

Onur ARSLAN¹
Hasan Hüseyin ÖNDER²
Gültekin ÖZDEMİR²

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 32260
Isparta/Türkiye

e-posta:onarslansdu@hotmail.com

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 32260
Isparta/Türkiye

Aydeniz Yöntemi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Antalya'daki Aksu Sulama Alanı için Kuraklık Analizi

Drought Analysis of Aksu Irrigation Area in Antalya by
Aydeniz Method and Geographic Information Systems

Alınış (Received): 12.02.2013

Kabul tarihi (Accepted): 10.11.2013

Anahtar Sözcükler:

Kuraklık, Aydeniz yöntemi, coğrafi bilgi
sistemleri

Key Words:

Drought, Aydeniz method, geographic
information systems

ÖZET

Bu çalışmada, Aksu-Antalya Sulama Alanı için Aydeniz metodu ve coğrafi bilgi sistemleri ile kuraklık analizi yapılmıştır. Antalya, Isparta, Korkuteli ve Manavgat meteoroloji istasyonlarına ait sıcaklık, yağış, nem ve güneşlenme süresi verileri kullanılmıştır. ArcGIS 10 programı ile yıllık kuraklık haritaları oluşturulmuştur. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre, sulama alanında 1985 ile 2006 yılları arasında herhangi bir kurak dönem olmadığı gözlenmiştir.

ABSTRACT

In this study, a drought analysis has been carried out for Aksu-Antalya Irrigation Area by using Aydeniz Method and Geographic Information Systems. Meteorological data of Antalya, Isparta, Korkuteli and Manavgat stations including temperature, precipitation, humidity and sunshine hour were used. Annual drought maps were generated by using ArcGIS 10. According to the results of the study, there were no drought periods from 1985 to 2006.

GİRİŞ

Küresel ısınma, bütün dünyada sıcaklığın sistematik bir şekilde artma süreci olarak tanımlanmaktadır. Küresel ısınmanın su kaynaklarının azalmasına, orman yangınlarına, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalara, daha fazla sel, erozyon ve sıcak hava dalgalanmalarına yol açacağı ve birçok canlı türünün yok olmasına neden olacağı belirtilmektedir. Ülkemizde Akdeniz Havzası'nın küresel ısınmadan daha fazla etkileneceği ve bu nedenle yaşanması muhtemel bir tarımsal kuraklığın tüm bölgeleri etkileyebileceği belirtilmiştir (Antalya Tarım İl Müdürlüğü, 2008).

31 çeşit doğal afet için şiddet, süre, kayıp ve etkiler dikkate alınarak yapılan bir sıralamada kuraklık birinci sırada bulunmaktadır (Bryant, 1993). Kuraklık canlıların yaşamına etki eden can ve mal kayıplarına yol açan diğer doğal afetlerden farklıdır. Çünkü etkisi uzun zamanda ve daha yavaş hissedilmektedir (Şaylan ve

ark., 1997). Ayrıca, diğer doğal afetlere göre, başlangıç ve bitişi belirsizdir, kümülatif olarak artmaktadır, aynı anda birden fazla kaynağı etkileyebilir ve ekonomik boyutu yüksektir (Özgürel ve ark., 2003).

Kuraklık, yağışların kaydedilen normal seviyelerinin önemli ölçüde altına düşmesine bağlı olarak arazi ve su kaynaklarının olumsuz etkilenmesine ve hidrolojik dengenin bozulmasına yol açan doğal bir olay olarak tanımlanmaktadır (Antalya Tarım İl Müdürlüğü, 2008). Ancak, kuraklığın tanımı tartışılabilir bir konu olup her zaman ve her yerde geçerli olabilecek kesin bir tanımlanmamıştır. Botterill ve Wilhite (2005), meteorolojik, tarımsal, hidrolojik ve sosyoekonomik olmak üzere dört tip kuraklık tanımlamışlardır.

Meteorolojik kuraklık, ortalama yağış miktarında meydana gelen azalma olup çeşitli tanımları yapılmıştır. Bu tanımlar genellikle yere özgüdür ve kurak ve kurak olmayan periyotları ayırmak için kullanılan sınırlar belirtilmiştir (Wilhite ve Glantz, 1987). Örneğin,

Bali'de yağmursuz geçen 6 gün ve Libya'da yıllık yağışın 180 mm'den düşük olması gibi (Hudson ve Hazen,1964). Bir bölgeye uygulamak için yapılan tanımlamalar diğer bölgelere uygulandığında meteorolojik şartlar nedeniyle problemler çıkarmaktadır. Diğer kuraklık tanımlarında kuraklık şiddeti ile normal olarak ifade edilen uzun dönem ortalaması karşılaştırılmaktadır (Wilhite ve Glantz, 1987).

