

YIL: 2021

CİLT: 6

SAYI: 1

ISSN: 1308-4372

E-ISSN: 2651-4753

# İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ÇEVRE



SU VAKFI

**Yayın sahibi** : Su Vakfı  
Previlage owner : Turkish Water Foundation



**Kurucu Editör/Foundation Editor**  
**Zekai ŞEN**

**Baş Editör/Editor-in-Chief**  
**İsmail DABANLI**

**Editörler/Editors**

Ahmet Duran ŞAHİN  
Ahmet ÖZTOPAL  
Atilla AKKOYUNLU  
Ayşe MUHAMMETOĞLU  
Ayşegül DEMİR YETİŞ  
Ece TURHAN  
Eyüp ŞİŞMAN  
Feza KARAER  
Fatih TUFANER  
İsmail KOYUNCU  
Mehmet İrfan YEŞİLNACAR  
Mikdat KADIOĞLU  
Muhammet Yunus PAMUKOĞLU  
Sevinç ASİLHAN  
Zekai ŞEN

**Dizgi/Tasarım Editörü/Designing Editor**

Muhiddin YENİGÜN

**Yazışma Adresi**

Adres : İklim Değişikliği ve Çevre, Cumhuriyet Mahallesi Libadiye Caddesi Doęanay Sokak  
No:6 Çolak Plaza Kat:4, 34697 Üsküdar/İstanbul  
Telefon : +90-216 412 33 83  
Faks : +90-216-412 33 90  
Elektronik posta : [bilgi@suvakfi.org.tr](mailto:bilgi@suvakfi.org.tr)  
Web : <http://dergipark.gov.tr/idec>  
ISSN : 1308-4372  
E-ISSN : 2651-4753

Dergide yayınlanan yazılar izinsiz başka bir yerde yayınlanamaz veya bildiri olarak sunulamaz.

YIL : 2021  
CİLT : 6  
SAYI : 1



## İÇİNDEKİLER

### No Makaleler

- |   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | Aşğı Pasinler Ovası Topraklarının Toprak Kalite İndeks Parametreleri Bakımından Değerlendirilmesi<br><b>Ali Kılıç ÖZBEK, Metin TÜRKER</b> | 1 |
| 2 | Türkiye İçin Global Güneş Radyasyonu Persistans Haritalarının Oluşturulması<br><b>Gizem Nur KANDİLCİ, Kasım KOÇAK</b>                     | 8 |

Yazışma yazarı:  
Ali Kılıç ÖZBEK,  
alikilic.ozbek@tarim.gov.tr

Referans:  
Özbek, A. K., ve Türker, M., (2021), Aşağı Pasinler Ovası Topraklarının Toprak Kalite İndeks Parametreleri Bakımından Değerlendirilmesi, İklim Değişikliği ve Çevre, 6, (1) 1-7

Makale Gönderimi : 26 AĞUSTOS 2020  
Online Kabul : 24 EYLÜL 2020  
Online Basım : 30 MART 2021

## Aşağı Pasinler Ovası Topraklarının Toprak Kalite İndeks Parametreleri Bakımından Değerlendirilmesi

Ali Kılıç ÖZBEK<sup>1</sup>, Metin TÜRKER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Daire Başkanı, Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.  
ORCID: 0000-0002-3415-4257

<sup>2</sup>Genel Müdür Yrd. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.  
ORCID: 0000-0002-5488-0918

**Özet** Doğal kaynak kullanımında yaşanan sorunlar sürdürülebilir kalkınma politikalarının oluşturulmasına ve dolayısıyla da toprak kaynaklarının geliştirilmesi yönündeki çalışmalara yeni boyutlar kazandırmıştır. Toprak kaynaklarının sürdürülebilir kullanımları bu kaynakların kalite ve kantite yönünden belli bir periyottaki değişimlerinin ölçülmesi ve gözlenmesi ile mümkün olabilecektir. Toprak kalite parametreleri toprağın biyolojik üretkenliğini sürdürme, çevre kalitesini koruma, bitki, hayvan ve insan sağlığını geliştirme kapasitesinin zaman içerisindeki durumunu değerlendirmeye olanak sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı, sulamaya açılacak Aşağı Pasinler Ovasının 6103 ha'lık bölümünde yer alan toprakları, toprak kalite indeks parametreleri bakımından değerlendirmek ve gerekli toprak-su yönetim sistemlerinin seçimine ışık tutabilmektir. Ova topraklarının ölçülebilen fiziksel ve kimyasal özellikleri ile bazı karakteristiklerinin değerlendirilmesi sonucu Karasu ovası topraklarının kalite skor değerleri bakımından ikinci derecede önemli toprak kaynağına sahip olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Aşağı Pasinler, toprak kalitesi, sürdürülebilir, toprak, degradasyon.

## Evaluating Soil Quality Index Parameters For Asagi Pasinler Plain Soils

**Abstract** Intensive use of agricultural lands led to soil degradation and decrease in biological diversity. Problems in the use of natural resources enforced to make effective management decisions and opened new study areas in resource management. It is possible to provide sustainable use of soil resources by determining soil quality trends within specific periods. It is important to define the process, factors and causes of soil degradation, and to assess the quality of soil that indicates the capacity of soil to sustain biological productivity and promote plant and animal health for sustainable resource management. The objective of this study was to determine soil quality parameters of soil in the nearly 6103 ha area of Asagi Pasinler Plain that will be opened for irrigation, and enlighten the farmers in practicing agriculture and performing suitable soil-water management. By evaluating physical and chemical properties, and land characteristics, it was found that the plain which has a size of nearly 6103 hectares, has 2-grade soil sources.

**Keywords:** Asagi Pasinler, soil quality, sustainable, soil, degradation.

### 1. Giriş

Hızlı nüfusu artışı, marjinal kullanım sınırında olan tarım toprakları üzerindeki baskıyı ve tarımsal faaliyetlerin yoğunluğunu gün geçtikçe artmaktadır. Bunun doğal bir sonucu olarak, mevcut tarım alanlarından maksimum düzeyde ürün alma amacıyla gerçekleşen yoğun tarımsal uğraşlar, uzun vadede toprak degradasyonuna sebebiyet vermeyecek sürdürülebilir tarım tekniklerinin kullanımını gerekli kılmaktadır. Tarımda sürdürülebilirlik, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin iyileştirilmesine olanak verecek en iyi toprak-bitki ve arazi yönetimlerinin seçimiyle mümkün olacaktır. Sürdürülebilir çevre prensipleri doğrultusunda bunu gerçekleştirebilmek doğal kaynakların detaylı tanınması, tekniğine uygun olarak kullanılması ve yönetilmesini zorunlu kılmaktadır. Aksi durumda, doğal kaynakların degrade olması veya üretkenlik ve verimlilik parametrelerinin sekteye uğraması kaçınılmaz olacaktır.

Su ve rüzgâr erozyonu, toprak sıkışması, kaymak bağlama, tuzluluk ve alkalileşme, asitlik, organik madde kaybı, toprak kirliliği ve toprak yorgunluğu şeklinde ortaya çıkan süreçler, toprak degradasyonu olarak tanımlanmaktadır (Öztaş 1997). Tarım arazilerinde söz konusu degradasyon süreçleri ile arazi ve toprak yönetim uygulamalarının doğal bir sonucu olarak belirli bir periyotta ortaya çıkan toprak özellikleri ise toprak kalitesi olarak bilinmektedir (Öztaş 2002).

Toprak kalite indeksleri, kalitatif ve kantitatif değerlerin bir bütün halinde değerlendirilmesine olanak sağlamakta ve uygulanabilirliği belirli bir yönetim ve spesifik çevre ile sınırlandırılmamaktadır. Bu bakımdan toprak kalitesi doğal koşullar ve belirli bir yönetim altında bulunan toprağın bir fonksiyonu olarak bitki ve hayvan sağlığını geliştirmek, su ve hava kalitesini iyileştirmek ve sürdürülebilirliğini sağlamak olarak tanımlanabilir (Doran 2002). Her hangi bir yönetim altında bulunan toprakların toprak kalitesini belirlemek, uzun vadede toprak özelliklerindeki değişimi ölçebilme imkânı sağlamaktadır. Toprağın deneysel ve arazide görsel olarak belirlenecek bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri toprak kalitesi hakkında fikir verebilmektedir. Ancak toprak kalite indekslerinden sadece biri bireysel olarak toprak kalitesini belirlemede yeterli olmazken, bir gurup fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özelliğinin veri seti halinde hazırlanması toprak kalitesi hakkında daha güvenilir ve detaylı veri tabanı oluşturulabileceği ifade edilmiştir (Öztaş 2002).

