

DOĞU AKDENİZ YÜZEY AKINTILARININ UÇ DEĞER ANALİZİ, YÖNSELLİĞİ VE ZAMANSAL KARAKTERİSTİKLERİ

Tahsin GÖRMÜŞ *

Alınma: 23.11.2024; düzeltme: 07.01.2025; kabul: 27.01.2025

Öz: Çalışmada Doğu Akdeniz’de yer alan seçili noktalarda akıntı hızlarının uzun dönem ve uç değer istatistiklerine yer verilmiştir. 1987 ile 2022 arasındaki 36 yılı kapsayan saatlik deniz yüzeyi akıntı hızı zaman serisi, yönden bağımsız analizin yanı sıra sekiz temel yönde akıntı hızı büyüklüklerinin ayrıştırılmasıyla da incelenmiş ve uzun dönemle birlikte uç değer istatistiği için de yöne bağlı bir analiz gerçekleştirilmiştir. Yıllık maksimum değerlere dayalı Gumbel dağılımı ile eşik üstü tepe değerler ile hesaplanan Genelleştirilmiş Pareto Dağılımı (GPD) iki yöntem olarak seçilmiş ve karşılaştırılmalarına yer verilmiştir. Uzun dönem akıntı gülleri incelendiğinde en yüksek akıntı hızı değerlerinin genellikle Kuzey Ege’de görüldüğü ve en yüksek aralığı gösteren 0,3 m/s üzeri akıntılarının en çok P1 (Kuzey Ege), P5 (Ege) ve P10 (Doğu Akdeniz) noktalarında görüldüğü ve sırasıyla Güney, Kuzeybatı ve Batı yönlü olduğu anlaşılmıştır. 100 yıllık tekerrür değerlerinin analiz noktalarında Gumbel dağılımı için 0,9 ile 1,5 m/s, GPD için ise 0,8 ile 1,5 m/s arasında değiştiği ve uç değer istatistiğindeki analiz noktaları arasında en çok görülen baskın yönün Kuzeydoğu olduğu anlaşılmıştır. Akıntı hızlarının yönselliği incelendiğinde uzun dönem ve uç değer istatistiklerinden elde edilen baskın yönlerin her durumda örtüşmeyebileceği sonucuna varılmıştır. İki yöntem ile elde edilen tekerrür değerlerinin farkı analiz noktaları baz alındığında %18’e kadar çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yüzey Akıntıları, Akdeniz, Ege Denizi, Uç Değer İstatistiği, Yönsel Analiz

Extreme value analysis, directionality and temporal characteristics of surface currents in the Eastern Mediterranean Sea

Abstract: In this study, long term and extreme value analysis of current velocities at selected points in the Eastern Mediterranean are presented. The hourly current velocity time series covering 36 years between 1987 and 2022 were analyzed by decomposing the magnitudes of the current velocity in eight directions, and a direction-dependent analysis was performed for the long term and extreme value statistics. Gumbel Distribution and Generalized Pareto Distribution (GPD) are selected as two methods. It was found that the highest current velocity values were generally observed in the North Aegean. The currents above 0,3 m/s were mostly observed at P1 (North Aegean), P5 (Aegean) and P10 (Eastern Mediterranean) analysis points and the South, Northwest and West directions, respectively. The 100-year values ranged between 0,9 and 1,5 m/s for the Gumbel distribution and between 0,8 and 1,5 m/s for the GPD at the analysis points, and the dominant direction among the points in the extreme value statistics was found to be Northeast. It is concluded that the dominant directions obtained from the long-term and extreme value statistics may not coincide in all cases. The difference in return values between the two methods reaches up to 18% in the analysis points.

Keywords: Surface Currents, Mediterranean Sea, Aegean Sea, Extreme Value Analysis, Directional Analysis

* Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 41400, Gebze, Kocaeli, Türkiye
Sorumlu yazar: Tahsin Görmüş (tgormus@gtu.edu.tr)

1. GİRİŞ

Akıntılar, Dünya ikliminin bir parçası olarak besin maddelerinin taşınması ve deniz ortamındaki yaşamsal faaliyetlerin sürdürülmesi gibi önemli süreçlerde hayati bir rol oynayan büyük ölçekli su hareketleridir (Yang ve diğ., 2024). Akıntılar; rüzgâr, Dünya'nın dönüşünden kaynaklanan Coriolis kuvvetleri, sıcaklık ve tuzluluk farklılıkları nedeniyle su yoğunluğundaki değişimler gibi çeşitli faktörlerden etkilenirler ve bu sebeple konumsal olarak farklılık gösterirler (Brioval ve diğ., 2024). Akıntıların istatistiksel tanımlamalarının yapılması ve geliştirilmesi; navigasyon, deniz kaynakları yönetimi ve iklim tahmini gibi çeşitli pratik uygulamalar için oldukça önemlidir (Bitner-Gregersen ve diğ., 2014).

Deniz yüzey akıntılarının etkin dalga iklimine ve açık deniz veya kıyı yapılarına önemli etkileri olabilmektedir. Örneğin ilerleyen bir dalga grubu değişken akıntı hızlarının hâkim olduğu bir ortamla etkileşime girdiğinde dalga hızı değişmekte dalgalar sapmaya uğramaktadırlar (Sorensen, 2006). Akıntı ikliminin istatistiksel değerlendirmesi, uç (ekstrem) olayların tahmin edilmesi, denizde gerçekleştirilen faaliyetlerin tasarlanması ve optimize edilmesi açısından özellikle önemlidir. Örneğin, bir bağlama halatı yardımıyla yüzer vaziyette olan açık deniz yapılarının tasarım parametrelerinin hesaplanmasında akıntı kuvvetleri ayrıca önemlidir (Huang ve diğ., 2008). Çalışmalar, yönlerle bağlı analizlerin dahil edilmesinin bu veriyi kaynak olarak kullanan açık deniz sayısal modellerinde doğruluğu artırdığını göstermektedir (Bore ve diğ., 2019).

Literatürde uç değer istatistiğine dayalı çalışmalar, yağış değerleri (Nascimento ve diğ., 2016; Özcan ve diğ., 2017), dalga iklimi (Vieira ve diğ., 2021) ve su seviyesi (Baldan ve diğ., 2023) gibi çeşitli çevresel değişkenler için daha sıklıkla bulunsun da akıntı iklimi ile ilgili daha nadir olarak yer almaktadır. Bore ve diğ. (2019) uzun süreli ve yüksek frekanslı ölçüme sahip verilere olan ihtiyacı vurgulayarak, uç değer deniz akıntıları üzerine bir çalışma yürütmüştür. Çalışma Norveç kıyılarındaki örnek noktalarda ve ele alınan derinliklerde akıntının vektörel yapısını dikkate almış ve önerilen uç değer yönteminin uygun sonuçlar verdiği vurgulanmıştır. Ring ve diğ. (2022), sayısal modellere dayalı verileri kullanarak eşik üstü tepe değerleri ve Genelleştirilmiş Pareto dağılımı (GPD) yöntemi ile bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Sayısal modellerin uç olayları düşük tahmin etme eğiliminde olmalarına rağmen, uygulanan uç değer analiz yönteminin Meksika kıyılarında yer alan çalışma bölgesindeki okyanus akıntıları için geri dönüş seviyelerini güvenilir bir şekilde tahmin edebileceğini gösterilmiştir. Yüksel ve diğ. (2008) İstanbul Boğazı'nda var olan tabakalı akım yapısını gözlemsel verilere dayalı olarak, uzun dönem yönsel dağılımların da dahil olduğu geniş bir istatistiksel çerçevede incelenmişlerdir. Çalışma, Boğaz'da yer alan akıntıların yönsel açıdan değişkenlik gösterdiğini ve bunun önem arz ettiğini ortaya koymuştur. 2004-2006 yılları arasındaki ölçüm periyotları esas alındığında Güney yönünde akıntı hareketinin daha yaygın olduğu ve su seviyesinin 1 m altında 2.5 m/s hıza kadar ulaşıldığı belirtilmiştir. Jonathan ve diğ. (2012) çalışmasında akıntı profillerinin uzamsal ve zamansal değişkenliğini incelemiş ve uç değere sahip akıntıların açık deniz yapılarındaki etkilerinin önemli olabileceğini vurgulamışlardır. Wu ve diğ. (2011), Kuzey Amerika açıklarındaki Grand Banks bölgesinde uç değere sahip fırtınaların oluşturduğu akıntıların sayısal modellemesini gerçekleştirmişlerdir. Bulguları, fırtına dalgalarının okyanus dinamikleri üzerindeki etkisini vurgulamaktadır ve bölgedeki açık deniz platformları açısından büyük öneme sahiptir. Paskyabi (2017) sabit ve hareketli platformlarda etkin akıntıları incelemiştir. Akıntı uç değer istatistiği çalışmalarında ayrıca değişik veri kaynakları da kullanılabilir. Örneğin, Frolov ve diğ. (2012) radar görüntüleri kullanarak akıntıları 48 saat öncesine kadar tahmin edebilen bir model geliştirmişlerdir.

