

TÜRKİYE'DE YAĞIŞ VE SICAKLIĞIN SU KAYNAKLARI, TARIMSAL ÜRÜN VERİMİ VE SU POLİTİKALARINA ETKİSİ

Kader ALTAN *^{ID}

Arzu TEKSOY **^{ID}

Seval Kutlu AKAL SOLMAZ **^{ID}

Alınma: 29.08.2020; düzeltme: 07.10.2020; kabul: 08.10.2020

Öz: Canlı yaşamının önemli unsurlarından olan suyun, temin edilmesi ve kullanılabilir duruma getirilebilmesi hem büyük emek hem de maliyet gerektirmektedir. Suyun planlı ve akılcı bir şekilde temini tarımdan beklenen faydanın sürekli ve yüksek düzeyde olmasını sağlamaktadır. Tarım ülkelerinde yeterli ve kaliteli ürün elde edilmesi için yeterli miktarda tarımsal amaçlı sulama suyuna ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye’de yağış ve sıcaklık gibi iklim parametrelerinde meydana gelen değişiklikler hem bitkisel verim ve üretimi hem de su kaynaklarını olumsuz etkilemekte ve bu durum alternatif sulama stratejilerinin geliştirilmesini gerektirmektedir. Bu çalışmada, Türkiye’de bazı iklim parametrelerinin (yağış ve sıcaklık) artış ve azalışının su kaynakları, bitkisel verimlilik ve tarımsal su kullanımı ile etkileşimini belirlemek amaçlı tarımsal su kullanım politikaları araştırılmış, gerekli değerlendirmeler yapılmış ve bazı çözüm önerileri sunulmuştur. Ayrıca, Türkiye’de küresel ısınmanın etkisiyle 2018 yılında yıllık toplam yağış ile yıllık ortalama sıcaklıkların 2001-2018 yılları ortalamasının üzerinde olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yağış ve Sıcaklık, Su Politikaları, Su Potansiyeli, Tarımsal Sulama, Bitkisel Verim

Impact of Precipitation and Temperature on Water Resources, Agricultural Yield and Water Policies in Turkey

Abstract: The provision and availability of water which is one of the important elements of living life requires both great labor and cost. The planned and rational supply of water ensures that are continuous and high the benefits expected from agriculture. In order to obtain sufficient and high quality products in agricultural countries, sufficient quantity is needed for agricultural purposes irrigation water. In Turkey, the changes occurring in climate parameters such as precipitation and temperature are adversely affect both crop yield and production and water resources and this situation requires the development of alternative irrigation strategies. In this study, increase and decrease of some climate parameters (precipitation and temperature) in Turkey to determine their water resources, crop yield and the interaction of agricultural water use, agricultural water use policies have been studied and the necessary assessments have been made and some solution suggestions are presented. In addition, the annual average temperature with the total annual precipitation of 2018 in Turkey was found to be over the average of 2001-2018 years with the influence of global warming.

Keywords: Precipitation and Temperature, Water Policies, Water Potential, Agricultural Irrigation, Crop Yield

* BASKİ Genel Müdürlüğü, Akıncılar Mah. Cumalı Cad. No:2/1 Karesi, BALIKESİR

** Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 16059, Görükle, Bursa

İletişim Yazarı: Kader Altan (kader.altan@balsu.gov.tr)

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızlı artışı, kirlilik, küresel ısınmanın etkileri suya olan talebin her geçen gün artmasına neden olmuştur. Özellikle kurak yaz aylarında yüzeysel su kaynaklarından sulama amaçlı kullanım dünya genelinde yaygın bir uygulamadır (Alaton ve diğ., 2007). Geçen yüzyılda küresel su kullanımı Birleşmiş Milletler verilerine göre altı kat civarında artmıştır (Hakyemez, 2019). Su kıtlığı ve kuraklık, yalnızca kurak bölgelerde değil yeryüzünde tatlı su kaynaklarının yeterli olduğu bölgelerde de giderek artan bir problem haline gelmektedir (Al-Isawi ve diğ., 2016).

Yeryüzündeki toplam su miktarı 1,4 milyar km³ olup, %97,5’i denizlerde ve okyanuslarda tuzlu su halinde, %2,5’i ise göller ve nehirlerde tatlı su halindedir (DSİ, 2019). Tatlı suyun yüzdelik dağılımı ise, kutup bölgesinde buzul şeklinde %69,5, toprağın donmuş tabakasında %0,4, yüzeysel suları ve yeraltı suyu (YAS) olarak %30,1 oranındadır (Alpaslan ve diğ., 2008).

Toplam yüzölçümü 783.562 km² olan Türkiye, üç tarafı denizlerle çevrili olmasına rağmen tatlı su kaynakları açısından zengin bir ülke değildir. Ülkemiz yıllık ortalama 501 milyar m³ suya eşit olan yıllık ortalama 643 mm yağış miktarı ile dünya ortalamasının (800 mm) altında kalmaktadır. 2018 yılı Devlet Su İşleri (DSİ) verilerine göre, 98 milyar m³ yerüstü suyu ve 14 milyar m³ yeraltı suyu olmak üzere yıllık toplam tüketilebilir yüzey ve yeraltı suyu potansiyeli 112 milyar m³’tür (DSİ, 2019; Muluk ve diğ., 2013).

İklim değişikliği, son yılların en önemli çevresel olaylarından biridir. Sel ve kuraklık, iklim değişikliğiyle daha sık meydana gelir. Kuraklık meteorolojik, hidrolojik veya tarımsal olarak sınıflandırılabilir. Bir bölgede meteorolojik kuraklık ortaya çıktığında, onu tarımsal ve hidrolojik kuraklıklar takip eder. Kuraklık, ulusal ekonomi ve kamusal yaşam üzerine yıkıcı sonuçları olan bir iklim unsurudur ve Türkiye yarı-kurak bölgede yer almaktadır (Katip, 2018).

İklim değişikliği sebebiyle ortaya çıkan sel ve fırtınaların neden olacağı su kaynağı problemleri, aşırı sıcaklıklar, ani mevsimsel değişiklikler ve bunlara bağlı sektörlerin finansal kalkınmalarıyla ilişkileri (tarım ekonomisinde yaşanan kuraklık, çölleşme sorunları) tüm dünyada olduğu gibi Türkiye için de önem arz eden hususlardır. Akdeniz Havzası’nda (Türkiye dahil) görülen yağış miktarındaki azalma ve sıcaklık değerlerinin yükselmesi, iklim değişikliğinin kaçınılmaz sonuçlarındandır. Kuraklığın daha ciddi ve sık yaşanmasının, su stresinin yükselmesi ile birlikte ortaya çıkabilecek su kıtlığına, biyolojik çeşitlilik kaybına, orman yangınlarının artışına ve tarım ile turizm sektöründe gelir kayıplarına yol açacağı öngörülmektedir (Muluk ve diğ., 2013). Dolayısıyla küresel ölçekte fazla su tüketen tarımsal sulamalara suyun daha verimli kullanımı yönündeki baskı ve istekler artmaktadır. Bu nedenle ülkelerin üretim deseni, coğrafi konumu, siyasal, sosyal ve finansal durumlarına göre farklılık gösteren su kaynakları yönetiminde, kırsal gelir artışı ve su verimliliği için kurumsal kapasite oluşturma ve eğitim gibi yeni ihtiyaçları karşılayabilecek yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir (FAO, 2006; WCA, 2006).

