

Ege Bölgesi Koşullarında Farklı İki Kuraklık İndisinin Karşılaştırılması

Mustafa ÖZGÜREL¹ Gülay PAMUK² Kıvanç TOPÇUOĞLU³

Summary

Comparing Two Different Drought Indexes at Aegean Region Conditions

Drought is very small developing meteorological disaster which results into significant socio-economic damages. Agriculture is the first sector affected by drought. As agricultural activities are important in our country, agricultural drought should be absolutely explored. In this way, it's necessary to determine the average annual condition of the arid and semi-arid areas according to the measurement of drought indexes, using different climatic parameters. At the same time it is also necessary to determine intensity of drought or insufficiency of precipitation or time of drought in those areas.

In this study, P.D.S.I. method, in the recent decades widely used in the world, has been compared with Aydeniz method, which is mostly used in our country, and drought analyses for Aegean Region has been done. It has been found that P.D.S.I. is better to express the agricultural drought.

Key words: Drought, Palmer Drought Severity Index, Aydeniz

Giriş

Uluslararası çölleşme ile mücadele sözleşmesinde kuraklık “yağışların kaydedilen normal düzeylerinin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu arazi ve kaynak üretim sistemlerini olumsuz olarak

¹ Prof.Dr., E.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 35100 İZMİR
ozgurel@ziraat.ege.edu.tr

² Arş.Gör., E.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 35100 İZMİR

³ İnş.Yük.Müh., Ege Üniversitesi, İZMİR

etkileyen ve ciddi hidrolojik dengesizliklere yol açan doğal bir olay” olarak tanımlanmıştır (8).

Afetlerin şiddeti, oluşum süreleri, toplam ekonomik kayıp, sosyal etki ve kalıcılığı esas alınarak yapılan değerlendirmede; kuraklık olayı, önem sırasına göre dünyada etkili olan 31 çeşit doğal afet içinde birinci sırada yer almıştır (2). Kuraklığın başlangıç ve bitişinin belirsiz oluşu, kümülatif olarak artması, aynı anda birden fazla kaynağa etkisi ve ekonomik boyutunun yüksek olması onu diğer doğal afetlerden ayıran en önemli özellikleridir.

Kuraklığın literatürde yaygın olarak yapılan tanımlamalarına göre; meteorolojik kuraklık, uzun bir zaman içinde yağışın normal seviyesinin altına düşmesi olarak tanımlanmaktadır. Tarımsal kuraklık ise meteorolojik kuraklığın çeşitli karakteristikleri ile, diğer bir deyişle, yağış azlığı, topraktaki nem miktarı, evapotranspirasyon ve azalan yer altı su seviyesi ile ilişkilidir. Toprakta bitkinin ihtiyacını karşılayacak miktarda su bulunmaması olarak tanımlanan tarımsal kuraklık, nem kaybı ve su kaynaklarında kıtlık olduğu zaman meydana gelmektedir (4).

Dünya Meteoroloji Teşkilatının 87 ülke arasında yapmış olduğu anket sonuçlarına göre, aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 74 ülkenin kuraklıktan etkilendiği tespit edilmiştir (7). IPCC' ye göre (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2030 yılında bu yüzyılın başındaki CO₂ miktarının iki katına çıkması ve Türkiye dahil Güney Avrupa'yı içine alan bölgede sıcaklıkların Kışın 2 °C, Yazın ise 2-3 °C arasında yükselmesi beklenmektedir. Sıcaklıkların artması, kurak bölgelerimizin çölleşmesine neden olabilecektir. Kuraklığın artması ile şehir ve ülke sınırlarını aşan nehirlerin kullanımı dahil bir çok uluslar arası, ulusal ve yerel su kaynağının paylaşımı ve yönetimi daha da zorlaşacaktır (1).

