

Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi

Journal of Geomorphological Researches

© Jeomorfoloji Derneği

www.dergipark.gov.tr/jader

E - ISSN: 2667 - 4238



Araştırma Makalesi / Research Article

SELENDİ ÇAYI HAVZASI'NDA İKLİM ÖZELLİKLERİNDEKİ EĞİLİMLER VE EROZYONA ETKİLERİ / Trends in Climate Characteristics in Selendi River Basin and Their Effects on Erosion

Yıldız GÜNEY^a & Hüseyin TUROĞLU^b

^a Uşak Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Uşak - Türkiye

yildiz.guney@usak.edu.tr  <https://orcid.org/0000-0002-0756-9246>

^b İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul - Türkiye

turogluh@istanbul.edu.tr  <https://orcid.org/0000-0003-0173-6995>

Makale Tariğesi

Geliş 27Şubat2020

Kabul 9Mart 2020

Article History

Received February27, 2020

Accepted March9, 2020

Anahtar Kelimeler

İklim Değişikliği, Erozyon, Trend Analizleri, Selendi Çayı Havzası

Keywords

Climate Change, Erosion, Trend Analysis, Selendi River Basin

Atıf Bilgisi / Citation Info

Güney, Y. & Turoğlu, H. (2020) Selendi Çayı Havzası'nda İklim Özelliklerindeki Eğilimler ve Erozyona Etkileri / Trends in Climate Characteristics in Selendi River Basin and Their Effects on Erosion, *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi / Journal of Geomorphological Researches*, 2020 (4): 15-31

ÖZET

Geleceğimizi öngörmek, yaşam ve etkinliklerimizi buna göre planlamak için iklim değişikliğinin belli konulardaki etkilerinin ne olacağının bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Selendi Çayı Havzası'nı ilgilendiren meteoroloji istasyonu verileri kullanarak erozyonu etkileyen iklim parametrelerindeki değişimler ve eğilimler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca iklim parametrelerindeki değişim erozyon açısından değerlendirilmiştir. Bu amaçla Uşak, Gediz, Simav, Demirci Meteoroloji İstasyonlarına ait günlük sıcaklık ve yağış verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Öncelikle iklim tipindeki farklılaşmayı ortaya koyabilmek amacıyla meteoroloji istasyonu verileri 1960-1974 ve 1997-2011 olmak üzere 15 yıllık periyotlar şeklinde ele alınmıştır. Thonhwaite (1948) yöntemine göre iklim tipi ve su bilançoları, De Martonne formülüne göre hesaplanmış (1923) aylık indis değerleri ile De Martonne ve Gottman formülüne (1942) göre hesaplanmış yıllık indis değerleri doğrultusunda kuraklık analizleri, Erinç (1965)'in yağış etkinliği indisiyle hazırlanmış kurak ve nemli aylar 15 yıllık periyotlar halinde değerlendirilerek karşılaştırılmıştır. Böylece meteoroloji istasyonu verilerine göre kısa zamanda iklim tipindeki farklılaşma ortaya konulmuştur. Ayrıca yağış ve sıcaklık verilerine doğrusal trend ve Mann-Kendall analizi uygulanmıştır. Araştırmada kullanılan istasyonların sıcaklıklarındaki artış eğilimine karşı, yağış miktarlarındaki azalış trendi araştırma alanındaki iklimin daha kurak bir karakter kazanma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bu kuraklaşmanın yüzeysel akışı ve dolayısıyla erozyonu arttırıcı etkisi beklenebilir. Ayrıca sağanak yağışların frekanslarında görülen artışlar da erozyonu arttırıcı etkisi açısından önemlidir.

ABSTRACT

In order to foresee our future and plan our life and activities accordingly, it is necessary to have knowledge regarding what the effects of climate change will be on certain issues. In this study, the changes and trends in climate parameters affecting erosion were tried to be revealed by using the meteorological station data concerning Selendi River Basin. In addition, the changes in climate parameters were evaluated in terms of erosion. In line with this purpose, daily temperature and precipitation data belonging to the Uşak, Gediz, Simav and Demirci Meteorological Stations were obtained from the Turkish State Meteorological Service. Firstly, in order to reveal the differentiation in climate type, meteorological station data were discussed in 15-year periods as 1960-1974 and 1997-2011. Climate type and water balance sheets calculated according to Thonhwaite (1948) method, drought analyses in line with the monthly index values calculated according to De Martonne formula (1923) and yearly index values calculated according to De Martonne and Gottman formula (1942), arid and humid months prepared with the precipitation efficiency index of Erinç (1965) were evaluated and compared in 15-year periods. Thus, the differentiation in climate type was

revealed in a short time according to the meteorological station data. Furthermore, linear trend and Mann-Kendall analysis were applied on the precipitation and temperature data. In contrast to the increasing trend in the temperatures of the stations used in the research, the decreasing trend in the precipitation amount reveals that the climate in the research area tends to gain a more arid character. This aridification can be expected to have a superficial flow and thus erosion-increasing effect. In addition, the increases observed in the frequencies of rain showers are also important in terms of its erosion-increasing effect.

© 2020 Jeomorfoloji Derneği. Tüm hakları saklıdır. All rights reserved.

GİRİŐ

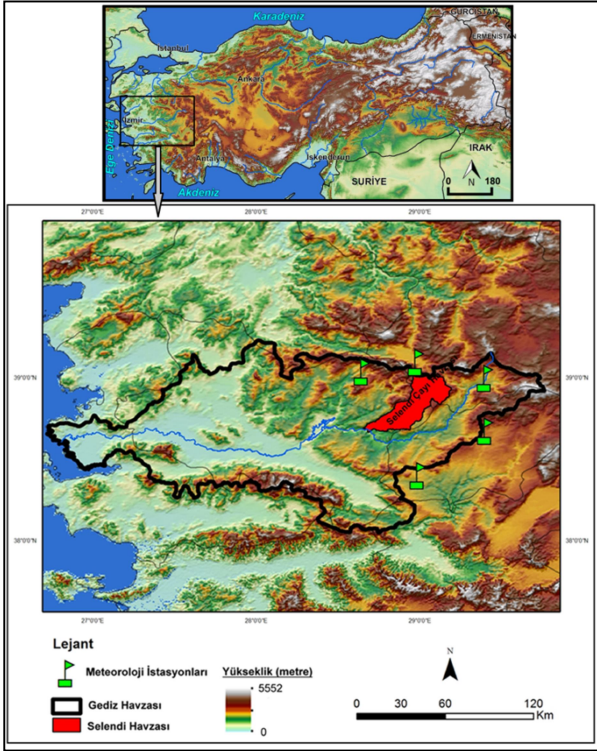
İklim jeolojik çağlar boyunca deđiŐmiŐ ve deđiŐmeye devam etmektedir. Geleceğimizi öngörmek, yaŐam ve etkinliklerimizi buna göre planlamak için iklim deđiŐikliđinin belli konulardaki etkilerinin ne olacağının bilinmesi gerekmektedir. IPCC'nin 2007 yılında yayınlanan 4.Değerlendirme Raporuna (AR5) göre, iklim deđiŐikliđinin olumsuz etkilerinin kendini en çok göstereceği sahalarda arasında gösterilen Akdeniz Havzası'nda bir ölkede yaŐamamız konuyla ilgili yapılacak planlara iklim deđiŐikliđinin etkilerini de katmanın gerekliliğini ortaya koymaktadır. Araştırma, uygulanan yöntem ve ulaŐılan sonuçlar itibariyle, iklim deđiŐikliđi sebebiyle öngörlen yağış ve sıcaklık deđiŐikliklerinin, özellikle ziraat açısından önemli veya baraj bulunan havzalardaki etkilerini aydınlattığı için önem arz etmektedir.

Küresel iklim deđiŐimi erozyon üzerinde önemli etkilere sahiptir fakat birçok faktör tarafından yönetilen erozyon oranları bu faktörler arasındaki karmaŐık etkileŐimleri de iğerdiği için iklim deđiŐiminin erozyon üzerindeki etkileri çok az araŐtırmaya konu olmuŐtur (Kundzewicz vd., 2007). İklm, iklim deđiŐimi ve erozyona etkileri ile ilgili bağlantıların detaylı bir Şekilde ağıklandığı teorik çalıŐmalar Langbein ve Schumm (1958), Nearing vd. (2004), Nudes ve Nearing (2011) gibi araŐtırmacılar tarafından yapılmıştır. İklm deđiŐikliđinin erozyona etkileri ile ilgili uygulamalı araŐtırmalar ise oldukça sınırlı olmakla birlikte sayıları özellikle son yıllarda artış göstermiştir (Nearing, 2001; O'Neal, 2005; Zhang ve Nearing, 2005; Mullan vd., 2012; Mullan, 2013). Konuyla ilgili iklim deđiŐikliđinden en çok etkilenecek alanlardan biri olan Akdeniz havzasında proje çalıŐmaları

da yürütölmektedir. Örneğin 2009 yılında başlayan 197.988 € bütçeli ERLAND Projesi (Direct and indirect impacts of climate change on soil erosion and land degradation in Mediterranean watersheds), konuyla ilgili uygulamalı çalıŐmaların gerekliliğini ve aynı zamanda bu tip çalıŐmaların sınırlılıklarına dikkat çekmesi açısından önemlidir.

Ulusal literatürde ise iklim deđiŐikliđinin erozyona etkilerinden bahseden ve araŐtırılması gerektiğini vurgulayan çalıŐmalar (Şen, 2003; Karaca, 2008; Kaya, 2008; Kadioğlu, 2009; Kadioğlu, 2012) olmakla birlikte bu konuda uygulamalı bir çalıŐmaya rastlanmamıŐtır. Örneğin, iklim deđiŐikliđinin erozyona etkilerinin araŐtırılması gerektiğine dikkat çeken Karaca (2008), yağışların miktar, enerji ve Őiddetlerinin mekânsal ve zamansal dağılımlarındaki farklılaŐmanın doğrudan iklimden kaynaklanan erozyonun deđiŐmesine sebep olacağını vurgulamıŐ, yağış Őiddetlerindeki ve miktarlarındaki artıŐın toprak erozyonunu da arttırabileceğini belirtmiştir. Bu sebeple, iklim deđiŐikliđi ile birlikte farklılaŐması öngörlen yağış Şiddeti, enerjisi gibi yađıŐın erozyonu etkileyen unsurlarındaki deđiŐikliklerin analiz edilip, gelecekte bu deđiŐikliklere bağlı olarak erozyonun tahmin edilmesi gerektiğini ve bunun konuyla ilgili gerek toprak gerekse su koruma önlemlerinin önceden alınması için önemli olduğunu vurgulamıŐtır. Ayrıca Türkiye'de erozyon denilince akla ilk gelen kurum olan TEMA Vakfı da erozyon ile mücadelenin iklim deđiŐikliđi öngöşüleri ve mücadelesi ile birlikte sürdürölmeli gerektiğini ifade etmektedir. Bu çalışmada Selendi Çayı Havzası'nı ilgilendiren meteoroloji istasyonu verileri kullanılarak erozyonu etkileyen iklim

parametrelerindeki değişimler ve eğilimler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca iklim parametrelerindeki değişim erozyon açısından değerlendirilmiştir.



