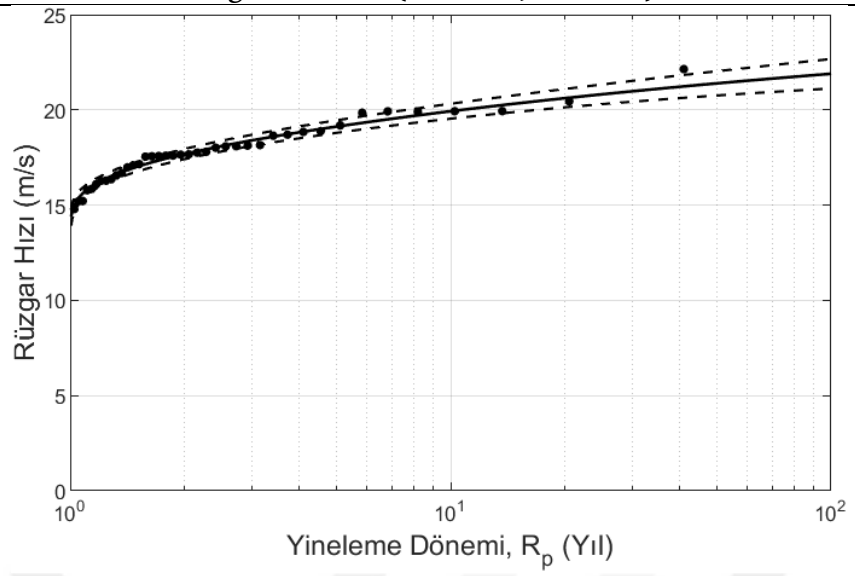
Ege Denizi 4 (40.50 N; 26.20 E)



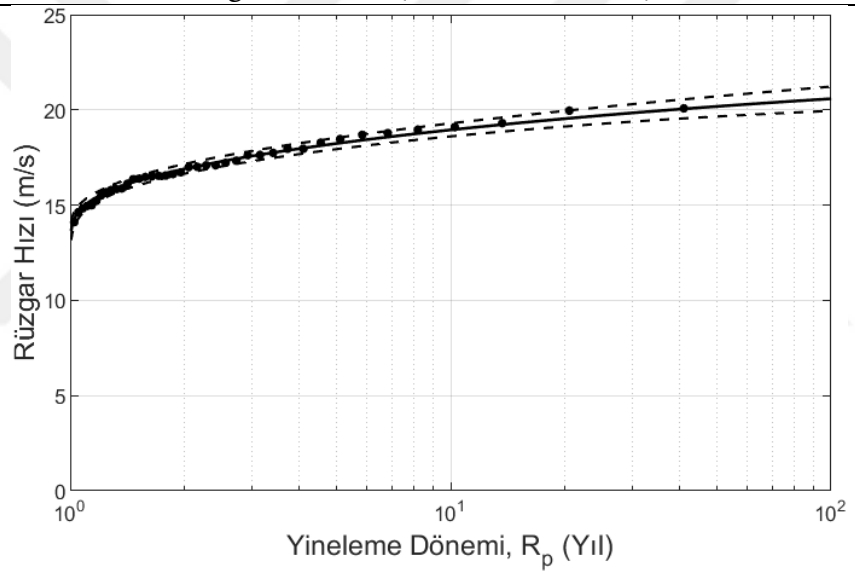
Ege Denizi 5 (40.50 N; 26.50 E)



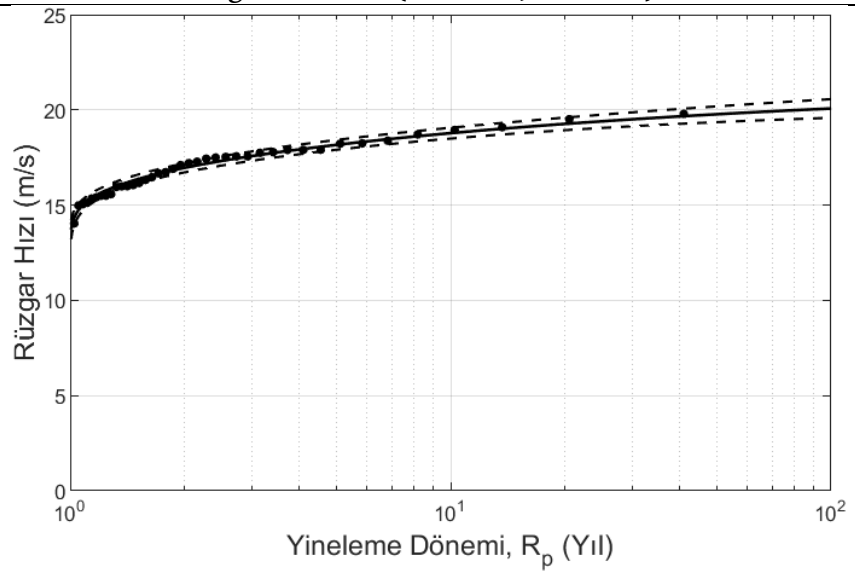
Ege Denizi 6 (40.25 N; 25.60 E)



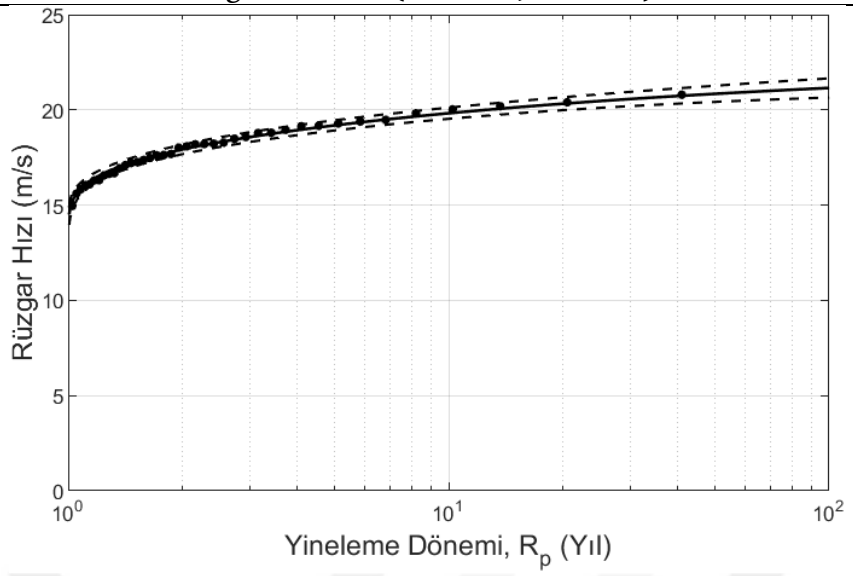
Ege Denizi 7 (40.25 N; 26.20 E)



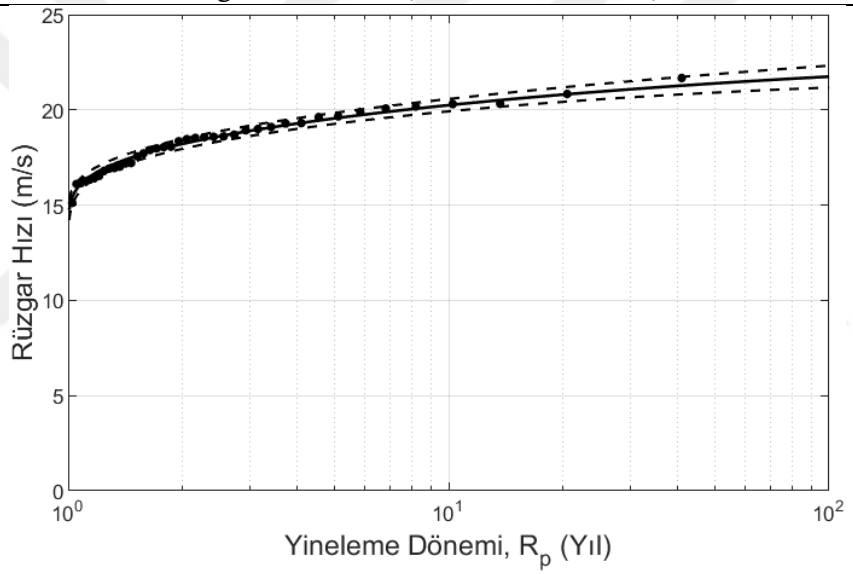
Ege Denizi 8 (40.00 N; 26.10 E)



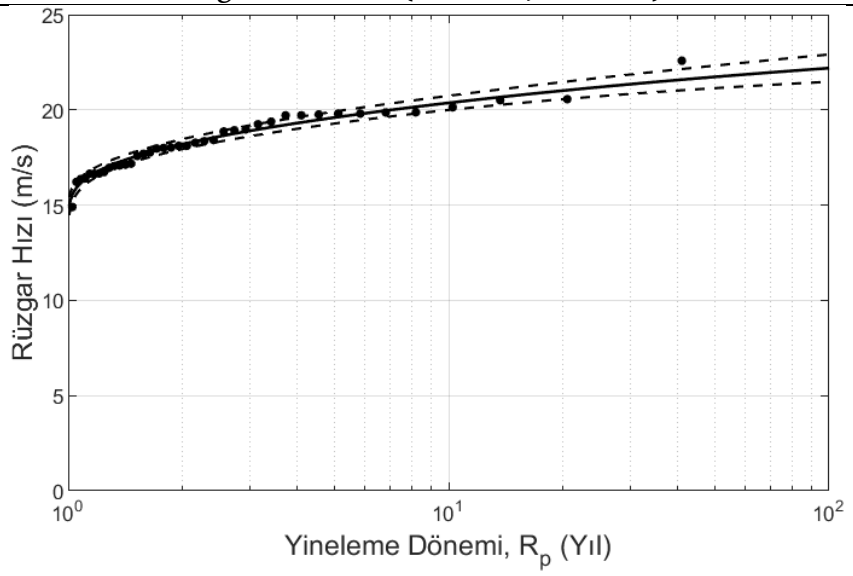
Ege Denizi 9 (40.00 N; 25.90 E)



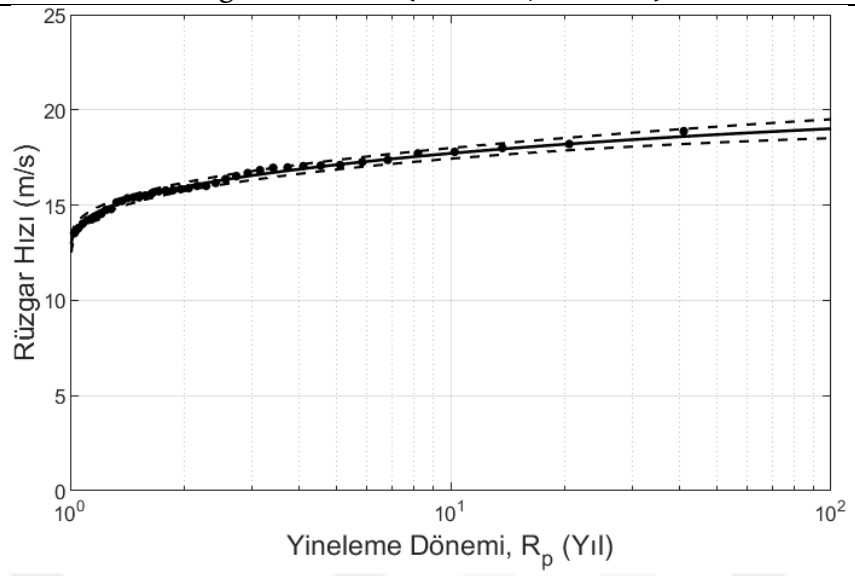
Ege Denizi 10 (39.75 N; 25.90 E)



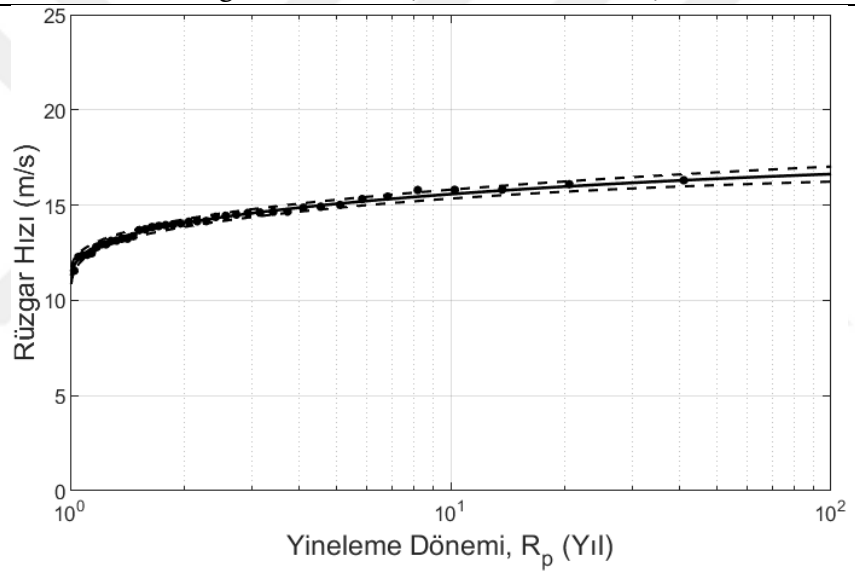
Ege Denizi 11 (39.50 N; 25.90 E)



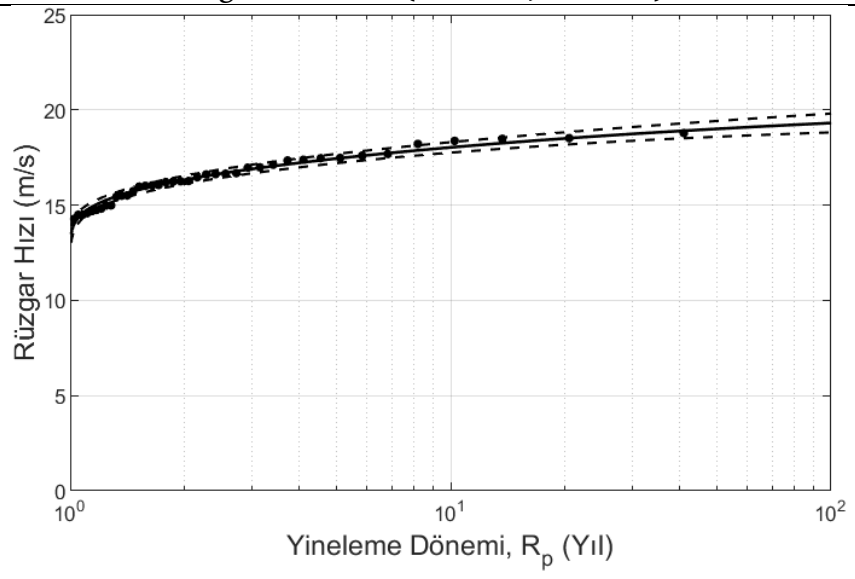
Ege Denizi 12 (39.50 N; 26.50 E)



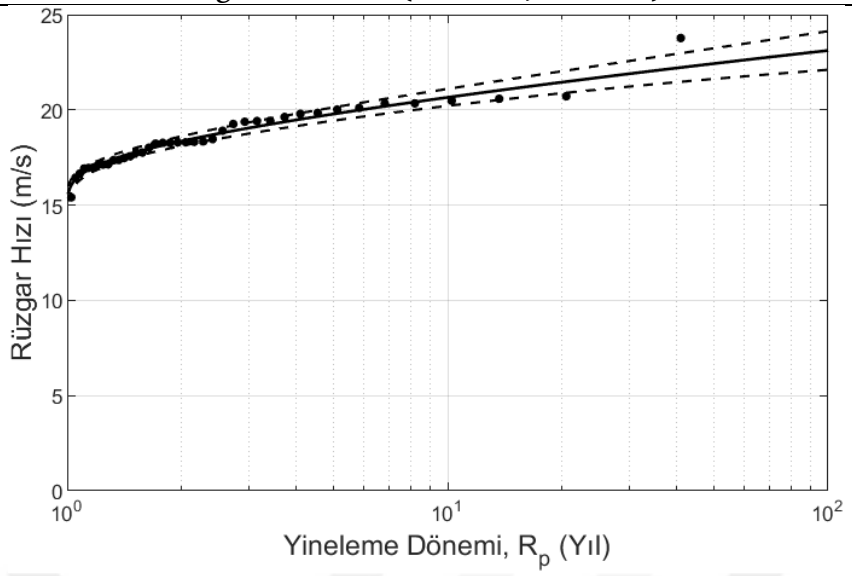
Ege Denizi 13 (39.50 N; 26.80 E)



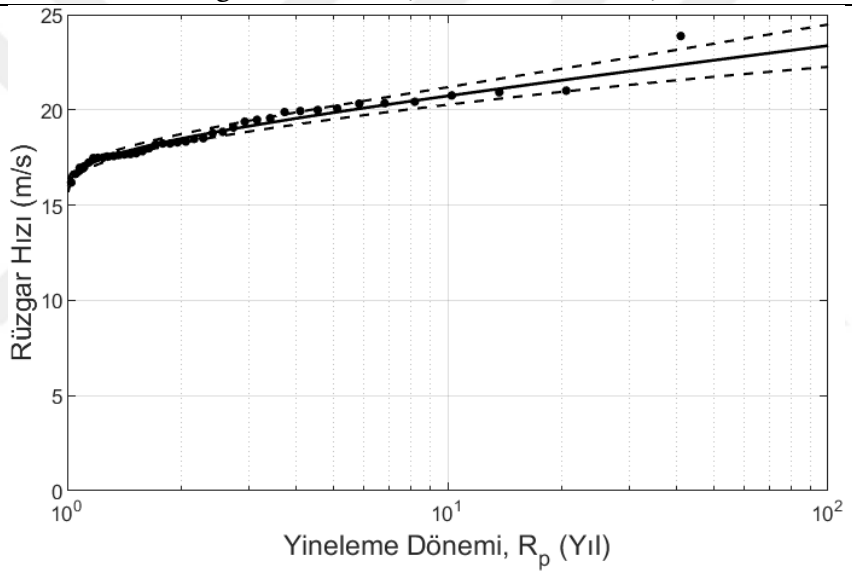
Ege Denizi 14 (39.25 N; 26.50 E)



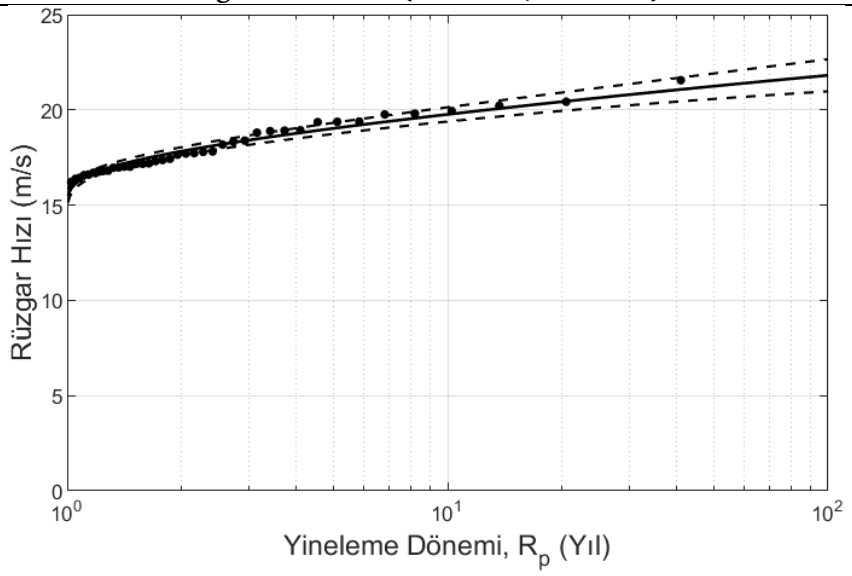
Ege Denizi 15 (39.25 N; 25.80 E)



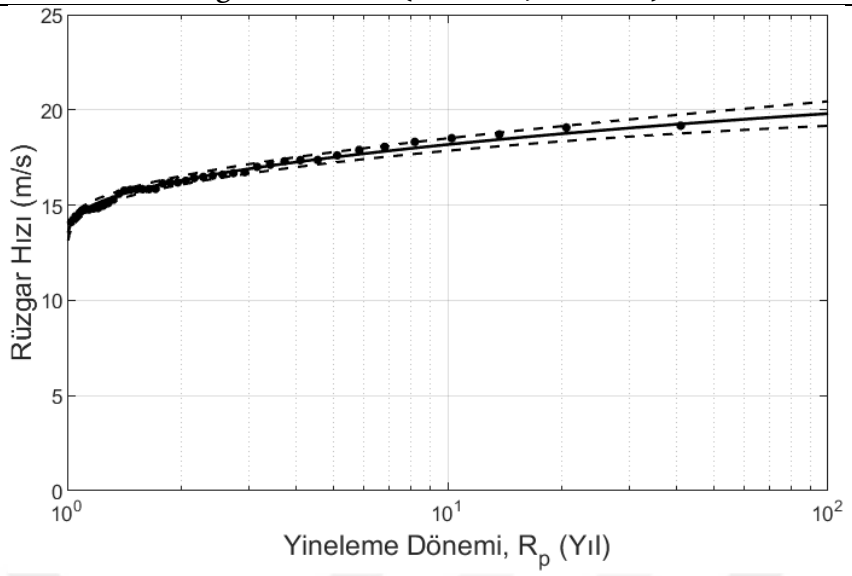
Ege Denizi 16 (39.00 N; 25.90 E)



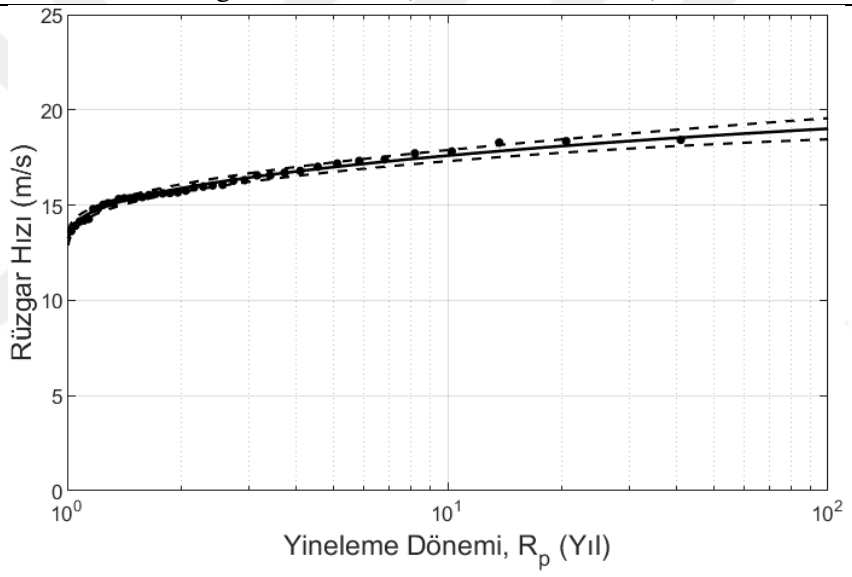
Ege Denizi 17 (39.00 N; 26.20 E)



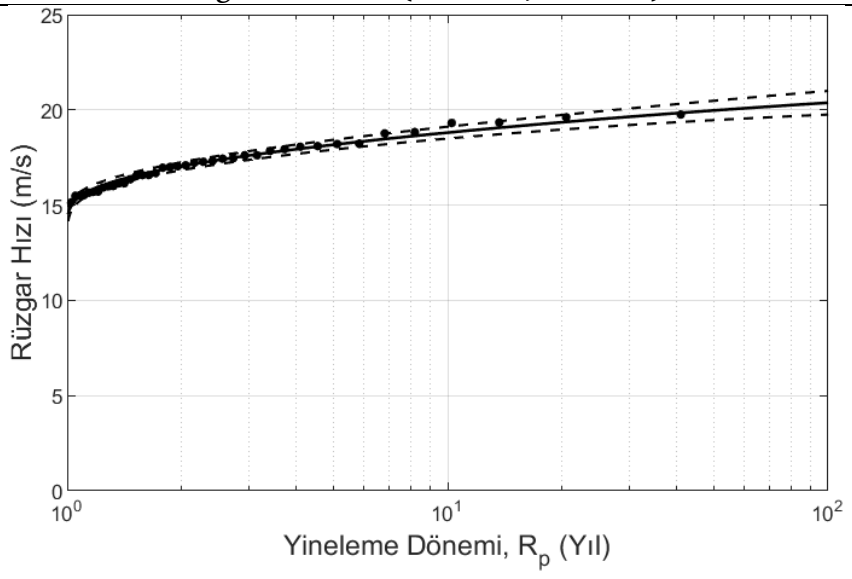
Ege Denizi 18 (39.00 N; 26.80 E)



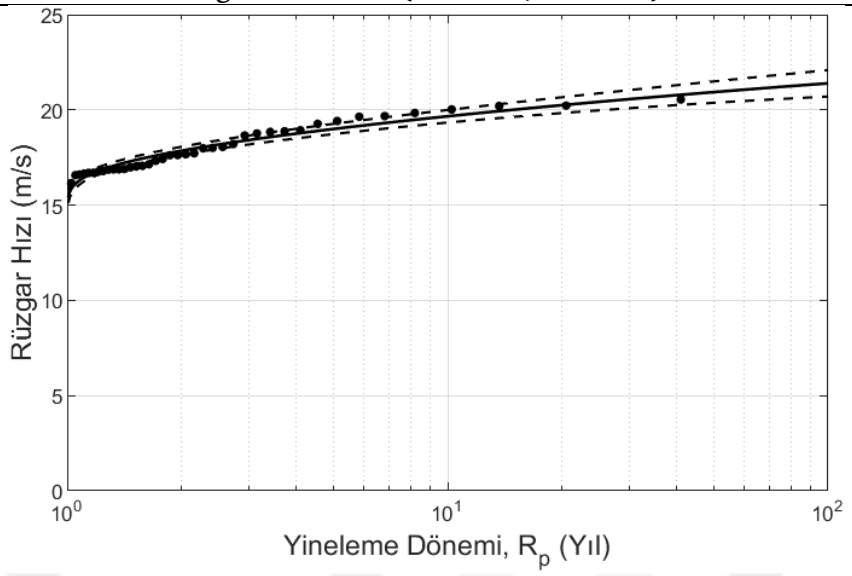
Ege Denizi 19 (38.75 N; 26.80 E)



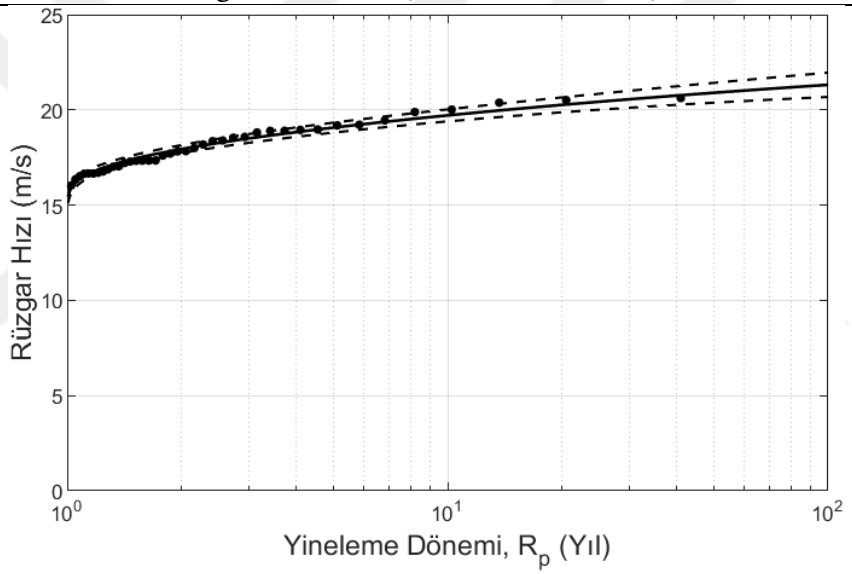
Ege Denizi 20 (38.75 N; 26.50 E)



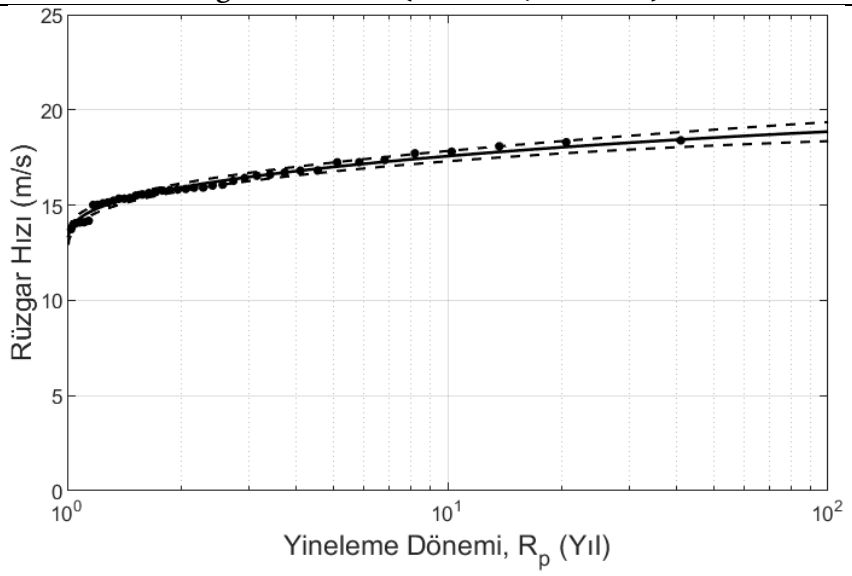
Ege Denizi 21 (38.75 N; 26.20 E)



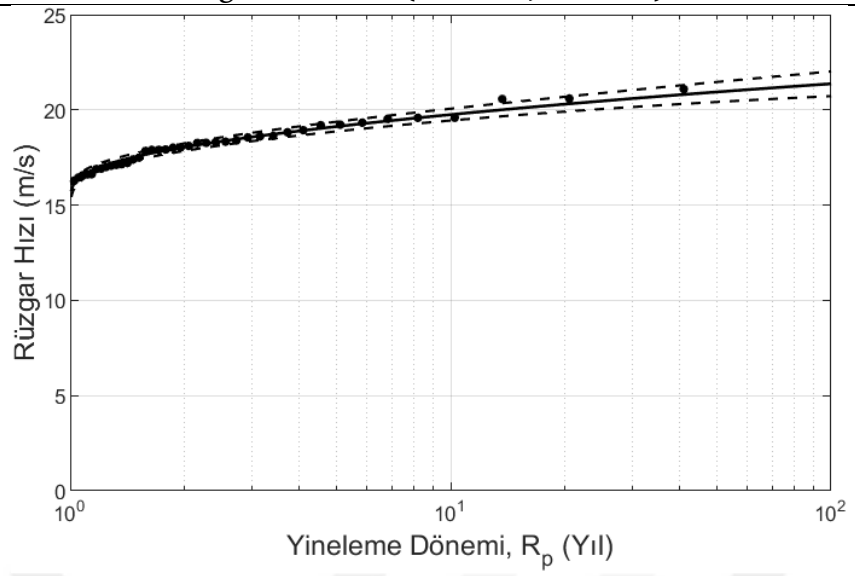
Ege Denizi 22 (38.50 N; 26.20 E)



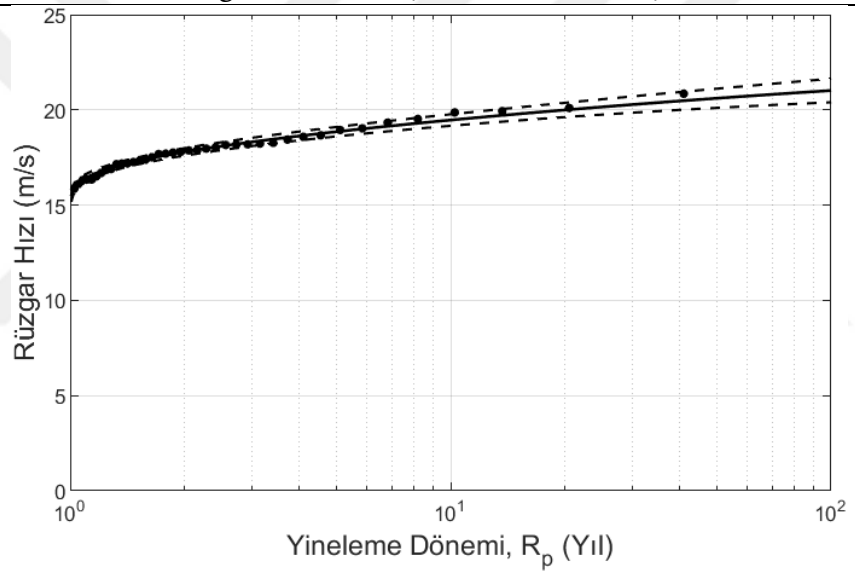
Ege Denizi 23 (38.50 N; 26.80 E)



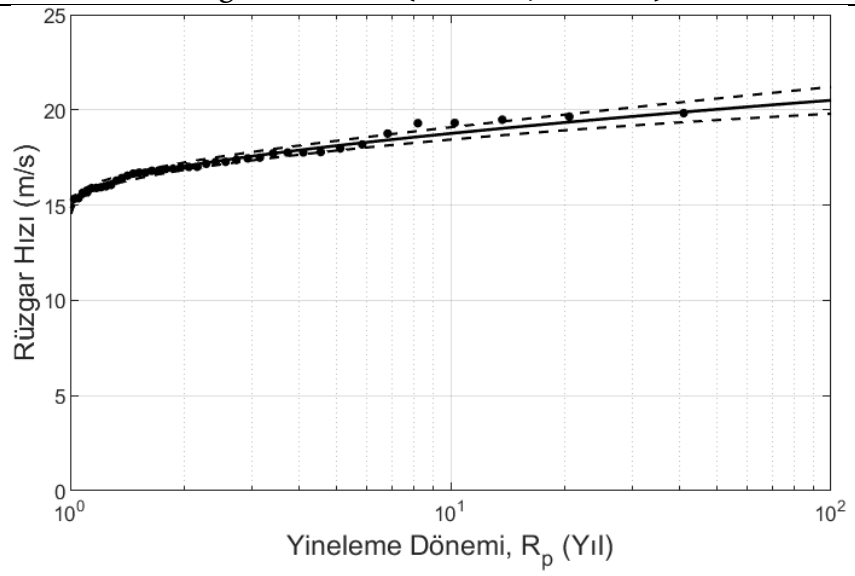
Ege Denizi 24 (38.25 N; 26.20 E)



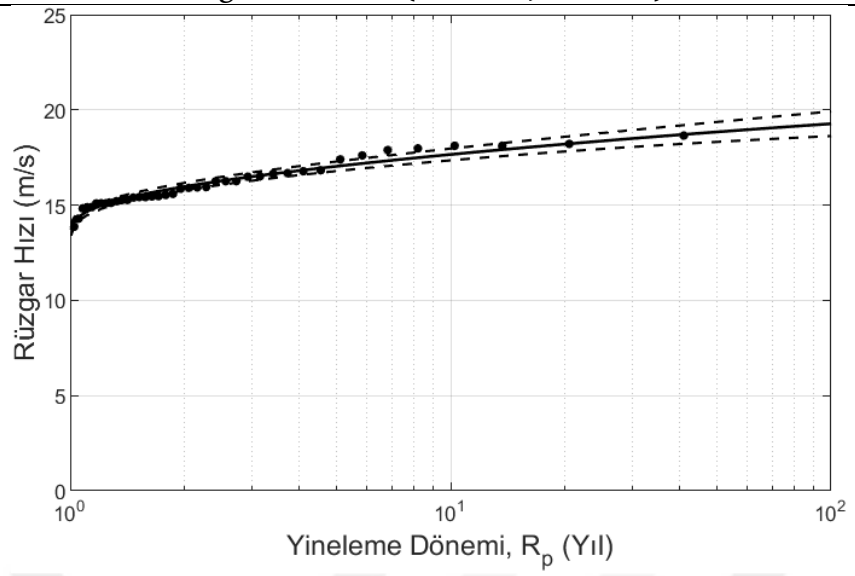
Ege Denizi 25 (38.00 N; 26.20 E)



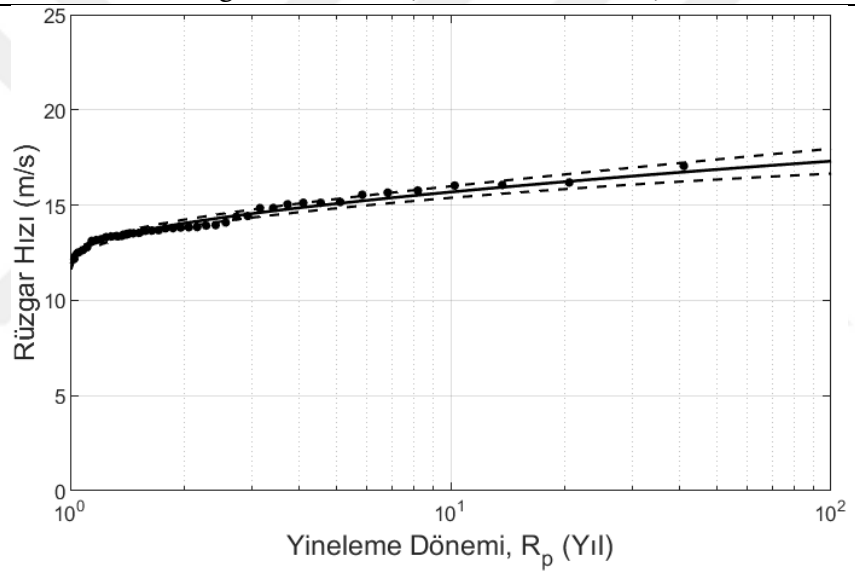
Ege Denizi 26 (38.00 N; 26.50 E)



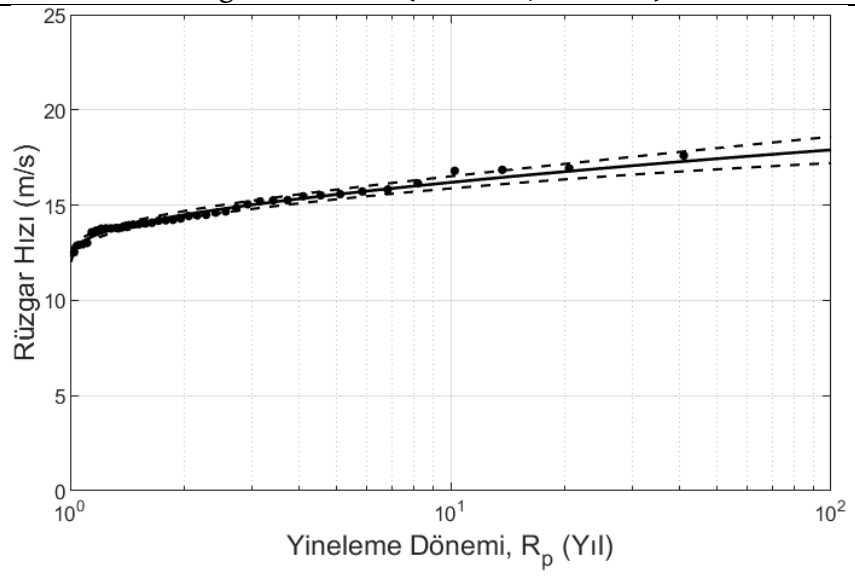
Ege Denizi 27 (38.00 N; 26.80 E)



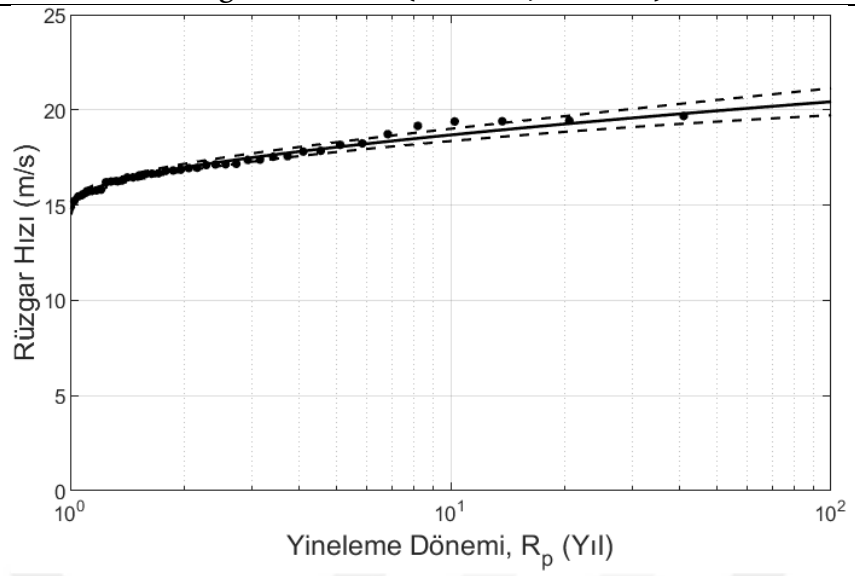
Ege Denizi 28 (38.00 N; 27.10 E)



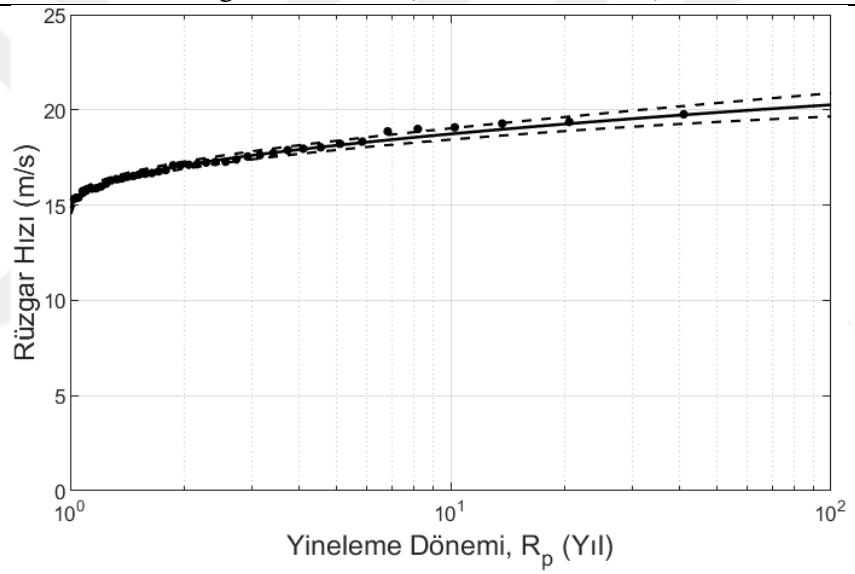
Ege Denizi 29 (37.75 N; 27.10 E)



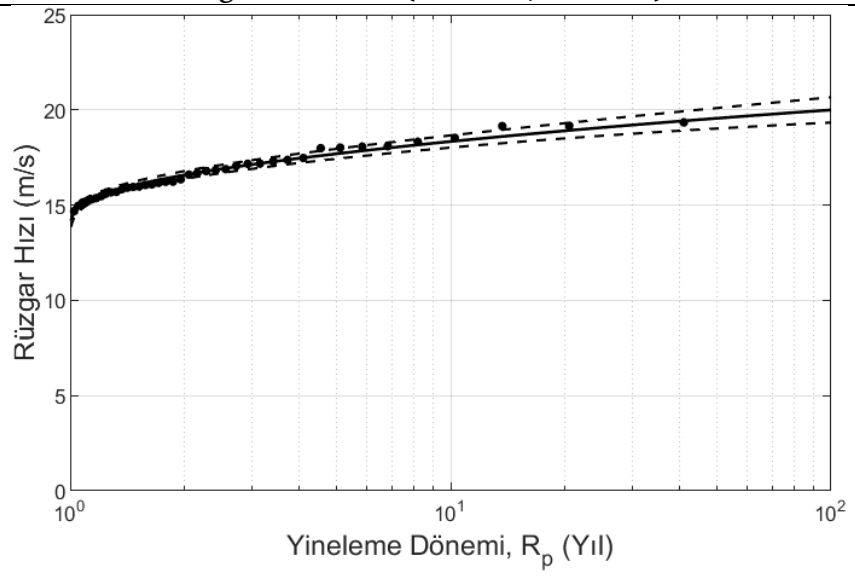
Ege Denizi 30 (37.75 N; 26.50 E)



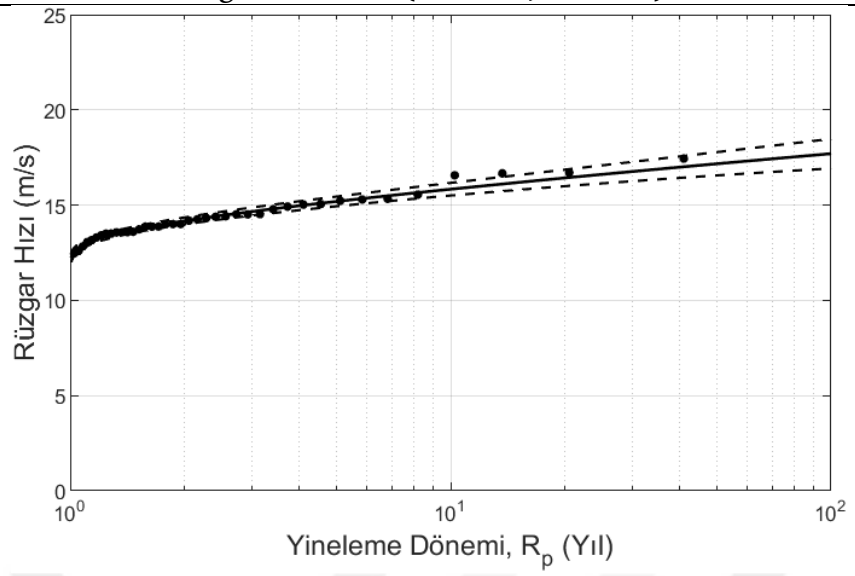
Ege Denizi 31 (37.50 N; 26.50 E)



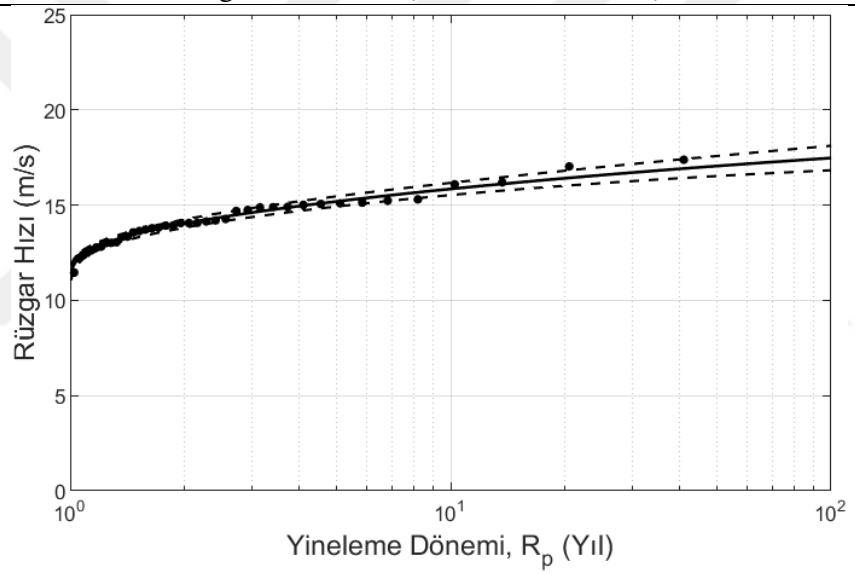
Ege Denizi 32 (37.50 N; 26.80 E)



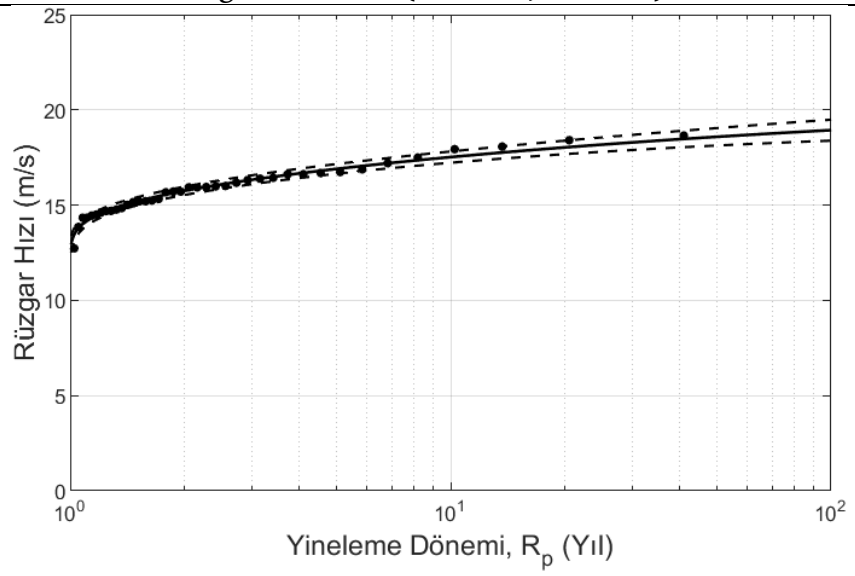
Ege Denizi 33 (37.50 N; 27.10 E)



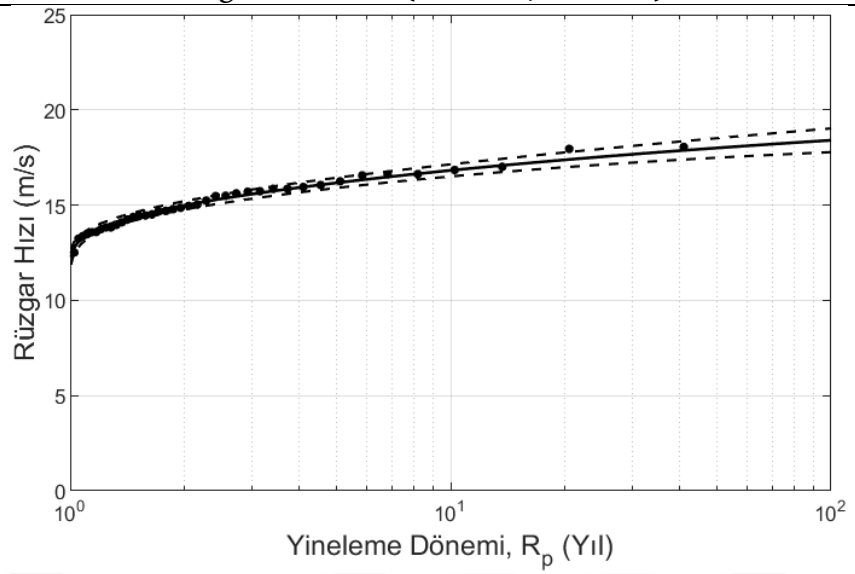
Ege Denizi 34 (37.25 N; 27.40 E)



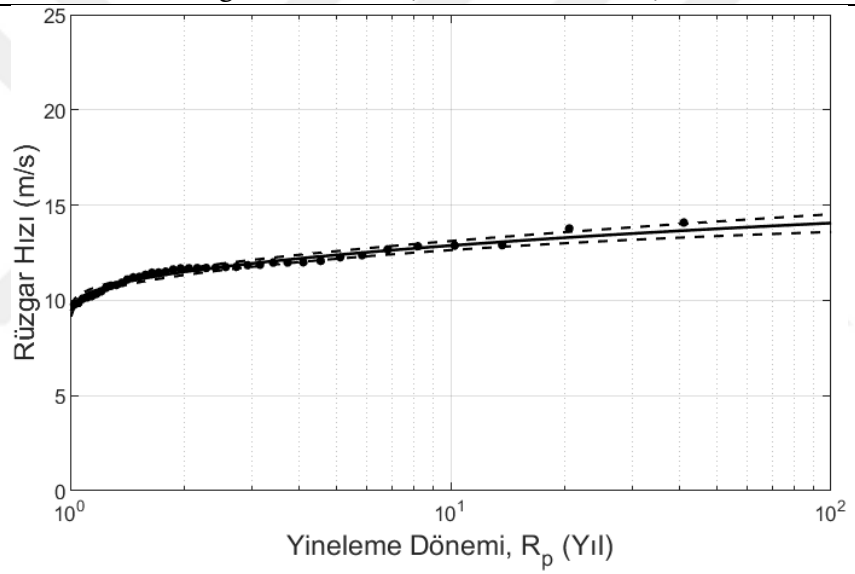
Ege Denizi 35 (37.25 N; 27.10 E)



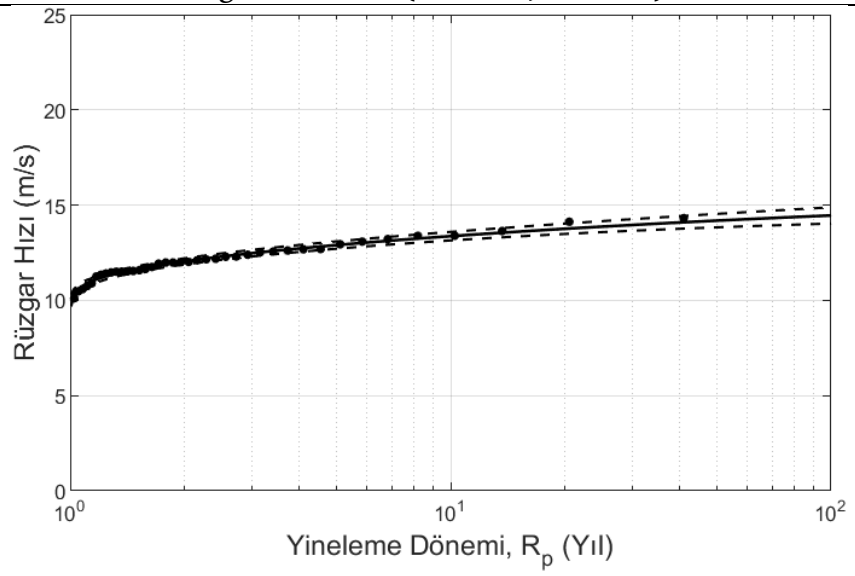
Ege Denizi 36 (37.00 N; 27.40 E)



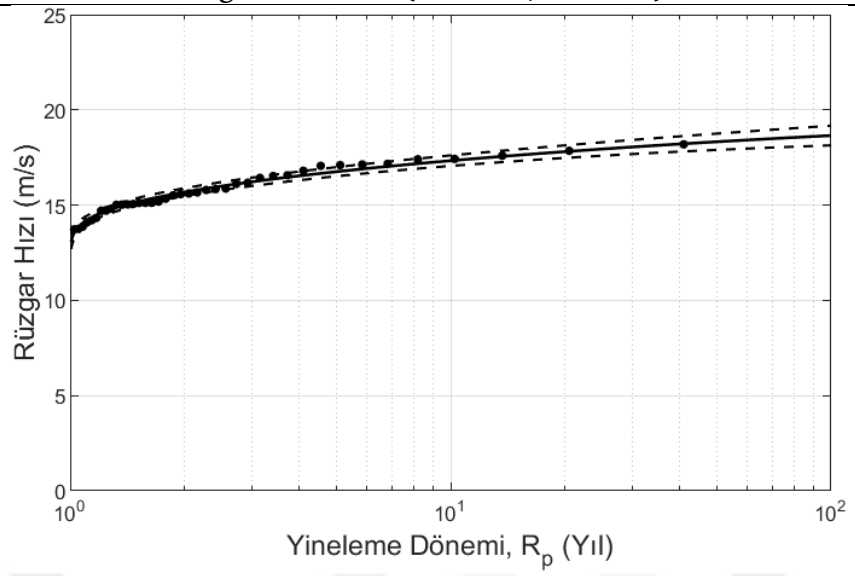
Ege Denizi 37 (37.00 N; 28.00 E)



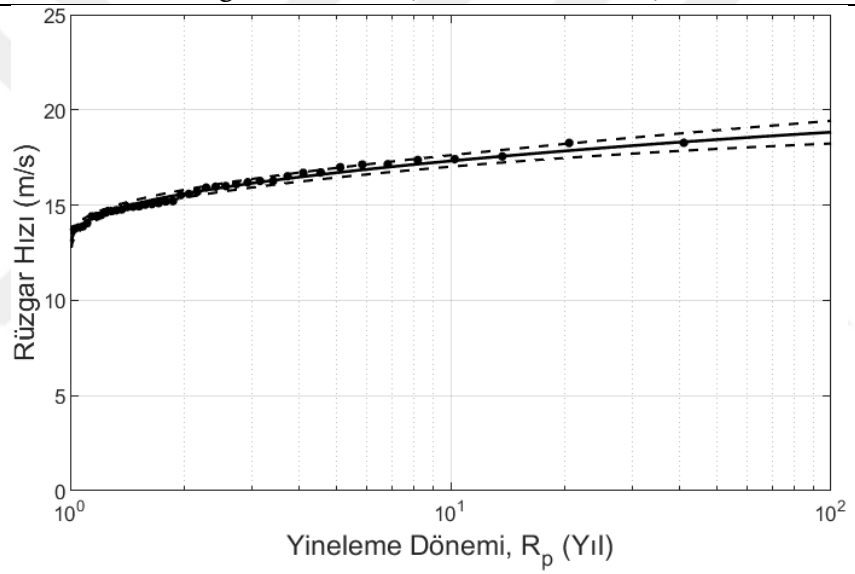
Ege Denizi 38 (36.75 N; 28.00 E)



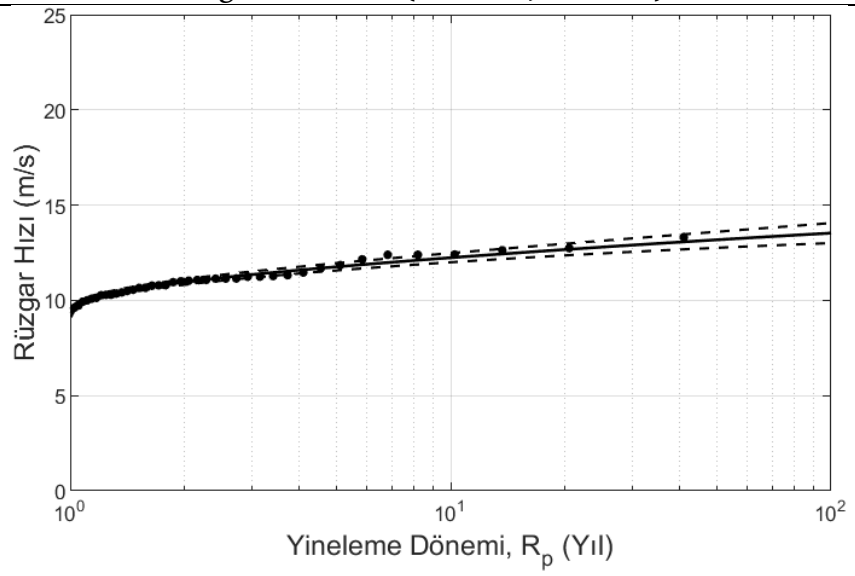
Ege Denizi 39 (36.60 N; 27.60 E)



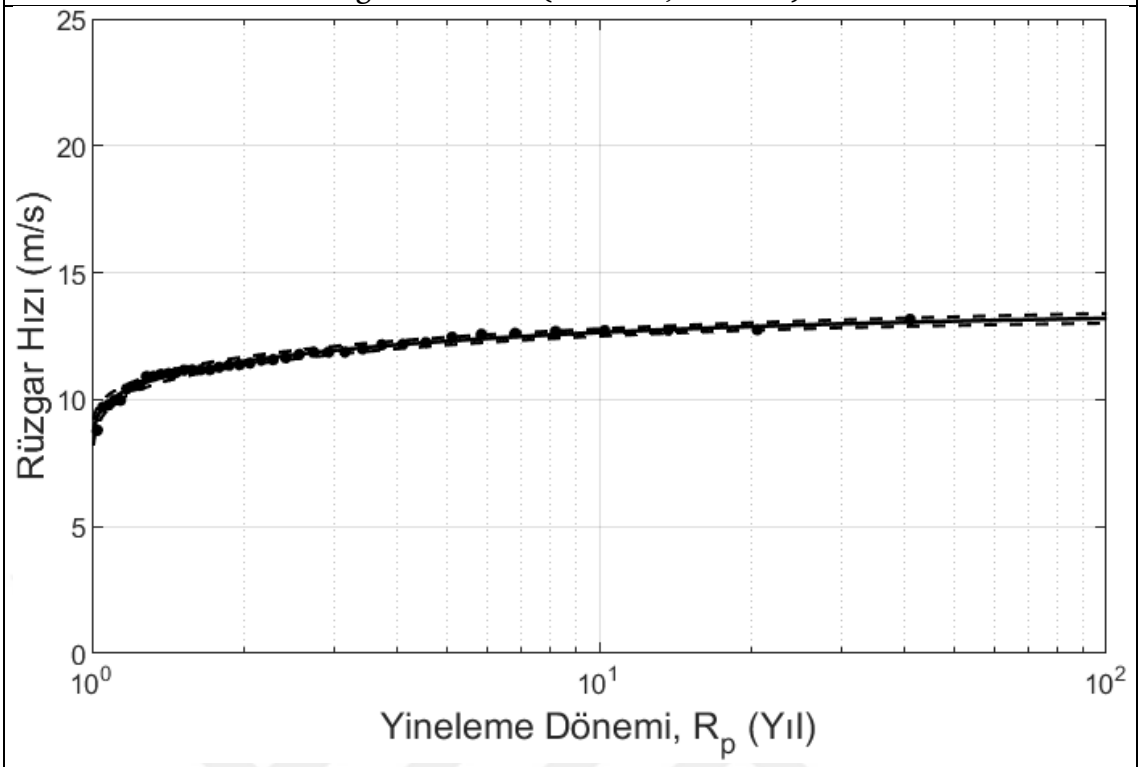
Ege Denizi 40 (36.75 N; 27.40 E)



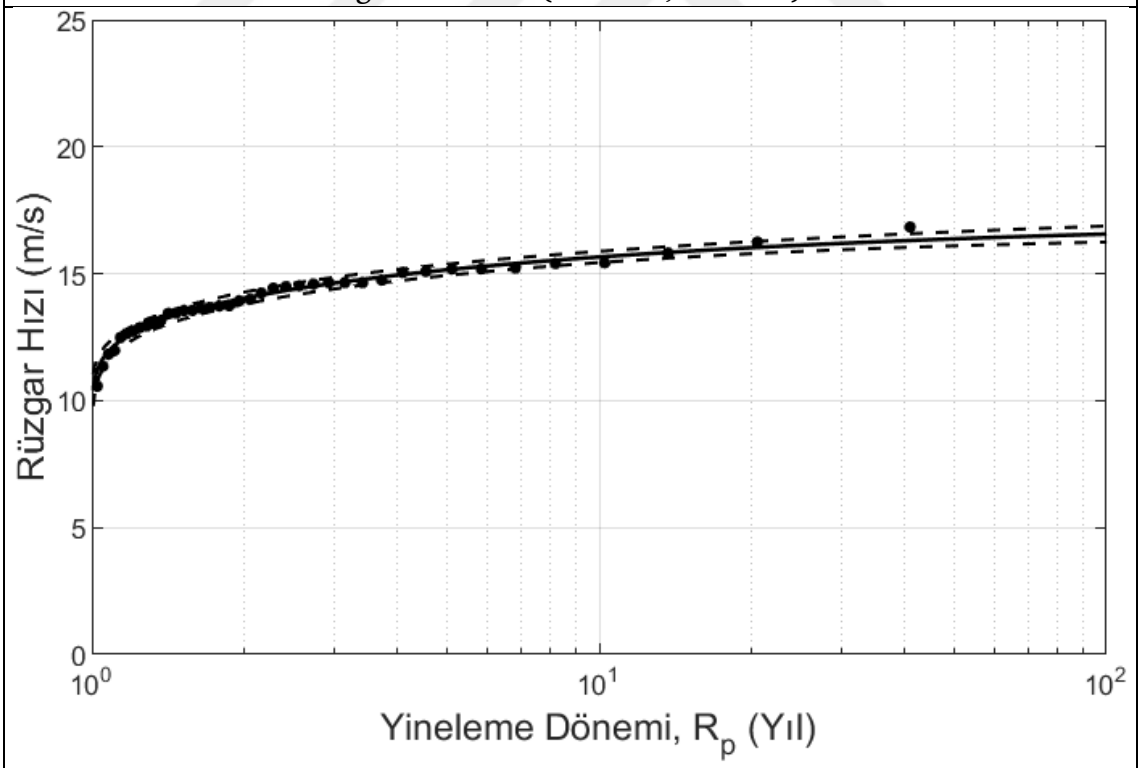
Ege Denizi 41 (36.75 N; 28.30 E)



Ege Denizi 42 (36.75 N; 28.60 E)

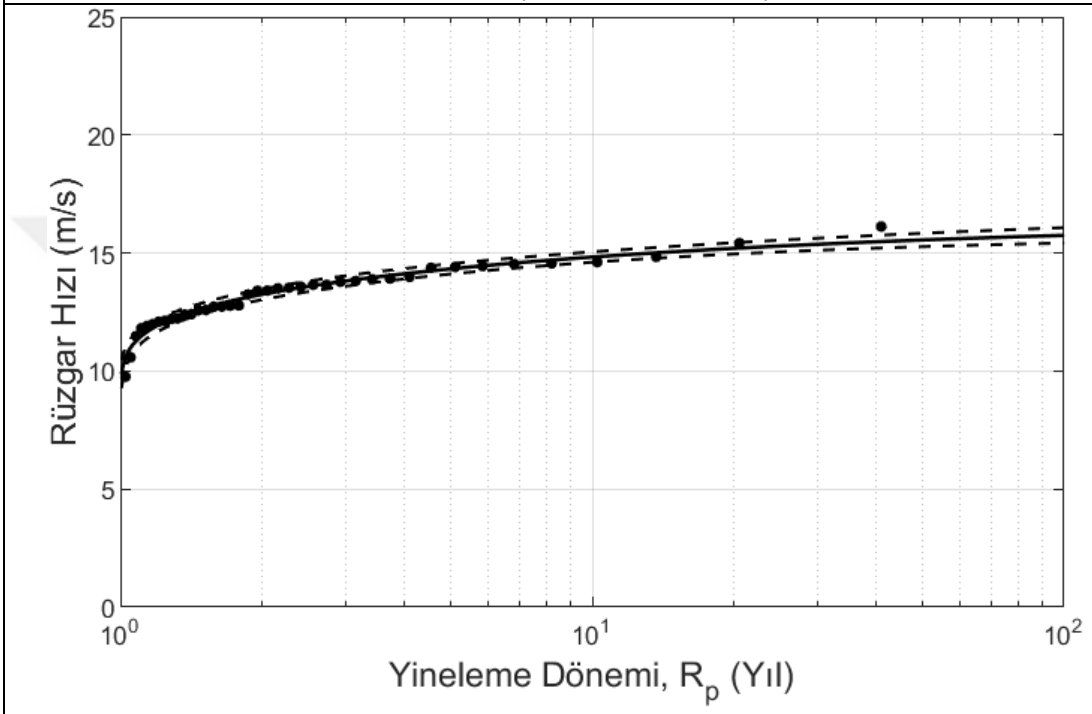


Ege Denizi 43 (36.50 N; 28.60 E)

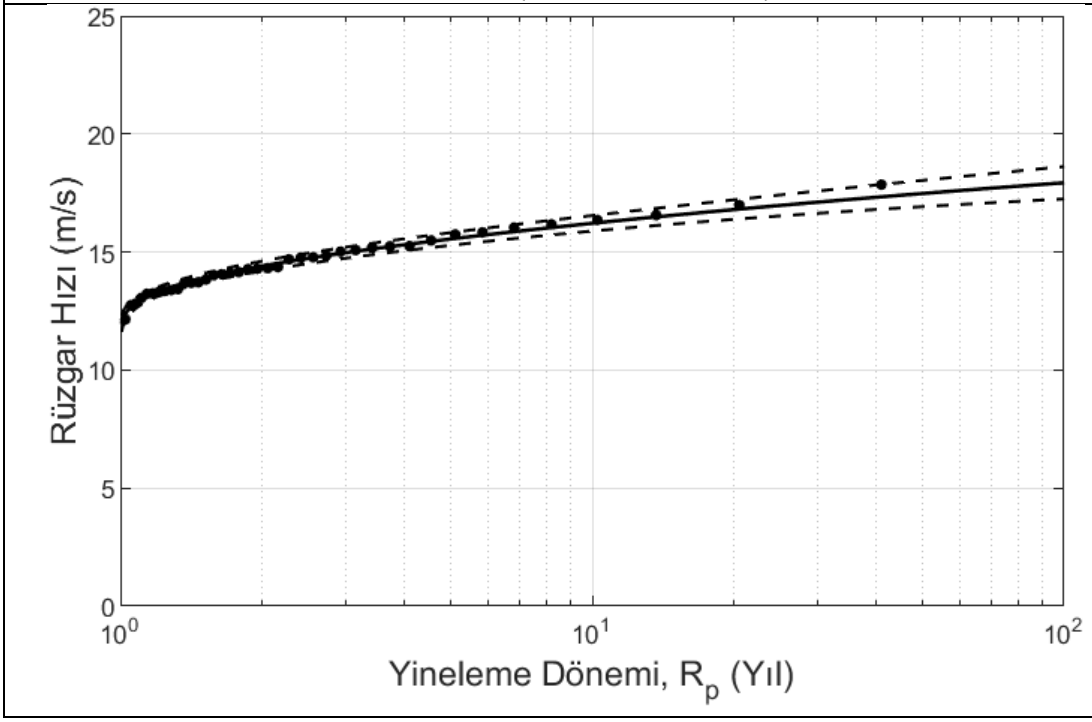


H
AKDENİZ EN BÜYÜK DEĞER RÜZGAR HIZI İSTATİSTİĞİ (GEV)

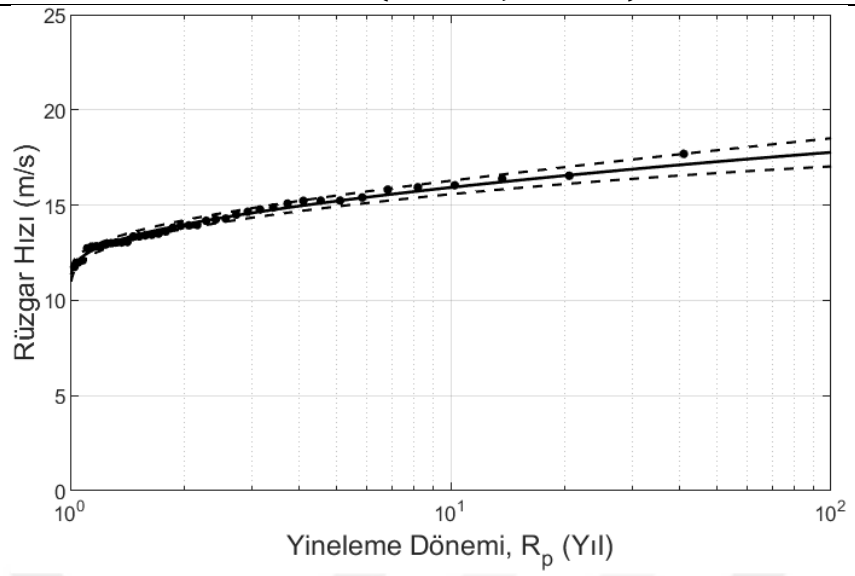
Akdeniz 1 (36.50 N; 28.90 E)



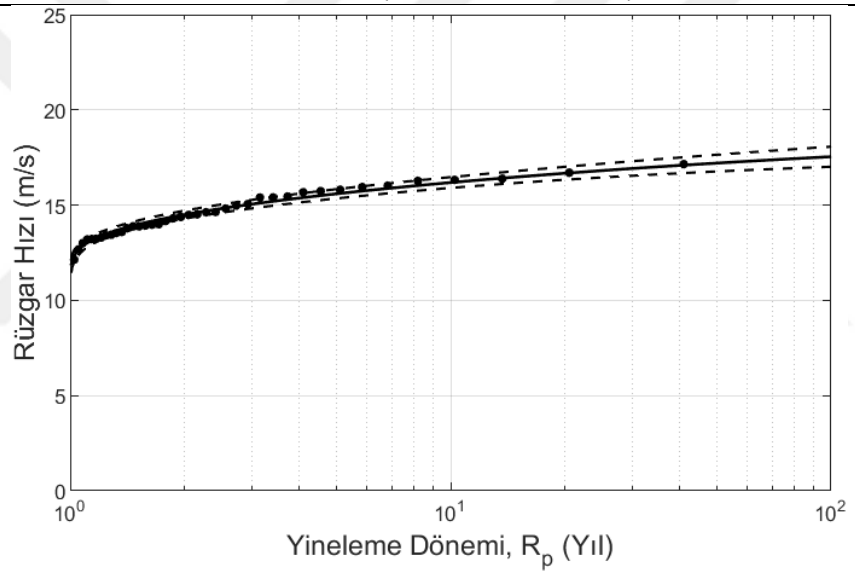
Akdeniz 2 (36.25 N; 28.90 E)



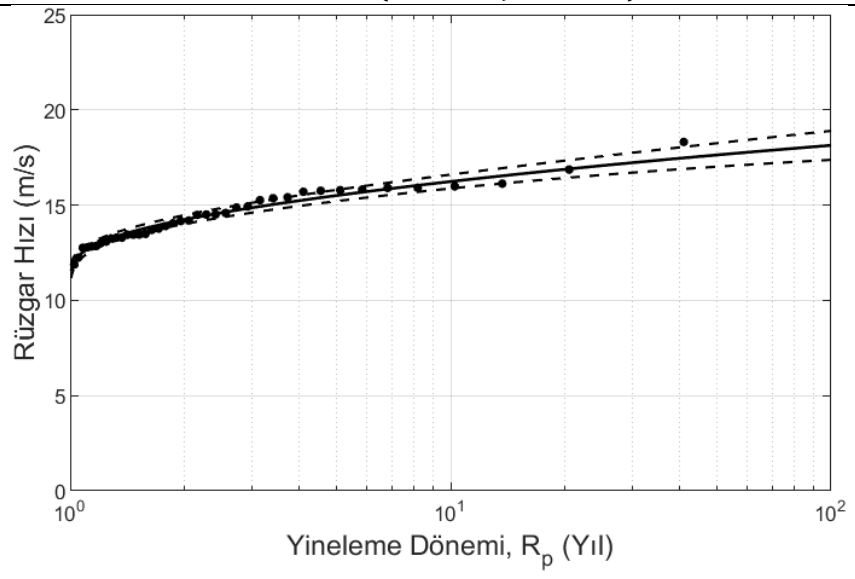
Akdeniz 3 (36.25 N; 29.20 E)



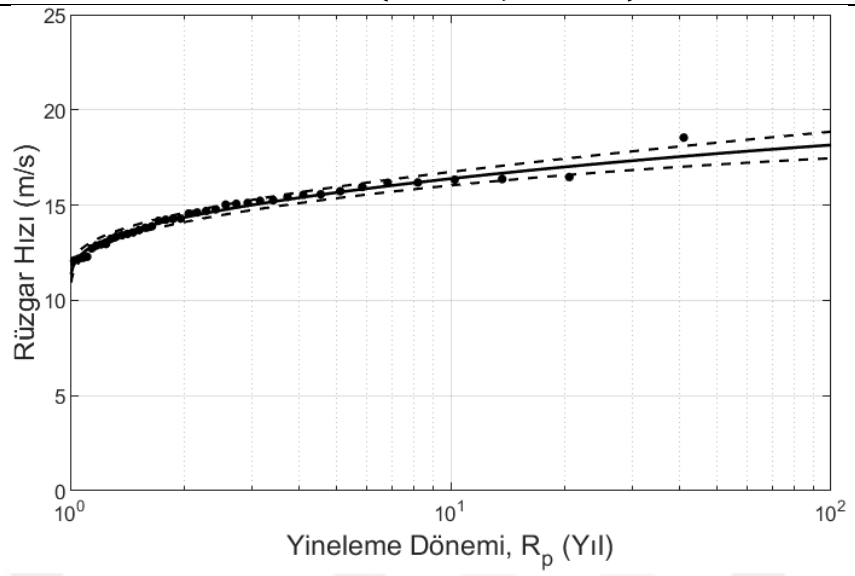
Akdeniz 4 (36.00 N; 29.20 E)



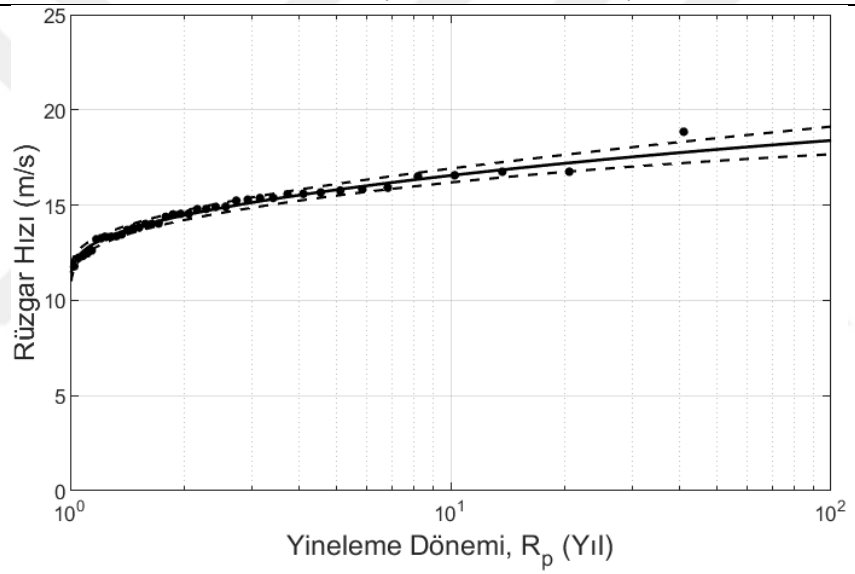
Akdeniz 5 (36.00 N; 29.50 E)



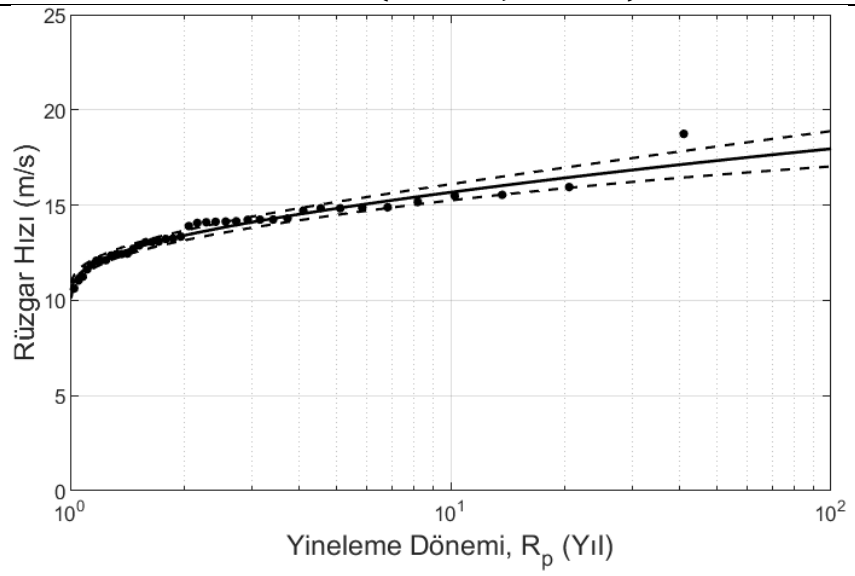
Akdeniz 6 (36.00 N; 29.80 E)

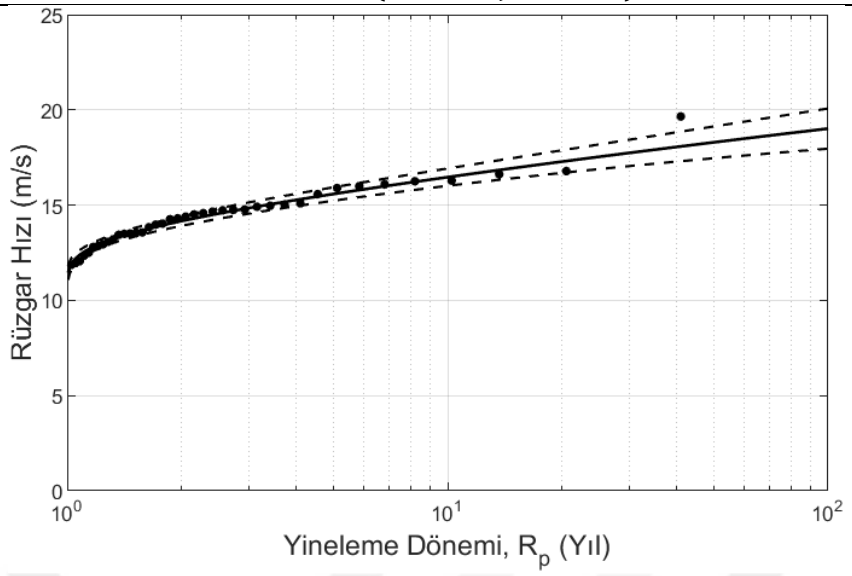
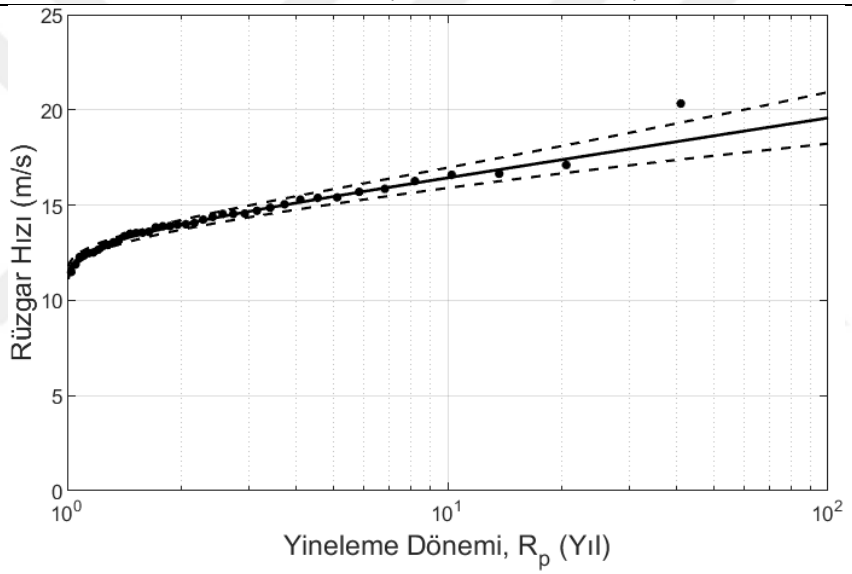
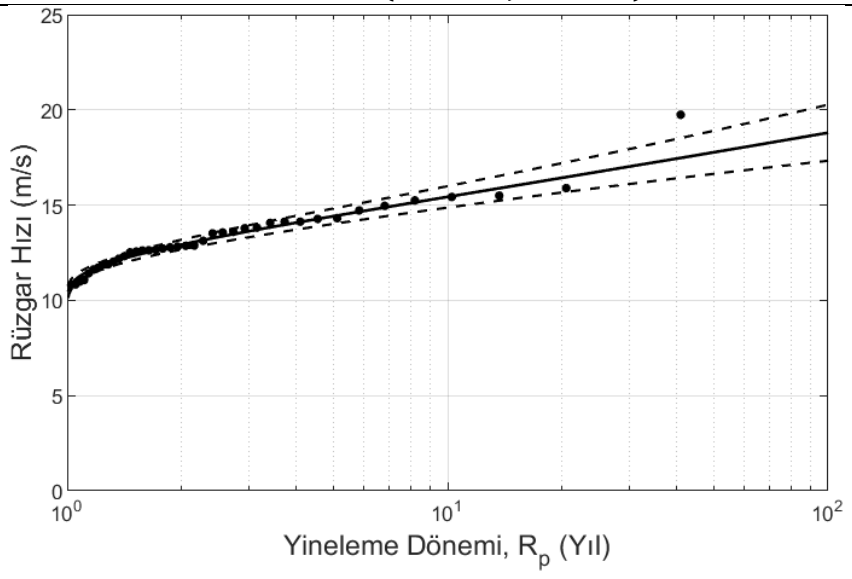


Akdeniz 7 (36.00 N; 30.10 E)

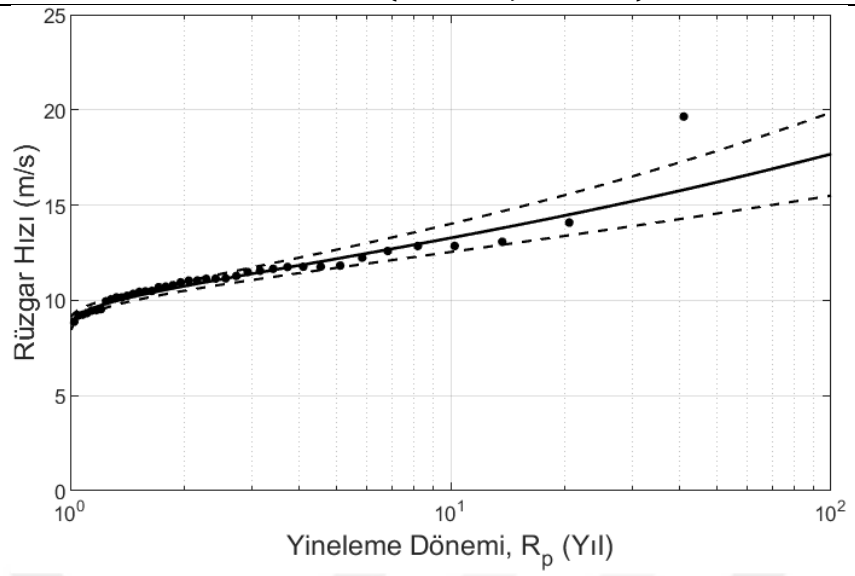


Akdeniz 8 (36.15 N; 30.10 E)

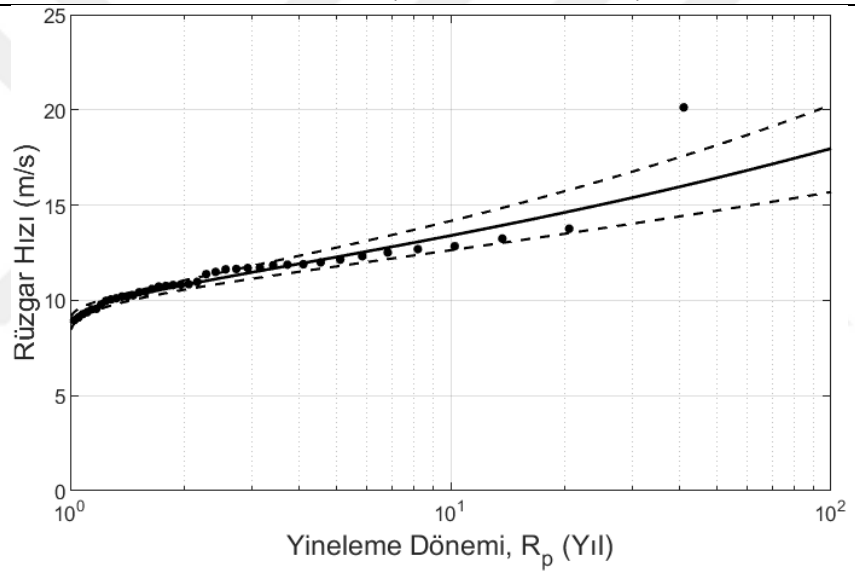


Akdeniz 9 (36.15 N; 30.40 E)

Akdeniz 10 (36.25 N; 30.70 E)

Akdeniz 11 (36.50 N; 30.70 E)


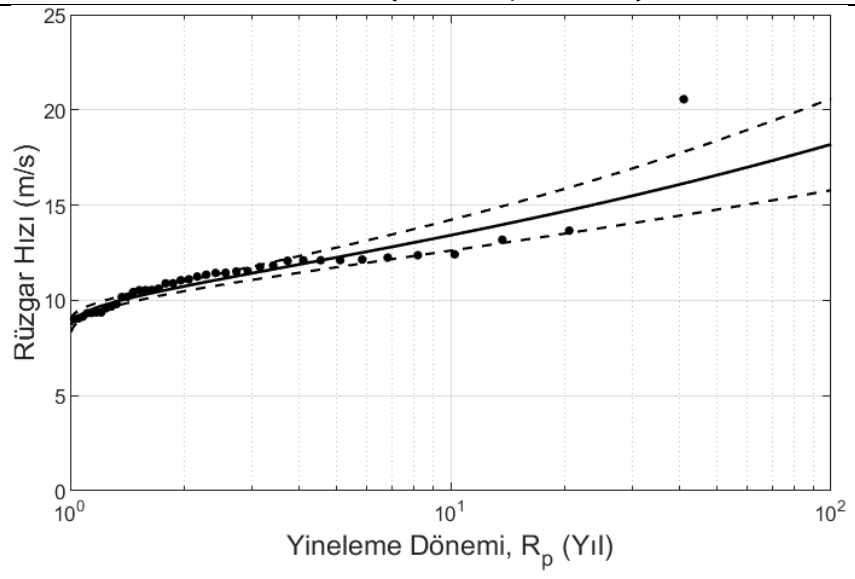
Akdeniz 12 (36.75 N; 30.70 E)



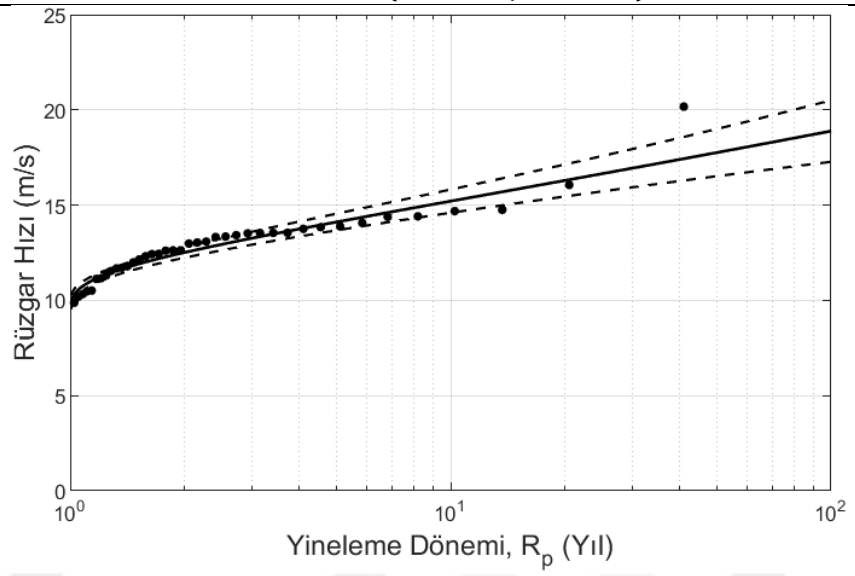
Akdeniz 13 (36.75 N; 31.00 E)



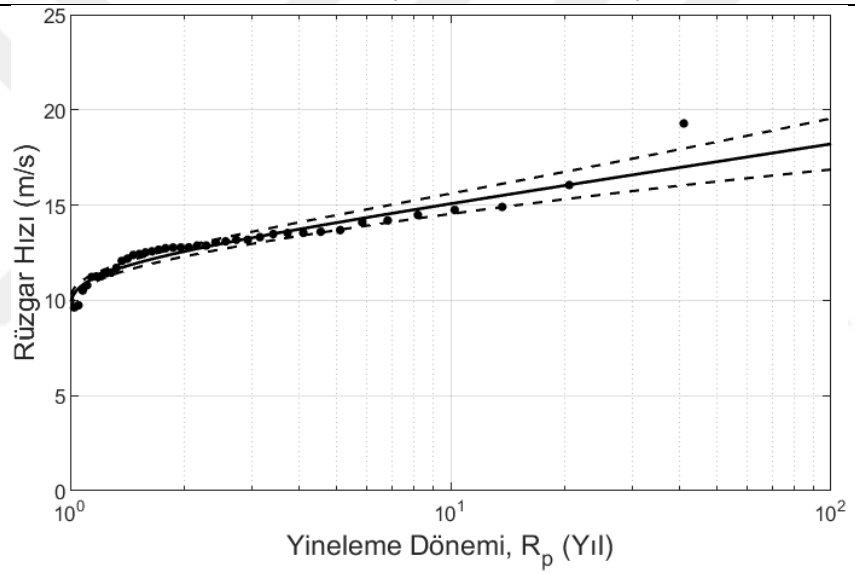
Akdeniz 14 (36.75 N; 31.30 E)



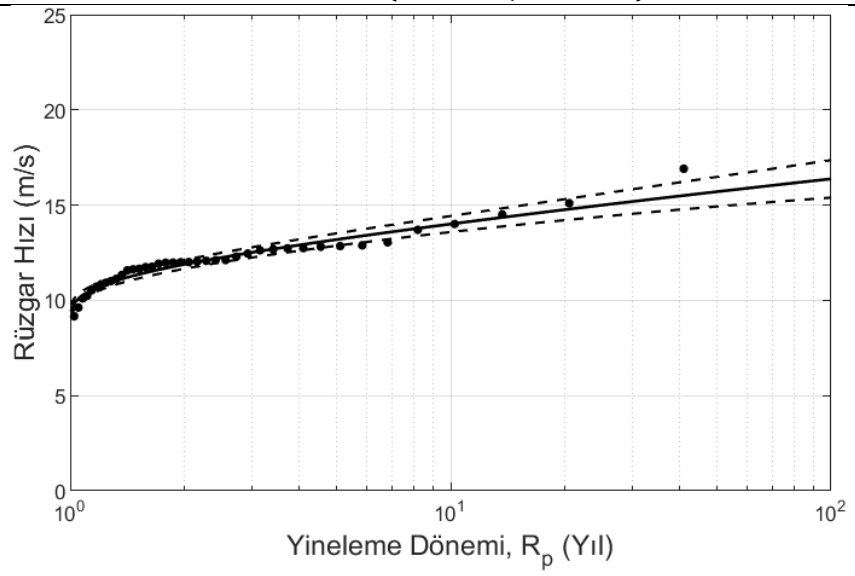
Akdeniz 15 (36.50 N; 31.30 E)



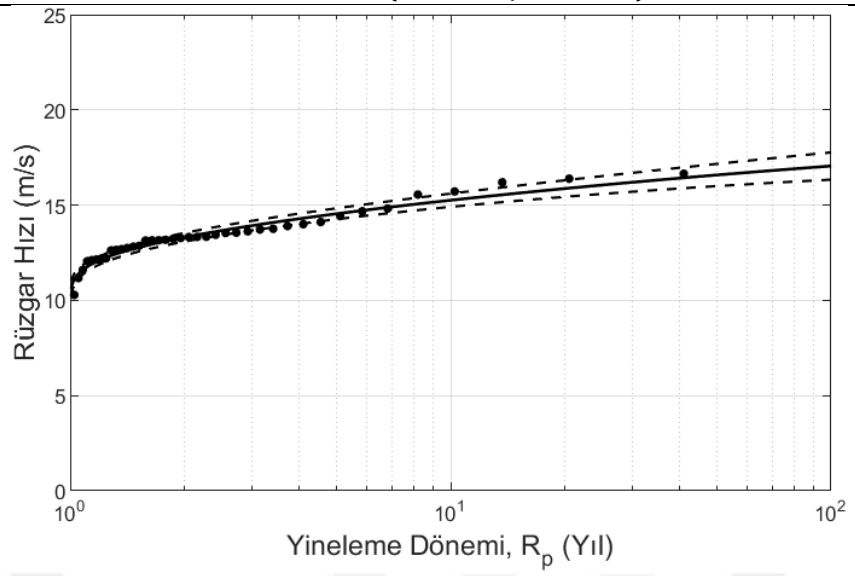
Akdeniz 16 (36.50 N; 31.60 E)



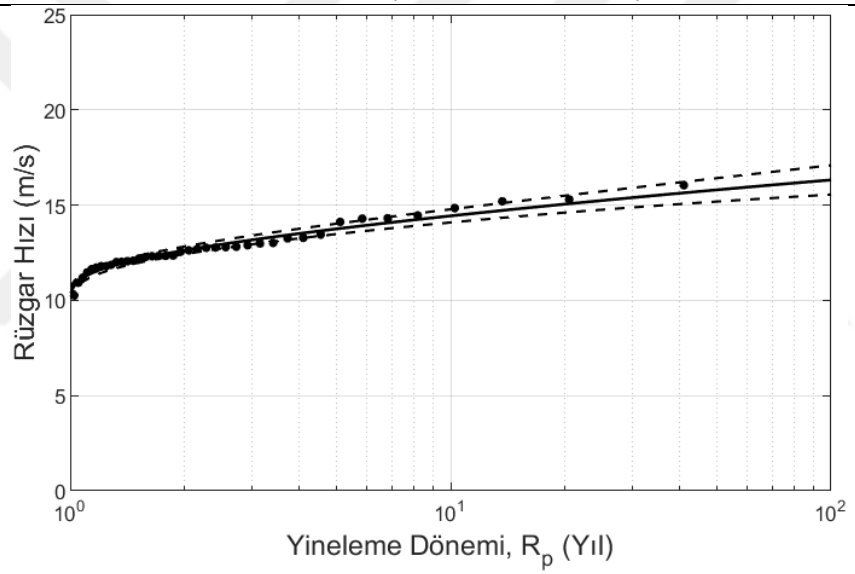
Akdeniz 17 (36.50 N; 31.90 E)



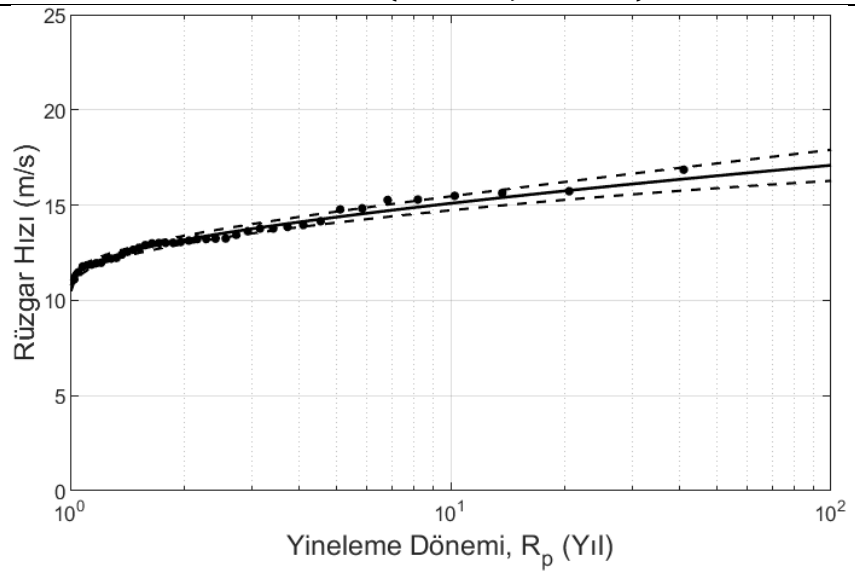
Akdeniz 18 (36.25 N; 31.90 E)



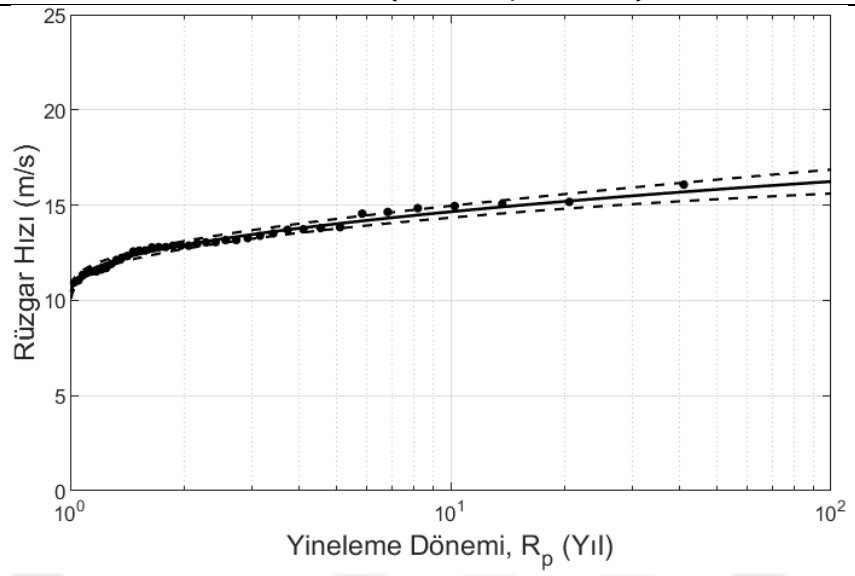
Akdeniz 19 (36.25 N; 32.20 E)



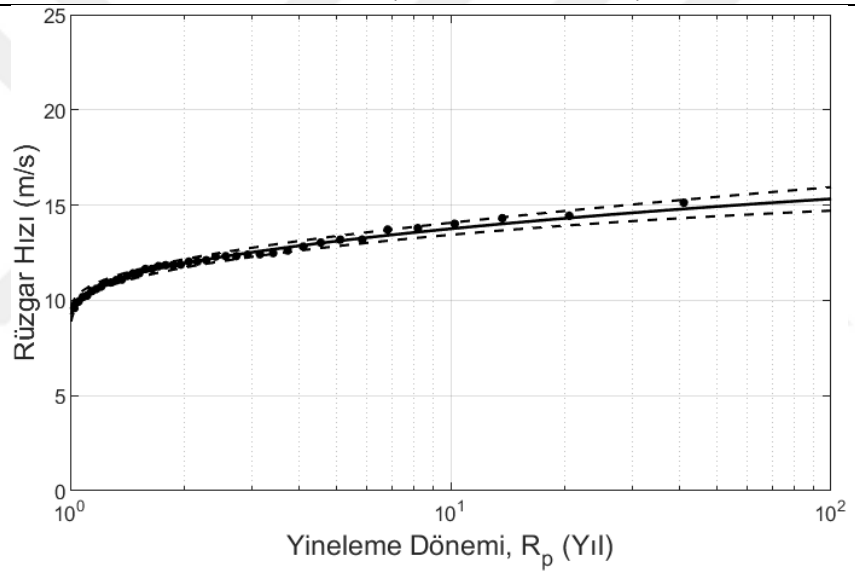
Akdeniz 20 (36.00 N; 32.20 E)



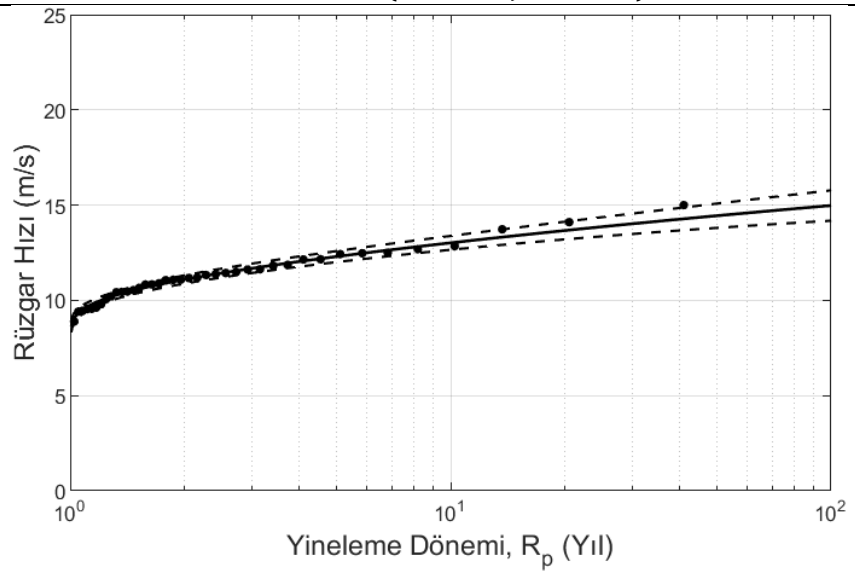
Akdeniz 21 (36.00 N; 32.50 E)



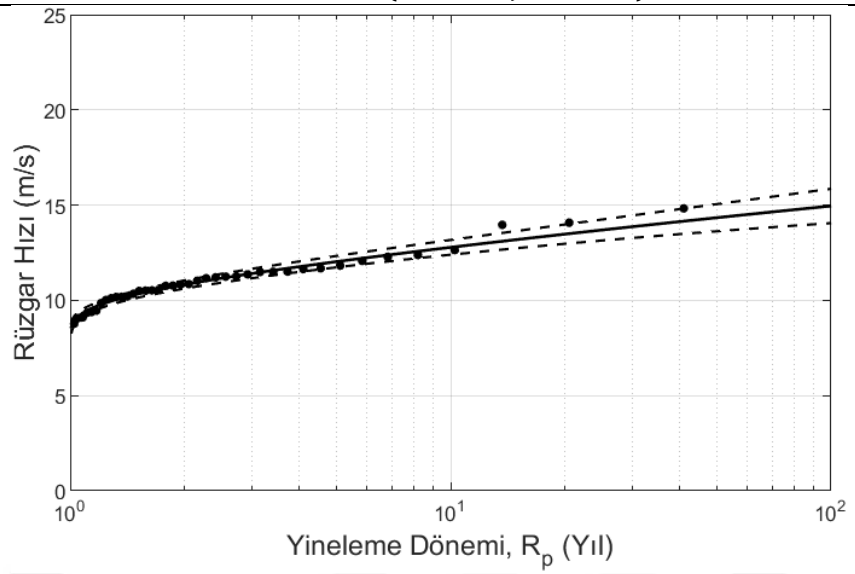
Akdeniz 22 (36.00 N; 32.80 E)



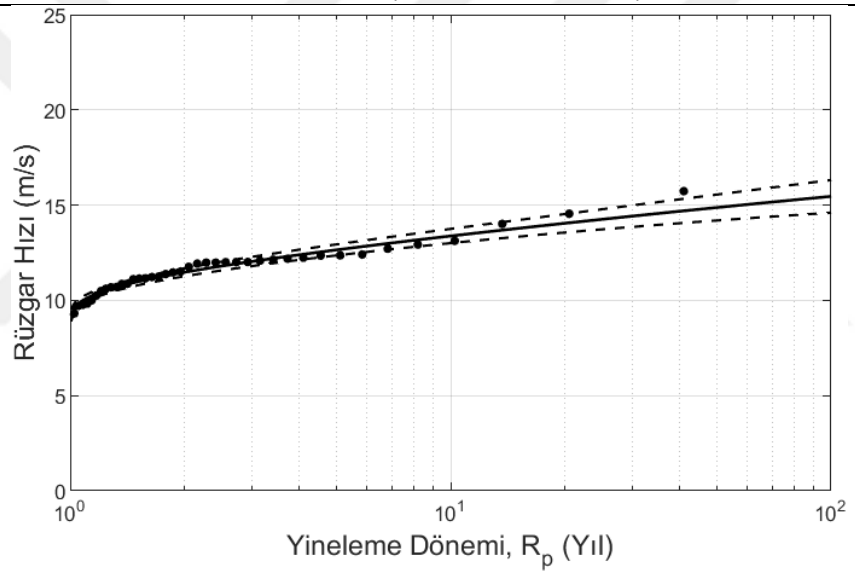
Akdeniz 23 (36.00 N; 33.10 E)



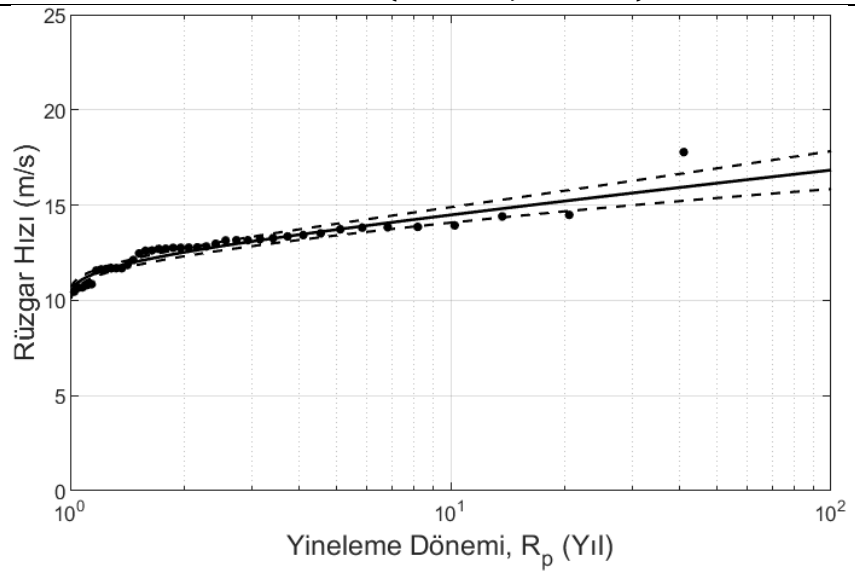
Akdeniz 24 (36.00 N; 33.40 E)



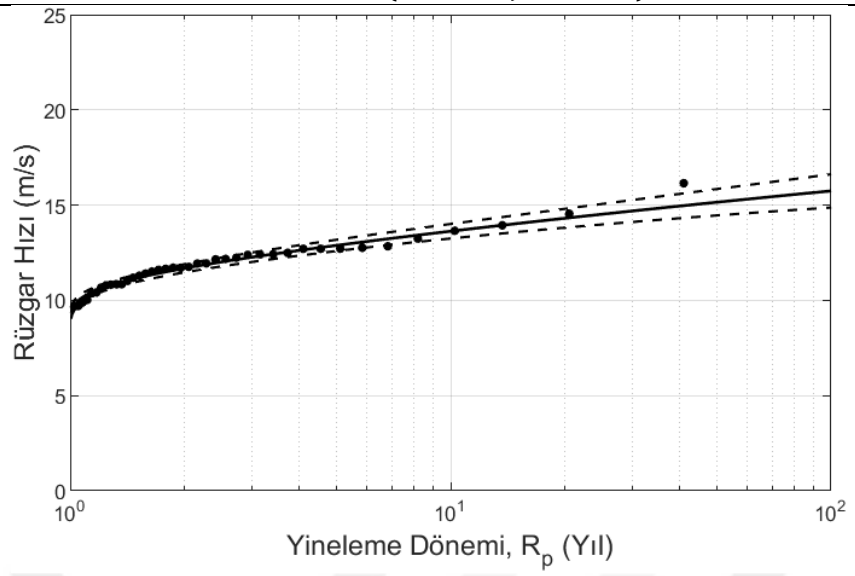
Akdeniz 25 (36.00 N; 33.70 E)



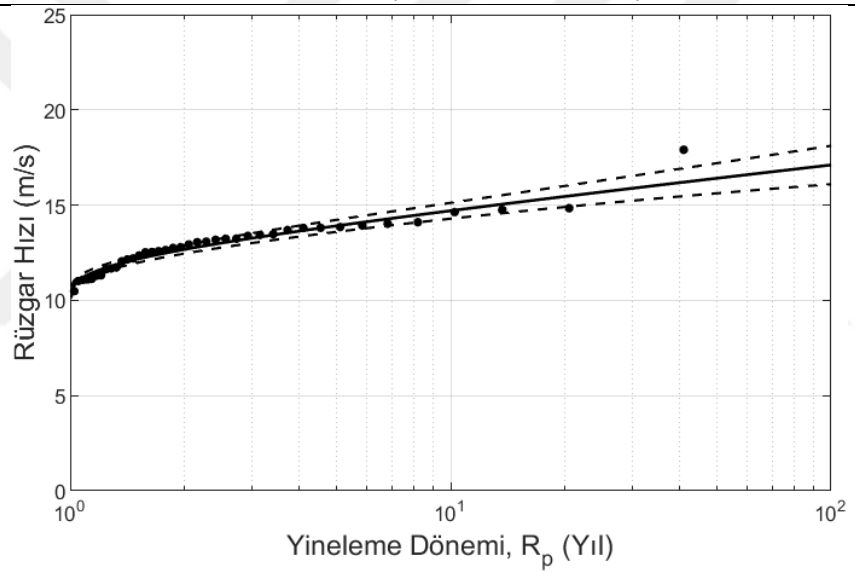
Akdeniz 26 (36.00 N; 34.00 E)



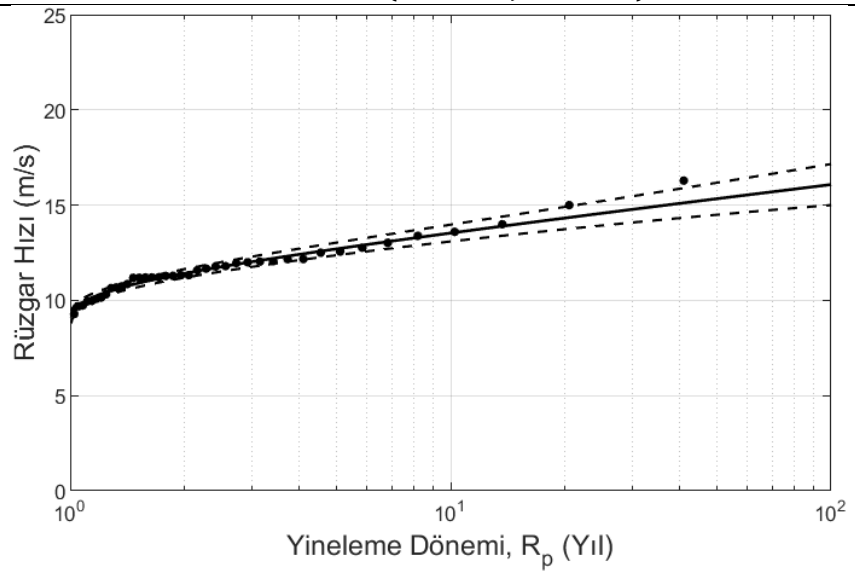
Akdeniz 27 (36.25 N; 34.00 E)



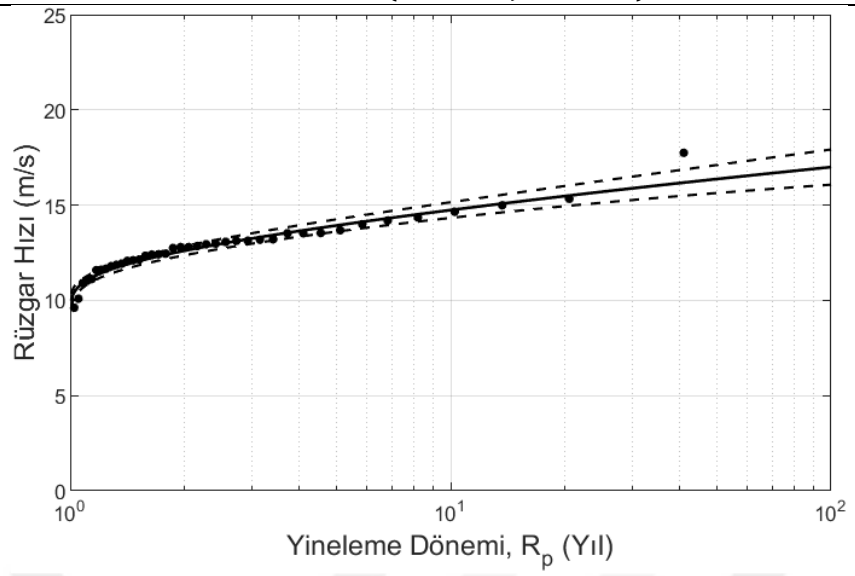
Akdeniz 28 (36.25 N; 34.30 E)



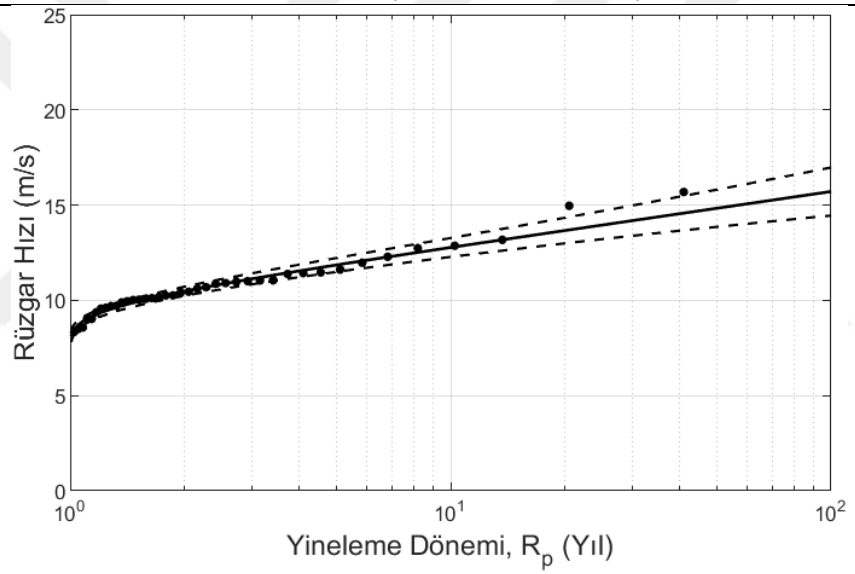
Akdeniz 29 (36.50 N; 34.30 E)



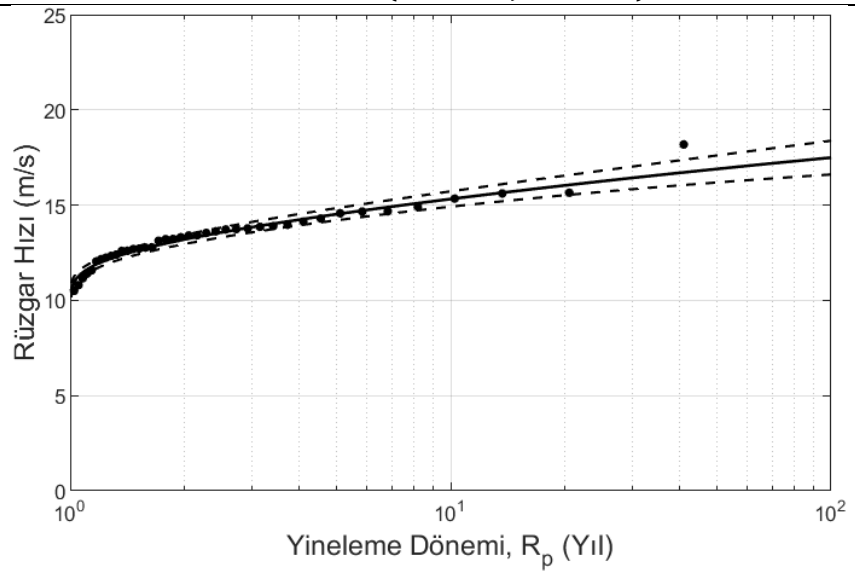
Akdeniz 30 (36.50 N; 34.60 E)



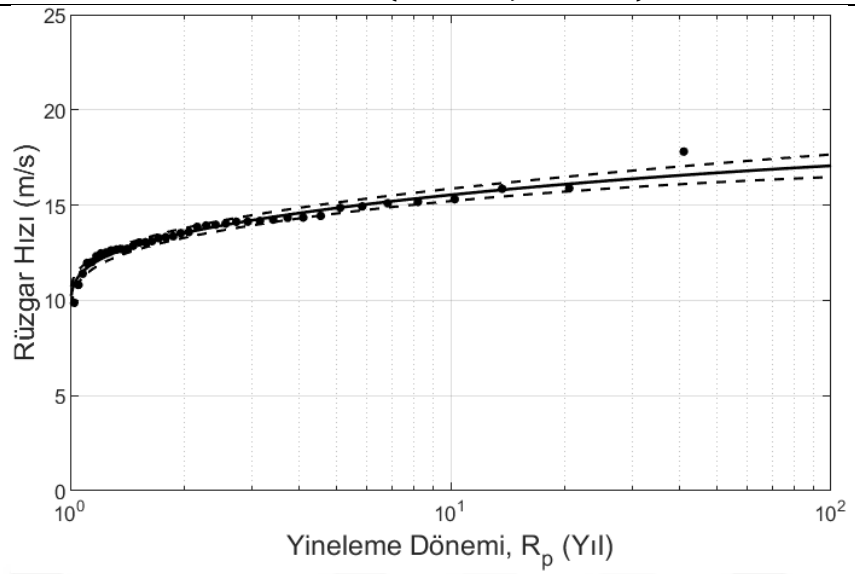
Akdeniz 31 (36.75 N; 34.60 E)



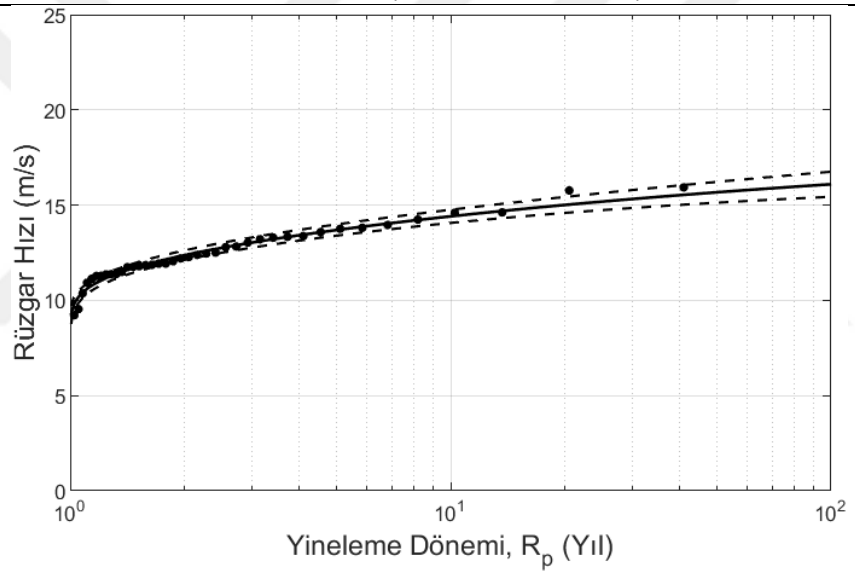
Akdeniz 32 (36.50 N; 34.90 E)



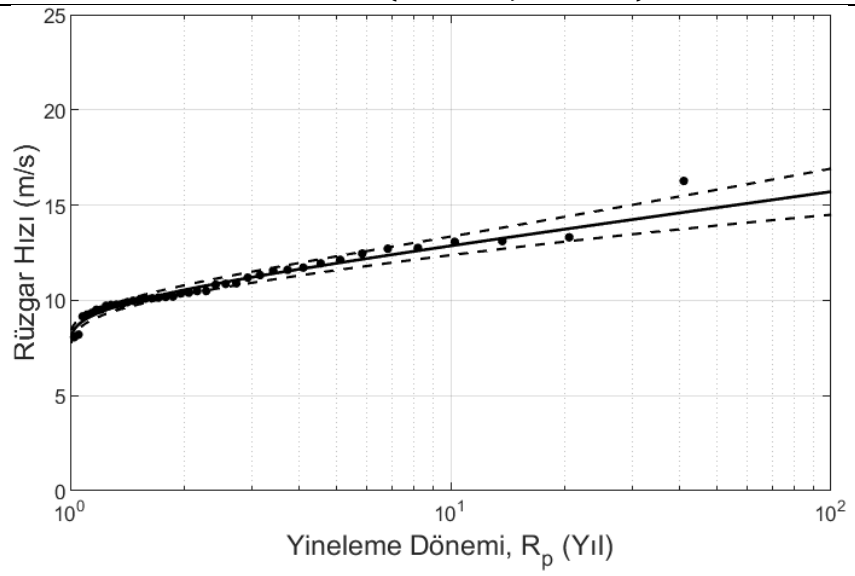
Akdeniz 33 (36.50 N; 35.20 E)



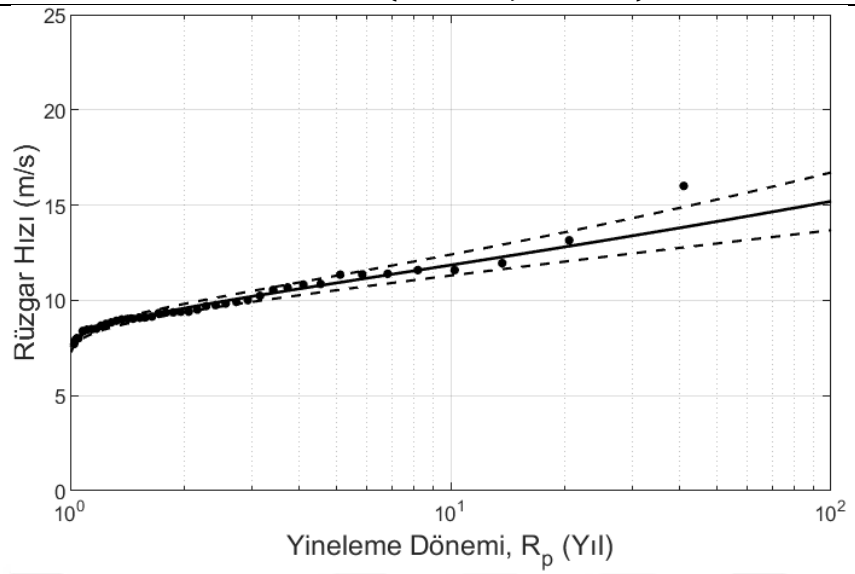
Akdeniz 34 (36.50 N; 35.50 E)



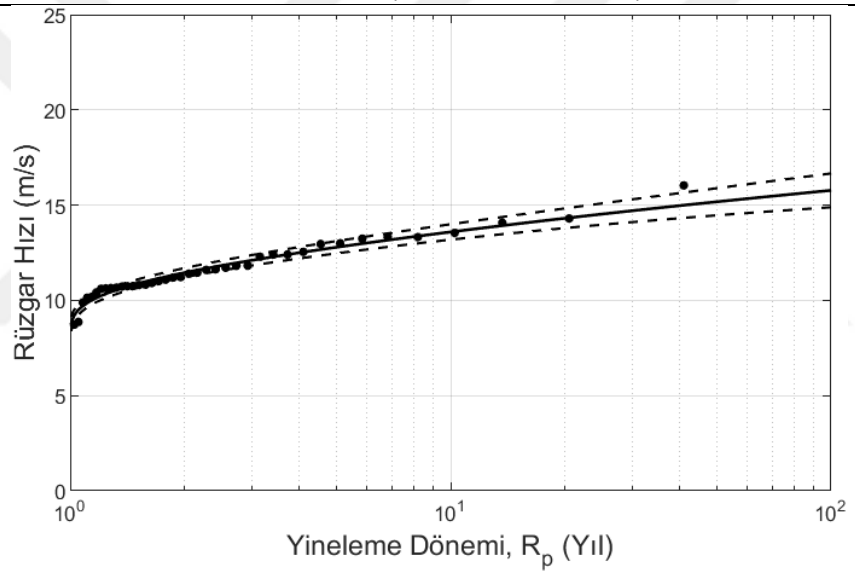
Akdeniz 35 (36.75 N; 35.80 E)



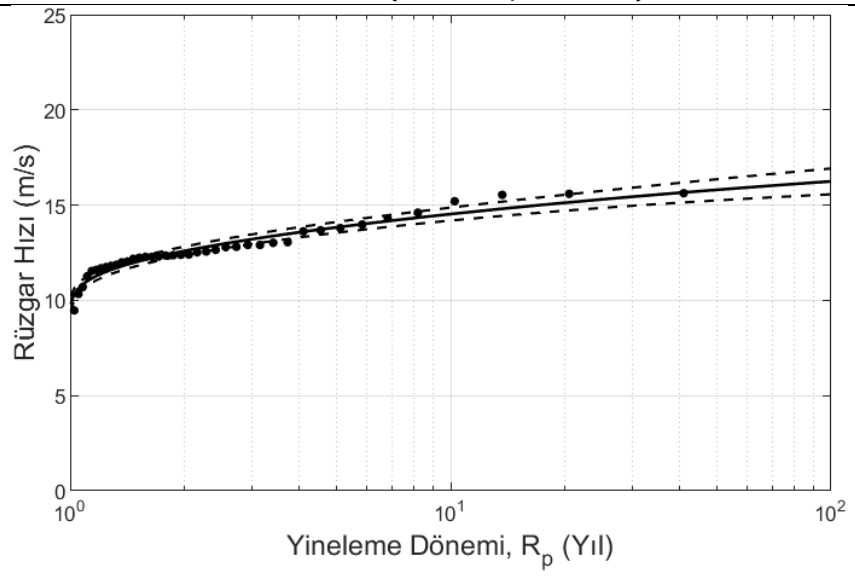
Akdeniz 36 (36.75 N; 36.10 E)

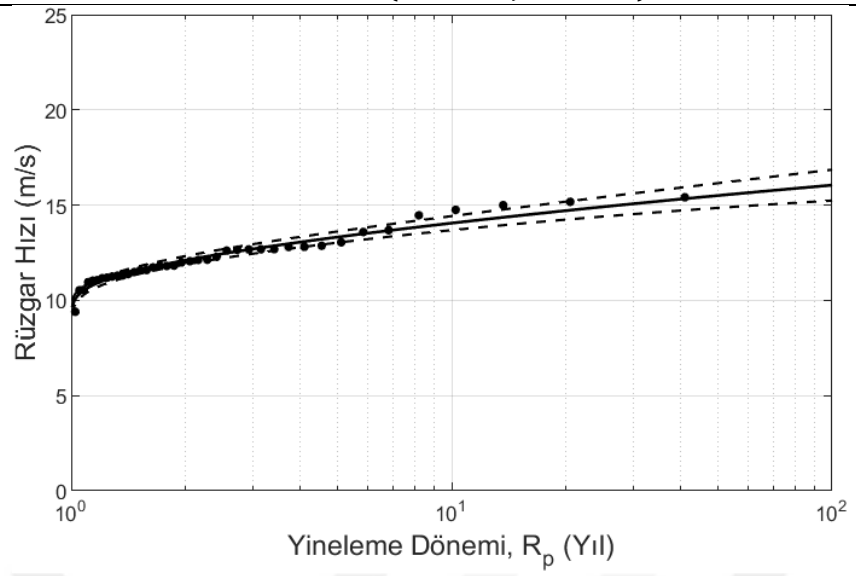
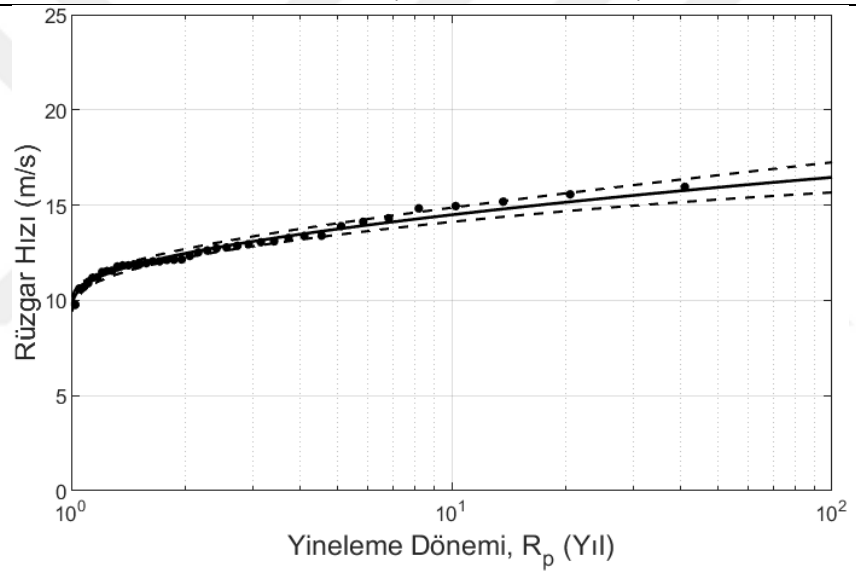
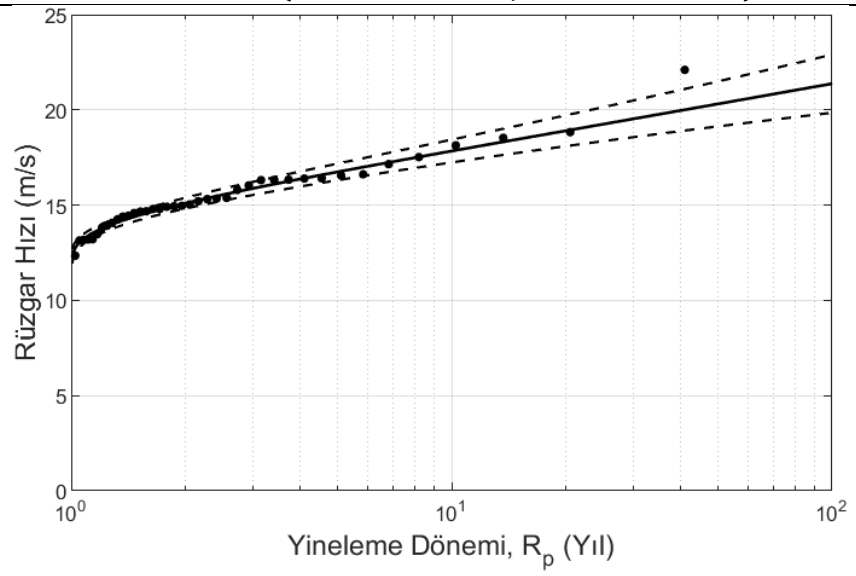


Akdeniz 37 (36.50 N; 35.80 E)

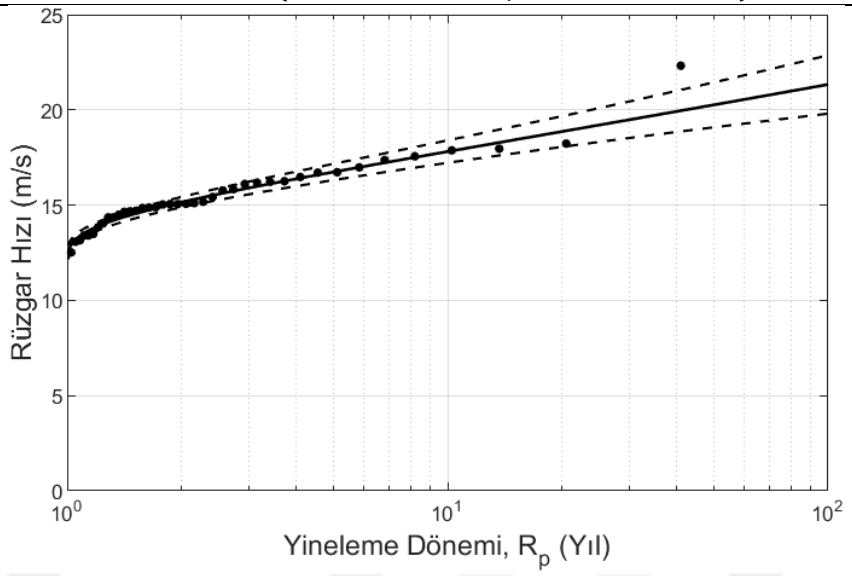


Akdeniz 38 (36.25 N; 35.80 E)

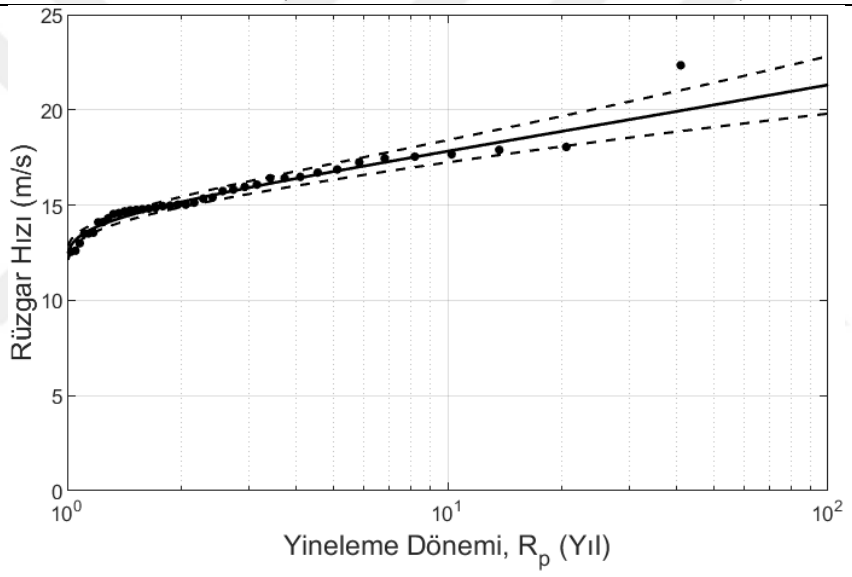


Akdeniz 39 (36.00 N; 35.80 E)

Akdeniz 40 (35.75 N; 35.80 E)

Akdeniz 41 (34.91704722 N; 34.08430833 E)


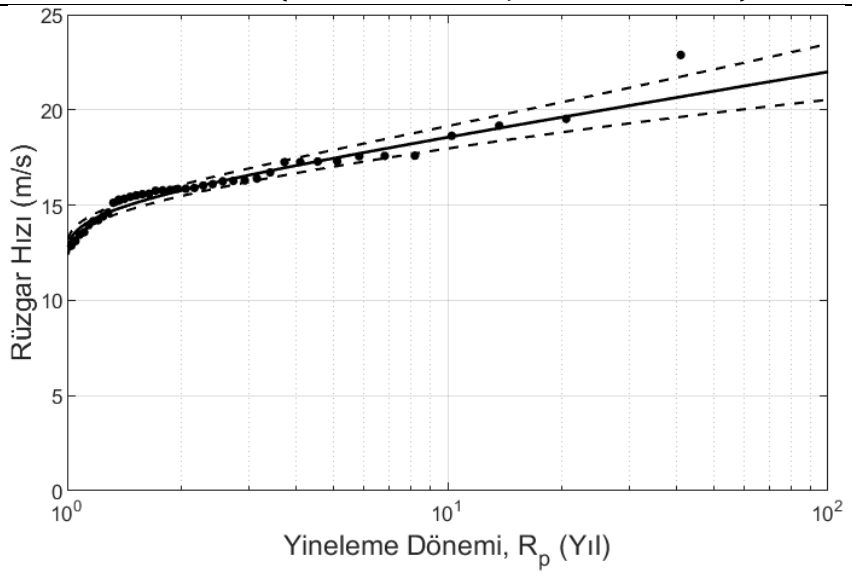
Akdeniz 42 (35.10952778 N; 34.07563889 E)



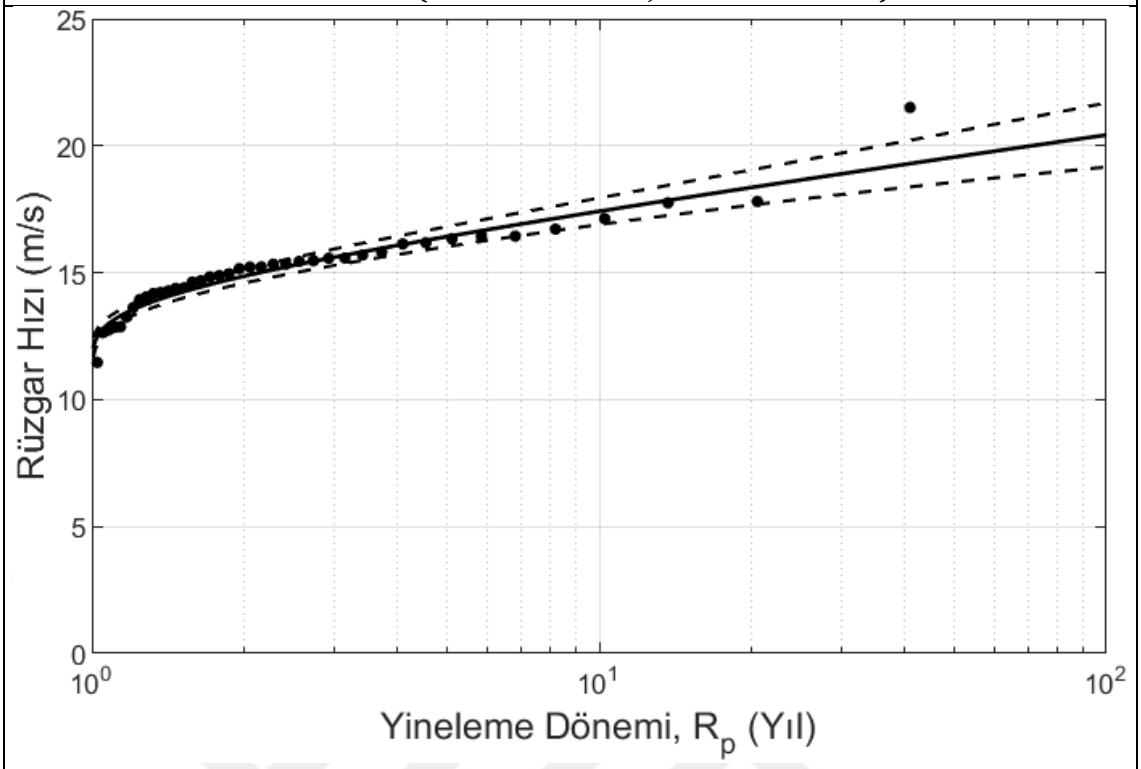
Akdeniz 43 (35.28524722 N; 34.04631944 E)



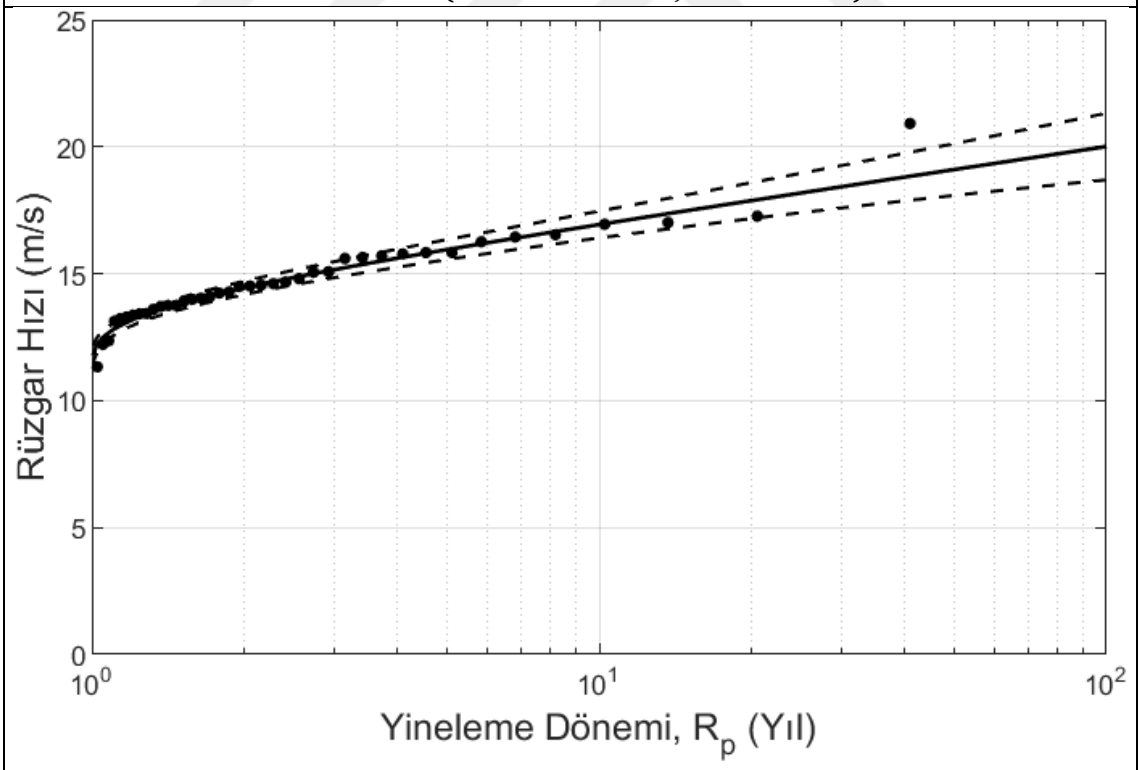
Akdeniz 44 (35.52740556 N; 34.43063611 E)



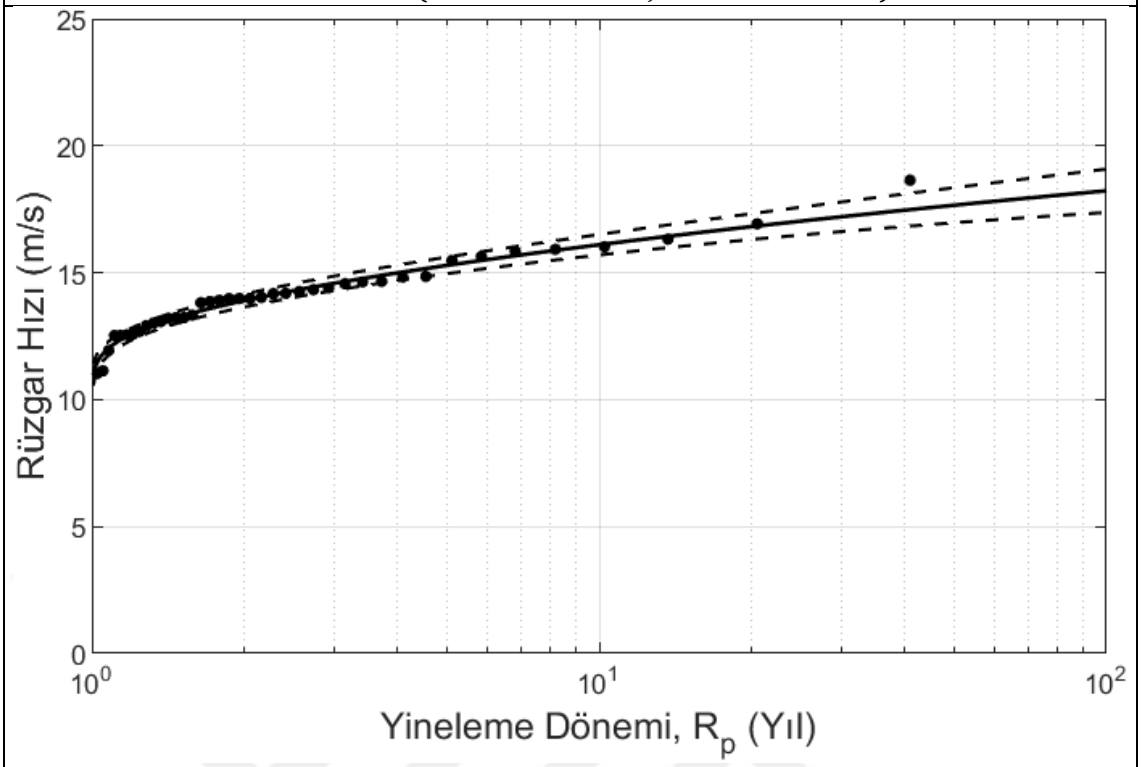
Akdeniz 45 (35.68773333 N; 34.48624167 E)



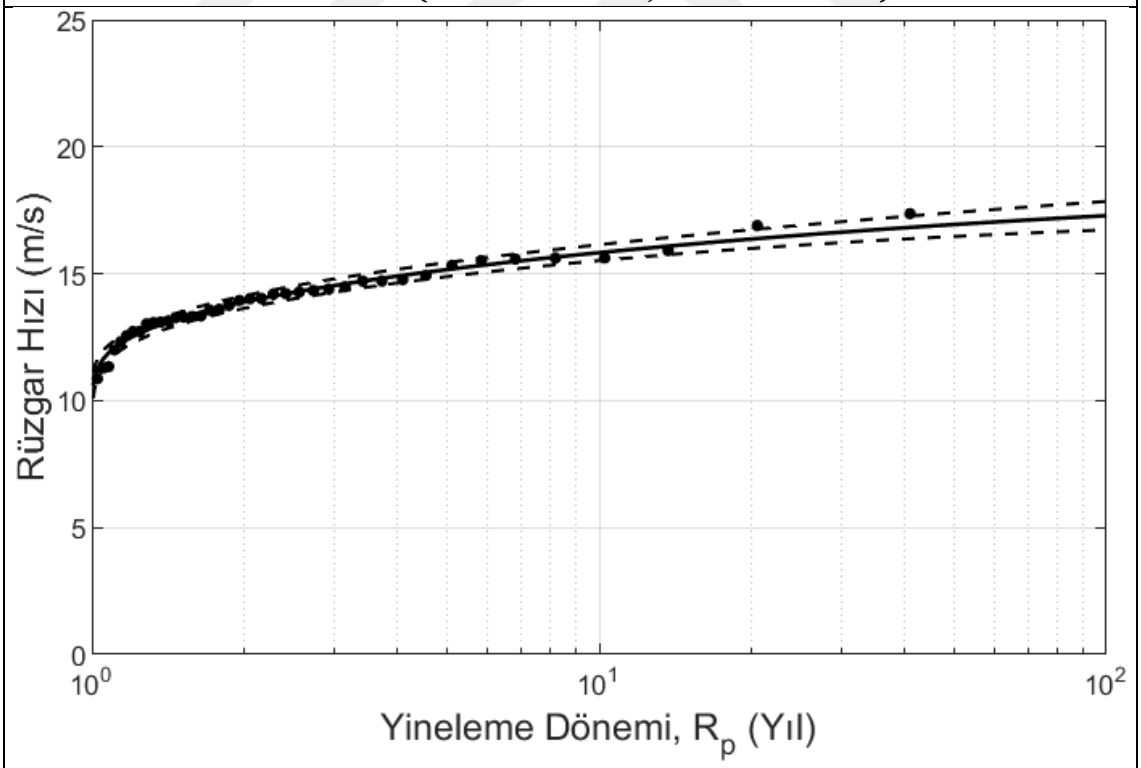
Akdeniz 46 (35.41034167 N; 33.82885 E)



Akdeniz 47 (35.34659444 N; 33.23995556 E)

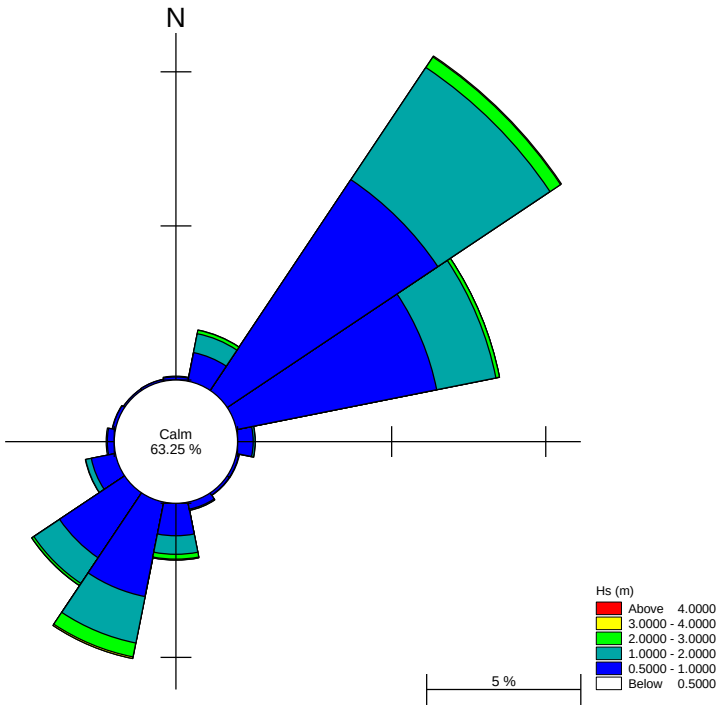


Akdeniz 48 (35.39374167 N; 32.97076389 E)

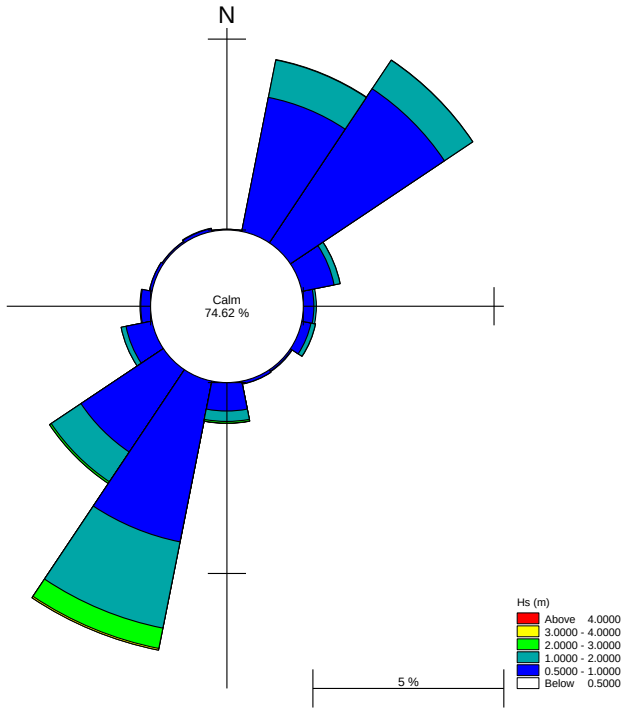


I
EGE DENİZİ DALGA GÜLLERİ

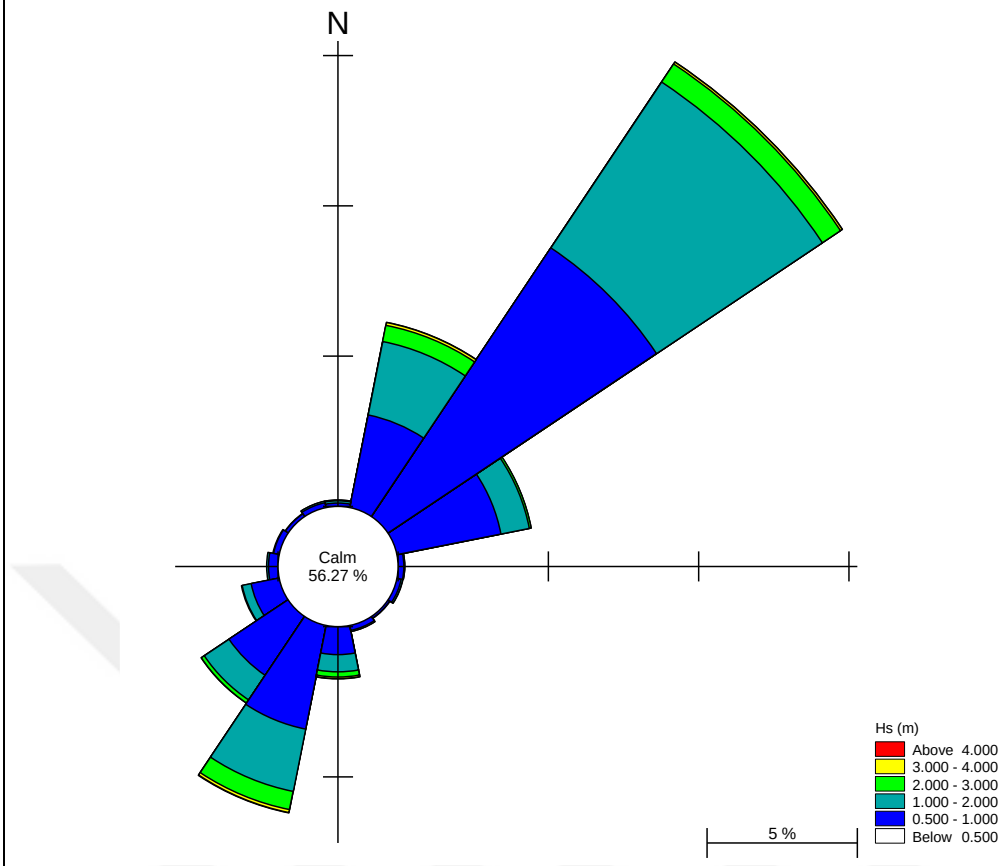
Ege Denizi 1 (40.75 N; 25.60 E)



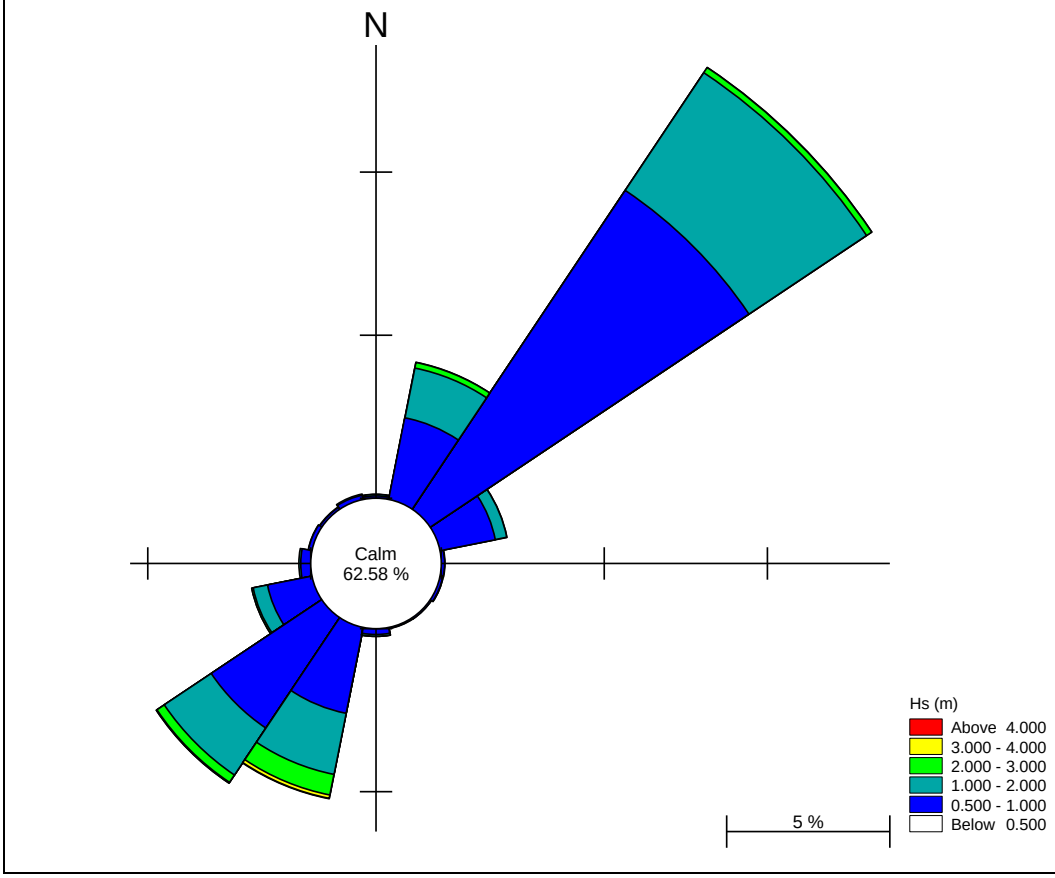
Ege Denizi 2 (40.75 N; 25.90 E)



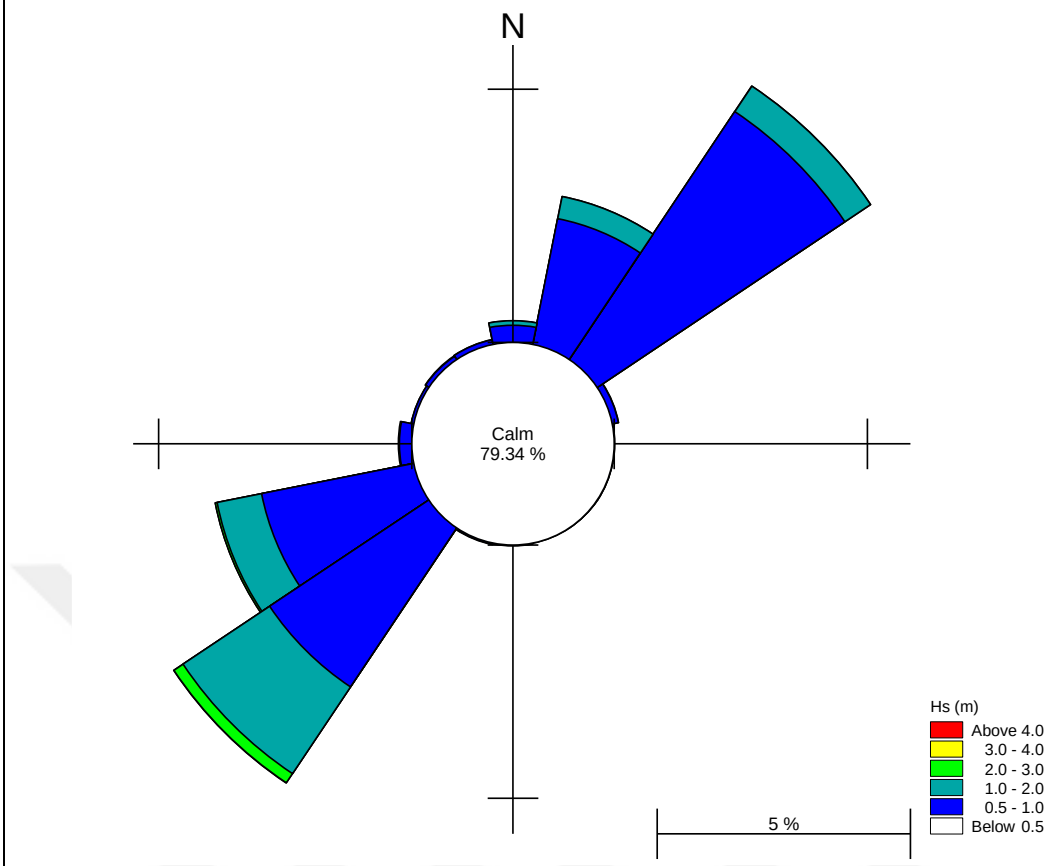
Ege Denizi 3 (40.50 N; 25.90 E)



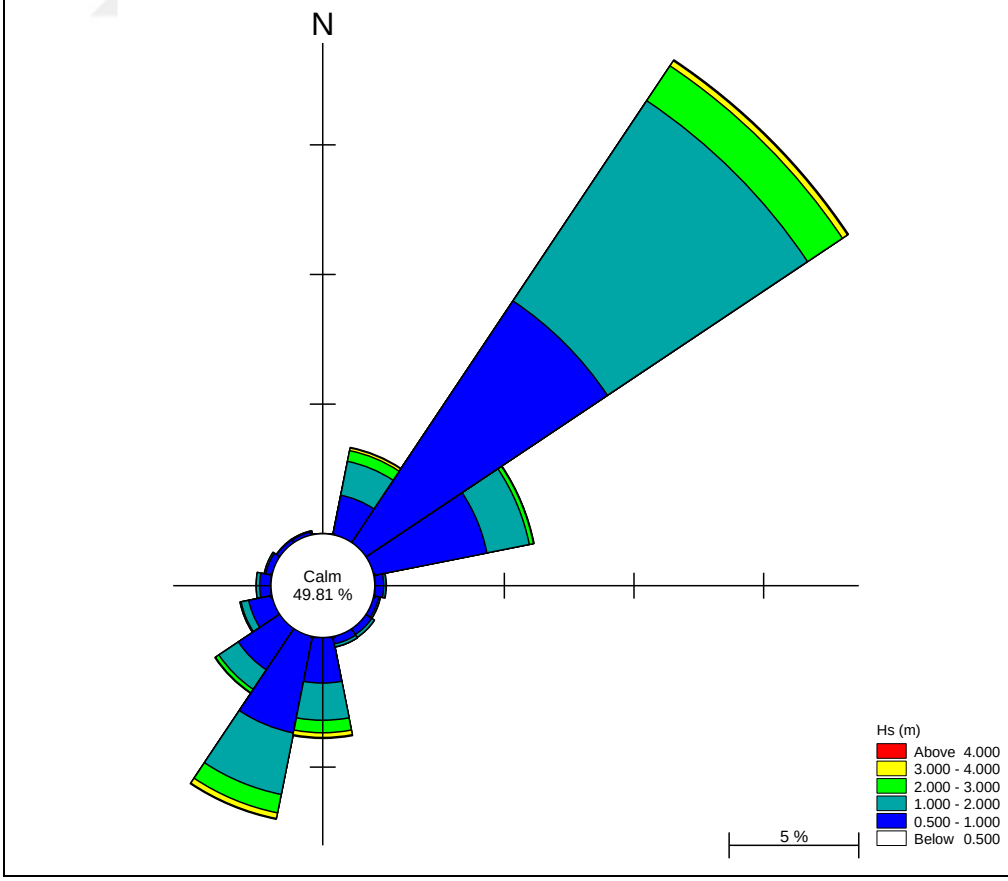
Ege Denizi 4 (40.50 N; 26.20 E)



