



MAKÜ FEBED
ISSN Online: 1309-2243
<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/makufebed>

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 7(1): 11-26 (2016)
The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University 7(1): 11-26 (2016)

Araştırma Makalesi / Research Paper

Çivril-Baklan (Denizli) Ovasında Yeraltısuyuna İklim Değişikliğinin Etkisi

Fatma AKSEVER*, Ayşe EROĞLU

Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Isparta

Geliş Tarihi (Received): 07.12.2015, Kabul Tarihi (Accepted): 29.01.2016

✉ Sorumlu Yazar (Corresponding author)*: fatmaaksever@sdu.edu.tr

☎ +90 246 2111322 📠 +90 246 2370859

ÖZ

Çivril-Baklan Ovası Ege Bölgesi'nin en büyük ovalarından biridir. Ovanın yıllık ortalama yağış miktarı 409.56 mm, gerçek buharlaşma miktarı ise 472.44 mm olarak belirlenmiştir. Buharlaşma miktarının yağış miktarından büyük olması beslenme-boşalım ilişkileri açısından yeraltısuyunun olumsuz etkilenebileceğini göstermektedir. Çivril-Baklan Ovası De Martonne metoduna göre "step-yarı nemli arazi", Erinc metoduna göre "yarı nemli" ve Aydeniz iklim sınıflandırma metoduna göre de "yarı kurak" iklim tipine sahiptir. Yeraltısuyu seviye ölçümleri ile yağış ve sıcaklık arasındaki ilişkilerin tespiti için ölçüm sonuçları irdelenmiştir. Genel olarak yağışlı dönemde yeraltısuyu seviyesinin yağıştan beslenme miktarı ile doğru orantılı olarak arttığı görülmektedir. Araştırma sonuçlarına göre, bölgede yeraltısuyu seviye değişimini etkileyen en önemli iklimsel parametre yağış miktarındaki değişikliklerdir.

Anahtar Kelimeler: Yağış, sıcaklık, yeraltısuyu seviyesi, Çivril-Baklan Ovası

Impact of Climate Change on Groundwater in Çivril-Baklan (Denizli) Plain

ABSTRACT

Çivril-Baklan Plain is one of the great plains of Aegean Region. Annual average rainfall of the plain is 409.56 mm and real evapotranspiration is 472.44 mm. In the study area, groundwater can be negatively affected due to the large of evaporation than precipitation taking into consideration recharge-discharge relations. Çivril-Baklan Plain has according to De Martonne method "between steppe and semi-humid", Erinc method "semi-moist" and Aydeniz method "semi-arid" climate types. In this study, groundwater level, precipitation and temperature data were investigated. Generally, groundwater level is increased directly proportional rainfall in rainy period. According to the results, precipitation is the most important climatic parameter affecting the groundwater level changes in the region.

Keywords: Precipitation, temperature, groundwater level, Çivril-Baklan Plain

Tablo 1. İnceleme alanına ait yıllık ortalama sıcaklık değerleri (DMI, 2015)

ÇİVRİL					BAKLAN			
İstasyon No	Yıl	Ortalama Sıcaklık (°C)	İstasyon No	Yıl	Ortalama Sıcaklık (°C)	İstasyon No	Yıl	Ortalama Sıcaklık (°C)
5986	1969	14.4	17825	2007	14.6	6669	1988	13.0
5986	1970	13.6	17825	2008	14.8	6669	1989	20.3
5986	1971	13.0	17825	2009	14.9			
5986	1972	12.7	17825	2010	15.1			
5986	1973	13.2	17825	2011	15.4			
5986	1974	12.8	17825	2012	15.6			
5986	1975	12.9	17825	2013	15.7			
5986	1976	12.4	17825	2014	15.8			
5986	1977	13.6	17825	2015	15.9			
5986	1978	13.5						
5986	1979	13.8						
5986	1980	13.1						
5986	1981	13.5						
5986	1982	13.0						
5986	1983	12.7						
5986	1984	5.8						
5986	1985	12.0						
5986	1986	13.8						
5986	1987	13.0						
5986	1988	13.1						
5986	1989	13.5						
5986	1990	13.5						
5986	1991	12.9						
5986	1992	13.0						

Yağış

Genel olarak yeraltı sularının ve yüzeysularının en önemli beslenme elemanı yağıştır. Çivril-Baklan Ovası için ortalama yağış miktarının belirlenmesi amacıyla sınırları içerisinde ve civarında yer alan Devlet Meteoroloji istasyonlarında (DMI) ölçülen yıllık ortalama yağış verileri kullanılmıştır. İnceleme alanı ve yakın çevresinde Sandıklı, Hocalar, Gümüşsu, Kızıören, Sivaslı, Karahallı, Bekilli, Çal, Pamukkale, Honaz, Çardak, Dazkırı, Dinar, Çivril ve Baklan yerleşim merkezlerinde bulunan gözlem istasyonları bulunmaktadır. Bu istasyonlardan elde edilen veriler ile ortalama yağış miktarı Eş Yağış Eğrileri (İzohyet) yöntemine göre hesaplanmıştır. Havzanın ortalama yıllık yağış miktarı ise 409.56 mm'dir (Şekil 8).