Tarımsal kuraklık, toprakta bitkinin ihtiyaç duyduğu miktarda suyun bulunmadığı durum olarak ifade edilmektedir (Antalya Tarım İl Müdürlüğü, 2008). Tarımsal kuraklık ürün miktarını, bitki gelişimini ve tüm canlıları olumsuz etkileyen bir durumdur. Bütün tarımsal kuraklıklarda meteorolojik kuraklık yaşanmakta olup her meteorolojik kuraklıkta tarımsal kuraklık yaşanacak diye bir garanti yoktur (Antalya Tarım İl Müdürlüğü, 2008). Meteorolojik kuraklık tarımsal kuraklığın bir parçası olduğuna göre takip edilmesi gerekli önlemlerin alınması açısından önemlidir.

Hidrolojik kuraklık ise yeraltı suyu, göl ve rezervuar gibi su kaynaklarında ortalamanın altına düşülme durumu olarak ifade edilmektedir (Antalya Tarım İl Müdürlüğü, 2008).

Sosyoekonomik kuraklık ise kuraklığa bağlı olarak sosyal ve ekonomik yaşantıda meydana gelen olumsuzlukları ifade etmektedir (Antalya Tarım İl Müdürlüğü, 2008).

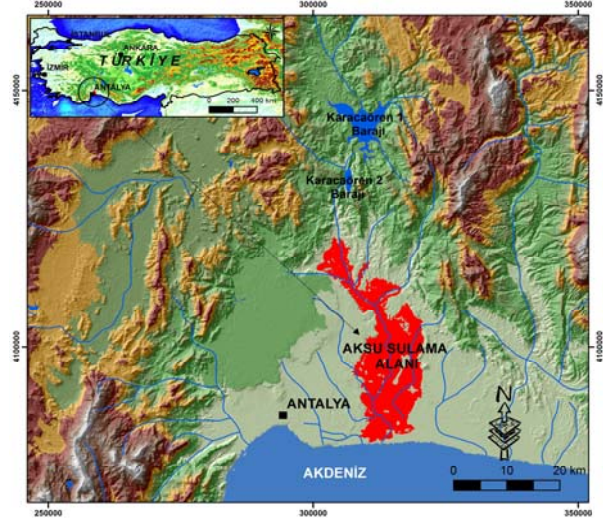
Topçu ve Seçkin (2013) standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemini kullanarak Seyhan Havzası için, Kavalieratou ve ark., (2012) aynı yöntemi kullanarak Aison Nehri Havzası için, Bacanlı ve ark. (2010) ise Palmer kuraklık şiddeti, Erinç indisi ve De Martonne yöntemi gibi yöntemleri kullanarak Kuzey Ege Bölgesi için kuraklık analizi yapmışlardır. Ilgar (2010) standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemini kullanarak Çanakale için, Önöz ve Cangel (2010) ise gidişler analizi yöntemini kullanarak İstanbul için kuraklık analizi yapmışlardır.

Antalya Türkiye'nin sera merkezi konumunda olup tarla tarımı da yaygın bir şekilde yapılmaktadır (Çanakçı ve Akıncı, 2007). Bölgede en çok yetiştirilen bitki pamuk, mısır, narenciye ve sebzelerdir. Seralarda ise en çok domates yetiştirilmektedir (Sayın ve ark., 2010). Bölge hem yurt içi ihtiyacın karşılanması hem de ihracat açısından önemli olup kuraklık açısından izlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Antalya'daki Aksu Sulama Alanı'nın kuraklık analizi yapılmıştır. Bu amaçla coğrafi bilgi sistemleri ve Aydeniz Yöntemi'nden yararlanılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Aksu Sulama Alanı, Devlet Su İşleri 13. Bölge Müdürlüğü'nden alınan haritalara göre belirlenmiştir. Şekil 1'de görüldüğü gibi, alan Akdeniz Bölgesi'nde Antalya'da Aksu Nehri'nin aşağı kesiminde yer almaktadır. Antalya il çevre durum raporuna göre, net sulama alanı 18,580 hektar olup brüt sulama alanı ise 27,734 hektardır (Çevresel Etki Değerlendirme Genel Müdürlüğü, 2010).