Şekil 1: Araştırma alanının lokasyon haritası ve kullanılan meteoroloji istasyonlarının konumu / **Figure 1:** Location of study area and meteorological stations

Selendi Çayı Havzası Türkiye'nin batısında Gediz Havzası'nın yukarı bölümünde yer almaktadır (Şekil 1). Araştırma alanının gerek jeolojik gerekse jeomorfolojik özelliklerinden dolayı erozyon ve yamaç süreçleri açısından bazı problemleri vardır (Güney ve Turoğlu, 2018; Güney, 2017; Güney, 2018). Nitekim bu duruma Ozaner (1988) de dikkat çekmiş, araştırma alanında erozyonun çok aktif olarak devam ettiği badlands birimlerini tiplerine göre sınıflandırıp, haritalamış ve sahadaki badlands gelişimini kısa sürede önlemenin mümkün olmadığını belirtmiştir. Araştırma alanı olarak seçilen Selendi Çayı Havzası'ndaki halkın çok büyük bir bölümü geçimini tarım ve hayvancılıkla sağladığı için özellikle iklim değişikliği ile artması öngörülen erozyon konusunda bölgenin durumu araştırmaya değer önemli bir problemdir.

VERİ ve YÖNTEM

Selendi Çayı Havzası'nın iklim özellikleri incelenirken bir takım zorluklarla karşılaşmıştır. Araştırma alanı sınırları içerisinde iklim analizlerinde kullanılabilir kadar uzun kayıt yapan meteoroloji istasyonu bulunmamaktadır. Bu nedenle araştırma alanının erozyonu ilgilendiren iklim özellikleri Uşak, Simav, Gediz ve Demirci Meteoroloji İstasyonları'nın rasat verilerinden yararlanılarak analiz edilmiş, iklim tipindeki farklılaşma ve eğilimleri ortaya koyan sonuçlar tablolar ve grafiklerle ele alınmıştır. Araştırma alanı sınırları içerisinde bulunan tek istasyon olan Selendi Meteoroloji İstasyonu'nun yalnızca 1985-1990 periyoduna ait verileri yeterince temsil edici olmayacağı için analizlere katılmamıştır. Bakı ve yükselti faktörleri göz önünde bulundurularak araştırma alanını daha iyi temsil edeceği düşünölen Uşak, Simav, Gediz ve Demirci Meteoroloji İstasyonları'nın günlük toplam yağış miktarı, günlük minimum sıcaklık, günlük maksimum sıcaklık, günlük ortalama sıcaklık ve günlük maksimum-minimum sıcaklık farkı verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir (Tablo 1, Şekil 1).

İklim tipindeki farklılaşmayı ortaya koymak amacıyla Simav ve Uşak Meteoroloji İstasyonları'nın verileri 51 yıllık gözlem süresi içinde 1960-1974 ve 1997-2011 yıllarını kapsayan 15 yıllık periyotlar halinde analizler yapılmıştır. 15 yıllık periyotların kullanılmasının sebebi Turoğlu (2014)' nun da işaret ettiği gibi 1940'dan itibaren yükselmeye başlayan küresel ortalama sıcaklıklardaki artış 1880-1970 yılları arasında 0,4 °C'ye ulaşmış olmasıdır (Hansen vd., 1981; Ruedy vd., 2014). 1998 yılı 1880 ve 1999 yılları arasında en yüksek sıcaklıkların kaydedildiği yıldır (Hansen vd., 1999; Hansen vd., 2001). Bütün bunlarla beraber 1880'den bu yana en yüksek sıcaklığa sahip 10 yılın 9'unun 2000 yılı sonrasında gerçekleşmesi (Ruedy vd., 2014; Cole ve McCarthy, 2012), son 15 yılın iklim elemanlarının değişiklikleri açısından önemini açıkça ortaya koymuştur (Turoğlu, 2014). Bu

sebeple Turoğlu 2014'ün de çalışmasında uyguladığı bu sistem iklim elemanlarının yağış ve sıcaklığın özelliklerinde kısa zamanda gözlenen farklılaşmayı ortaya koymada kullanılmıştır. 15 yıllık periyotlarda aylık yağış miktarı, aylık sıcaklık ortalamaları, yağışlı gün sayıları, yağış şiddeti frekansları, Thonthwaite (1948) yöntemine göre iklim tipi ve su bilançoları, De Martonne formülüne göre hesaplanmış (1923) aylık indis değerleri ile De Martonne ve Gottman formülüne (1942) göre hesaplanmış yıllık indis değerleri doğrultusunda kuraklık analizleri, Erinç (1965)'in yağış etkinliği indisiyle hazırlanmış kurak ve nemli aylar analiz edilmiştir.

Tablo 1: Araştırmada kullanılan meteoroloji istasyonlarına ait bilgiler / **Table 1:** Information of meteorological stations

İstasyon Adı	Veri Yılları	Yükseklik (m)	Enlem	Boylam
Uşak	1960-2011	919	38° 67' K	29° 40' D
Simav	1960-2011	809	39° 09' K	28° 97' D
Gediz	1972-2011	736	38° 99' K	29° 40' D
Demirci	1992-2011	855	39° 03' K	28° 64' D

Araştırmada kullanılan Simav (1960-2011), Uşak (1960-2011), Gediz (1972-2011) ve Demirci (1992-2011) Meteoroloji İstasyonları' na doğrusal trend ve Mann-Kendall analizi uygulanmıştır. Buradaki amaç yüzeysel akışı ve dolayısıyla erozyonu etkileyen temel iklim parametreleri olan sıcaklık ve yağış verilerinin yıllar arasında ne şekilde eğilim gösterdiğini tespit etmektedir. Böylece Lavee vd. (1998)'in farklı iklim koşullarında yağışın yüzeydeki dağılışı ile ilgili grafiğinde araştırma alanının gelecekteki konumu ve bunun erozyona etkileri ile ilgili değerlendirme yapabilmek hedeflenmiştir. Trend, bir seride mevcut olan değerlerin, uzun bir zaman devresi içerisinde gösterdikleri artış veya azalışın istikametini belirtir (Türkbal, 1981). Regresyon analizlerinin esası, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkilerin şeklinin ve yönünün ölçülmesine dayanır. Değişkenler arasındaki ilişkiler doğrusal olabileceği gibi doğrusal olmayan şekillerde de kendini gösterebilir (akıcı, 1991). Mann-Kendall trend testi (Mann, 1945; Kendall, 1975), bir zaman serisinin sıralamaları ve zaman sıraları arasındaki korelasyona

dayanmaktadır. Bu trend testi zaman serilerindeki önemli eğilimleri tespit etmek için yaygın olarak kullanılan parametrik olmayan (non-parametrik) testlerden biridir. Gerçek değerlerinden ziyade gözlemlerin sıralamasının bir fonksiyonu olan Mann-Kendall trend testi, verilerin gerçek dağılımından etkilenmez ve aykırı değerlere karşı daha az duyarlıdır. Diğer taraftan, parametrik trend testleri, daha güçlü olmasına rağmen, verilerin normal olarak dağılmasını gerektirir ve aykırı değerlere karşı daha duyarlıdır. Bu sebeple, Mann-Kendall testi ve diğer parametrik olmayan eğilim testleri, genellikle eğrili olan ve aykırı değerler içeren hidrolojik ve iklimik zaman serilerindeki eğilimleri tespit etmek için daha uygundur (Hamed, 2008).

BULGULAR ve TARTIşMA

İklim Özelliklerindeki Farklılaşma

Araştırmada kullanılan istasyonların uzun yılların aynı aylarında yağış ve sıcaklık ortalamaları arasında farklar bulunmaktadır. 1960-1974 ve 1997-2011 dönemleri arasında yağış ve sıcaklık ortalamaları kısa süre içerisinde önemli değişiklikler göstermiştir. Ortalama sıcaklıklardaki bu değişiklik Kasım ve Aralık ayları hariç artış yönündedir. Özellikle yaz sıcaklıklarındaki belirgin artış grafiklerde dikkati çekmektedir. Yağış konusunda ise bazı mevsimlerde artış bazı mevsimlerde azalış yönünde bir eğilim söz konusudur. İlkbahar, yaz sonu ve sonbahar yağışlarında artış söz konusuyken, kış yağışlarında ise belirgin bir düşüş vardır. Yıllık ortalama sıcaklıklarda artış eğilimi her iki istasyonda da belirgindir. Yıllık toplam yağış miktarlarında ise Uşak Meteoroloji İstasyonu'nda 1997-2011 periyodunda 1960-1974 periyoduna göre 4 mm'lik ufak bir artış olmuştur. Simav istasyonunda ise yıllık toplam yağışlarda 113 mm'lik önemli bir miktar azalış söz konusudur (Tablo 2, şekil 2-3).

Uşak ve Simav Meteoroloji İstasyonları'nın yağışlı gün sayılarını değerlendirecek olursak her iki istasyonun da toplam yağışlı gün sayısında önemli düşüş dikkat çekmektedir. Simav'da 1960-1974 periyodunda 1672 olan

yağışlı gün sayısı, 1997-2011 periyodunda 1526'ya gerilemiştir. Uşak'ta ise 1960-1974 periyodunda 1538 olan yağışlı gün sayısı, 1997-2011 periyodunda 1472'ye gerilemiştir. Yağışlı gün sayılarındaki dikkat çeken diğer bir konu ise her iki istasyonda da Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında yağışlı gün sayılarında artış görülmesidir. Diğer bir deyişle yağışlı günlerin

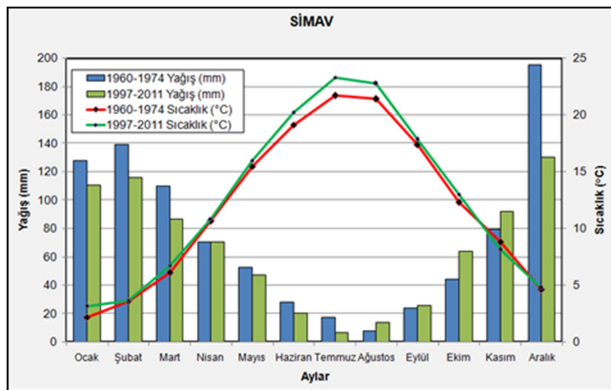
sayıları sonbahara doğru artmaktadır. Simav'da Ağustos, Eylül ve Ekim ayları dışında bütün aylarda yağışlı gün sayılarında dş olmuştur. Uşak'ta ise Ağustos, Eylül, Ekim ve Nisan ayları dışındaki bütün ayların yağışlı gün sayılarında dş söz konusudur. Her iki istasyonda da özellikle kış aylarında yağışlı gün sayılarındaki dş çok belirgindir (Tablo 3).