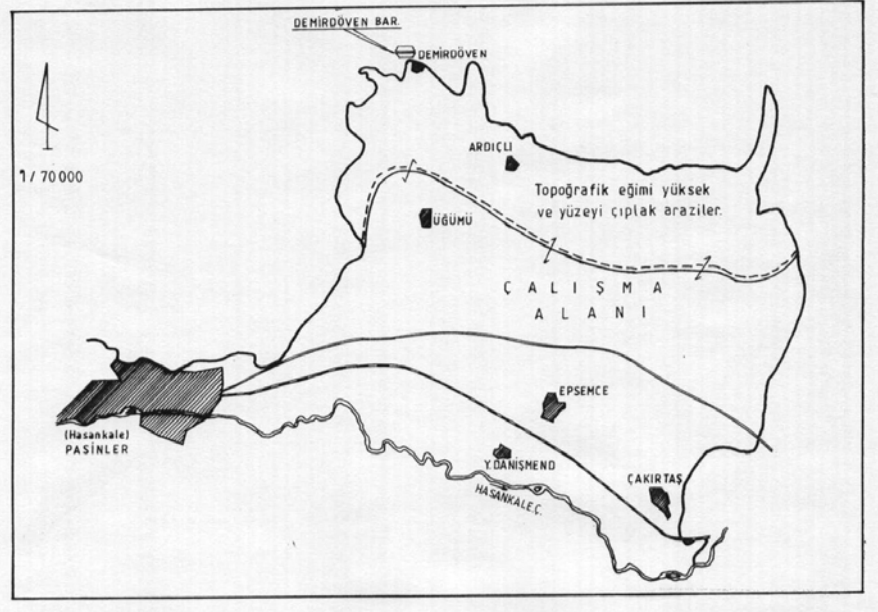
Tarım topraklarının kalitesini belirlemede, Doran ve Parkin (1994) tarafından, gıda ve tarımsal ürün verimi, yer altı suyu kalitesi, yüzey suyu kalitesi, toprak kayıp limitleri, hava ve ürün kalite değerleri olmak üzere toplam 6 kalite kriterinin ölçü alınabileceği önerilmiştir. Ancak, Doran ve Parkin (1996) bir önceki kriterleri daha da geliştirerek, her hangi bir yönetim altında bulunan toprağın kalite değerini belirlemek ve gerekli yönetim uygulamalarını kısa sürede uygulayabilmek için kantitatif ölçümlere dayanan minimum veri seti belirlemişlerdir. Bu veri setinde, toprak tekstürü, toprak ve bitki kök derinliği, hacim ağırlığı, infiltrasyon, pF değeri, toprak organik maddesi, elektriksel iletkenlik, toprağın N, P ve K içeriği, mikrobiyal kütle ve toprak havalanması gibi özellikler yer almaktadır. Bir başka kalite indeks veri seti ise; erozyon, toprak derinliği, toprak strüktürü, toprak tekstürü, toprak sıkışması, kaymak tabakası oluşumu, drenaj, su potansiyeli, havalanma, biyolojik aktivite, organik madde, pH gibi toprak özelliklerinden oluşan 24; tarım alanındaki bitki özellikleri ile ilgili 14 adet; insan ve hayvan sağlığı ve yabani hayatla ilgili 3 ve yer altı ve yer üstü su kalitesi ile ilgili olarak 2 parametre içermektedir (Roming vd. 1996).

Bu çalışmanın amacı, yakın bir gelecekte sulu tarıma açılacak Aşağı Pasinler Ovasının 6103 ha'lık kesiminde yer alan toprakları, toprak kalite indeks kriterleri bakımından değerlendirmek ve belirlenen kalite skor değerlerine göre, yöredeki toprak kaynakları için gerekli en uygun yönetim uygulamalarının seçimine ışık tutabilmektir.

## 2. MATERYAL VE METOT

Araştırma, Aşağı Pasinler ovasında yer alan 6103 ha'lık bir alanda yürütülmüştür. Demirdöven barajı sol sahil sulama şebekesi tarafından sulanacak olan inceleme alanı, Doğu Anadolu Bölgesinde Erzurum İli Pasinler İlçesinin kuzeydoğu diliminde yer almaktadır (Şekil 1). Çalışma alanının kuzeyinde yer alan orta diliminde %2-6 arasında ve alanın güney sınırını oluşturan Hasankale Çayına doğru ise %0,5-1 arasında düz ve düze yakın eğime sahip araziler mevcuttur.

Araştırma alanı topraklarının kalite skor değerlerini belirlemek için Roming vd. (1996) tarafından hazırlanan ve toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik ve görsel özelliklerine göre 43 adetlik toprak kalite kriterini içeren veri seti dikkate alınmıştır. Söz konusu kriterlerden bölgenin toprak, bitki ve su özelliklerini en hassas şekilde temsil edecek 17 adet kalite kriteri belirlenmiştir. Belirlenen kalite kriterlerinin bir bütün olarak puanlandırılması sonucunda; toprak kalite skor değeri 3-4 arasında olan parametrelere göre topraklar kaliteli, 1,5-2,5 arasında olanlar zarar görmüş veya düzeltilebilir ve 0-1 arasında kalite puanına sahip olanlar ise degrade olmuş topraklar olarak değerlendirilmiştir (Roming vd. 1996). Çalışma alanında, 0-30 cm derinlikten alınan 119 adet toprak örneği üzerinde, tekstür, hidrolik iletkenlik, su tutma kapasitesi, strüktür, renk gibi fiziksel (Anonymous 1992) ve pH, organik madde, toplam azot, elverişli fosfor, değişebilir potasyum ve EC gibi kimyasal analizler yapılmıştır (Bramner ve Mulvaney 1982, Nelson ve Sommers 1982, Klute, 1986). Yüzey ve taban suyu örneklerinin su kalitesi ve sediment verimi analizleri Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Su ve Toprak Laboratuvarında belirlenmiştir (Çanga 1999). Drenaj, erozyon, üst toprak derinliği ve toprak işleme gibi arazi gözlemleri ve ürün verimine ilişkin veriler Toprakoğlu (1974)'e göre arazide yerinde tespit edilmiştir.



Şekil 1: Çalışma alanının genel konumu

### 3. BULGULAR

Araştırma sahası toprakları, genellikle orta bünyeli, hafif asit ile orta derecede alkalın arasında değişim gösteren, çok az ve orta derecede organik madde içeren, tuzluluk, alkalilik ve taban suyu sorunu olmayan topraklardır. Topraklarda ölçülen bazı fiziksel ve kimyasal özelliklere ilişkin istatistikler Tablo 1’de verilmiştir.

Laboratuvar koşullarında, bozulmuş toprak örneklerinde yapılan hidrolik iletkenlik sonuçlarına göre toprakların su iletkenliklerinin  $0,13-6,38 \text{ cm h}^{-1}$  arasında değiştiği ve ortalama  $2,6 \text{ cm h}^{-1}$  ile orta sınıfta yer aldıkları belirlenmiştir. Anonymous (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, Aşağı Pasinler Ovası topraklarının su iletkenliklerinin iyi olduğu ve toprakların su iletim özelliklerinin drenaj sorunu yaratmayacak düzeyde olduğu ifade edilmiştir. Çalışma alanı topraklarının organik madde içerikleri çok az ile çok fazla sınırları arasında değişim göstermesine rağmen, ortalama %1,22 ile ‘az’ sınıfında yer almaktadır. Toprakların azot içerikleri organik madde içerikleri ile benzerlik göstermekte olup (ortalama %0,10) toplam azot içeriği bakımından alt sınıra yakın ve bitkiler için yetersiz düzeydedirler. Değişebilir potasyum bakımından ‘fazla’ sınıf içerisinde yer alan inceleme alanı toprakları, elverişli fosfor içeriği bakımından ‘orta’ sınıf içerisinde yer almaktadır. Anonymous (1984)’e göre, yapılan değerlendirmede araştırma alanı topraklarının ‘az–orta’ verimlilik sınıfları içerisinde dağılım gösterdikleri rapor edilmiştir.