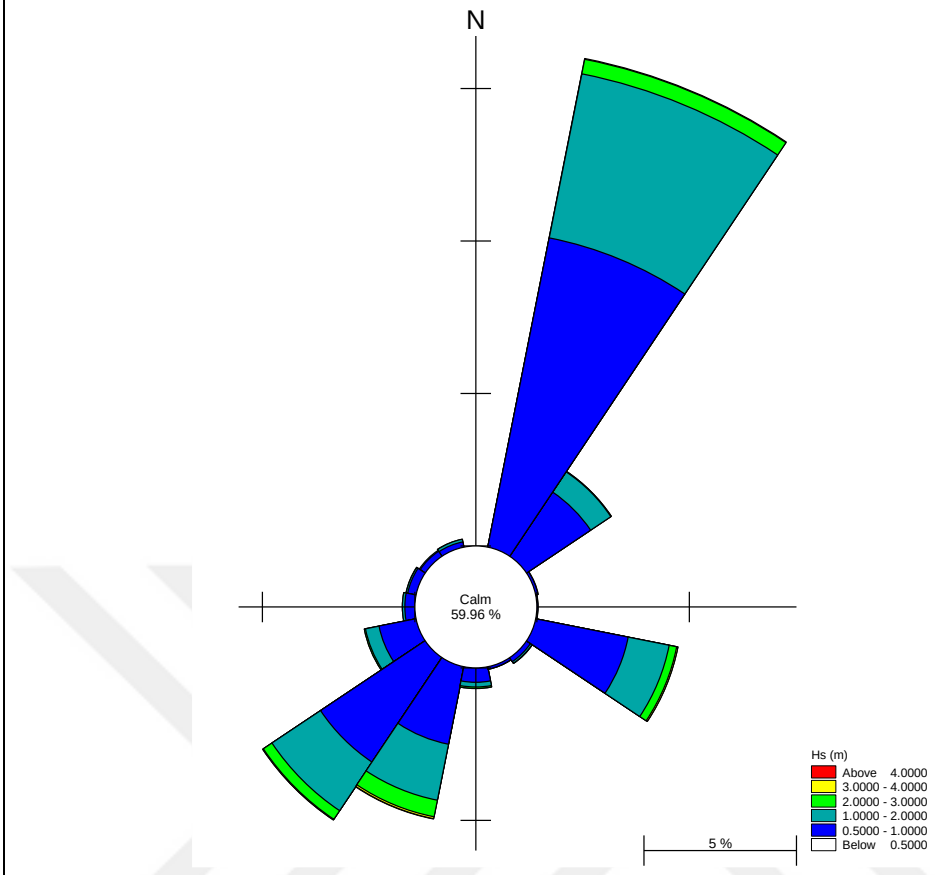
Ege Denizi 5 (40.50 N; 26.50 E)



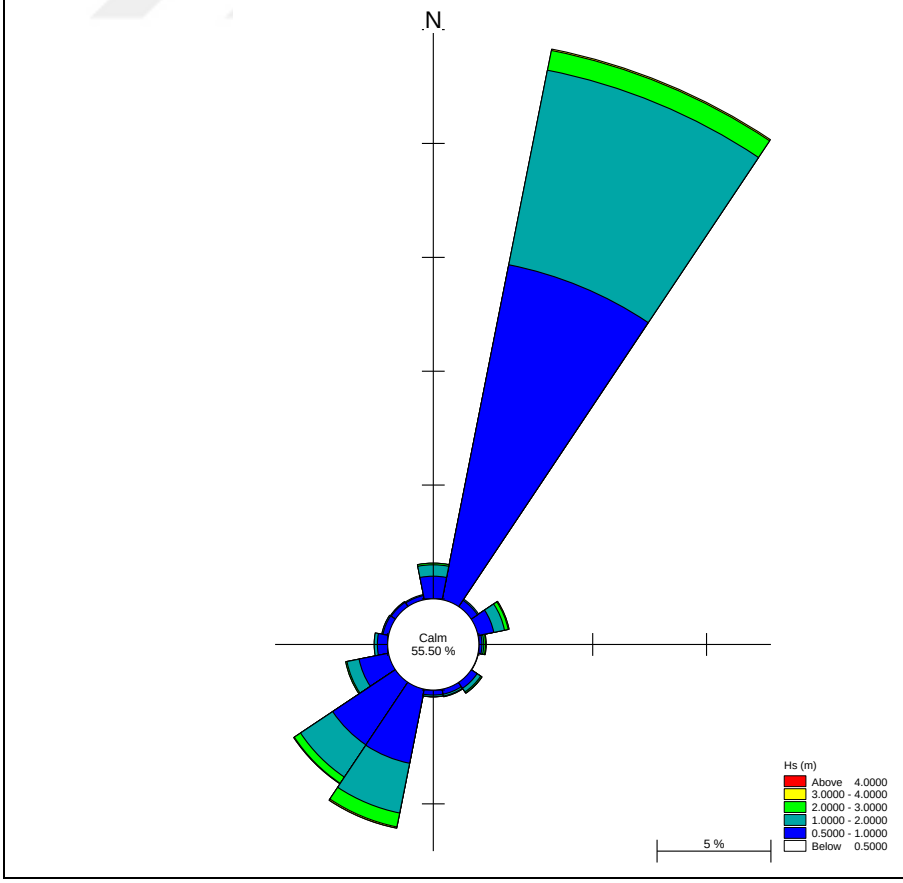
Ege Denizi 6 (40.25 N; 25.60 E)



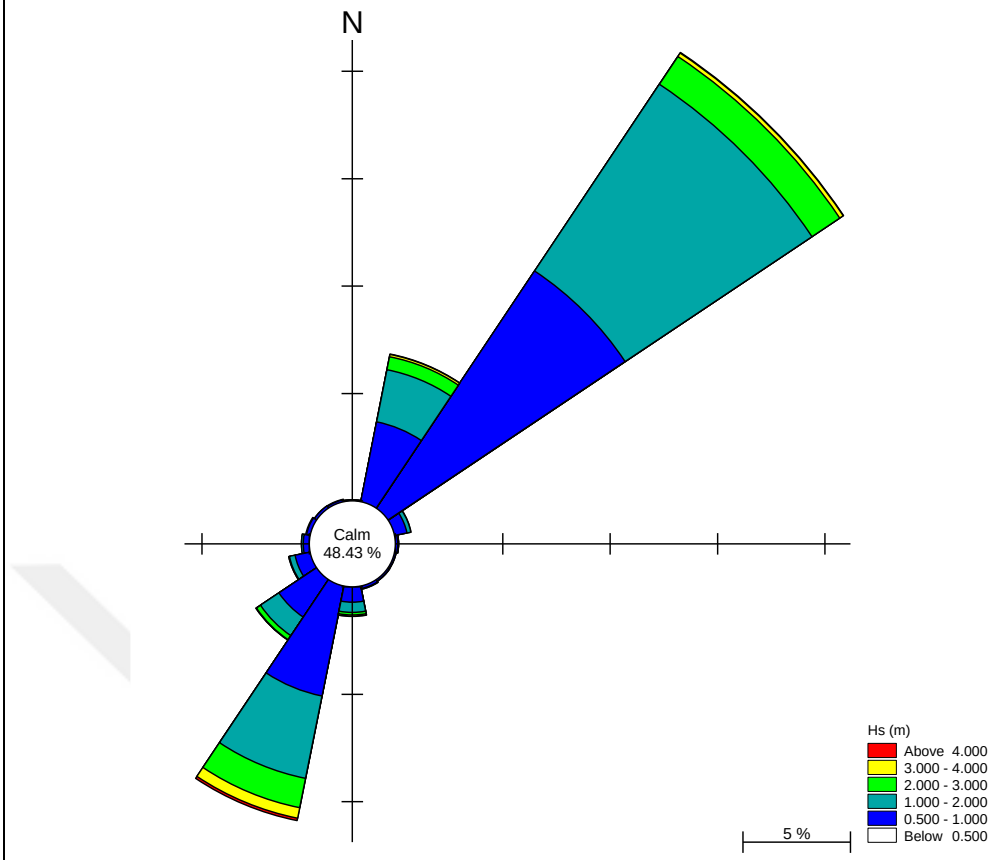
Ege Denizi 7 (40.25 N; 26.20 E)



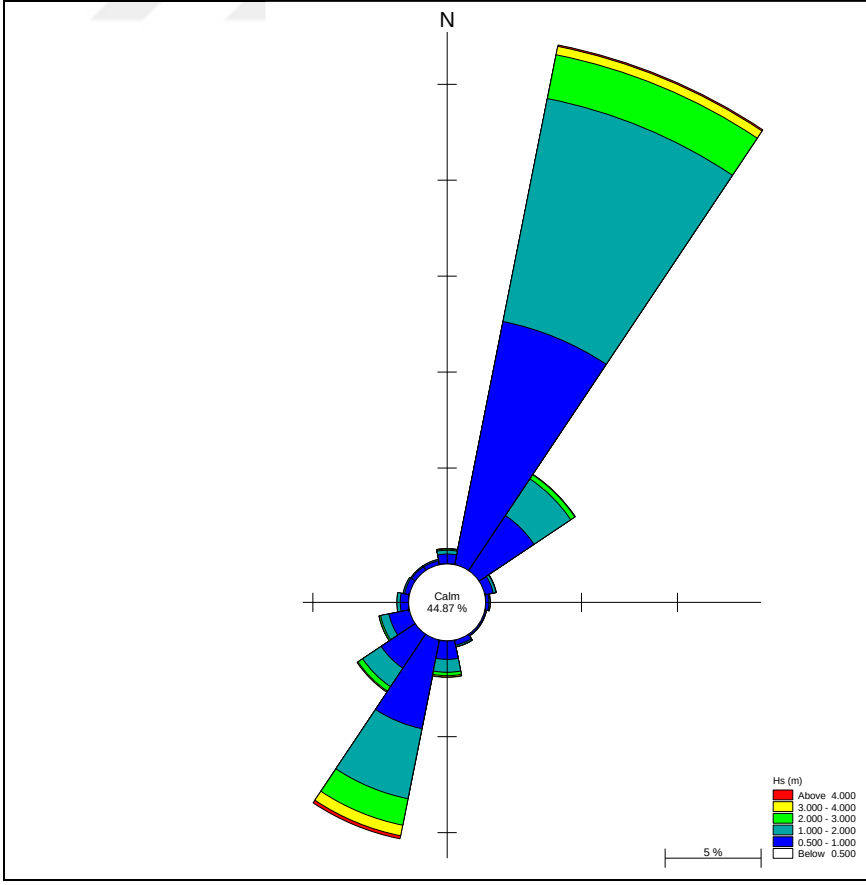
Ege Denizi 8 (40.00 N; 26.10 E)



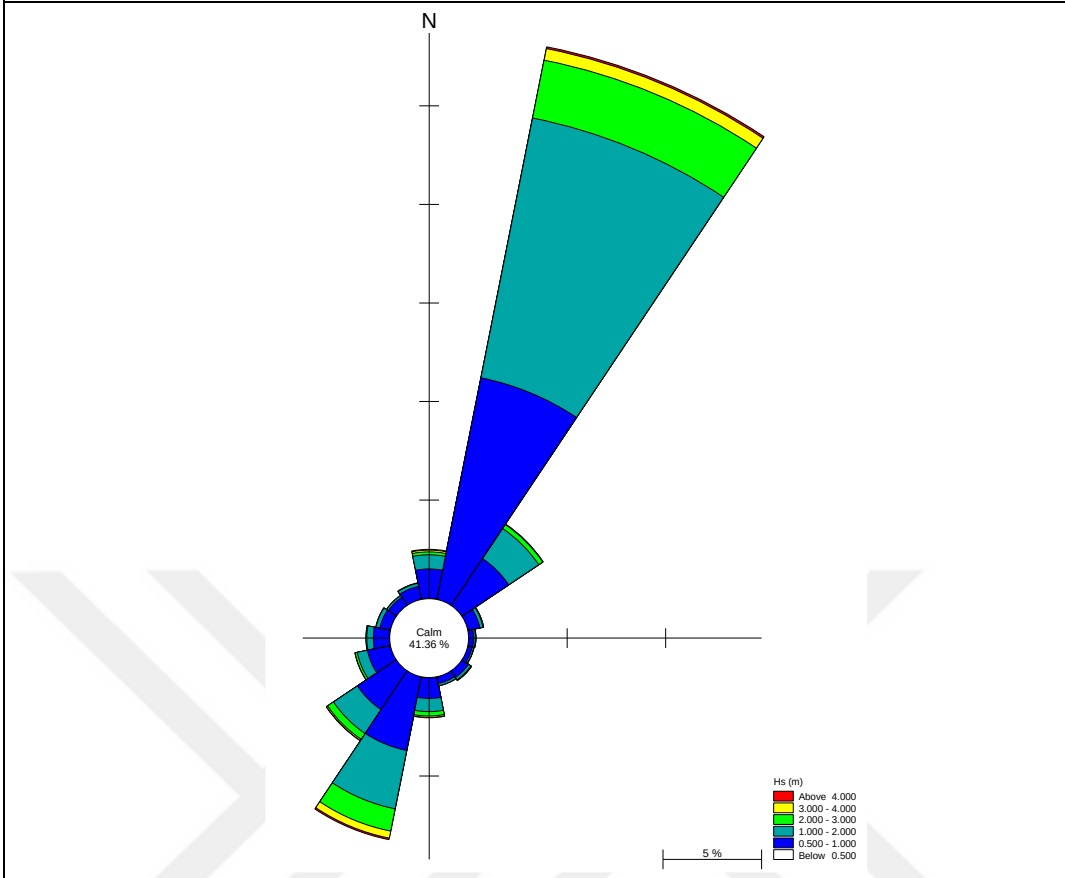
Ege Denizi 9 (40.00 N; 25.90 E)



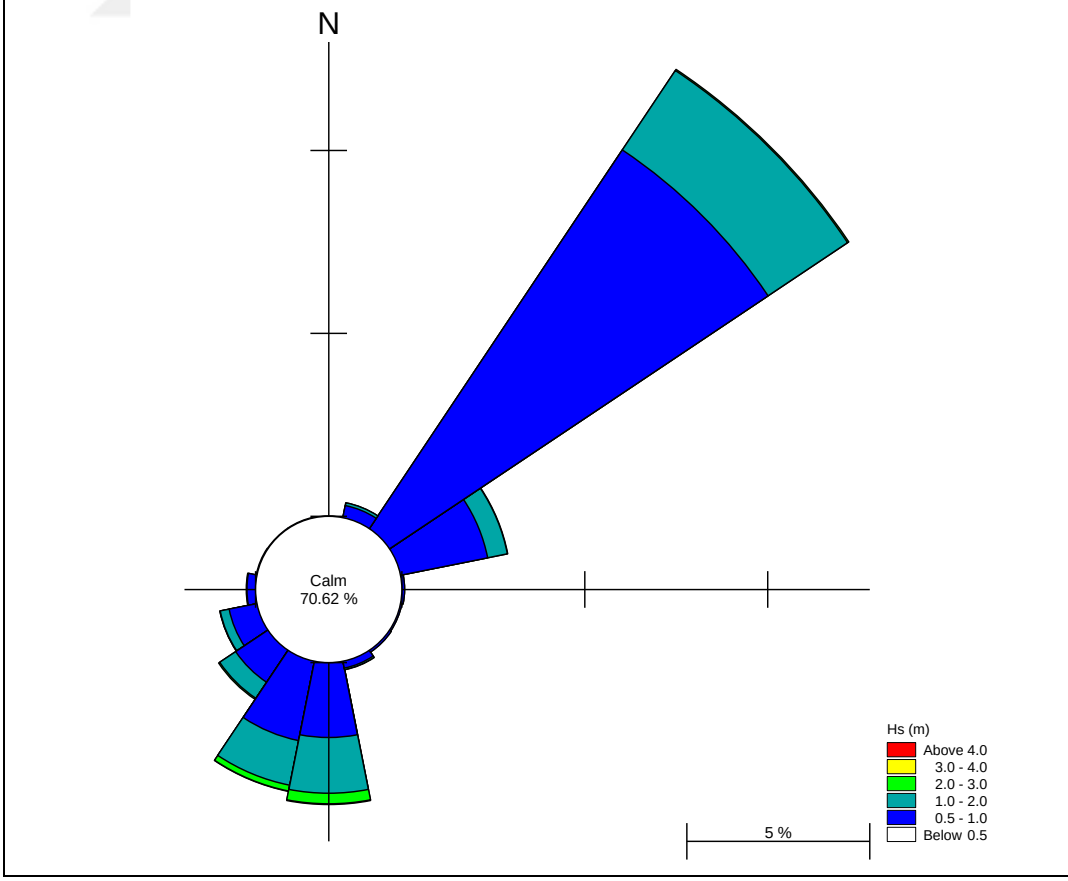
Ege Denizi 10 (39.75 N; 25.90 E)



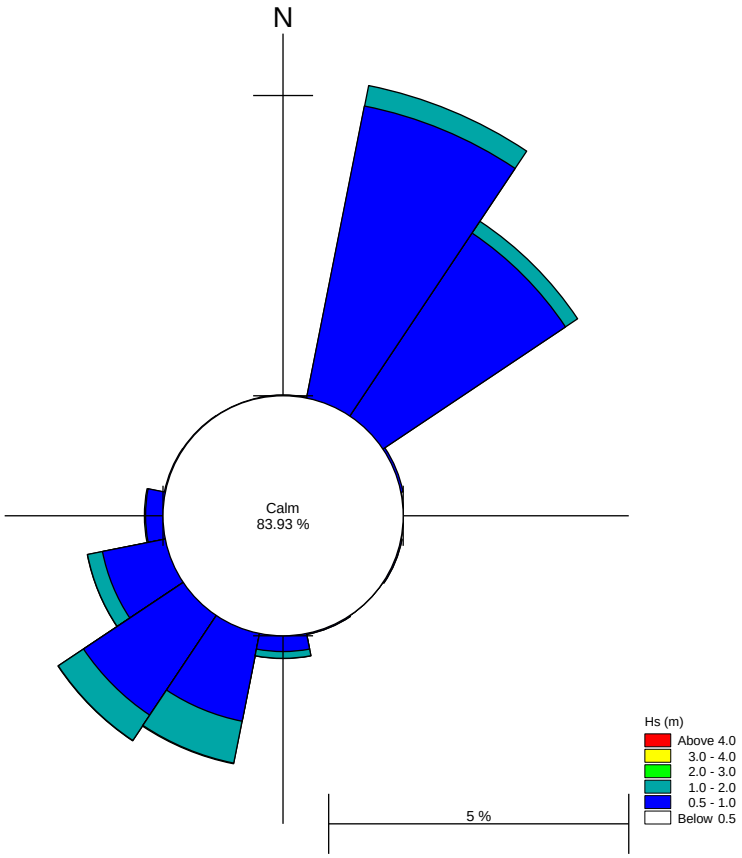
Ege Denizi 11 (39.50 N; 25.90 E)



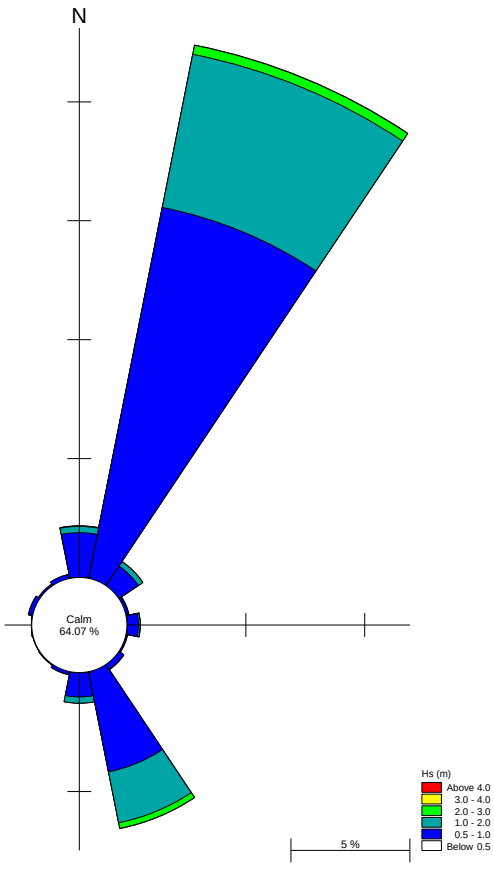
Ege Denizi 12 (39.50 N; 26.50 E)



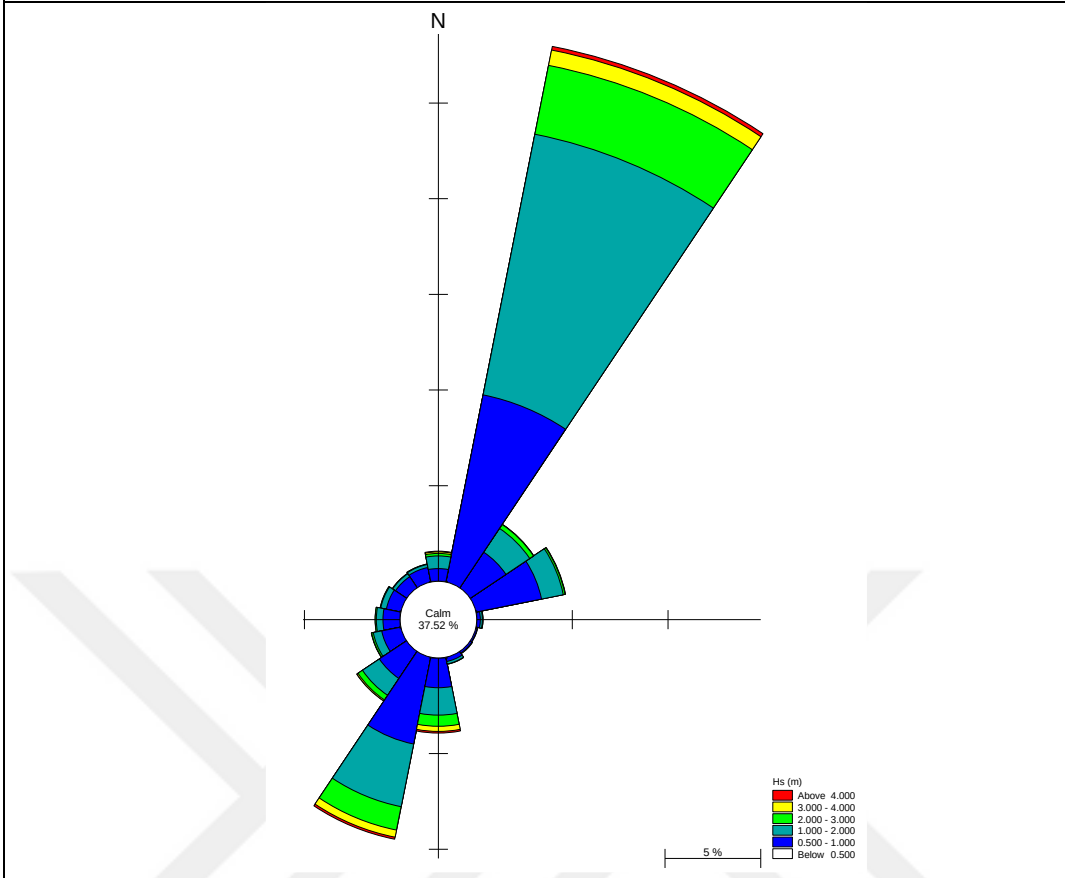
Ege Denizi 13 (39.50 N; 26.80 E)



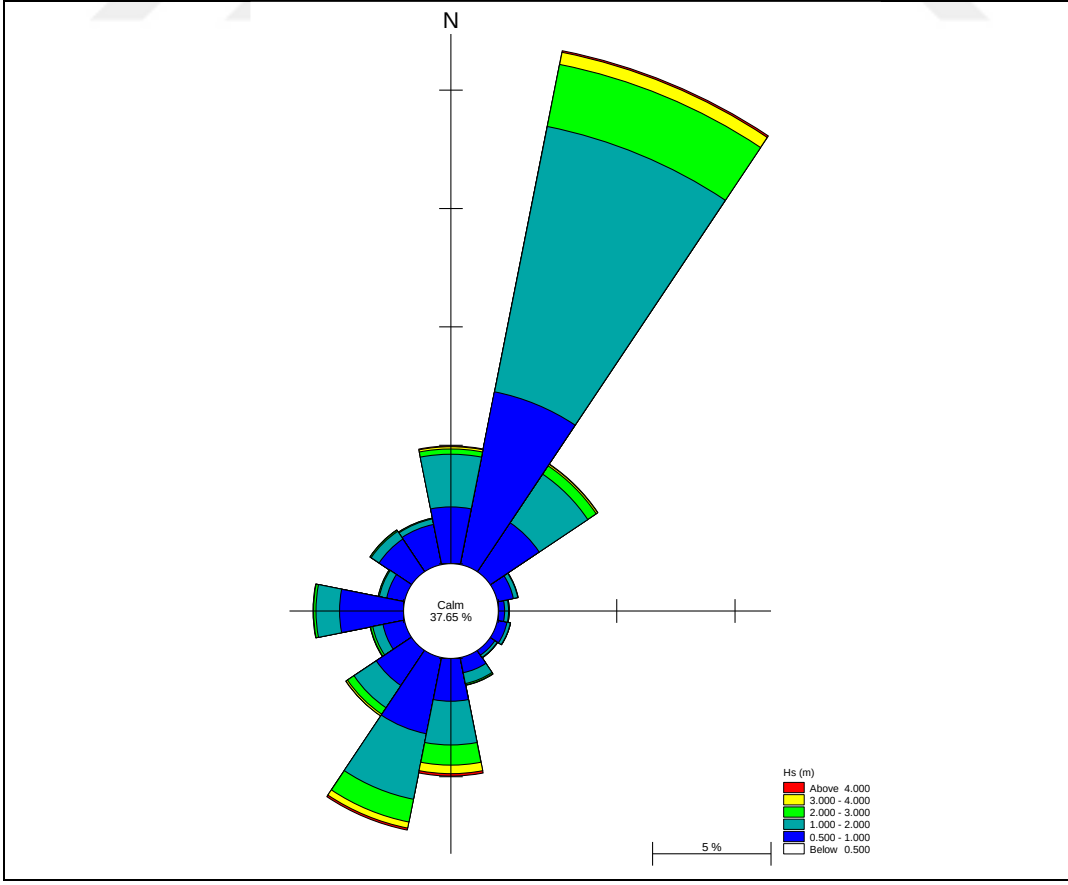
Ege Denizi 14 (39.25 N; 26.50 E)



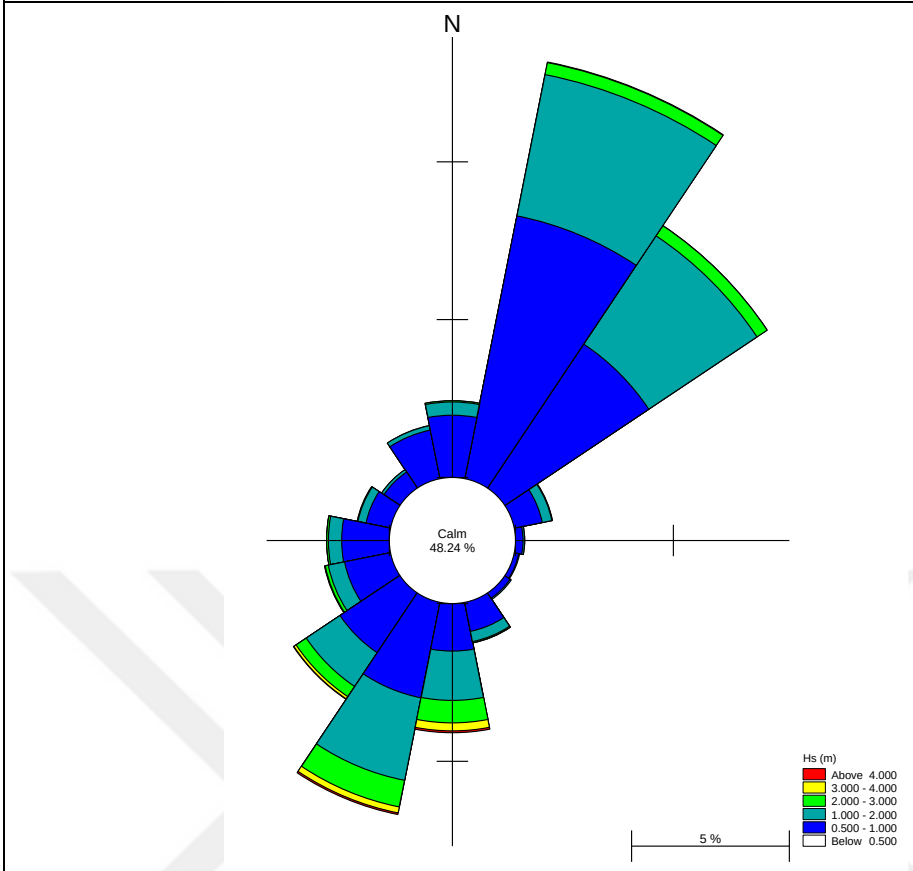
Ege Denizi 15 (39.25 N; 25.80 E)



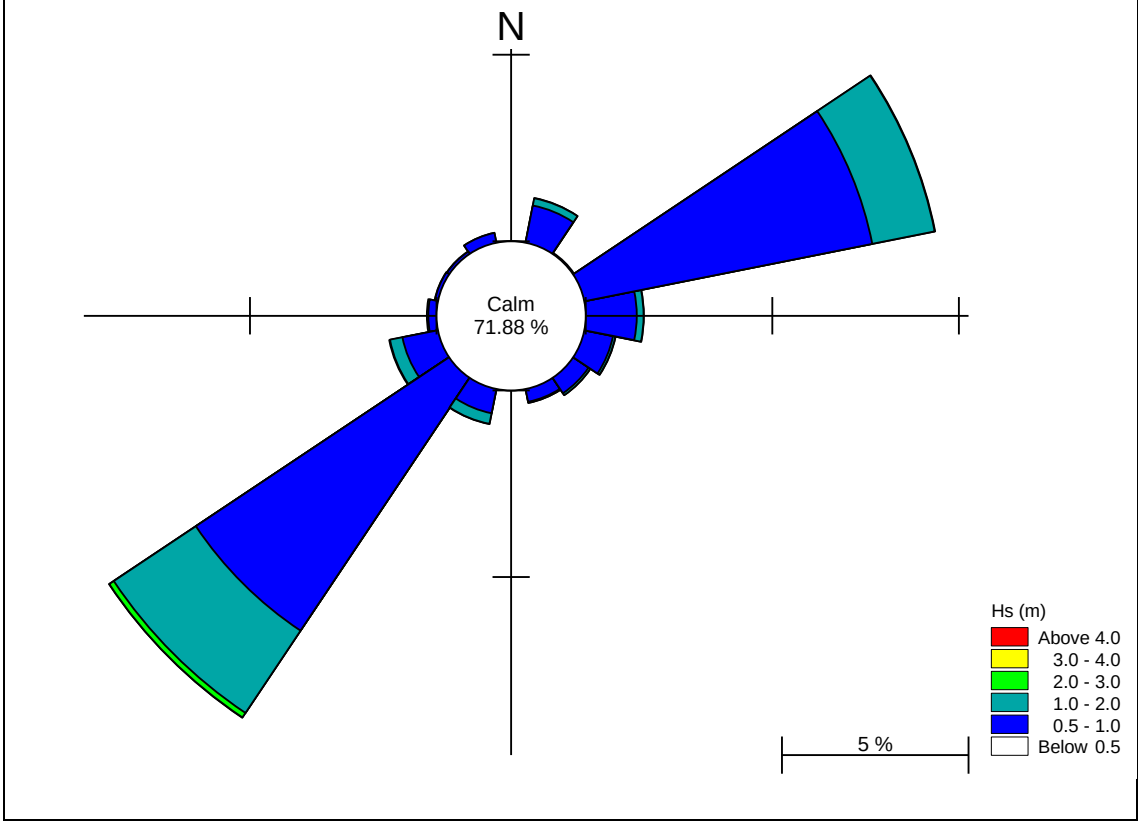
Ege Denizi16 (39.00 N; 25.90 E)



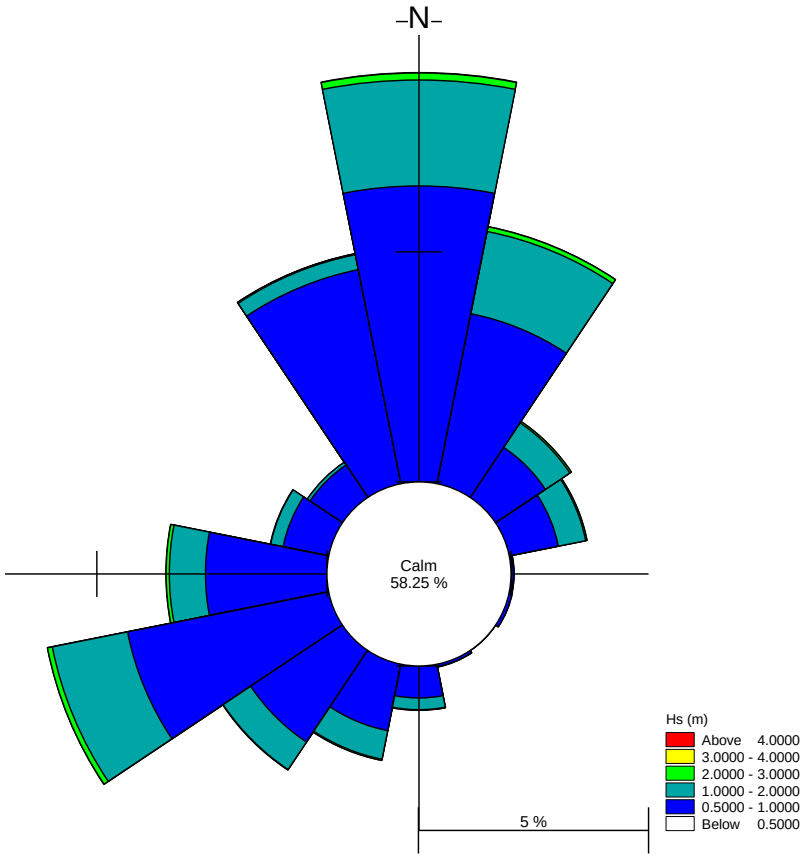
Ege Denizi 17 (39.00 N; 26.20 E)



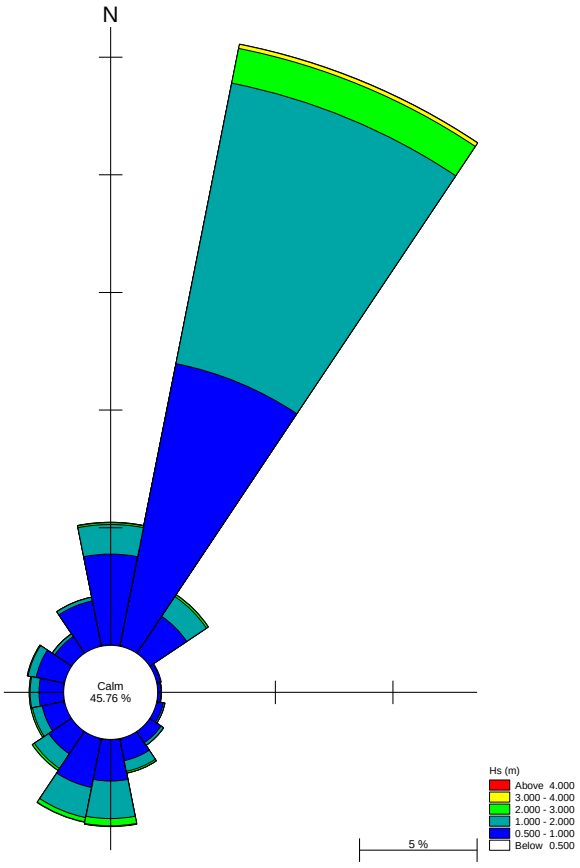
Ege Denizi 18 (39.00 N; 26.80 E)



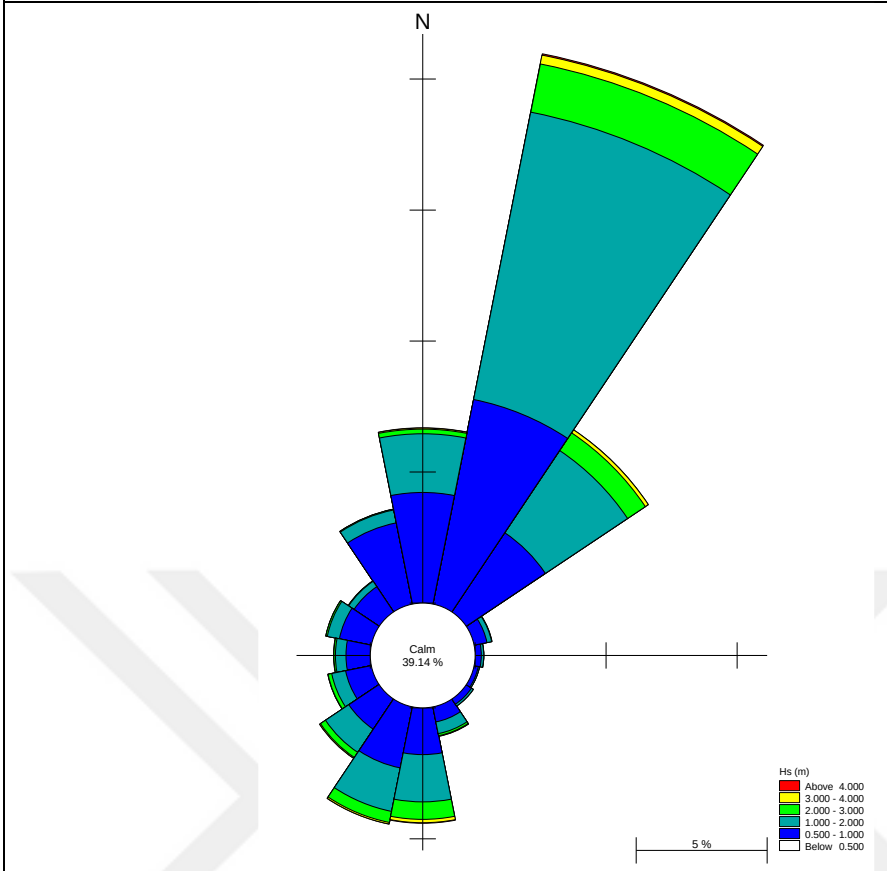
Ege Denizi 19 (38.75 N; 26.80 E)



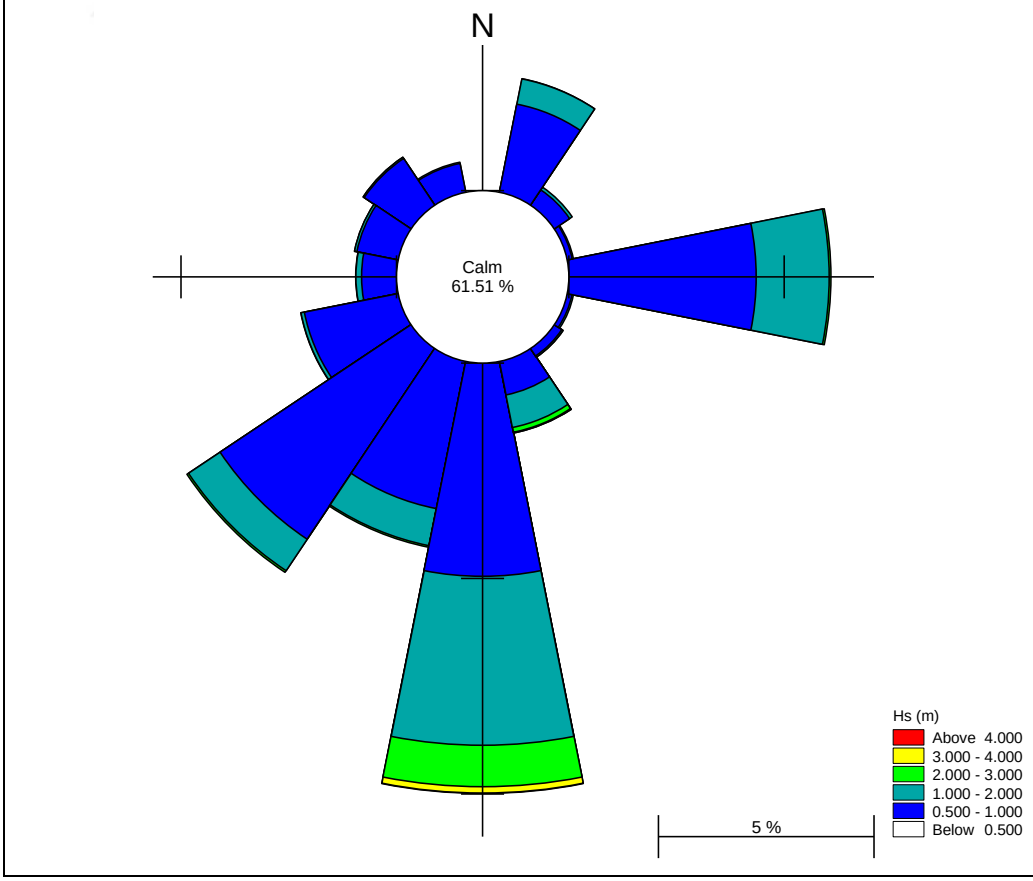
Ege Denizi 20 (38.75 N; 26.50 E)



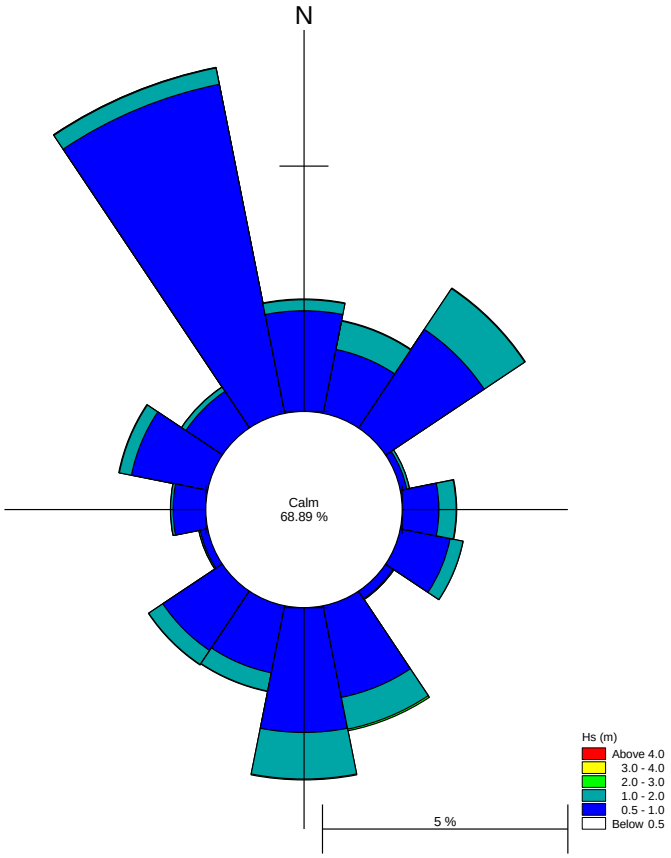
Ege Denizi 21 (38.75 N; 26.20 E)



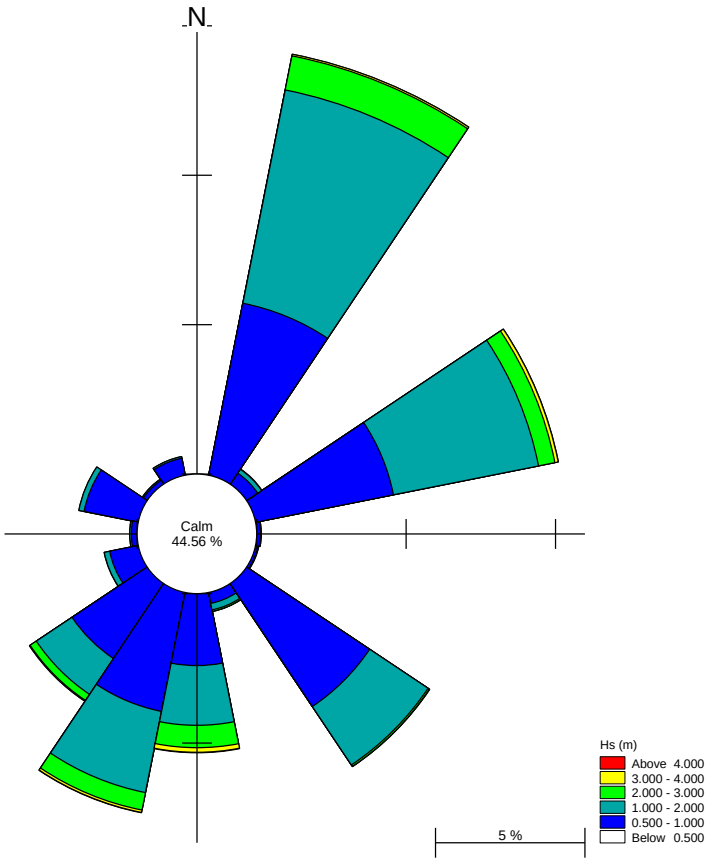
Ege Denizi 22 (38.50 N; 26.20 E)



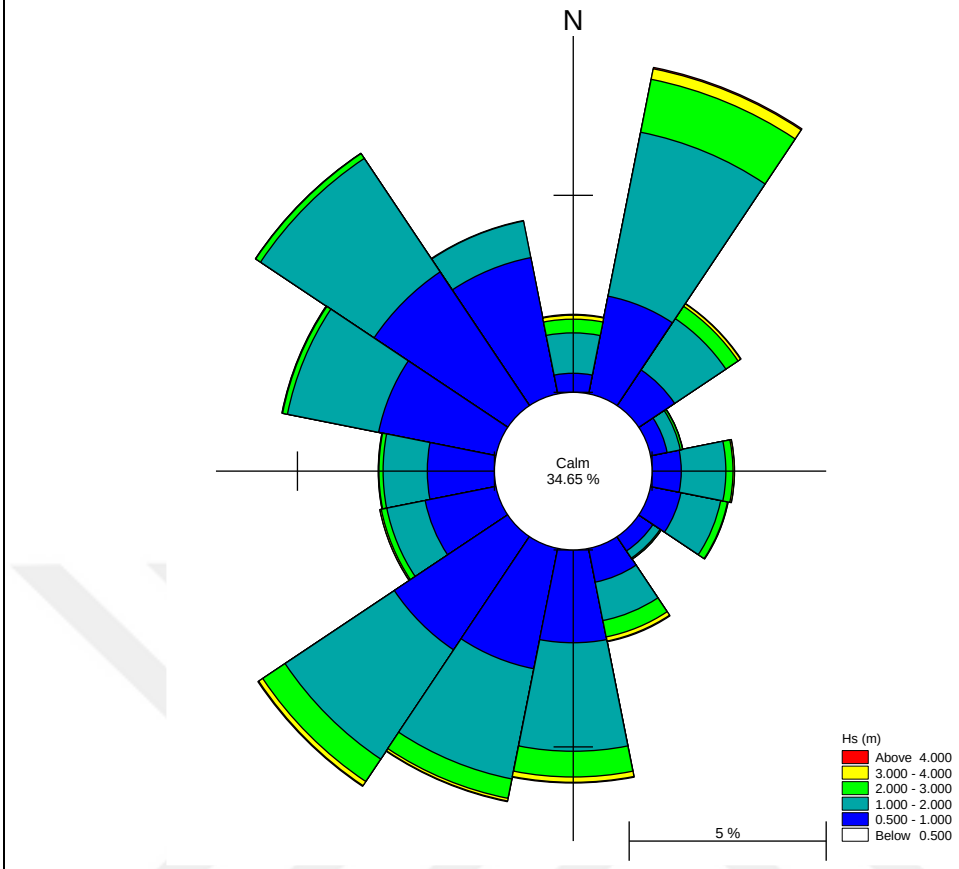
Ege Denizi 23 (38.50 N; 26.80 E)



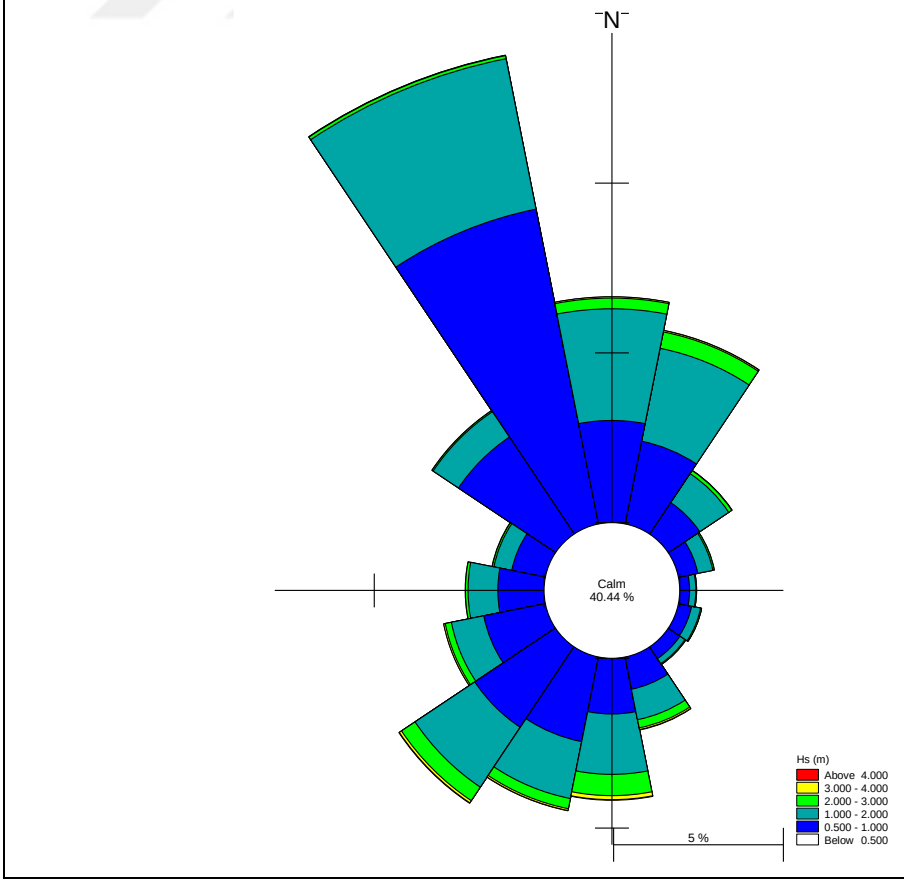
Ege Denizi 24 (38.25 N; 26.20 E)



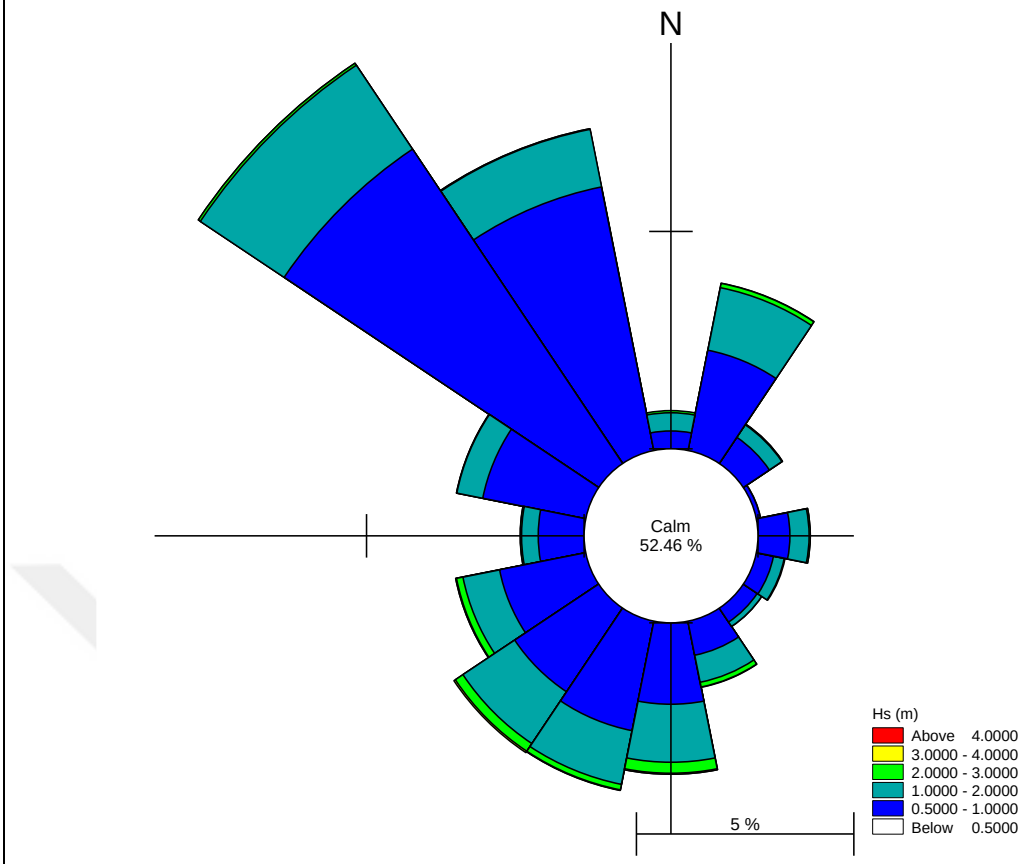
Ege Denizi 25 (38.00 N; 26.20 E)



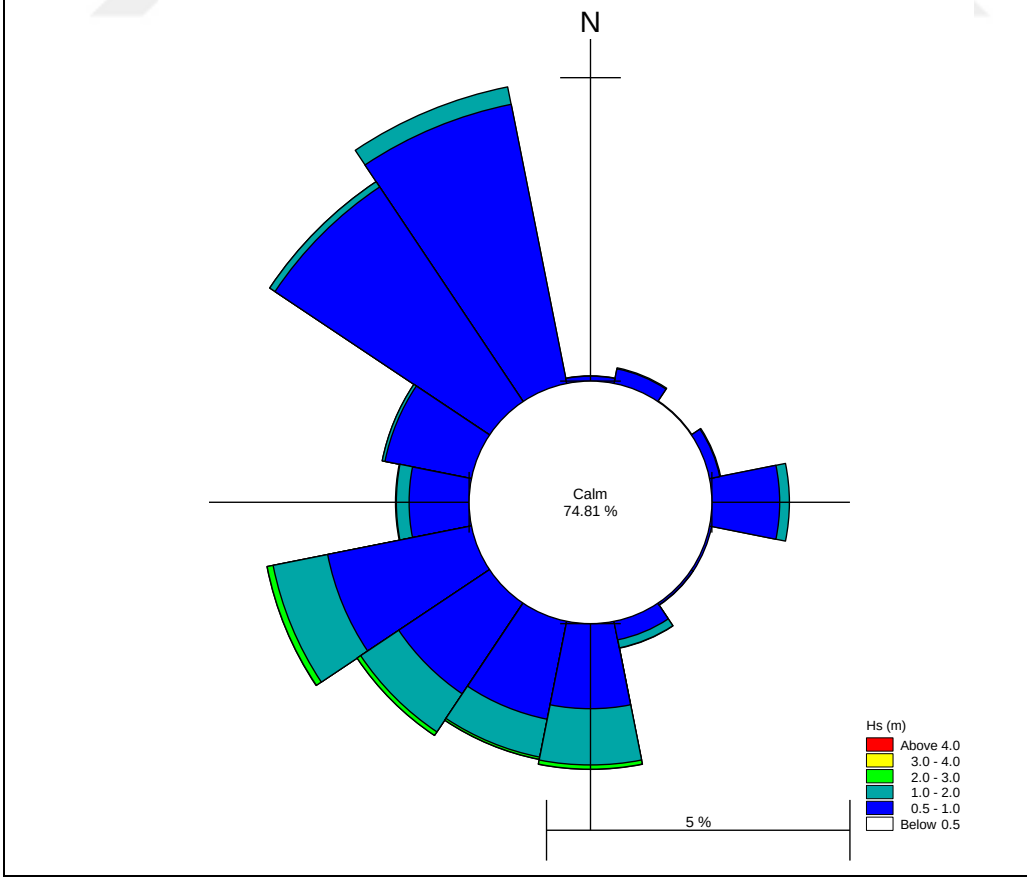
Ege Denizi 26 (38.00 N; 26.50 E)



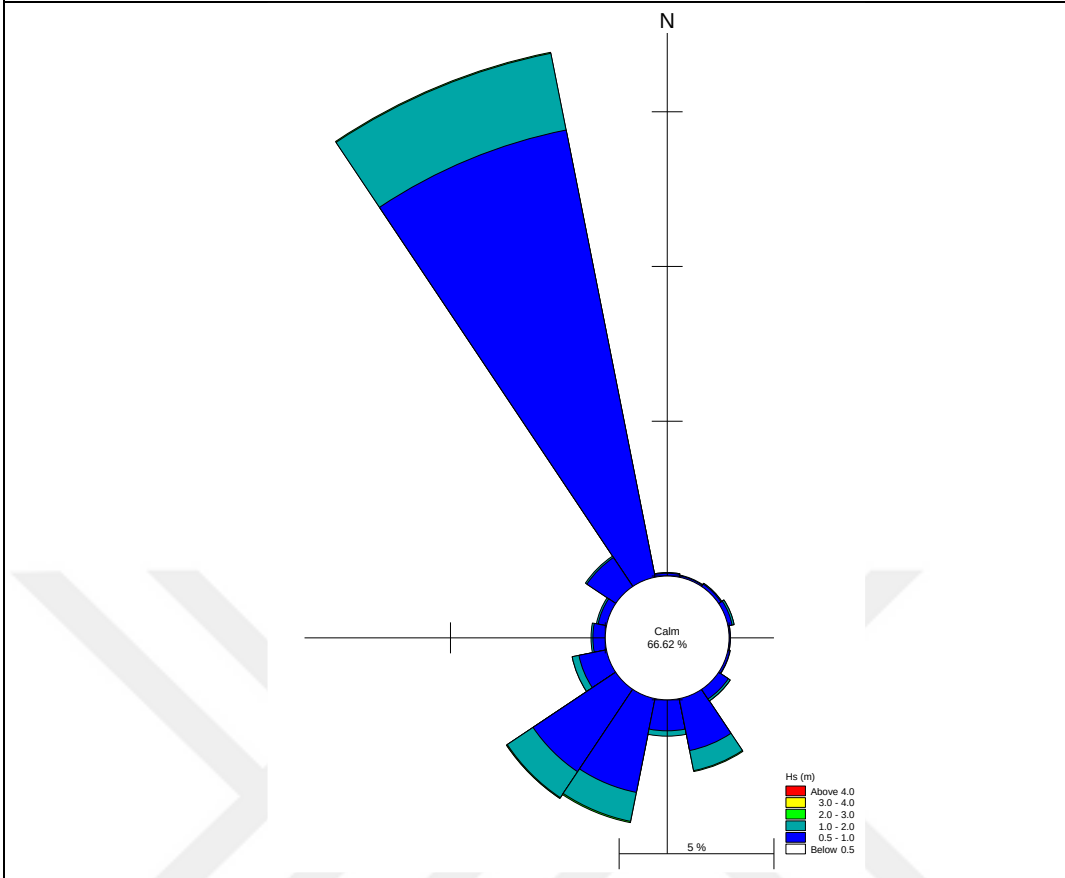
Ege Denizi 27 (38.00 N; 26.80 E)



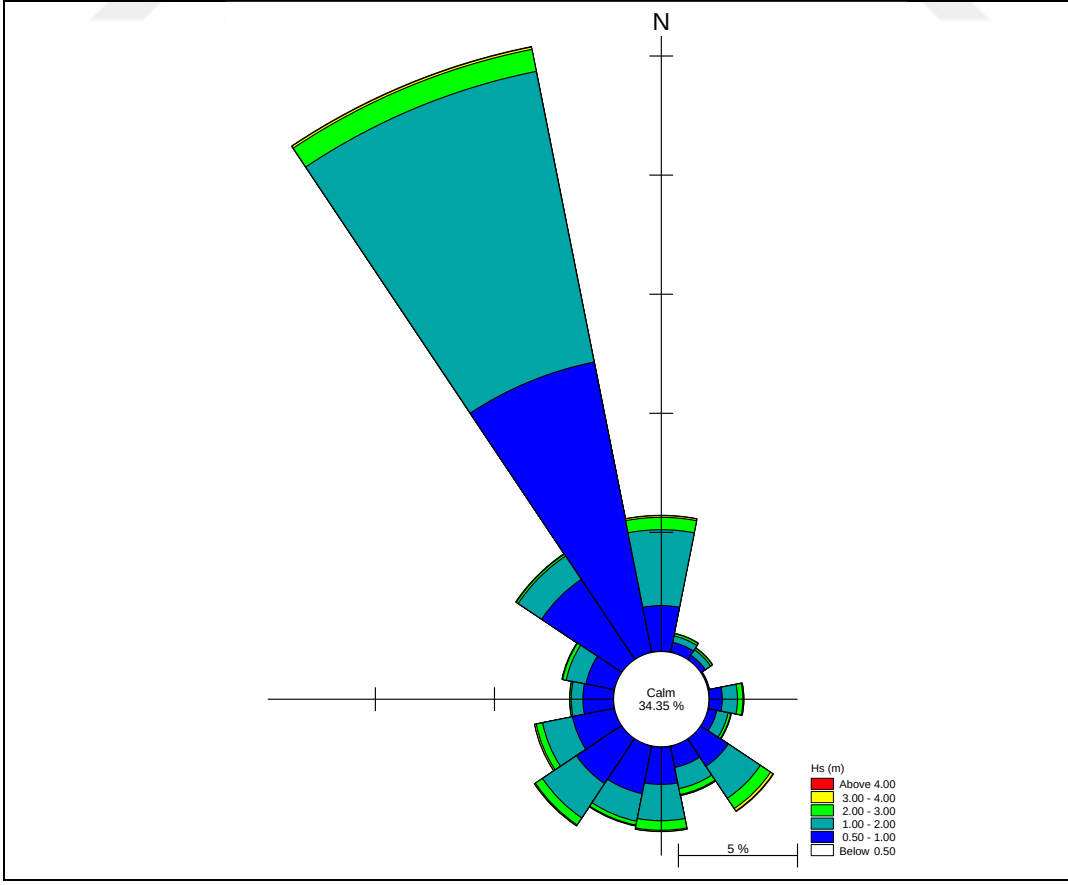
Ege Denizi 28 (38.00 N; 27.10 E)



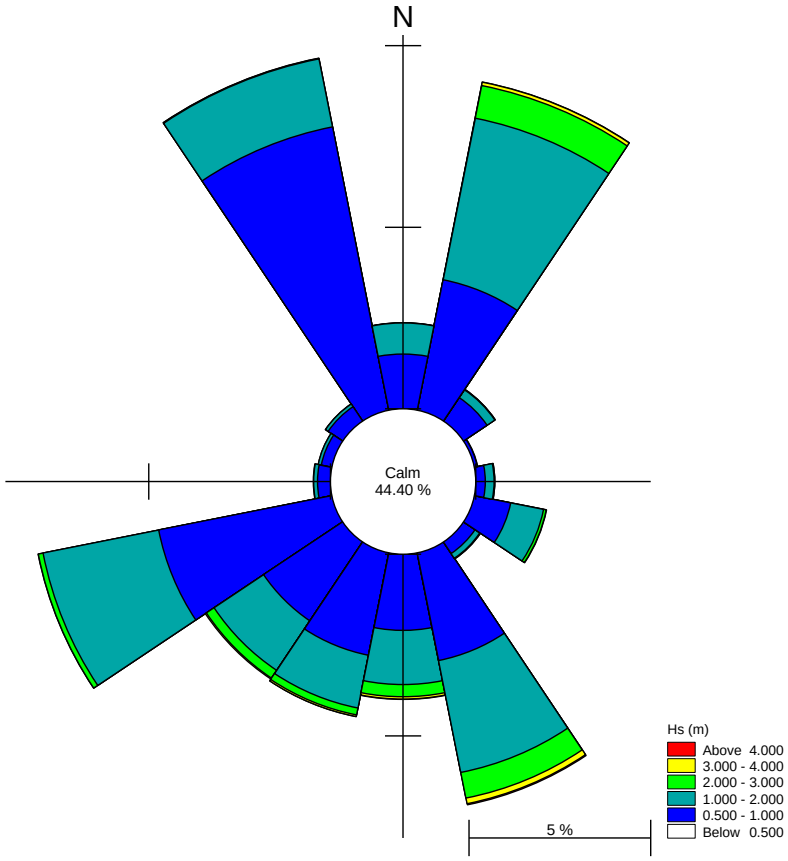
Ege Denizi 29 (37.75 N; 27.10 E)



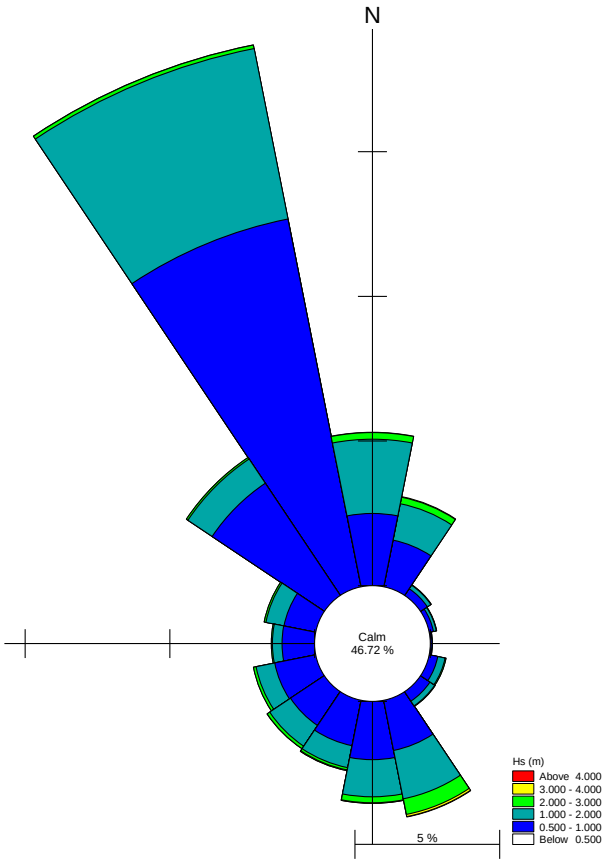
Ege Denizi 30 (37.75 N; 26.50 E)



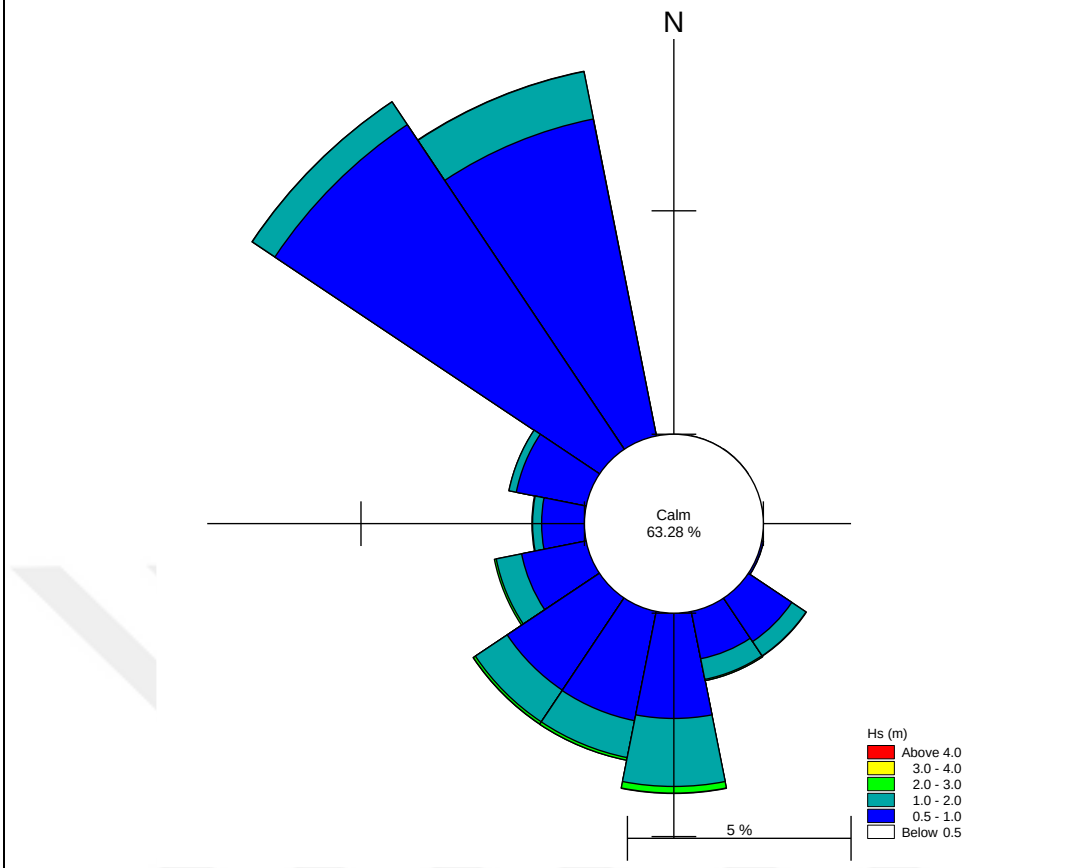
Ege Denizi 31 (37.50 N; 26.50 E)



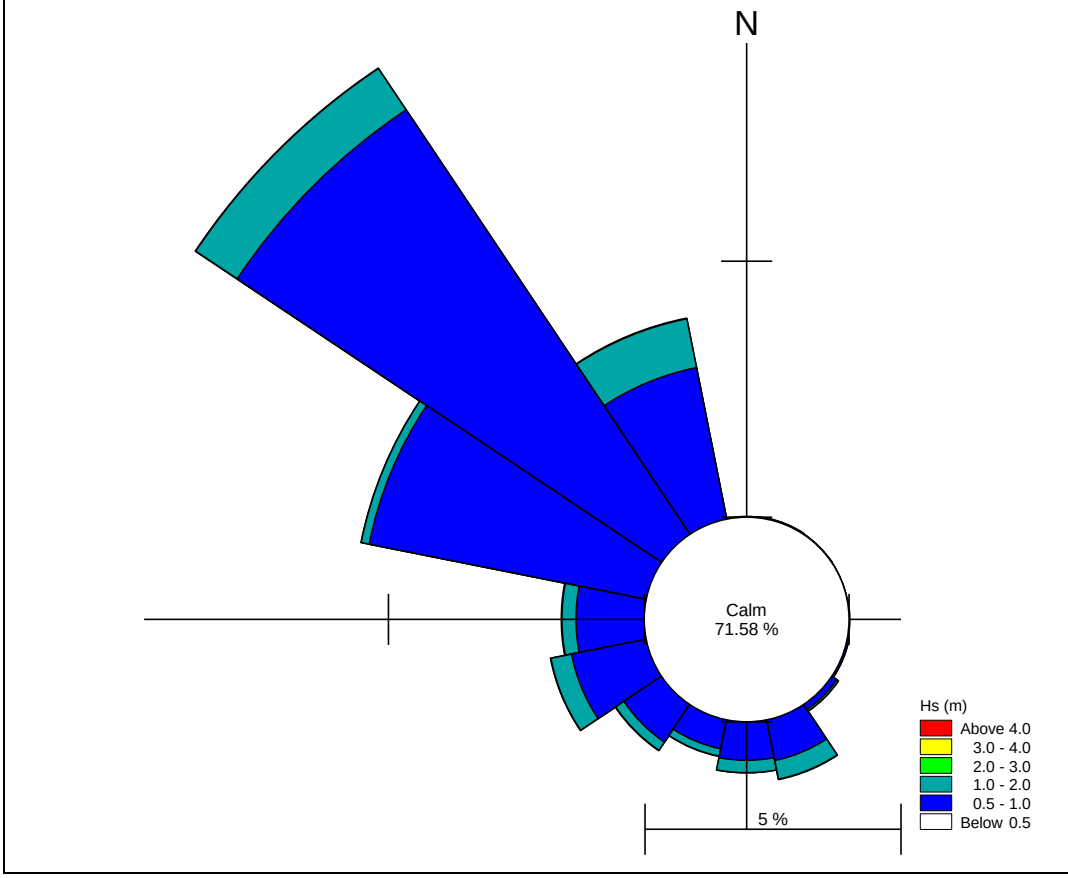
Ege Denizi 32 (37.50 N; 26.80 E)



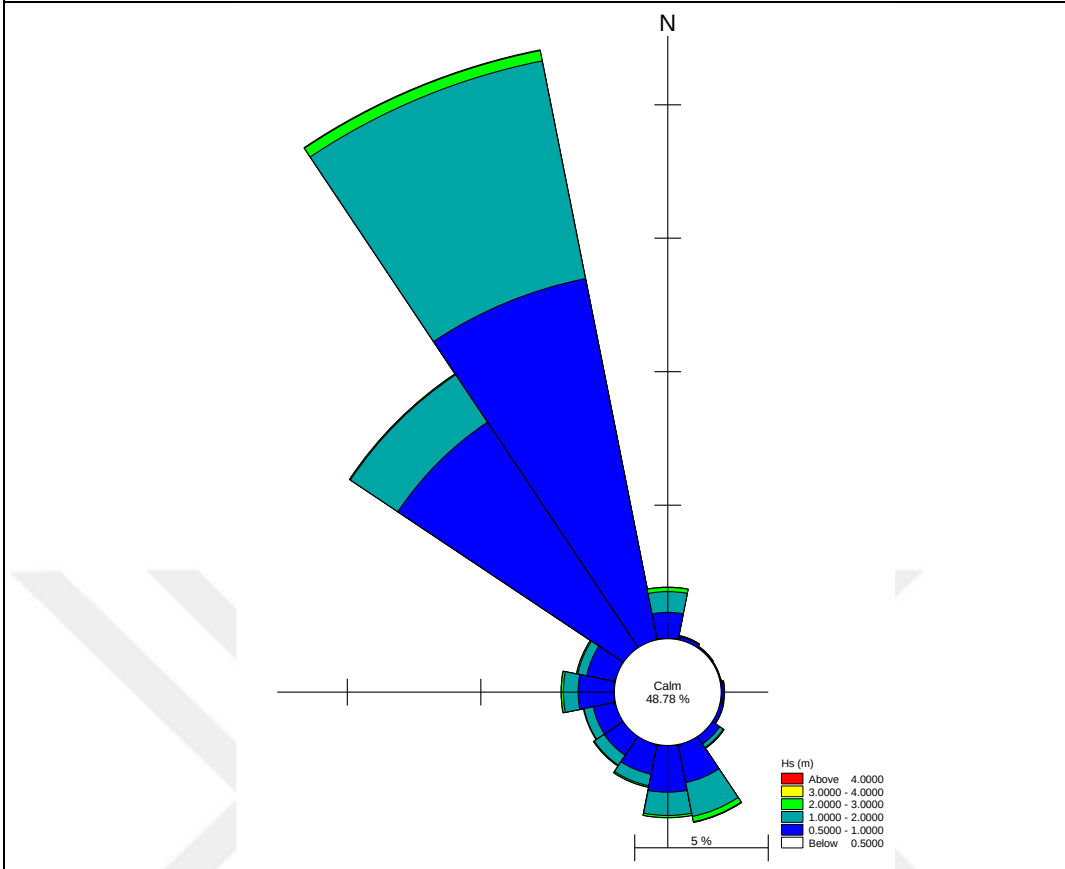
Ege Denizi 33 (37.50 N; 27.10 E)



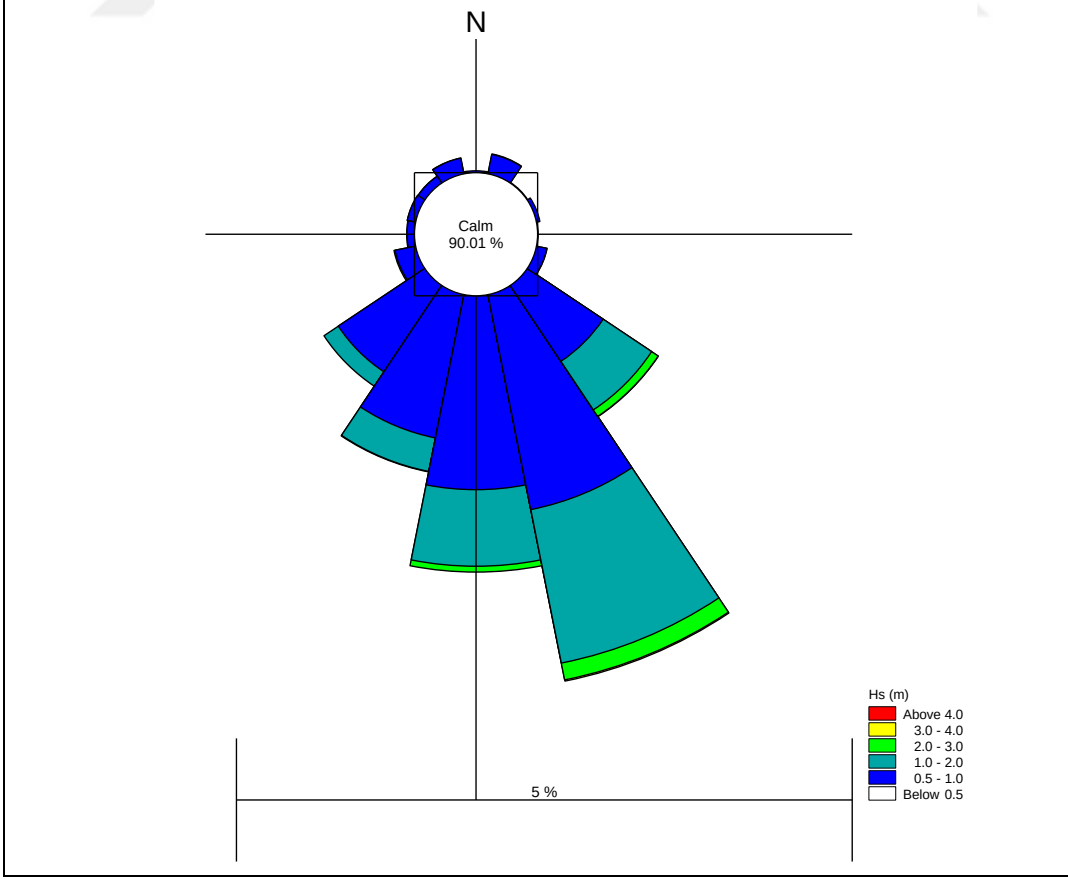
Ege Denizi 34 (37.25 N; 27.40 E)



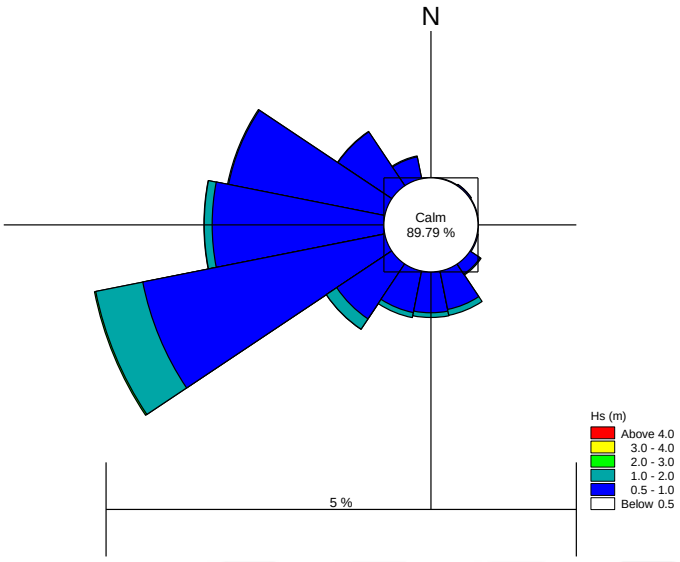
Ege Denizi 35 (37.25 N; 27.10 E)



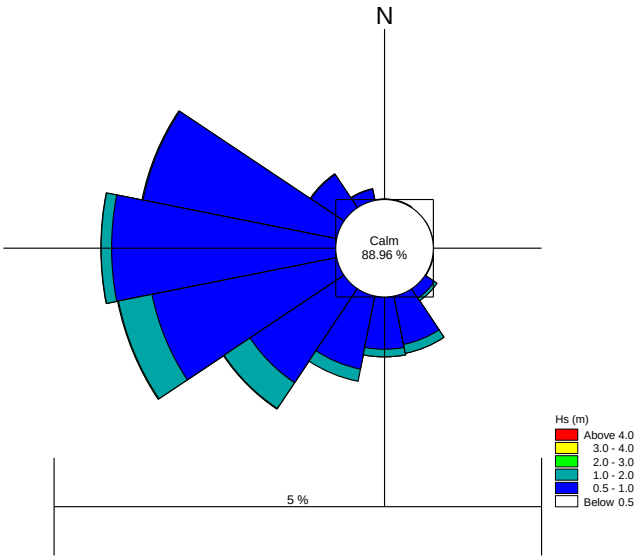
Ege Denizi 36 (37.00 N; 27.40 E)



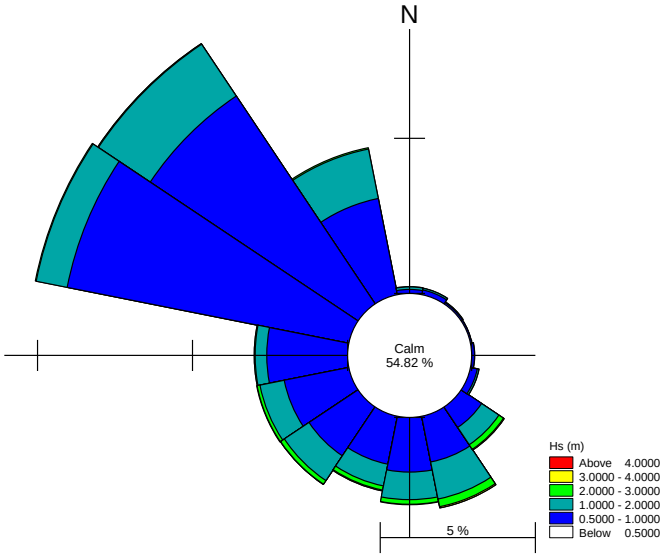
Ege Denizi 37 (37.00 N; 28.00 E)



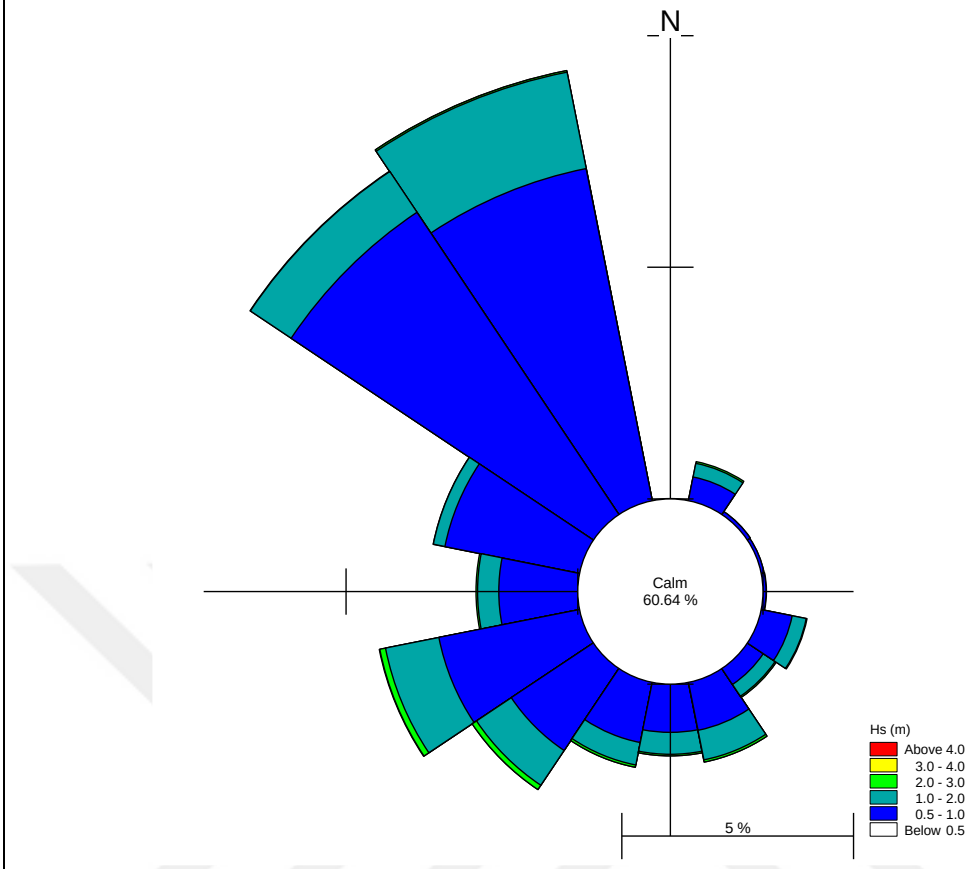
Ege Denizi 38 (36.75 N; 28.00 E)



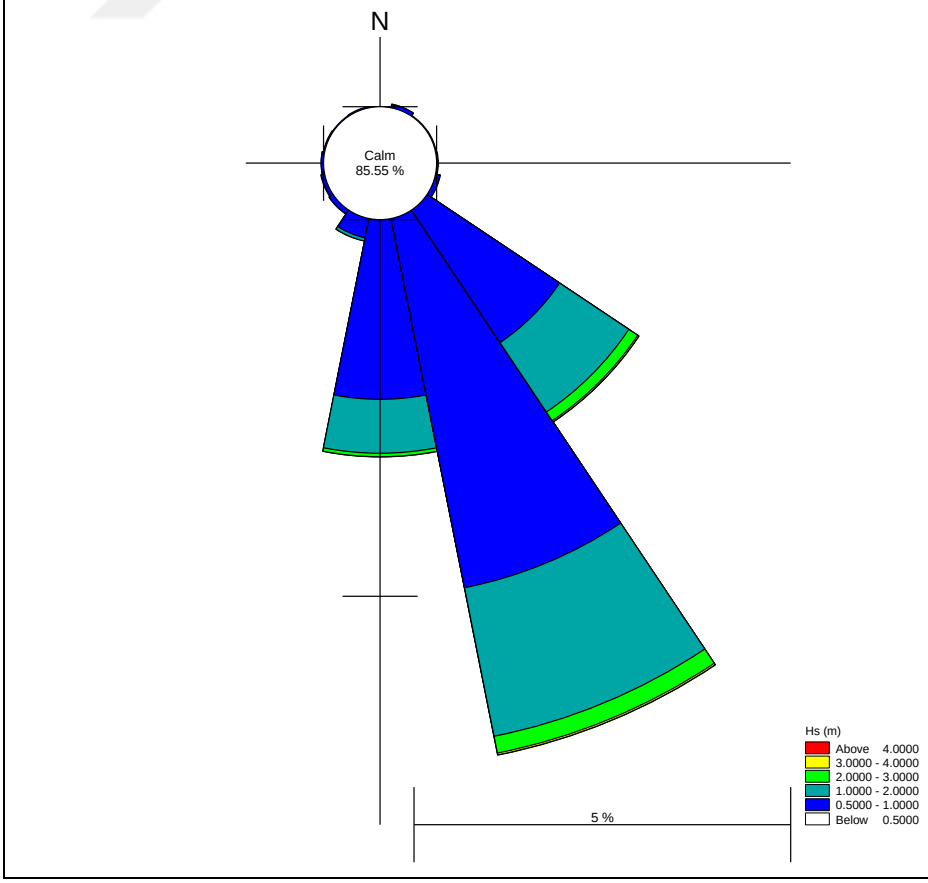
Ege Denizi 39 (36.60 N; 27.60 E)



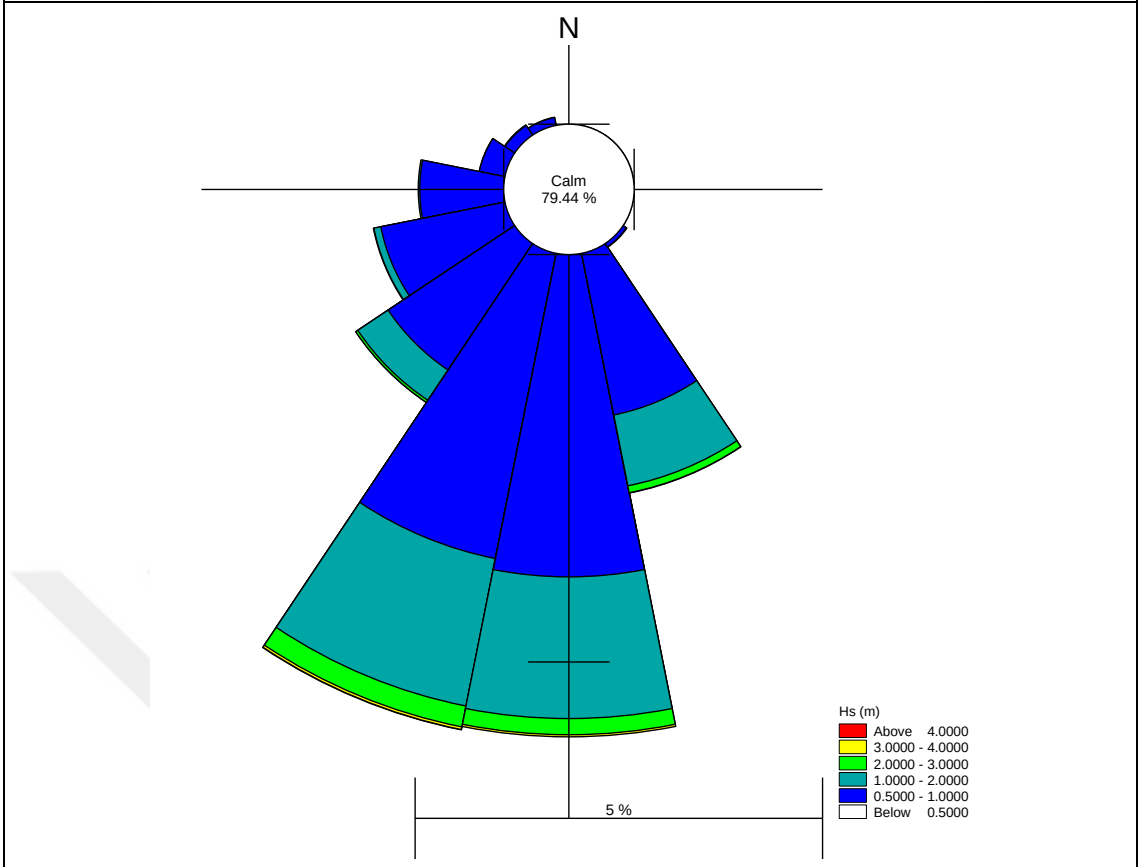
Ege Denizi 40 (36.75 N; 27.40 E)



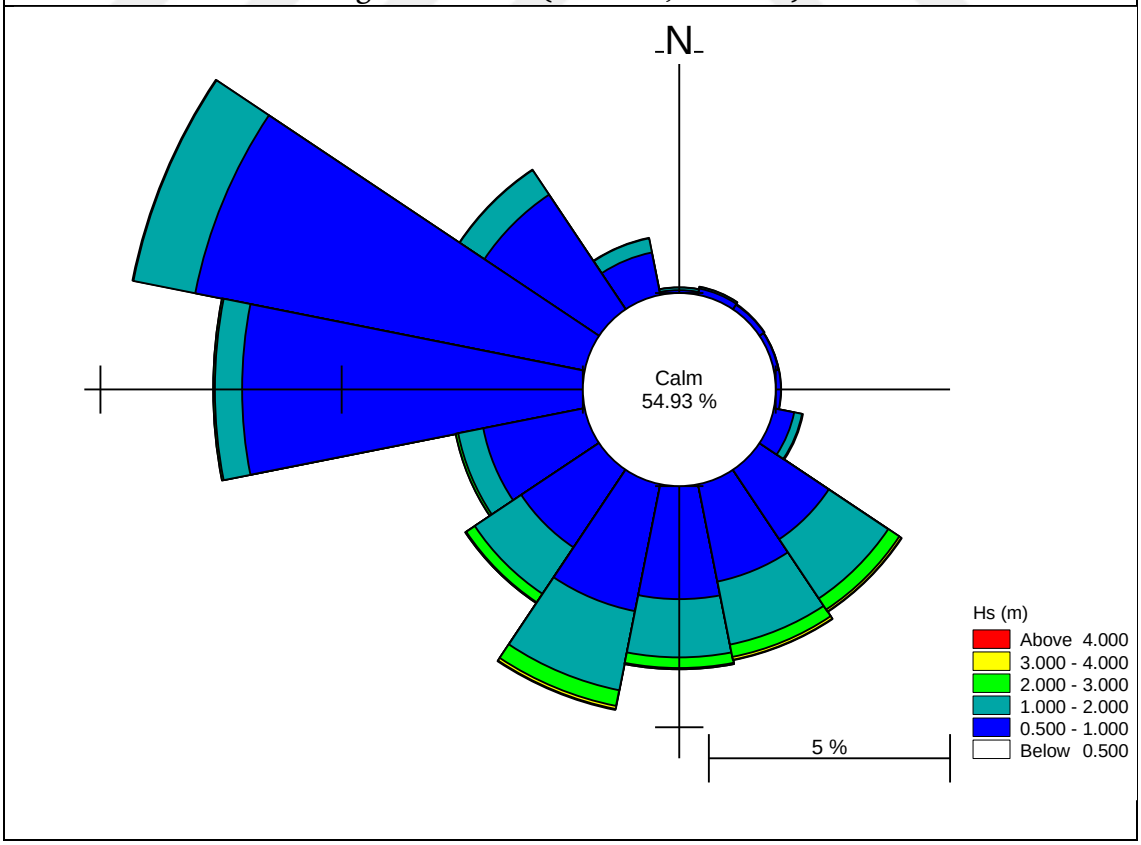
Ege Denizi 41 (36.75 N; 28.30 E)



Ege Denizi 42 (36.75 N; 28.60 E)

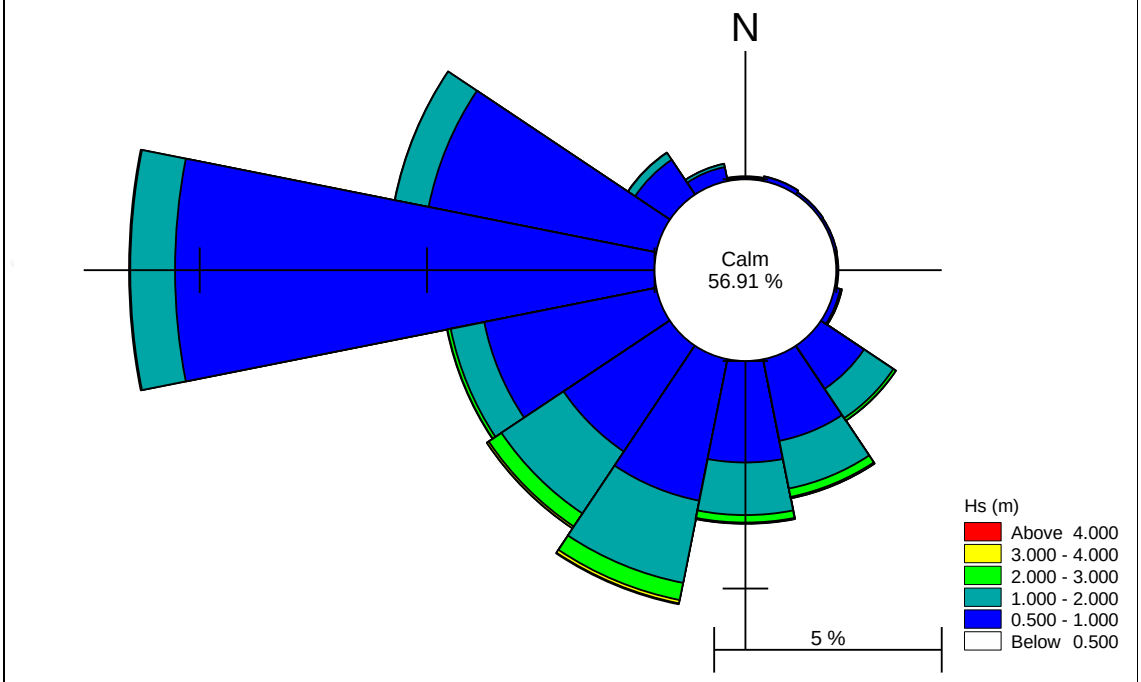


Ege Denizi 43 (36.50 N; 28.60 E)

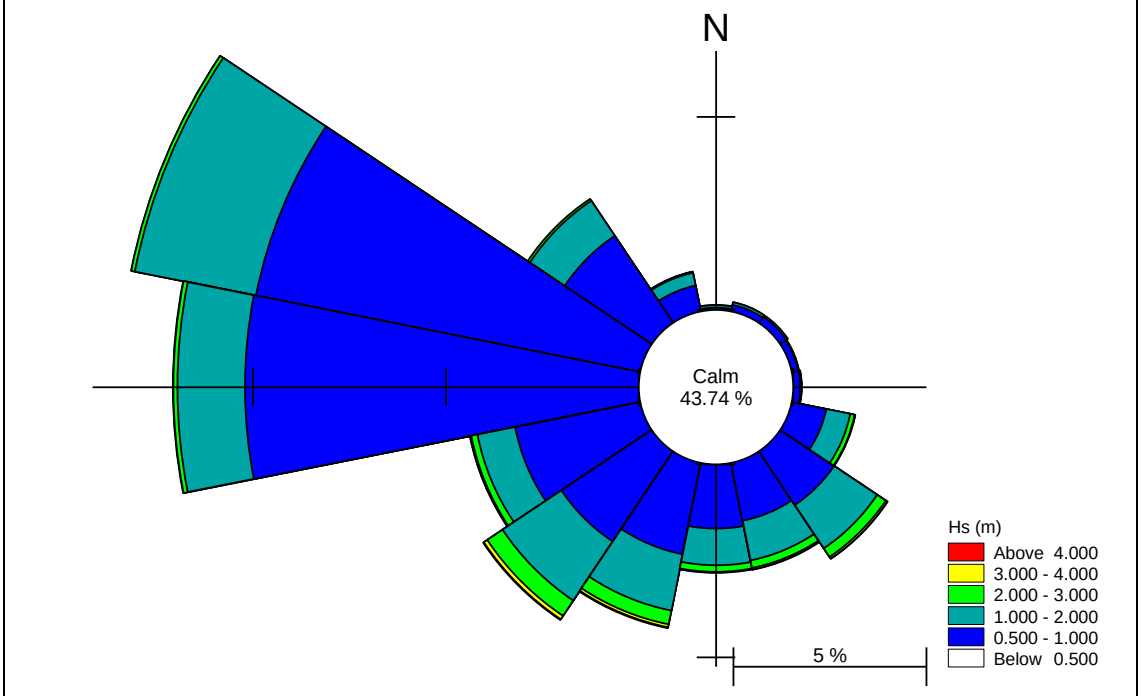


J
AKDENİZ DALGA GÜLLERİ

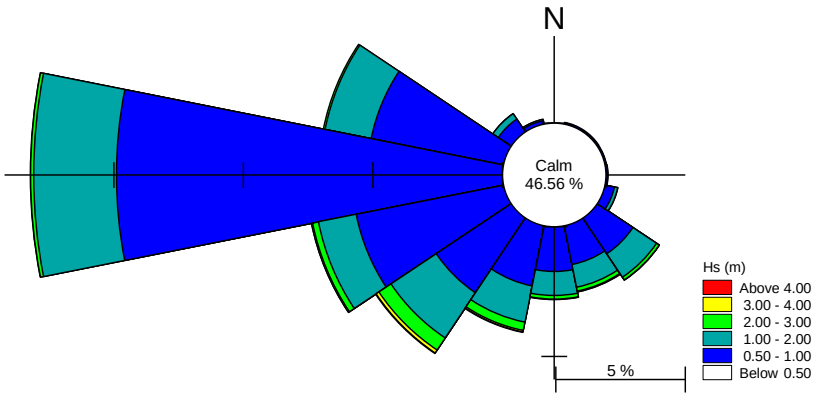
Akdeniz 1 (36.50 N; 28.90 E)



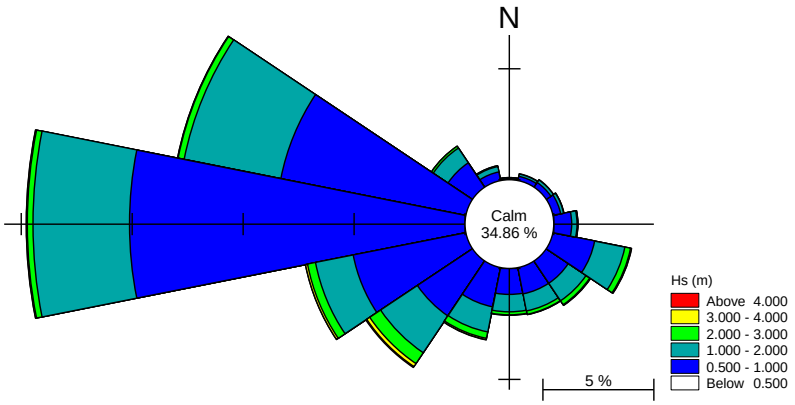
Akdeniz 2 (36.25 N; 28.90 E)



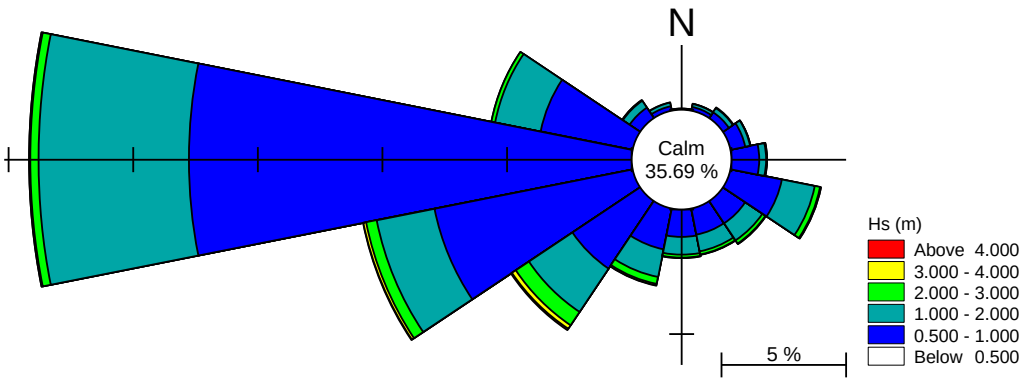
Akdeniz 3 (36.25 N; 29.20 E)



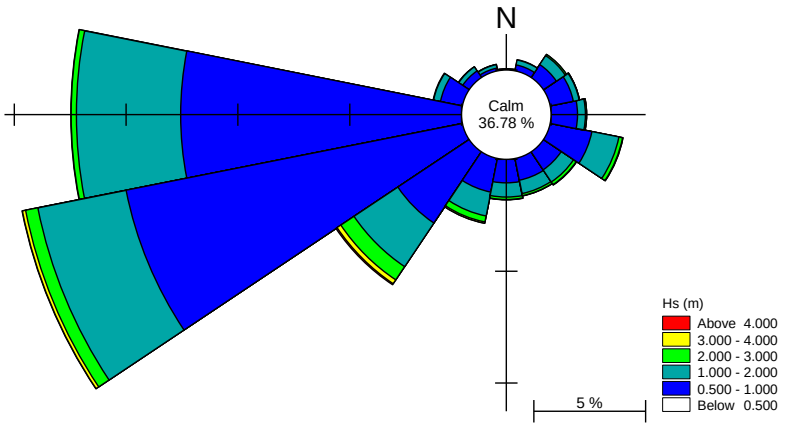
Akdeniz 4 (36.00 N; 29.20 E)



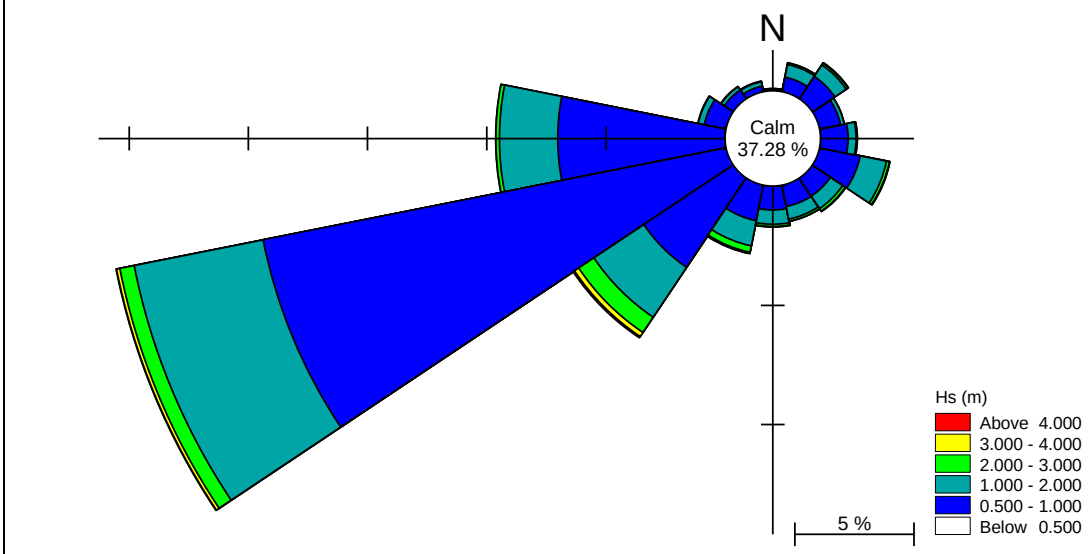
Akdeniz 5 (36.00 N; 29.50 E)



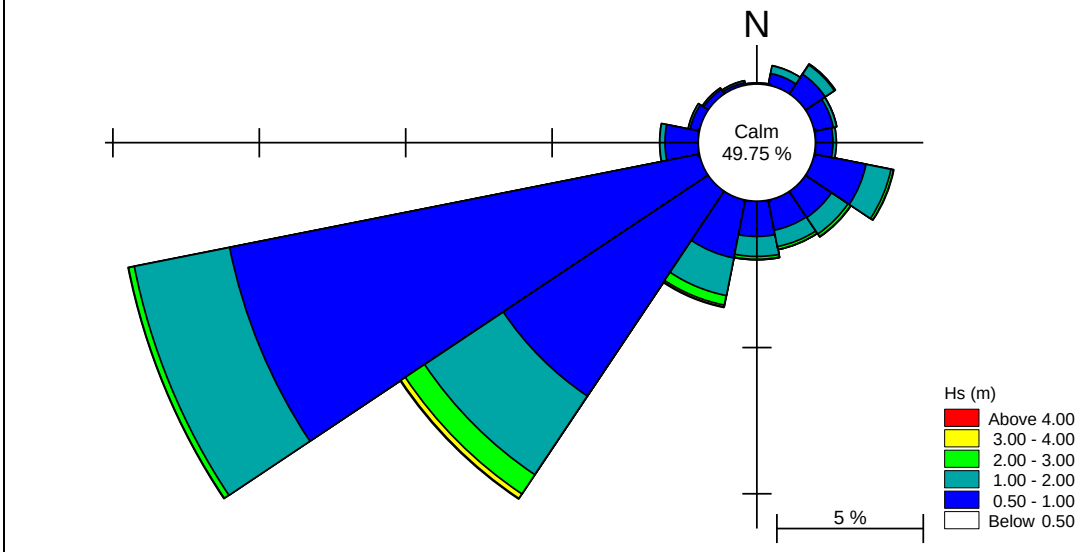
Akdeniz 6 (36.00 N; 29.80 E)



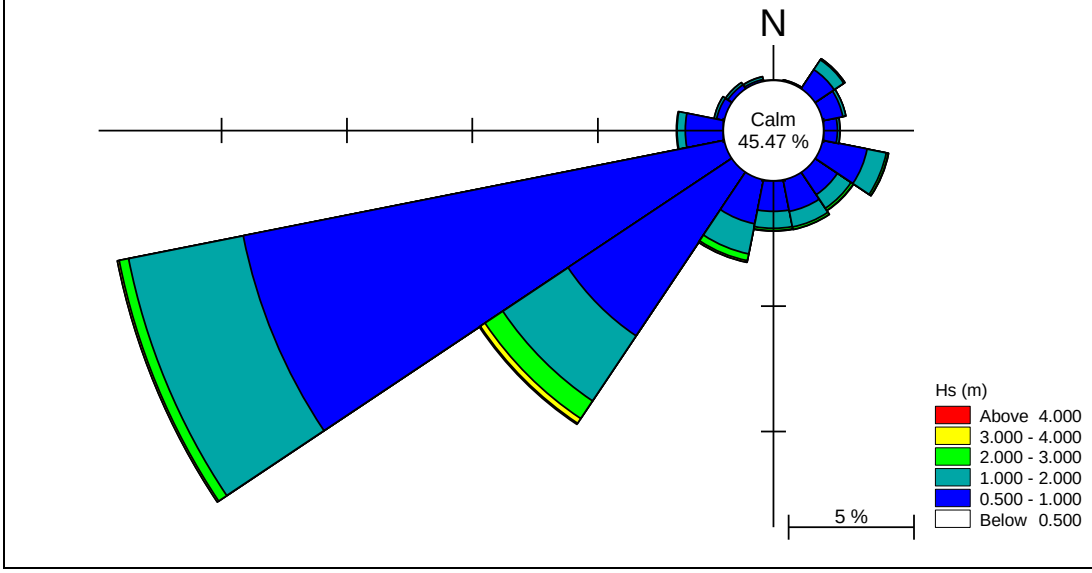
Akdeniz 7 (36.00 N; 30.10 E)



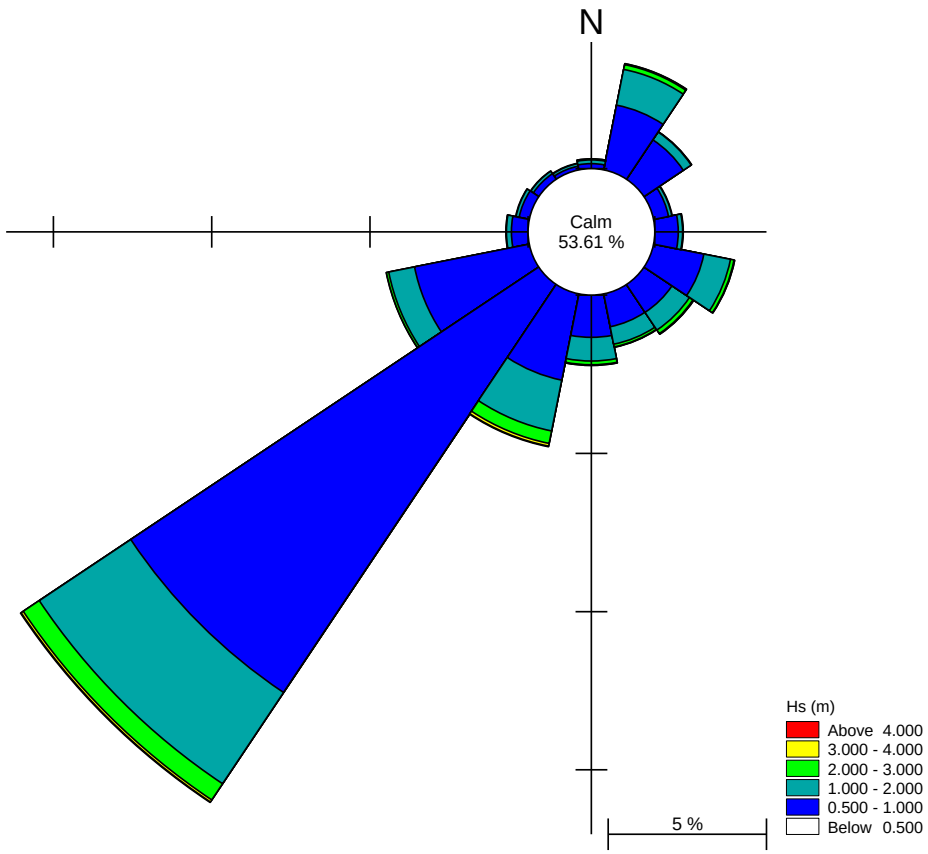
Akdeniz 8 (36.15 N; 30.10 E)



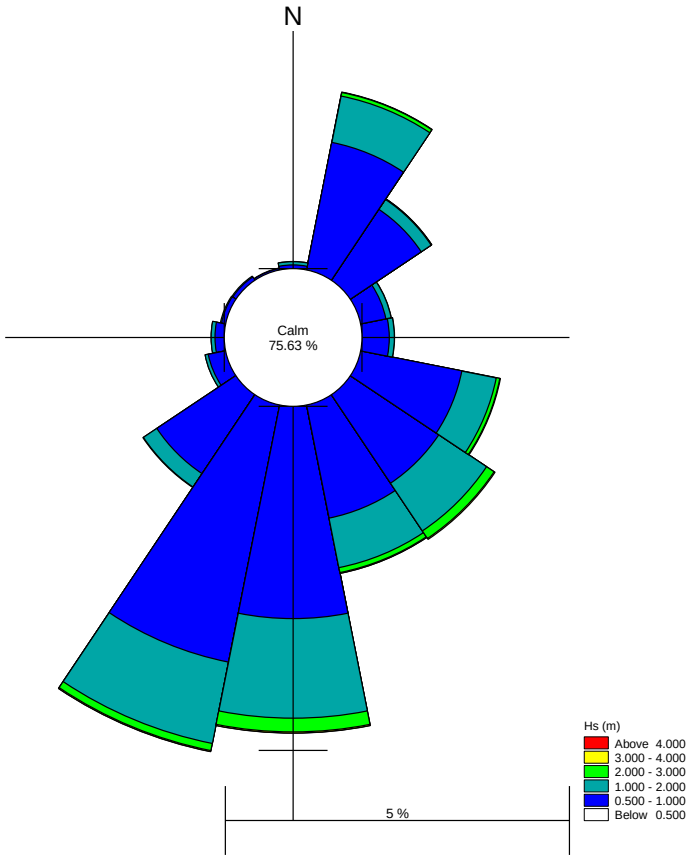
Akdeniz 9 (36.15 N; 30.40 E)



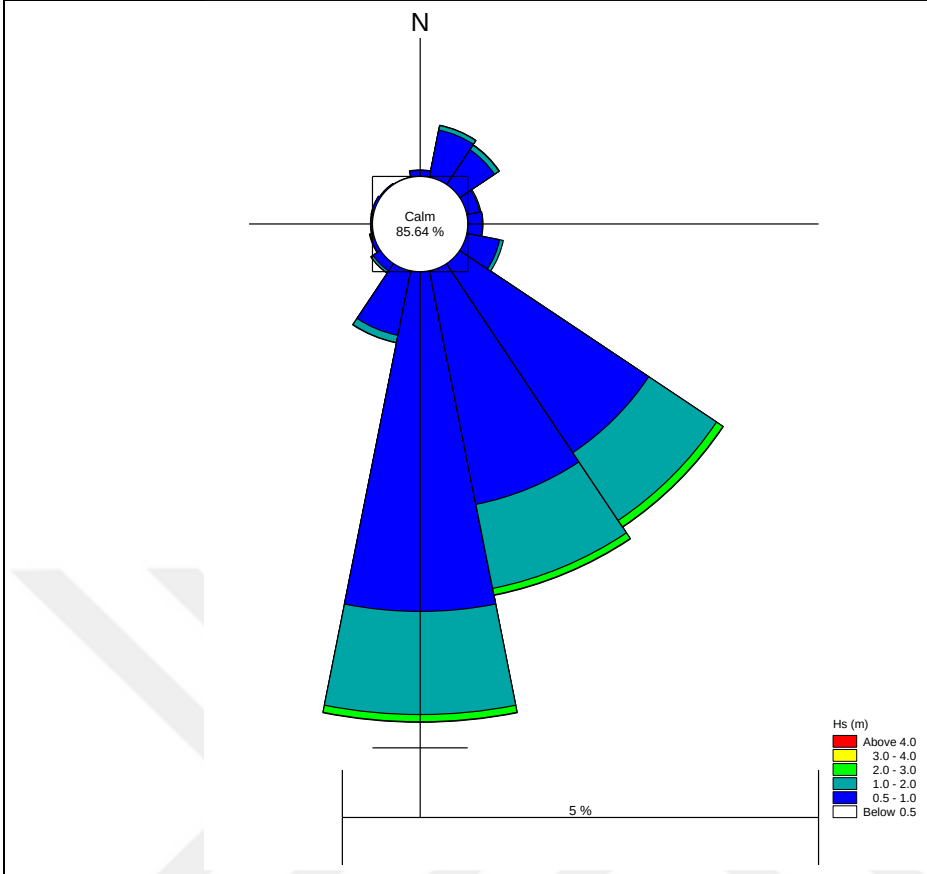
Akdeniz 10 (36.25 N; 30.70 E)



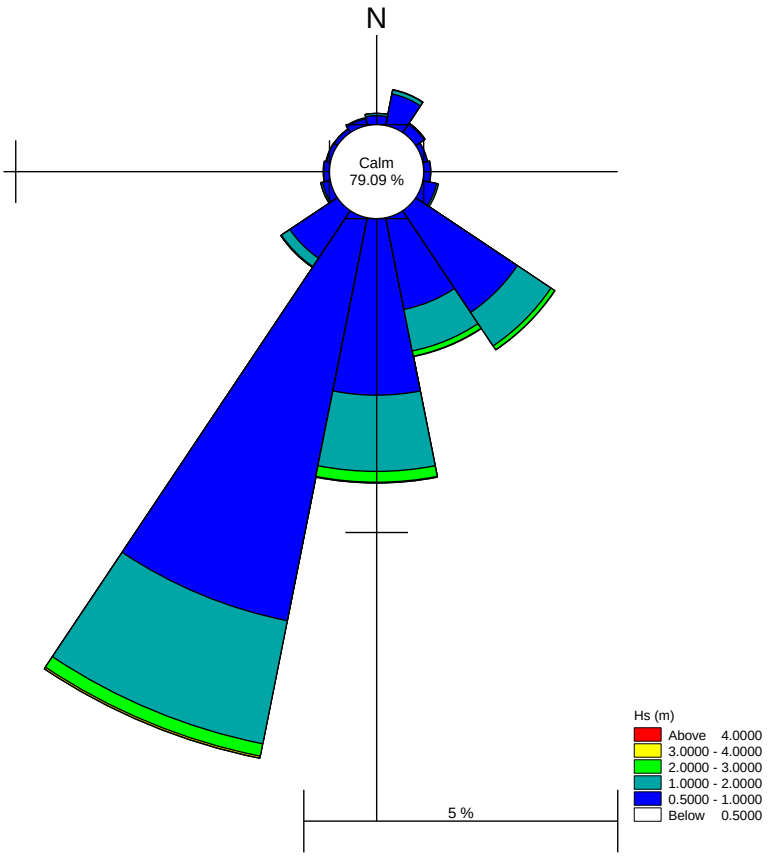
Akdeniz 11 (36.50 N; 30.70 E)



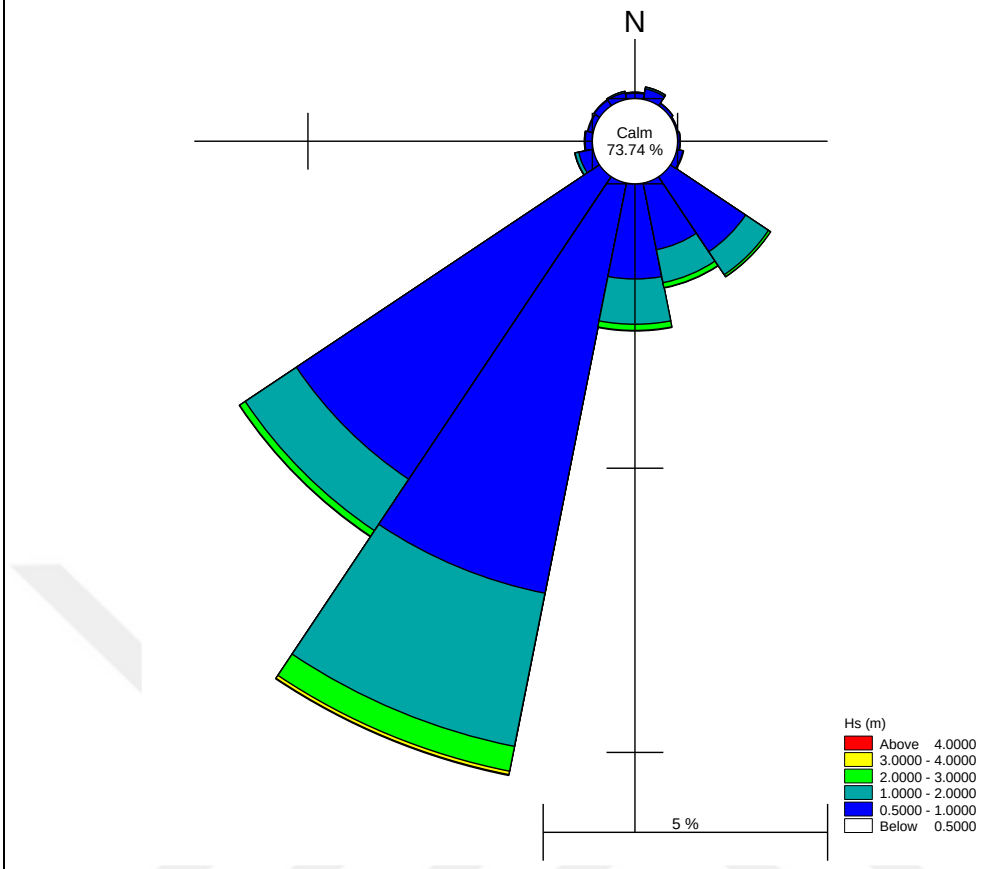
Akdeniz 12 (36.75 N; 30.70 E)



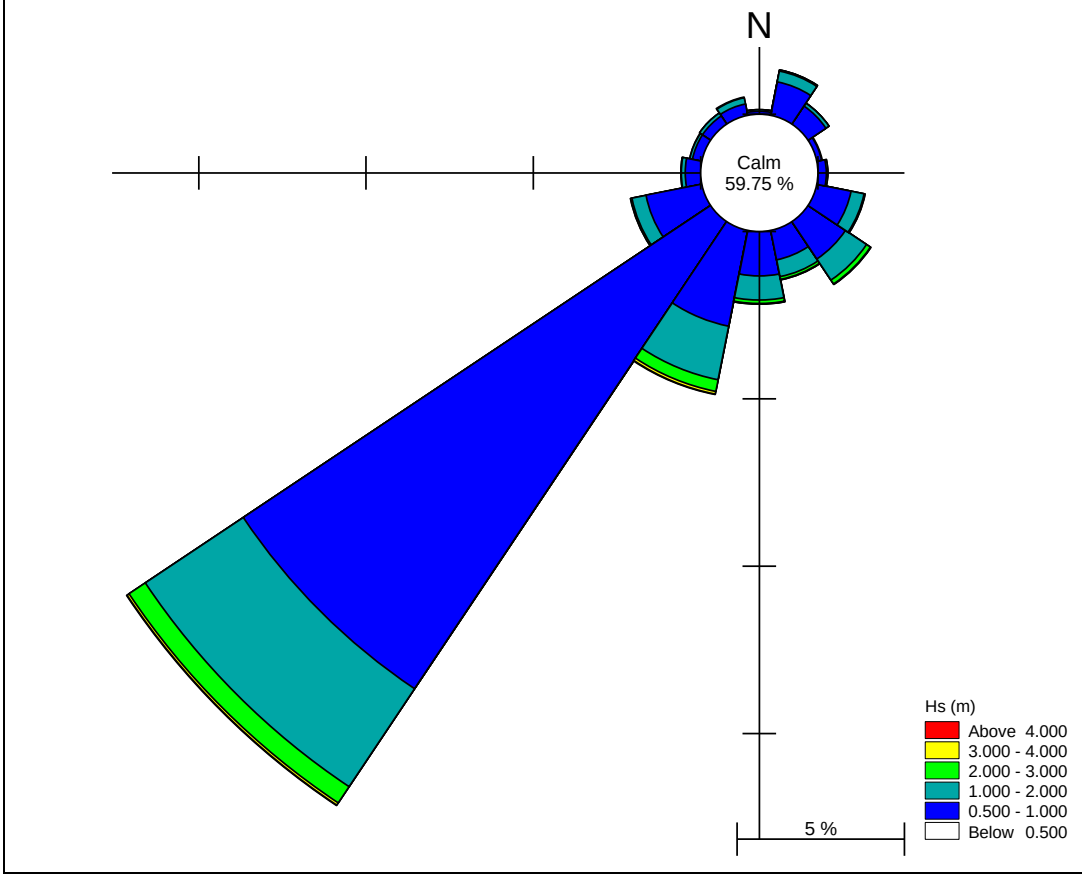
Akdeniz 13 (36.75 N; 31.00 E)



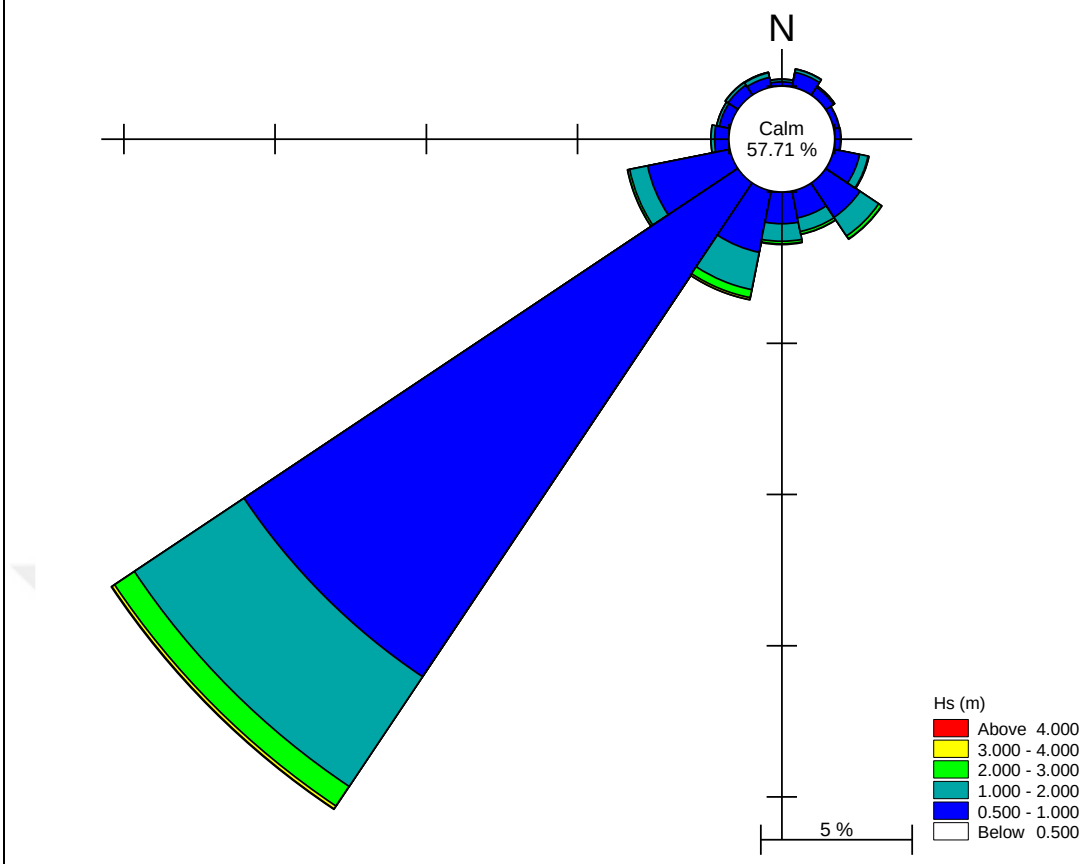
Akdeniz 14 (36.75 N; 31.30 E)



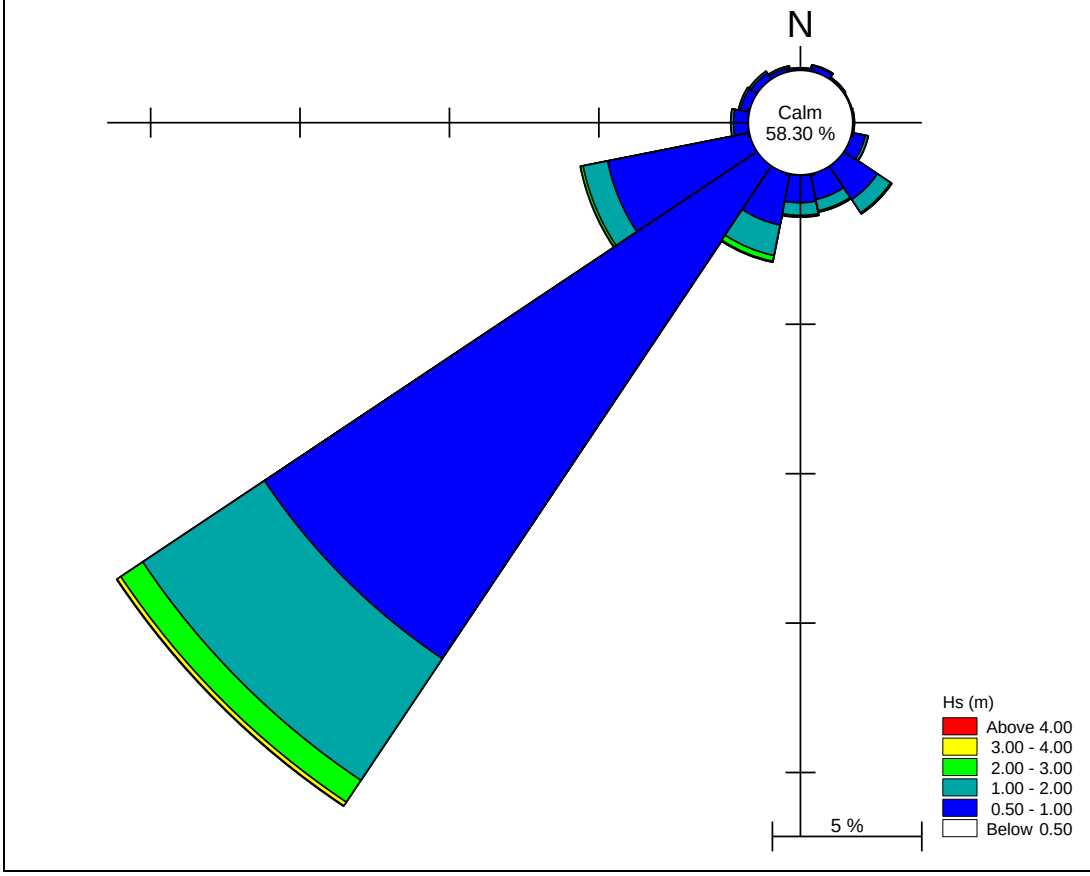
Akdeniz 15 (36.50 N; 31.30 E)



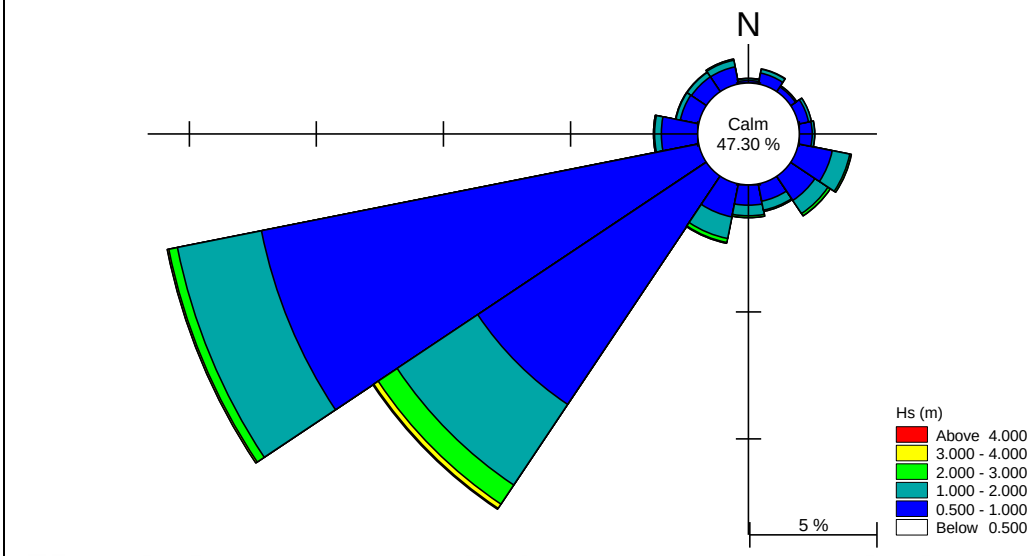
Akdeniz 16 (36.50 N; 31.60 E)



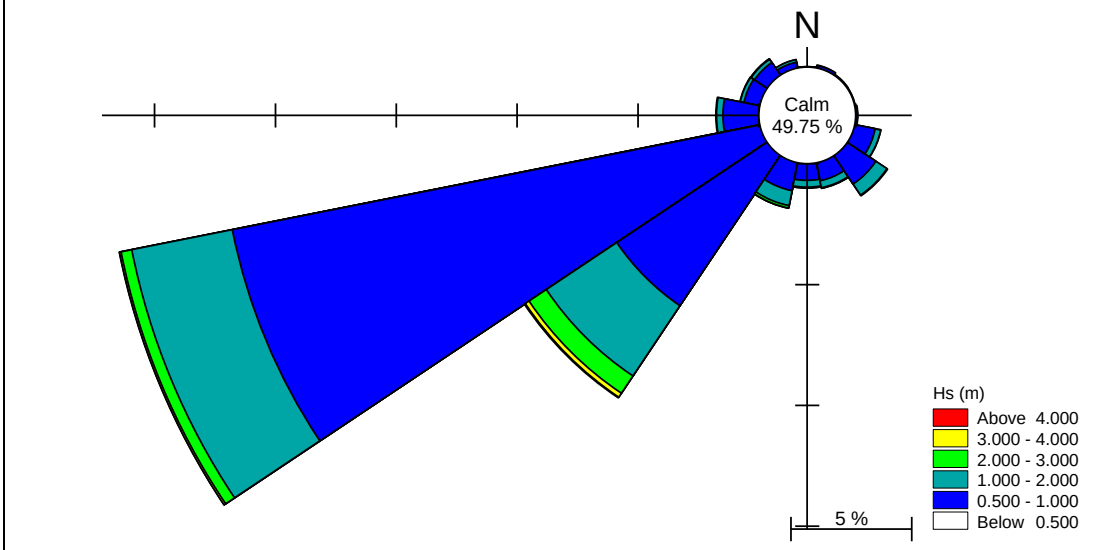
Akdeniz 17 (36.50 N; 31.90 E)



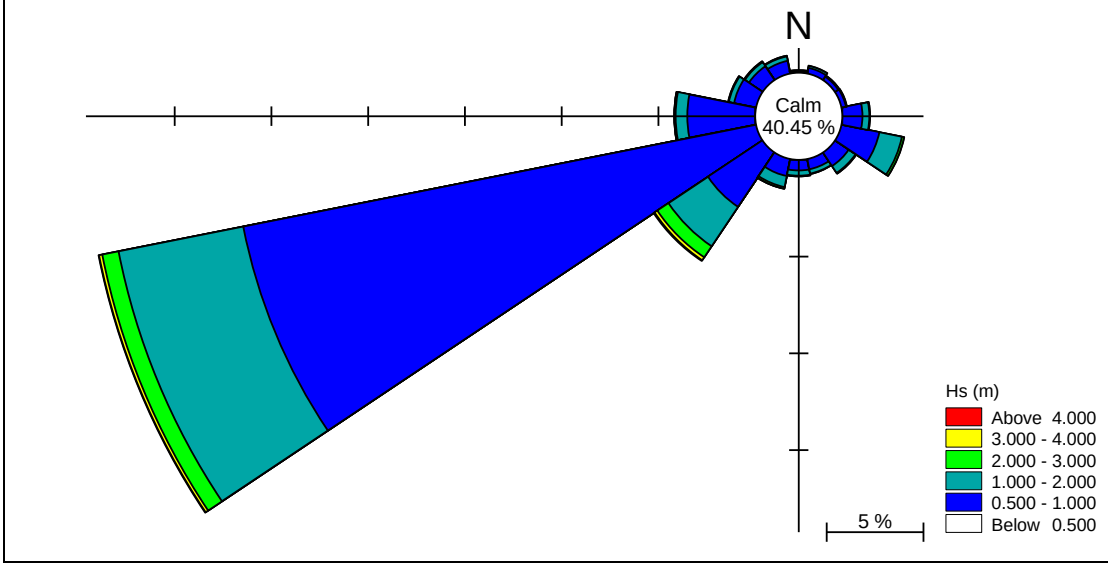
Akdeniz 18 (36.25 N; 31.90 E)



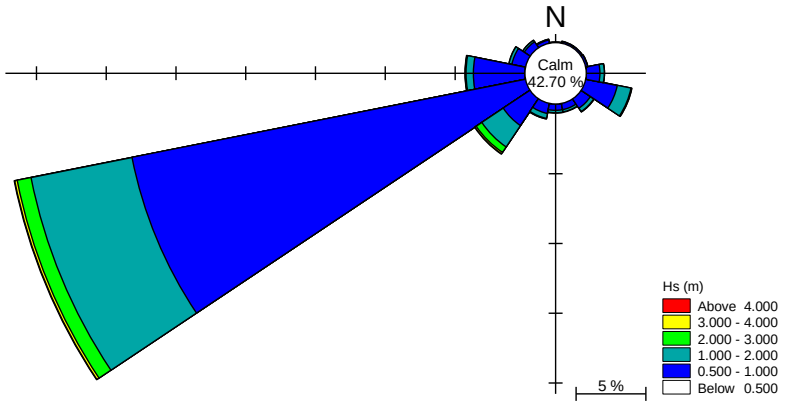
Akdeniz 19 (36.25 N; 32.20 E)



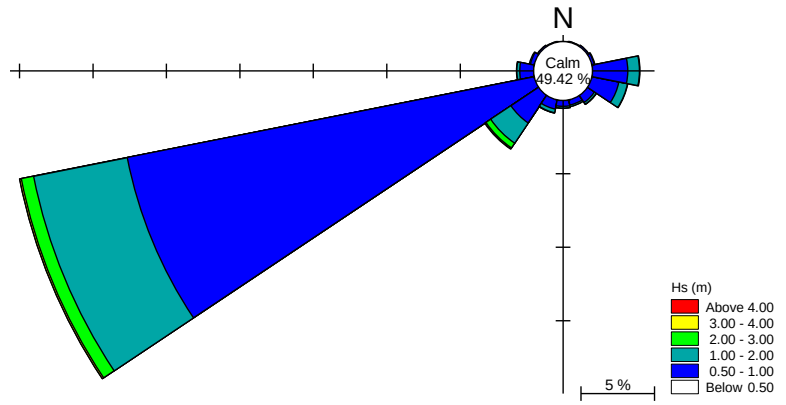
Akdeniz 20 (36.00 N; 32.20 E)



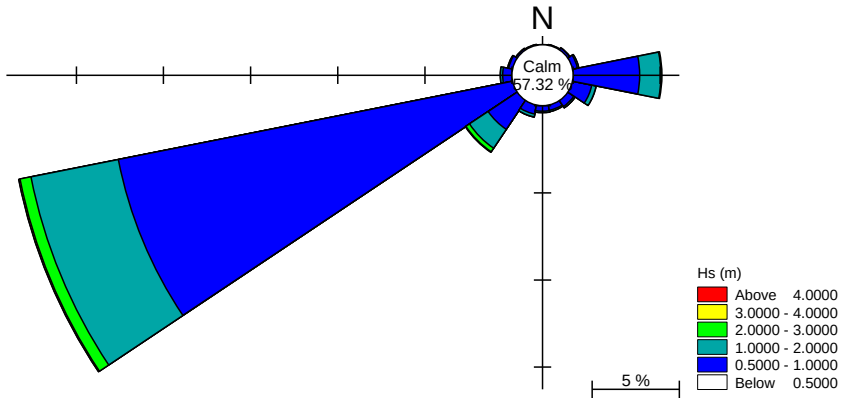
Akdeniz 21 (36.00 N; 32.50 E)



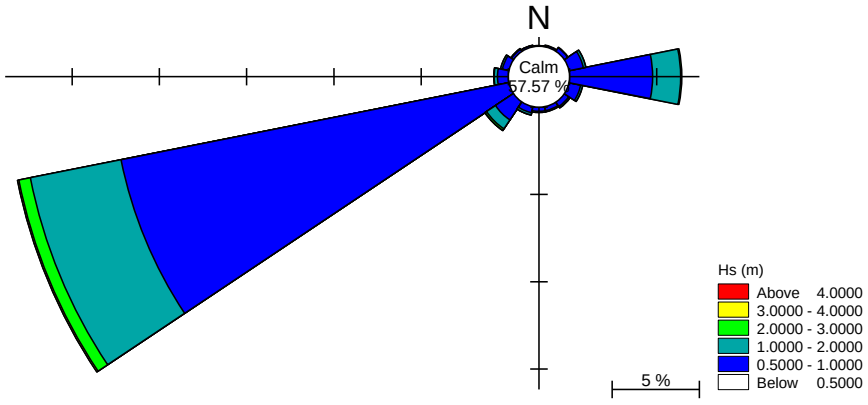
Akdeniz 22 (36.00 N; 32.80 E)



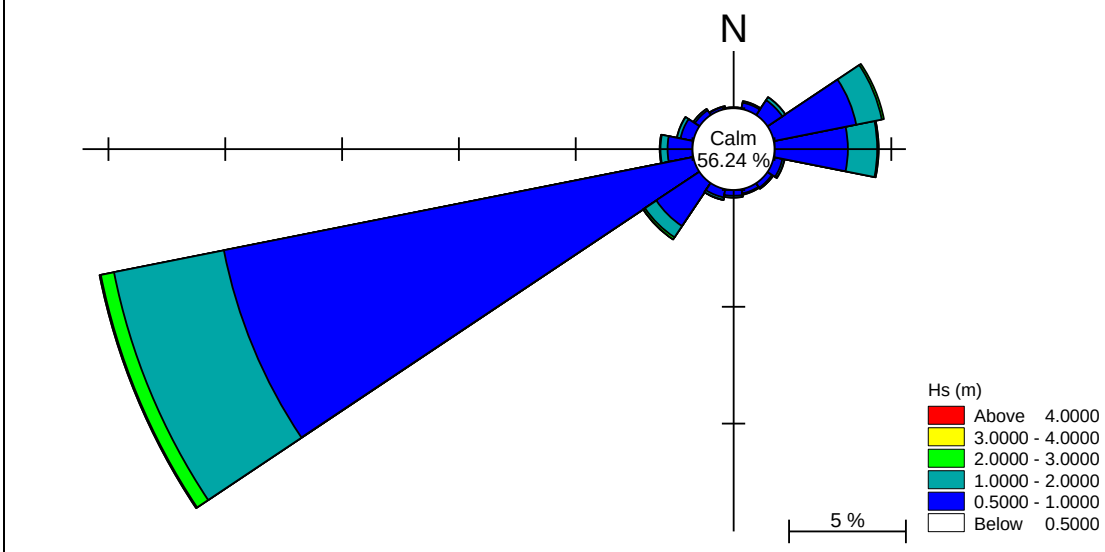
Akdeniz 23 (36.00 N; 33.10 E)



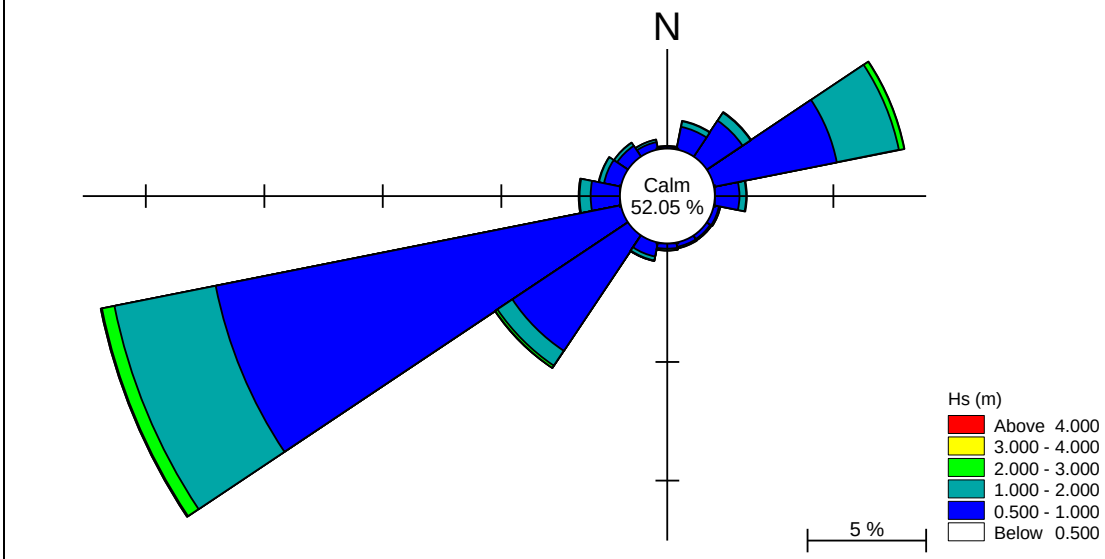
Akdeniz 24 (36.00 N; 33.40 E)



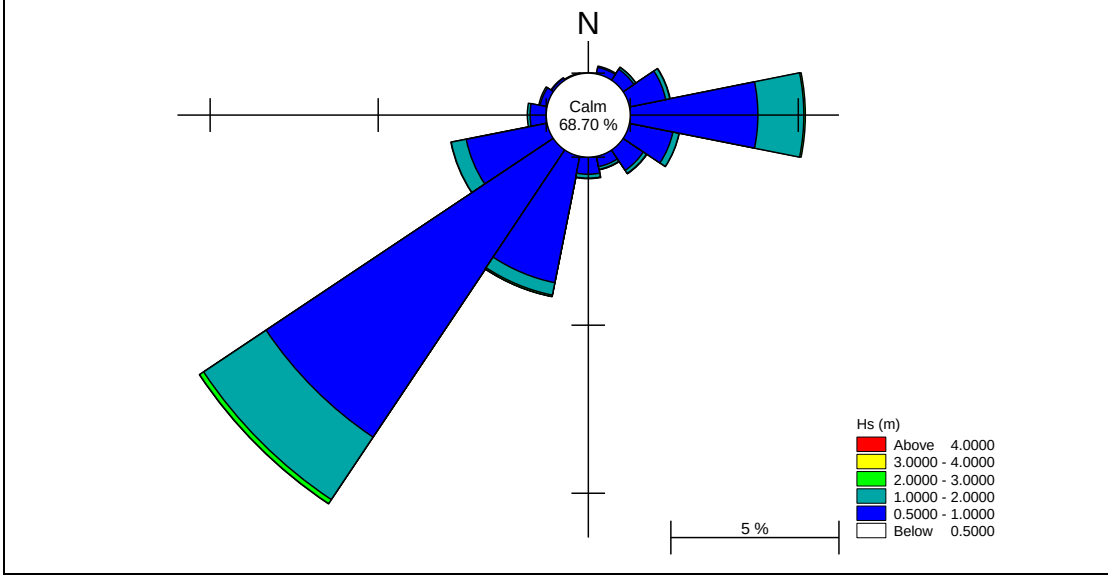
Akdeniz 25 (36.00 N; 33.70 E)



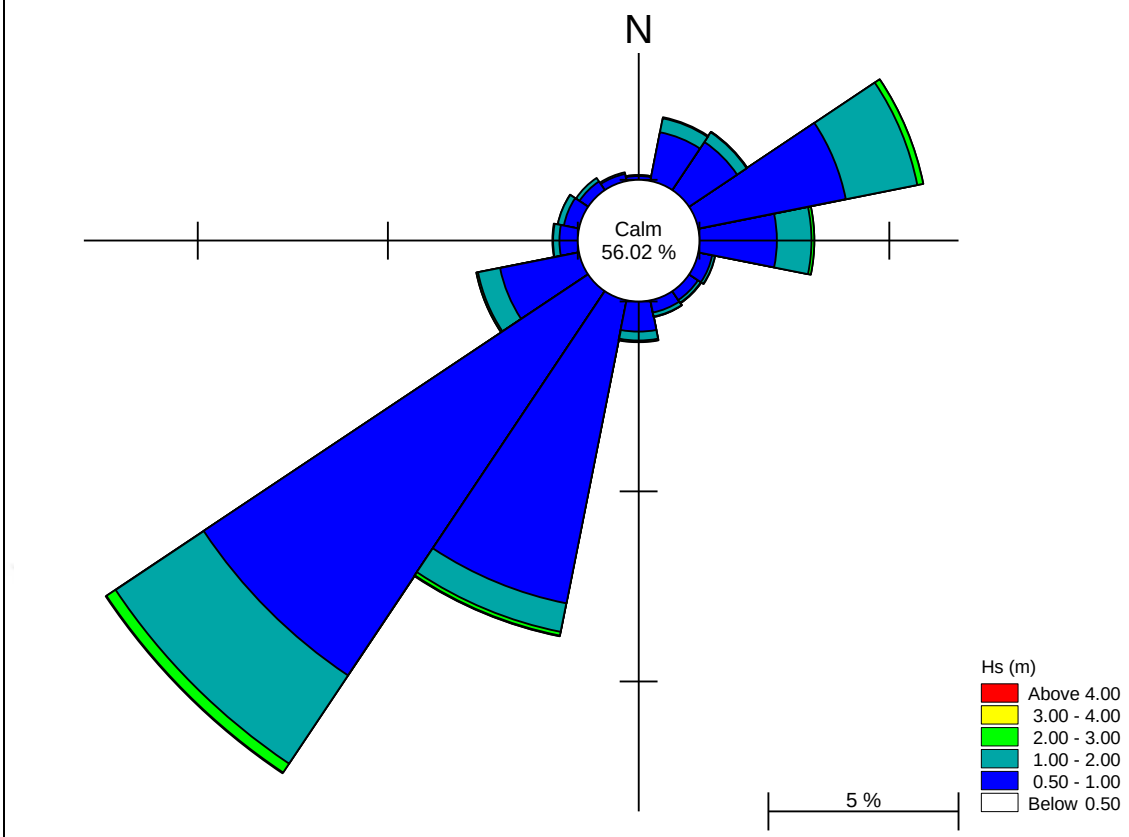
Akdeniz 26 (36.00 N; 34.00 E)



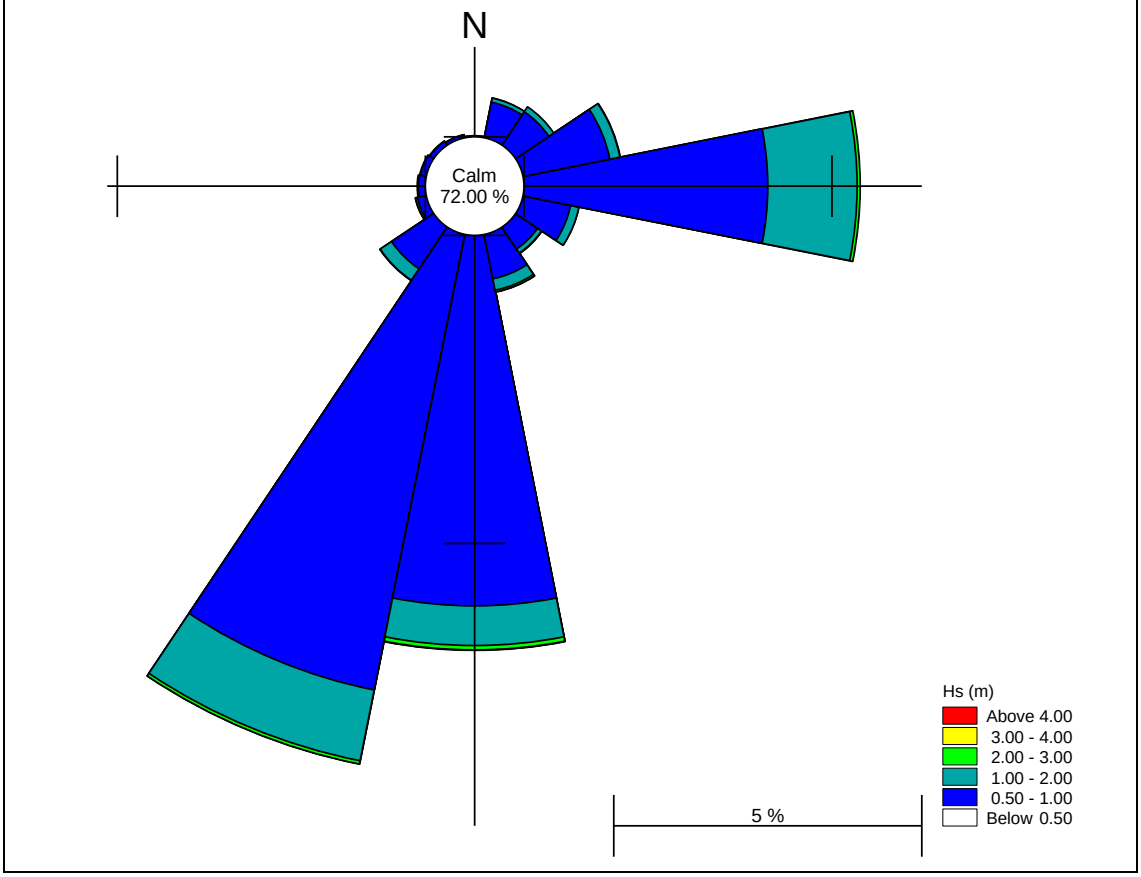
Akdeniz 27 (36.25 N; 34.00 E)



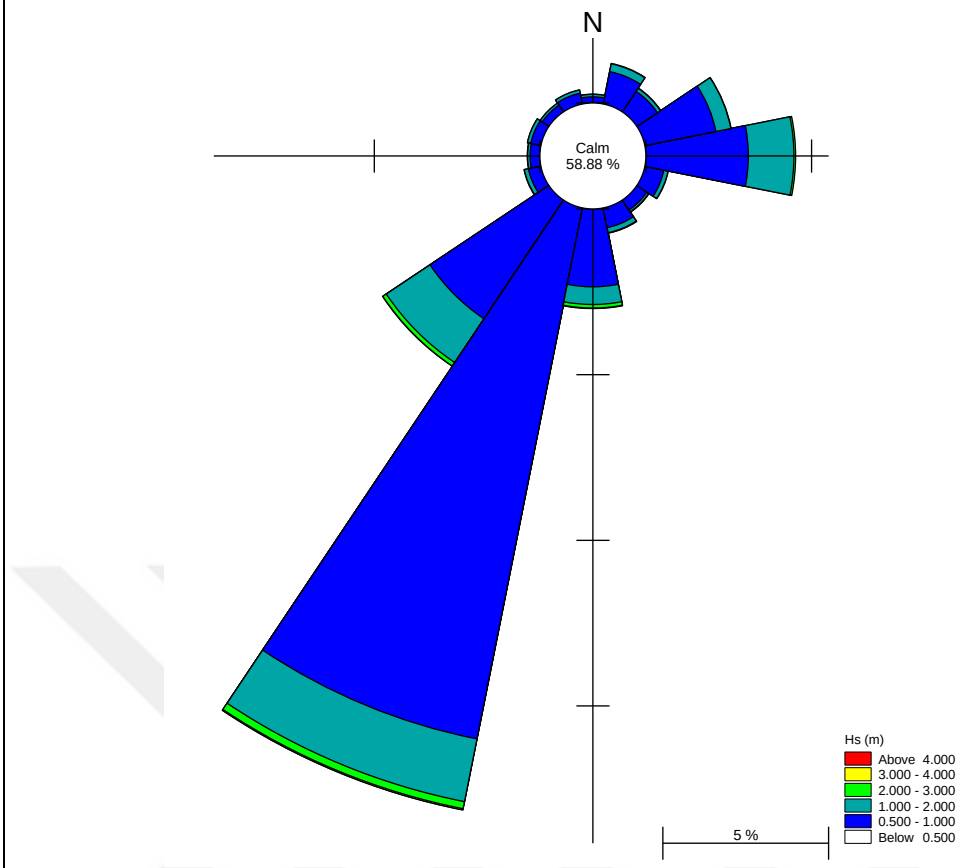
Akdeniz 28 (36.25 N; 34.30 E)



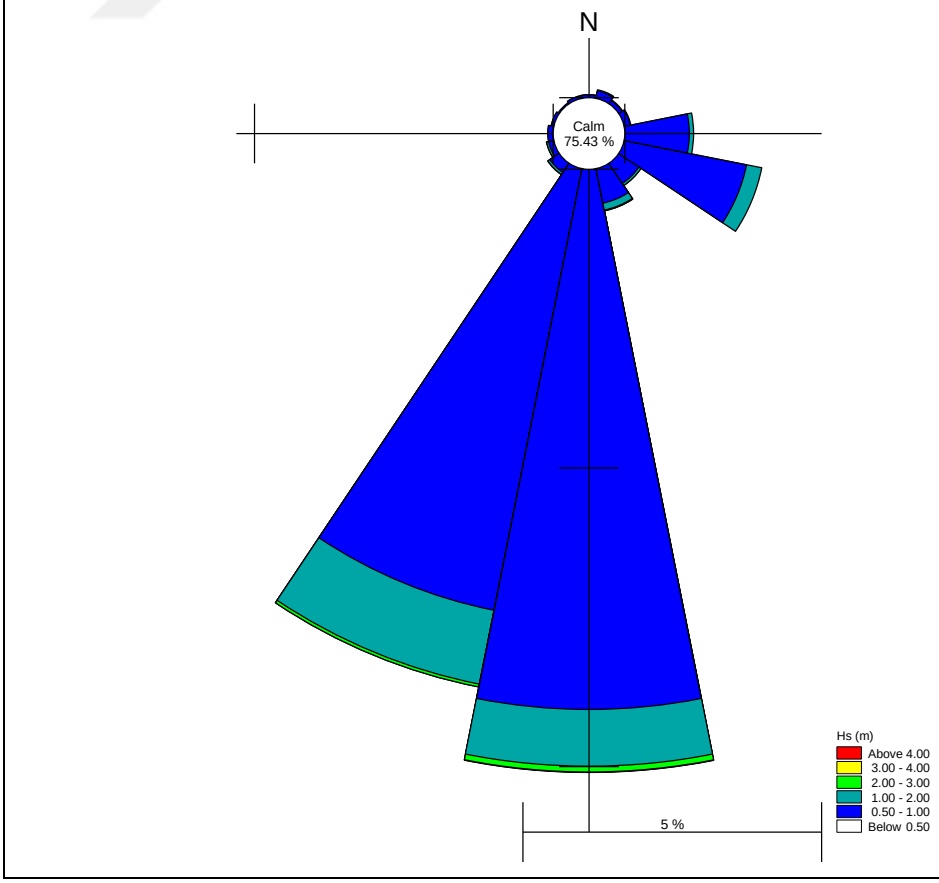
Akdeniz 29 (36.50 N; 34.30 E)



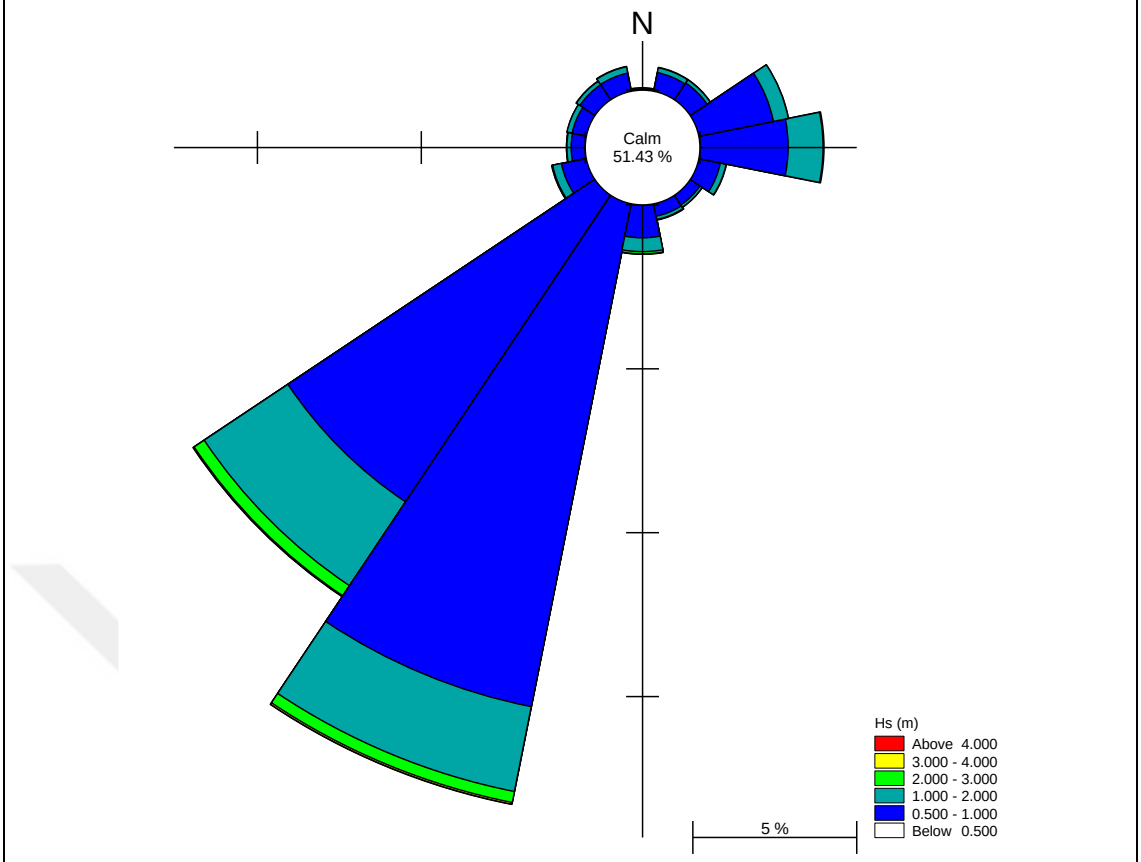
Akdeniz 30 (36.50 N; 34.60 E)