Şekil 1. Çalışma alanı yer bulduru haritası

Figure 1. Location map of the study area

Antalya, Isparta, Korkuteli ve Manavgat meteoroloji istasyonlarına ait sıcaklık (°C), yağış (mm), nem (%) ve güneşlenme süresi (saat) verileri Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. İstasyonlara ait bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Meteorolojik istasyonlara ait bilgiler
Table 1. Information about meteorological stations

İstasyon No	İstasyon	Enlem	Boylam
17300	Antalya	36.8851°	30.6828°
17240	Isparta	37.7848°	30.5679°
17926	Korkuteli	37.0565°	30.191°
17954	Manavgat	36.7895°	31.441°

Yöntem

Kuraklık analizi için Aydeniz yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde sınıflandırma nemlilik veya kuraklık katsayısına göre yapılabilmektedir. Aylık hesaplamalar için nemlilik katsayısı değerleri Eşitlik 1 ile hesaplanmaktadır (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2012).

$$(N_{ks})_{AYLIK} = \frac{Y.N.12}{S.G_s + 15} \quad (1)$$

Burada; $(N_{ks})_{AYLIK}$, aylık nemlilik katsayısını, Y aylık toplam yağışı (cm), N aylık ortalama nemi (%), S aylık ortalama sıcaklığı (°C), G_s ise aylık güneşlenme süresini (%) göstermektedir. Kuraklık katsayısı K_{ks} ise Eşitlik 2'ye göre hesaplanmaktadır (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2012).

$$K_{ks} = \frac{1}{N_{ks}} \quad (2)$$

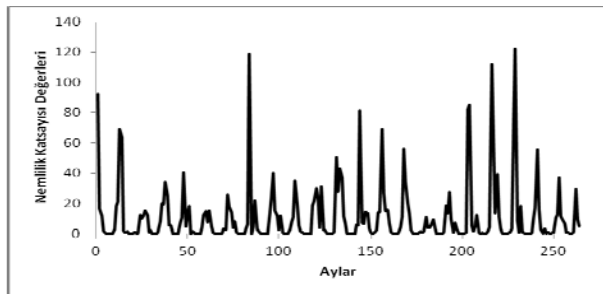
Yıllık hesaplamalar için nemlilik katsayısı değerleri ise Eşitlik 3 ile hesaplanmaktadır (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2012).

$$(N_{ks})_{YILLIK} = \frac{Y.N}{S.G_s + 15} . N_p \quad (3)$$

Burada; $(N_{ks})_{YILLIK}$, yıllık nemlilik katsayısını, Y yıllık toplam yağışı (cm), N yıllık ortalama nemi (%), S yıllık ortalama sıcaklığı (°C), G_s ise yıllık güneşlenme süresini (%) göstermektedir. N_p , nemli periyot yüzdesi olup tüm aylar için nemlilik katsayısı değerleri hesaplandıktan sonra, değeri 0,40'dan az olan ayların sayısının 12'den çıkarılıp 12'ye bölünmesi ile elde edilmektedir. Kuraklık katsayısı aylıktaki gibi hesaplanır (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2012).

Aydeniz Yöntemi'ne ait indis değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Bu yöntemde kurak dönemler; çöl, çok kurak, kurak ve kurakça olarak, nemli dönemler ise; nemlice, nemli ve ıslak olarak sınıflara ayrılmıştır (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2012).

Kuraklık verilerinin alansal dağılımını oluşturmak için ArcGIS programındaki "ağırlıklı ters uzaklık interpolasyon" yöntemi kullanılmıştır. Sulama alanındaki alansal dağılımları ve alansal ortalama değerleri bulmak için de aynı programda mevcut olan "Extract by mask" komutundan yararlanılmıştır.



Şekil 2. Antalya istasyonu için aylık nemlilik katsayısı değerleri
Figure 2. Monthly humidity coefficient values for Antalya station

Çizelge 2. Aydeniz Yöntemi'ne göre indis değerleri (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2012)

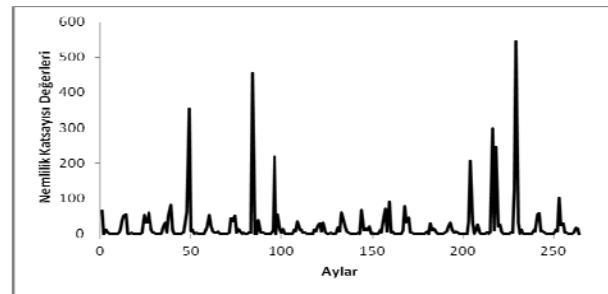
Table 2. Index values according to Aydeniz Method (Turkish Meteorological Service)

N_{ks}	K_{ks}	İndis
<0.40	>2.50	Çöl
0.40-0.67	1.50-2.50	Çok Kurak
0.67-1.00	1.00-1.50	Kurak
1.00-1.33	0.75-1.00	Kurakça
1.333-2.00	0.50-0.75	Nemlice
2.00-4.00	0.25-0.50	Nemli
>4.00	<0.25	Islak