Tablo 2: Uşak ve Simav meteoroloji istasyonlarının 1960-1974 ve 1997-2011 periyotları ile 1960-2011 yıllarına ait sıcaklık (°C) ve yağış (mm) ortalamaları / **Table 2:** Mean annual temperature and precipitation averages of Uşak and Simav in different periods

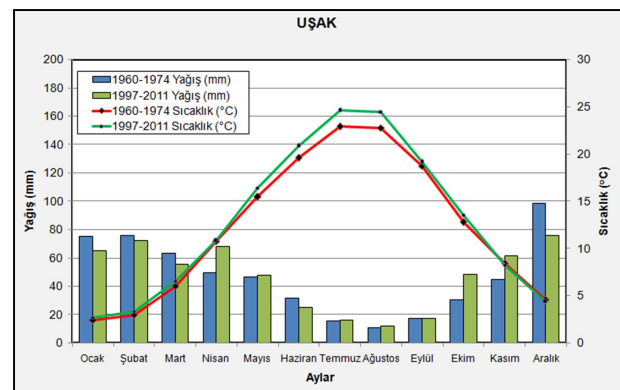
			O	ř	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	Yıllık
UşAK	Sıcaklık	1960-1974	2,4	2,9	6,0	10,7	15,4	19,6	22,9	22,8	18,7	12,8	8,4	4,5	12,2
		1997-2011	2,7	3,3	6,5	10,8	16,4	20,8	24,6	24,4	19,1	13,5	8,2	4,3	12,9
		1960-2011	2,4	3,1	6,3	10,8	15,8	20,3	23,6	23,5	18,9	13,3	7,9	4,1	12,5
	Yağış	1960-1974	75	75	63	49	46	31	15	10	17	30	44	98	559
		1997-2011	64	72	55	68	47	24	15	12	17	48	61	75	563
		1960-2011	72	65	56	56	46	26	16	9	17	41	58	83	550
SIMAV	Sıcaklık	1960-1974	2,2	3,6	6,1	10,7	15,4	19,1	21,7	21,4	17,3	12,3	8,8	4,6	11,9
		1997-2011	3,1	3,6	6,7	10,8	15,9	20,2	23,3	22,7	17,8	12,9	8,1	4,7	12,5
		1960-2011	2,4	3,2	6,2	10,6	15,4	19,4	21,9	21,5	17,2	12,3	7,8	4,3	11,8
	Yağış	1960-1974	128	139	110	70	5	28	17	7	23	43	79	195	896
		1997-2011	110	115	86	70	47	20	6	13	25	63	92	130	783
		1960-2011	126	108	87	72	49	27	12	9	24	49	94	158	819

Tablo 3: Uşak ve Simav meteoroloji istasyonlarının 1960-1974 ve 1997-2011 yılları için yağışlı gün sayıları / **table 3:** Mean annual rainy days of Simav and Uşak meteorological stations

İstasyon	Yılları	O	ř	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	Toplam
Simav	1960-1974	206	205	207	188	150	93	44	26	55	111	146	241	1672
	1997-2011	173	184	162	177	143	79	36	44	77	118	131	202	1526
Uşak	1960-1974	184	190	181	174	143	88	40	30	54	106	125	223	1538
	1997-2011	167	187	165	184	136	70	32	42	72	108	120	189	1472



şekil 2: Simav meteoroloji istasyonu'nun 1960-1974 ve 1997-2011 yılları için aylık yağış miktarı ve sıcaklık ortalamaları / **Figure 2:** Mean annual precipitation and temperature values in Simav



şekil 3: Uşak meteoroloji istasyonu'nun 1960-1974 ve 1997-2011 yılları için aylık yağış miktarı ve sıcaklık ortalamaları / **Figure 3:** Mean monthly precipitation and temperature values in Uşak

24 saatte düşen yağış miktarı incelenirse gerek 1960-1974 periyodunda gerekse 1997-2011 periyodunda her iki istasyonda da sağanak yağışların normal yağışlara göre oranı düşüktür. Geçmişten günümüze araştırma alanında hâkim olan yağış türü 25 mm'nin altındaki normal yağışlardır. Yağış şiddeti sınıflandırmasına göre yıl içerisinde 0,1-10 mm arasındaki yağışlar (normal yağışlar) her iki dönemde de en yüksek frekansa sahiptir. Bununla birlikte yıllık toplamdaki payları gerilemiştir.1960-1974'de Uşak'ta yıllık frekansı 1255 olan 10 mm'nin altındaki normal yağışlar, 1997-2000 periyodunda 1204'e gerilemiştir. Aynı şekilde Simav'da 1960-1974 döneminde yıllık frekansı 1247 olan normal yağışlar, 1997-2011 döneminde 1149'a gerilemiştir. Normal yağışların aylık frekansları ise Ağustos ve Eylül ayları hariç bütün aylarda

düşmüştür. Ağustos ve Eylül ayında ayrıca Uşak için Şubat ayında normal yağışların frekansında artış vardır (Tablo 4-5).

10,1-25 mm arasındaki orta şiddetteki yağışların da yıllık toplam frekansında düşüş vardır. 1960-1974'de Uşak'ta yıllık frekansı 253 olan orta şiddetteki yağışlar, 1997-2011 periyodunda 229'a gerilemiştir. Simav'da da 1960-1974'de yıllık frekansı 299 olan 10,1-25 mm arasındaki orta şiddetteki yağışlar 1997-2011 periyodunda 268'e inmiştir. Orta şiddetteki yağışların aylık frekansları ise Uşak'ta Nisan, Ekim ve Kasım ayları dışında düşüş göstermiştir. Simav'da ise Mayıs, Haziran, Ağustos, Ekim, Kasım ayları dışında orta şiddetteki yağışların frekansı düşmüştür. Her iki istasyonda da özellikle sonbaharda orta şiddetteki yağışların frekansındaki artış belirgindir (Tablo 4-5).

Tablo 4: Uşak meteoroloji istasyonu rasatları, yağış sınıflarının 1960-1974, 1997-2000 ve 1960-2011 yıllarına ait frekansları ve aylık dağılışları / **Table 4:** Precipitation classes and monthly frequency values in Uşak

1960-1974													
Yağış miktarı (mm/gün)	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	Yıllık
0,1-10	144	147	152	153	122	73	30	26	44	88	104	172	1255
10,1-25,0	33	39	26	20	20	13	9	8	9	16	17	43	253
25,1-50,0	7	5	3	1	1	2	1	0	1	2	4	7	34
50,1-100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
100,1<P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOPLAM	184	191	181	174	143	88	40	34	54	106	125	223	1543
P<25mm	177	186	178	173	142	86	39	34	53	104	121	215	1508
25mm<P	7	5	3	1	1	2	1	0	1	2	4	8	35
1997-2011													
Yağış miktarı (mm/gün)	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	Yıllık
0,1-10	136	150	146	151	116	59	24	35	66	84	86	151	1204
10,1-25,0	25	34	14	30	17	9	7	6	6	19	28	34	229
25,1-50,0	6	3	4	3	3	2	1	1	0	3	6	3	35
50,1-100	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	4
100,1<P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOPLAM	167	187	165	184	136	70	32	42	72	108	120	189	1472
P<25mm	161	184	160	181	133	68	31	41	72	103	114	185	1433
25mm<P	6	3	5	3	3	2	1	1	0	5	6	4	39
1960-2011													
Yağış miktarı (mm/gün)	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	Yıllık
0,1-10	476	474	477	509	439	239	119	96	152	286	314	517	4098
10,1-25,0	111	109	72	76	64	31	27	14	27	65	96	132	824
25,1-50,0	19	10	10	9	6	5	5	2	2	7	19	15	109
50,1-100	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	2	6
100,1<P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOPLAM	606	594	560	594	509	275	151	112	181	360	429	666	5037
P<25mm	587	583	549	585	503	270	146	110	179	351	410	649	4922
25mm<P	19	11	11	9	6	5	5	2	2	9	19	17	115

25,1-50 mm arasındaki hafif sağanak yağışların yıllık toplam frekansı Uřak'da az da olsa artmıştır. Simav'da ise hafif sağanakların yıllık frekansında dűřűs sűz konusudur. Hafif sağanakların aylık durumunu değerlendirecek olursak Simav'da Ocak, şubat, Mart, Nisan, Ekim ve Kasım aylarında artış varken; Uřak'ta Ocak, Mart, Nisan, Mayıs, Ađustos, Ekim, Kasım aylarında artış vardır (Tablo 4-5).

Erozyon için de önemli olan şiddetli sağanakların (50,1-100 mm) yıllık frekansı her iki istasyonda da artmıştır. Uřak'ta 1960-1974 periyodunda yıllık frekansı 1 olan şiddetli sağanaklar 1997-2011 döneminde 4 defa yaşanmıştır. Uřak'ta 1960-1974 döneminde hiç şiddetli sağanak görűlmeyen Ekim ayında

1997-2011 döneminde 2 defa řiddetli sađanak görűlmesi erozyon açısından önemlidir (Tablo 4-5).

Simav'da 1960-1974 döneminde yıllık 10 olan şiddetli sağanak (50,1-100 mm) frekansı 1997-2011 periyodunda 18 olmuştur. Simav'da Ocak, şubat, Mart, Ađustos ve Ekim aylarında şiddetli sağanakların frekansı artmıştır. Simav'da Aralık ayında ise şiddetli sağanakların frekansında dűřűs olmuştur. Sonuç olarak 1960-1974 ve 1997-2011 periyotlarını kıyasladığımızda geçmişten günümüze normal ve orta şiddetteki günlük yağışların yıllık toplam frekansları dűřműřtür. Hafif sağanak yağışlarda çok fazla değerlik olmazken, şiddetli sağanak yağışlardaki artış belirgindir (Tablo 4-5).

Tablo 5: Simav meteoroloji istasyonu rasatları, yağış sınıflarının 1960-1974, 1997-2000 ve 1960-2011 yıllarına ait frekansları ve aylık dağılışları / **Table 5:** Precipitation classes and monthly frequency values in Simav

1960-1974													
Yađıř miktarı (mm/gűn)	O	ř	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	Yıllık
0,1-10	142	137	158	155	129	83	37	22	43	85	112	144	1247
10,1-25,0	43	45	38	28	17	7	4	4	11	22	21	59	299
25,1-50,0	17	18	6	5	4	3	3	0	1	4	11	30	102
50,1-100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	10
100,1<P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOPLAM	202	200	202	188	150	93	44	26	55	111	146	241	1658
P<25mm	185	182	196	183	146	90	41	26	54	107	133	203	1546
25mm<P	17	18	6	5	4	3	3	0	1	4	13	38	112
1997-2011													
Yađıř miktarı (mm/gűn)	O	ř	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	Yıllık
0,1-10	124	129	117	143	118	70	34	38	65	82	86	143	1149
10,1-25,0	27	34	35	28	25	9	1	5	11	28	27	38	268
25,1-50,0	19	19	8	6	0	0	1	0	1	6	16	15	91
50,1-100	3	2	2	0	0	0	0	1	0	2	2	6	18
100,1<P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOPLAM	173	184	162	177	143	79	36	44	77	118	131	202	1526
P<25mm	151	163	152	171	143	79	35	43	76	110	113	181	1417
25mm<P	22	21	10	6	0	0	1	1	1	8	18	21	109
1960-2011													
Yađıř miktarı (mm/gűn)	O	ř	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	Yıllık
0,1-10	491	475	469	499	446	272	132	103	168	295	365	504	4219
10,1-25,0	119	121	106	92	73	33	13	15	34	75	86	156	923
25,1-50,0	61	50	30	23	7	5	4	0	8	14	53	65	320
50,1-100	17	9	6	2	0	2	0	1	0	3	11	27	78
100,1<P	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
TOPLAM	688	655	612	616	526	312	149	119	210	387	515	753	5542
P<25mm	610	596	575	591	519	305	145	118	202	370	451	660	5142
25mm<P	78	59	37	25	7	7	4	1	8	17	64	93	400

Tablo 6: Thornthwaite formülüne göre Simav meteoroloji istasyonunun 1960-1974 ve 1997-2011 periyotlarına ait su bilançosu / **Table 6:** Thornthwaite water balance diagram values of Simav

Thornthwaite'a (1948) göre iklim tipi: B2 B'1 s2 b'3.