Bu çalışmada, Türkiye’de yağış ve sıcaklıkta görülen salınımlar belirlenmiş, bu değişimlerin su kaynaklarına, tarımsal ürün verimine ve su kullanımına olan etkilerini ortaya koymak amacıyla mevcut su kullanım politikaları araştırılmış, gerekli değerlendirmeler yapılmış ve bazı çözüm önerileri sunulmuştur.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verileri kullanılarak Türkiye’de yağış ve sıcaklık gibi iklim parametrelerinde meydana gelen artış ve azalmaların su kaynakları, bitkisel verim ve tarımsal su politikalarına olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, 2001-2018 yıllarına ilişkin iklim parametreleri (aylık, mevsimlik ve yıllık ortalama, maksimum, minimum yağış ve sıcaklık) ile bitkisel üretim (bazı tarla bitkileri) verileri arasındaki ilişki Excel programı kullanılarak oluşturulan grafikler yardımı ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)

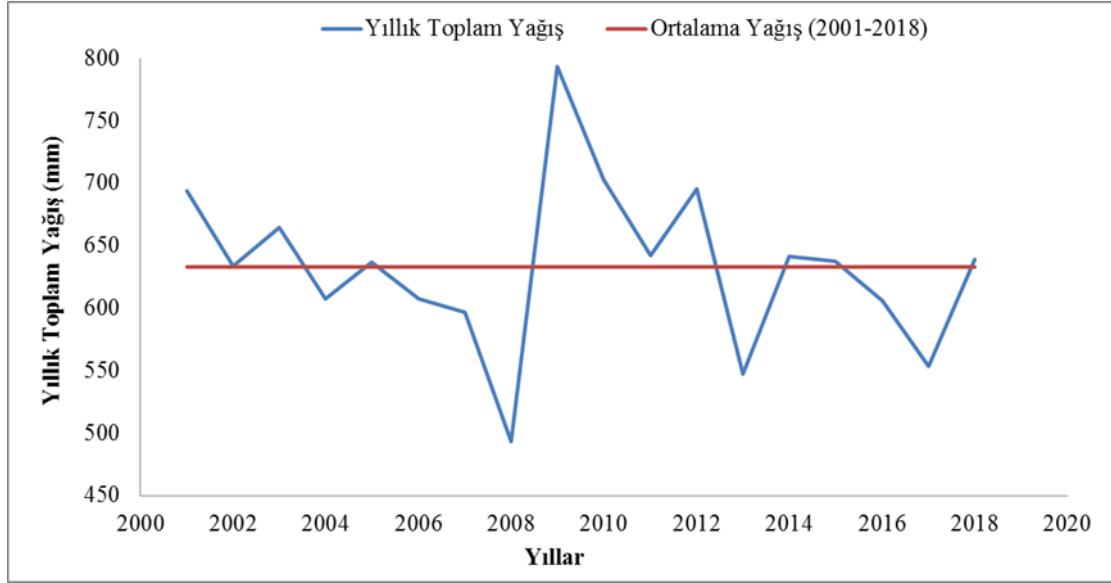
23.0 programı aracılığıyla sıcaklık ve yağış ile bitkisel üretim verilerinin korelasyon analizi yapılarak Pearson korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. İstatistiksel testlerde önem düzeyi 0,05 olarak alınmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1.1. Türkiye'nin Yağış Durumu

Çalışmada kullanılan 2001-2018 yılları arasındaki yıllık yağış miktarları Şekil 1'de verilmektedir. Buna göre 18 yıllık toplam yağış ortalaması 633 mm olup, toplam yağış dağılımı yıl bazında çok büyük değişim göstermektedir. 2001-2012 yılları arasında 647 mm ile uzun yıllar ortalamasının üstünde olan toplam yağış ortalaması, 2013-2018 yılları arasında 604 mm ile uzun yıllar ortalamasının altında seyretmiştir. Son 12 yılda (2007-2018) toplam yağış miktarındaki yıllık artış ve azalış oranları dikkat çekmektedir. Toplam yağış miktarları 2009 yılından itibaren 2013 ve 2017 yılları hariç uzun yıllar ortalamasının üstünde kalmıştır. Yıllık toplam yağış miktarında 2008 ve 2009 yıllarında büyük farklılıklar meydana gelmiştir. 493 mm ile 18 yıllık en düşük (kurak) yıllık toplam yağış miktarına 2008 yılında ulaşılırken, ertesi yıl (2009) 794 mm ile 18 yıllık en yüksek yıllık toplam yağış miktarına ulaşmıştır (Şekil 1).

Yağış ve sıcaklık parametreleri bitkisel üretim verimini, ekilen alanı ve üretimi etkileyen faktörler arasında büyük önem taşımaktadır (Kibar ve diğ., 2014). Yağış miktarı ve yağış dağılımının (rejimi) yıllık olarak değişkenlik göstermesi, bitkisel üretimde hayati öneme sahip olan verim üzerinde büyük sapmalara sebep olmaktadır.



Şekil 1:
Türkiye'nin yıllık toplam yağış miktarları (2001-2018)

Aylık yağış durumunun 2001-2018 yılları arasındaki değişimi Tablo 1'de verilmektedir. Türkiye'de yağışların yıl içindeki aylara göre dağılımında yıllar arası yağış miktarında meydana gelen dalgalanmalara benzer şekilde artma ve azalma yönünde çok keskin farklılıklar yaşanmaktadır. 2001-2018 yılları arasında mevsimlere göre yağış ortalaması dağılımına bakıldığında; kış mevsimi maksimum yağışla %38'lik oranı, yaz mevsimi minimum yağışla %10,4'lük oranı oluşturduğu görülmektedir. İlkbahar ve sonbahar mevsimi ise %26,3 ve %25,3'lük yağış oranıyla birbirine yakınlık göstermektedir (Tablo 1). 2001-2018 yılları arasında maksimum yağış 142,4 mm ile Ocak 2014'de, minimum yağış 5,6 mm ile Ekim 2017'de gerçekleşmiştir.

Tablo 1. Türkiye’nin aylık toplam yağış miktarları (2001-2018)

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2001	30,3	70,8	46,6	64,3	74,7	10	13,5	23,4	21,5	29,3	125,3	184,6
2002	74,1	36,6	63,1	89,1	29,4	28,2	32,6	27,7	52,4	47,6	61,7	91,4
2003	72	114,8	72,5	75,8	34,7	17,9	12,4	7,1	33,3	71	50,9	102
2004	142,4	63,9	38,3	55,6	46,6	32,5	9,6	24,1	10,4	25,7	107,8	50,5
2005	76,5	75,9	75,4	53,2	43	31,7	19,9	16,7	33,4	62,5	88	60,9
2006	77,1	86,7	73,3	50,7	34,6	23,6	18,2	5,8	47,3	94,2	72,6	23,3
2007	57,1	53	55,5	55,1	37,4	29,4	11,3	20,6	14,6	51,9	111,7	99,1
2008	46,4	42,9	50	36,5	36,1	22,8	10	10,3	65,5	43,1	63	66,6
2009	100	117,4	89,6	57,8	41,5	25,9	37,6	8,8	56,4	43,5	95,9	119,4
2010	121	94,7	52,6	53,1	39,5	55,9	17,6	7,2	21,4	118,3	15,4	106,4
2011	78,3	64,9	56	93,5	66,6	45,5	14,4	13,9	23,5	76,1	34,8	74,7
2012	122,2	88,8	48,6	46,4	62,2	20,9	13,7	20,7	11,6	50,4	61,2	148,4
2013	94,6	73	57,4	54,7	39,1	23,7	14,7	9,3	26,4	59,7	56,3	38,1
2014	59,1	24,3	65,7	42,7	55	48,9	21,8	23,7	70	65,4	66,1	98,9
2015	104	90,7	89,2	51,6	41	54,9	6,2	22,9	25,7	91,9	36,9	22,7
2016	116,5	50,7	67,1	28,1	69,8	32,6	18,5	23,2	38,4	24,5	53,7	82,6
2017	87,6	19,1	62,2	60,2	61,3	34,8	10,2	14,2	14,2	56	64,9	67,1
2018	80,8	50,2	66,5	17,9	72,9	45,4	19	14,4	25,5	58,9	56,6	131,1
Ortalama	85,56	67,69	62,76	54,79	49,19	32,48	16,73	16,33	32,86	59,44	67,93	87,10

Türkiye’de yılın her ayında yağış görülmekte olup, yağışın en yüksek olduğu aylar uzun yıllar ortalamasına göre sırasıyla 87,1 mm ile Aralık, 85,6 mm ile Ocak ve 67,9 mm ile Kasım aylarıdır. En düşük yağışlar ise, 16,3 mm ile Ağustos, 16,7 mm ile Temmuz ve 32,5 mm ile Haziran aylarında görülmektedir (Tablo 1). Bu verilere dayanarak bitkisel üretimin aktif olarak gerçekleştiği Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında birçok ovada su eksikliği ile karşı karşıya kalınması söz konusudur. Bu durum bitki yetiştiriciliği ve tarımsal üretimde yaz aylarında sulamayı zorunlu kılmakta ve alternatif su kaynakları bulmayı gerektirmektedir.