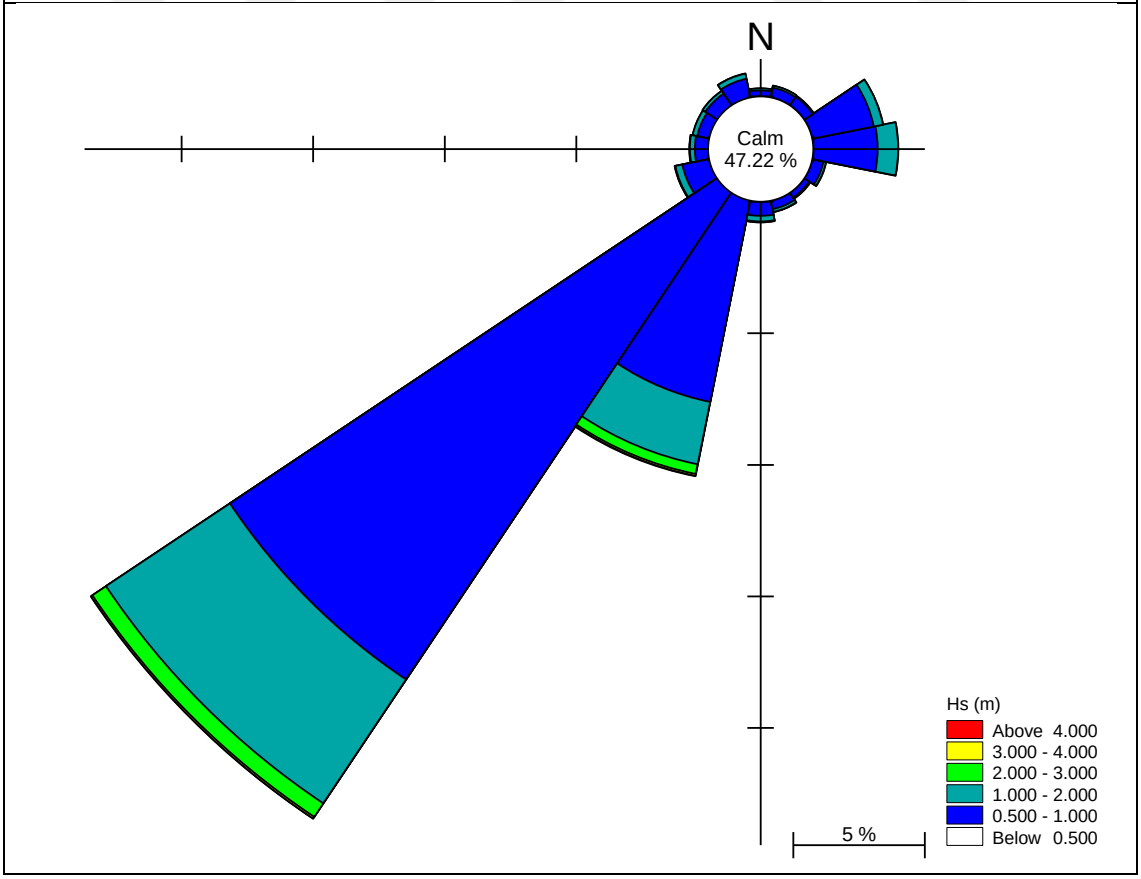
Akdeniz 31 (36.75 N; 34.60 E)



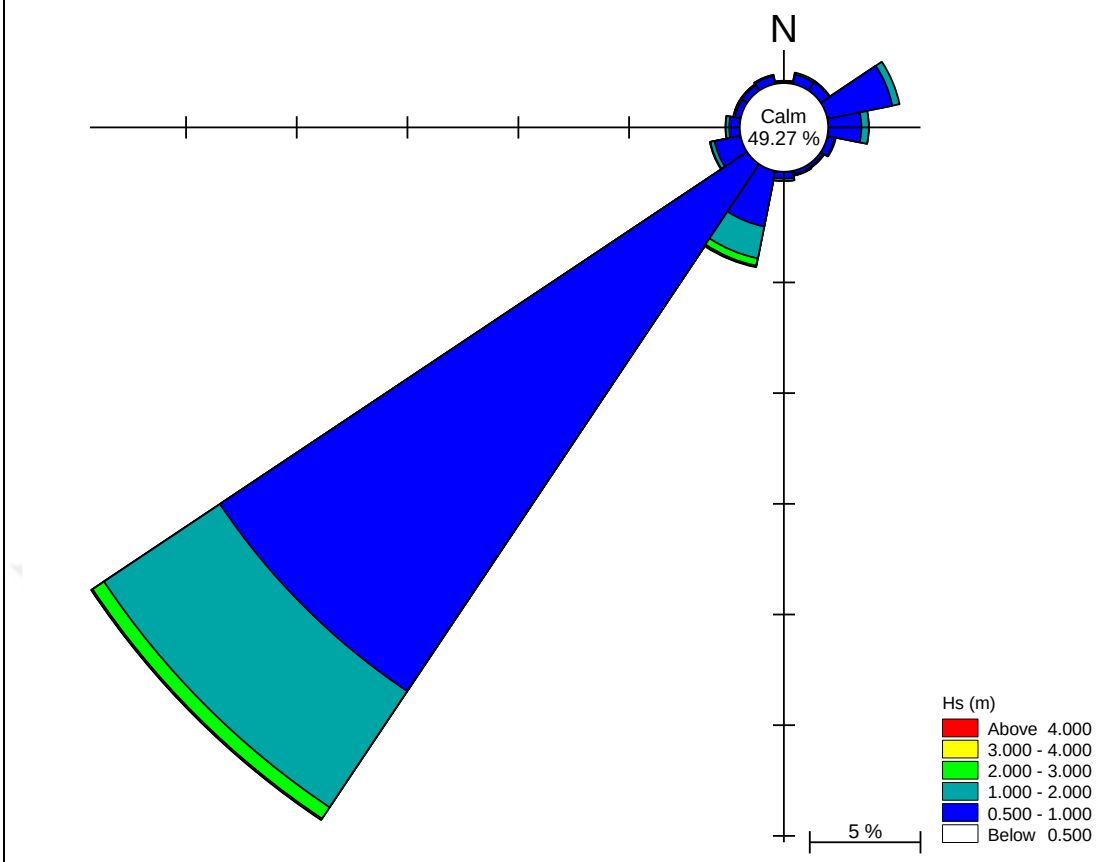
Akdeniz 32 (36.50 N; 34.90 E)



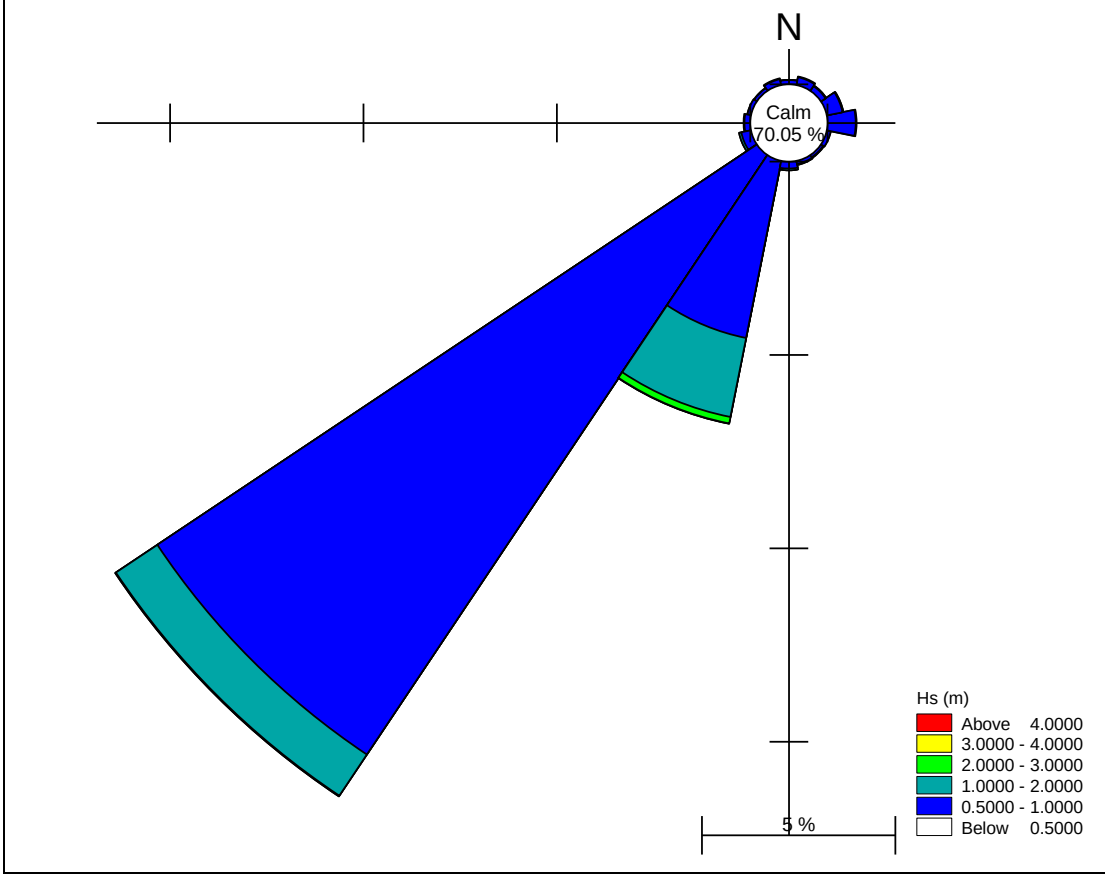
Akdeniz 33 (36.50 N; 35.20 E)



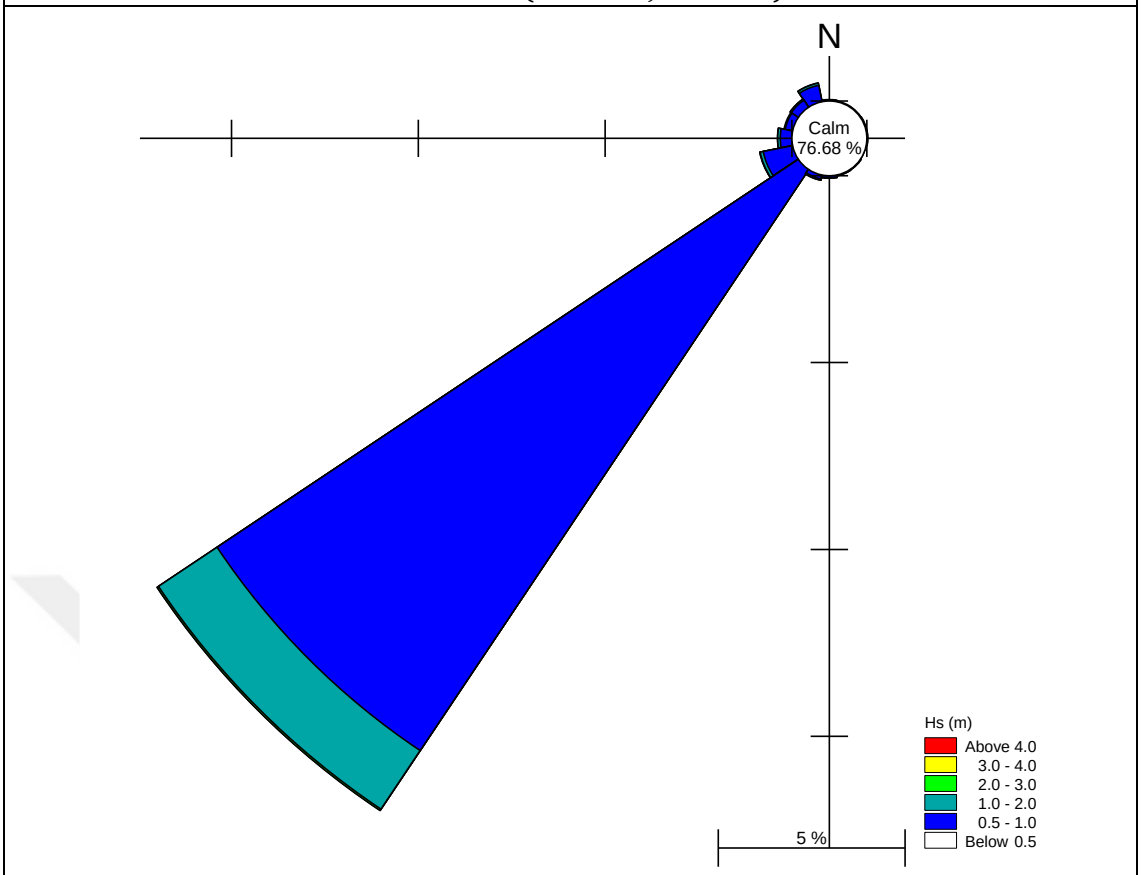
Akdeniz 34 (36.50 N; 35.50 E)



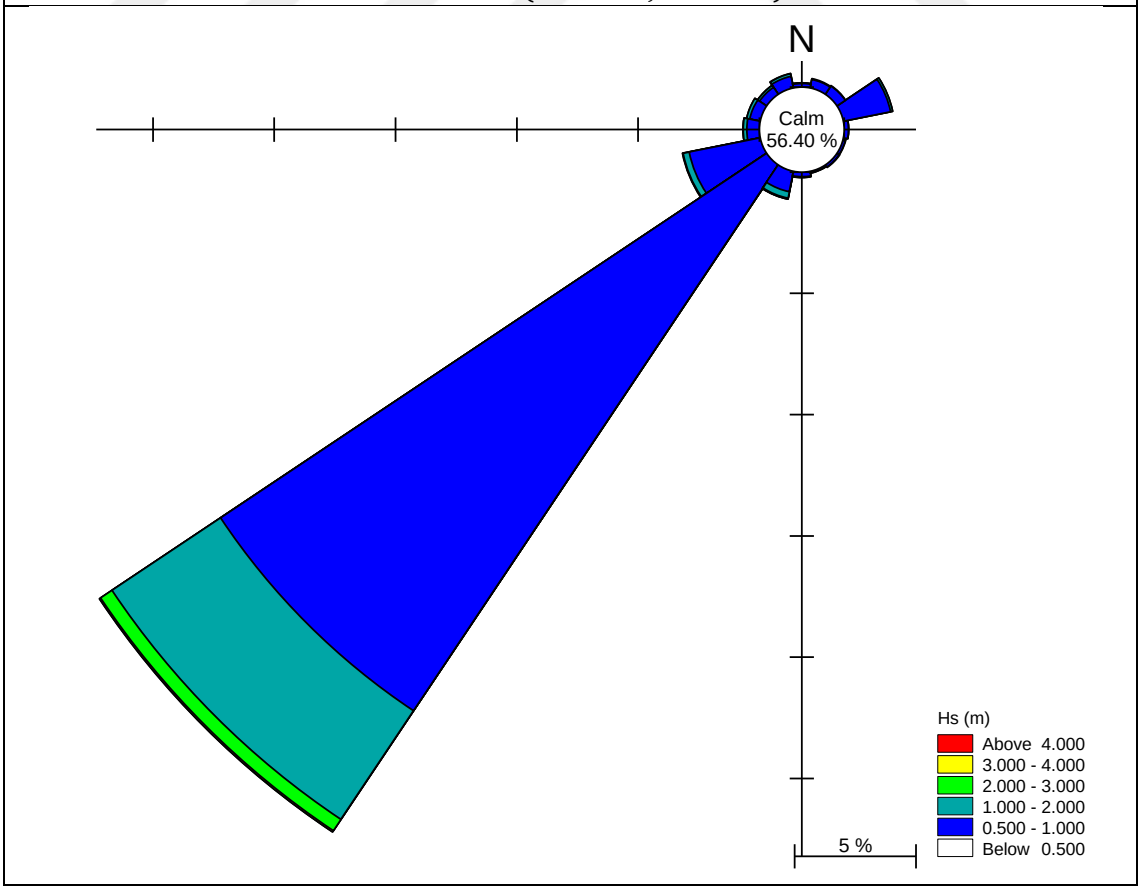
Akdeniz 35 (36.75 N; 35.80 E)



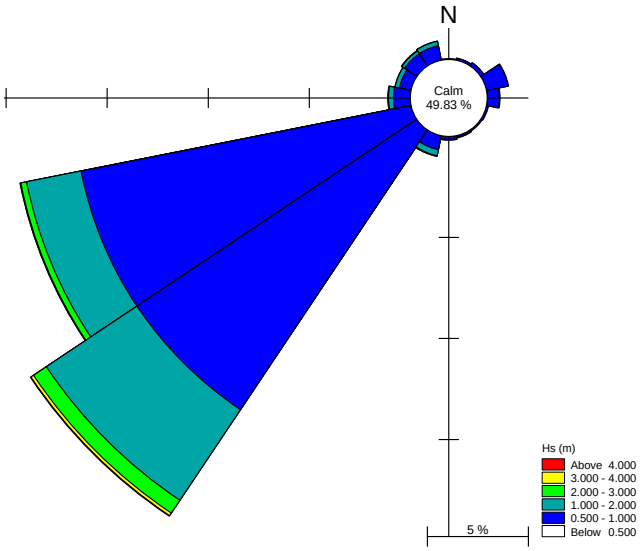
Akdeniz 36 (36.75 N; 36.10 E)



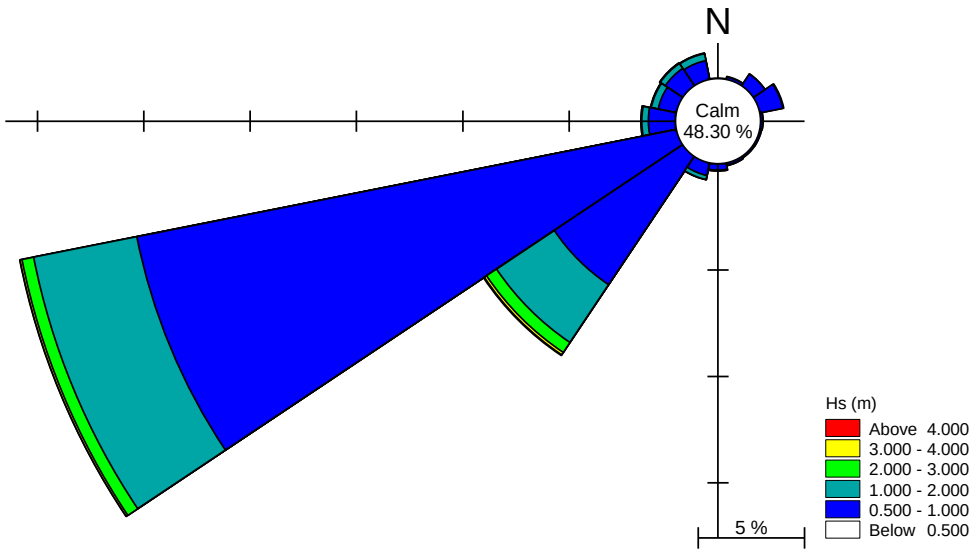
Akdeniz 37 (36.50 N; 35.80 E)



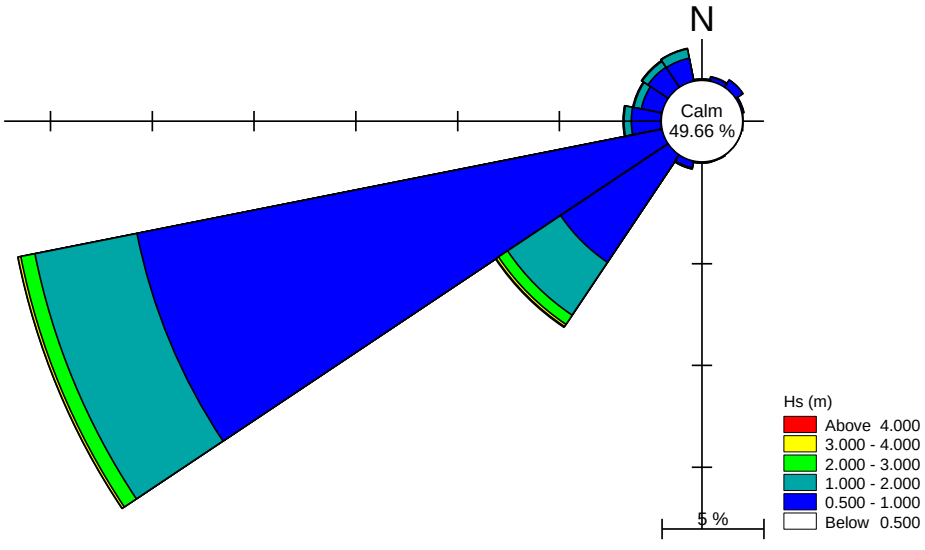
Akdeniz 38 (36.25 N; 35.80 E)



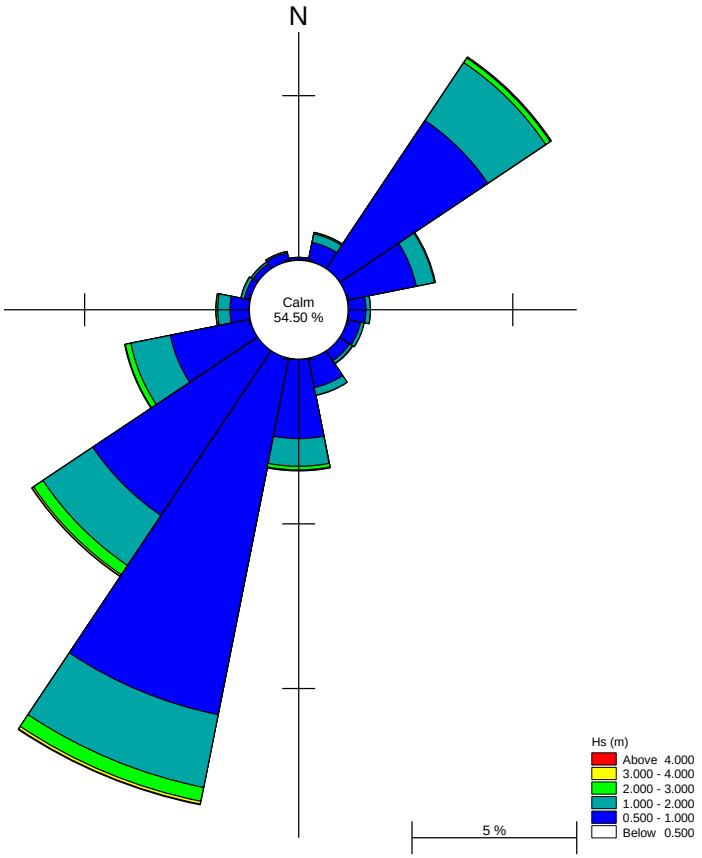
Akdeniz 39 (36.00 N; 35.80 E)



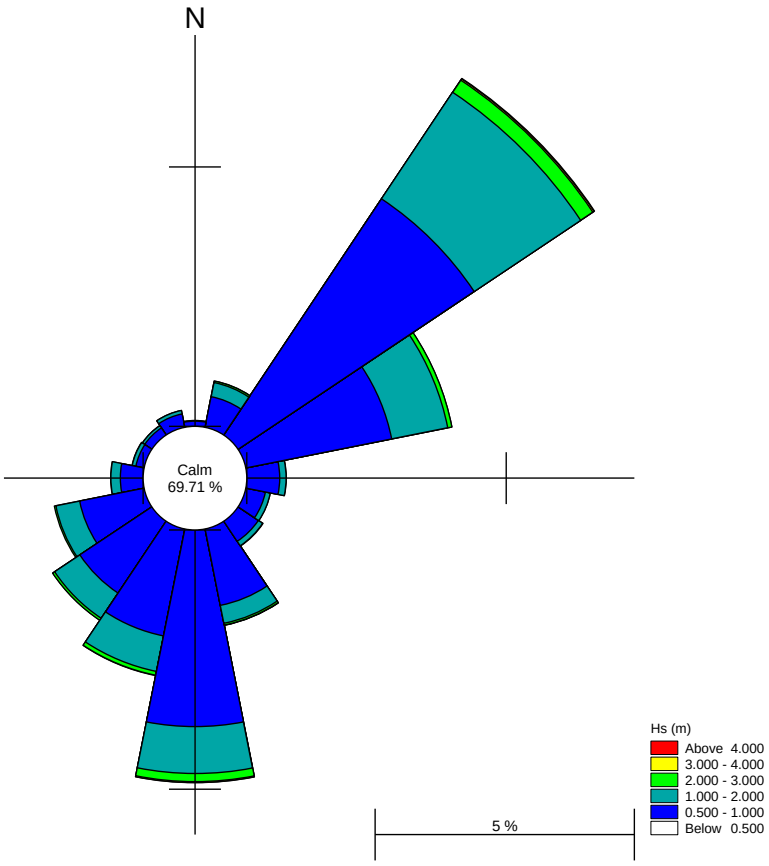
Akdeniz 40 (35.75 N; 35.80 E)



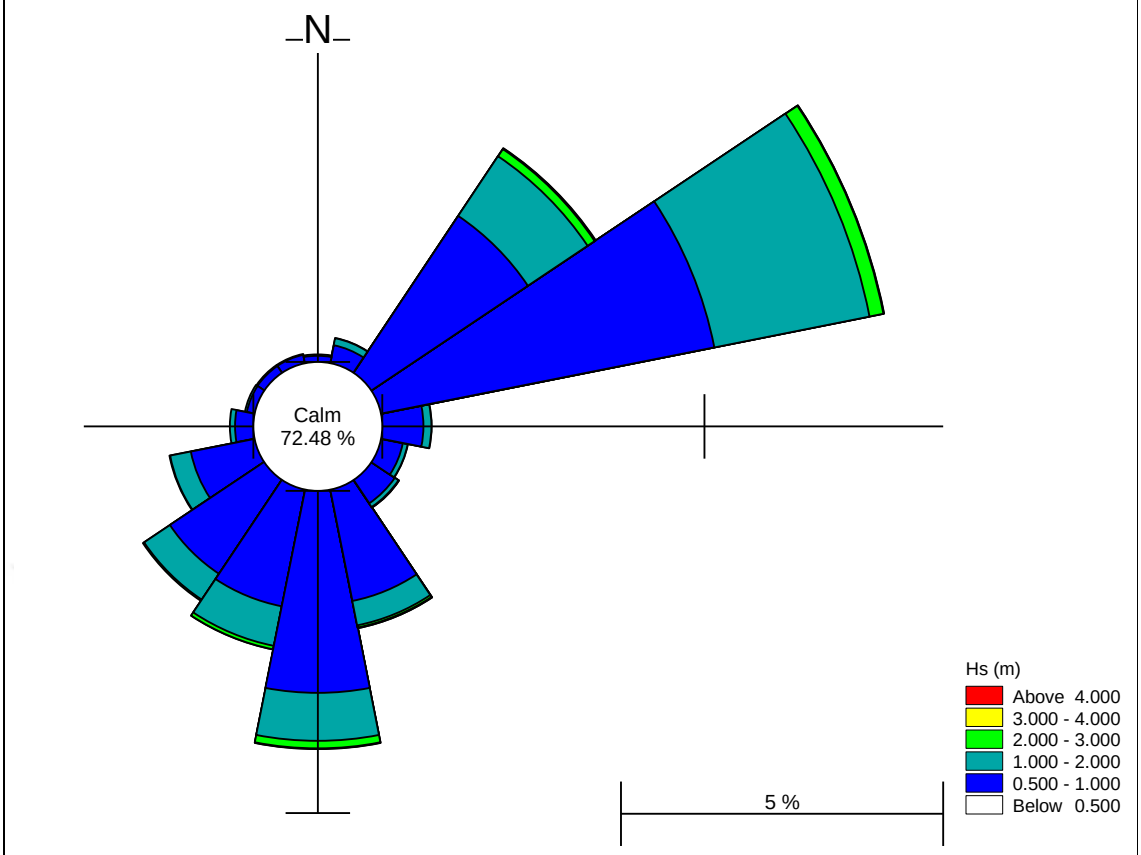
Akdeniz 41 (34.91704722 N; 34.08430833 E)



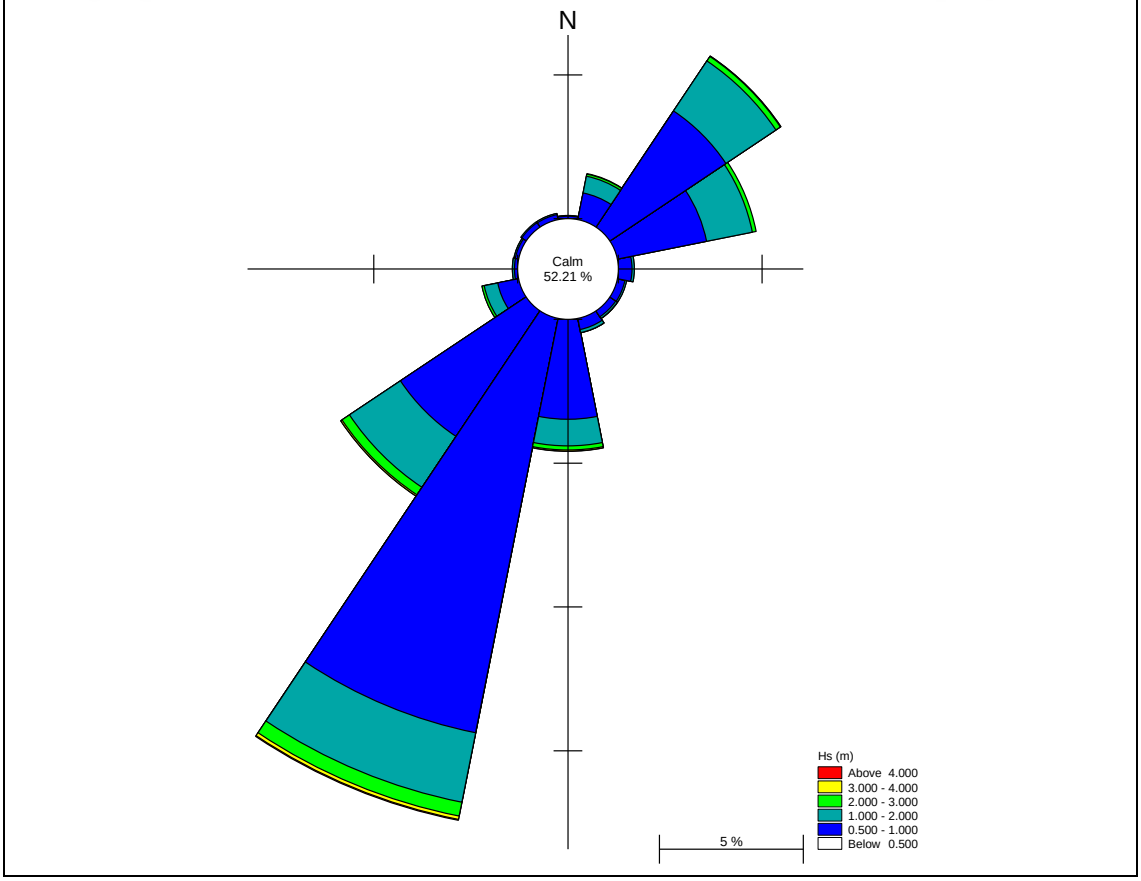
Akdeniz 42 (35.10952778 N; 34.07563889 E)



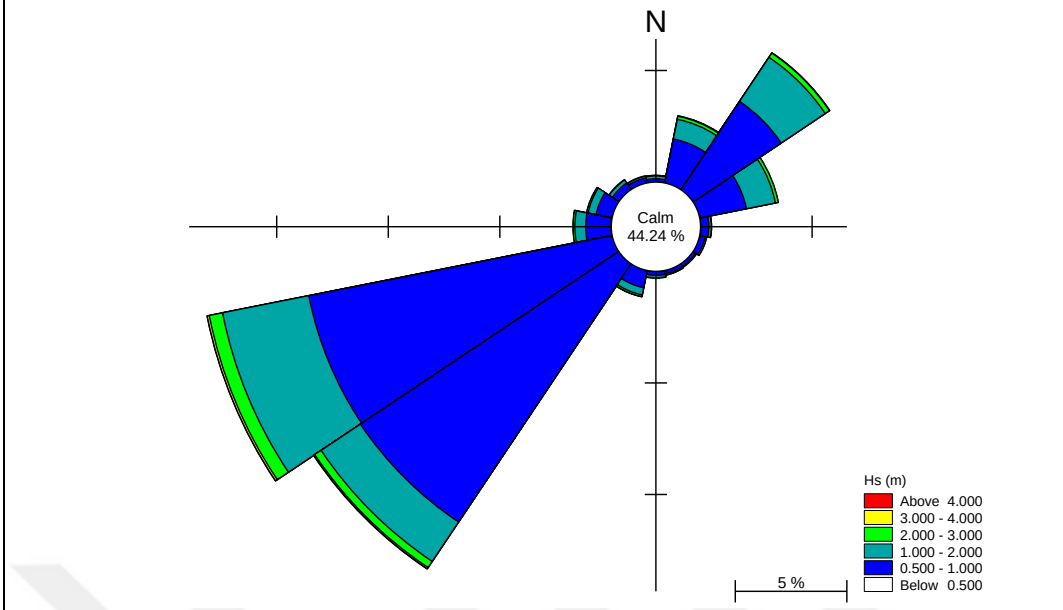
Akdeniz 43 (35.28524722 N; 34.04631944 E)



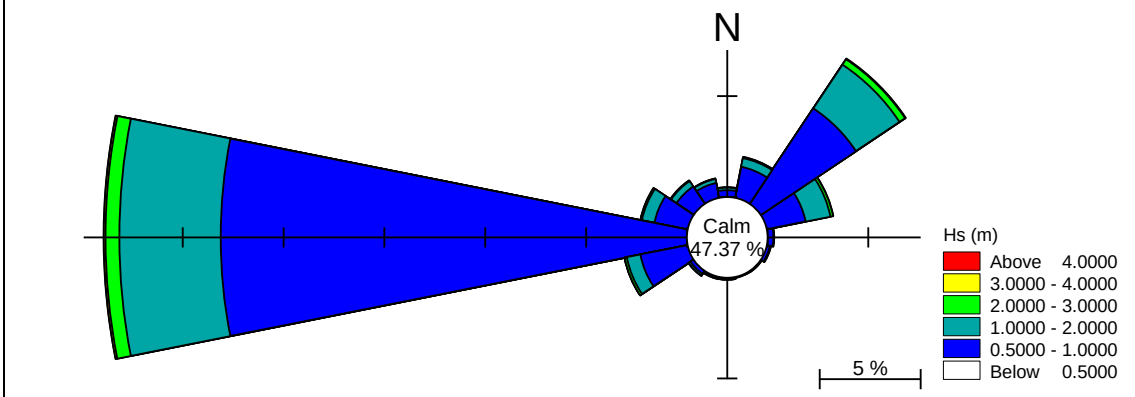
Akdeniz 44 (35.52740556 N; 34.43063611 E)



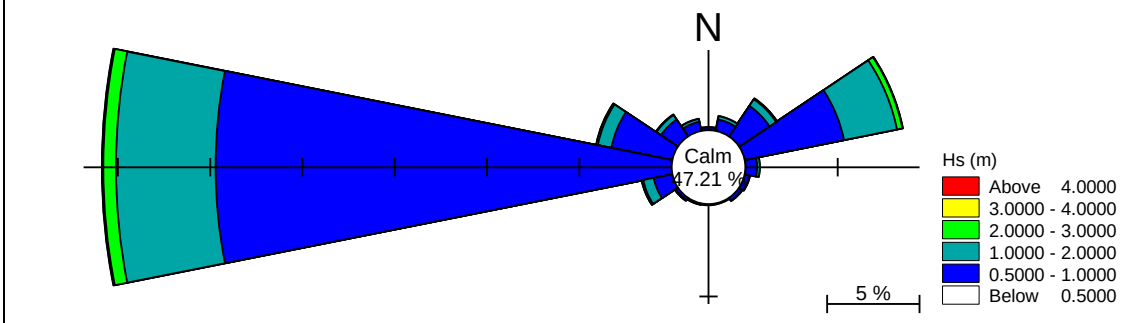
Akdeniz 45 (35.68773333 N; 34.48624167 E)



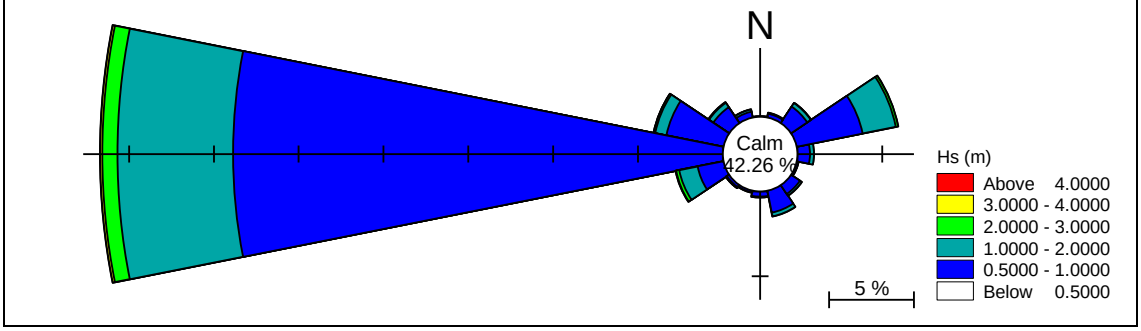
Akdeniz 46 (35.41034167 N; 33.82885 E)



Akdeniz 47 (35.34659444 N; 33.23995556 E)



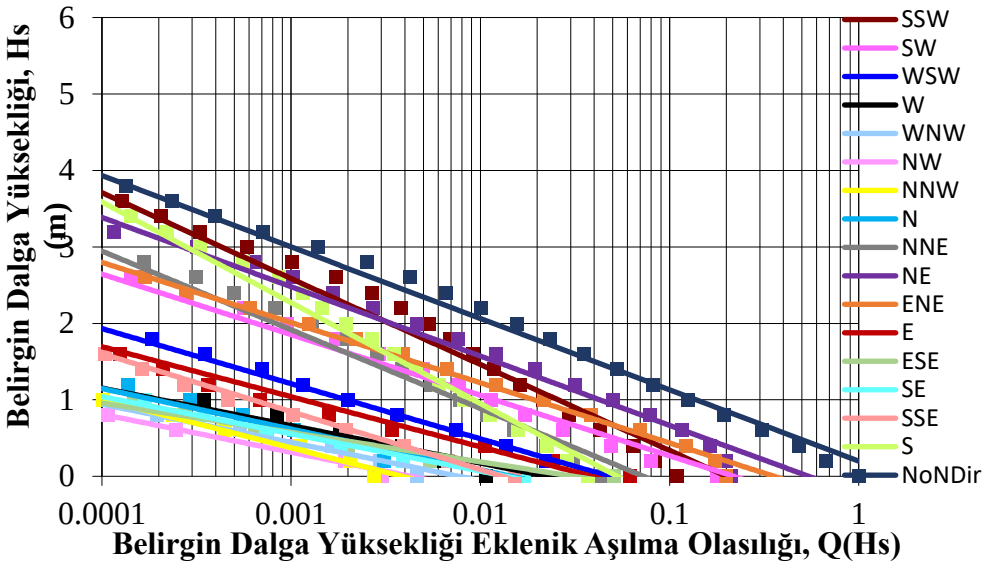
Akdeniz 48 (35.39374167 N; 32.97076389 E)



K

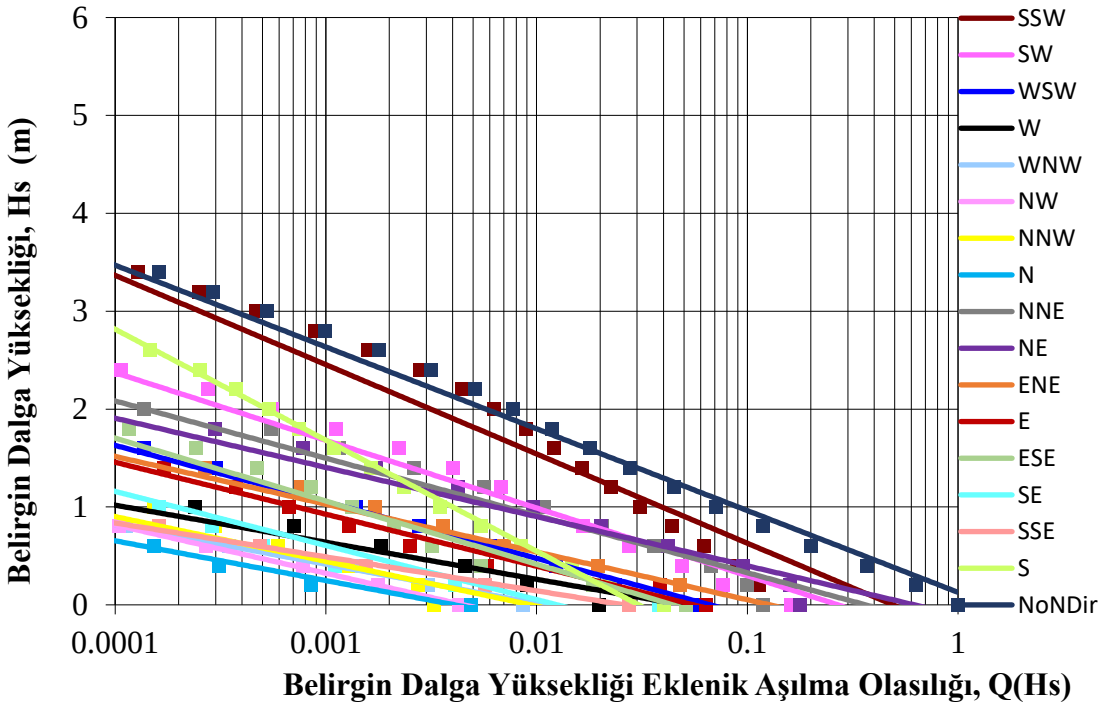
EGE DENİZİ DERİN DENİZ BELİRGİN DALGA YÜKSEKLİĞİ EKLENİK AŞILMA OLASILIĞI DAĞILIM VE DENKLEMLERİ

Ege Denizi 1 (40.75 N; 25.60 E)



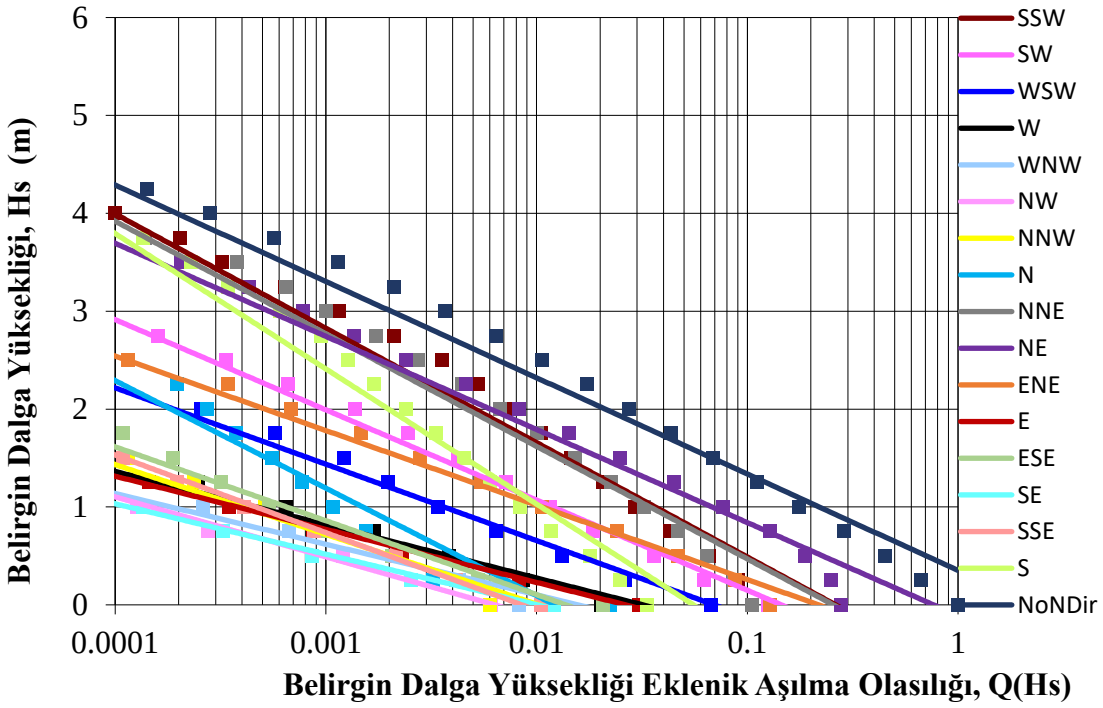
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.488ln(Q) - 0.786
SW	Hs = -0.344ln(Q) - 0.5241
WSW	Hs = -0.313ln(Q) - 0.9508
W	Hs = -0.213ln(Q) - 0.8083
WNW	Hs = -0.217ln(Q) - 1.0566
NW	Hs = -0.216ln(Q) - 1.1784
NNW	Hs = -0.276ln(Q) - 1.5373
N	Hs = -0.231ln(Q) - 0.9752
NNE	Hs = -0.447ln(Q) - 1.1717
NE	Hs = -0.394ln(Q) - 0.2396
ENE	Hs = -0.342ln(Q) - 0.3514
E	Hs = -0.284ln(Q) - 0.9246
ESE	Hs = -0.167ln(Q) - 0.5802
SE	Hs = -0.212ln(Q) - 0.9082
SSE	Hs = -0.329ln(Q) - 1.4293
S	Hs = -0.572ln(Q) - 1.6819
NonDir	Hs = -0.405ln(Q) + 0.199

Ege Denizi 2 (40.75 N; 25.90 E)



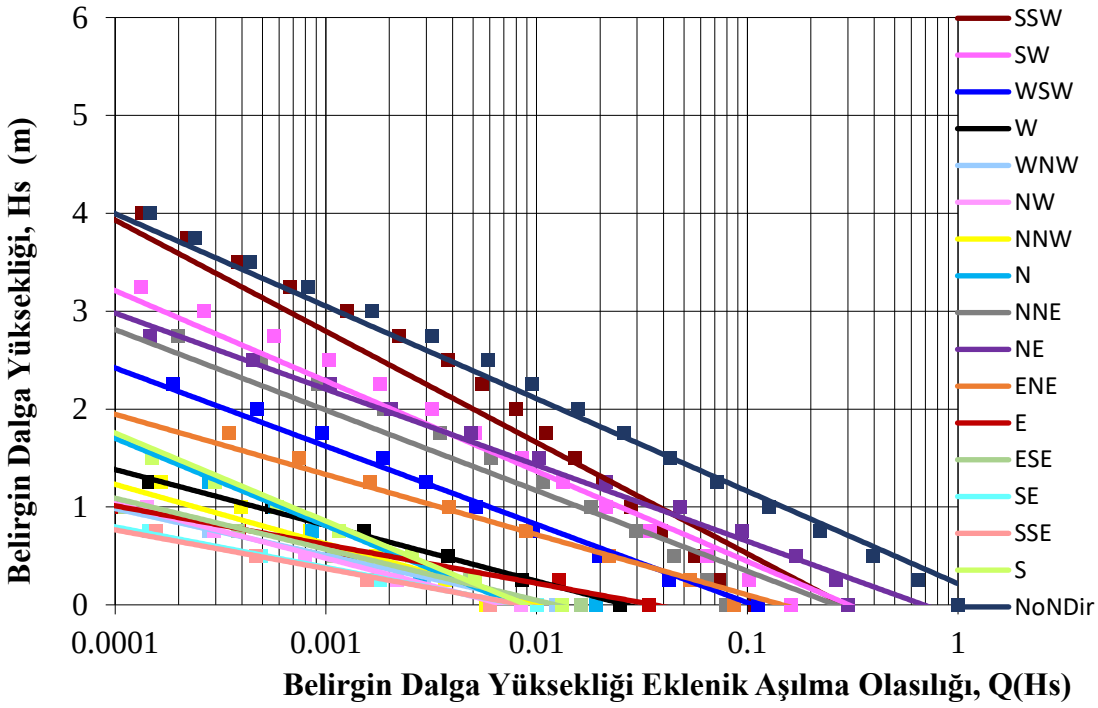
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.396ln(Q) - 0.2817
SW	Hs = -0.3ln(Q) - 0.3939
WSW	Hs = -0.251ln(Q) - 0.6789
W	Hs = -0.164ln(Q) - 0.496
WNW	Hs = -0.174ln(Q) - 0.7862
NW	Hs = -0.214ln(Q) - 1.1584
NNW	Hs = -0.199ln(Q) - 0.928
N	Hs = -0.176ln(Q) - 0.9699
NNE	Hs = -0.254ln(Q) - 0.2567
NE	Hs = -0.218ln(Q) - 0.104
ENE	Hs = -0.212ln(Q) - 0.4363
E	Hs = -0.231ln(Q) - 0.6666
ESE	Hs = -0.28ln(Q) - 0.8718
SE	Hs = -0.24ln(Q) - 1.0519
SSE	Hs = -0.151ln(Q) - 0.5497
S	Hs = -0.492ln(Q) - 1.7177
NonDir	Hs = -0.363ln(Q) + 0.1279

Ege Denizi 3 (40.50 N; 25.90 E)



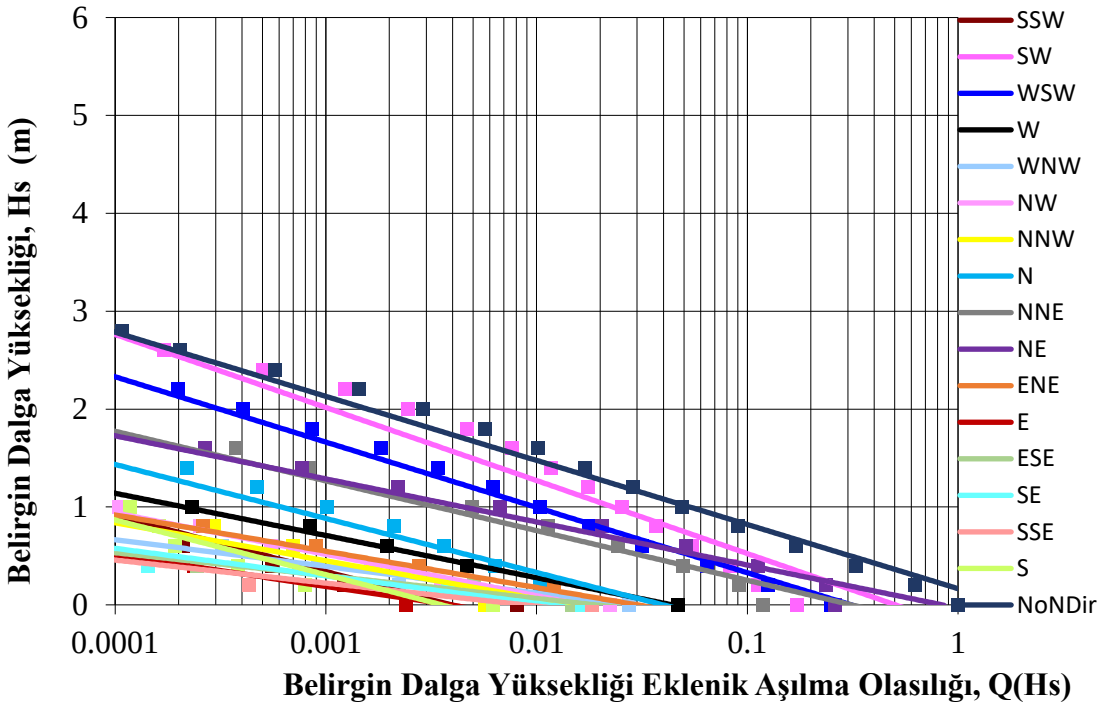
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.507ln(Q) - 0.6786
SW	Hs = -0.4ln(Q) - 0.7727
WSW	Hs = -0.339ln(Q) - 0.904
W	Hs = -0.237ln(Q) - 0.8151
WNW	Hs = -0.225ln(Q) - 0.9319
NW	Hs = -0.266ln(Q) - 1.3482
NNW	Hs = -0.309ln(Q) - 1.4175
N	Hs = -0.477ln(Q) - 2.1036
NNE	Hs = -0.499ln(Q) - 0.6811
NE	Hs = -0.413ln(Q) - 0.1106
ENE	Hs = -0.331ln(Q) - 0.5033
E	Hs = -0.236ln(Q) - 0.856
ESE	Hs = -0.328ln(Q) - 1.4053
SE	Hs = -0.224ln(Q) - 1.0281
SSE	Hs = -0.344ln(Q) - 1.6413
S	Hs = -0.6ln(Q) - 1.7345
NonDir	Hs = -0.427ln(Q) + 0.3519

Ege Denizi 4 (40.50 N; 26.20 E)



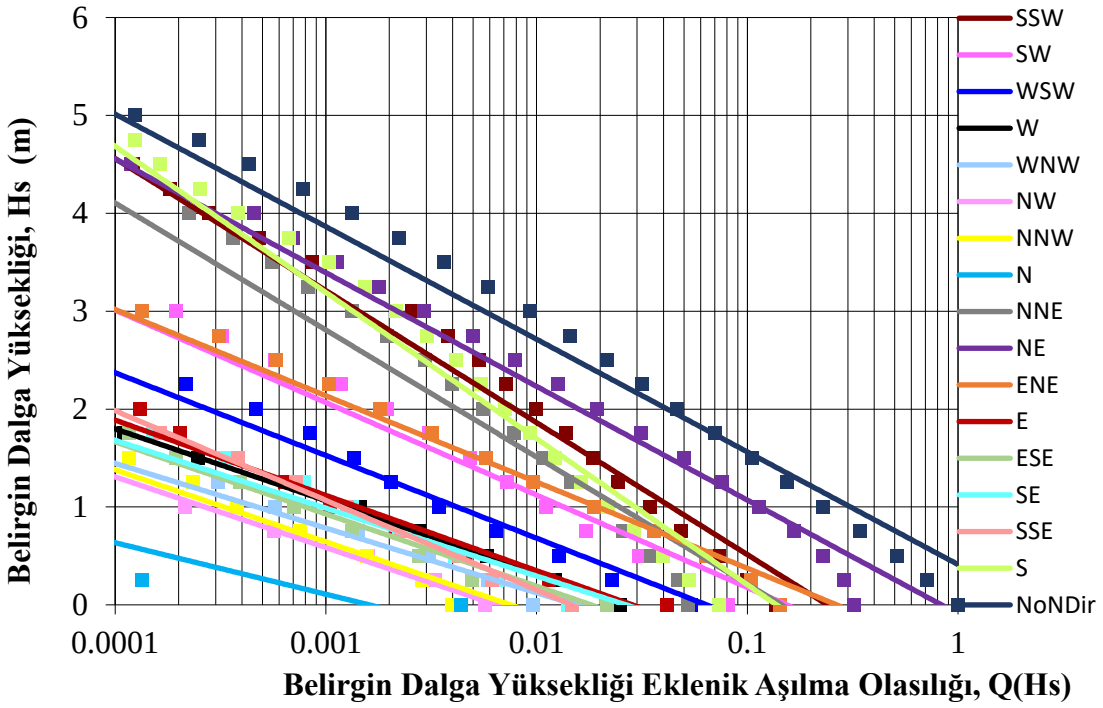
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.493ln(Q) - 0.6128
SW	Hs = -0.4ln(Q) - 0.4776
WSW	Hs = -0.347ln(Q) - 0.7763
W	Hs = -0.247ln(Q) - 0.8971
WNW	Hs = -0.207ln(Q) - 0.9225
NW	Hs = -0.243ln(Q) - 1.2042
NNW	Hs = -0.263ln(Q) - 1.1911
N	Hs = -0.387ln(Q) - 1.8628
NNE	Hs = -0.357ln(Q) - 0.4778
NE	Hs = -0.337ln(Q) - 0.1261
ENE	Hs = -0.267ln(Q) - 0.5131
E	Hs = -0.172ln(Q) - 0.5719
ESE	Hs = -0.226ln(Q) - 0.9963
SE	Hs = -0.18ln(Q) - 0.8596
SSE	Hs = -0.172ln(Q) - 0.817
S	Hs = -0.39ln(Q) - 1.842
NonDir	Hs = -0.41ln(Q) + 0.2162

Ege Denizi 5 (40.50 N; 26.50 E)



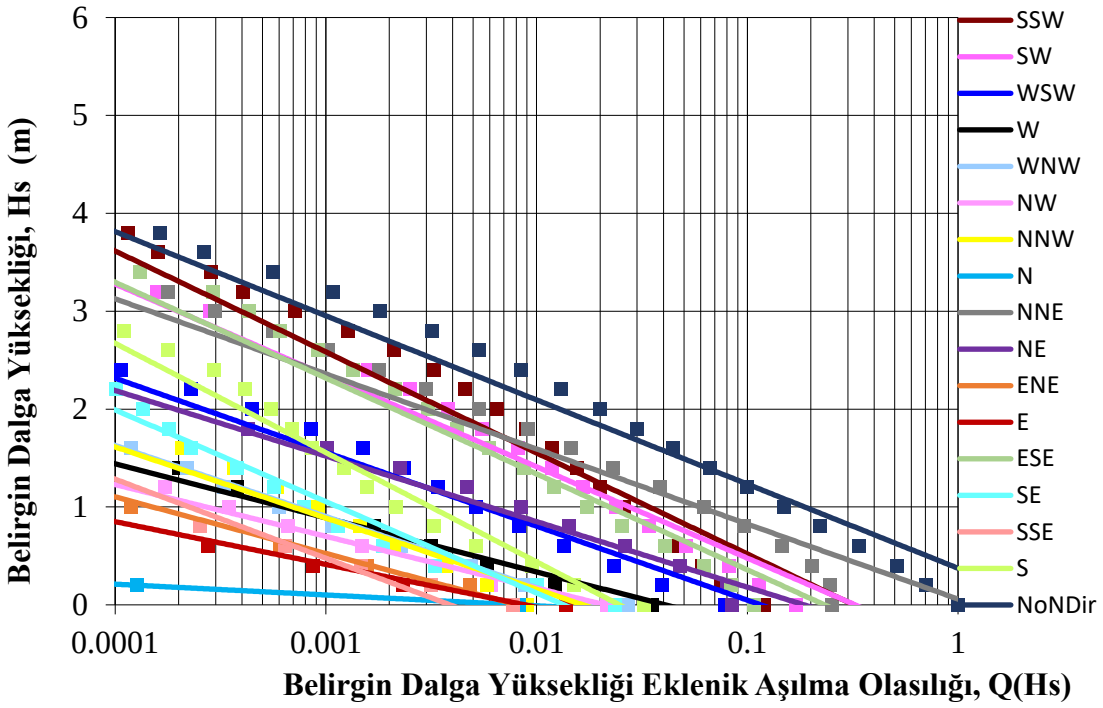
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.249ln(Q) - 1.3781
SW	Hs = -0.324ln(Q) - 0.2221
WSW	Hs = -0.29ln(Q) - 0.3389
W	Hs = -0.187ln(Q) - 0.5855
WNW	Hs = -0.118ln(Q) - 0.4252
NW	Hs = -0.184ln(Q) - 0.7531
NNW	Hs = -0.168ln(Q) - 0.7129
N	Hs = -0.24ln(Q) - 0.7722
NNE	Hs = -0.22ln(Q) - 0.2563
NE	Hs = -0.191ln(Q) - 0.0332
ENE	Hs = -0.161ln(Q) - 0.5652
E	Hs = -0.14ln(Q) - 0.7764
ESE	Hs = -0.101ln(Q) - 0.402
SE	Hs = -0.122ln(Q) - 0.5457
SSE	Hs = -0.102ln(Q) - 0.4841
S	Hs = -0.243ln(Q) - 1.3699
NonDir	Hs = -0.284ln(Q) + 0.166

Ege Denizi 6 (40.25 N; 25.60 E)



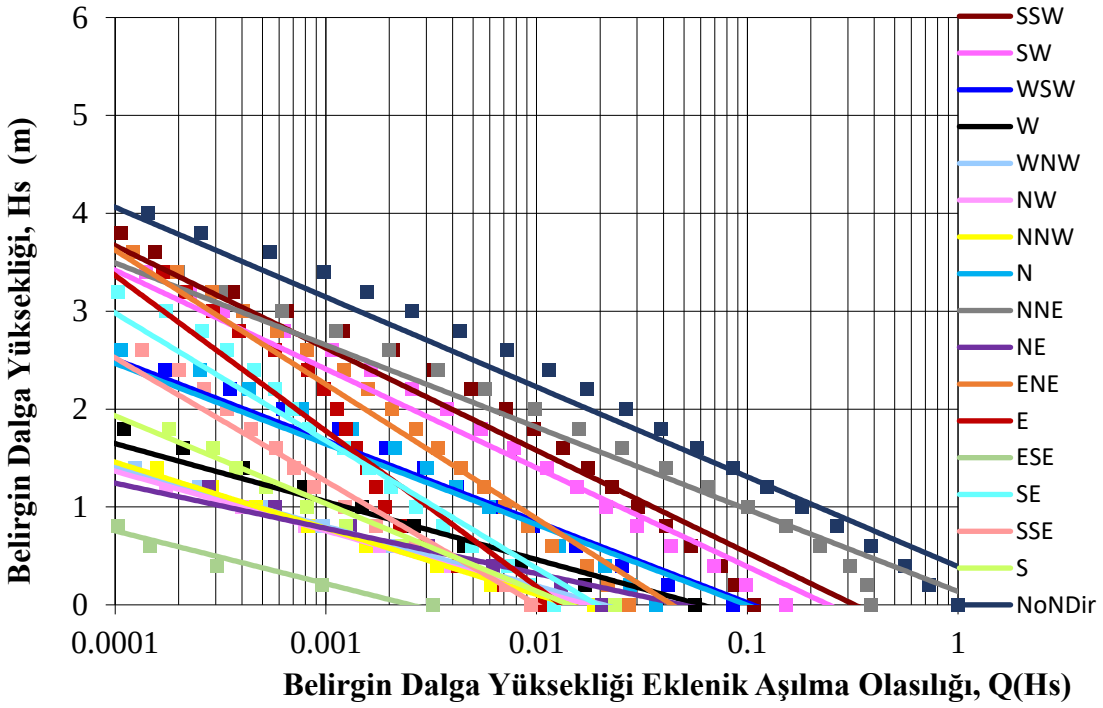
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.586ln(Q) - 0.8356
SW	Hs = -0.41ln(Q) - 0.7671
WSW	Hs = -0.367ln(Q) - 1.009
W	Hs = -0.319ln(Q) - 1.1389
WNW	Hs = -0.287ln(Q) - 1.1998
NW	Hs = -0.314ln(Q) - 1.5808
NNW	Hs = -0.319ln(Q) - 1.5614
N	Hs = -0.229ln(Q) - 1.4704
NNE	Hs = -0.564ln(Q) - 1.0853
NE	Hs = -0.504ln(Q) - 0.0912
ENE	Hs = -0.383ln(Q) - 0.5073
E	Hs = -0.334ln(Q) - 1.1899
ESE	Hs = -0.32ln(Q) - 1.2827
SE	Hs = -0.301ln(Q) - 1.0924
SSE	Hs = -0.398ln(Q) - 1.6789
S	Hs = -0.648ln(Q) - 1.2869
NonDir	Hs = -0.5ln(Q) + 0.4126

Ege Denizi 7 (40.25 N; 26.20 E)



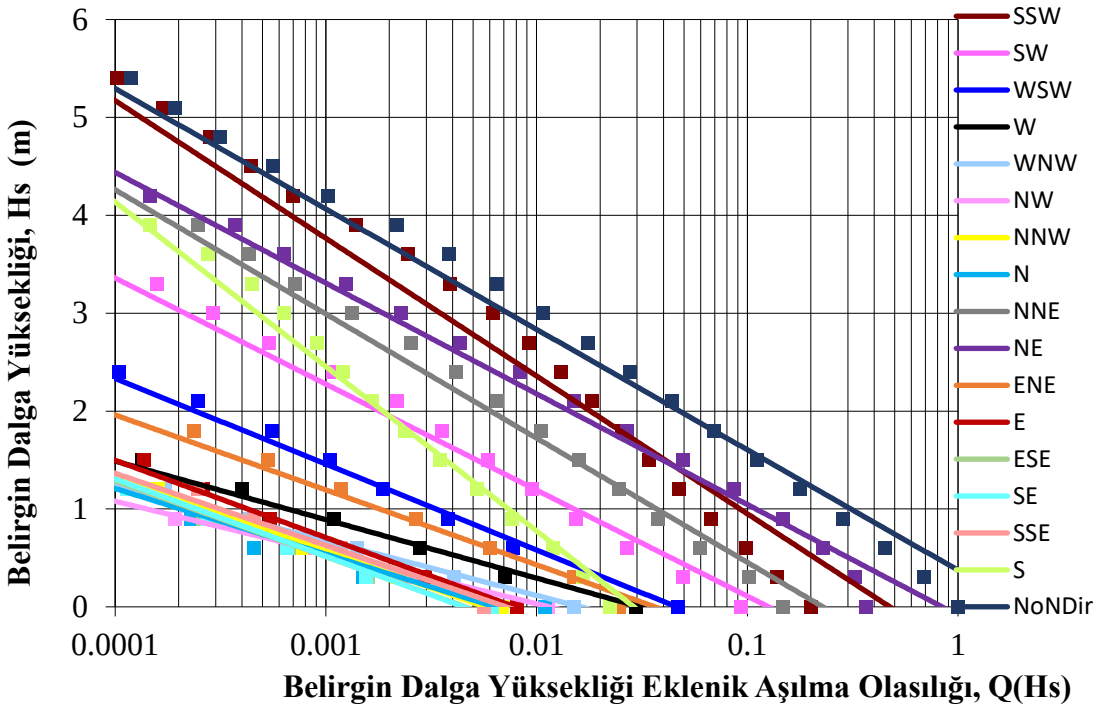
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.448ln(Q) - 0.5111
SW	Hs = -0.405ln(Q) - 0.4556
WSW	Hs = -0.328ln(Q) - 0.7078
W	Hs = -0.24ln(Q) - 0.7671
WNW	Hs = -0.315ln(Q) - 1.2756
NW	Hs = -0.229ln(Q) - 0.8853
NNW	Hs = -0.316ln(Q) - 1.2929
N	Hs = -0.048ln(Q) - 0.2304
NNE	Hs = -0.333ln(Q) + 0.0591
NE	Hs = -0.291ln(Q) - 0.4893
ENE	Hs = -0.251ln(Q) - 1.2087
E	Hs = -0.19ln(Q) - 0.898
ESE	Hs = -0.425ln(Q) - 0.6203
SE	Hs = -0.407ln(Q) - 1.7525
SSE	Hs = -0.351ln(Q) - 1.946
S	Hs = -0.485ln(Q) - 1.7935
NonDir	Hs = -0.373ln(Q) + 0.3742

Ege Denizi 8 (40.00 N; 26.10 E)



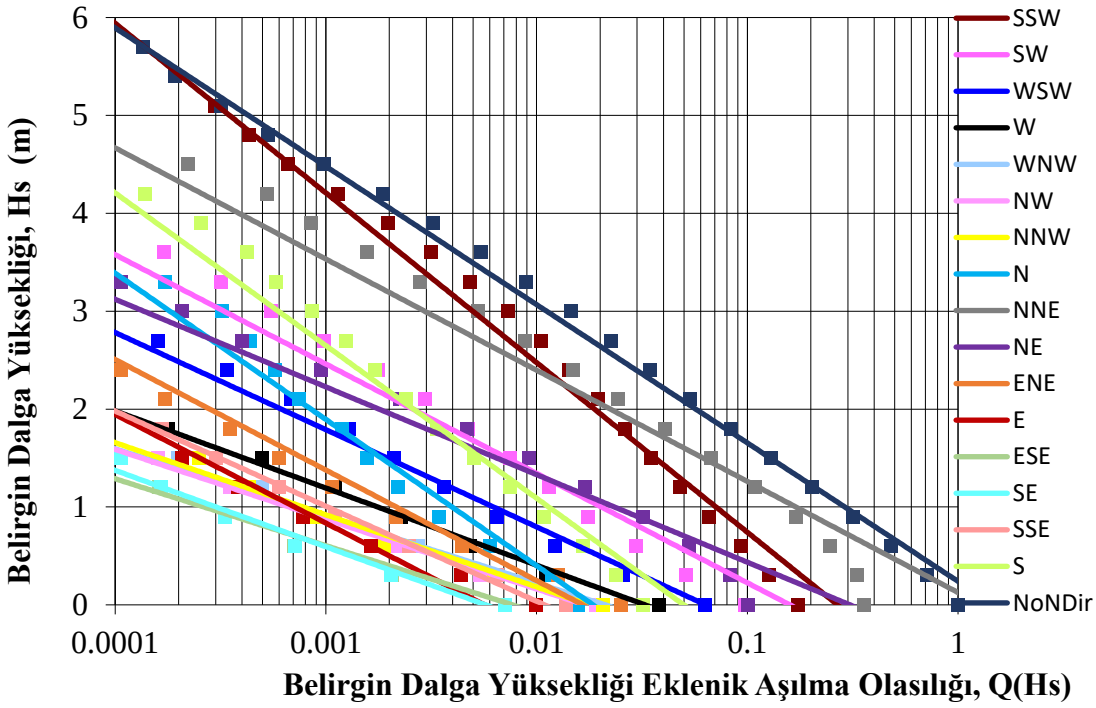
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.454ln(Q) - 0.5128
SW	Hs = -0.438ln(Q) - 0.619
WSW	Hs = -0.36ln(Q) - 0.8073
W	Hs = -0.257ln(Q) - 0.7222
WNW	Hs = -0.265ln(Q) - 1.0259
NW	Hs = -0.264ln(Q) - 1.0689
NNW	Hs = -0.293ln(Q) - 1.2455
N	Hs = -0.358ln(Q) - 0.8267
NNE	Hs = -0.364ln(Q) + 0.1366
NE	Hs = -0.201ln(Q) - 0.604
ENE	Hs = -0.595ln(Q) - 1.8598
E	Hs = -0.69ln(Q) - 2.9901
ESE	Hs = -0.234ln(Q) - 1.4002
SE	Hs = -0.566ln(Q) - 2.2334
SSE	Hs = -0.547ln(Q) - 2.5168
S	Hs = -0.388ln(Q) - 1.6478
NonDir	Hs = -0.399ln(Q) + 0.3901

Ege Denizi 9 (40.00 N; 25.90 E)



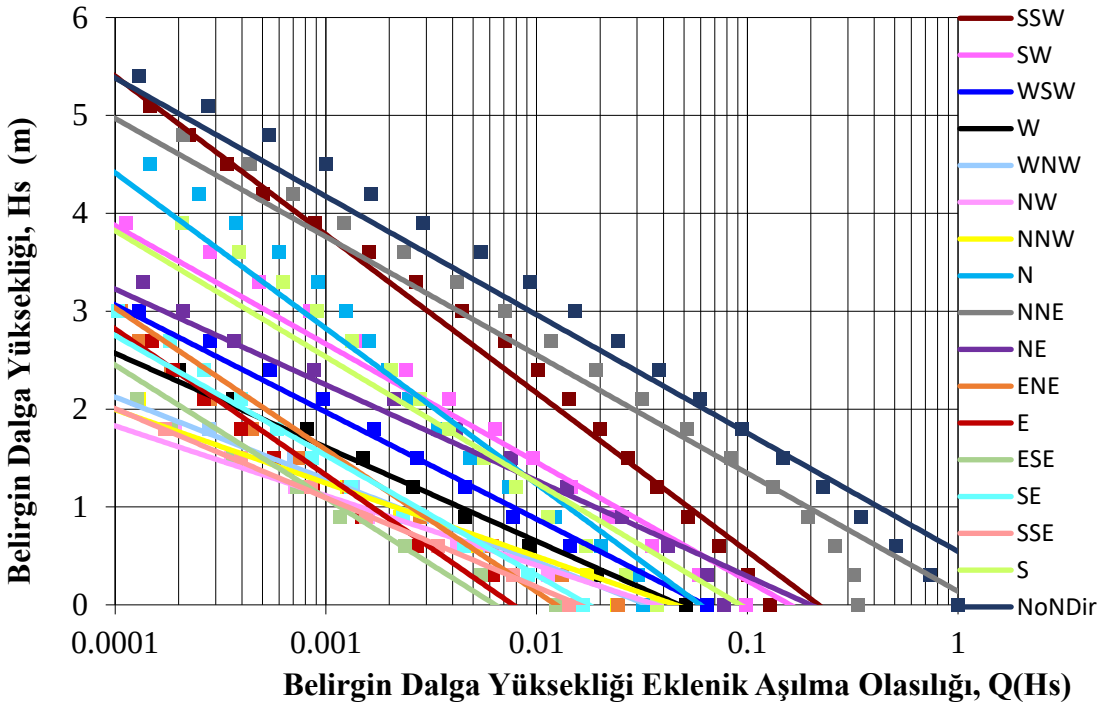
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.611ln(Q) - 0.4558
SW	Hs = -0.47ln(Q) - 0.9738
WSW	Hs = -0.381ln(Q) - 1.1716
W	Hs = -0.26ln(Q) - 0.902
WNW	Hs = -0.243ln(Q) - 1.0038
NW	Hs = -0.227ln(Q) - 1.0155
NNW	Hs = -0.327ln(Q) - 1.691
N	Hs = -0.291ln(Q) - 1.4734
NNE	Hs = -0.551ln(Q) - 0.8139
NE	Hs = -0.491ln(Q) - 0.0852
ENE	Hs = -0.332ln(Q) - 1.1012
E	Hs = -0.343ln(Q) - 1.6584
ESE	Hs = -0.336ln(Q) - 1.8105
SE	Hs = -0.343ln(Q) - 1.8537
SSE	Hs = -0.319ln(Q) - 1.5777
S	Hs = -0.729ln(Q) - 2.583
NonDir	Hs = -0.534ln(Q) + 0.3741

Ege Denizi 10 (39.75 N; 25.90 E)



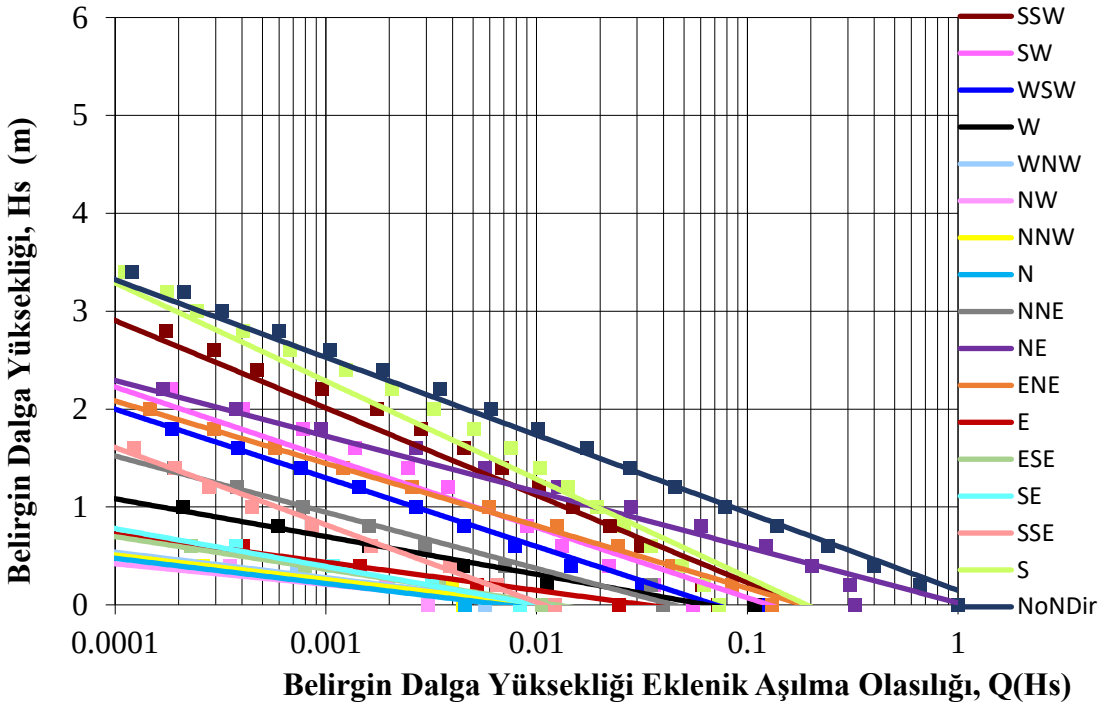
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.753ln(Q) - 0.9908
SW	Hs = -0.485ln(Q) - 0.8911
WSW	Hs = -0.431ln(Q) - 1.1889
W	Hs = -0.342ln(Q) - 1.1714
WNW	Hs = -0.298ln(Q) - 1.1479
NW	Hs = -0.31ln(Q) - 1.2642
NNW	Hs = -0.32ln(Q) - 1.2897
N	Hs = -0.649ln(Q) - 2.5873
NNE	Hs = -0.493ln(Q) + 0.1259
NE	Hs = -0.389ln(Q) - 0.4601
ENE	Hs = -0.49ln(Q) - 2.0108
E	Hs = -0.482ln(Q) - 2.4917
ESE	Hs = -0.297ln(Q) - 1.444
SE	Hs = -0.339ln(Q) - 1.7509
SSE	Hs = -0.422ln(Q) - 1.9064
S	Hs = -0.677ln(Q) - 2.0289
NonDir	Hs = -0.614ln(Q) + 0.2408

Ege Denizi 11 (39.50 N; 25.90 E)



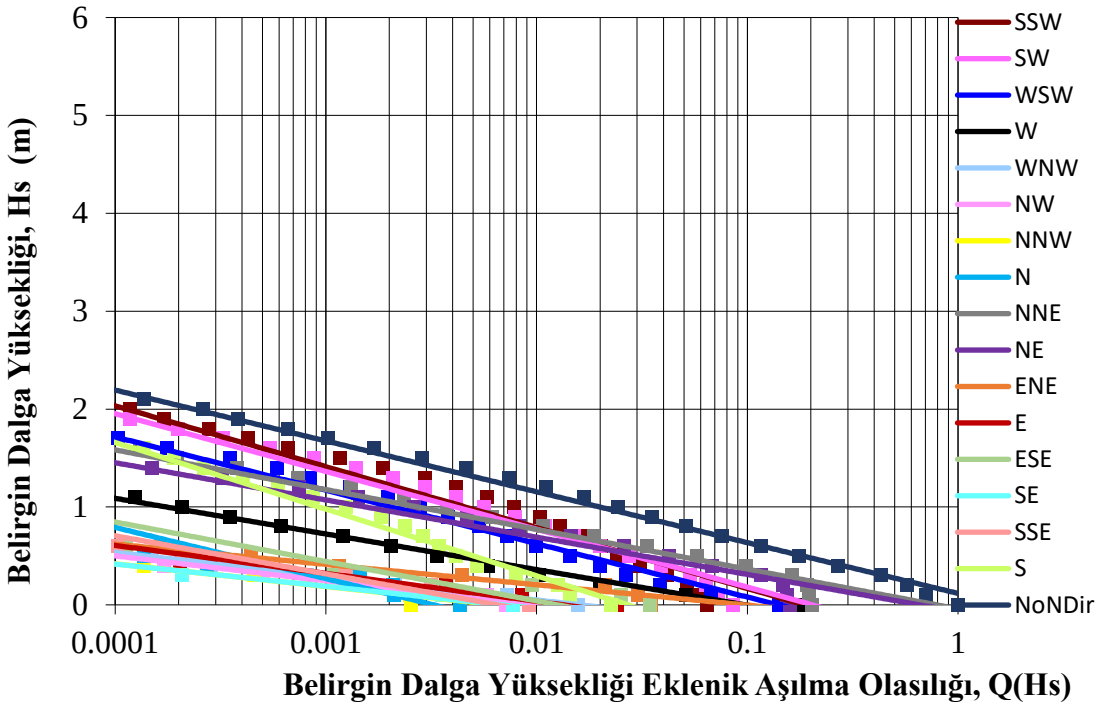
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.703ln(Q) - 1.0706
SW	Hs = -0.525ln(Q) - 0.9631
WSW	Hs = -0.475ln(Q) - 1.3137
W	Hs = -0.417ln(Q) - 1.2696
WNW	Hs = -0.365ln(Q) - 1.2383
NW	Hs = -0.309ln(Q) - 1.0203
NNW	Hs = -0.326ln(Q) - 1.0052
N	Hs = -0.69ln(Q) - 1.9426
NNE	Hs = -0.525ln(Q) + 0.1372
NE	Hs = -0.425ln(Q) - 0.6844
ENE	Hs = -0.629ln(Q) - 2.7649
E	Hs = -0.648ln(Q) - 3.15
ESE	Hs = -0.59ln(Q) - 2.982
SE	Hs = -0.531ln(Q) - 2.1449
SSE	Hs = -0.395ln(Q) - 1.6369
S	Hs = -0.559ln(Q) - 1.3314
NonDir	Hs = -0.525ln(Q) + 0.5453

Ege Denizi 12 (39.50 N; 26.50 E)



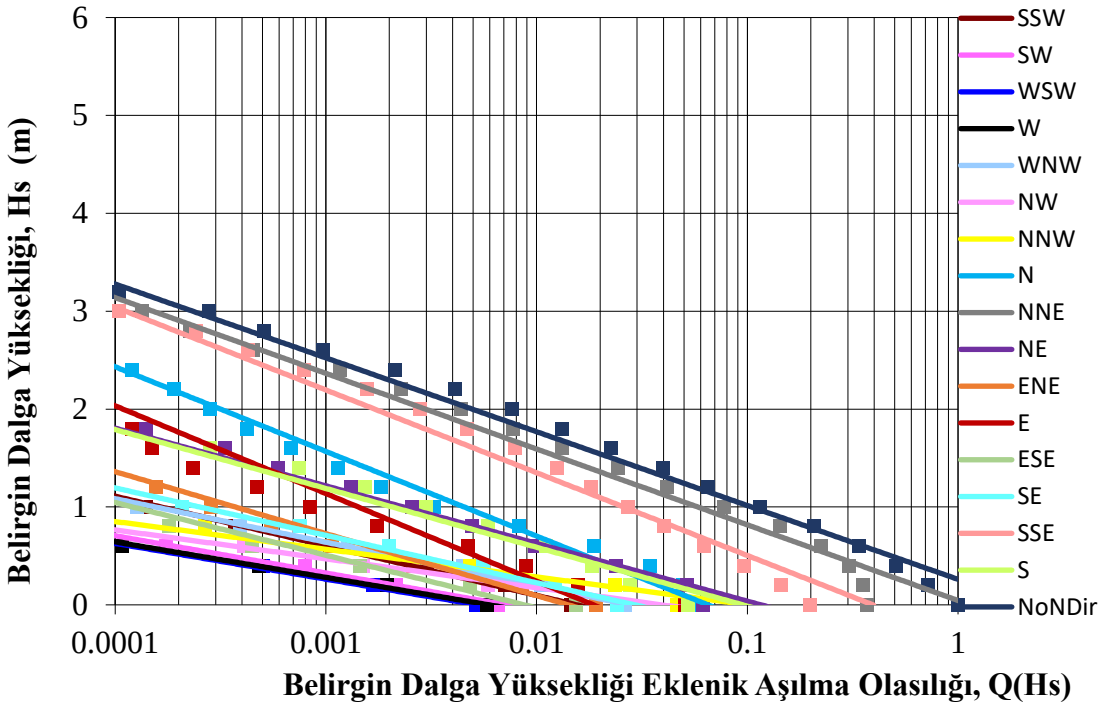
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.388ln(Q) - 0.6658
SW	Hs = -0.312ln(Q) - 0.6439
WSW	Hs = -0.305ln(Q) - 0.8071
W	Hs = -0.168ln(Q) - 0.4604
WNW	Hs = -0.113ln(Q) - 0.5051
NW	Hs = -0.091ln(Q) - 0.4226
NNW	Hs = -0.109ln(Q) - 0.4941
N	Hs = -0.112ln(Q) - 0.5534
NNE	Hs = -0.249ln(Q) - 0.7763
NE	Hs = -0.247ln(Q) + 0.0203
ENE	Hs = -0.277ln(Q) - 0.4669
E	Hs = -0.125ln(Q) - 0.4268
ESE	Hs = -0.145ln(Q) - 0.6351
SE	Hs = -0.168ln(Q) - 0.7716
SSE	Hs = -0.343ln(Q) - 1.5524
S	Hs = -0.435ln(Q) - 0.7198
NonDir	Hs = -0.345ln(Q) + 0.1474

Ege Denizi 13 (39.50 N; 26.80 E)



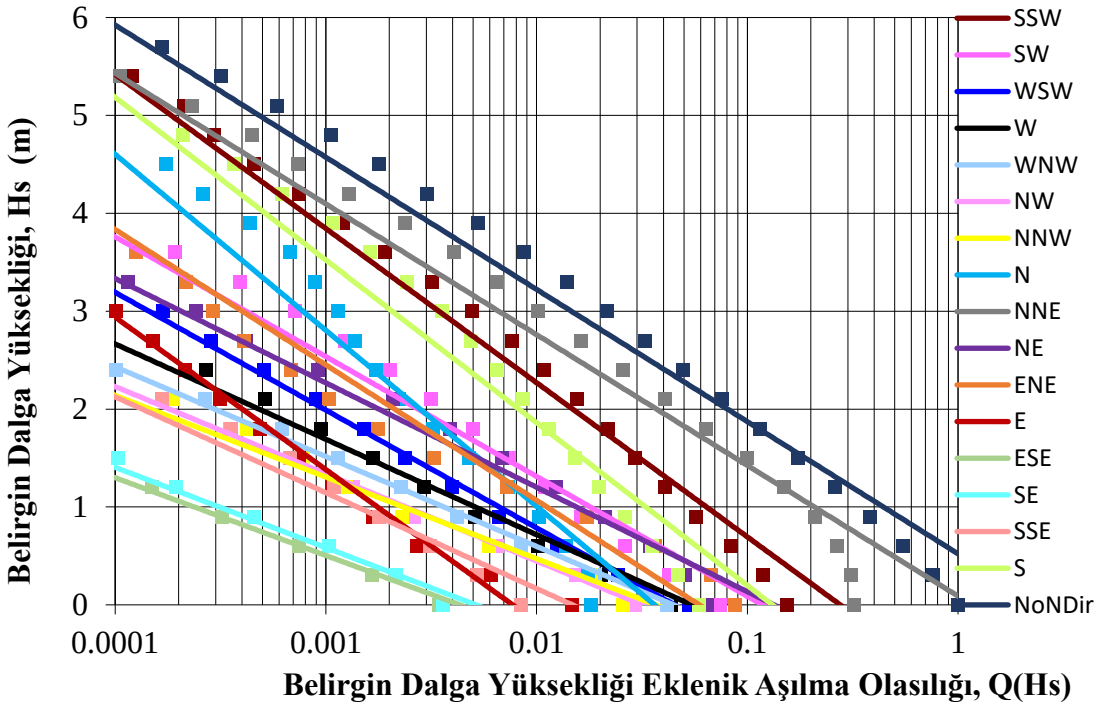
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.27ln(Q) - 0.4545
SW	Hs = -0.256ln(Q) - 0.4085
WSW	Hs = -0.237ln(Q) - 0.4656
W	Hs = -0.158ln(Q) - 0.3688
WNW	Hs = -0.105ln(Q) - 0.4342
NW	Hs = -0.111ln(Q) - 0.5228
NNW	Hs = -0.1ln(Q) - 0.5049
N	Hs = -0.227ln(Q) - 1.302
NNE	Hs = -0.176ln(Q) - 0.0414
NE	Hs = -0.165ln(Q) - 0.0695
ENE	Hs = -0.09ln(Q) - 0.2106
E	Hs = -0.124ln(Q) - 0.5356
ESE	Hs = -0.175ln(Q) - 0.7654
SE	Hs = -0.099ln(Q) - 0.4925
SSE	Hs = -0.169ln(Q) - 0.8493
S	Hs = -0.296ln(Q) - 1.0687
NonDir	Hs = -0.225ln(Q) + 0.1168

Ege Denizi 14 (39.25 N; 26.50 E)



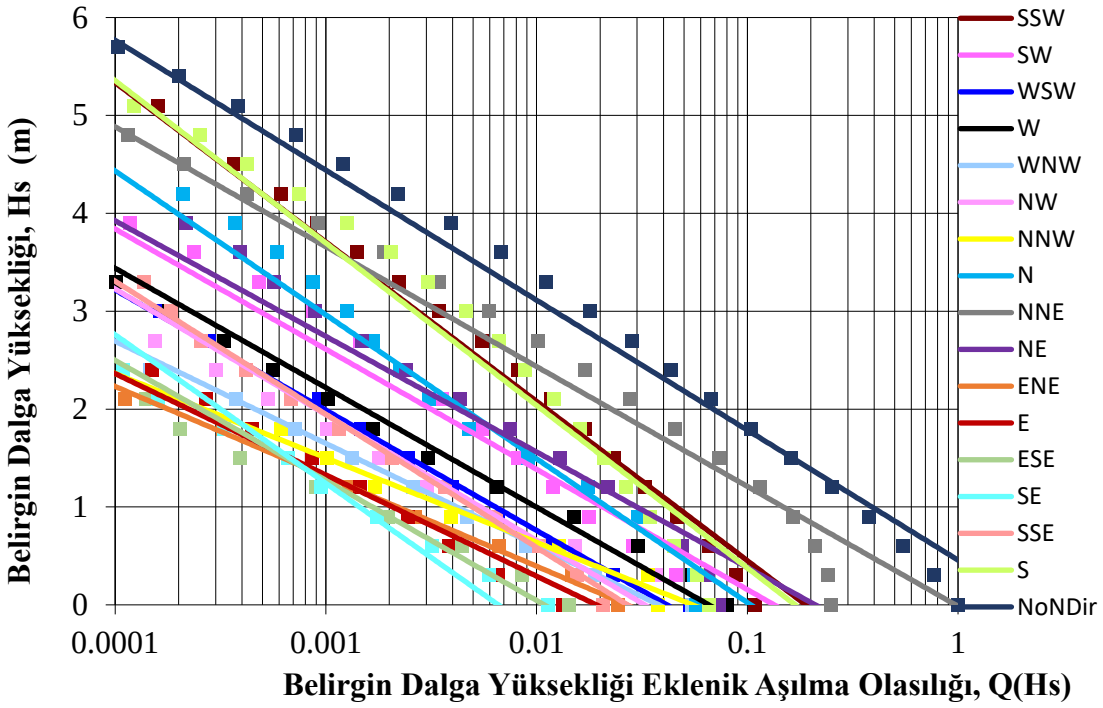
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.22ln(Q) - 0.9162
SW	Hs = -0.165ln(Q) - 0.8161
WSW	Hs = -0.159ln(Q) - 0.8333
W	Hs = -0.157ln(Q) - 0.8068
WNW	Hs = -0.193ln(Q) - 0.6938
NW	Hs = -0.128ln(Q) - 0.4148
NNW	Hs = -0.123ln(Q) - 0.28
N	Hs = -0.375ln(Q) - 1.0262
NNE	Hs = -0.336ln(Q) + 0.044
NE	Hs = -0.256ln(Q) - 0.5509
ENE	Hs = -0.275ln(Q) - 1.1707
E	Hs = -0.389ln(Q) - 1.5509
ESE	Hs = -0.234ln(Q) - 1.1075
SE	Hs = -0.21ln(Q) - 0.7427
SSE	Hs = -0.367ln(Q) - 0.3409
S	Hs = -0.261ln(Q) - 0.614
NonDir	Hs = -0.328ln(Q) + 0.2607

Ege Denizi 15 (39.25 N; 25.80 E)



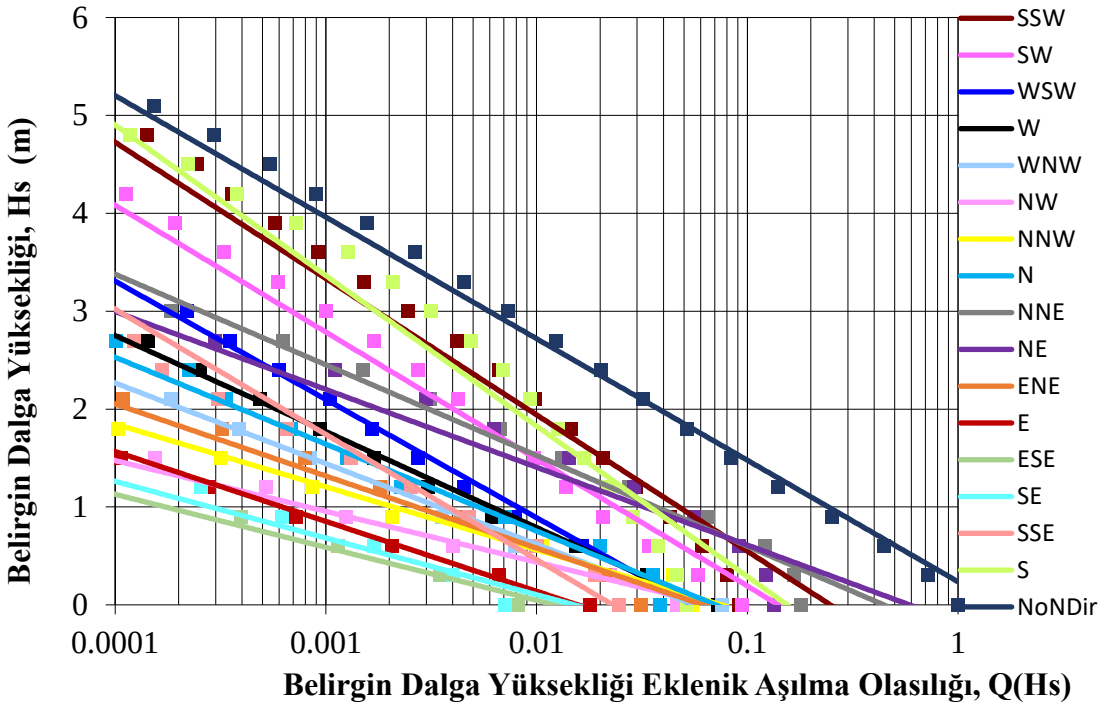
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.684ln(Q) - 0.8799
SW	Hs = -0.531ln(Q) - 1.1359
WSW	Hs = -0.522ln(Q) - 1.6195
W	Hs = -0.423ln(Q) - 1.2321
WNW	Hs = -0.399ln(Q) - 1.239
NW	Hs = -0.387ln(Q) - 1.334
NNW	Hs = -0.362ln(Q) - 1.1966
N	Hs = -0.781ln(Q) - 2.5889
NNE	Hs = -0.58ln(Q) + 0.089
NE	Hs = -0.463ln(Q) - 0.9318
ENE	Hs = -0.601ln(Q) - 1.6984
E	Hs = -0.677ln(Q) - 3.2932
ESE	Hs = -0.345ln(Q) - 1.8779
SE	Hs = -0.356ln(Q) - 1.8778
SSE	Hs = -0.425ln(Q) - 1.7926
S	Hs = -0.722ln(Q) - 1.4632
NonDir	Hs = -0.586ln(Q) + 0.5219

Ege Denizi16 (39.00 N; 25.90 E)



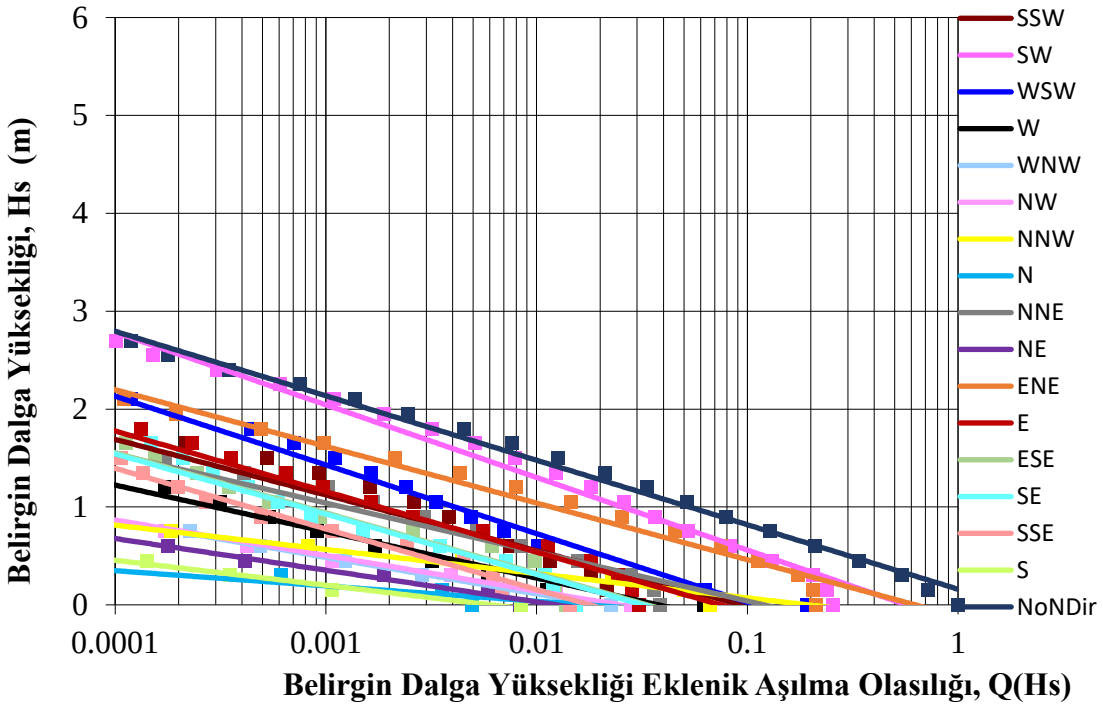
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.707ln(Q) - 1.1753
SW	Hs = -0.533ln(Q) - 1.0709
WSW	Hs = -0.533ln(Q) - 1.6967
W	Hs = -0.53ln(Q) - 1.4431
WNW	Hs = -0.453ln(Q) - 1.4829
NW	Hs = -0.558ln(Q) - 1.9103
NNW	Hs = -0.375ln(Q) - 1.0862
N	Hs = -0.638ln(Q) - 1.4458
NNE	Hs = -0.532ln(Q) - 0.0141
NE	Hs = -0.513ln(Q) - 0.7996
ENE	Hs = -0.399ln(Q) - 1.4425
E	Hs = -0.449ln(Q) - 1.7751
ESE	Hs = -0.533ln(Q) - 2.4092
SE	Hs = -0.659ln(Q) - 3.3099
SSE	Hs = -0.59ln(Q) - 2.1329
S	Hs = -0.721ln(Q) - 1.2824
NonDir	Hs = -0.577ln(Q) + 0.4574

Ege Denizi 17 (39.00 N; 26.20 E)



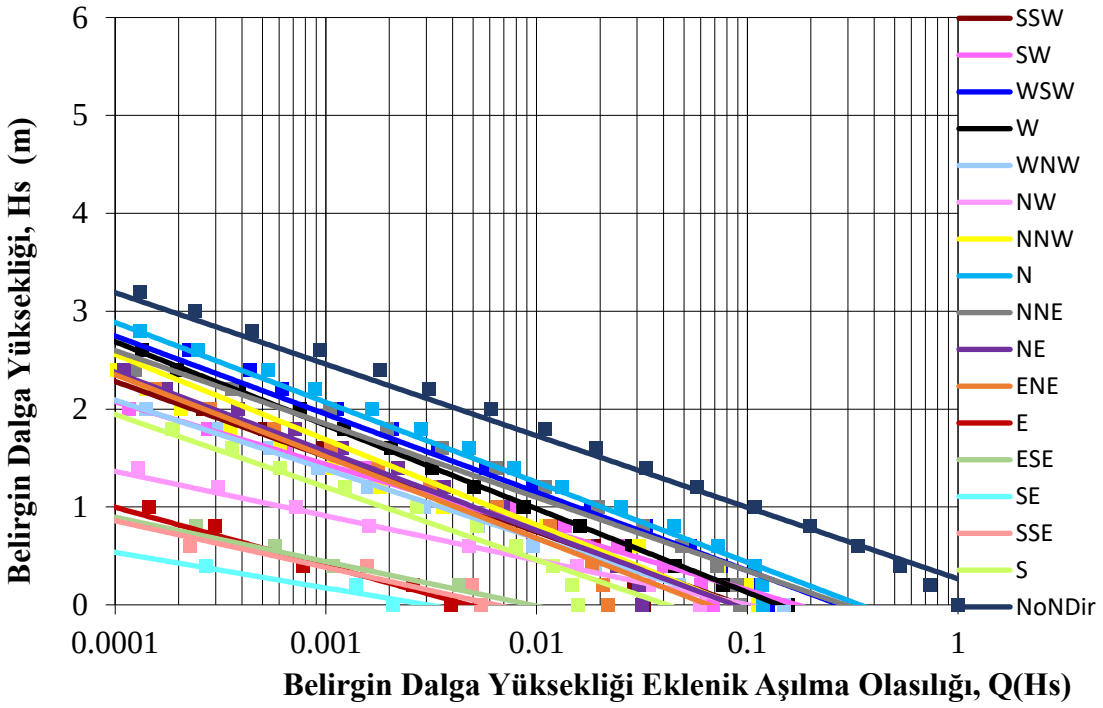
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.605ln(Q) - 0.8433
SW	Hs = -0.563ln(Q) - 1.1041
WSW	Hs = -0.524ln(Q) - 1.5239
W	Hs = -0.426ln(Q) - 1.1722
WNW	Hs = -0.358ln(Q) - 1.0295
NW	Hs = -0.225ln(Q) - 0.6016
NNW	Hs = -0.279ln(Q) - 0.7214
N	Hs = -0.386ln(Q) - 1.0215
NNE	Hs = -0.402ln(Q) - 0.326
NE	Hs = -0.345ln(Q) - 0.1831
ENE	Hs = -0.32ln(Q) - 0.8916
E	Hs = -0.31ln(Q) - 1.2891
ESE	Hs = -0.235ln(Q) - 1.0354
SE	Hs = -0.252ln(Q) - 1.0547
SSE	Hs = -0.555ln(Q) - 2.0954
S	Hs = -0.668ln(Q) - 1.2474
NonDir	Hs = -0.539ln(Q) + 0.2363

Ege Denizi 18 (39.00 N; 26.80 E)



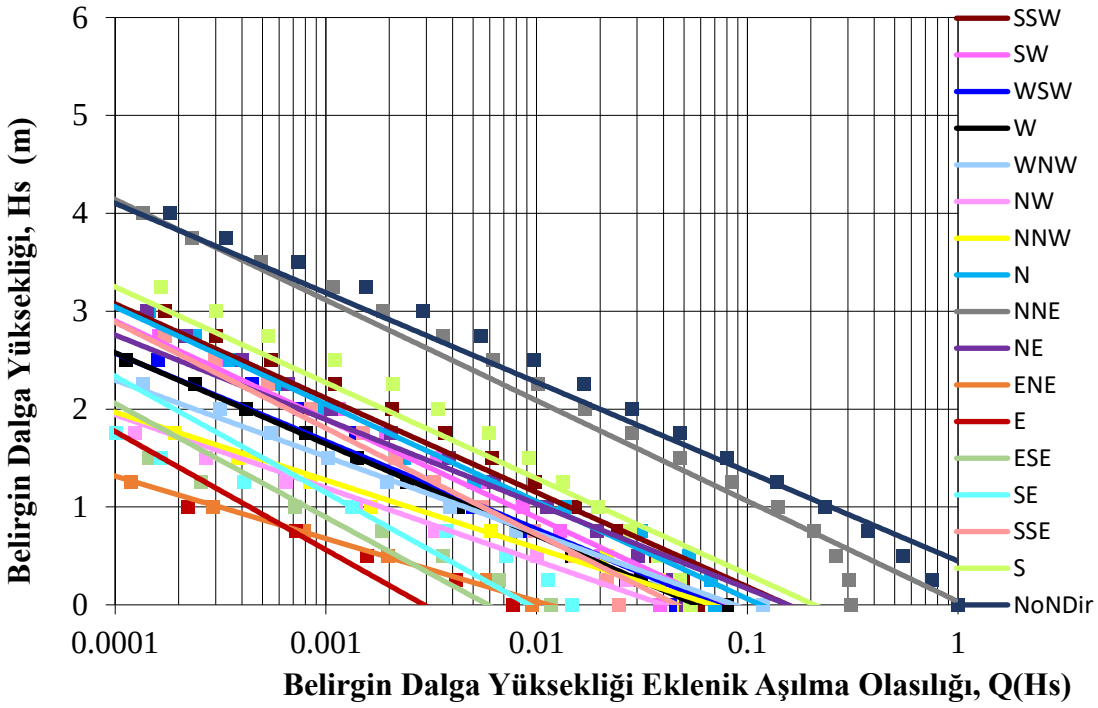
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.247ln(Q) - 0.5848
SW	Hs = -0.322ln(Q) - 0.181
WSW	Hs = -0.305ln(Q) - 0.6759
W	Hs = -0.206ln(Q) - 0.6757
WNW	Hs = -0.162ln(Q) - 0.6353
NW	Hs = -0.157ln(Q) - 0.5827
NNW	Hs = -0.108ln(Q) - 0.1764
N	Hs = -0.068ln(Q) - 0.2741
NNE	Hs = -0.218ln(Q) - 0.4628
NE	Hs = -0.14ln(Q) - 0.6167
ENE	Hs = -0.251ln(Q) - 0.1172
E	Hs = -0.269ln(Q) - 0.6976
ESE	Hs = -0.268ln(Q) - 0.9095
SE	Hs = -0.267ln(Q) - 0.9208
SSE	Hs = -0.269ln(Q) - 1.0816
S	Hs = -0.111ln(Q) - 0.5662
NonDir	Hs = -0.286ln(Q) + 0.1601

Ege Denizi 19 (38.75 N; 26.80 E)



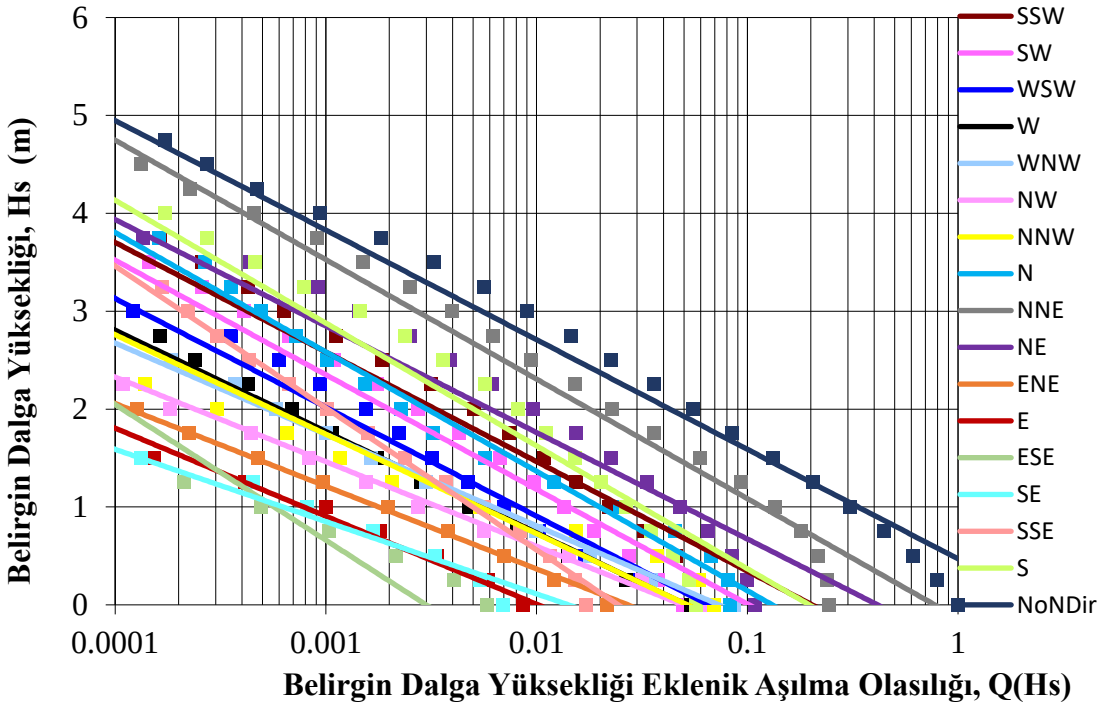
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.334ln(Q) - 0.7909
SW	Hs = -0.278ln(Q) - 0.4893
WSW	Hs = -0.347ln(Q) - 0.4485
W	Hs = -0.371ln(Q) - 0.7257
WNW	Hs = -0.307ln(Q) - 0.7364
NW	Hs = -0.197ln(Q) - 0.4524
NNW	Hs = -0.378ln(Q) - 0.9256
N	Hs = -0.355ln(Q) - 0.3808
NNE	Hs = -0.326ln(Q) - 0.4026
NE	Hs = -0.351ln(Q) - 0.8587
ENE	Hs = -0.363ln(Q) - 0.99
E	Hs = -0.259ln(Q) - 1.3848
ESE	Hs = -0.197ln(Q) - 0.9212
SE	Hs = -0.157ln(Q) - 0.912
SSE	Hs = -0.206ln(Q) - 1.043
S	Hs = -0.322ln(Q) - 1.0242
NonDir	Hs = -0.317ln(Q) + 0.2655

Ege Denizi 20 (38.75 N; 26.50 E)



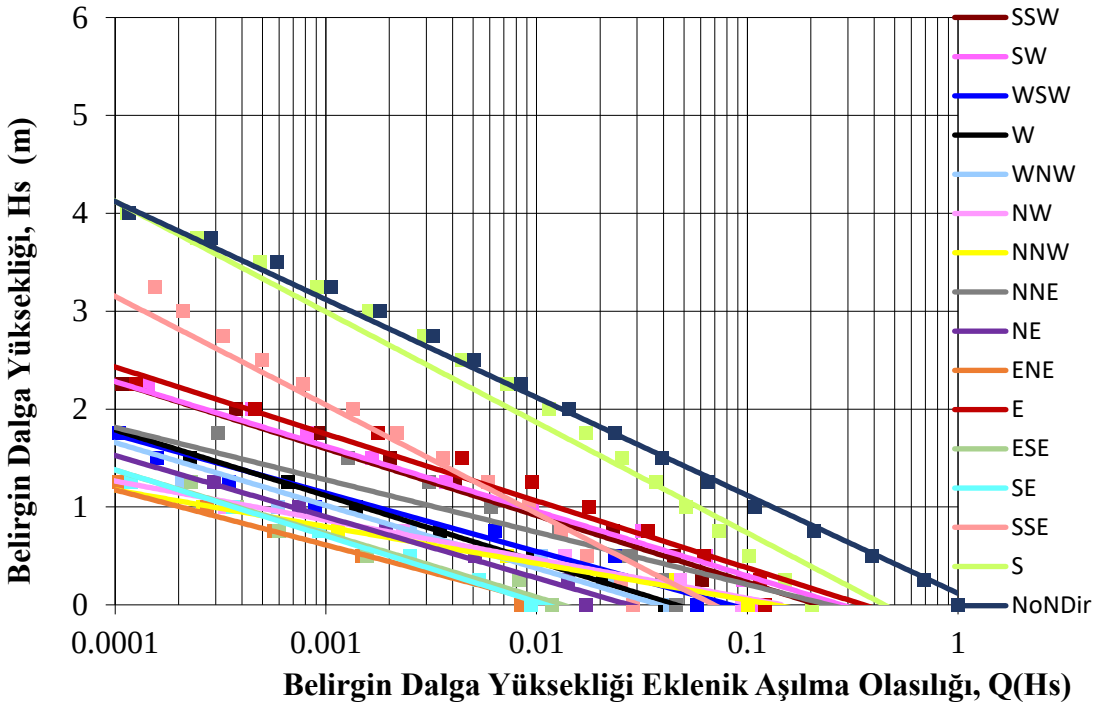
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.418ln(Q) - 0.778
SW	Hs = -0.436ln(Q) - 1.1185
WSW	Hs = -0.391ln(Q) - 1.0276
W	Hs = -0.405ln(Q) - 1.1567
WNW	Hs = -0.339ln(Q) - 0.8273
NW	Hs = -0.324ln(Q) - 1.0419
NNW	Hs = -0.302ln(Q) - 0.8092
N	Hs = -0.432ln(Q) - 0.9313
NNE	Hs = -0.446ln(Q) + 0.0338
NE	Hs = -0.375ln(Q) - 0.6969
ENE	Hs = -0.278ln(Q) - 1.2416
E	Hs = -0.525ln(Q) - 3.063
ESE	Hs = -0.505ln(Q) - 2.5914
SE	Hs = -0.516ln(Q) - 2.4182
SSE	Hs = -0.47ln(Q) - 1.4443
S	Hs = -0.425ln(Q) - 0.6673
NonDir	Hs = -0.397ln(Q) + 0.4477

Ege Denizi 21 (38.75 N; 26.20 E)



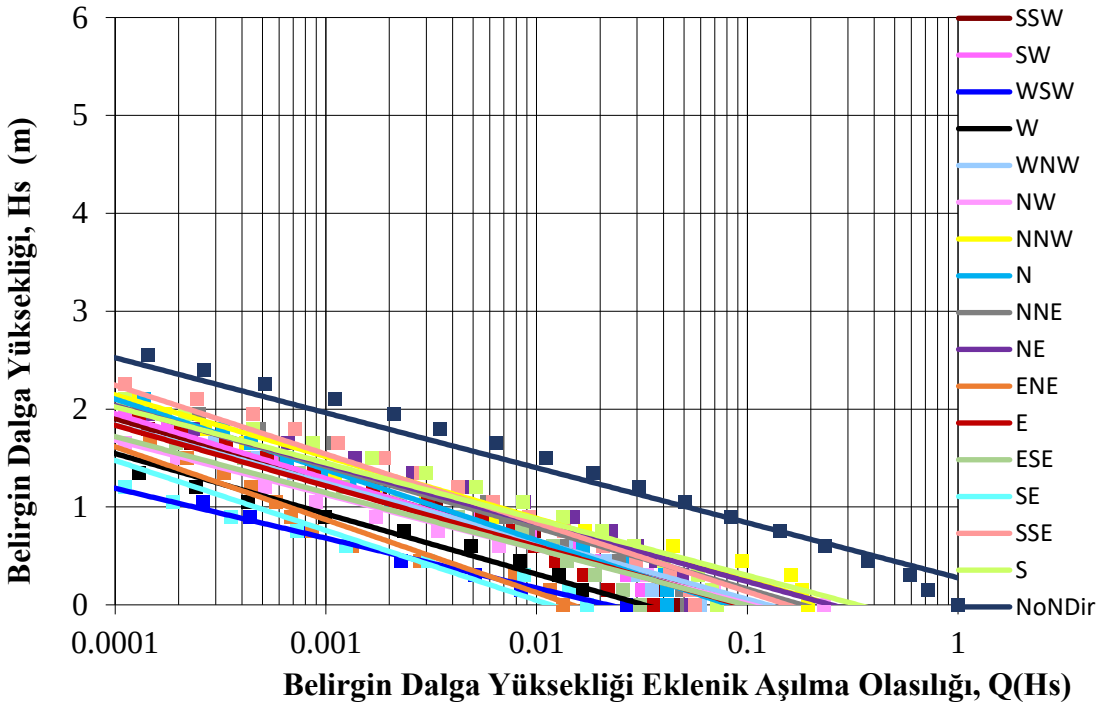
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.486ln(Q) - 0.7745
SW	Hs = -0.508ln(Q) - 1.1619
WSW	Hs = -0.483ln(Q) - 1.3172
W	Hs = -0.45ln(Q) - 1.3349
WNW	Hs = -0.405ln(Q) - 1.0592
NW	Hs = -0.375ln(Q) - 1.1301
NNW	Hs = -0.441ln(Q) - 1.3044
N	Hs = -0.53ln(Q) - 1.0747
NNE	Hs = -0.53ln(Q) - 0.1346
NE	Hs = -0.472ln(Q) - 0.4147
ENE	Hs = -0.367ln(Q) - 1.3234
E	Hs = -0.391ln(Q) - 1.7926
ESE	Hs = -0.602ln(Q) - 3.4964
SE	Hs = -0.321ln(Q) - 1.3647
SSE	Hs = -0.63ln(Q) - 2.3396
S	Hs = -0.545ln(Q) - 0.8849
NonDir	Hs = -0.486ln(Q) + 0.4697

Ege Denizi 22 (38.50 N; 26.20 E)



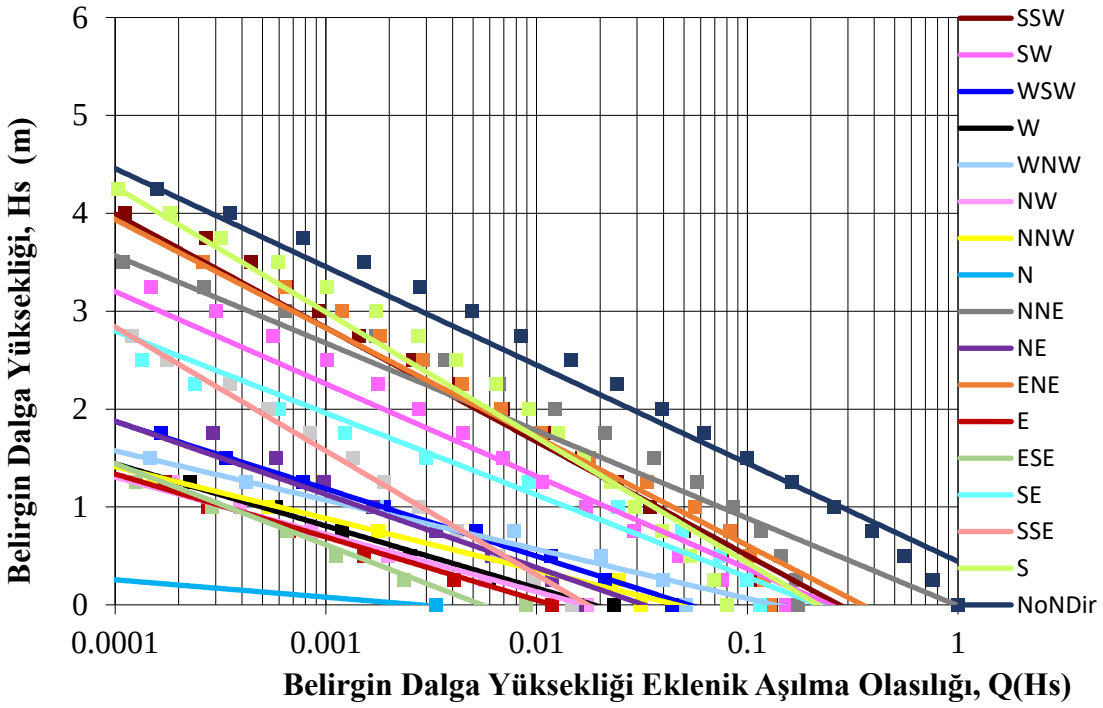
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.296ln(Q) - 0.4527
SW	Hs = -0.287ln(Q) - 0.3662
WSW	Hs = -0.259ln(Q) - 0.6462
W	Hs = -0.292ln(Q) - 0.8989
WNW	Hs = -0.279ln(Q) - 0.9092
NW	Hs = -0.173ln(Q) - 0.3316
NNW	Hs = -0.163ln(Q) - 0.327
NNE	Hs = -0.232ln(Q) - 0.3274
NE	Hs = -0.271ln(Q) - 0.9756
ENE	Hs = -0.244ln(Q) - 1.0761
E	Hs = -0.297ln(Q) - 0.3065
ESE	Hs = -0.282ln(Q) - 1.2176
SE	Hs = -0.293ln(Q) - 1.3189
SSE	Hs = -0.482ln(Q) - 1.2844
S	Hs = -0.49ln(Q) - 0.3941
NonDir	Hs = -0.434ln(Q) + 0.1187

Ege Denizi 23 (38.50 N; 26.80 E)



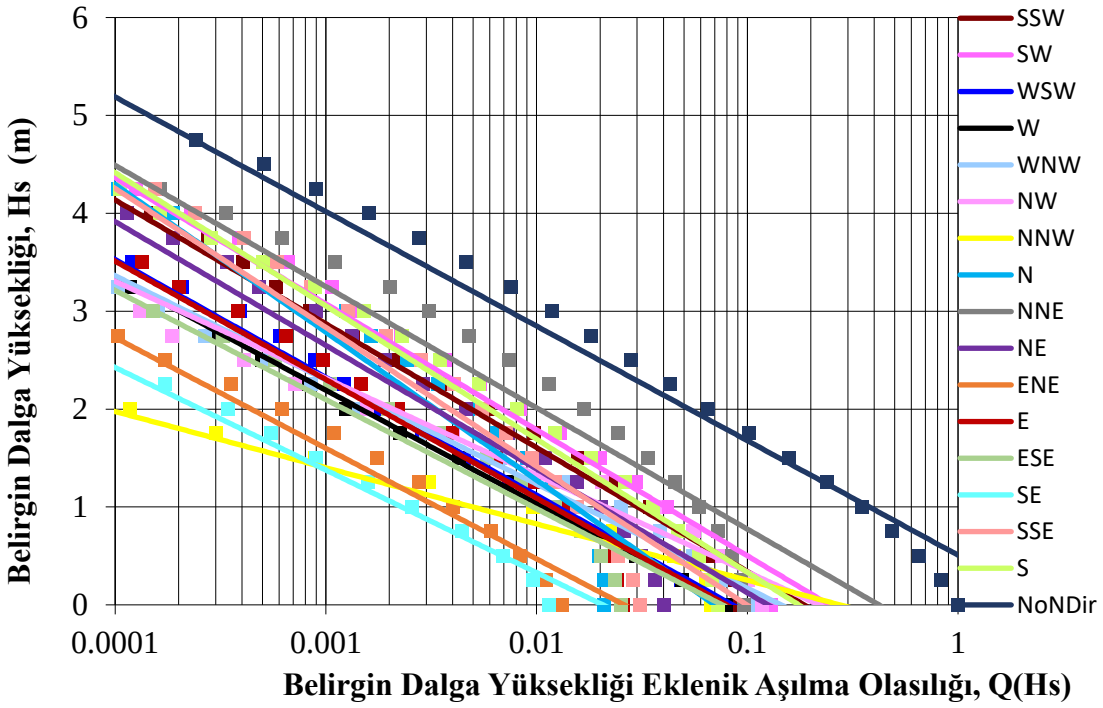
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.271ln(Q) - 0.5986
SW	Hs = -0.287ln(Q) - 0.6935
WSW	Hs = -0.221ln(Q) - 0.8463
W	Hs = -0.268ln(Q) - 0.9183
WNW	Hs = -0.258ln(Q) - 0.5353
NW	Hs = -0.241ln(Q) - 0.5431
NNW	Hs = -0.274ln(Q) - 0.3766
N	Hs = -0.313ln(Q) - 0.7827
NNE	Hs = -0.272ln(Q) - 0.463
NE	Hs = -0.26ln(Q) - 0.3596
ENE	Hs = -0.323ln(Q) - 1.3633
E	Hs = -0.268ln(Q) - 0.6384
ESE	Hs = -0.25ln(Q) - 0.5802
SE	Hs = -0.31ln(Q) - 1.3814
SSE	Hs = -0.305ln(Q) - 0.5691
S	Hs = -0.249ln(Q) - 0.2727
NonDir	Hs = -0.244ln(Q) + 0.2765

Ege Denizi 24 (38.25 N; 26.20 E)



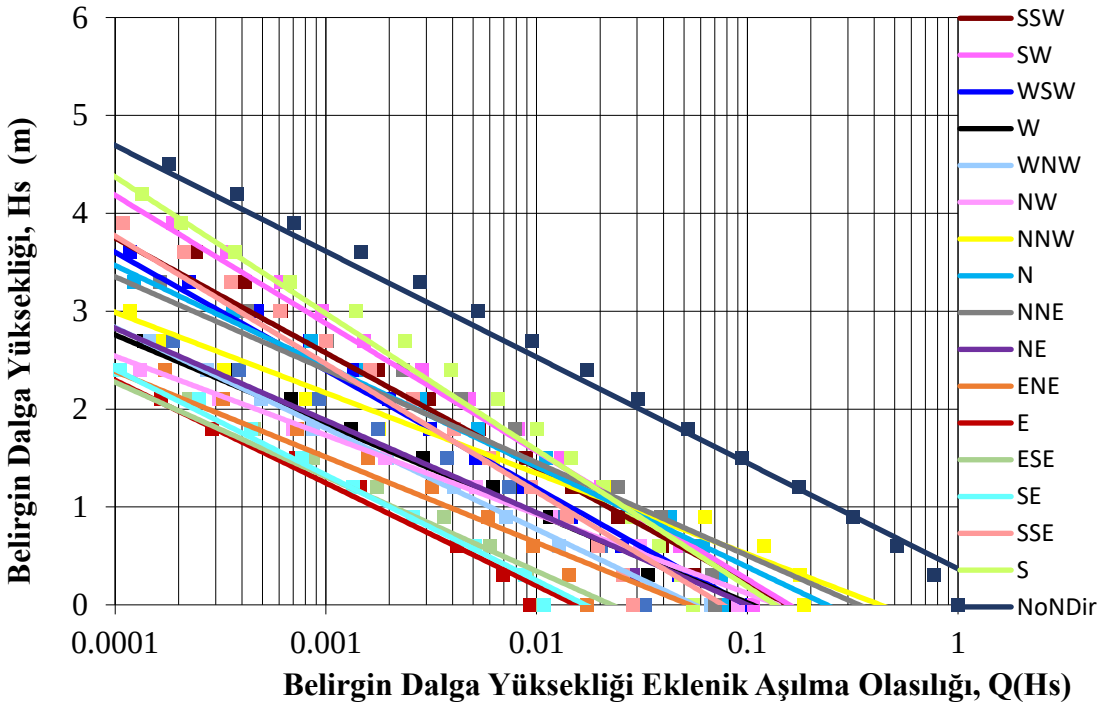
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.505ln(Q) - 0.6562
SW	Hs = -0.41ln(Q) - 0.5727
WSW	Hs = -0.299ln(Q) - 0.8789
W	Hs = -0.276ln(Q) - 1.0993
WNW	Hs = -0.218ln(Q) - 0.4376
NW	Hs = -0.254ln(Q) - 1.0351
NNW	Hs = -0.23ln(Q) - 0.7059
N	Hs = -0.077ln(Q) - 0.4539
NNE	Hs = -0.388ln(Q) - 0.0088
NE	Hs = -0.325ln(Q) - 1.1152
ENE	Hs = -0.482ln(Q) - 0.5034
E	Hs = -0.28ln(Q) - 1.2393
ESE	Hs = -0.36ln(Q) - 1.8708
SE	Hs = -0.364ln(Q) - 0.5543
SSE	Hs = -0.55ln(Q) - 2.2251
S	Hs = -0.556ln(Q) - 0.8488
NonDir	Hs = -0.436ln(Q) + 0.4425

Ege Denizi 25 (38.00 N; 26.20 E)



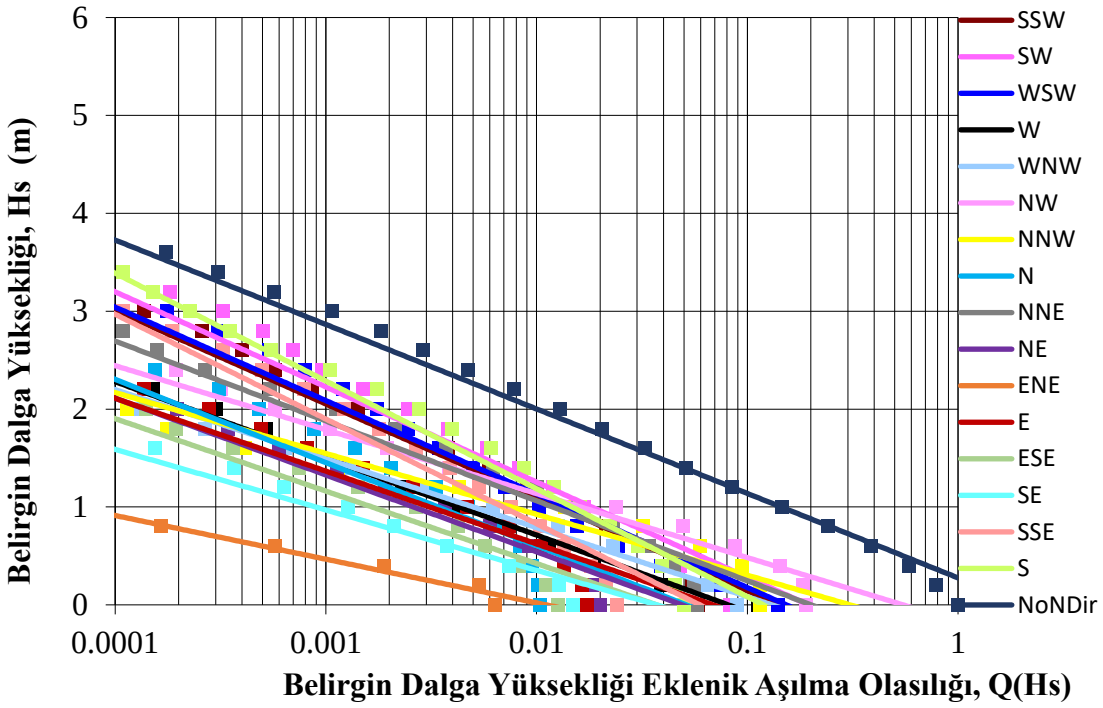
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.549ln(Q) - 0.9232
SW	Hs = -0.559ln(Q) - 0.7854
WSW	Hs = -0.523ln(Q) - 1.2897
W	Hs = -0.503ln(Q) - 1.2836
WNW	Hs = -0.462ln(Q) - 0.8932
NW	Hs = -0.43ln(Q) - 0.6519
NNW	Hs = -0.249ln(Q) - 0.3219
N	Hs = -0.656ln(Q) - 1.7442
NNE	Hs = -0.538ln(Q) - 0.4648
NE	Hs = -0.549ln(Q) - 1.1399
ENE	Hs = -0.491ln(Q) - 1.7912
E	Hs = -0.525ln(Q) - 1.3286
ESE	Hs = -0.484ln(Q) - 1.2483
SE	Hs = -0.455ln(Q) - 1.7667
SSE	Hs = -0.616ln(Q) - 1.4226
S	Hs = -0.591ln(Q) - 1.0285
NonDir	Hs = -0.508ln(Q) + 0.5074

Ege Denizi 26 (38.00 N; 26.50 E)



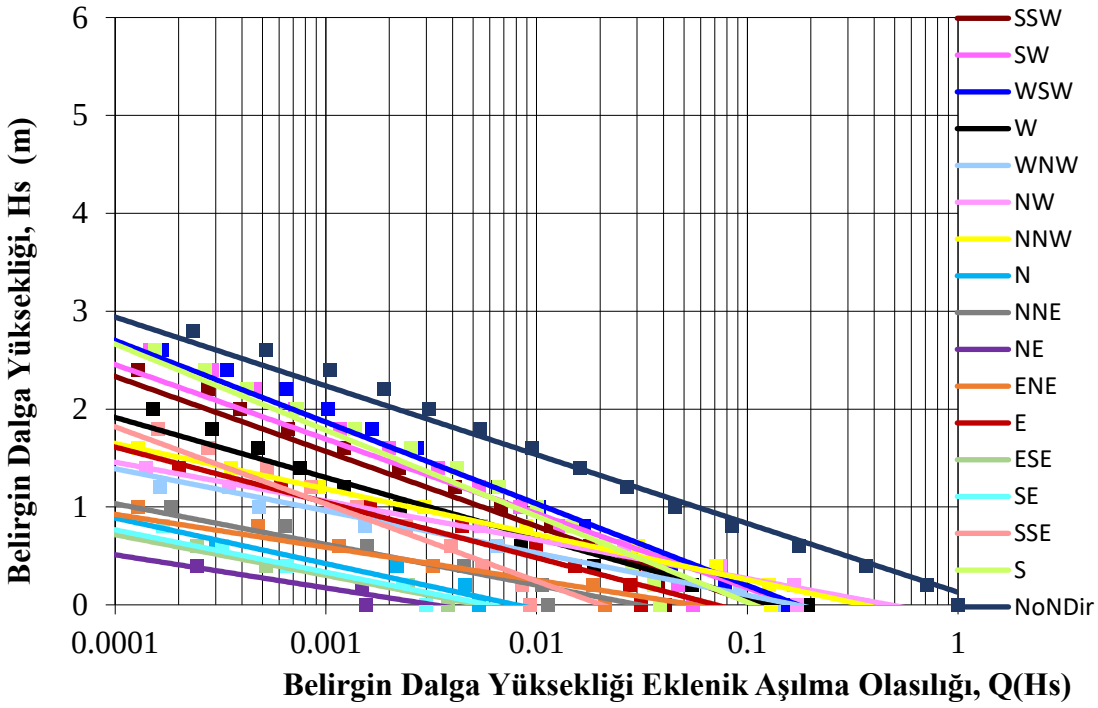
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.51ln(Q) - 0.9496
SW	Hs = -0.568ln(Q) - 1.0461
WSW	Hs = -0.523ln(Q) - 1.2158
W	Hs = -0.396ln(Q) - 0.8902
WNW	Hs = -0.447ln(Q) - 1.2877
NW	Hs = -0.351ln(Q) - 0.69
NNW	Hs = -0.357ln(Q) - 0.3036
N	Hs = -0.446ln(Q) - 0.6397
NNE	Hs = -0.412ln(Q) - 0.4455
NE	Hs = -0.409ln(Q) - 0.9407
ENE	Hs = -0.38ln(Q) - 1.1148
E	Hs = -0.456ln(Q) - 1.9035
ESE	Hs = -0.419ln(Q) - 1.5859
SE	Hs = -0.468ln(Q) - 1.9076
SSE	Hs = -0.567ln(Q) - 1.4569
S	Hs = -0.606ln(Q) - 1.2096
NonDir	Hs = -0.47ln(Q) + 0.3673

Ege Denizi 27 (38.00 N; 26.80 E)



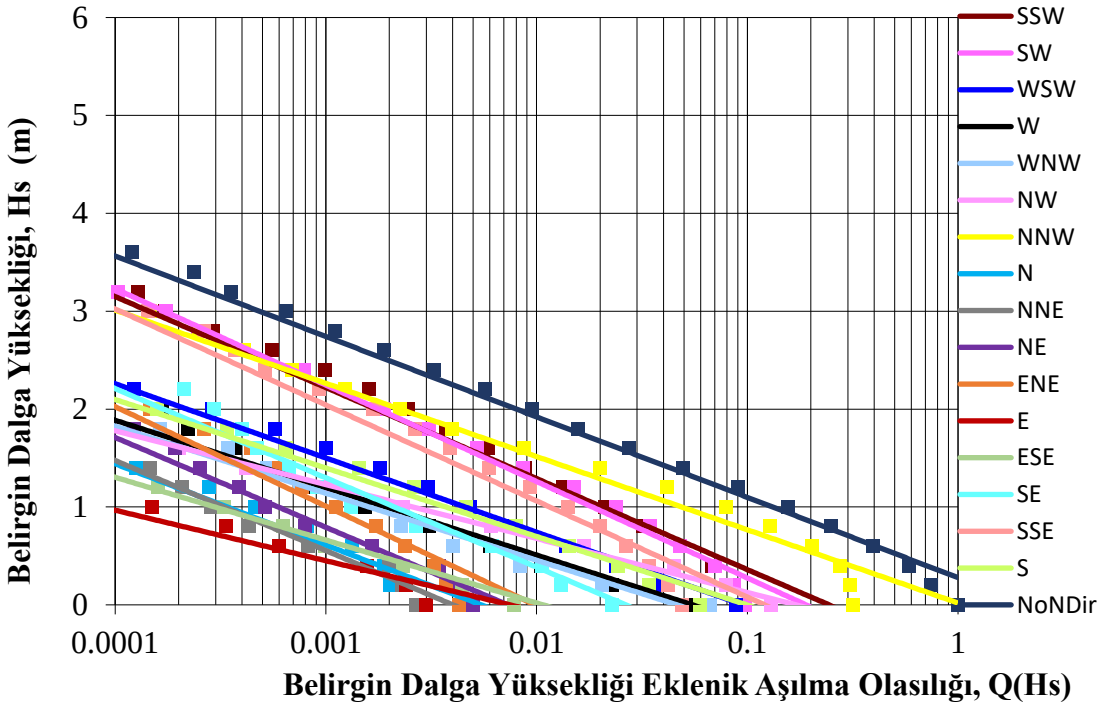
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.414ln(Q) - 0.8114
SW	Hs = -0.422ln(Q) - 0.6897
WSW	Hs = -0.415ln(Q) - 0.7776
W	Hs = -0.34ln(Q) - 0.8546
WNW	Hs = -0.306ln(Q) - 0.6222
NW	Hs = -0.284ln(Q) - 0.1704
NNW	Hs = -0.27ln(Q) - 0.3187
N	Hs = -0.369ln(Q) - 1.0958
NNE	Hs = -0.354ln(Q) - 0.5695
NE	Hs = -0.341ln(Q) - 1.0271
ENE	Hs = -0.194ln(Q) - 0.8724
E	Hs = -0.323ln(Q) - 0.8652
ESE	Hs = -0.321ln(Q) - 1.0586
SE	Hs = -0.268ln(Q) - 0.8834
SSE	Hs = -0.465ln(Q) - 1.3112
S	Hs = -0.478ln(Q) - 1.018
NonDir	Hs = -0.375ln(Q) + 0.276

Ege Denizi 28 (38.00 N; 27.10 E)



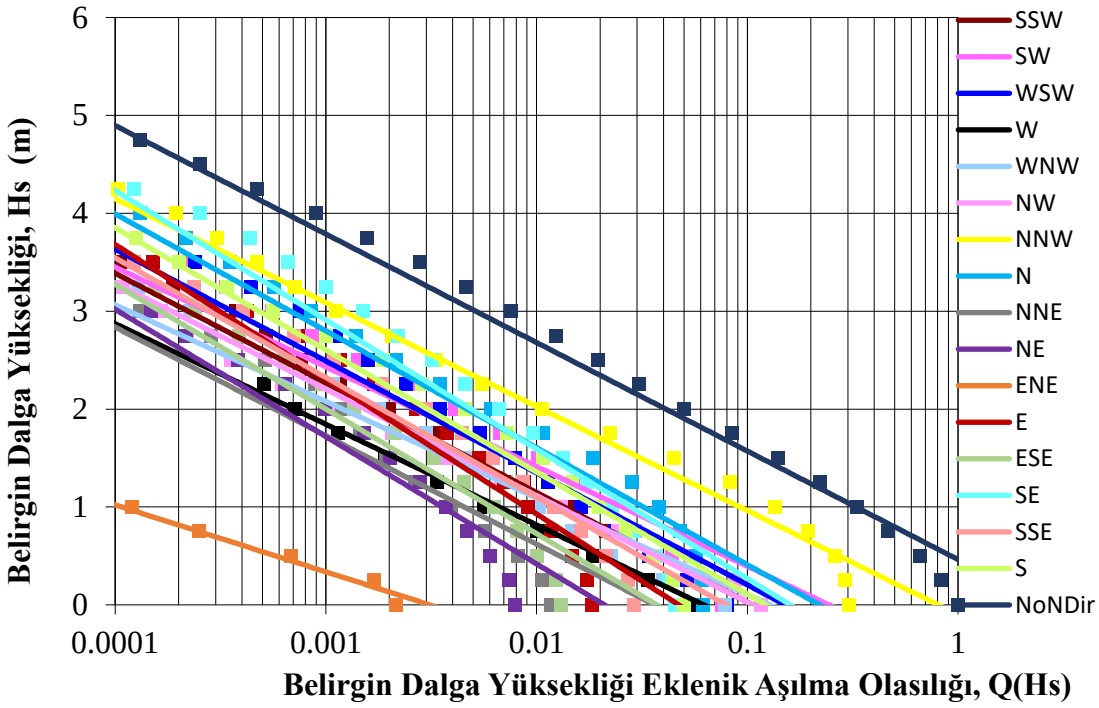
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.332ln(Q) - 0.7274
SW	Hs = -0.33ln(Q) - 0.5874
WSW	Hs = -0.362ln(Q) - 0.6337
W	Hs = -0.267ln(Q) - 0.5406
WNW	Hs = -0.187ln(Q) - 0.3318
NW	Hs = -0.172ln(Q) - 0.128
NNW	Hs = -0.202ln(Q) - 0.2086
N	Hs = -0.202ln(Q) - 0.9772
NNE	Hs = -0.18ln(Q) - 0.6289
NE	Hs = -0.147ln(Q) - 0.8417
ENE	Hs = -0.146ln(Q) - 0.4208
E	Hs = -0.245ln(Q) - 0.6492
ESE	Hs = -0.18ln(Q) - 0.9461
SE	Hs = -0.188ln(Q) - 0.962
SSE	Hs = -0.342ln(Q) - 1.3325
S	Hs = -0.382ln(Q) - 0.8515
NonDir	Hs = -0.305ln(Q) + 0.129

Ege Denizi 29 (37.75 N; 27.10 E)



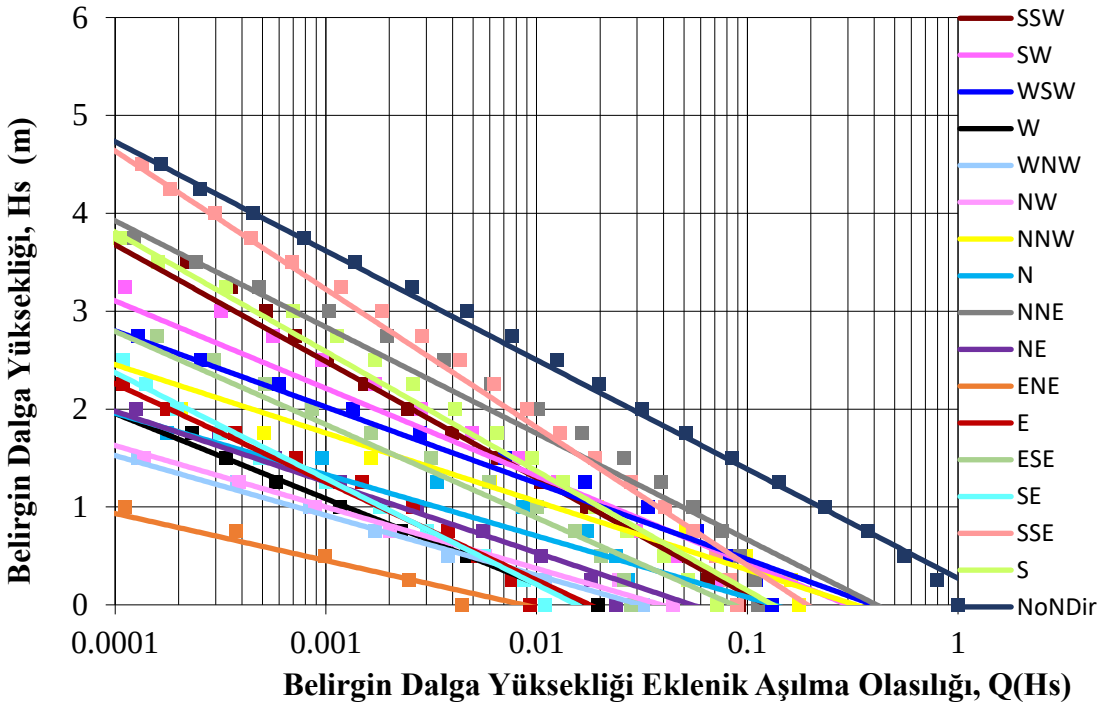
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.404ln(Q) - 0.5688
SW	Hs = -0.428ln(Q) - 0.7102
WSW	Hs = -0.329ln(Q) - 0.7727
W	Hs = -0.299ln(Q) - 0.8678
WNW	Hs = -0.297ln(Q) - 0.9132
NW	Hs = -0.239ln(Q) - 0.4238
NNW	Hs = -0.325ln(Q) + 0.0188
N	Hs = -0.36ln(Q) - 1.8786
NNE	Hs = -0.4ln(Q) - 2.2066
NE	Hs = -0.399ln(Q) - 1.9605
ENE	Hs = -0.441ln(Q) - 2.0418
E	Hs = -0.224ln(Q) - 1.0975
ESE	Hs = -0.279ln(Q) - 1.2634
SE	Hs = -0.396ln(Q) - 1.4376
SSE	Hs = -0.426ln(Q) - 0.9004
S	Hs = -0.304ln(Q) - 0.7007
NonDir	Hs = -0.357ln(Q) + 0.2778

Ege Denizi 30 (37.75 N; 26.50 E)



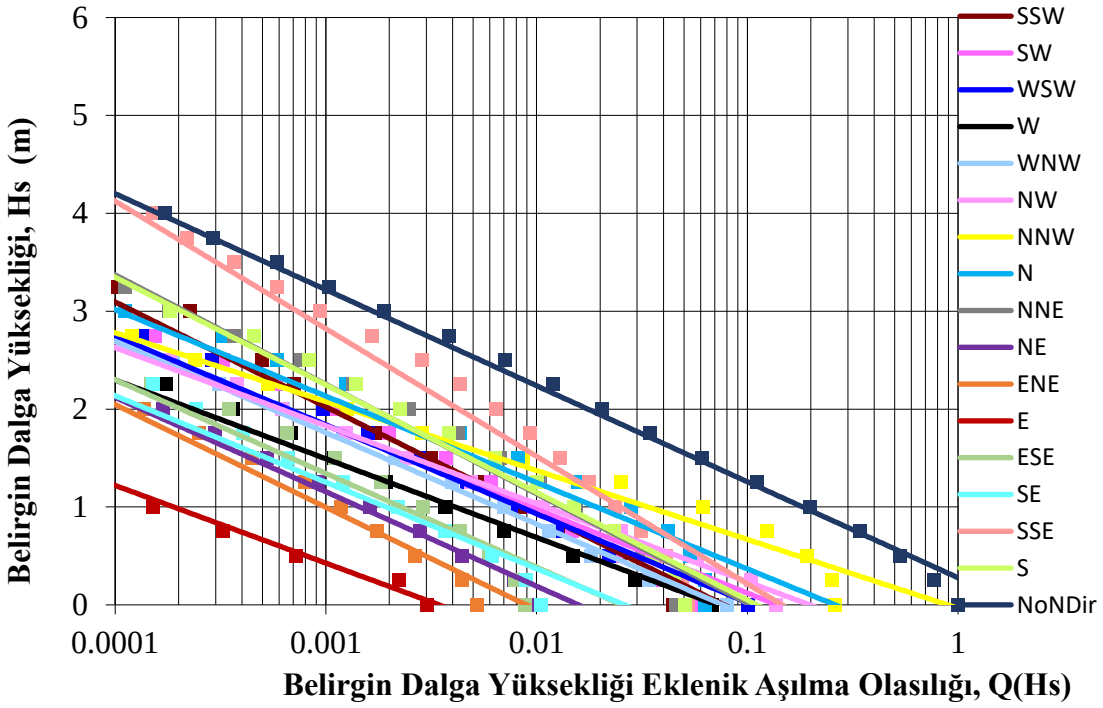
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.486ln(Q) - 1.0924
SW	Hs = -0.442ln(Q) - 0.6236
WSW	Hs = -0.496ln(Q) - 0.9378
W	Hs = -0.447ln(Q) - 1.2412
WNW	Hs = -0.428ln(Q) - 0.88
NW	Hs = -0.472ln(Q) - 1.0586
NNW	Hs = -0.461ln(Q) - 0.0992
N	Hs = -0.519ln(Q) - 0.7842
NNE	Hs = -0.481ln(Q) - 1.5955
NE	Hs = -0.565ln(Q) - 2.1826
ENE	Hs = -0.297ln(Q) - 1.7154
E	Hs = -0.598ln(Q) - 1.8235
ESE	Hs = -0.553ln(Q) - 1.8206
SE	Hs = -0.574ln(Q) - 1.0518
SSE	Hs = -0.531ln(Q) - 1.3458
S	Hs = -0.542ln(Q) - 1.1372
NonDir	Hs = -0.481ln(Q) + 0.4629

Ege Denizi 31 (37.50 N; 26.50 E)



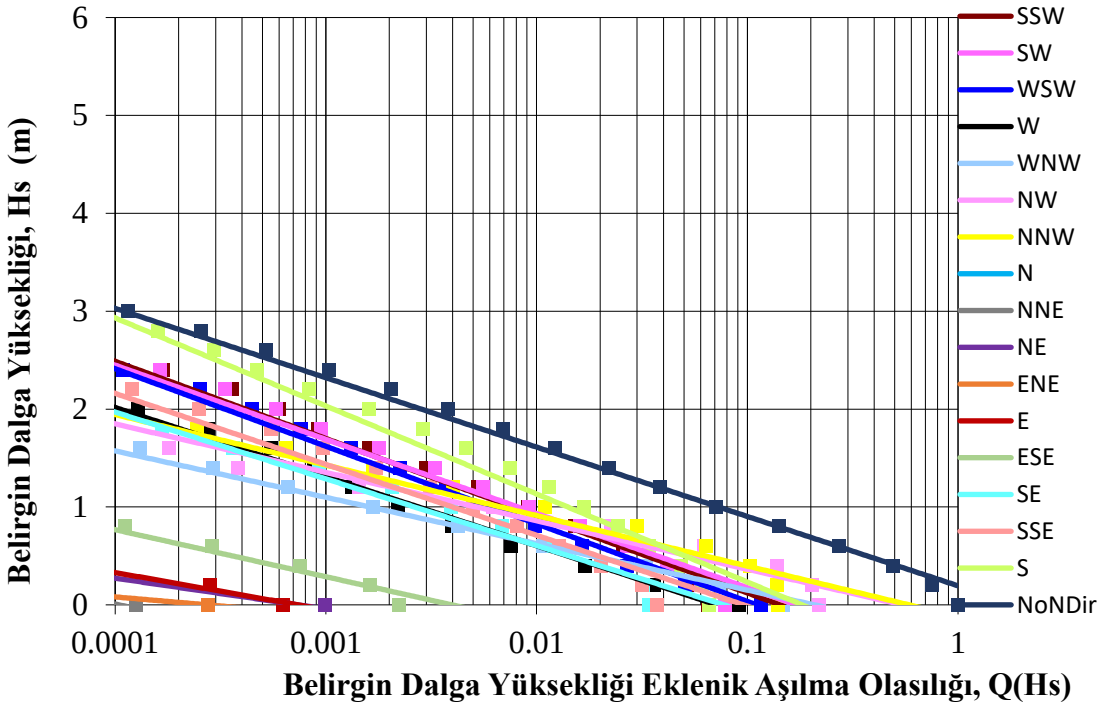
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.517ln(Q) - 1.0888
SW	Hs = -0.388ln(Q) - 0.4689
WSW	Hs = -0.338ln(Q) - 0.312
W	Hs = -0.377ln(Q) - 1.5228
WNW	Hs = -0.265ln(Q) - 0.9197
NW	Hs = -0.273ln(Q) - 0.8845
NNW	Hs = -0.303ln(Q) - 0.3407
N	Hs = -0.272ln(Q) - 0.5483
NNE	Hs = -0.471ln(Q) - 0.4197
NE	Hs = -0.314ln(Q) - 0.9125
ENE	Hs = -0.209ln(Q) - 0.9933
E	Hs = -0.436ln(Q) - 1.7525
ESE	Hs = -0.413ln(Q) - 1.0146
SE	Hs = -0.47ln(Q) - 1.9572
SSE	Hs = -0.613ln(Q) - 1.0081
S	Hs = -0.53ln(Q) - 1.0723
NonDir	Hs = -0.484ln(Q) + 0.2705

Ege Denizi 32 (37.50 N; 26.80 E)



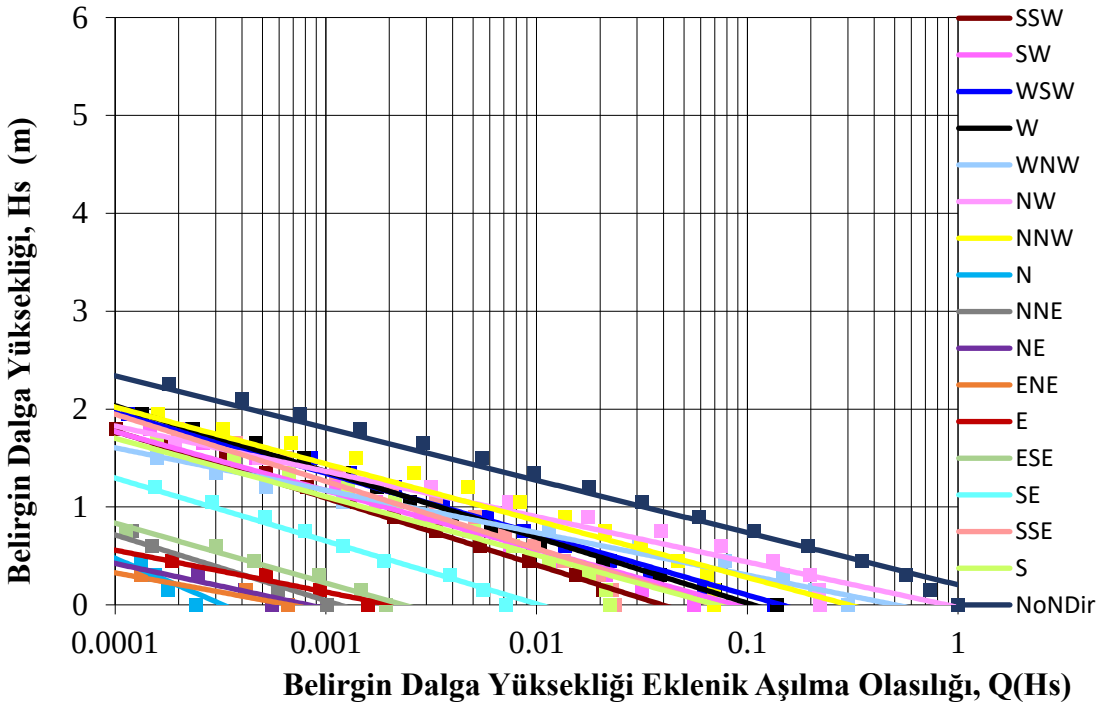
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.465ln(Q) - 1.191
SW	Hs = -0.372ln(Q) - 0.7356
WSW	Hs = -0.394ln(Q) - 0.8853
W	Hs = -0.349ln(Q) - 0.9205
WNW	Hs = -0.406ln(Q) - 1.0439
NW	Hs = -0.346ln(Q) - 0.5607
NNW	Hs = -0.306ln(Q) - 0.0351
N	Hs = -0.383ln(Q) - 0.515
NNE	Hs = -0.485ln(Q) - 1.1008
NE	Hs = -0.419ln(Q) - 1.737
ENE	Hs = -0.455ln(Q) - 2.1479
E	Hs = -0.345ln(Q) - 1.9537
ESE	Hs = -0.415ln(Q) - 1.5272
SE	Hs = -0.384ln(Q) - 1.3983
SSE	Hs = -0.566ln(Q) - 1.0886
S	Hs = -0.477ln(Q) - 1.0485
NonDir	Hs = -0.426ln(Q) + 0.2768

Ege Denizi 33 (37.50 N; 27.10 E)



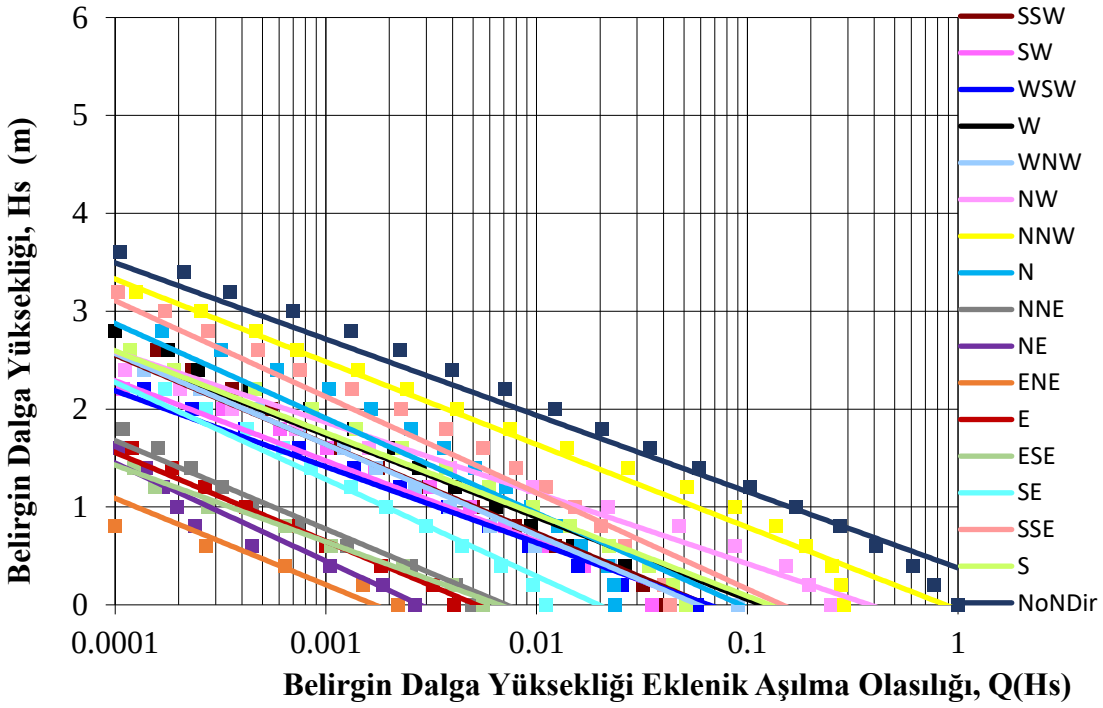
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.342ln(Q) - 0.6665
SW	Hs = -0.329ln(Q) - 0.5821
WSW	Hs = -0.344ln(Q) - 0.7565
W	Hs = -0.307ln(Q) - 0.808
WNW	Hs = -0.206ln(Q) - 0.3229
NW	Hs = -0.215ln(Q) - 0.1311
NNW	Hs = -0.224ln(Q) - 0.1195
N	Hs = -0.124ln(Q) - 1.3862
NNE	Hs = -0.193ln(Q) - 1.7716
NE	Hs = -0.136ln(Q) - 0.9798
ENE	Hs = -0.08ln(Q) - 0.66
E	Hs = -0.165ln(Q) - 1.1916
ESE	Hs = -0.209ln(Q) - 1.1536
SE	Hs = -0.296ln(Q) - 0.7588
SSE	Hs = -0.315ln(Q) - 0.7376
S	Hs = -0.39ln(Q) - 0.6652
NonDir	Hs = -0.308ln(Q) + 0.1946

Ege Denizi 34 (37.25 N; 27.40 E)



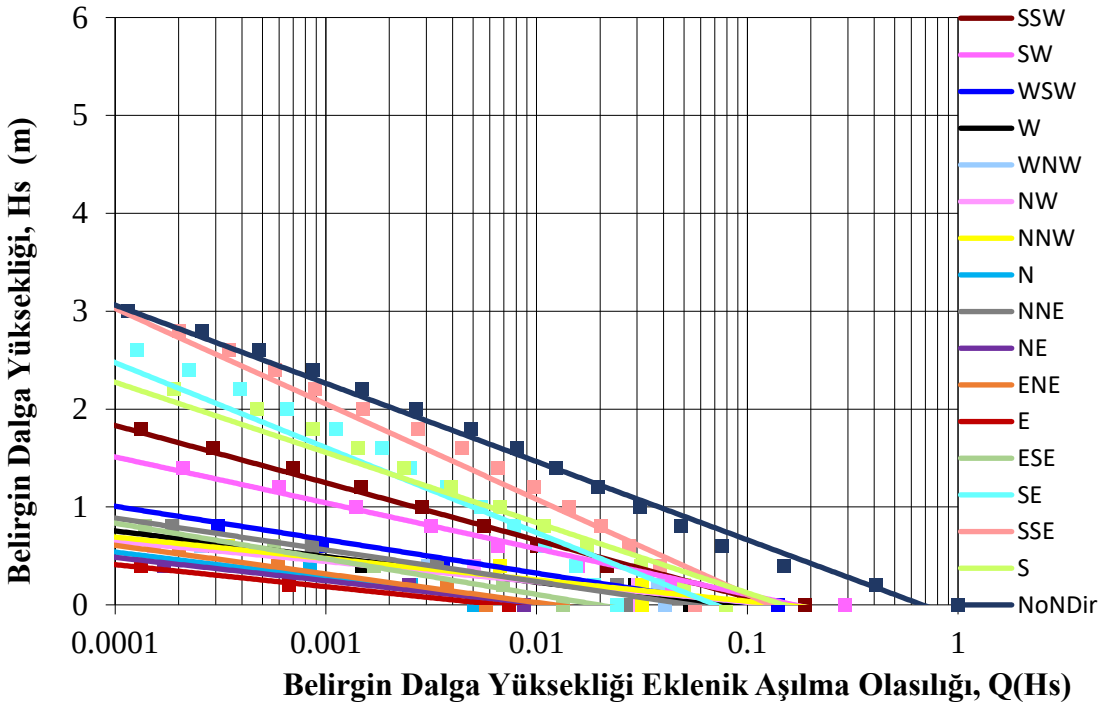
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.297ln(Q) - 0.9601
SW	Hs = -0.261ln(Q) - 0.6363
WSW	Hs = -0.27ln(Q) - 0.5213
W	Hs = -0.292ln(Q) - 0.6541
WNW	Hs = -0.188ln(Q) - 0.1292
NW	Hs = -0.201ln(Q) - 0.0251
NNW	Hs = -0.252ln(Q) - 0.3006
N	Hs = -0.404ln(Q) - 3.241
NNE	Hs = -0.292ln(Q) - 1.9728
NE	Hs = -0.201ln(Q) - 1.4256
ENE	Hs = -0.172ln(Q) - 1.2562
E	Hs = -0.186ln(Q) - 1.1543
ESE	Hs = -0.265ln(Q) - 1.6091
SE	Hs = -0.279ln(Q) - 1.2754
SSE	Hs = -0.298ln(Q) - 0.7955
S	Hs = -0.259ln(Q) - 0.6832
NonDir	Hs = -0.232ln(Q) + 0.2045

Ege Denizi 35 (37.25 N; 27.10 E)



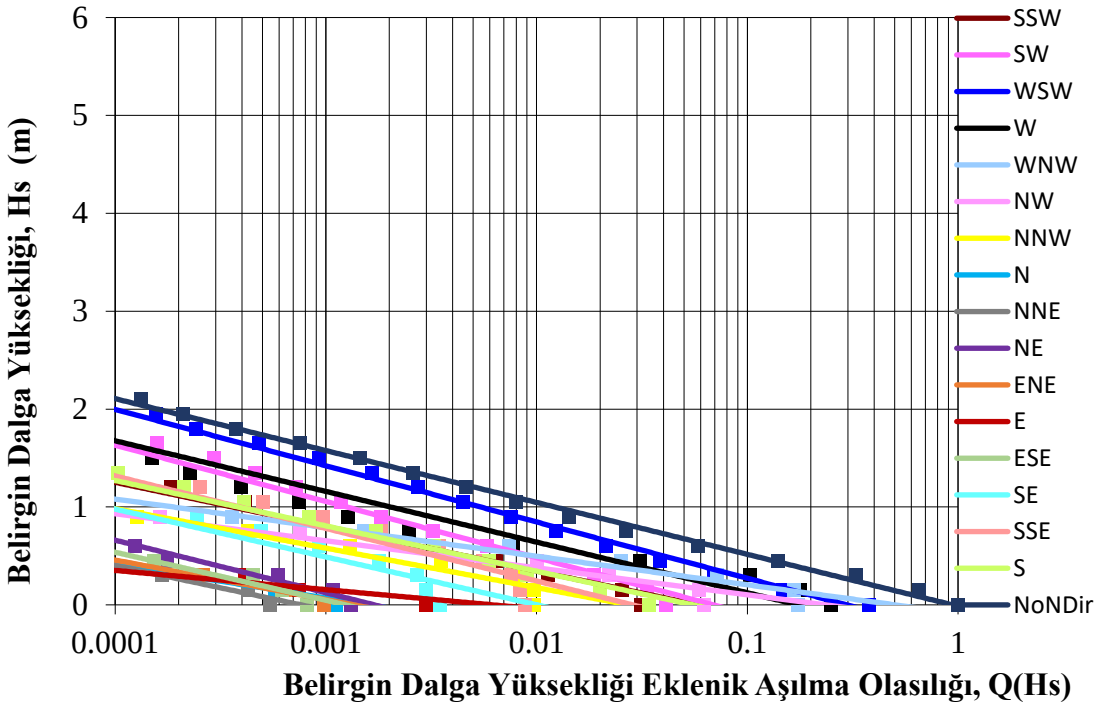
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.394ln(Q) - 1.0826
SW	Hs = -0.355ln(Q) - 0.9839
WSW	Hs = -0.337ln(Q) - 0.9172
W	Hs = -0.364ln(Q) - 0.7821
WNW	Hs = -0.403ln(Q) - 1.143
NW	Hs = -0.314ln(Q) - 0.302
NNW	Hs = -0.367ln(Q) - 0.0507
N	Hs = -0.42ln(Q) - 0.9968
NNE	Hs = -0.392ln(Q) - 1.9354
NE	Hs = -0.434ln(Q) - 2.5525
ENE	Hs = -0.384ln(Q) - 2.446
E	Hs = -0.394ln(Q) - 2.0728
ESE	Hs = -0.34ln(Q) - 1.7021
SE	Hs = -0.43ln(Q) - 1.6876
SSE	Hs = -0.426ln(Q) - 0.8181
S	Hs = -0.362ln(Q) - 0.7451
NonDir	Hs = -0.338ln(Q) + 0.3776