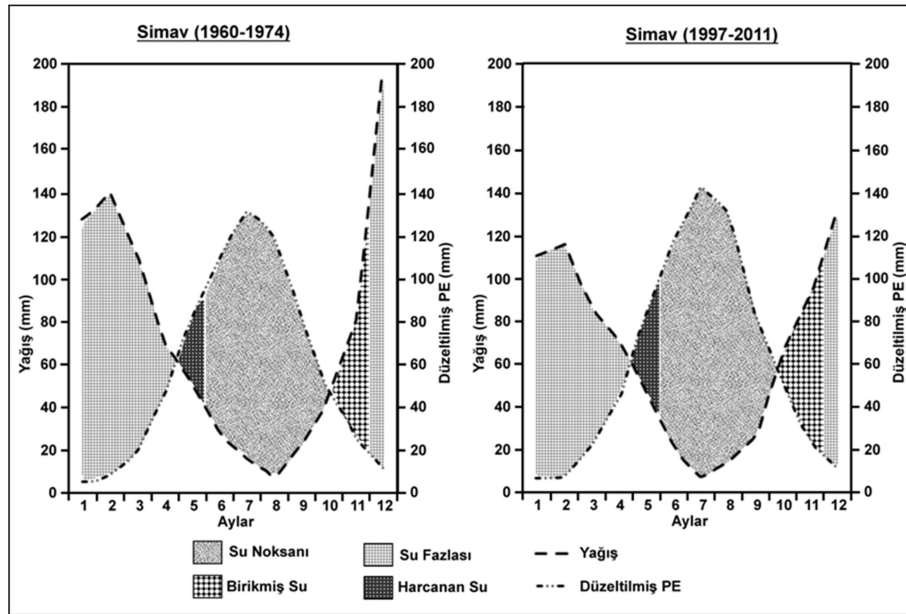
Simav (1960-1974), ikinci dereceden nemli, birinci dereceden mezotermal, yaz mevsiminde çok kuvvetli su noksanı olan ve denizel şartlara yakın iklim tipine girer.

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	Yıllık
Sıcaklık	2,9	4	6,1	10,7	15,5	19,1	21,7	21,4	17,4	12,3	8,8	4,7	12,0
Sıc.İnd.	0,44	0,71	1,35	3,16	5,55	7,61	9,23	9,04	6,61	3,91	2,35	0,91	50,86
Pt.Etp.	7,74	11,73	20,24	41,86	67,60	88,56	104,45	102,59	78,50	50,13	32,51	14,45	620,35
En.D.Kat	0,85	0,84	1,03	1,11	1,23	1,24	1,26	1,18	1,04	0,96	0,84	0,82	
Düz PE	6,56	9,83	20,85	46,47	83,25	109,95	131,77	121,05	81,64	48,12	27,26	11,82	698,58
Yağış	128	139	110	70	52	28	17	7	23	44	79	195	892
Brk. Su D	0	0	0	0	-31,25	-68,75	0	0	0	0	51,74	48,26	
Birik. Su	100	100	100	100	68,75	0	0	0	0	0	51,74	100	
Ger. Etr.	6,56	9,83	20,85	46,47	83,25	96,75	17,00	7,00	23,00	44,00	27,26	11,82	393,79
Eksik Su	0	0	0	0	0	13,20	114,77	114,05	58,64	4,12	0	0	304,78
Fazla Su	121,52	129,35	89,15	23,53	0	0	0	0	0	0	0	134,92	498,21
Akış	128,18	125,30	109,16	56,34	11,77	0	0	0	0	0	0	67,46	498,21
Nemlilik	18,50	13,14	4,28	0,51	-0,38	-0,75	-0,87	-0,94	-0,72	0,09	1,90	15,49	

Thornthwaite'a (1948) göre iklim tipi: B1 B'2 s2 b'3.

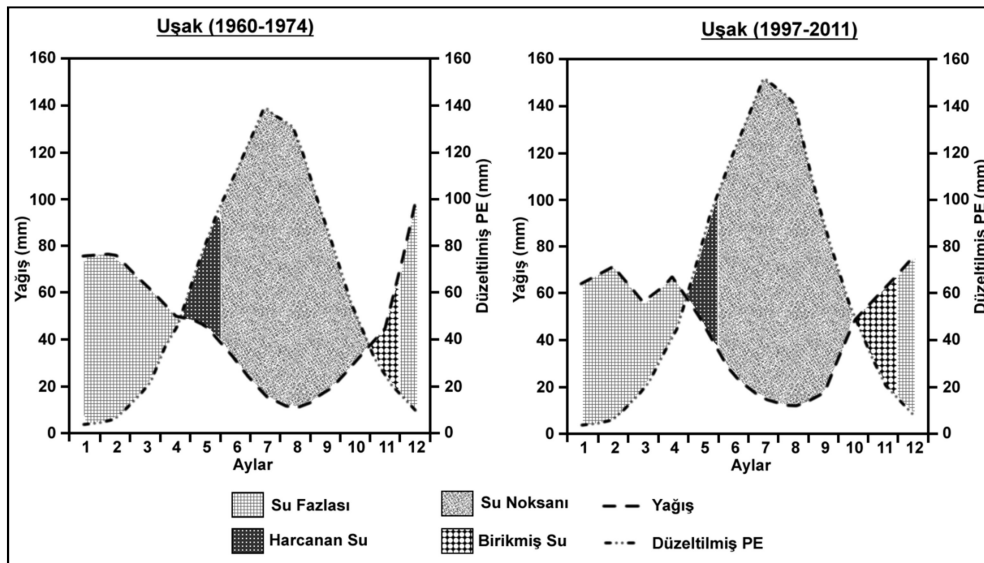
Simav (1997-2011), birinci dereceden nemli, ikinci dereceden mezotermal, yaz mevsiminde çok kuvvetli su noksanı olan ve denizel şartlara yakın iklim tipine girer.

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	Yıllık
Sıcaklık	3,1	3,6	6,7	10,8	16	20,3	23,3	22,8	17,8	13	8,1	4,7	12,5
Sıc.İnd.	0,48	0,61	1,56	3,21	5,82	8,34	10,28	9,95	6,84	4,25	2,08	0,91	54,32
Pt.Etp.	7,52	9,20	21,22	40,37	68,52	94,42	113,67	110,40	79,10	51,81	27,40	13,17	636,79
En.D.Kat	0,85	0,84	1,03	1,11	1,23	1,24	1,26	1,18	1,04	0,96	0,84	0,82	
Düz PE	6,38	7,71	21,86	44,81	84,39	117,22	143,39	130,27	82,27	49,74	22,98	10,78	721,78
Yağış	110	115	86	70	47	20	6	14	25	63	92	130	778
Brk. Su D	0	0	0	0	-37,39	-62,61	0	0	0	13,26	69,02	17,72	
Birik. Su	100	100	100	100	62,61	0	0	0	0	13,26	82,28	100	
Ger. Etr.	6,38	7,71	21,86	44,81	84,39	82,61	6,00	14,00	25,00	49,74	22,98	10,78	376,25
Eksik Su	0	0	0	0	0	34,60	137,39	116,27	57,27	0	0	0	345,53
Fazla Su	103,62	107,29	64,14	25,19	0	0	0	0	0	0	0	101,51	401,75
Akış	102,56	105,46	85,71	44,67	12,60	0	0	0	0	0	0	50,75	401,75
Nemlilik	16,24	13,91	2,93	0,56	-0,44	-0,83	-0,96	-0,89	-0,70	0,27	3,00	11,06	

**Şekil 4:** Simav meteoroloji istasyonu'nun 1960-1974 ve 1997-2011 periyotlarına ait thornthwaite fomülüne göre su bilançoları / **Figure 4:** Thornthwaite water balance diagrams of Simav

Tablo 7: Thornthwaite formülüne göre Uşak meteoroloji istasyonu'nun 1960-1974 ve 1997-2011 periyotlarına ait su bilançosu / **Table 7:** Thornthwaite water balance diagram values of Uşak

Thornthwaite'a (1948) göre iklim tipi: C1 B'2 s2 b3.													
Uşak (1960-1974), kurak ve az nemli, ikinci dereceden mezotermal, kış mevsiminde çok kuvvetli su fazlası olan ve denizel şartlara yakın iklim tipine girer.													
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	Yıllık
Sıcaklık	2,4	3	6	10,8	15,5	19,6	22,9	22,8	18,7	12,8	8,4	4,5	12,3
Sıc.İnd.	0,33	0,46	1,32	3,21	5,55	7,91	10,01	9,95	7,37	4,15	2,19	0,85	53,30
Pt.Etp.	5,53	7,45	18,73	40,95	66,23	90,51	111,33	110,68	85,02	51,34	29,31	12,77	629,85
En.D.Kat	0,85	0,84	1,03	1,11	1,23	1,24	1,26	1,18	1,04	0,96	0,84	0,82	
Düz PE	4,70	6,25	19,29	45,46	81,54	112,33	140,40	130,60	88,42	49,29	24,59	10,46	713,32
Yağış	75	75	63	49	46	31	15	10	17	30	44	98	553
Brk. Su D	0	0	0	0	-35,54	-64,46	0	0	0	0	19,41	80,59	
Birik. Su	100	100	100	100	64,46	0	0	0	0	0	19,41	100	
Ger. Etr.	4,70	6,25	19,29	45,46	81,54	95,46	15,00	10,00	17,00	30,00	24,59	10,46	359,74
Eksik Su	0	0	0	0	0	16,87	125,40	120,60	71,42	19,29	0	0	353,58
Fazla Su	70,30	68,75	43,71	3,54	0	0	0	0	0	0	0	6,95	193,26
Akış	38,63	69,53	56,23	23,63	1,77	0	0	0	0	0	0	3,48	193,26
Nemlilik	14,97	11,01	2,27	0,08	-0,44	-0,72	-0,89	-0,92	-0,81	-0,39	0,79	8,37	
Thornthwaite'a (1948) göre iklim tipi: C1 B'2 s2 b3.													
Uşak (1997-2011), kurak ve az nemli, ikinci dereceden mezotermal, kış mevsiminde çok kuvvetli su fazlası olan ve denizel şartlara yakın iklim tipine girer.													
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	Yıllık
Sıcaklık	2,7	3,3	6,6	10,8	16,4	20,9	24,6	24,5	19,1	13,6	8,3	4,4	12,9
Sıc.İnd.	0,39	0,53	1,52	3,21	6,04	8,72	11,16	11,09	7,61	4,55	2,15	0,82	57,80
Pt.Etp.	5,51	7,30	19,27	38,41	68,96	96,86	121,71	121,01	85,38	53,05	26,56	10,92	654,94
En.D.Kat	0,85	0,84	1,03	1,11	1,23	1,24	1,25	1,17	1,04	0,96	0,84	0,83	
Düz PE	4,68	6,12	19,85	42,64	84,91	120,22	153,49	142,80	88,79	50,93	22,28	8,94	745,64
Yağış	64	72	55	68	47	25	16	12	17	48	61	75	560
Brk. Su D	0	0	0	0	-37,91	-62,09	0	0	0	0	38,72	61,28	
Birik. Su	100	100	100	100	62,09	0	0	0	0	0	38,72	100	
Ger. Etr.	4,68	6,12	19,85	42,64	84,91	87,09	16,00	12,00	17,00	48,00	22,28	8,94	369,50
Eksik Su	0	0	0	0	0	33,12	137,49	130,80	71,79	2,93	0	0	376,14
Fazla Su	59,32	65,88	35,15	25,36	0	0	0	0	0	0	0	4,78	190,50
Akış	32,05	62,60	50,52	30,26	12,68	0	0	0	0	0	0	2,39	190,50
Nemlilik	12,69	10,76	1,77	0,59	-0,45	-0,79	-0,90	-0,92	-0,81	-0,06	1,74	7,39	