Buharlaşma

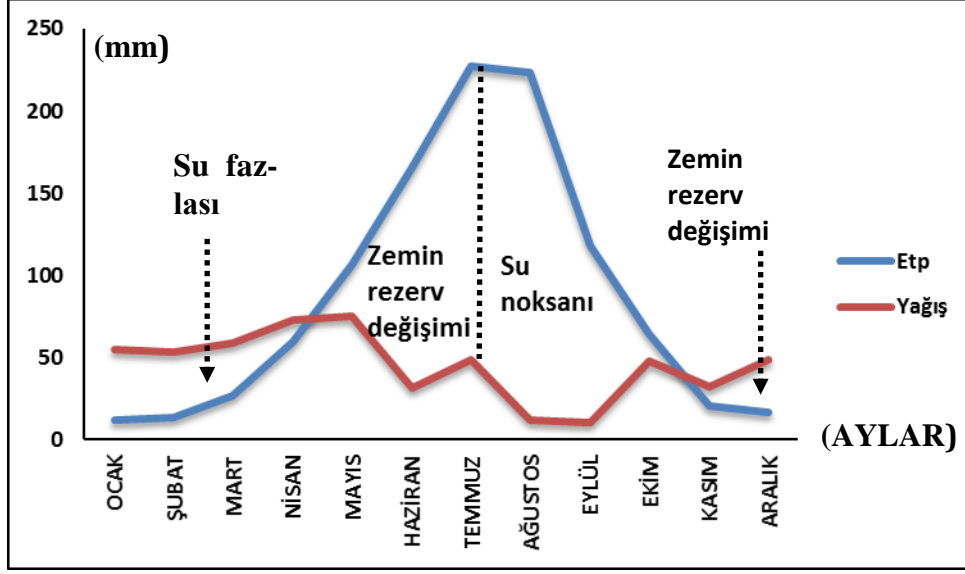
Genel olarak yeraltı suyu ve yüzeysularının en önemli boşalım elemanı buharlaşma-terleme miktarıdır. Doğrudan ölçümü kolay olmayan bu parametrenin belirlenmesi amacıyla farklı ampirik formüller üretilmiştir. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanları Thornthwaite (Thornthwaite ve Mather 1957) eşitliğidir. Bu yöntem ile havzaya ait sıcaklık ve yağış verileri ile havzanın potansiyel (Etp) ve gerçek (Etr) buharlaşma değerleri hesaplanmaktadır. Havzanın deneştirmeli su bilançosunda toplam ortalama yıllık yağış miktarı 499 mm, potansiyel buharlaşma (Etp) değeri 1053.97 mm ve gerçek

buharlaşma (Etr) değeri ise 472.44 mm olarak bulunmuştur (Tablo 2). Ayrıca, bu verilerden yararlanılarak yağış ve potansiyel buharlaşma grafiği hazırlanmıştır (Şekil 9). Grafikte, Ocak ayından Nisan ayının sonuna kadar yağışın (P) potansiyel buharlaşmadan (Etp) fazla olduğu görülmektedir. Bu dönemlerde Etp, Etr'ye eşittir ve bu dönem için su fazlası 82.41 mm olarak hesaplanmıştır. 100 mm olarak kabul edilen zemin nem rezervi Mayıs ayının başından Eylül ayı başına kadar harcanmıştır. Sıcaklıkların artmasıyla Haziran ayı başından Ekim ayı sonlarına kadar gerçekleşen su noksanı ise 581.54 mm'dir. Tüm bu verilere göre; 499 mm olan yıllık yağışın 472.44 mm'lik kısmı buharlaşarak atmosfere dönmektedir.

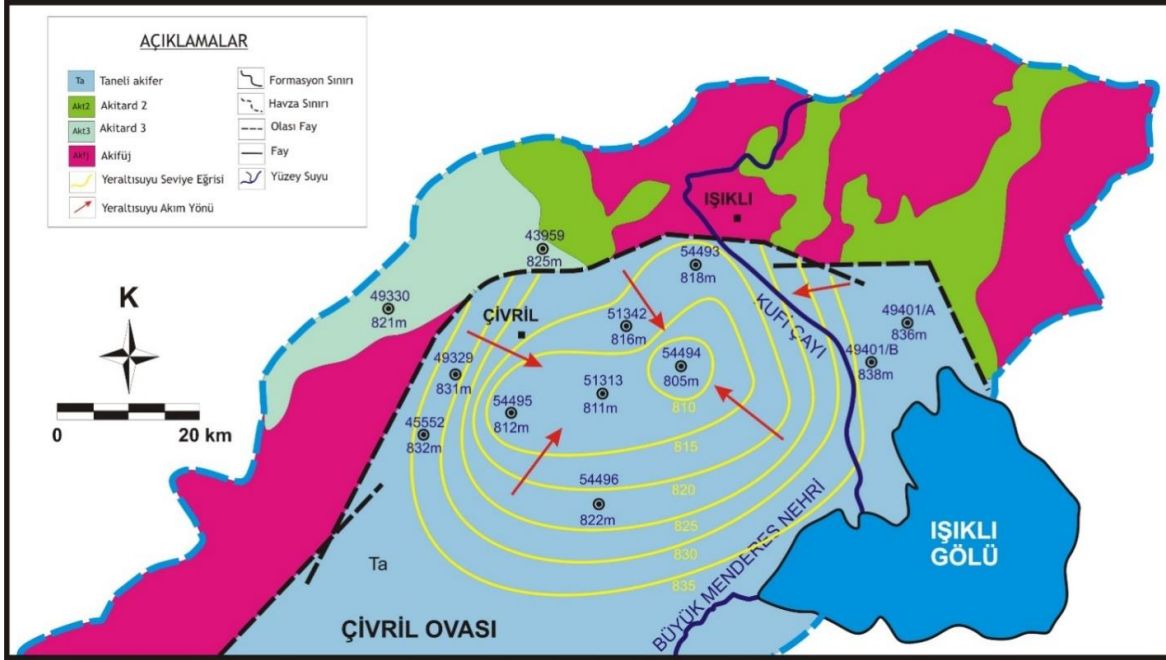
Yeraltı suyu dinamiği

Çivril Ovası'nda Devlet Su İşleri tarafından açılmış çok sayıda sondaj kuyusu bulunmaktadır. Kuyuların derinlikleri 84-196m arasında değişmektedir. Ovada sondaj kuyularıyla alüvyon, konglomera ve kireçtaşından yeraltı suyu üretimi yapılmaktadır. Çivril-Baklan Ovası'nda yeraltı suyu seviyesini belirlemek amacıyla sondaj kuyularında Eylül 2015 döneminde statik seviye ölçümleri yapılmıştır. Baklan ovasında ölçüm yapılabilecek sondaj kuyusu olmadığından seviye ölçümleri Çivril ovasında gerçekleştirilmiştir. Çivril Ovası için hazırlanan yeraltı suyu seviye haritasında yeraltı suyu akım yönünün kuzeydoğusunda Kufi çayına doğru olduğu tespit edilmiştir. Akım yönü, güneyde ve batıda ise