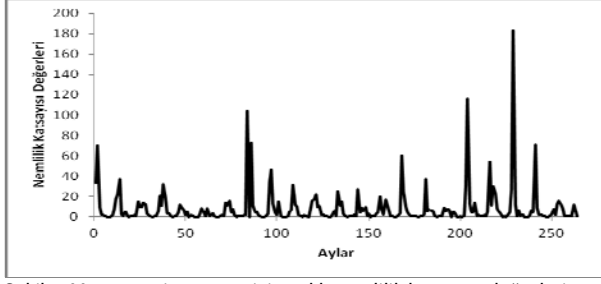
ARAŞTIRMA BULGULARI

Antalya, Isparta, Manavgat ve Korkuteli meteoroloji istasyonları için hesaplanan aylık nemlilik katsayısı değerleri sırasıyla Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir. 1985 ile 2006 yılları arasında Antalya, Isparta ve Korkuteli istasyonları için 2004 yılının Ocak ayı, Manavgat istasyonu için 2001 yılının Aralık ayı en nemli aylar olmuştur. Aynı dönemde Antalya istasyonu için Ağustos, Temmuz, Eylül ve Haziran ayları, Isparta istasyonu için Temmuz ayı, Korkuteli istasyonu için Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları, Manavgat istasyonu için Temmuz, Ağustos, Haziran ve Eylül ayları en kurak aylar olmuştur.

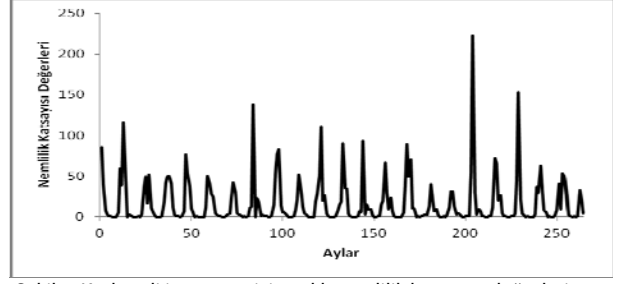
Antalya, Isparta, Manavgat ve Korkuteli istasyonları için nemli periyot yüzdeleri sırasıyla Şekil 6, Şekil 7, Şekil 8 ve Şekil 9' de verilmiştir. 1985 ile 2006 yılları arasında Antalya istasyonu için 1997 yılı, Isparta istasyonu için 1988 yılı, Korkuteli istasyonu için 1991 ve 1997 yılları ve Manavgat istasyonu için 1990 ve 2002 yılları nemli periyot yüzdesinin en yüksek çıktığı yıllar olmuştur. Aynı dönemde Antalya istasyonu için 1992 yılı, Isparta istasyonu için 1992 ve 1993 yılları, Korkuteli istasyonu için 2001 yılı ve Manavgat istasyonu için 1989 yılı nemli periyot yüzdesinin en düşük çıktığı yıllar olmuştur.



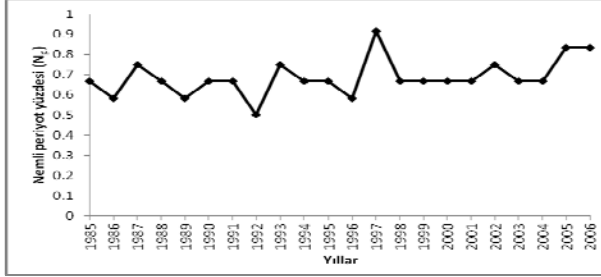
Şekil 3. Isparta istasyonu için aylık nemlilik katsayısı değerleri
Figure 3. Monthly humidity coefficient values for Isparta station



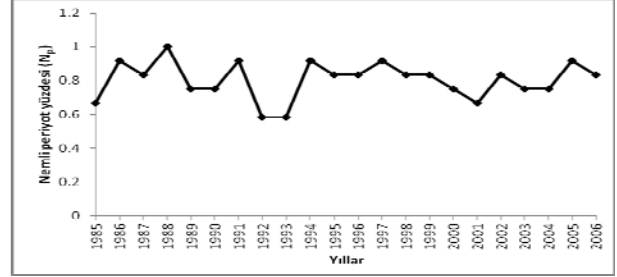
Şekil 4. Manavgat istasyonu için aylık nemlilik katsayısı değerleri
Figure 4. Monthly humidity coefficient values for Manavgat station



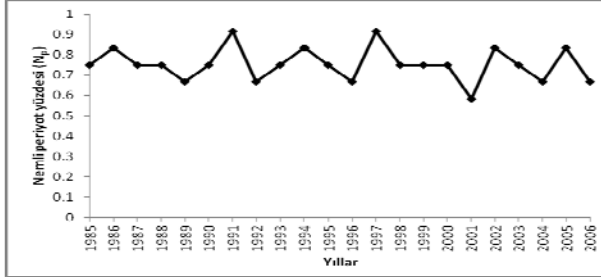
Şekil 5. Korkuteli istasyonu için aylık nemlilik katsayısı değerleri
Figure 5. Monthly humidity coefficient values for Korkuteli station