**Şekil 5:** Uşak meteoroloji istasyonu'nun 1960-1974 ve 1997-2011 periyotlarına ait Thornthwaite formülüne göre su bilançoları / **Figure 5:** Thornthwaite water balance diagrams of Uşak

Thornthwaite (1948) yöntemine göre Simav Meteoroloji İstasyonu'nda 1960-1974 periyodunda iklim tipi ikinci dereceden nemli, birinci dereceden mezotermal, yaz mevsiminde çok kuvvetli su noksanı olan ve denizel şartlara yakın iklim tipine (B2 B'1 s2 b'3) dâhilken, 1997-2011 periyodunda birinci dereceden nemli, ikinci dereceden mezotermal, yaz mevsiminde çok kuvvetli su noksanı olan ve denizel şartlara yakın iklim tipine (B1 B'2 s2 b'3) dâhil olduğu tespit edilmiştir (Tablo 6).

Uşak Meteoroloji İstasyonu'nun ise 1960-1974 periyodunda ve 1997-2011 periyodunda iklim tipi, kurak ve az nemli, ikinci dereceden mezotermal, kış mevsiminde çok kuvvetli su fazlası olan ve denizel şartlara yakın iklim tipine (C1 B'2 s2 b'3) girer. Dolayısıyla Uşak Meteoroloji İstasyonu'nun iklim elemanlarında kısa süre içinde önemli değişiklikler olmasına rağmen Thornthwaite (1948)'e göre iklim tipinde bir değişiklik olmamıştır (Tablo 7).

Tablo 8: Simav meteoroloji istasyonunun De Martonne formülüne (1923) göre hesaplanmış aylık indis değerleri ile De Martonne ve Gottman formülüne (1942) göre hesaplanmış yıllık indis değerleri / **Table 8:** Mean monthly indice values by De Martonne and Gottman formula

Aylar	1960-1974				1997-2011				1960-2011			
	Yağış	Ort.Sic.	İndis	Sınıf	Yağış	Ort.Sic.	İndis	Sınıf	Yağış	Ort.Sic.	İndis	Sınıf
O	128	2,2	126,2	Nemli	110	3,1	101,2	Nemli	126	2,42	122,1	Nemli
Ş	139	3,6	122,8	Nemli	115	3,6	101,7	Nemli	108	3,2	98,40	Nemli
M	110	6,1	82,1	Nemli	86	6,7	62,2	Nemli	87	6,2	64,9	Nemli
N	70	10,7	40,8	Nemli	70	10,8	40,7	Nemli	72	10,7	42,0	Nemli
M	52	15,5	24,7	Yarıkurak-Nemli	47	16,0	21,7	Yarıkurak-Nemli	49	15,4	23,2	Yarıkurak-Nemli
H	28	19,1	11,6	Yarıkurak	20	20,3	7,9	Kurak	27	19,4	11,3	Yarıkurak
T	17	21,7	6,6	Kurak	6	23,3	2,4	Kurak	12	21,9	4,5	Kurak
A	7	21,4	3,0	Kurak	14	22,8	5,1	Kurak	9	21,3	3,5	Kurak
E	23	17,4	10,4	Yarıkurak	25	17,8	11,1	Yarıkurak	24	17,3	10,8	Yarıkurak
Ek	43	12,3	23,6	Yarıkurak-Nemli	63	13,0	33,3	Nemli	49	12,3	26,5	Yarıkurak-Nemli
K	79	8,8	50,8	Nemli	92	8,1	61,1	Nemli	94	7,8	63,8	Nemli
A	195	4,7	160,1	Nemli	130	4,7	106,1	Nemli	158	4,3	132,6	Nemli
Yıllık	896	12,0	21,9	Nemli	783	12,5	18,6	Yarıkurak-Nemli	819	11,9	20,5	Nemli

Tablo 9: Uşak meteoroloji istasyonunun De Martonne formülüne (1923) göre hesaplanmış aylık indis değerleri ile De Martonne ve Gottman formülüne (1942) göre hesaplanmış yıllık indis değerleri / **Table 9:** Mean monthly indice values by De Martonne and Gottman formula in uşak

Aylar	1960-1974				1997-2011				1960-2011			
	Yağış	Ort.Sic.	İndis	Sınıf	Yağış	Ort.Sic.	İndis	Sınıf	Yağış	Ort.Sic.	İndis	Sınıf
O	75	2,4	72,9	Nemli	64	2,7	61,2	Nemli	72	2,5	69,4	Nemli
Ş	75	3,0	70,0	Nemli	72	3,3	64,9	Nemli	65	3,6	59,7	Nemli
M	63	6,0	47,3	Nemli	55	6,6	40,2	Nemli	56	6,4	41,3	Nemli
N	49	10,8	28,8	Yarıkurak-Nemli	68	10,8	39,2	Nemli	56	10,8	32,5	Nemli
M	46	15,5	21,9	Yarıkurak-Nemli	47	16,4	21,6	Yarıkurak-Nemli	46	15,8	21,8	Yarıkurak-Nemli
H	31	19,6	12,8	Yarıkurak	24	20,9	9,7	Kurak	26	20,3	10,6	Yarıkurak
T	15	22,9	5,6	Kurak	15	24,6	5,5	Kurak	16	23,7	5,8	Kurak
A	10	22,8	3,9	Kurak	12	24,5	4,2	Kurak	9	23,5	3,5	Kurak
E	17	18,7	7,3	Kurak	17	19,1	7,0	Kurak	17	18,9	7,2	Kurak
Ek	30	12,8	16,0	Yarıkurak	48	13,6	24,8	Yarıkurak-Nemli	41	13,4	21,5	Yarıkurak-Nemli
K	45	8,4	29,3	Yarıkurak-Nemli	61	8,3	40,3	Nemli	58	7,9	39,0	Nemli
A	98	4,5	81,4	Nemli	75	4,4	63,4	Nemli	83	4,1	70,9	Nemli
Yıllık	559	12,3	14,5	Yarıkurak-Nemli	563	12,9	14,4	Yarıkurak-Nemli	550	12,5	13,9	Yarıkurak-Nemli

İstasyonların her iki periyodunda da Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve kısmen Ekim ayları su noksanı olan aylardır. Simav'da 1960-1974 periyodunda Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim aylarında su noksanı söz konusuyken 1997-2011 periyodunda Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında su eksikliği

gerçekleşmiştir. Her iki periyot da da Mayıs'tan Ekim'e kadar 6 ay boyunca yağışların potansiyel evapotranspirasyondan (PE) az olmasına karşın, 1997-2011 periyodunda PE değerlerinin 1960-1974 periyoduna göre daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Mayıs ayındaki yağış yetersizliği kış mevsiminde

toprakta birikmiş sudan karşılanmakla birlikte, 1997-2011 periyodunda toprakta birikmiş suyun harcanma sũresi kısalmiştır (şekil 4-5, Tablo 6-7).

De Martonne ve Gottman (1942) formũlũne gũre Simav Meteoroloji İstasyonu 1960-1974 periyodunda nemli sınıfına dahilken, 1997-2011 periyodunda yarıkurak-nemli sınıfına dahil olmuştur. Geçmişten gũnũmũze yağış değerlerindeki azalışa karşın ortalama sıcaklıklardaki artış Simav'ın son 15 yıllık değerlerinin yarıkurak-nemli sınıfına girmesine

sebepl olmuştur. Benzer dũnũřũm aylık indis değerlerinde de olmuştur. De Martonne (1923) aylık kuraklık indisine gũre Simav'da 1960-1974 periyodunda Haziran ayı yarıkurakken, 1997-2011 periyodunda kurak sınıfına dahil olmuştur. Bũylece kurak ay sũresi son 15 yıllık periyotta 3'e çıkmıştır. Ayrıca 1960-1974 periyodunda yarıkurak-nemli olan Ekim ayı 1997-2011 periyodunda nemli sınıfına dahil olarak, nemli ay sayısı son 15 yıllık periyotta 7'ye çıkmıştır (Tablo 8).