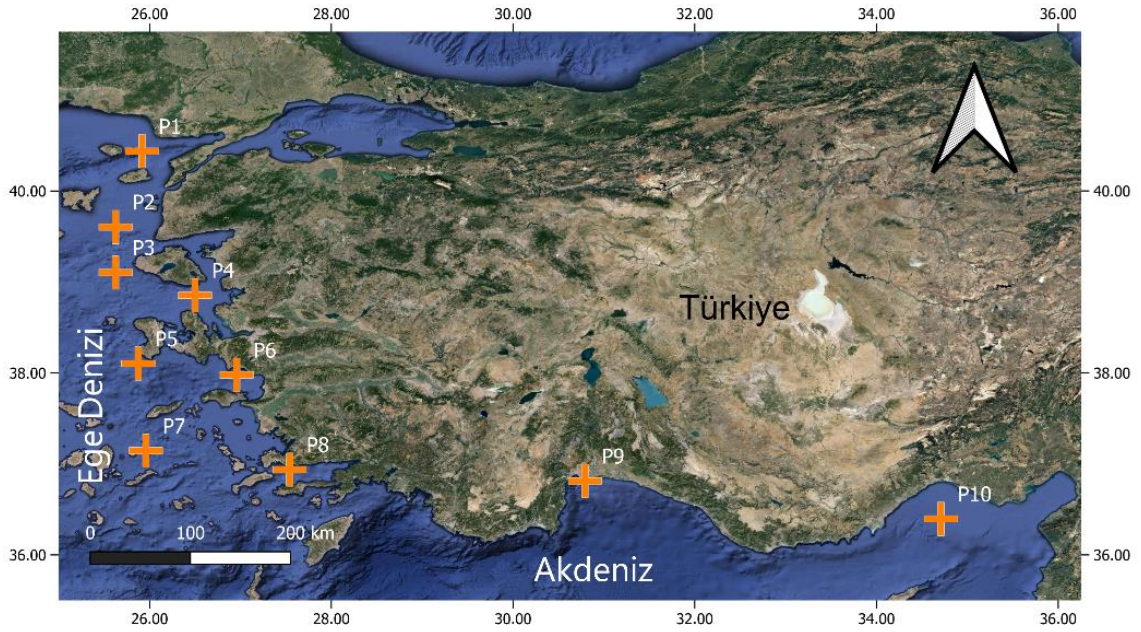
Tüm bu çalışmalar akıntı iklimi ve uç değerlerinin incelenmesinde değerli katkılar sunmuş olsalar da uç değer istatistiklerinin uygulamaya dönük şekilde analizini sunan, yıllara bağlı tekrerrür değerlerinin hangi yönlerden daha etkin olduklarını ve bu yönlerde hangi mertebeye olabileceklerini analiz eden çalışmalara halen ihtiyaç olduğu görülmektedir. Ayrıca, farklı uç

değer yöntemleri ve bunlar arasındaki tahmin farklılıklarına ilişkin de incelemelere ihtiyaç vardır. Bu çalışmada bahsedilen araştırma açıklarının giderilmesi doğrultusunda bir çalışma yürütülmüştür. Doğu Akdeniz’de yer alan on ayrı noktada Gumbel dağılımı ve GPD kullanılarak 36 yıllık saatlik yüzey akıntısı verilerinin uç değer istatistiği gerçekleştirilmiştir. Çalışma, akıntıları sekiz ayrı yönde ayrıştırarak bunlar arasındaki hem uzun dönem hem de uç değer istatistiği bağlamındaki farkları da sunmaktadır. Ayrıca bahsedilen iki yöntemin sunmuş olduğu değerler de karşılaştırılarak yöntemler arası değişkenliğin ne mertebede olabileceği incelenmiştir.

2. METODOLOJİ

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Doğu Akdeniz seçilmiştir (Şekil 1). Analiz noktaları, Ege Denizi’ni Kuzey’den Güney’e kapsayan sekiz nokta ile birisi Antalya Körfezi, bir diğeri ise Mersin açıklarında olmak üzere on ayrı konumdan oluşturulmuştur. Seçilen noktaların kompozisyonunun oluşturulmasında özellikle Türkiye’nin turizm ve ticaret açısından yoğun olan Ege ve Akdeniz bölgelerinin yakın kıyı kesimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1:
Çalışma alanı ve seçilen analiz noktaları

Tablo 1’de seçilen noktalara ait koordinat ve derinlik bilgileri yer almaktadır. Bu çalışmanın açık deniz enerji yapıları ile direkt bir bağlantısı olmamasına karşın, noktaların seçiminde ayrıca bu yapılar için tipik bir su derinliği olan 200 m’ye en yakın model grid noktaları seçilmiştir.

Tablo 1. Analiz noktaları ile ilgili bilgiler

Nokta	Enlem (° Kuzey)	Boylam (° Doğu)	Derinlik (m, yaklaşık)
P1	40,438	25,917	179
P2	39,604	25,625	189
P3	39,104	25,625	190
P4	38,854	26,500	187
P5	38,104	25,875	197
P6	37,979	26,958	196
P7	37,146	25,958	190
P8	36,938	27,542	205
P9	36,813	30,792	182
P10	36,396	34,708	201

2.2. Veri Seti ve Akıntı İklimi

Bu çalışmada yer alan analizlerin gerçekleştirilmesi amacıyla Copernicus Marine Service üzerinden sunulan (<https://marine.copernicus.eu/>) ve Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC) kurumu tarafından üretilmiş olan “Mediterranean Sea Physics Reanalysis” isimli hidrodinamik sayısal modeli (Escudier ve diğ., 2020) verileri kullanılmıştır. Hareket denklemleri, Nucleus for European Modelling of the Ocean (NEMO) okyanus genel dolaşım modeline dayalı olarak çözülmektedir. Hidrodinamik modelin, in-situ sıcaklık ve tuzluluk profilleri ile uydu altimetri verilerini 3DVar veri asimilasyon yöntemiyle birleştirerek gözlemlerle iyi bir uyum sağladığı gösterilmiştir (Escudier ve diğ., 2020). Sıcaklık, tuzluluk, su seviyesi ve akıntılar gibi doğrulama değişkenlerinin incelendiği kalite değerlendirme dökümanında (Escudier ve diğ., 2024) yüzey ve derin deniz akıntılarının ortalama değerlerinin literatürle uyum içinde olduğu gösterilmiştir. Model, 0,042° enlem ve boylam çözünürlüğü ile, 1987 yılının başlangıcı ile 2022 yılının sonu arasındaki 36 yılı saatlik olarak içerecek şekilde sunulmaktadır. Analizlerin gerçekleştirilmesinde yüzey akıntıları, Kuzey yönlü (y-bileşeni) ve Doğu yönlü (x-bileşeni) akıntı hızlarının bileşkesinin hesaplanması yoluyla ele alınmıştır.

Akıntı iklimine dair istatistiklerin incelenmesi amacıyla aylık ve yıllık olarak ortalama, 95. yüzdilik ve maksimum değerler hesaplanmıştır. Bu değerler yönden bağımsız olarak hesaplanmalarının yanı sıra 8 yönde ayrıştırılarak da incelenmiştir. Bu ayrıştırma yoluyla her bir yönde istatistiksel değerlerin aldıkları değerlerin karşılaştırılması ve belirlenen analiz noktalarında baskın yönlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yönsel dağılımlar ayrıca akıntı gülleri yardımıyla incelenmiştir. Bu doğrultuda R programlama paketinde yer alan openair fonksiyonundan (Carslaw ve Ropkins, 2012) yararlanılmıştır. Ele alınan yönler; Kuzey (K), Kuzeydoğu (KD), Doğu (D), Güneydoğu (GD), Güney (G), Güneybatı (GB), Batı (B), Kuzeybatı (KB) şeklindedir ve akıntıların gittikleri yönler göre belirlenmişlerdir.

Hesaplanan aylık ve yıllık ortalama değerler kullanılarak her analiz noktasındaki değişkenlik incelenmiştir. Bu analiz, aylık ortalama değerler için denklem (1) ile verilen Aylık Değişkenlik İndeksi (Monthly variability index, MVI) yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

$$MVI = \frac{X_{m,max} - X_{m,min}}{\bar{X}_m} \quad (1)$$

Bu denklemde $X_{m,max}$, $X_{m,min}$ ve $\bar{X}_m$ sırasıyla aylık ortalama akıntı hızlarının maksimum, minimum ve ortalamasını göstermektedir. Değişkenlik analizi yıllık ortalama değerler için

denklem (2) ile verilen Yıllar Arası Değişkenlik İndeksi (Inter-annual variability index, IAVI) yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

$$IAVI = \frac{X_{y,max} - X_{y,min}}{\bar{X}_y} \quad (2)$$

Bu denklemde $X_{y,max}$, $X_{y,min}$ ve $\bar{X}_y$ sırasıyla yıllık ortalama akıntı hızlarının maksimum, minimum ve ortalama değerlerini göstermektedir.

2.3. Uç Değer İstatistiği

Uç değer istatistiği çalışmasının başlangıç aşamasında, akıntı hızı saatlik zaman serilerinden uç değer zaman serilerinin çıkarılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla iki farklı uç değer zaman serisine uygun olan iki farklı istatistik dağılımı kullanılmıştır. Bunlar sırasıyla yıllık maksimum zaman serilerine uydurulmuş Gumbel dağılımı ve eşik üstü tepe değerlere uydurulmuş GPD'dir. Yıllık maksimum değerlerin Gumbel dağılımına ve eşik üstü tepe değerlerin Pareto dağılımına uygun olduğu çeşitli araştırmacılarca kanıtlanmış olup bu iki yöntem deniz mühendisliği de dahil birçok alanda yaygın kullanıma sahiptir (Lerma ve diğ., 2015; Meucci ve diğ., 2018; Meucci ve diğ., 2020; Ring ve diğ., 2022).

Uç değer zaman serilerinin çıkartılması aşamasında yıllık maksimum zaman serileri için her yılın saatlik zaman serisindeki en büyük akıntı hızı dikkate alınmıştır. Eşik üstü tepe değer zaman serilerinin çıkartılmasında ise belirlenen eşik değerinin yukarı kesme ile aşağı kesme noktaları arasındaki her bir ekstrem olayın en büyük değeri dikkate alınmıştır. Bu yöntemler ekstrem (uç) olayların tanımlanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Breivik ve diğ., 2014). Eşik değer seçimi önemli bir husus olup farklı yöntemlerle gerçekleştirilebilmektedir. Bunlar arasında ortalama artık grafiği (mean residual plot) gibi görsel yöntemlerin (ör. Shamji ve diğ., 2020) yanı sıra veri dağılımında farklı yüzdeliklere tekabül eden değerlerin seçilmesi gibi yaklaşımlar (ör. Martzikos ve diğ., 2021) da yer almaktadır. Bu çalışmada, Görmüş ve diğ. (2022) çalışmasında da uygulandığı şekilde, saatlik akıntı hızı zaman serilerinin 99,5 yüzdelik değerlerinin eşik olarak seçilmesi yöntemi kullanılmıştır. İki tepe noktası arasındaki mesafenin belirli bir değerin üstünde olması, belirlenen değerlerin birbirinden bağımsız ekstrem olayları tanımlamasını sağlamaktadır. Bu doğrultuda, Wang ve diğ. (2021) tarafından yapılan incelemelere uygun şekilde, seçilmiş olan tepe değerler içerisinde komşu iki değer arasında minimum 5 günlük farkın bulunması sağlanmıştır. Eşik üstü tepe değerlerin elde edilmesinde Octave programlama dilinde mevcut olan findpeaks fonksiyonu kullanılmıştır.