Ege Denizi 36 (37.00 N; 27.40 E)



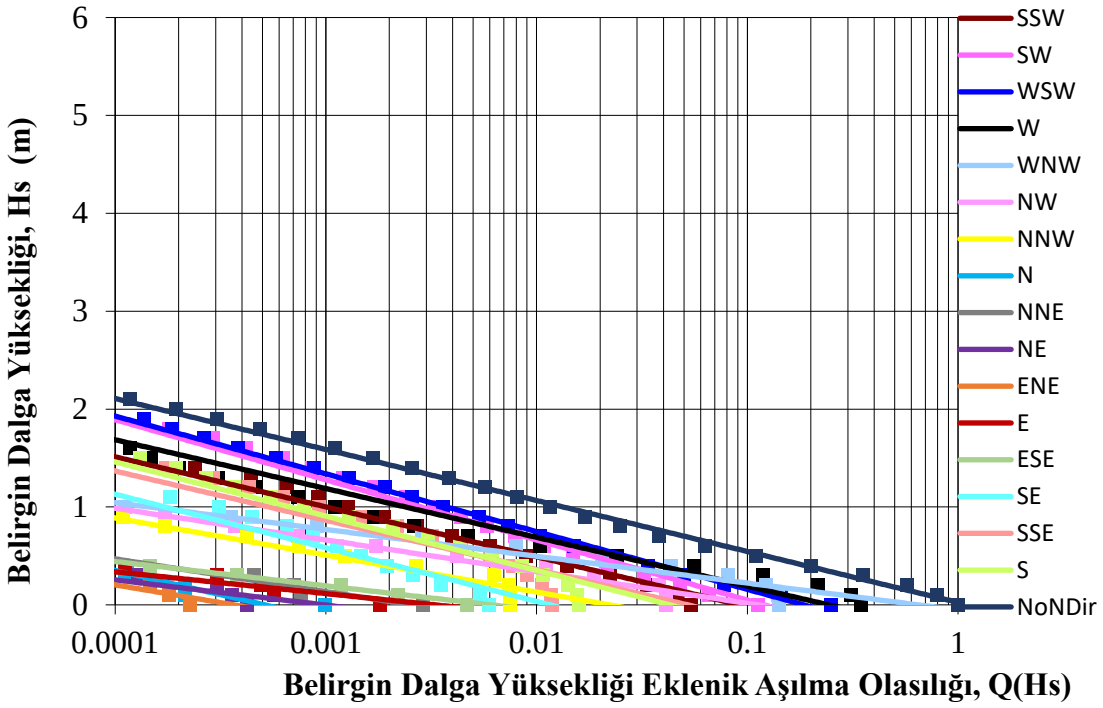
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.254ln(Q) - 0.5101
SW	Hs = -0.204ln(Q) - 0.364
WSW	Hs = -0.148ln(Q) - 0.3589
W	Hs = -0.114ln(Q) - 0.293
WNW	Hs = -0.092ln(Q) - 0.1816
NW	Hs = -0.09ln(Q) - 0.1808
NNW	Hs = -0.095ln(Q) - 0.182
N	Hs = -0.114ln(Q) - 0.5125
NNE	Hs = -0.141ln(Q) - 0.4113
NE	Hs = -0.104ln(Q) - 0.4686
ENE	Hs = -0.127ln(Q) - 0.5603
E	Hs = -0.098ln(Q) - 0.4897
ESE	Hs = -0.158ln(Q) - 0.6209
SE	Hs = -0.377ln(Q) - 1
SSE	Hs = -0.423ln(Q) - 0.8673
S	Hs = -0.311ln(Q) - 0.594
NonDir	Hs = -0.347ln(Q) - 0.1352

Ege Denizi 37 (37.00 N; 28.00 E)



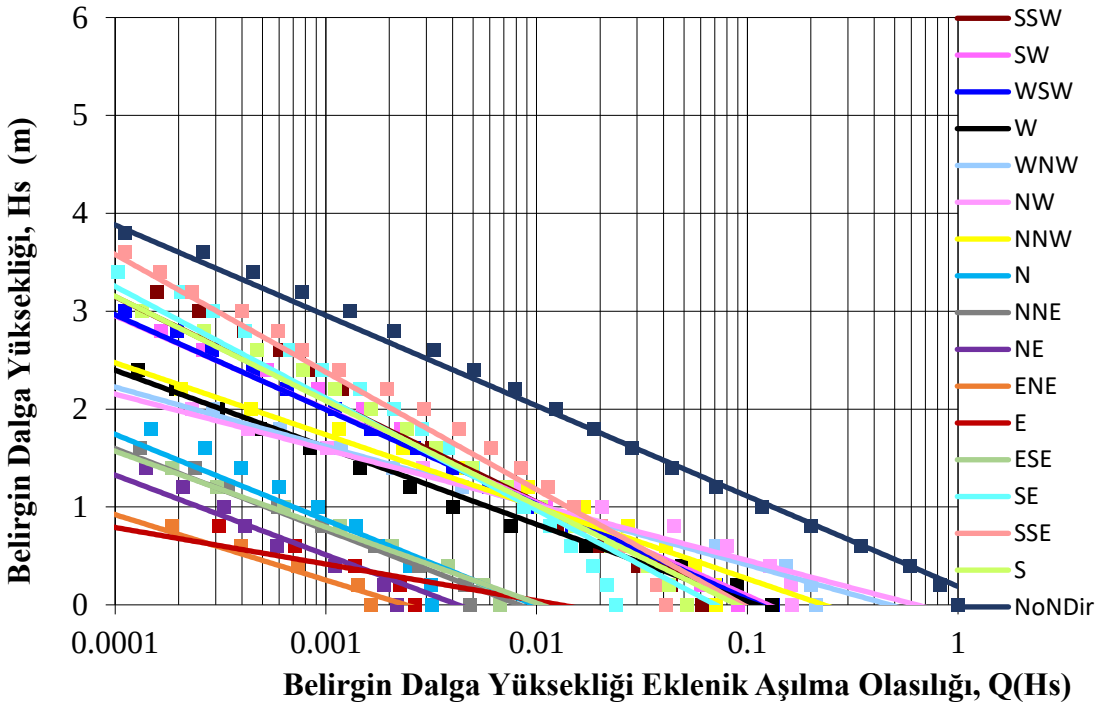
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.197ln(Q) - 0.5585
SW	Hs = -0.249ln(Q) - 0.6671
WSW	Hs = -0.25ln(Q) - 0.3035
W	Hs = -0.225ln(Q) - 0.3932
WNW	Hs = -0.127ln(Q) - 0.0873
NW	Hs = -0.12ln(Q) - 0.1737
NNW	Hs = -0.175ln(Q) - 0.632
N	Hs = -0.15ln(Q) - 0.9655
NNE	Hs = -0.198ln(Q) - 1.4196
NE	Hs = -0.233ln(Q) - 1.4879
ENE	Hs = -0.175ln(Q) - 1.1578
E	Hs = -0.085ln(Q) - 0.4336
ESE	Hs = -0.213ln(Q) - 1.4275
SE	Hs = -0.212ln(Q) - 0.9763
SSE	Hs = -0.233ln(Q) - 0.8283
S	Hs = -0.201ln(Q) - 0.5827
NonDir	Hs = -0.23ln(Q) - 0.0138

Ege Denizi 38 (36.75 N; 28.00 E)



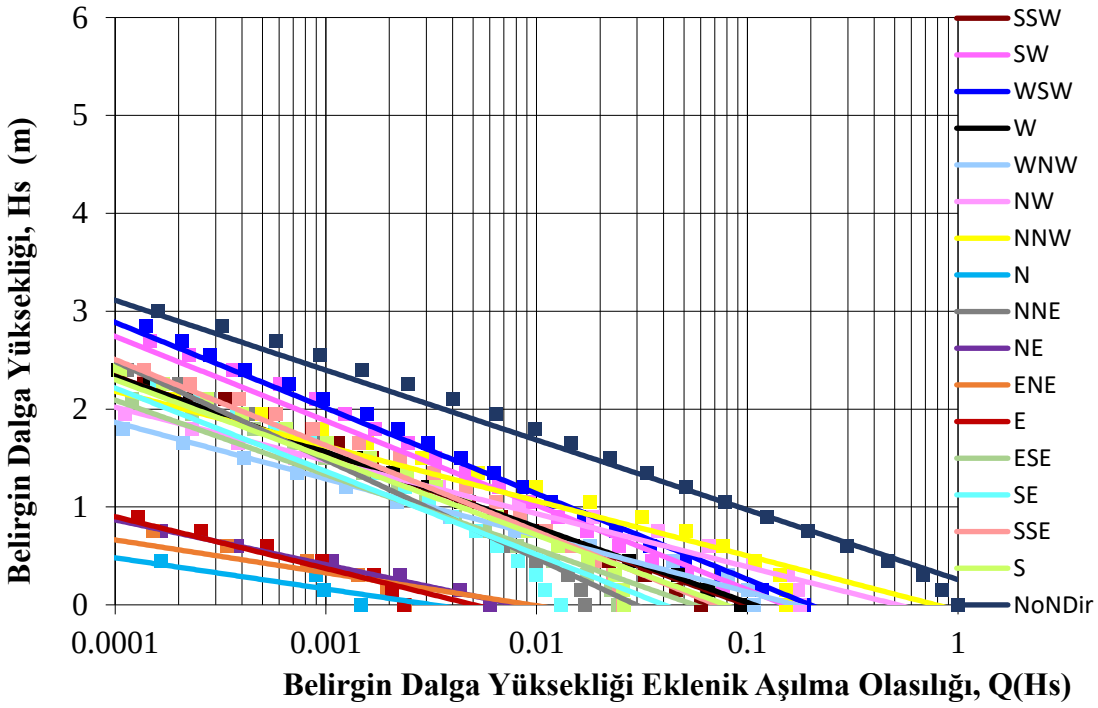
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.222ln(Q) - 0.5296
SW	Hs = -0.267ln(Q) - 0.5657
WSW	Hs = -0.256ln(Q) - 0.4317
W	Hs = -0.216ln(Q) - 0.3062
WNW	Hs = -0.119ln(Q) - 0.0518
NW	Hs = -0.141ln(Q) - 0.3081
NNW	Hs = -0.164ln(Q) - 0.6259
N	Hs = -0.215ln(Q) - 1.6274
NNE	Hs = -0.145ln(Q) - 0.8683
NE	Hs = -0.112ln(Q) - 0.774
ENE	Hs = -0.157ln(Q) - 1.2439
E	Hs = -0.097ln(Q) - 0.5519
ESE	Hs = -0.108ln(Q) - 0.5507
SE	Hs = -0.238ln(Q) - 1.0598
SSE	Hs = -0.218ln(Q) - 0.6451
S	Hs = -0.241ln(Q) - 0.7579
NonDir	Hs = -0.226ln(Q) + 0.0246

Ege Denizi 39 (36.60 N; 27.60 E)



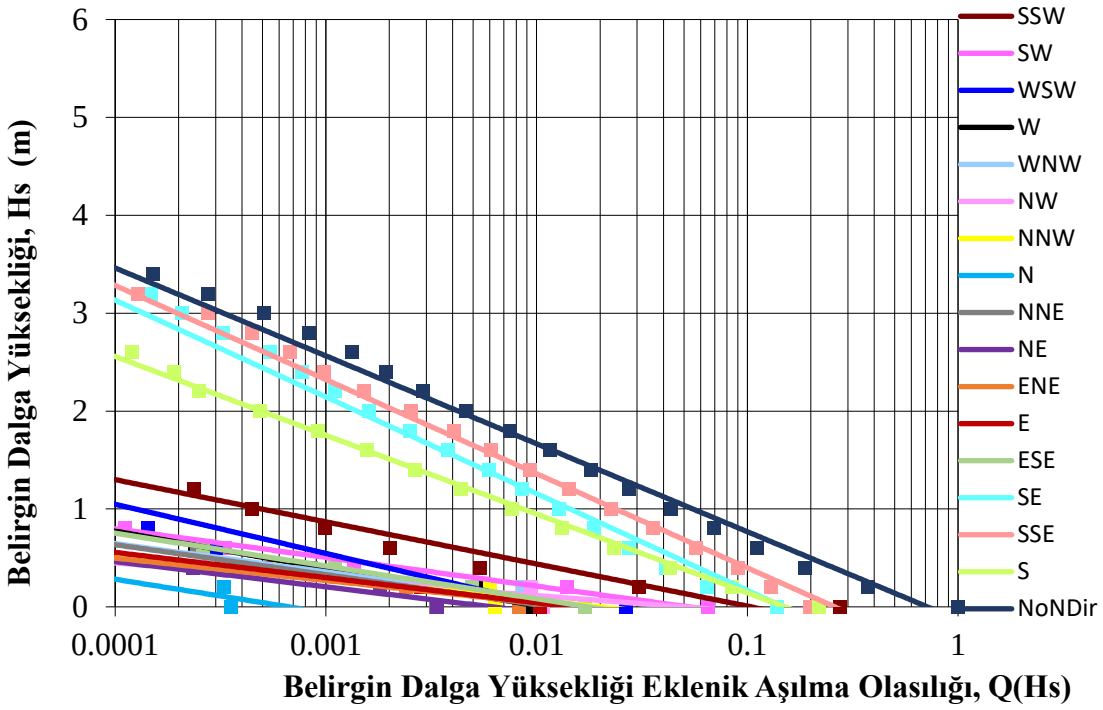
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.455ln(Q) - 1.0457
SW	Hs = -0.414ln(Q) - 0.8582
WSW	Hs = -0.42ln(Q) - 0.909
W	Hs = -0.342ln(Q) - 0.752
WNW	Hs = -0.263ln(Q) - 0.196
NW	Hs = -0.246ln(Q) - 0.1119
NNW	Hs = -0.319ln(Q) - 0.4682
N	Hs = -0.38ln(Q) - 1.7604
NNE	Hs = -0.362ln(Q) - 1.7344
NE	Hs = -0.354ln(Q) - 1.9324
ENE	Hs = -0.29ln(Q) - 1.7512
E	Hs = -0.162ln(Q) - 0.7063
ESE	Hs = -0.337ln(Q) - 1.5327
SE	Hs = -0.496ln(Q) - 1.3137
SSE	Hs = -0.522ln(Q) - 1.2248
S	Hs = -0.463ln(Q) - 1.1174
NonDir	Hs = -0.401ln(Q) + 0.188

Ege Denizi 40 (36.75 N; 27.40 E)



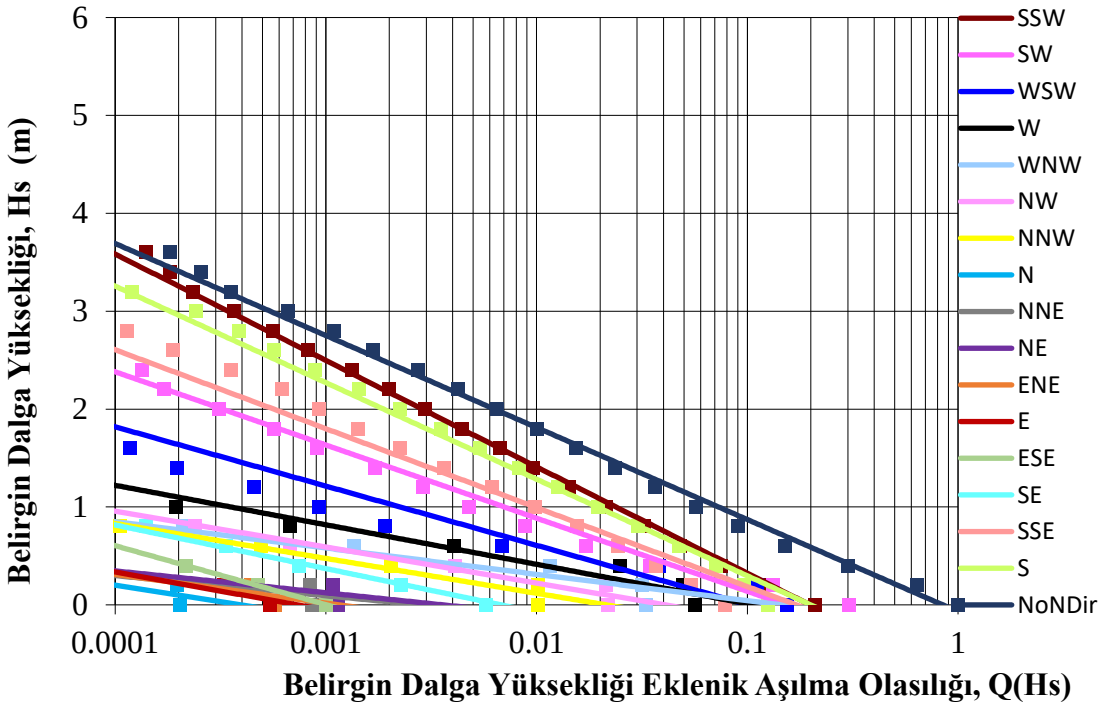
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.339ln(Q) - 0.7802
SW	Hs = -0.375ln(Q) - 0.7089
WSW	Hs = -0.38ln(Q) - 0.6138
W	Hs = -0.334ln(Q) - 0.745
WNW	Hs = -0.251ln(Q) - 0.4456
NW	Hs = -0.236ln(Q) - 0.1552
NNW	Hs = -0.243ln(Q) - 0.0589
N	Hs = -0.138ln(Q) - 0.7944
NNE	Hs = -0.437ln(Q) - 1.5357
NE	Hs = -0.198ln(Q) - 0.9578
ENE	Hs = -0.146ln(Q) - 0.6811
E	Hs = -0.23ln(Q) - 1.2149
ESE	Hs = -0.331ln(Q) - 0.9531
SE	Hs = -0.369ln(Q) - 1.1872
SSE	Hs = -0.381ln(Q) - 1.0056
S	Hs = -0.344ln(Q) - 0.8741
NonDir	Hs = -0.31ln(Q) + 0.2577

Ege Denizi 41 (36.75 N; 28.30 E)



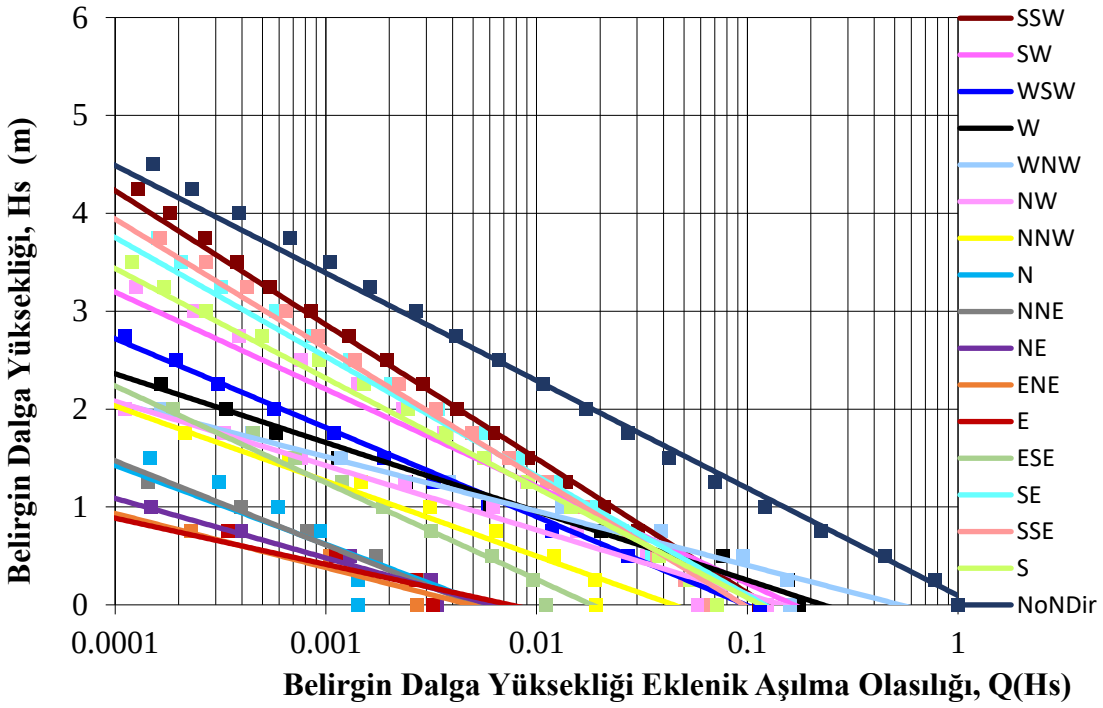
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.187ln(Q) - 0.423
SW	Hs = -0.127ln(Q) - 0.3743
WSW	Hs = -0.218ln(Q) - 0.9635
W	Hs = -0.166ln(Q) - 0.7552
WNW	Hs = -0.126ln(Q) - 0.5128
NW	Hs = -0.072ln(Q) - 0.2182
NNW	Hs = -0.098ln(Q) - 0.3836
N	Hs = -0.148ln(Q) - 1.0842
NNE	Hs = -0.133ln(Q) - 0.5909
NE	Hs = -0.112ln(Q) - 0.5724
ENE	Hs = -0.1ln(Q) - 0.4186
E	Hs = -0.112ln(Q) - 0.473
ESE	Hs = -0.146ln(Q) - 0.5878
SE	Hs = -0.429ln(Q) - 0.8191
SSE	Hs = -0.418ln(Q) - 0.5627
S	Hs = -0.349ln(Q) - 0.6606
NonDir	Hs = -0.39ln(Q) - 0.1299

Ege Denizi 42 (36.75 N; 28.60 E)



Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.472ln(Q) - 0.7633
SW	Hs = -0.325ln(Q) - 0.6089
WSW	Hs = -0.263ln(Q) - 0.6032
W	Hs = -0.175ln(Q) - 0.3925
WNW	Hs = -0.117ln(Q) - 0.2249
NW	Hs = -0.159ln(Q) - 0.5111
NNW	Hs = -0.155ln(Q) - 0.5954
N	Hs = -0.147ln(Q) - 1.1552
NNE	Hs = -0.089ln(Q) - 0.5247
NE	Hs = -0.097ln(Q) - 0.5468
ENE	Hs = -0.127ln(Q) - 0.8586
E	Hs = -0.169ln(Q) - 1.2242
ESE	Hs = -0.261ln(Q) - 1.8031
SE	Hs = -0.193ln(Q) - 0.9659
SSE	Hs = -0.35ln(Q) - 0.6195
S	Hs = -0.428ln(Q) - 0.6897
NonDir	Hs = -0.408ln(Q) - 0.0684

Ege Denizi 43 (36.50 N; 28.60 E)

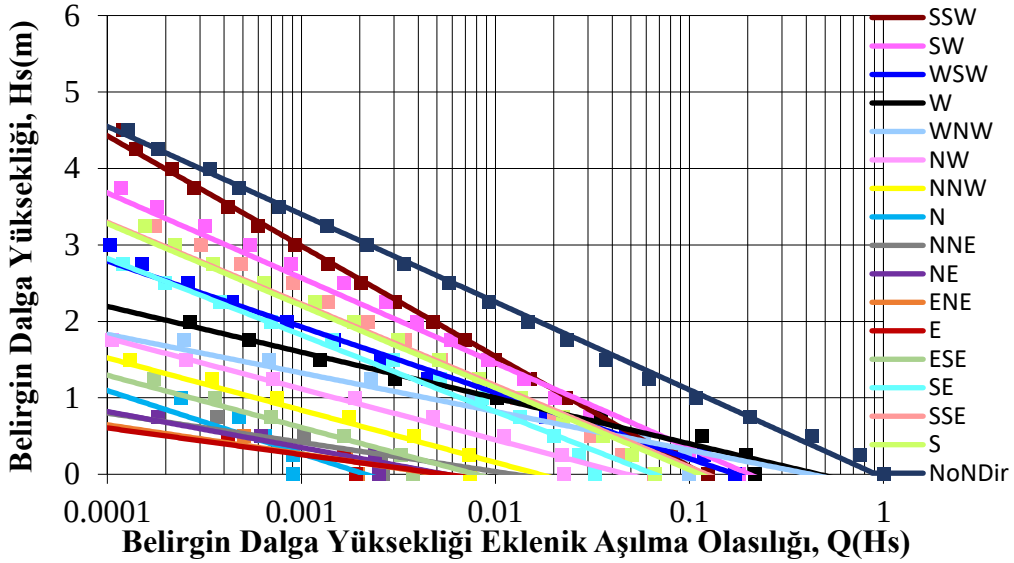


Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.595ln(Q) - 1.2463
SW	Hs = -0.431ln(Q) - 0.7734
WSW	Hs = -0.395ln(Q) - 0.916
W	Hs = -0.305ln(Q) - 0.4499
WNW	Hs = -0.241ln(Q) - 0.1521
NW	Hs = -0.286ln(Q) - 0.5502
NNW	Hs = -0.333ln(Q) - 1.0343
N	Hs = -0.35ln(Q) - 1.8013
NNE	Hs = -0.373ln(Q) - 1.9656
NE	Hs = -0.264ln(Q) - 1.3459
ENE	Hs = -0.24ln(Q) - 1.279
E	Hs = -0.205ln(Q) - 1.0041
ESE	Hs = -0.429ln(Q) - 1.7168
SE	Hs = -0.528ln(Q) - 1.1149
SSE	Hs = -0.574ln(Q) - 1.3434
S	Hs = -0.487ln(Q) - 1.0471
NonDir	Hs = -0.477ln(Q) + 0.0941

L

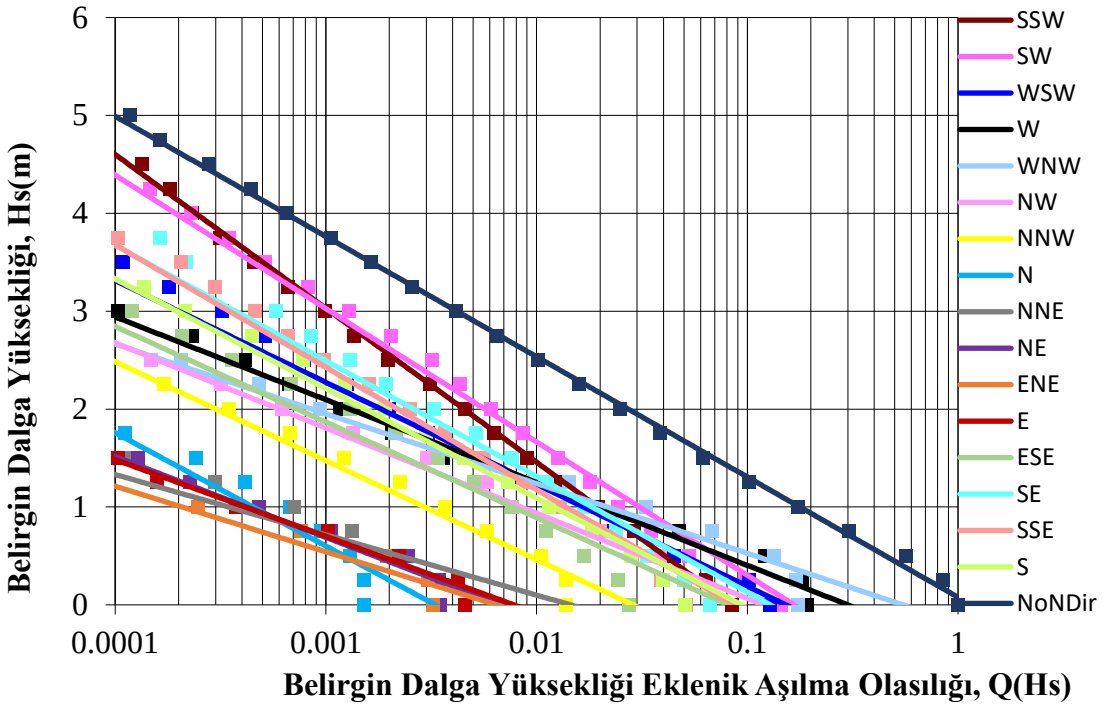
AKDENİZ DERİN DENİZ BELİRGİN DALGA YÜKSEKLİĞİ EKLENİK AŞILMA OLASILIĞI DAĞILIM VE DENKLEMLERİ

Akdeniz 1 (36.50 N; 28.90 E)



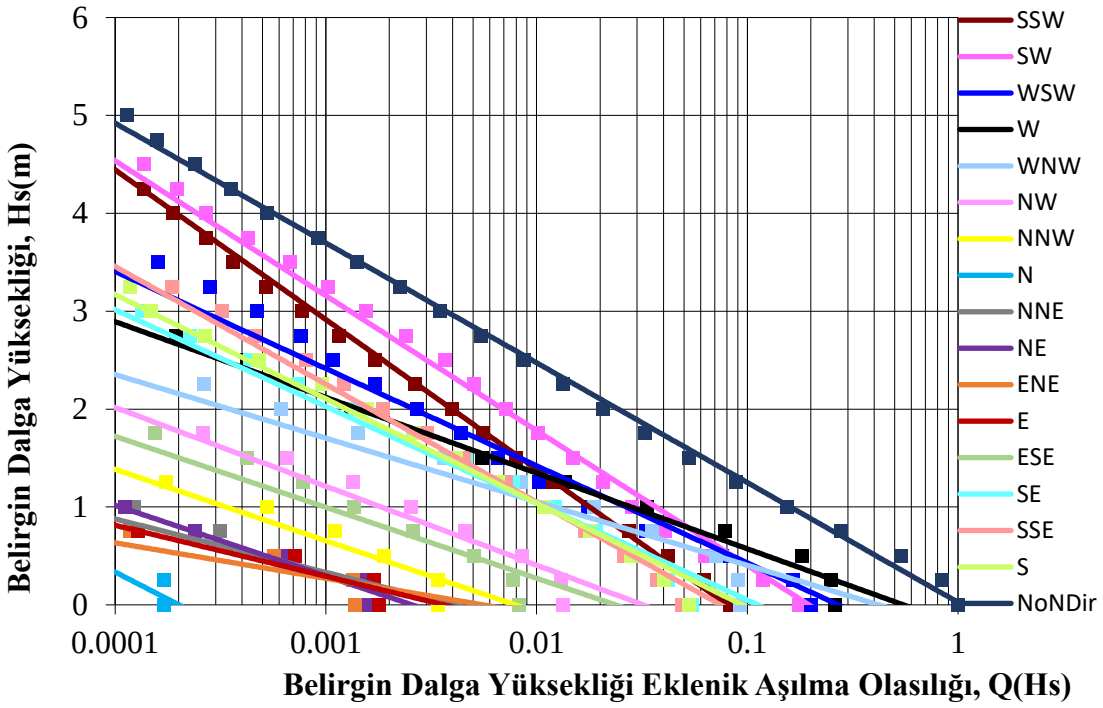
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.626ln(Q) - 1.34
SW	Hs = -0.483ln(Q) - 0.7701
WSW	Hs = -0.374ln(Q) - 0.6554
W	Hs = -0.26ln(Q) - 0.199
WNW	Hs = -0.219ln(Q) - 0.1895
NW	Hs = -0.289ln(Q) - 0.8791
NNW	Hs = -0.297ln(Q) - 1.21
N	Hs = -0.358ln(Q) - 2.1996
NNE	Hs = -0.166ln(Q) - 0.729
NE	Hs = -0.204ln(Q) - 1.0622
ENE	Hs = -0.165ln(Q) - 0.8722
E	Hs = -0.151ln(Q) - 0.7861
ESE	Hs = -0.296ln(Q) - 1.4341
SE	Hs = -0.435ln(Q) - 1.1806
SSE	Hs = -0.463ln(Q) - 0.9716
S	Hs = -0.466ln(Q) - 1.013
NonDir	Hs = -0.499ln(Q) - 0.0426

Akdeniz 2 (36.25 N; 28.90 E)



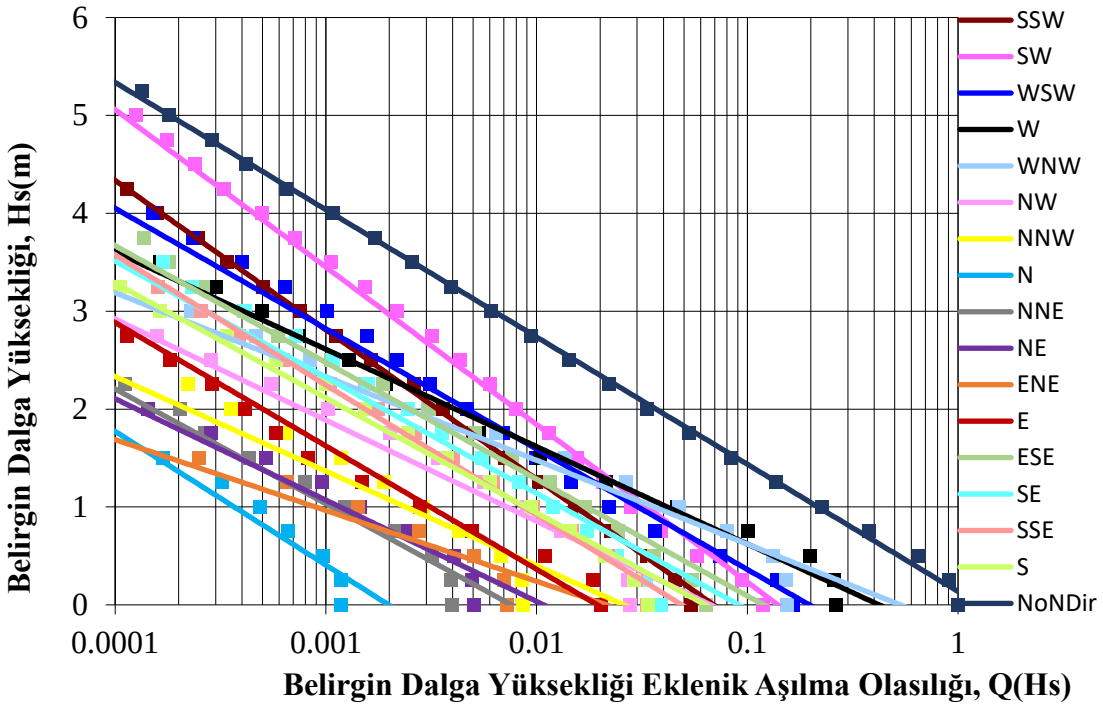
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.683ln(Q) - 1.6868
SW	Hs = -0.592ln(Q) - 1.06
WSW	Hs = -0.452ln(Q) - 0.8512
W	Hs = -0.367ln(Q) - 0.4425
WNW	Hs = -0.309ln(Q) - 0.186
NW	Hs = -0.378ln(Q) - 0.8046
NNW	Hs = -0.439ln(Q) - 1.559
N	Hs = -0.502ln(Q) - 2.8688
NNE	Hs = -0.268ln(Q) - 1.1337
NE	Hs = -0.359ln(Q) - 1.7901
ENE	Hs = -0.291ln(Q) - 1.4647
E	Hs = -0.34ln(Q) - 1.6524
ESE	Hs = -0.424ln(Q) - 1.0655
SE	Hs = -0.513ln(Q) - 1.052
SSE	Hs = -0.544ln(Q) - 1.3284
S	Hs = -0.486ln(Q) - 1.1494
NonDir	Hs = -0.534ln(Q) + 0.0774

Akdeniz 3 (36.25 N; 29.20 E)



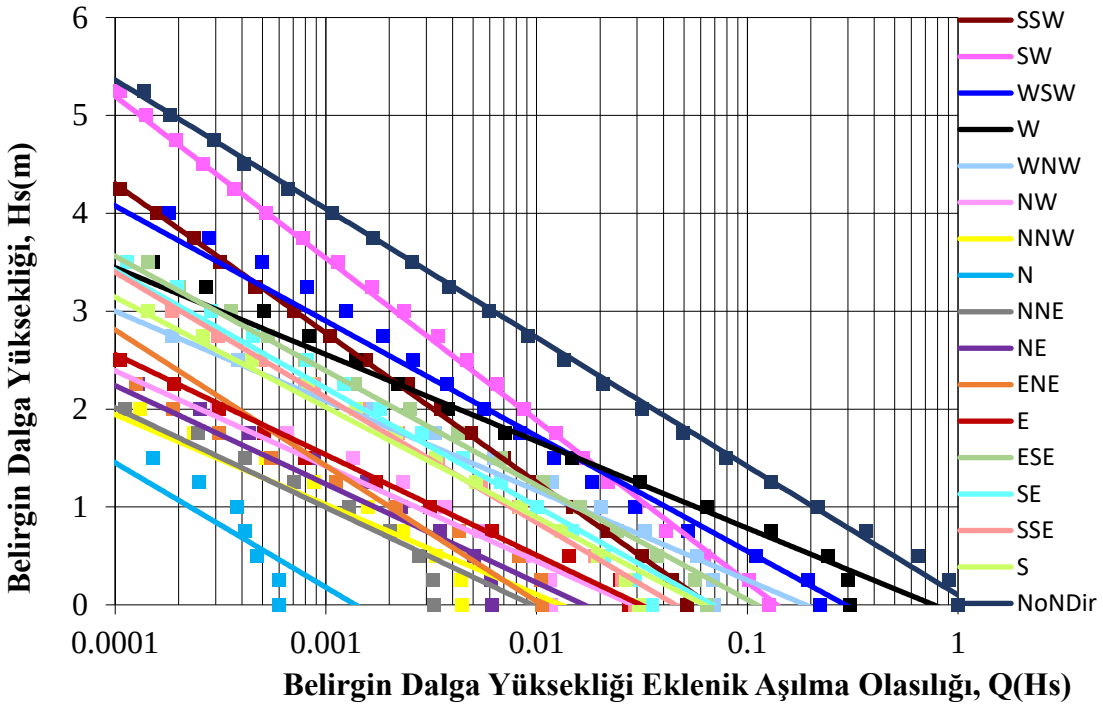
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.664ln(Q) - 1.6744
SW	Hs = -0.598ln(Q) - 0.9747
WSW	Hs = -0.431ln(Q) - 0.564
W	Hs = -0.336ln(Q) - 0.2006
WNW	Hs = -0.282ln(Q) - 0.2446
NW	Hs = -0.35ln(Q) - 1.204
NNW	Hs = -0.317ln(Q) - 1.5319
N	Hs = -0.48ln(Q) - 4.0839
NNE	Hs = -0.237ln(Q) - 1.308
NE	Hs = -0.313ln(Q) - 1.869
ENE	Hs = -0.158ln(Q) - 0.8191
E	Hs = -0.226ln(Q) - 1.2712
ESE	Hs = -0.315ln(Q) - 1.1779
SE	Hs = -0.429ln(Q) - 0.9384
SSE	Hs = -0.523ln(Q) - 1.3564
S	Hs = -0.463ln(Q) - 1.091
NonDir	Hs = -0.531ln(Q) + 0.026

Akdeniz 4 (36.00 N; 29.20 E)



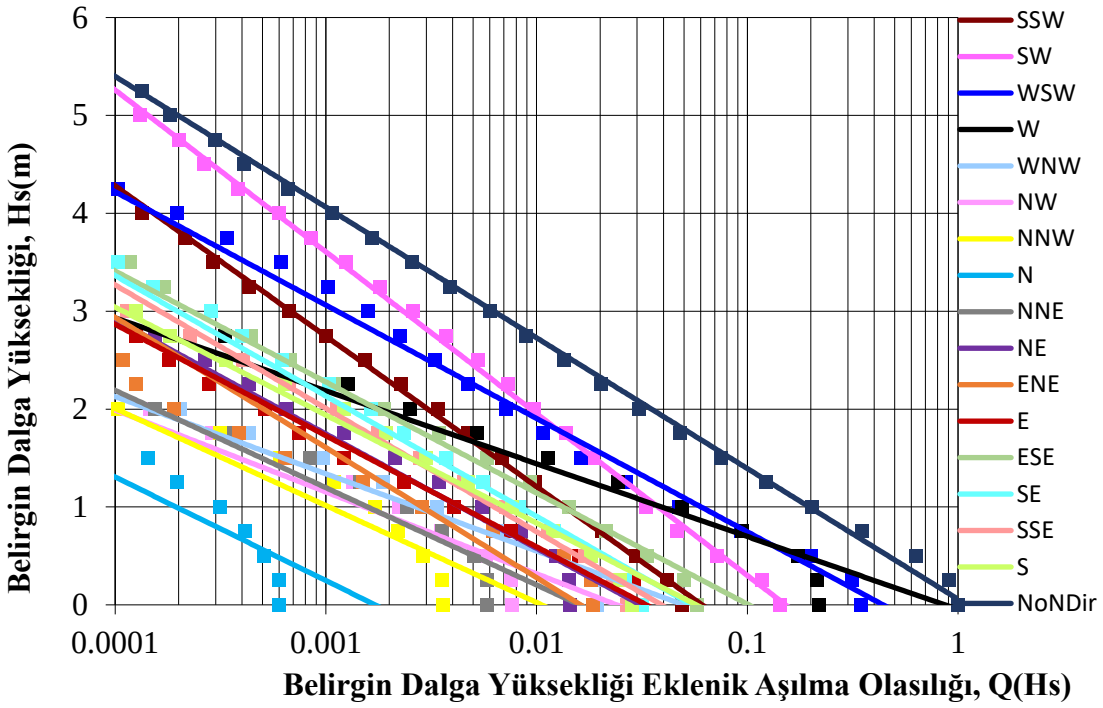
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.663ln(Q) - 1.7707
SW	Hs = -0.698ln(Q) - 1.3749
WSW	Hs = -0.534ln(Q) - 0.8673
W	Hs = -0.432ln(Q) - 0.3724
WNW	Hs = -0.372ln(Q) - 0.2343
NW	Hs = -0.449ln(Q) - 1.2114
NNW	Hs = -0.42ln(Q) - 1.5323
N	Hs = -0.593ln(Q) - 3.6895
NNE	Hs = -0.509ln(Q) - 2.4842
NE	Hs = -0.45ln(Q) - 2.0361
ENE	Hs = -0.314ln(Q) - 1.2072
E	Hs = -0.547ln(Q) - 2.1566
ESE	Hs = -0.518ln(Q) - 1.101
SE	Hs = -0.515ln(Q) - 1.2335
SSE	Hs = -0.577ln(Q) - 1.7422
S	Hs = -0.509ln(Q) - 1.4059
NonDir	Hs = -0.565ln(Q) + 0.1361

Akdeniz 5 (36.00 N; 29.50 E)



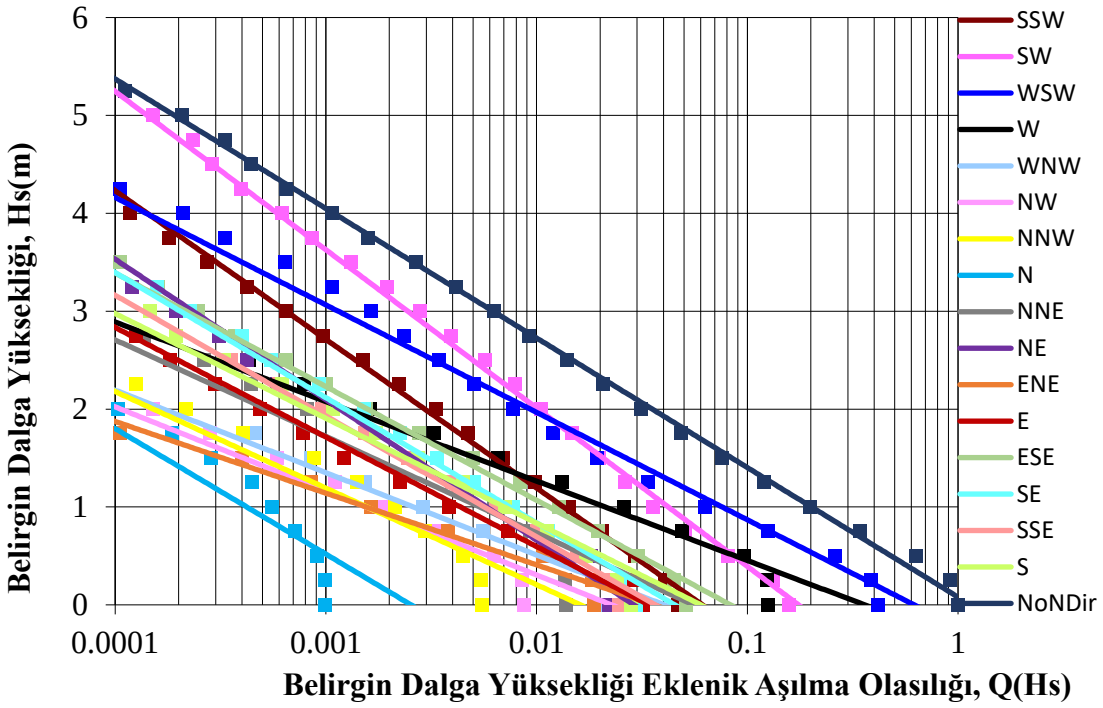
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.662ln(Q) - 1.7999
SW	Hs = -0.719ln(Q) - 1.4237
WSW	Hs = -0.511ln(Q) - 0.6282
W	Hs = -0.385ln(Q) - 0.1031
WNW	Hs = -0.398ln(Q) - 0.6635
NW	Hs = -0.423ln(Q) - 1.5043
NNW	Hs = -0.399ln(Q) - 1.73
N	Hs = -0.553ln(Q) - 3.6384
NNE	Hs = -0.442ln(Q) - 2.0578
NE	Hs = -0.437ln(Q) - 1.786
ENE	Hs = -0.603ln(Q) - 2.7423
E	Hs = -0.446ln(Q) - 1.5446
ESE	Hs = -0.508ln(Q) - 1.1165
SE	Hs = -0.524ln(Q) - 1.4054
SSE	Hs = -0.555ln(Q) - 1.7139
S	Hs = -0.488ln(Q) - 1.3539
NonDir	Hs = -0.571ln(Q) + 0.0995

Akdeniz 6 (36.00 N; 29.80 E)



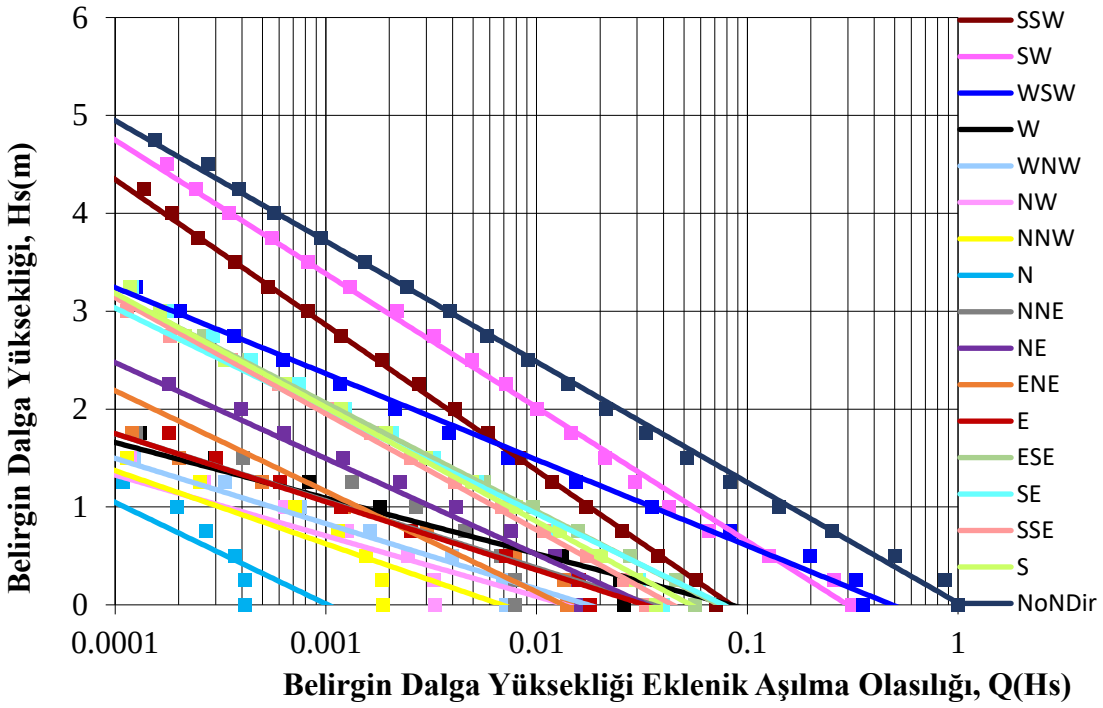
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.667ln(Q) - 1.8654
SW	Hs = -0.718ln(Q) - 1.3525
WSW	Hs = -0.503ln(Q) - 0.4113
W	Hs = -0.323ln(Q) - 0.0468
WNW	Hs = -0.343ln(Q) - 1.0276
NW	Hs = -0.363ln(Q) - 1.3545
NNW	Hs = -0.43ln(Q) - 1.9567
N	Hs = -0.46ln(Q) - 2.9267
NNE	Hs = -0.432ln(Q) - 1.7844
NE	Hs = -0.508ln(Q) - 1.7618
ENE	Hs = -0.577ln(Q) - 2.3826
E	Hs = -0.494ln(Q) - 1.681
ESE	Hs = -0.493ln(Q) - 1.1269
SE	Hs = -0.534ln(Q) - 1.5539
SSE	Hs = -0.547ln(Q) - 1.7732
S	Hs = -0.479ln(Q) - 1.3699
NonDir	Hs = -0.58ln(Q) + 0.0577

Akdeniz 7 (36.00 N; 30.10 E)



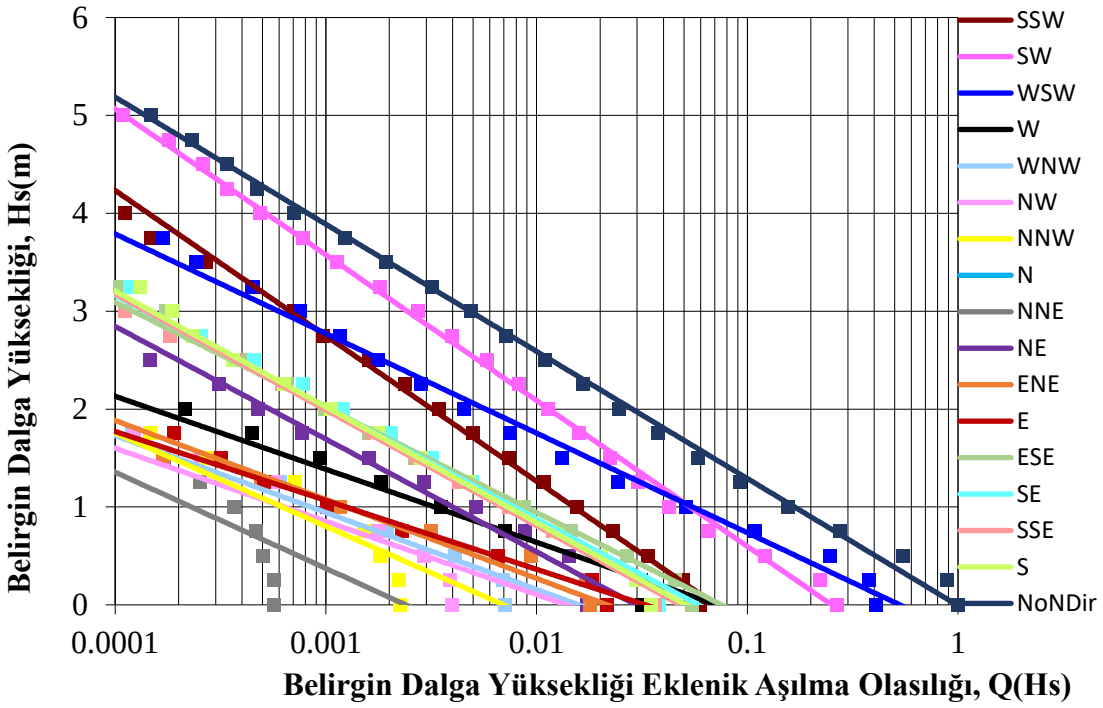
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.659ln(Q) - 1.8427
SW	Hs = -0.702ln(Q) - 1.2243
WSW	Hs = -0.477ln(Q) - 0.2284
W	Hs = -0.353ln(Q) - 0.3597
WNW	Hs = -0.366ln(Q) - 1.1741
NW	Hs = -0.373ln(Q) - 1.4121
NNW	Hs = -0.428ln(Q) - 1.7668
N	Hs = -0.557ln(Q) - 3.3281
NNE	Hs = -0.428ln(Q) - 1.2376
NE	Hs = -0.623ln(Q) - 2.2082
ENE	Hs = -0.318ln(Q) - 1.0565
E	Hs = -0.486ln(Q) - 1.6424
ESE	Hs = -0.504ln(Q) - 1.2534
SE	Hs = -0.555ln(Q) - 1.7191
SSE	Hs = -0.536ln(Q) - 1.7746
S	Hs = -0.465ln(Q) - 1.3063
NonDir	Hs = -0.575ln(Q) + 0.0796

Akdeniz 8 (36.15 N; 30.10 E)



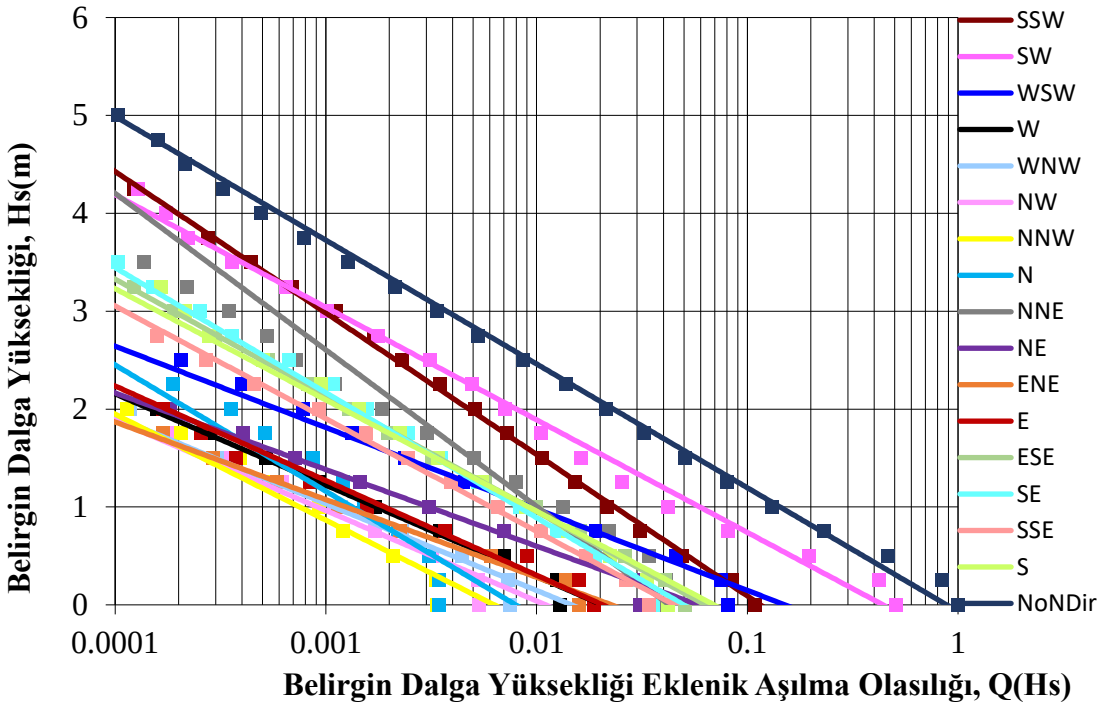
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.645ln(Q) - 1.5987
SW	Hs = -0.593ln(Q) - 0.7148
WSW	Hs = -0.382ln(Q) - 0.2752
W	Hs = -0.247ln(Q) - 0.6138
WNW	Hs = -0.29ln(Q) - 1.1705
NW	Hs = -0.269ln(Q) - 1.1554
NNW	Hs = -0.325ln(Q) - 1.6183
N	Hs = -0.45ln(Q) - 3.1005
NNE	Hs = -0.298ln(Q) - 0.9937
NE	Hs = -0.426ln(Q) - 1.4465
ENE	Hs = -0.446ln(Q) - 1.9249
E	Hs = -0.302ln(Q) - 1.0363
ESE	Hs = -0.48ln(Q) - 1.2523
SE	Hs = -0.456ln(Q) - 1.1693
SSE	Hs = -0.515ln(Q) - 1.6061
S	Hs = -0.506ln(Q) - 1.4792
NonDir	Hs = -0.535ln(Q) + 0.0188

Akdeniz 9 (36.15 N; 30.40 E)



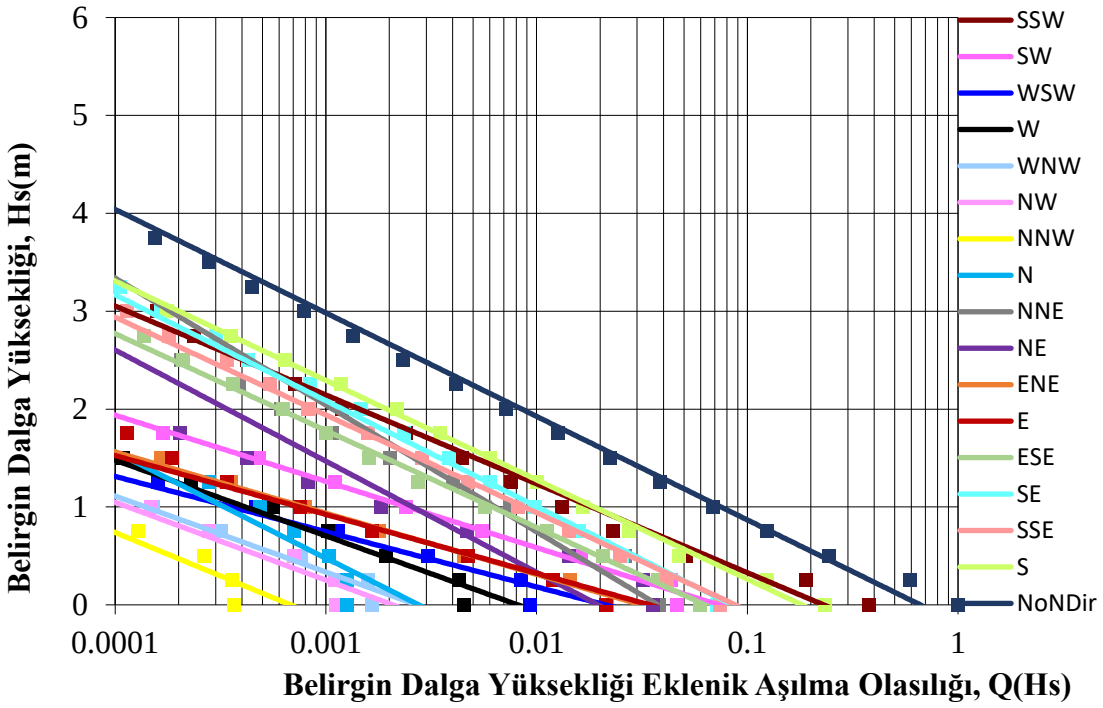
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.645ln(Q) - 1.7074
SW	Hs = -0.647ln(Q) - 0.8927
WSW	Hs = -0.442ln(Q) - 0.2811
W	Hs = -0.324ln(Q) - 0.853
WNW	Hs = -0.342ln(Q) - 1.4163
NW	Hs = -0.324ln(Q) - 1.3877
NNW	Hs = -0.414ln(Q) - 2.0567
N	Hs = -0.627ln(Q) - 6.727
NNE	Hs = -0.427ln(Q) - 2.5759
NE	Hs = -0.5ln(Q) - 1.76
ENE	Hs = -0.35ln(Q) - 1.3432
E	Hs = -0.306ln(Q) - 1.0461
ESE	Hs = -0.466ln(Q) - 1.2037
SE	Hs = -0.496ln(Q) - 1.4049
SSE	Hs = -0.514ln(Q) - 1.5612
S	Hs = -0.514ln(Q) - 1.526
NonDir	Hs = -0.564ln(Q) - 0.0076

Akdeniz 10 (36.25 N; 30.70 E)



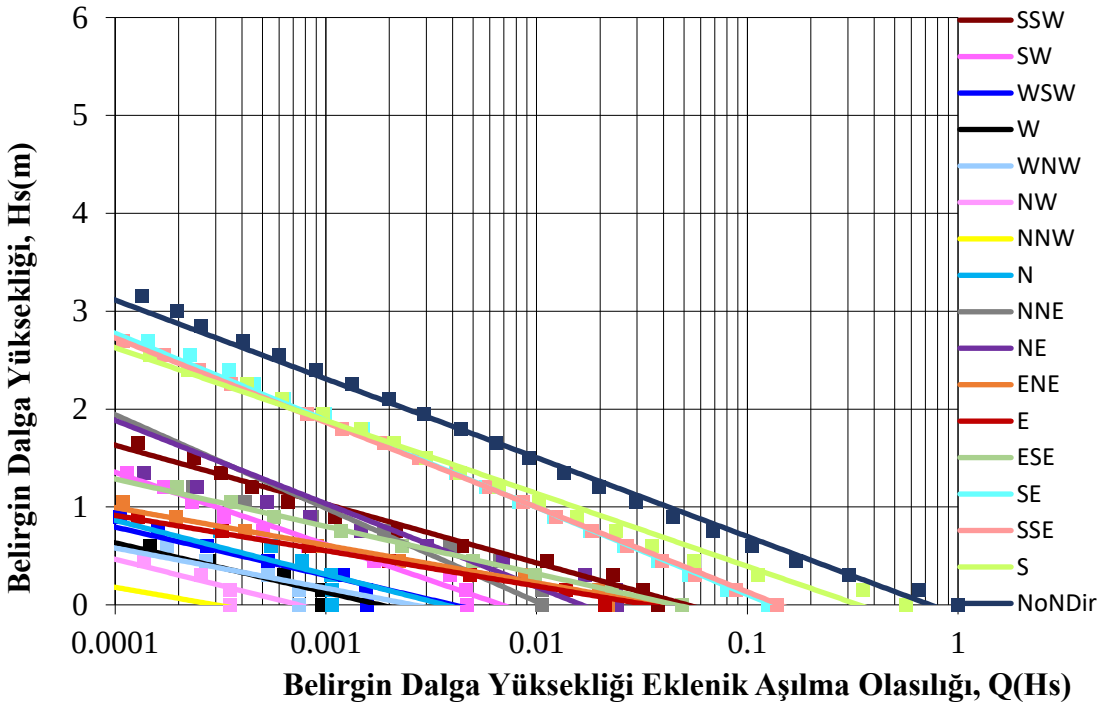
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.628ln(Q) - 1.3552
SW	Hs = -0.499ln(Q) - 0.4088
WSW	Hs = -0.361ln(Q) - 0.6836
W	Hs = -0.405ln(Q) - 1.575
WNW	Hs = -0.385ln(Q) - 1.6248
NW	Hs = -0.401ln(Q) - 1.8074
NNW	Hs = -0.47ln(Q) - 2.3836
N	Hs = -0.56ln(Q) - 2.7068
NNE	Hs = -0.694ln(Q) - 2.1914
NE	Hs = -0.34ln(Q) - 0.9651
ENE	Hs = -0.344ln(Q) - 1.3044
E	Hs = -0.42ln(Q) - 1.6305
ESE	Hs = -0.516ln(Q) - 1.4251
SE	Hs = -0.555ln(Q) - 1.6636
SSE	Hs = -0.5ln(Q) - 1.55
S	Hs = -0.494ln(Q) - 1.3162
NonDir	Hs = -0.549ln(Q) - 0.0682

Akdeniz 11 (36.50 N; 30.70 E)



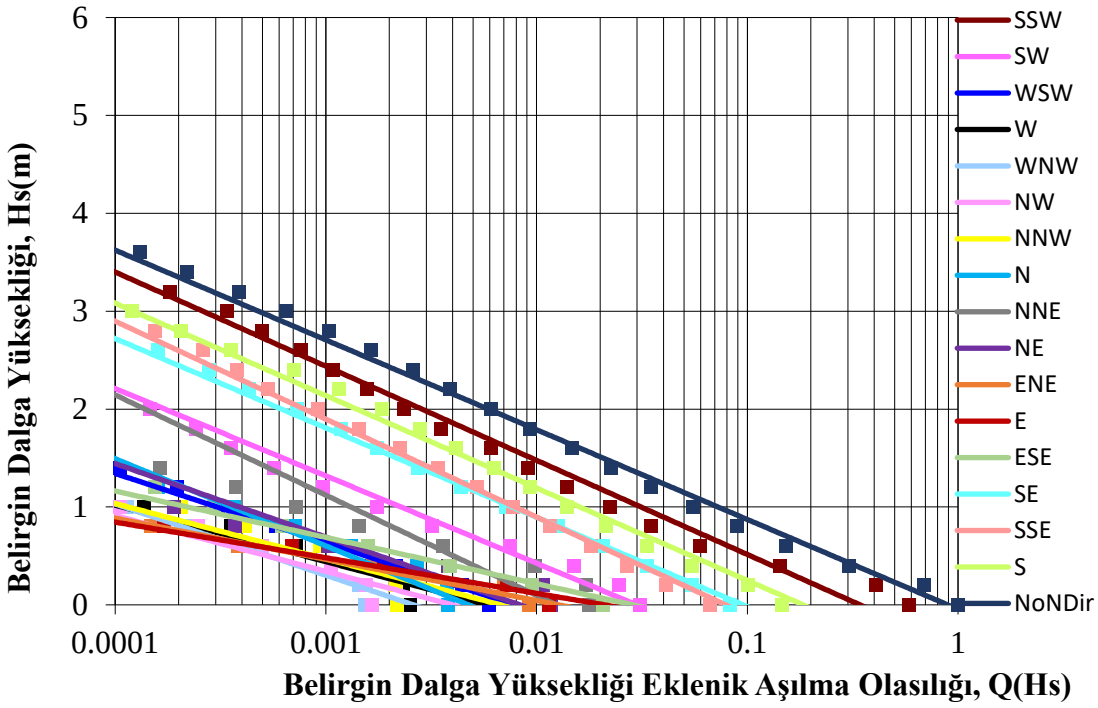
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.394ln(Q) - 0.5788
SW	Hs = -0.294ln(Q) - 0.7691
WSW	Hs = -0.245ln(Q) - 0.9449
W	Hs = -0.336ln(Q) - 1.6165
WNW	Hs = -0.337ln(Q) - 1.9926
NW	Hs = -0.345ln(Q) - 2.1339
NNW	Hs = -0.386ln(Q) - 2.8146
N	Hs = -0.471ln(Q) - 2.7777
NNE	Hs = -0.563ln(Q) - 1.846
NE	Hs = -0.493ln(Q) - 1.9385
ENE	Hs = -0.271ln(Q) - 0.9388
E	Hs = -0.261ln(Q) - 0.8802
ESE	Hs = -0.43ln(Q) - 1.1876
SE	Hs = -0.47ln(Q) - 1.1592
SSE	Hs = -0.434ln(Q) - 1.0552
S	Hs = -0.441ln(Q) - 0.7521
NonDir	Hs = -0.459ln(Q) - 0.1891

Akdeniz 12 (36.75 N; 30.70 E)



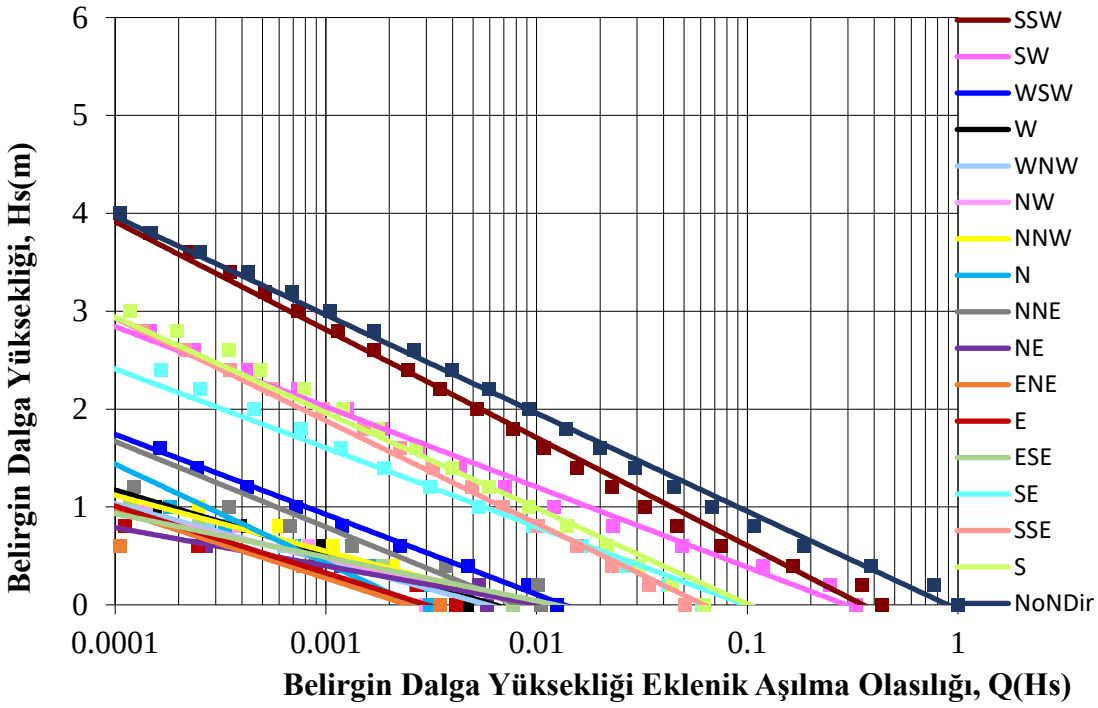
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.261ln(Q) - 0.7725
SW	Hs = -0.32ln(Q) - 1.5974
WSW	Hs = -0.215ln(Q) - 1.1847
W	Hs = -0.219ln(Q) - 1.3818
WNW	Hs = -0.178ln(Q) - 1.0609
NW	Hs = -0.233ln(Q) - 1.6785
NNW	Hs = -0.163ln(Q) - 1.3241
N	Hs = -0.24ln(Q) - 1.3451
NNE	Hs = -0.415ln(Q) - 1.8777
NE	Hs = -0.37ln(Q) - 1.5191
ENE	Hs = -0.167ln(Q) - 0.5422
E	Hs = -0.157ln(Q) - 0.5307
ESE	Hs = -0.21ln(Q) - 0.648
SE	Hs = -0.386ln(Q) - 0.7843
SSE	Hs = -0.376ln(Q) - 0.7323
S	Hs = -0.323ln(Q) - 0.3515
NonDir	Hs = -0.35ln(Q) - 0.1061

Akdeniz 13 (36.75 N; 31.00 E)



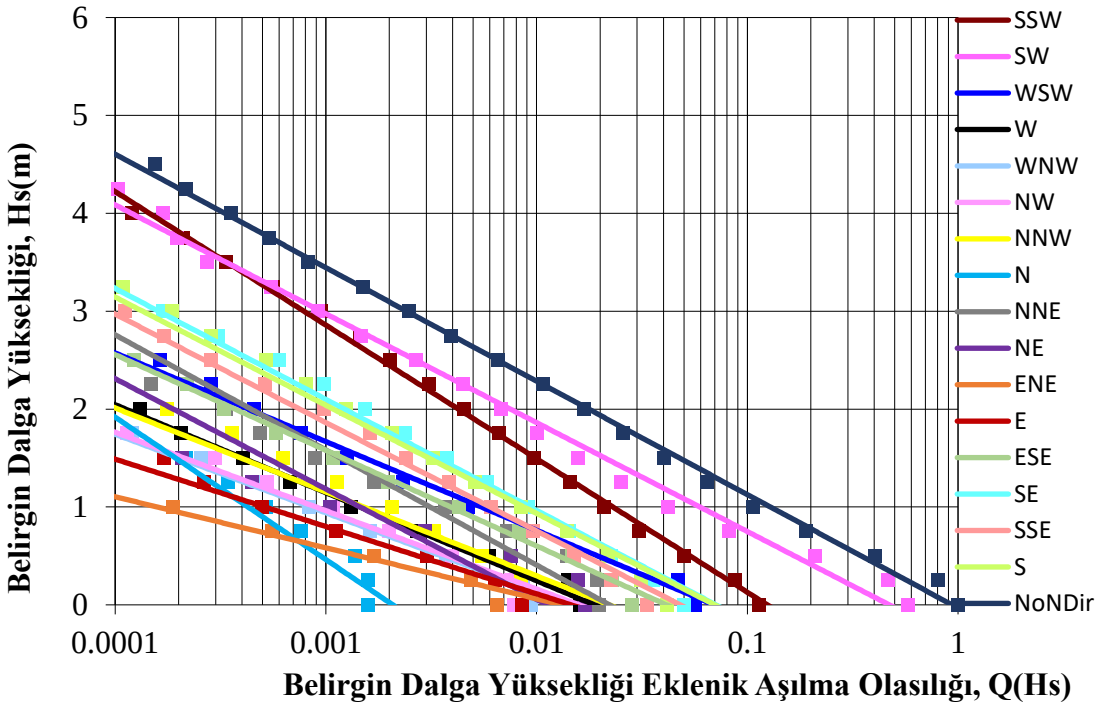
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.418ln(Q) - 0.4472
SW	Hs = -0.388ln(Q) - 1.3597
WSW	Hs = -0.307ln(Q) - 1.4893
W	Hs = -0.251ln(Q) - 1.2902
WNW	Hs = -0.316ln(Q) - 1.8833
NW	Hs = -0.247ln(Q) - 1.3671
NNW	Hs = -0.246ln(Q) - 1.2284
N	Hs = -0.387ln(Q) - 2.0682
NNE	Hs = -0.445ln(Q) - 1.9519
NE	Hs = -0.326ln(Q) - 1.5624
ENE	Hs = -0.183ln(Q) - 0.7978
E	Hs = -0.158ln(Q) - 0.6105
ESE	Hs = -0.205ln(Q) - 0.7305
SE	Hs = -0.396ln(Q) - 0.9311
SSE	Hs = -0.434ln(Q) - 1.1028
S	Hs = -0.41ln(Q) - 0.6941
NonDir	Hs = -0.398ln(Q) - 0.0447

Akdeniz 14 (36.75 N; 31.30 E)



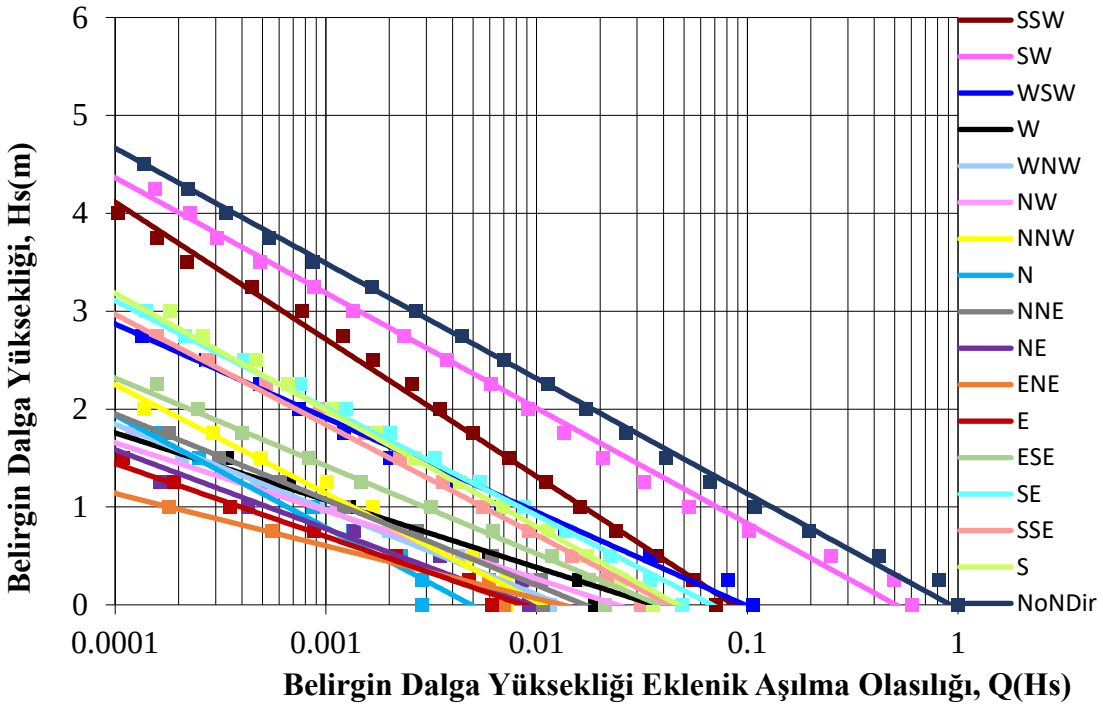
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.479ln(Q) - 0.4979
SW	Hs = -0.356ln(Q) - 0.4351
WSW	Hs = -0.355ln(Q) - 1.529
W	Hs = -0.283ln(Q) - 1.4317
WNW	Hs = -0.254ln(Q) - 1.3027
NW	Hs = -0.214ln(Q) - 1.008
NNW	Hs = -0.248ln(Q) - 1.1681
N	Hs = -0.439ln(Q) - 2.6026
NNE	Hs = -0.38ln(Q) - 1.8276
NE	Hs = -0.17ln(Q) - 0.7754
ENE	Hs = -0.303ln(Q) - 1.8227
E	Hs = -0.297ln(Q) - 1.7231
ESE	Hs = -0.194ln(Q) - 0.8522
SE	Hs = -0.35ln(Q) - 0.814
SSE	Hs = -0.456ln(Q) - 1.2661
S	Hs = -0.424ln(Q) - 0.9673
NonDir	Hs = -0.436ln(Q) - 0.0482

Akdeniz 15 (36.50 N; 31.30 E)



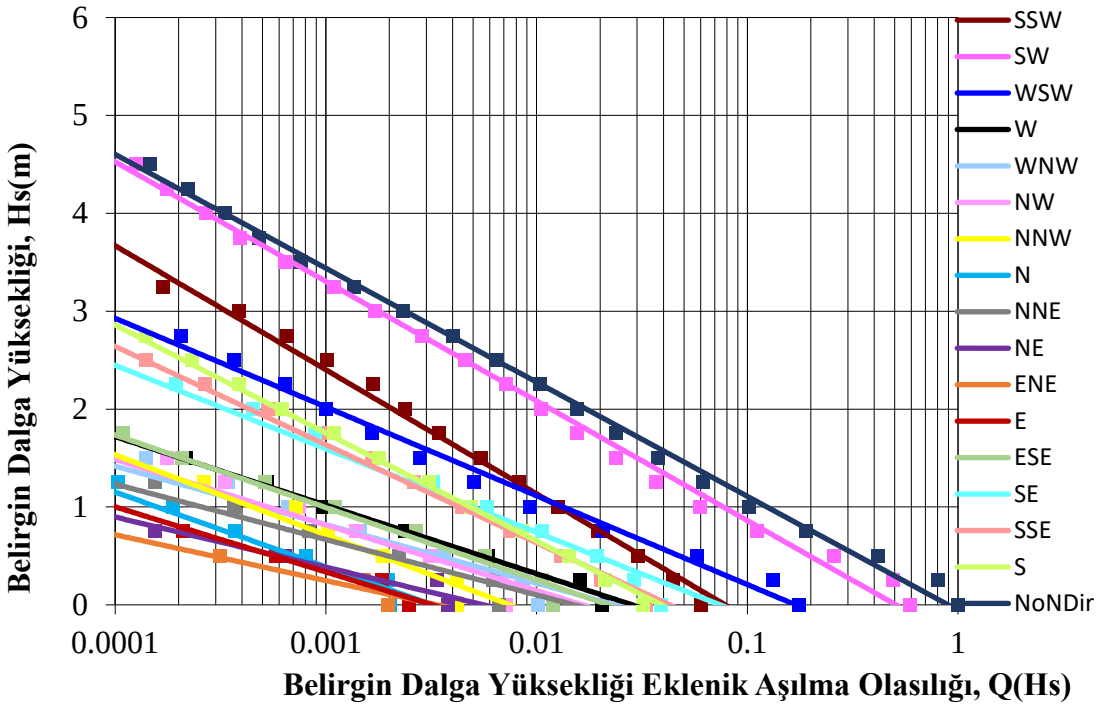
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.593ln(Q) - 1.2352
SW	Hs = -0.483ln(Q) - 0.3626
WSW	Hs = -0.393ln(Q) - 1.0487
W	Hs = -0.39ln(Q) - 1.5514
WNW	Hs = -0.349ln(Q) - 1.4679
NW	Hs = -0.348ln(Q) - 1.4395
NNW	Hs = -0.372ln(Q) - 1.4184
N	Hs = -0.632ln(Q) - 3.9026
NNE	Hs = -0.511ln(Q) - 1.9451
NE	Hs = -0.49ln(Q) - 2.1984
ENE	Hs = -0.226ln(Q) - 0.9803
E	Hs = -0.299ln(Q) - 1.2634
ESE	Hs = -0.424ln(Q) - 1.3526
SE	Hs = -0.492ln(Q) - 1.3023
SSE	Hs = -0.481ln(Q) - 1.459
S	Hs = -0.48ln(Q) - 1.2758
NonDir	Hs = -0.503ln(Q) - 0.032

Akdeniz 16 (36.50 N; 31.60 E)



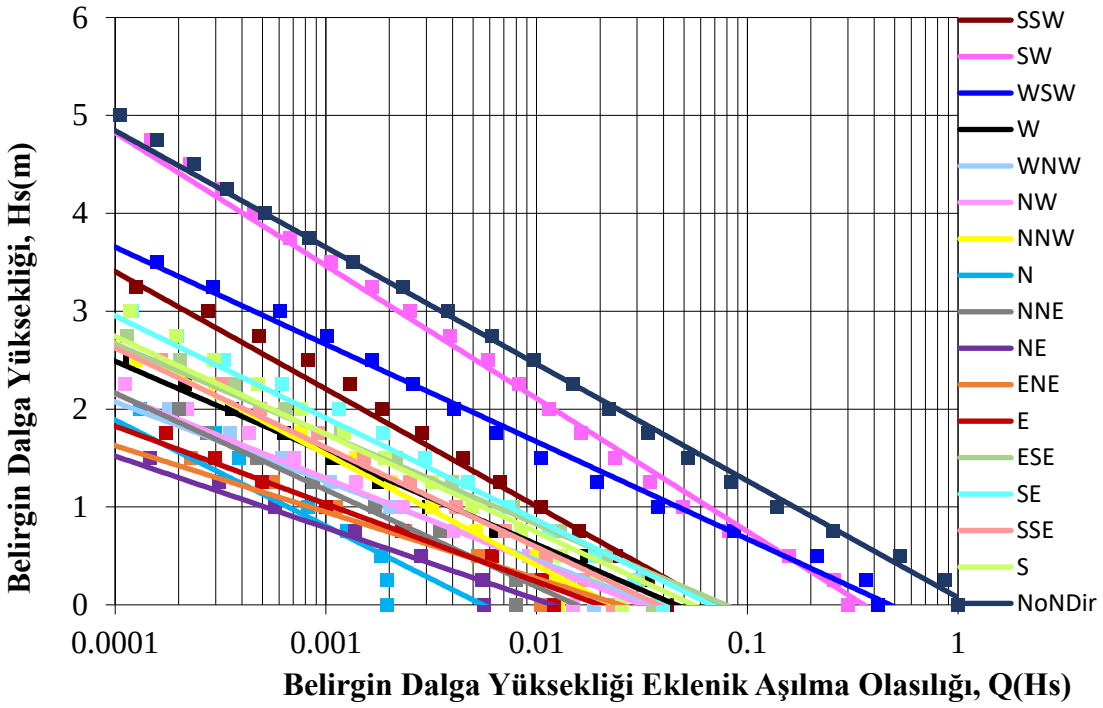
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.609ln(Q) - 1.4914
SW	Hs = -0.511ln(Q) - 0.3462
WSW	Hs = -0.417ln(Q) - 0.9725
W	Hs = -0.298ln(Q) - 0.991
WNW	Hs = -0.377ln(Q) - 1.6332
NW	Hs = -0.302ln(Q) - 1.1261
NNW	Hs = -0.482ln(Q) - 2.1865
N	Hs = -0.498ln(Q) - 2.6483
NNE	Hs = -0.38ln(Q) - 1.5497
NE	Hs = -0.35ln(Q) - 1.6384
ENE	Hs = -0.233ln(Q) - 1.0096
E	Hs = -0.324ln(Q) - 1.5401
ESE	Hs = -0.39ln(Q) - 1.2712
SE	Hs = -0.476ln(Q) - 1.2815
SSE	Hs = -0.49ln(Q) - 1.5422
S	Hs = -0.517ln(Q) - 1.5823
NonDir	Hs = -0.511ln(Q) - 0.041

Akdeniz 17 (36.50 N; 31.90 E)



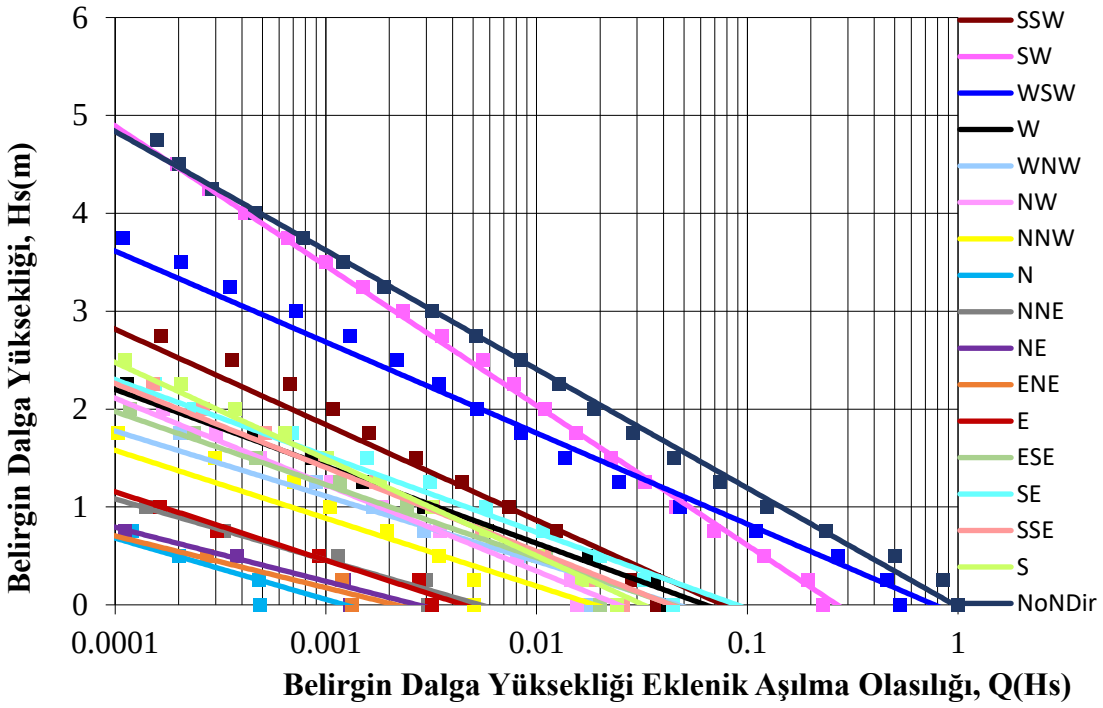
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.55ln(Q) - 1.4
SW	Hs = -0.53ln(Q) - 0.3599
WSW	Hs = -0.394ln(Q) - 0.6988
W	Hs = -0.304ln(Q) - 1.0831
WNW	Hs = -0.26ln(Q) - 0.9737
NW	Hs = -0.291ln(Q) - 1.1931
NNW	Hs = -0.355ln(Q) - 1.7399
N	Hs = -0.332ln(Q) - 1.9068
NNE	Hs = -0.246ln(Q) - 1.0305
NE	Hs = -0.223ln(Q) - 1.1542
ENE	Hs = -0.204ln(Q) - 1.1592
E	Hs = -0.289ln(Q) - 1.661
ESE	Hs = -0.322ln(Q) - 1.23
SE	Hs = -0.37ln(Q) - 0.9631
SSE	Hs = -0.436ln(Q) - 1.373
S	Hs = -0.479ln(Q) - 1.5532
NonDir	Hs = -0.506ln(Q) - 0.0544

Akdeniz 18 (36.25 N; 31.90 E)



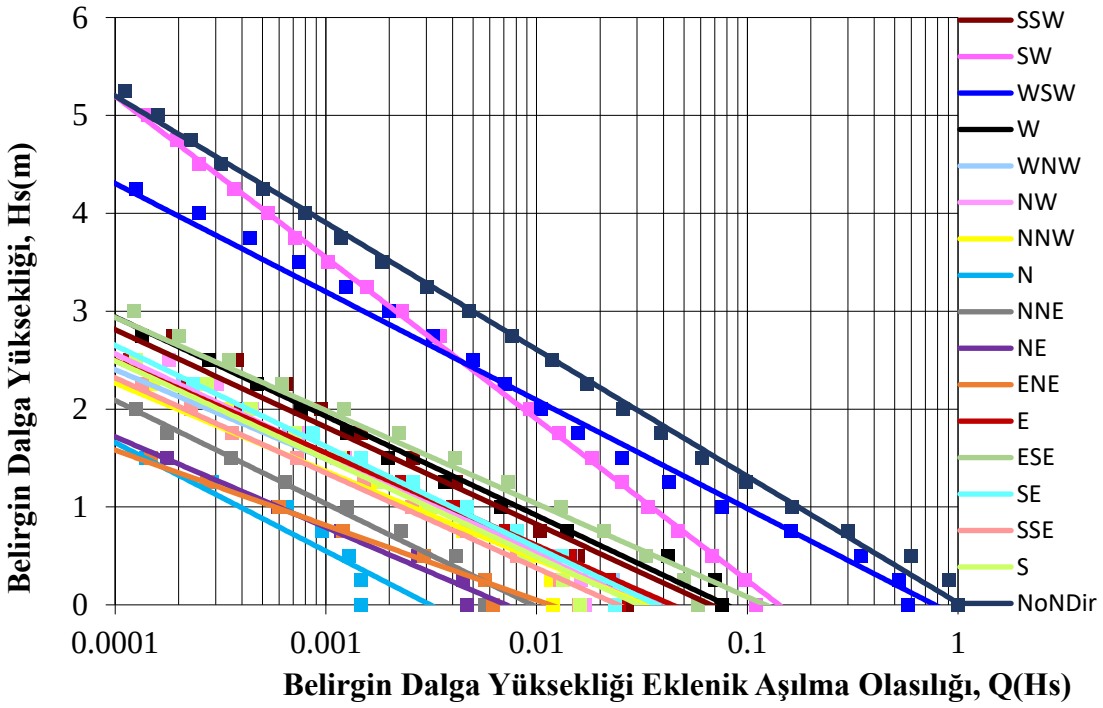
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.52ln(Q) - 1.3901
SW	Hs = -0.589ln(Q) - 0.6064
WSW	Hs = -0.431ln(Q) - 0.3197
W	Hs = -0.406ln(Q) - 1.2514
WNW	Hs = -0.351ln(Q) - 1.1627
NW	Hs = -0.374ln(Q) - 1.2925
NNW	Hs = -0.493ln(Q) - 1.8666
N	Hs = -0.47ln(Q) - 2.4399
NNE	Hs = -0.429ln(Q) - 1.7906
NE	Hs = -0.318ln(Q) - 1.408
ENE	Hs = -0.295ln(Q) - 1.0866
E	Hs = -0.345ln(Q) - 1.3497
ESE	Hs = -0.4ln(Q) - 1.0154
SE	Hs = -0.453ln(Q) - 1.2174
SSE	Hs = -0.442ln(Q) - 1.4459
S	Hs = -0.434ln(Q) - 1.2555
NonDir	Hs = -0.518ln(Q) + 0.0749

Akdeniz 19 (36.25 N; 32.20 E)



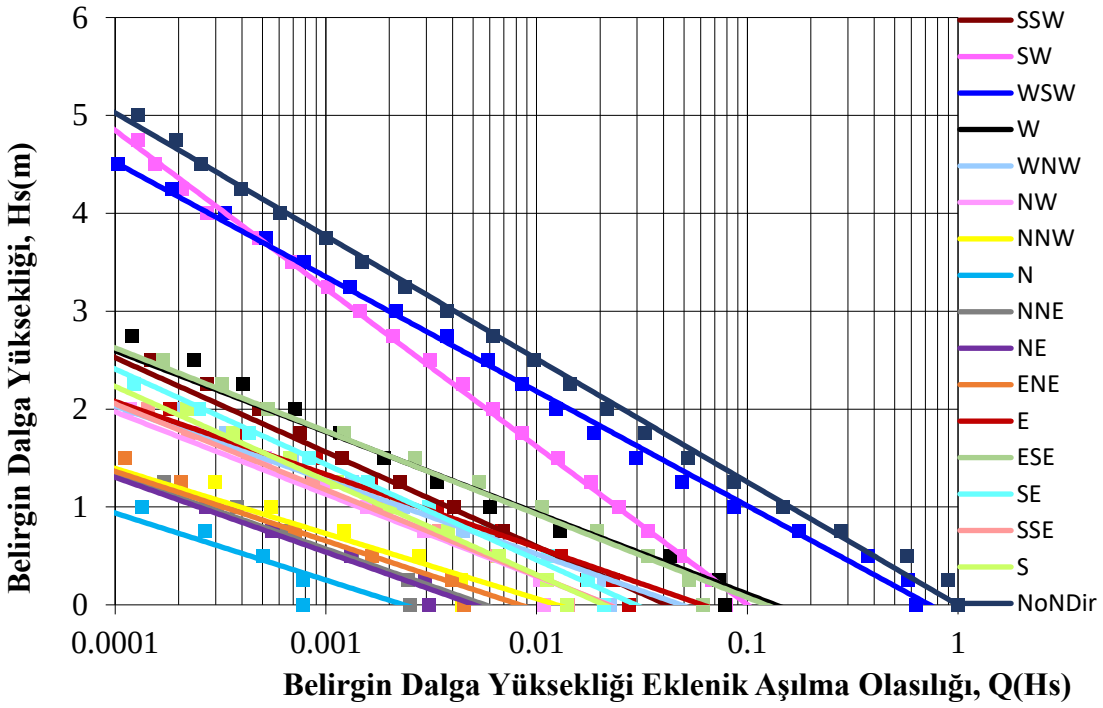
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.424ln(Q) - 1.0865
SW	Hs = -0.62ln(Q) - 0.8182
WSW	Hs = -0.404ln(Q) - 0.1041
W	Hs = -0.341ln(Q) - 0.9419
WNW	Hs = -0.289ln(Q) - 0.8856
NW	Hs = -0.383ln(Q) - 1.4216
NNW	Hs = -0.301ln(Q) - 1.1956
N	Hs = -0.272ln(Q) - 1.8216
NNE	Hs = -0.271ln(Q) - 1.4171
NE	Hs = -0.24ln(Q) - 1.4154
ENE	Hs = -0.229ln(Q) - 1.4099
E	Hs = -0.304ln(Q) - 1.6418
ESE	Hs = -0.324ln(Q) - 1.011
SE	Hs = -0.339ln(Q) - 0.8188
SSE	Hs = -0.372ln(Q) - 1.1697
S	Hs = -0.429ln(Q) - 1.4747
NonDir	Hs = -0.527ln(Q) - 0.0202

Akdeniz 20 (36.00 N; 32.20 E)



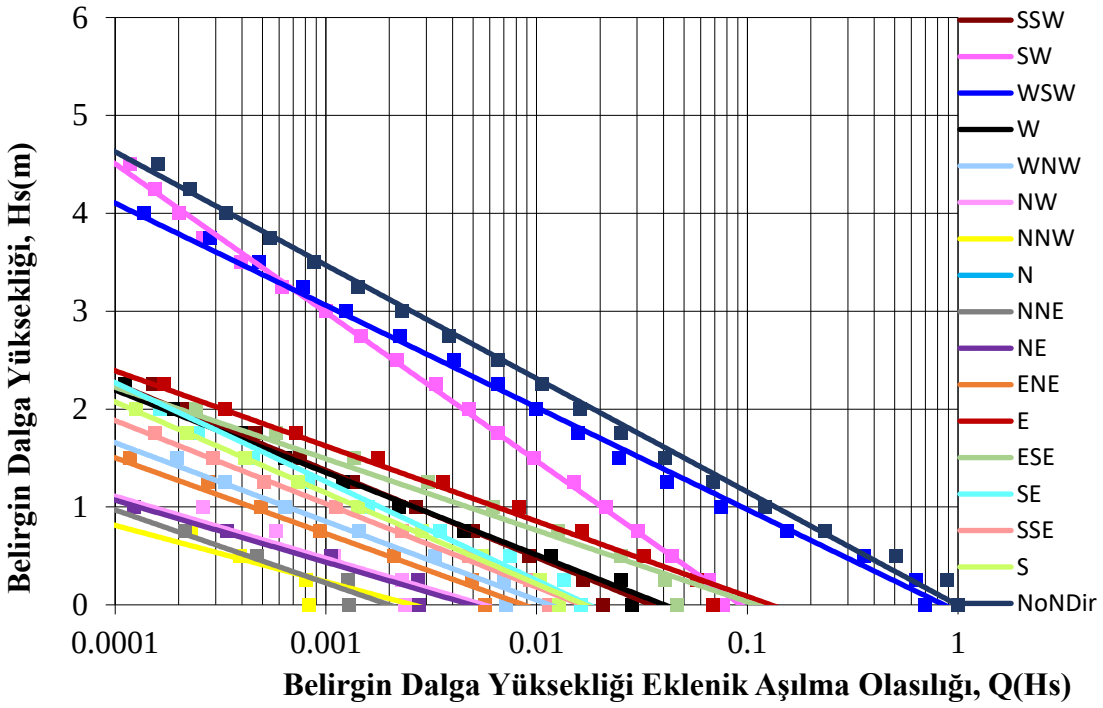
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.432ln(Q) - 1.1648
SW	Hs = -0.716ln(Q) - 1.4
WSW	Hs = -0.481ln(Q) - 0.1229
W	Hs = -0.44ln(Q) - 1.1148
WNW	Hs = -0.396ln(Q) - 1.2485
NW	Hs = -0.443ln(Q) - 1.5215
NNW	Hs = -0.391ln(Q) - 1.3368
N	Hs = -0.481ln(Q) - 2.7747
NNE	Hs = -0.458ln(Q) - 2.129
NE	Hs = -0.402ln(Q) - 1.9862
ENE	Hs = -0.332ln(Q) - 1.4827
E	Hs = -0.41ln(Q) - 1.2807
ESE	Hs = -0.413ln(Q) - 0.8698
SE	Hs = -0.448ln(Q) - 1.4787
SSE	Hs = -0.422ln(Q) - 1.5666
S	Hs = -0.435ln(Q) - 1.515
NonDir	Hs = -0.563ln(Q) + 0.0179

Akdeniz 21 (36.00 N; 32.50 E)



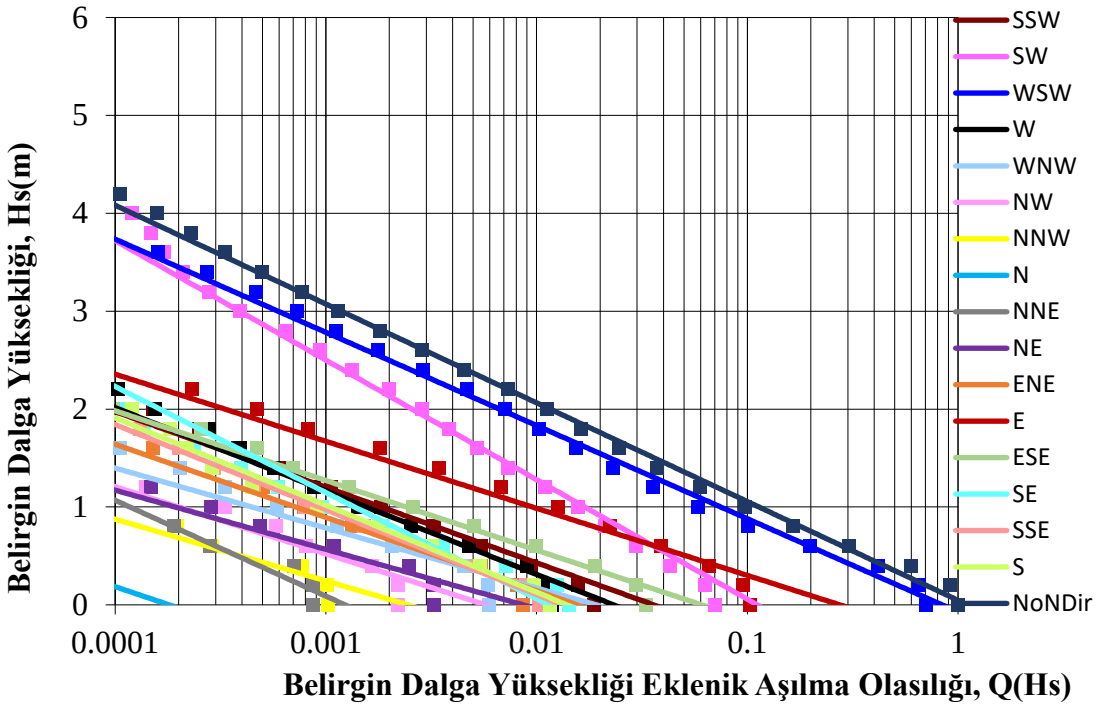
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.419ln(Q) - 1.33
SW	Hs = -0.701ln(Q) - 1.6122
WSW	Hs = -0.508ln(Q) - 0.1577
W	Hs = -0.36ln(Q) - 0.7167
WNW	Hs = -0.328ln(Q) - 0.992
NW	Hs = -0.365ln(Q) - 1.3895
NNW	Hs = -0.289ln(Q) - 1.2667
N	Hs = -0.297ln(Q) - 1.7996
NNE	Hs = -0.328ln(Q) - 1.6966
NE	Hs = -0.332ln(Q) - 1.7538
ENE	Hs = -0.308ln(Q) - 1.4752
E	Hs = -0.324ln(Q) - 0.9039
ESE	Hs = -0.369ln(Q) - 0.7745
SE	Hs = -0.423ln(Q) - 1.4902
SSE	Hs = -0.381ln(Q) - 1.4558
S	Hs = -0.418ln(Q) - 1.615
NonDir	Hs = -0.546ln(Q) - 0.0014

Akdeniz 22 (36.00 N; 32.80 E)



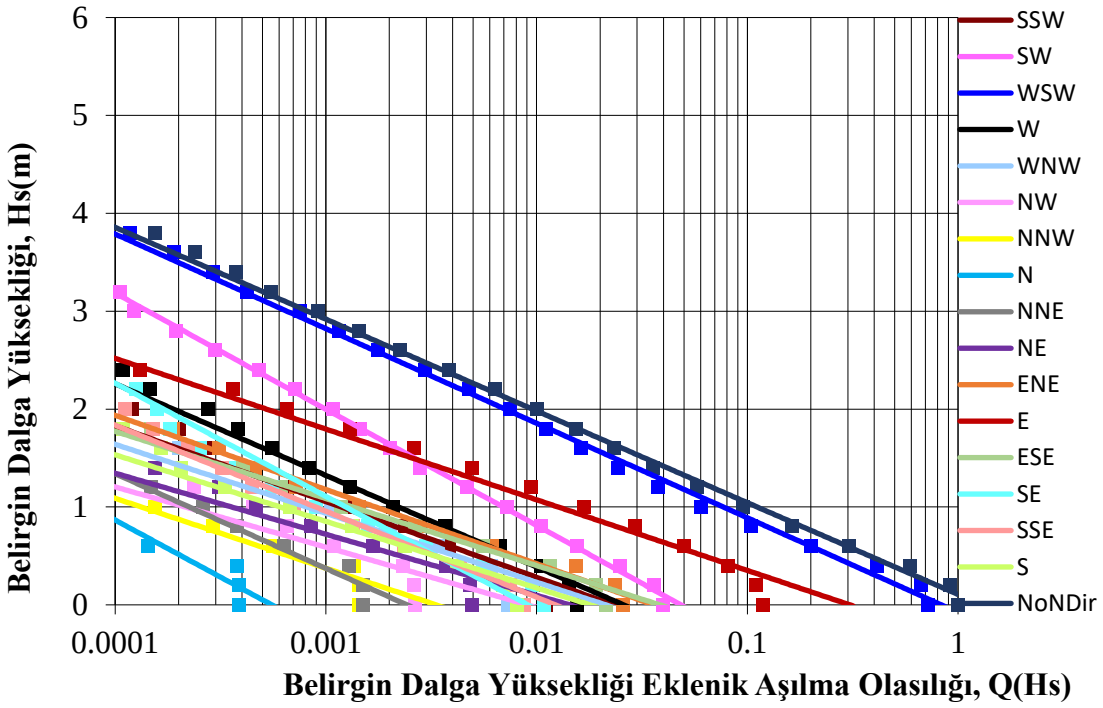
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.386ln(Q) - 1.2945
SW	Hs = -0.659ln(Q) - 1.5639
WSW	Hs = -0.453ln(Q) - 0.0695
W	Hs = -0.366ln(Q) - 1.1729
WNW	Hs = -0.349ln(Q) - 1.5576
NW	Hs = -0.276ln(Q) - 1.4279
NNW	Hs = -0.25ln(Q) - 1.4895
N	Hs = -0.819ln(Q) - 8.1852
NNE	Hs = -0.324ln(Q) - 2.0153
NE	Hs = -0.275ln(Q) - 1.463
ENE	Hs = -0.337ln(Q) - 1.5972
E	Hs = -0.334ln(Q) - 0.6825
ESE	Hs = -0.317ln(Q) - 0.6992
SE	Hs = -0.439ln(Q) - 1.7698
SSE	Hs = -0.369ln(Q) - 1.5198
S	Hs = -0.404ln(Q) - 1.6443
NonDir	Hs = -0.503ln(Q) - 0.004

Akdeniz 23 (36.00 N; 33.10 E)



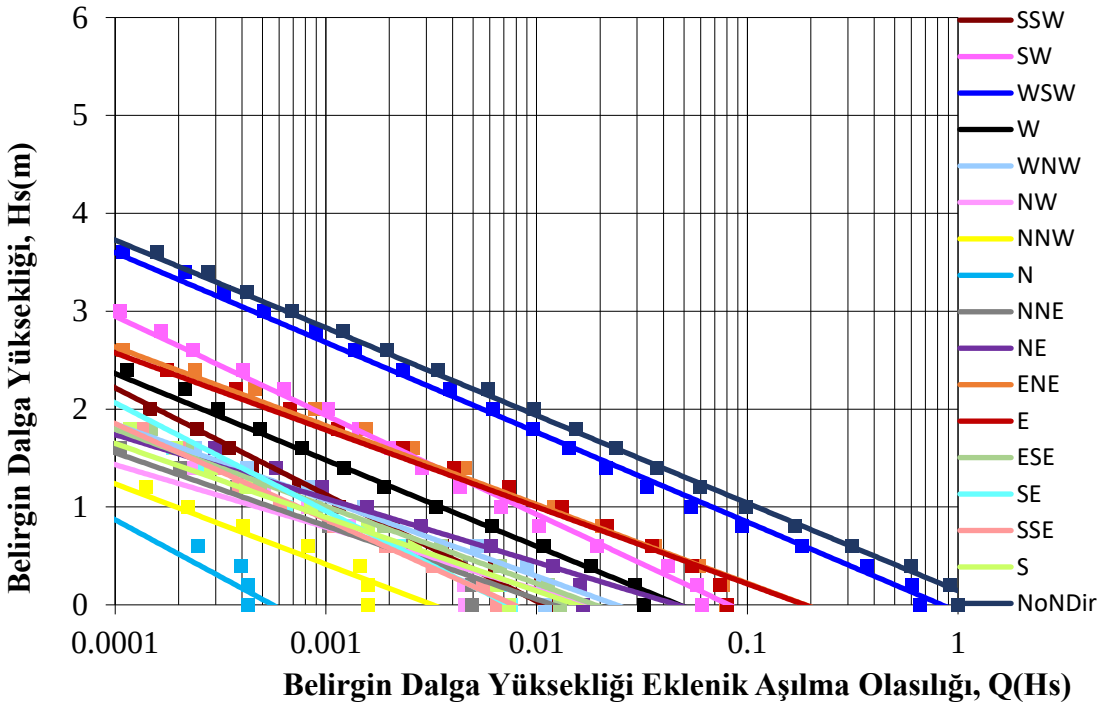
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.335ln(Q) - 1.1154
SW	Hs = -0.53ln(Q) - 1.1631
WSW	Hs = -0.413ln(Q) - 0.0719
W	Hs = -0.37ln(Q) - 1.3919
WNW	Hs = -0.266ln(Q) - 1.0519
NW	Hs = -0.298ln(Q) - 1.5396
NNW	Hs = -0.274ln(Q) - 1.6459
N	Hs = -0.314ln(Q) - 2.7078
NNE	Hs = -0.425ln(Q) - 2.8476
NE	Hs = -0.263ln(Q) - 1.2478
ENE	Hs = -0.325ln(Q) - 1.3507
E	Hs = -0.298ln(Q) - 0.3839
ESE	Hs = -0.309ln(Q) - 0.8658
SE	Hs = -0.47ln(Q) - 2.1027
SSE	Hs = -0.377ln(Q) - 1.6323
S	Hs = -0.387ln(Q) - 1.6518
NonDir	Hs = -0.438ln(Q) + 0.0466

Akdeniz 24 (36.00 N; 33.40 E)



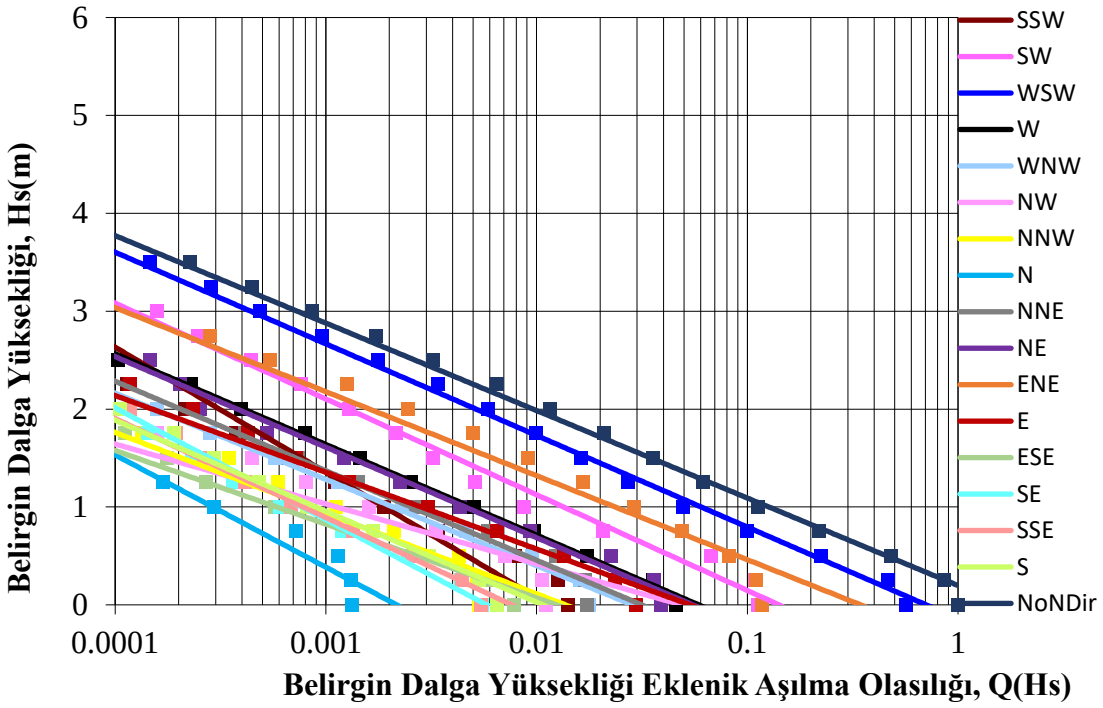
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.336ln(Q) - 1.2659
SW	Hs = -0.515ln(Q) - 1.56
WSW	Hs = -0.42ln(Q) - 0.0766
W	Hs = -0.406ln(Q) - 1.4857
WNW	Hs = -0.306ln(Q) - 1.1779
NW	Hs = -0.267ln(Q) - 1.2582
NNW	Hs = -0.31ln(Q) - 1.7697
N	Hs = -0.506ln(Q) - 3.7944
NNE	Hs = -0.42ln(Q) - 2.5323
NE	Hs = -0.271ln(Q) - 1.1495
ENE	Hs = -0.329ln(Q) - 1.0955
E	Hs = -0.314ln(Q) - 0.3708
ESE	Hs = -0.298ln(Q) - 0.9698
SE	Hs = -0.502ln(Q) - 2.3598
SSE	Hs = -0.382ln(Q) - 1.6796
S	Hs = -0.295ln(Q) - 1.1879
NonDir	Hs = -0.407ln(Q) + 0.1065

Akdeniz 25 (36.00 N; 33.70 E)



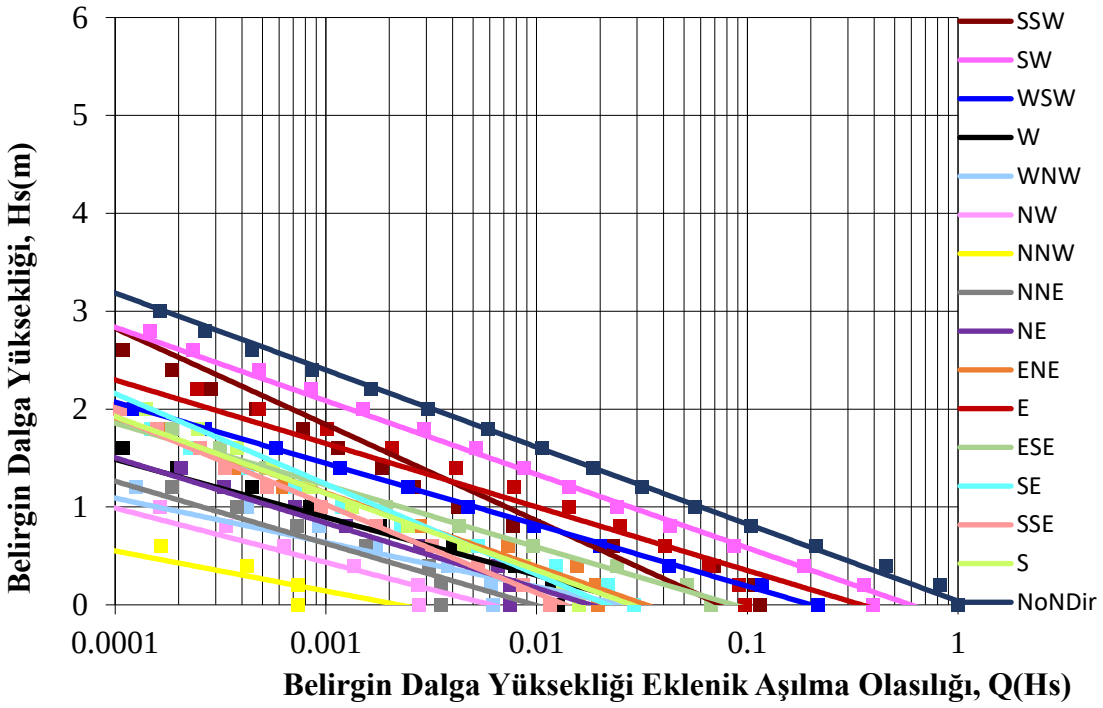
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.473ln(Q) - 2.1406
SW	Hs = -0.439ln(Q) - 1.0982
WSW	Hs = -0.398ln(Q) - 0.0703
W	Hs = -0.383ln(Q) - 1.1661
WNW	Hs = -0.337ln(Q) - 1.2609
NW	Hs = -0.277ln(Q) - 1.1212
NNW	Hs = -0.357ln(Q) - 2.0488
N	Hs = -0.505ln(Q) - 3.7815
NNE	Hs = -0.325ln(Q) - 1.4372
NE	Hs = -0.283ln(Q) - 0.8682
ENE	Hs = -0.349ln(Q) - 0.5825
E	Hs = -0.341ln(Q) - 0.5721
ESE	Hs = -0.342ln(Q) - 1.3574
SE	Hs = -0.48ln(Q) - 2.3533
SSE	Hs = -0.425ln(Q) - 2.0625
S	Hs = -0.327ln(Q) - 1.3626
NonDir	Hs = -0.389ln(Q) + 0.1434

Akdeniz 26 (36.00 N; 34.00 E)



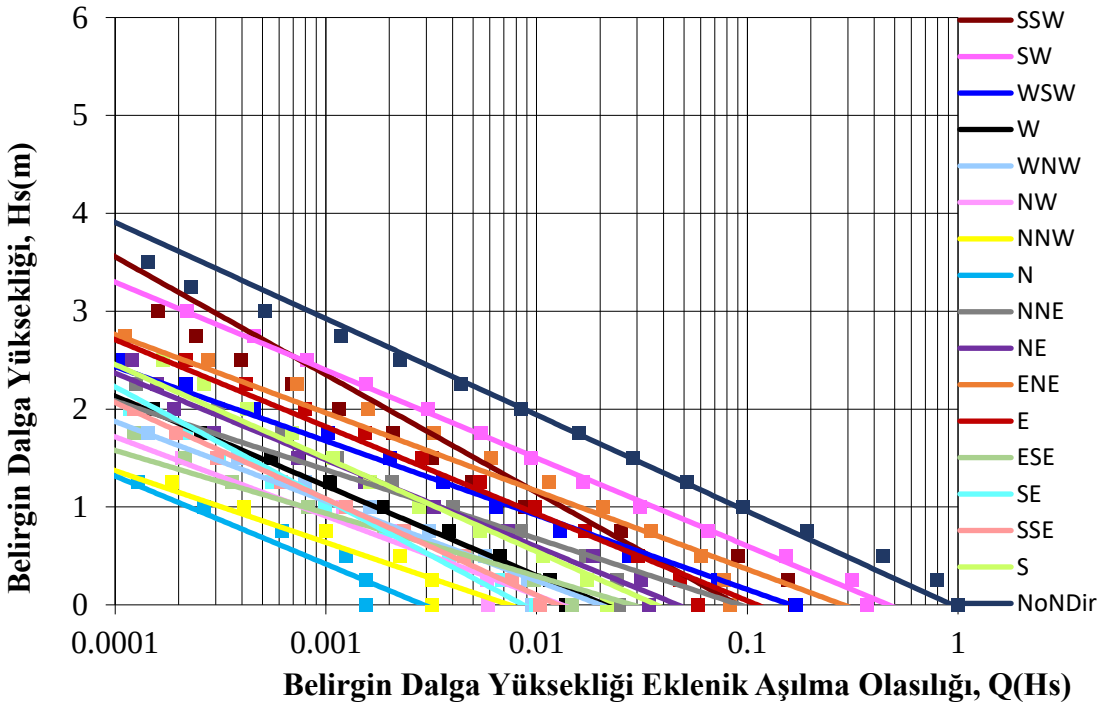
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.555ln(Q) - 2.4807
SW	Hs = -0.425ln(Q) - 0.8311
WSW	Hs = -0.406ln(Q) - 0.1411
W	Hs = -0.402ln(Q) - 1.1396
WNW	Hs = -0.383ln(Q) - 1.3617
NW	Hs = -0.266ln(Q) - 0.804
NNW	Hs = -0.358ln(Q) - 1.5349
N	Hs = -0.498ln(Q) - 3.0563
NNE	Hs = -0.397ln(Q) - 1.3719
NE	Hs = -0.402ln(Q) - 1.1635
ENE	Hs = -0.373ln(Q) - 0.3965
E	Hs = -0.34ln(Q) - 0.9973
ESE	Hs = -0.327ln(Q) - 1.4329
SE	Hs = -0.496ln(Q) - 2.5538
SSE	Hs = -0.439ln(Q) - 2.1428
S	Hs = -0.404ln(Q) - 1.8323
NonDir	Hs = -0.388ln(Q) + 0.1977

Akdeniz 27 (36.25 N; 34.00 E)



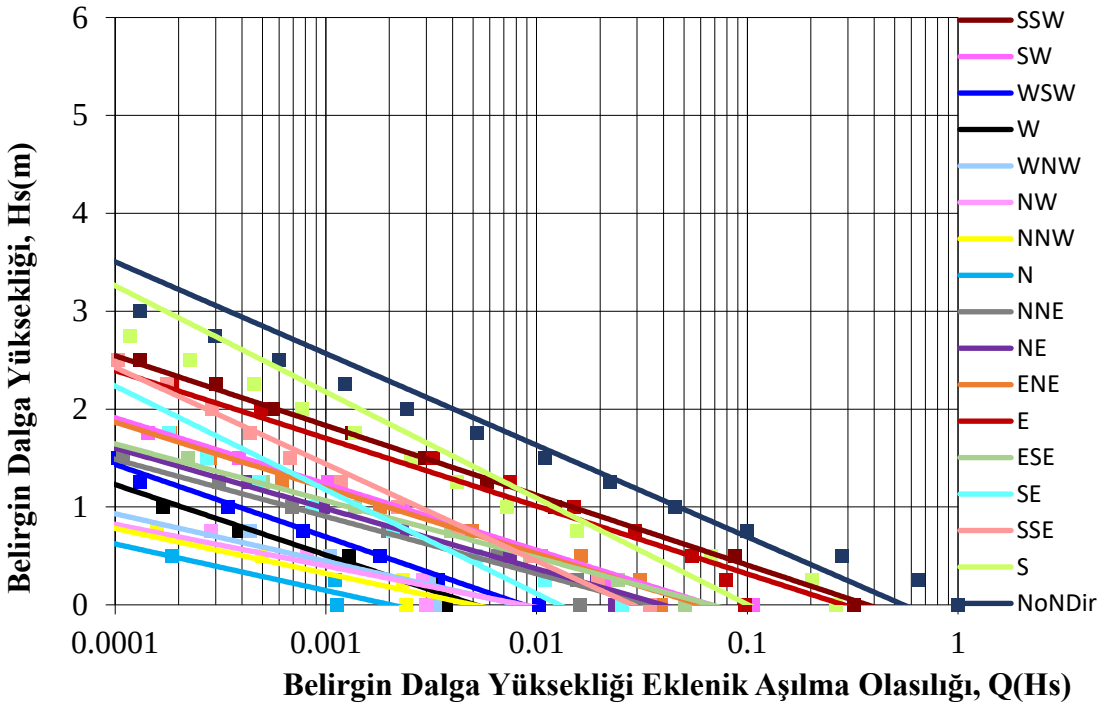
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.427ln(Q) - 1.1049
SW	Hs = -0.326ln(Q) - 0.1692
WSW	Hs = -0.272ln(Q) - 0.4363
W	Hs = -0.257ln(Q) - 0.8833
WNW	Hs = -0.196ln(Q) - 0.7181
NW	Hs = -0.241ln(Q) - 1.2289
NNW	Hs = -0.178ln(Q) - 1.0869
NNE	Hs = -0.276ln(Q) - 1.2765
NE	Hs = -0.289ln(Q) - 1.1611
ENE	Hs = -0.327ln(Q) - 1.1156
E	Hs = -0.282ln(Q) - 0.2974
ESE	Hs = -0.274ln(Q) - 0.6714
SE	Hs = -0.401ln(Q) - 1.5366
SSE	Hs = -0.391ln(Q) - 1.6802
S	Hs = -0.341ln(Q) - 1.2152
NonDir	Hs = -0.342ln(Q) + 0.0387

Akdeniz 28 (36.25 N; 34.30 E)



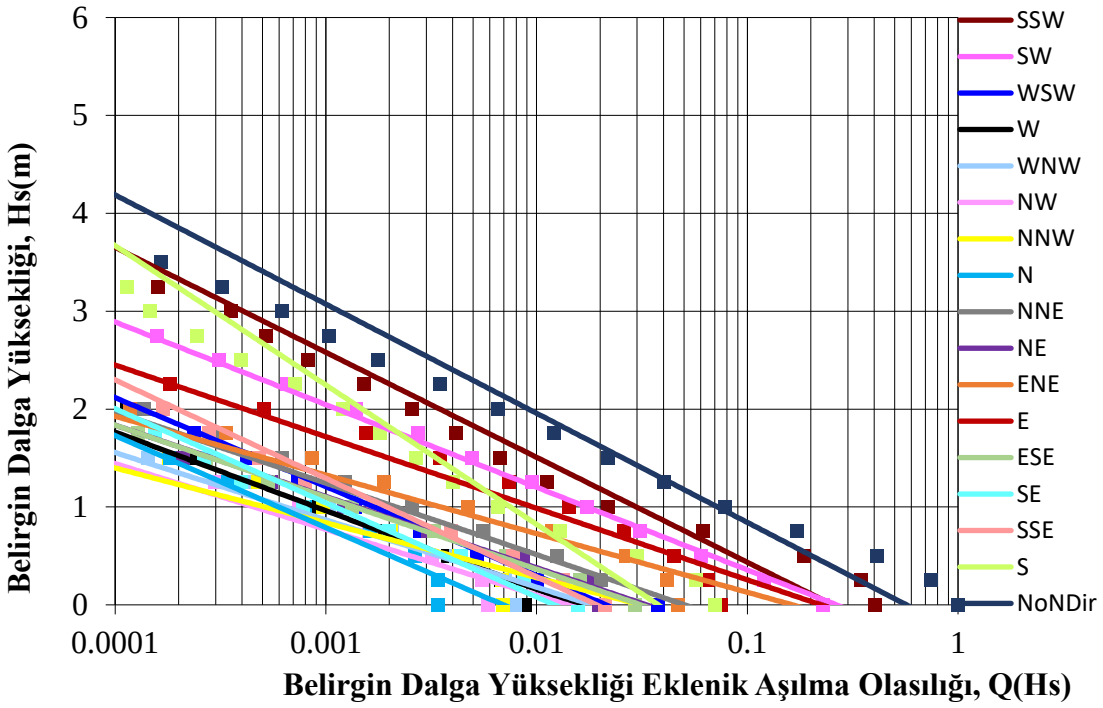
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.523ln(Q) - 1.259
SW	Hs = -0.39ln(Q) - 0.2968
WSW	Hs = -0.33ln(Q) - 0.6024
W	Hs = -0.398ln(Q) - 1.534
WNW	Hs = -0.353ln(Q) - 1.3797
NW	Hs = -0.351ln(Q) - 1.5211
NNW	Hs = -0.318ln(Q) - 1.5616
N	Hs = -0.391ln(Q) - 2.281
NNE	Hs = -0.305ln(Q) - 0.727
NE	Hs = -0.385ln(Q) - 1.1784
ENE	Hs = -0.347ln(Q) - 0.4357
E	Hs = -0.386ln(Q) - 0.8472
ESE	Hs = -0.279ln(Q) - 0.9939
SE	Hs = -0.499ln(Q) - 2.3716
SSE	Hs = -0.427ln(Q) - 1.8684
S	Hs = -0.415ln(Q) - 1.3672
NonDir	Hs = -0.427ln(Q) - 0.027

Akdeniz 29 (36.50 N; 34.30 E)



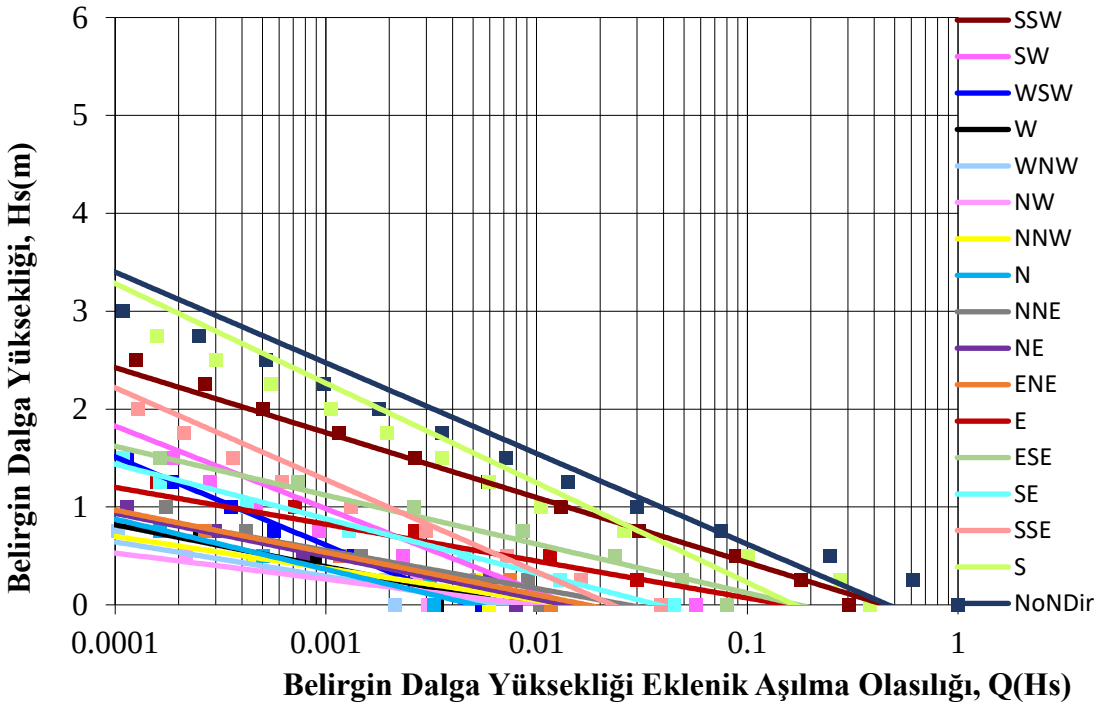
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.31ln(Q) - 0.3059
SW	Hs = -0.294ln(Q) - 0.7932
WSW	Hs = -0.321ln(Q) - 1.5252
W	Hs = -0.312ln(Q) - 1.6464
WNW	Hs = -0.211ln(Q) - 1.0157
NW	Hs = -0.184ln(Q) - 0.876
NNW	Hs = -0.199ln(Q) - 1.0554
N	Hs = -0.206ln(Q) - 1.2795
NNE	Hs = -0.254ln(Q) - 0.8515
NE	Hs = -0.267ln(Q) - 0.8626
ENE	Hs = -0.292ln(Q) - 0.8207
E	Hs = -0.301ln(Q) - 0.3763
ESE	Hs = -0.253ln(Q) - 0.6808
SE	Hs = -0.46ln(Q) - 2.0046
SSE	Hs = -0.429ln(Q) - 1.5281
S	Hs = -0.471ln(Q) - 1.0805
NonDir	Hs = -0.407ln(Q) - 0.2427

Akdeniz 30 (36.50 N; 34.60 E)



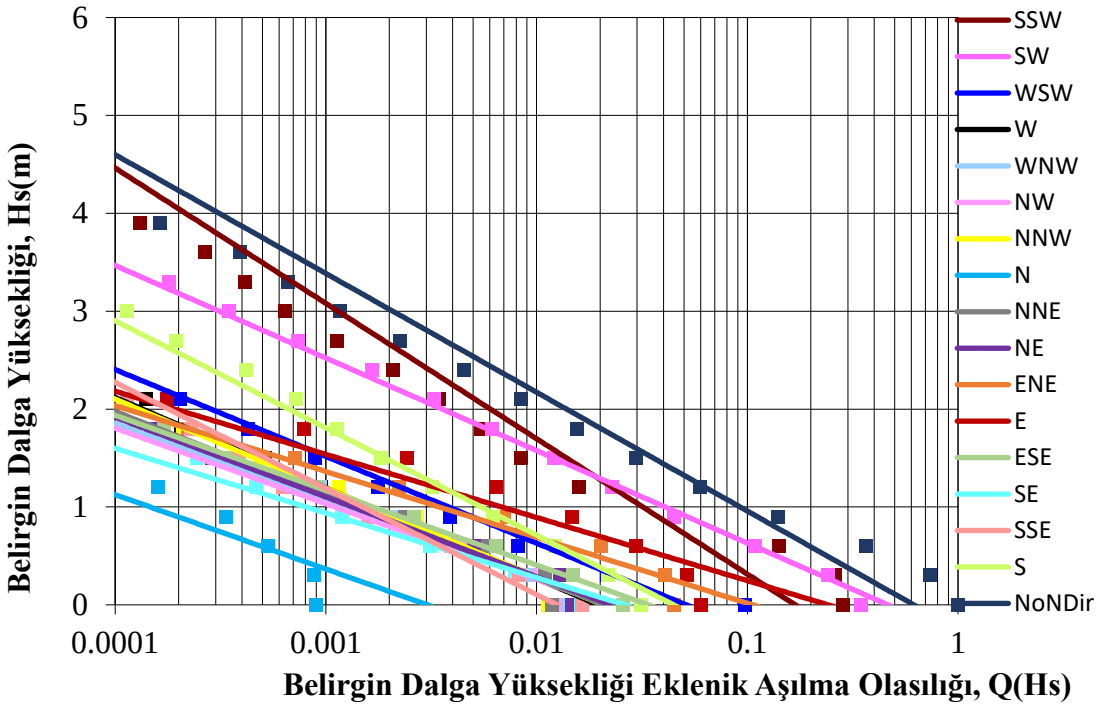
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.466ln(Q) - 0.6366
SW	Hs = -0.367ln(Q) - 0.4867
WSW	Hs = -0.395ln(Q) - 1.5177
W	Hs = -0.349ln(Q) - 1.4493
WNW	Hs = -0.298ln(Q) - 1.1938
NW	Hs = -0.292ln(Q) - 1.247
NNW	Hs = -0.243ln(Q) - 0.8411
N	Hs = -0.408ln(Q) - 2.0256
NNE	Hs = -0.317ln(Q) - 0.9468
NE	Hs = -0.316ln(Q) - 1.077
ENE	Hs = -0.26ln(Q) - 0.4707
E	Hs = -0.318ln(Q) - 0.476
ESE	Hs = -0.32ln(Q) - 1.1074
SE	Hs = -0.417ln(Q) - 1.8409
SSE	Hs = -0.437ln(Q) - 1.7242
S	Hs = -0.618ln(Q) - 2.0233
NonDir	Hs = -0.484ln(Q) - 0.2729

Akdeniz 31 (36.75 N; 34.60 E)



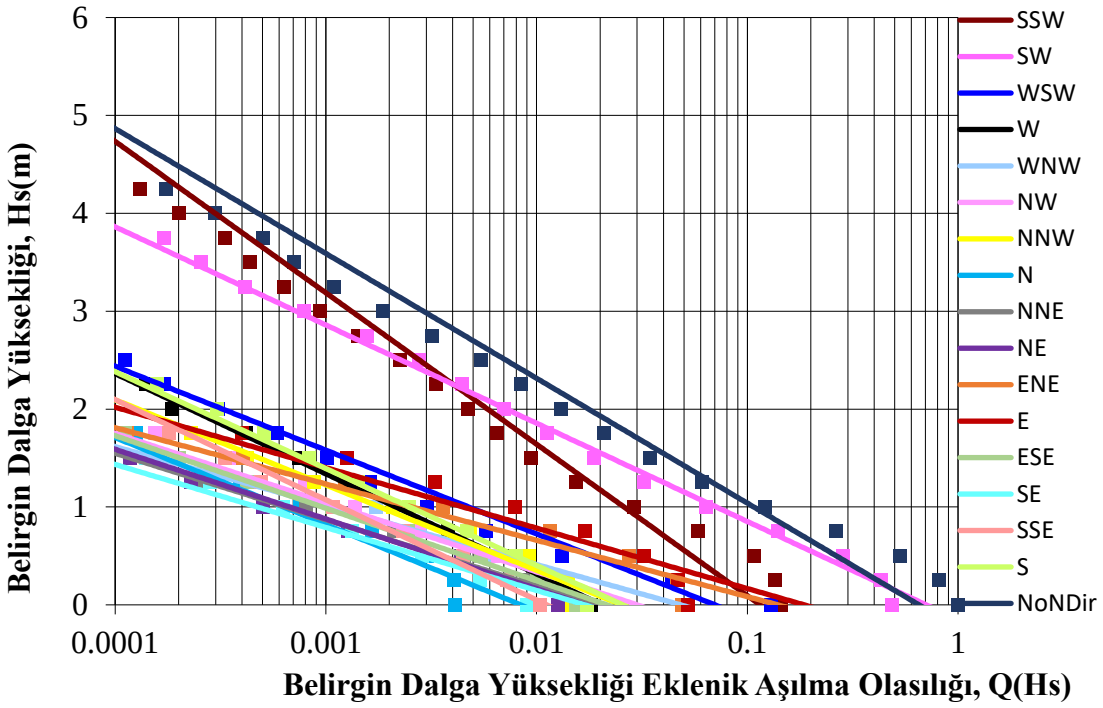
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.288ln(Q) - 0.2314
SW	Hs = -0.367ln(Q) - 1.5503
WSW	Hs = -0.391ln(Q) - 2.0941
W	Hs = -0.186ln(Q) - 0.8942
WNW	Hs = -0.153ln(Q) - 0.7645
NW	Hs = -0.116ln(Q) - 0.5385
NNW	Hs = -0.142ln(Q) - 0.6092
N	Hs = -0.223ln(Q) - 1.1752
NNE	Hs = -0.169ln(Q) - 0.6106
NE	Hs = -0.19ln(Q) - 0.8137
ENE	Hs = -0.188ln(Q) - 0.7618
E	Hs = -0.164ln(Q) - 0.3065
ESE	Hs = -0.217ln(Q) - 0.3781
SE	Hs = -0.242ln(Q) - 0.7946
SSE	Hs = -0.408ln(Q) - 1.5403
S	Hs = -0.442ln(Q) - 0.7888
NonDir	Hs = -0.402ln(Q) - 0.3066

Akdeniz 32 (36.50 N; 34.90 E)



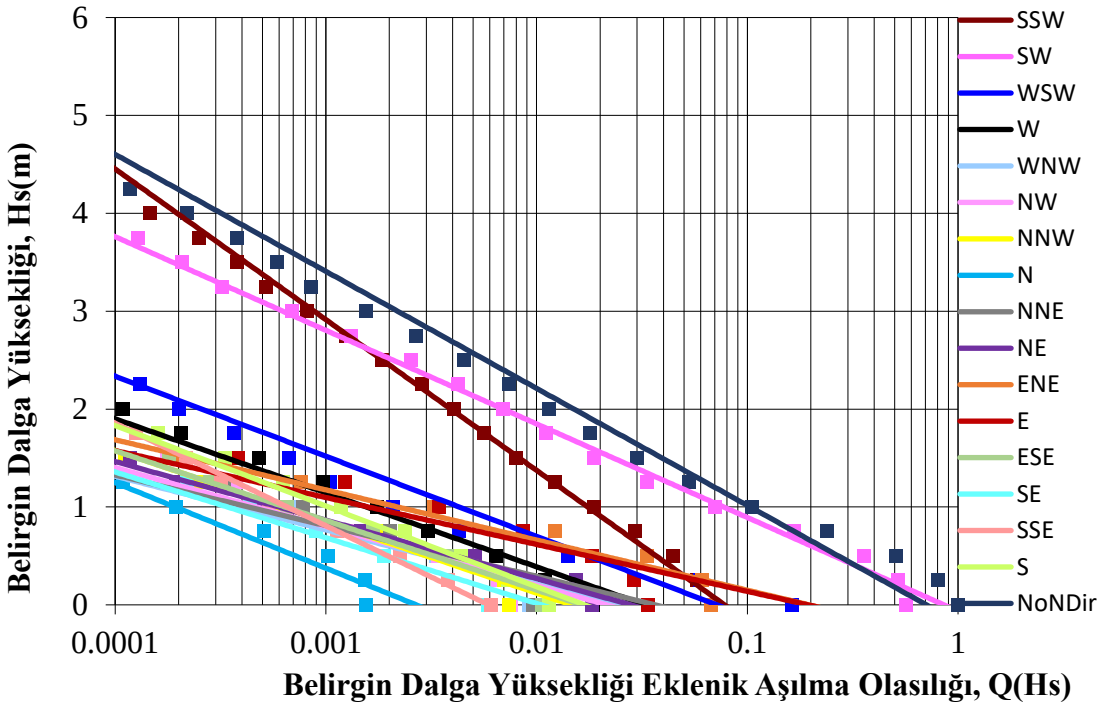
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.6ln(Q) - 1.0683
SW	Hs = -0.41ln(Q) - 0.3143
WSW	Hs = -0.385ln(Q) - 1.1437
W	Hs = -0.402ln(Q) - 1.58
WNW	Hs = -0.346ln(Q) - 1.3283
NW	Hs = -0.335ln(Q) - 1.2832
NNW	Hs = -0.394ln(Q) - 1.5306
N	Hs = -0.33ln(Q) - 1.9149
NNE	Hs = -0.37ln(Q) - 1.4304
NE	Hs = -0.354ln(Q) - 1.3417
ENE	Hs = -0.292ln(Q) - 0.6561
E	Hs = -0.28ln(Q) - 0.3975
ESE	Hs = -0.332ln(Q) - 1.1233
SE	Hs = -0.287ln(Q) - 1.044
SSE	Hs = -0.471ln(Q) - 2.062
S	Hs = -0.475ln(Q) - 1.4771
NonDir	Hs = -0.527ln(Q) - 0.2548

Akdeniz 33 (36.50 N; 35.20 E)



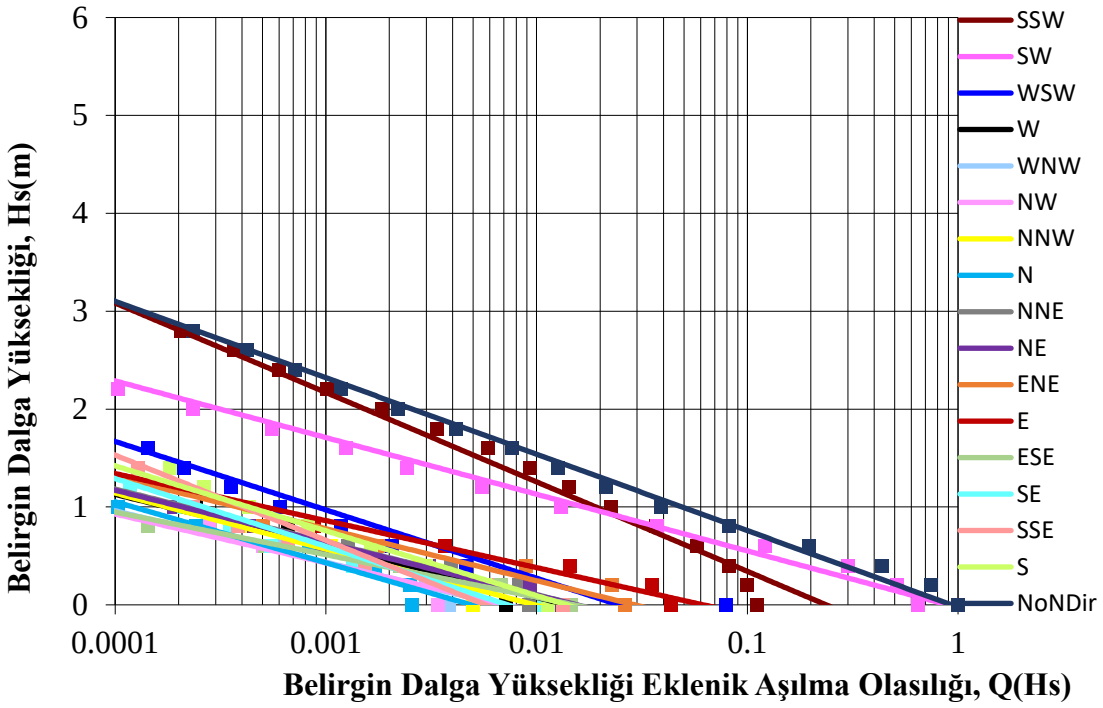
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.672ln(Q) - 1.4525
SW	Hs = -0.436ln(Q) - 0.1514
WSW	Hs = -0.372ln(Q) - 0.9874
W	Hs = -0.444ln(Q) - 1.7304
WNW	Hs = -0.262ln(Q) - 0.7927
NW	Hs = -0.307ln(Q) - 1.077
NNW	Hs = -0.378ln(Q) - 1.391
N	Hs = -0.386ln(Q) - 1.8446
NNE	Hs = -0.295ln(Q) - 1.1665
NE	Hs = -0.309ln(Q) - 1.2586
ENE	Hs = -0.25ln(Q) - 0.4917
E	Hs = -0.268ln(Q) - 0.4509
ESE	Hs = -0.322ln(Q) - 1.2345
SE	Hs = -0.279ln(Q) - 1.1402
SSE	Hs = -0.444ln(Q) - 1.9972
S	Hs = -0.429ln(Q) - 1.5742
NonDir	Hs = -0.554ln(Q) - 0.2359

Akdeniz 34 (36.50 N; 35.50 E)



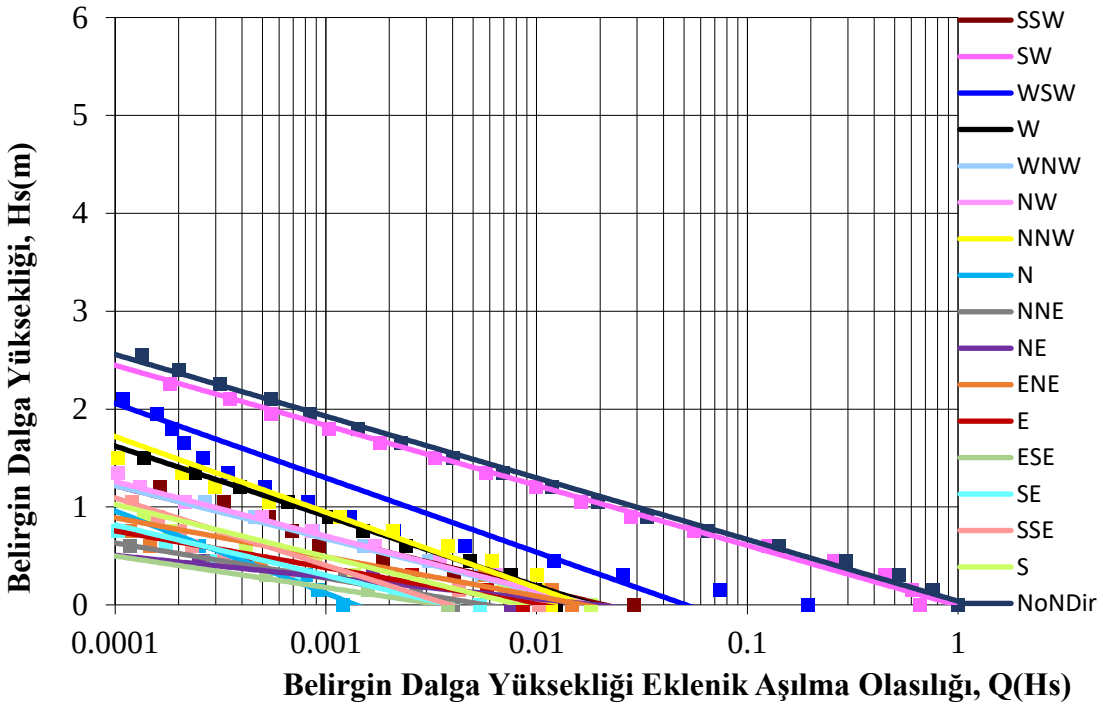
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.669ln(Q) - 1.7061
SW	Hs = -0.415ln(Q) - 0.0638
WSW	Hs = -0.355ln(Q) - 0.9364
W	Hs = -0.328ln(Q) - 1.1234
WNW	Hs = -0.238ln(Q) - 0.8805
NW	Hs = -0.261ln(Q) - 1.0032
NNW	Hs = -0.317ln(Q) - 1.3388
N	Hs = -0.379ln(Q) - 2.2462
NNE	Hs = -0.225ln(Q) - 0.7452
NE	Hs = -0.26ln(Q) - 0.929
ENE	Hs = -0.222ln(Q) - 0.3623
E	Hs = -0.208ln(Q) - 0.3416
ESE	Hs = -0.309ln(Q) - 1.2718
SE	Hs = -0.292ln(Q) - 1.3281
SSE	Hs = -0.455ln(Q) - 2.3339
S	Hs = -0.358ln(Q) - 1.4608
NonDir	Hs = -0.519ln(Q) - 0.1788

Akdeniz 35 (36.75 N; 35.80 E)



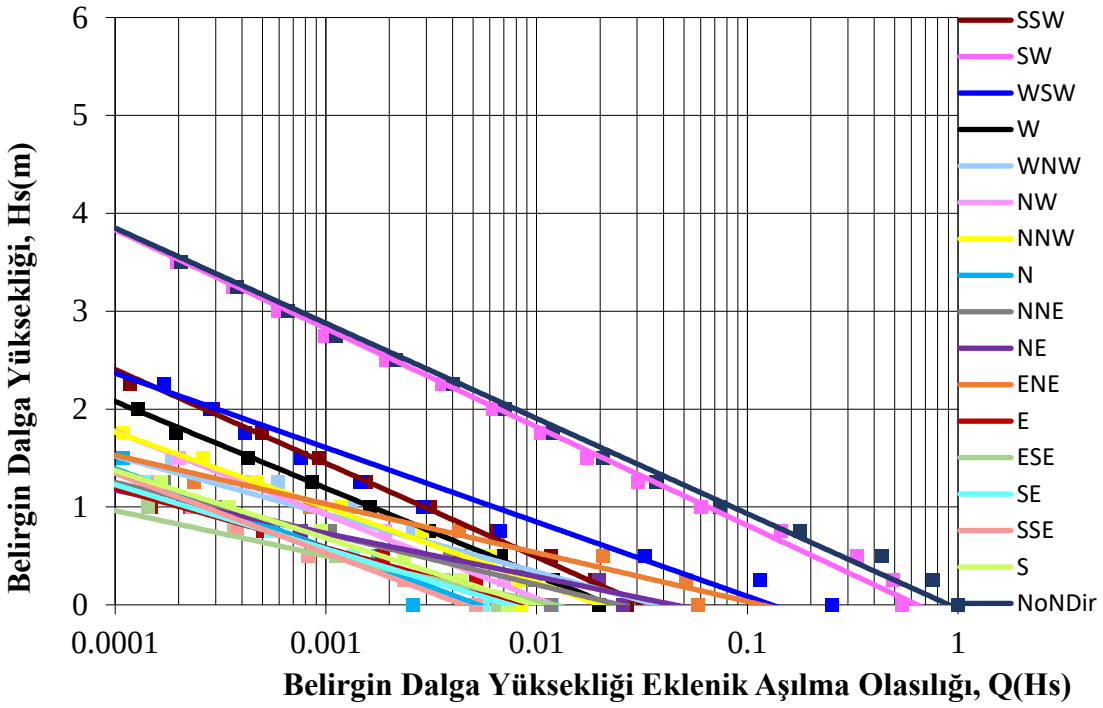
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.397ln(Q) - 0.5715
SW	Hs = -0.251ln(Q) - 0.0277
WSW	Hs = -0.303ln(Q) - 1.1253
W	Hs = -0.229ln(Q) - 0.9767
WNW	Hs = -0.228ln(Q) - 1.141
NW	Hs = -0.217ln(Q) - 1.0702
NNW	Hs = -0.249ln(Q) - 1.1522
N	Hs = -0.271ln(Q) - 1.4413
NNE	Hs = -0.234ln(Q) - 0.9746
NE	Hs = -0.233ln(Q) - 0.9709
ENE	Hs = -0.23ln(Q) - 0.8145
E	Hs = -0.209ln(Q) - 0.5804
ESE	Hs = -0.189ln(Q) - 0.7917
SE	Hs = -0.301ln(Q) - 1.4797
SSE	Hs = -0.378ln(Q) - 1.9516
S	Hs = -0.288ln(Q) - 1.2316
NonDir	Hs = -0.339ln(Q) - 0.023

Akdeniz 36 (36.75 N; 36.10 E)



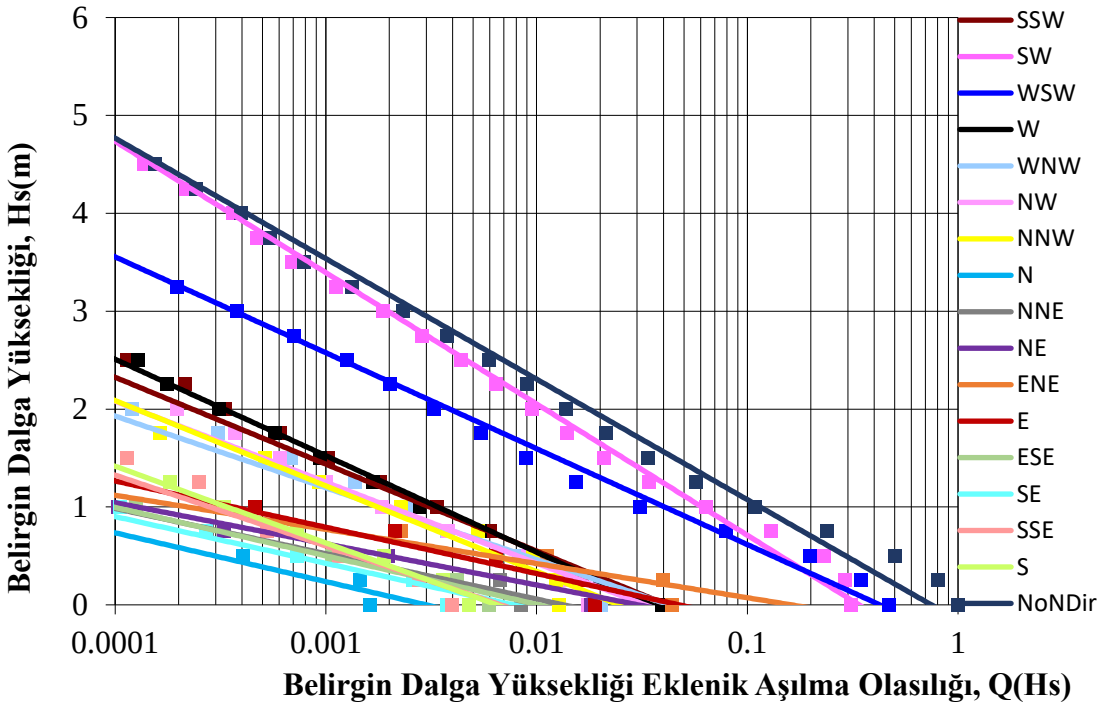
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.228ln(Q) - 0.8812
SW	Hs = -0.266ln(Q) - 0.0068
WSW	Hs = -0.33ln(Q) - 0.9808
W	Hs = -0.31ln(Q) - 1.235
WNW	Hs = -0.234ln(Q) - 0.9434
NW	Hs = -0.242ln(Q) - 0.9718
NNW	Hs = -0.335ln(Q) - 1.3704
N	Hs = -0.364ln(Q) - 2.3983
NNE	Hs = -0.156ln(Q) - 0.8064
NE	Hs = -0.096ln(Q) - 0.3816
ENE	Hs = -0.174ln(Q) - 0.7108
E	Hs = -0.163ln(Q) - 0.7435
ESE	Hs = -0.14ln(Q) - 0.787
SE	Hs = -0.224ln(Q) - 1.2463
SSE	Hs = -0.299ln(Q) - 1.6609
S	Hs = -0.232ln(Q) - 1.1121
NonDir	Hs = -0.274ln(Q) + 0.0379

Akdeniz 37 (36.50 N; 35.80 E)



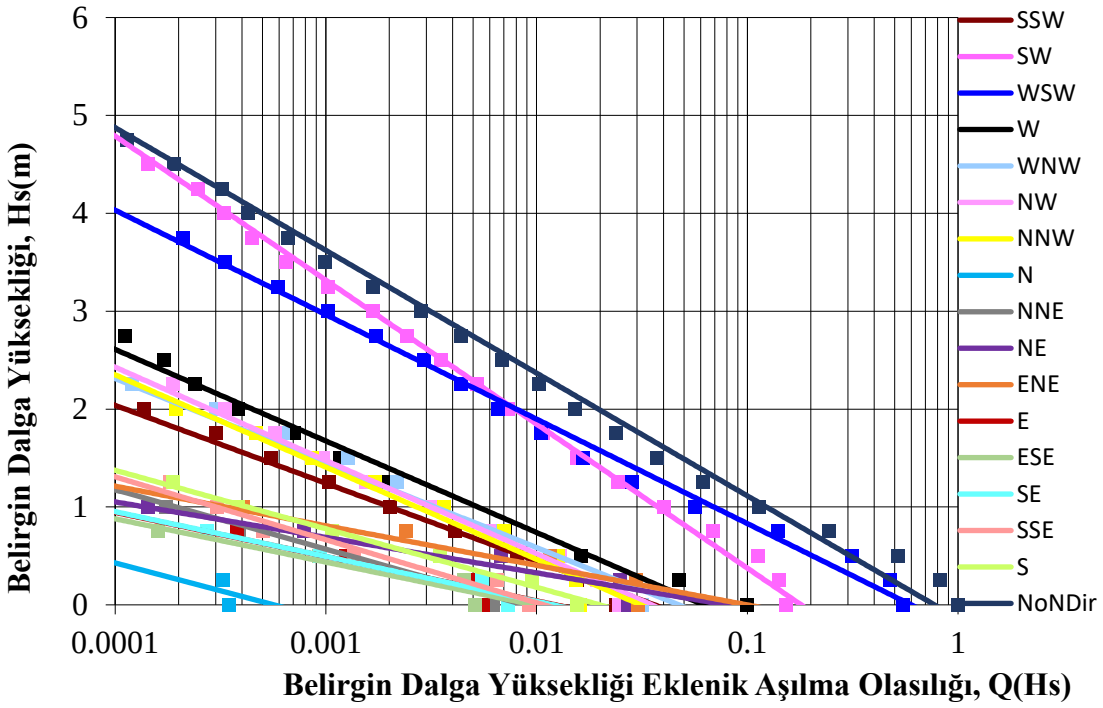
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.416ln(Q) - 1.4251
SW	Hs = -0.437ln(Q) - 0.1948
WSW	Hs = -0.33ln(Q) - 0.673
W	Hs = -0.384ln(Q) - 1.4603
WNW	Hs = -0.257ln(Q) - 0.8466
NW	Hs = -0.37ln(Q) - 1.6359
NNW	Hs = -0.333ln(Q) - 1.3012
N	Hs = -0.351ln(Q) - 1.8376
NNE	Hs = -0.227ln(Q) - 0.8386
NE	Hs = -0.192ln(Q) - 0.5955
ENE	Hs = -0.216ln(Q) - 0.4641
E	Hs = -0.263ln(Q) - 1.2326
ESE	Hs = -0.201ln(Q) - 0.8867
SE	Hs = -0.285ln(Q) - 1.395
SSE	Hs = -0.353ln(Q) - 1.9076
S	Hs = -0.3ln(Q) - 1.3909
NonDir	Hs = -0.422ln(Q) - 0.0409

Akdeniz 38 (36.25 N; 35.80 E)



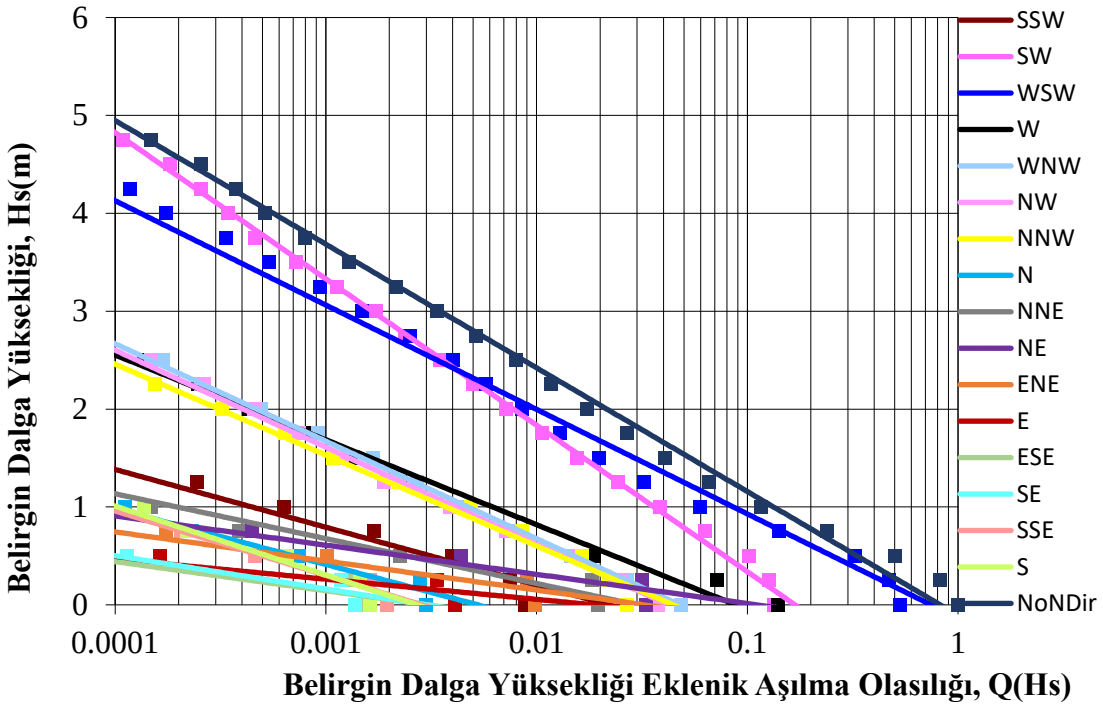
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.385ln(Q) - 1.2259
SW	Hs = -0.582ln(Q) - 0.6298
WSW	Hs = -0.425ln(Q) - 0.3631
W	Hs = -0.428ln(Q) - 1.4329
WNW	Hs = -0.318ln(Q) - 1.0044
NW	Hs = -0.359ln(Q) - 1.2292
NNW	Hs = -0.379ln(Q) - 1.4055
N	Hs = -0.217ln(Q) - 1.2589
NNE	Hs = -0.201ln(Q) - 0.8665
NE	Hs = -0.183ln(Q) - 0.6383
ENE	Hs = -0.152ln(Q) - 0.2759
E	Hs = -0.205ln(Q) - 0.6259
ESE	Hs = -0.215ln(Q) - 0.9848
SE	Hs = -0.207ln(Q) - 1.0075
SSE	Hs = -0.314ln(Q) - 1.5704
S	Hs = -0.34ln(Q) - 1.7127
NonDir	Hs = -0.535ln(Q) - 0.1561

Akdeniz 39 (36.00 N; 35.80 E)