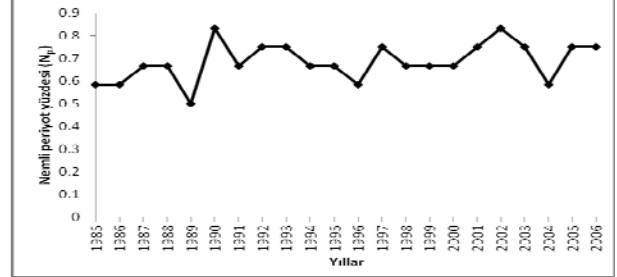
Şekil 6. Antalya istasyonu için nemli periyot yüzdesi
Figure 6. Percentage of humidity period for Antalya station



Şekil 7. Isparta istasyonu için nemli periyot yüzdesi
Figure 7. Percentage of humidity period for Isparta station



Şekil 8. Korkuteli istasyonu için nemli periyot yüzdesi
Figure 8. Percentage of humidity period for Korkuteli station

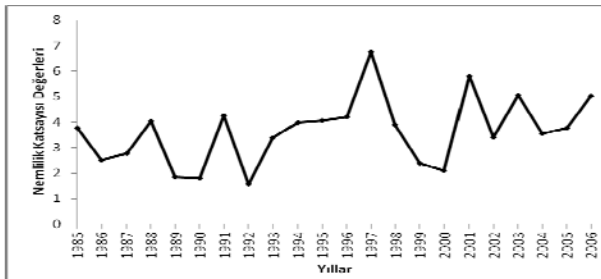


Şekil 9. Manavgat istasyonu için nemli periyot yüzdesi
Figure 9. Percentage of humidity period for Manavgat station

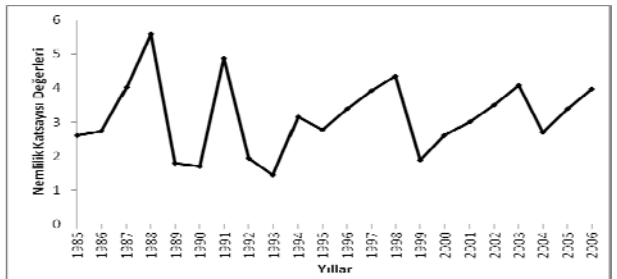
Antalya, Isparta, Manavgat ve Korkuteli istasyonları için hesaplanan yıllık nemlilik katsayısı değerleri sırasıyla Şekil 10, Şekil 11, Şekil 12 ve Şekil 13'de verilmiştir. 1985 ile 2006 yılları arasında Antalya istasyonu için 1997 yılı, Isparta istasyonu için 1988 yılı, Korkuteli istasyonu için 1994 yılı ve Manavgat istasyonu için 1988 yılı nemlilik katsayısı değerinin en yüksek çıktığı yıllar olmuştur. Aynı dönemde Antalya istasyonu için 1992 yılı, Isparta istasyonu için 1993 yılı,

Korkuteli istasyonu için 1989 yılı ve Manavgat istasyonu için 1992 yılı nemlilik katsayısı değerinin en düşük çıktığı yıllar olmuştur.

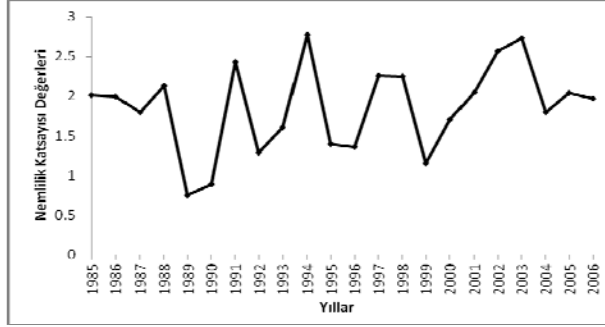
Sulama alanı için hesaplanan yıllık nemlilik katsayısı değerleri Şekil 14'te verilmiştir. Nemlilik katsayısının en düşük olduğu yıl 1992 ve en yüksek olduğu yıl ise 1997'dir. Çizelge 3'ten görüldüğü üzere, 1985 ile 2006 yılları arasında 6 yıl ıslak, 13 yıl nemli, 3 yıl nemlice geçmiş ve kurak bir dönem olmamıştır.