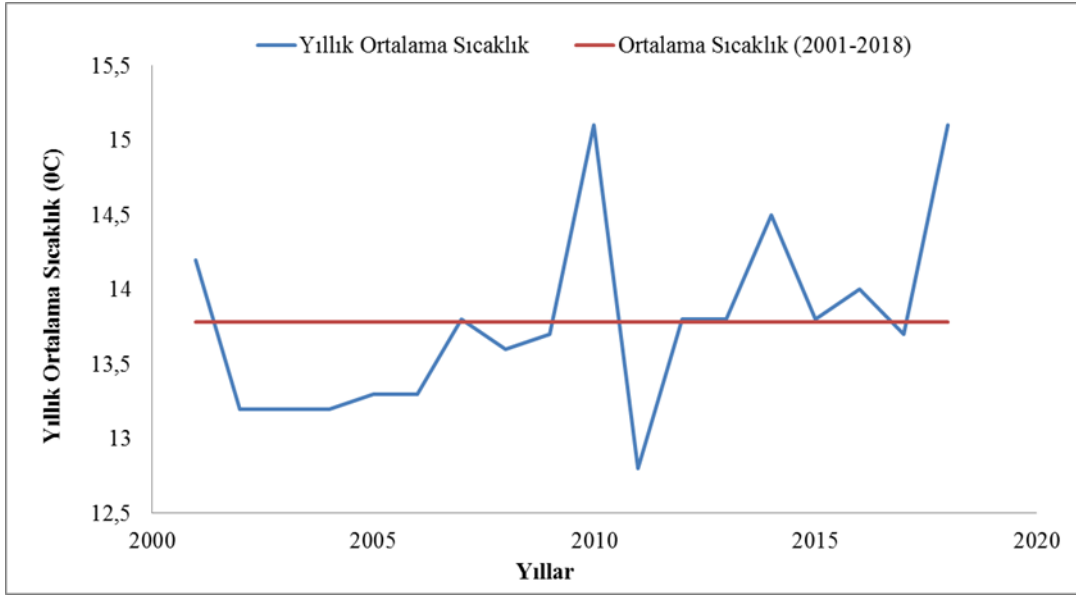
Mart, Nisan ve Mayıs aylarını içeren 2001-2018 yılları arasındaki toplam yağış miktarına bakıldığında ise, 2004, 2010 ve 2012 yıllarında belirgin azalmaların meydana geldiği görülmektedir. 2011 yılında yağış 216,1 mm iken, bu değer 2008 yılında 122,6 mm’ye kadar düşmüştür (Tablo 1).

Türkiye iklimi ve havzaları açısından değerlendirildiğinde, ılıman ve aşırı sıcaklıkların hissedildiği bir iklim kuşağında yer almaktadır. Ortalama rakım 1.100-1.200 metre dolaylarında olup, topoğrafik farklılıklar iklimsel farklılıklara sebebiyet vermektedir. Doğu ve iç bölgelerde ortalama yükseklik daha fazla iken, batı bölgelerde daha azdır. Bu sebeple dağ sıralarının ve yüksek platoların bulunduğu Doğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgesi’nde kar yağışı daha fazladır. Kıyı kesimlerde sıcak, kuru ve uzun yaz mevsimi ile yağışlı, kısa ılıman kış mevsiminin yaşandığı Akdeniz iklimi görülmektedir. İç Anadolu platosunda yazlar aşırı sıcak ve kışlar soğuk geçmekte olup, yağış miktarı oldukça düşüktür. Yağış miktarlarında bölgesel olarak büyük değişiklikler gözlenmekte olup, Karadeniz kıyısında 3.000 mm üstünde olan yağış miktarı, Güneydoğu Bölgesi’nde 250 mm civarındadır (Muluk ve diğ., 2013).

Benzer şekilde mevcut 25 su havzasında, hidrolojik açıdan yıllık yağış ortalaması, yüzeysel su akışı ve buharlaşma yönünden büyük değişimler meydana gelebilmektedir. Yıl içi yağış miktarları dağılımı ile yıllar arası yağış miktarı oranlarında havza bazlı büyük farklılıklar gözlemlenmektedir. 30 yılda bir görülen genellikle 1 yıl süren, bazen iki yada üç yıl kadar uzayabilen kurak periyotlar gerçekleşebilmektedir (Akkemik ve diğ., 2005). 1960 yılından itibaren kuraklık periyotlarının süresinin arttığı gözlemlenmiştir. 1994 yılında gerçekleşen ve 5 yıl süren kuraklık bunun en iyi örneğidir (Kömüşçü, 2005). Havzaların büyük çoğunluğu 2018 yılında normalin üzerinde yağış alırken, Batı Akdeniz, Van Gölü ve Çoruh Havzaları normalinin altında yağış almıştır. 1149 mm ile en fazla yağış Doğu Karadeniz Havzası’nda görülürken, 470 mm ile en az yağış Aras Havzası’nda gerçekleşmiştir. Normale göre en fazla artış Seyhan Havzası’nda %34 ile, en fazla azalma Çoruh Havzası’nda %6 azalış ile gözlemlenmiştir (Aydın ve diğ., 2019).

3.1.2. Türkiye'nin Sıcaklık Durumu

Türkiye'deki yıllık ortalama sıcaklıklar Şekil 2'de verilmektedir. 18 yıllık (2001-2018) sıcaklık ortalaması değeri 13,8 °C'dir. Sıcaklık ortalaması ilk 6 yıllık dönemde (2001-2006) 13,4 °C iken, sonraki 12 yıllık dönemde (2007-2018) 0,6 °C artarak 14 °C'ye ulaşmıştır. Küresel ısınmanın ve buna paralel sıcaklık artışının etkileri burada ortaya çıkmaktadır. Türkiye'deki yıllık ortalama sıcaklık dağılımlarına bakıldığında özellikle 2010 ve 2018 yıllarında sıcaklığın 15,1 °C'ye çıktığı, 2007 yılından itibaren genellikle uzun yıllar ortalamasının üzerinde olduğu görülmektedir. En düşük ortalama sıcaklık ise, 12,8 °C ile 2011 yılında meydana gelmiştir (Şekil 2).



Şekil 2:
Türkiye'nin yıllık ortalama sıcaklıkları (2001-2018)

Küresel ortalama sıcaklık 1950 yılından itibaren on yılda bir yaklaşık 0,13 °C yükselmiştir; ancak bu yükselmenin tarımsal faaliyetler üzerindeki etkisi iyi anlaşılamamıştır (IPCC, 2007; Lobell ve Field, 2007). Günümüzde 1950 yılından bu yana yaklaşık 0,9 °C'lik bir sıcaklık artışı söz konusudur.

Türkiye'nin aylık ortalama sıcaklıkları Tablo 2'de verilmektedir. 2001-2018 yılları arasındaki maksimum sıcaklık 48,8 °C ile Eylül 2016'da, minimum sıcaklık ise -40 °C ile Kasım 2016'da meydana gelmiştir. Aynı dönemde en yüksek aylık ortalama sıcaklık 26,9 °C ile Ağustos 2010'da görülürken, en düşük sıcaklık -0,9 °C ile Ocak 2008'de görülmüştür. Bu dönemde yıllar içindeki ortalama sıcaklığa bakıldığında en sıcak aylar sırasıyla Ağustos (25,2 °C), Temmuz (25,2 °C) ve Haziran (21,9 °C) ayları iken, en soğuk aylar Ocak (2,6 °C), Şubat (4,2 °C) ve Aralık (4,2 °C) aylarıdır (Tablo 2).