Elde edilen yıllık maksimum zaman serileri Gumbel dağılımına uydurulmuştur. Gumbel dağılımının kümülatif olasılık yoğunluk fonksiyonu (F_{GUM}) denklem (3) ile verilmektedir.

$$F_{GUM}(x) = \exp\left(-\exp\left(\frac{-(x - \mu)}{\sigma}\right)\right) \quad (3)$$

Bu denklemde x akıntı hızını, μ ve σ sırasıyla konum ve ölçek parametrelerini göstermektedir. Parametrelerin belirlenmesinde en büyük olabilirlik kestirimi (maximum likelihood function) yaklaşımı Octave programlama dilinde mevcut hazır fonksiyon yardımıyla kullanılmıştır. Belirlenen tekerrür periyotlarına karşılık gelen tekerrür değerlerinin belirlenmesi için tekerrür periyotlarının kümülatif oluşma olasılıklarının denklem (3)'te kullanılmasıyla elde edilen ve denklem (4)'te verilen formül kullanılmıştır.

$$X_{N,GUM} = \mu - \sigma \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1}{N}\right)\right) \quad (4)$$

Bu denklemde X tekerrür değerini, N tekerrür periyodunu göstermektedir. Eşik üstü tepe değer zaman serileri kümülatif olasılık yoğunluk fonksiyonu (F_{GPD}) denklem (5) ile verilen GPD'na uydurulmuştur.

$$F_{GPD}(x) = 1 - \left(1 + \frac{\xi}{\sigma}(x - \mu)\right)^{-1/\xi} \quad (5)$$

Bu denklemde x akıntı hızını, ξ , μ ve σ sırasıyla şekil, konum ve ölçek parametrelerini göstermektedir. Parametrelerin belirlenmesinde Gumbel dağılımında olduğu gibi maksimum olabilirlik fonksiyonu kullanılmıştır. Belirlenen tekerrür periyotlarına karşılık gelen tekerrür değerleri denklem (6)'da verilen formül hesaplanmıştır (Görmüş ve diğ., 2022).

$$X_{N,GPD} = \mu + \frac{\sigma}{\xi}((\lambda N)^{\xi} - 1) \quad (6)$$

Uç değer istatistiği çalışması, yönden bağımsız analizin yanı sıra yönler bağli olarak da gerçekleştirilmiştir. Buradaki yaklaşım, yıllık maksimum ile eşik üstü tepe değerlerin yalnızca farklı yönlerden gelen zaman adımlarının dikkate alınması yoluyla elde edilmesi ve uç değer istatistiği değerlerinin bu varsayıma göre hesaplanmasıdır. Böylelikle elde edilen sonuçlar, ilgili noktalardaki ele alınan yönlerin her birinin sahip olduğu akıntı hızı dağılımının o noktada bütün zaman boyunca geçerli kabul edilmesiyle ortaya çıkan uç değerleri göstermektedir.

Uyum iyiliğini değerlendirmek için, verilerden elde edilen uç değer zaman serileri ile Gumbel dağılımı ve GPD arasında Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi kullanılmıştır. Teste ilişkin ana ifade denklem (7) ile verilmektedir (Massey, 1951).

$$D_{12} = \max(F_1(x) - G_2(x)) \quad (7)$$

F_1 ve G_1 iki veri serisinin kümülatif olasılık yoğunluk fonksiyonlarını temsil etmektedir. K-S testi, iki veri setinin kümülatif dağılım olasılığı arasındaki farkı kullanmakta ve sonuçlar test istatistiği D_{12} olarak sunulmaktadır. Testin sıfır hipotezi, F_1 ve G_1 'in aynı dağılımdan geldiğidir ve test istatistik değerinin belirlenen bir belirginlik düzeyindeki kritik değeriyle kıyaslanmasıyla reddedilmekte veya reddedilmek için yeterli kanıt bulunmamaktadır (Bonamente, 2017). Ayrıca, testten elde edilen p-değerlerinin düşüklüğü (yaygın olarak 0,05 değeri baz alınmaktadır) sıfır hipotezinin reddini kuvvetlendirmektedir (Ross, 2023).

Hesaplanan tekerrür değerlerinin belirsizlik analizinin yapılması amacıyla Monte-Carlo simülasyonu yöntemi kullanılmıştır. Bu süreç, Ross (2004) tarafından belirtildiği üzere bağımsız ve aynı dağılıma sahip tekrarlanan rastgele örneklemeyle dayanmaktadır. Monte-Carlo simülasyonları, her analiz noktası için başlangıç dağılım parametreleri kullanılarak 1000 defa olmak üzere gerçekleştirilmiştir.

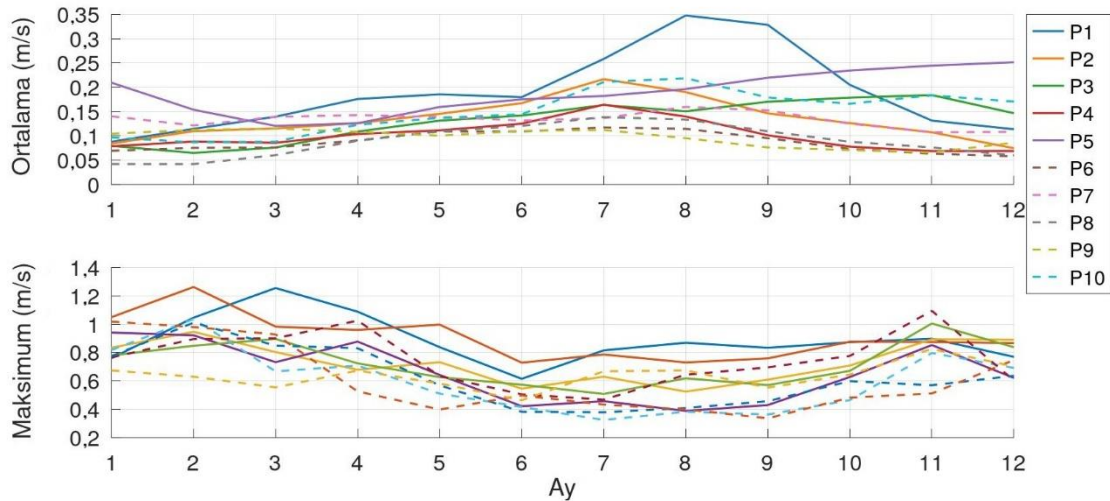
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde analiz noktalarında mevcut saatlik zaman serileri farklı zaman pencerelerindeki istatistiksel özellikleriyle incelenmiş, devamında yönden bağımsız ve yöne bağli uç değer istatistiği ile ilgili değerlendirmeler sunularak bütüncül bir akıntı hızı analizi sunulması amaçlanmıştır. Tablo 2, saatlik akıntı hızı zaman serilerinin ortalama, 95. yüzdilik ve maksimum değerlerini göstermektedir.

Tablo 2. Akıntı hızlarının ortalama, 95. yüzdilik ve maksimum değerleri

Nokta	Ortalama	95. yüzdilik	Maksimum
P1	0,19	0,45	1,26
P2	0,13	0,32	1,26
P3	0,13	0,30	0,95
P4	0,10	0,24	0,94
P5	0,19	0,39	1,01
P6	0,09	0,19	1,04
P7	0,13	0,29	1,09
P8	0,09	0,21	1,01
P9	0,10	0,22	1,02
P10	0,15	0,35	0,83

Genel istatistiksel değerler incelendiğinde, ele alınan noktalar arasında en yüksek akıntı hızı ortalama, 95. yüzdilik ve maksimum değerlerine P1 noktasının sahip olduğu görülmektedir. Maksimum değer P1 ve P2 noktaları için 1,26 m/s olarak hesaplanmıştır. En yüksek üç ortalama değer sırasıyla P1, P5 ve P10 noktaları için 0,19, 0,19 ve 0,15 m/s olarak elde edilmiş; en yüksek üç 95. yüzdilik değer ise sırasıyla yine aynı noktalar için 0,45, 0,39 ve 0,35 m/s olarak elde edilmiştir. Değerlerin saçılımı hakkında bir parametre olması sebebiyle maksimum ve ortalama değerlerin birbirine olan oranı incelendiğinde P6 ve P8 noktaları için maksimum değerlerin ortalamanın 11 katına kadar çıkabildiği görülmüştür. En düşük saçılımın ise en yüksek potansiyele sahip P1 noktasında olduğu görülmüştür. Bu nokta için maksimum değerlerin ortalamanın 6,6 katına eşit olduğu hesaplanmıştır. Bütün zaman periyodunu içeren bu değerlerin yanında aylık bazda değerlendirmelerin yararlı olacağı düşünülerek analiz noktalarındaki aylık ortalama ve maksimum değerler hesaplanmıştır. Sonuçlar Şekil 2’de sunulmaktadır.