Tablo 10: Simav meteoroloji istasyonunun Erinç'in yağış etkinlik indisine gũre (kurak-nemli aylar) sınıflandırılması / **Table 10:** Erinç's precipitation efficiency indice values in Simav

Aylar	1960-1974				1997-2011				1960-2011			
	Yağış	Ort.Max. Sic.	İndis	Sınıf	Yağış	Ort.Max. Sic.	İndis	Sınıf	Yağış	Ort.Max. Sic.	İndis	Sınıf
O	128	6,6	231,5	Çok nemli	110	7,8	170,7	Çok nemli	126	7,1	214,4	Çok nemli
ř	139	8,1	206,6	Çok nemli	115	8,7	159,7	Çok nemli	108	8,1	159,8	Çok nemli
M	110	11,2	118,2	Çok nemli	86	12,7	82,0	Çok nemli	87	11,8	88,8	Çok nemli
N	70	16,3	51,9	Nemli	70	17,0	50,0	Nemli	72	16,6	52,3	Nemli
M	52	21,5	29,4	Yarı nemli	47	23,1	24,4	Yarı nemli	49	21,9	26,8	Yarı nemli
H	28	25,6	13,3	Kurak	20	27,4	8,8	Kurak	27	26,2	12,7	Kurak
T	17	28,8	7,3	Tam Kurak	6	31,2	2,6	Tam Kurak	12	29,4	4,9	Tam Kurak
A	7	29,2	3,2	Tam Kurak	14	31,0	5,4	Tam Kurak	9	29,6	3,7	Tam Kurak
E	23	25,5	11,2	Kurak	25	26,2	11,8	Kurak	24	25,8	11,4	Kurak
Ek	43	19,9	26,5	Yarı nemli	63	20,5	37,4	Yarı nemli	49	20,2	29,3	Yarı nemli
K	79	14,7	65,0	Çok nemli	92	14,9	74,1	Çok nemli	94	14,2	80,0	Çok nemli
A	195	8,7	270,8	Çok nemli	130	9,4	166,9	Çok nemli	158	8,8	215,6	Çok nemli
Yıllık	896	17,9	50,0	Nemli	783	19,146	40,9	Nemli	819	18,3	44,7	Nemli

Tablo 11: Uşak meteoroloji istasyonunun Erinç'in yağış etkinlik indisine gũre (Kurak-Nemli Aylar) sınıflandırılması / **Table 11:** Erinç's precipitation efficiency indice values in Uşak

Aylar	1960-1974				1997-2011				1960-2011			
	Yağış	Ort.Max. Sic.	İndis	Sınıf	Yağış	Ort.Max. Sic.	İndis	Sınıf	Yağış	Ort.Max. Sic.	İndis	Sınıf
O	75	6,8	133,1	Çok nemli	64	7,6	102,8	Çok nemli	72	7,01	122,1	Çok nemli
ř	75	8,0	114,2	Çok nemli	72	8,2	105,5	Çok nemli	65	8,1	97,0	Çok nemli
M	63	11,5	65,7	Çok nemli	55	12,3	54,1	Nemli	56	11,9	56,5	Çok nemli
N	49	16,3	36,7	Yarı nemli	68	16,4	49,8	Nemli	56	16,5	40,9	Nemli
M	46	21,6	25,9	Yarı nemli	47	22,6	25,3	Yarı nemli	46	21,8	25,7	Yarı nemli
H	31	25,8	14,7	Kurak	24	27,2	11,0	Kurak	26	26,6	12,1	Kurak
T	15	29,6	6,3	Tam Kurak	15	31,5	6,1	Tam Kurak	16	30,4	6,5	Tam Kurak
A	10	29,9	4,2	Tam Kurak	12	31,5	4,6	Tam Kurak	9	30,5	3,9	Tam Kurak
E	17	25,9	8,1	Kurak	17	26,2	7,8	Tam Kurak	17	26,2	7,9	Tam Kurak
Ek	30	20,1	18,2	Yarı Kurak	48	20,3	28,7	Yarı nemli	41	20,3	24,7	Yarı nemli
K	45	14,5	37,1	Yarı nemli	61	14,6	50,2	Nemli	58	14,1	49,7	Nemli
A	98	9,3	127,0	Çok nemli	75	9,2	99,4	Çok nemli	83	8,9	111,8	Çok nemli
Yıllık	559	18,3	30,6	Yarı nemli	563	18,9	29,7	Yarı nemli	550	18,5	29,7	Yarı nemli

De Martonne ve Gottman (1942) formũlũne gũre Uşak Meteoroloji İstasyonu 1960-1974 ve 1997-2011 periyodunda yarıkurak-nemli sınıfına dahildir. Uşak'ın yıllık indis sınıfında bir değişiklik olmamasına karşın aylık indis

değerlerinde geçmişten gũnũmũze oldukça farklılaşma sũz konusudur. De Martonne (1923) aylık kuraklık indisine gũre Uşak'da 1960-1974 periyodunda Nisan ve Ekim ayı yarıkurak-nemliken, 1997-2011 periyodunda nemli

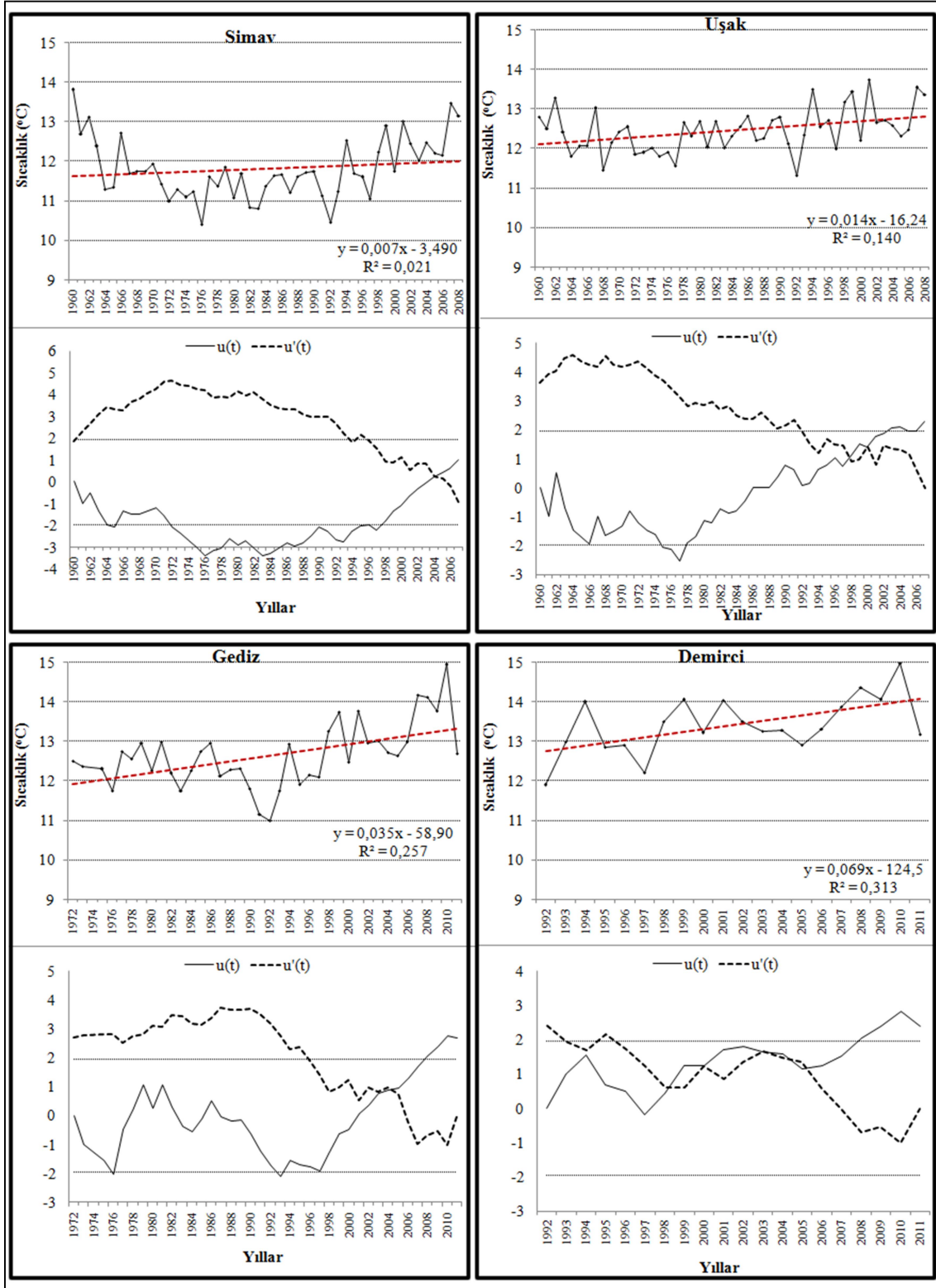
sınıfına dahil olmuştur. Böylece nemli ay sayısı 4'ten 6'ya çıkmıştır. Ayrıca 1960-1974 periyodunda yarıkurak olan Haziran ayı 1997-2011 periyodunda kurak sınıfına dahil olarak, kurak ay sayısı son 15 yıllık periyotta 4'e çıkmıştır. 1960-1974 periyodunda yarıkurak olan Ekim ayı 1997-2011 periyodunda yarıkurak-nemli sınıfına dahil olmuştur (Tablo 9). Her iki istasyonda da yılın sıcak dönemine rastlayan kurak ay sayısının artması yaz kuraklığının araştırma alanında daha etkili yaşanmasına sebep olmuştur. Kurak mevsimi izleyen dönemin daha nemli şartlara dönüşmesi erozyon duyarlılığını arttırıcı yöndedir.

Yağışların sıcaklık ile olan ilişkisinin yıllar arasındaki değişimini daha iyi yansıtmak için Erinç (1965)'in yağış etkinliği indisi Simav ve Uşak Meteoroloji İstasyonlarına 1960-1974 ve 1997-2011 periyotları için uygulanmıştır. Bu formüle göre hazırlanan Tablo 10-11'de grlen en belirgin özellik her iki istasyonun yıllık durumları tutarlı olsa da Uşak Meteoroloji İstasyonu'nun aylık ve mevsimlik durumlarında 15 yıllık kısa dönemde bile önemli değişimler olduğudur. Simav istasyonunda indis değerinin sınıf aralığını değiştirecek kadar bir değişim olmamakla birlikte indis değerlerindeki farklılaşma dikkat çekicidir. Uşak Meteoroloji İstasyonu'nda yağış etkinliği konusunda en tutarlı mevsimler kış ve yaz mevsimleri olmakla birlikte ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde 15 yıllık kısa periyotta bile önemli değişimler olmuştur. Uşak istasyonunda 1960-1974 döneminde Mart ayı çok nemli, Nisan ayı yarı nemliyken, 1997-2011 döneminde nemli aylar olarak görülmektedir. Diğer bir geçiş mevsimi olan sonbaharda ise 1960-1974 döneminde Eylül ayı kurak, Ekim ayı yarı kurak, Kasım ayı yarı nemliyken; 1997-2011 döneminde Eylül ayı tam kurak, Ekim ayı yarı nemli, Kasım ayı nemli aylar olarak görülmektedir. Bu da araştırma alanının güneyinde kuraklığın yaz aylarında çok daha etkili bir şekilde meydana geldiğini göstermektedir. Haziran'da başlayan kurak dönem onu izleyen 3 ay boyunca tam kurak şeklinde sürmüştür (Tablo 10-11).

Trend Analizleri

Simav, Uşak, Gediz ve Demirci Meteoroloji İstasyonlarına uygulanan doğrusal trend analizine göre yıllık ortalama sıcaklıklarda uzun dönemde dikkate değer bir artış eğilimi vardır. İstasyonların rasat süresi aynı olmamakla birlikte doğrusal trend analizine göre Simav istasyonunda yıllık ortalama sıcaklıklarda 0,007 °C/yıl, Uşak'ta 0,014 °C/yıl, Gediz'de 0,035 °C/yıl, Demirci'de 0,069 °C/yıl sıcaklık artışı gerçekleşmiştir. Buna göre yıllık ortalama sıcaklıklarda Simav'da 51 yılda 0,36°C, Uşak'ta 51 yılda 0,71 °C, Gediz'de 39 yılda 1,37 °C, Demirci'de 19 yılda 1,31 °C bir artış gerçekleşmiştir (şekil 6).