Tablo 1: Araştırma alanı topraklarının bazı özelliklerine ilişkin parametreler.

Toprak özellikleri	Parametreler				
	Ortalama	Std. sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon katsayısı
Kum, %	41,6	12,7	17	67	30,5
Silt, %	27,0	8,1	6	43	29,6
Kil, %	30,9	10,2	13	54	33,0
pH	7,4	0,36	6,2	8,1	4,8
Toplam N, %	0,08	0,23	0,05	0,14	2,88
Elverişli P, $\text{kg-P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$	8,6	4,21	1,2	27,4	48,9
Değişebilir K, $\text{kg-K}_2\text{O da}^{-1}$	173	65	87	211	37,5
Kütle yoğunluğu, $\text{gr cm}^{-3}$	1,25	0,27	1,08	1,38	21,6
h, $\text{cm h}^{-1}$	2,6	1,95	0,1	6,4	75,3
EC, $\text{dS m}^{-1}$	0,87	0,29	0,3	1,7	33,3

### 3. TARTIŞMA VE SONUÇ

#### 3.1 Araştırma Alanı Topraklarının Toprak Kalite Skor Kriterlerine Göre İrdelenmesi

Araştırma alanı topraklarının kalite puanları, 119 farklı noktadan alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile arazide belirlenen görsel veriler birlikte korale edilerek belirlenmiştir. Belirlenen her bir kalite kriterinin sınır değerleri çerçevesinde, toplam inceleme alanı içerisindeki alansal miktarları dikkate alınarak söz konusu toprak kalite kriterinin aldığı puan tespit edilmiştir. Genel alanın toprak kalite puanı ise, her bir kalite kriterinin puanına göre, tartılı ortalama ile hesaplanmıştır (Tablo 2).

Araştırma alanında, belirlenen kalite kriterleri tek tek değerlendirildiğinde ova toprakları; organik madde, toprak pH'sı, temel bitki besin elementleri (N-P-K), toprak verimliliği ve yüzey örtüsü gibi toprak kalite kriterleri bakımından 0-1,5 kalite puan değeri ile kalitesiz veya degrade olmuş; toprak rengi, üst toprak derinliği, su tutma kapasitesi, erozyon ve işleme kolaylığı ve bitki ürün verimi bakımından 1,5-2,5 kalite skor değeri ile düzeltilebilir veya bozulmuş; yüzey suyu ve taban suyu kalitesi, drenaj, strüktür, tekstür, bakımından ise kaliteli toprak sınıfında yer almaktadırlar. Doran ve Parkin (1996) tarafından 'Toprak kalite indikatörlerinin nitelikleri' konulu bir çalışmada; toprak kalitesi belirlenecek alanlarda, seçilen kalite kriterlerinin tek tek puanlandırılması yerine, seçilen parametrelerinin bir bütün halinde değerlendirilmesinin daha yararlı olacağı ifade edilmektedir. Öztaş (2002) tarafından ise tarım topraklarının fiziksel, kimyasal ve görsel özelliklerinin her hangi biri bireysel olarak toprak kalitesini açıklamada yeterli olmazken, hassas ve güvenilir bir grup fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri toprak kalitesi hakkında daha güvenilir ve doğru bilgiler verebilmektedir.

Tablo 2. Araştırma sahası topraklarının kalite skor değerleri bakımından değerlendirilmesi.

Tanımlanan toprak özelliği	Alan, ha (A)	Kalite skor aralığı	Kalite skor puanı (B)	Nihai puan (AxB/Toplam Alan)
Organik madde, %	622	>8	4	0,77
	1112	%2-4 / %6-8	2	
	4369	< %2	0	
pH (1:2,5)	961	<6,4	4	1,56
	2879	6,4-6,7	2	
	2263	>6,7	0	
Renk	987	Siyah- Koyu kahve	4	1,66
	3069	Kahverengi	2	
	2047	Akçıl renk	0	
Toprak Test Değerleri (N, P, K)	812	İstenilen düzeyde	4	1,36
	2562	Toprak test değerlerinin altında	2	
	2729	2 veya daha fazla besin elementi eksik	0	
Toprak verimliliği	820	Verimli	4	1,14
	1855	Verimlilik dengede değil	2	
	3428	Zayıf verimlilik	0	
Ürün verimi	1012	Buğday 250-400 kg/da	4	1,63
	2983	Buğday 150-250 kg/da	2	
	2108	Buğday < 150 kg/da	0	
Yüzey suyu (yandere veya pınar suyu)	2 adet	Yüzey suyu temiz	4	2,66
	4	Yüzey suyu bulanık	2	
	0	Yüzey suyu siltli	0	
Taban Suyu	6008	>150 cm	4	3,96
	73	60-120 cm	2	
	22	60-0 cm	0	
Drenaj	2197	Drenaj çok iyi	4	2,71
	3884	Drenaj iyi	2	
	22	Drenaj bozuk	0	
Yüzey örtüsü	199	Malç veya örtü	4	0,90
	2357	Kısmen kaplı	2	
	3547	Yüzey alanı çıplak	0	
Üst toprak derinliği	2312	60-90 cm	4	2,18
	2075	20-60 cm	2	
	1716	0-20 cm	0	
Strüktür	4076	Granüler	4	3,26
	1821	Blok	2	
	206	Masif-pul	0	
İşleme kolaylığı	2803	Toprak işleme kolay (toprak pulluktan kolay akar)	4	2,35
	1550	Pulluğun çalışması zor	2	
	1750	Pulluğun işlemesi çok zor (toprak devrilmez)	0	
Tekstür	3528	Tınlı (CL, SCL, SiCL, L)	4	2,87
	1710	Ağır (C, SC, SiC)	2	
	1135	Kumlu (S)	0	
İnfiltrasyon	724	İnfiltrasyon hızı yüksek (2,0-6,5 cm/h)	4	1,96
	4502	Toprağın su alma hızı yavaş (0,5-2,0 cm/h)	2	
	877	Toprağın su emişi çok düşük (0,4-0,5 cm/h)	0	
Erozyon	661	Erozyon yok	4	1,85
	4339	Orta derecede erozyon	2	
	1103	Üst toprak gitmiş	0	
Su tutma kapasitesi	2073	Su tutma kapasitesi iyi	4	2,20
	2657	Yüksek güçle tutma	2	
	1373	Hızlı drene olma	0	
<b>Genel Ortalama</b>				<b>2,05</b>



Araştırma alanının yaklaşık %90'ı organik madde bakımından istenilen kalitede değildir. Organik madde kriterine göre, çalışma alanı toprakları 0,77'lik kalite puanı (Tablo 1) ile diğer toprak kalite kriterleri içerisinde en düşük kalite puanına sahiptir. Organik madde miktarı ile bağlantılı olarak Aşağı Pasinler Ovası topraklar temel bitki besin elementleri kalite puanı bakımından da istenilen seviyede değildir. Yetersiz düzeyde olan organik madde, özellikle sulu tarıma geçildiğinde yoğun tarımsal faaliyetler sonucunda daha da azalacak ve degradasyon en üst seviyeye ulaşacaktır. Temel bitki besin elementlerinin yeterliliği bakımından alanın sadece %13'ünde kaliteli skora sahip olan inceleme alanı toprakları, büyük bir kesimde temel bitki besin elementleri bakımından yetersiz veya bozulmuş-kalitesiz toprak sınıfında yer aldıkları görülmüştür. Anonymous (1984) tarafından yapılan değerlendirmede, araştırma alanı topraklarının organik madde ve N-P-K gibi temel bitki besin elementleri bakımından yetersiz olduğu rapor edilmiştir.