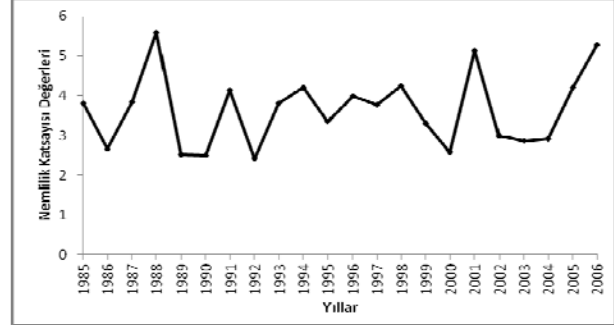
Şekil 10. Antalya istasyonu için yıllık nemlilik katsayısı değerleri
Figure 10. Annual humidity coefficient values for Antalya station



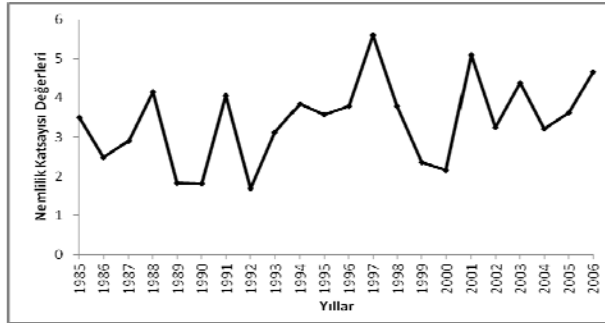
Şekil 11. Isparta istasyonu için yıllık nemlilik katsayısı değerleri
Figure 11. Annual humidity coefficient values for Isparta station



Şekil 12. Korkuteli istasyonu için yıllık nemlilik katsayısı değerleri
Figure 12. Annual humidity coefficient values for Korkuteli station



Şekil 13. Manavgat istasyonu için yıllık nemlilik katsayısı değerleri
Figure 13. Annual humidity coefficient values for Manavgat station



Şekil 14. Aksu Sulama Alanı yıllık nemlilik katsayısı değerleri
Figure 14. Annual humidity coefficient values for Aksu Irrigation Area

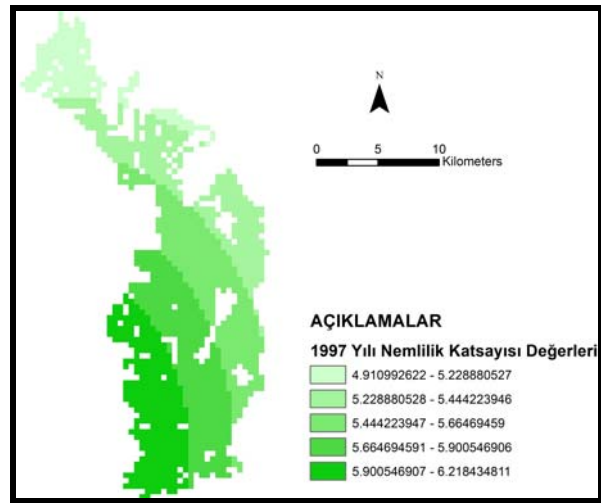
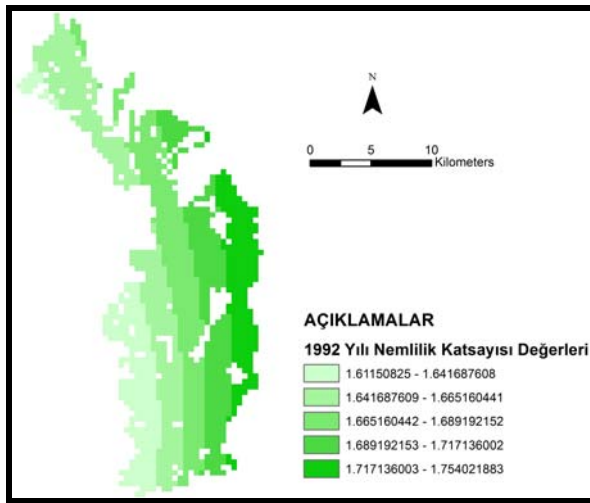
Çizelge 3. Aksu Sulama Alanı'nın Aydeniz Yöntemi'ne göre sınıflandırılması