Yavaş gelişmesi nedeniyle kuraklık, diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de farklı kuraklık indisleri ile sürekli olarak izlenmelidir. Bu çalışmada, aylık girdi ve çıktıları eklenik olarak hidrolojik süreklilik ilkesi çerçevesinde hesaplayıp kuraklığın şiddetini ve gidişini belirlemekte kullanılan bir yöntem olan Palmer Kuraklık Şiddet İndisi yöntemiyle; yağışın yanında sıcaklık, oransal nem ve güneşlenme süresi gibi parametrelerin dikkate alındığı ve ülkemizde yaygın olarak kullanılan Aydeniz yöntemi karşılaştırılarak Ege bölgesi için kuraklık analizi yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Kuraklığın irdelenmesinde yaygın olarak kullanılan Palmer Kuraklık Şiddet İndisi (P.K.Ş.İ) ile Aydeniz yönteminin Ege Bölgesi koşullarında karşılaştırılması amacıyla bölgede yer alan istasyonlara ait uzun süreli (1980-2000) aylık ortalama yağış miktarları, aylık ortalama sıcaklık değerleri ve istasyonlara ait enlem derecelerine gerek duyulmuştur. Ayrıca, bölgede yer alan 17 istasyonun anılan döneme ait Aydeniz' e göre aylık kuraklık katsayıları Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir.

Palmer tarafından 1965 yılında geliştirilen P.K.Ş.İ, kuraklığın şiddetini incelediği bölgeyi istatistiksel açıdan değerlendirerek belirlemektedir. Toprak nem koşullarına karşı duyarlı olan P.K.Ş.İ., A.B.D.'de geniş bir kullanım alanına sahiptir. Newyork, Colorado, Idaho, Utah gibi bir çok bölgede kuraklık izleme sisteminin bir parçası olarak anılan indis kullanılmaktadır (5). Palmer, bir yerin kuraklık ölçüsünü ifade ederken, hesaplanan kuraklık şiddeti değerinin, belirlediği sınıf aralıklarından hangisinin içinde kaldığını dikkate almaktadır (Çizelge 1). P.K.Ş.İ. 'nin hesaplanmasındaki ilk adım, uzun yıllık aylık yağış ve sıcaklık verilerini girdi olarak kullanarak iklimsel su dengesinin saptanmasıdır (6).

Aydeniz tarafından geliştirilen "Aydeniz Kuraklık İndisi"; ortalama sıcaklık, toplam yağış, oransal nem ve ortalama güneşlenme süresini dikkate alarak aşağıdaki şekilde formüle edilmektedir (3). Anılan yöntemle göre kurak ve nemli dönemlerin sınıflandırılması Çizelge 1'de verilmiştir.

$$H_c = \frac{P \times RH \times 12}{T \times Sd + 15}$$

$$D_c = \frac{1}{H_c}$$

- D_c : Kuraklık katsayısı
H_c : Nemlilik katsayısı
P : Aylık toplam yağış (cm)
RH : Aylık ortalama oransal nem (%)
T : Aylık ortalama sıcaklık (°C)
S_d : Güneşlenme süresi (saat-dk)

Çizelge 1. P.K.Ş.İ ve Aydeniz'e Göre Kurak ve Nemli Dönemlerin Sınıflandırılması (3, 6).

P.K.Ş.İ	SINIFI	AYDENİZ	SINIFI
≥ 4.00	Aşırı nemli	≤0.25	Aşırı nemli
3.00 – 3.99	Çok nemli	0.25 –0.50	Nemli
1.50 – 2.99	Orta nemli	0.50 – 0.75	Normale yakın nemli
(-1.49) – (1.49)	Normale yakın nemli	0.75 – 1.00	Orta kurak
(-1.50) – (-2.99)	Orta kurak	1.00 – 1.50	Kurak
(-3.00) – (-3.99)	Çok kurak	1.50 – 2.50	Çok kurak
≤ – 4.00	Aşırı kurak	≥2.50	Çöl

Araştırma Bulguları

Ege bölgesinde yer alan 17 istasyona ait gerekli iklim verilerinin değerlendirilmesi sonucunda, incelenen bölge için iki farklı kuraklık indisinin karşılaştırılması yapılmıştır.