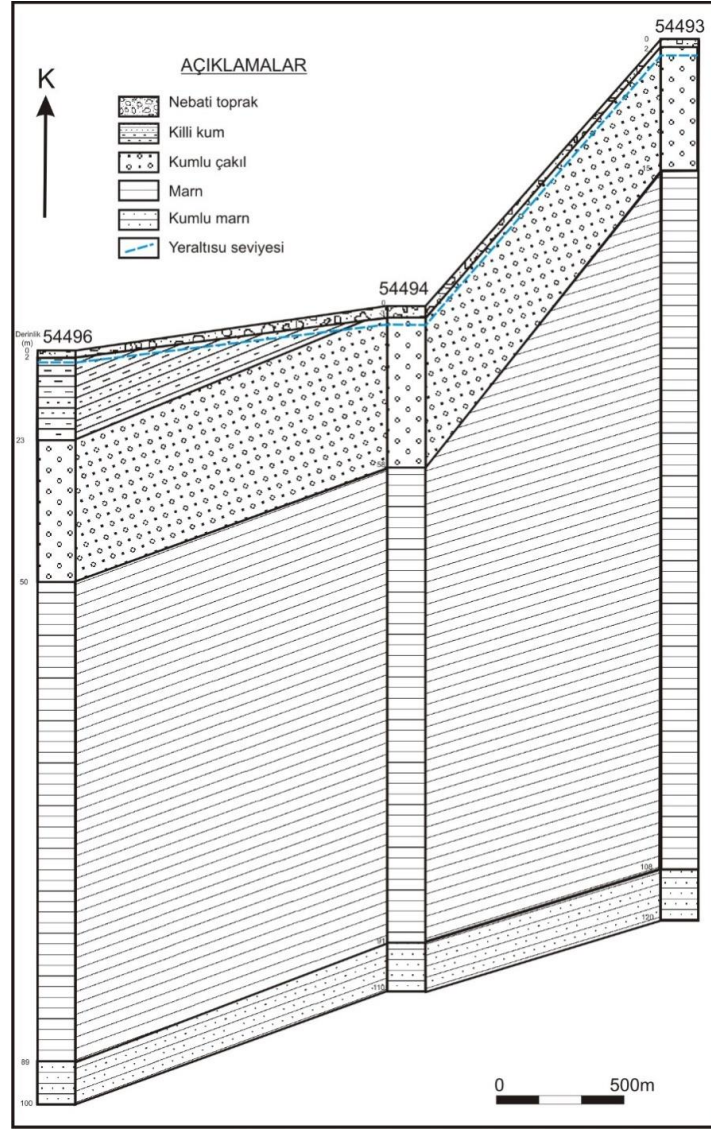
Çivril-Baklan (Denizli) Ovasında Yeraltı Suyuna İklim Değişikliğinin Etkisi



Şekil 9. Aylık Etp-yağış (mm) değişim grafiği



Şekil 10. İnceleme alanı yeraltı suyu seviye haritası



Şekil 11. Panel diyagram

Klimatoloji

İklim sınıflandırması

İklim, geniş bölgelerde çok uzun zaman içinde gerçekleşen ortalama hava koşullarıdır. İklim tipleri sayısız denecek kadar çoktur. Ancak her bilim dalında olduğu gibi, klimatolojide de dağınık olan tiplerin, az çok ortak yanlı olanlarını bir araya getirerek büyük iklim kuşakları ortaya çıkartılmıştır. Araştırmacıların iklim analizinde dikkate aldığı kriterler farklıdır. Bunlardan bazıları; yağış – sıcaklık oranı, yağış – buharlaşma oranı, yağış rejimi ve bitki örtüsüdür. Gerek iklim sınıflandırması ve gerekse iklim analizi çalışmalarında olabildiğince uzun yıllık ortalamalar ve güvenilir-homojen verinin kullanılması gerekir (Dönmez, 1984). Bu çalışmada De Martonne, Erinç ve Aydeniz gibi bilim adamlarının yaptığı

iklim sınıflandırmaları değerlendirilmiş ve bölgenin iklim tipi belirlenmiştir.

De Martonne iklim sınıflandırması

De Martonne'un iklim sınıflandırmasında aylık ve yıllık sıcaklık ile yağış verileri dikkate alınmaktadır. Yıllık ortalama yağış ve sıcaklığın yanında, Temmuz ve Ocak ayı sıcaklık ve yağış ortalamaları arasındaki ilişki hesaplamada göz önünde tutulmaktadır. Yıllık yağış miktarı yağışlı ve kurak iklimleri ayırmaya imkân verir. Kurak devrelerin tespitinde aylık yağışların yanında buharlaşma da önemli bir parametredir (DMİ, 1972).