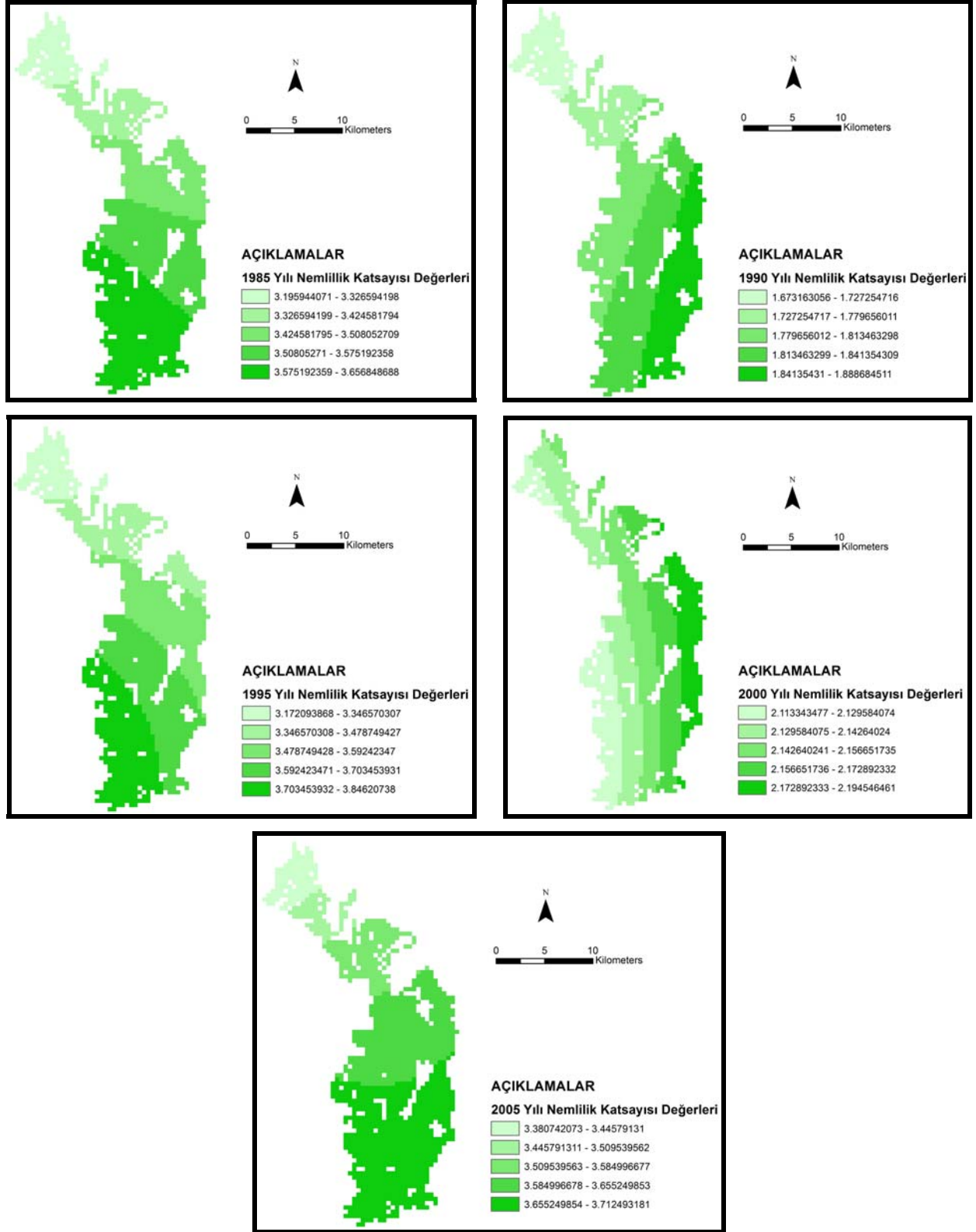
Table 3. Classification of Aksu Irrigation Area according to Aydeniz Method

Yıl sayısı	Sınıflandırma
-	Çöl
-	Çok Kurak
-	Kurak
-	Kurakça
3	Nemlice
13	Nemli
6	Islak

Ağırlıklı ters uzaklık interpolasyon yöntemi ve "Extract by mask" komutu ile kuraklığın alansal dağılımı elde edilmiştir. Nemlilik katsayısının en düşük olduğu 1992, en yüksek olduğu 1997 yılları ile 1985, 1990, 1995, 2000 ve 2005 yılları için oluşturulan kuraklık haritaları Şekil 15'te görülmektedir. Nemlilik katsayısının maksimum ve mini-

mum değerleri arasındaki fark 1992 yılı için 0,14 iken 1997 yılı için 1,3 çıkmıştır. Tüm kuraklık haritaları incelendiğinde nemliliğin düşük olduğu yıllarda kıyı ve iç kesimler arasında değişimin yüksek olmadığı, nemliliğin yüksek olduğu yıllarda ise nemliliğin kıyı kesimlerde yüksek olduğu ve iç kesimlere doğru azaldığı görülmüştür.





Şekil 15. Aksu Sulama Alanı'nın kuraklık haritaları.

Figure 15. Drought maps of Aksu Irrigation Area

Sulama alanı ve meteorolojik istasyonlara ait yıllık nemlilik katsayısı değerleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çizelge 4'te dört istasyon için verilen R-kare değerlerine bakıldığında 0,978 R-kare değeri ile en uyumlu istasyonun Antalya istasyonu olduğu görülmüştür.