**Şekil 2:**

Seçilen analiz noktalarında ortalama ve maksimum akıntı hızı değerlerinin aylara göre değişimi

Ortalama ve maksimum değerlerin aylara göre dağılımının farklı eğilimlere sahip olduğu görülmektedir. Ortalama değerlerin Temmuz ve Ağustos aylarında en yüksek değerlere ulaştığı, ancak maksimum değerlerin Ocak ile Mart ayları arasında en yüksek değerlere sahip olduğu tespit

edilmiştir. En yüksek potansiyele sahip P1 noktasının Ağustos ayında 0,35 m/s ile en büyük aylık ortalama değere sahip olduğu görülmektedir. Aylık maksimum değerlerin P1 ve P4 noktaları için sırasıyla Mart ve Şubat aylarında 1,25 m/s ile analiz noktaları arasında en büyük değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar akıntı hızlarının ortalama değer ve maksimum değerlerinin farklı aylarda görüldüğünü ve maksimum değerler arasındaki konumsal farklılığın, ortalama değerler ile örtüşmeyebileceğini ortaya koymuştur. Analiz noktaları arasında aylık ve yıllık ortalama değerlerin değişkenliği, MVI ve IAVI göstergeleri yardımıyla incelenmiştir. Bu analize ilişkin sonuçlar Tablo 3'te sunulmaktadır.

Tablo 3. MVI ve IAVI değerlerinin analiz noktalarındaki değerleri

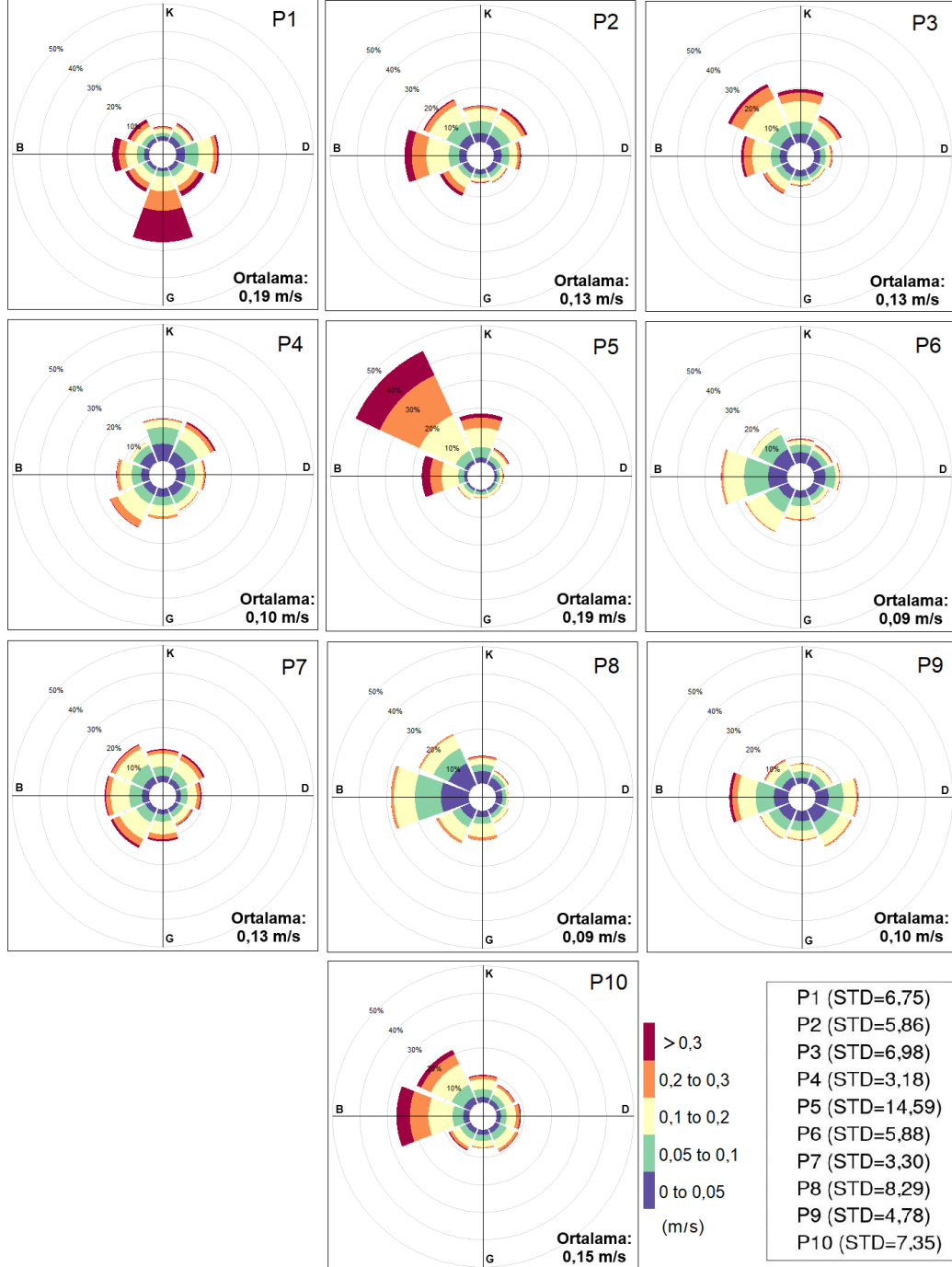
Nokta	MVI	IAVI
P1	0,87	0,79
P2	0,89	0,92
P3	1,06	0,71
P4	0,70	0,82
P5	1,19	0,71
P6	0,56	1,09
P7	1,07	0,93
P8	0,48	1,11
P9	0,89	0,97
P10	1,12	0,65

Tablo 3'te yer alan sonuçlara göre aylık ve yıllık değişkenliğin farklı noktalarda en yüksek ve en düşük değerleri aldığı görülmektedir. Bu durum, aylık ve yıllık zaman pencerelerindeki istatistiklerin farklı zamansal karakteristikler gösterebildiğini ortaya koymaktadır. En yüksek üç aylık değişkenlik 1,19, 1,12 ve 1,06 MVI değerleri ile sırasıyla P5, P10 ve P3 noktalarında görülmektedir. En düşük MVI değeri ise 0,7 ile P4 noktasında hesaplanmıştır. En yüksek üç yıllık değişkenlik 1,11, 1,09 ve 0,97 IAVI değerleri ile sırasıyla P8, P6 ve P9 noktalarında görülmektedir. En düşük IAVI değeri ise 0,71 ile P3 ile P5 noktalarında hesaplanmıştır. Analizden elde edilen bir diğer sonuç akıntı hızı ortalama ve maksimum değerlerinin büyüklükleriyle değişkenlikleri arasında bir bağlantı olmadığıdır.

Akıntı hızlarının yönden bağımsız istatistikleri genel durum hakkında kısıtlı bilgi verebilmektedir. Akıntıların geliş yönlerine bağlı olarak incelenmesi ve etkin yönlerin belirlenmesinin bu analizlere ihtiyaç duyacak planlama ve tasarımlarda önemli olmaktadır. Bu doğrultuda akıntı hızları saatlik olarak geliş yönleriyle eşleştirilerek her yönden gelen akıntıların geliş yüzdeleriyle birlikte ortalama değerleri hesaplanmıştır. Şekil 3'te analiz noktalarındaki yön ve büyüklük değerlerinin açısız gösterimi akıntı gülleri yardımıyla incelenmiştir. Her bir noktadaki yönsel saçılımın bir ifadesi olarak yönlerdeki görülmek yüzdelerinin standart sapma değerleri de hesaplanmıştır.

Yönsel değişkenlik, akıntıların konuma bağlı olarak sahip oldukları deniz koşullarına göre noktalar arasında farklılık göstermektedir. Deniz tabanı ve komşu bölgelerdeki akım durumuna bağlı olarak analiz konumlarında yönsel değişkenlik düşük veya yüksek olabilmektedir. Bu durum, seçilen analiz noktalarında da tespit edilmiş olan önemli sonuçlardan birisidir. Şekil 3 incelendiğinde P5 noktasının diğer konumlardan ayrıştığı anlaşılmaktadır. Bu noktada KB yönündeki akıntılar bütün akıntıların %45'ini oluşturmaktadır ve yönsel değişkenlik düşüktür. Belirli bir yönün baskın olduğu örnekler ayrıca B/%28 ile P8'de, B/%27 ile P10'da ve G/%27 ile P1'de görülmektedir. Yönsel değişkenliğin düşük olduğu noktalara örnekler ise P4, P7 ve P9 olarak verilebilir. Bu noktalarda sırasıyla yönlerdeki görülmek yüzdelerinin standart sapma değerleri 3,2, 3,3 ve 4,8 olarak hesaplanmıştır. Yönsel değişkenliğin yüksek olduğu P5 noktasında

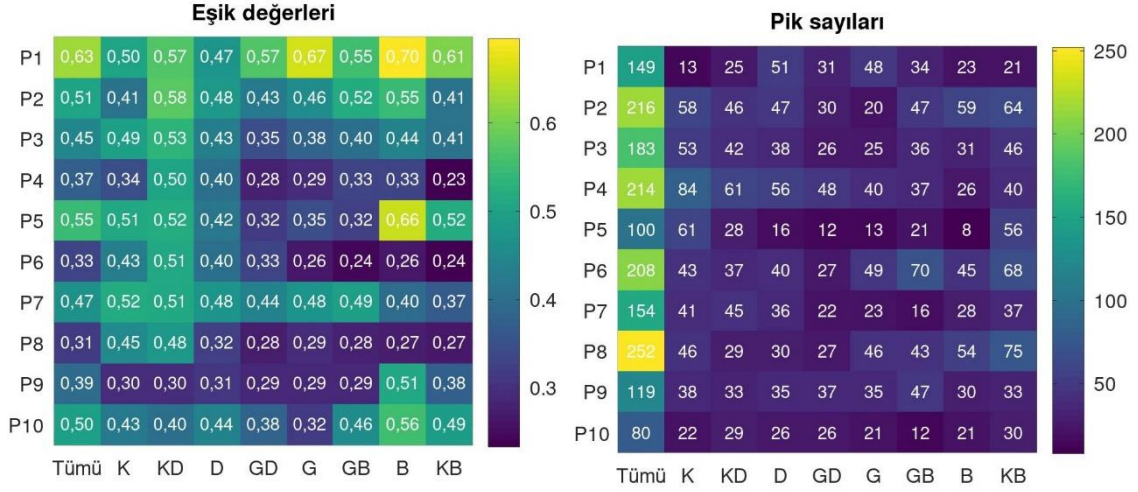
ise bu değer 14.6 olarak hesaplanmıştır. En yüksek akıntı hızı aralığını ifade eden 0,3 m/s üzeri akıntılar en sık P1, P5 ve P10 noktalarında ve sırasıyla en baskın yönler olan G, KB ve B yönlerinde görülmektedir. Genel bir sonuç olarak 0,1 m/s ile 0,2 m/s aralığının en yüksek olasılıkla görülen akıntı hızı olduğu görülmektedir. En düşük akıntı hızı sınıfı olan 0,05 m/s'den küçük değerlerin en sık P4, P6 ve P8 noktalarında görüldüğü anlaşılmaktadır. (Şekil 3).