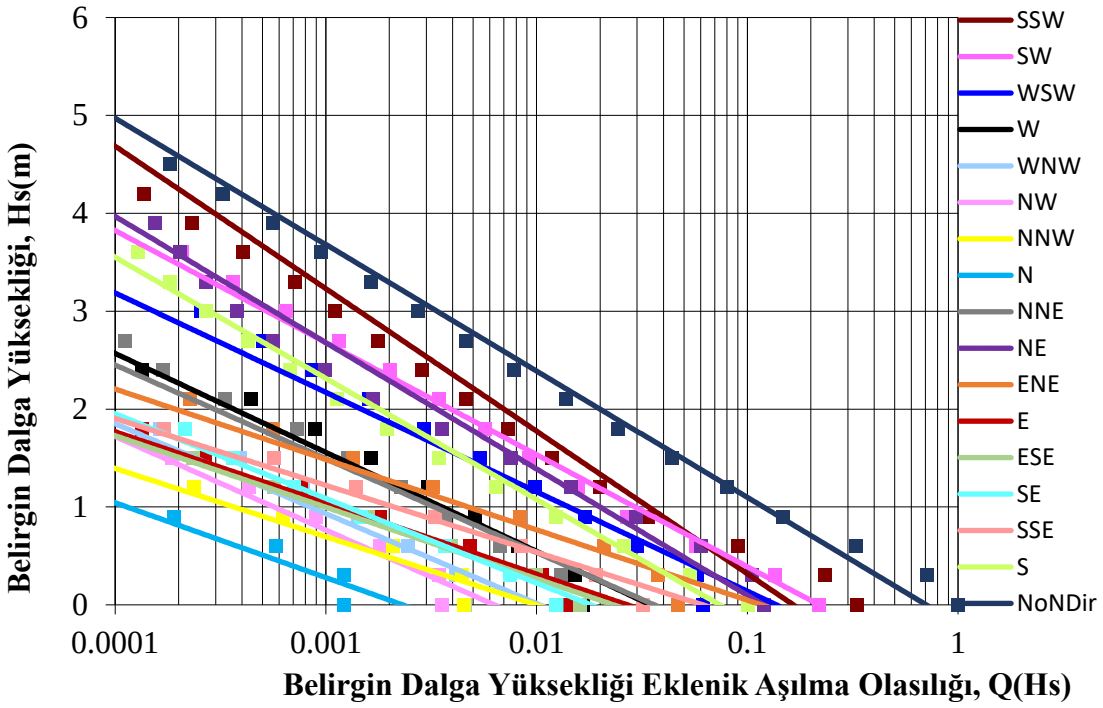
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.346ln(Q) - 1.1469
SW	Hs = -0.639ln(Q) - 1.0952
WSW	Hs = -0.463ln(Q) - 0.2366
W	Hs = -0.406ln(Q) - 1.1306
WNW	Hs = -0.375ln(Q) - 1.1428
NW	Hs = -0.414ln(Q) - 1.3858
NNW	Hs = -0.409ln(Q) - 1.4203
N	Hs = -0.247ln(Q) - 1.8423
NNE	Hs = -0.263ln(Q) - 1.2461
NE	Hs = -0.157ln(Q) - 0.3983
ENE	Hs = -0.176ln(Q) - 0.4047
E	Hs = -0.196ln(Q) - 0.8639
ESE	Hs = -0.192ln(Q) - 0.8911
SE	Hs = -0.199ln(Q) - 0.8801
SSE	Hs = -0.279ln(Q) - 1.2641
S	Hs = -0.26ln(Q) - 1.0162
NonDir	Hs = -0.545ln(Q) - 0.1402

Akdeniz 40 (35.75 N; 35.80 E)



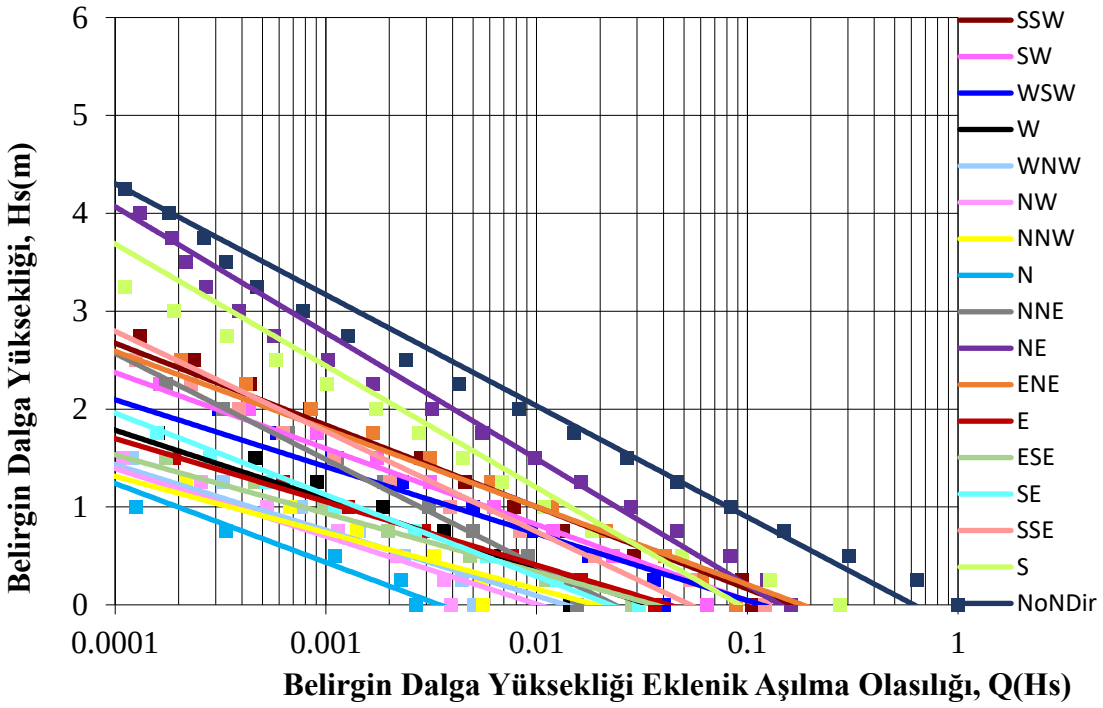
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.256ln(Q) - 0.976
SW	Hs = -0.649ln(Q) - 1.1564
WSW	Hs = -0.463ln(Q) - 0.1364
W	Hs = -0.376ln(Q) - 0.9145
WNW	Hs = -0.432ln(Q) - 1.3137
NW	Hs = -0.43ln(Q) - 1.3626
NNW	Hs = -0.403ln(Q) - 1.2545
N	Hs = -0.248ln(Q) - 1.3024
NNE	Hs = -0.199ln(Q) - 0.6987
NE	Hs = -0.129ln(Q) - 0.284
ENE	Hs = -0.129ln(Q) - 0.4432
E	Hs = -0.089ln(Q) - 0.3557
ESE	Hs = -0.129ln(Q) - 0.7487
SE	Hs = -0.148ln(Q) - 0.8576
SSE	Hs = -0.286ln(Q) - 1.6748
S	Hs = -0.305ln(Q) - 1.8035
NonDir	Hs = -0.549ln(Q) - 0.1054

Akdeniz 41 (34.91704722 N; 34.08430833 E)



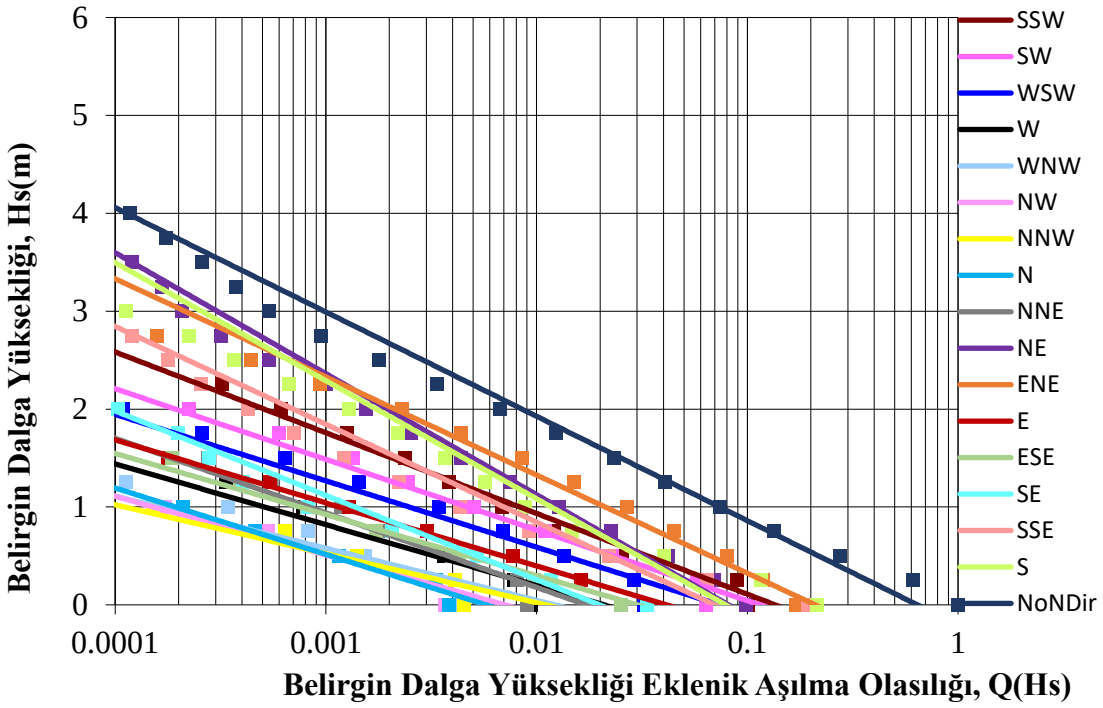
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.632ln(Q) - 1.1378
SW	Hs = -0.497ln(Q) - 0.7545
WSW	Hs = -0.441ln(Q) - 0.876
W	Hs = -0.439ln(Q) - 1.4751
WNW	Hs = -0.399ln(Q) - 1.823
NW	Hs = -0.415ln(Q) - 2.1049
NNW	Hs = -0.303ln(Q) - 1.3952
N	Hs = -0.332ln(Q) - 2.0153
NNE	Hs = -0.416ln(Q) - 1.381
NE	Hs = -0.56ln(Q) - 1.1914
ENE	Hs = -0.312ln(Q) - 0.671
E	Hs = -0.316ln(Q) - 1.141
ESE	Hs = -0.317ln(Q) - 1.194
SE	Hs = -0.375ln(Q) - 1.5057
SSE	Hs = -0.297ln(Q) - 0.8274
S	Hs = -0.537ln(Q) - 1.3983
NonDir	Hs = -0.561ln(Q) - 0.1932

Akdeniz 42 (35.10952778 N; 34.07563889 E)



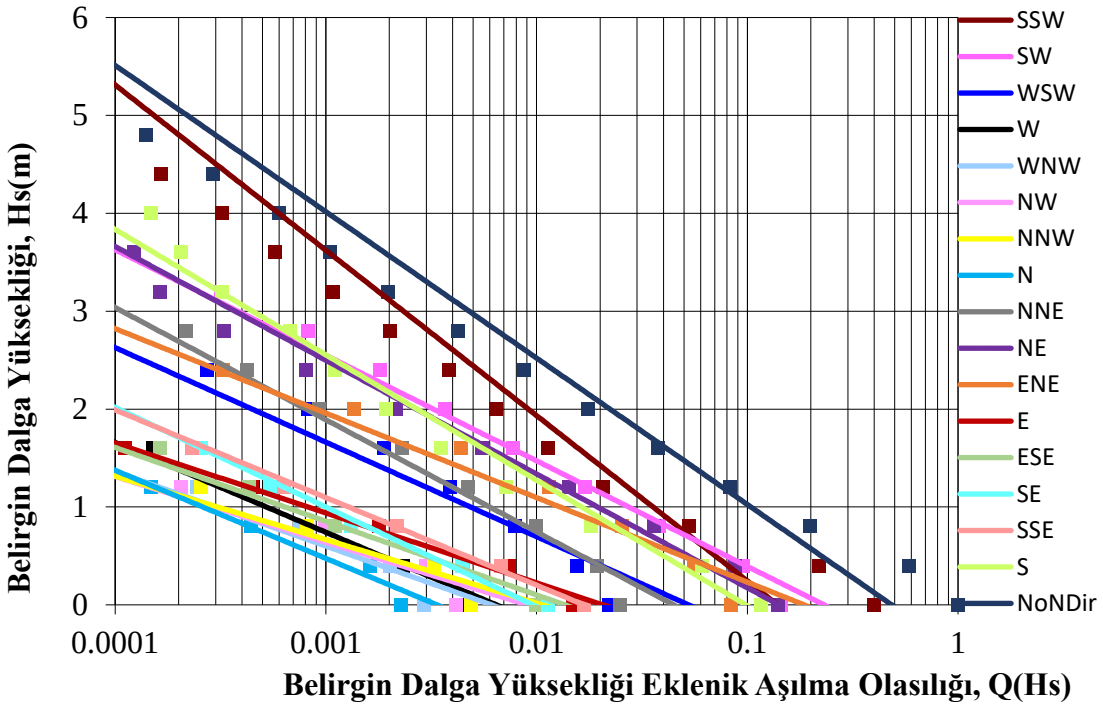
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.363ln(Q) - 0.6728
SW	Hs = -0.337ln(Q) - 0.7335
WSW	Hs = -0.297ln(Q) - 0.6382
W	Hs = -0.306ln(Q) - 1.0297
WNW	Hs = -0.291ln(Q) - 1.2474
NW	Hs = -0.301ln(Q) - 1.3765
NNW	Hs = -0.25ln(Q) - 0.9885
N	Hs = -0.35ln(Q) - 1.9824
NNE	Hs = -0.471ln(Q) - 1.7649
NE	Hs = -0.56ln(Q) - 1.0875
ENE	Hs = -0.345ln(Q) - 0.5859
E	Hs = -0.281ln(Q) - 0.8889
ESE	Hs = -0.26ln(Q) - 0.8615
SE	Hs = -0.362ln(Q) - 1.3753
SSE	Hs = -0.445ln(Q) - 1.301
S	Hs = -0.54ln(Q) - 1.2887
NonDir	Hs = -0.493ln(Q) - 0.2379

Akdeniz 43 (35.28524722 N; 34.04631944 E)



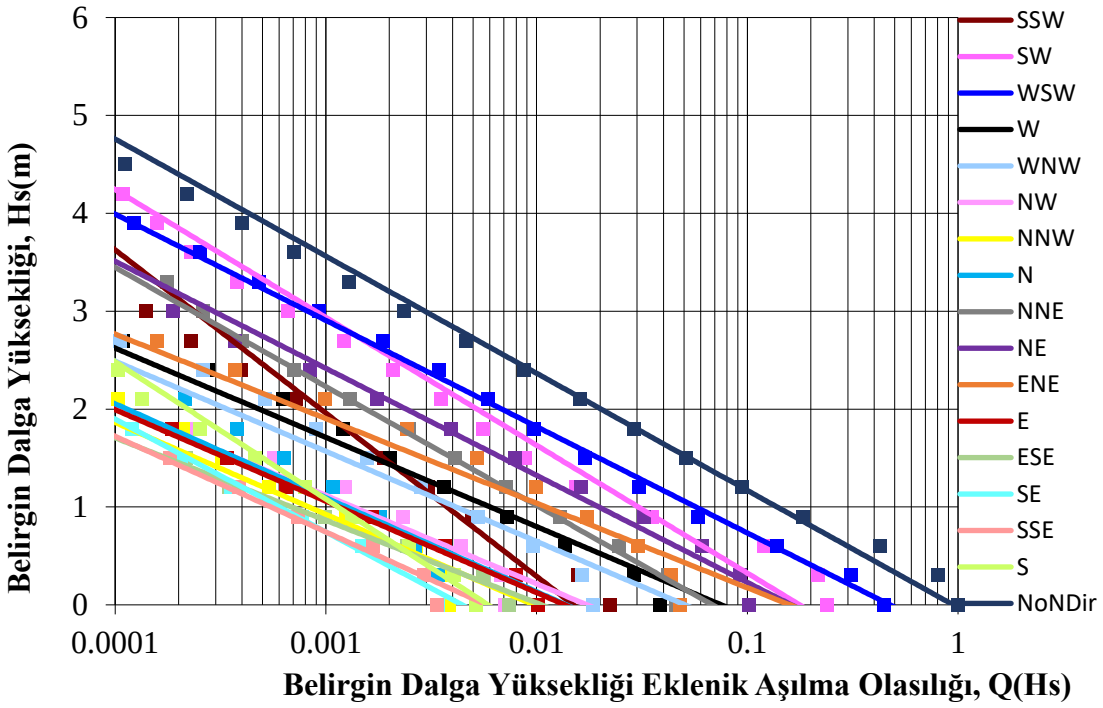
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.358ln(Q) - 0.7161
SW	Hs = -0.313ln(Q) - 0.6796
WSW	Hs = -0.294ln(Q) - 0.7667
W	Hs = -0.27ln(Q) - 1.0437
WNW	Hs = -0.231ln(Q) - 1.0186
NW	Hs = -0.26ln(Q) - 1.2861
NNW	Hs = -0.218ln(Q) - 0.9802
N	Hs = -0.295ln(Q) - 1.5192
NNE	Hs = -0.331ln(Q) - 1.3459
NE	Hs = -0.537ln(Q) - 1.3464
ENE	Hs = -0.435ln(Q) - 0.679
E	Hs = -0.28ln(Q) - 0.8918
ESE	Hs = -0.271ln(Q) - 0.9495
SE	Hs = -0.374ln(Q) - 1.4661
SSE	Hs = -0.434ln(Q) - 1.1547
S	Hs = -0.524ln(Q) - 1.3296
NonDir	Hs = -0.463ln(Q) - 0.2055

Akdeniz 44 (35.52740556 N; 34.43063611 E)



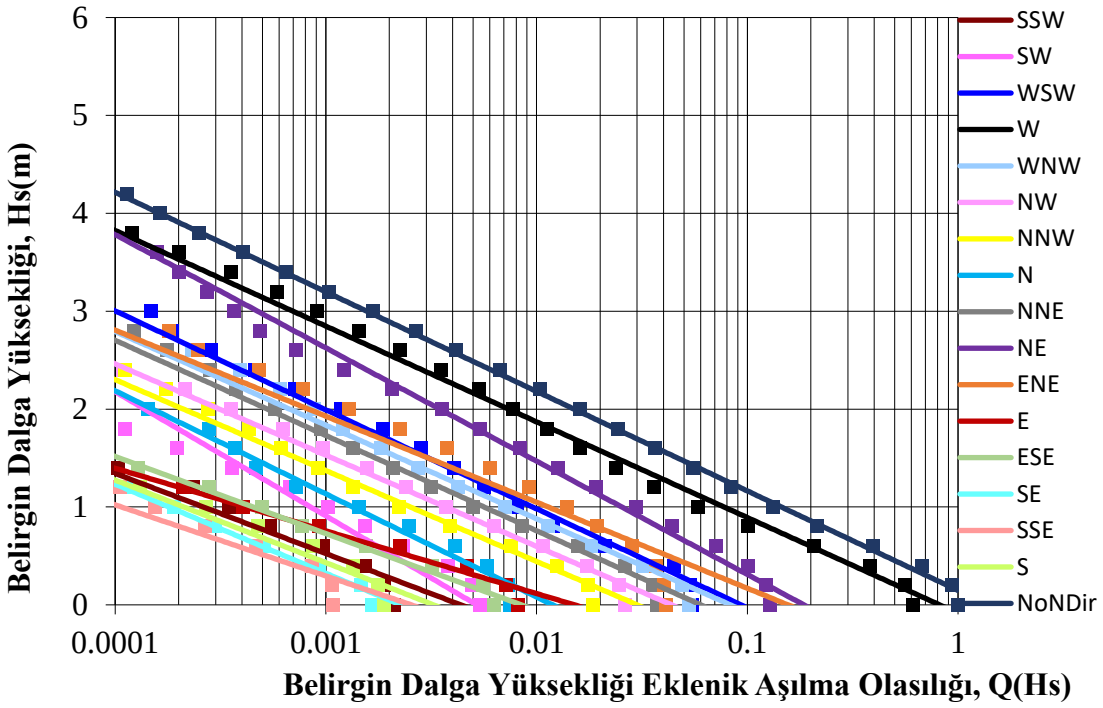
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.734ln(Q) - 1.445
SW	Hs = -0.468ln(Q) - 0.6851
WSW	Hs = -0.419ln(Q) - 1.2346
W	Hs = -0.398ln(Q) - 2.0072
WNW	Hs = -0.331ln(Q) - 1.6888
NW	Hs = -0.291ln(Q) - 1.3723
NNW	Hs = -0.282ln(Q) - 1.2809
N	Hs = -0.391ln(Q) - 2.2234
NNE	Hs = -0.498ln(Q) - 1.546
NE	Hs = -0.505ln(Q) - 0.9875
ENE	Hs = -0.375ln(Q) - 0.6302
E	Hs = -0.31ln(Q) - 1.2038
ESE	Hs = -0.327ln(Q) - 1.4048
SE	Hs = -0.442ln(Q) - 2.0537
SSE	Hs = -0.389ln(Q) - 1.5897
S	Hs = -0.556ln(Q) - 1.2901
NonDir	Hs = -0.649ln(Q) - 0.47

Akdeniz 45 (35.68773333 N; 34.48624167 E)



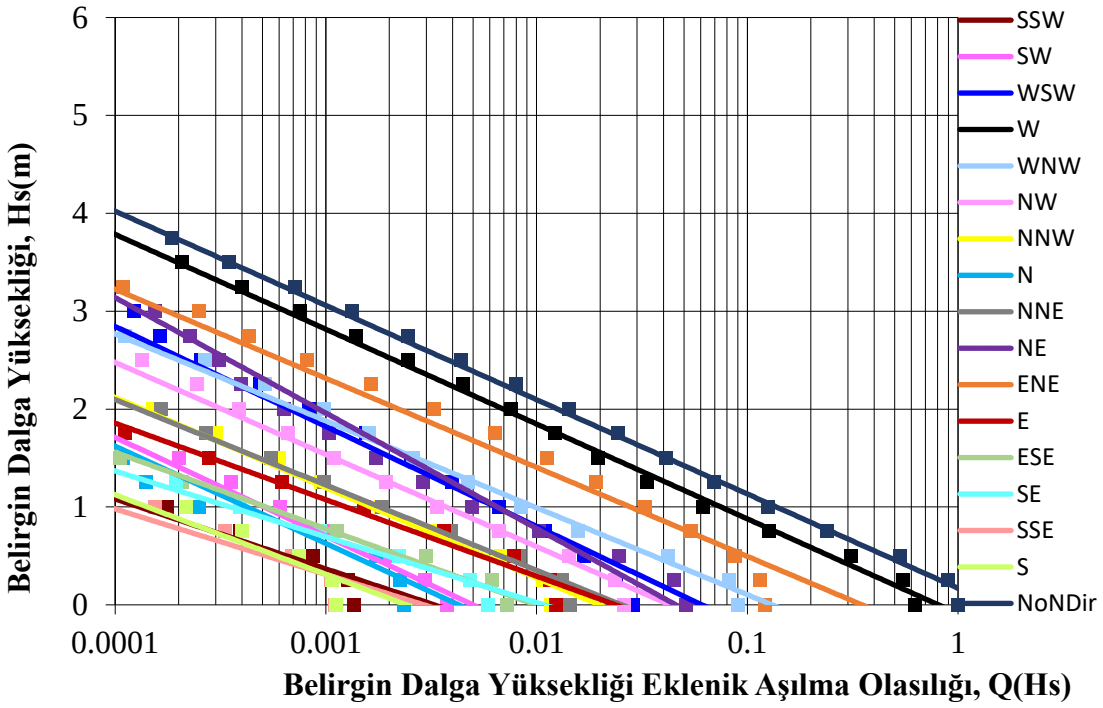
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.724ln(Q) - 3.043
SW	Hs = -0.567ln(Q) - 0.9813
WSW	Hs = -0.471ln(Q) - 0.3504
W	Hs = -0.396ln(Q) - 1.025
WNW	Hs = -0.4ln(Q) - 1.1932
NW	Hs = -0.392ln(Q) - 1.5899
NNW	Hs = -0.407ln(Q) - 1.8893
N	Hs = -0.417ln(Q) - 1.7854
NNE	Hs = -0.528ln(Q) - 1.4171
NE	Hs = -0.475ln(Q) - 0.8645
ENE	Hs = -0.375ln(Q) - 0.6895
E	Hs = -0.406ln(Q) - 1.7435
ESE	Hs = -0.366ln(Q) - 1.6665
SE	Hs = -0.5ln(Q) - 2.7119
SSE	Hs = -0.424ln(Q) - 2.1866
S	Hs = -0.609ln(Q) - 3.1294
NonDir	Hs = -0.52ln(Q) - 0.027

Akdeniz 46 (35.41034167 N; 33.82885 E)



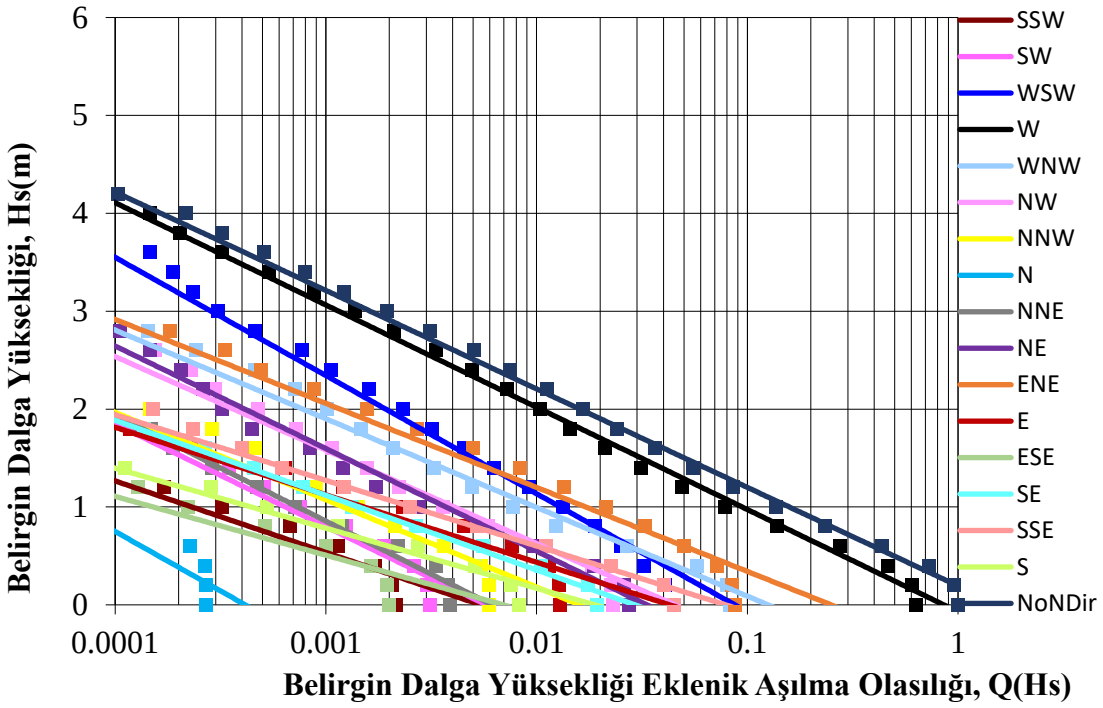
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.356ln(Q) - 1.9331
SW	Hs = -0.551ln(Q) - 2.8966
WSW	Hs = -0.439ln(Q) - 1.0406
W	Hs = -0.425ln(Q) - 0.0854
WNW	Hs = -0.415ln(Q) - 1.0336
NW	Hs = -0.405ln(Q) - 1.2664
NNW	Hs = -0.403ln(Q) - 1.4137
N	Hs = -0.458ln(Q) - 2.0272
NNE	Hs = -0.422ln(Q) - 1.1876
NE	Hs = -0.503ln(Q) - 0.8465
ENE	Hs = -0.382ln(Q) - 0.709
E	Hs = -0.278ln(Q) - 1.1657
ESE	Hs = -0.342ln(Q) - 1.6309
SE	Hs = -0.395ln(Q) - 2.4083
SSE	Hs = -0.315ln(Q) - 1.8843
S	Hs = -0.366ln(Q) - 2.1
NonDir	Hs = -0.442ln(Q) + 0.1473

Akdeniz 47 (35.34659444 N; 33.23995556 E)



Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.31ln(Q) - 1.7752
SW	Hs = -0.438ln(Q) - 2.3196
WSW	Hs = -0.444ln(Q) - 1.2409
W	Hs = -0.421ln(Q) - 0.0899
WNW	Hs = -0.385ln(Q) - 0.7833
NW	Hs = -0.409ln(Q) - 1.287
NNW	Hs = -0.401ln(Q) - 1.5709
N	Hs = -0.431ln(Q) - 2.3525
NNE	Hs = -0.379ln(Q) - 1.3918
NE	Hs = -0.512ln(Q) - 1.5793
ENE	Hs = -0.395ln(Q) - 0.4142
E	Hs = -0.339ln(Q) - 1.2697
ESE	Hs = -0.339ln(Q) - 1.5681
SE	Hs = -0.291ln(Q) - 1.3178
SSE	Hs = -0.29ln(Q) - 1.695
S	Hs = -0.353ln(Q) - 2.1276
NonDir	Hs = -0.418ln(Q) + 0.17

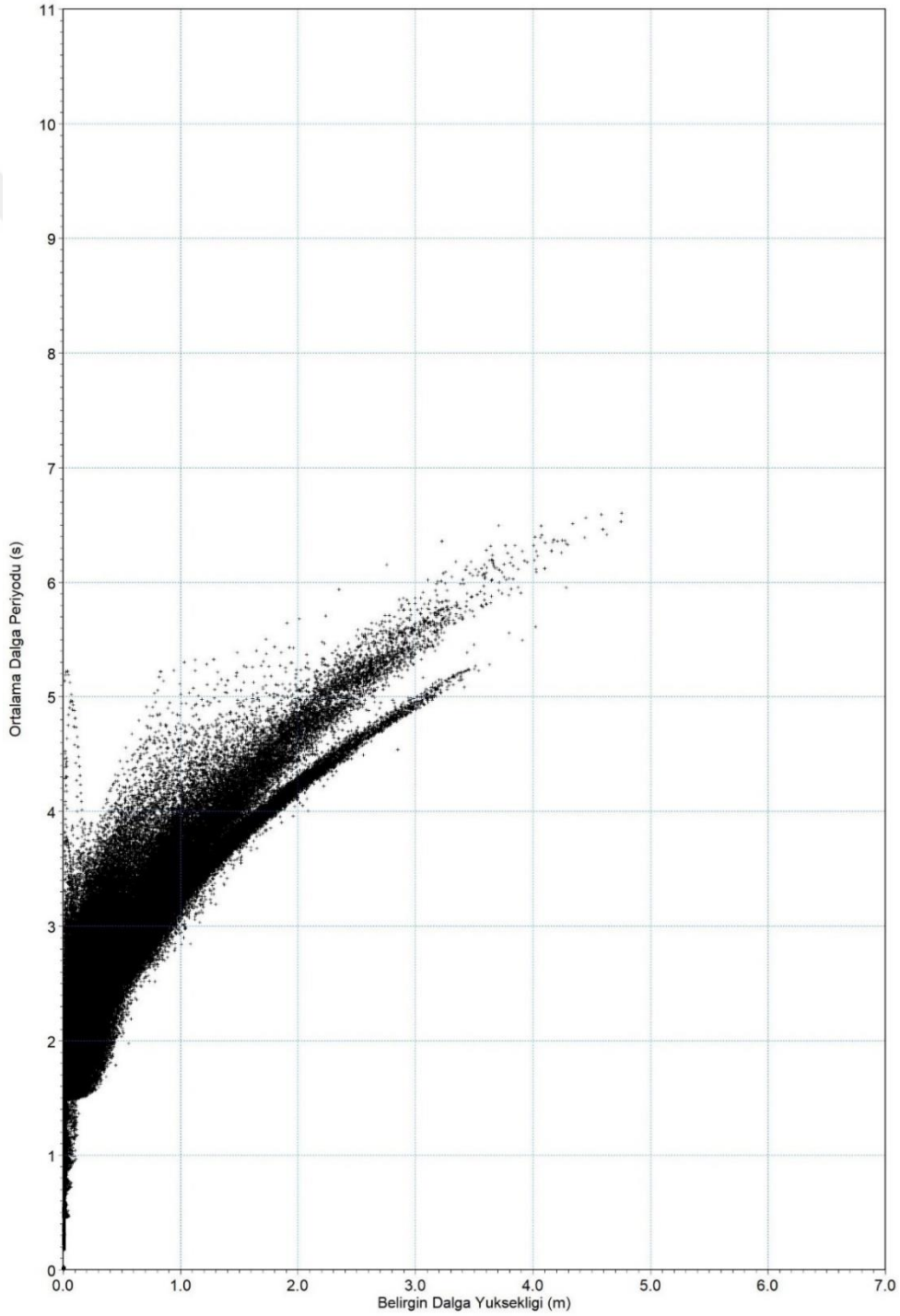
Akdeniz 48 (35.39374167 N; 32.97076389 E)



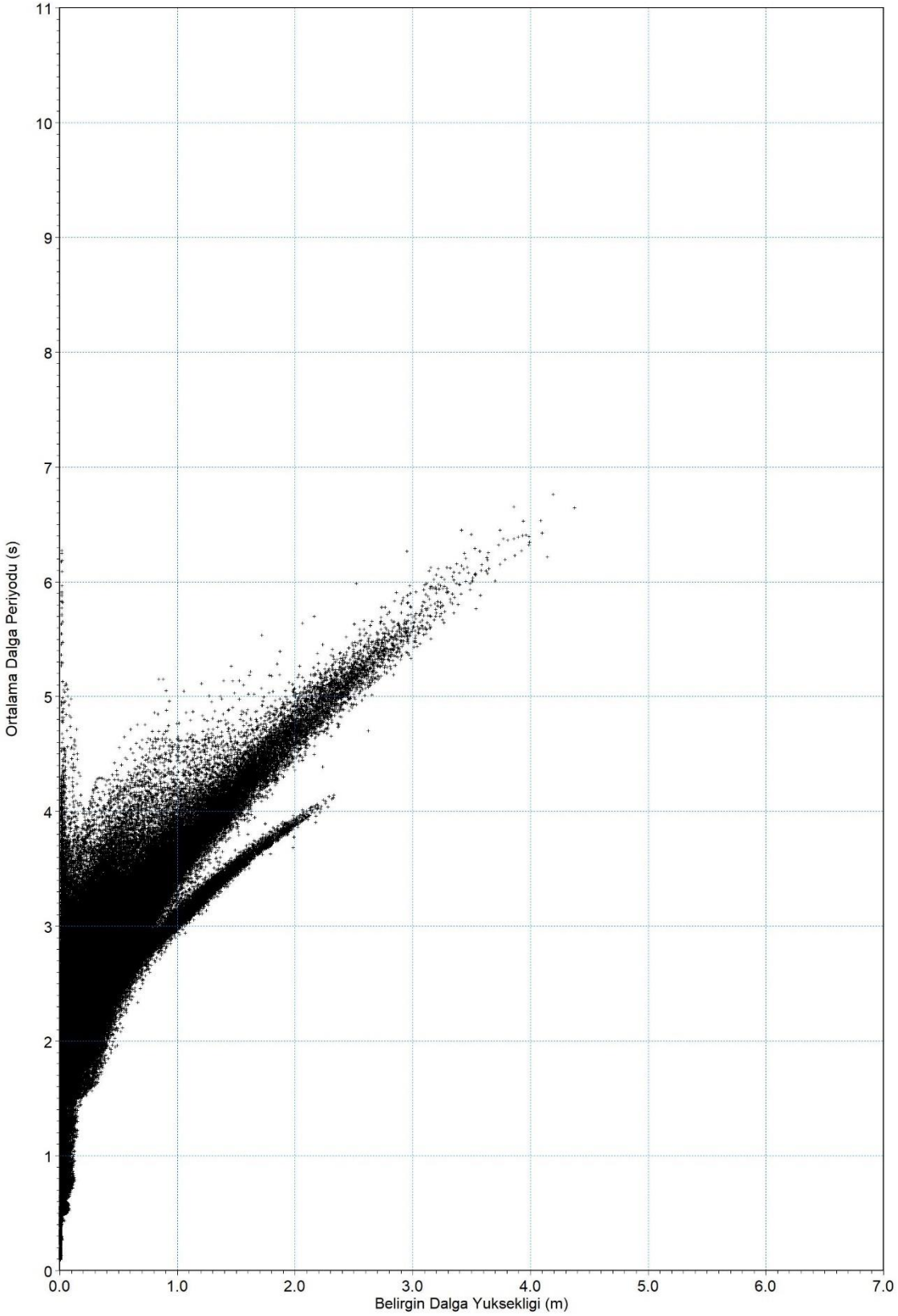
Yön	Denklem
SSW	Hs = -0.317ln(Q) - 1.6547
SW	Hs = -0.456ln(Q) - 2.3496
WSW	Hs = -0.524ln(Q) - 1.2787
W	Hs = -0.454ln(Q) - 0.0708
WNW	Hs = -0.393ln(Q) - 0.8165
NW	Hs = -0.415ln(Q) - 1.283
NNW	Hs = -0.388ln(Q) - 1.6037
N	Hs = -0.527ln(Q) - 4.1062
NNE	Hs = -0.471ln(Q) - 2.3982
NE	Hs = -0.455ln(Q) - 1.5473
ENE	Hs = -0.373ln(Q) - 0.5161
E	Hs = -0.299ln(Q) - 0.9428
ESE	Hs = -0.261ln(Q) - 1.2976
SE	Hs = -0.332ln(Q) - 1.1738
SSE	Hs = -0.291ln(Q) - 0.7391
S	Hs = -0.266ln(Q) - 1.057
NonDir	Hs = -0.437ln(Q) + 0.1941

M
EGE DENİZİ BELİRGİN DALGA YÜKSEKLİĞİ-ORTALAMA DALGA PERİYODU GRAFİKLERİ

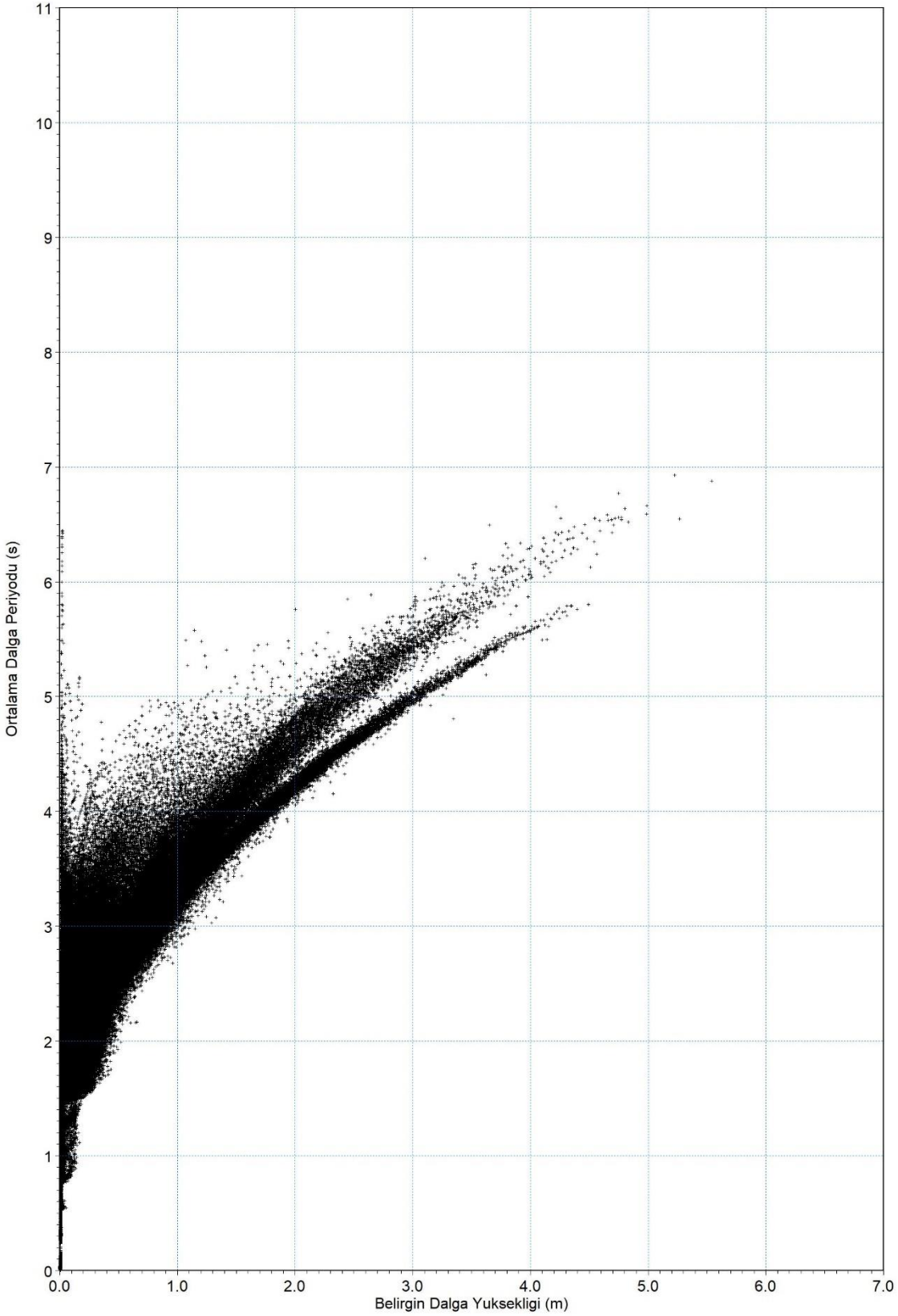
Ege Denizi 1 (40.75 N; 25.60 E)



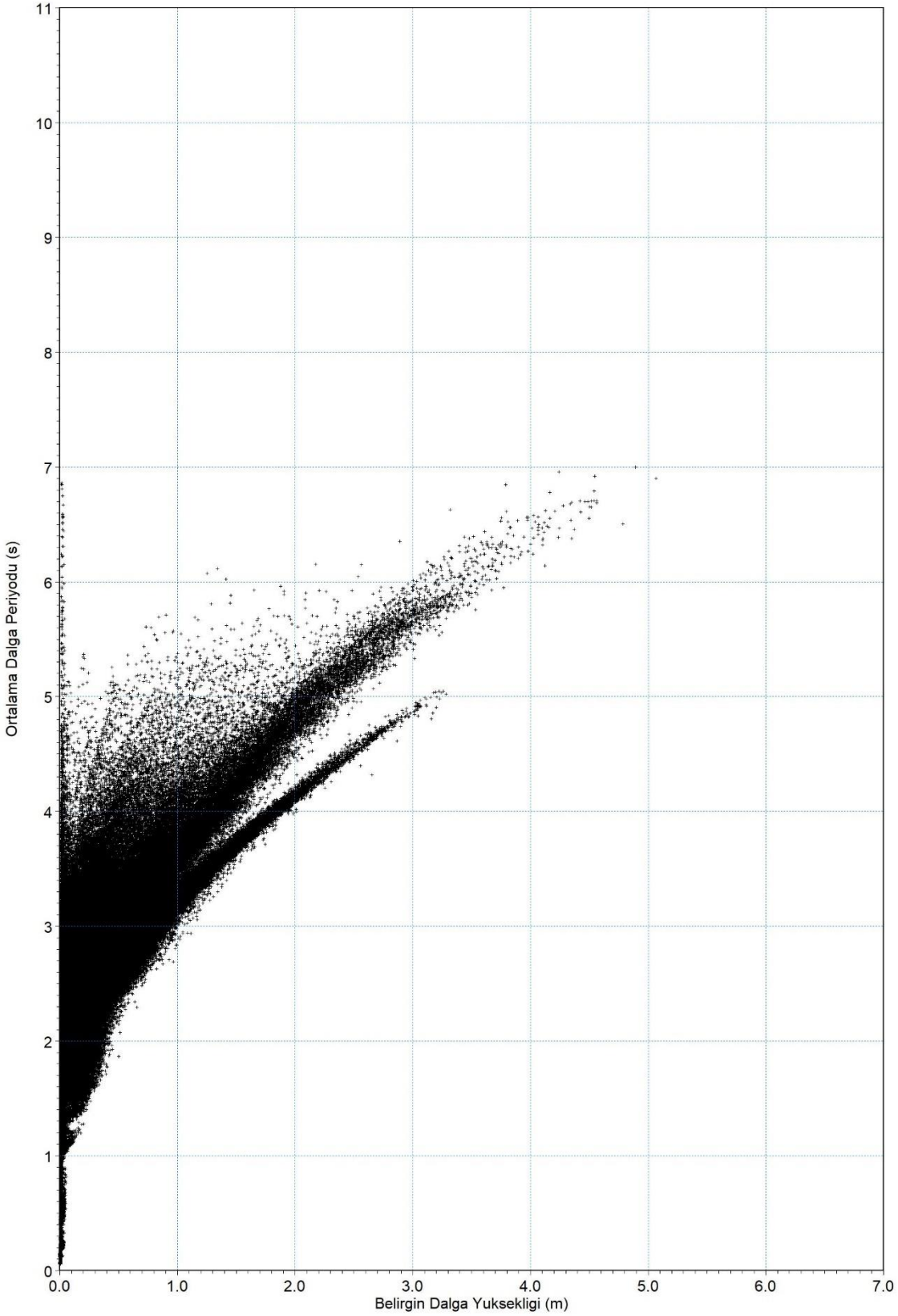
Ege Denizi 2 (40.75 N; 25.90 E)



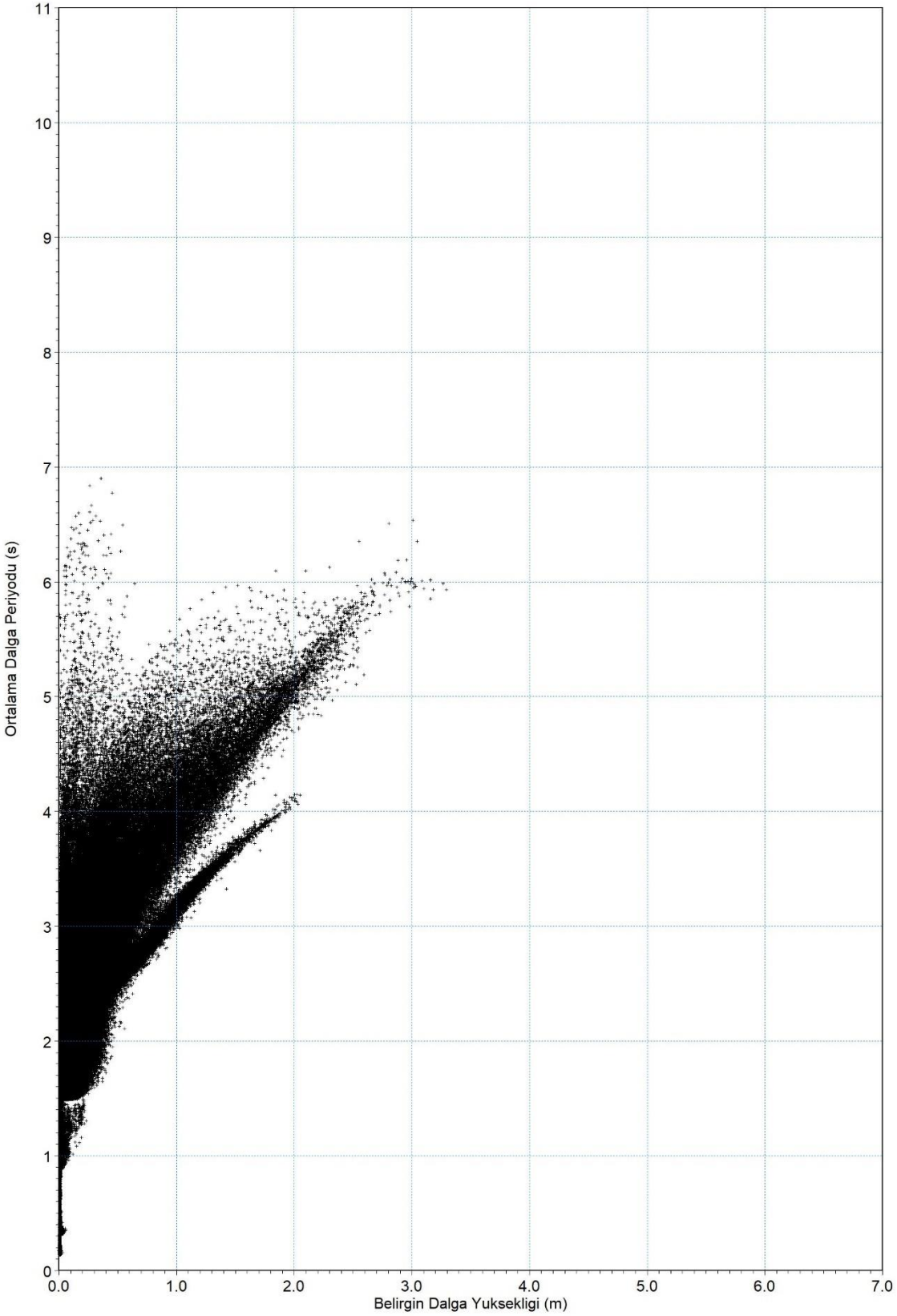
Ege Denizi 3 (40.50 N; 25.90 E)



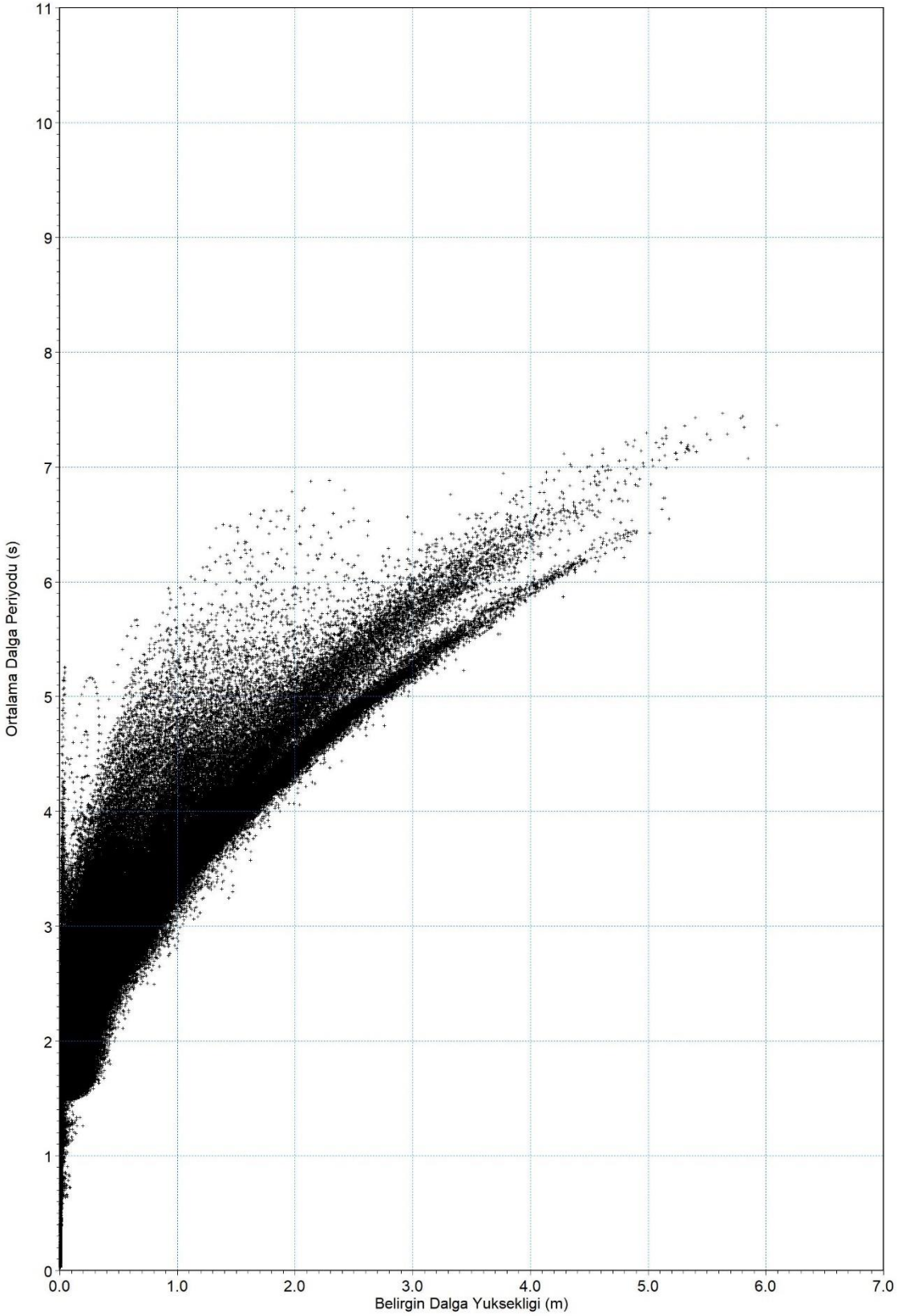
Ege Denizi 4 (40.50 N; 26.20 E)



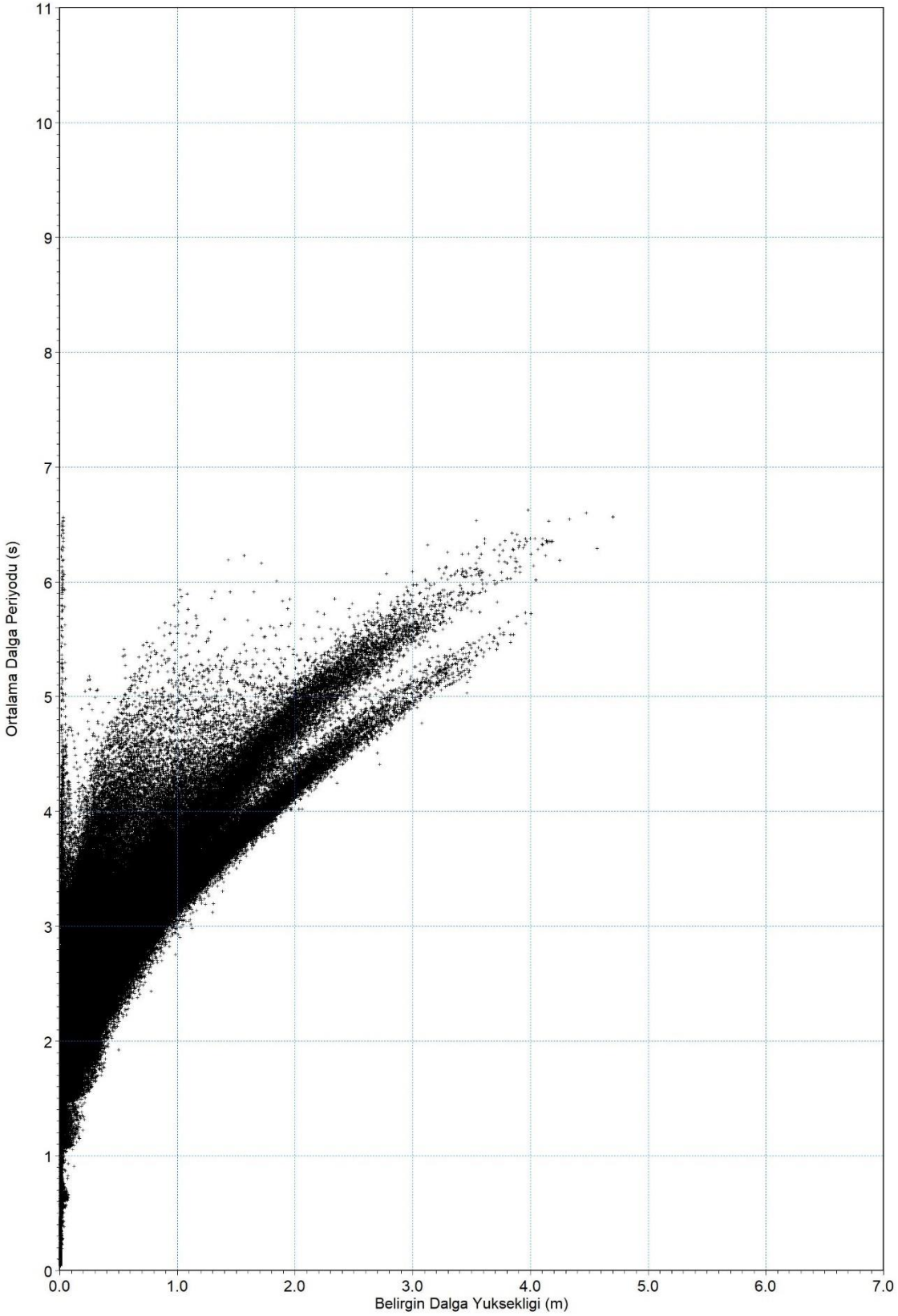
Ege Denizi 5 (40.50 N; 26.50 E)



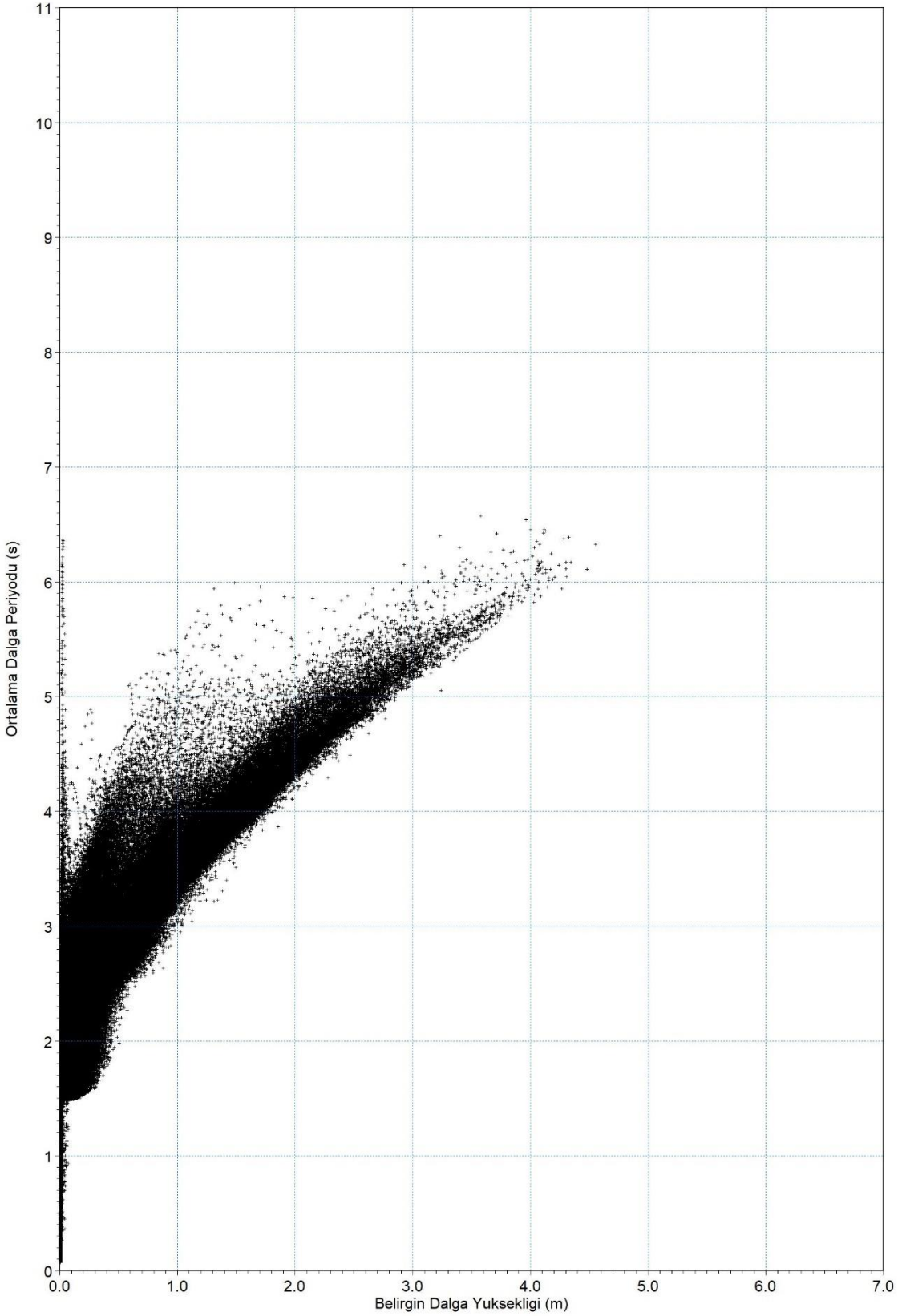
Ege Denizi 6 (40.25 N; 25.60 E)



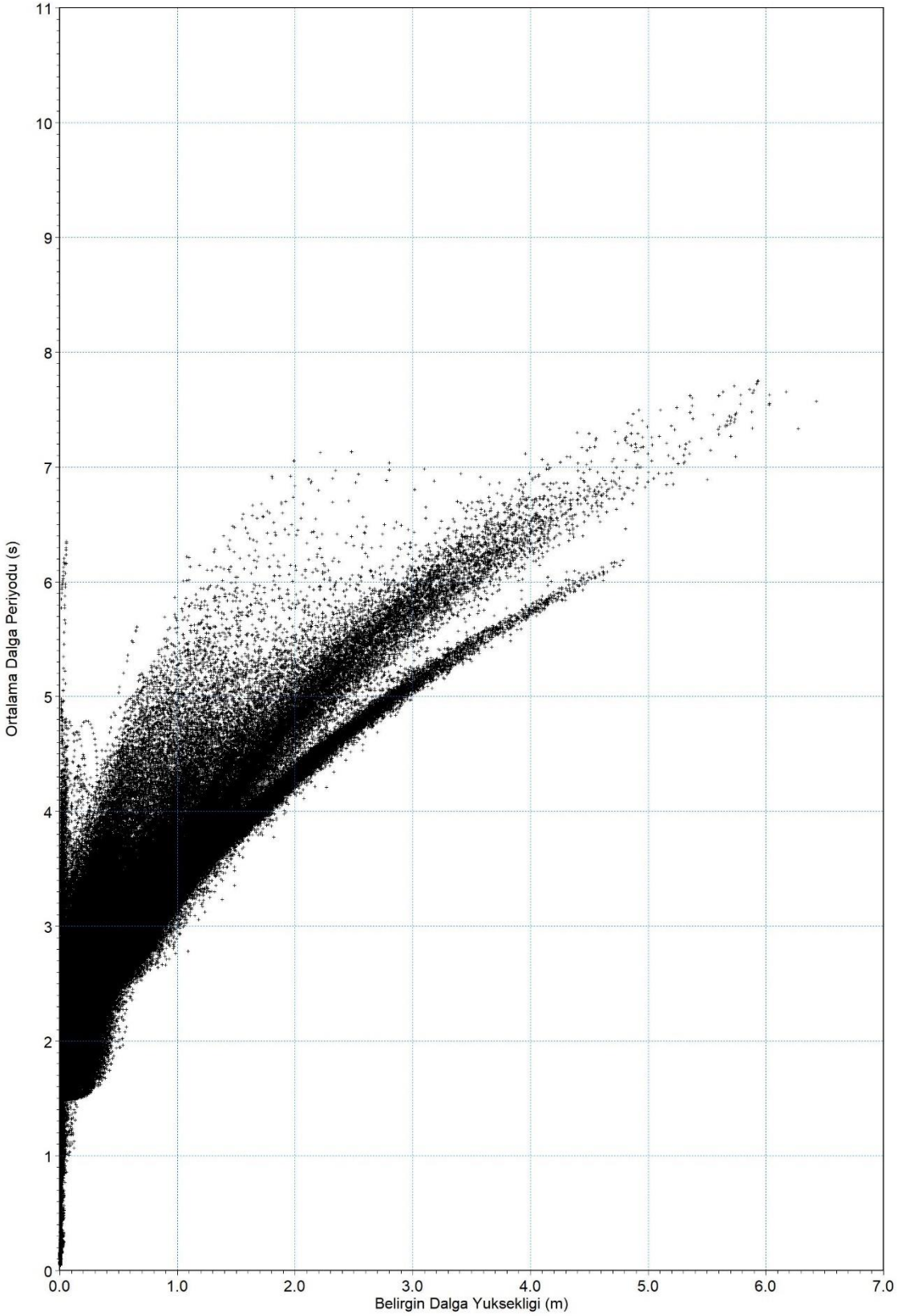
Ege Denizi 7 (40.25 N; 26.20 E)



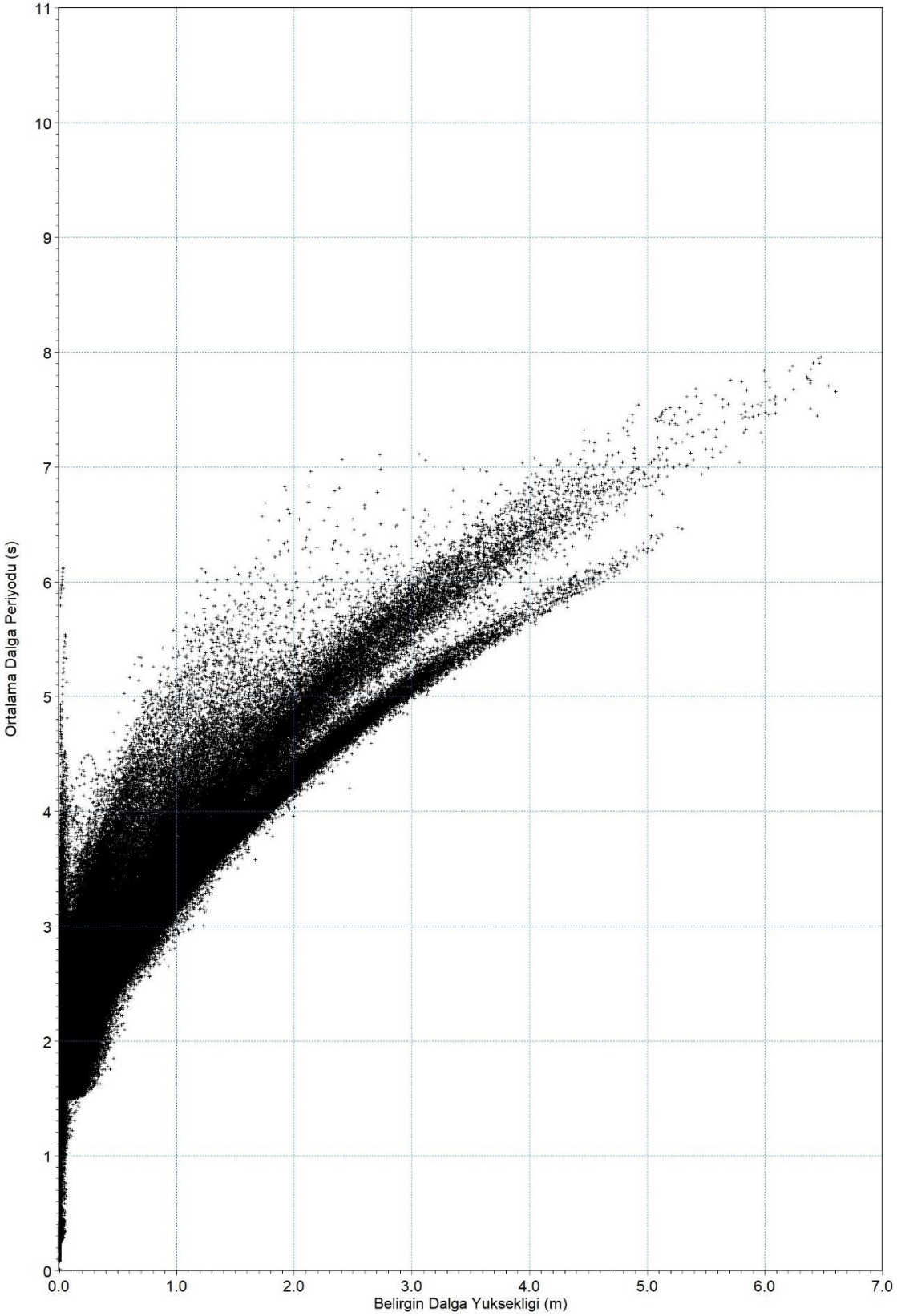
Ege Denizi 8 (40.00 N; 26.10 E)



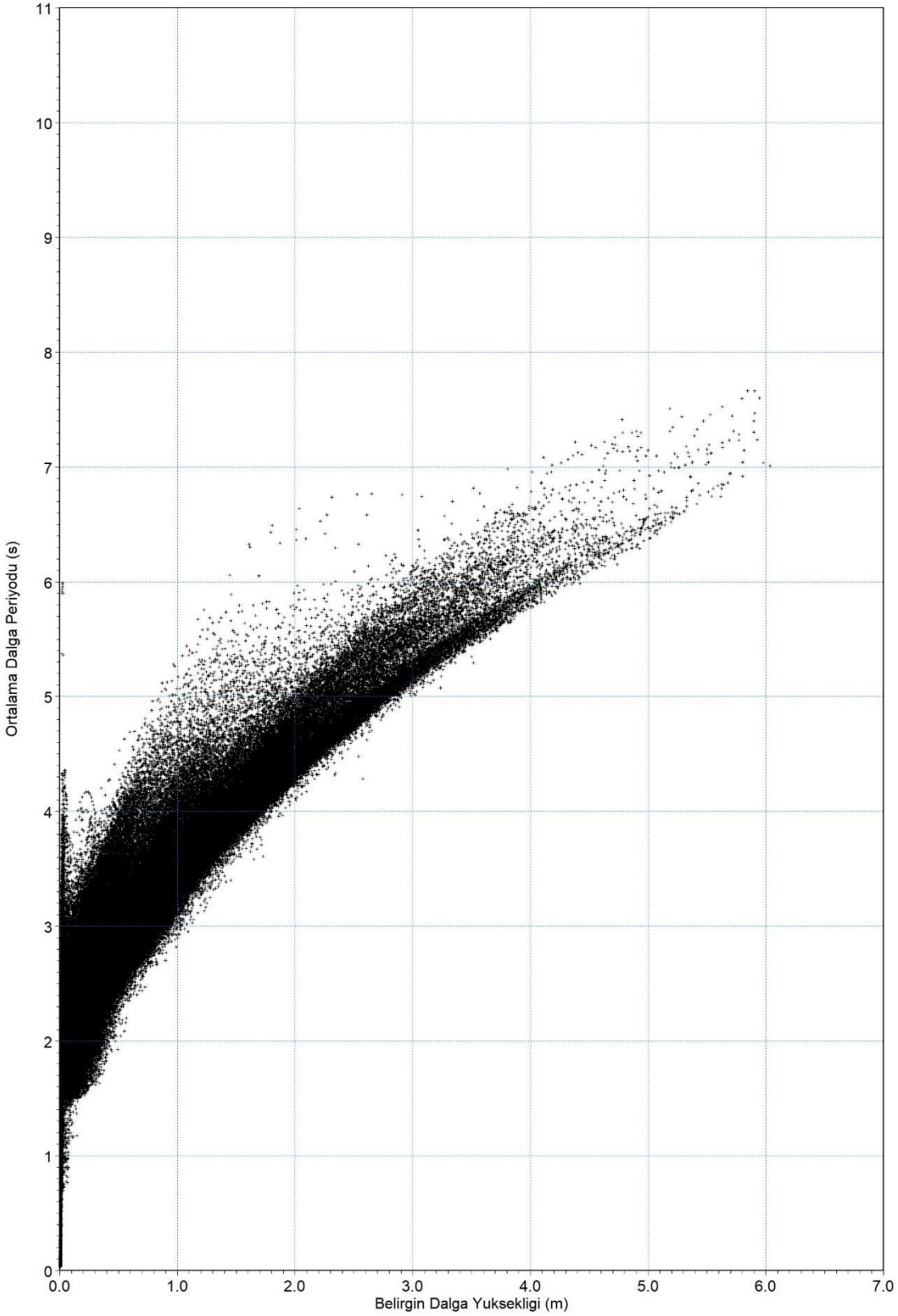
Ege Denizi 9 (40.00 N; 25.90 E)



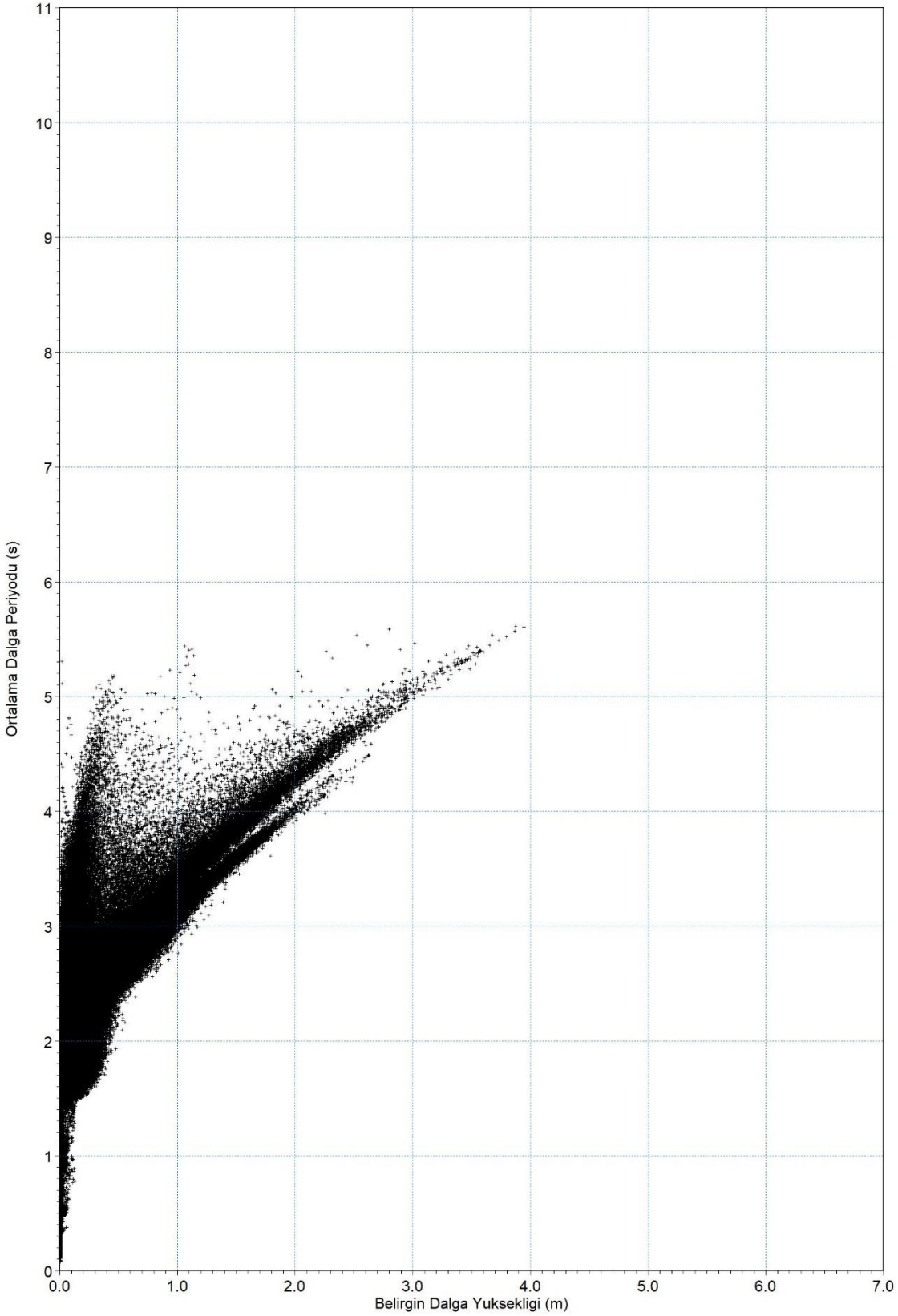
Ege Denizi 10 (39.75 N; 25.90 E)



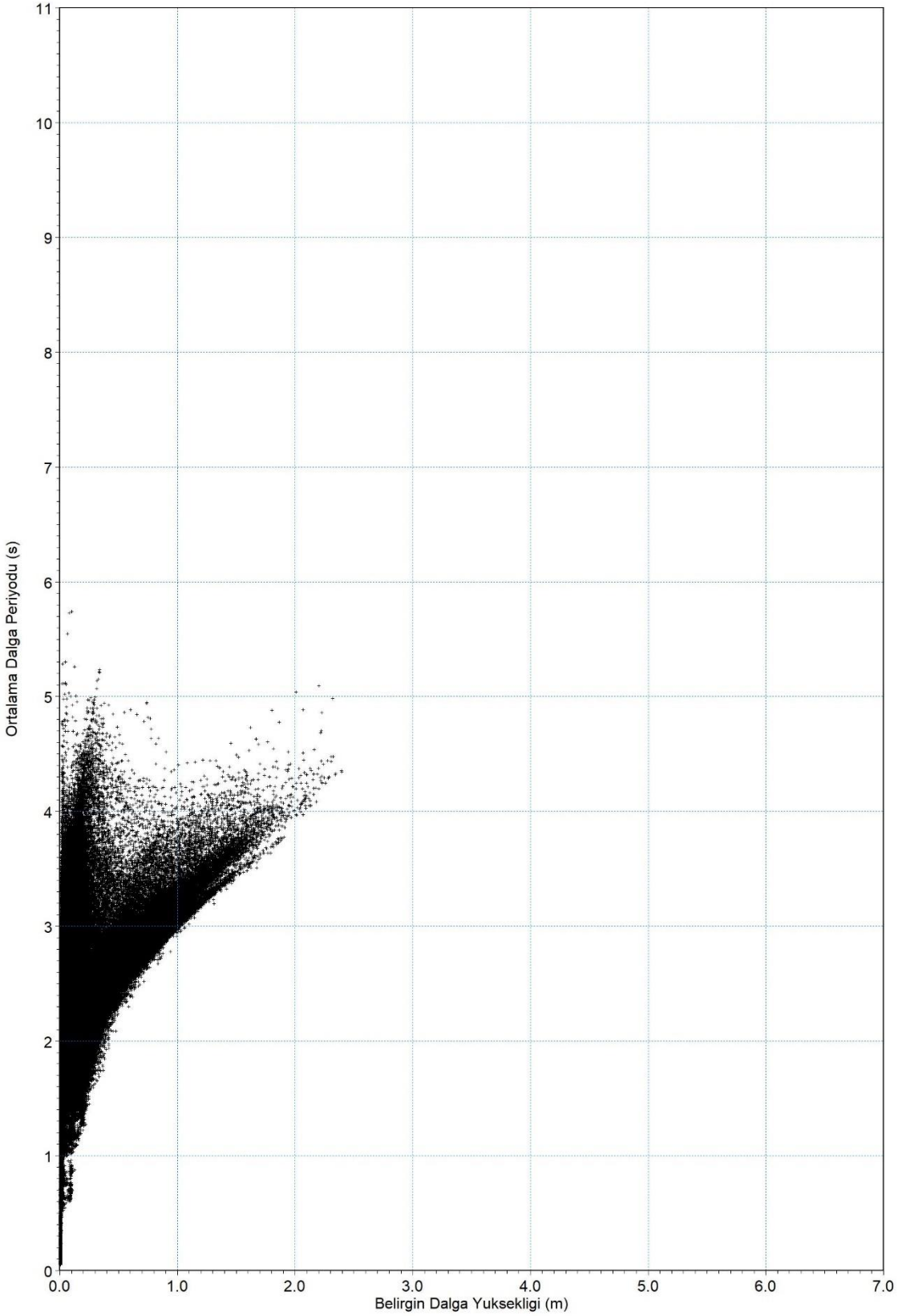
Ege Denizi 11 (39.50 N; 25.90 E)



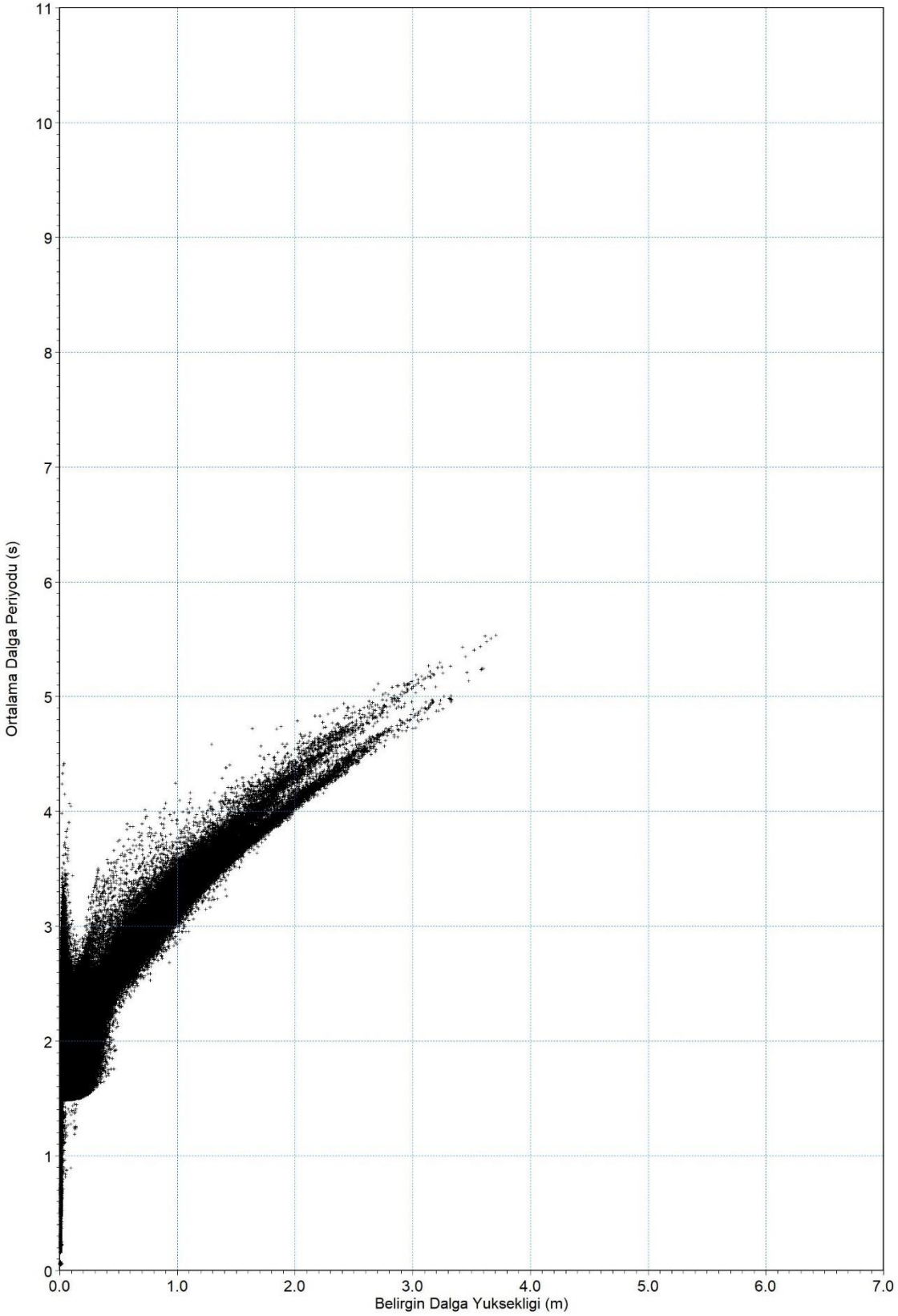
Ege Denizi 12 (39.50 N; 26.50 E)



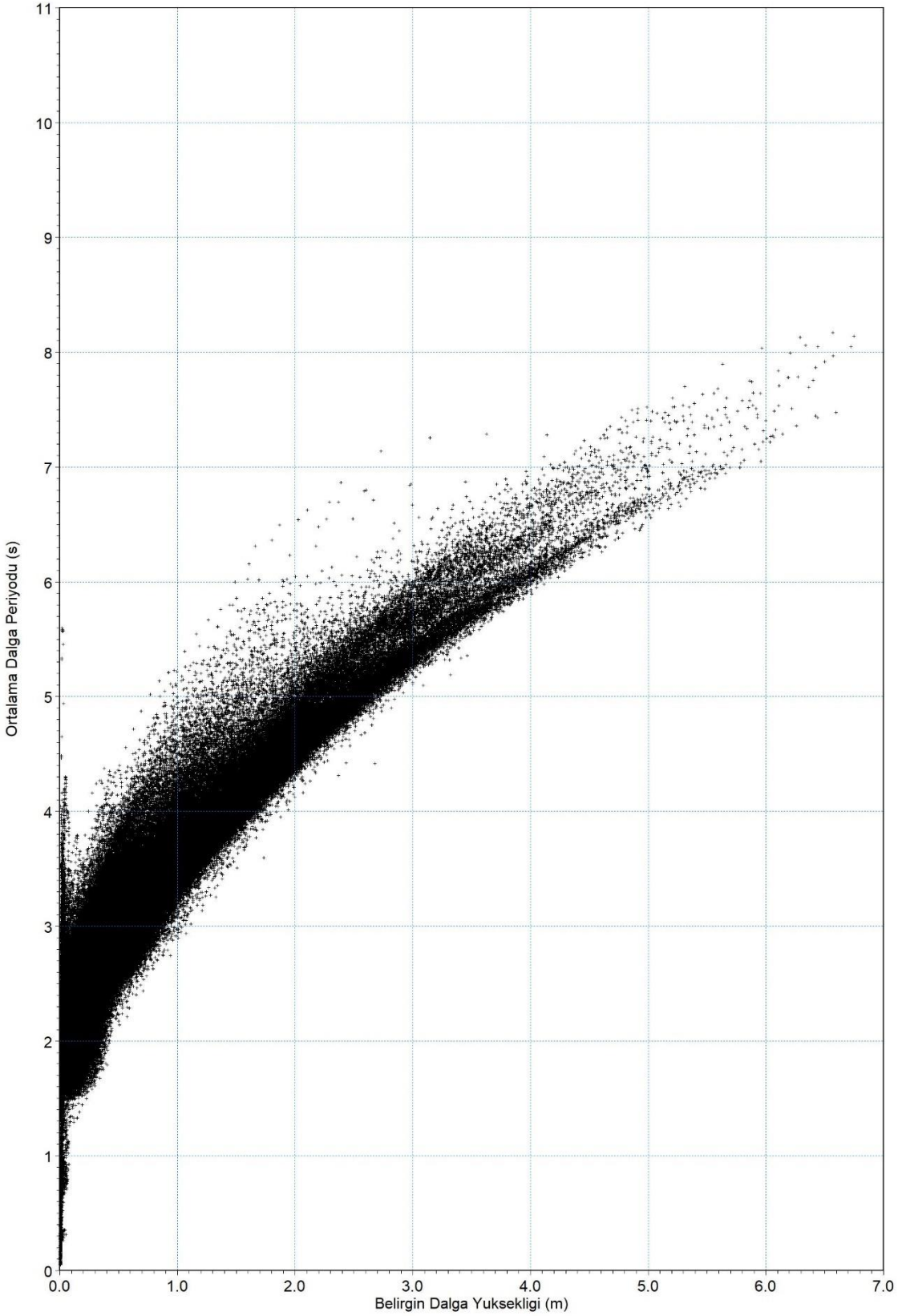
Ege Denizi 13 (39.50 N; 26.80 E)



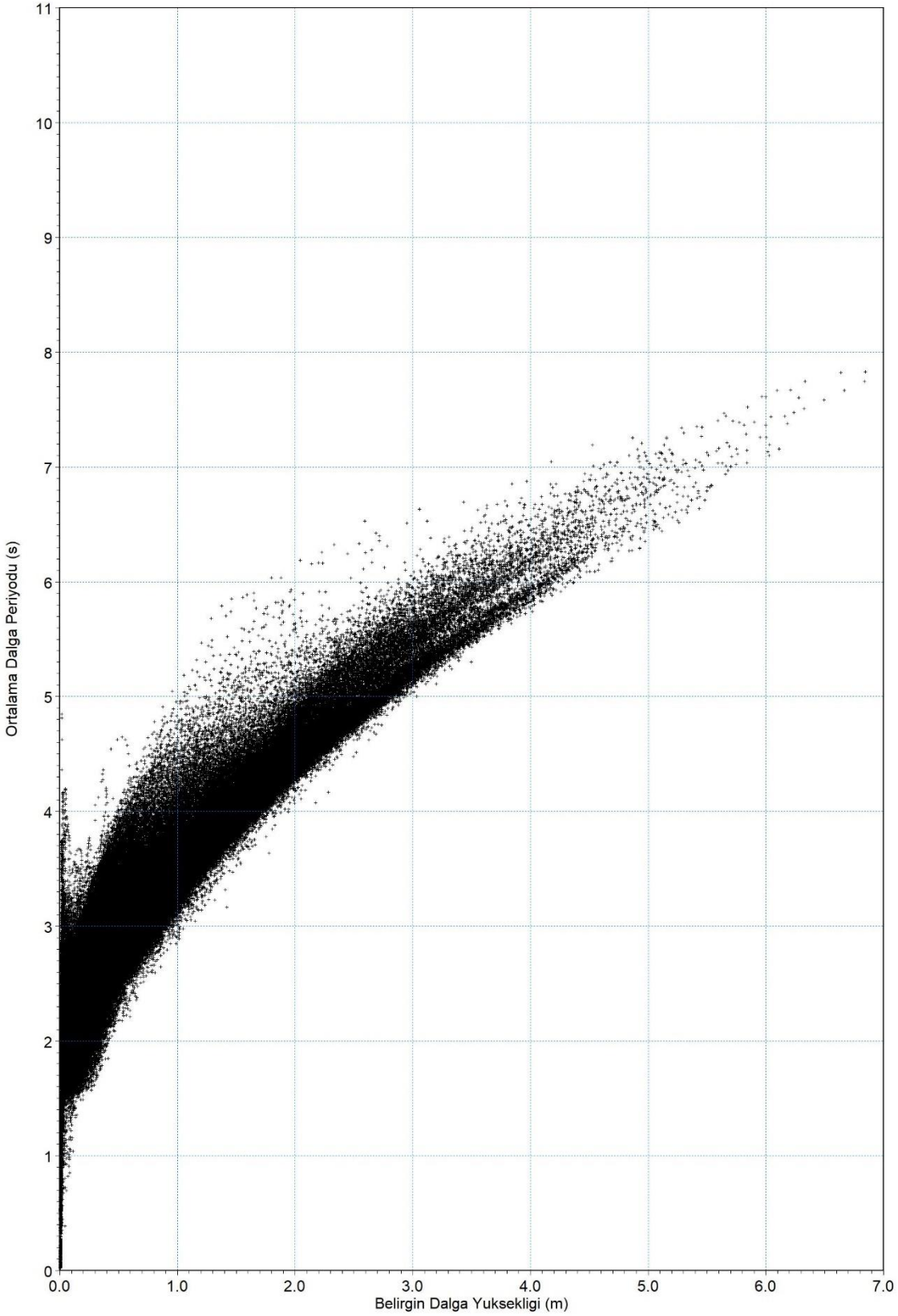
Ege Denizi 14 (39.25 N; 26.50 E)



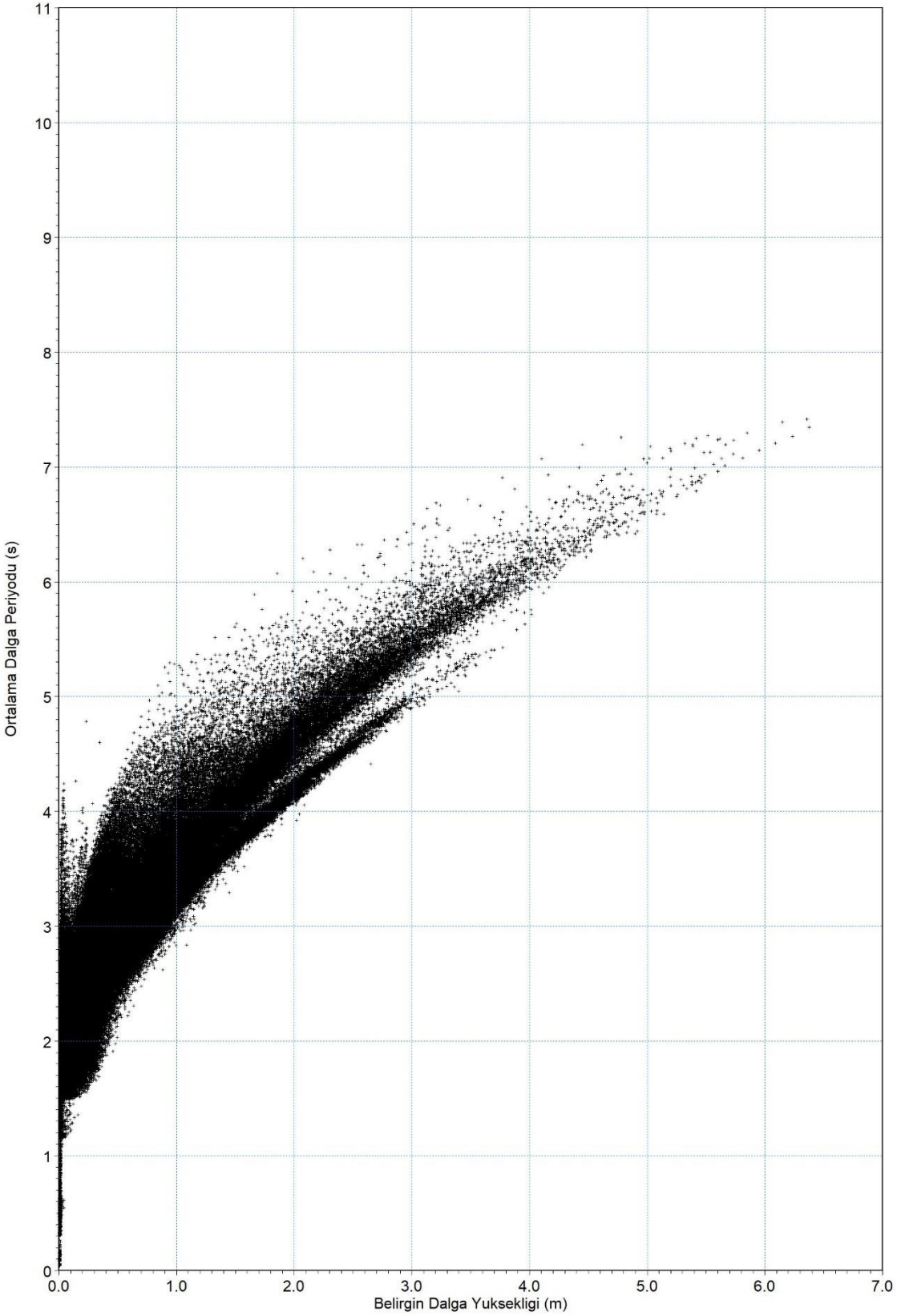
Ege Denizi 15 (39.25 N; 25.80 E)



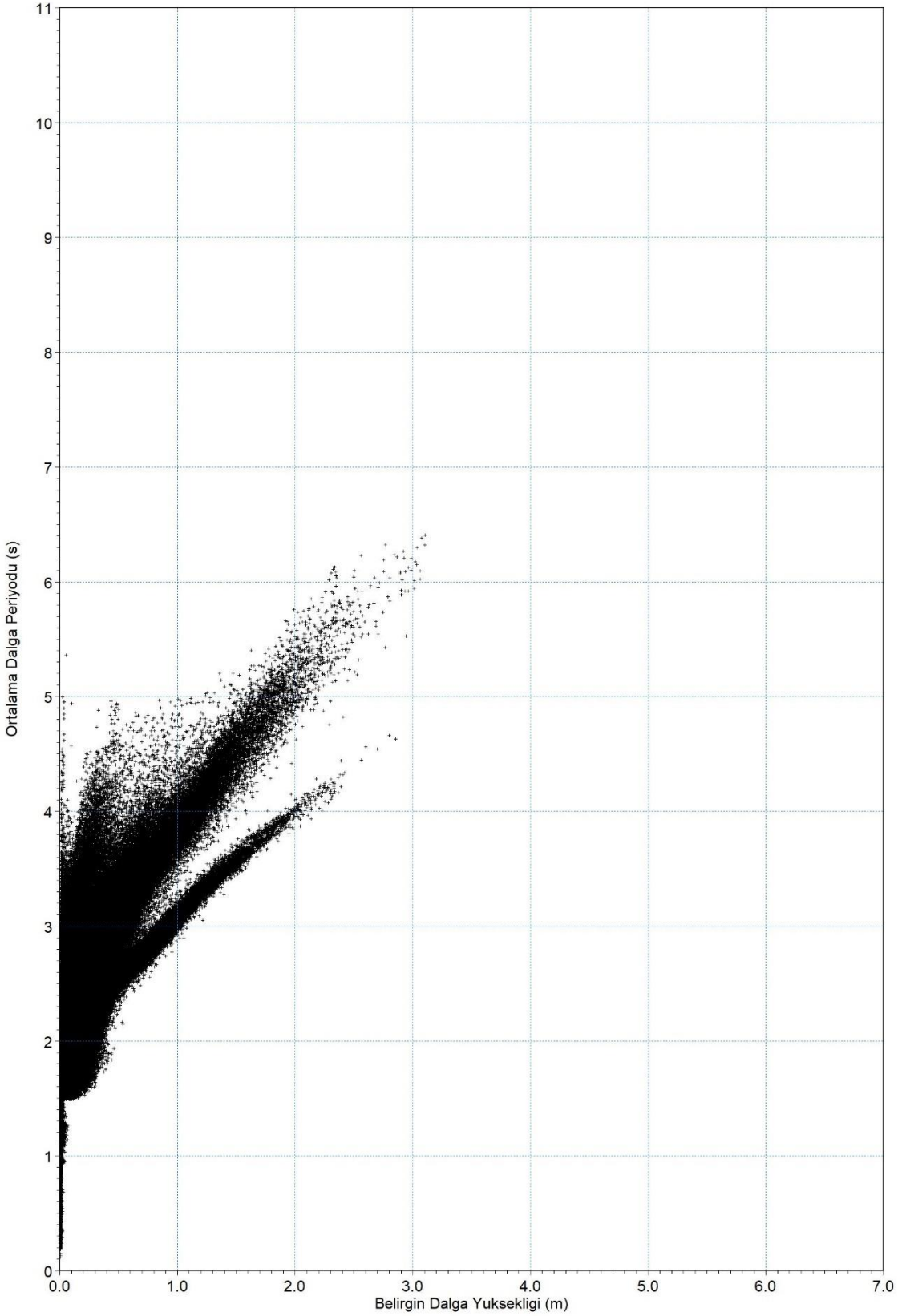
Ege Denizi16 (39.00 N; 25.90 E)



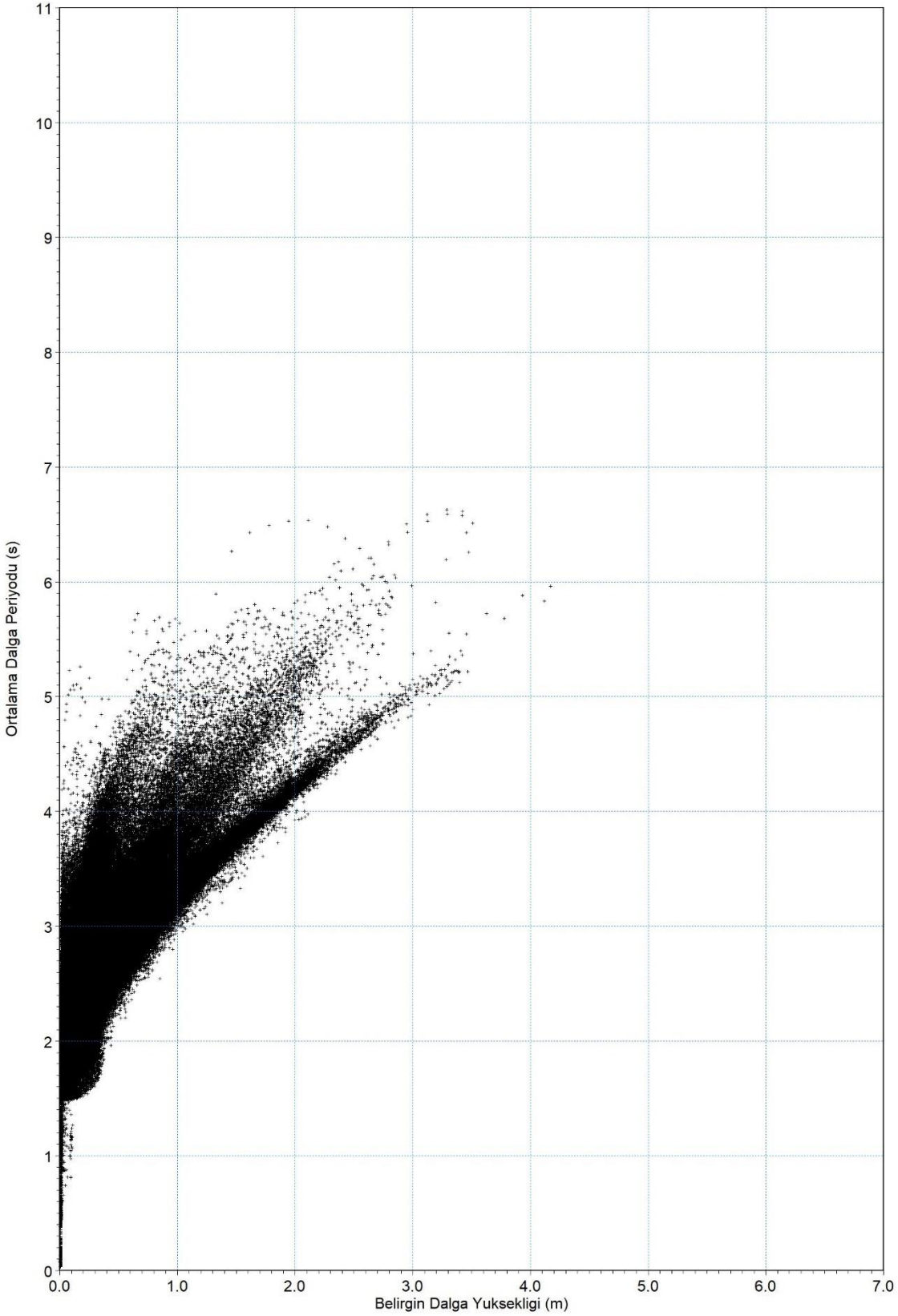
Ege Denizi 17 (39.00 N; 26.20 E)



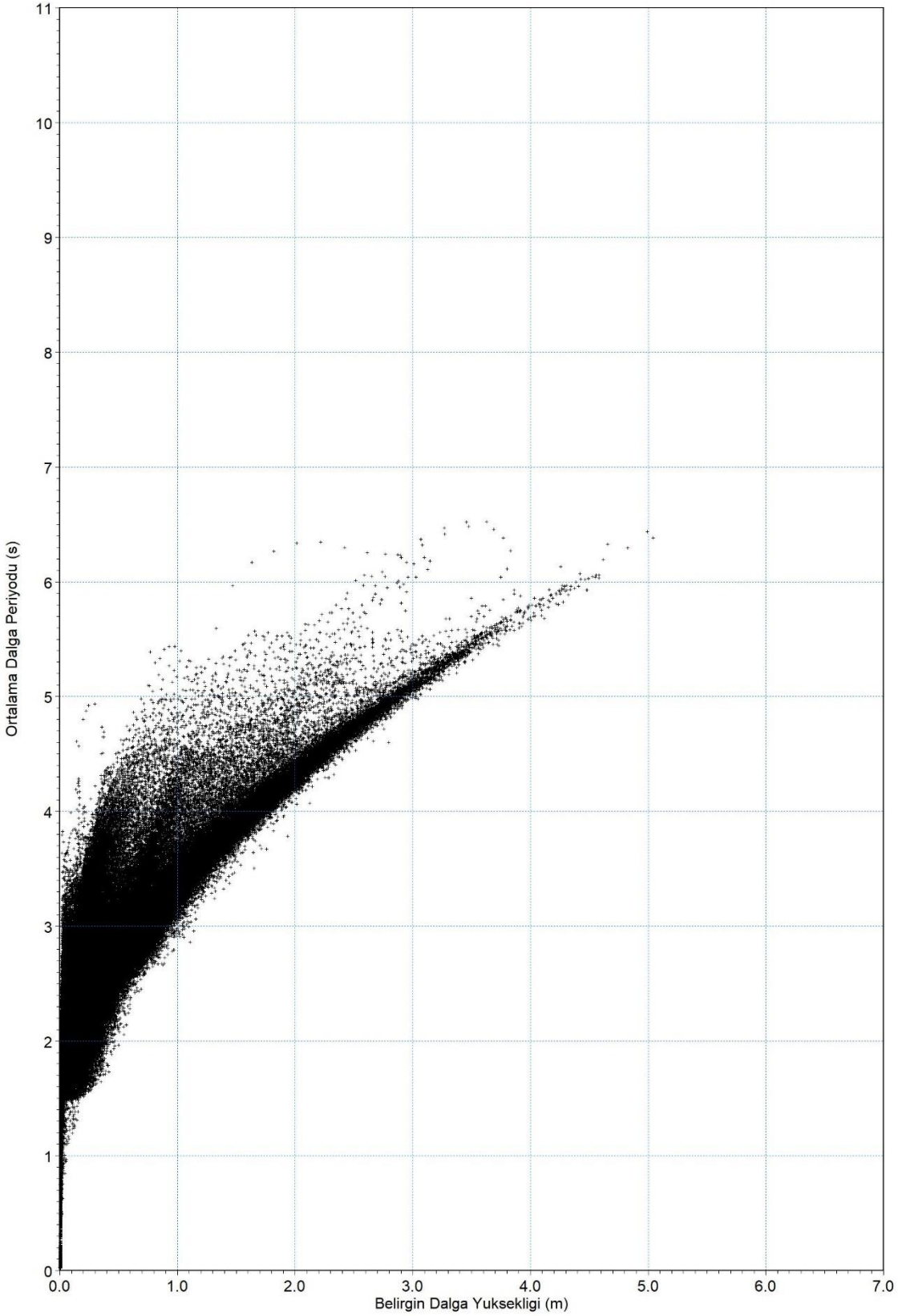
Ege Denizi 18 (39.00 N; 26.80 E)



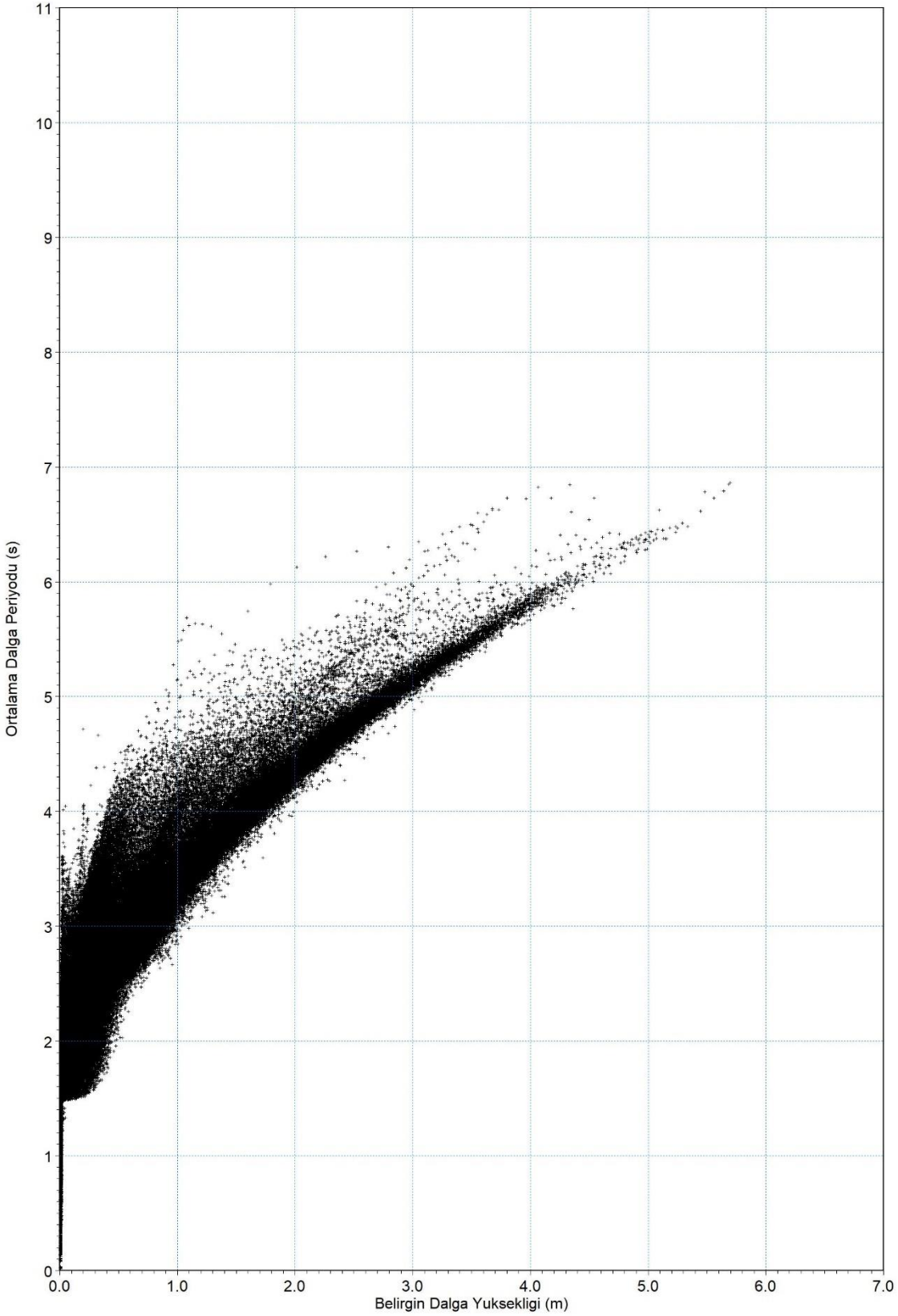
Ege Denizi 19 (38.75 N; 26.80 E)



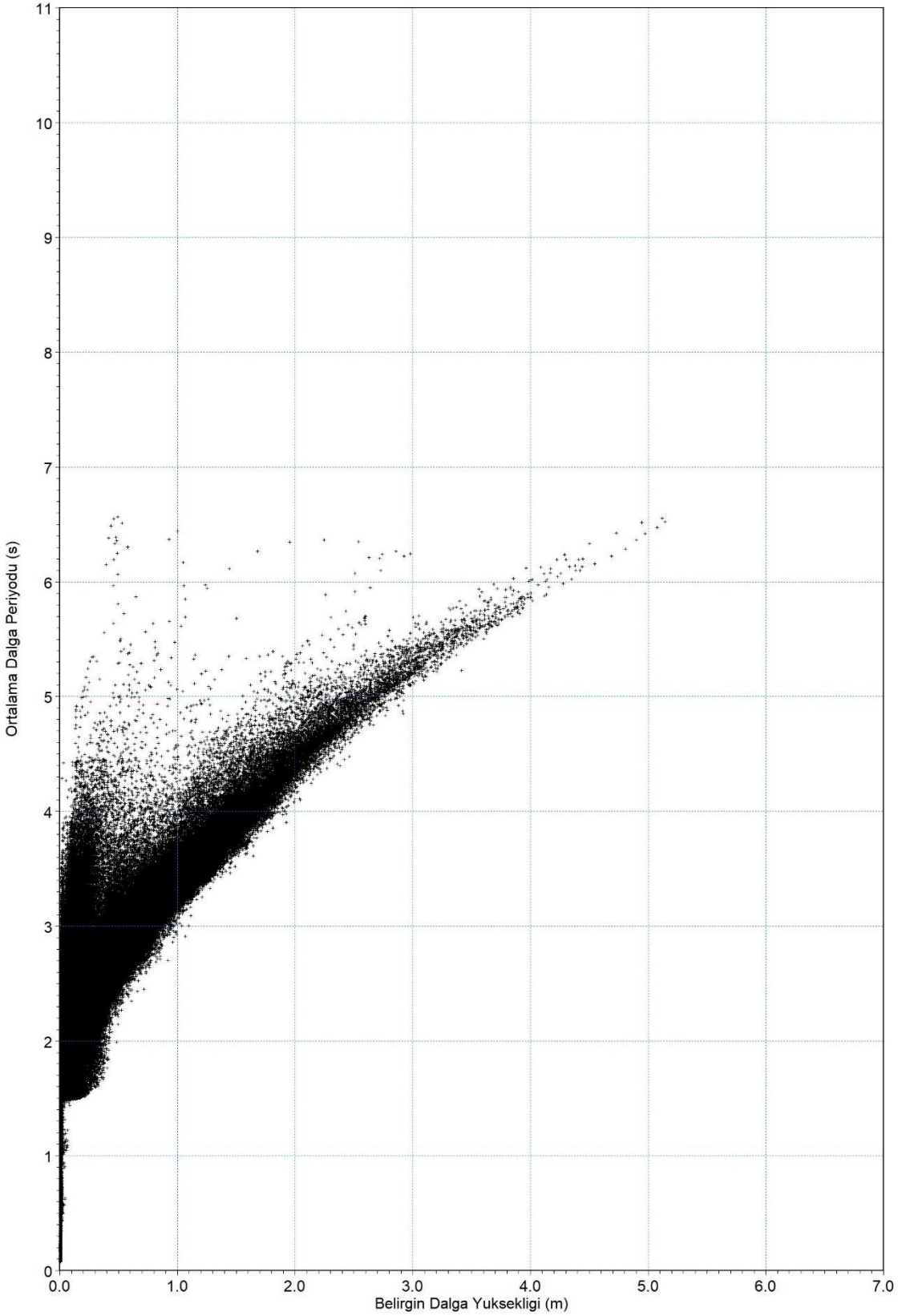
Ege Denizi 20 (38.75 N; 26.50 E)



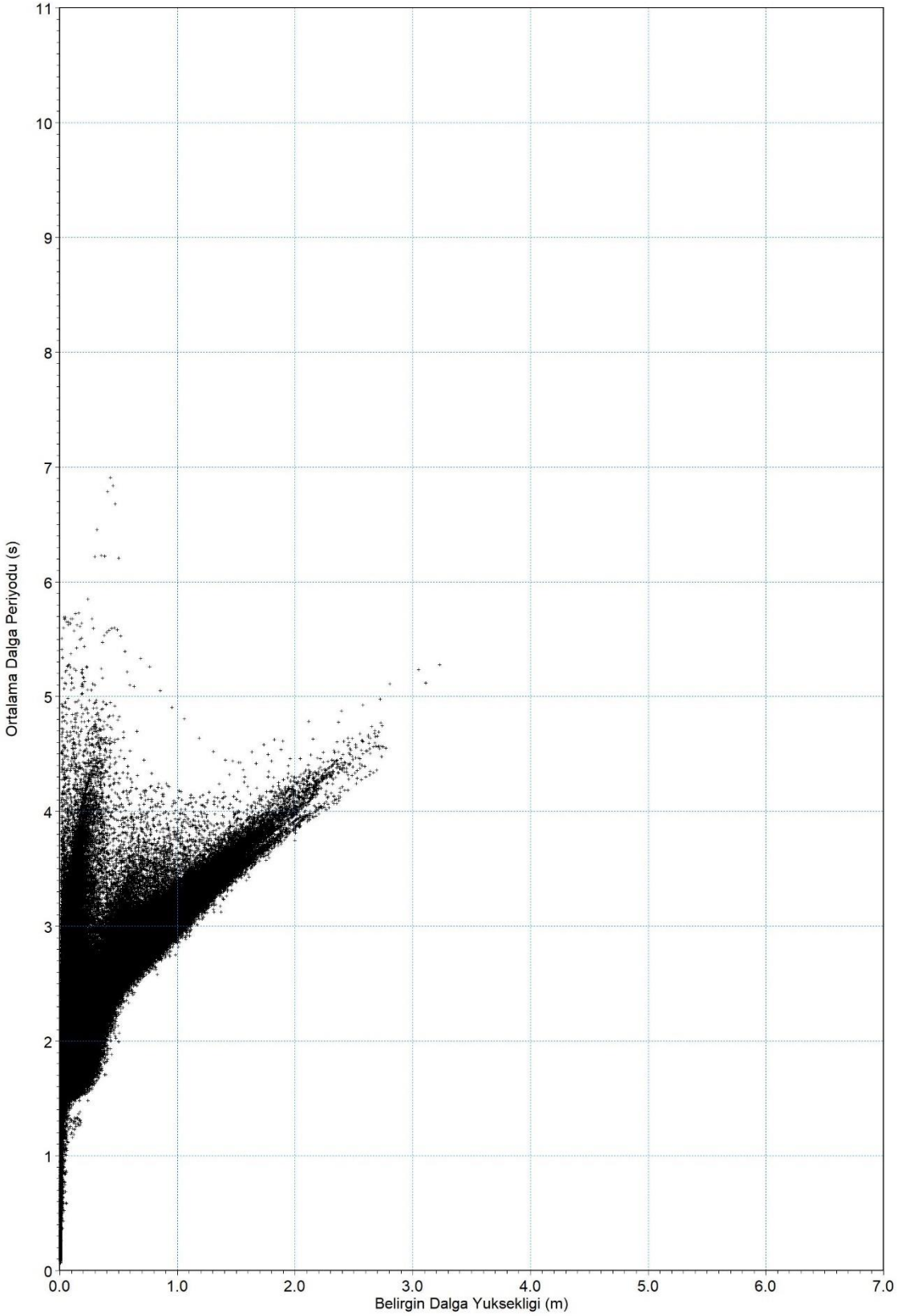
Ege Denizi 21 (38.75 N; 26.20 E)



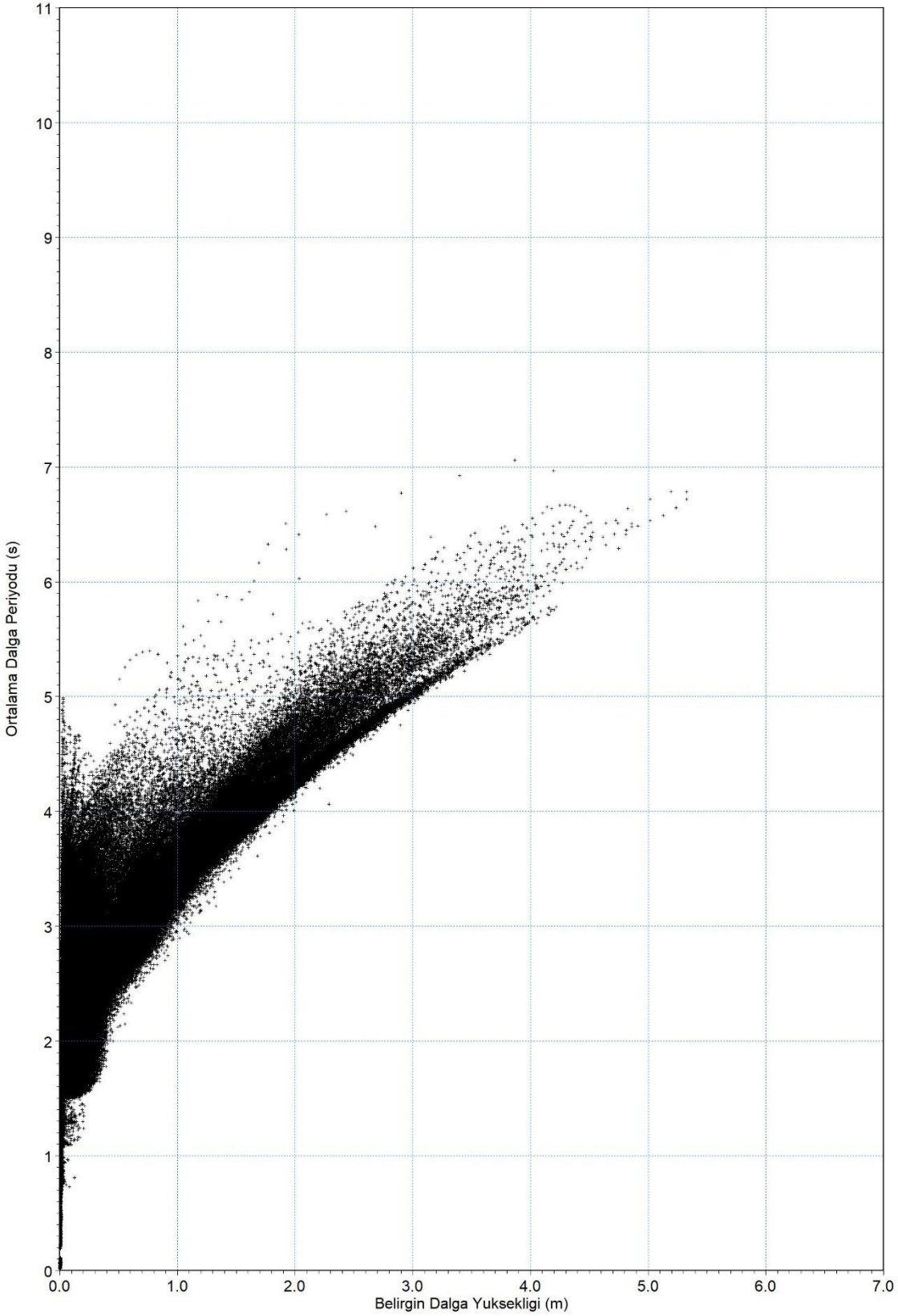
Ege Denizi 22 (38.50 N; 26.20 E)



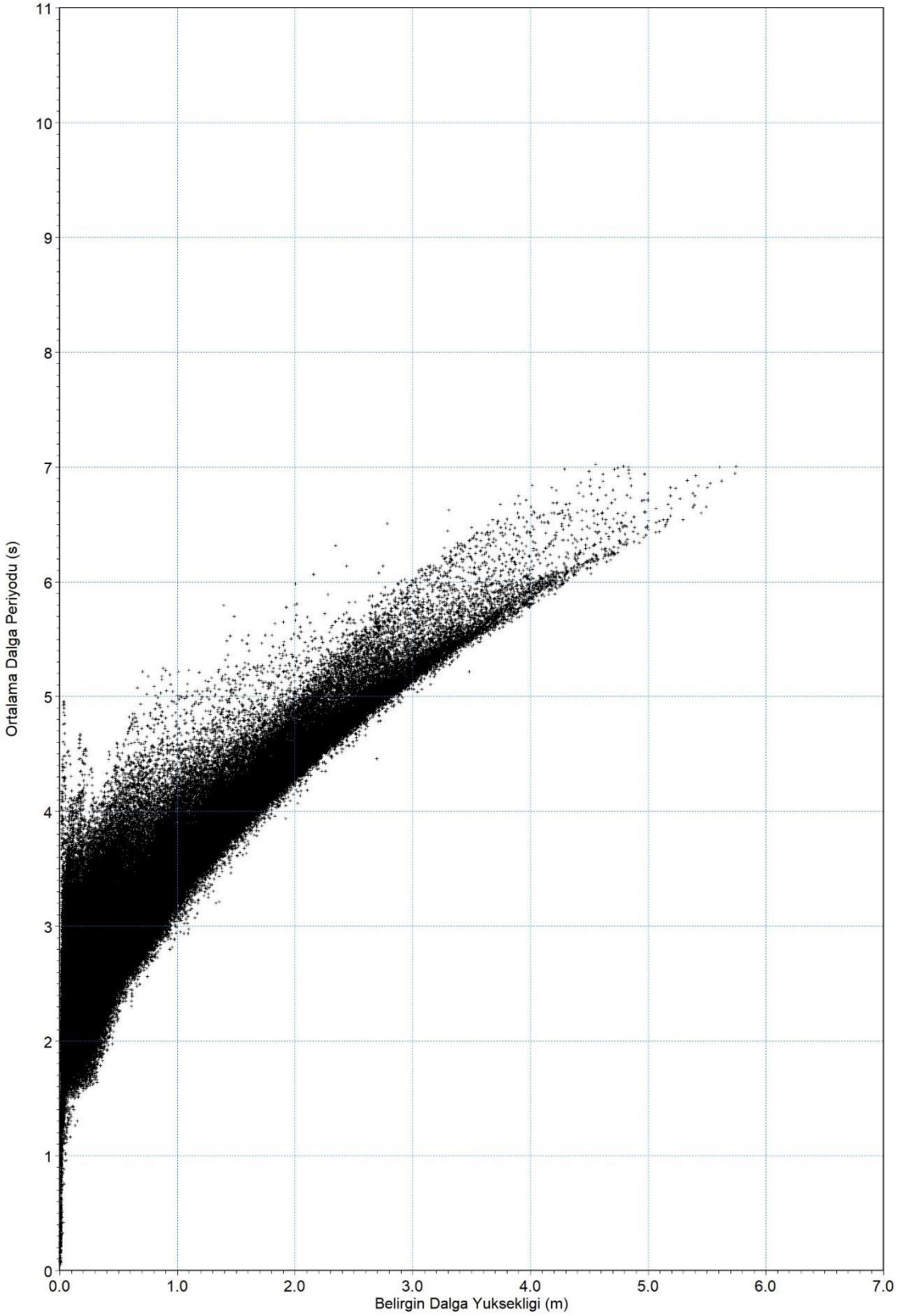
Ege Denizi 23 (38.50 N; 26.80 E)



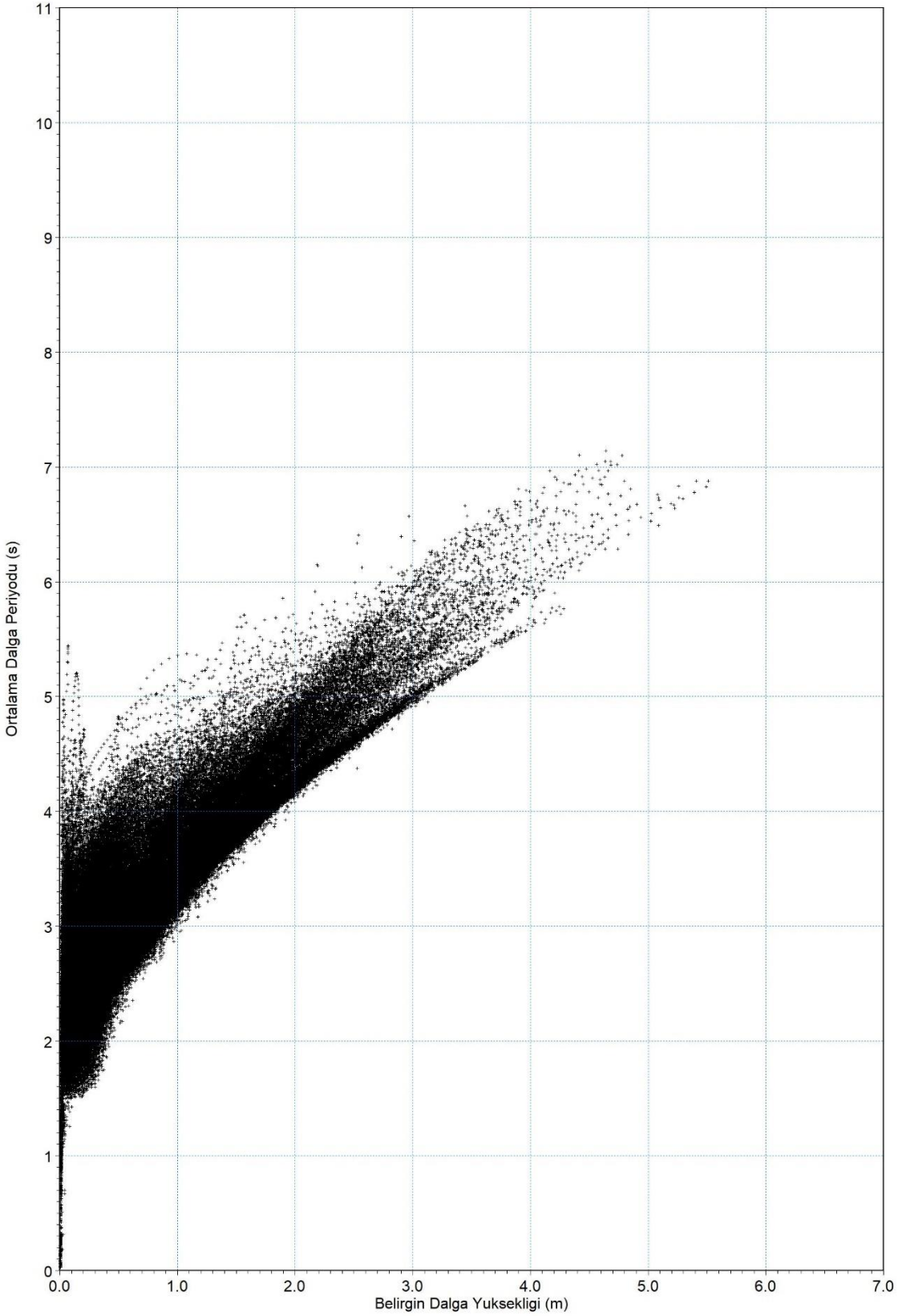
Ege Denizi 24 (38.25 N; 26.20 E)



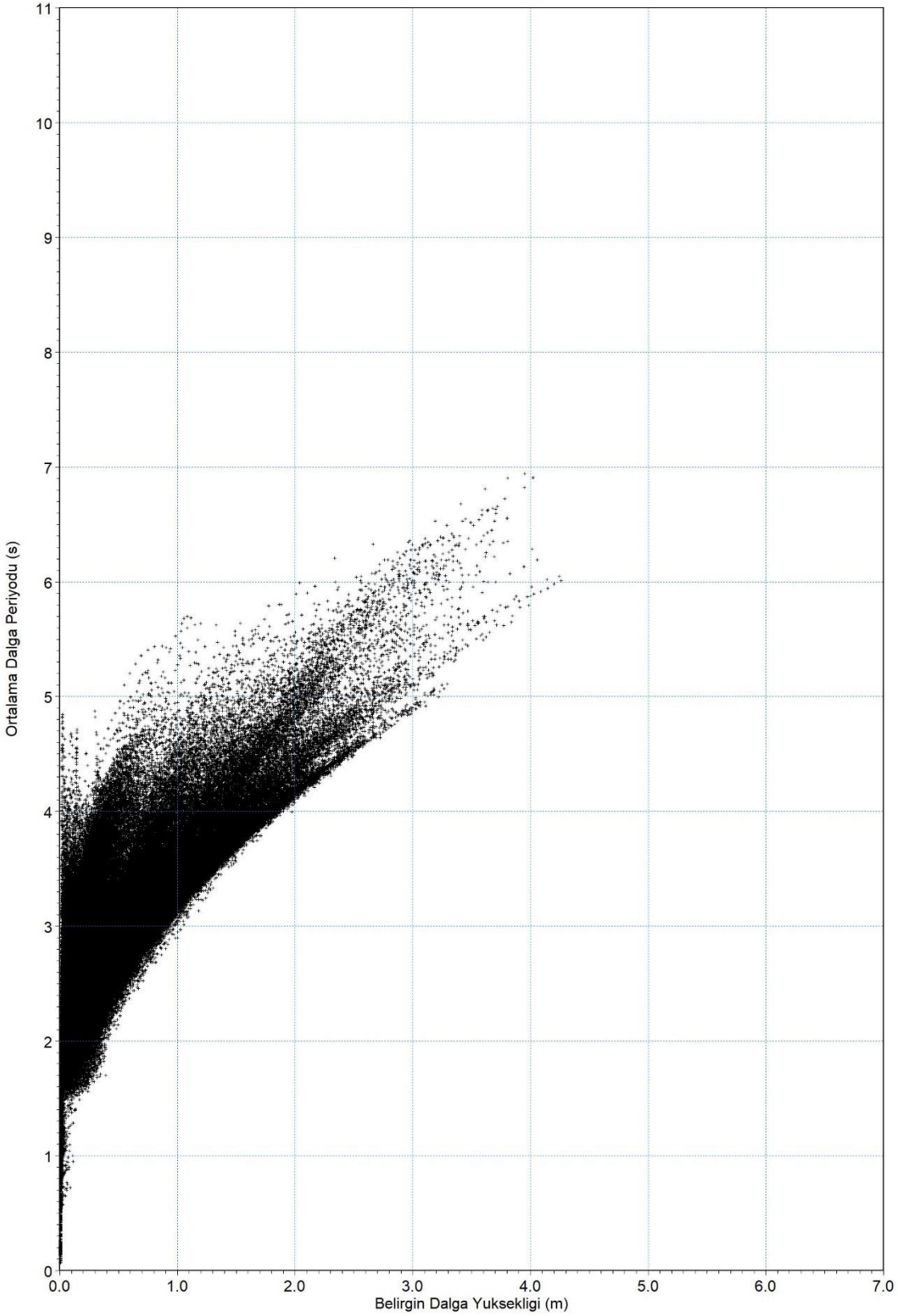
Ege Denizi 25 (38.00 N; 26.20 E)



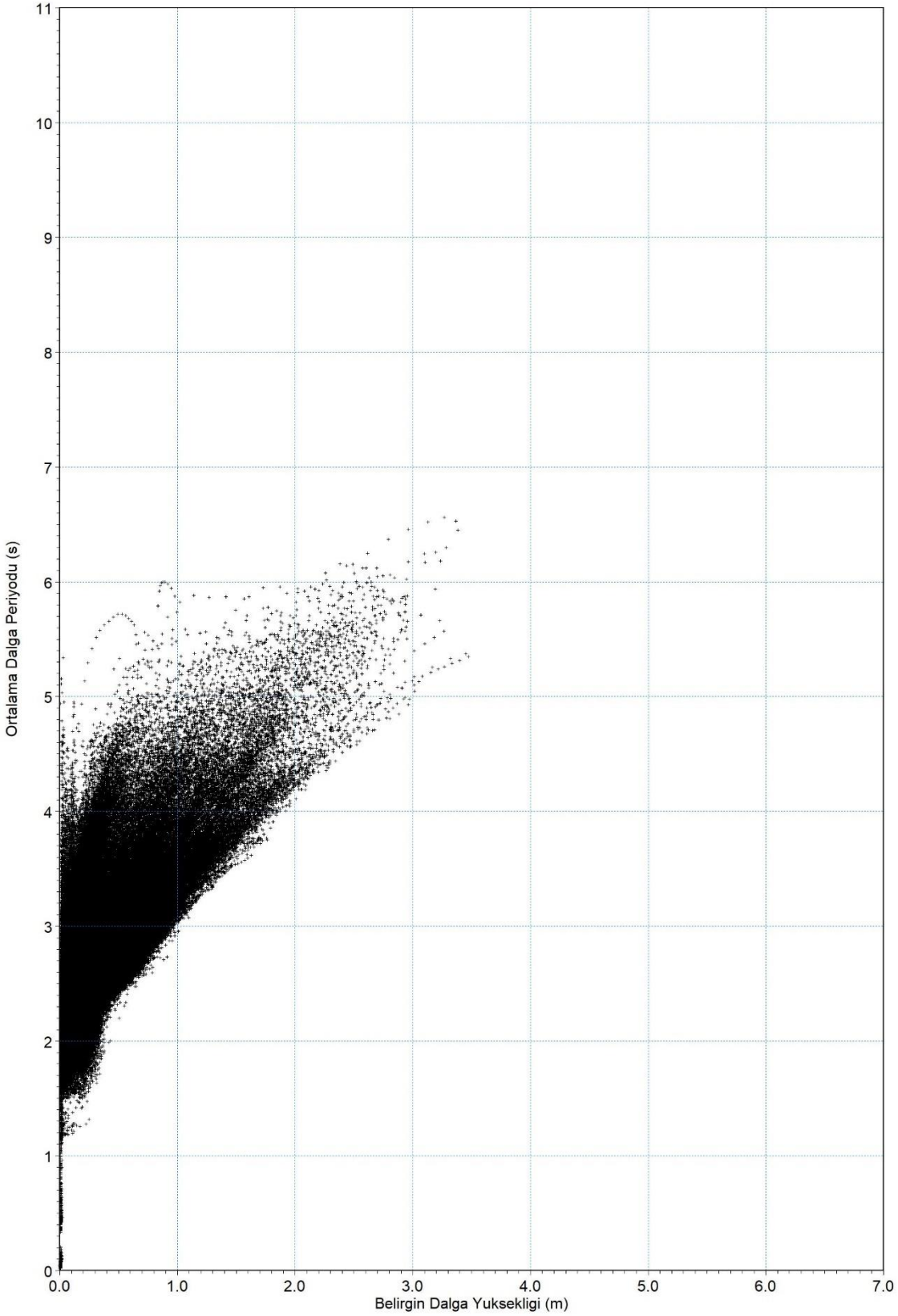
Ege Denizi 26 (38.00 N; 26.50 E)



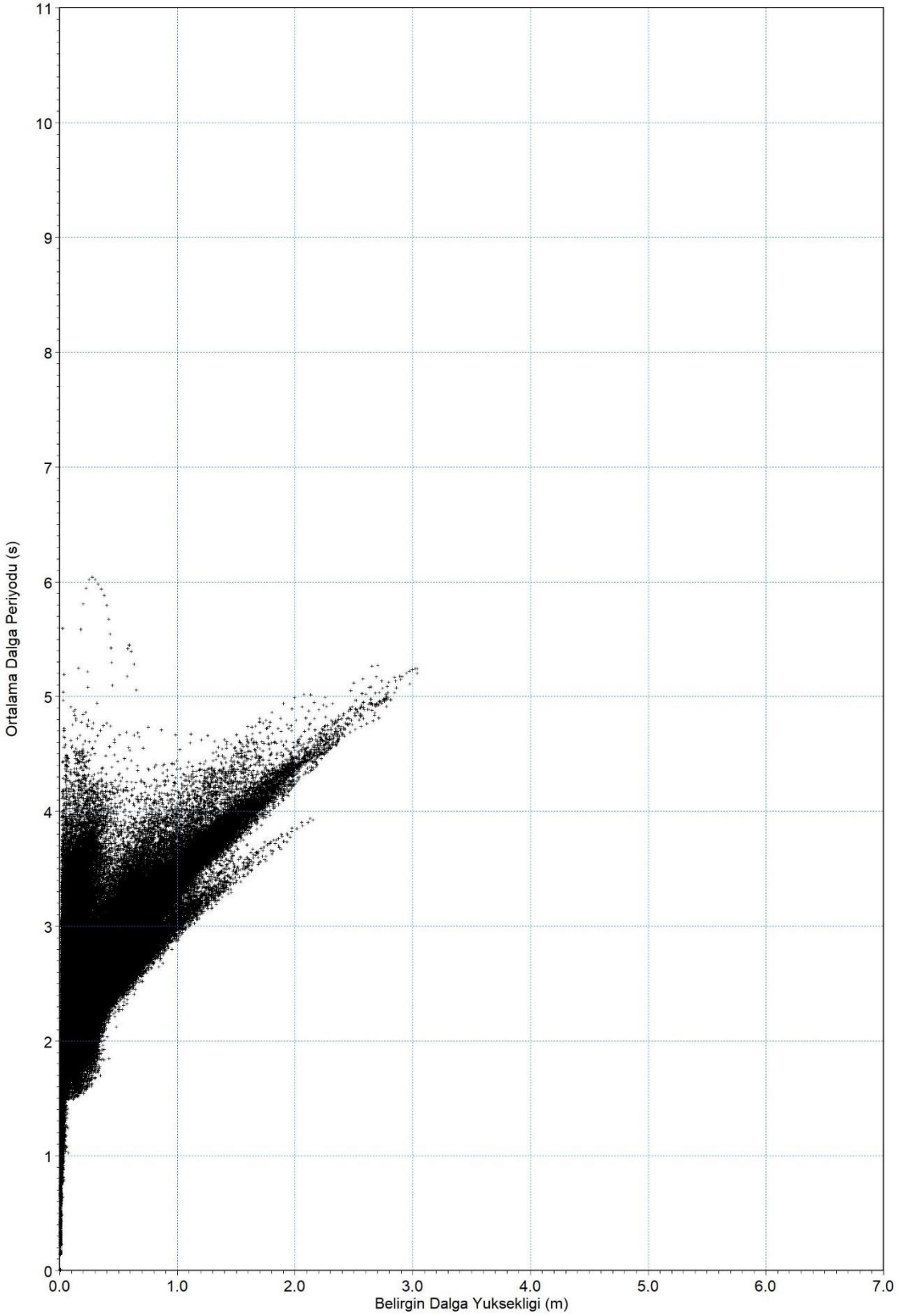
Ege Denizi 27 (38.00 N; 26.80 E)



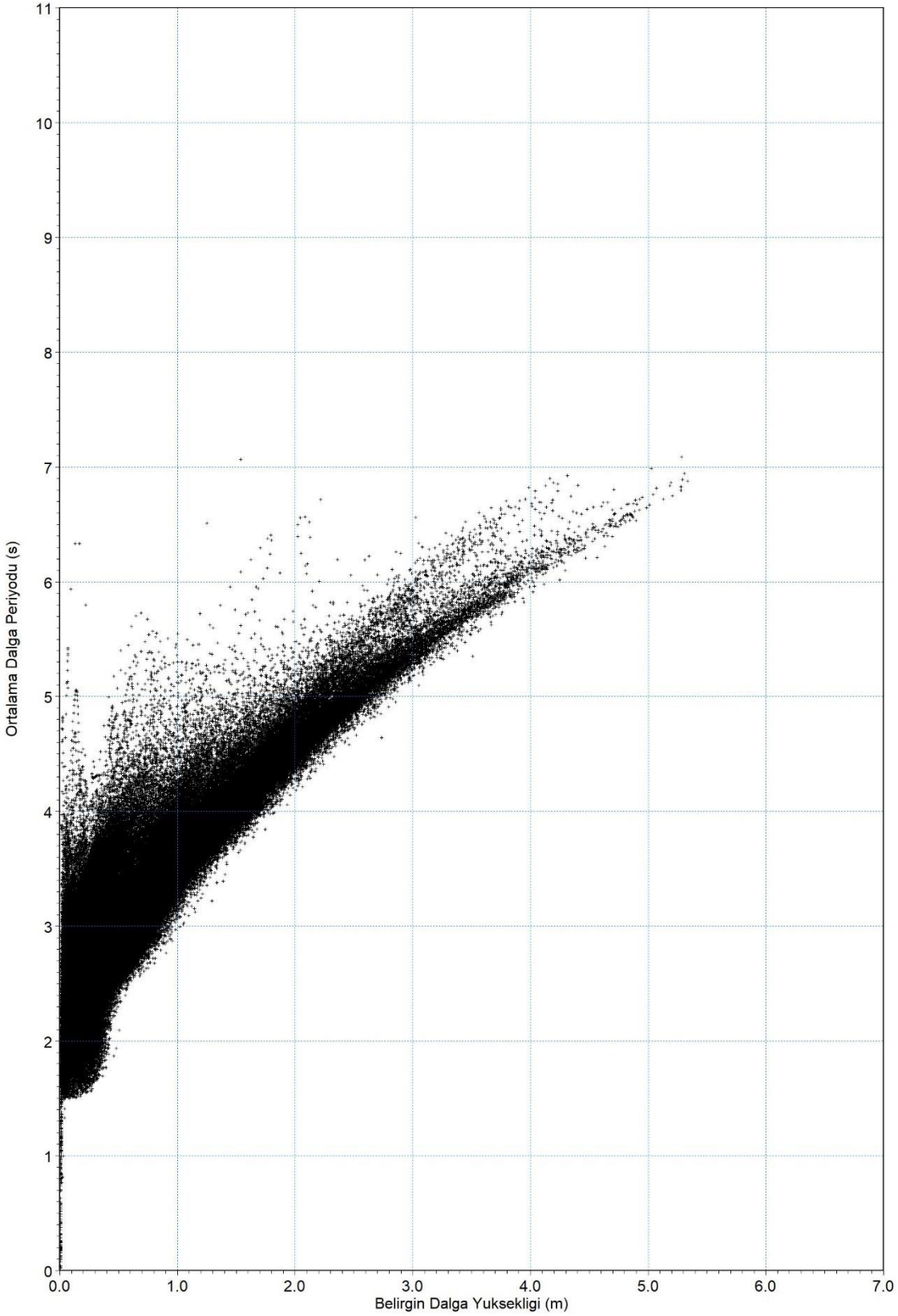
Ege Denizi 28 (38.00 N; 27.10 E)



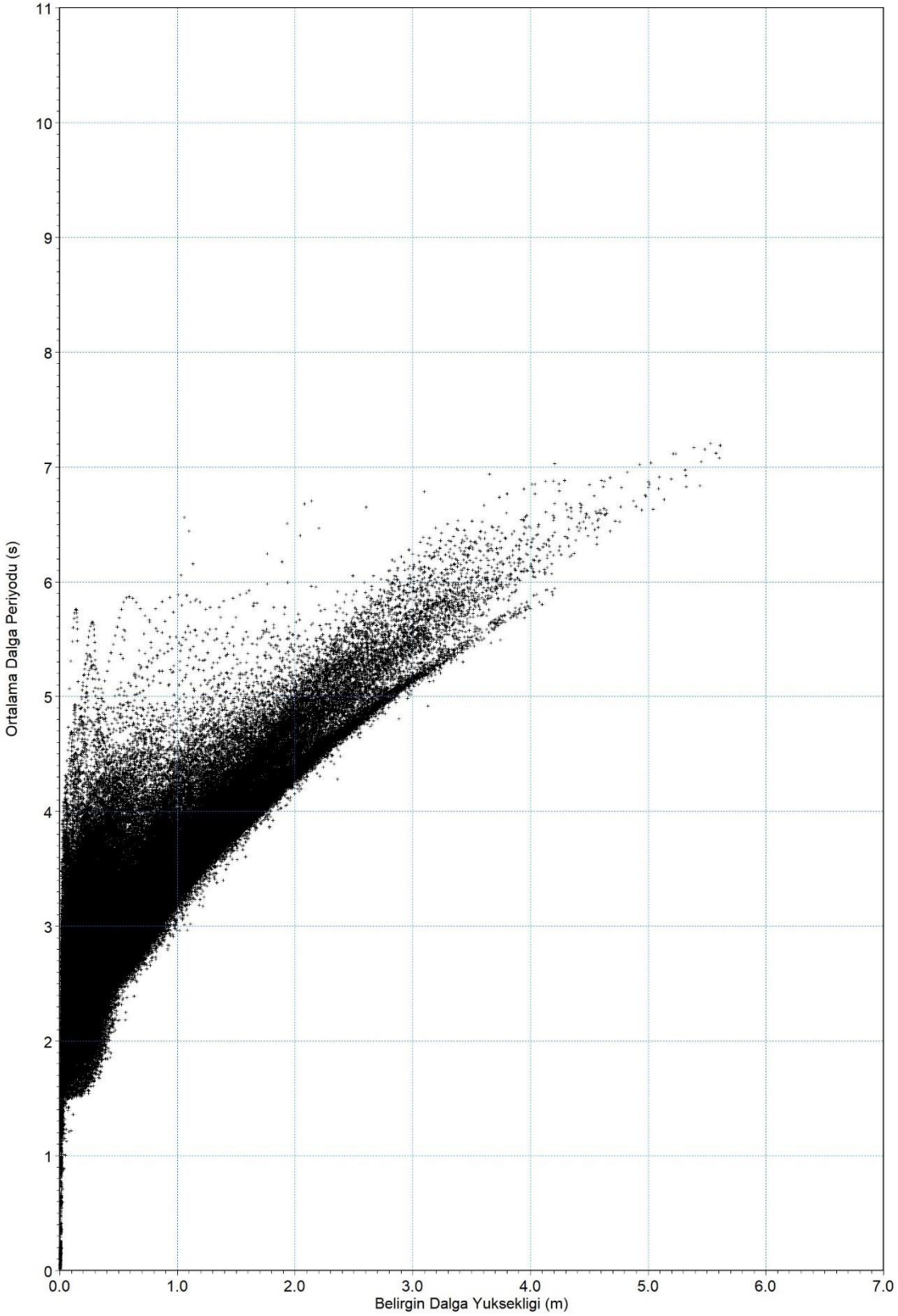
Ege Denizi 29 (37.75 N; 27.10 E)



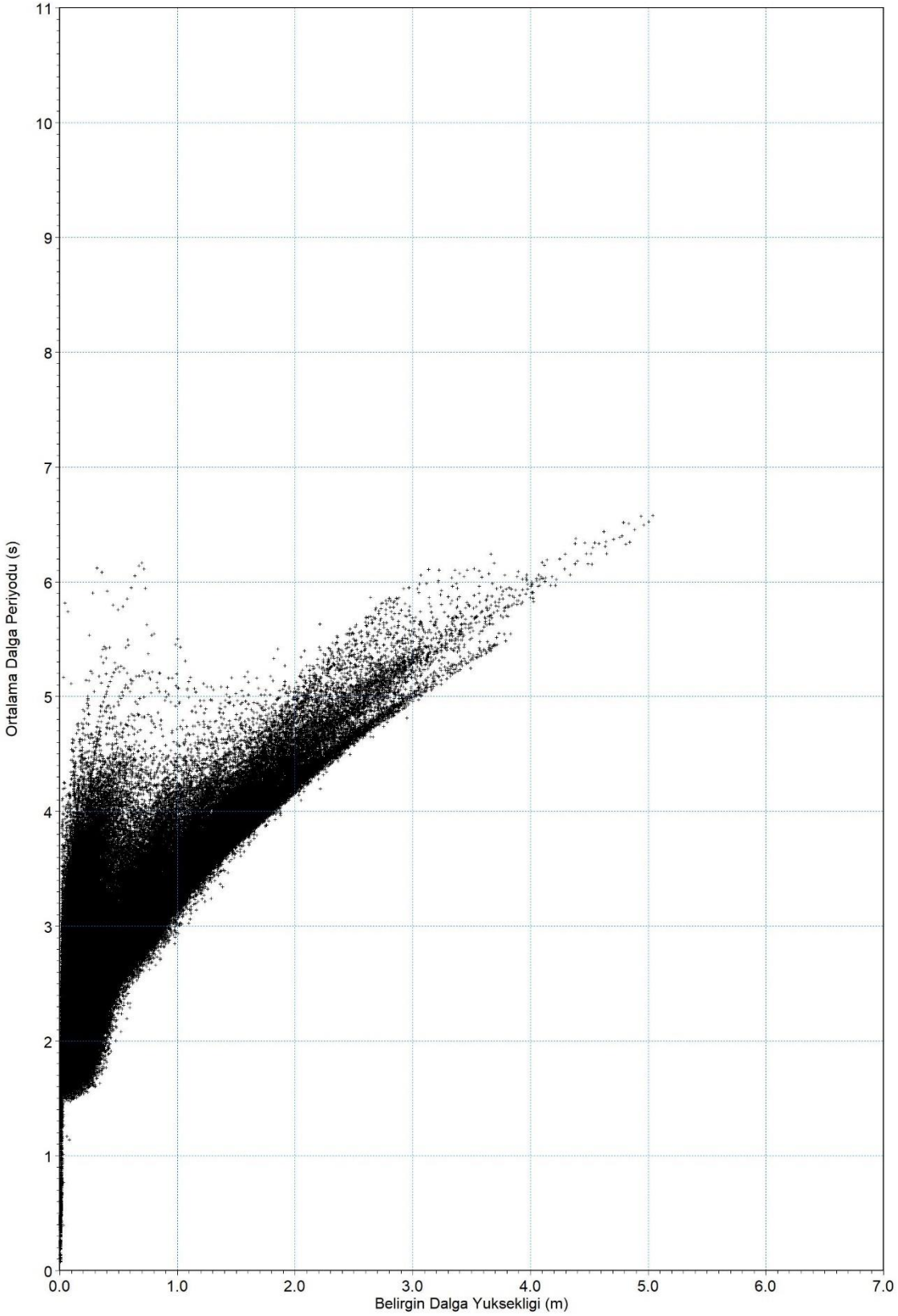
Ege Denizi 30 (37.75 N; 26.50 E)



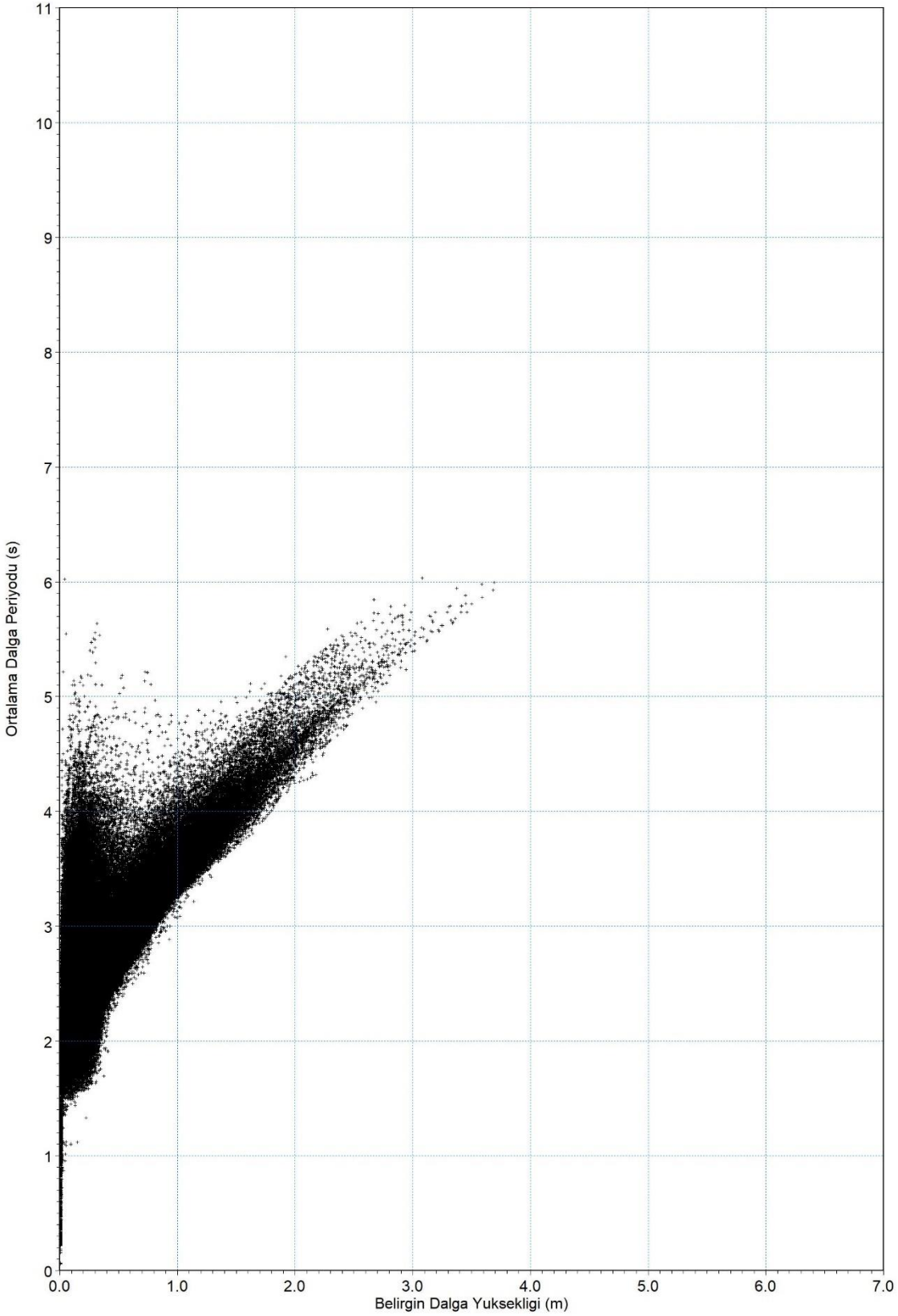
Ege Denizi 31 (37.50 N; 26.50 E)



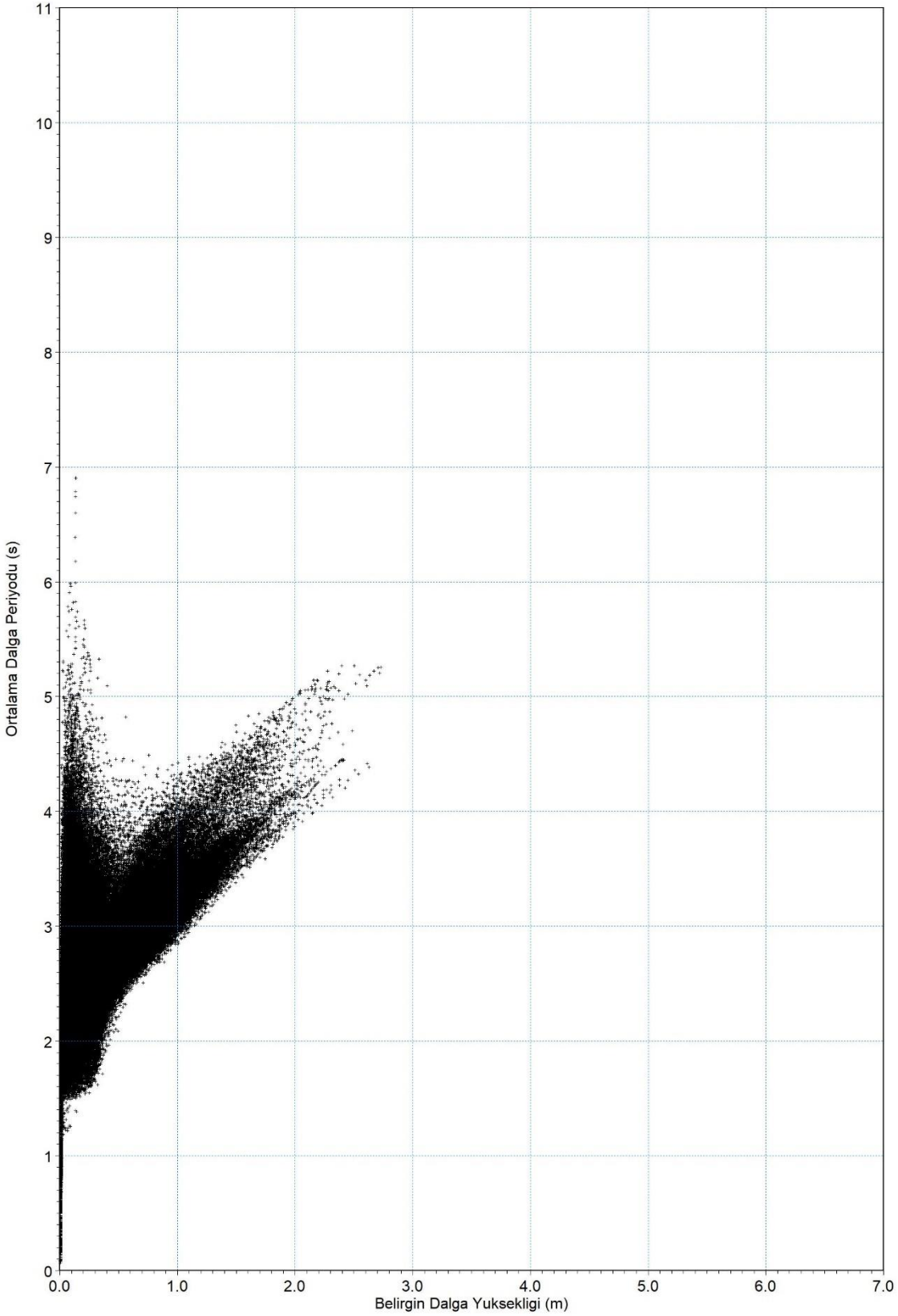
Ege Denizi 32 (37.50 N; 26.80 E)



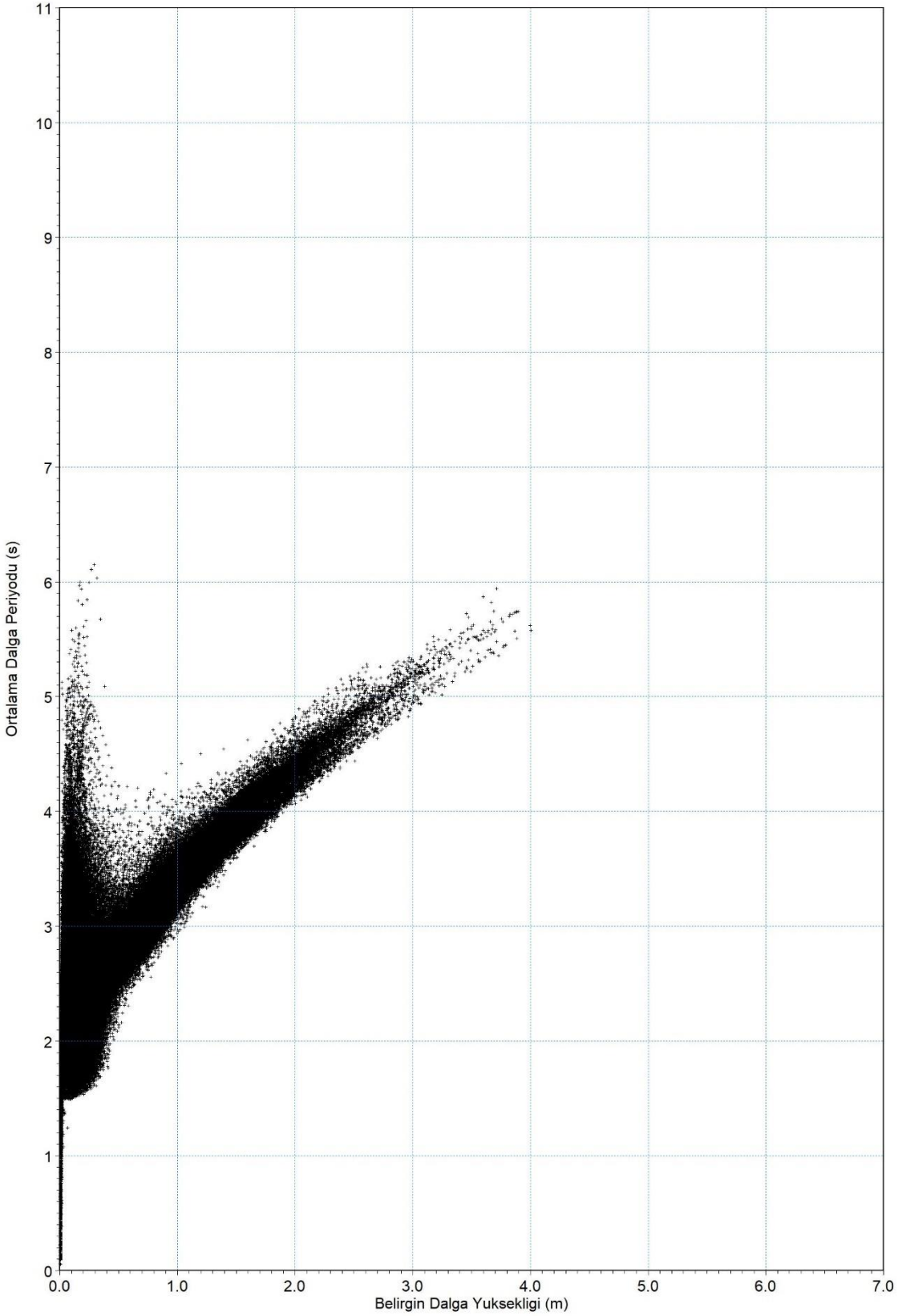
Ege Denizi 33 (37.50 N; 27.10 E)