Mart, Nisan ve Mayıs döneminde ortalama sıcaklıklar yıllık sıcaklığa bağlı olarak yükselmiştir. İlkbahar mevsimi ortalama sıcaklığı 2003 yılında 10,9 °C ile 18 yılın en düşük değeri iken, 2018 yılında 14,6 °C ile en yüksek değerini oluşturmaktadır (Tablo 2).

Türkiye 36-42 derece kuzey enlemleri ile 26-45 derece doğu boylamları arasında kuzey yarımkürede bulunduğu ve iklim değişikliğine kırılganlığı yüksek olan Akdeniz Havzası'nda yer aldığı için, su kaynaklarının olumsuz yönde etkilenmesi ve özellikle güney kısımdaki havzalarda su potansiyelinin azalması kaçınılmazdır. Bu bağlamda su kaynaklarında meydana gelen azalmanın öncelikli olarak tarım ile hayvancılık ve ilgili sektörlerde kendisini hissettirmesi beklenmektedir (Şen, 2015; DSİ, 2019).

Tablo 2. Türkiye’nin aylık ortalama sıcaklıkları (2001-2018)

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2001	4,3	5	11,4	12,8	15,8	22,1	26	25,3	21,1	14,7	8	4,1
2002	-0,5	5,5	8,7	10,9	16,5	21,6	25,2	23,8	20	15,3	9,9	1,4
2003	5,4	1,2	3,9	10,5	18,3	21,9	24,5	25	19,4	15,8	8,7	4,2
2004	2,3	3,4	8	11,6	16	21,1	24,2	24,1	20,3	16	8,5	2,9
2005	3,2	3	7	12,3	16,8	20,6	25,3	25,3	19,9	13,1	7,9	5,3
2006	0,7	3,3	8	12,8	17	22,6	24	26,6	20	15,1	7,3	2,8
2007	2,4	3,5	7,6	9,9	19	22,9	25,7	25,6	21	15,9	8,3	3,3
2008	-0,9	1,1	10,3	14,1	16,2	22,2	25,1	25,9	20,4	14,8	10,1	3,7
2009	3	5,1	6,6	11,3	16,6	22,2	24,5	23,5	19	16,6	9,1	7,2
2010	4,9	6,9	9,2	12,4	17,8	22	25,8	26,9	22	14,5	11,9	7,3
2011	3,2	3,6	6,9	10,7	15,6	20,9	25,5	24,4	20,8	12,9	5	4,1
2012	1,4	0,3	4,8	13,8	17,1	23,2	26	25	21,6	16,6	10,8	5,2
2013	3,5	5,9	8,6	13,2	18,6	22	24,5	24,8	19,8	13	10,1	1,5
2014	4,7	5,6	9	13,5	17,3	21,4	25,5	26	20,4	14,7	8,5	7,1
2015	2,6	4,6	7,6	10,7	17,3	20,9	25,1	25,5	23	15,7	10	3,2
2016	2,1	7,5	9	14,7	16,5	22,3	25	25,7	20	15,3	8,5	1,2
2017	0,3	3	8,3	11,8	16,4	21,6	25,7	25,4	22,5	14,3	8,9	6,5
2018	4,4	7,2	11	14,6	18,2	21,9	25,4	25,3	21,6	16	10	5,2
Ortalama	2,6	4,2	8,1	12,3	17,1	21,9	25,2	25,2	20,7	15,0	9,0	4,2

3.1.3. Türkiye’nin Bazı Bitkisel Ürünlerinin Yağış ve Sıcaklıkla İlişkisi

Gerek aşırı yağışların meydana gelmesi gerekse kuraklık yaşanması tarımsal üretimdeki kayıpları arttırmaktadır (Dellal, 2008). Bitkisel üretimin doğaya açık alanlarda yapılması, yağış ve sıcaklık gibi iklim parametrelerinden ve bazı çevresel koşullardan etkilenmesine yol açmaktadır.

Yağış, minimum ve maksimum sıcaklık, nem, radyasyon, gün uzunluğu, rüzgar hızı gibi çevresel faktörlerde; sulama, ekim zamanı, ekim yöntemi, gübreleme gibi tarım tekniklerinde ve sıra aralığı, metrekaresine düşen bitki sayısı, ekim derinliği gibi bitki çeşidi bilgilerinde-meydana gelen değişimler bitki gelişimi üzerinde etkili olmaktadır (Yazgan ve Tatar, 2002).

Buğday ve arpa gibi tahıllar dünyadaki bitkisel üretimin başında yer almaktadır. 2009 yılında Balkanlar ve Kanada’da meydana gelen aşırı yağışların buğday hasadı öncesi döneme denk gelmesi ürün kalitesini azaltmıştır. Buğday üreticisi ülkelerden Rusya, Ukrayna ve Kazakistan’da oluşan yüksek sıcaklık ve kuraklık, hasadı olumsuz etkilemiş, bu durum dünya fiyat ortalamasını %20 oranında arttırmıştır. 2012 yılında Brezilya’da meydana gelen yüksek yağışlar, ABD’de yaşanan aşırı kuraklık, Hindistan’da muson yağmurlarındaki gecikme, Avustralya’daki düşük yağışlar tarımsal üretimi ve fiyatları olumsuz etkilemiştir (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2014).

Türkiye’nin bazı bitkisel ürünlerinin ekim alanı, üretim miktarları ve verim durumları Tablo 3 ve Tablo 4’de verilmektedir. 2001-2018 yıllarında buğday ekim alanı 93.500.000 dekaradan 72.992.701 dekara azalan yönde bir değişim göstermiştir. Türkiye’deki son 18 yıllık verilere göre buğday ekim alanının yaklaşık %22 oranında azaldığı görülmektedir (Tablo 3).

Toplam buğday üretiminin %66’sını temin eden gelişmekte olan ülkelerde iklim değişikliğine bağlı olarak sıcaklık artışı nedeniyle yaklaşık %20-30 oranında verim kaybı söz konusu olmuştur (Easterling ve diğ., 1997; Lobell ve diğ., 2008).

Türkiye’de genellikle yarı kurak ve kurak yerlerde yağışa bağlı olarak yapılan buğday yetiştiriciliği veriminde meydana gelen azalmaların sebebi, çoğunlukla buğdayın dane büyüme periyodunda yüksek ve kurak sıcaklıklara maruz kalmasıdır (Sayılğan, 2016). İncelenen yıllarda birim alanda elde edilen buğday verimi ve toplam buğday üretimi açısından farklılıklar saptanmıştır. 287 kg/daa ile verimin en yüksek olduğu yıl, toplam üretimin de 22.600.000 ton ile en yüksek olduğu 2015 yılıdır. Buğday verimi ile ortalama sıcaklık arasındaki ilişki incelendiğinde bir önceki yıla göre ani artış gösteren sıcaklıkla bağlantılı olarak 2001, 2007, 2010, 2012, 2014 ve 2018 yıllarında verimde düşüş yaşanmıştır (Tablo 3). Sıcaklık artışının

sebebi olduğu yüksek buharlaşmaya ilaveten buğday ekilen bölgelerde (örneğin, Iğdır ili) yağış yönünden kuraklık yaşanması, verimin azalmasına neden olan bir diğer faktördür.