Bölgede yer alan her bir istasyon için ayrı ayrı regresyon analizi yapılmıştır. Buna göre, doğrusal, logaritmik, ters, kuvvet, kübik, quadratic, bileşik, S, lojistik, artan ve üssel eğri kestirimleri için regresyon analizi uygulanarak kuraklık değerlerinin gidişi incelenmiş ve bu gidişlere en uygun denklemler elde edilmeye çalışılmıştır. İnceleme sonucu %5 önem seviyesi için en uygun eğri kestiriminin kübik olduğu sonucuna varılmıştır. Söz konusu iki yöntem için; istasyonlara ait kübik eğri parametreleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2’de görüldüğü gibi, en uygun eğri kestiriminde dahi Aydeniz Yönteminde anlamlılık düzeyi 17 İstasyonun 8’inde %5 değerinin oldukça üstüne çıkmış, ortalaması %31.1 olmuştur. Anlamlılık düzeyi yeterli olan 9 istasyonda ise anlamlılık düzeyinin ortalama %2.5 olduğu görülmüştür. Aynı yaklaşım ile Palmer Kuraklık Şiddeti İndisiyle oluşturulan seriler incelendiğinde anlamlı bulunan 15 eğride ortalama anlamlılık düzeyi %2.1, Milas’ta %5.4 ile sınır kabul edilebilecek değer alırken Denizli’de %13 ile sapma göstermiştir.

Çizelge 2. İstasyonların Kübik Eğri Parametreleri

İstasyon	P.K.Ş.İ					AYDENİZ				
	Sigf	b0	b1	b2	b3	Sigf	b0	b1	b2	b3
Afyon	0,016	-1,515	0,381	-0,119	0,007	0,018	1,076	-0,800	0,234	-0,015
Akhisar	0,030	-1,289	0,114	-0,071	0,005	0,043	-0,194	-0,480	0,364	-0,028
Aydın	0,014	-1,745	0,316	-0,109	0,007	0,384	-1,008	-1,100	0,833	-0,064
Bodrum	0,034	-1,588	0,144	-0,065	0,005	0,747	-40,998	10,768	4,715	-0,474
Denizli	0,130	-1,128	0,061	-0,044	0,003	0,014	1,039	-1,094	0,352	-0,023
Dikili	0,027	-1,444	0,076	-0,057	0,004	0,128	0,283	-1,096	0,528	-0,038
Dinar	0,030	-1,550	0,325	-0,107	0,007	0,025	1,633	-1,333	0,363	-0,022
Fethiye	0,014	-1,760	0,261	-0,081	0,005	0,296	3,739	-8,367	3,083	-0,208
Gediz	0,011	-1,775	0,437	-0,123	0,007	0,022	0,751	-0,786	0,270	-0,018
Güney	0,036	-1,848	0,301	-0,096	0,006	0,023	0,870	-1,063	0,385	-0,026
İzmir	0,019	-1,211	0,136	-0,067	0,005	0,330	2,355	-4,195	1,483	-0,099
Kusadası	0,019	-1,377	0,203	-0,081	0,005	0,371	-6,530	1,262	1,069	-0,100
Kütahya	0,014	-2,041	0,435	-0,128	0,008	0,011	0,635	-0,534	0,185	-0,012
Manisa	0,021	-1,791	0,286	-0,093	0,006	0,038	0,473	-1,170	0,515	-0,036
Marmaris	0,010	-1,197	0,209	-0,066	0,004	0,039	0,553	-1,091	0,435	-0,030
Milas	0,054	-1,368	0,182	-0,074	0,005	0,161	-1,019	0,081	0,288	-0,025
Muğla	0,020	-0,889	0,225	-0,075	0,005	0,070	0,269	-0,859	0,379	-0,027

İstasyonlar arasındaki bağımlılığı incelemek için örnek sayısının yetersizliği nedeniyle ($N=12<30$) non-parametrik ilişkili testlerden Wilcoxon testi uygulanmıştır. Aynı yöntemle ele alınmış istasyonların birbirleriyle olan ilişkilerinin anlamlılık düzeyi Çizelge 3’te verilmiş, çizelgeyi daha sade hale getirmek ve aralarındaki daha güçlü anlamlılık olan istasyonları belirlemek için $p<0.01$ göre değerlendirme yapılmıştır. İlgili çizelgede görüleceği gibi; Afyon – Dinar ve Kütahya arasındaki çakışma, söz konusu iller arasında mevcut olan benzer iklim özelliklerini yansıtmaktadır.