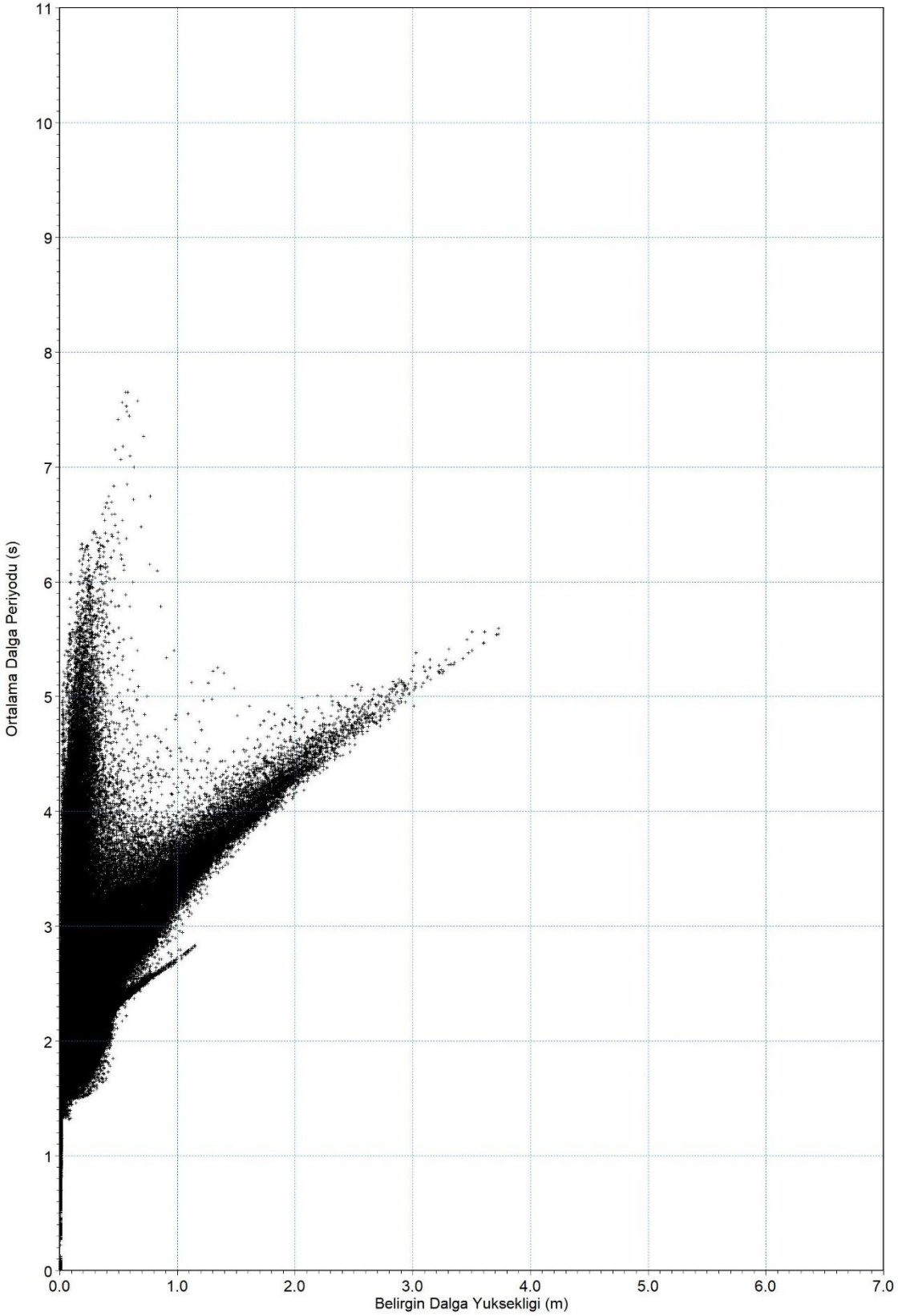
Ege Denizi 34 (37.25 N; 27.40 E)



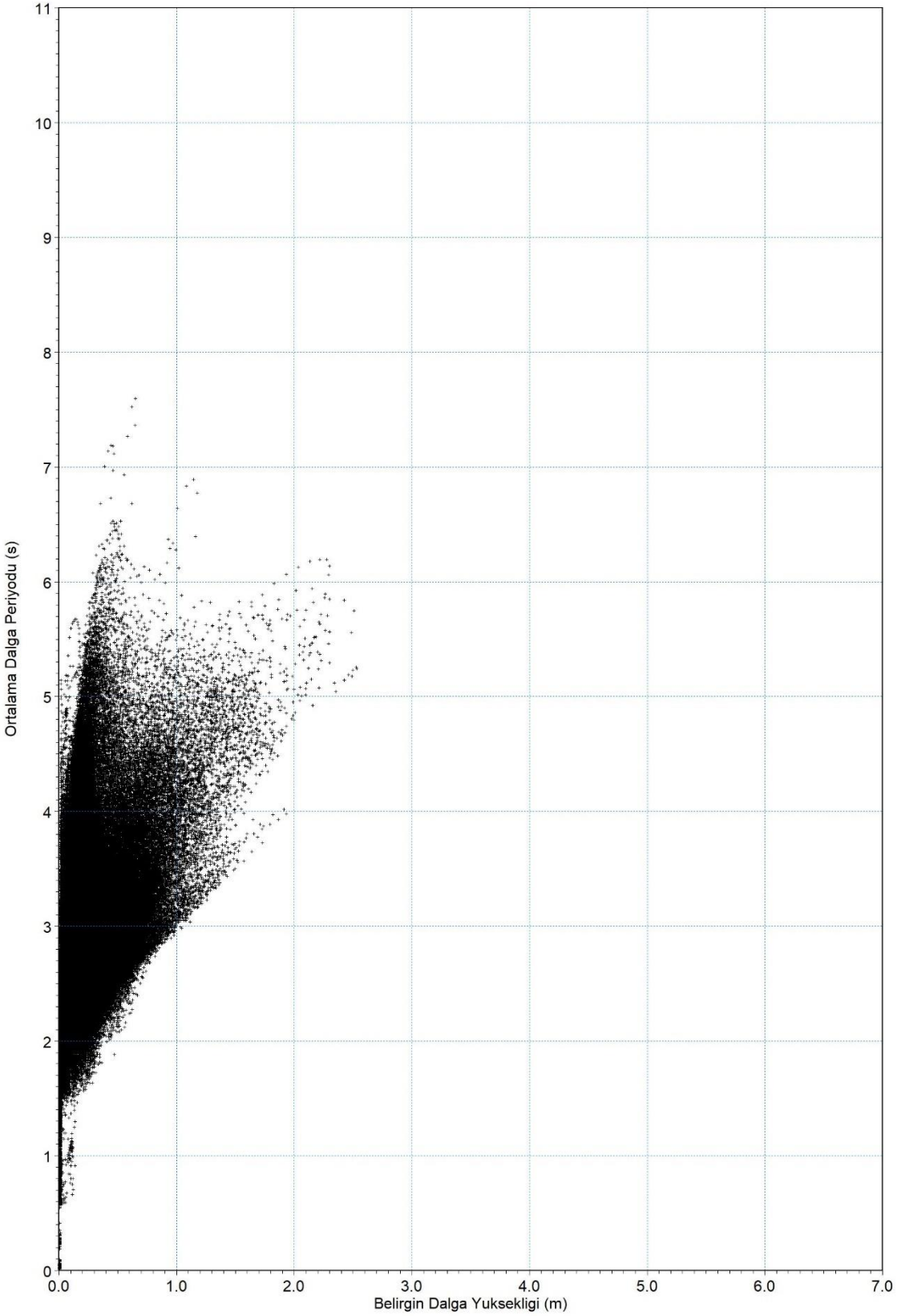
Ege Denizi 35 (37.25 N; 27.10 E)



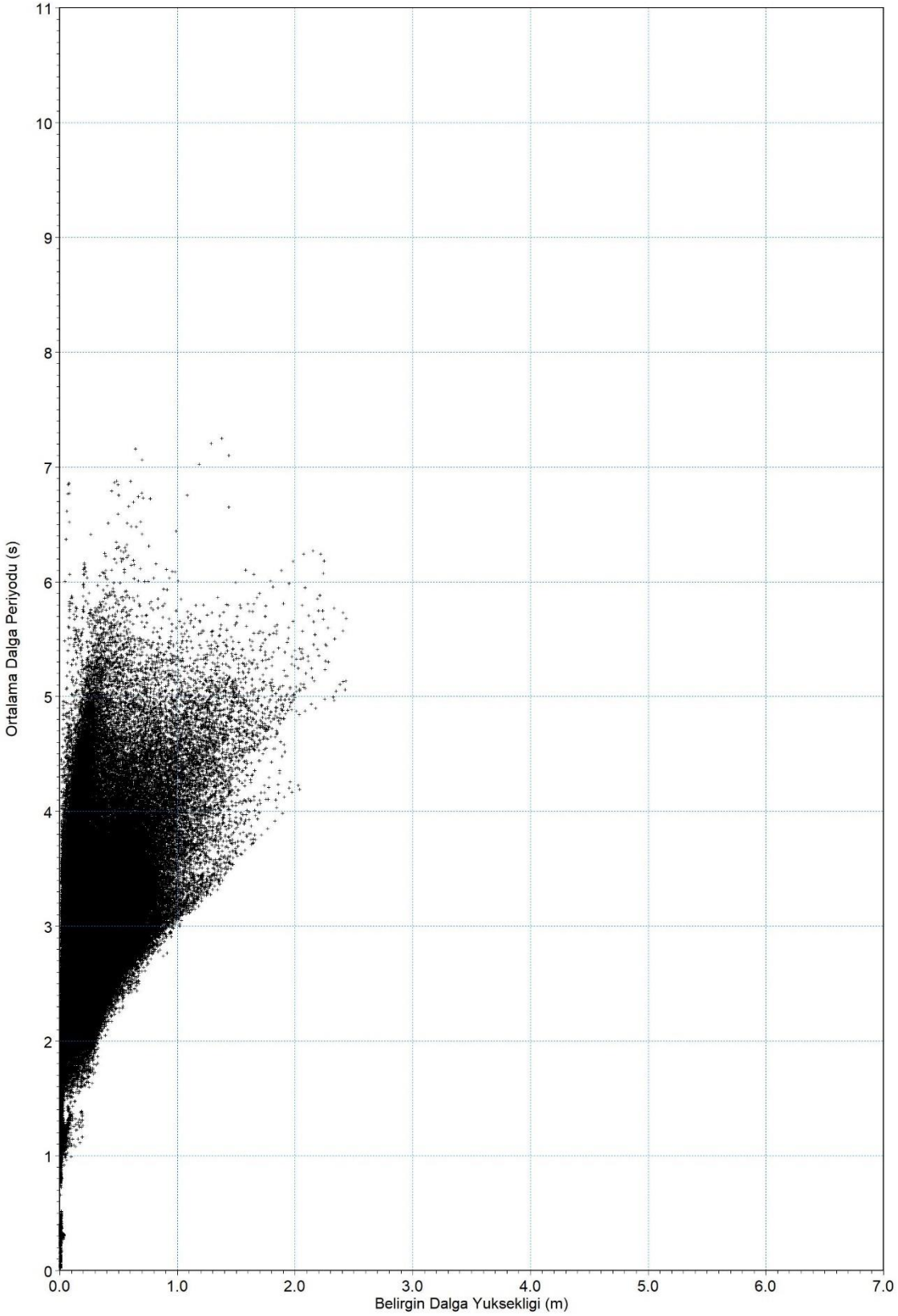
Ege Denizi 36 (37.00 N; 27.40 E)



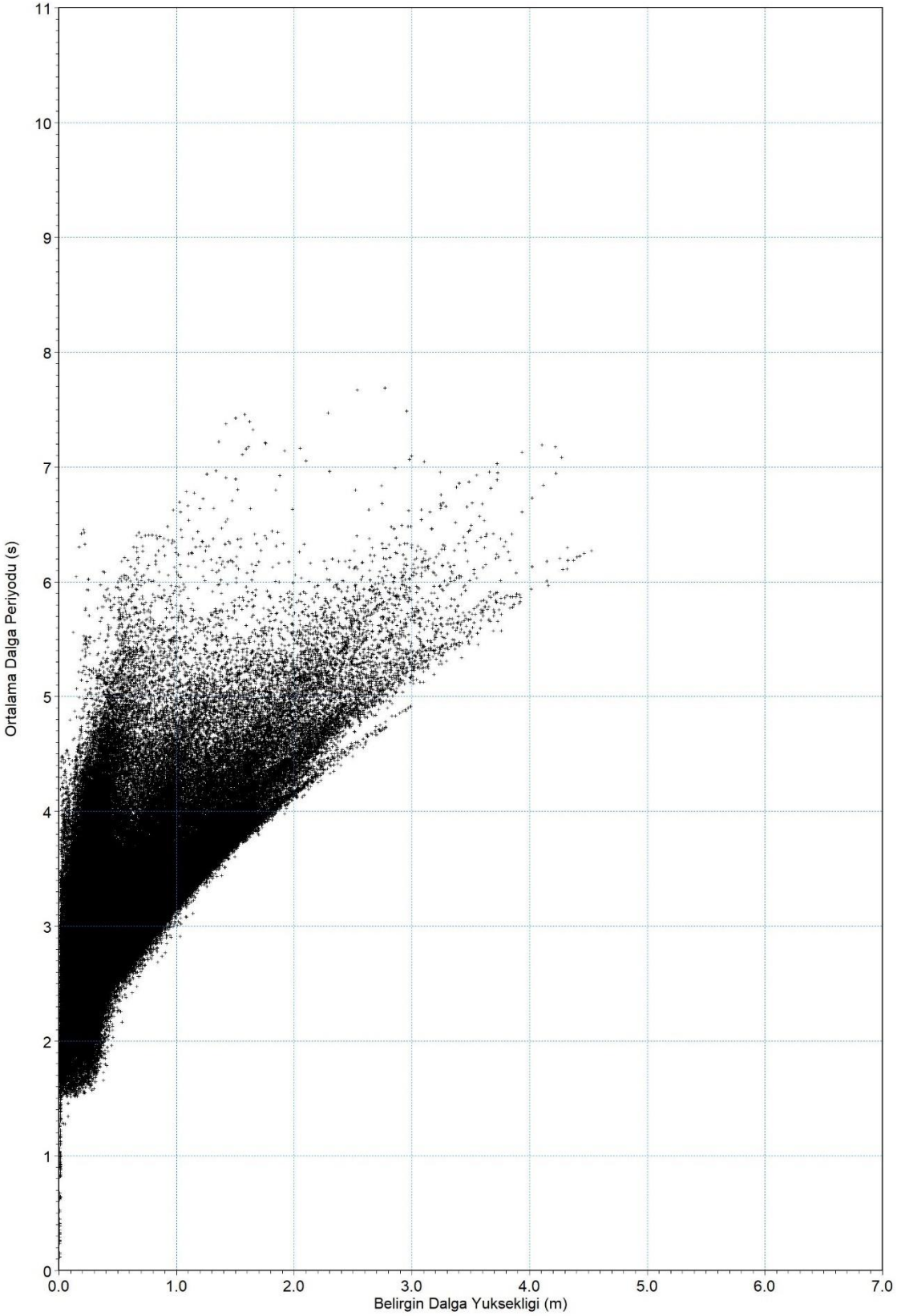
Ege Denizi 37 (37.00 N; 28.00 E)



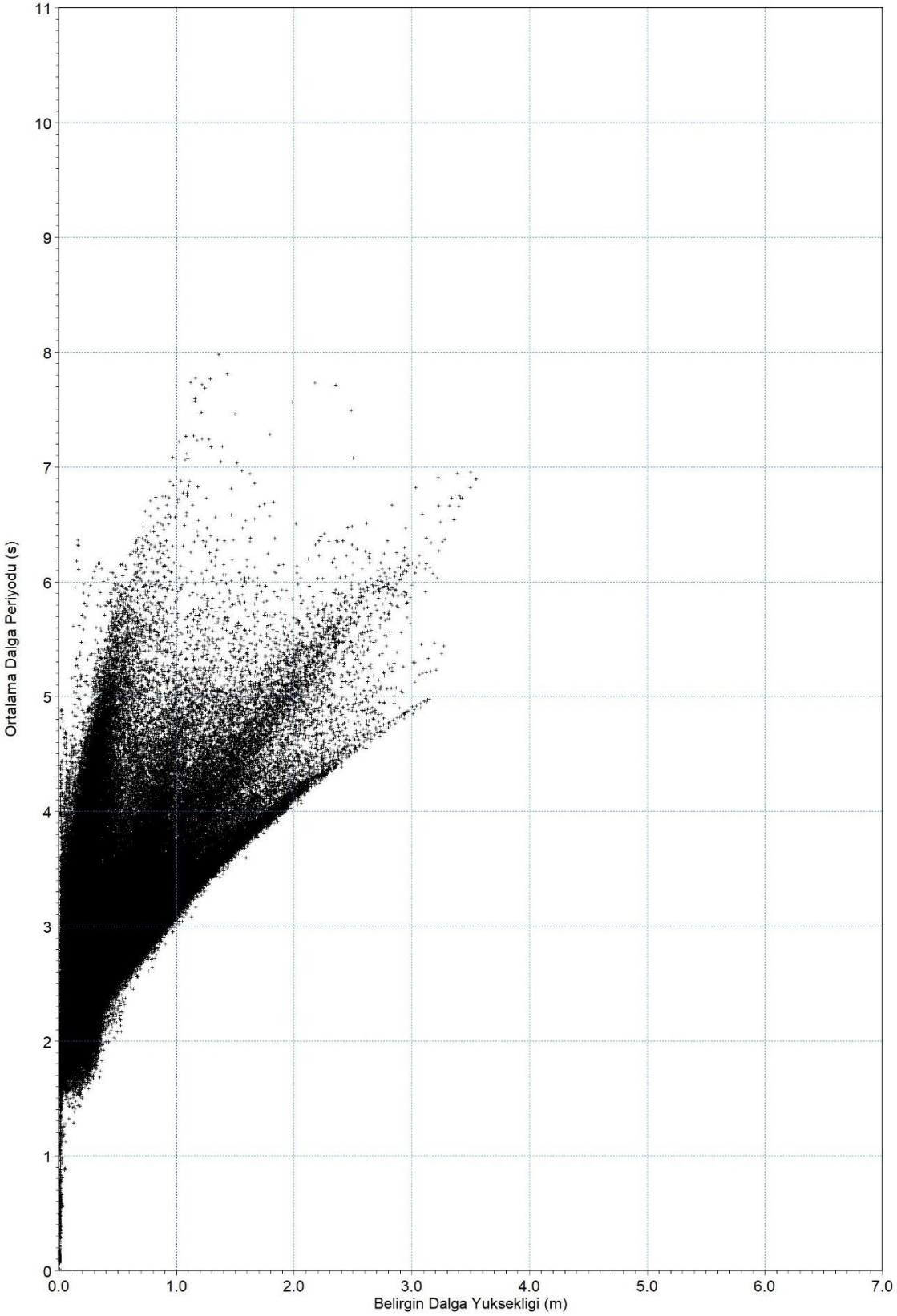
Ege Denizi 38 (36.75 N; 28.00 E)



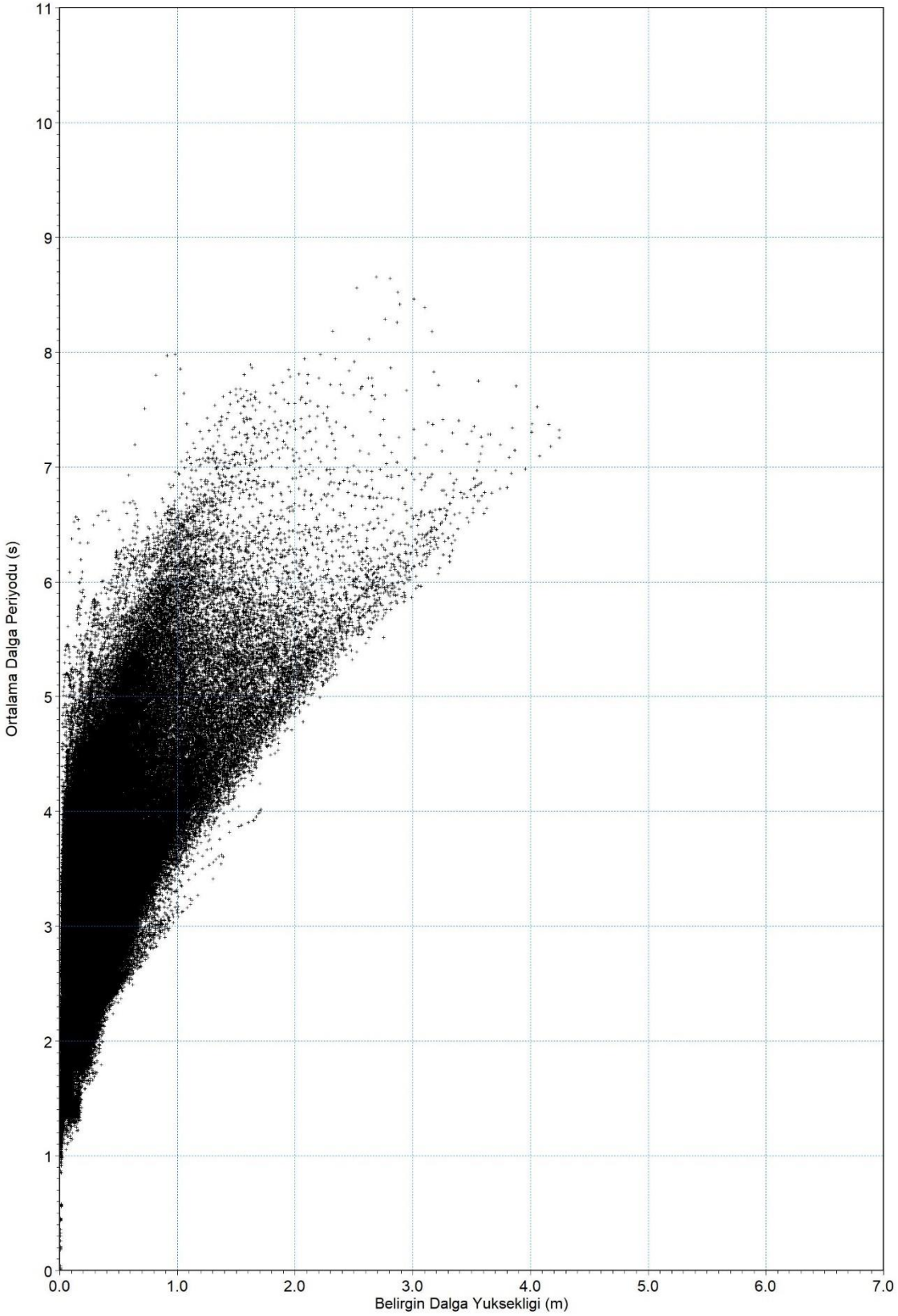
Ege Denizi 39 (36.60 N; 27.60 E)



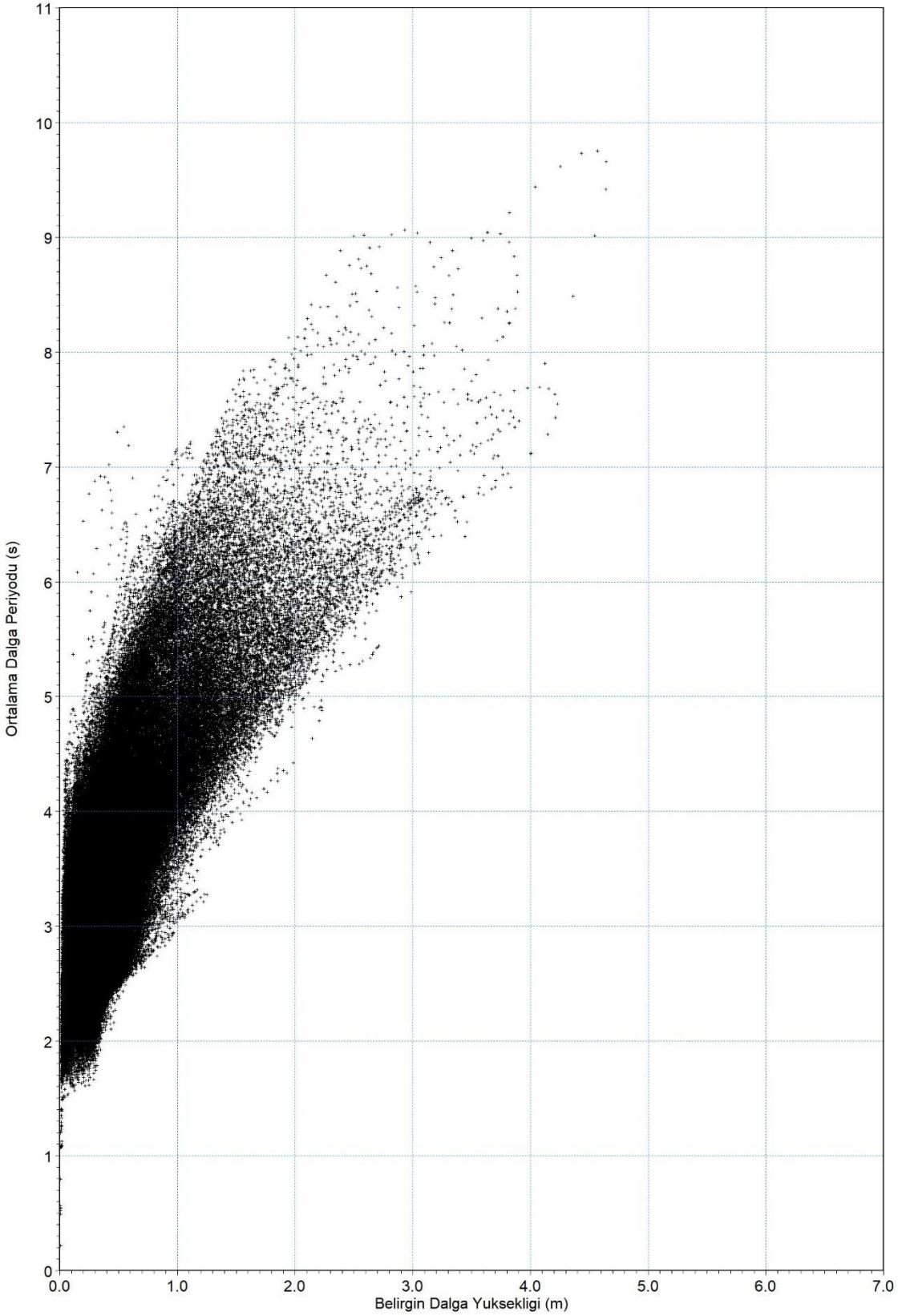
Ege Denizi 40 (36.75 N; 27.40 E)



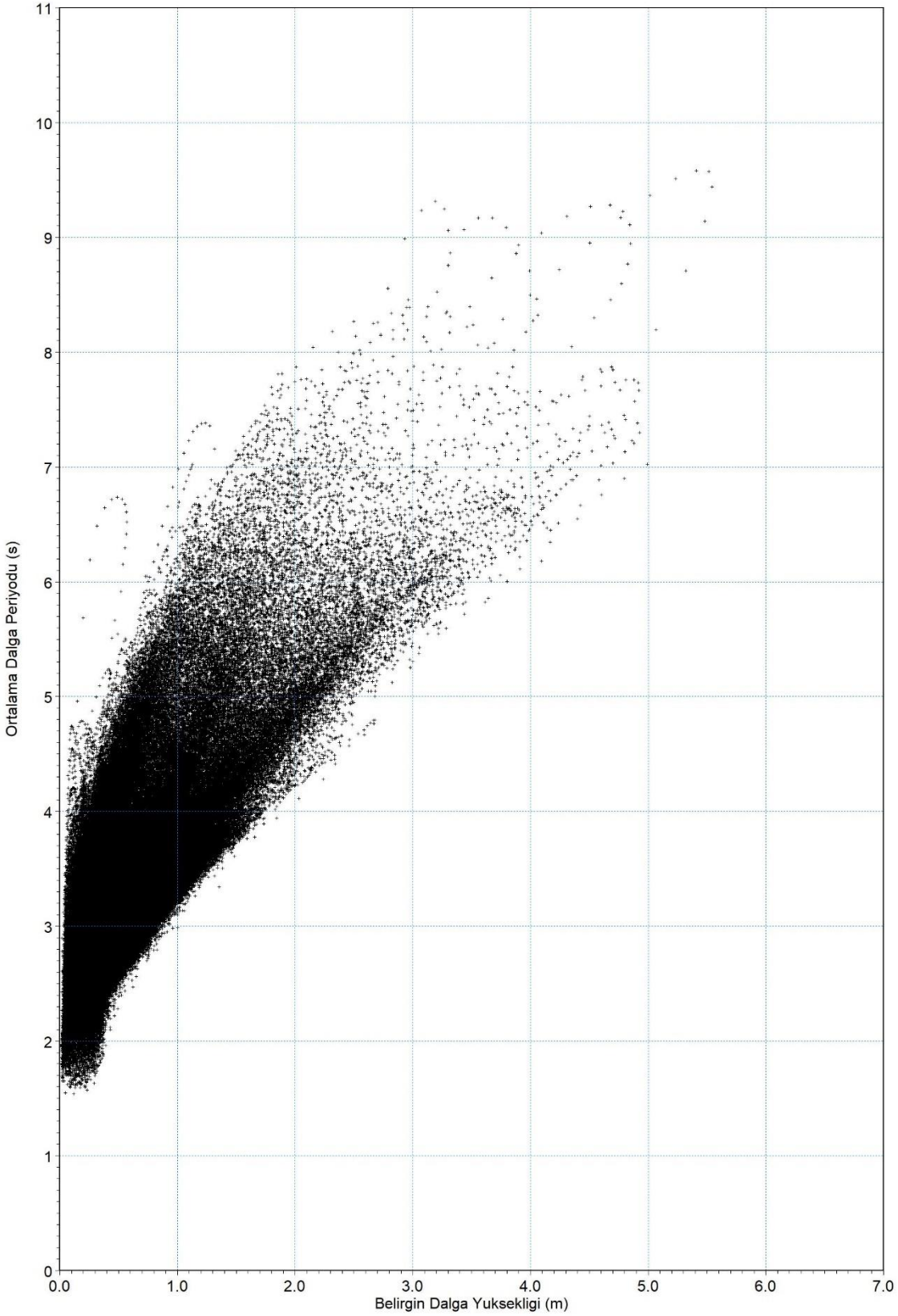
Ege Denizi 41 (36.75 N; 28.30 E)



Ege Denizi 42 (36.75 N; 28.60 E)

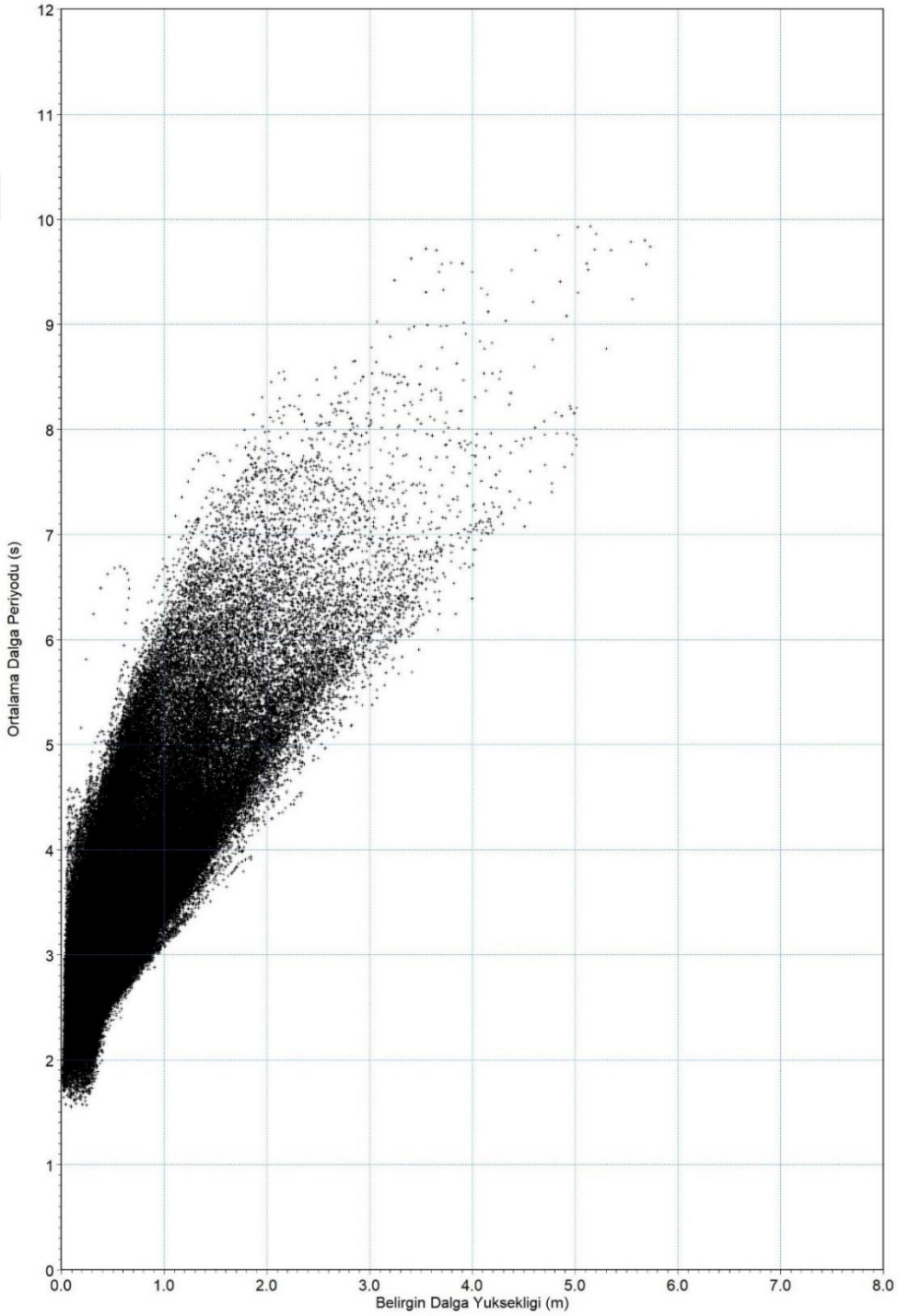


Ege Denizi 43 (36.50 N; 28.60 E)

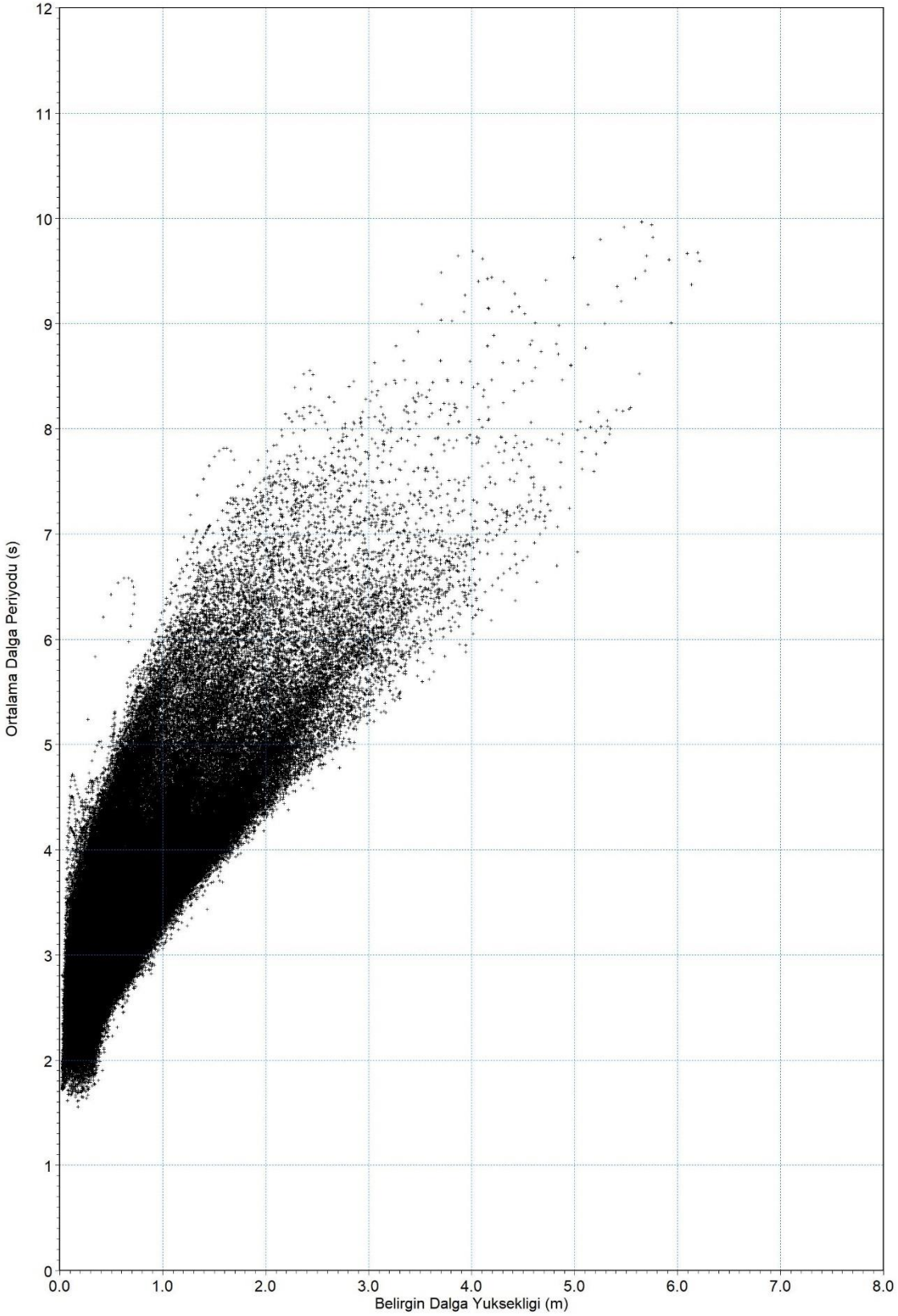


N
AKDENİZ BELİRGİN DALGA YÜKSEKLİĞİ-ORTALAMA DALGA PERİYODU GRAFİKLERİ

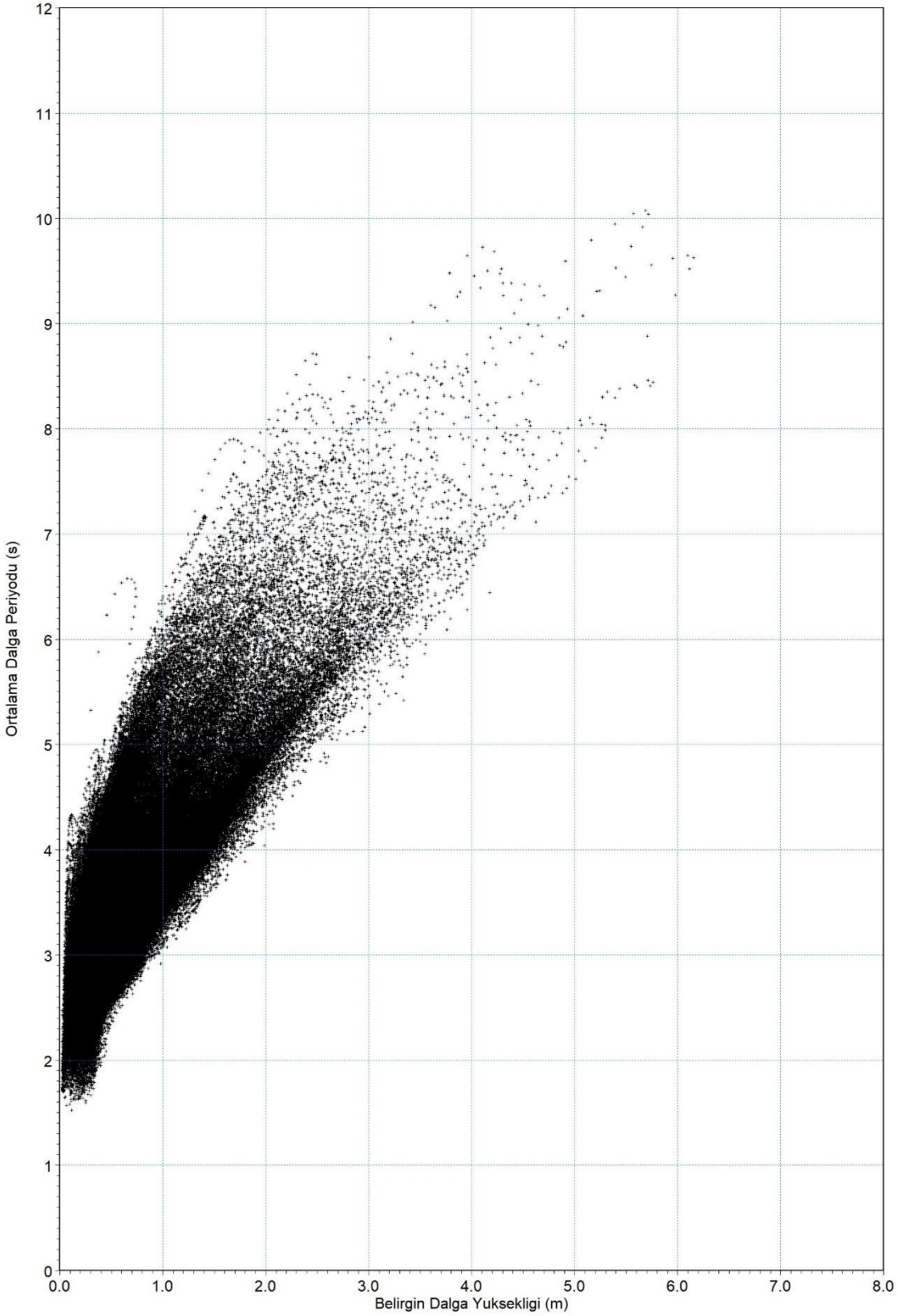
Akdeniz 1 (36.50 N; 28.90 E)



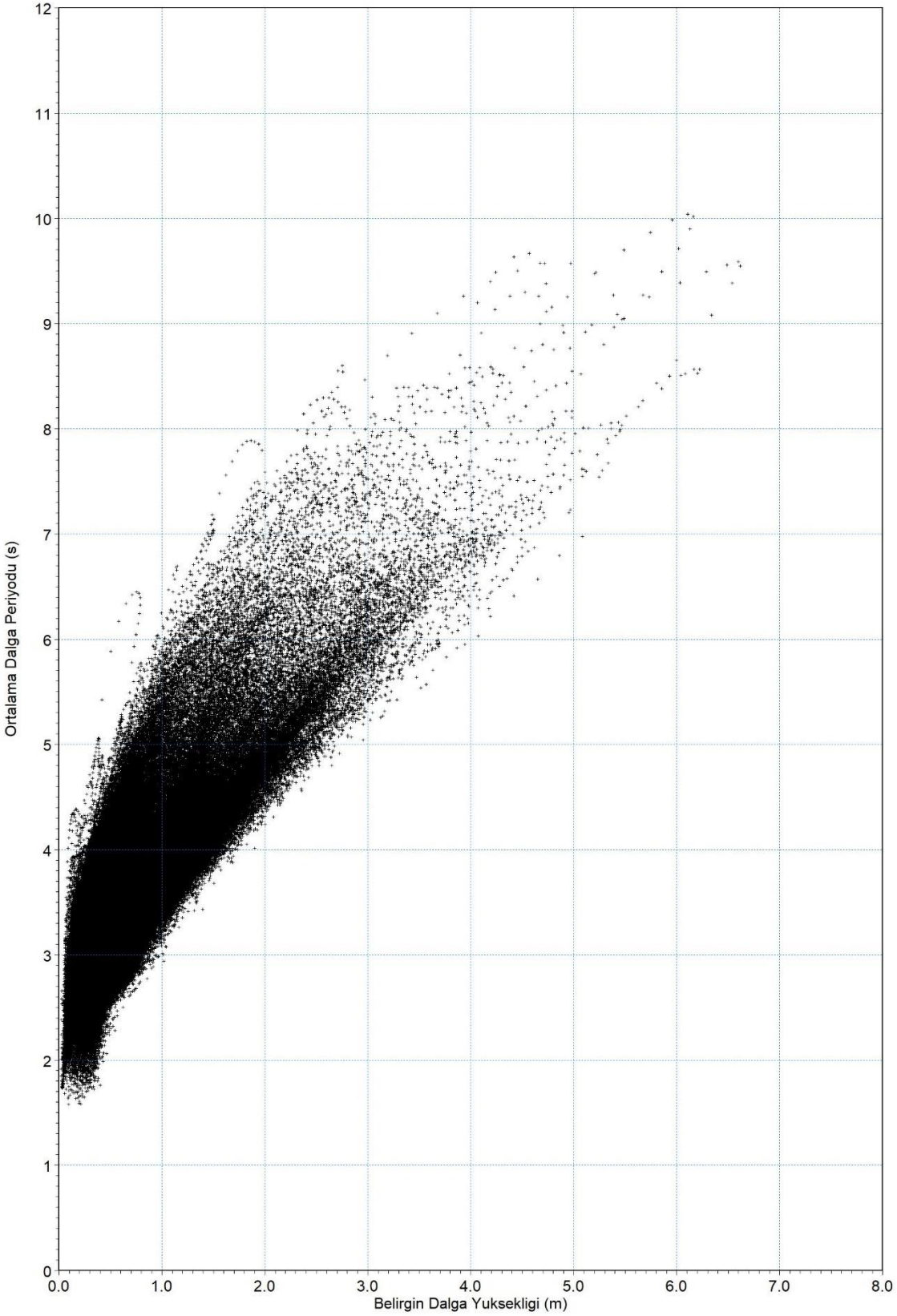
Akdeniz 2 (36.25 N; 28.90 E)



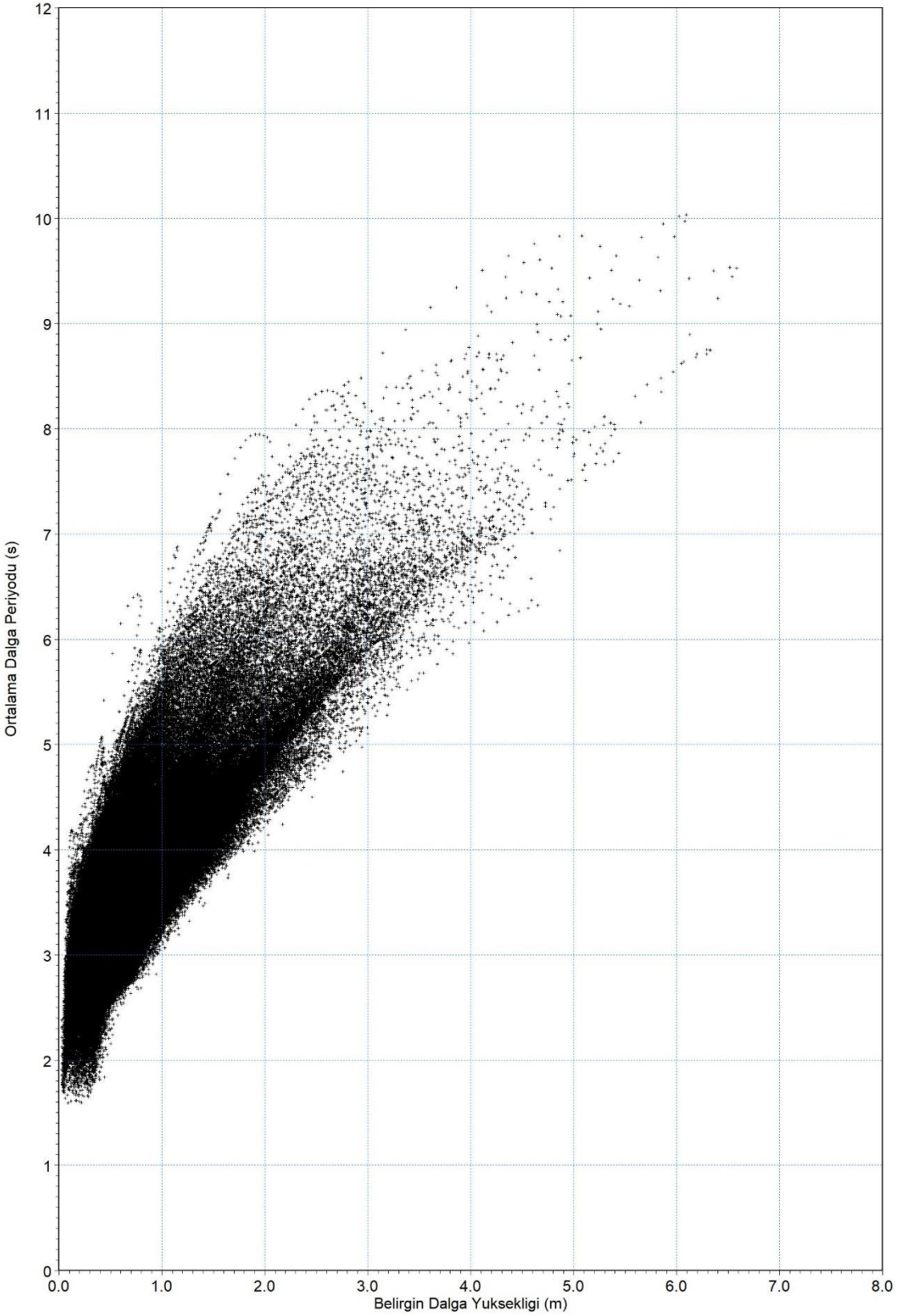
Akdeniz 3 (36.25 N; 29.20 E)



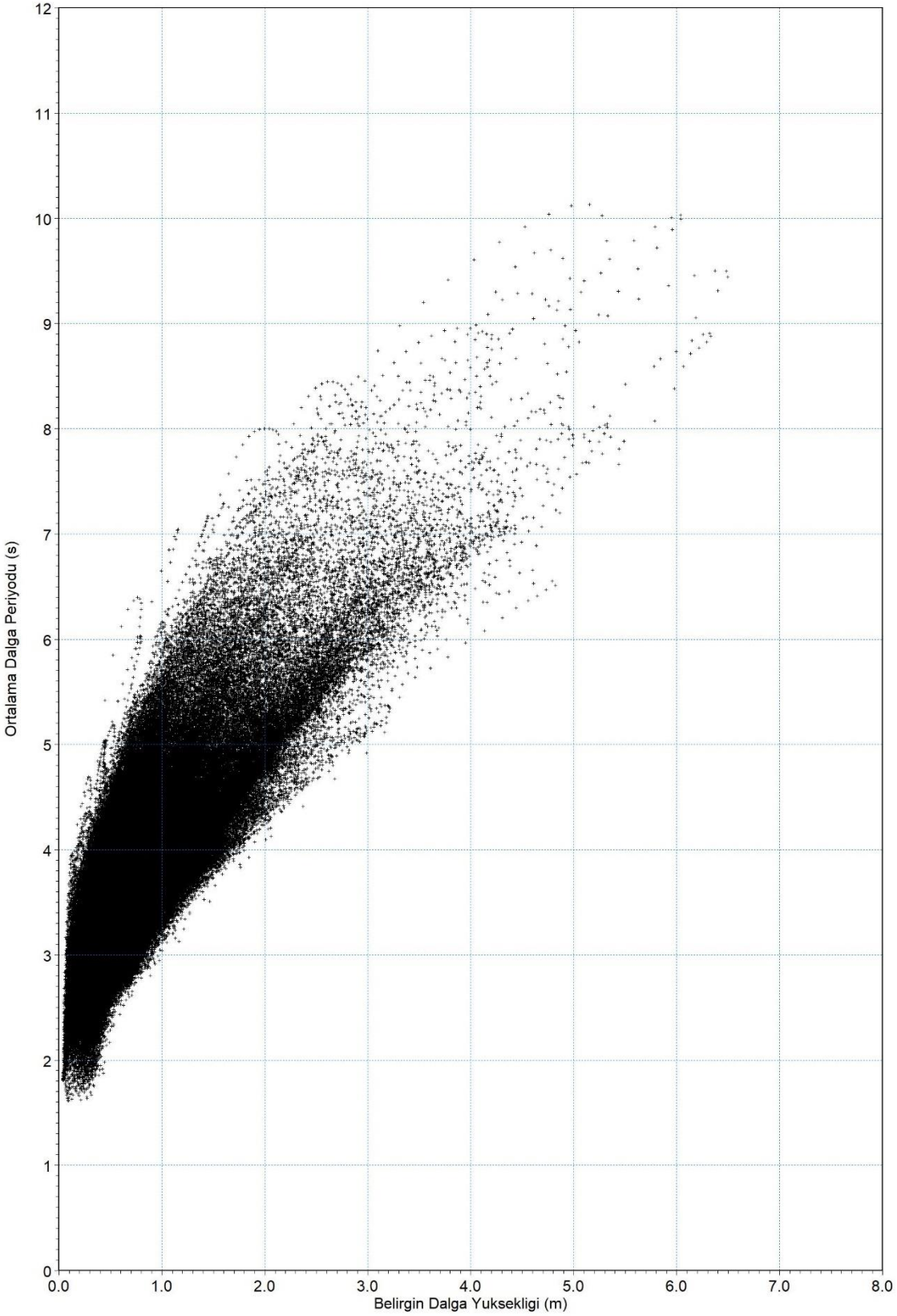
Akdeniz 4 (36.00 N; 29.20 E)



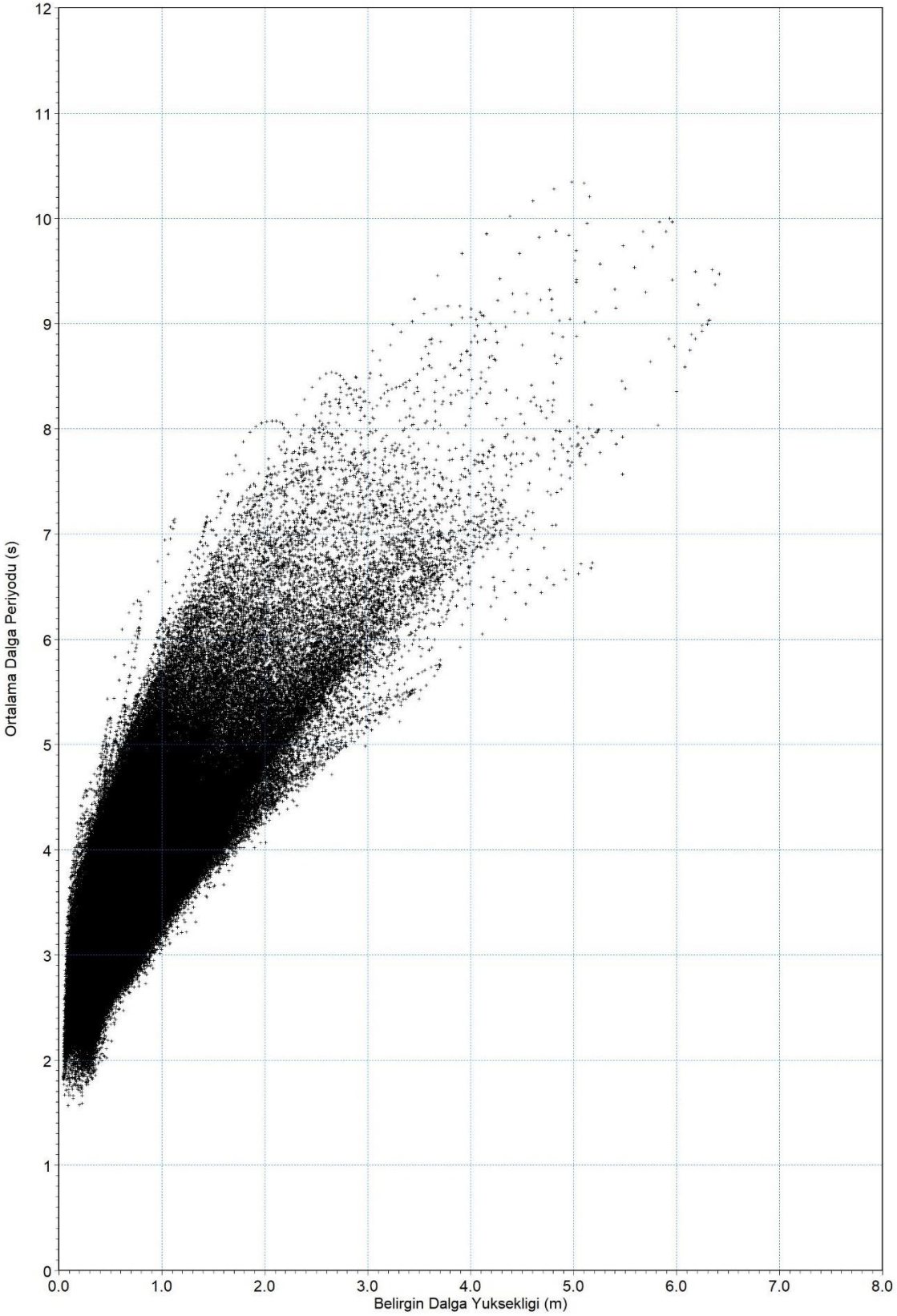
Akdeniz 5 (36.00 N; 29.50 E)



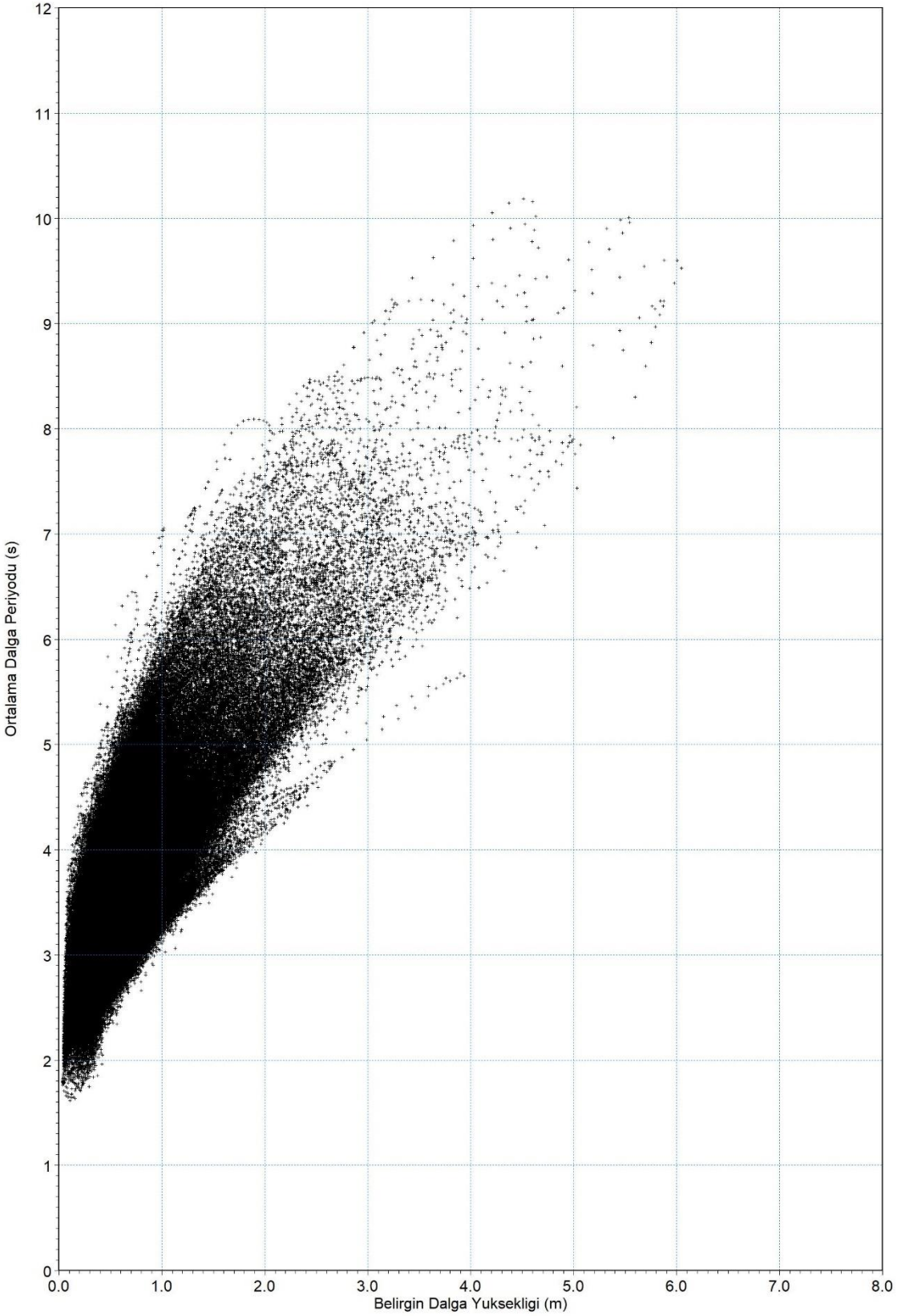
Akdeniz 6 (36.00 N; 29.80 E)



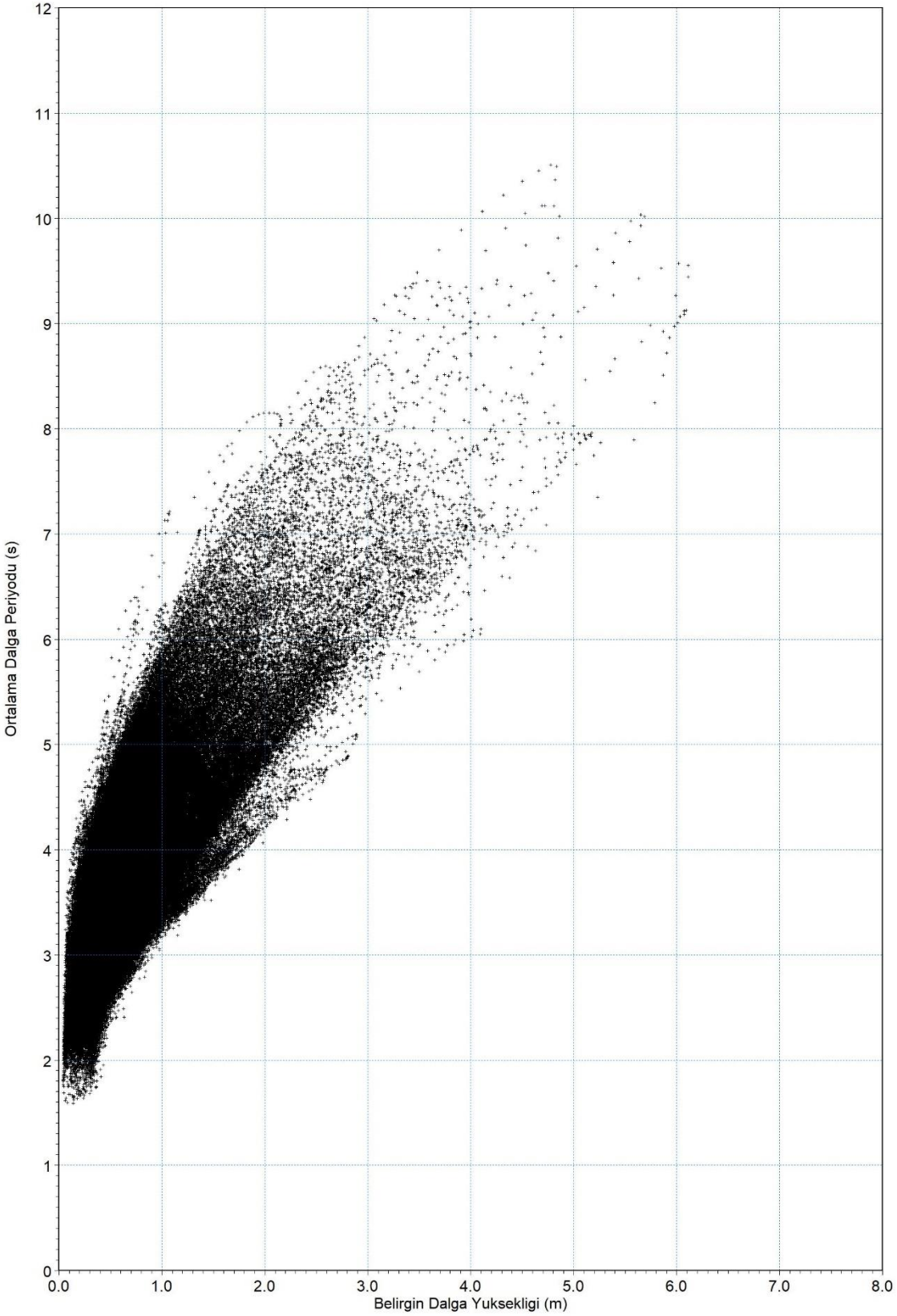
Akdeniz 7 (36.00 N; 30.10 E)



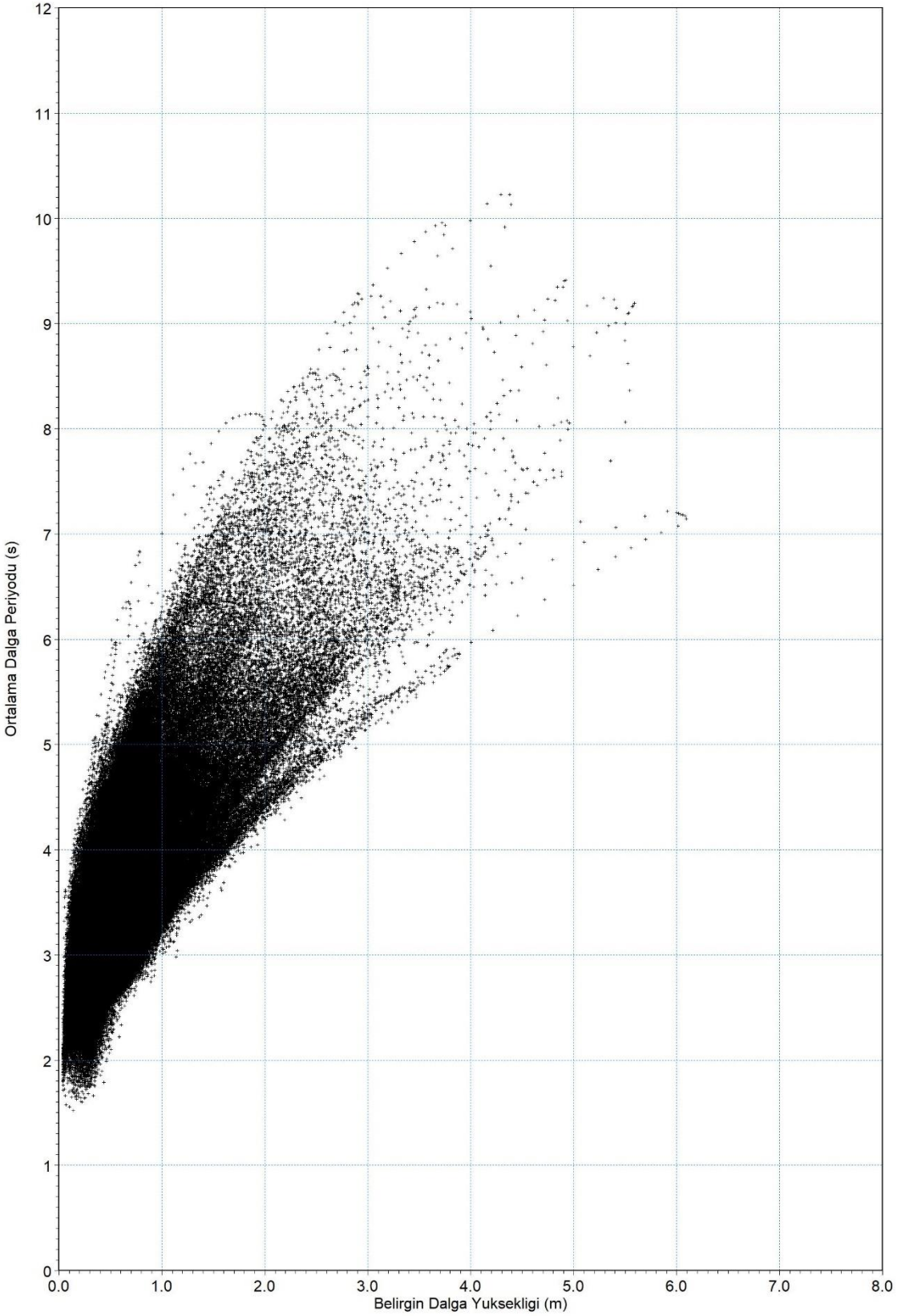
Akdeniz 8 (36.15 N; 30.10 E)



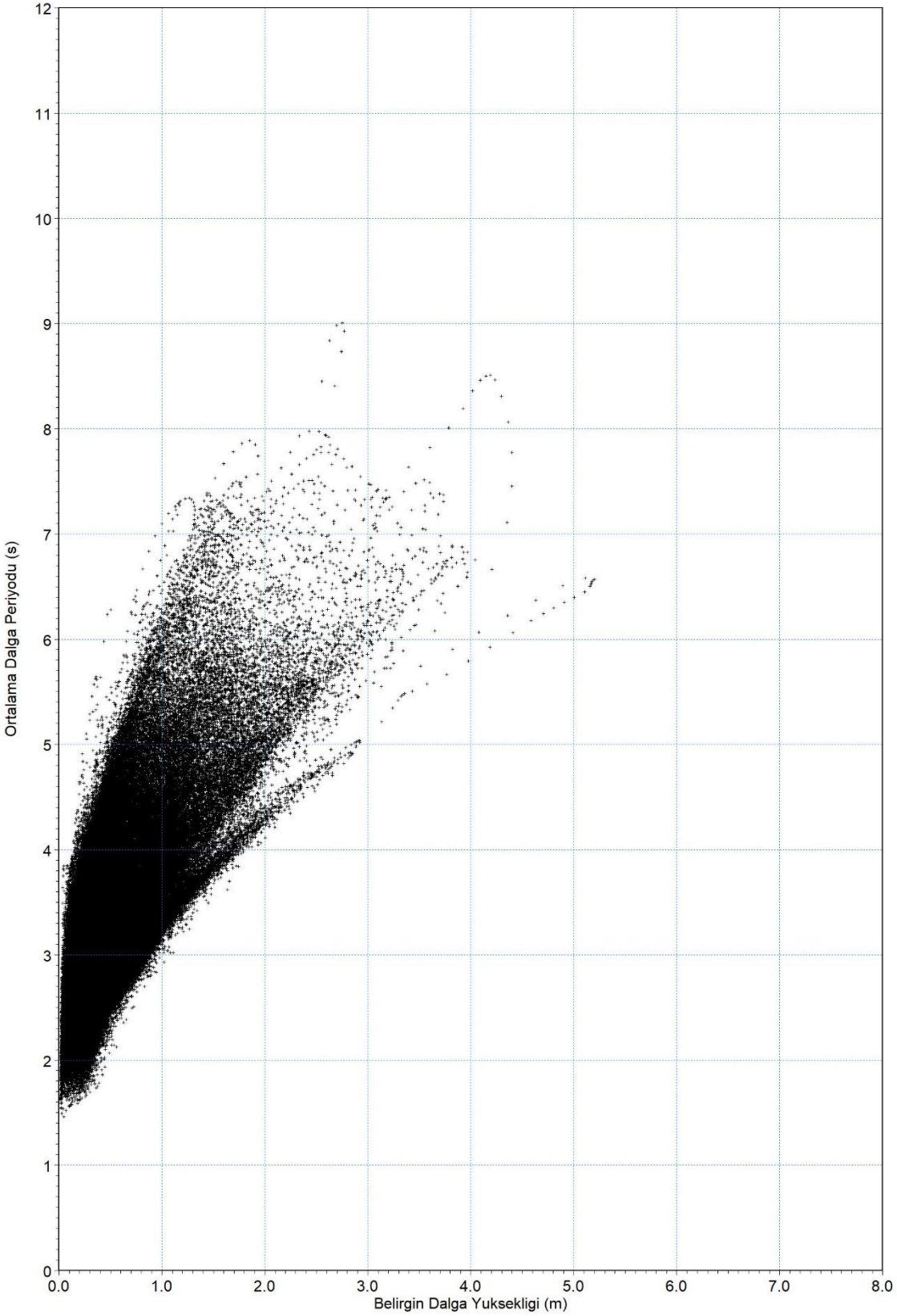
Akdeniz 9 (36.15 N; 30.40 E)



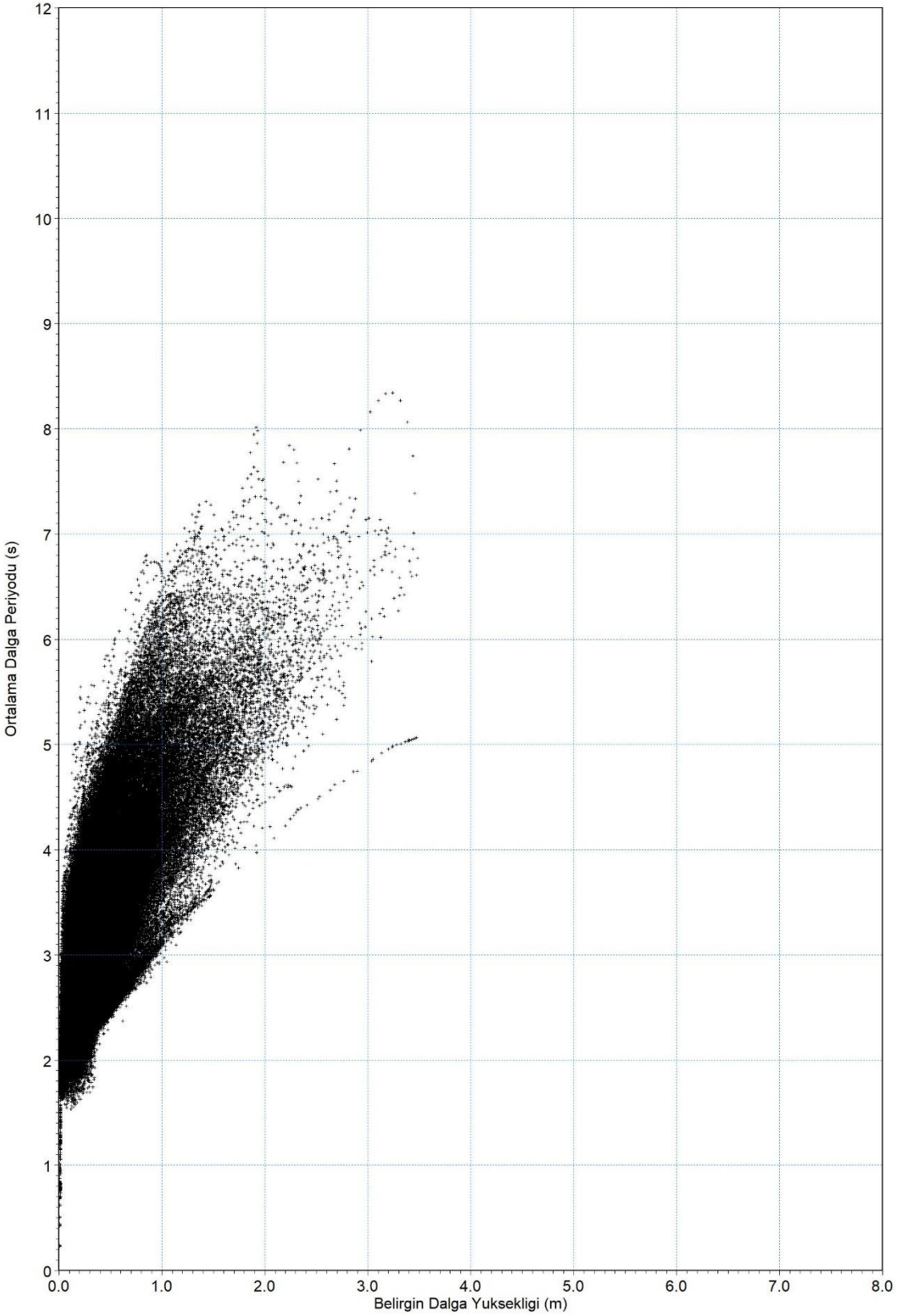
Akdeniz 10 (36.25 N; 30.70 E)



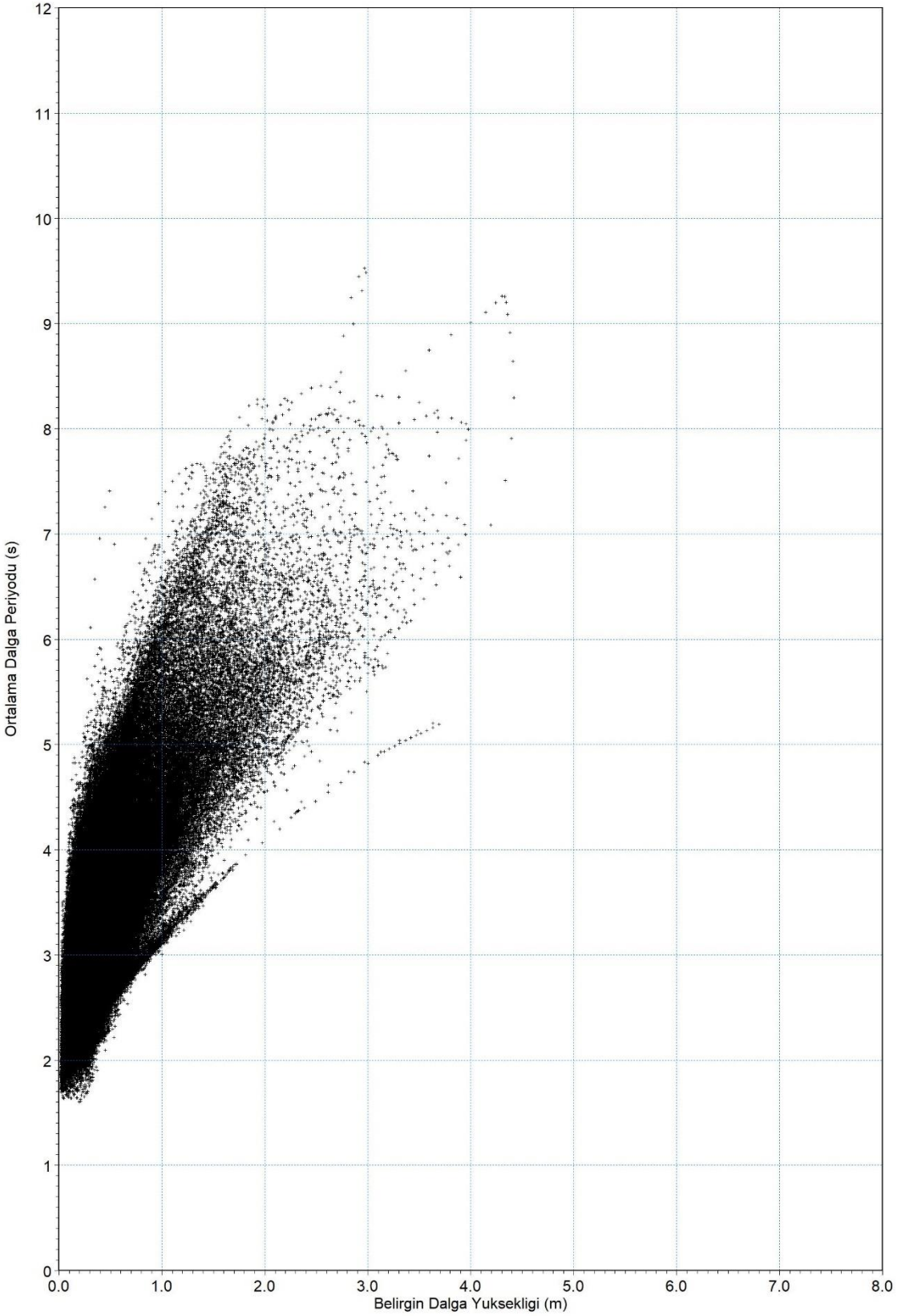
Akdeniz 11 (36.50 N; 30.70 E)



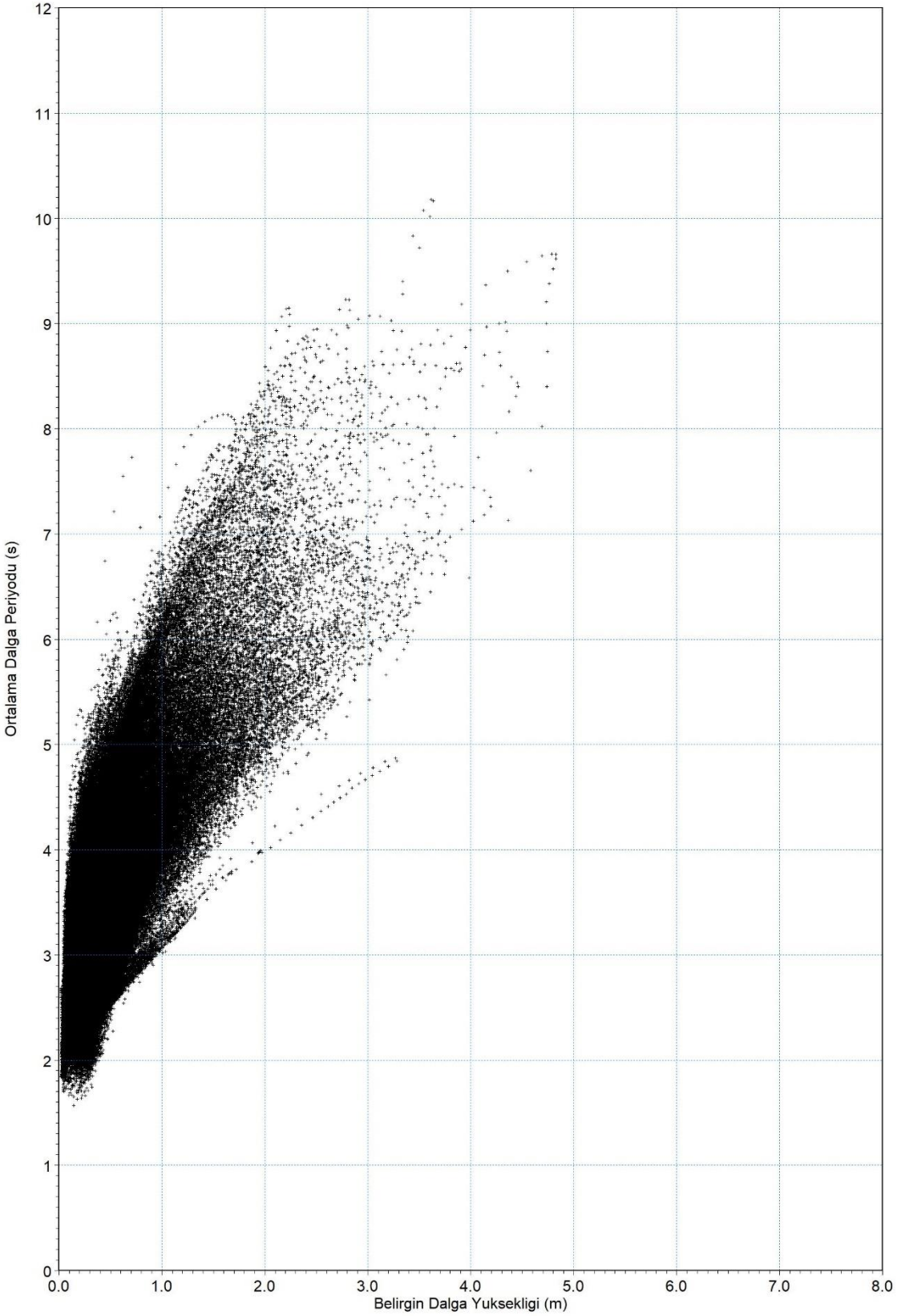
Akdeniz 12 (36.75 N; 30.70 E)



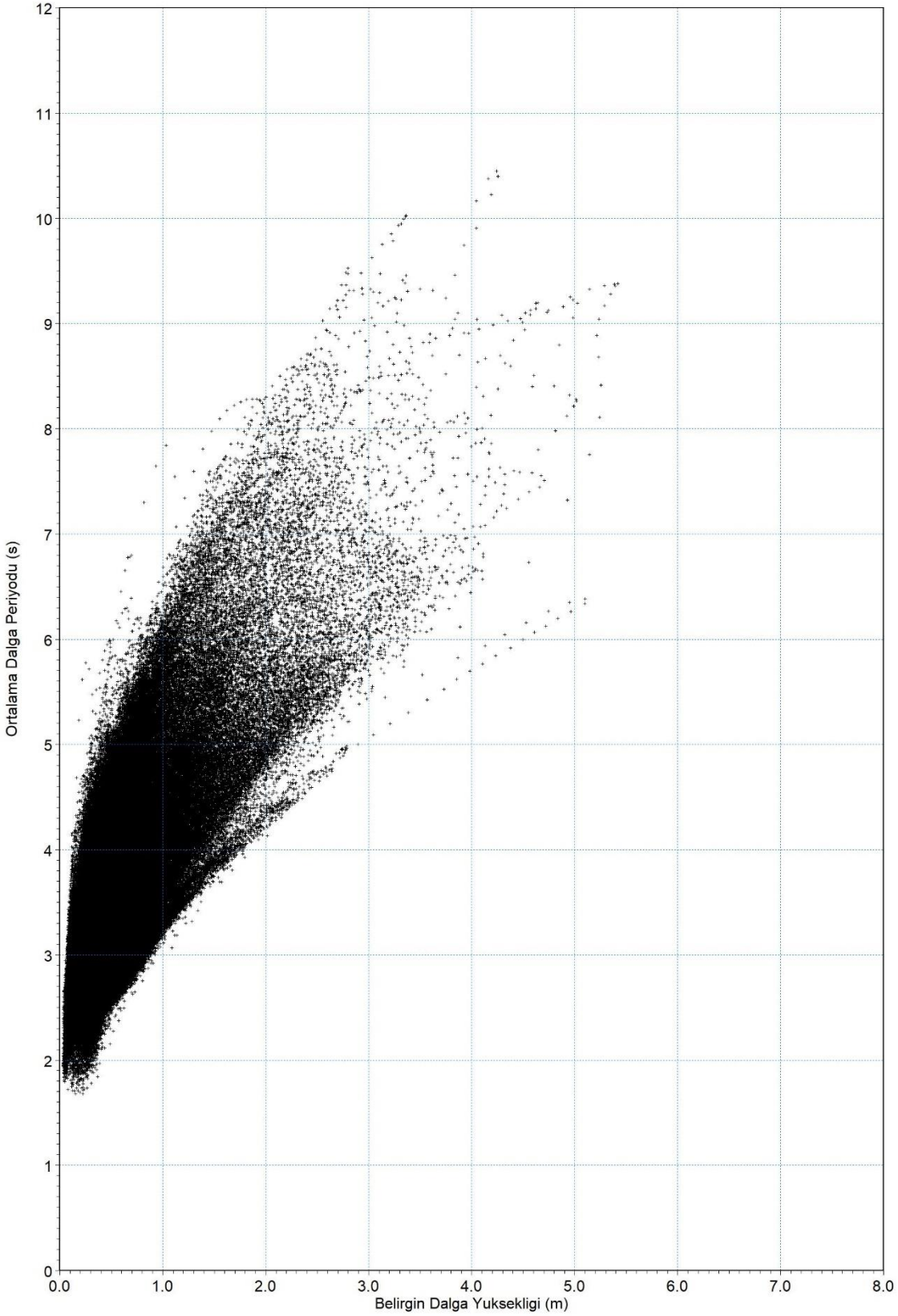
Akdeniz 13 (36.75 N; 31.00 E)



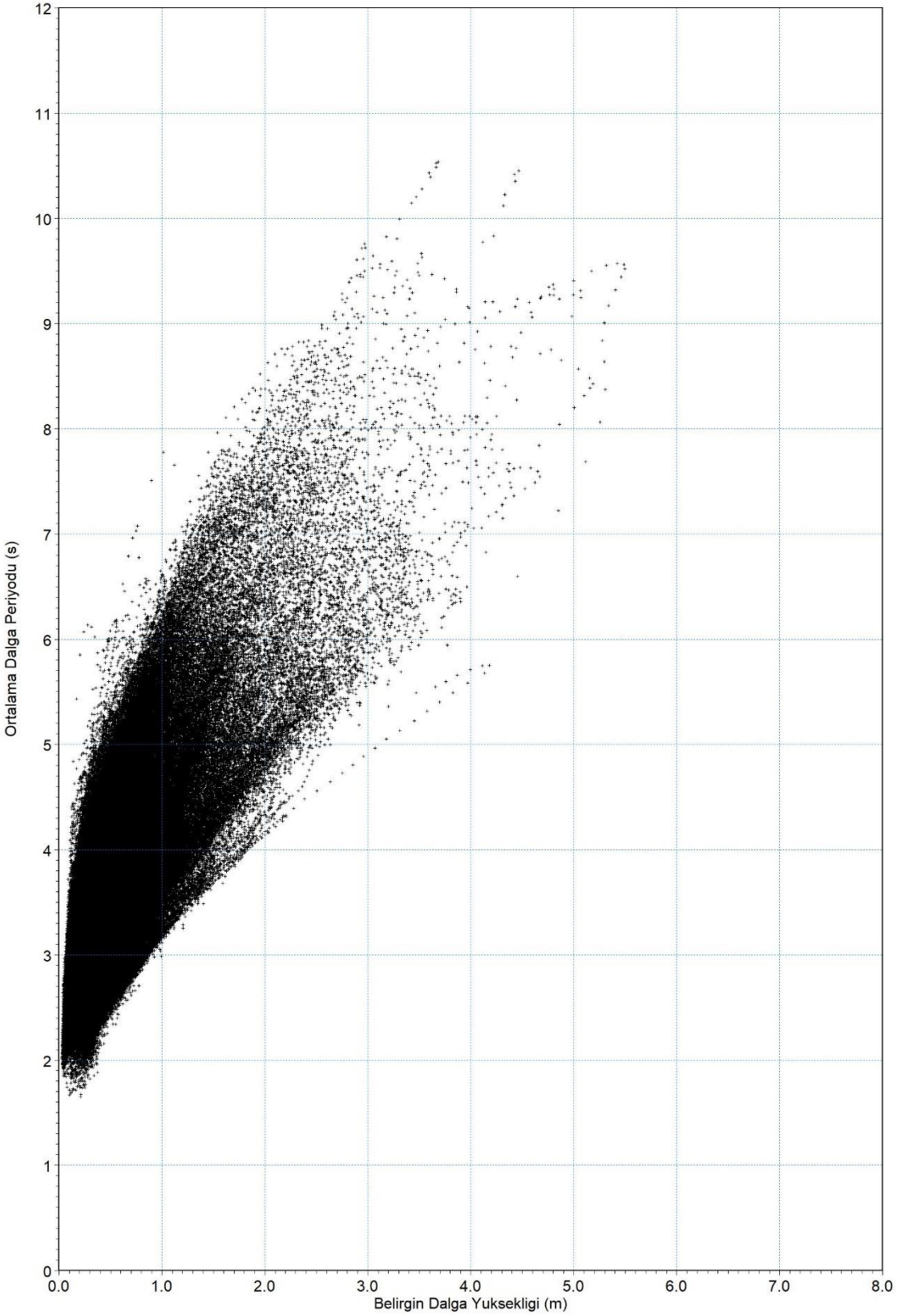
Akdeniz 14 (36.75 N; 31.30 E)



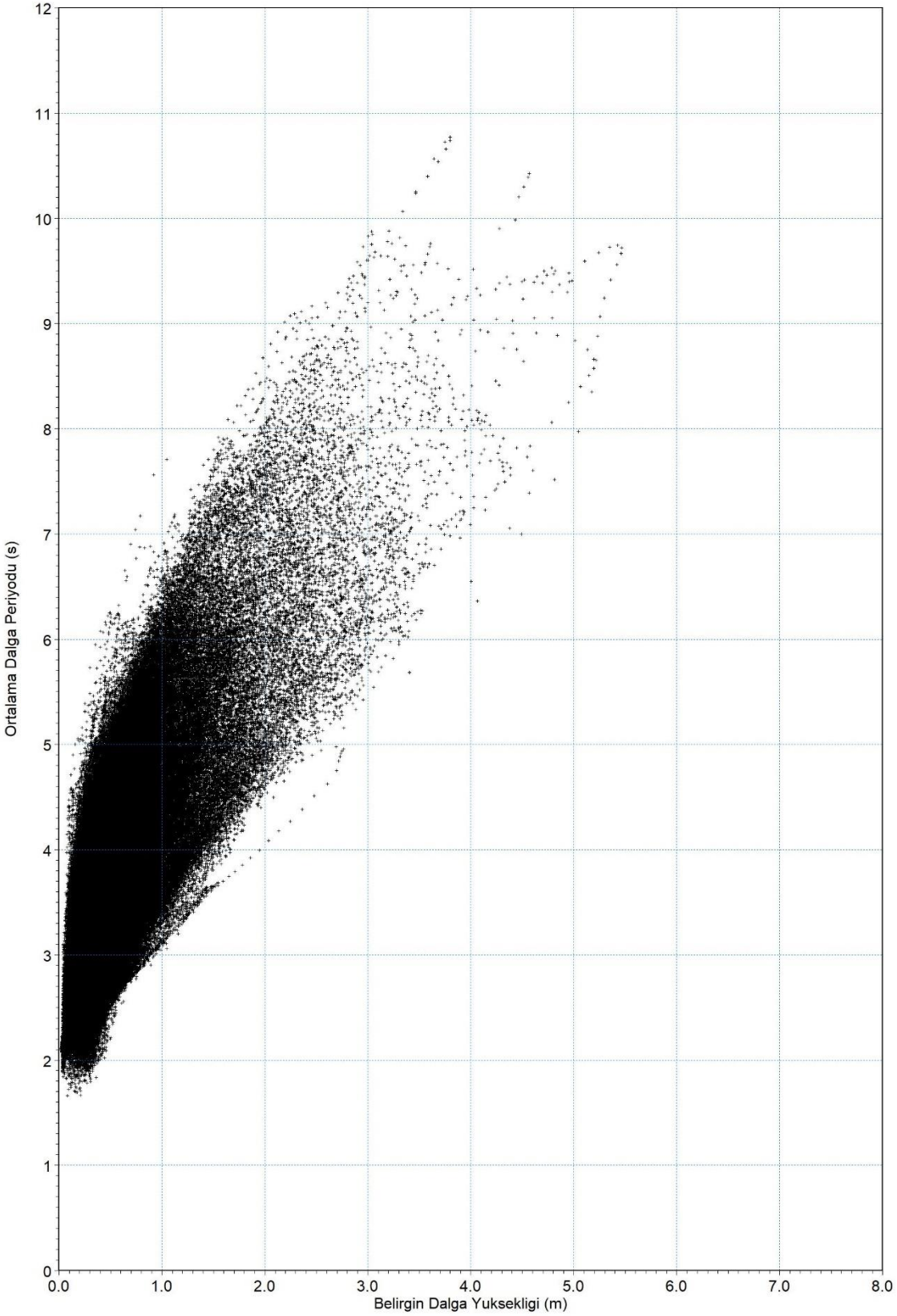
Akdeniz 15 (36.50 N; 31.30 E)



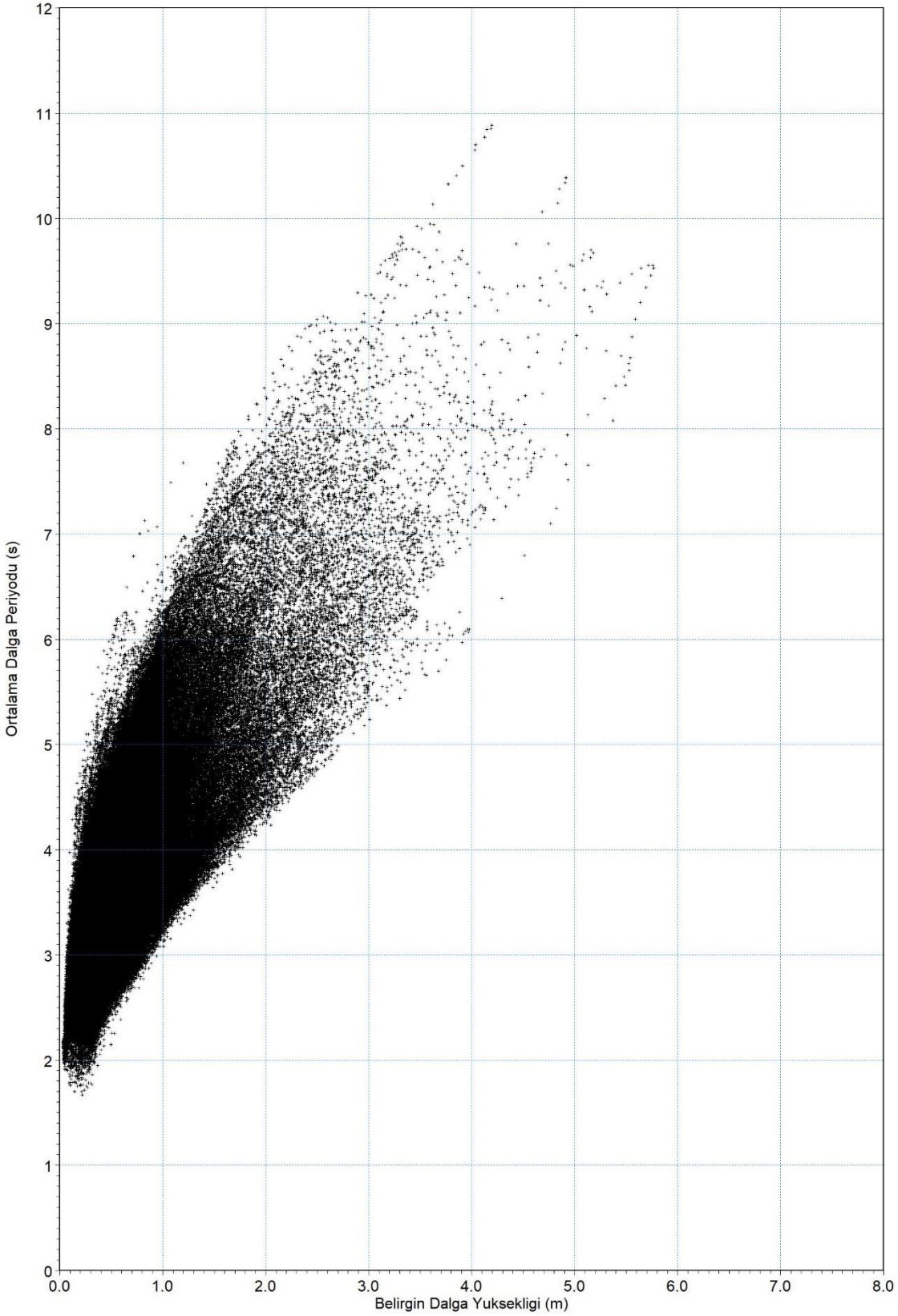
Akdeniz 16 (36.50 N; 31.60 E)



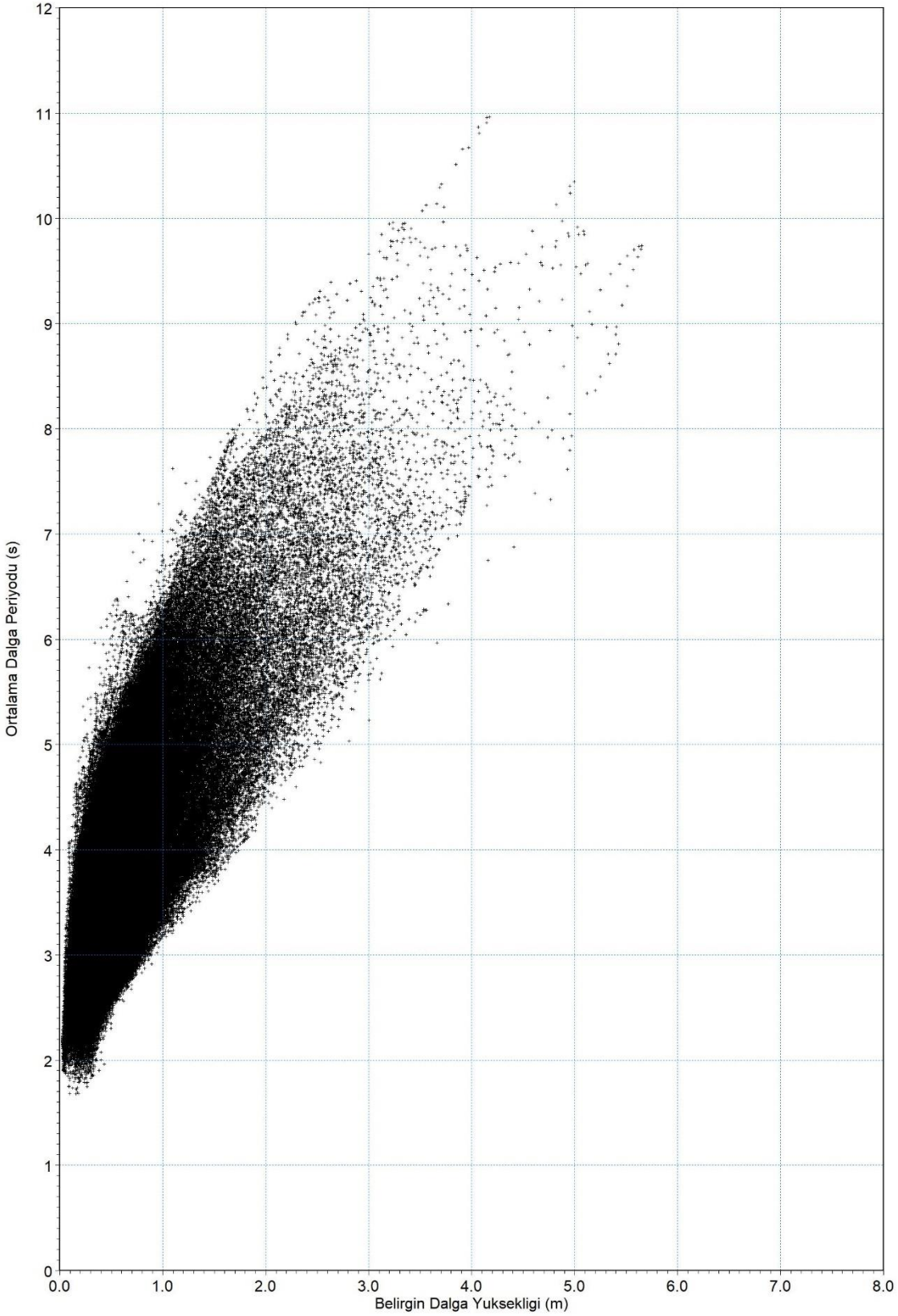
Akdeniz 17 (36.50 N; 31.90 E)



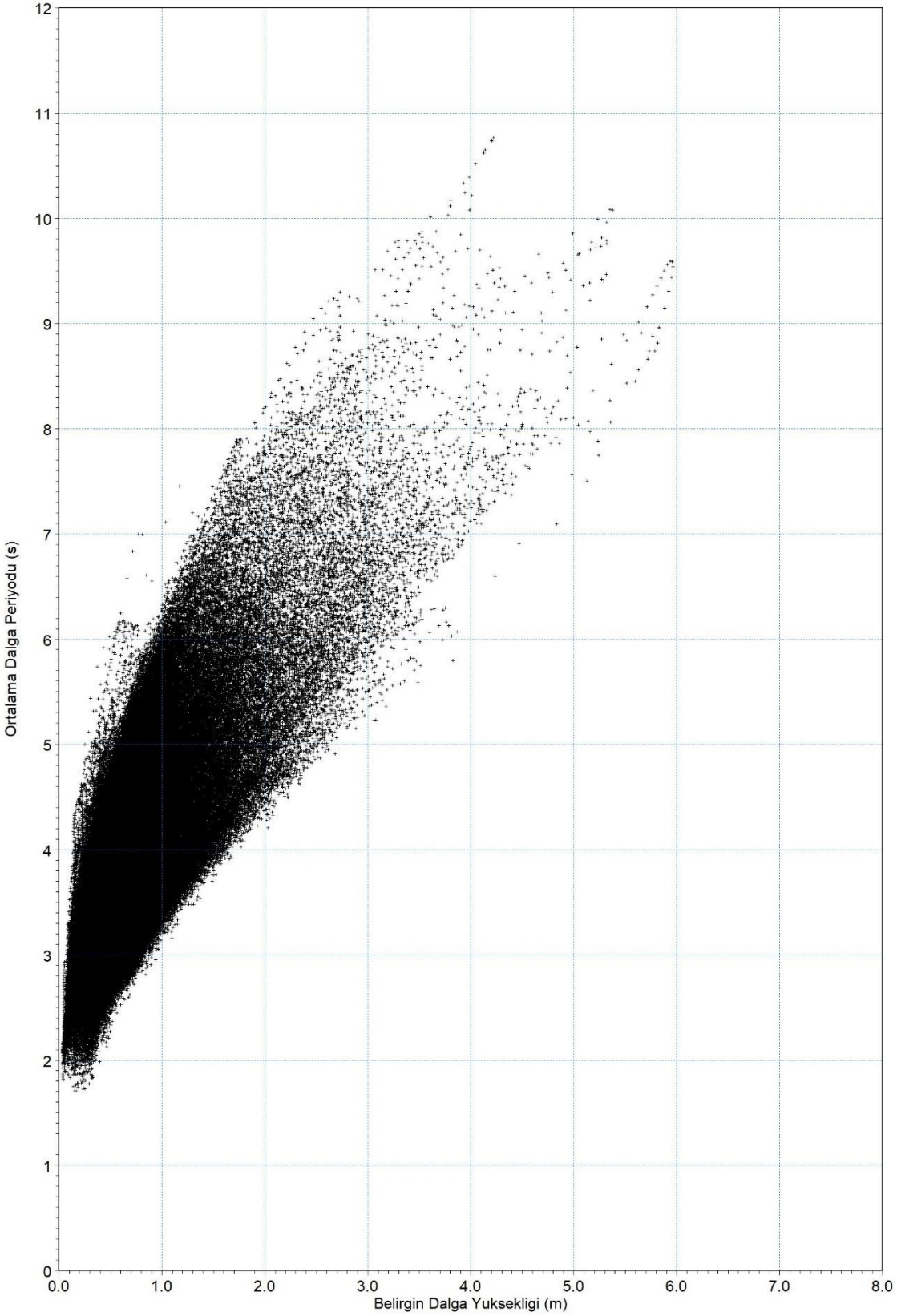
Akdeniz 18 (36.25 N; 31.90 E)



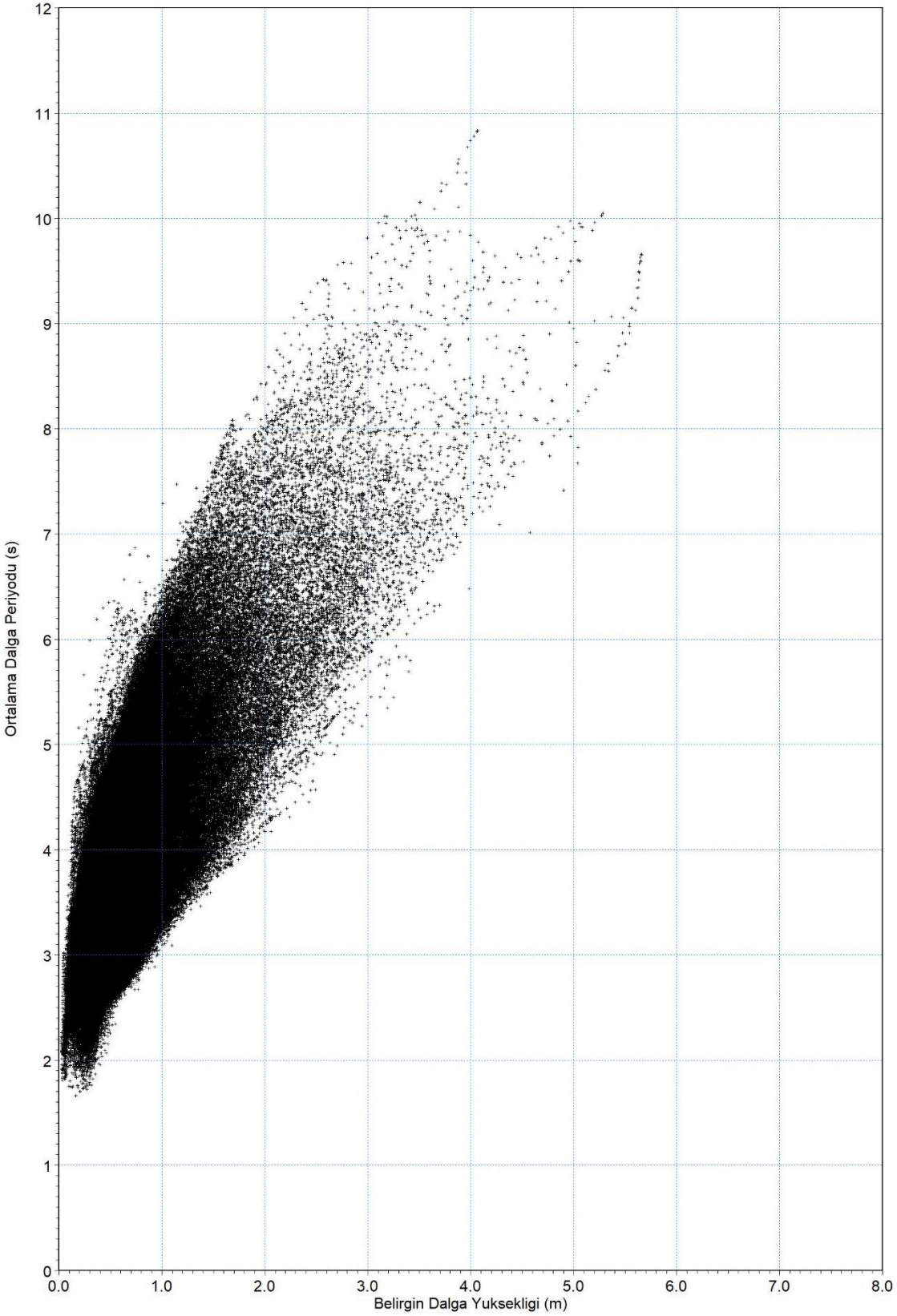
Akdeniz 19 (36.25 N; 32.20 E)



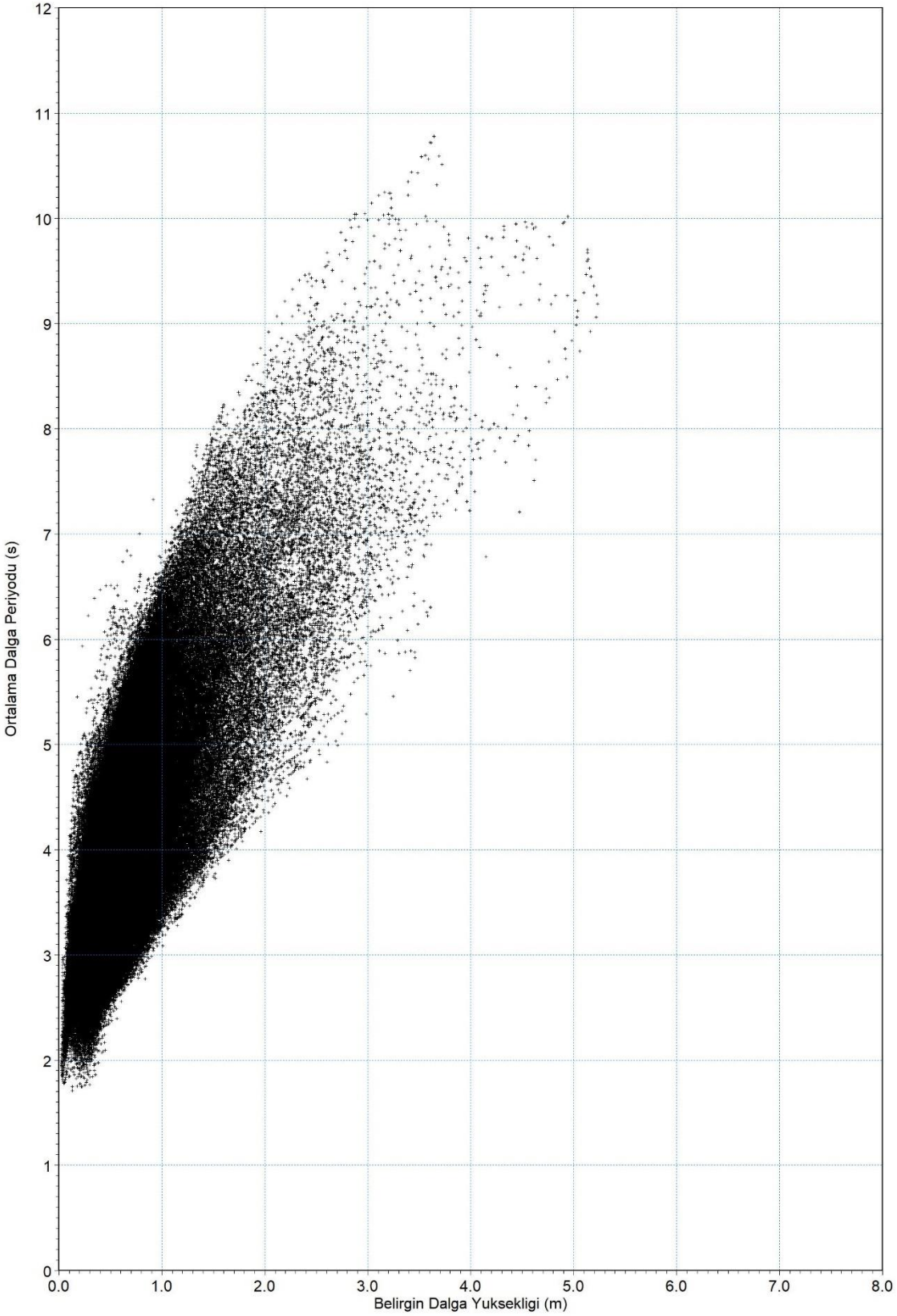
Akdeniz 20 (36.00 N; 32.20 E)



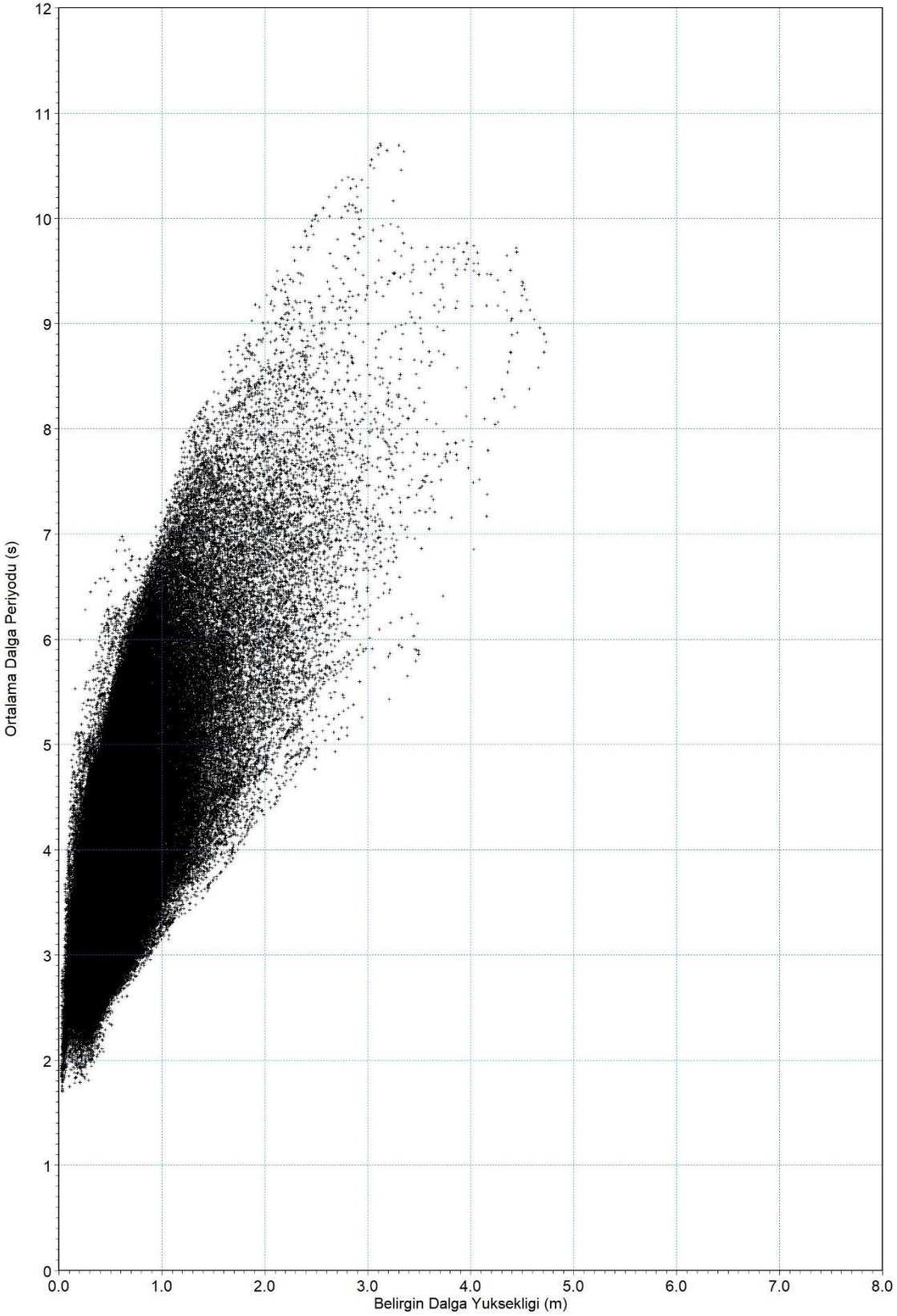
Akdeniz 21 (36.00 N; 32.50 E)



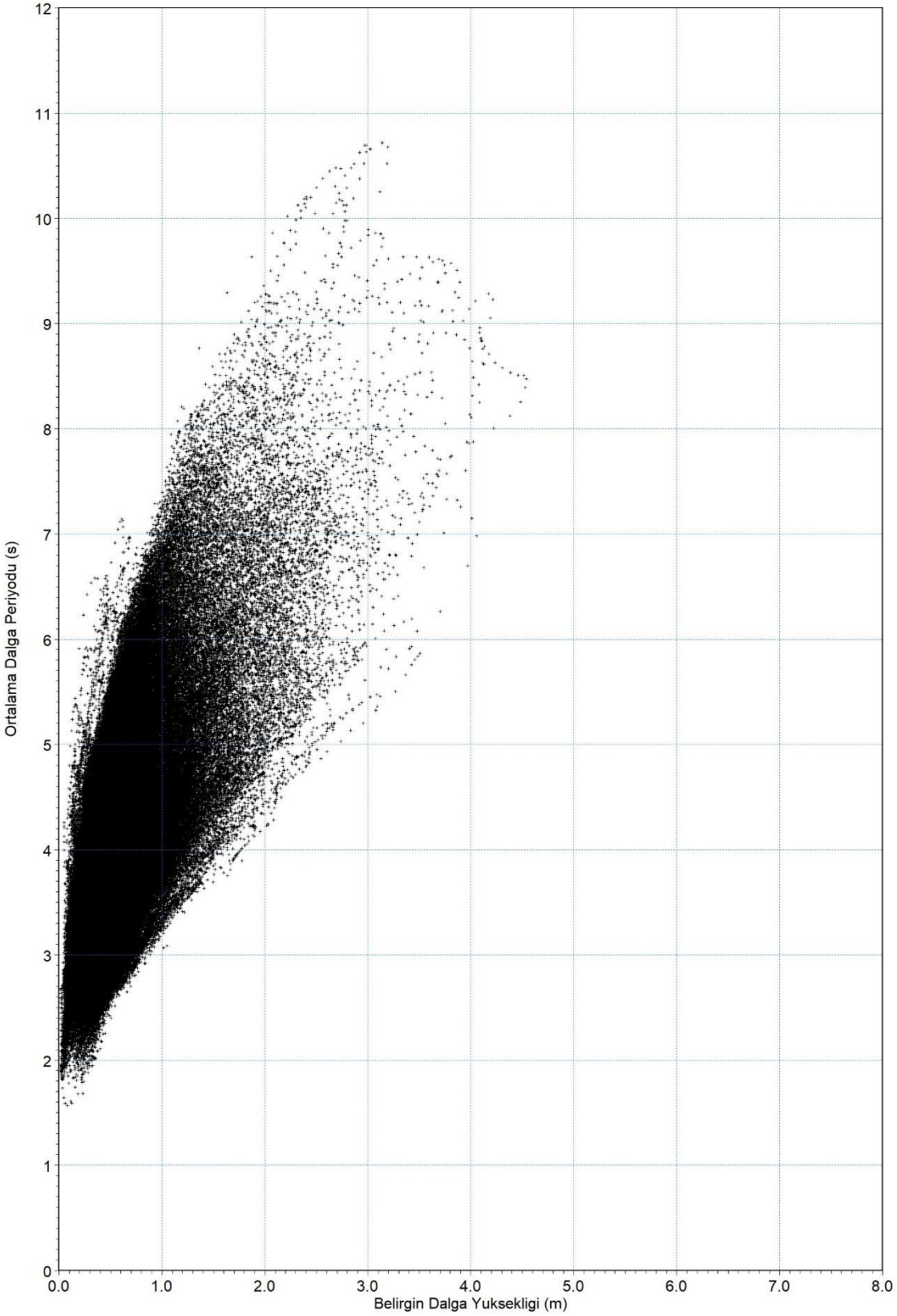
Akdeniz 22 (36.00 N; 32.80 E)



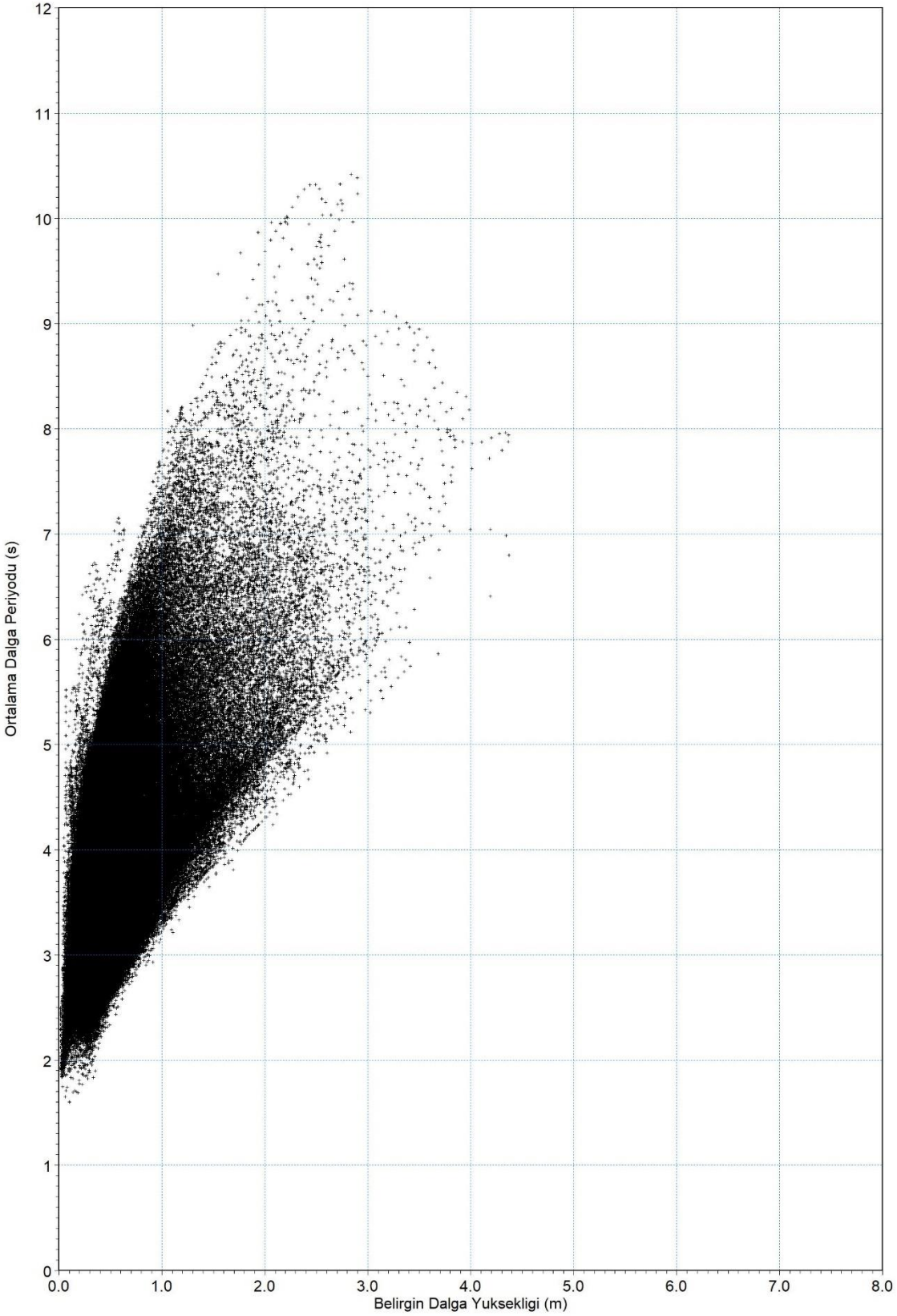
Akdeniz 23 (36.00 N; 33.10 E)



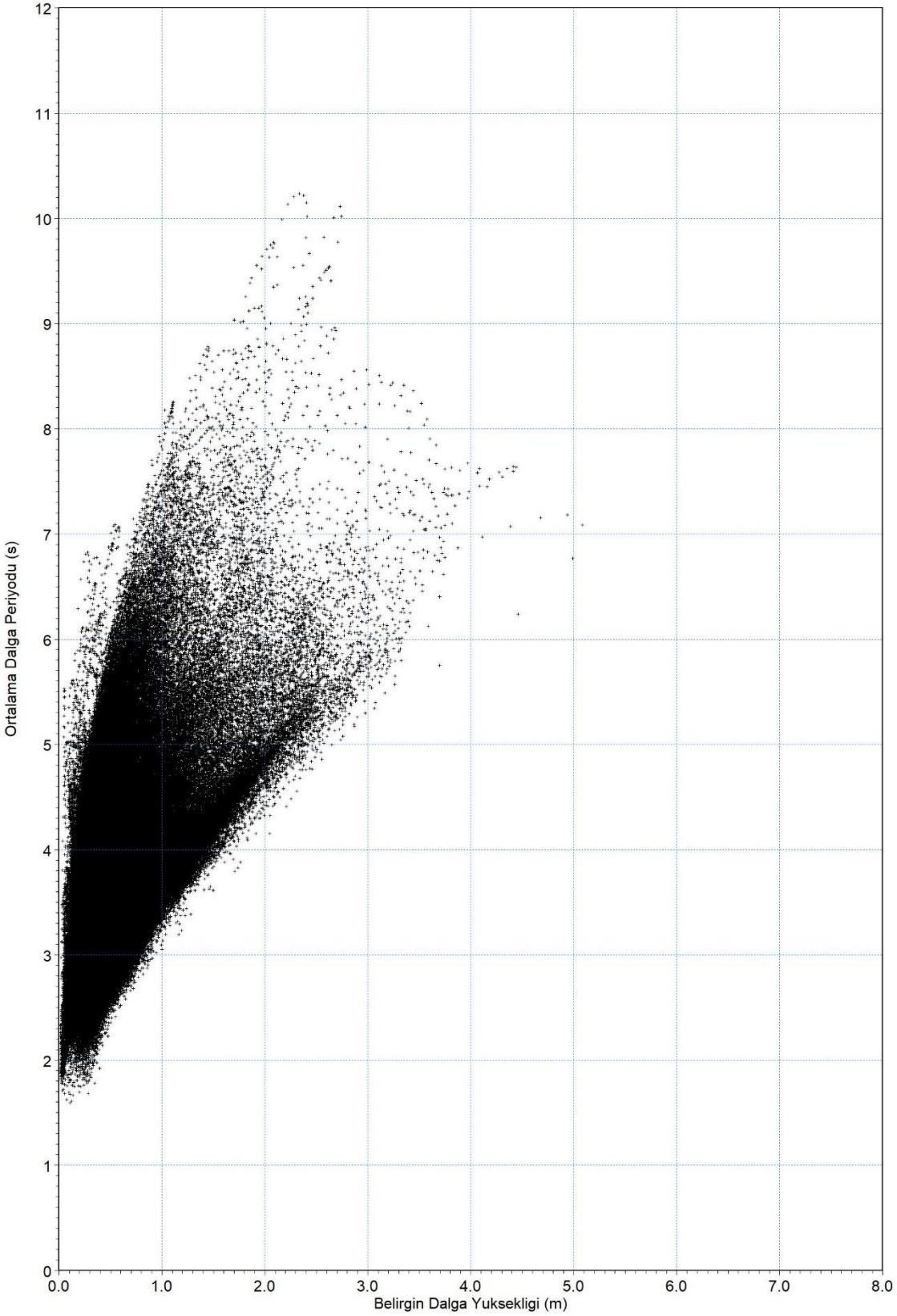
Akdeniz 24 (36.00 N; 33.40 E)



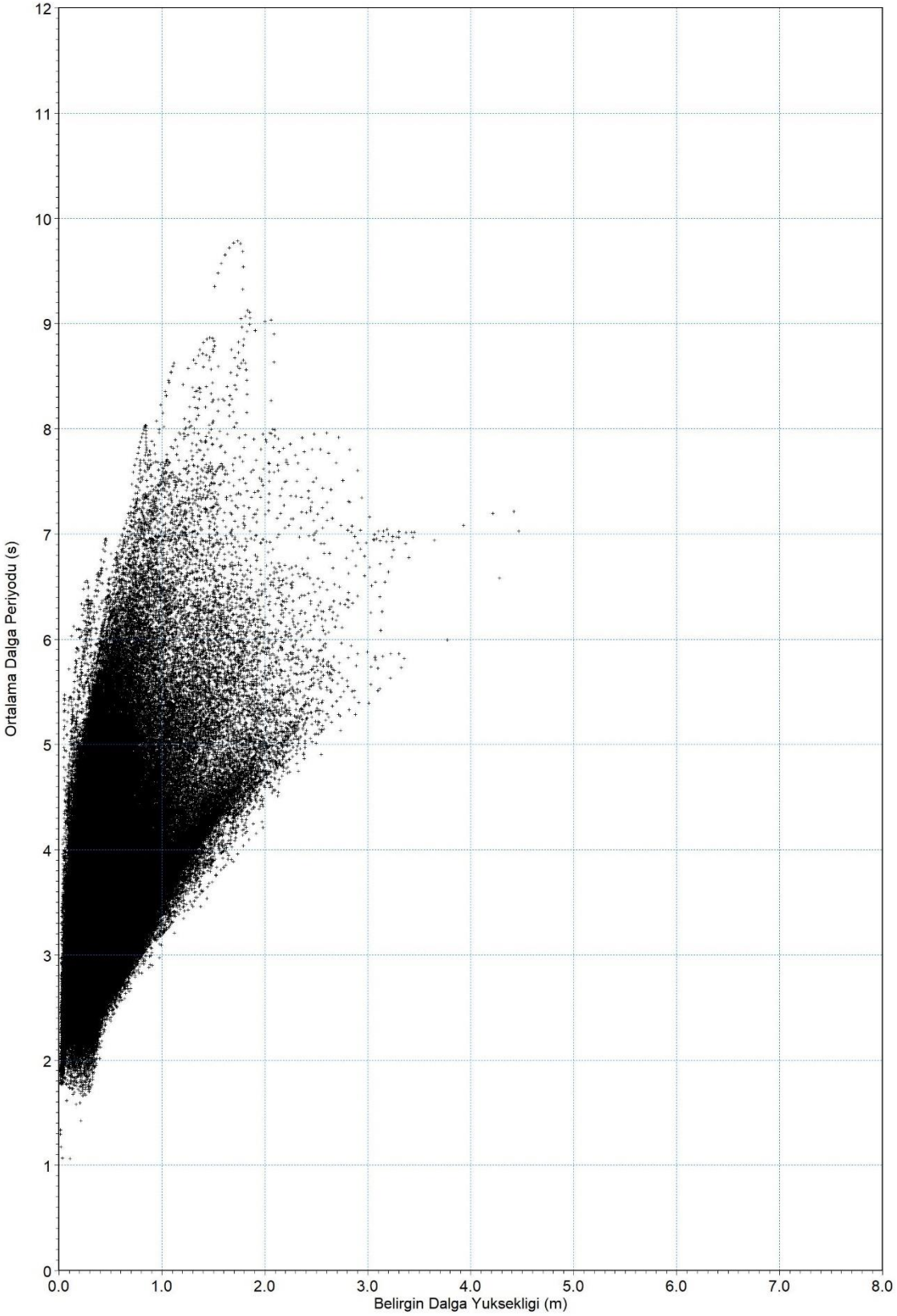
Akdeniz 25 (36.00 N; 33.70 E)



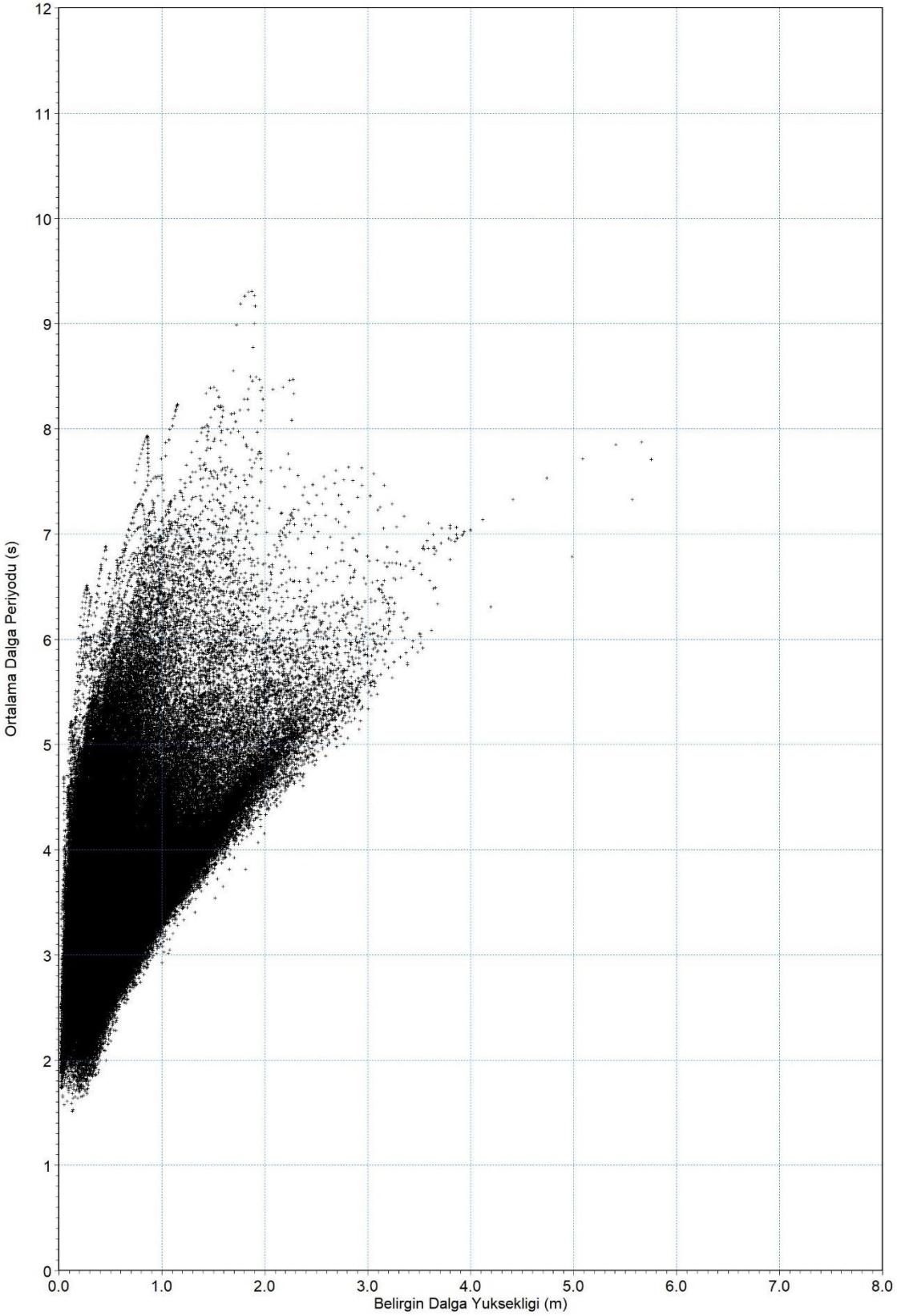
Akdeniz 26 (36.00 N; 34.00 E)



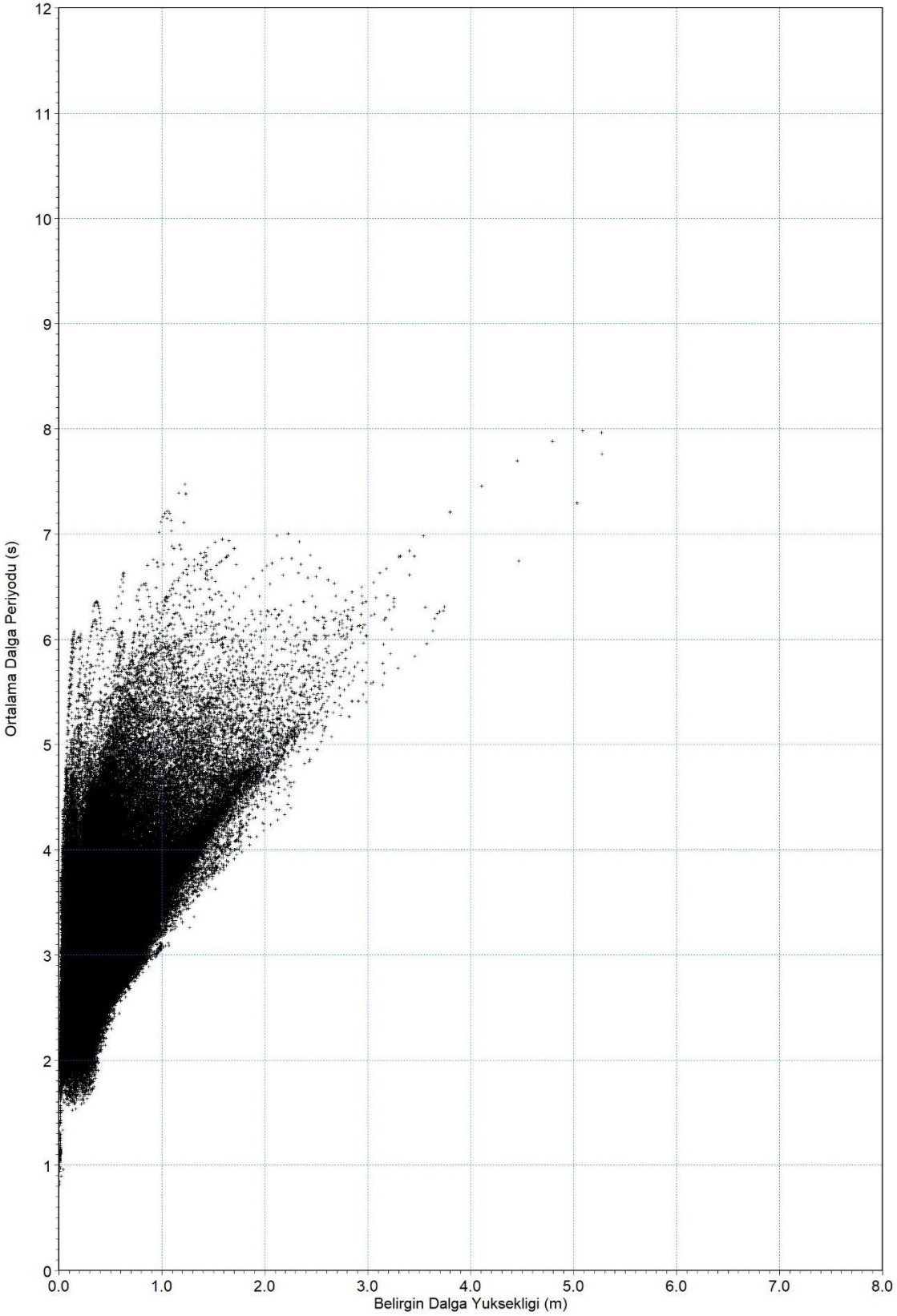
Akdeniz 27 (36.25 N; 34.00 E)



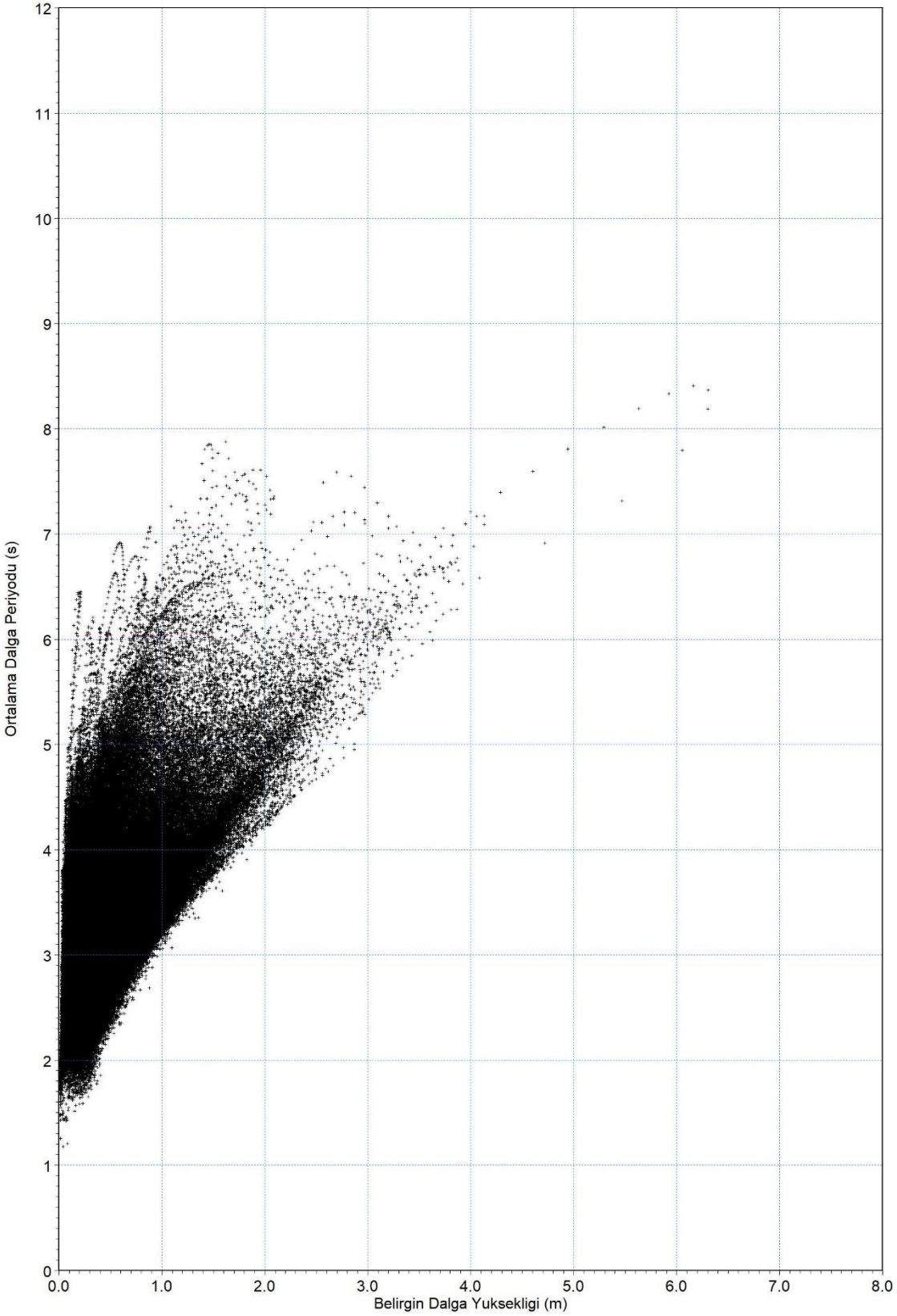
Akdeniz 28 (36.25 N; 34.30 E)



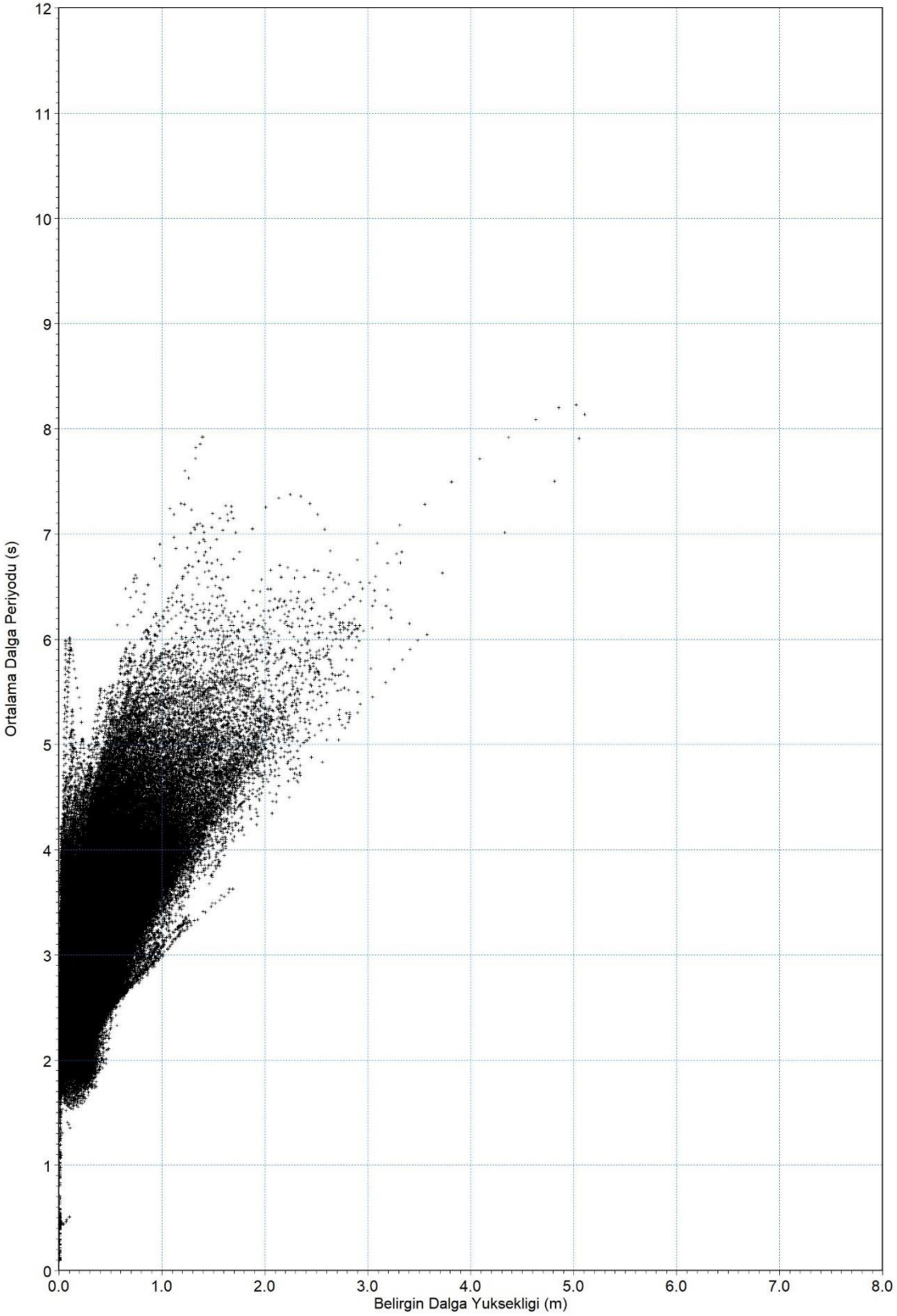
Akdeniz 29 (36.50 N; 34.30 E)



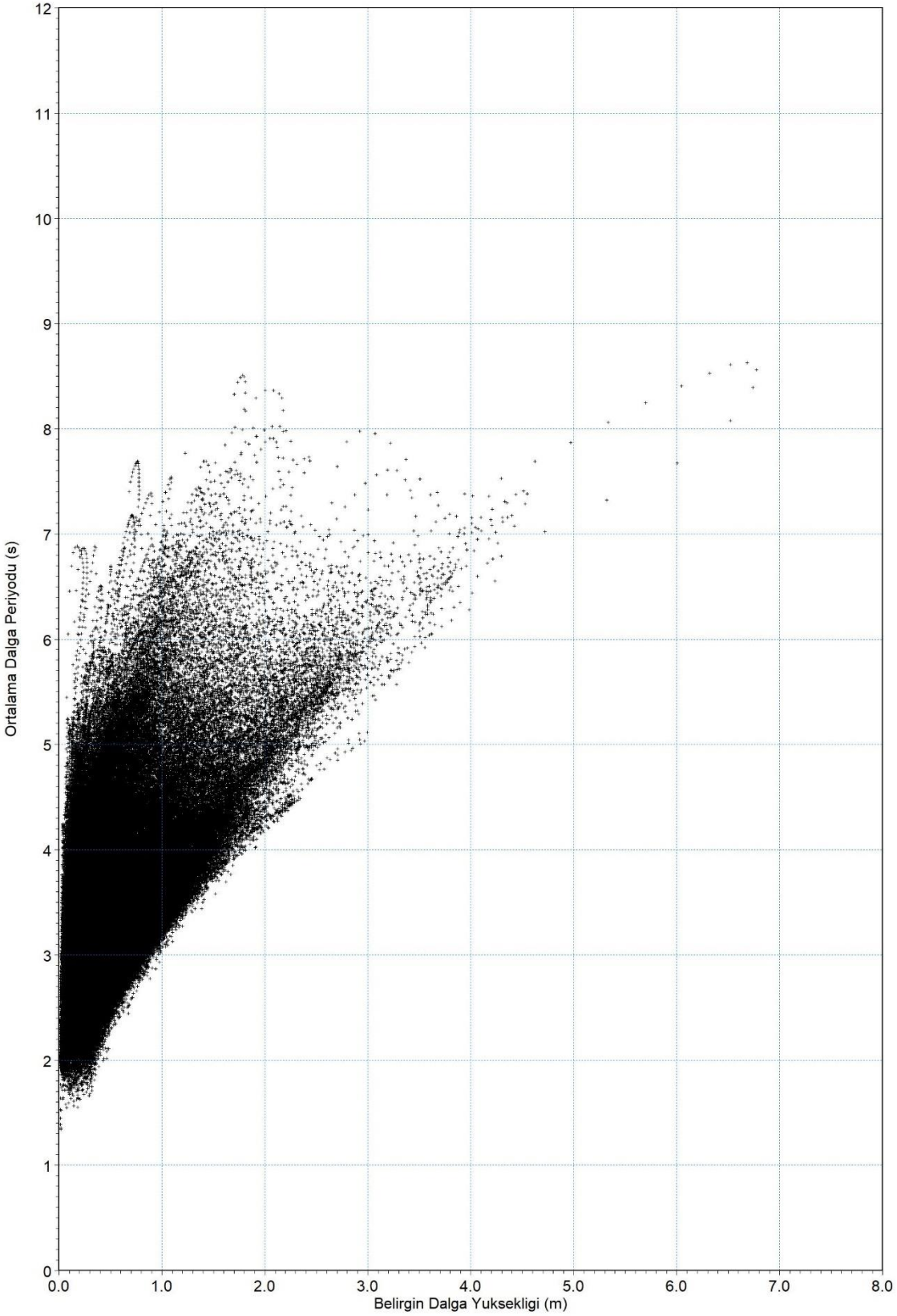
Akdeniz 30 (36.50 N; 34.60 E)



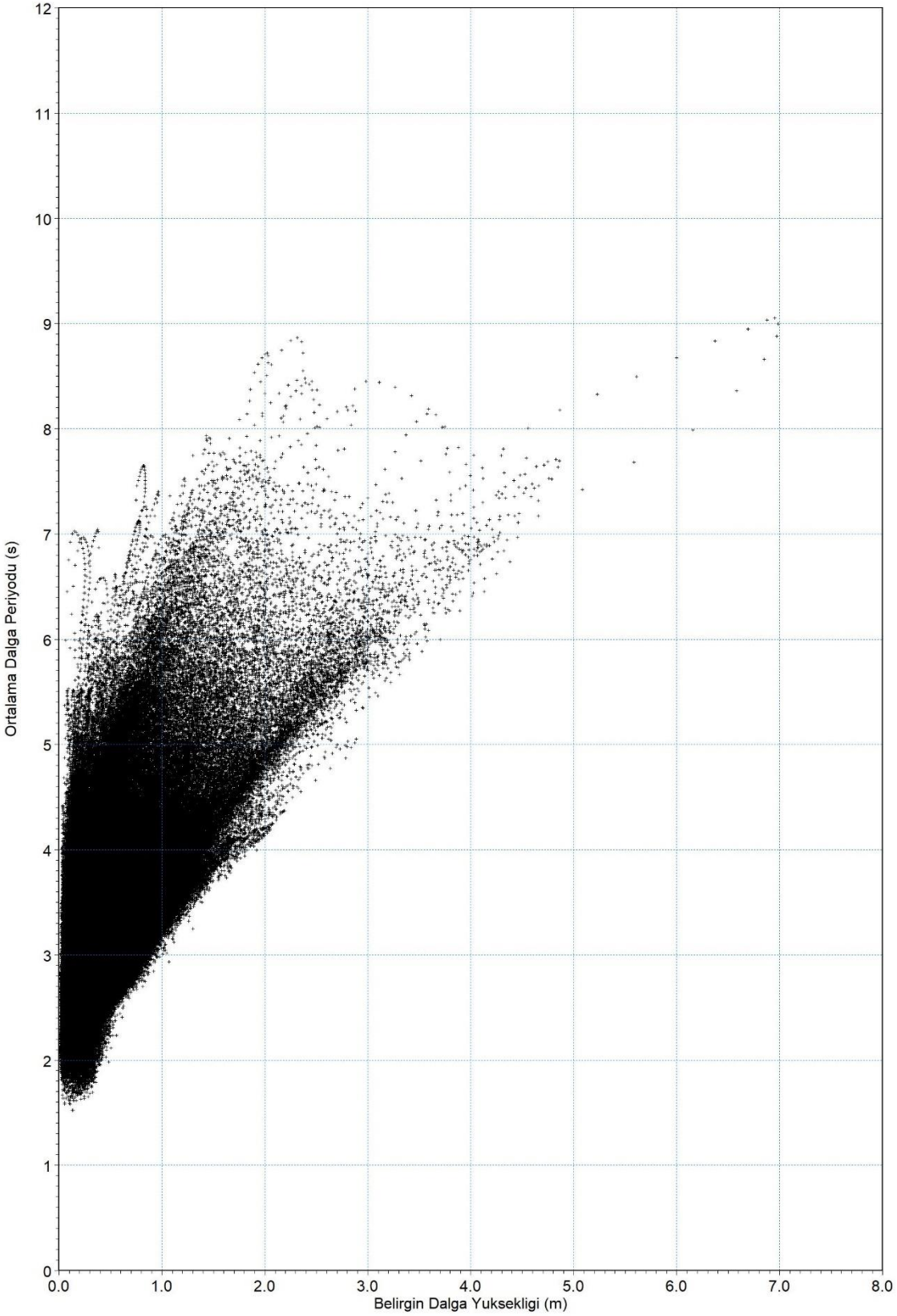
Akdeniz 31 (36.75 N; 34.60 E)



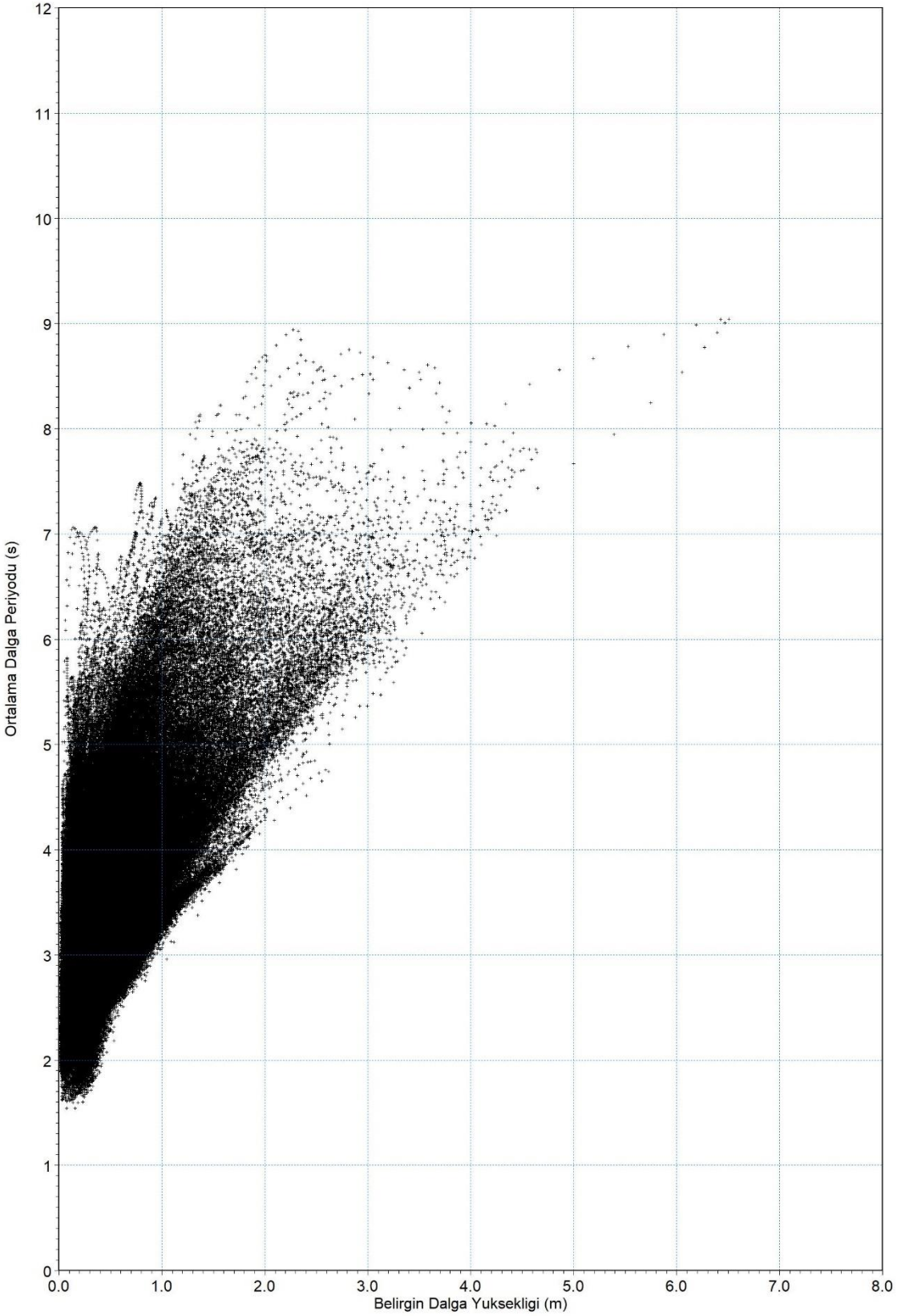
Akdeniz 32 (36.50 N; 34.90 E)



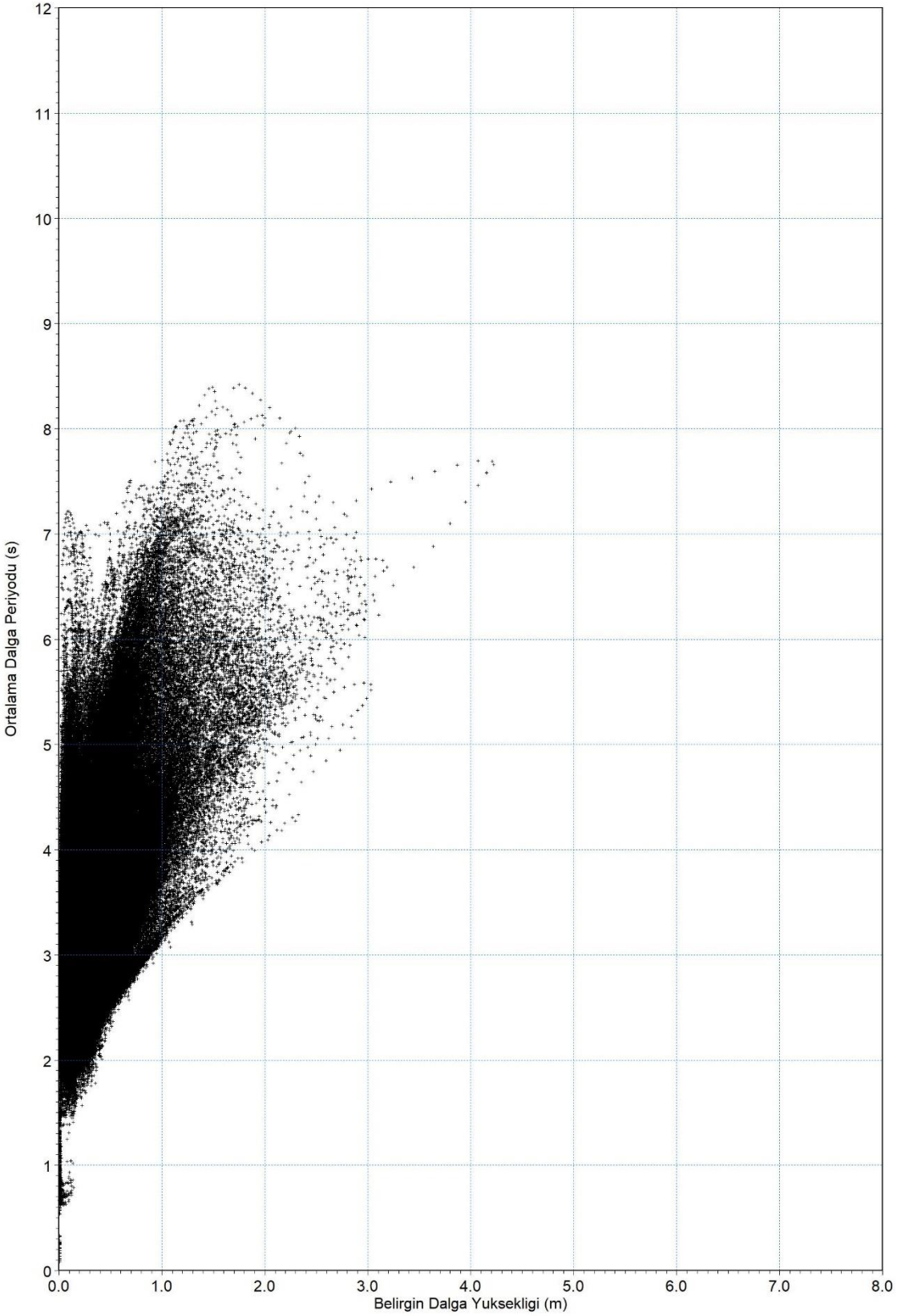
Akdeniz 33 (36.50 N; 35.20 E)