Fransa'da buğday veriminin incelenmesine yönelik olarak yapılan bir çalışma, iklimin 1950'den beri verimin düşük olmasına neden olan en önemli faktör olduğunu öne sürmektedir (Brisson ve diğ., 2010). Benzer şekilde, Hindistan'da ısınma eğilimlerinin verim üzerindeki olumsuz etkilerinin iyi anlaşılması, ürün verimindeki azalmayı kısmen açıklamaktadır. Çin'de mısır, Rusya, Meksika ve Türkiye'de buğday başta olmak üzere tüm ürün verimlerinde görülen azalmanın büyük çoğunluğunun iklim değişiminin olumsuz etkisi ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir. (Ladha ve diğ., 2003; Kalra ve diğ., 2008).

Tablo 3. Türkiye'nin buğday, arpa ve mısır ürünlerinin ekilen alan, üretim miktarları ve verim durumları (2001-2018)

Yıllar	Buğday			Arpa			Mısır		
	Ekilen Alan (daa)	Üretim (ton)	Verim (kg/daa)	Ekilen Alan (daa)	Üretim (ton)	Verim (kg/daa)	Ekilen Alan (daa)	Üretim (ton)	Verim (kg/daa)
2001	93.500.000	19.000.000	203	36.400.000	7.500.000	206	5.500.000	2.200.000	400
2002	93.000.000	19.500.000	210	36.000.000	8.300.000	231	5.000.000	2.100.000	420
2003	91.000.000	19.000.000	209	34.000.000	8.100.000	238	5.600.000	2.800.000	500
2004	93.000.000	21.000.000	226	36.000.000	9.000.000	250	5.450.000	3.000.000	550
2005	92.500.000	21.500.000	232	36.500.000	9.500.000	260	6.000.000	4.200.000	700
2006	84.900.000	20.010.000	236	36.498.000	9.551.000	262	5.360.000	3.811.000	711
2007	80.977.000	17.234.000	213	34.280.165	7.306.800	213	5.175.000	3.535.000	683
2008	80.900.000	17.782.000	220	29.500.000	5.923.000	201	5.950.000	4.274.000	718
2009	81.000.000	20.600.000	254	30.100.000	7.300.000	243	5.920.000	4.250.000	718
2010	81.034.000	19.674.000	243	30.400.000	7.250.000	238	5.940.000	4.310.000	726
2011	80.960.000	21.800.000	269	28.688.331	7.600.000	265	5.890.000	4.200.000	713
2012	75.296.394	20.100.000	267	27.487.664	7.100.000	258	6.226.094	4.600.000	739
2013	77.726.000	22.050.000	284	27.205.100	7.900.000	290	6.599.980	5.900.000	894
2014	79.192.084	19.000.000	240	27.872.973	6.300.000	226	6.586.450	5.950.000	903
2015	78.668.874	22.600.000	287	27.835.830	8.000.000	287	6.881.699	6.400.000	930
2016	76.719.448	20.600.000	269	27.400.521	6.700.000	245	6.800.192	6.400.000	941
2017	76.688.785	21.500.000	280	24.247.372	7.100.000	293	6.390.844	5.900.000	923
2018	72.992.701	20.000.000	274	26.119.403	7.000.000	268	5.919.003	5.700.000	963

Yapılan bir çalışmada, Kanada, ABD, Rusya ve Kazakistan'da 1981'den 2015'e kadar buğday verimi dinamiklerinin iklim değişikliği etkileri değerlendirilmiş, verimin buğday mevsimi boyunca yağış ve hava sıcaklığı ile ilişkili olduğu görülmüştür. Bir başka çalışmada, minimum ve maksimum hava sıcaklığının Kuzey Amerika ve Avrasya'da tahıl büyüme mevsimi (Nisan-Ağustos) boyunca artma eğiliminde olduğu; Kuzey Amerika yerleşim alanlarında yağışın 1981-1990 yılları arasında 289 mm iken 2006-2015 yılları arasında 338 mm ye kadar arttığı belirtilmiştir. Avrasya yerleşim alanında ise yağışın sırasıyla 230 ve 238 mm ile sabit ve düşük kaldığı; sonuç olarak tahıl üretim veriminin Avrasya'da Kuzey Amerika'ya göre iki kat daha azaldığı bulunmuştur (Morgounov ve diğ., 2018).

Arpa üretimine bakıldığında 18 yıllık süreçte buğday üretimine benzer şekilde ekim alanında azalma eğilimi söz konusu iken, üretim miktarında dalgalanmalar olduğu görülmektedir. 201 kg/daa ile en düşük verim 2008 yılında elde edilirken, 293 kg/daa ile en yüksek verim 2017 yılında elde edilmiştir (Tablo 3). En düşük verimin görüldüğü 2008 yılı ilkbaharında 122,6 mm ile en düşük yağış meydana gelmiştir (Tablo 1). Ürün verimi incelendiğinde bu yağış miktarının yetersiz olduğu dikkat çekmektedir. Bu dönemde görülen sıcaklık değeri (13,5 °C) uzun yıllar ilkbahar ortalamasının üzerindedir (Tablo 2). En yüksek verimin görüldüğü 2017 yılı ilkbahar döneminde 183,7 mm ile yağış miktarı, uzun yıllar ortalamasının üzerindeyken (Tablo 1), 12,2 °C sıcaklık ile uzun yıllar ortalamasının altında kalmıştır (Tablo 2).

Çiftçi seçimlerini etkileyen tarımsal politikalarda, endüstriyel alanda kullanılan bitkilerden biri olan mısır önemli bir ürün haline dönüşmüştür. Sulanabilen alanlarda yetişen mısır

incelendiğinde 18 yıllık süreçte ekilen alan, üretim ve verim açısından artan yönde bir eğilim olduğu, üretim miktarının yaklaşık 3 kat arttığı görülmektedir (Tablo 3). Sıcak iklim bitkilerinden olan mısırdan en yüksek verim 963 kg/daa ile 2018 yılında gözlemlenmiş olup (Tablo 3), 18 yılın ilkbahar dönemindeki en yüksek sıcaklığı (14,6 °C) da bu yıla denk gelmektedir (Tablo 2). 2018 yılı ilkbahar dönemindeki toplam yağış 157,3 mm ile uzun dönem yağış ortalamasının altında kalmış ve bu dönemde bitkilerin su ihtiyacı birçok yerde sulama suyuyla karşılanmıştır (Tablo 1).

Tablo 4. Türkiye’nin ayçiçeği ve şekerpancarı ürünlerinin ekilen alan, üretim miktarları ve verim durumları (2001-2018)

Yıllar	Ayçiçeği			Şekerpancarı		
	Ekilen Alan (daa)	Üretim (ton)	Verim (kg/daa)	Ekilen Alan (daa)	Üretim (ton)	Verim (kg/daa)
2001	5.100.000	650.000	127	3.587.630	12.632.522	3.521
2002	5.500.000	850.000	155	3.724.680	16.523.166	4.436
2003	5.450.000	800.000	147	3.153.030	12.622.934	4.003
2004	5.500.000	900.000	164	3.153.440	13.517.241	4.287
2005	5.660.000	975.000	172	3.358.120	15.181.247	4.521
2006	5.854.000	1.118.000	191	3.256.995	14.452.162	4.437
2007	5.546.778	854.407	154	3.002.421	12.414.715	4.135
2008	5.800.000	992.000	171	3.219.806	15.488.332	4.810
2009	5.840.000	1.057.125	181	3.244.428	17.274.674	5.324
2010	6.414.000	1.320.000	206	3.291.669	17.942.112	5.451
2011	6.557.000	1.335.000	204	2.972.648	16.126.489	5.425
2012	6.046.160	1.370.000	227	2.806.945	14.919.940	5.315
2013	6.097.839	1.523.000	250	2.913.282	16.488.590	5.660
2014	6.574.576	1.637.900	249	2.887.851	16.743.045	5.798
2015	6.853.174	1.680.700	245	2.744.873	16.022.783	5.837
2016	7.201.081	1.670.716	232	3.224.477	19.592.731	6.076
2017	7.796.217	1.964.385	252	3.392.742	21.149.020	6.234
2018	7.344.651	1.949.229	265	2.921.044	17.436.100	5.969

Ayçiçeği üretiminde 18 yıllık süreçte mısıra benzer şekilde ekilen alan, üretim ve verim açısından artan yönde bir eğilim meydana gelmiş, üretim miktarı yaklaşık 3 kat artmıştır (Tablo 4). Ayçiçeği üretiminde en yüksek verim 265 kg/daa ile 2018 yılında gözlemlenmiş olup (Tablo 4), 18 yılın ilkbahar dönemindeki en yüksek sıcaklık 14,6 °C değeri ile bu yıl meydana gelmiştir (Tablo 2). 2018 yılı ilkbahar dönemindeki toplam yağış 157,3 mm ile uzun dönem yağış ortalamasının altında kalmış ve bu süreçte bitkilerin çiçeklenme dönemi su ihtiyacı pek çok yerde sulama suyundan temin edilmiştir (Tablo 1).