De Martonne'un 1942'de geliştirdiği yıllık kuraklıkendisi (Ia)(1) no'luformül (KŞM, 2014) ile hesaplanır ve Tablo

Çivril-Baklan (Denizli) Ovasında Yeraltı Suyuna İklim Değişikliğinin Etkisi

3'deki indislere göre değerlendirilerek iklim tipi belirlenir.

$$I_a = (P / (T + 10) + (12 * p) / (t + 10)) / 2 \quad (1)$$

Burada;

- 10 = Sıcaklığın 0°C'nin altında olduğu yerlerde t'yi pozitif yapmaya yarayan sabit sayı
P = Uzun yıllar toplam yağış (mm)
T = Uzun yıllar ortalama hava sıcaklığı (°C)
p = En kurak ayın yağışı (mm)
t = En kurak ayın ortalama sıcaklığı (°C)

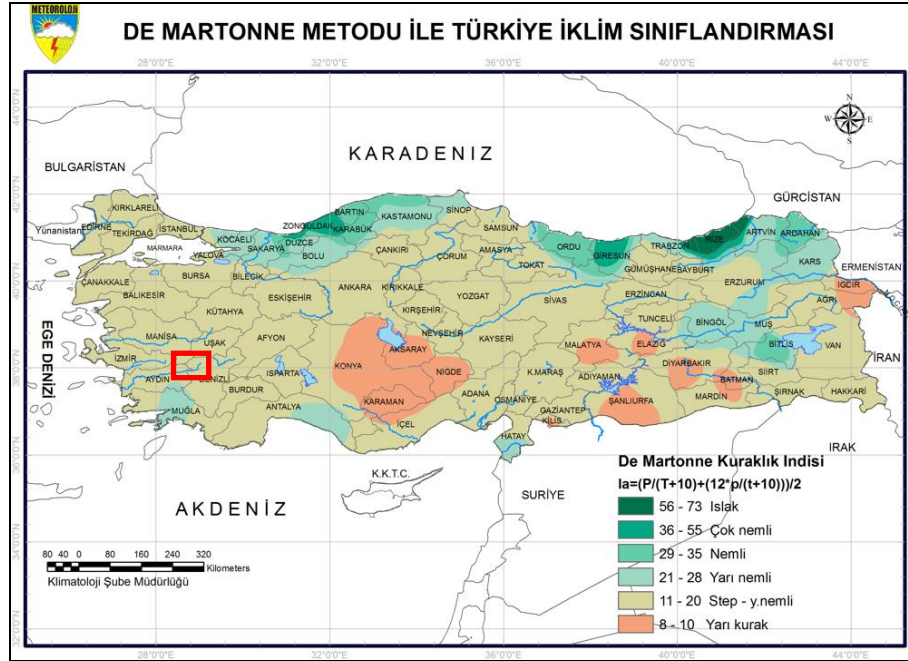
Tablo 3. De Martonne indisleri ve iklim tipleri (KŞM, 2014)

İklim Tipi	Kuraklık İndeksi
Çöl	0-5
Step (Yarı Kurak)	5-10

Step-Nemli arası	10-20
Yarı Nemli	20-28
Nemli	28-35
Çok Nemli	35-55
Islak	>55
Kutupsal	<0 (T<-5°C)

Bu formülü Çivril bölgesi için uygularsak kuraklık indisi; $I_a = (409 / (12.9 + 10) + (12 * 3.7 / (23.4 + 10))) / 2 = 16.5$ bulunur.

Bu duruma göre Çivril ilçesi ve civarı De Martonne metoduna göre "step-nemli" iklim tipindedir (Tablo 3). Baklan bölgesinde ise yeterli veri olmadığı için iklim tipi hesaplanamamıştır. Ayrıca Türkiye De Martonne metodu ile hazırlanmış iklim sınıflandırması haritasına göre de bu bölgenin "step-yarı nemli" iklim bölgesinde yer aldığı görülmektedir (Şekil 12).



Şekil 12. De Martonne metodu ile Türkiye iklim sınıflandırması (KŞM, 2014)

Erinç iklim sınıflandırması

Yağış miktarlarının doğrudan ortalama sıcaklıklara oranlanması ile elde edilen indis, karasal bölgelerde gerçekte olduğundan daha nemli bir durumun ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle Erinç, indisin hesaplanmasında ortalama sıcaklık yerine ortalama maksimum sıcaklığı almıştır. Ancak bu değerlendirmede ortalama maksimum sıcaklığın 0°C'nin altına düştüğü aylar, evapotranspirasyonun olmadığı varsayılarak dikkate alınmaz (Erinç, 1984). Erinç iklim indisi (2) no'lu formül ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Yağış Etkinlik İndisi (Im)} = P / T_{om} \quad (2)$$

Burada;

- P = Yıllık toplam yağış (mm)
 T_{om} = Yıllık ortalama maksimum sıcaklık

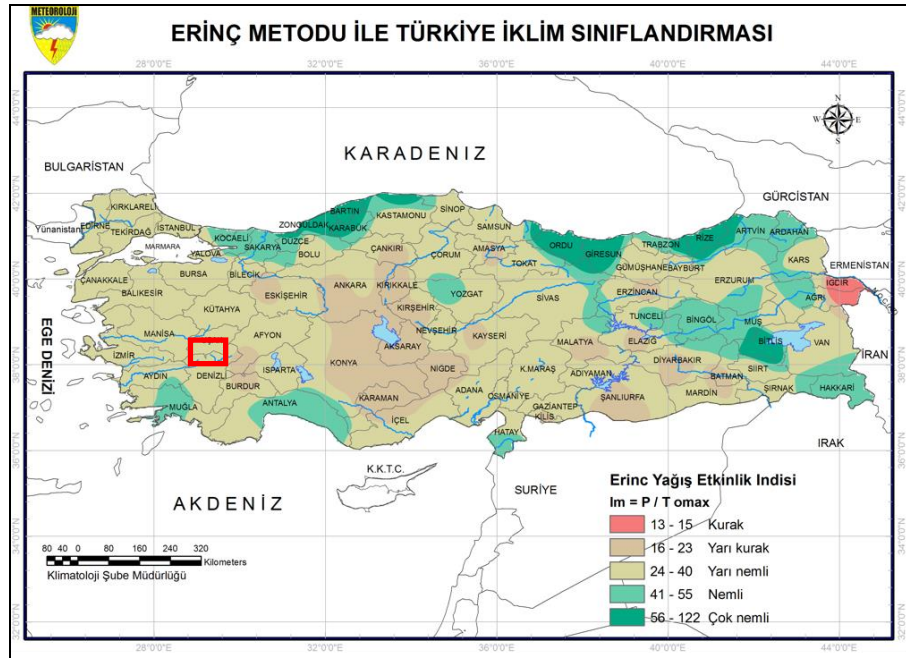
Erinç, elde edilecek indis değerlerine göre 6 ayrı iklim sınıfı tanımlamıştır.