Kireç içeriği ve tuzluluk-sodyumluluk sorunu bulunmayan alanın, 5116 ha'ında kahverengi ve akçıl renkler hâkim olup renk kriteri bakımından ova toprakları 1,66'lık kalite puan değeri ile istenilen seviyede değildir. Hanay vd. (1996) tarafından yapılan çalışmada, inceleme alanı topraklarının tuz değerleri 4 dS/m'nin altında olduğu rapor edilmiştir.

Toprak profilinin genelde kum ve çakılla sınırlı olduğu alanda, yeterli düzeyde bulunan doğal yataklar nedeniyle taban suyu ve dolayısıyla drenaj sorunu bulunmamaktadır. Araştırma alanının sadece 22 ha'ında drenaj sorunu belirlenmesine rağmen alanın yaklaşık %98'inde drenaj ve taban suyu derinliği kriterleri bakımından ova toprakları kaliteli toprak sınıfında yer almaktadırlar. Drenaj kriterine göre 2,71 ve taban suyu kriterine göre ise 3,96'lık kalite puanı ile kaliteli toprak sınıfında yer alan araştırma alanı arazilerinin tümünde söz konusu kalite kriterlerinin sürekliliği açısından, 0,75 cm derinliğinde yüzeysel drenaj kanalları tesis edilmelidir. Anonymous (1998) tarafından yapılan çalışmada, çalışma alanındaki arazilerin tümünde hali hazırda önemli bir drenaj problemi bulunmadığı rapor edilmiştir. Ancak sulu tarıma geçildiğinde araştırma alanına gelecek su yükünün, drenaj kalite skor değerini degrade olmuş toprak kalite sınıfına indirgememesi için, gerekli yüzeysel toplama kanallarının tesis edilmesi sürdürülebilirlik açısından yararlı olacaktır. Doran ve Parkin (1996) tarafından yapılan çalışmada, herhangi bir toprak kalite parametresine göre kaliteli olan alanın, söz konusu kaliteyi uzun süre koyabilmesi veya sürdürülebilmesi için, belirlenen kalite puanlarına göre toprak ve su yönetim planlarının seçilmesinin ve uygulanmasının sürdürülebilir tarım yönetimi açısından gerekliliği rapor edilmiştir.

Çalışma alanının özellikle kuzey ve kuzeydoğu dilimlerinde arazi yüzeyi nadas ve topoğrafik eğimi derecesinin yüksek olması nedeniyle boş veya çıplaktır (Şekil 1). Toprak kalite kriterlerinden 'yüzey örtüsü' kriterine göre araştırma alanı 0,90'lık kalite puanı ile degrade olmuş toprak sınıfında yer almaktadır. Yüzey örtüsü kriterine göre çalışma alanının %96'sı toprak kalite değeri bakımından istenilen seviyeye ulaşmamıştır. Yüzey örtüsü ile ilişkili olarak inceleme alanının %89'u erozyon kriteri bakımından da istenilen seviyede değildir. Sadece ovanın Hasankale çayı civarında (Şekil 1) düz ve düze yakın eğime sahip %11'lik diliminde herhangi bir erozyon sorunu bulunmamaktadır. Anonymous (2000)'e göre çalışma alanının kuzeydoğu diliminin bir bölümünde arazi eğiminin %10'dan yüksek olması nedeniyle sulama sonucunda önemli miktarda toprak erozyonunun oluşabileceğine dikkat çekilmiştir. Öztas (1997) tarafından, toprağın degrade olarak üretkenliğini kaybetmesi ve kalitesinin bozulmasını gösteren önemli degradasyon süreçlerinin başında su ve rüzgar erozyonu olduğu belirtilmiş ve kaliteli toprak yönetimi için erozyon faktörünün mutlak suretle dikkate alınmasına dikkat çekilmiştir. Özellikle sulamanın başlamasıyla yoğun bir toprak işlemeli tarım su erozyonu tehdidini beraberinde getirecektir. Bundan dolayıdır ki ovanın özellikle kuzey ve kuzeydoğu diliminde bitki artıklı tarım veya toprak örtücü yem bitkisi yetiştirmek toprakları su erozyona karşı korumak açısından yararlı olacaktır.

İnceleme alanının tümü 'üst toprak derinliği, strüktür ve tekstür' gibi toprak kalite kriterleri bakımından düzeltilebilir ve kaliteli toprak sınıfında olup toprak kalitesi bakımından istenilen seviyededir. Anonymous (1998) tarafından yapılan çalışmada, Aşağı Pasinler Ovası topraklarının; tekstür, strüktür oluşumu ve derinlik bakımından tarımsal üretimi aksatmayacak yeterlilikte olduğu rapor edilmiştir. Ancak tesviye eğrilerine paralel olmayan klasik sulama, aşırı toprak işleme ve yeterince organik madde ilavesi olmaksızın yapılacak yoğun tarımsal uğraşlar, zamanla üst toprak derinliğinin azalmasına, su erozyonunun artmasına ve toprak strüktürünün bozulmasına neden olarak yöre topraklarının degradasyonunu hızlandıracaktır.

İnfiltrasyon kriteri bakımından, 1,96'lık kalite puanı ile 2. sınıf kalitede olan yöre topraklarında ölçülen en yüksek infiltrasyon değeri 6,5 cm/h'tir. Hanay vd. (1996) tarafından Aşağı Pasinler Ovasında yapılan bir çalışmada, ova topraklarının infiltrasyon hız değerlerinin 1,25-7,5 cm/h arasında değiştiği ve söz konusu alanlarda hem toprak erozyonunu önlemek ve hem de randımanlı bir sulama gerçekleştirebilmek için yağmurlama sulama yönteminin seçiminin yararlı olacağı ifade edilmiştir.

Sonuç olarak; Aşağı Pasinler Ovasının 6103 ha'lık diliminde yer alan toprakların kalitelerini belirlemek için seçilen toprak, su ve bitki özellikleri ile ilgili 17 farklı toprak kalite kriterlerinin tümü bir bütün halinde değerlendirildiğinde araştırma alanının 2,05'lik toprak kalite skoruna sahip olduğu görülmektedir (Tablo 2). Buna göre, çalışma alanında incelenen topraklar, kalite özellikleri bakımından mutlak suretle düzeltilmesi gereken toprak kalite sınıfında yer aldıkları belirlenmiştir.

İkinci derecede önemli toprak kaynağına sahip olan araştırma alanı için, uygulanacak toprak yönetiminin seçiminde, başta organik madde olmak üzere, temel bitki besin elementleri pH, yüzey örtüsü ve erozyon gibi özelliklerin öncelikle göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Söz konusu topraklara organik maddeyle birlikte temel bitki besin elementi içeren ve yörede yaygın olarak bulunan organik kaynaklı şeker fabrikası atıkları ve çiftlik gübresi gibi organik madde kaynakları uygulanması doğal kaynakların sürdürülebilirliği açısından yararlı olacaktır. Baran vd (1996) tarafından yapılan çalışmada, tarım topraklarının sürdürülebilir kullanımında farklı kaynaklı fabrikasyon atıklarının önemli bir organik madde kaynağı olacağı belirtilmiştir.

İnceleme alanında, toprak ve su yönetimiyle ilgili etkin kararların alınması ve uygulamaya geçirilmesinde, toprak kalite sınıflarının bilinmesinin önemli bir avantaj sağlayacağı unutulmamalıdır. Ayrıca çalışma alanı topraklarına ait kalite derecelerinin bilinmesi, uzun vadede yöre topraklarının üretkenlik ve verimlilik parametrelerinin sürdürülebilir kullanımı açısından son derece yararlı olacaktır.