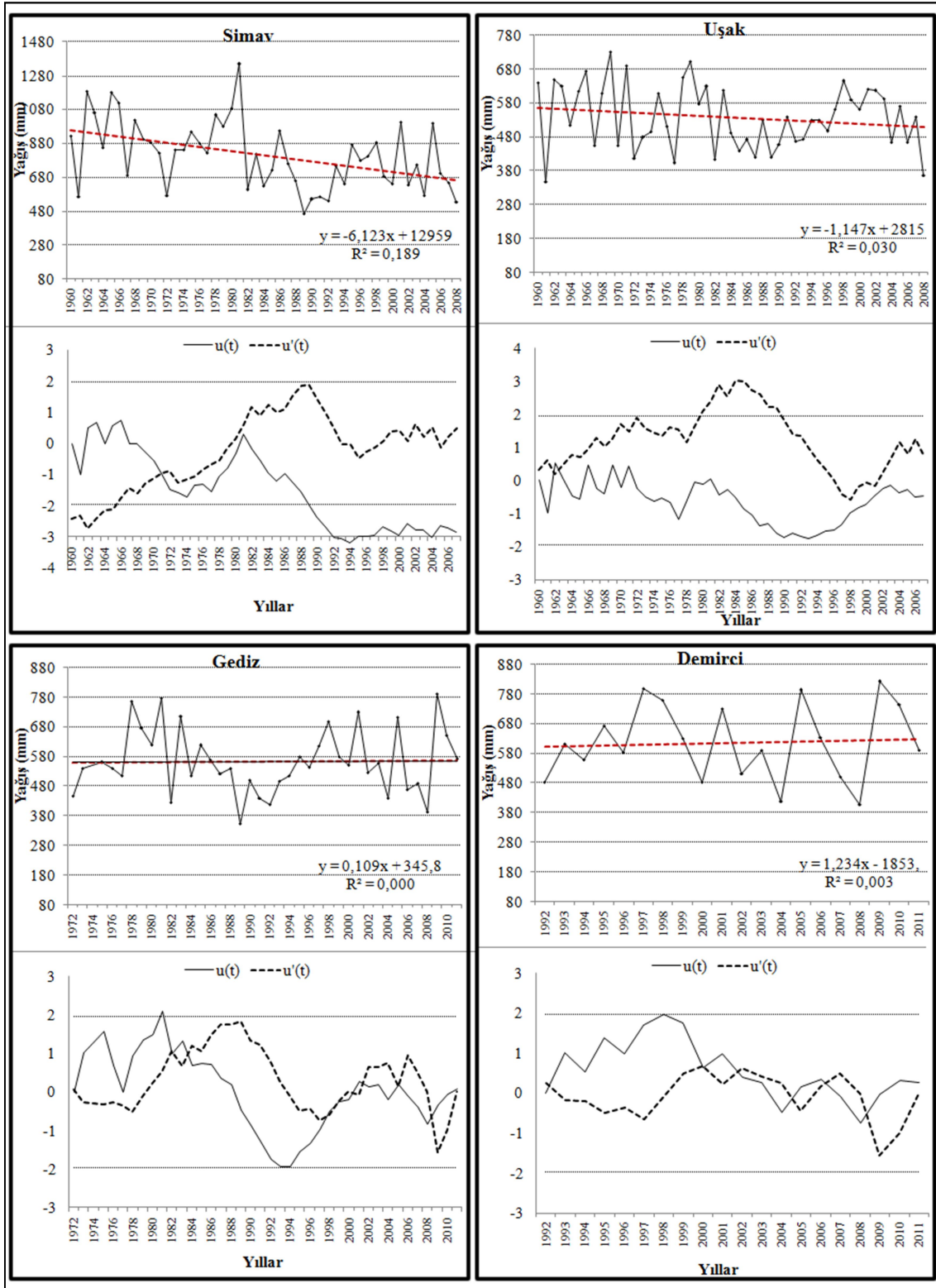
Araştırmada kullanılan meteoroloji istasyonlarının yıllık toplam yağış miktarına uygulanan doğrusal trend analizleri, Gediz ve Demirci'nin yıllık toplam yağış miktarlarında uzun dönemler boyunca çok dikkat çekici değişimler olmadığını işaret etmektedir. Simav ve Uşak'ta ise yıllık toplam yağışlardaki azalış trendi oldukça belirgindir. Nitekim Simav'da yıllık toplam yağışların -6 mm/yıl, Uşak'ta ise -1,1 mm/yıl ile azalış eğilimde olduğu dikkat çekmektedir. Bu da 51 yıllık sürede yıllık toplam yağışların Uşak 58 mm azalması anlamına gelmektedir. Ayrıca Gediz'de 39 yıllık sürede 4 mm'lik yağış artışı, Demirci'de 19 yıllık sürede 23 mm'lik yağış artışı olmuştur (şekil 7). Hesaplanan $u(t)$ değerini $\pm 1,96$ kritik değerini aşıyorsa %95, $\pm 2,58$ değerini aşıyorsa %99 güven aralığında anlamlı sonuçlara ulaşıldığını işaret etmektedir (Kum, 2011). Yıllık ortalama sıcaklıklarda Mann-Kendall trend analizine göre Uşak, Gediz ve Demirci istasyonlarında % 95 güven aralığında artış eğilimi tespit edilmiştir. Simav istasyonunda ise % 95 güven aralığında artış veya azalış eğilimi olmadığı sonucu elde edilmiştir. Dolayısıyla yıllık ortalama sıcaklıkların Mann-Kendall analizi sonucunda Simav istasyonu hariç diğer istasyonlarda kuvvetli artış eğilimleri görülmektedir. Simav'da ise yıllık ortalama sıcaklıklardaki artış trendi pozitif olmakla birlikte anlamlı değerler göstermemektedir (şekil 6).



Şekil 6: Araştırmada kullanılan meteoroloji istasyonlarının yıllık ortalama sıcaklıklarının doğrusal trend ve Mann-Kendall grafikleri / **Figure 6:** Linear trend and Mann – Kendall graphs of mean annual temperature values

İstasyonların yıllık toplam yağışlarının Mann-Kendall trend analizinde ise istatistiksel olarak anlamlı artış veya azalış trendine rastlanmamıştır. Simav ve Uşak istasyonlarında yıllık toplam yağışlar negatif yonlu eğilim gostermektedir. Fakat bu değerler Mann-

Kendall analizine gore istatistiksel olarak anlamlı değildir. Gediz istasyonunda cok onemli bir değişim soz konusu değilken, Demirci istasyonunda az da olsa bir artış trendi vardır (Şekil 7).



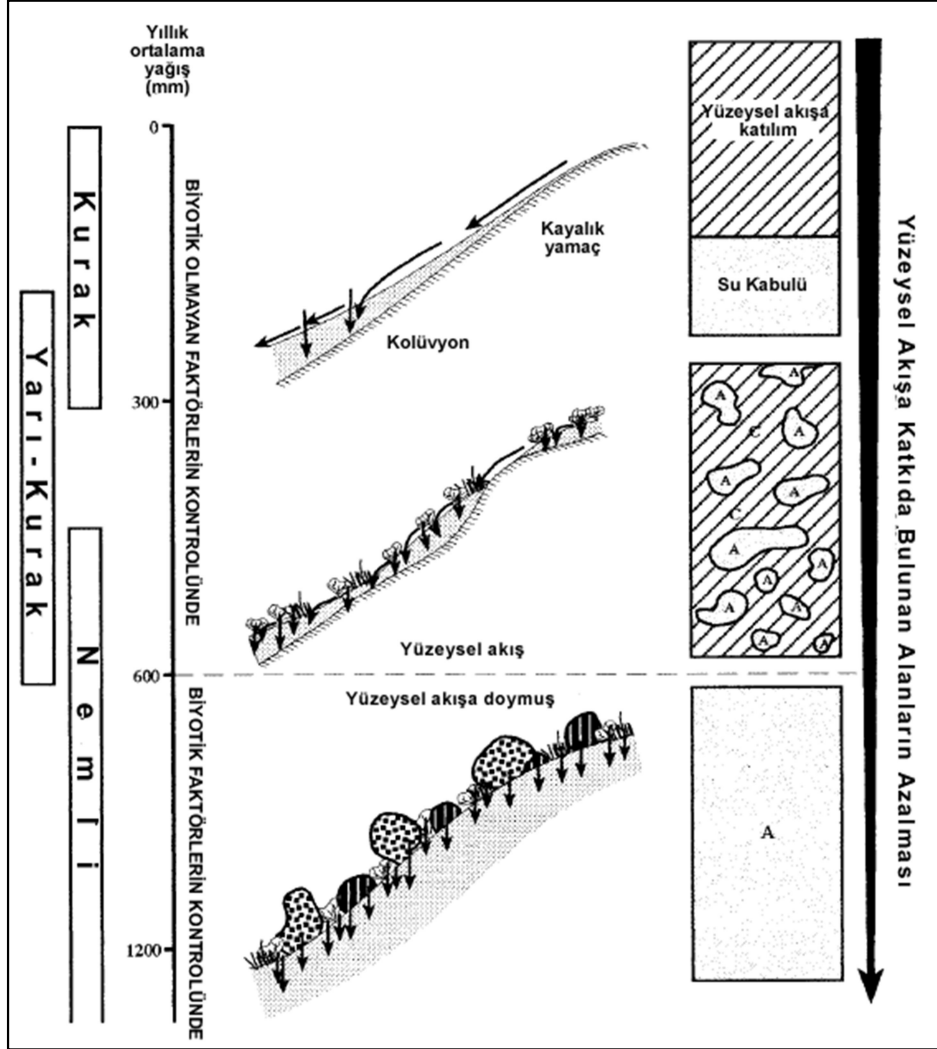
Şekil 7: Araştırmada kullanılan meteoroloji istasyonlarının yıllık toplam yağışların doğrusal trend ve Mann-Kendall grafikleri / **Figure 7:** Linear trend and Mann – Kendall graphs of annual precipitation values

Araştırma alanının içinde bulunduğu Ege Bölgesi'nin yağış miktarlarıyla ilgili yapılan trend analizlerinde de istasyonlar arasında farklılıklar olmakla birlikte bu bölgede yağışlarda genel anlamda bir azalma eğilimi ortaya çıkmıştır (Bahadır, 2011). Demir vd.,

(2008) de yaptıkları çalışmada araştırma alanının da dahil edilebileceği Akdeniz geçiş alanındaki sahalarda yağışların azalma eğiliminde olduğunu vurgulamışlardır. Özgürel ve Koçman (1994) Ege Bölgesi'ndeki uzun yıllar kayıt altına alınan yağış verilerini analiz

etmiş, bu bölgedeki yıllık ve aylık yağışların 1989 ve sonraki yıllarda normalin çok altında olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca 1970'li yıllarla birlikte Subtropikal kuşak yağışlarındaki ani azalmaların Doğu Akdeniz Havzası'nda ve Türkiye'de etkili olmaya

başladığı belirtilmiş, 1970'lerin başı 1990'ların ortasındaki 20-25 yıldıki yağışlardaki azalma eğilimlerinin ve kuraklık olaylarının en fazla Ege, Akdeniz, Marmara ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri etkilediği ortaya konulmuştur (Türkeş, 1996; 1998; 2002).