Tablo 4. Erinç iklim indis değerleri ile bunlara bağlı bitki örtüsü ve iklim sınıfları (KŞM, 2014)

İklim Sınıfı	İndis Değeri (Im)	Bitki Örtüsü
Tam Kurak	<8	Çöl
Kurak	8-15	Çöl-Step
Yarı Kurak	15-23	Step
Yarı Nemli	23-40	Park görünümü kuru orman
Nemli	40-55	Nemli orman
Çok Nemli	>55	Çok nemli orman

Çivril bölgesi için Erinç kuraklık indisi; $Im = 411/12 = 34$ olarak hesaplanmıştır.

Çivril bölgesi Erinç iklim sınıflandırmasına göre “yarı nemli” iklim tipine ve “park görünümü kuru orman” bitki örtüsüne sahiptir (Tablo 4). Baklan bölgesine ait yeterli veri olmadığından hesaplama yapılamamıştır. Erinç metoduna göre çizilen Türkiye iklim sınıflandırması haritasına göre ise Çivril-Baklan ovası “yarı nemli” iklim tipine sahiptir (Şekil 13).

**Şekil 13.** Erinç metodu ile Türkiye iklim sınıflandırması (KŞM, 2014)

Aydeniz iklim sınıflandırması

AÜ Ziraat Fakültesi öğretim üyesi Prof. Dr. Akgün Aydeniz'in geliştirdiği formüde, yağış, sıcaklık, nispi nem ve güneşlenme süresi verileri kullanılmaktadır (DMİ, 1988). Çivril ve Baklan bölgesinde nispi nem ve güneşlenme süresi verileri yeterli olmadığı için bölge Aydeniz metoduna göre değerlendirilememiştir. Ancak Aydeniz metodu ile hazırlanan Türkiye haritasına göre ise bölgenin “yarı kurak” iklim bölgesinde yer aldığı görülmektedir (Şekil 14).

Sonuç olarak çalışma alanında yapılan iklim sınıflandırmasının Türkiye haritasına göre değerlendirilmesi özet şeklinde Tablo 5'de sunulmuştur.

Tablo 5. Çivril-Baklan ovası iklim sınıflandırması

Yer	İklim sınıflandırma metodu	İklim indis aralığı	İklim tipi
Çivril-Baklan ovası	De Martonne	11-20	Step-Yarı nemli arası
Çivril-Baklan ovası	Erinç	24-40	Yarı nemli
Çivril-Baklan ovası	Aydeniz	0,76-1,00	Yarı kurak

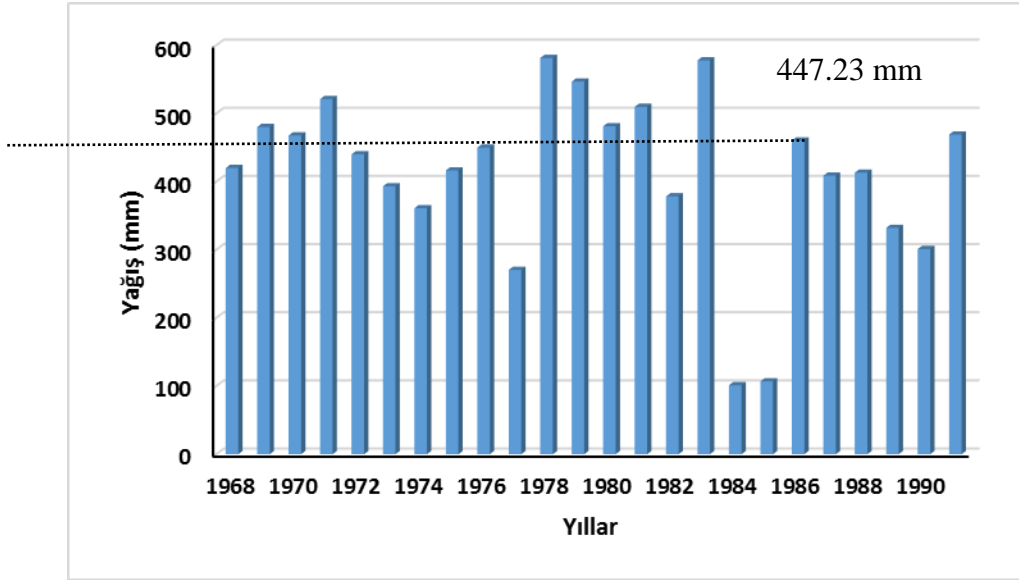


Şekil 14. Aydeniz metodu ile Türkiye iklim sınıflandırması (KŞM, 2014)