#### 4. KAYNAKLAR

- Anonymous (1984). Erzurum İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyacı Raporu. Tarım ve Orman Bakanlığı Yayınları, Yay. No; 775, Ankara.
- Anonymous (1992). Soil Survey Laboratory Staff. Soil Survey Laboratory Methods Manual USDA-SCS-NSSC., Natl. Soil Survey Center, 42, 27-156.
- Anonymous (1998). Pasinler Projesi Drenaj Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Rapor No: 2405, Ankara.
- Anonymous (2000). Erzurum İli Arazi Varlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Toprak Rapor No: 25, Ankara.
- Baran A, Çaycı G., Öztürk S., Özkan İ., (1996). Farklı tarımsal atıkların killi tınlı bir toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri. Ankara Üni. Zir. Fak. Yayınları, No: 1456, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 804.
- Bramner JM, Mulvaney CS, (1982). Nitrogen total. In: Methods of Soil Aalysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Agronomy. No: 9, ASA-SSSA-Madison, Wisconsin, 597-622 .
- Çanga Ş., (1999). RAM ve Fiziksel Analizler. In: Su ve Toprak Laboratuvarları Analiz Yöntemleri Kongresi, 14-18 Haziran 1999 İzmir, 123.
- Doran JW., Parkin TB., (1994). Defining and Assesing Soil Quality. In: Doran JW et. al. (ed). Defining Soil Quality for Sustainable Environment, SSSA Spec. Pulbl. 35, Madison, WI,3-22.
- Doran, JW., Parkin TB., (1996). Quantitive Indicators of Soil Quality. A minimum data set. In: Doran JW, Jones AJ (ed). Methods for Assessing Soil Quality SSSA Spec. Pulbl. 49, Madison, WI, 25-37.
- Doran JW., (2002), Soil Healty and Global Sustainability: Translating Science into Practice. Agriculture, Ecosystem and Environment, 88, 119-117.
- Hanay A., Anapalı Ö., Hattaoğlu İ., (1996). Demirdöven Barajı sulama alanı topraklarının sulu arazi standartlarına göre sınıflandırılması ve uygun sulama yönteminin seçimi. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 27 (1), 159-155.
- Klut A., (1986). Water retention. In: Methods of soil analysis. Part 1. Physical and Minerological Methods. Agronomy, No: 9, ASA-SSSA-Madison, Wisconsin, 635-662.
- Nelson DW., Sommers LE., (1982). Organic matter. In: Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy, No: 9, ASA-SSSA-Madison, Wisconsin, 574-579.
- Öztaş T., (1997). Toprak degradasyonu. Çevre ve Ekoloji Dergisi, 22, 31-33
- Öztaş T., (2002). Assesment of Soil Quality. In: International Conferance on Sustainable Land Use and Management, 10-13 June 2002, Çanakkale, 484-485.
- Roming DE., Garylnd MJ., Harris RF., (1996). Farmer-Based Assesment of Soil Quality: A Soil Health Scorecard. In: Doran JW., Jones AJ (ed). Methods for Assessing Soil Quality SSSA Spec. Pulbl. 49, Madison, WI, 39-60.
- Toprakoğlu H., (1974). Sulu Ziraat Arazi Tasnif. Uluslar Arası Sulama ve Drenaj Komisyonu Türk Milli Komitesi Teknik Rehberi. Yayın No: 4, Ankara.

Yazışma yazarı:  
Gizem Nur KANDILCI,  
kandilci@itu.edu.tr

Referans:  
Kandilci, G. N., ve Koçak, K., (2021), Türkiye İçin Global Güneş Radyasyonu Persistans Haritalarının Oluşturulması, İklim Değişikliği ve Çevre, 6, (1) 8–13

Makale Gönderimi : 15EYLÜL 2020  
Online Kabul : 25EYLÜL 2020  
Online Basım : 30MART 2021

## Türkiye İçin Global Güneş Radyasyonu Persistans Haritalarının Oluşturulması

Gizem Nur KANDILCI<sup>1</sup>, Kasım KOÇAK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 34660, Maslak, İstanbul ORCID: 0000-0002-4750-4084

<sup>2</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 34660, Maslak, İstanbul ORCID: 0000-0002-5611-0298

**Özet** Global güneş radyasyonu persistansı, global güneş radyasyonunun belirli bir bölge ve zamandaki sürekliliğini ortaya koyan bir ölçüdür. Global güneş radyasyonu persistansı tarım, hidroloji ve güneş enerjisi gibi birçok alanda kullanılabilecek önemli bir bilgidir. İklim değişikliği ve küresel ısınma nedeniyle bulut oluşum süreci üzerinde gerçekleşen değişiklikler yere ulaşan güneş enerjisi miktarını ve sürekliliğini etkilemektedir. Bu durum başta enerji olmak üzere birçok alanda persistans bilgisine olan ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır. Bir bölgenin güneş enerjisi potansiyelini ortaya koyma ve güneş enerjisi üretim santralleri için ideal yerin tespitinde global güneş radyasyonu persistansı, güneşlenme süresi persistansı ile birlikte düşünülmelidir. Çalışmada küresel güneş radyasyonu ve güneşlenme süresi verilerine iki farklı persistans hesaplama yöntemi uygulanarak Türkiye genelinde güneşlenme süresi persistans bilgisi de göz önünde bulundurularak küresel güneş radyasyonu persistansının alansal dağılımı ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Global Güneş Radyasyonu Persistansı, Güneşlenme Süresi Persistansı, Koşullu Olasılık, Süreklilik Eğrileri, Global Güneş Radyasyonu, Güneşlenme Süresi.

## Global Solar Irradiation Persistence Mapping Generation for Turkey

**Abstract** Global solar radiation persistence is a measure of daily total global solar radiation at a given time and location. The global solar radiation persistence is of crucial importance because persistence information can be used in many sectors such as agriculture, hydrology and solar energy. Climate change and global warming cause changes in cloud formation process and accordingly influence the amount and the continuity of solar irradiation. This leads to the need for persistence information in many areas, primarily in the field of solar energy. Global solar radiation persistence is a substantial criteria to reveal the solar energy potential of a given area and enable us to determine the ideal site for solar energy production. Therefore, the global solar radiation persistence should be considered with sunshine duration persistence. In this study, two different methods, namely conditional probability and duration curves, have been applied to the daily total global solar radiation and sunshine duration data. And the global solar radiation persistence distribution for Turkey is revealed by considering with sunshine duration persistence information.

**Keywords:** Global Solar Radiation Persistence, Sunshine Duration, Conditional Probability, Duration Curves, Global Solar Radiation, Sunshine Duration.

### 1. Giriş

Dünyamız için yegâne enerji kaynağı olan güneş, iklim ve atmosferi etkileyen en önemli faktördür. Yaşamın sürdürülebilmesi için gerekli olan güneş enerjisi, dünyadaki madde ve enerji akışlarının gerçekleşmesini sağlamaktadır. Güneşten gelen enerjideki değişimler, direkt olarak dünyanın ve atmosferin ısınmasında, dolaylı olarak ise bulut oluşum süreci üzerinde değişikliğe neden olması sebebiyle iklim üzerinde önemli etkilere sahiptir [1]. Öte yandan, iklim değişikliği ve küresel ısınma nedeniyle küresel sıcaklıkların artması atmosferdeki su buharı miktarına etki ederek daha fazla bulut oluşumuna neden olmaktadır. Dolayısıyla bulutluluğun artması yere ulaşan güneş radyasyonu miktarını ve sürekliliğini de etkilemektedir. Yere ulaşan güneş radyasyonunun azalmasında bulutluluğun artmasına ek olarak, aerosollerin dağılımının ve hava kirliliğinin de önemli bir etken olduğu unutulmamalıdır.

Güneşten gelen enerjinin sürekliliği tarımsal üretim açısından oldukça önemlidir. Çünkü güneş radyasyonunu topraktaki nemi ve bitkilerin evapotranspirasyon oranlarını etkilemesidir [2]. Ayrıca, güneş

enerjisi tohum çimlenmesi için gerekli ışığı sağlayarak, bitkilerin yapraklarının gelişmesi ve çiçeklenmesi gibi fiziksel süreçlerinin devam etmesine katkı sağlamaktadır [3].