Şekil 3:

Analiz noktalarındaki büyüklük ve yön dağılımlarını gösteren akıntı gülleri (En dış çember %50 olasılığı göstermektedir, STD değerleri her bir nokta için yönlerde görülme yüzdeleri arasındaki standart sapmayı ifade etmektedir.)

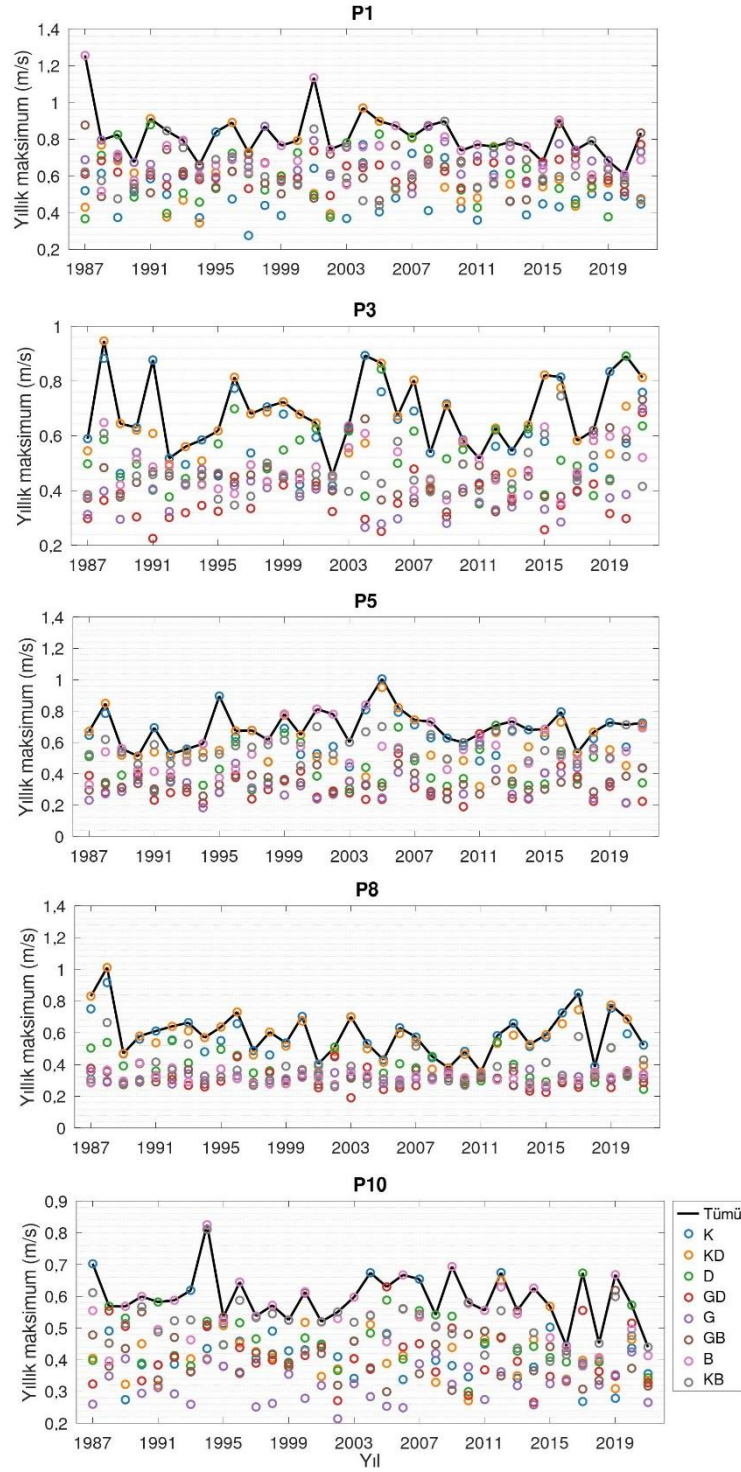
Uzun dönemli istatistiği incelenen akıntı hızı ikliminin uç değer analizi iki farklı yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. GPD yönteminde kullanılan eşik değerler ve eşik üstü tepe değerlerinin toplam ve yönlerdeki görülme sayıları Şekil 4'te sunulmaktadır.



Şekil 4:

Analiz noktalarında eşik değerlerinin ve eşik üstü tepe değerlerin yönlerle bağlı değişimi

Eşik değerleri her bir noktada, yönden bağımsız ve yönlerle bağlı olarak zaman serilerinin 99,5. yüzdeleri değeri hesaplanarak elde edilmiştir. Sonuçlar eşik değerlerinin 0,23 m/s (P4, KB) ile 0,70 m/s (P1, B) arasındaki geniş bir yelpazede değiştiğini göstermektedir. En düşük eşik üstü tepe sayısı 80 ile P10'da, en yüksek tepe sayısı ise 252 ile P8'de görülmüştür. Bu değerler, analiz noktalarında tepe sayılarının yılda 2 ile 7 arasında değiştiğini göstermektedir. Tepe değerler yönlerle bağlı olarak incelendiğinde en yüksek sayıda tepe sayısının 84 ile P4'te K yönünde, 75 ile P8'de KB yönünde ve 70 ile P6'da GB yönünde görüldüğü anlaşılmaktadır. Her biri ekstrem bir olayın maksimum değerini ifade eden bu olayların görülme sıklıklarının konuma göre değişkenliğinin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Şekil 4). Ekstrem olayların sayılarının yanında büyüklüklerinin de incelenmesi çalışmada kullanılan ikinci yöntem olan yıllık maksimum değer yöntemine elde edilen zaman serileri yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Şekil 5'te ele alınan her yıl için seçili beş analiz noktasında maksimum değerler sunulmakta, ayrıca renkli bir gösterim yardımıyla bu maksimum değerlerin hangi yönlü olduğu bilgisinin yanı sıra her yöndeki maksimum değerlerin büyüklükleri de sunulmaktadır.



Şekil 5:

Yıllık maksimum değerlerin seçili analiz noktalarında yönlerle bağlı ve yönden bağımsız değişimi

Şekil 5'teki zaman yıllık zaman serileri incelendiğinde akıntı hızlarının yıllık maksimum ve minimum değerlerinin konumsal değişiklik gösterdiği anlaşılmaktadır. Çalışma alanının

kuzeyinde yer alan P1 noktasında en yüksek ve en düşük akıntı hızları sırasıyla 1,26 ve 0,61 m/s (1987 ve 2020 yıllarında), P3 noktasında 0,94 ve 0,52 m/s (1988 ve 2011 yıllarında), P5 noktasında 1,01 ve 0,51 m/s (2005 ve 1990 yıllarında), P8 noktasında 1,01 ve 0,39 m/s (1988 ve 2018 yıllarında) ve P10 noktasında 0,83 ve 0,44 m/s (1994 ve 2021 yıllarında) olarak hesaplanmıştır. Yıllık en yüksek akıntı hızlarının yönsel ayrıştırması incelendiğinde yönsel saçılımın incelenen noktalar arasında P8 noktasında en düşük olduğu anlaşılmıştır. En yüksek yıllık değer 1 m/s'yi bulmasına rağmen yönlerden gelen en yüksek yıllık değerlerin genel olarak 0,2 ile 0,4 m/s aralığında olduğu görülmektedir. İncelenen diğer analiz noktalarında yönsel saçılım nispeten yüksektir. Örneğin P3 noktasında ve 1991 yılında farklı yönlerdeki en yüksek ve en düşük değerler 0,2 ile 0,9 arasındadır. Seçilen noktalardaki (P1, P3, P5, P8 ve P10) uzun dönem istatistiğine göre etkin yönler sırasıyla G, KB, KB, B ve B şeklinde iken, yıllık maksimum değerlerin en fazla görüldükleri yönlerin B, KD, B, KD, KD ve B şeklinde olduğu görülmektedir. Bu durum, uç değer istatistiğinin yönsel açıdan farklı bir karakteristiğe sahip olduğunu ve yönselliğinin ayrıca incelenmesinin önemini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda uç değer istatistiği de yönden bağımsız analizin yanı sıra her yön için de tekrar edilerek yönler arasındaki farklılıkların incelenmesi amaçlanmıştır.