Her iki yöntemle göre aylık karşılaştırmalı değerlendirme ise aşağıda verilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4’ün incelenmesinde görüleceği gibi, Afyon için Aydeniz yöntemine göre maksimum kuraklığın yaşandığı ay Ağustos iken, P.K.Ş.İ için Temmuz ayıdır. Benzer şekilde; Dinar için Aydeniz yöntemine göre maksimum kuraklığın yaşandığı ay Eylül olmasına rağmen, P.K.Ş.İ yönteminde Temmuz ayı, aynı bölgede en kurak ay olarak göze çarpmaktadır. Kütahya için en kurak ay Aydeniz yöntemine göre Eylül, P.K.Ş.İ yöntemine göre Temmuz’ dur.

Çizelge 3. Wilcoxon testine göre bölgede yer alan istasyonlar arasındaki ilişki

İstasyon	Afyon	Akhisar	Aydın	Bodrum	Denizli	Dikili	Dinar	Fethiye	Gediz	Güney	İzmir	Kuşadası	Kütahya	Manisa	Marmaris	Milas	Muğla
Afyon							0,7						0,7				
Akhisar									2,5				4,1				2,8
Aydın									3,8								0,2
Bodrum						4,7									0,2	1,2	0,2
Denizli									2,9	4,1			2,2				
Dikili				4,7											2,8		1,9
Dinar	0,7												0,2				
Fethiye															1,9		0,3
Gediz		2,5	3,8		2,9					0,3							
Güney					4,1								1,1				3,4
İzmir														2,6	1,9		0,6
Kuşadası																2,3	2,5
Kütahya	0,7	4,1			2,2		0,2			1,1							
Manisa											2,6				1,2		2,3
Marmaris				0,2		2,8		1,9			1,9			1,2			
Milas				1,2								2,3					2,3
Muğla		2,8	0,2	0,2		1,9		0,3		3,4	0,6	2,5		2,3		2,3	

Tarımsal kuraklığın, topraktaki nem miktarına bağlı olarak ifade edilen bir tanımlama olduğu göz önüne alınarak, Aydeniz yönteminde görülen Aralık ayında nemliliğin pik yapmasının çelişkili bir bulgu olduğu; benzer şekilde, Ağustos ayının en kurak ay olarak değerlendirilmesinin topraktaki su miktarı ile bir ilgisinin olmadığı düşünülmektedir. Eğer değerlendirme ölçütümüz topraktaki su miktarı ise, incelenen periyot boyunca bir seri oluşturulmalı ve süreklilik ilkesi uygulanmalı, diğer bir ifade ile bir ay sonundaki su bilançosu sonraki ayın başlangıç miktarı kabul edilerek ele alınmalı ve bu yaklaşım tüm seriye uygulanmalıdır

Sonuç

Kuraklık sadece fiziksel bir olay veya bir doğa olayı gibi görülmemelidir. Sözü edilen olayın, insan faaliyetlerinin su kaynaklarına olan bağımlılığı nedeniyle toplum üzerinde çeşitli etkileri vardır.