şekil 8: Farklı iklim koşulları altında yağışın yüzeydeki dağılışı (Lavee vd. 1998'den düzenlenerek): a: suyun sızdığı alanlar c: suyun yüzeysel akışa geçtiği alanlar / **Figure 8:** Areal distribution of precipitation under different climate conditions

şekil 8'de suyun kurak, yarıkurak ve nemli iklim koşulları altındaki bölgelerde yüzeye düştükten sonraki dağılış süreçleri ve mekansal şekilleri gösterilmektedir. şekil 8'den anlaşıldığı üzere nemli iklim koşullarından kurak iklimlere doğru gidildikçe yüzeysel akış artmaktadır. Yüzeysel akışın artması ise erozyonu pozitif yönde etkileyen bir durumdur. Araştırmada kullanılan istasyonların yıllık ortalama yağış miktarları 394 mm'den 819 mm'ye kadar değişmektedir. Güncel durumda ortalama olarak 588 mm yıllık yağış miktarına sahip araştırma alanı bu

grafiğin yarı-kurak, kısmen nemli bölümüne tekabül etmektedir. Dolayısıyla araştırma alanının sahip olduğu iklim koşulları kurak bölgeler kadar olmasa da yüzeysel akışı ve buna bağlı olarak erozyon duyarlılığını arttırıcı özelliktedir. Fakat araştırma alanında sıcaklarda grlen artış eğilimine karşın, yağış miktarlarında gözlenen azalış trendi ileride araştırma alanında daha kurak şartların yaşanacağını göstermektedir. Bu durumda araştırma alanında yüzeysel akışı ve dolayısıyla erozyonu arttırıcı etkisi olacaktır (şekil 8).

SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Ulusal literatürde ise iklim değişikliğinin erozyona etkisiyle ilgili konunun önemine ve araştırılması gerekliliğine dikkat çeken yayınlar olmakla birlikte uygulamalı bir çalışma olmaması önemli bir eksiklik. Bu çalışmada erozyonu etkileyeceği düşünölen temel bir takım iklim parametrelerinden yola çıkılarak analizler yapılmış ve gözlenen eğilimler doğrultusunda değerlendirmelerde bulunulmuştur. Araştırmada kullanılan istasyonların sıcaklıklarındaki artış eğilimine karşın, yağış miktarlarındaki azalış trendi araştırma alanındaki iklimin daha kurak bir karakter kazanma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Nitekim bu eğilimi De Martonne ve Gottman (1942) ve Thornthwaite iklim tipi analizleri de ortaya koymuştur. Bu kuraklaşmanın yüzeysel akışı ve dolayısıyla erozyonu arttırıcı etkisi beklenebilir. Ayrıca sağanak yağışların frekanslarında görölen artışlar da erozyonu arttırıcı etkisi açısından önemlidir. Araştırma alanında yağış miktarının mevsimlere dağılışında da değişim söz konusudur. İlkbahar, yaz sonu ve sonbahar yağışlarında artış varken, kış yağışlarında ise belirgin bir düşöş gerçekleşmiştir. Benzer durum yağışlı gün sayıları için de geçerlidir. Erozyon için oldukça önemli olan sağanak yağışların frekansında özellikle sonbaharda artış olmuştur. Yaz kuraklığının ardından gelen bu sağanakların erozyona etkisi fazladır. Sonuç olarak araştırma alanının iklim özelliklerindeki değişim eğilimleri erozyonun daha da artmasına neden olacak şekilde gerçekleşmektedir.

KATKI BELİRTME ve TEŐEKKÖR

Bu araştırma, birinci yazarın "Selendi Çayı Havzası (Manisa) Erozyon Duyarlılık Analizi ve İklim Değişikliğinin Erozyon Duyarlılığına Etkilerinin Modellenmesi" isimli doktora tezinden üretilmiştir. İklim analizleri ile ilgili pratik çözümlerini her zaman bizimle paylaşan Prof. Dr. Sedat AVCI'ya teőkör ederiz. 52039 nolu doktora tez projesi kapsamında desteğini gördüğümüz İstanbul Üniversitesi

Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teőkör ederiz.

KAYNAKÇA

- Bahadır, M. (2011) Ege Bölgesi'nde Yağışın Yüzeysel Dağılım Modellemesi, *Turkish Studies*, 6 (2): 211-226.
- Cole, S. & McCarthy, L. (2012) NASA Finds 2011 Ninth-Warmest Year on Record, NASA Earth Observatory, Goddard Space Flight Center, Sciences and Exploration Directorate Earth Sciences Division, News.
- Çakıcı, M. (2011) Temel İstatistik, Emek Matbaacılık, Manisa.
- Demir, İ., Kılıç, G.C. & Sümer, M.U. (2008) Türkiye'de Maksimum Minimum ve Ortalama Hava Sıcaklıkları ile Yağış Dizilerinde Gözlenen Değişiklikler ve Eğilimler, TMMOB İklim Değişikliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s. 69-84.
- Güney, Y. & Turoğlu, H. (2018) Çok Ölçütlü Karar Analizi İle Erozyon Duyarlılık Çalışmalarında Erozyon Yüzeyleri Envanter Verisinin Kullanımı: Selendi Çayı Havzası Örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 16(1): 105-119.
- Güney, Y. (2018) Frekans Oranı Yönteminin Erozyon Duyarlılık Analizinde Kullanımı: Selendi Çayı Havzası (Manisa) Örneği, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 6 (2): 73-85.
- Güney, Y. (2017) Frekans Oranı Yönteminin Erozyon Duyarlılık Analizinde Kullanımı: Selendi Çayı Havzası (Manisa) Örneği, *Jeomorfoloji Derneği Lisansüstü Öğrenci Sempozyumu (FCAR-2017)*, 19-21 Mayıs 2017, Balıkesir.
- Hansen, J., Johnson, D., Lacls, A., Lebedeff, S., Lee, P., RInd, D. & Russell, G. (1981) Climate Impact of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide, *Science*, 213: 957-966.
- Hansen, J., Ruedy, R., Glascoe, J. & Sato, M. (1999) GISS Analysis of Surface Temperature Change, *Journal of Geophysical Research*, 104: 30997-31022.
- Hansen, J.E., Ruedy, R., Sato, M., Imhoff, M., Lawrence, W., Easterllng, D., Peterson, T. & Karl, T. (2001) A Closer Look at United States and Global Surface Temperature Change, *Journal of Geophysical Research*, 106: 23947-23963.
- Hamed, K.H. (2008) Trend Detection in Hydrologic Data: The Mann-Kendall Trend Test Under the Scaling Hypothesis, *Journal of Hydrology*, 349: 350-363.
- Kadioğlu, M. (2009) Küresel İklim Değişimi ve Türkiye, *Mühendis ve Makina*, 50 (593): 15-25.

- Kadıoğlu, M. (2012) Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi, Türkiye’nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yayını, Ankara.
- Karaca, M., Öztürk, H.S., Bayramin, İ., Erpul, G. & Suiçmez, B.K. (2008) Küresel Isınma ve Ülkemiz Tarımına Etkileri, Türktarım Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Dergisi, 179: 24-29.
- Kaya, P. (2008) Türkiye’de Uzun Dönem Yağış Verileri Kullanılarak Ulusal Ölçekte RUSLE-R Faktörünün Belirlenmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Kum, G. (2011) İklim Değişikliğinin Türkiye’nin Güneybatı Kıyılarında Turizm Konfor Şartlarına Etkileri, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- Kundzewicz, Z.W., Mata, L.J., Arnell, N.W., Doll, P., Kabat, P., Jimenez, B., Miller, K.A., Oki, T., Sen, Z. & Shiklomanov, I.A. (2007) Freshwater Resources and Their Management, Ed: M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden & C.E. Hanson, Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC, Cambridge University Press, Cambridge, 173–210.
- Langbein, W.B. & Schumm, S.A. (1958) Yield of Sediment in Relation to Mean Annual Precipitation, Transactions, American Geophysical Union, 39 (6): 1076-1084.
- Lavee, H., Imerson, A.C. & Sarah, P. (1998) The Impact of Climate Change on Geomorphology Land Desertification Along a Mediterranean-Arid Transect, Land Degradation and Development, 9: 404-422.
- Mullan, D., Favis-Mortlock, D. & Fealy, R. (2012) Addressing Key Limitations Associated With Modelling Soil Erosion Under the Impacts of Future Climate Change, Agricultural and Forest Meteorology, 156: 18-30.
- Mullan, D. (2013) Soil Erosion Under the Impacts of Future Climate Change: Assessing the Statistical Significance of Future Changes and the Potential On-site and Off-site Problems, Catena, 109: 234-246.
- Nearing, M.A. (2001) Potential Changes in Rainfall Erosivity in the U.S. with Climate Change During the 21st Century, Journal of Soil and Water Conservation, 56 (3): 229-332.
- Nearing, M.A., Prusk, F.F. & O’Neal, M.R. (2004) Expected Climate Change Impacts on Soil Erosion Rates: A Review”, Journal of Soil and Water Conservation, 59 (1): 43-50.
- Nudes, J.P. & Nearing, M.A. (2011) Modelling Impacts of Climatic Change: Case Studies Using the New Generation of Erosion Models, Ed: Morgan, R.P. ve Nearing, M.A., Handbook of Erosion Modelling, Wiley-Blackwell Publishers, Chichester, UK, 289-312.
- O’Neal, M.R., Nearing, M.A., Vining, R.C., Southworth, J. & Pfeifer, R.A. (2005) Climate Change Impacts on Soil Erosion in Midwest United States with Changes in Crop Management, Catena, 61: 165-184.
- Ozener, S. (1988) Kula ve Selendi Yörelerinin Jeomorfolojisi, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, Jeomorfoloji Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- Özgürel, M. & Koçman, A. (1994) Ege Bölgesi Kuraklığı ve Önlenmesi İçin Bulut Tohumlaması, I. Ulusal Hidrometeoroloji Sempozyumu, 20-31.
- Ruedy, R., Sato, M. & Lo, K. (2014) GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP), NASA Earth Observatory, Goddard Space Flight Center, Sciences and Exploration Directorate Earth Sciences Division, News
- Şen, Z. (2003) Su Bilimi ve Yöntemleri, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Turoğlu, H. (2014) Detection of Changes on Temperature and Precipitation Features in Istanbul (Turkey), Atmospheric and Climate Sciences, 4: 549-562.
- Türkbal, A. (1981) Bilimsel Araştırma Metodları ve Uygulamalı İstatistik, Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 561, Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum.
- Türkeş, M. (1996) Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey, International Journal of Climatology, 16: 1057-1076.
- Türkeş, M. (1998) Influence of Geopotential Heights Cyclone Frequency and Southern Oscillation on Rainfall Variations in Turkey, International Journal of Climatology, 18: 649-680.
- Türkeş, M. (2002) Spatial and Temporal Variations in Precipitation and Aridity Index Series of Turkey, Ed: Hans Jürgen Bolle, Regional Climate Studies, 181-213, Springer, Heidelberg.
- Zhang, X.C. & Nearing, M.A. (2005) Impact of Climate Change on Soil Erosion, Runoff and Wheat Productivity in Central Oklahoma, Catena, 61: 185-195.