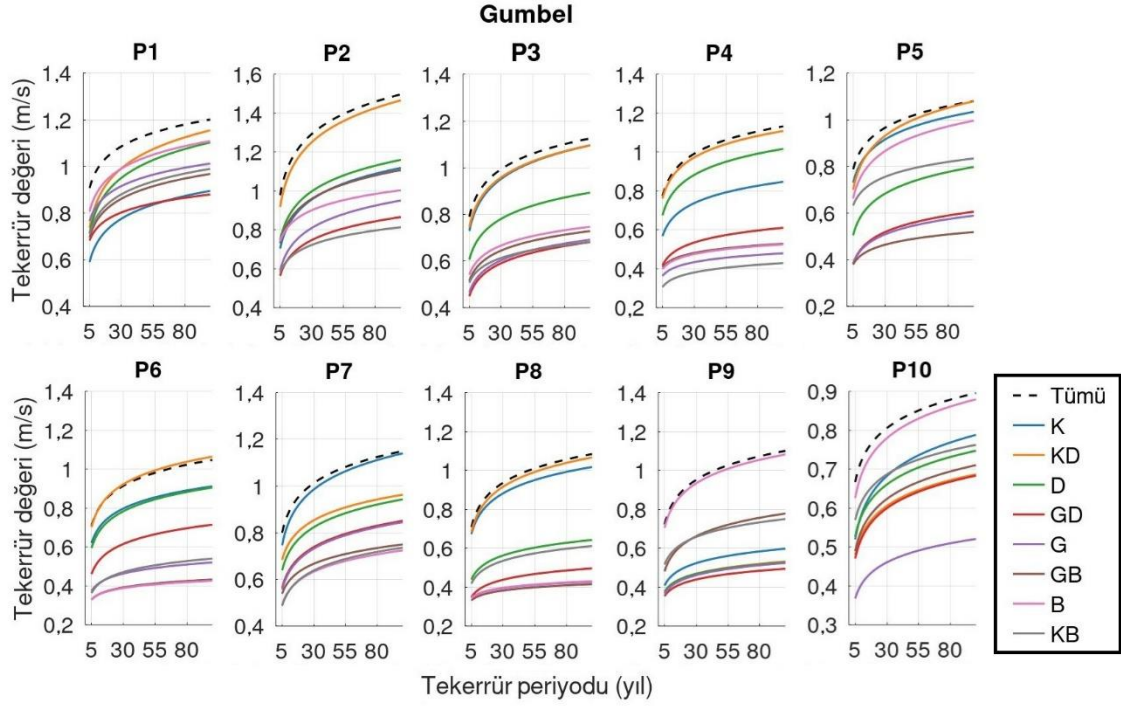
Uç değer istatistiğinde kullanılan iki farklı yöntemin doğruluğu ve istatistiksel belirginliği K-S testi yardımıyla incelenmiştir. Tablo 4'te analiz noktalarındaki test istatistiği değerleri ve p-değerleri sunulmaktadır.

Tablo 4. Gumbel dağılımı ve GPD ile elde edilen dağılım parametrelerinin K-S testi sonuçları

Nokta	K-S test istatistiği değeri (Gumbel)	K-S test istatistiği değeri (GPD)	K-S %95 kritik istatistik değeri (Gumbel)	K-S %95 kritik istatistik değeri (GPD)	K-S testi p-değeri (Gumbel)	K-S testi p-değeri (GPD)
P1	0,175	0,100	0,227	0,111	0,622	0,476
P2	0,181	0,072	0,227	0,093	0,594	0,627
P3	0,179	0,075	0,227	0,101	0,599	0,666
P4	0,167	0,069	0,227	0,093	0,669	0,674
P5	0,168	0,108	0,227	0,136	0,666	0,600
P6	0,166	0,076	0,227	0,094	0,673	0,593
P7	0,160	0,084	0,227	0,110	0,704	0,641
P8	0,162	0,064	0,227	0,086	0,692	0,659
P9	0,194	0,100	0,227	0,125	0,524	0,594
P10	0,185	0,120	0,227	0,152	0,567	0,605

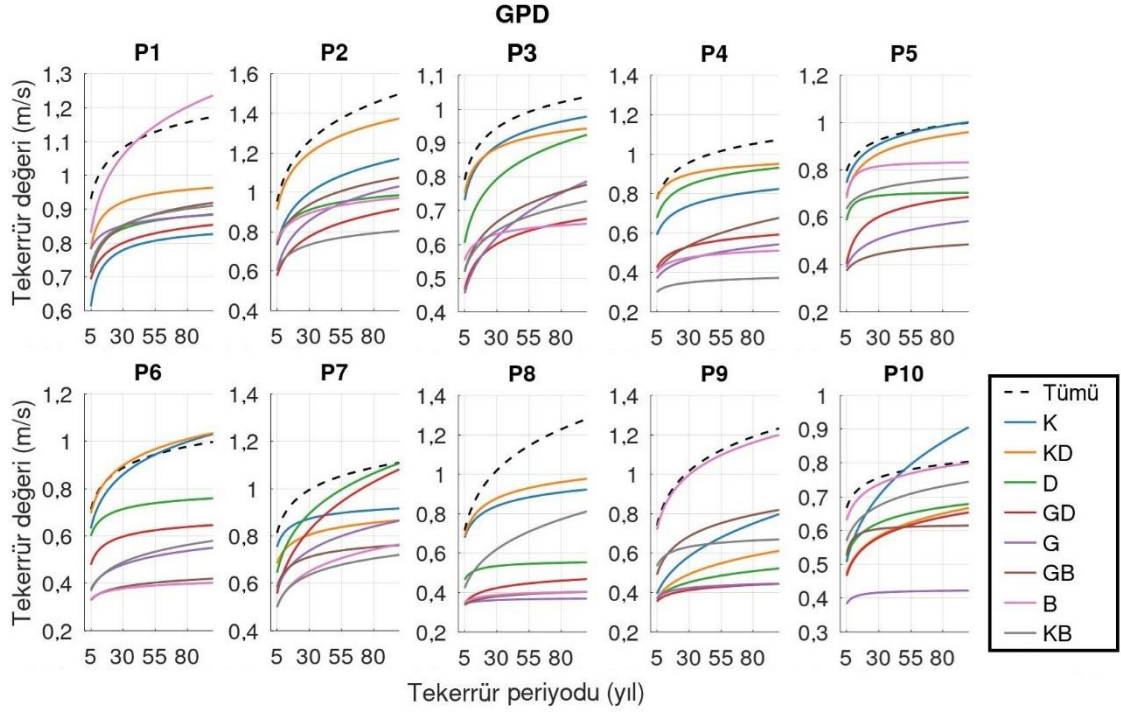
Tablo 4 incelendiğinde p-değerlerinin her iki yöntem için analiz noktalarında 0,05'ten büyük olduğunu ve ayrıca istatistik değerlerinin %95 belirginlik düzeyinde kritik istatistik değerinden küçük olduğu görülmektedir. Bu sonuç, elde edilen dağılımların orijinal veri ile aynı dağılımdan geldiği sıfır hipotezinin reddedilmediğini, yöntem ve elde edilen parametrelerin uygunluğunu göstermektedir. Kritik değerler, Massey (1951) tarafından sunulmuş olan kritik değerler tablosundan yıllık maksimum ve tepe sayıları baz alınarak hesaplanmıştır ve sonuçlar Tablo 4'te sunulmaktadır.

Şekil 6'da yıllık maksimum değerler ve Gumbel dağılımı ile hesaplanan tekerrür değeri-tekerrür periyodu grafikleri sunulmaktadır.

**Şekil 6:**

Gumbel dağılımına göre seçili analiz noktalarında akıntı hızı dönüş değerlerinin yönlere bağlı ve yönden bağımsız değişimi

Gumbel dağılımına göre elde edilmiş yönden bağımsız sonuçların gösterdiği üzere, 100 yıllık tekerrür periyotlu akıntı hızı değerleri analiz noktaları için sırasıyla 1,2, 1,5, 1,12, 1,13, 1,08, 1,05, 1,15, 1,08, 1,1 ve 0,90 m/s şeklinde hesaplanmıştır. Tekerrür değerlerinin dağılımı P1 noktası haricinde en etkin bir yönden elde edilen değerlere oldukça yakın gözükmetedir. Gumbel dağılımıyla elde edilen uç değer istatistiğine göre etkin ve en yüksek değerlerin elde edildiği yönler P7 noktasında K, P9 ve P10 noktalarında B ve diğer noktalarda KD şeklindedir. Bu durum uç değer istatistiğinde etkin olan yönlerin uzun dönem istatistiğinden farklı olduğunu doğrulamakla birlikte, ayrıca Ege Denizi'nde (incelenen noktalarda) ekstrem akıntı olaylarının K/KD, Akdeniz'de ise (incelenen noktalarda) B yönünde olduğunu göstermektedir. Bu çalışmadaki ikinci yöntem olan eşik üstü tepe değerler ve GPD ile hesaplanan tekerrür değeri-tekerrür periyodu grafikleri Şekil 7'de sunulmaktadır.

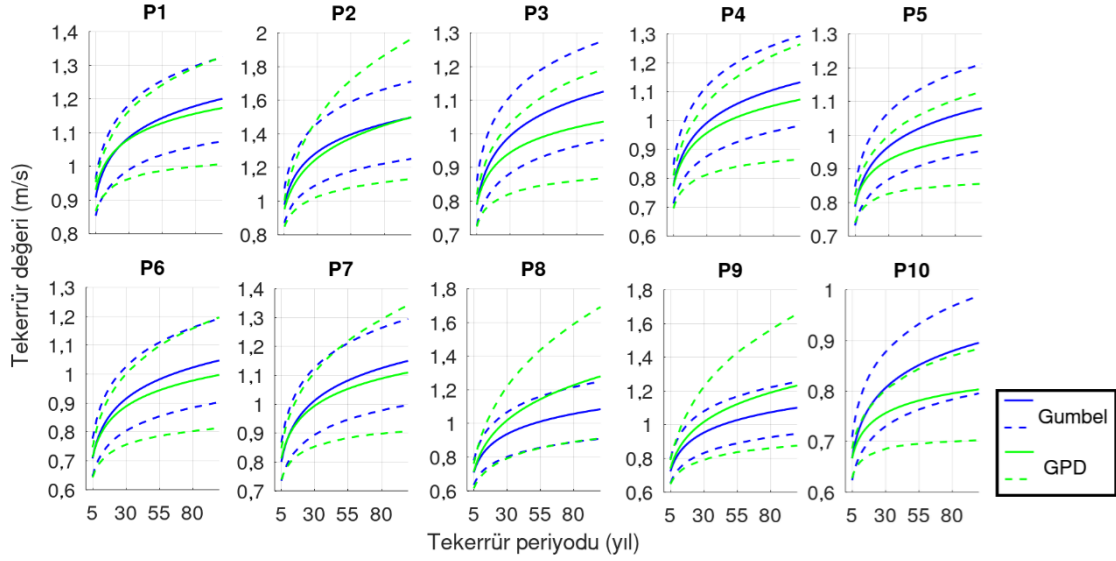


Şekil 7:

GPD'na göre seçili analiz noktalarında akıntı hızı dönüş değerlerinin yönlerle bağlı ve yönden bağımsız değişimi

GPD ile elde edilen sonuçlar (Şekil 7), Gumbel dağılımına (Şekil 6) göre sonuçların mertebesi açısından benzerlik göstermekte, ancak yönsel farklılıklar açısından değişkenlik göstermektedir. GPD ile yıllık maksimum değerlere kıyasla daha çok sayıda ekstrem olayın dikkate alınması, ele alınan uç değer zaman serilerinin yönleri açısından daha fazla çeşitlilik göstermesine sebep olmaktadır. GPD'na göre elde edilmiş yönden bağımsız sonuçlar incelendiğinde, 100 yıllık tekerrür periyotlu akıntı hızı değerleri analiz noktaları için sırasıyla 1,18, 1,5, 1,04, 1,07, 1,0, 1,0, 1,11, 1,28, 1,23 ve 0,80 m/s şeklinde hesaplanmıştır. En yüksek tekerrür değerlerinin elde edildiği yönler ise Gumbel dağılımı ile farklılık göstermektedir. Bu yönler analiz noktaları için sırasıyla B, KD, K, KD, K, KD, D, KD, B, K şeklindedir. Ayrıca aynı noktada yönlerdeki tekerrür değerlerinin periyoda göre değişimlerinin farklı eğimlere sahip olabildiği görülmüştür. Gumbel dağılımı sonuçlarının sahip olmadığı bu özelliğe örnekler P1'deki B yönü, P3'teki G yönü, P7'deki D ve GD yönleri, P8'deki KB yönü ve P9 ile P10'daki K yönü verilebilir. Belirli yönlerin daha dik bir eğime sahip olabilmesi özelliği GPD'nın belirli yönlerde yönden bağımsız analize göre daha yüksek tekerrür değerleri sunma özelliği kazandırmaktadır. P8 noktasındaki yönden bağımsız analize göre Gumbel dağılımına kıyasla yüksek tekerrür değerleri elde edilmiştir. Tüm bu farklılıklar, dağılım farklarının yanı sıra uç değer zaman serilerinin elde edilmesi aşamasındaki farklılığa da dayanmaktadır. Eşik üstü değerlerin elde edilmesi aşamasında ekstrem olayların belirlenmesi yıllık maksimum serilerde olduğu gibi belirli bir zaman aralığı baz alınarak belirlenmediğinden ekstrem iklimin baskın olduğu yıllarda birden çok zaman serisi elemanı elde edilebilmesinin önü açılmakta ve sonuçlarda farklılığa sebep olabilmektedir.

İki yöntem arasındaki farkların anlaşılabilmesinin yanı sıra farklı tekerrür periyotlarına karşılık gelen değerlerin ne kadar belirsizliğe sahip olduğunun anlaşılması maksadıyla Monte-Carlo simülasyonlarına dayalı bir çalışma yürütülmüştür. Şekil 8'de tekerrür değerlerinin sürelerle bağlı değişimi simülasyonlardan elde edilen %95 güven aralıklarıyla birlikte sunulmaktadır.



Şekil 8:

Gumbel dağılımı ve GPD'na göre seçili analiz noktalarında akıntı hızı dönüş değerlerinin değişiminin %95 güven aralıklarıyla birlikte gösterimi

Monte-Carlo simülasyonlarıyla elde edilen güven aralıkları konum ve kullanılan yöntemle ilgili olarak tekerrür değerlerinin belirsizliğinin değişkenlik gösterebildiğini ortaya koymuştur. Belirsizlik tekerrür periyoduyla birlikte artmaktadır. Güven aralığının genel itibarıyla GPD için daha geniş olduğu anlaşılmaktadır. Örneğin yüksek belirsizliğe sahip P8 noktası ve GPD örnek alındığında 1,28 m/s olan 100 yıl tekerrür süreli akıntı hızının %95 güven aralığının 0,9 ve 1,7 m/s alt ve üst değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Benzer şekilde P2 için de alt ve üst güven aralıkları arasındaki farkın 100 yıl tekerrür süreli değerler için 0,8 m/s'ye kadar çıktığı görülmektedir. En düşük güven aralığı ise tekerrür değerinin de düşük olduğu P10 noktasında görülmüştür. 100 yıl tekerrür periyotlu değerler esas alındığında en yüksek farklar Gumbel dağılımı değerinin %18 daha düşük olduğu P8 ile Gumbel dağılımı değerinin %10 daha yüksek olduğu P10 noktalarında görülmüştür. Kuzey Ege'de yer alan P1 ve P2 noktalarında yöntemlerce elde edilen sonuçların benzerlik gösterdiği anlaşılmıştır. Bu sonuçlar çalışma boyunca farklı analizlerce de doğrulandığı üzere konumsal farklılıkların uç değer istatistiklerinde oldukça etkili olduğunu göstermektedir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, akıntı ikliminin uzun dönemli ve uç değer analizleri Doğu Akdeniz'de yer alan on ayrı nokta özelinde Gumbel dağılımı ve GPD kullanılarak 36 yıllık saatlik yüzey akıntısı verileri ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma, akıntıları sekiz ayrı yöne göre ayrıştırarak istatistiksel sonuçlarda buna bağlı değişimleri incelemiştir. Gumbel dağılımı ve GPD arasındaki farklar değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen genel çıkarımlar şu şekilde özetlenebilir:

- Uzun dönem istatistiği incelendiğinde en yüksek akıntı hızı değerlerine P1 noktasının ve genel itibarıyla Kuzey Ege'de yer alan noktaların sahip olduğu anlaşılmıştır.
- Aylık ortalamaların maksimum değeri P1 ve P2 noktalarında 1,26 m/s olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum değerler incelendiğinde aylık saçılımın yüksek olabildiği anlaşılmıştır. İncelenen noktalar için genel itibarıyla aylık ortalama değerlerin Temmuz ve Ağustos ayında en yüksek değere ulaştığı, aylık maksimum değerlerin Ocak

ile Mart ayları arasında en yüksek değerine ulaştığı görülmüştür. En yüksek MVI değeri P5 noktasında, en yüksek IAVI değeri ise P8 noktasında hesaplanmıştır.

- Analiz noktaları arasında değerlendirilen sekiz yön baz alındığında P5 noktasında akıntıların %45'inin KB yönlü olduğu ve bu noktada yönsel saçılımın düşük olduğu görülmüştür. Yönsel görülme yüzdelерinin standart sapmalarının en yüksek olduğu P5 noktasında 14,6, en düşük olduğu P5 noktasında ise 3,2 değerini aldığı anlaşılmıştır. Bu durum yönsel saçılımın konumun sahip olduğu özelliklere bağlı olarak değişkenlik gösterebildiğini, oluşabilecek değişimin niceliksel bir incelemesiyle birlikte sunmaktadır. Akıntı gülleri incelendiğinde en yüksek aralığını ifade eden 0,3 m/s üzeri akıntılar en sık P1, P5 ve P10 noktalarında ve sırasıyla en baskın yönler olan G, KB ve B yönlerinde görüldüğü anlaşılmıştır.
- Eşik üstü tepe değerler GPD istatistiklerinin hesaplanmasında baz alınmış olup saatlik akıntı ikliminde %99,5 değerinin üzerinde yer alan zaman adımlarının tepe değerlerinden oluşturulmuş, ayrıca iki tepe arasında değerlerin birbirinden bağımsız olmasını sağlamak amacıyla en az beş günlük bir fark olması sağlanmıştır. Bu analize göre, çalışma alanında en yüksek sayıda tepe değere 252 adet ile P8 noktasının, en düşük sayıda değere ise 80 ile Doğu Akdeniz'de yer alan P10 noktasının sahip olduğu anlaşılmıştır. Bu değerlerin ayrıca ele alınan yönlerdeki sayıları da incelenmiştir. Benzer şekilde Gumbel dağılımına esas teşkil eden yıllık maksimum değerlerin de yönden bağımsız ve yönlere dayalı istatistikleri çıkartılmış, elde edilen yıllara bağlı eğilimlerin, en yüksek ve düşük değerlerin farklı noktalarda farklı yıllarda kendilerini gösterdiği anlaşılmıştır.
- Çalışmada Gumbel dağılımı ve GPD ile 100 yıla kadar olan tekerrür periyotlarındaki tekerrür değerleri tüm zaman serisi ve yönlere bağlı olarak hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Gumbel dağılımına göre 100 yıllık tekerrür periyotlu akıntı hızı değerleri analiz noktalarında 0,90 ile 1,5 m/s arasında değişmektedir. On noktanın yedi tanesinde en yüksek uç değerler baskın yön olarak KD için hesaplanmıştır. GPD'na bağlı tekerrür değerleri ise analiz noktalarında 0,80 ile 1,5 m/s arasında değişmektedir. Tekerrür değerleri iki yöntem arasında benzerlik gösterse de baskın yönlerin GPD için değişkenlik gösterdiği anlaşılmıştır. GPD'na göre en yüksek tekerrür değerlerine sahip yönler on analiz noktasının dördünde KD, üçünde K, ikisinde B ve birinde D şeklindedir. Gumbel dağılımı ve GPD'na göre hesaplanan 100 yıl tekerrür periyotlu akıntı hızları karşılaştırıldığında ise en yüksek farkların Gumbel dağılımı değerinin %18 daha düşük olduğu P8 ile Gumbel dağılımı değerinin %10 daha yüksek olduğu P10 noktalarında görüldüğü anlaşılmıştır.