Günümüzde tüketilen enerjinin büyük bir kısmını hala fosil kaynaklı yakıtlar oluşturmaktadır. Ancak son yıllarda konvansiyonel enerji kaynaklarının ömürlerinin sınırlı olması, çevreye ve insan sağlığına verdiği zararlar, iklim değişikliği tehdidi, ulusal hükümetler tarafından uygulanan politikalar ve artan dünya nüfusuna bağlı enerji talebi yenilenebilir enerji santrallerinin yaygınlaşmasına neden olmuştur. Rüzgar hızı, global güneş radyasyonu gibi kesikli sürece sahip değişkenlerin, rüzgar ve güneş enerjisi üretim sistemlerinin kurulum yerini, boyutunu, dizaynını ve performansını etkilemesi nedeniyle sürekliliklerinin bilinmesi oldukça önemlidir. Türkçede “sebat”, “daimilik (süreklilik)” anlamlarında kullanılan persistans, rüzgar, sıcaklık, yağış miktarı gibi bir değişkenin herhangi bir noktada veya bölgede belirli bir zaman periyodu içerisinde ortalama düzeyde gösterdiği sürekliliğin bir ölçüsüdür. Tüm bu nedenlerle yere ulaşan güneş radyasyonu miktarının ve sürekliliğinin belirlenmesi oldukça önemli bir konudur.

Kuzey Yarım Küre’de 36°–42° kuzey enlemleri ile 26°–45° doğu boylamları arasında Asya, Avrupa ve Afrika kıtalarının kesiştiği yerde bulunan Türkiye, güneş kuşağı içerisinde olması sebebiyle birçok ülkeye göre oldukça avantajlı konumdadır. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA)’na göre, Türkiye için günlük 7,5 saat olmak üzere, yıllık toplam güneşlenme saati 2737 saattir. Yıllık toplam gelen güneş enerjisi ise günlük toplam 4,2 kWh/m<sup>2</sup> olmak üzere, 1527 kWh/m<sup>2</sup>’dir. Türkiye’nin ortalama global güneş radyasyonu 1500 kWh/m<sup>2</sup>’dir [4].

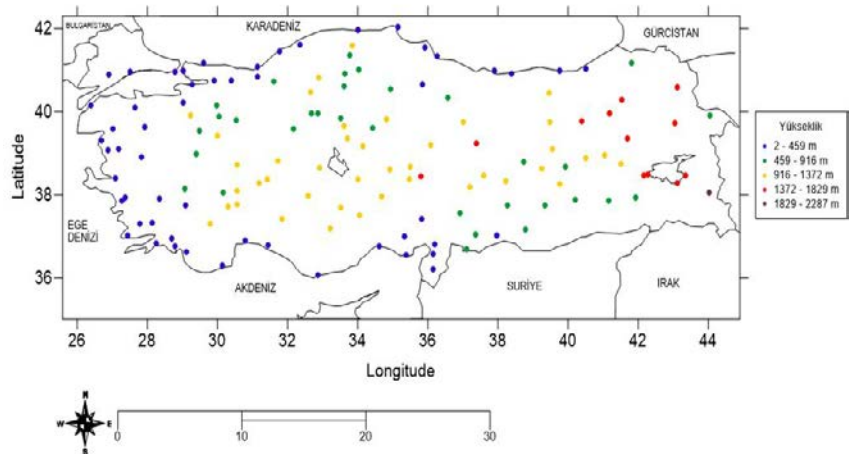
Çalışmada kullanılan yöntem daha çok rüzgâr verilerine uygulanmıştır ([5]-[11]). Bu yöntemler ilk kez güneş radyasyonu persistansının hesaplanmasına ve ülke genelinde haritalanmasına uygulanmıştır [12].

Bu çalışmada Türkiye genelinde 140 istasyona ait günlük toplam global güneş radyasyonu ve güneşlenme süresi verilerine iki farklı persistans hesaplama yöntemi uygulanarak Türkiye genelinde persistansın alansal dağılımının ortaya konulması amaçlanmıştır. Global güneş radyasyonu persistansı, güneşlenme süresi persistans bilgisi ile birlikte düşünülerek belli bir eşik değerinin üzerindeki global güneş radyasyonu persistansına ait bölgeler arasında en iyi verimin alınabileceği ortak alanlar belirlenmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Çalışma Alanı ve Veri

Çalışmada Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)’nden alınan Türkiye’nin her bölgesinden farklı ölçüm periyotlarına sahip toplam 191 istasyonun uzun yıllar günlük global güneş radyasyonu ve güneşlenme süresi verileri kullanılması amaçlanmış, ancak çalışmanın güvenilirliği için veri kaybının %5’in üzerinde olduğu ve ölçüm periyotlarının birbirine uymadığı istasyonlar çalışmadan çıkarılmıştır. Buna göre Türkiye çapında 191 istasyondan 140 tanesinde çalışma imkânı kalmıştır (Şekil 1). İstasyonların koordinatları 42,03°-36,07° enlemleri ile 44,05°-26,40° boylamları arasında, yükseklikleri, 2 ile 2287 m arasında, ölçüm periyotları ise her istasyonun farklı olmak üzere 1967 ile 2016 yılları arasında değişmektedir.



Şekil 1. Türkiye geneli persistans uygulaması yapılan istasyonlar ve yükseklikleri.

### 2.2. Koşullu Olasılık Yaklaşımı

Teorik olarak, bir olayın gerçekleştiği bilindiğinde diğer olayın gerçekleşme olasılığı anlamına gelen koşullu olasılık meteorolojide persistansın bir ölçüsü olarak kullanılabilir. Örneğin, dün yağış olduğu bilindiğinde, bugün yağış olma olasılığı veya bir önceki durumun yağışlı olduğu bilindiğinde, bir sonraki durumda donan yağmur meydana gelme olasılığı koşullu olasılığa örnektir [13]. Verilen bir t-1 anında bir v<sub>t-1</sub> olayının gerçekleştiğinin bilinmesi durumunda, t anında v<sub>t</sub> olayının gerçekleşmesinin koşullu olasılığı  $P(v_t | v_{t-1})$  şeklinde gösterilir.  $P(v_t | v_{t-1})$  hesaplanırken

öncelikle bir eşik değeri belirlenmelidir [13].

Global güneş radyasyonu (GGR) verileri için, GGR değerinin eşik değere eşit ve üstünde olduğu durumlar  $R_+$ , GGR değerinin eşik değerinin altında olduğu durumlar  $R_-$  ile gösterilmek üzere bir önceki durumun GGR değerinin eşik değerinin üzerinde olması koşulu altında, bir sonraki durumda GGR değerinin eşik değerinin altında olması koşullu olasılığı eşitlik (1) ile hesaplanmaktadır.

$$\hat{P}(R_t = R_+ | R_{t-1} = R_+) = \frac{R_+'yi\ izleyen\ R_+'lerin\ sayısı}{R_+'lerin\ toplam\ sayısı} = \frac{n_{R_+R_+}}{n_{R_+}} \quad (1)$$

Aynı şekilde koşullu olasılık yöntemiyle güneşlenme süresi verileri için persistansın hesaplanmasında eşik değerinin altındaki ve üstündeki durumlar  $G_+$  ve  $G_-$  olarak adlandırılmakta ve eşitlik (2) yardımıyla sayısal değerler elde edilmektedir.

$$\hat{P}(G_t = G_+ | G_{t-1} = G_+) = \frac{G_+'yi\ izleyen\ G_+'lerin\ sayısı}{G_+'lerin\ toplam\ sayısı} = \frac{n_{G_+G_+}}{n_{G_+}} \quad (2)$$

Eşitlik 3'te verilen olasılığı sıfırlayan  $q$  değeri persistansı vermektedir. Koşullu olasılık yaklaşımıyla persistansı ifade eden  $P_{CPRA}$  ile gösterilecek olan  $q$ 'nın değeri büyüdükçe persistans artmakta, küçüldükçe persistans azalmaktadır.

$$\hat{P}(R_t = R_+, R_{t-1} = R_+, R_{t-2} = R_+, R_{t-3} = R_+, \dots, R_{t-q} = R_+) = 0 \quad (3)$$

### 2.3. Süreklilik Eğrileri Yaklaşımı

Süreklilik eğrileri, belirli bir periyot boyunca bir değişkenin kümülatif frekans dağılımının fonksiyonudur. Sıra istatistiği yaklaşımıyla elde edilen süreklilik eğrilerinde,  $r_{(i)}$  sıralanmış global güneş radyasyonu gözlem değerlerinin rankları kullanılarak  $P(r_i)$  değerlerinin hesaplanması söz konusudur. Burada  $r_i$  i. gözlem değerini  $r_{(i)}$  ise artan veya azalan şekilde sıralanmış i. gözlem değerini göstermektedir. Artan olacak şekilde sıralanmış bir veri setinde, global güneş radyasyonunun her bir  $r_{(i)}$  değerine eşit veya ondan büyük olduğu zaman yüzdesi denklem (4) ile hesaplanmaktadır.

$$P(r_i) = \frac{n+1-i}{n+1} \times 100 \quad i=1,2,\dots,n. \quad (4)$$

Global güneş radyasyonu süreklilik eğrileri,  $r_{(i)}$  değerlerinin dikey,  $P(r_{(i)})$  değerlerinin yatay eksene taşınmasıyla elde edilir. Eşik değerin süreklilik eğrisini kestiği noktaya karşılık gelen  $P(r_{(i)})$  değeri ile  $P_{GSRDC}$  şeklinde gösterilecek olan persistans değeri bulunmaktadır.