Çizelge 4. Palmer Kuraklık Şiddet İndisi ve Aydeniz' e Göre İstasyonların Aylık Karşılaştırması

İstasyon	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Afyon	-1.368	-1.214	-1.096	-1.059	-1.484	-2.431	-2.71	-2.135	-2.119	-2.09	-1.765	-1.555
Akhisar	-1.383	-1.364	-1.223	-1.244	-1.751	-2.782	-2.374	-2.258	-2.111	-1.9	-1.635	-1.499
Aydın	-1.656	-1.584	-1.335	-1.375	-1.952	-2.837	-2.836	-2.502	-2.467	-2.282	-1.972	-1.791
Bodrum	-1.645	-1.555	-1.32	-1.397	-2.167	-2.566	-2.362	-2.136	-2.185	-2.102	-1.794	-1.652
Denizli	-1.245	-1.172	-1.018	-1.033	-1.5	-2.318	-1.875	-1.646	-1.551	-1.659	-1.404	-1.318
Dikili	-1.559	-1.505	-1.386	-1.414	-2.024	-2.706	-2.382	-2.242	-2.116	-2.054	-1.777	-1.607
Dinar	-1.447	-1.337	-1.174	-1.154	-1.534	-2.553	-2.672	-2.178	-2.135	-1.95	-1.674	-1.534
Fethiye	-1.638	-1.62	-1.368	-1.377	-1.905	-2.427	-2.279	-2.145	-2.232	-2.132	-1.863	-1.716
Gediz	-1.527	-1.415	-1.264	-1.206	-1.507	-2.469	-2.624	-2.342	-2.231	-2.146	-1.906	-1.688
Güney	-1.744	-1.647	-1.504	-1.427	-1.783	-2.778	-2.69	-2.397	-2.339	-2.169	-1.888	-1.788
İzmir	-1.264	-1.22	-1.029	-1.086	-1.724	-2.331	-2.05	-1.947	-1.866	-1.852	-1.511	-1.39
Kuşadası	-1.393	-1.3	-1.06	-1.158	-1.788	-2.424	-2.255	-2.101	-1.948	-1.941	-1.641	-1.473
Kütahya	-1.8	-1.691	-1.631	-1.539	-1.8	-2.634	-3.215	-2.694	-2.643	-2.399	-2.072	-1.945
Manisa	-1.682	-1.618	-1.462	-1.421	-1.828	-2.788	-2.515	-2.331	-2.407	-2.256	-1.987	-1.833
Marmaris	-1.103	-1.071	-0.906	-0.911	-1.334	-1.705	-1.607	-1.453	-1.527	-1.459	-1.202	-1.003
Milas	-1.399	-1.316	-1.081	-1.12	-1.665	-2.456	-2.348	-1.939	-1.865	-1.838	-1.567	-1.443
Muğla	-0.821	-0.737	-0.662	-0.644	-0.879	-1.565	-1.664	-1.494	-1.331	-1.134	-1.018	-0.914
Afyon	0.42	0.51	0.48	0.54	0.75	1.25	2.16	2.64	3.03	0.81	0.51	0.36
Akhisar	0.22	0.35	0.37	0.57	0.02	6.02	6.45	7.69	3.32	1.1	0.3	0.18
Aydın	0.23	0.31	0.32	0.63	1.15	3.6	32.26	11.11	3.95	1.18	0.34	0.17
Bodrum	0.22	0.27	0.32	0.85	2.65	8.26	500	7.75	5.1	1.07	0.31	0.18
Denizli	0.26	0.32	0.34	0.58	1.05	2.26	2.47	4.69	4.1	1.11	0.38	0.24
Dikili	0.22	0.27	0.31	0.62	1.49	3.76	8.55	12.05	2.38	0.88	0.26	0.16
Dinar	0.52	0.54	0.45	0.54	0.79	1.58	2.49	3.73	4.31	1.02	0.52	0.44
Fethiye	0.16	0.24	0.29	0.69	1.53	11.49	38.46	71.43	4	0.65	0.23	0.13
Gediz	0.25	0.32	0.38	0.44	0.78	1.71	2.73	4.18	2.69	0.76	0.32	0.2
Güney	0.3	0.34	0.37	0.56	1.08	2.82	3.92	6.29	3.52	1.14	0.39	0.25
İzmir	0.19	0.28	0.3	0.69	1.42	8.85	9.43	37.04	3.27	1.15	0.24	0.15
Kuşadası	0.27	0.31	0.31	0.75	0.49	18.87	62.5	21.28	2.54	1.3	0.32	0.19
Kütahya	0.26	0.35	0.44	0.46	0.7	1.3	2.18	2.29	2.54	0.67	0.38	0.23
Manisa	0.17	0.24	0.29	0.53	1.12	6.49	4.61	9.09	5.49	1.01	0.24	0.13
Marmaris	0.11	0.14	0.17	0.48	1.29	3.8	3.7	7.63	4.63	0.45	0.14	0.07
Milas	0.2	0.26	0.27	0.68	1.39	4.67	12.2	5.18	2.55	1.25	0.27	0.16
Muğla	0.09	0.12	0.16	0.4	0.61	2.46	7.52	5.05	3.39	0.66	0.15	0.07