Türkiye’de ayçiçeği bitkisi yaz döneminde yetişmekte ve genelde ekimi kurak bölgelerde yapılmaktadır. Ayçiçeği verimi ve üretim miktarı yıllık yağışa bağlı olarak değişmektedir. Ayçiçek yetiştiriciliğinde, zamanında yapılan sulamalar ile bitkilerin gelişme döneminde strese girmesine yol açan aşırı sıcaklık ve kuraklık azaltılarak yüksek verim ortalamasına ulaşılabilmektedir (Kaya, 2016). Örneğin, yüksek üretim seviyesinin büyük oranda sulamaya bağlı olduğu Kuzey Çin Ovası’nda sınırlı yağışın ürün verimini kısıtladığı; bu nedenle yağış ve ürün su gereksinimine göre en uygun sulama zamanını oluşturmanın akılcı su kullanımını sağlamak için anahtar rolü oynadığı belirtilmektedir (Sun ve diğ., 2010).

Ülkemizde şekerpancarı üretiminde verim yıllık olarak değişim gösterirken, 3.521 kg/daa ile en düşük verim 2001 yılında, 6.234 kg/daa ile en yüksek verim 2017 yılında elde edilmiştir. Ortalama sıcaklık ve verim arasındaki bağlantı değerlendirildiğinde, ortalama sıcaklığın maksimum olduğu 2010 yılında ve ortalama sıcaklığın minimum olduğu 2011 yılında verim çok yakın değerde kalmıştır (Tablo 4).

Sıcaklık ve yağış ile bitkisel üretim verileri arasındaki ilişkiyi belirlemek için korelasyon analizi yapılmıştır (Tablo 5). Çalışmada, Pearson korelasyon katsayısı (r) yorumlanırken Tablo 6’da verilen katsayılara göre değerlendirme yapılmıştır. Korelasyon analizi iki değişken

arasındaki ilişkinin büyüklüğünü verdiği, neden-sonuç ilişkisini açıklamadığı için neden-sonuç ilişkisine değinilmemiştir.

Tablo 5. Sıcaklık ve yağış ile bitkisel üretim arasındaki ilişki

		Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Buğday Üretimi (ton)	Arpa Üretimi (ton)	Mısır Üretimi (ton)	Ayçiçeği Üretimi (ton)	Şekerpancarı Üretimi (ton)
Sıcaklık (°C)	Pearson Correlation	1	,198	-,218	-,511*	,396	,451	,318
	Sig. (2-tailed)		,432	,386	,030	,104	,061	,199
	N	18	18	18	18	18	18	18
Yağış (mm)	Pearson Correlation	,198	1	,052	,088	-,241	-,193	-,101
	Sig. (2-tailed)	,432		,837	,729	,335	,442	,691
	N	18	18	18	18	18	18	18
Buğday Üretimi (ton)	Pearson Correlation	-,218	,052	1	,387	,458	,475*	,422
	Sig. (2-tailed)	,386	,837		,113	,056	,046	,081
	N	18	18	18	18	18	18	18
Arpa Üretimi (ton)	Pearson Correlation	-,511*	,088	,387	1	-,400	-,379	-,379
	Sig. (2-tailed)	,030	,729	,113		,100	,121	,121
	N	18	18	18	18	18	18	18
Mısır Üretimi (ton)	Pearson Correlation	,396	-,241	,458	-,400	1	,908**	,677**
	Sig. (2-tailed)	,104	,335	,056	,100		,000	,002
	N	18	18	18	18	18	18	18
Ayçiçeği Üretimi (ton)	Pearson Correlation	,451	-,193	,475*	-,379	,908**	1	,774**
	Sig. (2-tailed)	,061	,442	,046	,121	,000		,000
	N	18	18	18	18	18	18	18
Şekerpancarı Üretimi (ton)	Pearson Correlation	,318	-,101	,422	-,379	,677**	,774**	1
	Sig. (2-tailed)	,199	,691	,081	,121	,002	,000	
	N	18	18	18	18	18	18	18

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

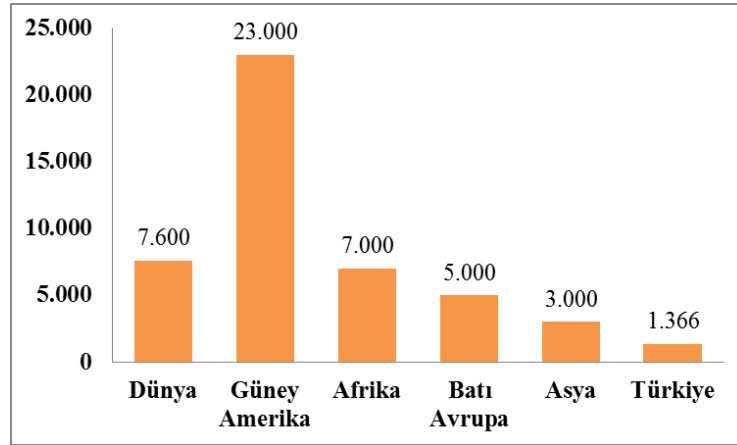
Tablo 6. Pearson korelasyon katsayısı (*r*) ilişkisi (Köklü ve diğ., 2006)

<i>r</i>	İlişki
0,00	İlişki yok
0,01 – 0,29	Düşük düzeyde ilişki
0,30 – 0,70	Orta düzeyde ilişki
0,71 – 0,99	Yüksek düzeyde ilişki
1,00	Mükemmel ilişki

Tablo 5’de verilen sıcaklık ile bitkisel üretim ilişkileri incelendiğinde sıcaklık ile buğday üretimi [$r_{(18)} = -0,218, p > 0,05$], mısır üretimi [$r_{(18)} = 0,396, p > 0,05$], ayçiçeği üretimi [$r_{(18)} = 0,451, p > 0,05$] ve şeker pancarı üretimi arasında [$r_{(18)} = 0,318, p > 0,05$] anlamlı bir ilişki olmadığı görülmektedir. Öte yandan sıcaklık ile arpa üretimi arasında anlamlı ve negatif yönlü orta düzeyde bir ilişki bulunmaktadır [$r_{(18)} = -0,511, p < 0,05$]. Yağış ile bitkisel üretim verileri arasındaki ilişki incelendiğinde yağış ile buğday üretimi [$r_{(18)} = 0,052, p > 0,05$], arpa üretimi [$r_{(18)} = 0,088, p > 0,05$], mısır üretimi [$r_{(18)} = -0,241, p > 0,05$], ayçiçeği üretimi [$r_{(18)} = -0,193, p > 0,05$] ve şekerpancarı üretimi arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır [$r_{(18)} = -0,101, p > 0,05$] şeklinde açıklanmaktadır.