Aynı şekilde güneşlenme süresi gözlem değerleri ( $g$ ) için, sıra istatistiği yaklaşımıyla ve eşik değeri kullanılarak oluşturulan güneşlenme süresi eğrilerinden  $P_{SDDC}$  persistans değerleri elde edilebilir.

## 3. UYGULAMADA ELDE EDİLEN SONUÇLAR

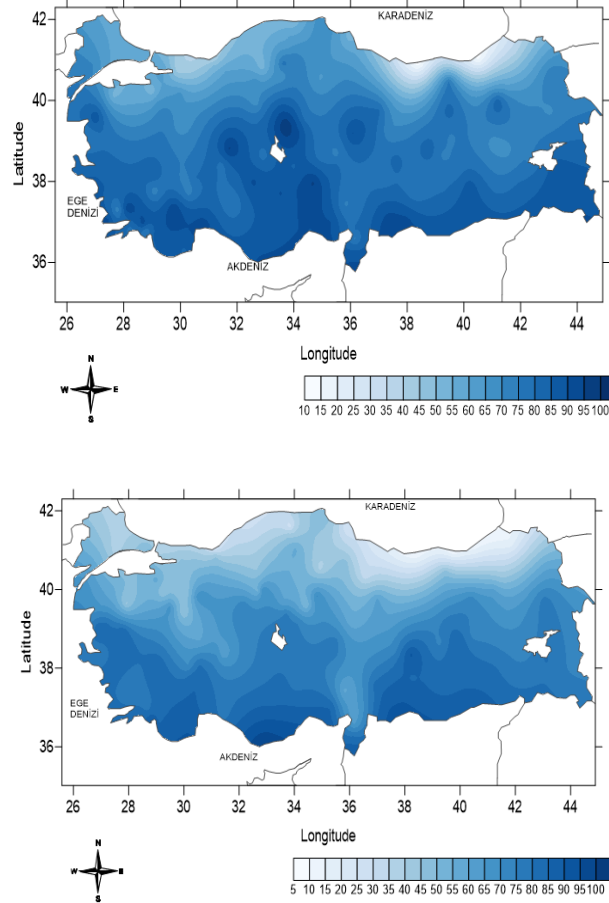
Marmara bölgesinden 17, Ege ve Karadeniz'den 21, İç Anadolu'dan 31, Doğu Anadolu'dan 22, Güneydoğu Anadolu'dan 10 ve Akdeniz'den 18 olmak üzere Türkiye genelinde 140 istasyonun global güneş radyasyonu ve güneşlenme süresi verilerine, koşullu olasılık ve süreklilik eğrileri olmak üzere iki farklı yöntem uygulanmıştır. Eşik değerler global güneş radyasyonu için 2,40 kWh/m<sup>2</sup>, güneşlenme süresi için 3,53 (saat) olarak belirlenmiştir.

Koşullu olasılık yönteminde, eşik değerlerin altında ve üzerindeki iki durum  $R_+$ ,  $R_-$  ve  $G_+$ ,  $G_-$  olarak adlandırılmış, bu durumların koşullu olasılıkları hesaplanarak  $P_{CPRA}$  persistans değerleri bulunmuştur. İkinci aşamada, diğer yöntemlerle karşılaştırmada kolaylık sağlaması amacıyla istasyonların  $P_{CPRA}$  değerleri alınan en büyük değere göre normalize edilerek 100 üzerinden değerlendirilmiştir. Normalize edilmiş değerler persistans haritalarında kullanılmıştır. Haritalama programı ile her iki değişken için 5 kontur aralıklı olarak çizilen persistans haritaları Şekil 2'de görülmektedir.

Koşullu olasılık yöntemiyle elde edilen haritalara bakıldığında, Türkiye'nin kuzey ile güney kısımları arasındaki fark açıkça görülmektedir. Karadeniz kıyıları için persistans değerleri, bölgenin yeterince güneş ışınımı almamasına bağlı olarak düşük çıkarken, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri için persistans oldukça yüksek değerler almaktadır.

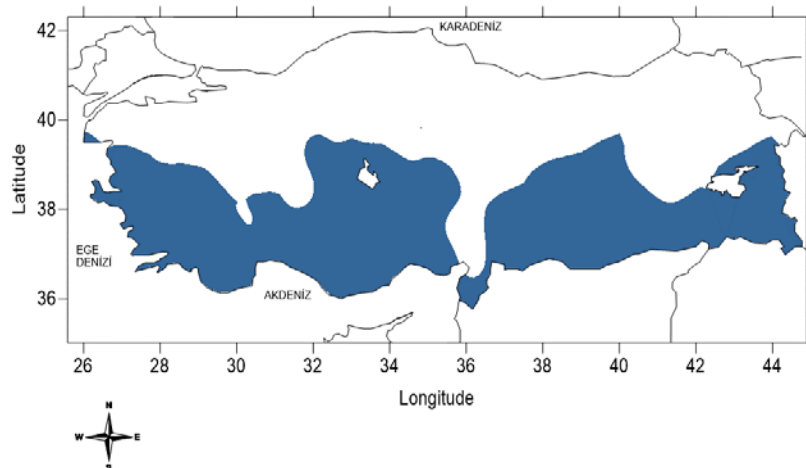
Global güneş radyasyonu persistansının yüksek çıktığı bölgelerden en uygun olanına karar vermenin yolu güneşlenme süresinin de sürekli olduğu yani güneşlenme süresi persistansının da belli bir eşik değerinin üzerinde olması durumunda gerçekleşebilir.

Bu nedenle, her iki değişkenin persistans haritaları üst üste konularak persistans değerlerinin belirlenen eşik değeri üzerinde kaldığı alanlar belirlenmiştir. Global güneş radyasyonu PCPRA değerleri için medyan 75,98, güneşlenme süresi  $P_{CPRA}$  değerleri için medyan 70,1 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2. Türkiye geneli global güneş radyasyonu ve güneşlenme süresinin koşullu olasılık haritaları.