Çalışmada Doğu Akdeniz'de seçili noktalarda akıntı ikliminin uç değerlerinin ve bunların yöne bağlılığının incelenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, açık deniz ve kıyı yapılarında tasarım aşamasında dikkate alınması gibi birçok amaca hizmet etmektedir, ayrıca farklı uç değer istatistiği yöntemlerinin incelenerek karşılaştırılması yöntem seçiminde daha doğru bir yaklaşımda bulunulabilmesine olanak sağlamaktadır. İleriki çalışmalarda analizin uzamsal olarak genişletilmesi ve akıntı hızının derinlik profillerinin çalışmaya dahil edilmesi önerilmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar, bilinen herhangi bir çıkar çatışması veya herhangi bir kurum/kuruluş ya da kişi ile ortak çıkar bulunmadığını onaylamaktadırlar.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Avrupa Birliği Copernicus Marine Service tarafından sağlanan verilerle gerçekleştirilmiştir; DOI: https://doi.org/10.25423/CMCC/MEDSEA_MULTIYEAR_PHY_006_004_E3R1. Yazar, verilerin geliştirilmesi ve sunulmasında rol oynayan kurumlara teşekkür eder.

YAZAR KATKISI

Çalışmanın tüm süreçleri yazar Tahsin Görmüş tarafından yürütülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Baldan, D., Coraci, E., Crosato, F., Cornello, M., Ferla, M., Morucci, S., Bonometto, A. (2023) Return periods of extreme sea levels: From magnitude to frequency, duration and seasonality. Implications in a regulated coastal lagoon. *Science of The Total Environment*, 866(25 March 2023), 161326. doi:10.1016/j.scitotenv.2022.161326
2. Bitner-Gregersen, E. M., Bhattacharya, S. K., Chatjigeorgiou, I. K., Eames, I., Ellermann, K., Ewans, K., Hermanski, G., Johnson, M. C., Ma, N., Maisondieu, C., Nilva, A., Rychlik, I. ve Waseda, T. (2014) Recent developments of ocean environmental description with focus on uncertainties. *Ocean Engineering*, 86, 26–46. doi:10.1016/j.oceaneng.2014.03.002
3. Bonamente, M. (2017) *Statistics and Analysis of Scientific Data*, Springer, New York.
4. Bore, P.T., Amdahl, J. ve Kristiansen, D. (2019) Statistical modelling of extreme ocean current velocity profiles. *Ocean Engineering*, 186, 106055. doi:10.1016/j.oceaneng.2019.05.037
5. Breivik, Ø., Aarnes, O.J., Abdalla, S., Bidlot, J.-R. ve Janssen, P.A.E.M. (2014) Wind and wave extremes over the world oceans from very large ensembles, *Geophysical Research Letters*, 41(14), 5122-5131. doi:10.1002/2014GL060997
6. Brioval T., Samson, G., Giordani, H., Bourdallé-Badie, R., Lemarié, F., Madec, G. (2024) Impact of surface current and temperature feedback on kinetic energy over the North-East Atlantic from a coupled ocean / atmospheric boundary layer model. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 107(September 2024), 101464. doi:10.1016/j.dynatmoce.2024.101464
7. Carslaw, D. C. ve K. Ropkins, (2012) openair --- an R package for air quality data analysis. *Environmental Modelling & Software*. 27-28, 52-61. doi:10.1016/j.envsoft.2011.09.008
8. <https://marine.copernicus.eu/>, Erişim Tarihi: 19.09.2024, Konu: Copernicus Marine Service.
9. Escudier, R., Clementi, E., Omar, M., Cipollone, A., Pistoia, J., Aydogdu, A., Drudi, M., Grandi, A., Lyubartsev, V., Lecci, R., Cretí, S., Masina, S., Coppini, G. ve Pinardi, N. (2020) Mediterranean Sea Physical Reanalysis (CMEMS MED-Currents) (Version 1) [Data set]. *Copernicus Monitoring Environment Marine Service (CMEMS)*. doi:10.25423/CMCC/MEDSEA_MULTIYEAR_PHY_006_004_E3R1
10. Escudier, R., Clementi, E., Nigam, T., Aydogdu, A., Elena, Fini, Pistoia, J., Grandi, A., Miraglio, P. (2024) Mediterranean Sea Production Centre MEDSEA_MULTIYEAR_PHY_006_004: Quality Information Document. *Copernicus Monitoring Environment Marine Service (CMEMS)*.

11. Frolov, S., Paduan, J., Cook, M. ve Bellingham, J. (2012) Improved statistical prediction of surface currents based on historic HF-radar observations. *Ocean Dynamics*, 62, 1111-1122. doi:10.1007/s10236-012-0553-5
12. Görmüş, T., Ayat, B. ve Aydoğan, B. (2022) Statistical models for extreme waves: Comparison of distributions and Monte Carlo simulation of uncertainty. *Ocean Engineering*, 248, 110820. doi:10.1016/J.OCEANENG.2022.110820
13. Huang, C.C., Tang, H.J. ve Liu, J.Y. (2008) Effects of waves and currents on gravity-type cages in the open sea. *Aquacultural Engineering*, 38(2), 105-116. doi:10.1016/j.aquaeng.2008.01.003
14. Jonathan, P., Ewans, K. ve Flynn, J. (2012) Joint modelling of vertical profiles of large ocean currents. *Ocean Engineering*, 97(15 March 2015), 175-185. doi:10.1016/j.oceaneng.2011.12.010
15. Lerma, A.N., Bulteau, T., Lecacheux, S. ve Idier, D. (2015) Spatial variability of extreme wave height along the Atlantic and channel French coast. *Ocean Engineering*, 42, 195-204. doi:10.1016/j.oceaneng.2015.01.015
16. Martzikos, N. T., Prinos, P. E., Memos, C. D. ve Tsoukala, V. K. (2021) Statistical analysis of Mediterranean coastal storms. *Oceanologia*, 63(1), 133–148. doi:10.1016/j.oceano.2020.11.001
17. Massey, F.J. (1951) The Kolmogorov-Smirnov Test for Goodness of Fit, *Journal of the American Statistical Association*, 46(253), 68-78. doi:10.1080/01621459.1951.10500769
18. Meucci, A., Young, I.R. ve Breivik, Ø. (2018) Wind and Wave Extremes from Atmosphere and Wave Model Ensembles. *Journal of Climate*, 31(21), 8819-8842. doi:10.1175/JCLI-D-18-0217.1
19. Meucci, A., Young, I.R. Hemer, M., Kirezci, E. ve Ranasinghe, R. (2020) Projected 21st century changes in extreme wind-wave events. *Science Advances*, 6(24). doi:10.1126/sciadv.aaz7295
20. Nascimento, F., Bourguignon, M., Leao, J. (2016) Extended generalized extreme value distribution with applications in environmental data. *Haceteppe Journal of Mathematics and Statistics*, 45(6), 1847-1864. doi:10.15672/HJMS.20159514081
21. Özcan, O., Bookhagen, B., Musaoğlu, N. (2017) Ekstrem Yağış Olaylarının Fırat Havzası'ndaki Hidrolojik Bileşenlerin Yıllar Arası Değişimi Üzerine Etkisi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 26(1), 35-46.
22. Paskyabi, M.B. (2017). Statistical Characteristics of Ocean Currents: Measurements from Fixed and Moving Platforms. *Proceedings of the ASME 2017 36th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering OMAE2017*, June 25-30, 2017, Trondheim, Norway.
23. Ring, M., Rodríguez-Ocampo, P.E., Rodolfo, S. ve Edgar, M. (2022) Extreme Value Analysis of Ocean Currents in the Mexican Caribbean Based on HYCOM Numerical Model Data. *Frontiers in Marine Science*, 9, doi:10.3389/fmars.2022.866874.
24. Ross, S.M. (2004) *Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, Third Edition, Elsevier Academic Press, A.B.D.

25. Ross, S.M. (2023) *Simulation*, Sixth Edition, Elsevier Academic Press, Birleşik Krallık.
26. Shamji, V.R., Aboobacker, V.M. ve Vineesh, T.C. (2020) Extreme value analysis of wave climate around Farasan Islands, southern Red Sea. *Ocean Engineering*, 207, 107395. doi:10.1016/j.oceaneng.2020.107395
27. Sorensen, R.M. (2006) *Basic Coastal Engineering*, Third Edition, Springer, New York.
28. Vieira, B.F.V., Pinho, J.L.S., Barros, J.A.O. (2021) Extreme wave value analysis under uncertainty of climate change scenarios off Iberian Peninsula coast. *Ocean Engineering*, 229, 109018. doi:10.1016/j.oceaneng.2021.109018
29. Wang, J., Liu, J., Wang, Y., Liao, Z. ve Sun, P. (2021) Spatiotemporal variations and extreme value analysis of significant wave height in the South China Sea based on 71-year long ERA5 wave reanalysis. *Applied Ocean Research*, 113, 102750. doi:10.1016/J.APOR.2021.102750
30. Wu, Y., Tang, C.C.L., Li, M.Z. ve Prescott, R.H. (2011) Modelling Extreme Storm-Induced Currents over the Grand Banks. *Atmosphere-Ocean*, 49(3), 259–268. doi:10.1080/07055900.2011.605271
31. Yang, Z., Wang, J., Liu, L., Miao, H., Miao, X., Zhang, Q. (2024) Estimating effects of wind and waves on the Doppler centroid frequency shift for the SAR retrieval of ocean currents. *Remote Sensing of Environment*, 311(1 September 2024), 114312. doi:10.1016/j.rse.2024.114312
32. Yüksel, Y., Ayat, B., Öztürk, M.N., Aydoğan, B., Güler, I., Çevik, E.O. ve Yalçın, A.C. (2008). Responses of the stratified flows to their driving conditions—A field study. *Ocean Engineering*, 35, 1304-1321. doi:10.1016/j.oceaneng.2008.06.006