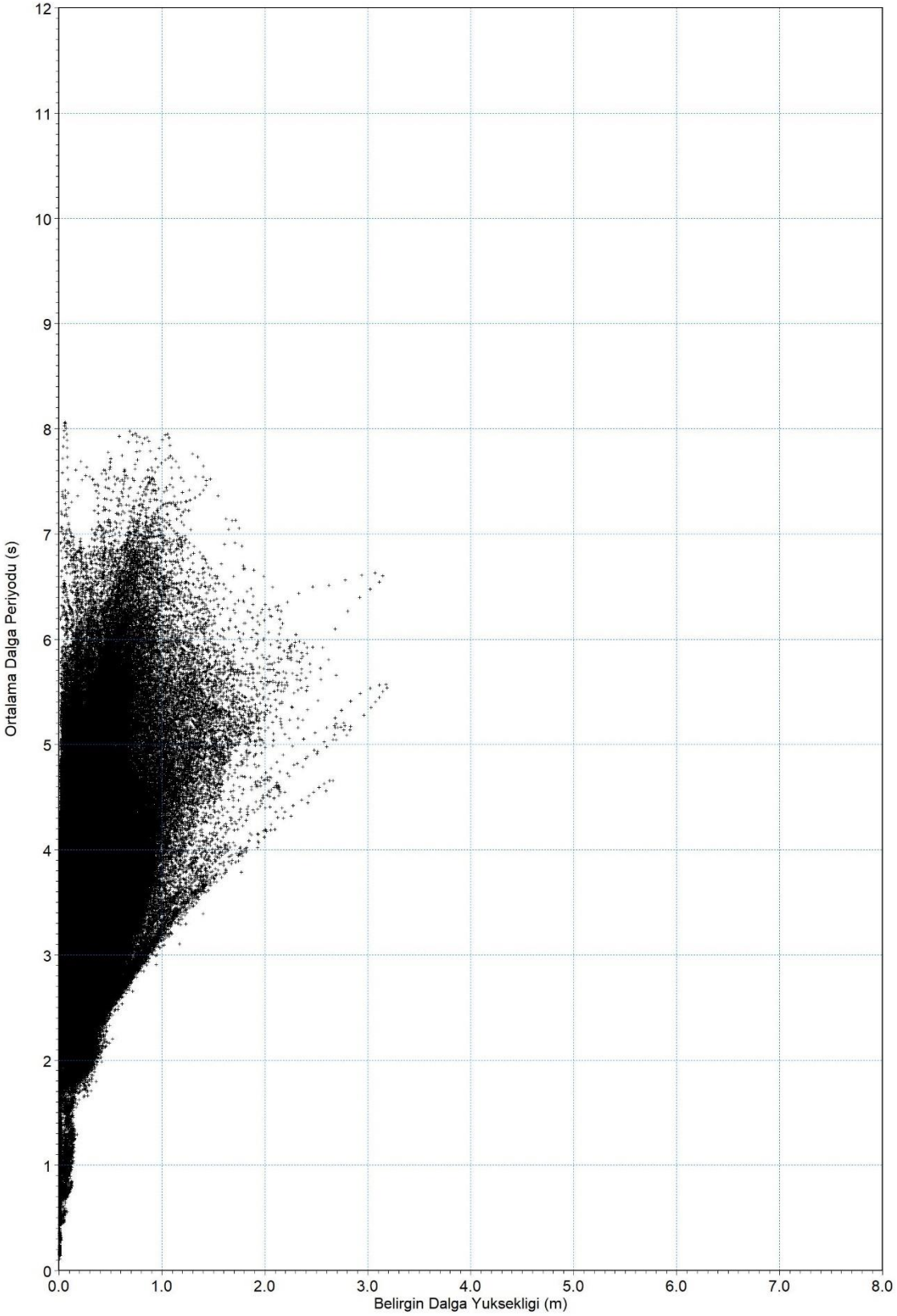
Akdeniz 34 (36.50 N; 35.50 E)



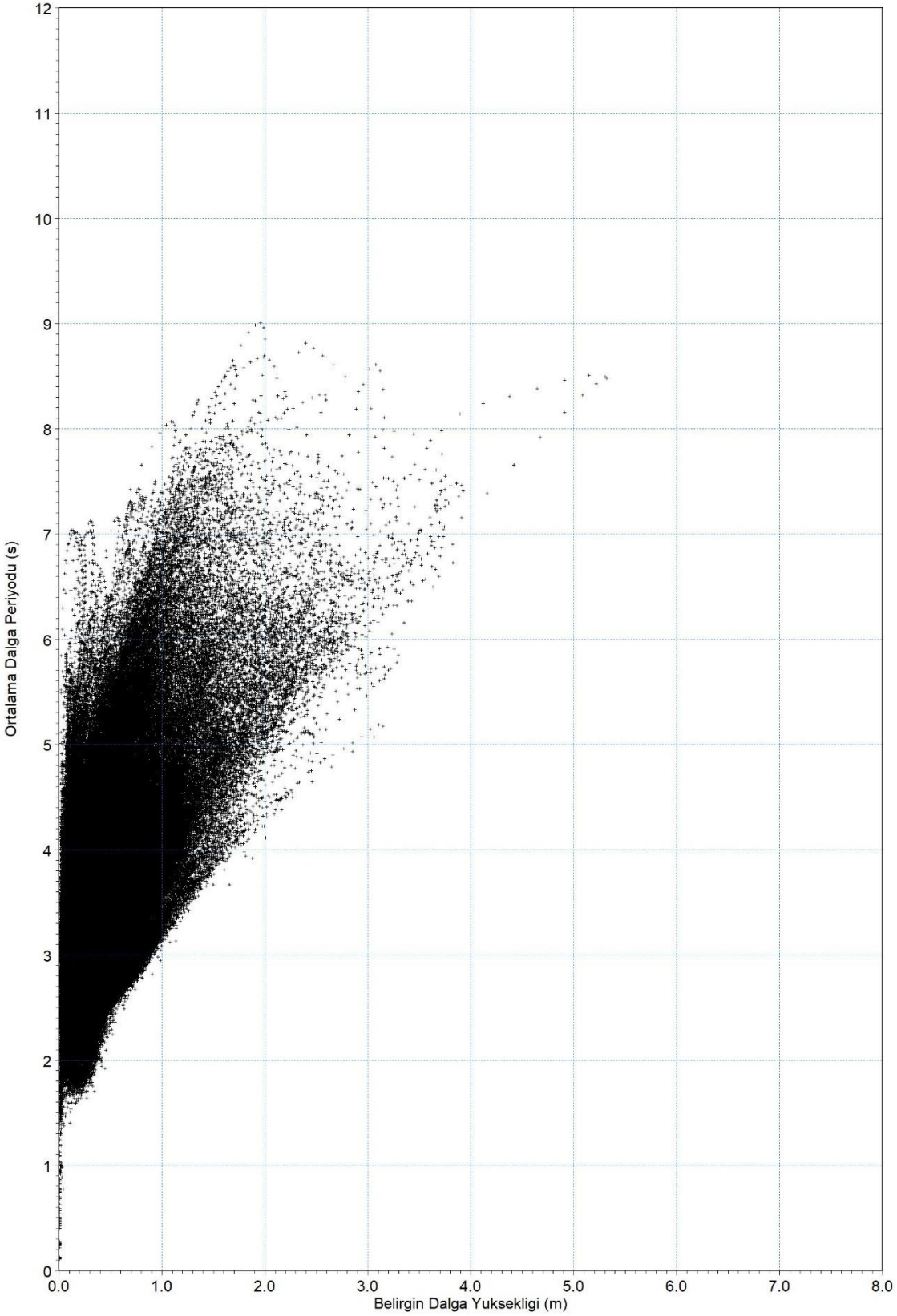
Akdeniz 35 (36.75 N; 35.80 E)



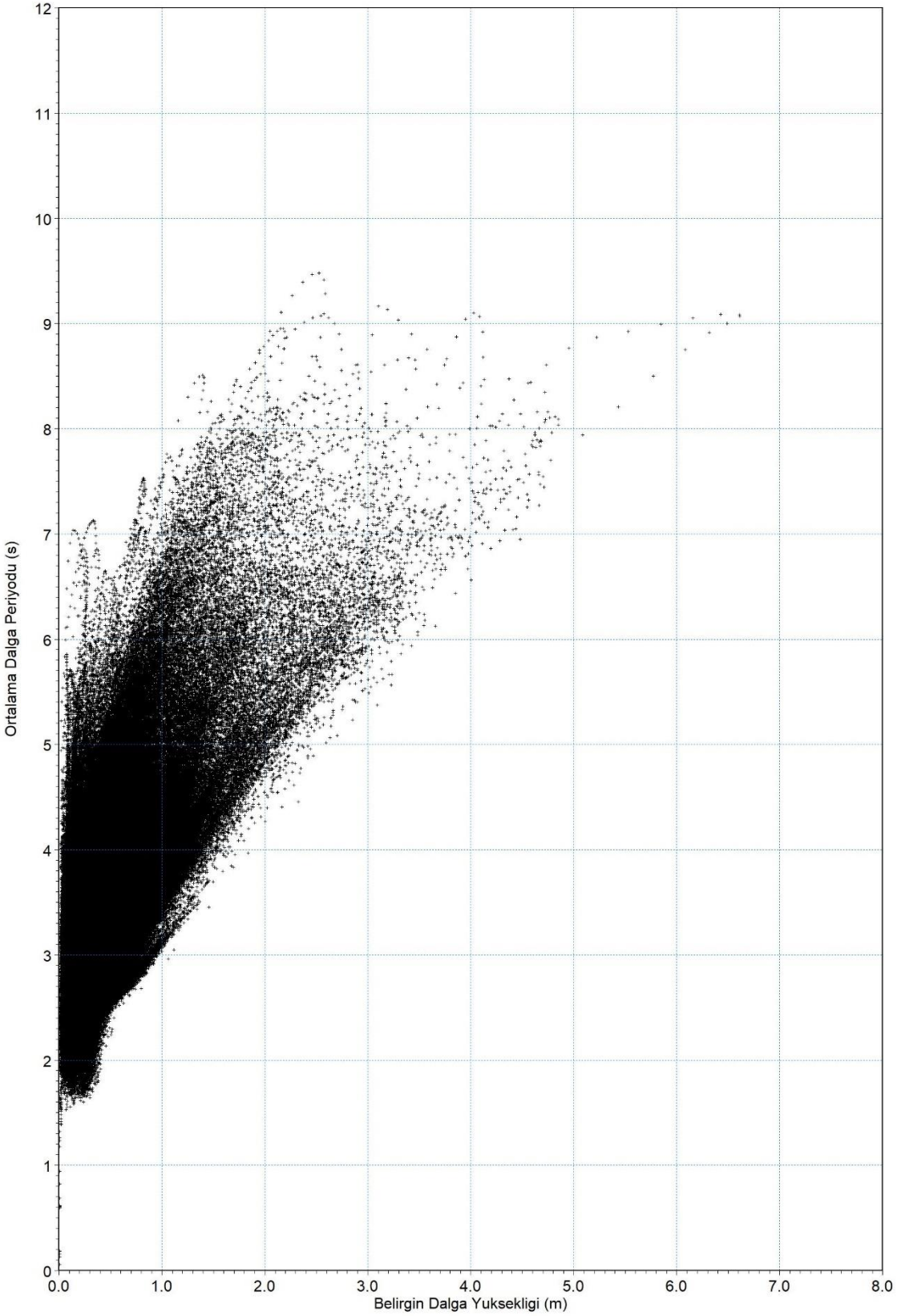
Akdeniz 36 (36.75 N; 36.10 E)



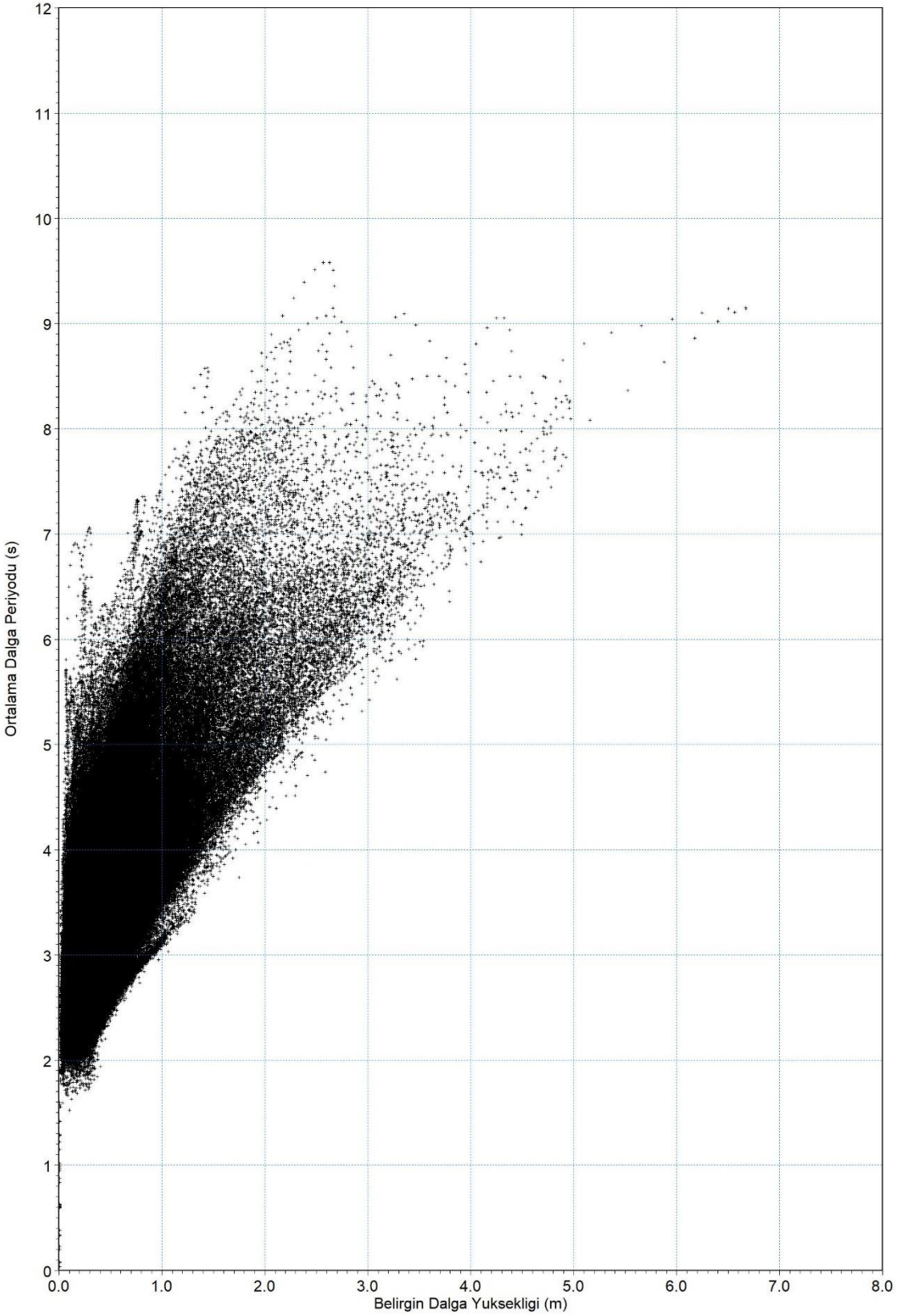
Akdeniz 37 (36.50 N; 35.80 E)



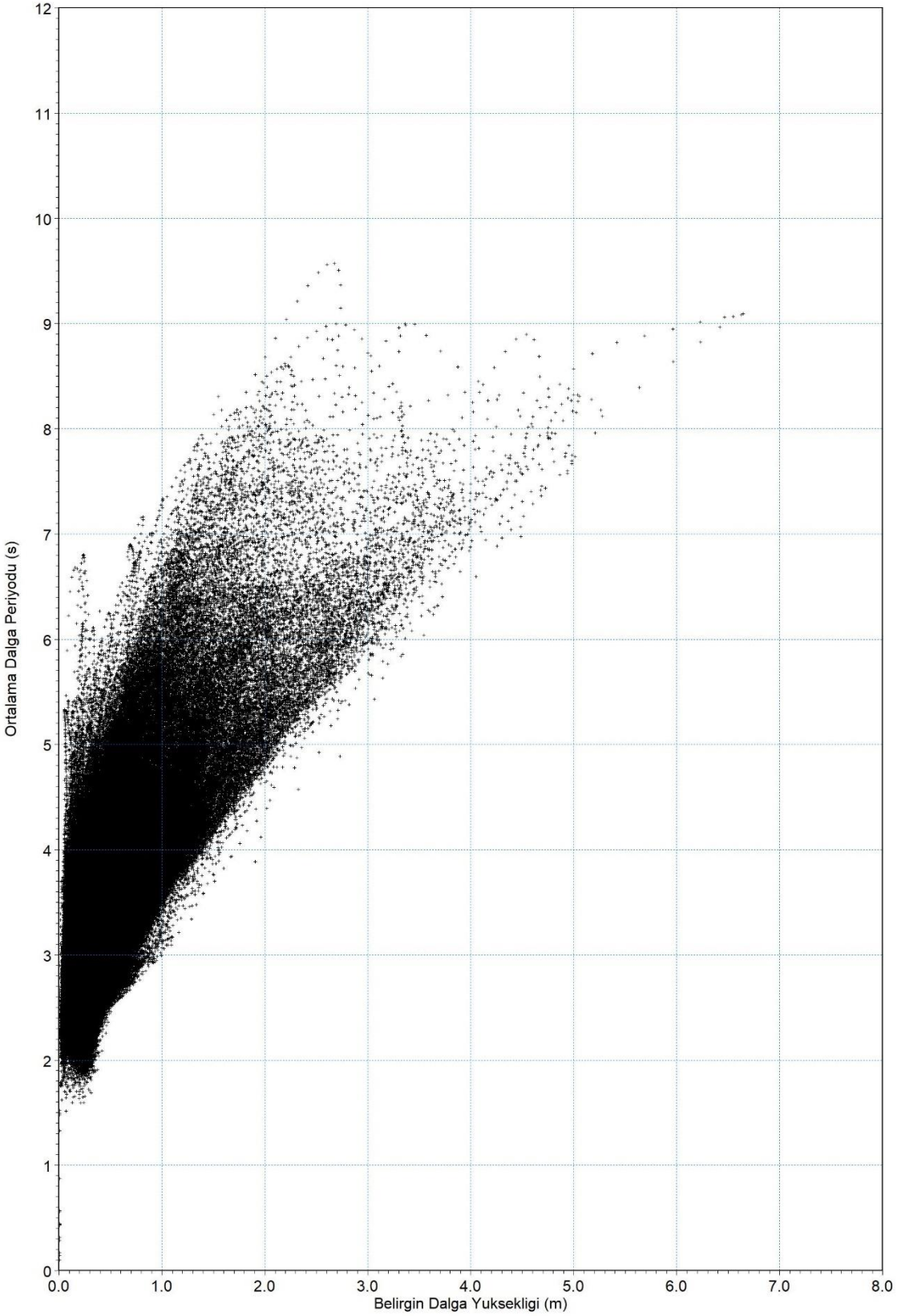
Akdeniz 38 (36.25 N; 35.80 E)



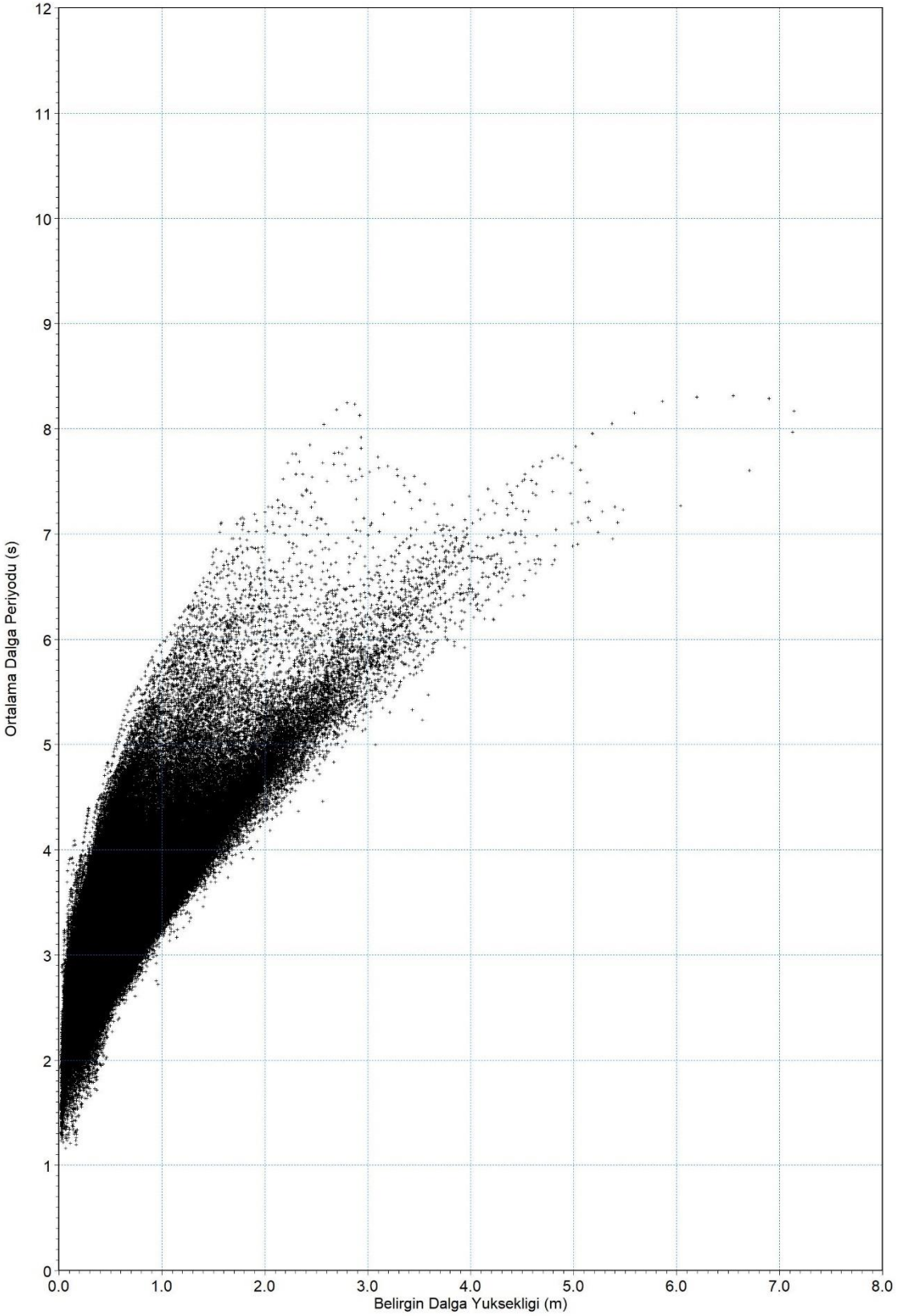
Akdeniz 39 (36.00 N; 35.80 E)



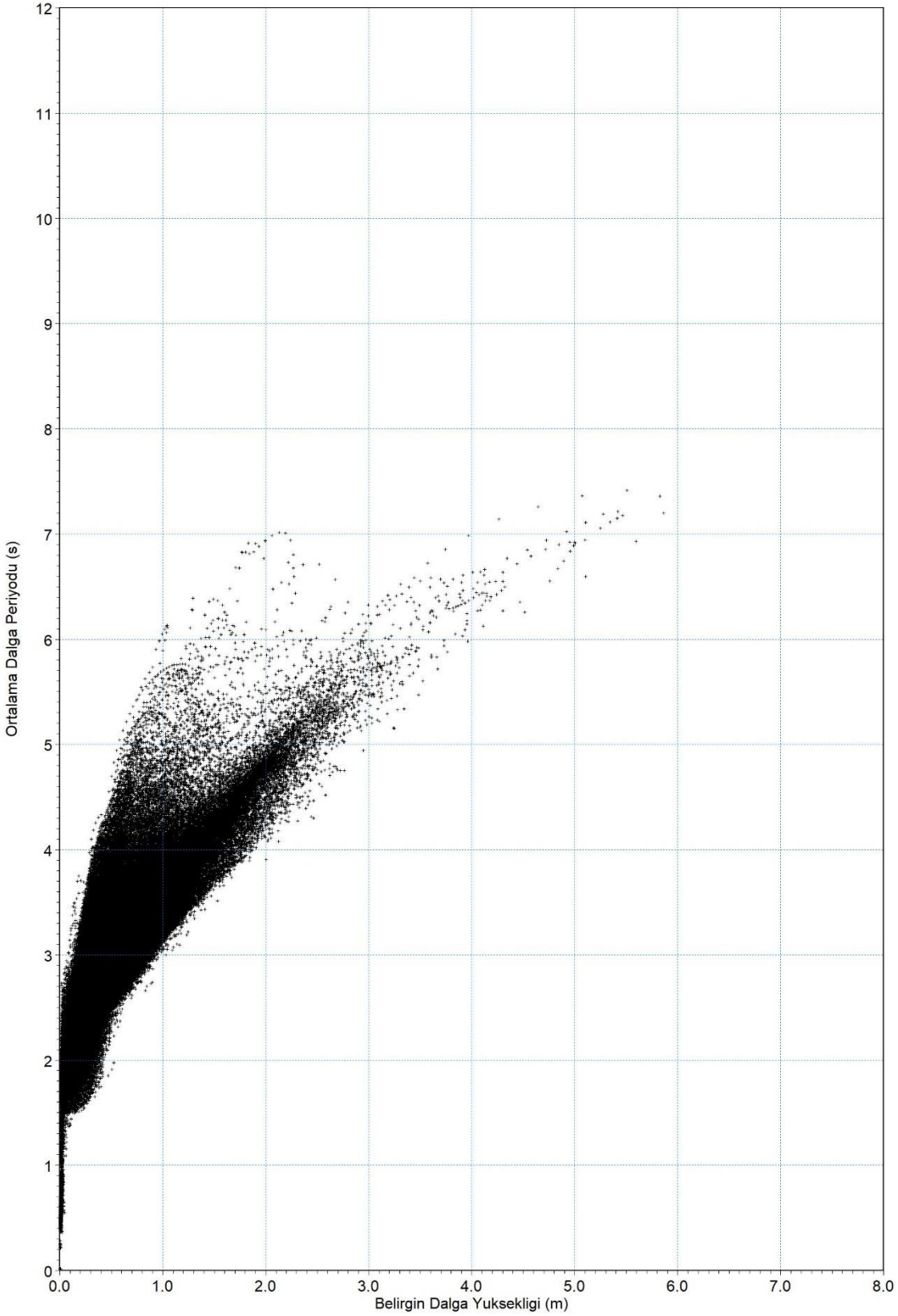
Akdeniz 40 (35.75 N; 35.80 E)



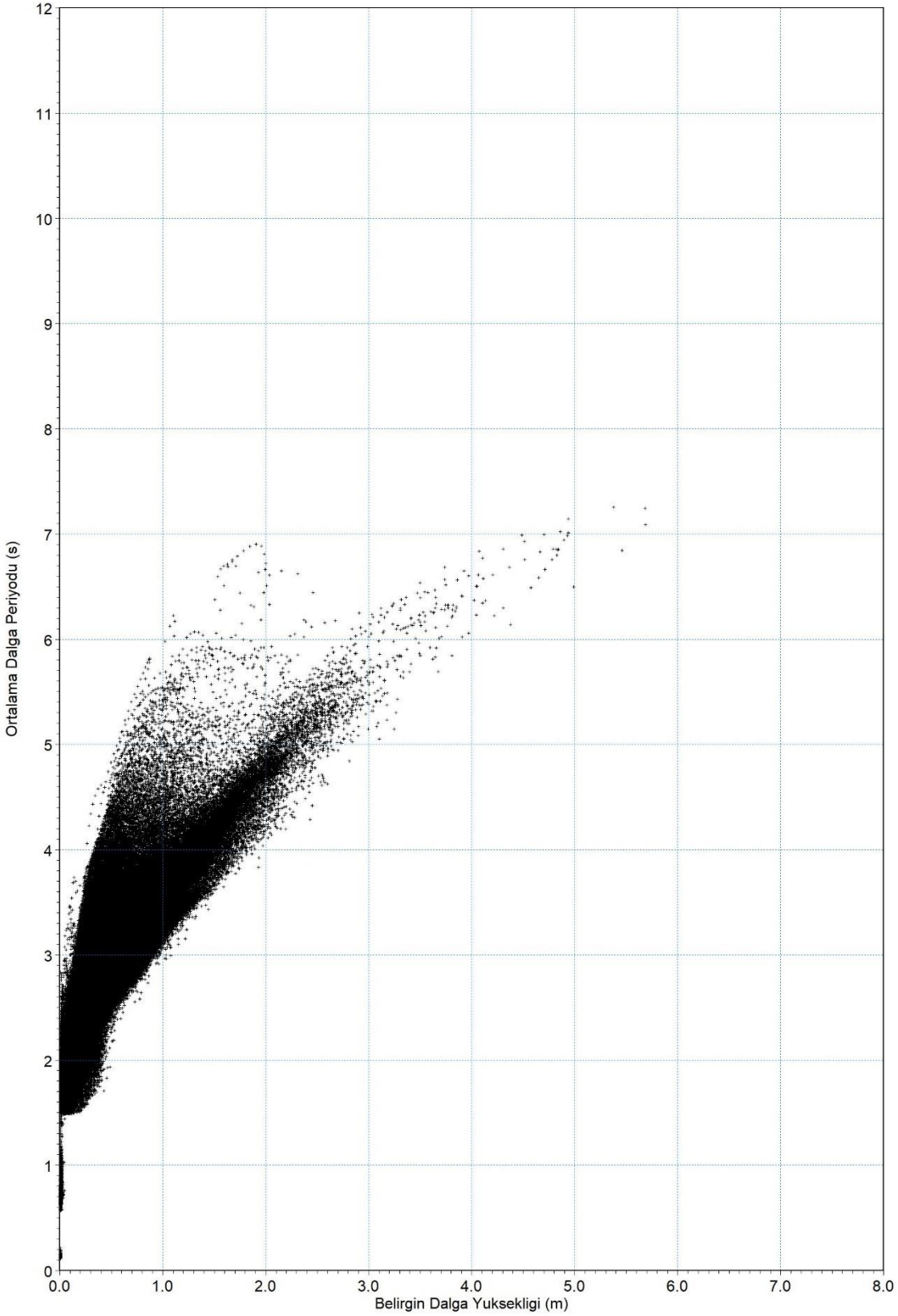
Akdeniz 41 (34.91704722 N; 34.08430833 E)



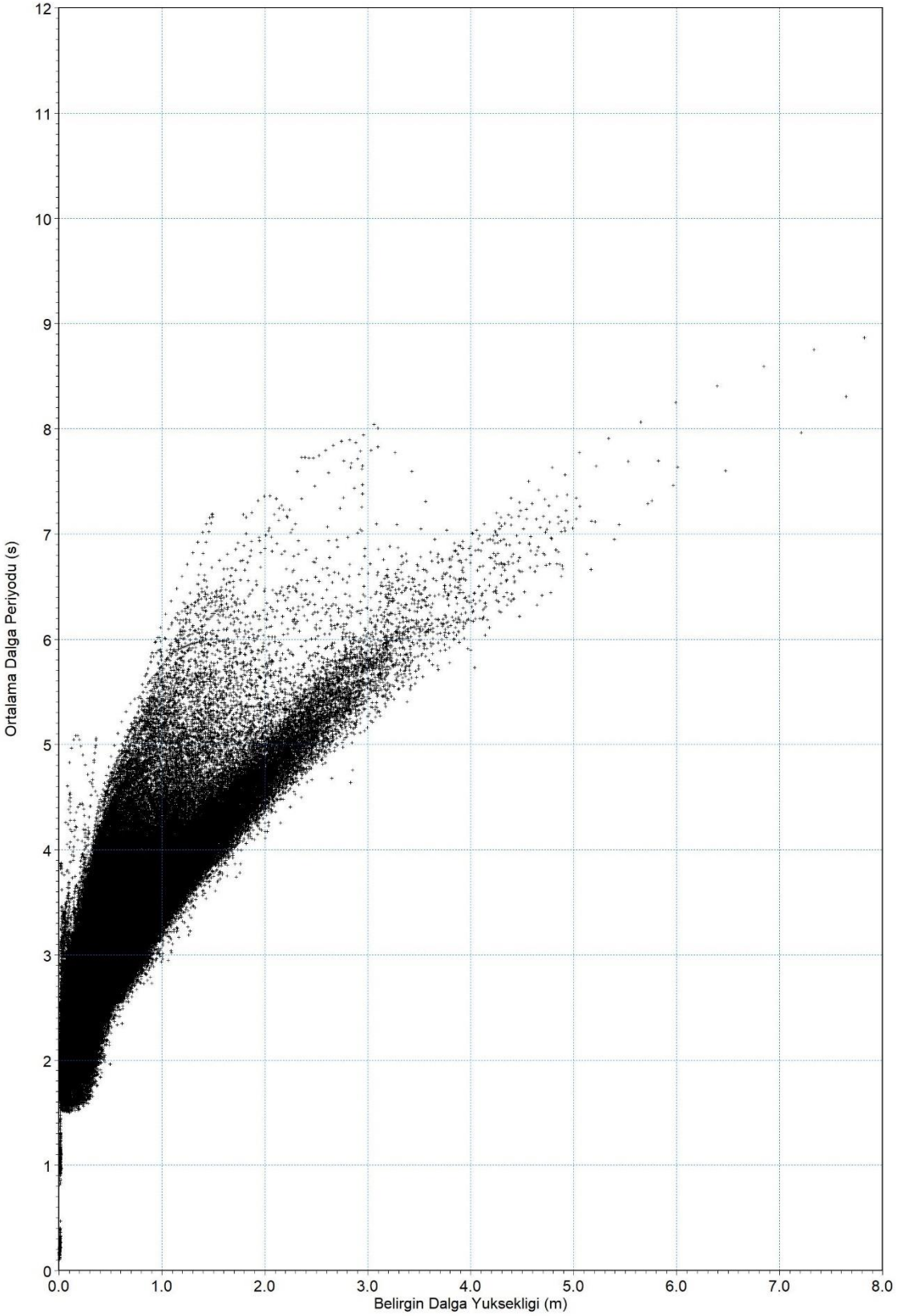
Akdeniz 42 (35.10952778 N; 34.07563889 E)



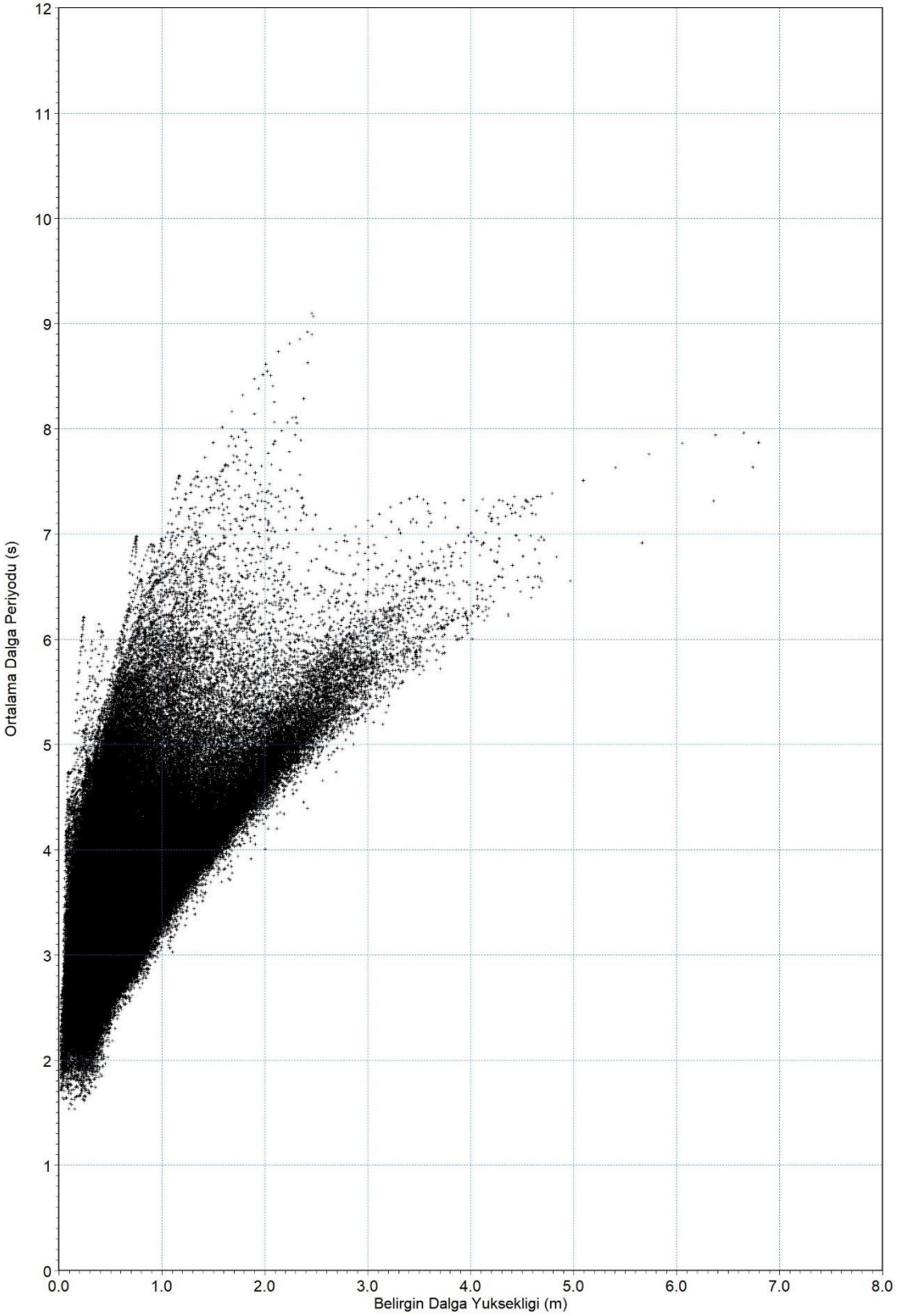
Akdeniz 43 (35.28524722 N; 34.04631944 E)



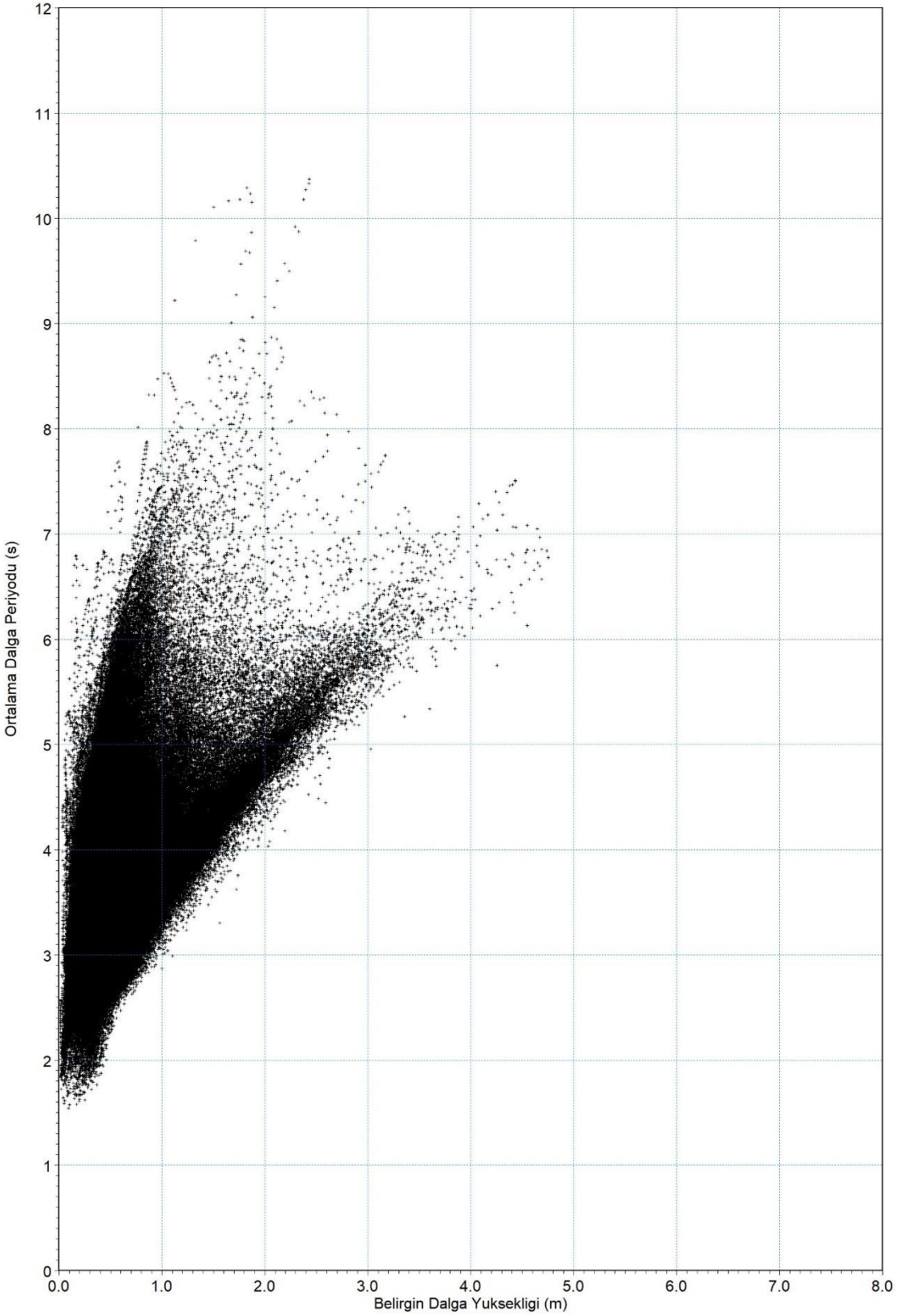
Akdeniz 44 (35.52740556 N; 34.43063611 E)



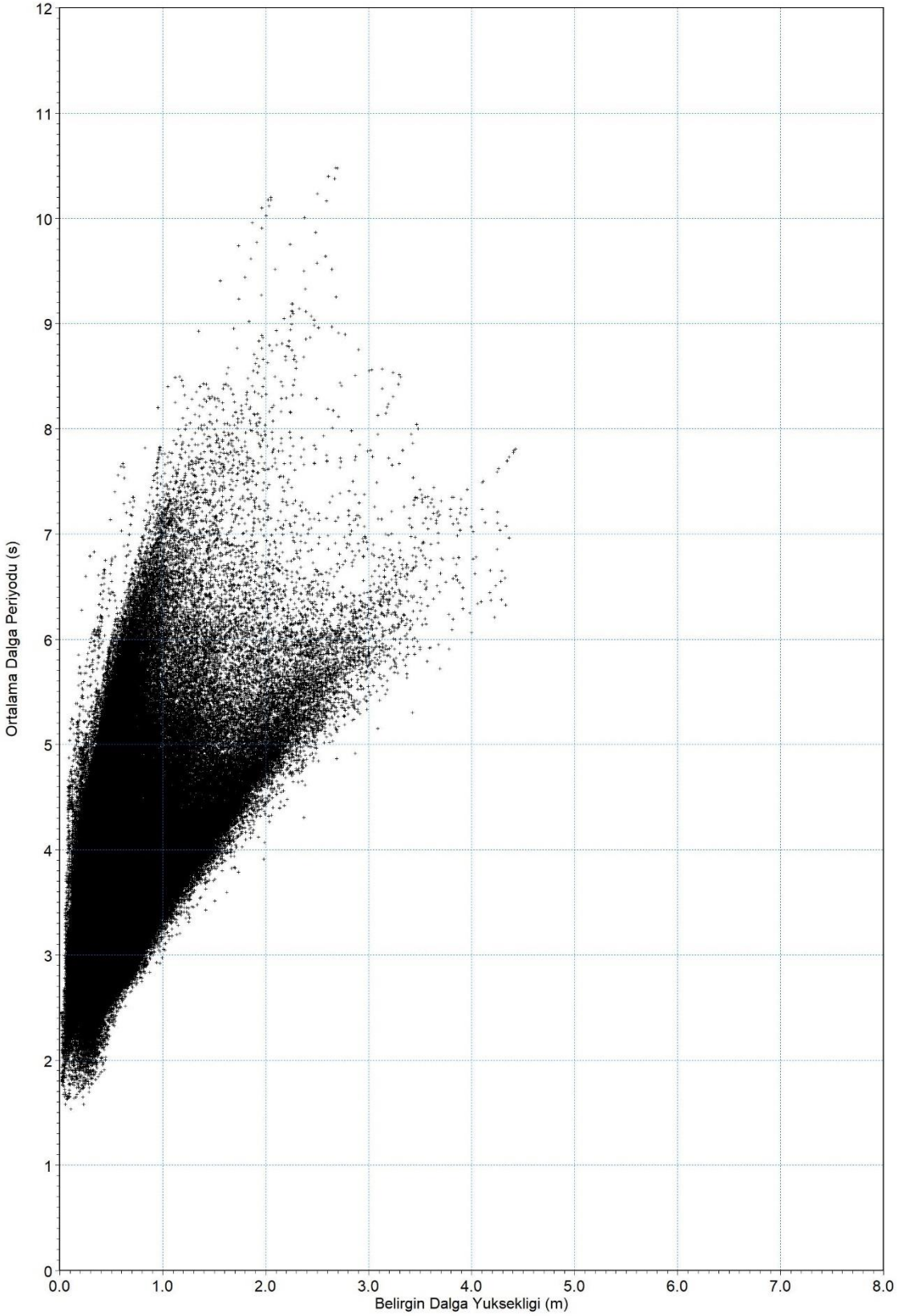
Akdeniz 45 (35.68773333 N; 34.48624167 E)



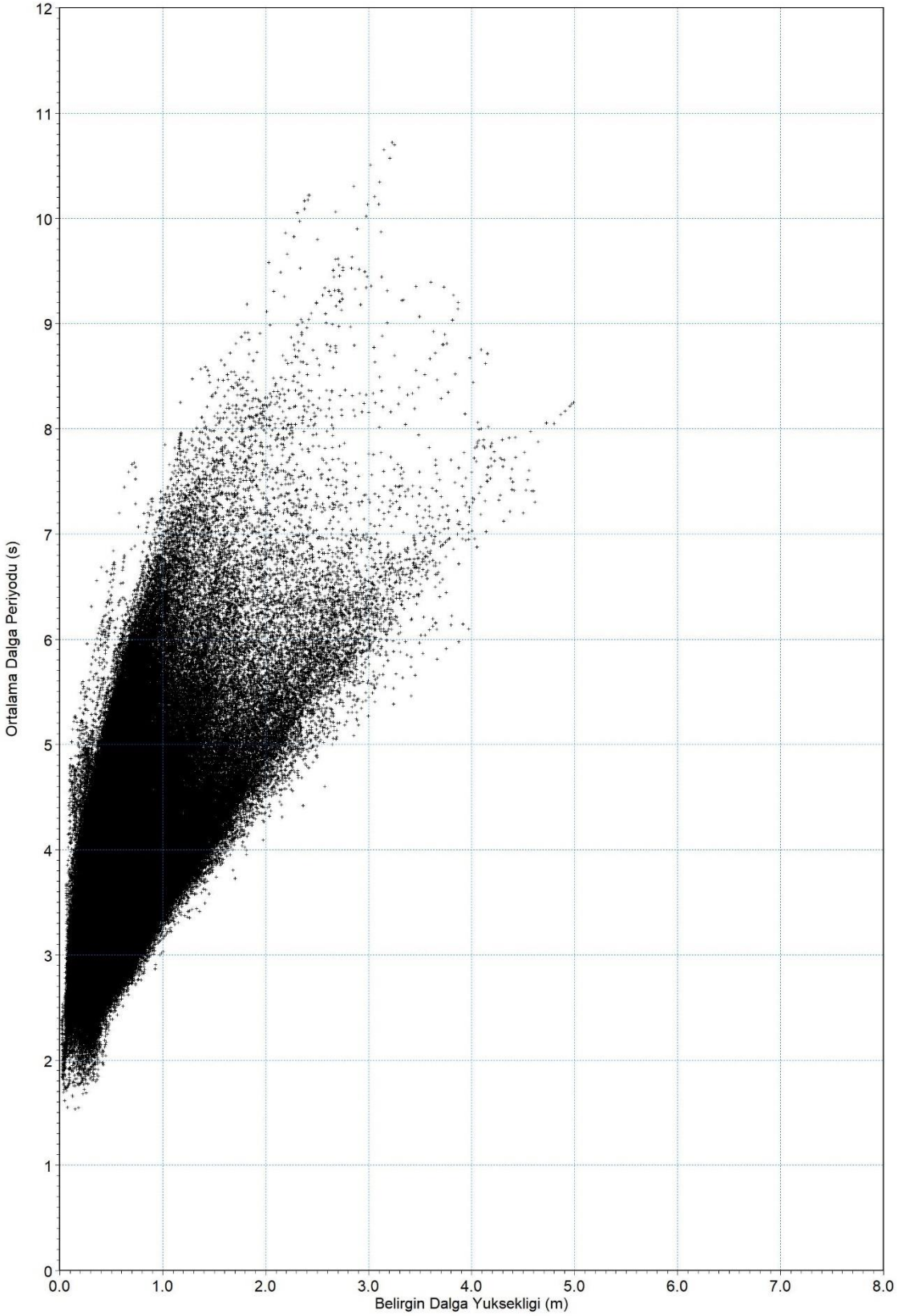
Akdeniz 46 (35.41034167 N; 33.82885 E)



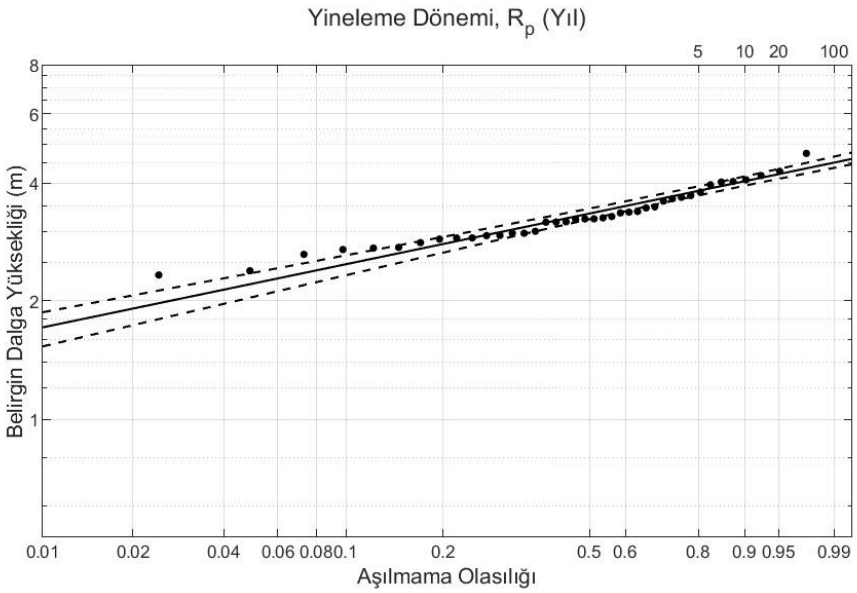
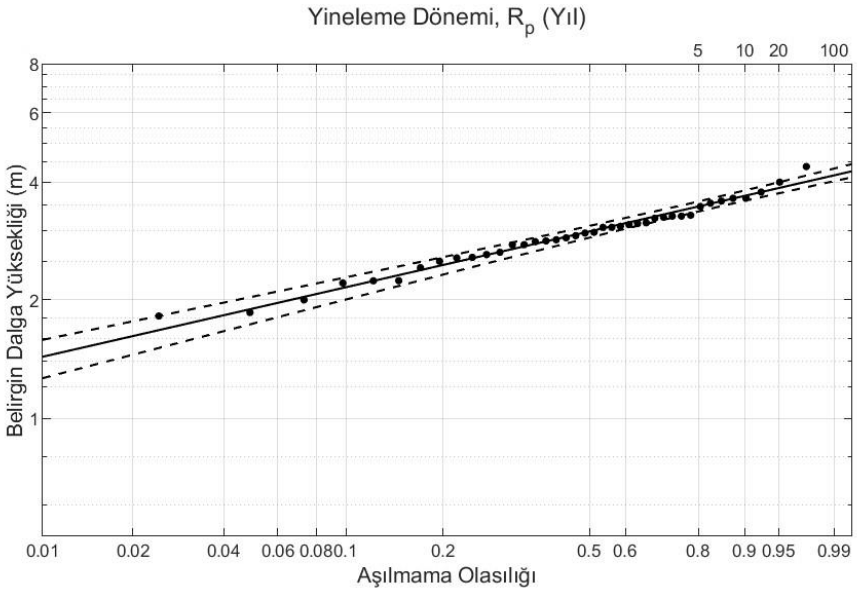
Akdeniz 47 (35.34659444 N; 33.23995556 E)



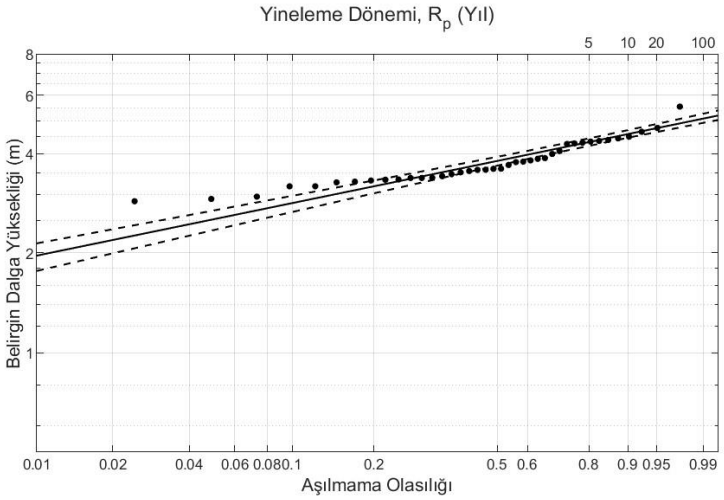
Akdeniz 48 (35.39374167 N; 32.97076389 E)



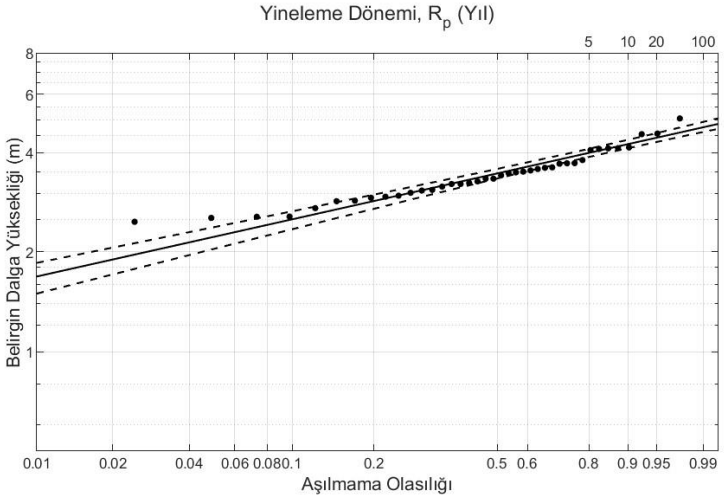
O
EGE DENİZİ DERİN DENİZ EN BÜYÜK DEĞER BELİRGİN DALGA YÜKSEKLİĞİ İSTATİSTİĞİ (WEİBULL)

Ege Denizi 1 (40.75 N; 25.60 E)

Ege Denizi 2 (40.75 N; 25.90 E)


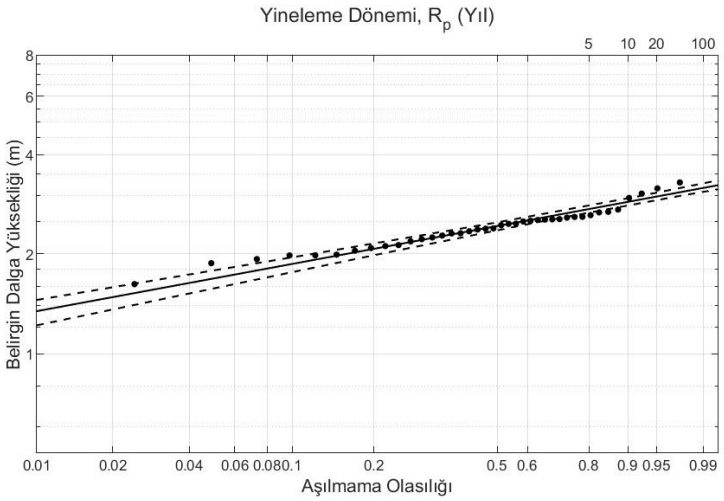
Ege Denizi 3 (40.50 N; 25.90 E)

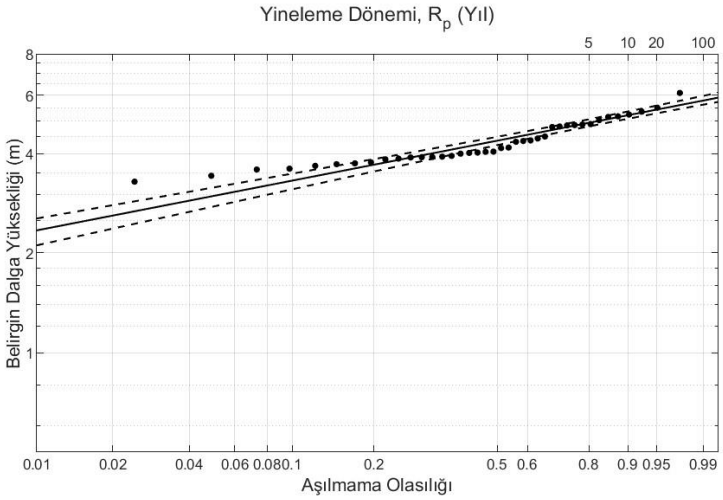
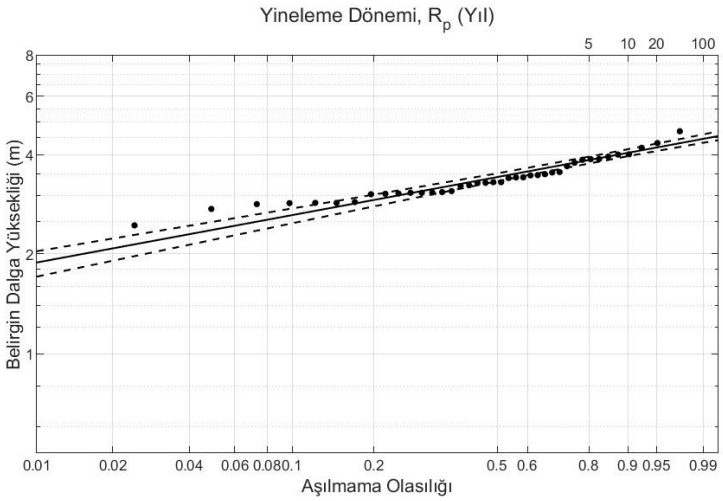
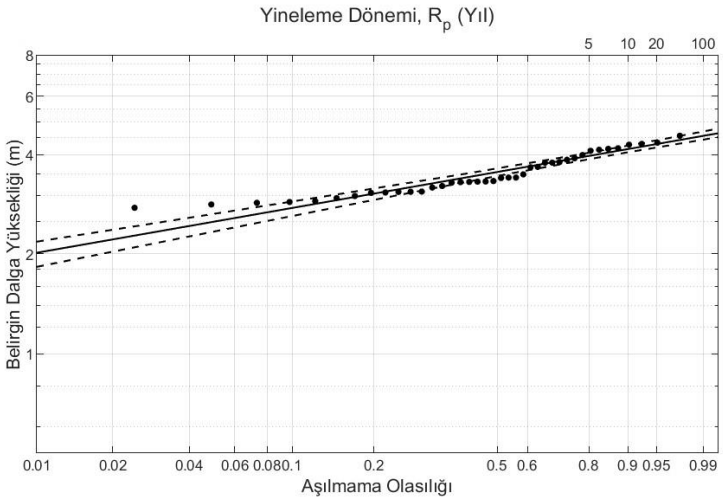


Ege Denizi 4 (40.50 N; 26.20 E)

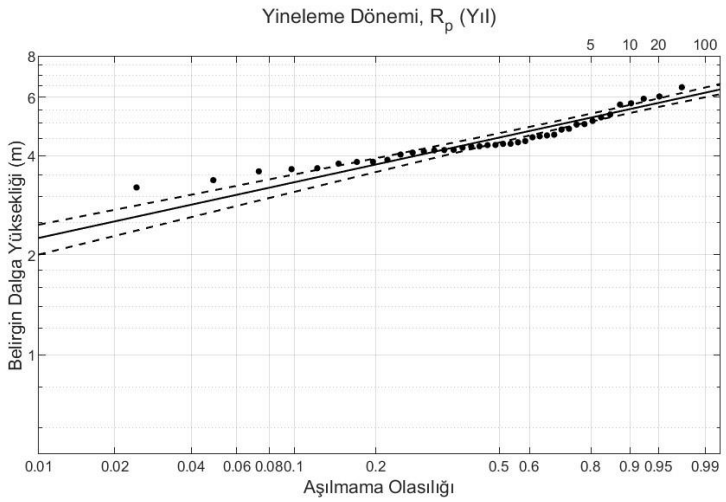


Ege Denizi 5 (40.50 N; 26.50 E)

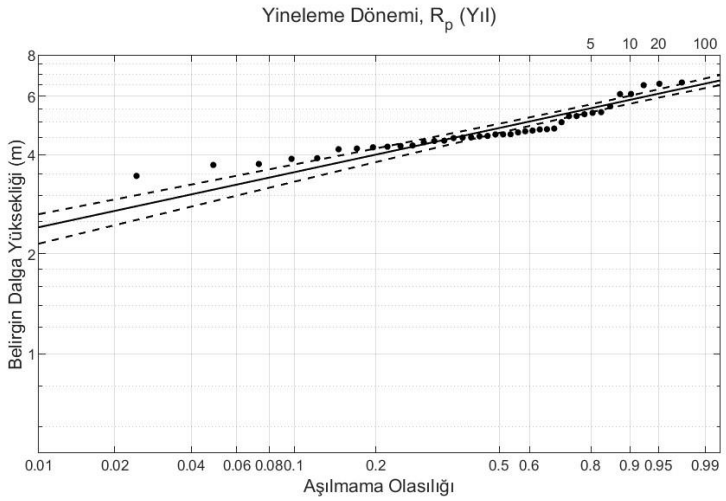


Ege Denizi 6 (40.25 N; 25.60 E)

Ege Denizi 7 (40.25 N; 26.20 E)

Ege Denizi 8 (40.00 N; 26.10 E)


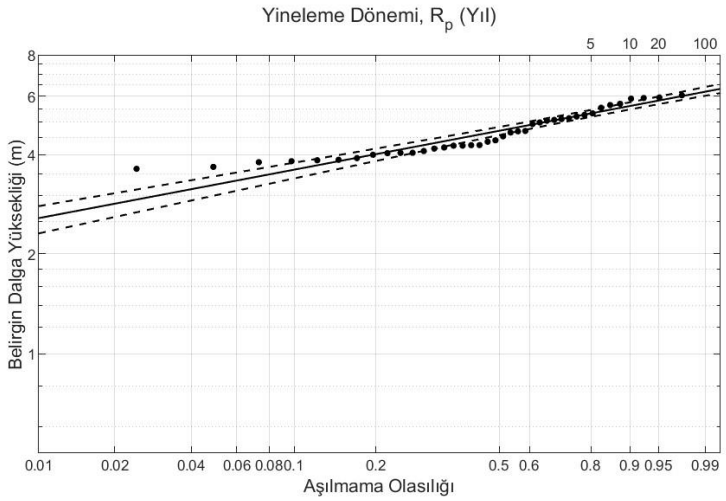
Ege Denizi 9 (40.00 N; 25.90 E)



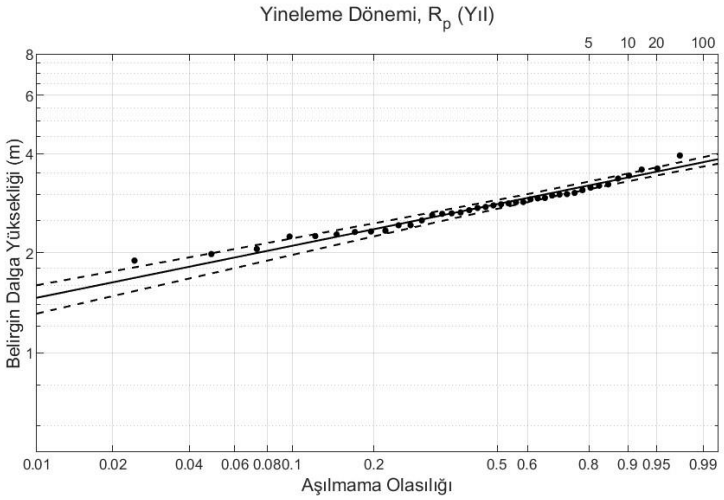
Ege Denizi 10 (39.75 N; 25.90 E)



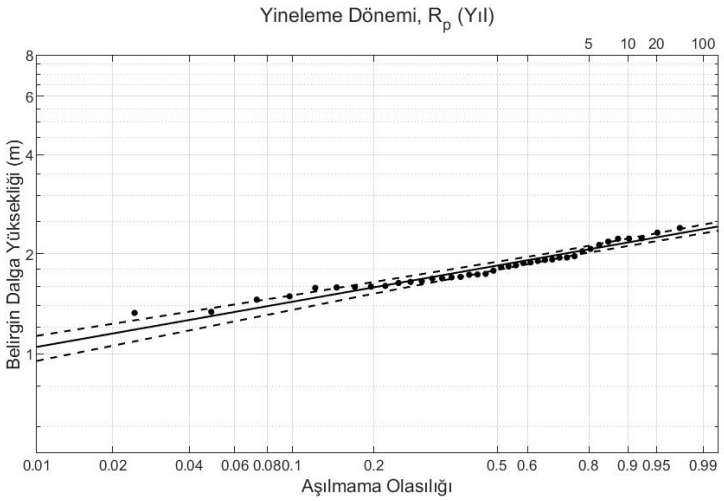
Ege Denizi 11 (39.50 N; 25.90 E)



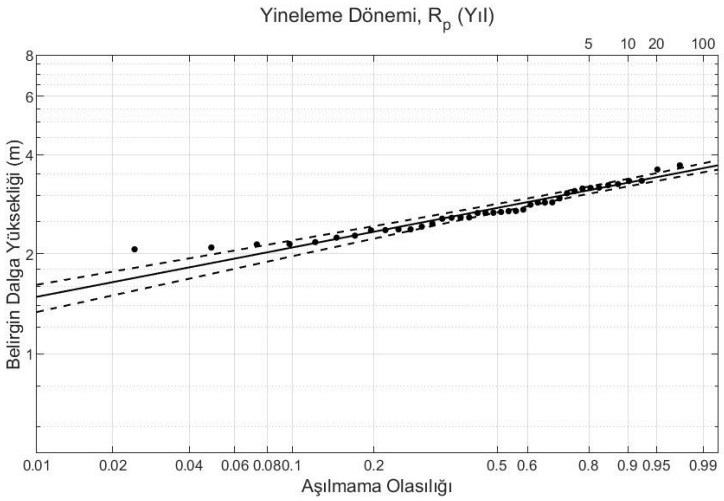
Ege Denizi 12 (39.50 N; 26.50 E)



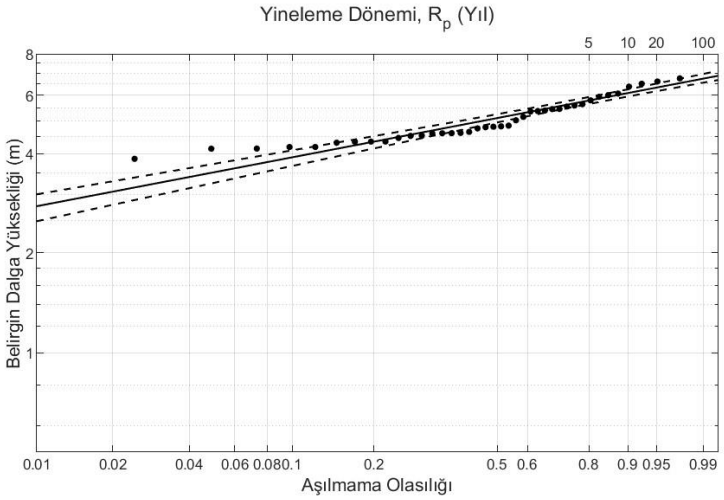
Ege Denizi 13 (39.50 N; 26.80 E)



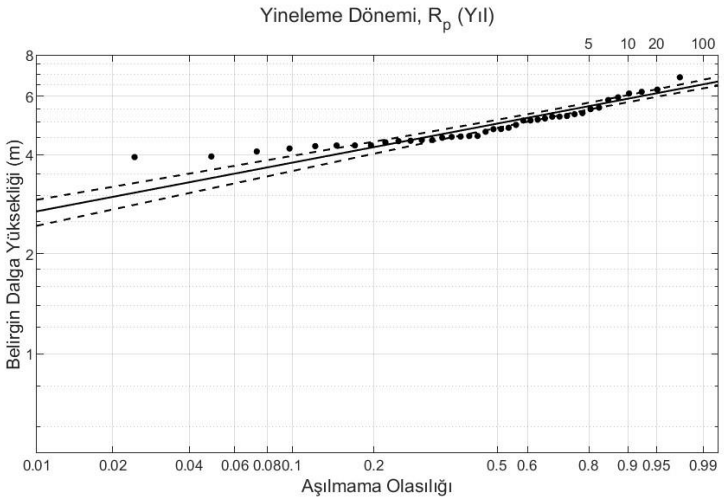
Ege Denizi 14 (39.25 N; 26.50 E)



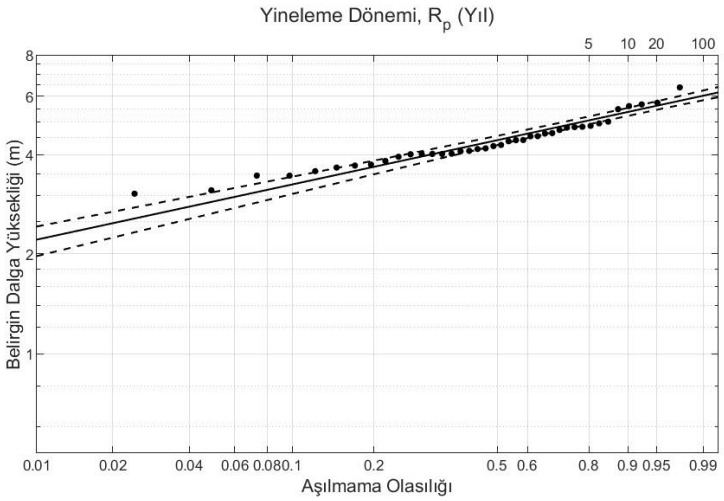
Ege Denizi 15 (39.25 N; 25.80 E)



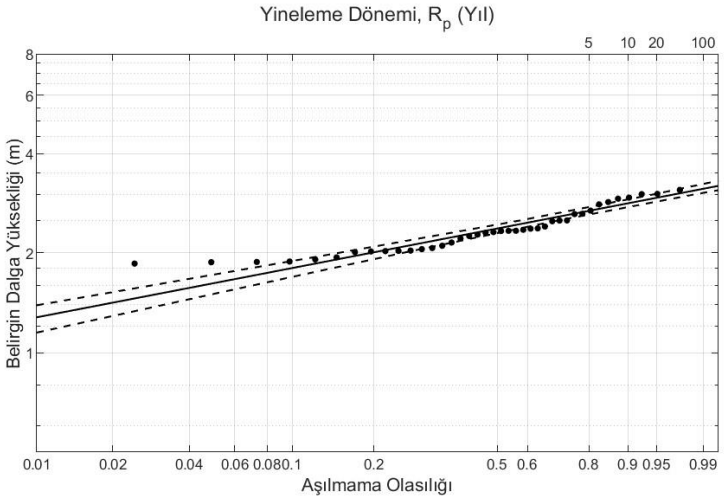
Ege Denizi16 (39.00 N; 25.90 E)



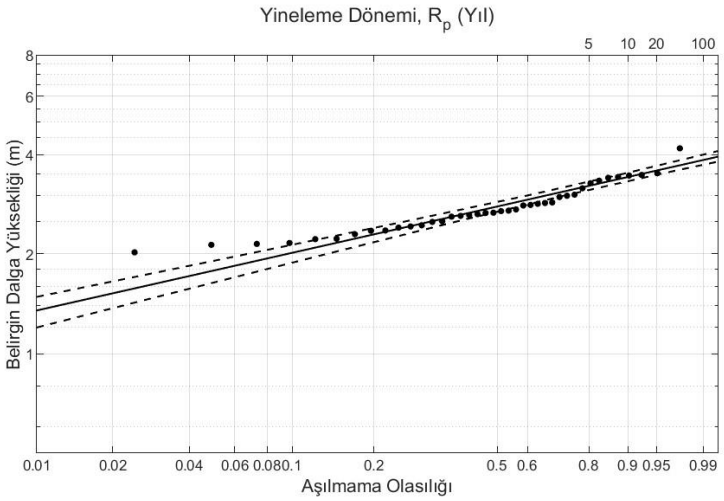
Ege Denizi 17 (39.00 N; 26.20 E)



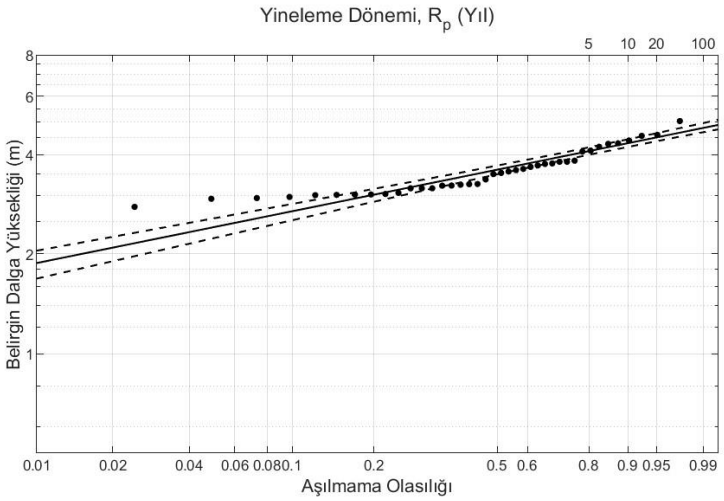
Ege Denizi 18 (39.00 N; 26.80 E)



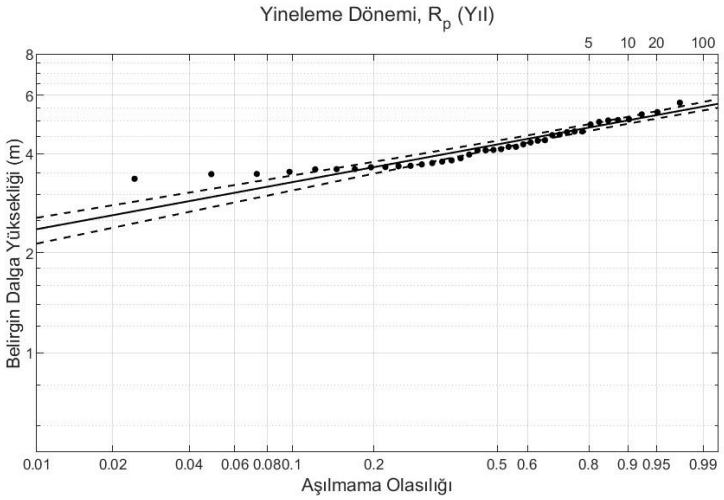
Ege Denizi 19 (38.75 N; 26.80 E)



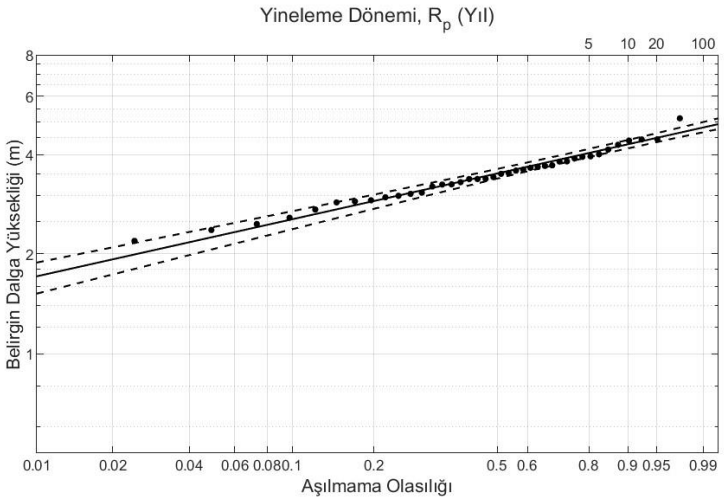
Ege Denizi 20 (38.75 N; 26.50 E)



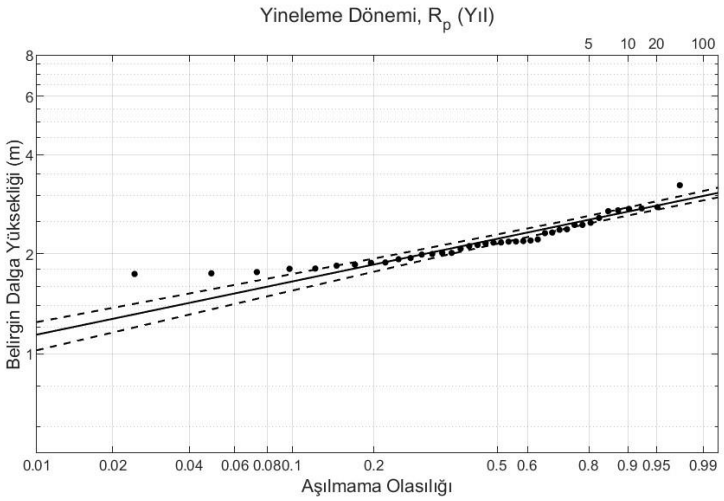
Ege Denizi 21 (38.75 N; 26.20 E)



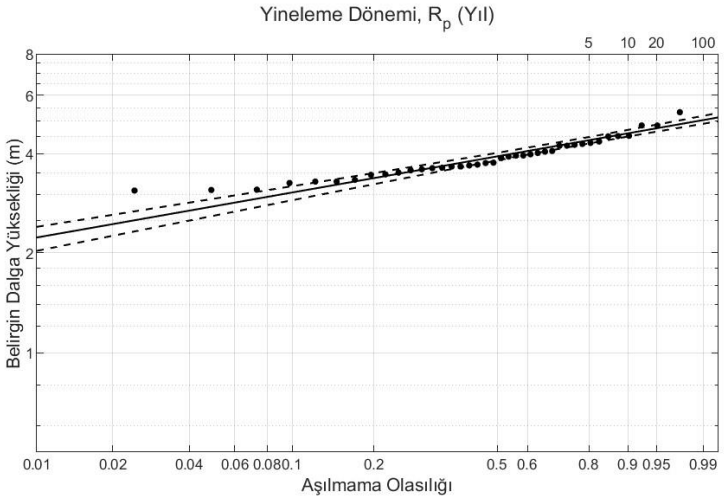
Ege Denizi 22 (38.50 N; 26.20 E)



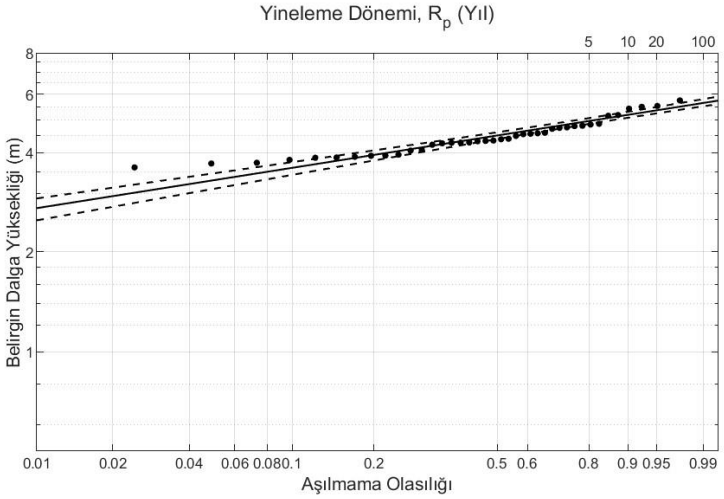
Ege Denizi 23 (38.50 N; 26.80 E)



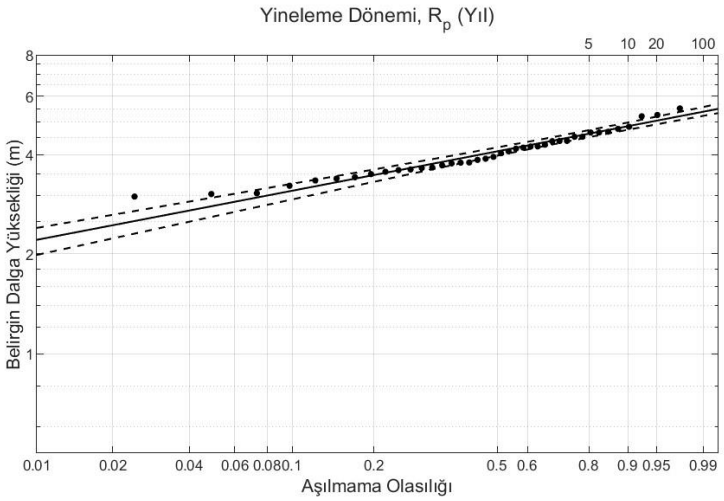
Ege Denizi 24 (38.25 N; 26.20 E)

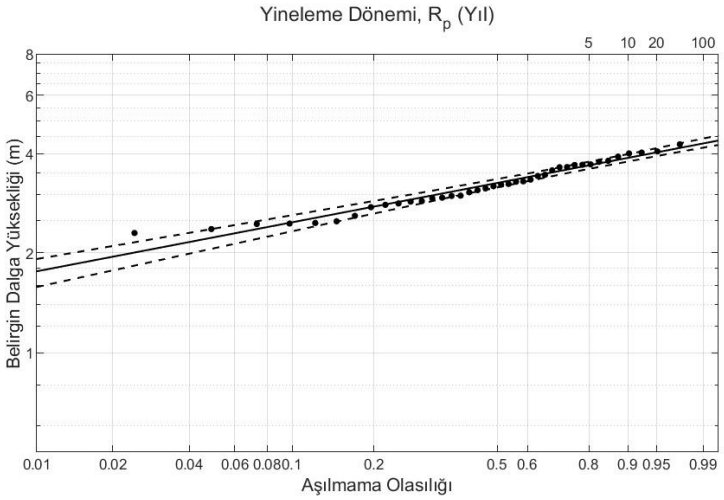
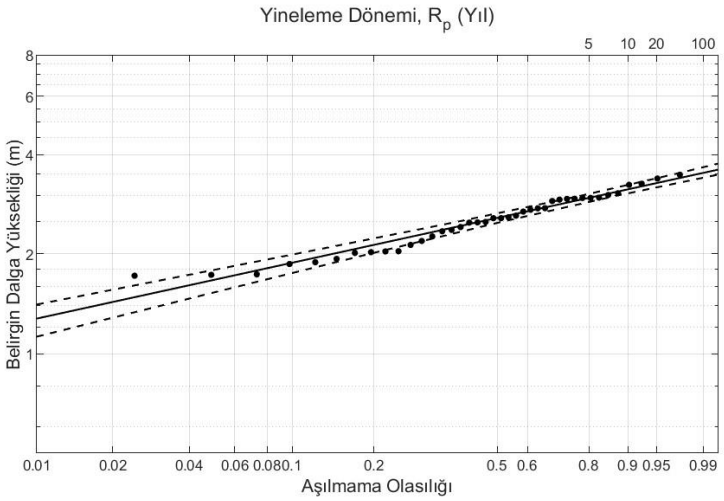
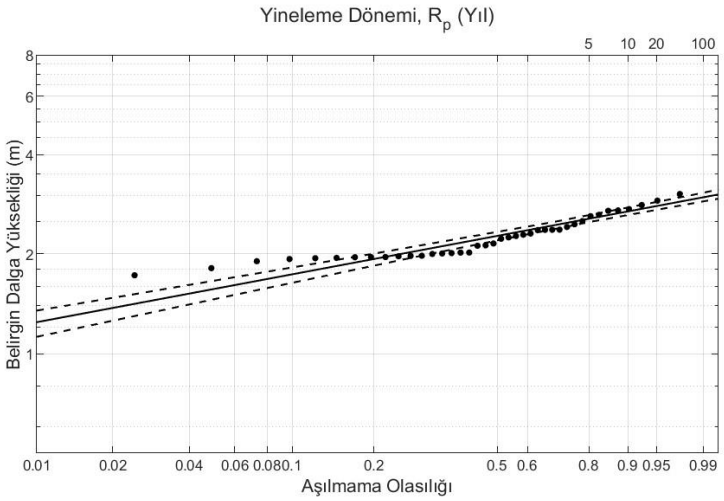


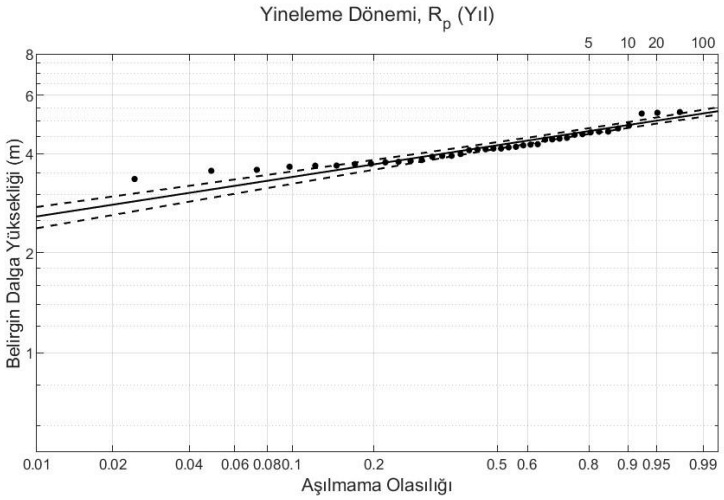
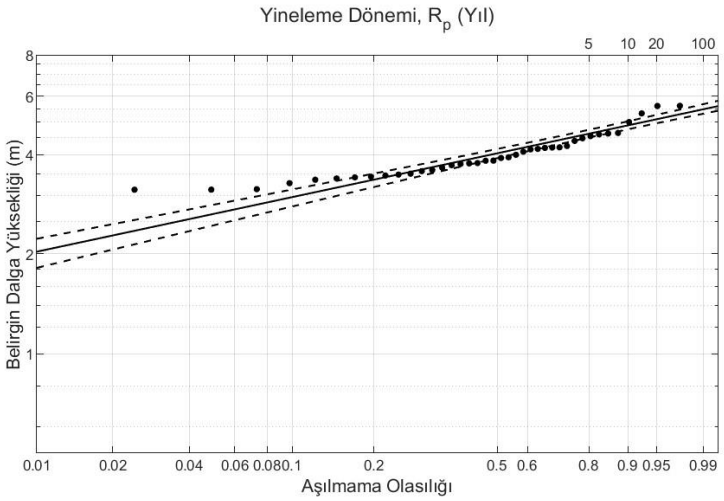
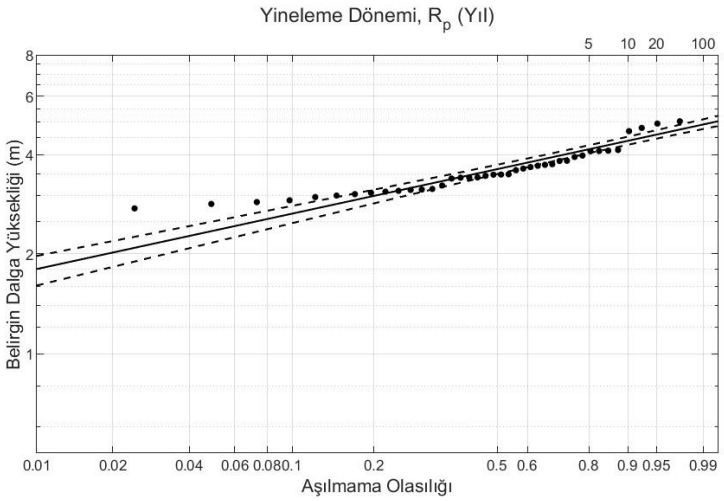
Ege Denizi 25 (38.00 N; 26.20 E)



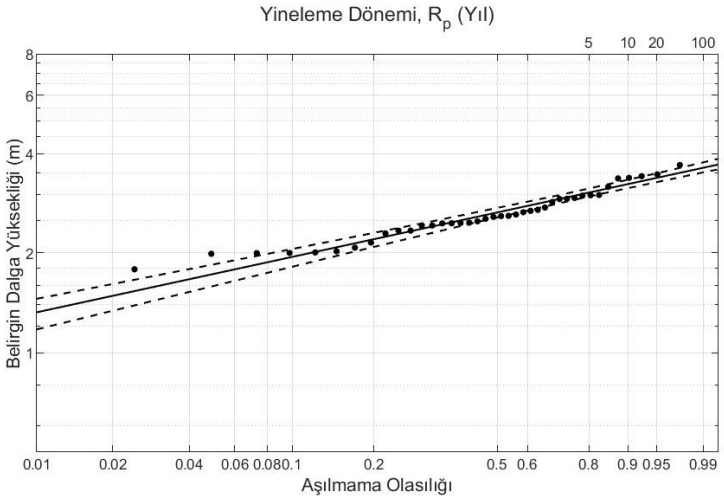
Ege Denizi 26 (38.00 N; 26.50 E)



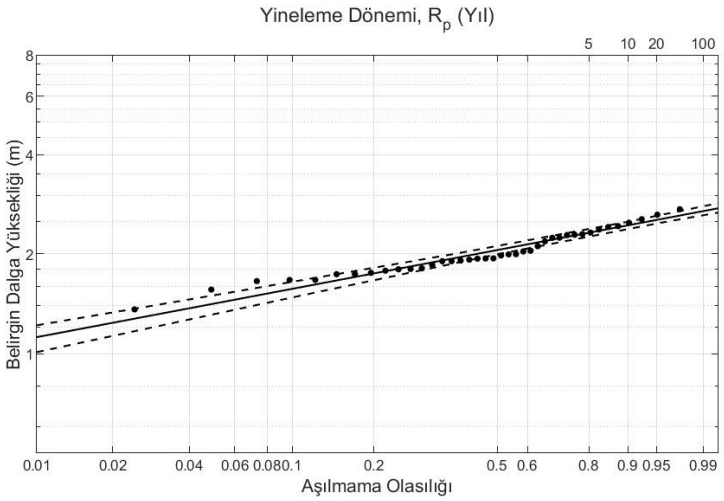
Ege Denizi 27 (38.00 N; 26.80 E)

Ege Denizi 28 (38.00 N; 27.10 E)

Ege Denizi 29 (37.75 N; 27.10 E)


Ege Denizi 30 (37.75 N; 26.50 E)

Ege Denizi 31 (37.50 N; 26.50 E)

Ege Denizi 32 (37.50 N; 26.80 E)


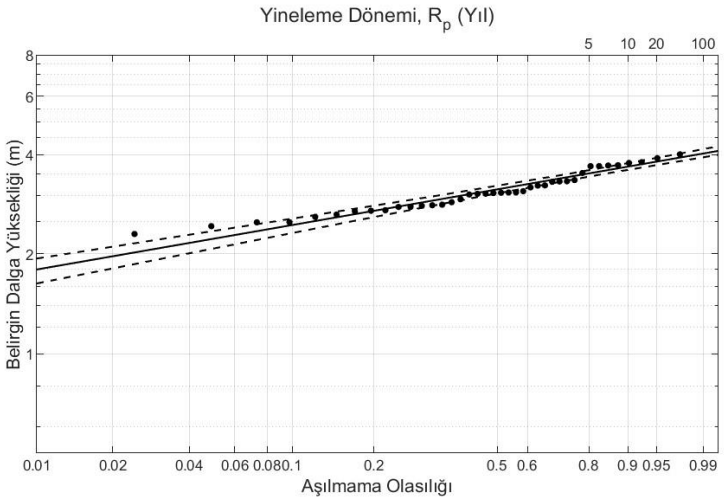
Ege Denizi 33 (37.50 N; 27.10 E)



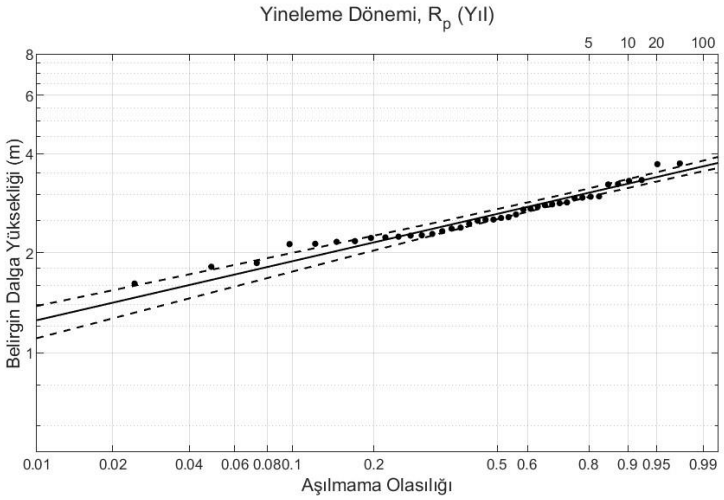
Ege Denizi 34 (37.25 N; 27.40 E)



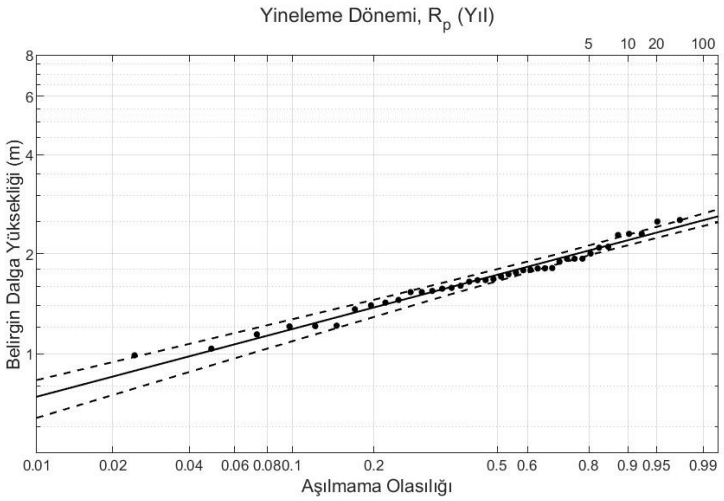
Ege Denizi 35 (37.25 N; 27.10 E)



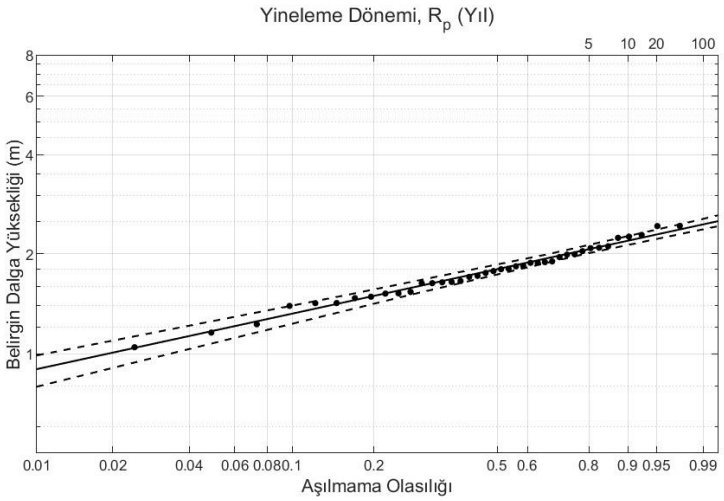
Ege Denizi 36 (37.00 N; 27.40 E)



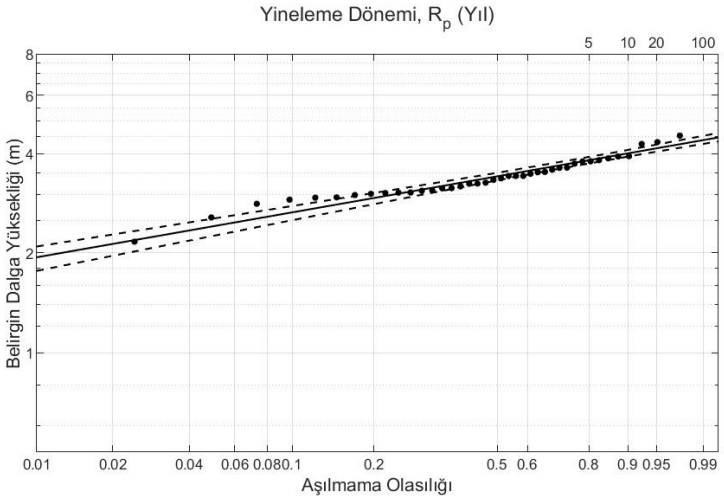
Ege Denizi 37 (37.00 N; 28.00 E)



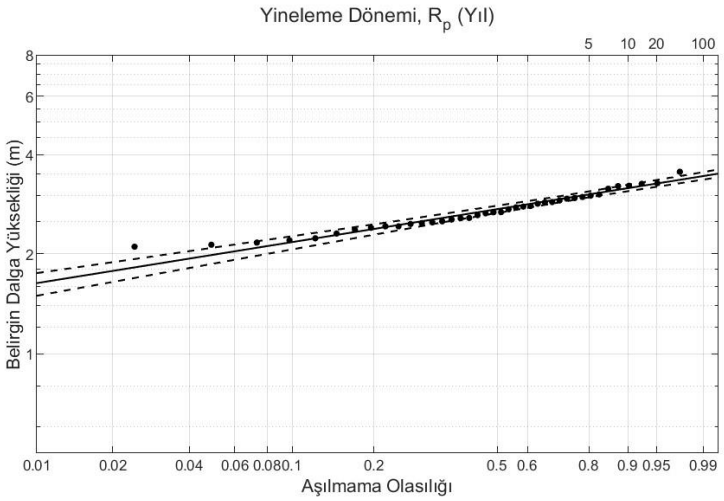
Ege Denizi 38 (36.75 N; 28.00 E)



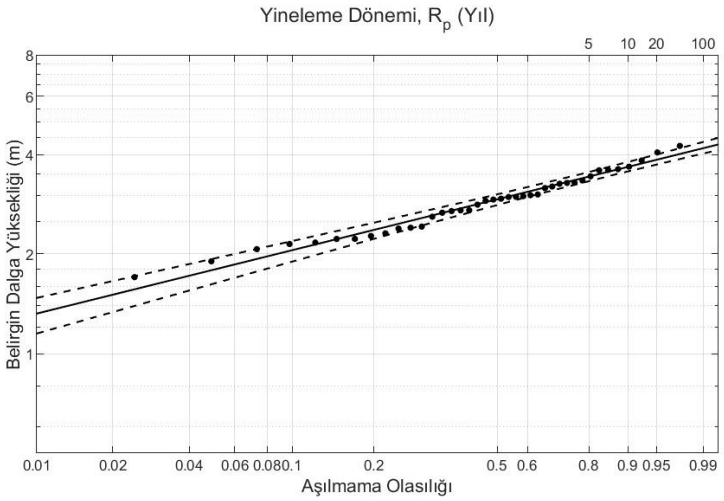
Ege Denizi 39 (36.60 N; 27.60 E)



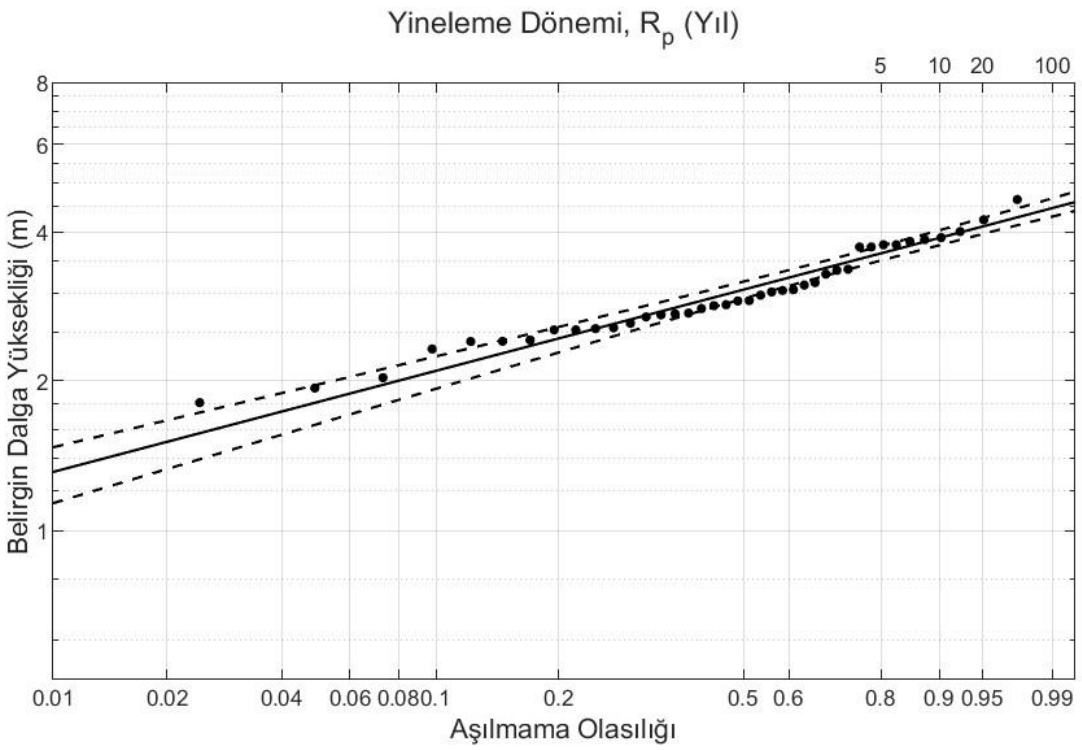
Ege Denizi 40 (36.75 N; 27.40 E)



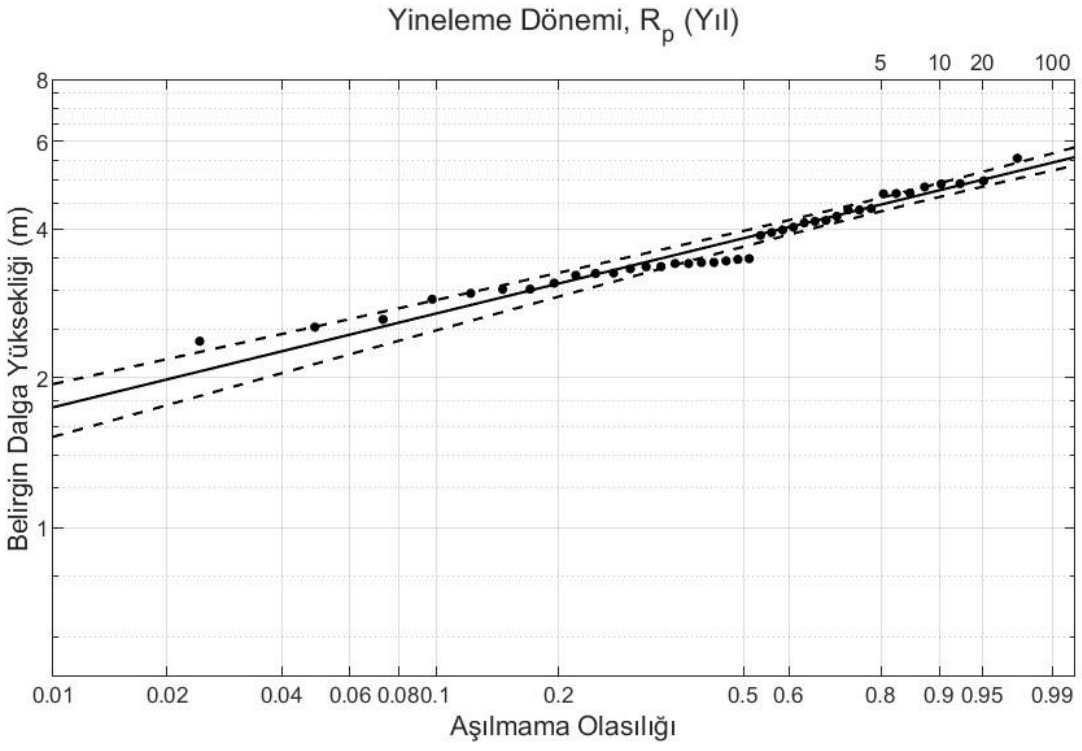
Ege Denizi 41 (36.75 N; 28.30 E)



Ege Denizi 42 (36.75 N; 28.60 E)

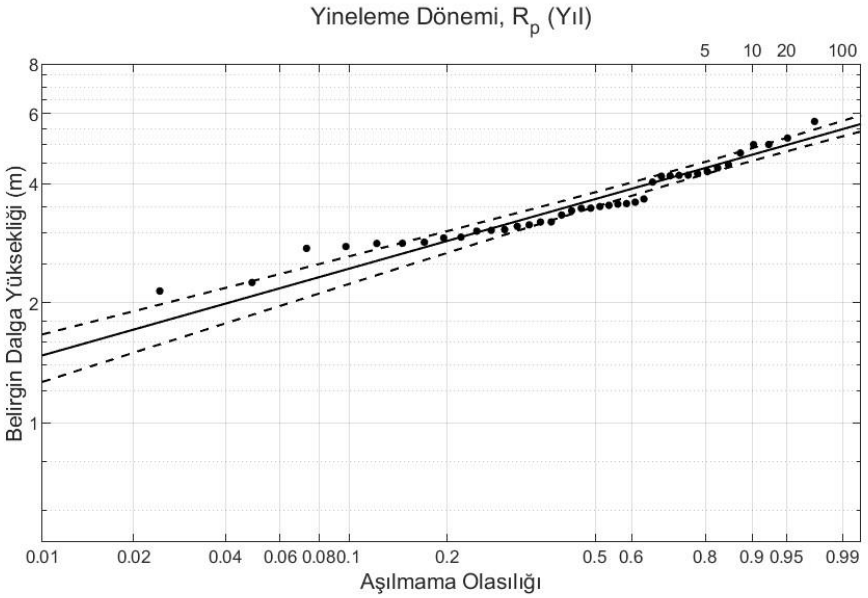
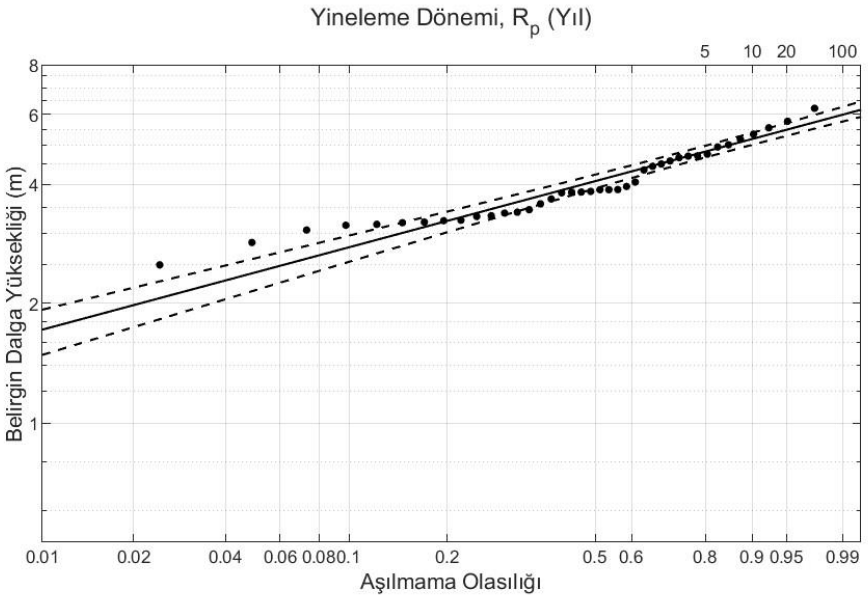


Ege Denizi 43 (36.50 N; 28.60 E)

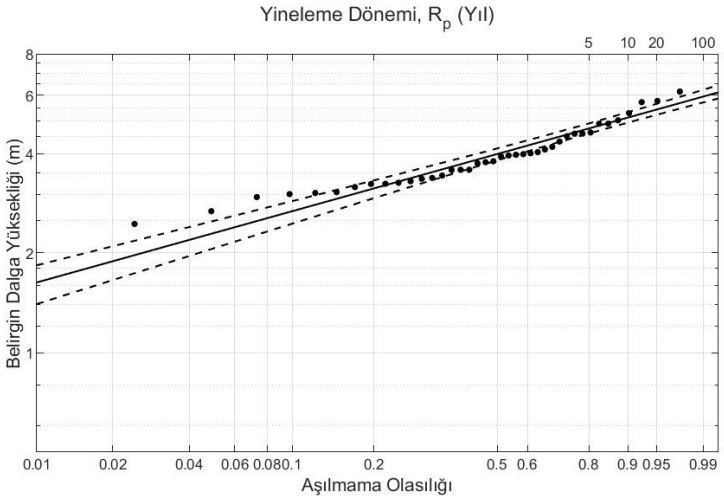


P

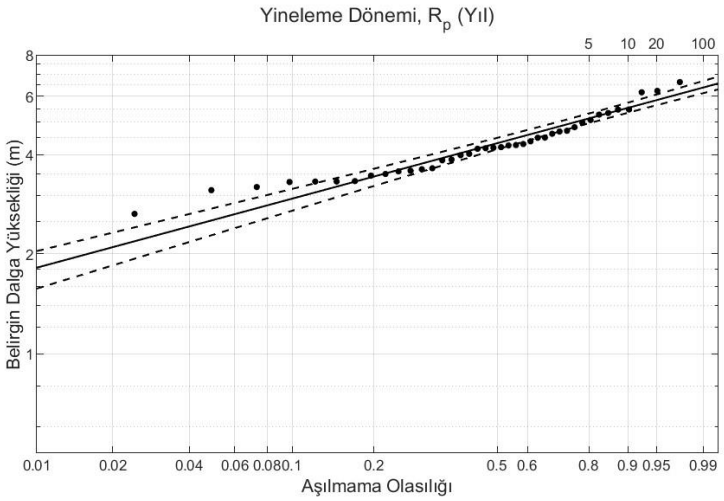
AKDENİZ DERİN DENİZ EN BÜYÜK DEĞER BELİRGİN DALGA YÜKSEKLİĞİ İSTATİSTİĞİ (WEİBULL)

Akdeniz 1 (36.50 N; 28.90 E)

Akdeniz 2 (36.25 N; 28.90 E)


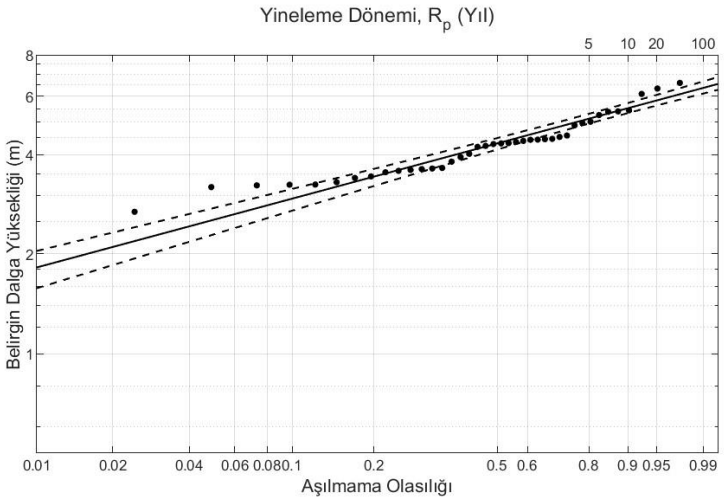
Akdeniz 3 (36.25 N; 29.20 E)



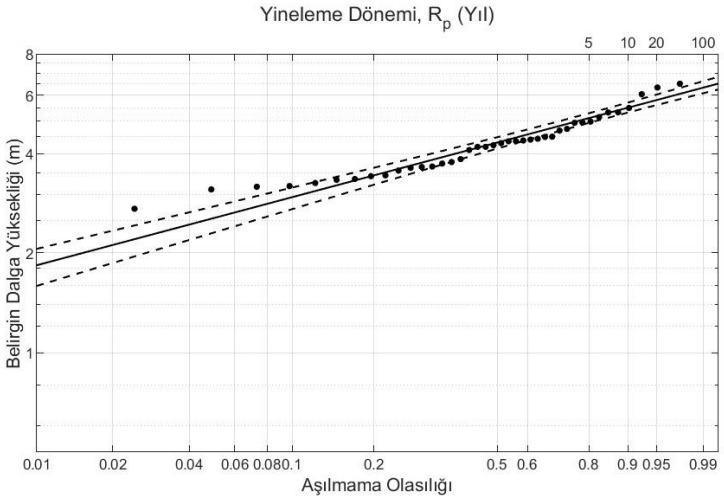
Akdeniz 4 (36.00 N; 29.20 E)



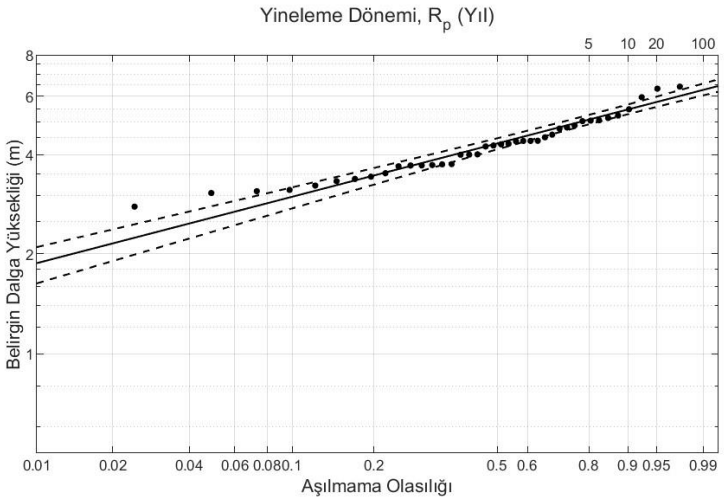
Akdeniz 5 (36.00 N; 29.50 E)



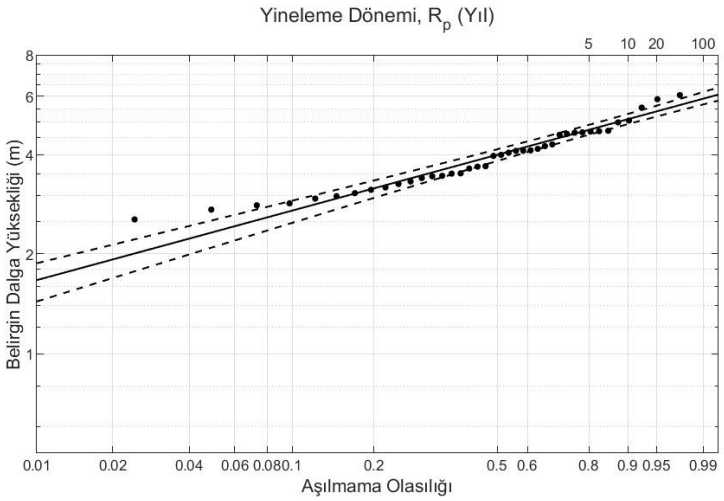
Akdeniz 6 (36.00 N; 29.80 E)

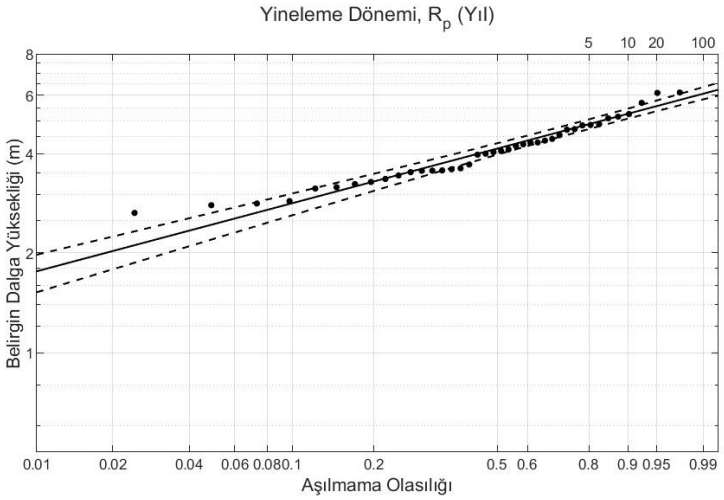
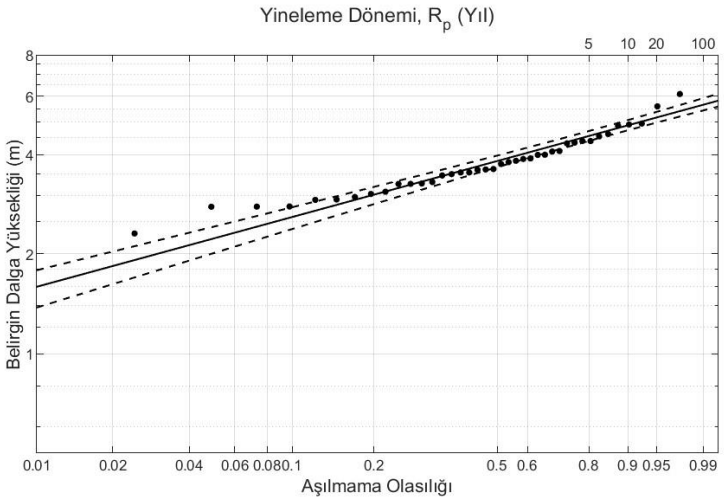
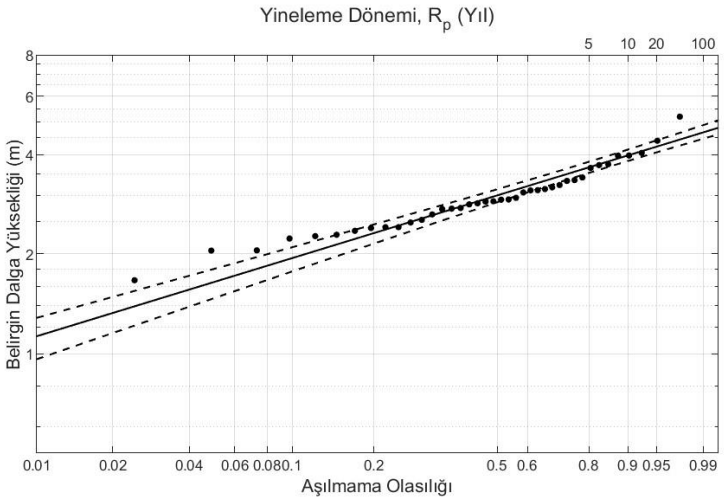


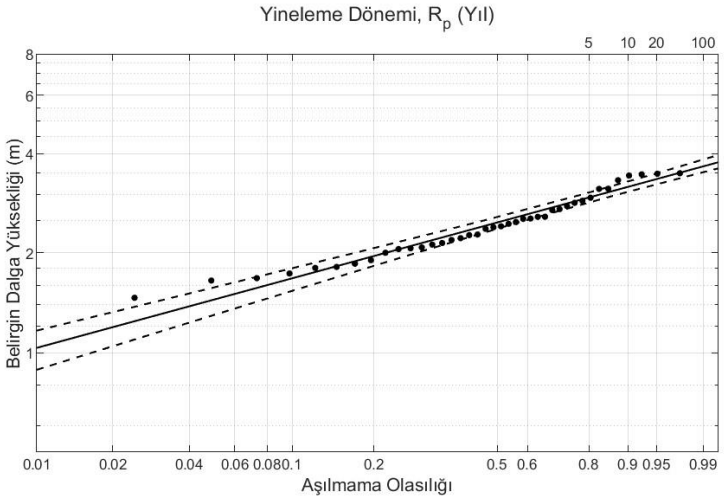
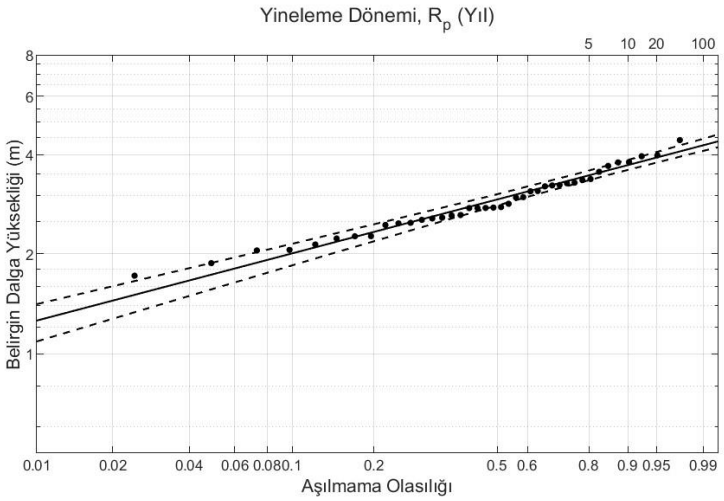
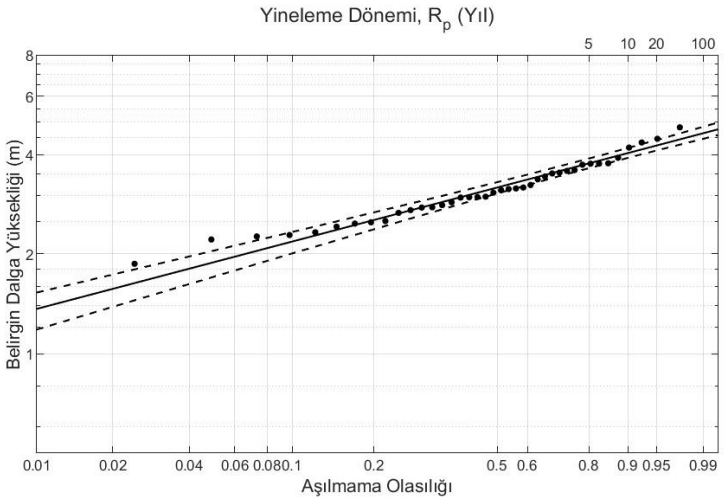
Akdeniz 7 (36.00 N; 30.10 E)

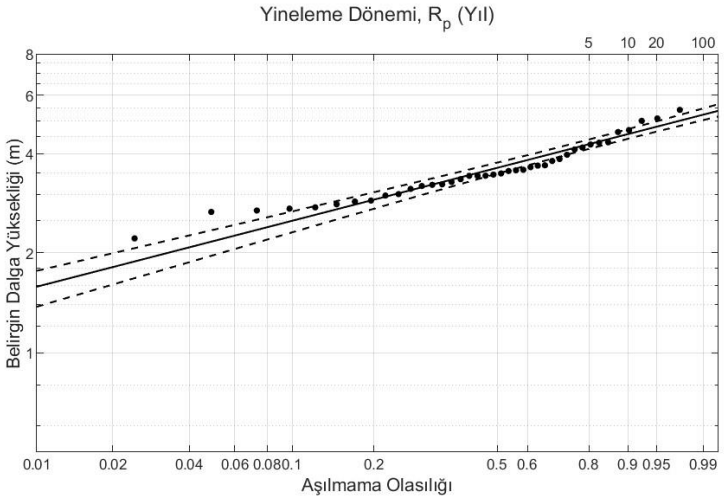
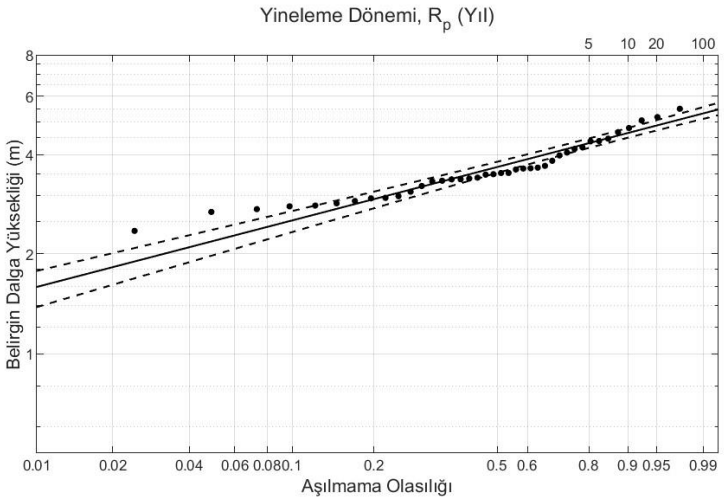
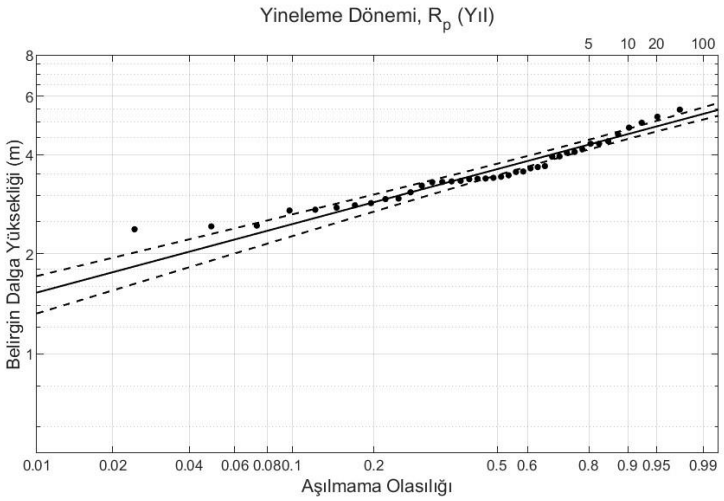


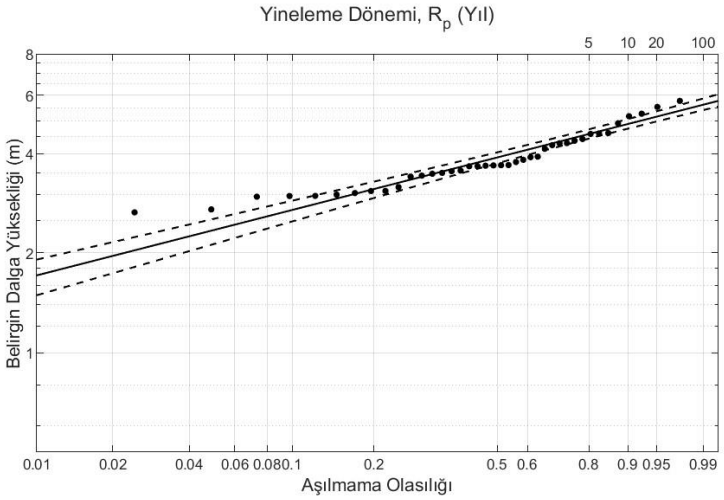
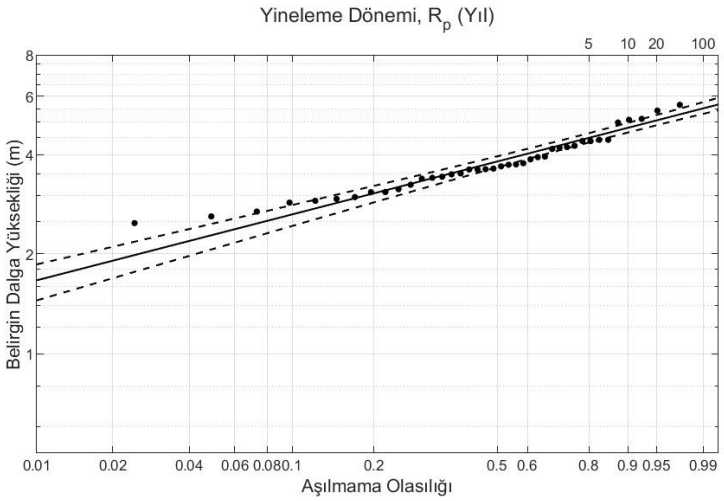
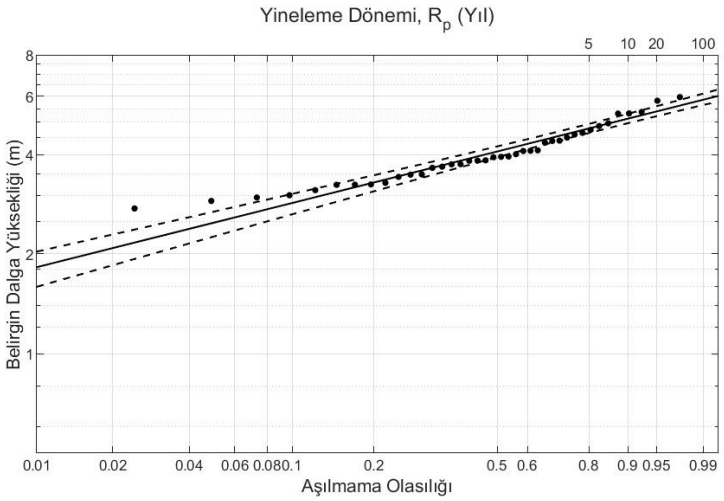
Akdeniz 8 (36.15 N; 30.10 E)



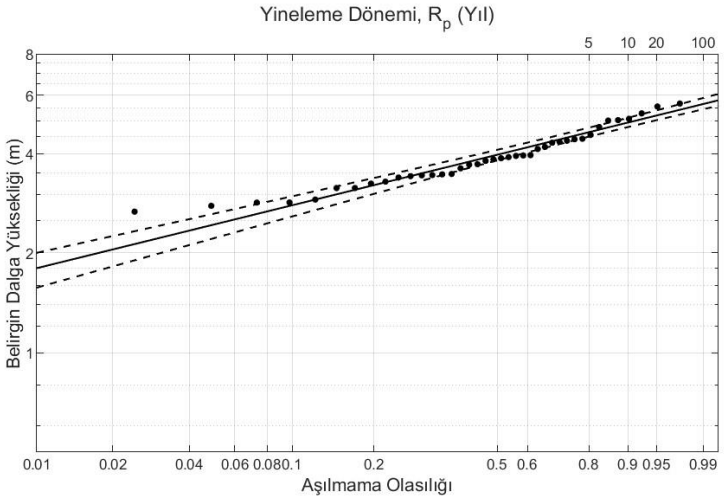
Akdeniz 9 (36.15 N; 30.40 E)

Akdeniz 10 (36.25 N; 30.70 E)

Akdeniz 11 (36.50 N; 30.70 E)


Akdeniz 12 (36.75 N; 30.70 E)

Akdeniz 13 (36.75 N; 31.00 E)

Akdeniz 14 (36.75 N; 31.30 E)


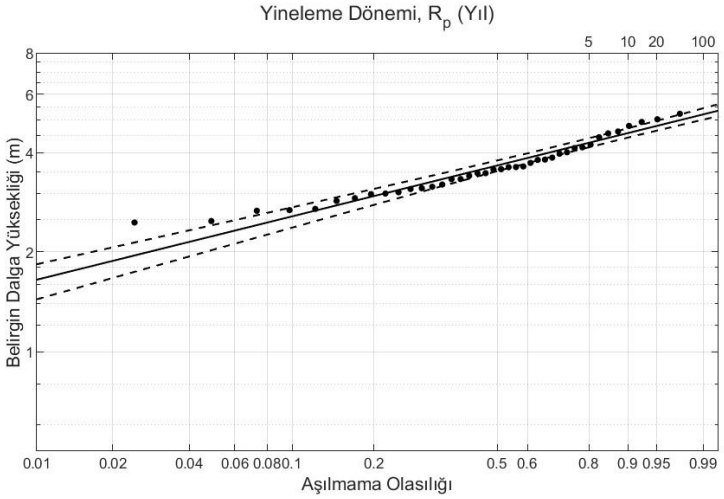
Akdeniz 15 (36.50 N; 31.30 E)

Akdeniz 16 (36.50 N; 31.60 E)

Akdeniz 17 (36.50 N; 31.90 E)


Akdeniz 18 (36.25 N; 31.90 E)

Akdeniz 19 (36.25 N; 32.20 E)

Akdeniz 20 (36.00 N; 32.20 E)


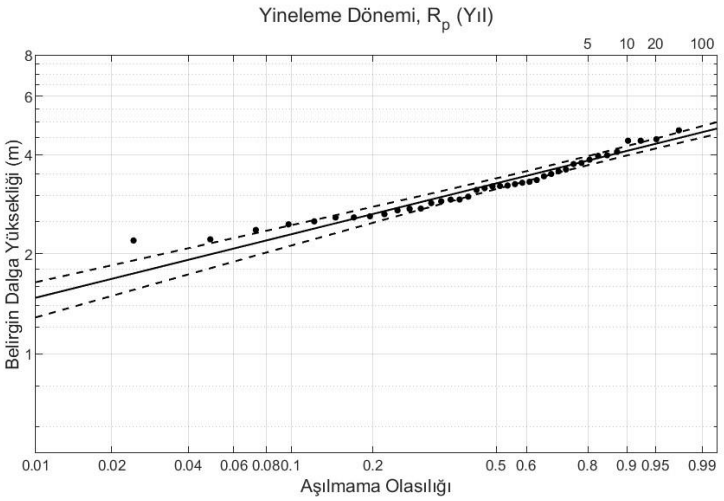
Akdeniz 21 (36.00 N; 32.50 E)



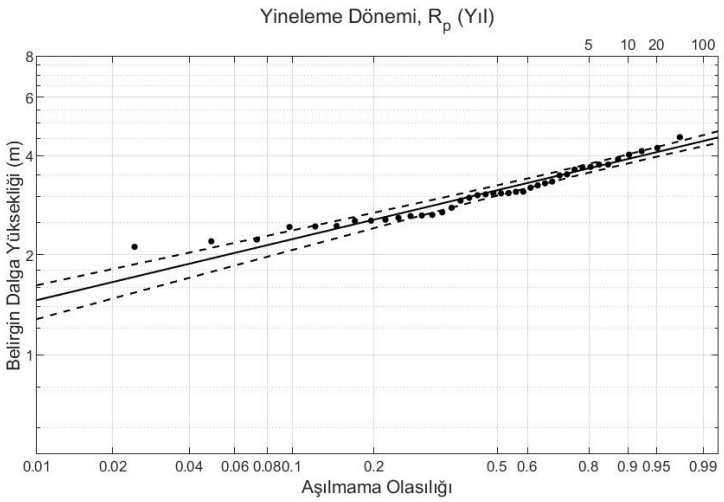
Akdeniz 22 (36.00 N; 32.80 E)



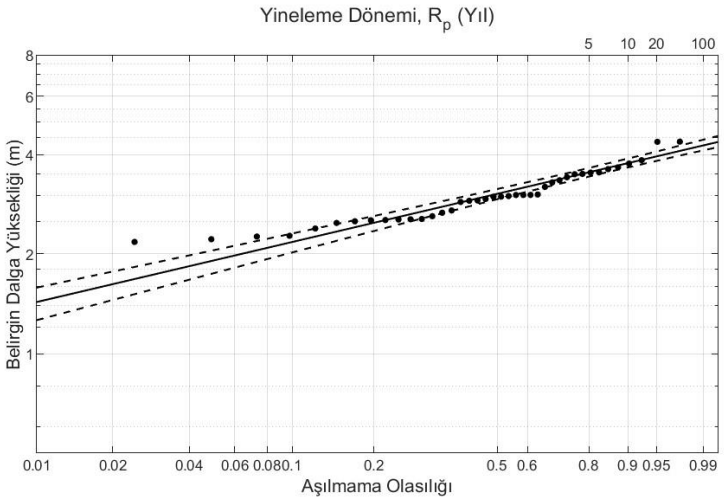
Akdeniz 23 (36.00 N; 33.10 E)



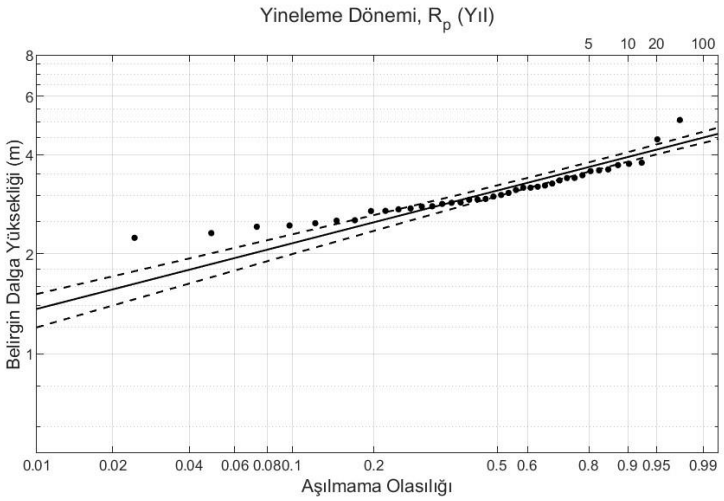
Akdeniz 24 (36.00 N; 33.40 E)

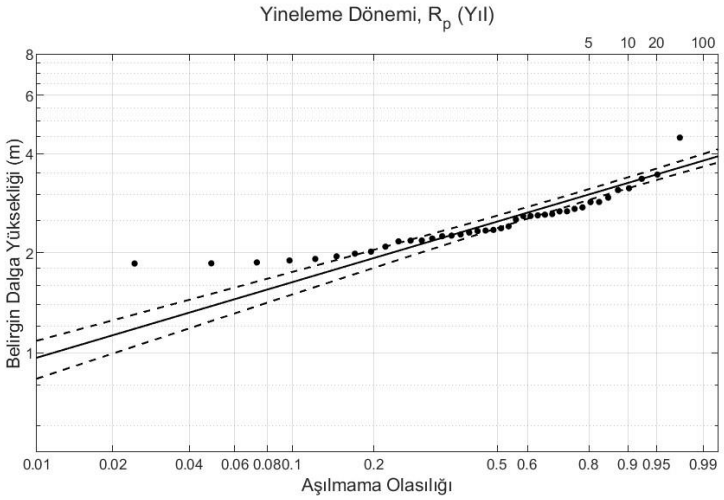
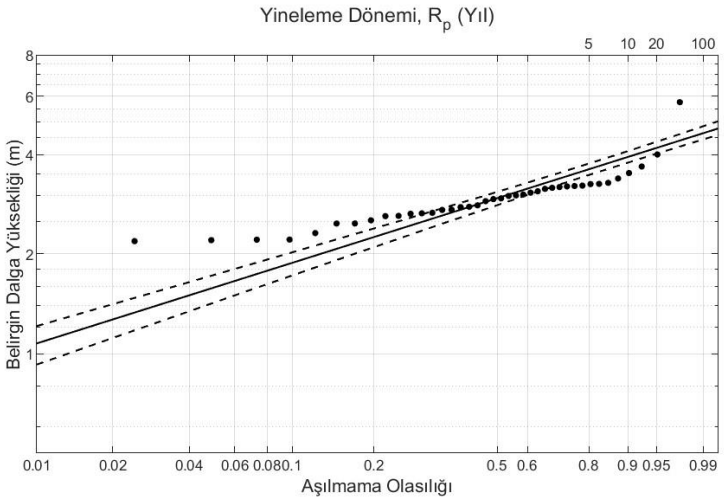
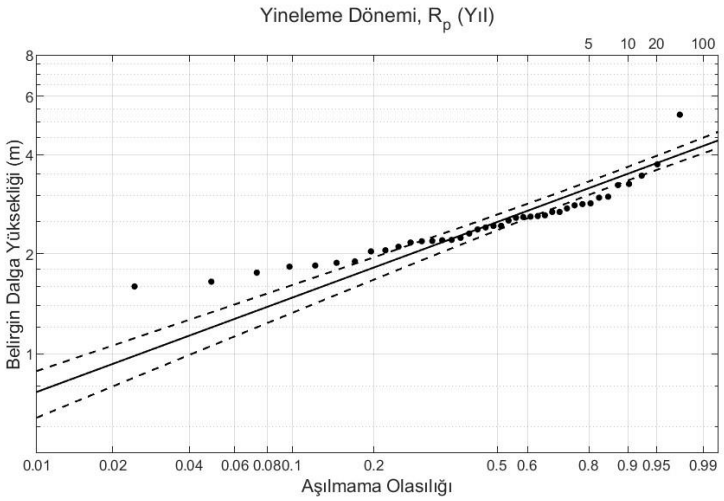


Akdeniz 25 (36.00 N; 33.70 E)

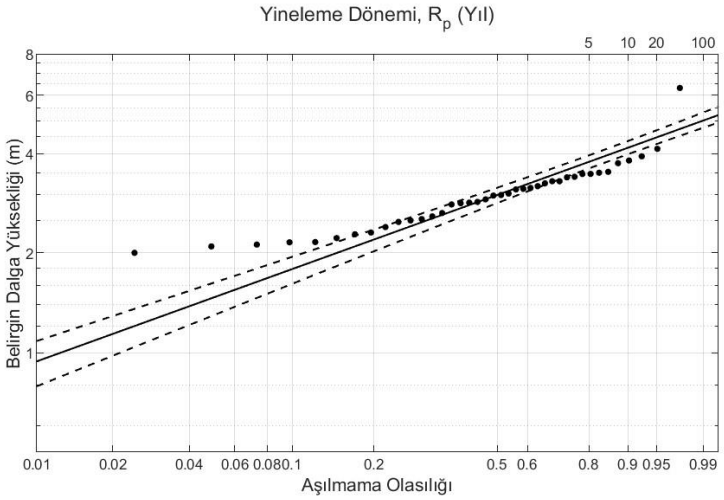


Akdeniz 26 (36.00 N; 34.00 E)

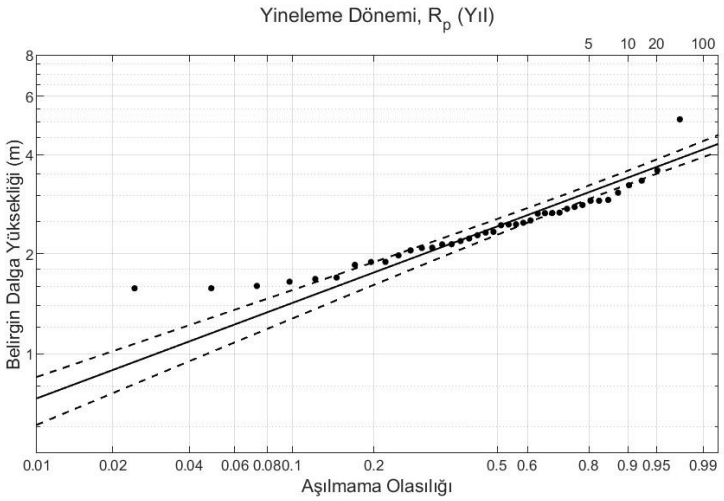


Akdeniz 27 (36.25 N; 34.00 E)

Akdeniz 28 (36.25 N; 34.30 E)

Akdeniz 29 (36.50 N; 34.30 E)


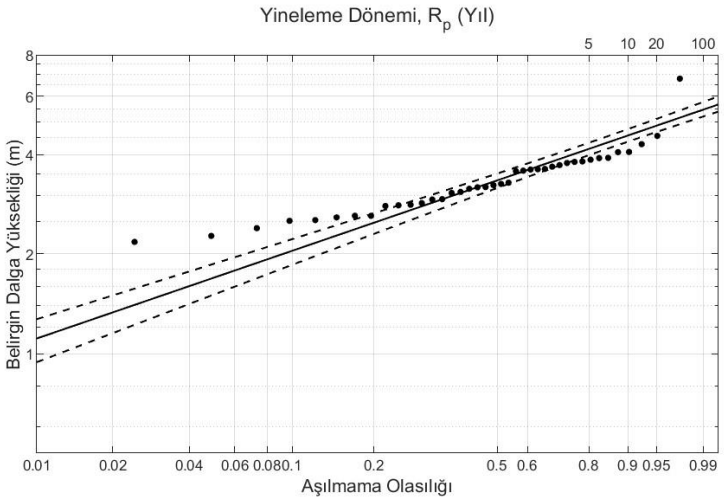
Akdeniz 30 (36.50 N; 34.60 E)

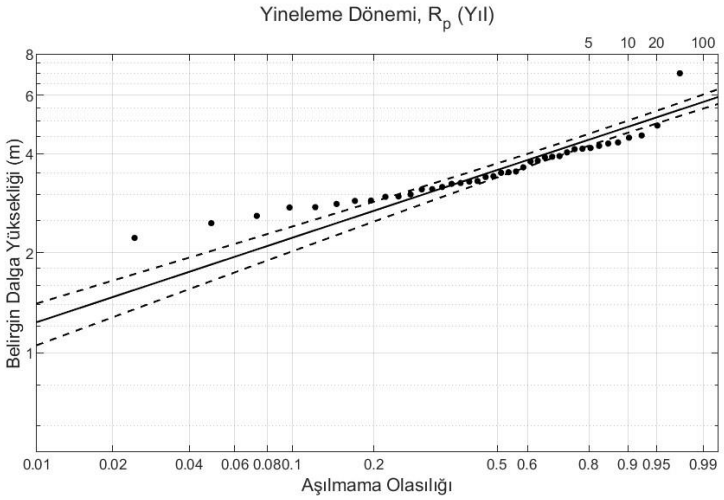
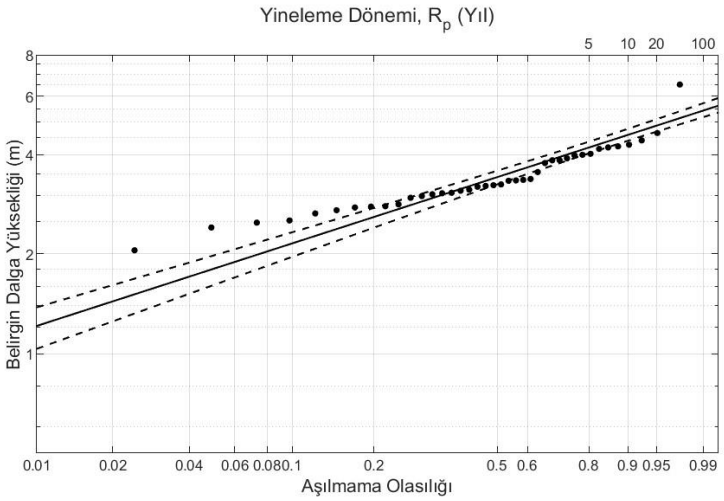
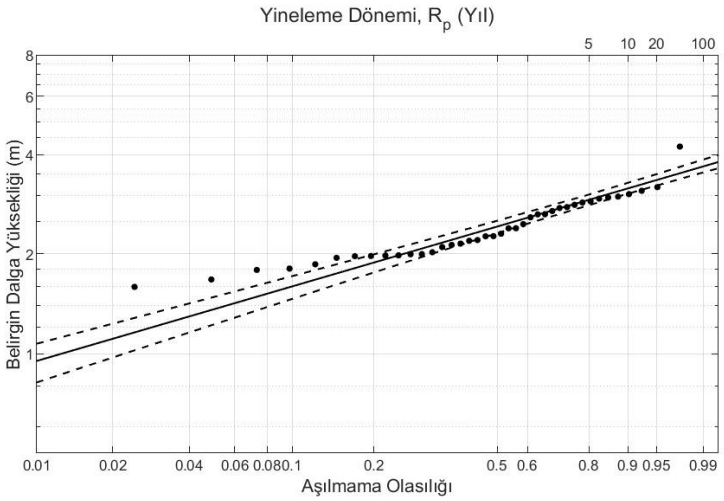


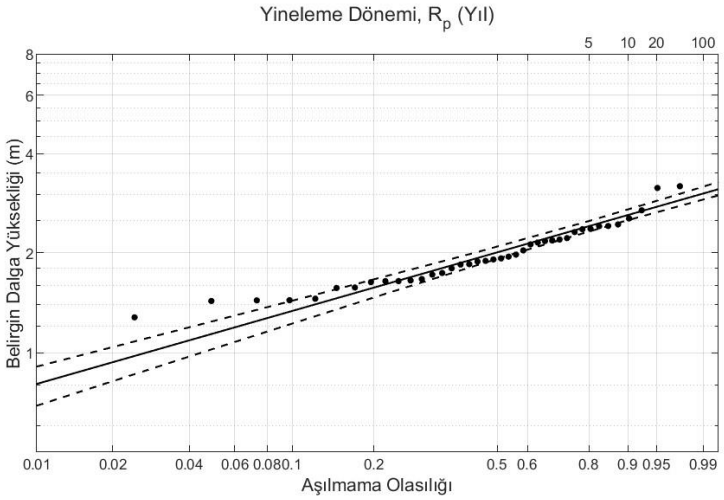
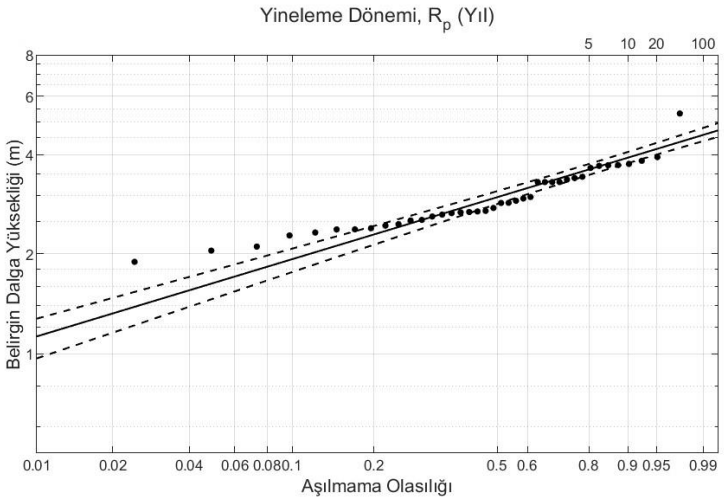
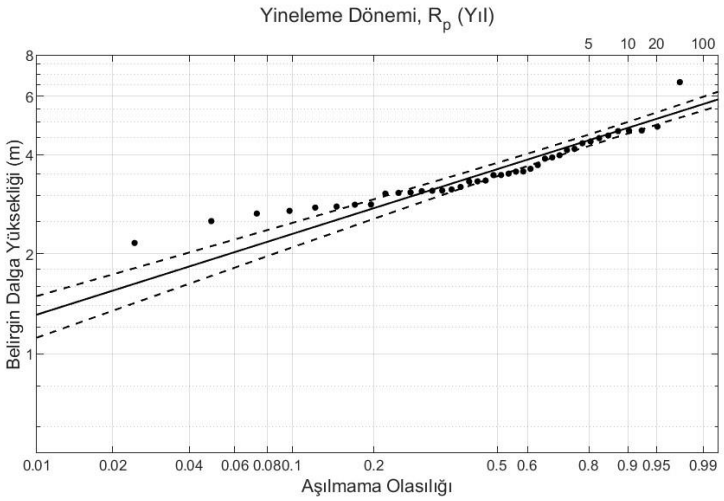
Akdeniz 31 (36.75 N; 34.60 E)



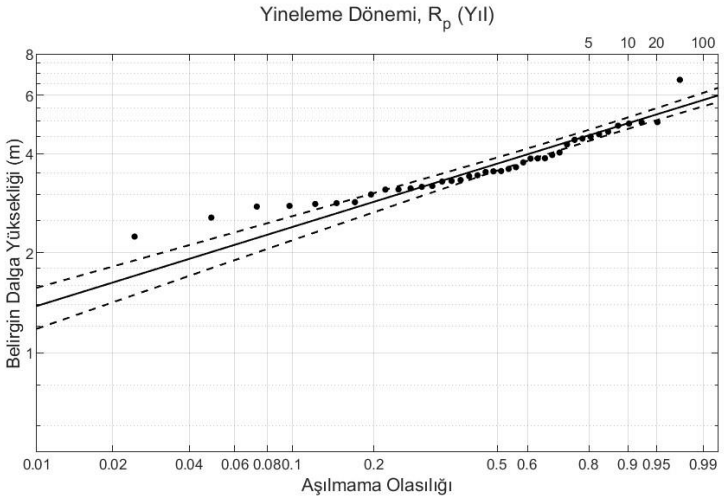
Akdeniz 32 (36.50 N; 34.90 E)



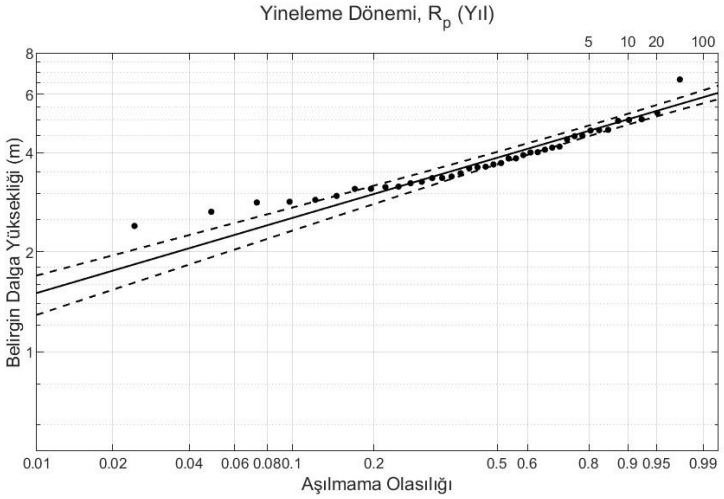
Akdeniz 33 (36.50 N; 35.20 E)

Akdeniz 34 (36.50 N; 35.50 E)

Akdeniz 35 (36.75 N; 35.80 E)


Akdeniz 36 (36.75 N; 36.10 E)

Akdeniz 37 (36.50 N; 35.80 E)

Akdeniz 38 (36.25 N; 35.80 E)


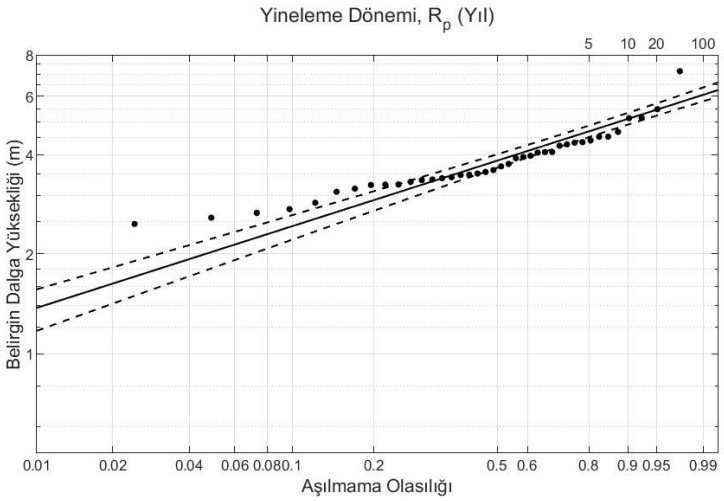
Akdeniz 39 (36.00 N; 35.80 E)



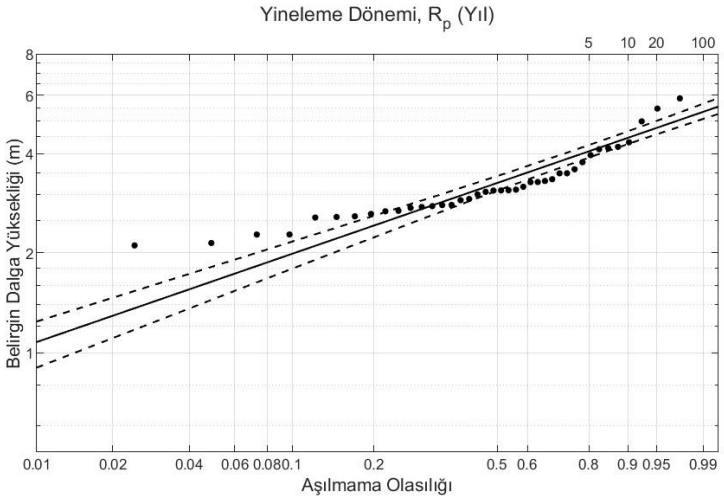
Akdeniz 40 (35.75 N; 35.80 E)



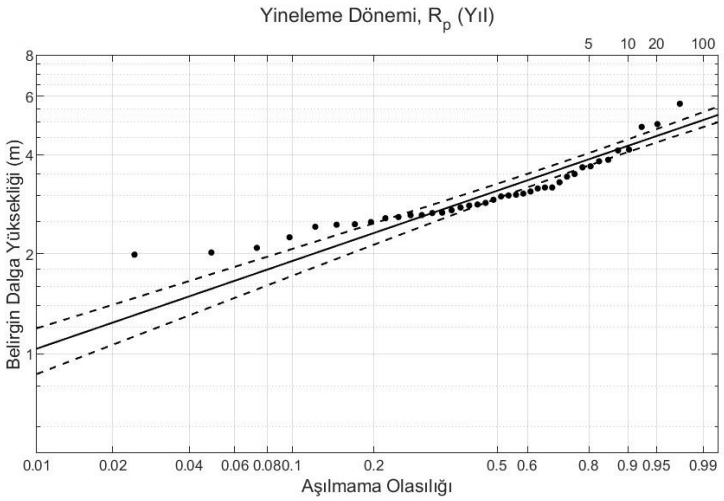
Akdeniz 41 (34.91704722 N; 34.08430833 E)



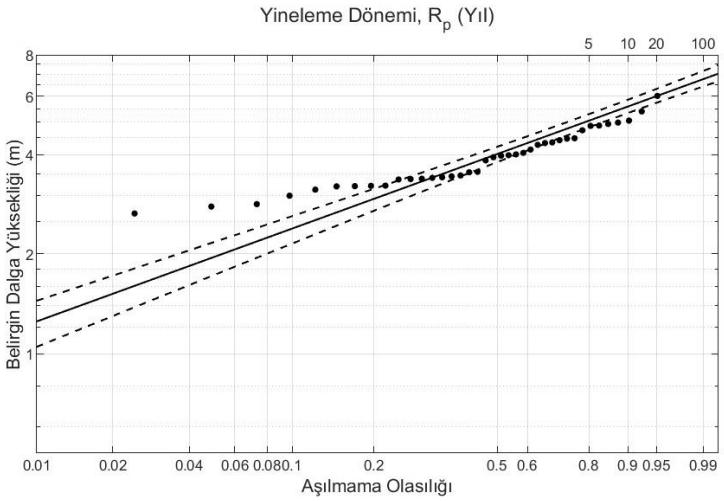
Akdeniz 42 (35.10952778 N; 34.07563889 E)



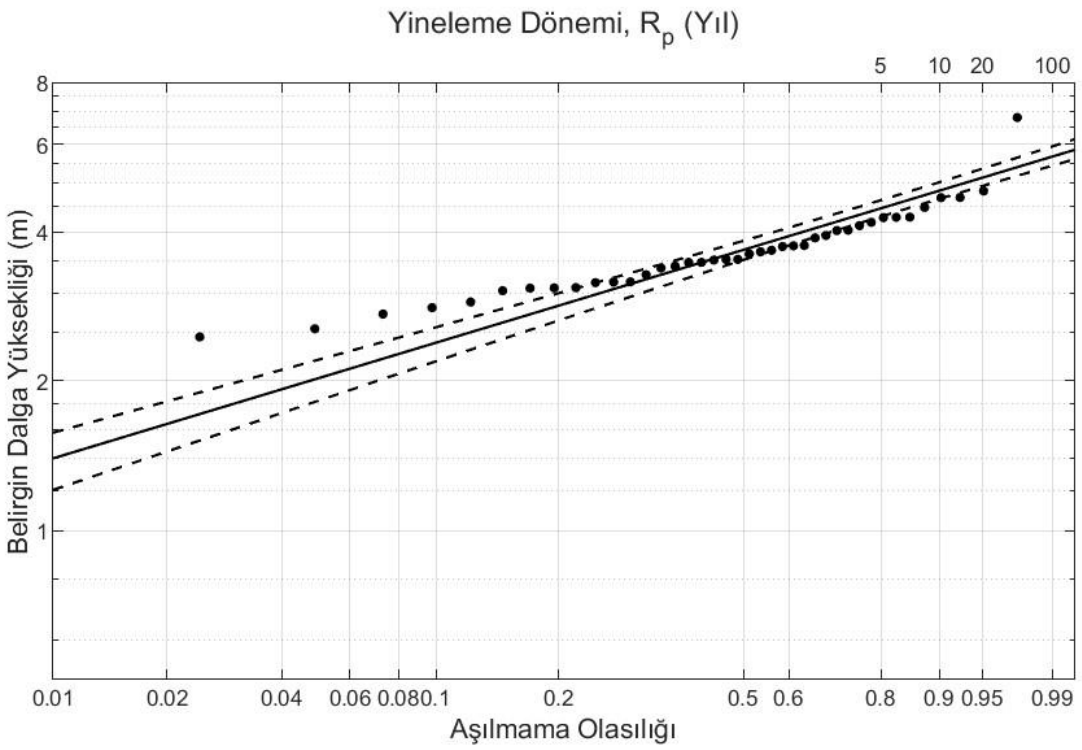
Akdeniz 43 (35.28524722 N; 34.04631944 E)



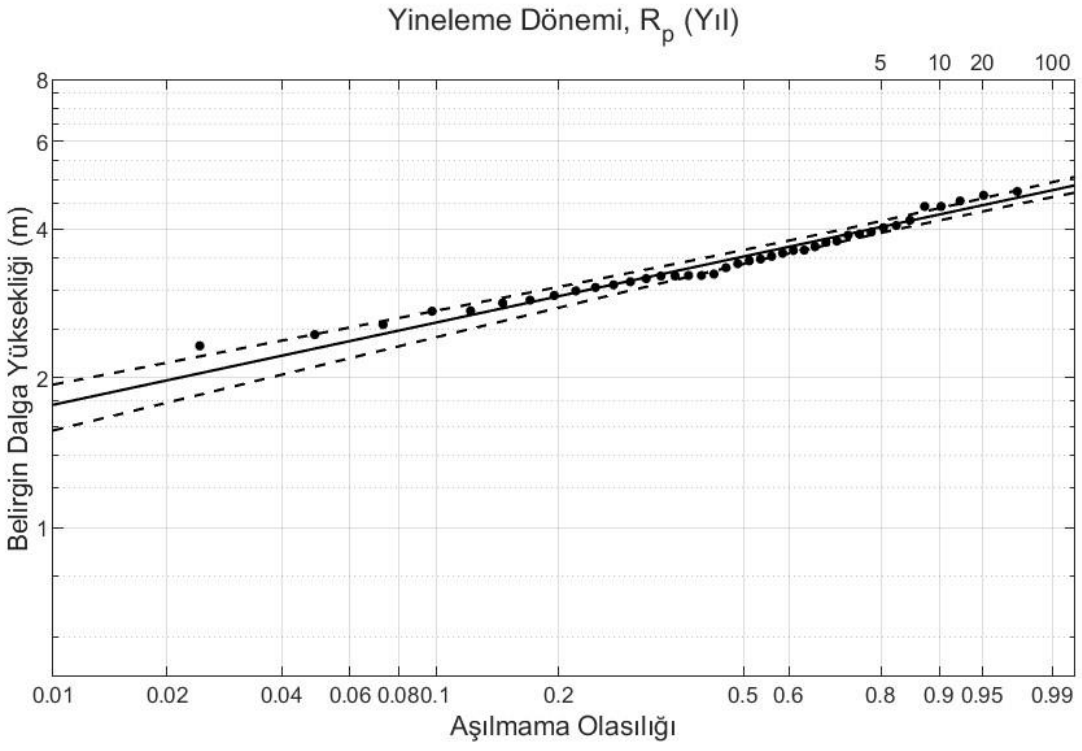
Akdeniz 44 (35.52740556 N; 34.43063611 E)