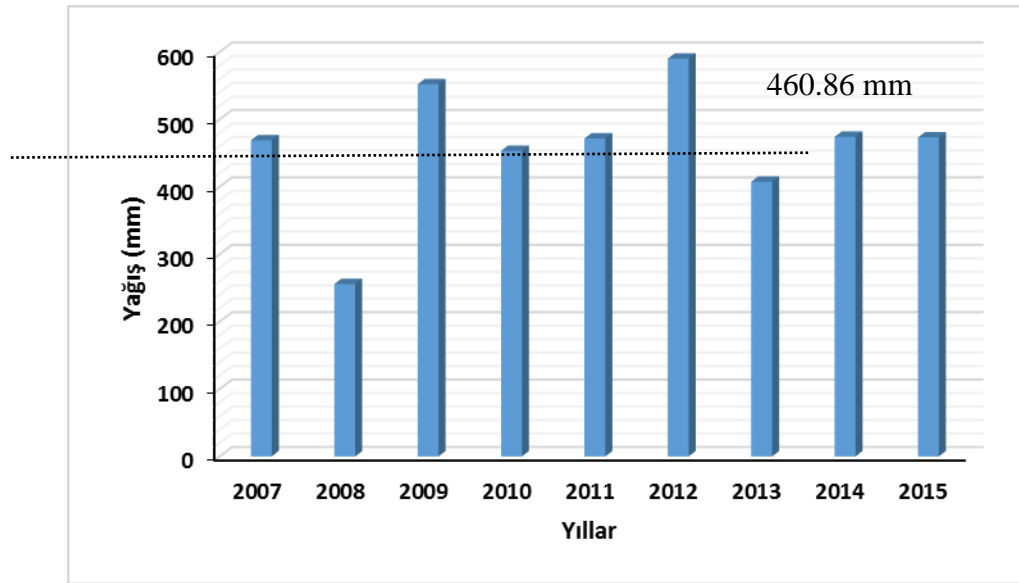
Yeraltısuyu seviyeleri-yağış-sıcaklık ilişkisi

Yeraltısuyu seviye değişimini denetleyen en önemli parametreler olan yağış ve sıcaklık ölçümleri su seviye ölçümleri ile ilişkilendirilmiştir. Bu değerlendirmeler için Çivril DMİ'nda ölçülen yağış ve sıcaklık değerleri ile DSİ 21. bölge tarafından düzenli olarak yapılan yeraltısuyu seviye verileri kullanılmıştır. Çivril'de kurulan ilk meteoroloji istasyonunda 1968-1992 yılları arası, ikinci istasyonda ise 2007-2015 yılları arasında yağış ve sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. İlk istasyonda 1968-1992 yılları için ortalama yağış miktarı 447.23 mm (Şekil 15), ikinci istasyonda 2007-2015 yılları arasında ölçülen ortalama yağış miktarı 460.86 mm'dir (Şekil 16). Bu araştırmada Çivril DMİ'larında ölçülen yıllık yağışların zamansal değişimlerinin belirlenmesi amacıyla ortalama yıllık yağıştan eklenik sapma analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 15, 16). Çivril'de kurulan DMİ verilerine göre 1969-1971 yılları arası yağışlı dönem, 1971-1977 yılları arası kurak dönem, 1977-1984 yılları arası yağışlı dönem ve 1984-1992 yılları arası yine kurak dönem gözlenirken 2008-2012 yılları arası yağışlı dönem,

2012-2015 yılları arası kararlı dönem gözlenmiştir (Şekil 17, 18). Bu istasyonda ölçülen yağış-sıcaklık ilişkilerine bakıldığında ortalama sıcaklık değerlerinin yağışın arttığı yıllarda genel olarak düştüğü görülmektedir (Şekil 19, 20). DSİ 21. Bölge Müdürlüğü tarafından Çivril Ovasında bulunan 13 adet kuyuda 2000-2014 yılları arasında düzenli yeraltısuyu seviye ölçümleri yapılmaktadır. Yağışlı ve kurak dönem dikkate alınarak yıllara göre seviye değişim grafiği hazırlanmıştır (Şekil 21, 22). Grafikte yağışlı dönemi temsil eden Mayıs ayı statik seviye değerlerinin kurak dönemi temsil eden kasım ayı ölçümlerine göre yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum uzun yıllar bazında yağıştan yeraltısuyunun beslendiğini ve su seviyesinin arttığını göstermektedir. Kurak dönemde hem yağıştan beslenme miktarının azalması hem de kuyulardan yeraltısuyu çekilmesi statik seviyeyi düşürmektedir. Bölgede genel olarak bütün kuyularda yeraltısuyu seviyesinin 5 m'den daha aşağı olması nedeniyle sıcaklık değişimlerinden fazla etkilenmemektedir. Bölgede yeraltısuyu seviye değişimini etkileyen en önemli iklimsel parametre yağış miktarındaki artış ve azalışlardır.

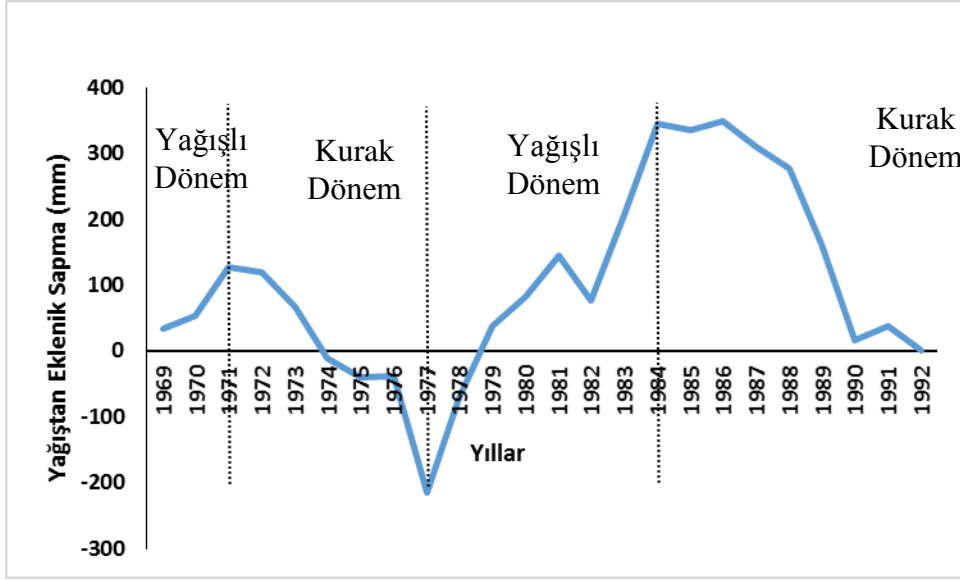


Şekil 15. Çivril yıllık yağış dağılım grafiği (1968-1990)