P.K.Ş.I

AYDENİZ

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde son yıllarda gözlenen kuraklıklar, ekonomik ve çevresel etkilerden oluşan sonuçlar ve çekilen sıkıntılar toplumların bu “doğal” tehlike karşısında ne kadar çaresiz kaldığını açıkça ortaya koymaktadır. Yavaş gelişmesi nedeniyle kuraklık, diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de sürekli olarak değişik indisler ile izlenmelidir. Bu amaçla; tarımsal kuraklığın topraktaki nem miktarına bağlı olarak ifade edilen bir terim olduğu göz önüne alınarak, Palmer Kuraklık Şiddet İndisinin, bu terimi daha iyi ifade eden bir yöntem olduğu görülmekte ve ülkemiz koşullarında kullanımının daha etkin hale getirilmesi önerilmektedir.

Özet

Kuraklık çok yavaş gelişen ve kapsamlı sosyo ekonomik zararlara neden olan meteorolojik karakterli doğal bir afettir. Tarım ise kuraklıktan etkilenen ilk sektördür. Bu yüzden, tarımsal etkinliklerin önemli bir yer tuttuğu ülkemizde, tarımsal kuraklığın mutlaka araştırılması gerekir. Bu görüşten hareketle, çeşitli iklim parametreleri kullanılarak uygulanan kuraklık indislerine göre saptanan kurak ve yarı kurak bölgelerin yıllık ortalama durumunun incelenmesi ve bu bölgelerde kuraklığın ya da yağış yetersizliğinin ölçüsünün ya da zamanının ortaya konulması gerekmektedir.

Bu çalışmada son yıllarda dünyada geniş bir uygulama alanı bulan P.K.Ş.İ yöntemi ile ülkemizde yaygın olarak kullanılan Aydeniz yöntemi karşılaştırılarak Ege Bölgesi için kuraklık analizi yapılmış ve P.K.Ş.İ.'nin tarımsal kuraklığı daha iyi ifade eden bir indis olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar sözcükler: Kuraklık, Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi, Aydeniz.

Kaynaklar

1. Anonim, 1999. Meteorolojik Karakterli Doğal Afetler ve Meteorolojik Önlemler, TMMOB Meteoroloji Müh. Odası, Ankara.
2. Bryant, E.A., 1993. Natural Hazards, Cambridge University Press.
3. Karaoğlu, M.,2001. Aydeniz Formula for Drought, Seminar in Agricultural Meteorology, 5-16 November 2001, Turkey.
4. National Drought Mitigation Center (NDMC), 1995. Understanding and Defining Drought, USA.
<http://enso.unl.edu/ndmc/enigma>
5. National Drought Mitigation Center (NDMC), 2001. Palmer Drought Severity Index.
<http://enso.unl.edu/ndmc/enigma/indices>
6. Topçuoğlu, K., 2000, Türkiye Kuraklık Çözümlemesi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı (YL. Tezi), Denizli.
7. WMO, 1992. Monitoring, Assesment and Combat of Drought and Desertification, TD-No.55, Ceneva.
8. WMO, 1997. Extreme Agrometeorological Events, CagM-X Working Group, Geneva.