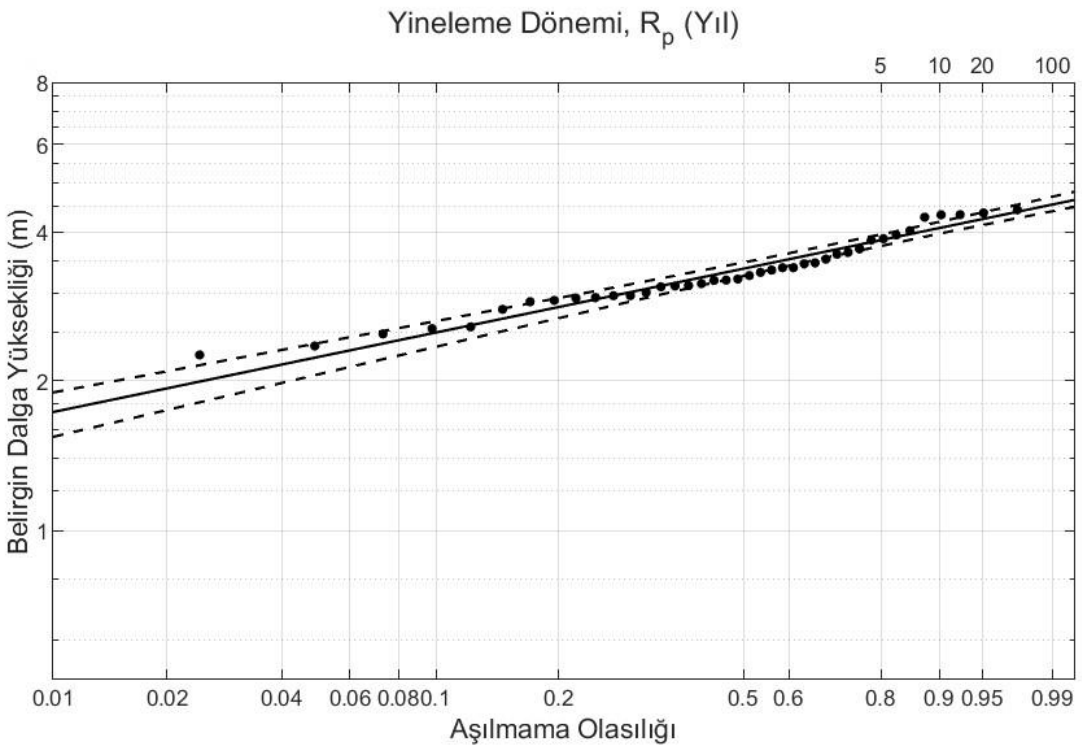
Akdeniz 45 (35.68773333 N; 34.48624167 E)



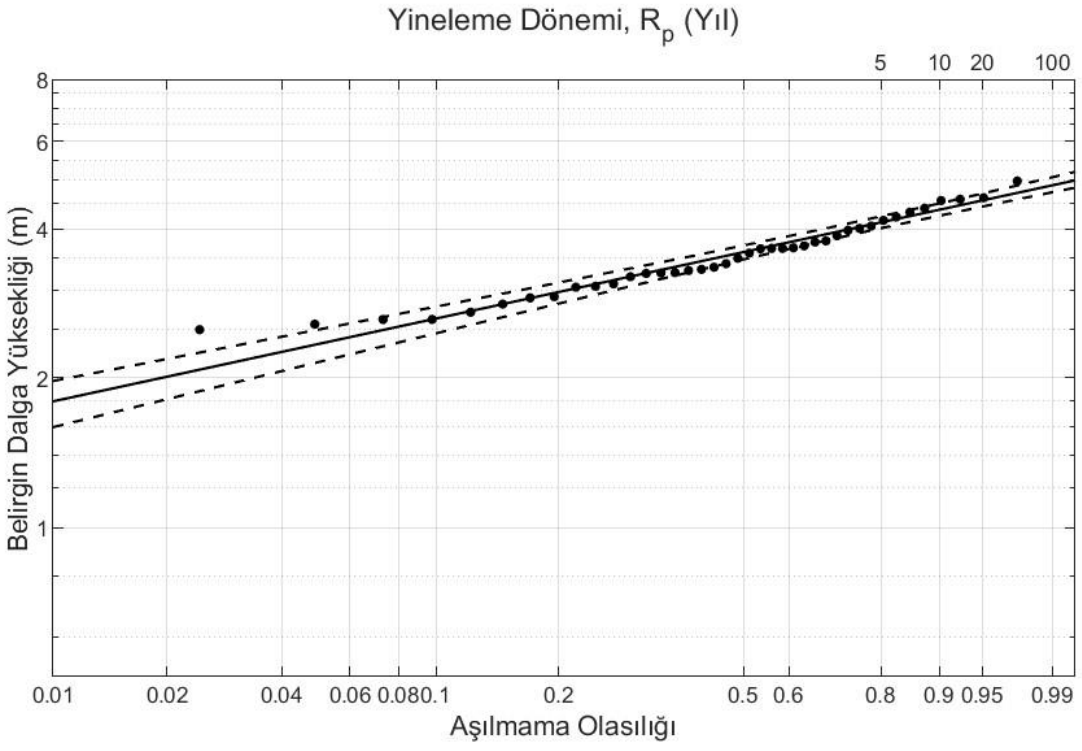
Akdeniz 46 (35.41034167 N; 33.82885 E)



Akdeniz 47 (35.34659444 N; 33.23995556 E)

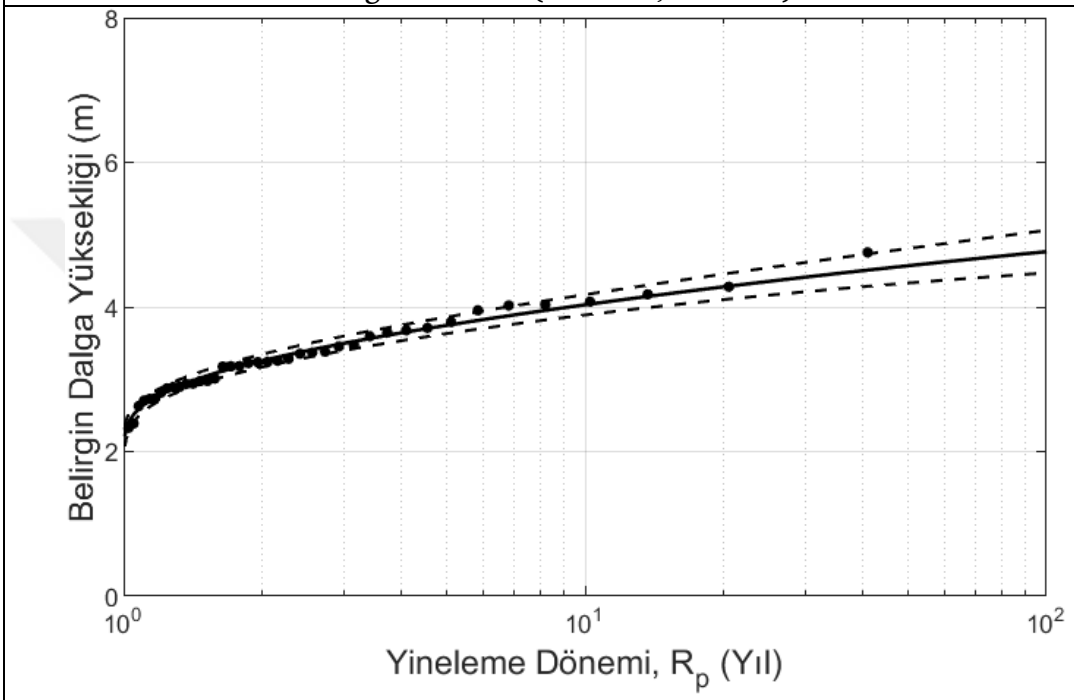


Akdeniz 48 (35.39374167 N; 32.97076389 E)

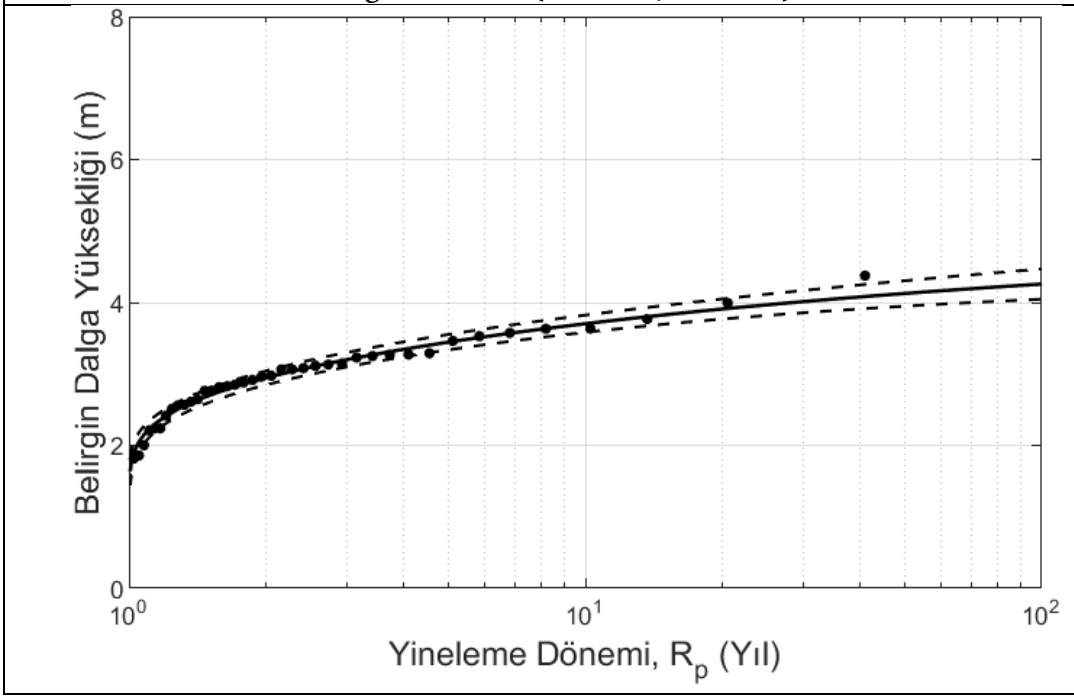


Q
EGE DENİZİ DERİN DENİZ EN BÜYÜK DEĞER BELİRGİN DALGA YÜKSEKLİĞİ İSTATİSTİĞİ (GEV)

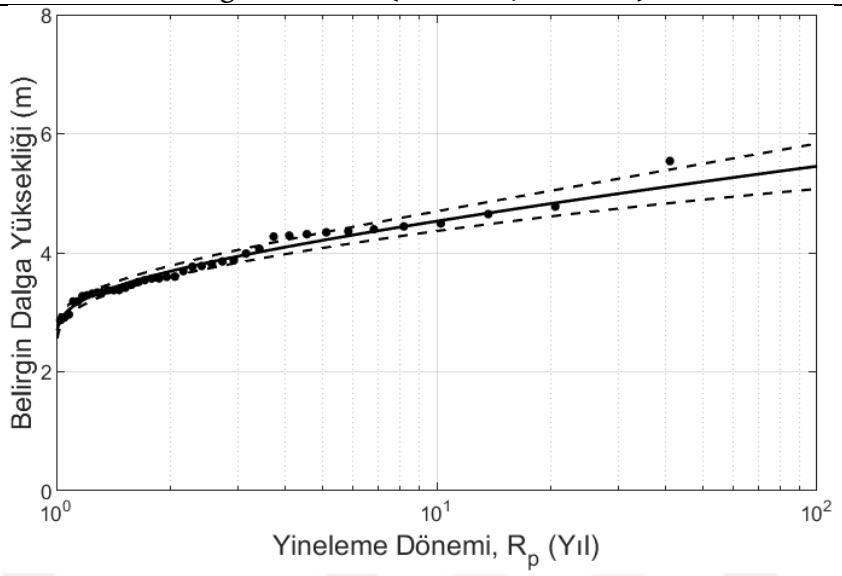
Ege Denizi 1 (40.75 N; 25.60 E)



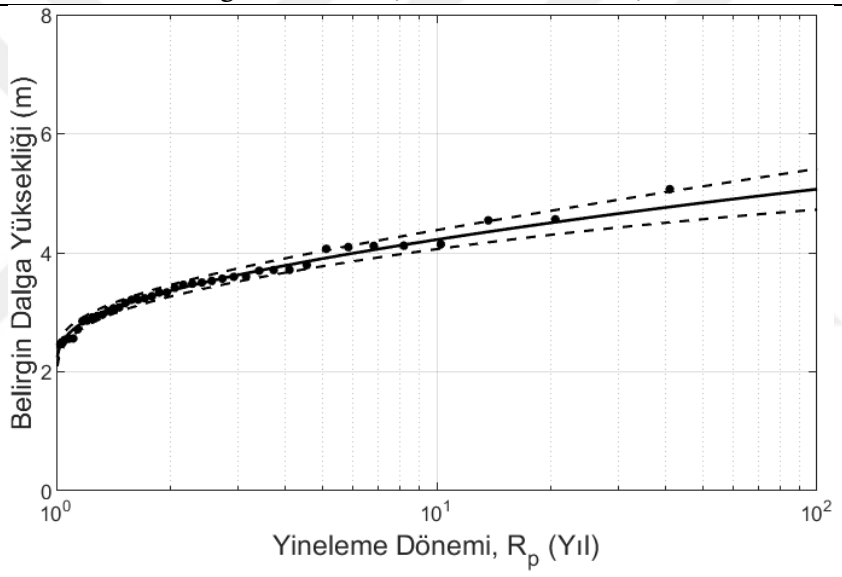
Ege Denizi 2 (40.75 N; 25.90 E)



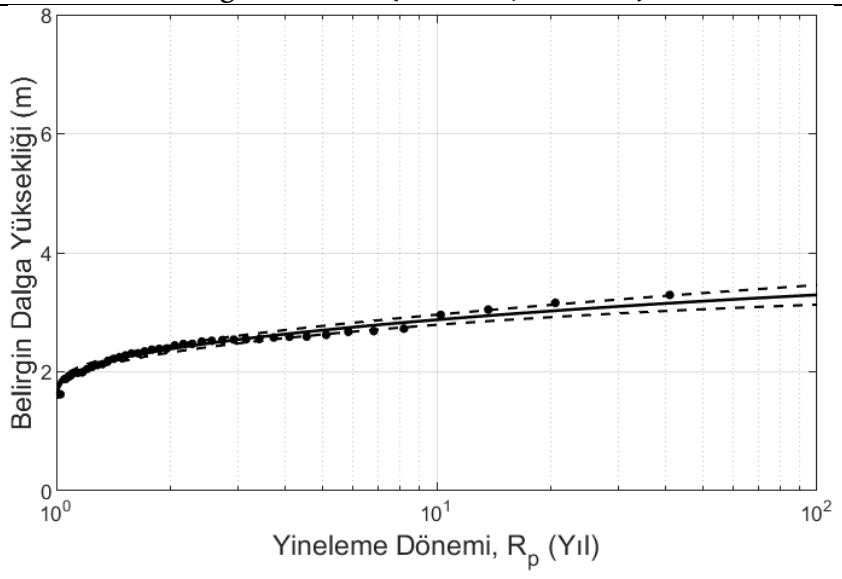
Ege Denizi 3 (40.50 N; 25.90 E)



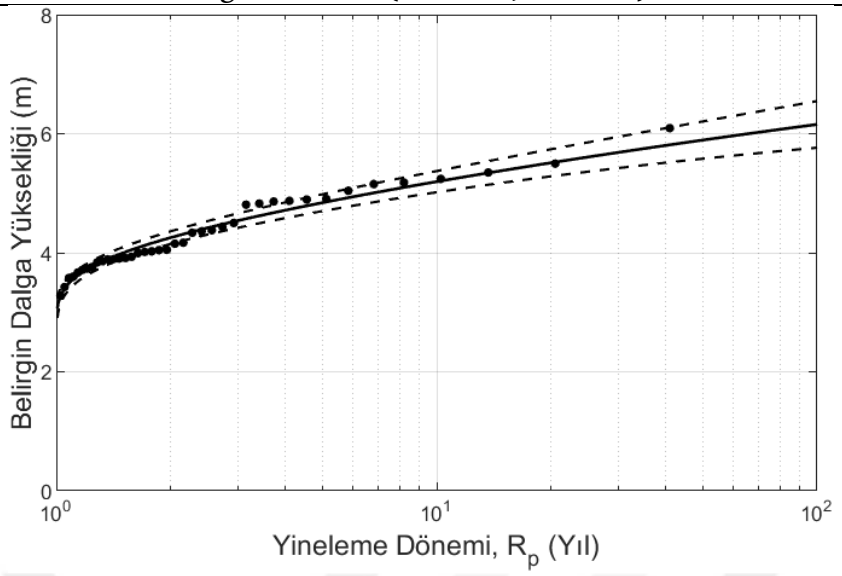
Ege Denizi 4 (40.50 N; 26.20 E)



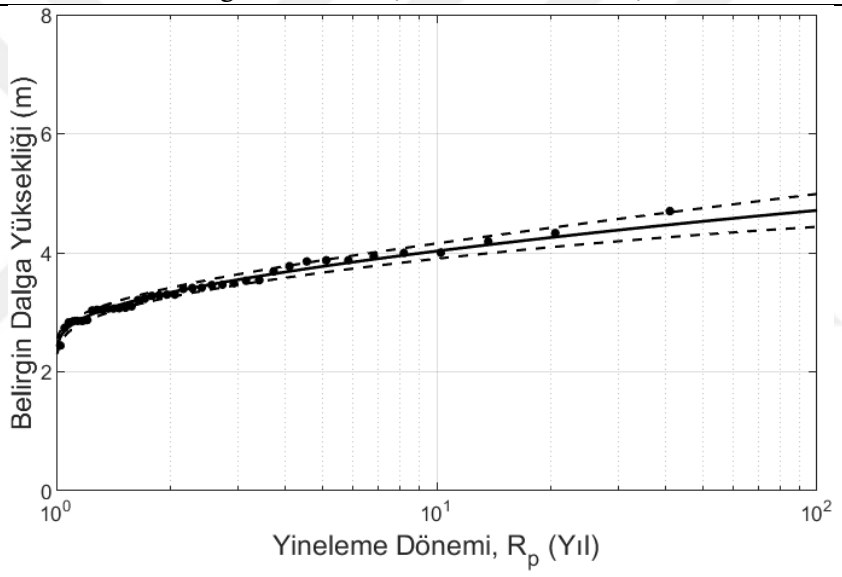
Ege Denizi 5 (40.50 N; 26.50 E)



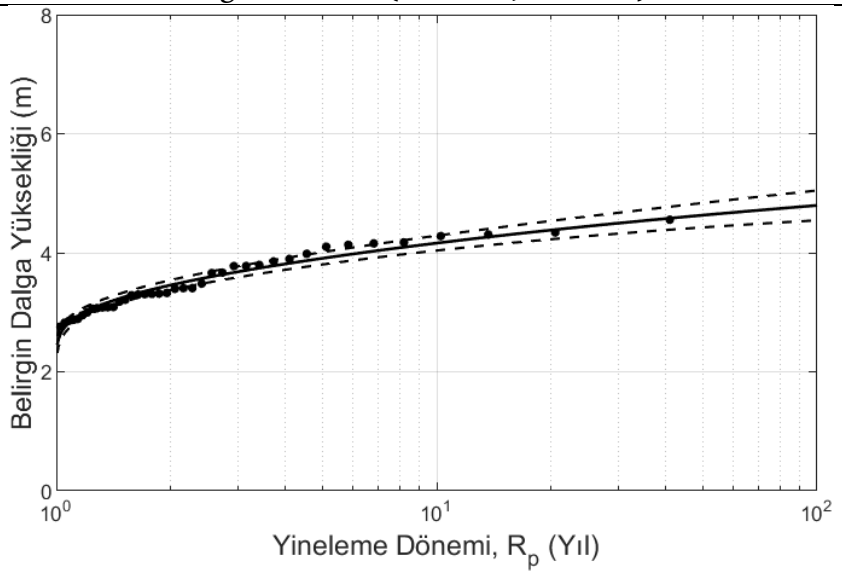
Ege Denizi 6 (40.25 N; 25.60 E)



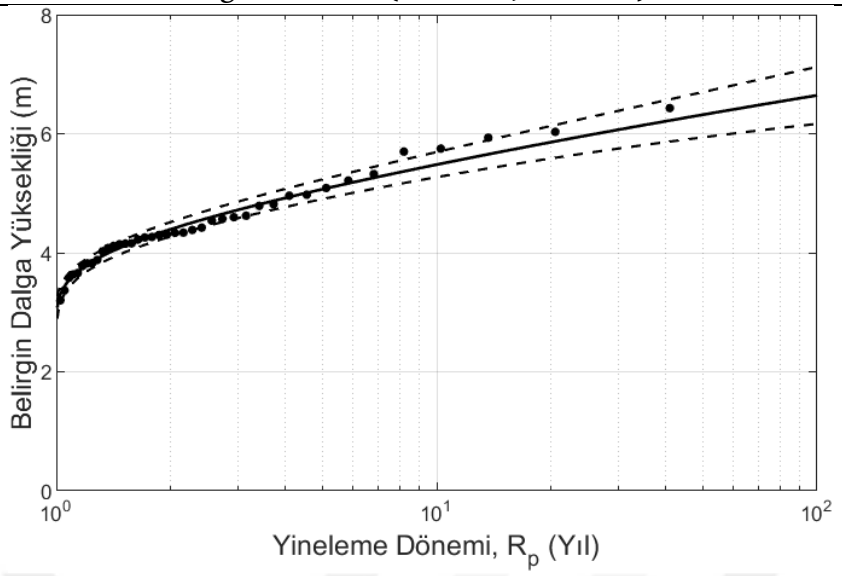
Ege Denizi 7 (40.25 N; 26.20 E)



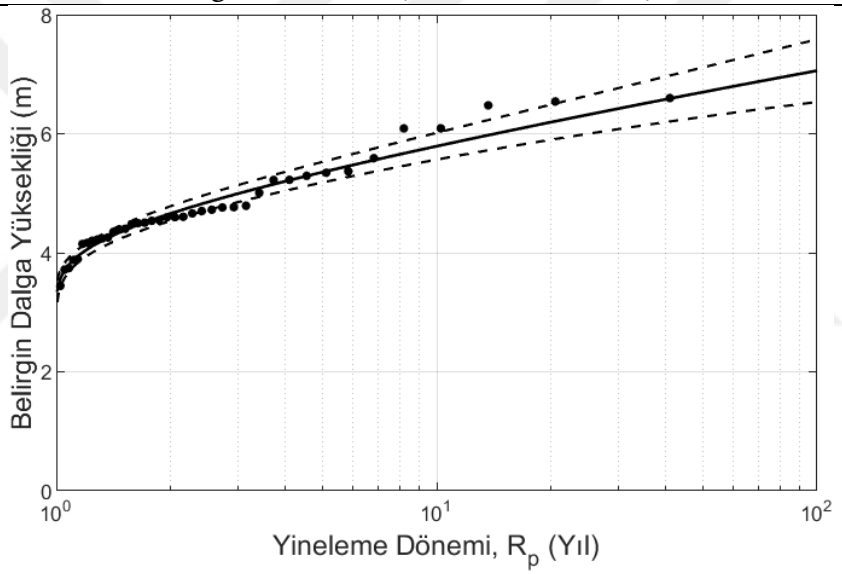
Ege Denizi 8 (40.00 N; 26.10 E)



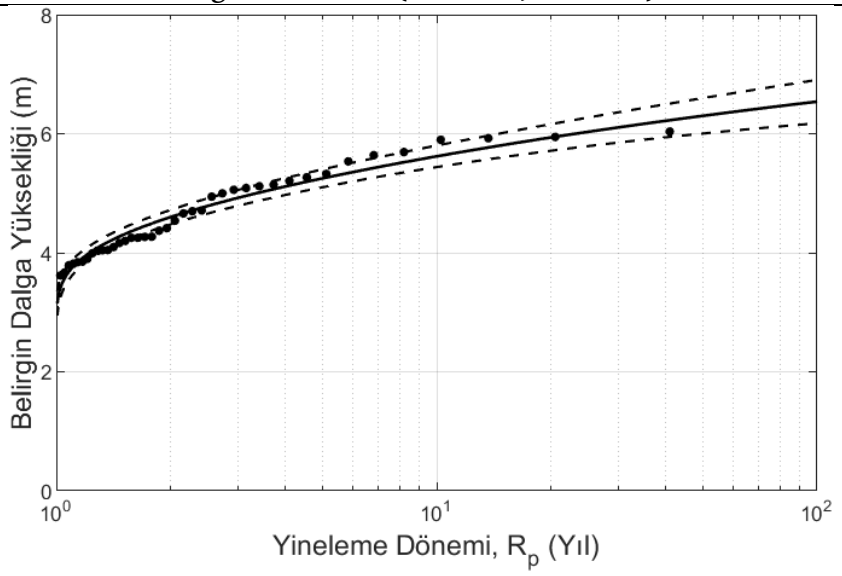
Ege Denizi 9 (40.00 N; 25.90 E)



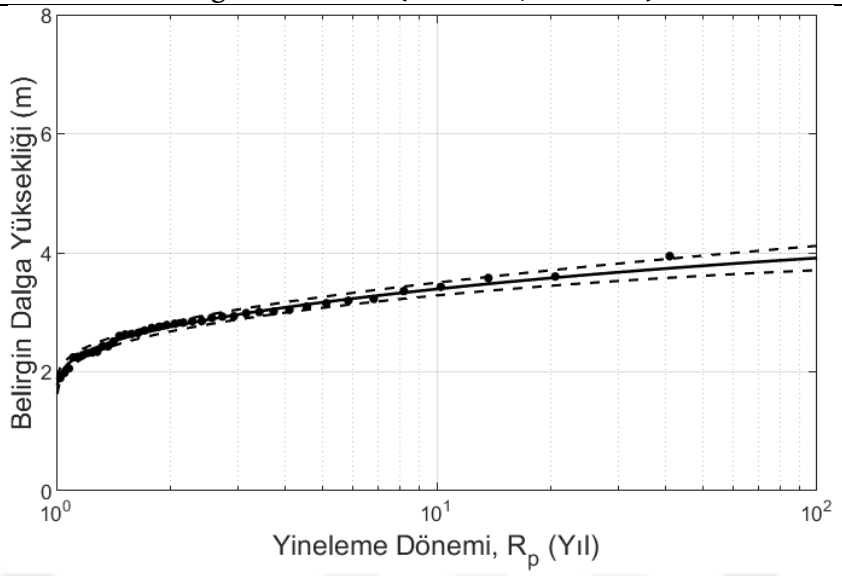
Ege Denizi 10 (39.75 N; 25.90 E)



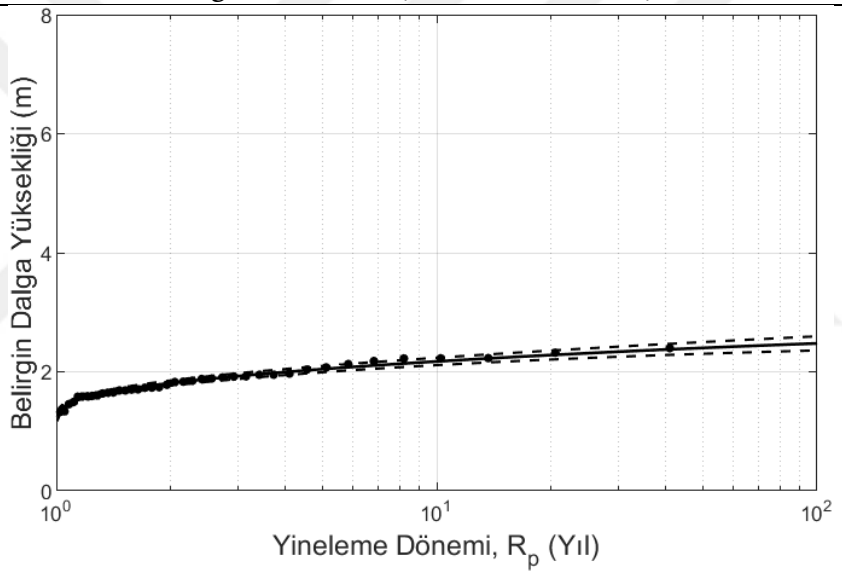
Ege Denizi 11 (39.50 N; 25.90 E)



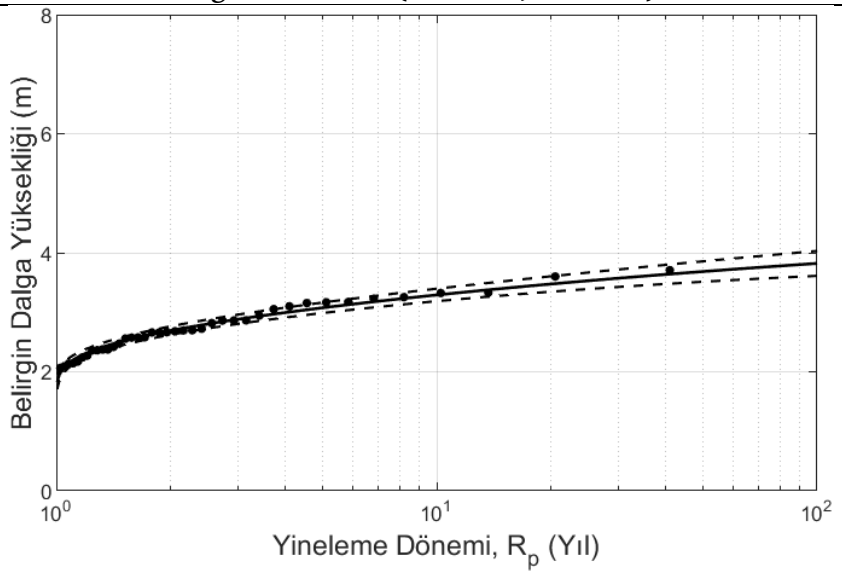
Ege Denizi 12 (39.50 N; 26.50 E)

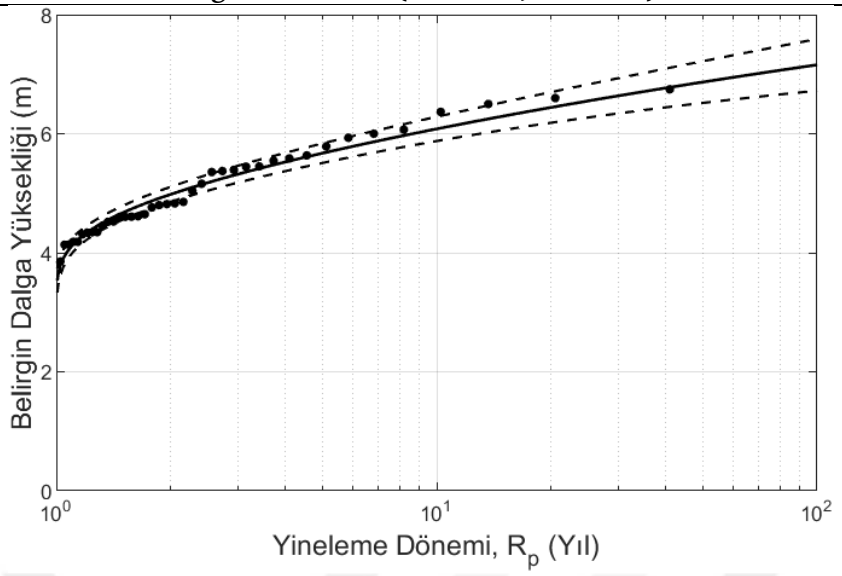
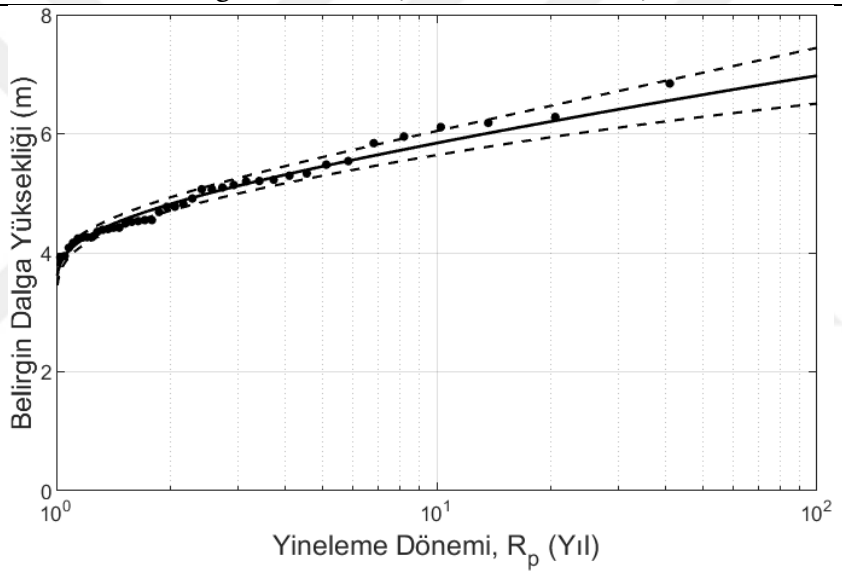
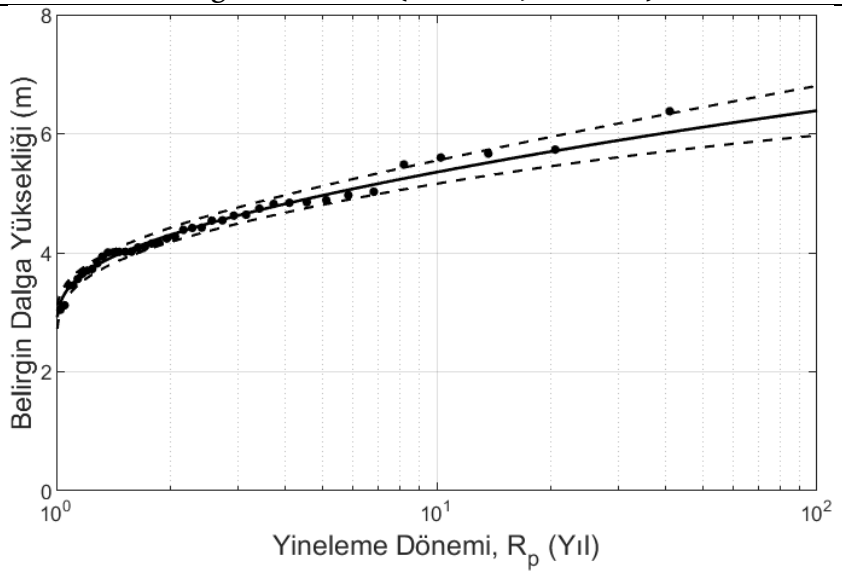


Ege Denizi 13 (39.50 N; 26.80 E)

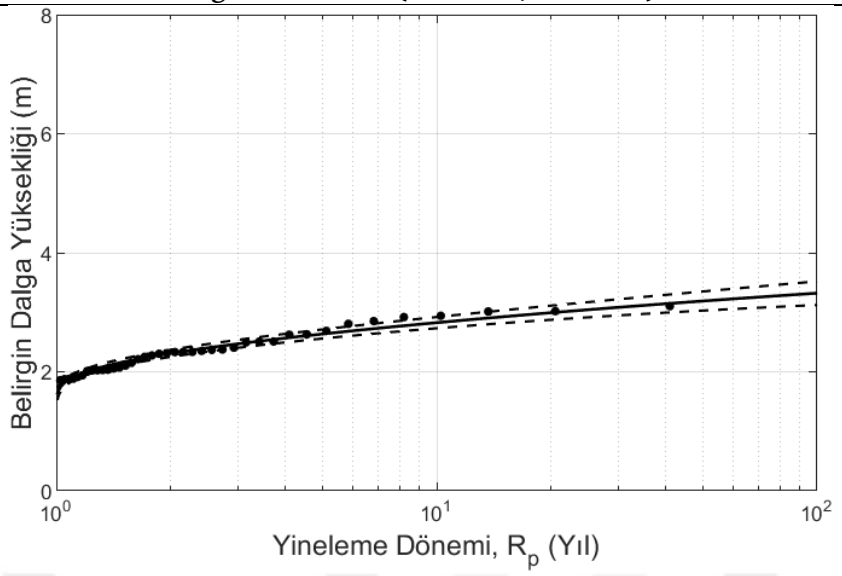


Ege Denizi 14 (39.25 N; 26.50 E)

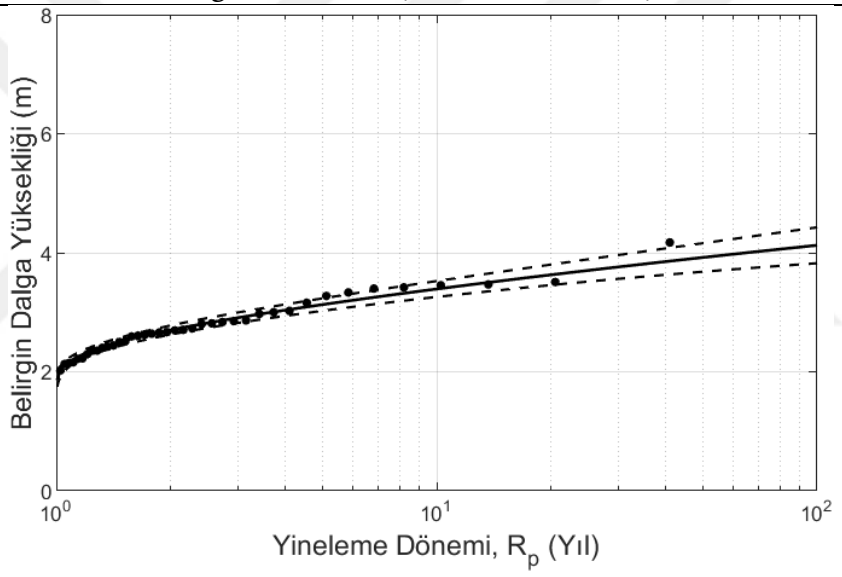


Ege Denizi 15 (39.25 N; 25.80 E)

Ege Denizi16 (39.00 N; 25.90 E)

Ege Denizi 17 (39.00 N; 26.20 E)


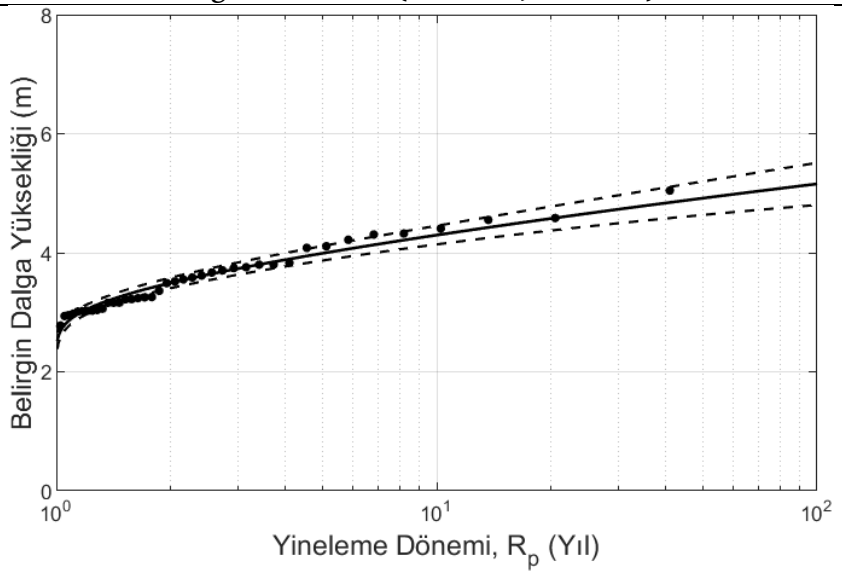
Ege Denizi 18 (39.00 N; 26.80 E)



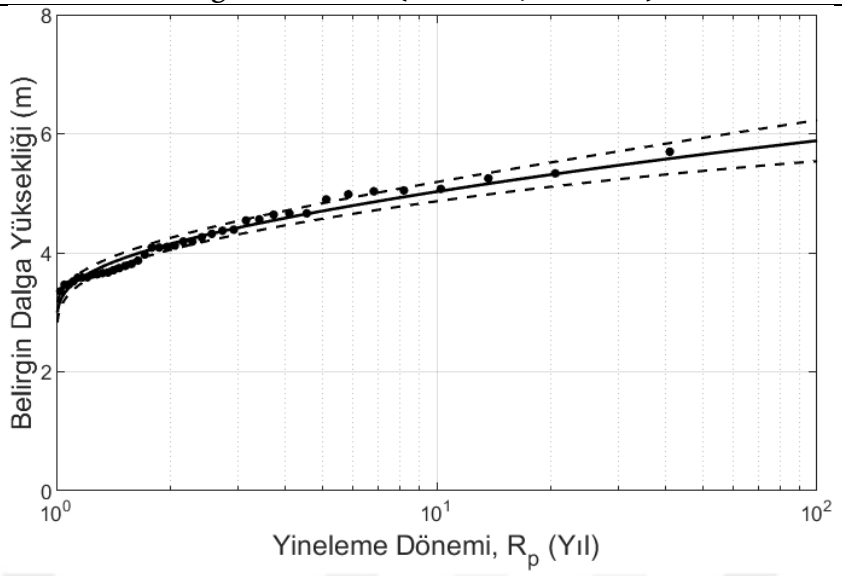
Ege Denizi 19 (38.75 N; 26.80 E)



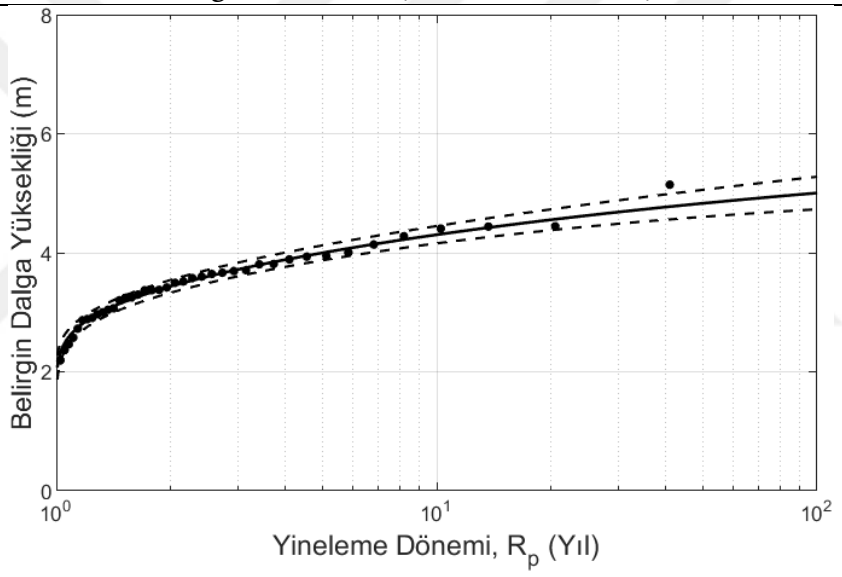
Ege Denizi 20 (38.75 N; 26.50 E)



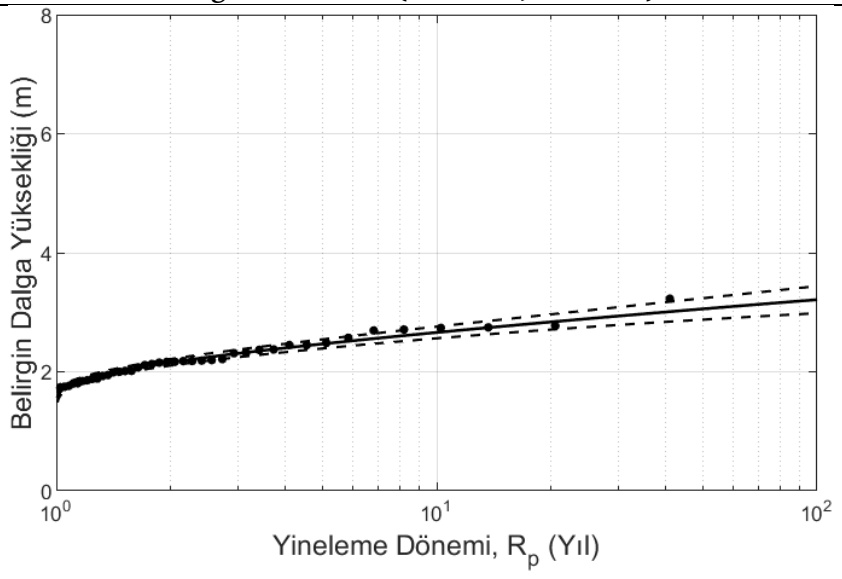
Ege Denizi 21 (38.75 N; 26.20 E)



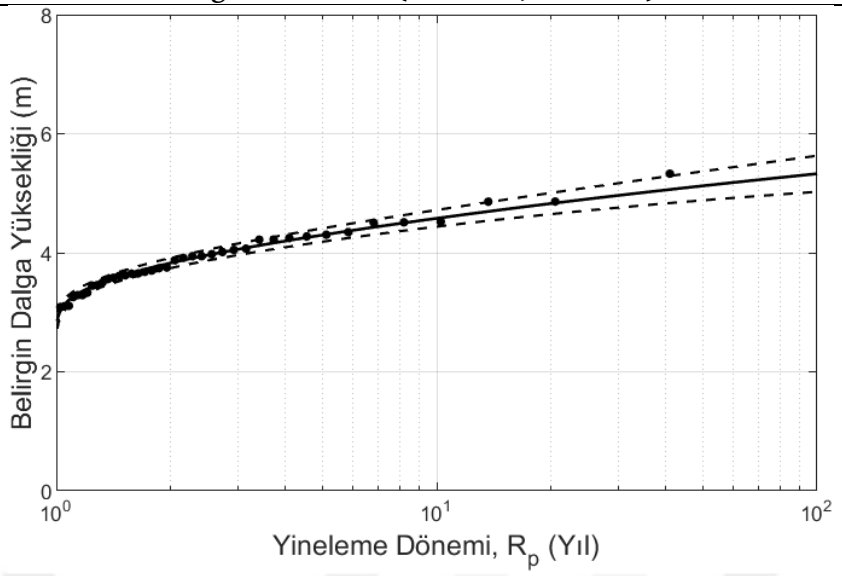
Ege Denizi 22 (38.50 N; 26.20 E)



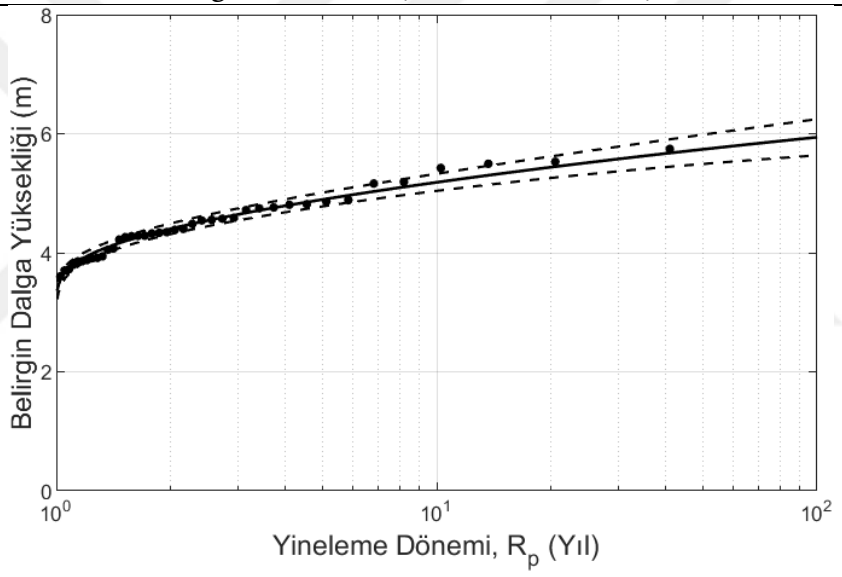
Ege Denizi 23 (38.50 N; 26.80 E)



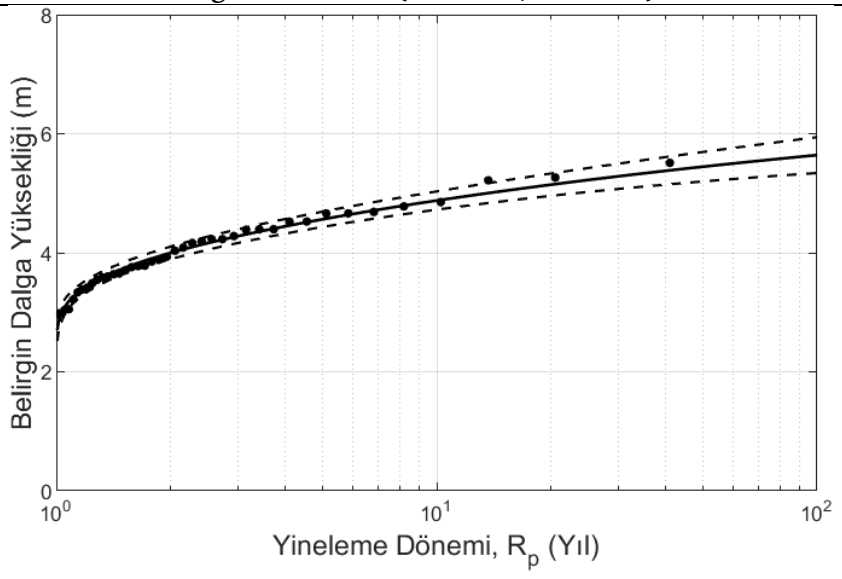
Ege Denizi 24 (38.25 N; 26.20 E)



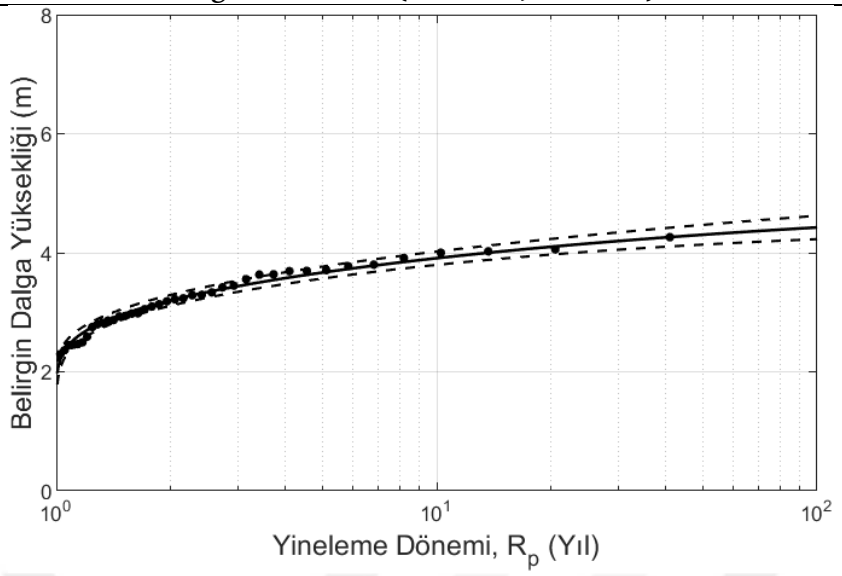
Ege Denizi 25 (38.00 N; 26.20 E)



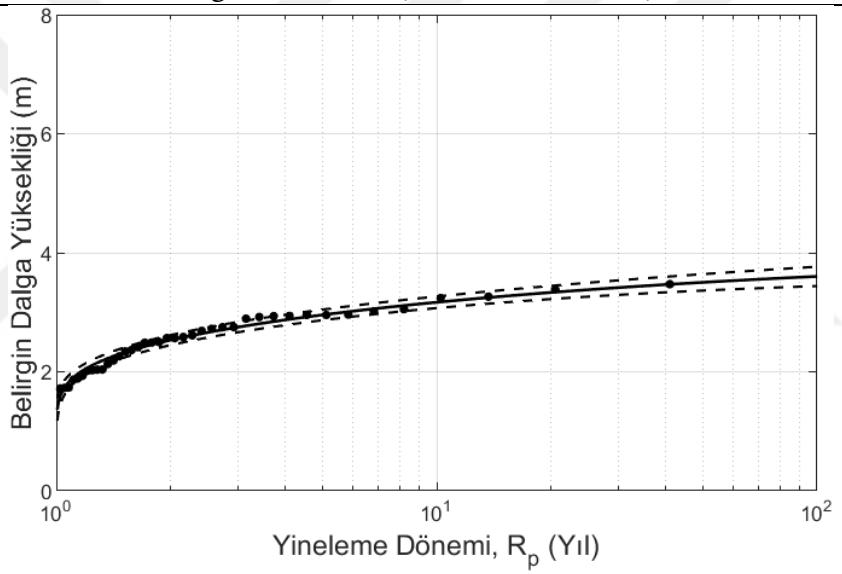
Ege Denizi 26 (38.00 N; 26.50 E)



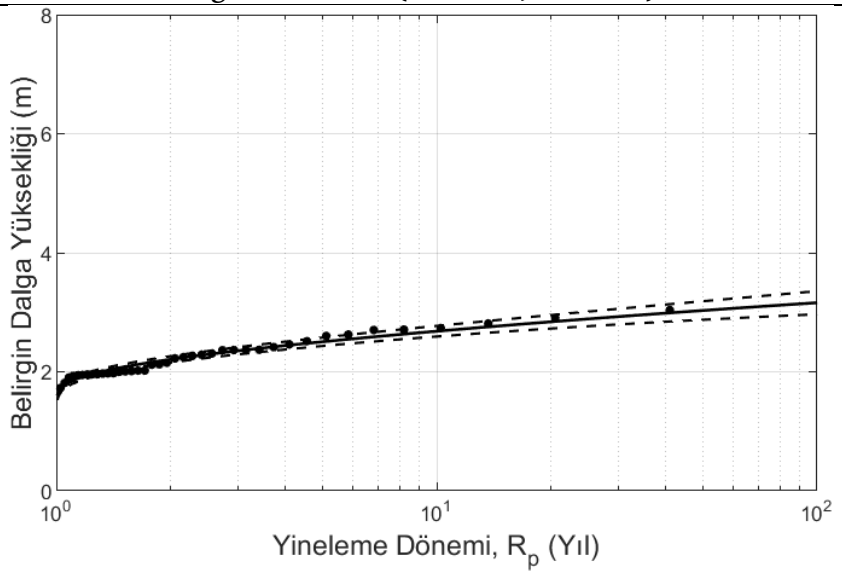
Ege Denizi 27 (38.00 N; 26.80 E)



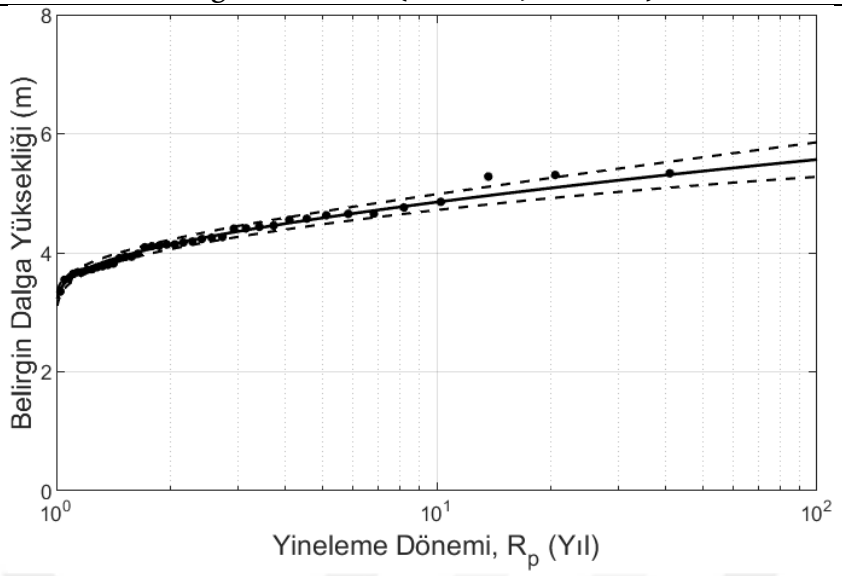
Ege Denizi 28 (38.00 N; 27.10 E)



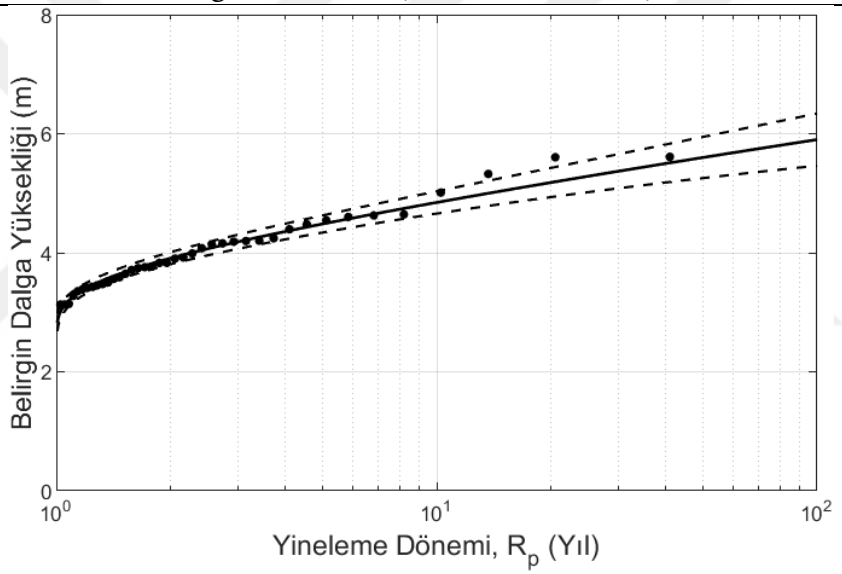
Ege Denizi 29 (37.75 N; 27.10 E)



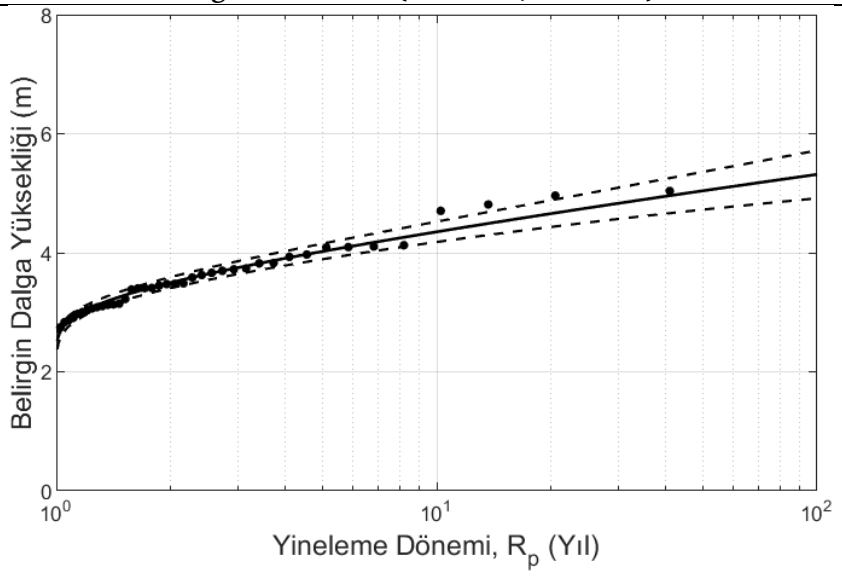
Ege Denizi 30 (37.75 N; 26.50 E)



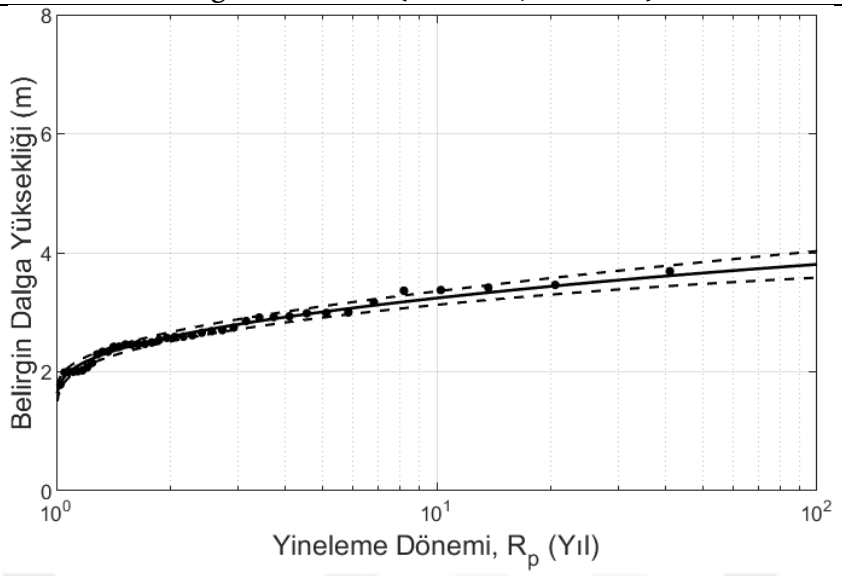
Ege Denizi 31 (37.50 N; 26.50 E)



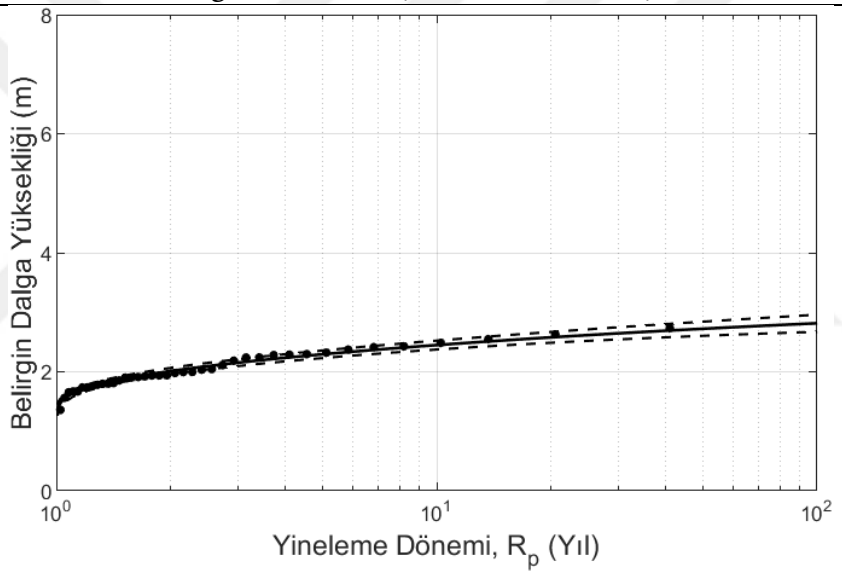
Ege Denizi 32 (37.50 N; 26.80 E)



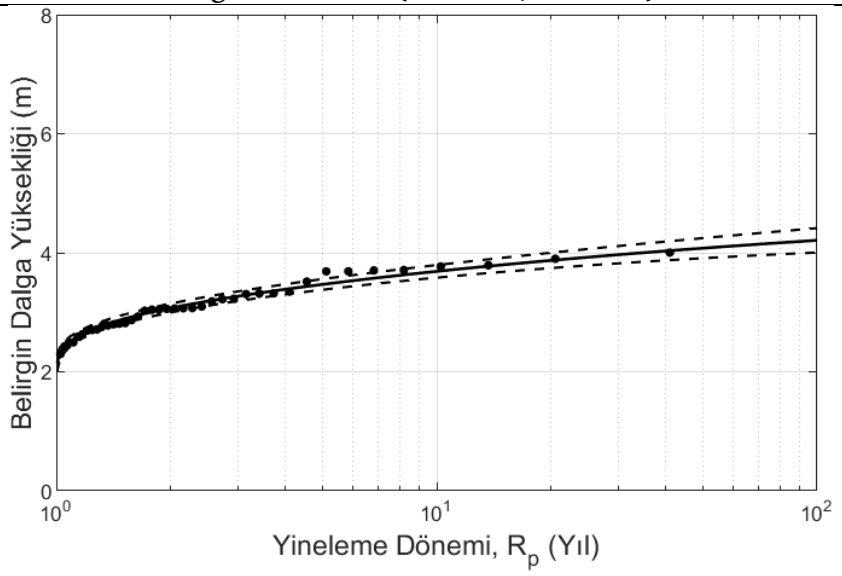
Ege Denizi 33 (37.50 N; 27.10 E)



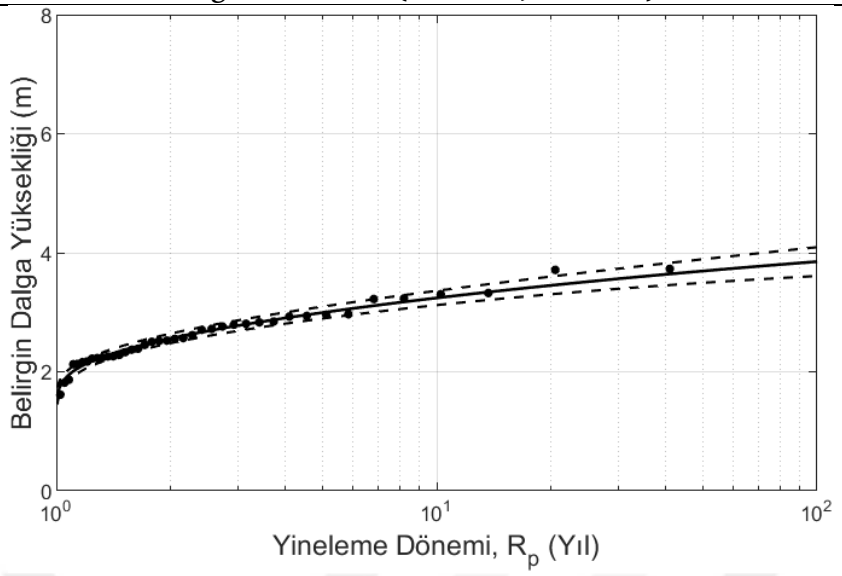
Ege Denizi 34 (37.25 N; 27.40 E)



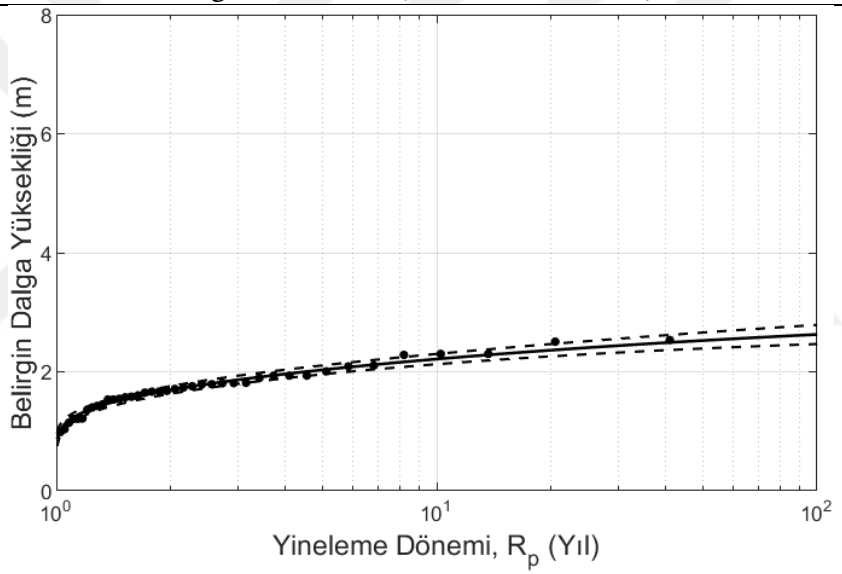
Ege Denizi 35 (37.25 N; 27.10 E)



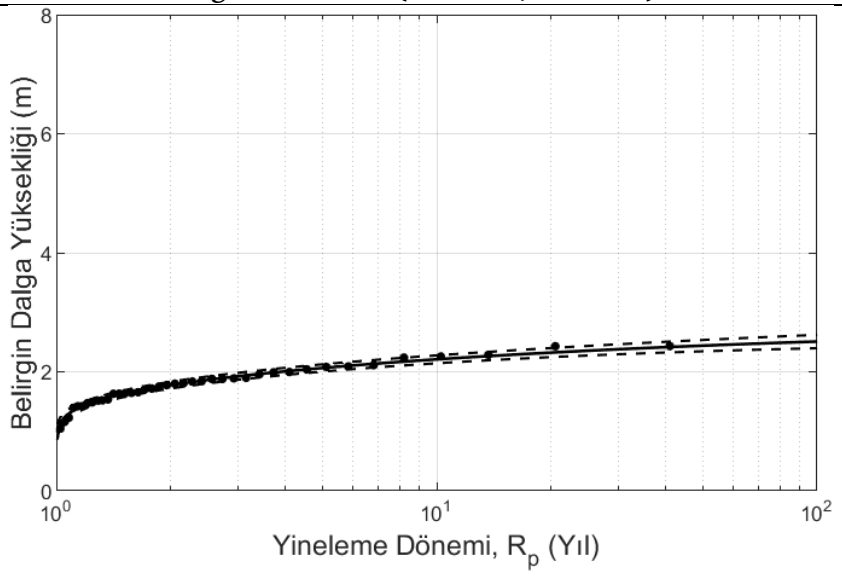
Ege Denizi 36 (37.00 N; 27.40 E)



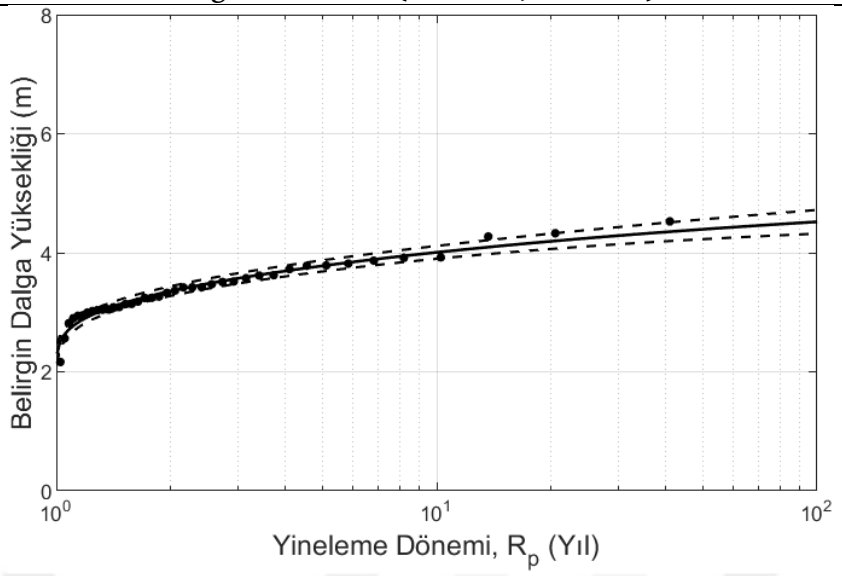
Ege Denizi 37 (37.00 N; 28.00 E)



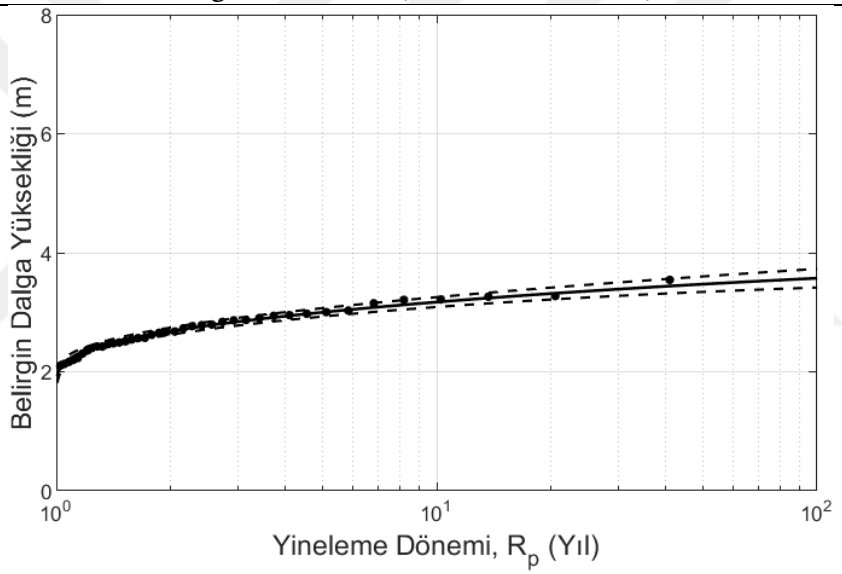
Ege Denizi 38 (36.75 N; 28.00 E)



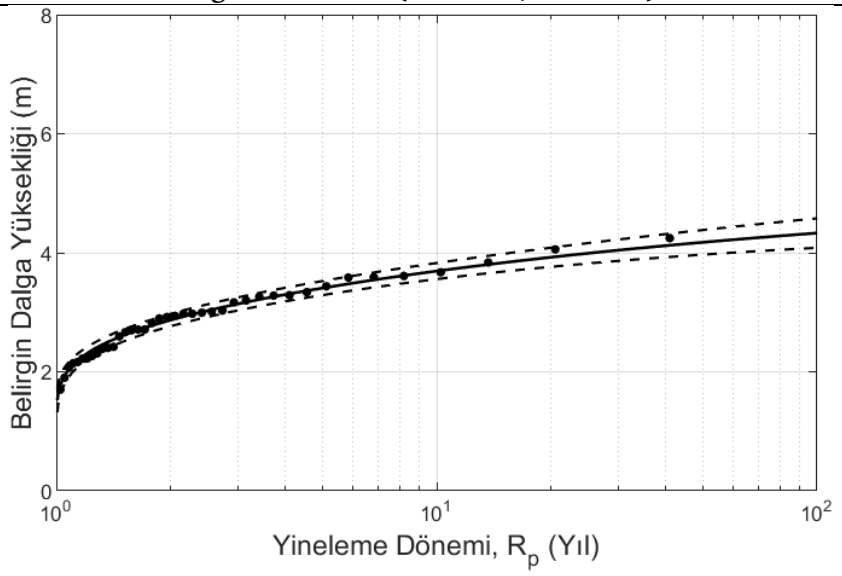
Ege Denizi 39 (36.60 N; 27.60 E)



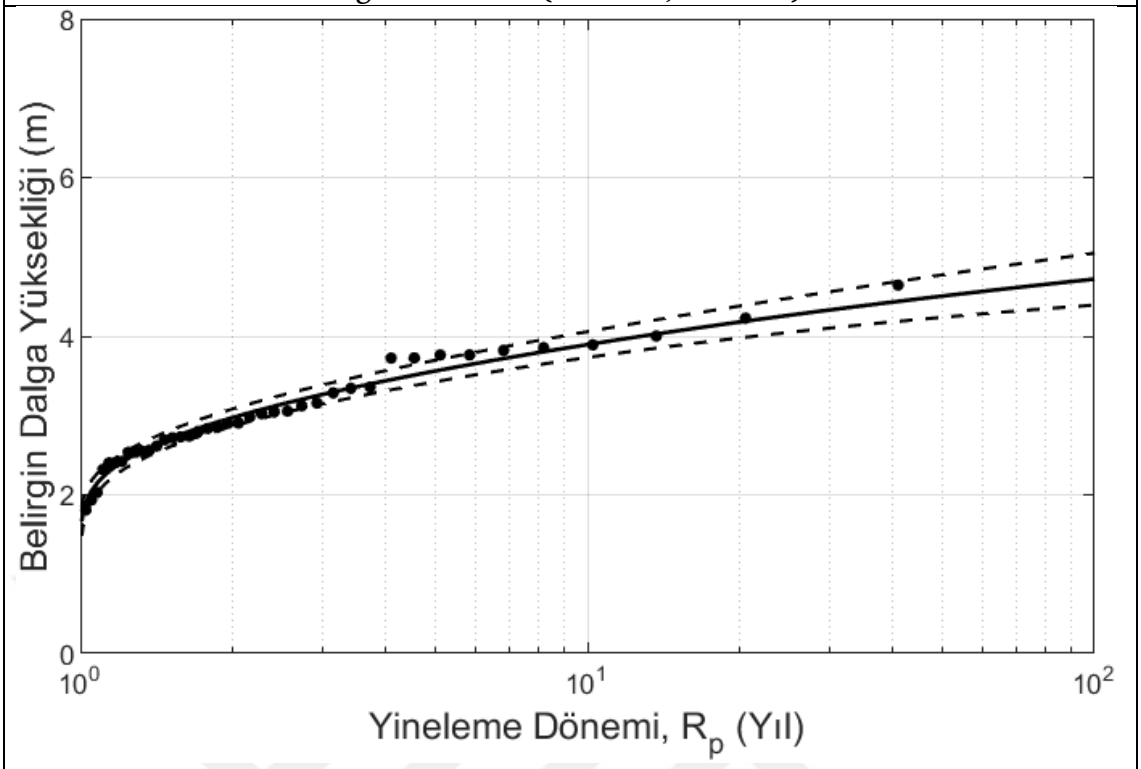
Ege Denizi 40 (36.75 N; 27.40 E)



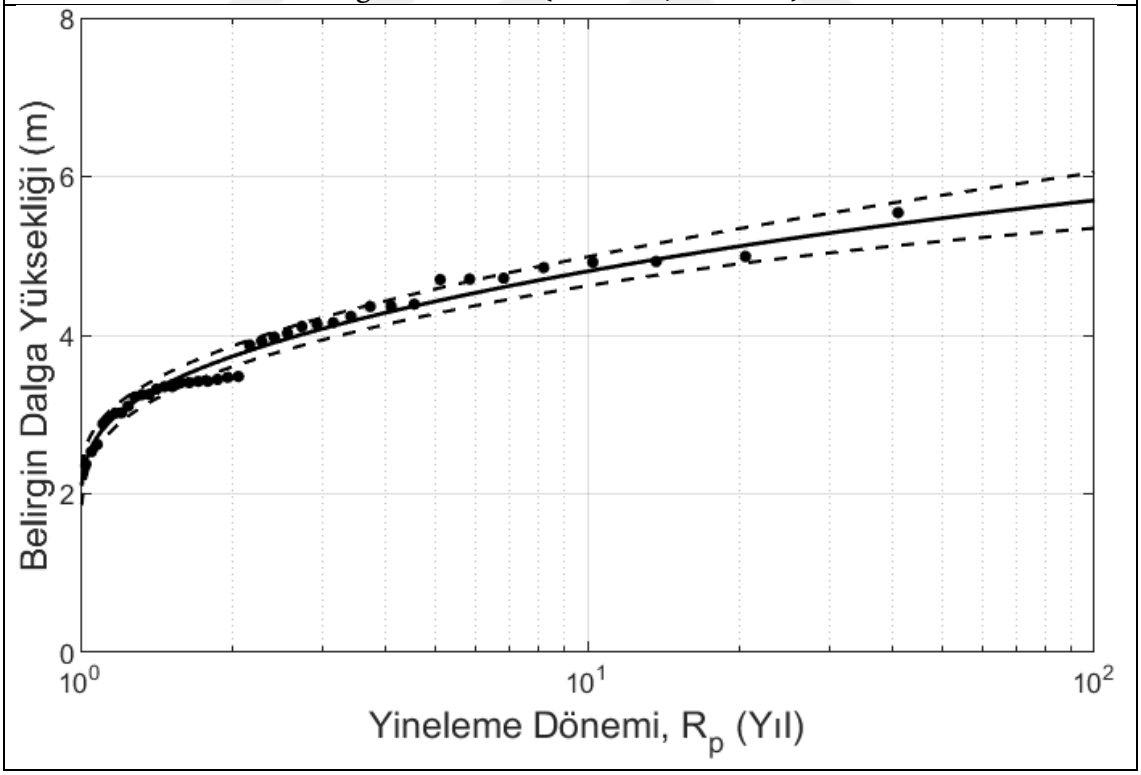
Ege Denizi 41 (36.75 N; 28.30 E)



Ege Denizi 42 (36.75 N; 28.60 E)



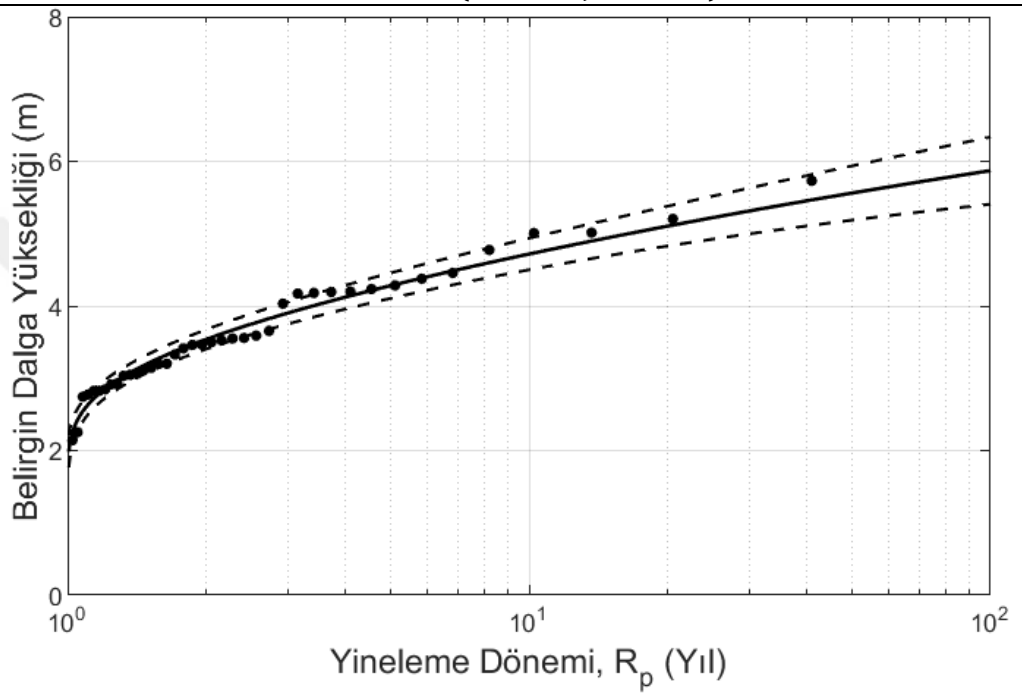
Ege Denizi 43 (36.50 N; 28.60 E)



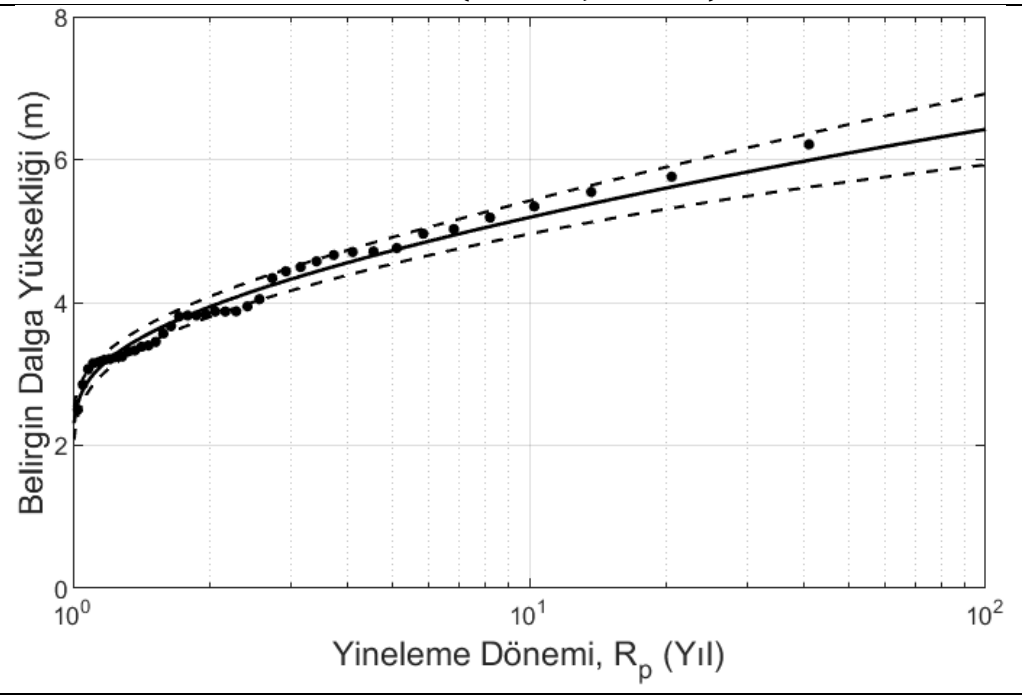
R

AKDENİZ DERİN DENİZ EN BÜYÜK DEĞER BELİRGİN DALGA YÜKSEKLİĞİ İSTATİSTİĞİ (GEV)

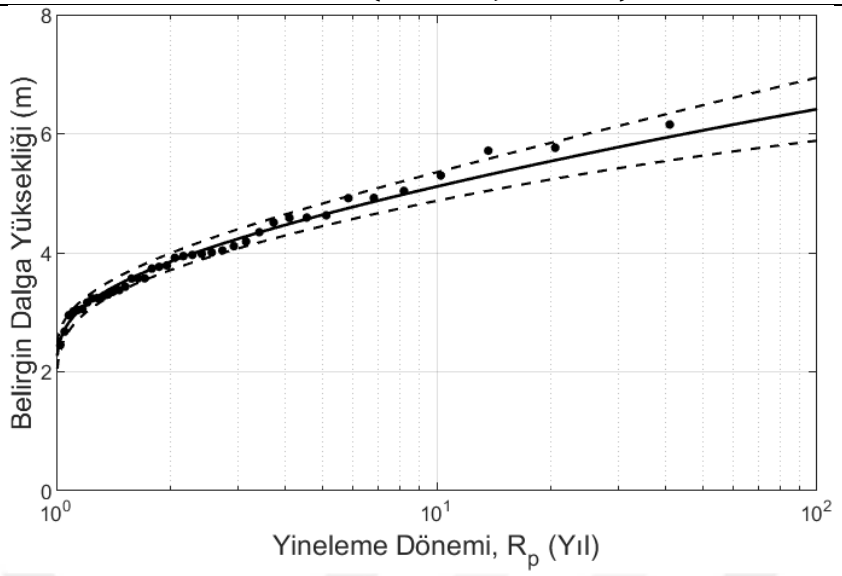
Akdeniz 1 (36.50 N; 28.90 E)



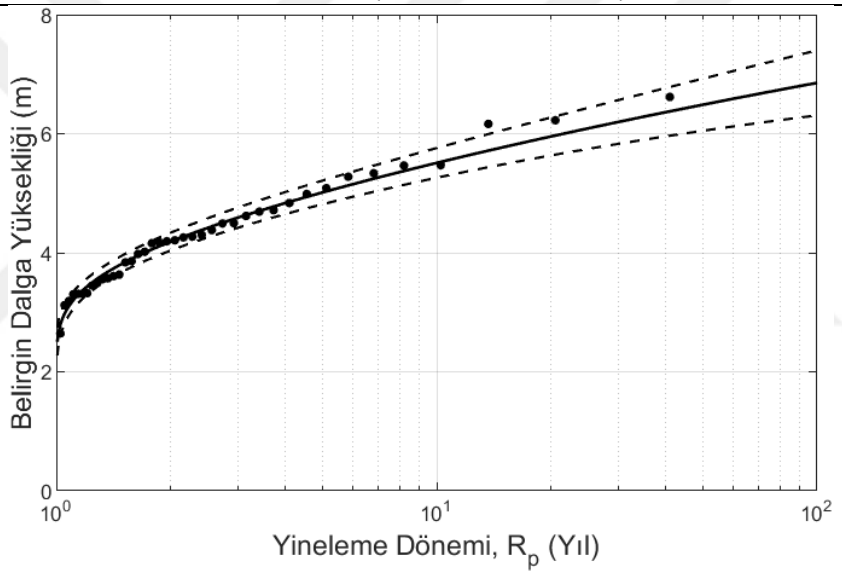
Akdeniz 2 (36.25 N; 28.90 E)



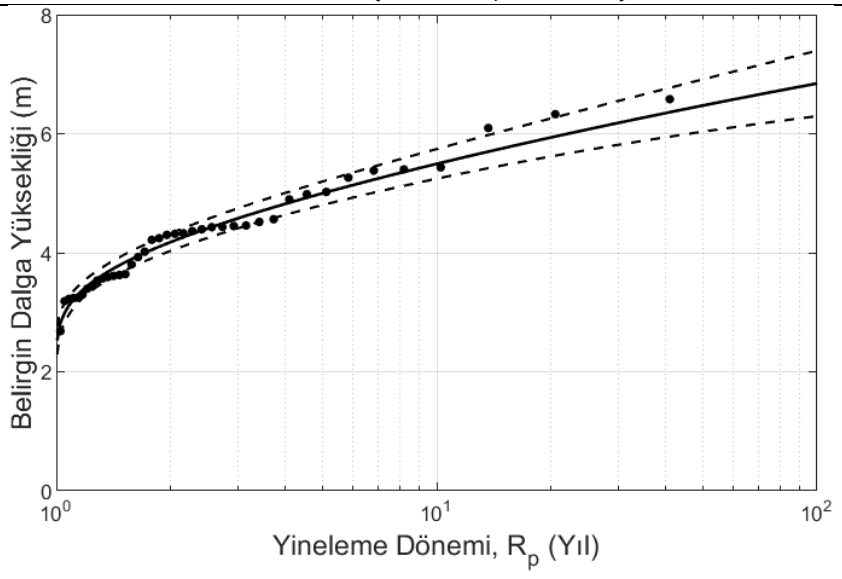
Akdeniz 3 (36.25 N; 29.20 E)



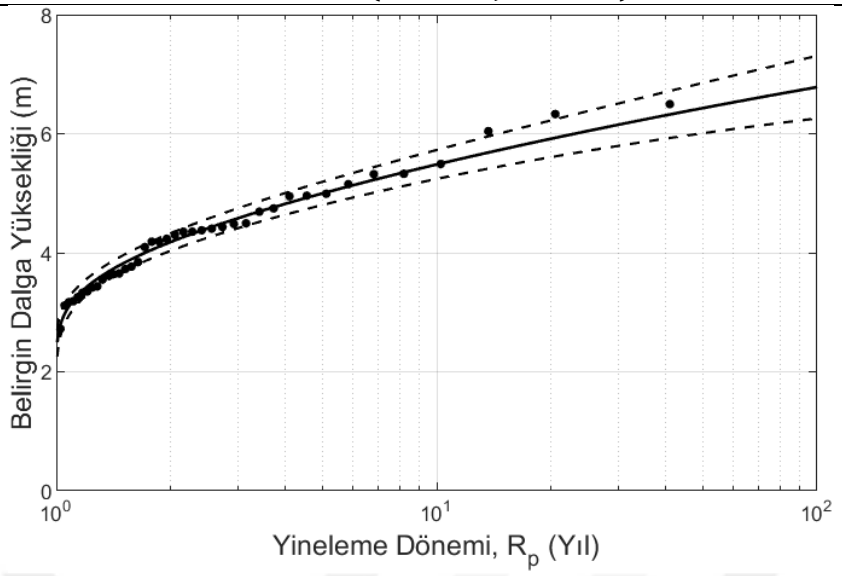
Akdeniz 4 (36.00 N; 29.20 E)



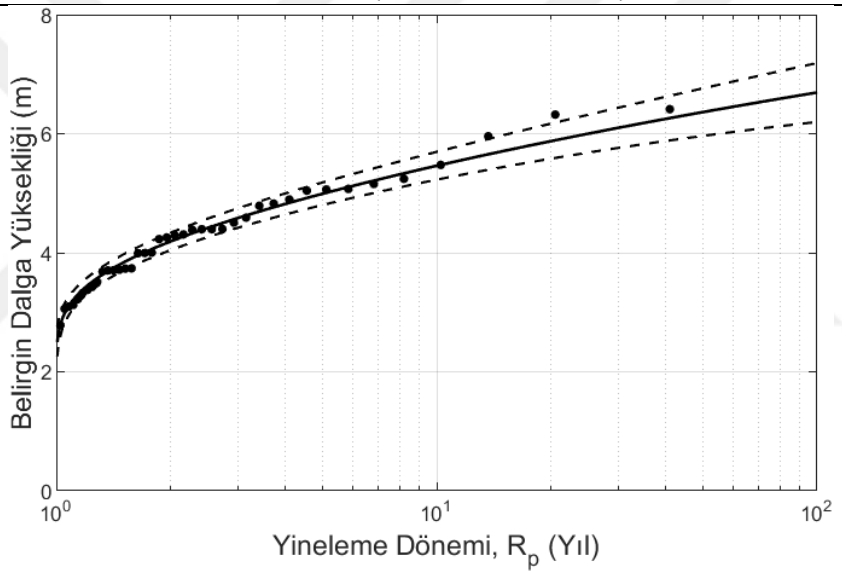
Akdeniz 5 (36.00 N; 29.50 E)



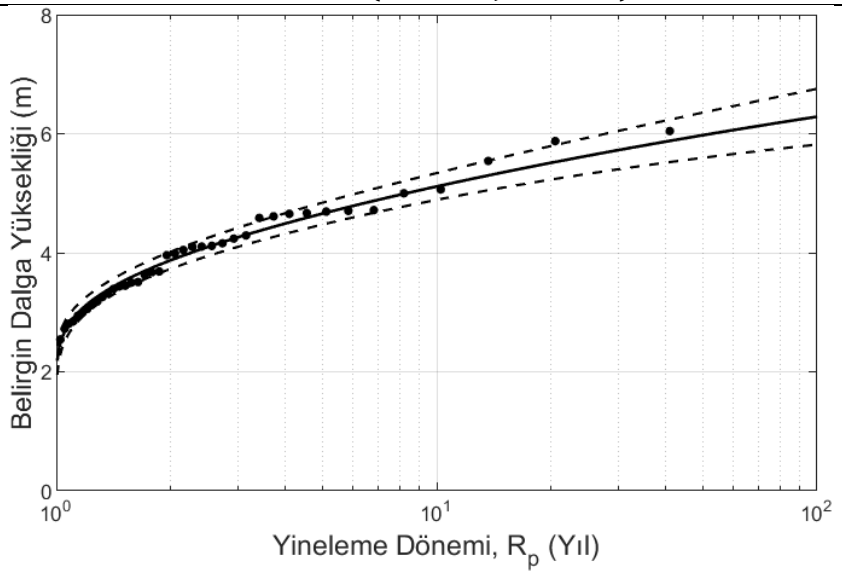
Akdeniz 6 (36.00 N; 29.80 E)



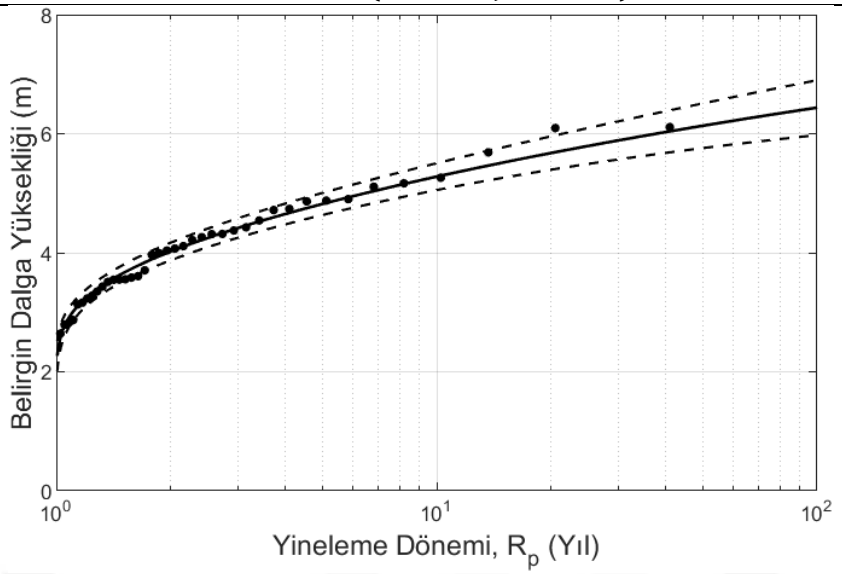
Akdeniz 7 (36.00 N; 30.10 E)



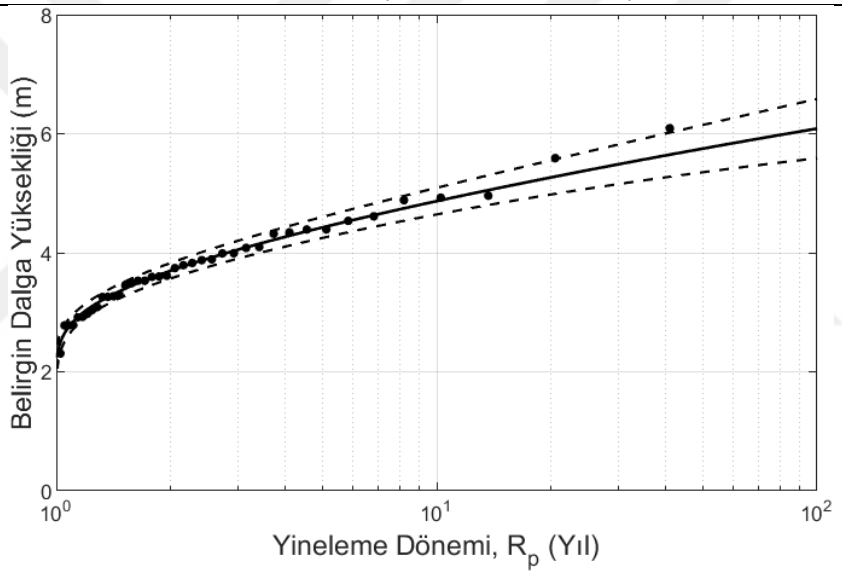
Akdeniz 8 (36.15 N; 30.10 E)



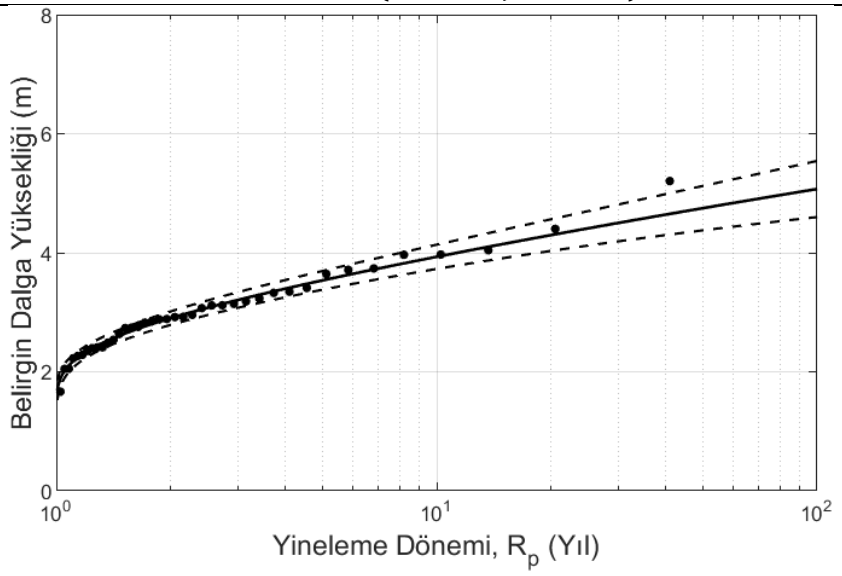
Akdeniz 9 (36.15 N; 30.40 E)



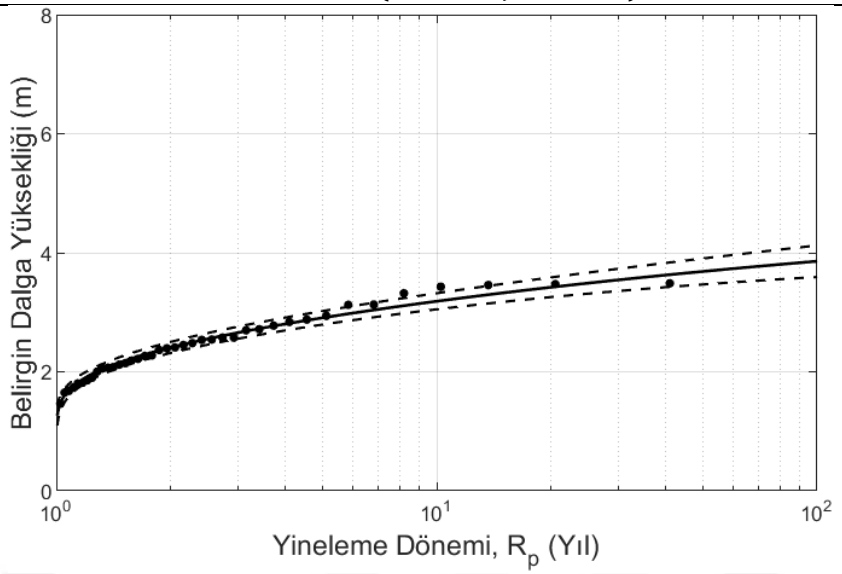
Akdeniz 10 (36.25 N; 30.70 E)



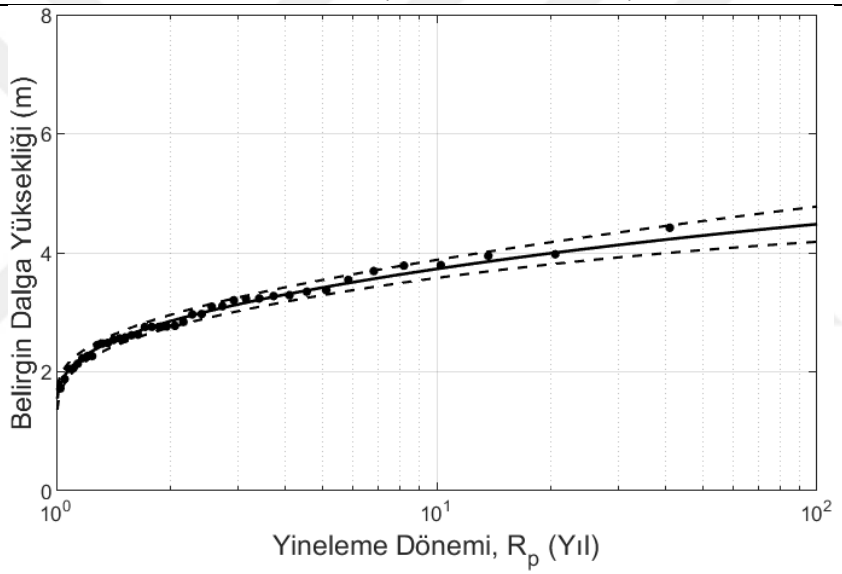
Akdeniz 11 (36.50 N; 30.70 E)



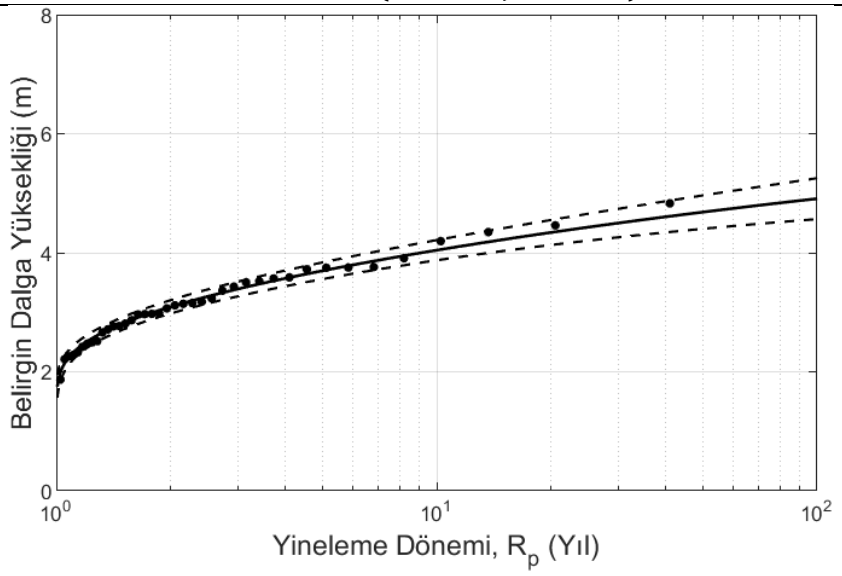
Akdeniz 12 (36.75 N; 30.70 E)



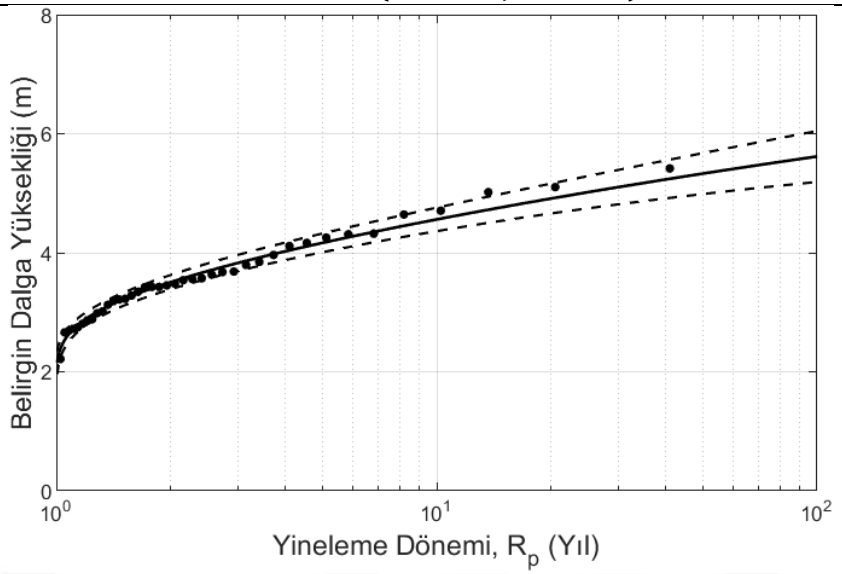
Akdeniz 13 (36.75 N; 31.00 E)



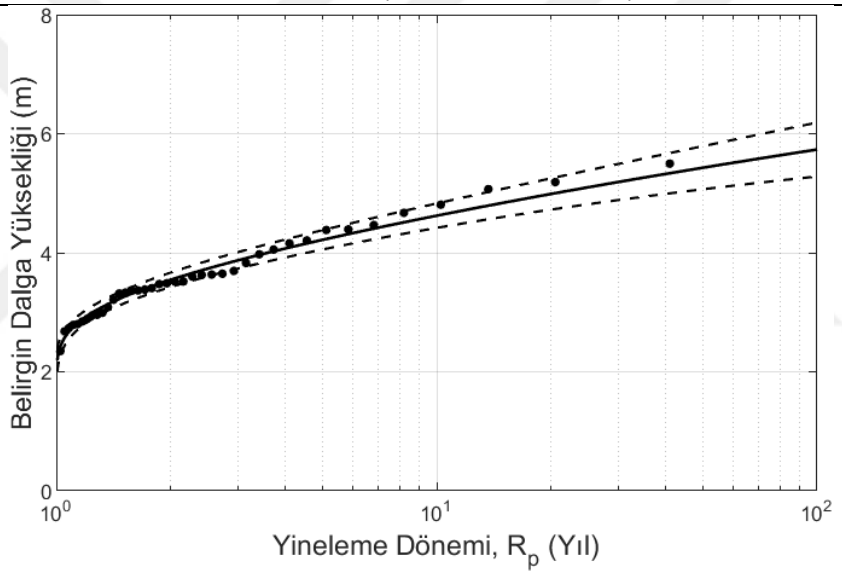
Akdeniz 14 (36.75 N; 31.30 E)



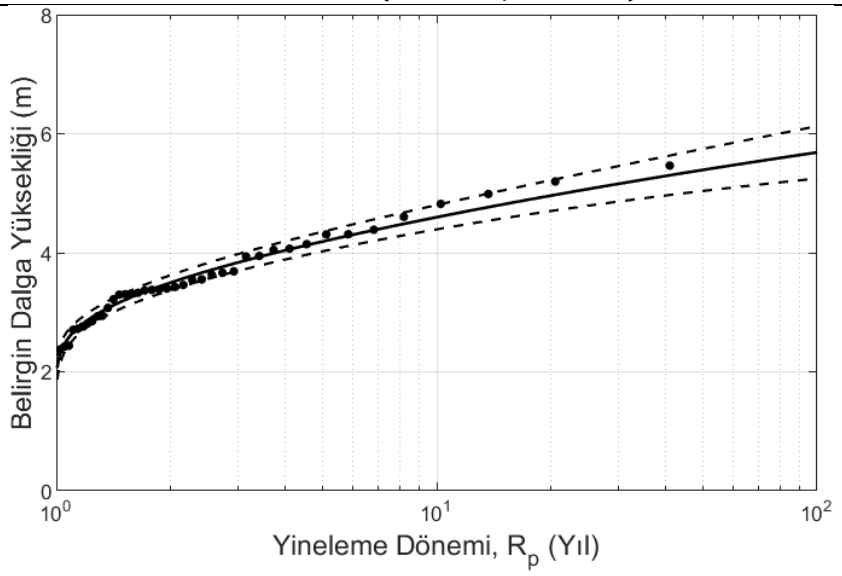
Akdeniz 15 (36.50 N; 31.30 E)



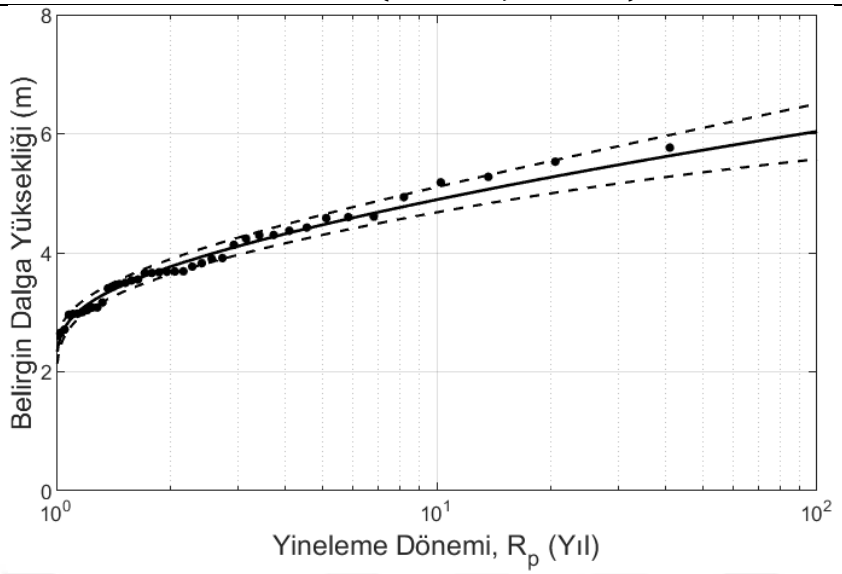
Akdeniz 16 (36.50 N; 31.60 E)



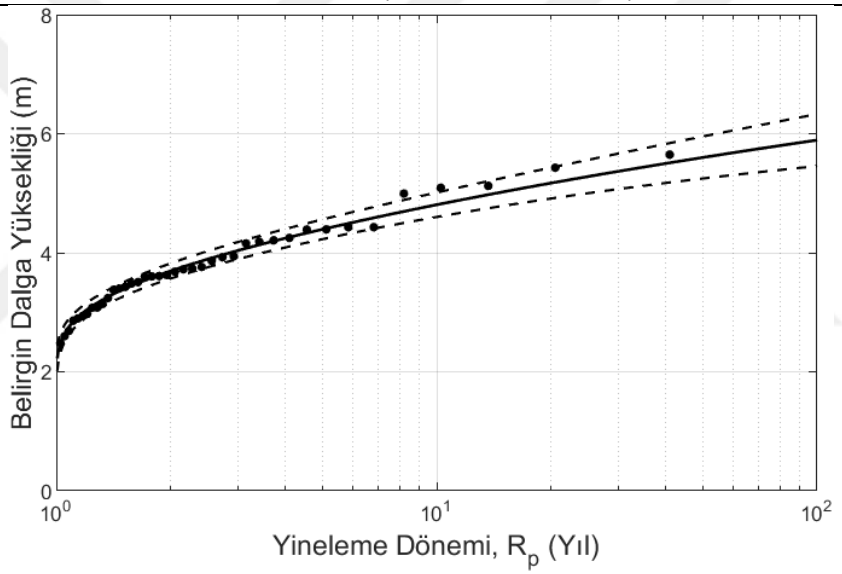
Akdeniz 17 (36.50 N; 31.90 E)



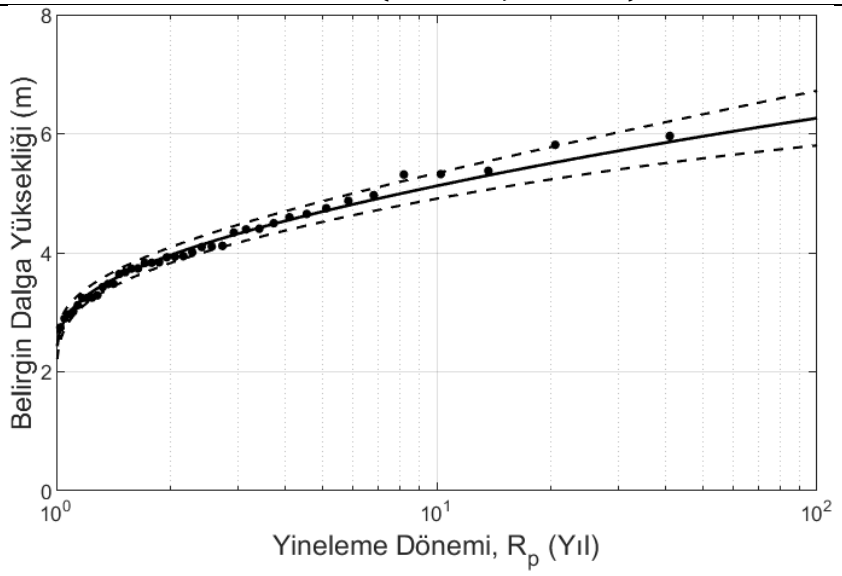
Akdeniz 18 (36.25 N; 31.90 E)



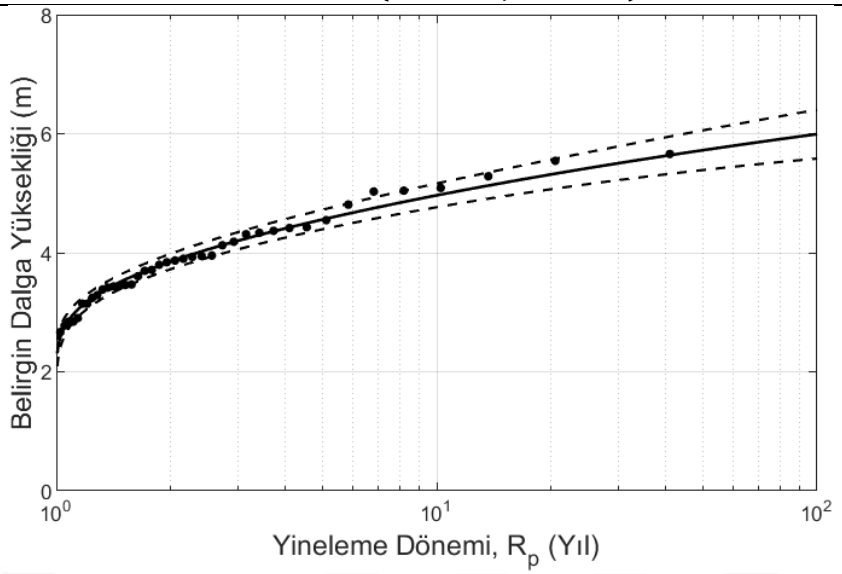
Akdeniz 19 (36.25 N; 32.20 E)



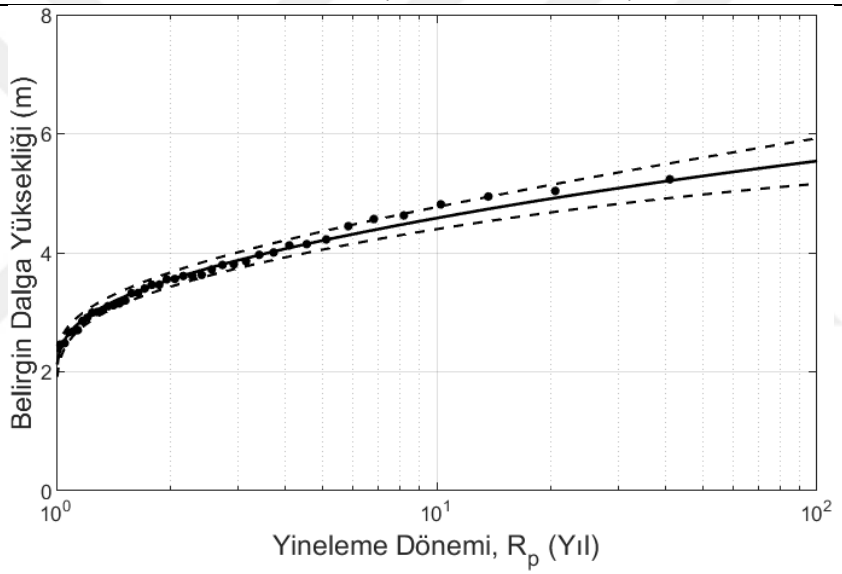
Akdeniz 20 (36.00 N; 32.20 E)



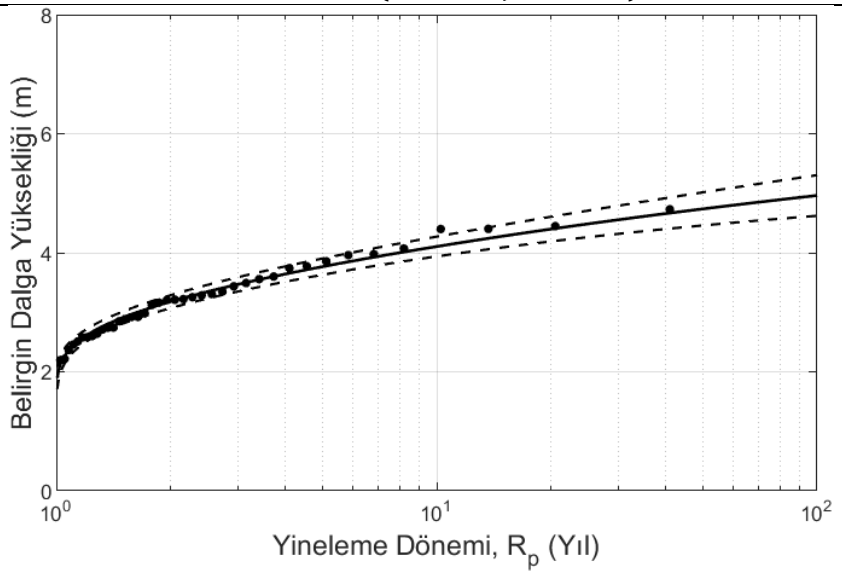
Akdeniz 21 (36.00 N; 32.50 E)



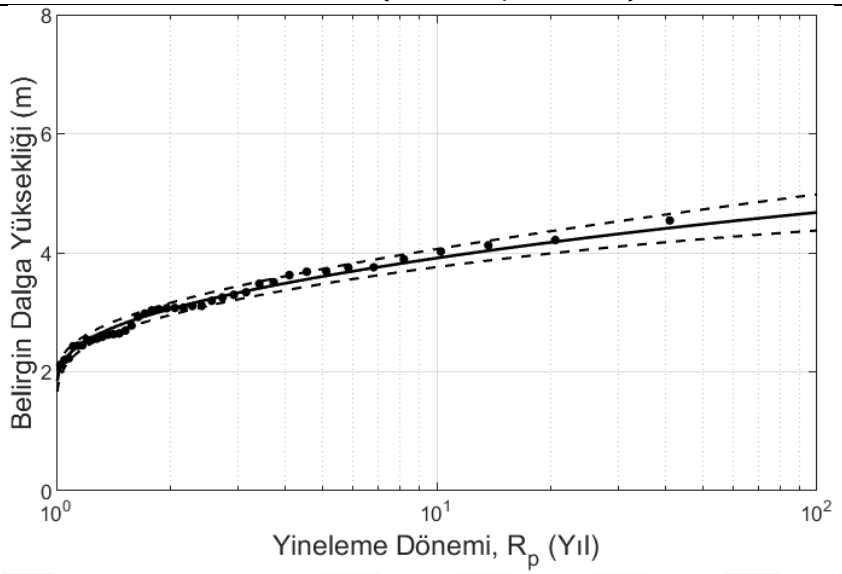
Akdeniz 22 (36.00 N; 32.80 E)



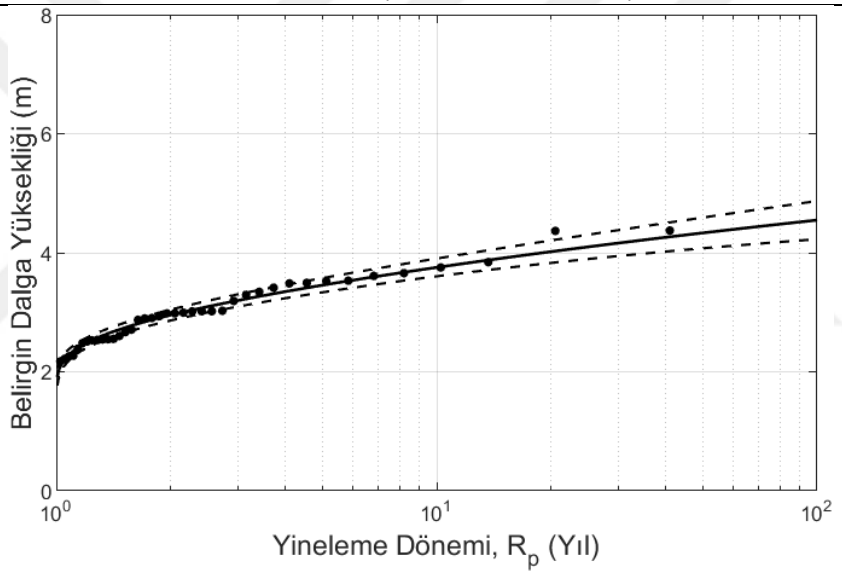
Akdeniz 23 (36.00 N; 33.10 E)



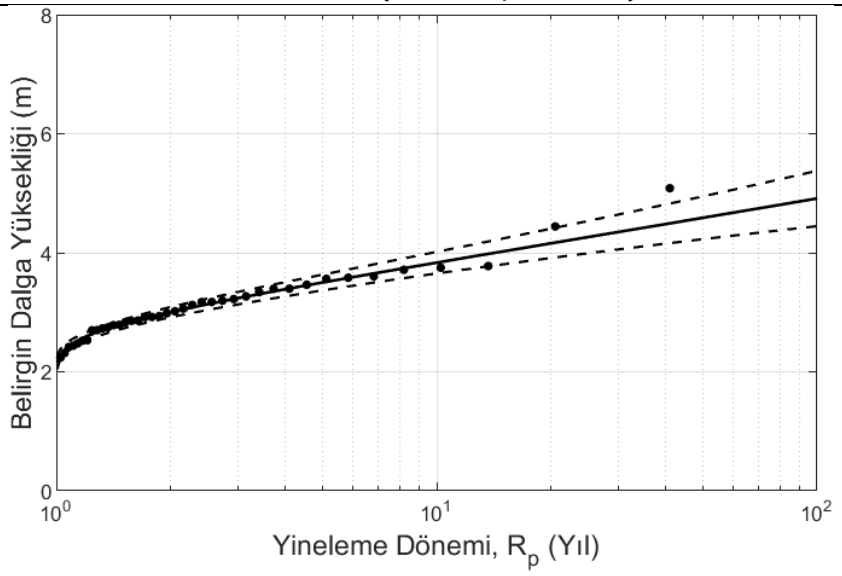
Akdeniz 24 (36.00 N; 33.40 E)



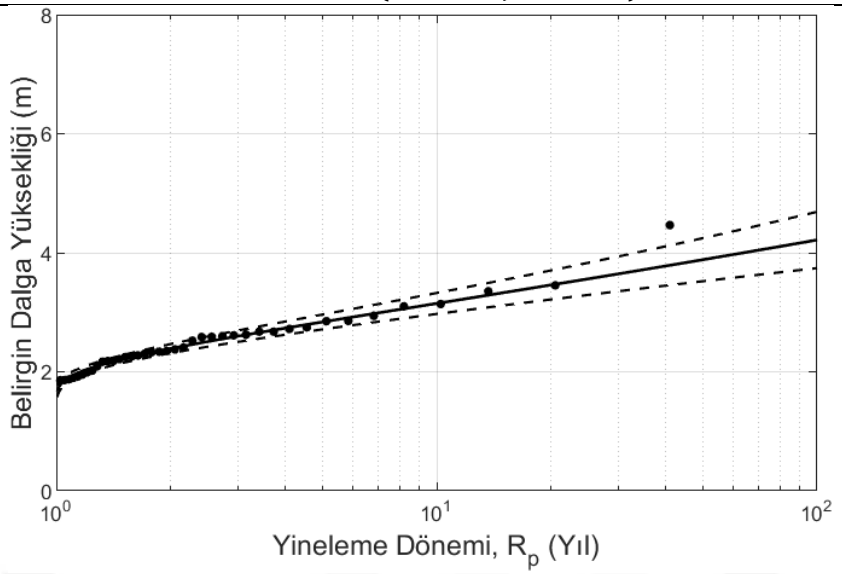
Akdeniz 25 (36.00 N; 33.70 E)



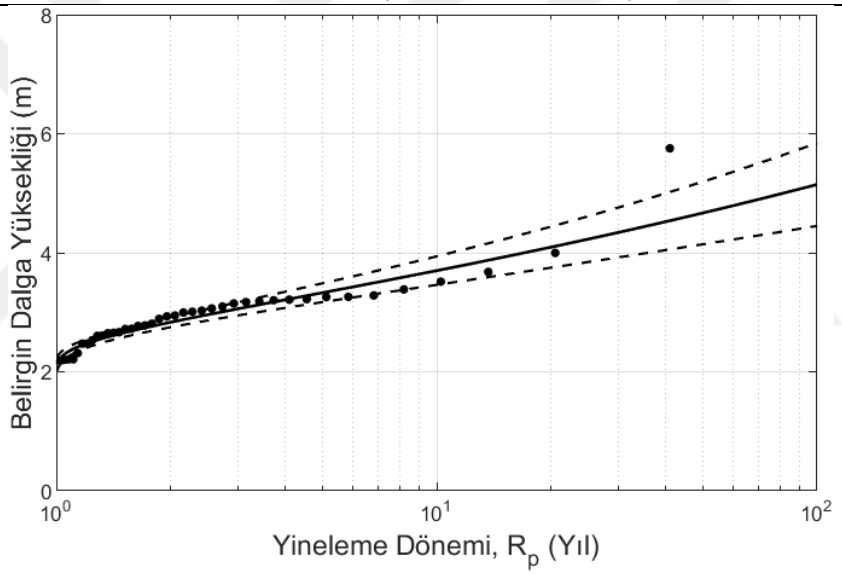
Akdeniz 26 (36.00 N; 34.00 E)



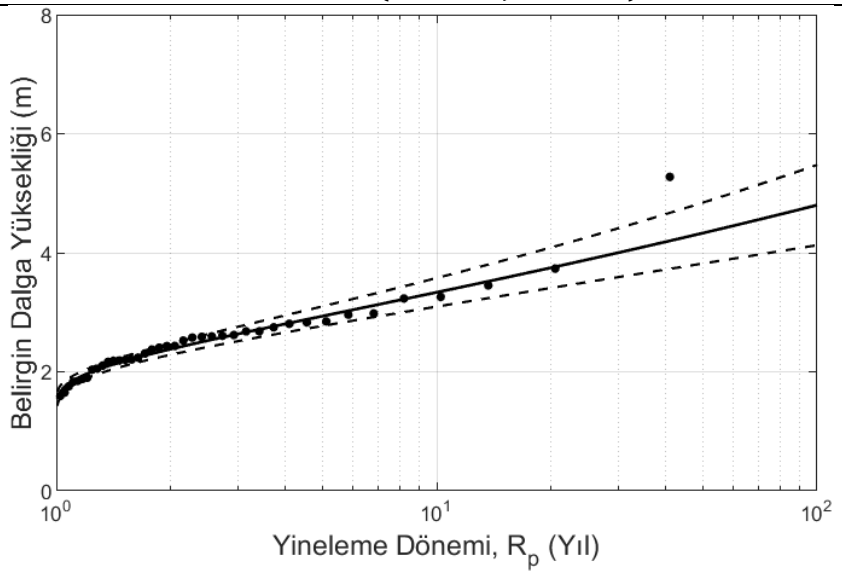
Akdeniz 27 (36.25 N; 34.00 E)



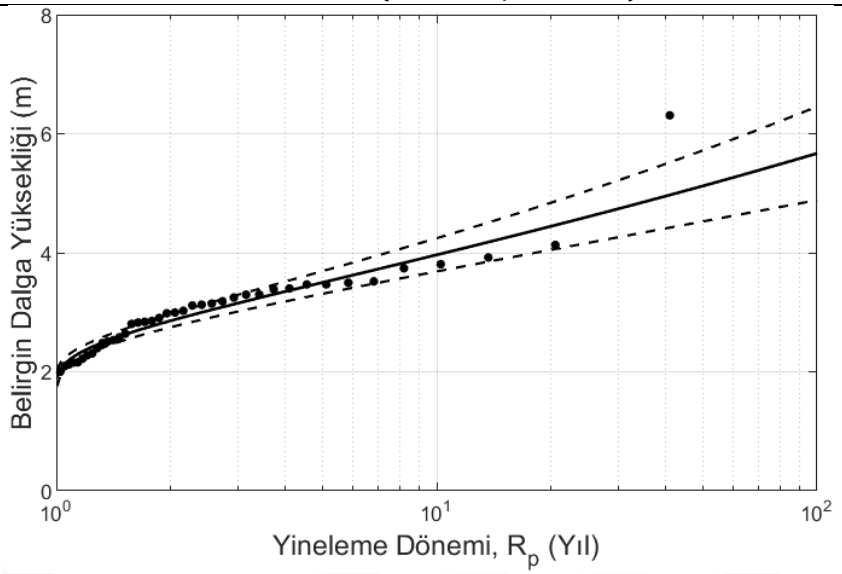
Akdeniz 28 (36.25 N; 34.30 E)



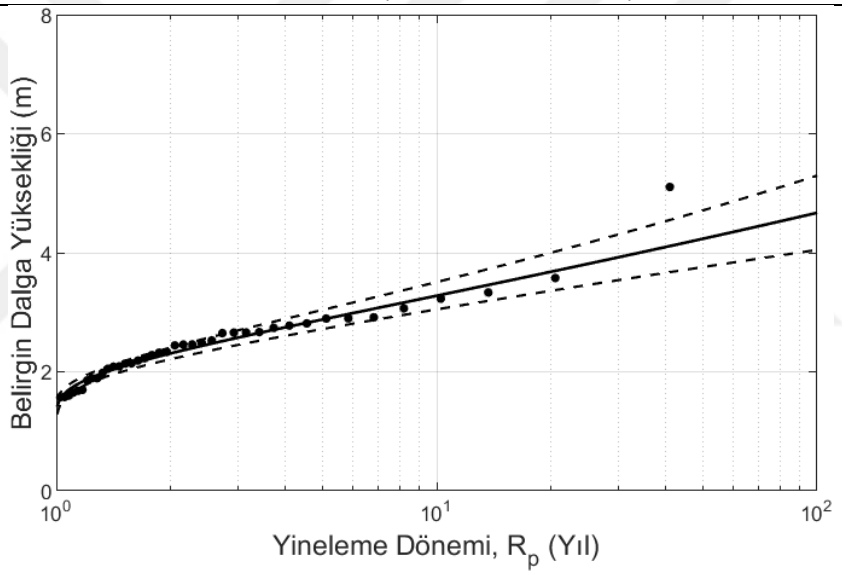
Akdeniz 29 (36.50 N; 34.30 E)



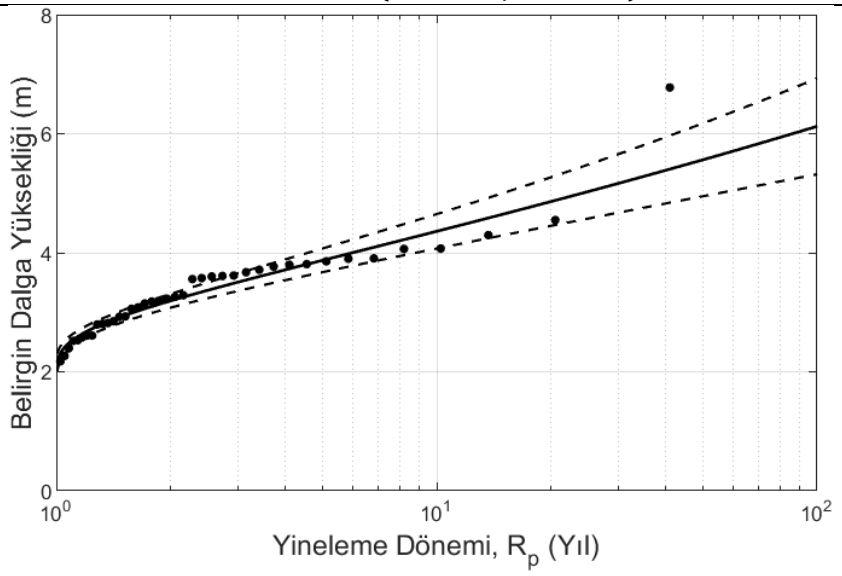
Akdeniz 30 (36.50 N; 34.60 E)



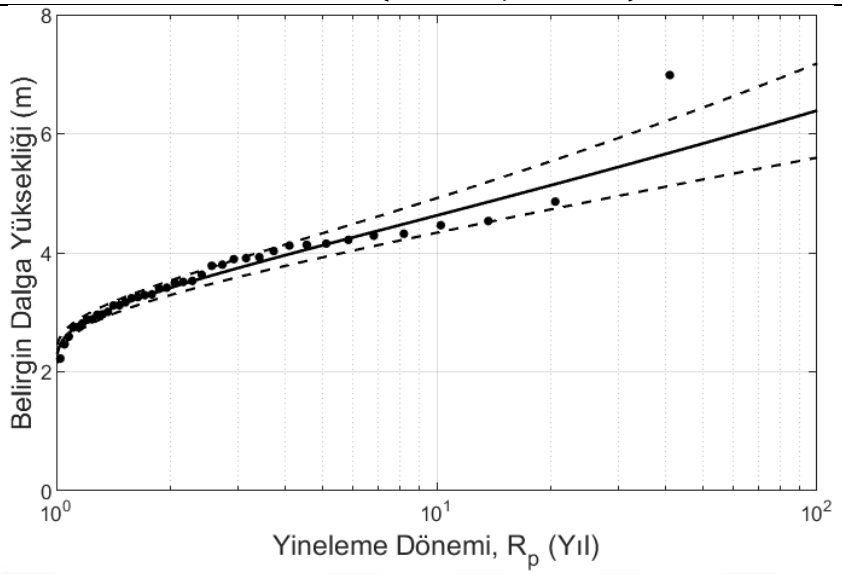
Akdeniz 31 (36.75 N; 34.60 E)



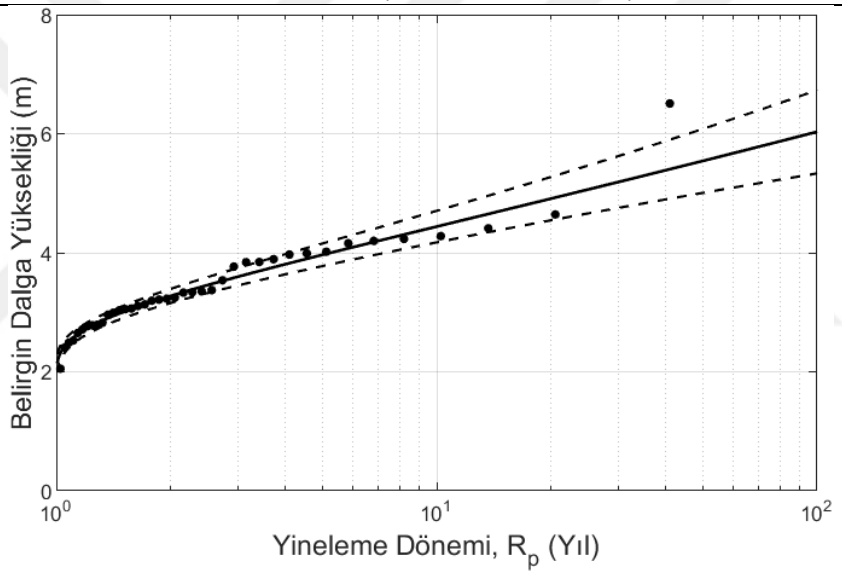
Akdeniz 32 (36.50 N; 34.90 E)



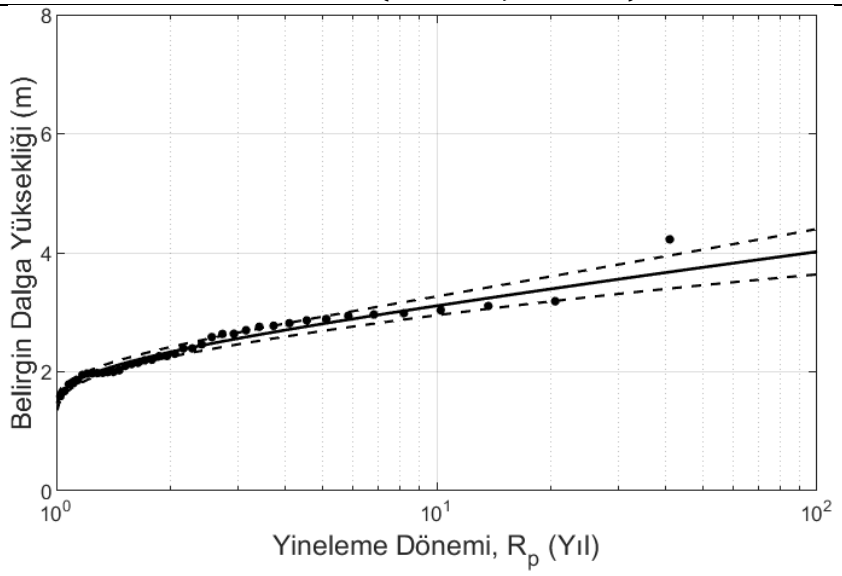
Akdeniz 33 (36.50 N; 35.20 E)



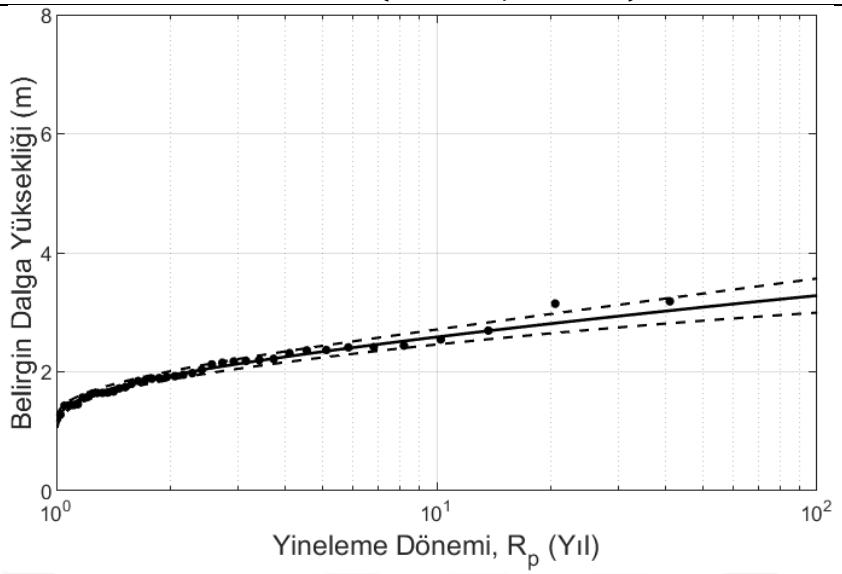
Akdeniz 34 (36.50 N; 35.50 E)



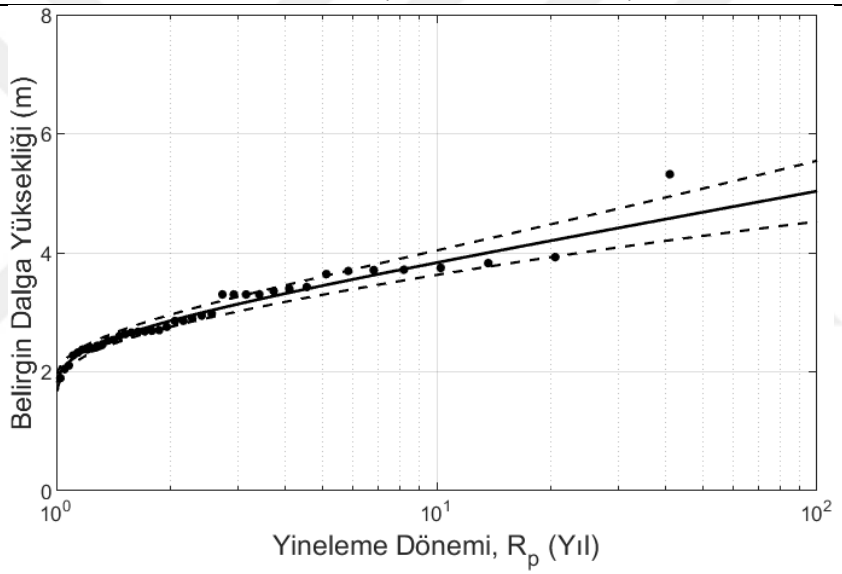
Akdeniz 35 (36.75 N; 35.80 E)



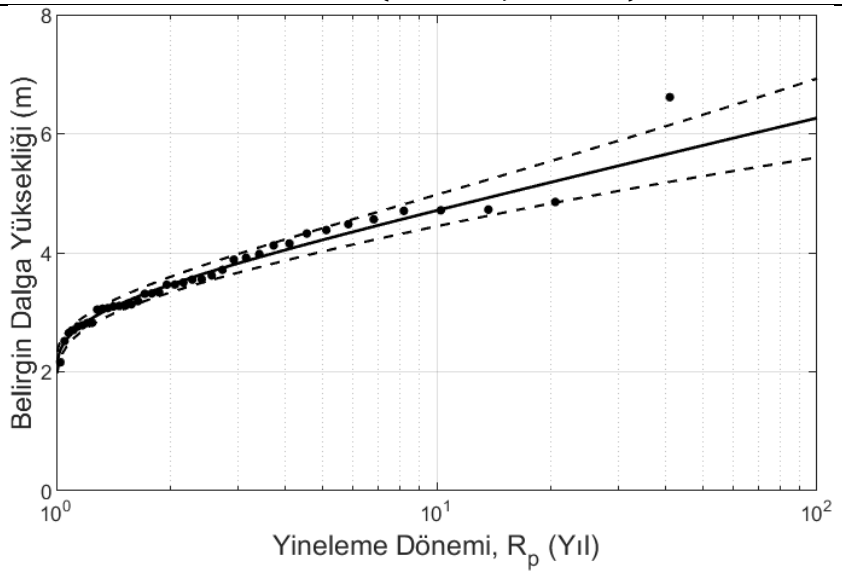
Akdeniz 36 (36.75 N; 36.10 E)



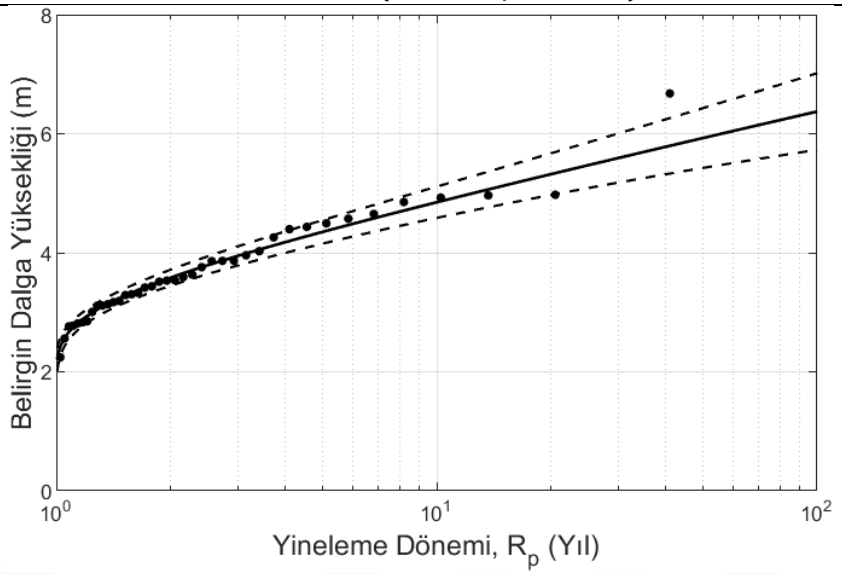
Akdeniz 37 (36.50 N; 35.80 E)



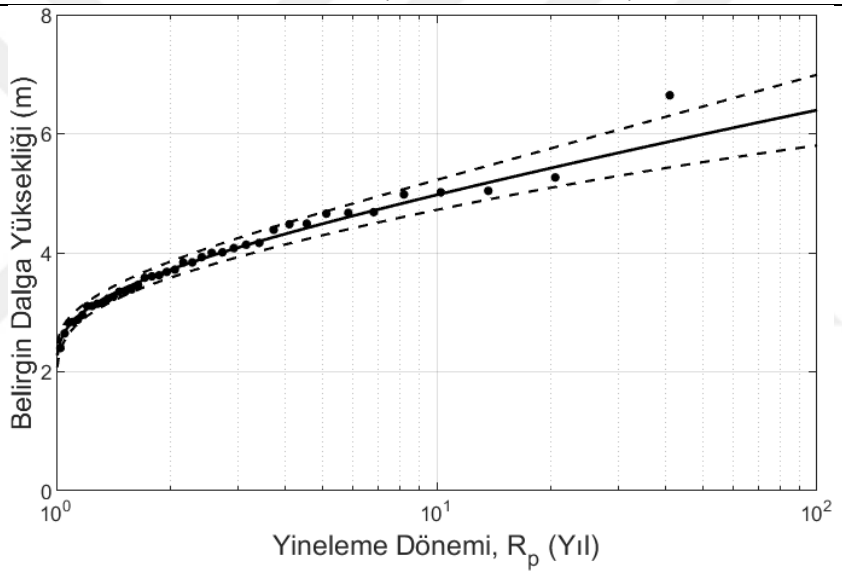
Akdeniz 38 (36.25 N; 35.80 E)



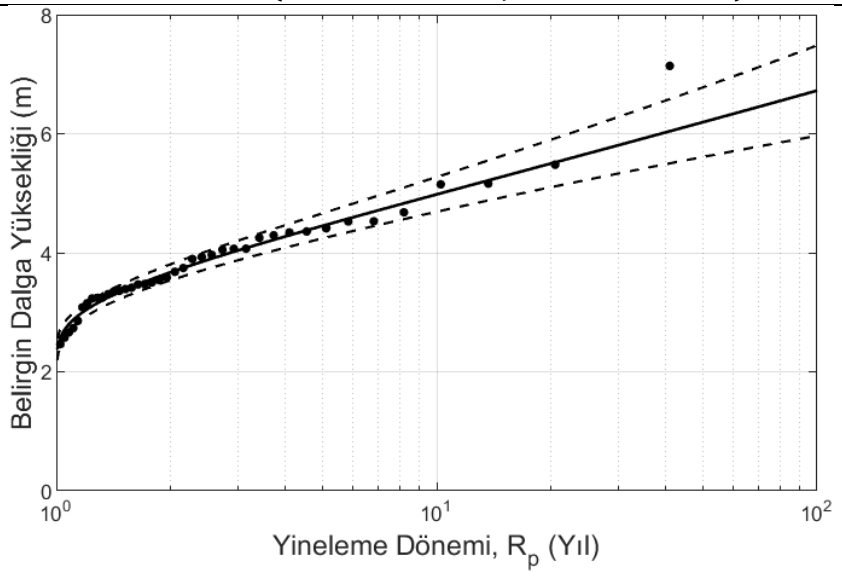
Akdeniz 39 (36.00 N; 35.80 E)



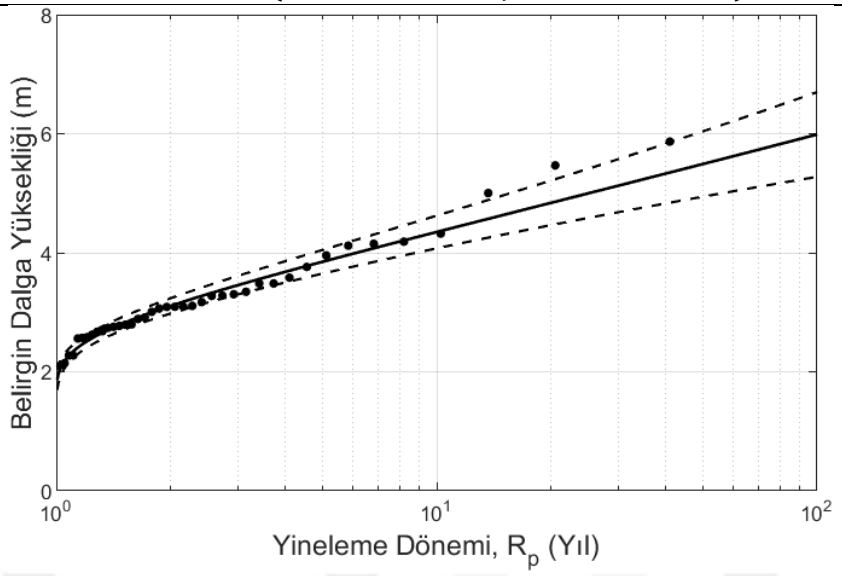
Akdeniz 40 (35.75 N; 35.80 E)



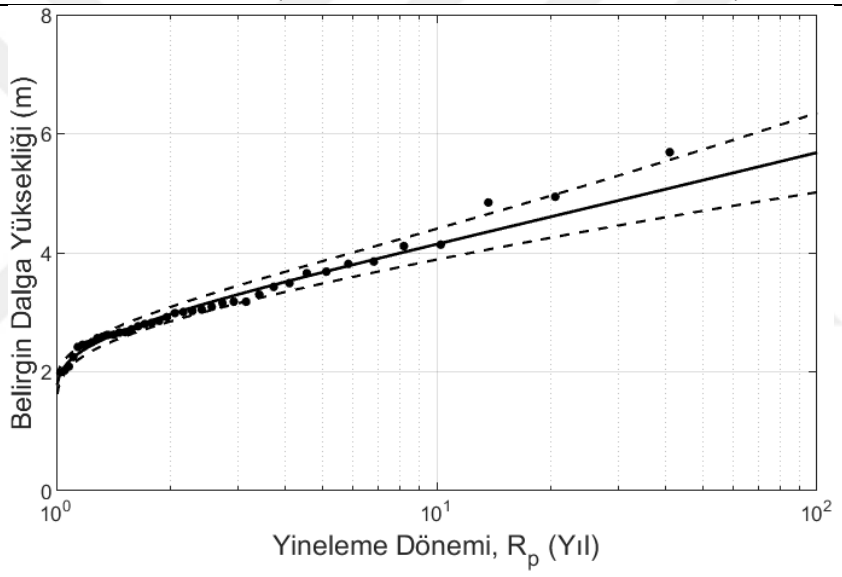
Akdeniz 41 (34.91704722 N; 34.08430833 E)



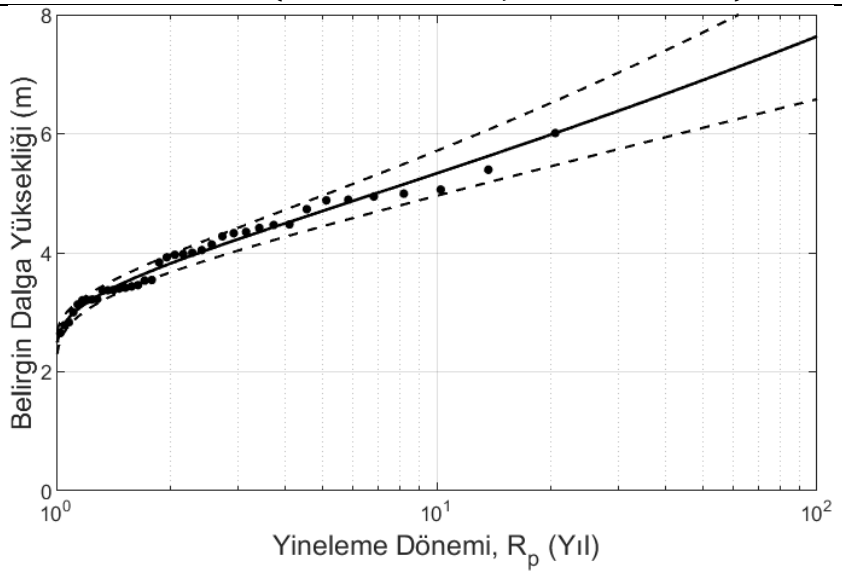
Akdeniz 42 (35.10952778 N; 34.07563889 E)



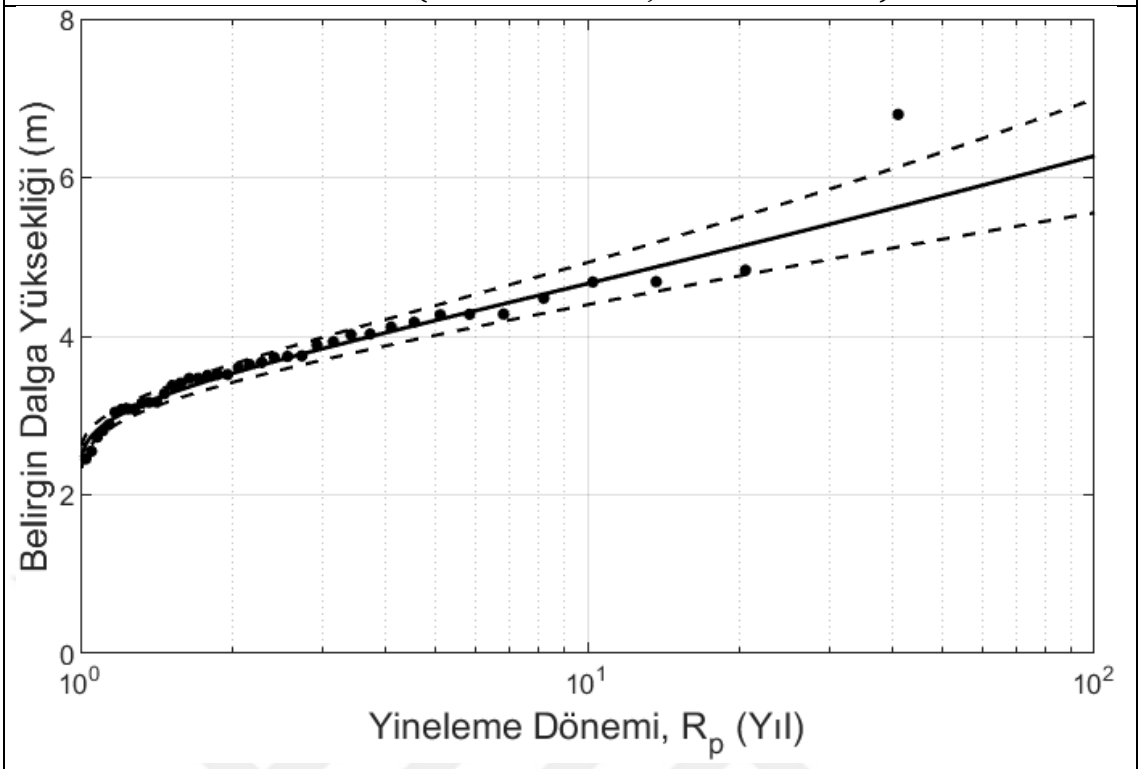
Akdeniz 43 (35.28524722 N; 34.04631944 E)



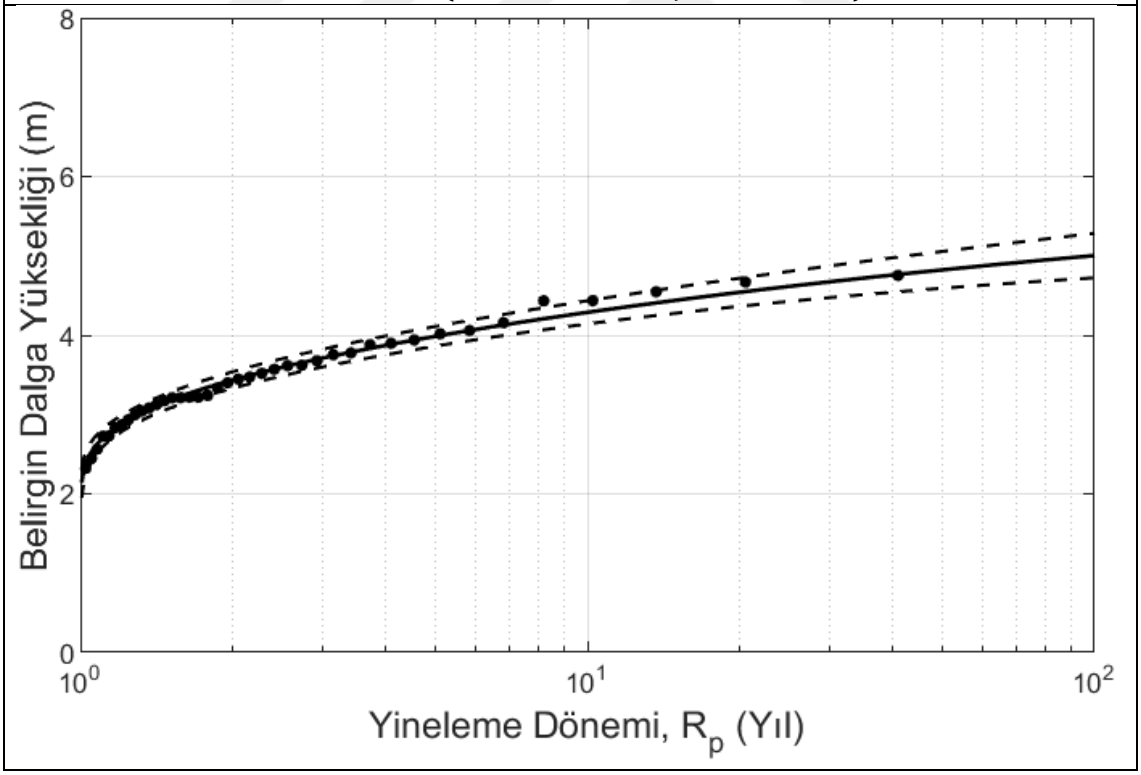
Akdeniz 44 (35.52740556 N; 34.43063611 E)



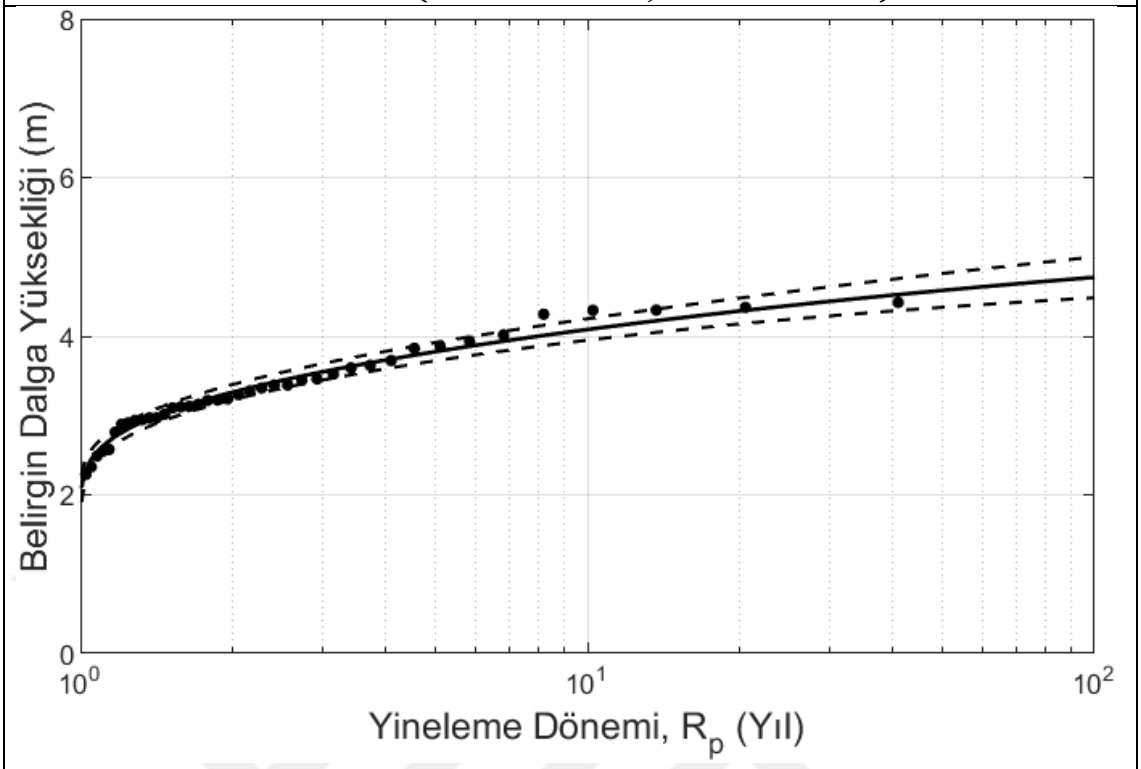
Akdeniz 45 (35.68773333 N; 34.48624167 E)



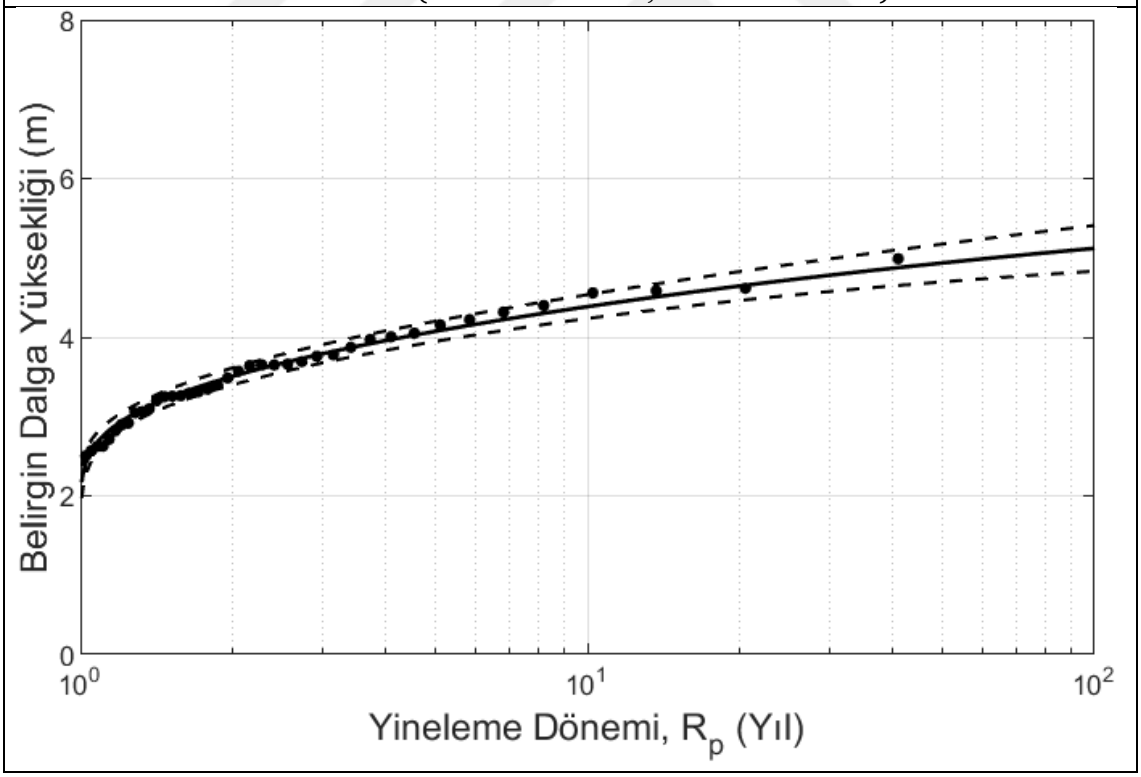
Akdeniz 46 (35.41034167 N; 33.82885 E)



Akdeniz 47 (35.34659444 N; 33.23995556 E)



Akdeniz 48 (35.39374167 N; 32.97076389 E)



Konferans Bildirisi

1. İşlek, F., Yüksel, Y., Şahin, C. ve Yüksel, F., (2022). *Küresel İklim Değişikliğinin Rüzgar ve Dalga İklimi Üzerindeki Olası Etkileri.* 18. Teknik Kongre ve Sergisi (ss.503-512). İstanbul, Türkiye