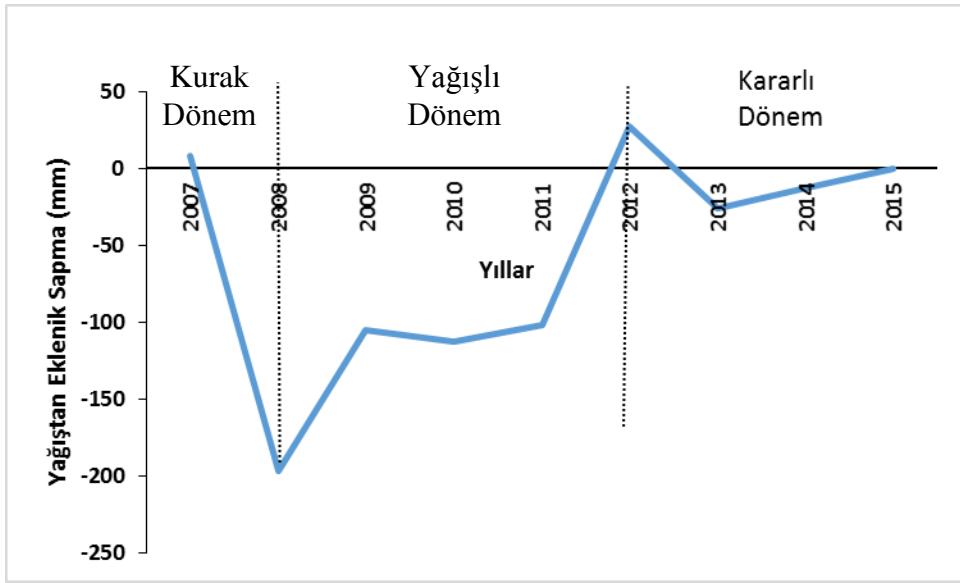


Şekil 16. Çivril yıllık yağış dağılım grafiği (2007-2015)

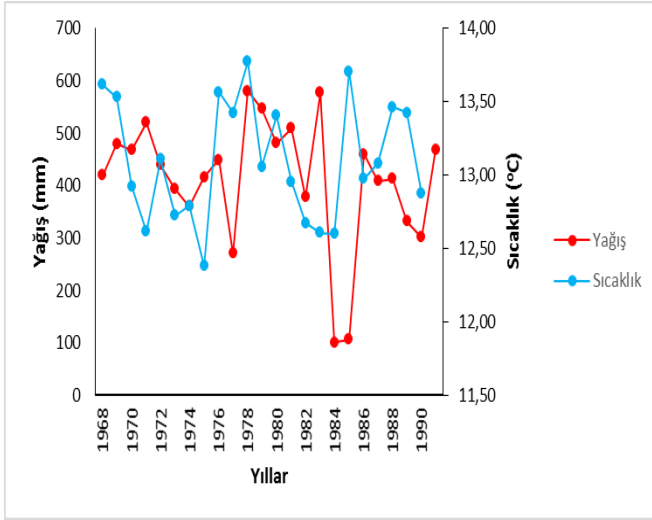
Çivril-Baklan (Denizli) Ovasında Yeraltı Suyuna İklim Değişikliğinin Etkisi



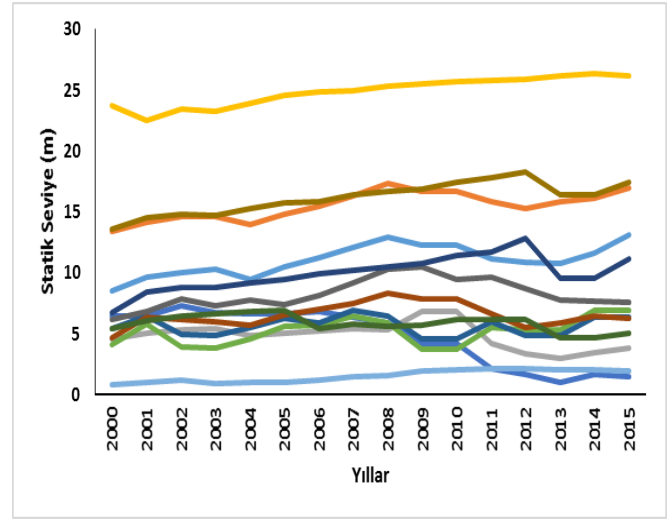
Şekil 17. Çivril 5986 nolu DMI'na ait eklenik sapma grafiği



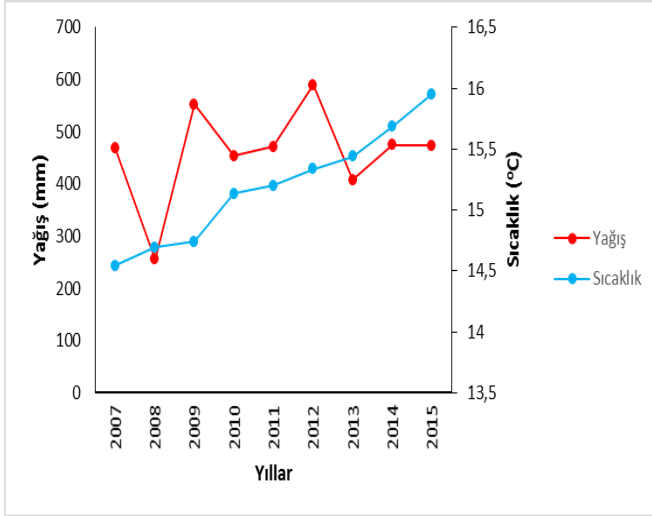
Şekil 18. Çivril 17825 nolu DMI'na ait eklenik sapma grafiği