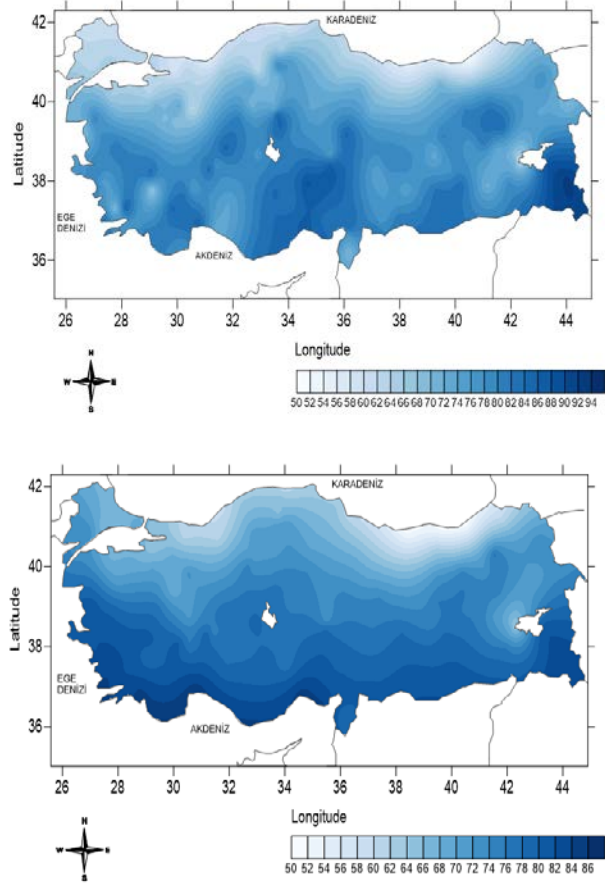
Medyan değerine göre kesişim haritasına bakıldığında Türkiye'nin Marmara, Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgesi'nin bir kısmı dışında kalan bölgelerde orta ve yüksek derecede persistansın varlığından söz edilebilir (Şekil 3). Şekilden de görüldüğü gibi Amanos Dağlarına denk gelen bölgede, persistans açısından bir süreksizlik bölgesi ortaya çıkmaktadır. Bu durumun veri eksikliğinden kaynaklandığı söylenebilir.



Şekil 3. GGR ve GS CPA haritalarının kesişimi (medyan değerine göre).

Süreklilik eğrileri metoduyla elde edilen persistans değerlerinin 2 kontur aralıklı hazırlandığı persistans dağılım haritaları Şekil 4'te görülmektedir. Güneşlenme süresi için persistans

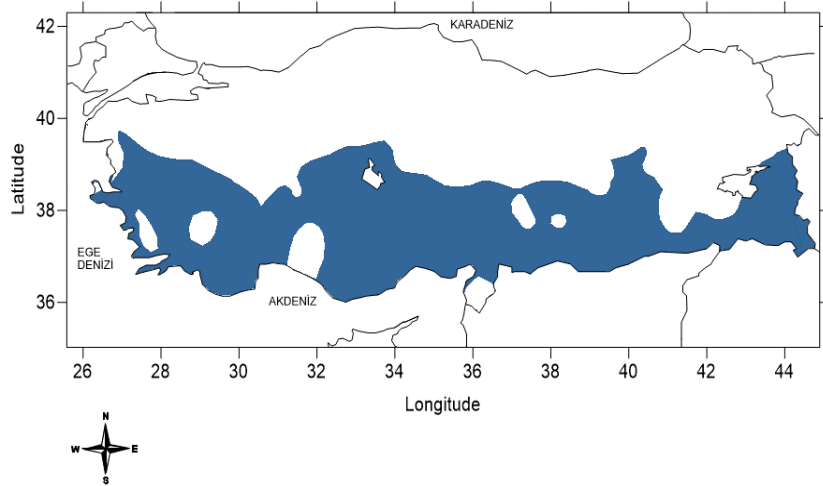
Karadeniz bölgesinin doğusunda oldukça düşüktür. Türkiye'nin en az bulutluluğa ve en fazla güneşlenme süresine sahip batı Akdeniz Bölgesinde, persistansın en yüksek olduğu yerlerin Muğla ve Antalya olduğu görülmektedir.



Şekil 4. Türkiye genel  $P_{SDDC}$  haritası.

$P_{GSRDC}$  haritasına bakıldığında, Karadenizle birlikte Marmara'nın tamamının oldukça düşük değerler aldığı görülmektedir. En yüksek persistans, rakımın 2300 m'lere çıktığı Van'ın Başkale ilçesinde gözlenmiştir. Ege, İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinin bazı noktaları dışında persistans düşük, Mersin, Adana ve Şanlıurfa, Mardin civarında yüksek çıkmıştır.

GGR ve GS süreklilik eğrileri için medyan değerleri sırasıyla, 76,12 ve 81,27 olarak bulunmuştur. Kesişim haritası, bir kaç farklılık dışında aynı sonuçları vermektedir. Güney bölgelerde persistansın yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 5).



Şekil 5.  $P_{GSRDC}$  ve  $P_{SDDC}$  kesişim haritası. (medyan değerine göre)

## 4. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Çalışmadan genelde benzer sonuçlar elde edilse de, yöntemlerin sahip olduğu yaklaşım farklılıkları nedeniyle ayrıntılı incelendiğinde bazı detayların önemli olduğu görülmüştür. Ancak iki yöntemden de çıkarılabilecek genel sonuç, Türkiye genelinde global güneş radyasyonu persistansının en yüksek olduğu bölgelerin Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz, en düşük persistans değerlerinin ise Karadeniz ve Marmara bölgesinde olduğudur.

Türkiye genelinde en fazla bulut kapallığı miktarı ve en az güneşlenme süresi doğu Karadeniz Bölgesine aittir (bkz. [14]). Buna paralel olarak her iki yöntemden de elde edilen haritalarda en düşük persistans değerlerinin doğu Karadeniz Bölgesinde gözlenmesi beklenen bir durumdur. Aksine, bulutluluğun en az, güneşlenme süresinin fazla olduğu güney bölgelerde ise yüksek persistans değerleri söz konusudur.

Türkiye genelinde istasyon sayısının çoğaltılması ve global güneş radyasyonu ile güneşlenme süresi ölçümlerinin kesintisiz bir şekilde yapılarak veri kayıplarının minimuma indirilmesi durumunda persistans dağılımları değişebilecek ve daha sağlıklı sonuçlar alınabilecektir.

## 5. KAYNAKLAR

- How Does the Sun Affect Our Climate? Erişim (Nisan 20, 2017), [http://www.ucsusa.org/global\\_warming/science\\_and\\_impacts/science/effect-of-sun-on-climate-faq.html#.WRSr0Yjy2w](http://www.ucsusa.org/global_warming/science_and_impacts/science/effect-of-sun-on-climate-faq.html#.WRSr0Yjy2w)
- Solar Radiation and Agriculture. Erişim (Nisan 22, 2017), <http://sunmetrix.com/solar-radiation-and-agriculture/>
- Solar Radiation. (2016). Erişim (Nisan 22, 2017), [http://agritech.tnau.ac.in/agriculture/agri\\_agrometeorology\\_solar.html](http://agritech.tnau.ac.in/agriculture/agri_agrometeorology_solar.html)
- Kaplan, D. (2015). Renewable Energy Turkey. <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2015/10/Renewable%20Energy%20Turkey.pdf>
- Koçak, K., Şen, Z., Şahin, A.D. (2000): Hız Süreklilik Eğrilerinin Rüzgar Verilerine Uygulanması. III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul, 299-307.
- Koçak, K., (2002): A Method for Determination of Wind Speed Persistence and its Application. Energy, 27, pp:967-973
- Koçak, K., Aslan, A. (2003): Süreklilik Eğrileri ile Rüzgar Hızı Persistansının Hesaplanması. III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, İstanbul, 226-234.
- Koçak, K., (2008): Practical Ways of Evaluating Wind Speed Persistence, Energy, 33, pp:65-70.
- Korkmaz MF, Koçak K., (2015): Türkiye genelinde rüzgar hızı persistansının farklı yöntemlerle incelenmesi. ATMOS 2015, İstanbul, Cilt 2, 1244-1252.
- Özgür, E., Koçak, K. (2016): Investigation of Wind Speed Persistence Over Marmara Region. European Geoscience Union General Assembly 2016, Vienna, Austria.
- Korkmaz FM, Koçak K. (2018): Climatology of wind speed persistence over Turkey. International Journal of Climatology, 38 (suppl 1), pp: e95-e98 ( DOI: 10.1002/joc.5353)
- Kandilci, G.N., Koçak, K. (2017): Türkiye için global güneş radyasyonu persistans haritalarının oluşturulması, IV. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi – TİKDEK'2017 5-7, Temmuz 2017, İstanbul.
- Wilks, D. S. (2006). Statistical methods in the atmospheric sciences (Vol. 91). Academic press.
- Sensoy, S., Demircan M., Ulupınar, Y., Balta, İ. Türkiye İklimi. [https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/turkiye\\_iklimi.pdf](https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/turkiye_iklimi.pdf)