3.1.4. Su Kaynakları Kullanılabilirliği ve Tarımdaki Yeri

Bir ülkenin su kaynaklarının beslenmesindeki temel unsur ülkeye düşen yağış miktarıdır (Pamuk Mengü, 2008). Yağışların yıllık olarak düşüş göstermesi ülkenin su potansiyelinin azalmasına ve dolayısıyla kişi başına düşen yıllık ortalama su miktarının düşmesine sebebiyet verir. Dünya genelinde suyun kişi başına düşen ortalama miktarı Şekil 3’de gösterilmektedir. Dünyada ve Türkiye’de kişi başına düşen kullanılabilir su miktarına bakıldığında, Dünya ortalamasının 7.600 m³/yıl, Türkiye ortalamasının ise 1.366 m³/yıl olduğu görülmektedir (DSİ, 2019; USIAD, 2007). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından, ülke nüfusunun 2030 yılına kadar 100 milyona ulaşacağı ve kullanılabilir suyun kişi başına düşen miktarının 1.120 m³/yıl dolaylarında olacağı öngörülmektedir (DSİ, 2017).

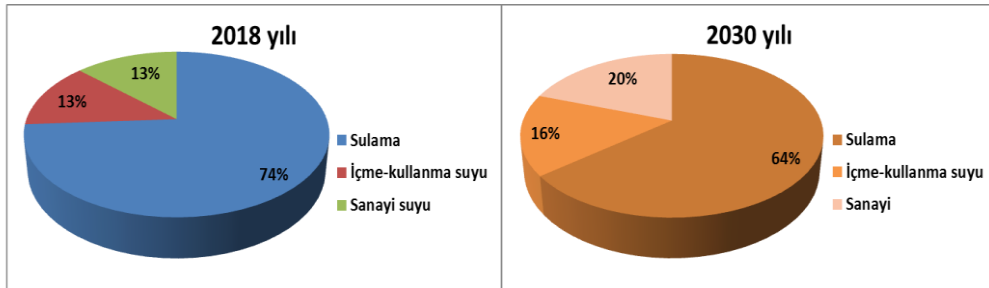


Şekil 3:

Kullanılabilir suyun kişi başına düşen ortalama miktarı (m³/yıl) (DSİ, 2019; USIAD, 2007)

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonu’nun (FAO) tarımsal su yönetimi ve su kaynakları üzerine küresel bilgi sistemine göre (AQUASTAT), yaklaşık 3.928 km³/yıl olan küresel temiz suyun %44’ü (yaklaşık 1.716 km³/yıl) ağırlıklı olarak sulanan ekili arazilerde buharlaşma yoluyla tarımda tüketilir. Kalan %56’sı (yaklaşık 2.212 km³/yıl) belediye ve sanayi atık suları ile tarımsal drenaj suyu şeklinde atık su formundadır. Su kaynaklarının dünya genelinde tarım, sanayi ve evsel amaçlı kullanımı sırasıyla %70, %19 ve %11 civarındadır (AQUASTAT, 2013).

Türkiye’de 2018 yılında toplam su potansiyelinin 40 milyar m³’ünün sulama, 7 milyar m³’ünün içme-kullanma suyu, 7 milyar m³’ünün ise sanayi suyu amaçlı kullanıldığı tespit edilmiştir (DSİ, 2019). Bu dağılımın 2030 yılında 72 milyar m³ sulama suyu, 22 milyar m³ sanayi suyu ve 18 milyar m³ içme-kullanma suyu olarak kullanılacağı öngörülmektedir (DSİ, 2008). Bu veriler, günümüzde ve gelecekte su kaynakları kullanımının büyük oranda (yaklaşık %70) tarımsal amaçlı olduğunu göstermektedir (Şekil 4).



Şekil 4:

Türkiye’de günümüz ve gelecekteki sektörel su kullanım dağılımları (DSİ, 2019; DSİ, 2008)

3.1.5. Sulanabilir Tarım Arazileri ve Tarımsal Su Kaynakları

Tarım sektörü, suyun en fazla kullanıldığı sektörlerin başında gelmektedir. Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Kurumu'na göre sulama için kullanılan su, termik santraller hariç dünyanın tatlı su kaynakları kullanımının %65'ini oluşturmaktadır (Pintilie ve diğ., 2016). Bir tarım ülkesi özelliğini taşıyan Türkiye'de kaliteli ve yeterli üretimin gerçekleştirilebilmesi için yeterli miktarda tarımsal amaçlı sulama suyuna ihtiyaç duyulmaktadır (Küsek, 2014).

Türkiye'deki mevcut arazi varlığı ve kullanım durumları Tablo 7'de verilmiştir. Toplam yüzölçümü 78 milyon hektar olan Türkiye'de mevcut arazi varlığına bakıldığında en yüksek payın yaklaşık %36 ile tarım arazilerine ait olduğu görülmektedir (Tablo 7). Dolayısı ile bu alanlarda uygulanacak tarımsal faaliyetlerde ihtiyaç duyulan suyun, yeterli miktar ve kalitede temin edilmesi gerekmektedir.

**Tablo 7. Türkiye'de arazi varlığı ve kullanım durumları
(Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2016)**

Kullanım Şekli	Miktar (ha)	(%)
Tarım arazisi	28.000.000	35,7
Ekonomik olarak sulama alanı	8.500.000	
Çayır-mera arazisi	14.617.000	18,6
Orman alanı	22.343.000	28,4
Yerleşim alanları ve diğer	12.003.000	15,3
Su yüzeyleri	1.571.700	2,0
Toplam Arazi Varlığı	78.534.700	100,0

Tarım sektöründe kullanılan suyun büyük bir bölümü yüzeysel su (%71,06) kaynaklarından sağlanmaktadır. İkinci önemli su kaynağı ise %17,3'lik bir payla yenilenebilir yeraltı sularıdır. Drenaj suyu (%7,24) ve arıtılmış atık su (%3,62) ise birlikte tarımda kullanılan toplam su miktarının onda birini oluşturmaktadır. Yenilenemeyen yeraltı suyu kullanımı ise toplam su kullanımının sadece %0,72'sine karşılık gelmektedir (WWAP, 2009). Yapılan tahminlere göre, tarımda artan talebi karşılayabilmek için 2050 yılına gelindiğinde tarımsal sulamada harcanan suyun iki kat artması beklenmektedir (Faures ve diğ., 2007). Ülkemizde su kaynakları Trakya ve İç Anadolu Bölgesi'nde sulanabilir toprak ölçüsünde sınırlıyken, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde oldukça bol ve herhangi bir sınırlama mevcut değildir (Pamuk Mengü, 2008).

Türkiye'nin ekilebilir tarım arazisi 2018 yılı itibarıyla 28 milyon hektar olup, ekonomik olarak sulanabilir arazi 8,5 milyon hektardır. Ekonomik olarak sulanabilir arazilerin 1,91 milyon hektarı sulanamayan alan; 6,59 milyon hektarı ise sulanan alandır. Sulanan alanların 4,3 milyon hektarını DSİ, 2,29 milyon hektarını Köy Hizmetleri ve halk sulamaları oluşturmaktadır. Sulamaya açılan 6,59 milyon hektar arazide uygun ziraat usulleri ve ürün deseniyle tarım yapılması durumunda yaklaşık yıllık 49,42 milyar TL tarım geliri artışı sağlanması mümkün olabilecektir. DSİ tarafından sulamaya açılan ve açılacak olan sahalar 2003 yılında 53.280 hektar iken, bu değer 2014 yılında 182.417 hektarla en yüksek seviyeye ulaşmış ve 2018 yılında 90.000 hektara düşmüştür. Türkiye'de arazi toplulaştırması kapsamında Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP), Konya Ovası Projesi (KOP), Doğu Anadolu Projesi (DAP) ve Doğu Karadeniz Projesi (DOKAP) bölgesel projeleri üretilmiş olup, toplam 4.365.669 hektar sulama alanından oluşmaktadır. Günümüze kadar 8,2 milyon hektarlık arazi toplulaştırma çalışmaları tamamlanmış olup, bunun 3,6 milyon hektarlık kısmı tarımsal amaçlı kullanıma tescil edilmiştir (DSİ, 2019; Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019). 2023 yılı itibarıyla arazi toplulaştırma çalışmalarında toplamda 14,3 milyon hektarlık alanın tamamlanmasıyla 1. kuşak arazi toplulaştırmasına ulaşılması hedeflenmektedir.