Çizelge 4. Sulama Alanı ve istasyonlara ait yıllık nemlilik katsayısı değerleri arasındaki ilişki

Table 4. Relation between meteorological stations and irrigation area for annual humidity coefficients.

İstasyon Adı	R-kare
Antalya	0.978
Isparta	0.430
Korkuteli	0.438
Manavgat	0.521

KAYNAKLAR

- Antalya Tarım İl Müdürlüğü, 2008. Antalya Tarımsal Kuraklık Eylem Planı.
<http://www.antalya-tarim.gov.tr/upload/File/antkuraklikeylemplani.pdf> Erişim: Kasım 2012.
- Bacanlı, Ü. G., F. Dikbaş ve T. Baran. 2010. Kuzey Ege Bölgesi için Meteorolojik Kuraklık Analizi. VI. Ulusal Hidroloji Kongresi (22 - 24 Eylül 2010, Denizli) Bildirileri, Pamukkale Üniversitesi, s. 804-814.
- Botterill, L.C. and D. Wilhite D. 2005. From Disaster Response to Risk Management: Australia's National Drought Policy. Springer, Dordrecht, pages 209.
- Bryant, E.A., 1993. Natural Hazards, Cambridge University Press, Cambridge, pages 293.
- Çanakçı, M. ve İ. Akıncı. 2007. Antalya İli Sera Sebze Yetiştiriciliğinde Modern ve Geleneksel Sera İşletmelerinin Kıyaslanması. Tarımsal Mekanyasyon 24. Ulusal Kongresi (5-6 Eylül 2007, Kahramanmaraş) Bildirileri, s. 54-61.
- Çevresel Etki Değerlendirme Genel Müdürlüğü, 2010. Antalya İl Çevre Durum Raporu 2009.
http://www2.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/antalyaicd2009.pdf Erişim: Kasım 2012.
- Hudson, H. E. and R. Hazen. 1964. Drought and Low Streamflow. In: Handbook of Applied Hydrology. McGraw-Hill, New York, pp 1-26.
- İlgar, R. 2010. Çanakkale'de Kuraklık Durumu ve Eğilimlerinin Standartlaştırılmış Yağış İndisi ile Belirlenmesi. Marmara Coğrafya Dergisi, 22: 183 - 204.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Kuraklık sulama suyu miktarını ve zamanını değiştiren önemli bir olay olup çeşitli yöntemlerle izlenmesi gerekmektedir. Yapılan kuraklık analizleri ile kısa, orta ve uzun vadeli kuraklık planları devreye sokularak kuraklığın zararları en aza indirilebilir.

Bu çalışmada Antalya İli Aksu Sulama Alanı için Aydeniz Yöntemi ile kuraklık analizi yapılmış ve yıllık kuraklık haritaları oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda 1985 ve 2006 yılları arasında kurak bir dönem olmadığı görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından kısmen desteklenmektedir (Proje No: 2669-D-11).

- Kavalieratou, S., D. K. Karpouzou and C. Babajimopoulos. 2012. Drought analysis and short-term forecast in the Aison River (Greece). Natural Hazards and Earth System Sciences, 12: 1561-1572.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2012. Kuraklık Analizi.
<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/kuraklik-analizi.aspx?d=yontemsinif> Erişim: Kasım 2012.
- Önöz, B. ve T. Cangel. 2010. İstanbul Aylık Yağışlarının Gidişler Analizi. VI. Ulusal Hidroloji Kongresi (22 - 24 Eylül 2010, Denizli) Bildirileri, Pamukkale Üniversitesi, s. 2-10.
- Özgürel, M., G. Pamuk ve K. Topçuoğlu. 2003. Ege Bölgesi Koşullarında Farklı İki Kuraklık İndisinin Karşılaştırılması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40(1): 95-102.
- Sayın, B., M.A. Çelikyurt, S. Karaman ve H. Akkaya. 2010. Sulama Organizasyonlarının İşletmecilik Yönünden Değerlendirilmesi: Aksu İlçesi Örneği. Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi (22-24 Eylül 2010, Şanlıurfa) Bildirileri, no: 1. s. 49-56.
- Şaylan, L., M. Durak ve O. Şen. 1997. Kuraklık ve Etkileri, Meteorolojik Karakterli Doğal Afetler Sempozyumu (7-9 ekim 1997, Ankara) Bildirileri, s. 433-444.
- Topçu, E. ve N. Seçkin. 2013. L-Momentler ve Standart Yağış İndeksi (SYİ) Yardımıyla Seyhan Havzası Kuraklık Analizi. Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 29(1): 19-28.
- Wilhite, D.A. and M.H. Glantz. 1987. Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions. In: Planning for Drought: Toward a Reduction of Societal Vulnerability. Westview Press, Boulder, Colorado, pp 11-30.