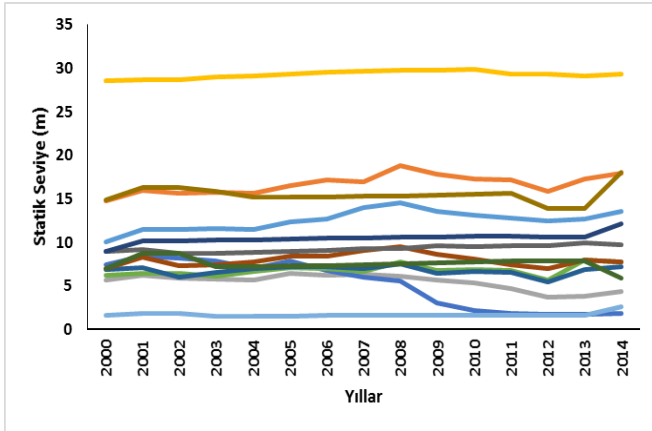
Şekil 19. Çivril sıcaklık-yağış değişim grafiği (1968-1990)



Şekil 22. Sondaj kuyularındaki seviye değişim grafiği (Mayıs)



Şekil 20. Çivril sıcaklık-yağış değişim grafiği (2007-2015)



Şekil 21. Sondaj kuyularındaki seviye değişim grafiği (Kasım)

SONUÇLAR

Çalışma alanı olarak seçilen Çivril-Baklan Ovası geniş yayımlı bir alana sahip olması nedeniyle yeraltı potansiyeli açısından zengin bir havza niteliğindedir. Havzanın yıllık ortalama yağış miktarı 409.56 mm'dir. Havzada geçmiş yıllara göre güncel sıcaklık miktarları değerlendirildiğinde bölgede sıcaklığın giderek arttığı görülmektedir. Ova için hesaplanan gerçek buharlaşma miktarı da 472.44 mm olarak belirlenmiştir. Yağış miktarının buharlaşma miktarına göre düşük olması havzada kuraklığa doğru bir eğilim olduğunun işaretidir. Kuraklık takibi için kuraklık indislerinin hesaplanması önemlidir. Çivril-Baklan havzası De Martonne metoduna göre "step-yarı nemli arası", Erinç metoduna göre "yarı nemli" ve Aydeniz iklim sınıflandırma metoduna göre de "yarı kurak" iklim tipine sahiptir. Yeraltı suyu seviye değişimini denetleyen en önemli parametreler olan yağış ve sıcaklık ölçümleri DSİ tarafından yapılan uzun dönem yeraltı suyu seviye ölçümleri ile ilişkilendirilmiştir. Bu değerlendirmelere göre, yağışlı dönemi temsil eden Mayıs ayında statik seviye değerlerinin kurak dönemi temsil eden kasım ayı ölçümlerine göre yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum uzun yıllar bazında yağıştan yeraltı suyunun beslendiğini ve su seviyesinin arttığını göstermektedir. Kurak dönemde hem yağıştan beslenim miktarının azalması hem de kuyulardan yeraltı suyu çekimi ile statik seviye değerini düşürmektedir. Bölgede genel olarak bütün kuyularda yeraltı suyu seviyesinin 5 m'den daha aşağı olması nedeniyle sıcaklık değişimlerinden fazla etkilenmemektedir. Bölgede yeraltı suyu seviye değişimini etkileyen en önemli iklimsel parametreye yağış miktarındaki değişikliklerdir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yapılmasını destekleyen TÜBİTAK 2209/A Üniversite Öğrencileri Yurtiçi Araştırma Projeleri Destek Programı'na teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Boyraz, S., Kazancı, N., İsmail, M.T., Öncel, S., İleri, Ö., Makaroğlu, Ö. (2011). Sediment Properties and Geological Evolution of the Recent Lake Işıklı (Denizli, SW Turkey). *18th International Petroleum and Natural Gas Congress and Exhibition of Turkey*. 2011.
- DMİ (1972). Türkiye İklim Tasnifi (De Martonne Metoduna Göre). Ankara
- DMİ (1988). Aydeniz Metodu ile Türkiye'nin Kuraklık Değerlendirmesi, Ankara
- De Martonne, E. (1942). Nouvelle carte mondiale de l'indice d'aridité. *Annales de Géographie* 51:242–250.

- Dönmez, Y. (1984). Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları İ.T.Ü. Yayın No: 2506, *Coğrafya Enstitüsü Yayını*. 102.
- Erinç, S. (1984). Klimatoloji ve Metotları, İ.T.Ü. *Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü*, İstanbul
- Konak, N., Akdeniz, N., Çakır, H. (1986). Çal-Çivril Karahallı Dolayının Jeolojisi. *MTA Rapor No: 8945*
- KŞM (2014). Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Klimatoloji Şube Müdürlüğü Kalaba, Ankara, Türkiye.
- MGM (2015). TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü veri bankası <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=DENIZLI>, 31.06.2015
- Özsoy, İ. (2011). Denizli ili 2011 yılı çevre durum raporu, TC Denizli Valiliği İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü
- Sözbilir, H. (1997). Stratigraphy and Sedimentology of The Tertiary Sequences in The Northeastern Denizli Province (Southwest Turkey), *Doktora Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 195.
- Thornthwaite, C.W., Mather, J.R. (1957). Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance; *Publ. Climatol.* 10 185–311.