3.1.6. Türkiye’nin Tarımsal Sulama Durumu

Sulama, don kontrolü, mahsul soğutma, gübre uygulamaları ve ilaçlama tarımda su kullanımında ihtiyaç duyulan başlıca yöntemlerdir. Birleşmiş Milletler verilerine göre son 100 yılda küresel su kullanımı altı kat civarında artış göstermiştir (Hakyemez, 2019). Bitkilerin çiçeklenme ve gelişme dönemi gibi yıl içerisinde belli dönemlerde gereken su ihtiyacı, yağışların yetersiz olduğu dönemlerde ancak tarımsal sulama yapılarak giderilebilmektedir. Dolayısıyla bitkilerin sulu tarım yapılan bölgelerde yetiştirilmesi çevresel faktörlerin etkisini azaltacağından önemli bir avantaj olarak görülebilir.

Sulama, doğal yağışlarla zamanında karşılanamayan, bitkinin gelişebilmesi için ihtiyaç duyduğu suyun bitkiye aktarılmasıdır. Tarımsal sulama, refahın toplumun en alt seviyesine ulaşmasının, sürdürülebilir ve ekonomik güçlenmeye dayalı büyümenin hızlandırılmasının ve verimli tarımın gelişmesinin en önemli belirleyicisidir. Suyun, gün geçtikçe önemi artan sulamada ve su yönetiminde stratejik bir unsur olması arzın artan talepleri karşılayamamasına bağlıdır (Anonim, 2005). Az miktardaki sudan en yüksek faydayı sağlamak, böylelikle milli gelire olan katkıyı arttırmak tarımsal sulamanın ana gayesidir. Bu amaca, tarımsal sulama verimliliğinin yükseltilmesi ve su kaynağının nicel ve nitel olarak üstün kılınmasıyla ulaşılabilir. Avrupa Birliği’nde (AB) toplam suyun %33’ü, Güney Avrupa’da ise %75’i sulama amaçlı kullanılmaktadır. Sulama suyu miktarı AB’de olduğu gibi Türkiye’de de toprak yapısı, sulama teknikleri, ürün tipi, iklim ve su kalitesi bakımından değişim göstermekte, uygun sulama teknolojilerinin uygulanmamasından kaynaklı bazı çevresel ve ekonomik problemler ortaya çıkmaktadır (Kodal ve Ahi, 2018).

Ülkemizde 11.546 adet tarımsal amaçlı kooperatif mevcut olup, bunların 2.451 adedi sulama kooperatifidir (TRGM, 2018). Günümüzde sulanan alanların %92’sinde yüzeysel sulama yöntemleri, %8’inde ise basınçlı sulama yöntemi kullanılmaktadır. Çiftçiler tarafından elle boru taşıma olarak tabir edilen geleneksel yağmurlama sulaması da ağırlıklı olarak kullanılmaktadır (Eminoğlu, 2007).

Nüfus artışına paralel olarak artan gıda talepleri ile endüstrinin artan hammadde ihtiyacının karşılanması için verimliliği yükseltici önlemlerin alınması ve tarımsal altyapının ıslah edilmesi gerekmektedir. Tarımsal yapının ıslah edilmesi ekonominin genel bir ihtiyacı olup, bunun sağlanması için pek çok politika birbirini destekler biçimde ve birlikte uygulanmaya konulmalıdır (ICAE, 2017). Bu bağlamda Türkiye’de tarımsal sulama politikasında nehir havzalarının entegre yönetimine dayanan akılcı, planlı, verimli, yenilikçi, katılımcı, çevreye daha duyarlı ve çözüm kabiliyeti daha güçlü bir su yönetimiyle kurumsal yapının değiştirilmesi gerekmektedir (Kodal ve Ahi, 2018).

Hali hazırda sulamaya ve su kaynaklarına olan talebin artışıyla orantılı ek su kaynakları oluşturma projelerinin yanı sıra yönetim ve su politikaları devriminin yapılması ile sulamada verimlilik, eşitlik, yönetim ve işletme konularında daha fazla başarı sağlanmıştır (Aydoğdu ve diğ., 2015). İlaveten potansiyeli olan işyerlerinde basınçlı sulama yöntemleri yerine klasik sulama sistemlerinin kullanılması ve sulama yatırımlarının yapılmasıyla bitkisel üretimdeki verim, çeşitlilik ve kalitenin artırılması beklenmektedir (TİGEM, 2017).

Sulama mevsimi öncesi genel sulama planlarına, sulama mevsiminde su dağıtımının nasıl yapılacağına ve sulama mevsimi sonrası sonuç odaklı değerlendirmelere dayanan dönemsel su yönetimi ülkemizdeki tarımsal sulama yönetiminin temel yapı taşlarını oluşturmaktadır (Küsek, 2014; Çakmak ve diğ., 2008). İyi bir sulama yönetimi ise, su tasarrufu sağlayan kayıp kaçak oranlarını kontrol altına alma ve buna yönelik minimum su kaybı sağlayan borulu sistemleri tercih etme, açık kanal-kanalet sistemlerini terk etme, suyun kirlenmesini önleme, su kaynaklarını kurumlar arası koordinasyon ve etkin bir su yasağı ile yönetme, optimum sulama suyu fiyat politikasını belirleyerek aşırı su tüketiminin önüne geçme ile sağlanabilir (Eminoğlu, 2007; Çakmak ve diğ., 2008). Buna ilaveten kısıtlı sulama, basınçlı sulama yöntemlerinin çiftçilere temin edilmesi, drenaj suyu, seyreltilmiş deniz suyu ve arıtılmış atık suların alternatif olarak değerlendirilmesi, yüzeysel su kaynaklarının çok olan bölgeden az olan bölgeye

yönlendirilmesi gibi tarımsal su politikalarına hız verilmelidir (Çakmak ve diğ., 2008; Kanber, 2006).

Etkin sulama politikaları oluşturarak sulama uygulamalarının iyileştirilmesi; su kaynaklarının ve ekolojik dengenin korunması, su ve gübre kullanımı etkinliğinin artırılması, verim ve kalitenin artması, sulama maliyetlerinin azalması, enerji tasarrufu sağlanması, toprak kalitesinin korunması, ekonomik kalkınmanın sağlanması, diğer sektörlere kaynak aktarımı yapılması gibi çok sayıda fayda sağlayacaktır (Kodal ve Ahi, 2018).

4. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar ve bazı çözüm önerileri aşağıda verilmiştir:

- ❖ Türkiye’de küresel ısınmanın etkisiyle 2018 yılında yıllık toplam yağış ile yıllık ortalama sıcaklıkların 2001-2018 yılları ortalamasının üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Yağış ve sıcaklık gibi iklim parametrelerinde meydana gelen değişikliklerin bitkisel verim ve üretimi olumsuz etkilemesiyle su kaynakları kullanımı etkilenmiş, dolayısıyla alternatif sulama stratejilerinin geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.
- ❖ Buğday ekilen bölgelerde sıcaklık artışının sebep olduğu yüksek buharlaşmaya ilaveten yağış yönünden kuraklık yaşanması verimin azalmasına sebep olmuştur.
- ❖ Arpa üretiminde en düşük verimin görüldüğü 2008 yılının ilkbaharında en düşük yağış meydana gelmiş olup, ürün verimi ve yağış miktarı arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu belirlenmiştir.
- ❖ Mısır ve ayçiçeği bitkisinde, 2018 yılı ilkbahar dönemindeki toplam yağışın uzun dönem yağış ortalamasının altında kaldığı ve bu dönemde bitkilerin su ihtiyacının çoğu yerde sulama suyuyla karşılandığı görülmüştür.
- ❖ Şekerpancarı üretiminde verim yıllık olarak değişim gösterirken, ortalama sıcaklığın maksimum ve minimum olduğu yıllarda verimin çok yakın değerlerde kaldığı gözlemlenmiştir.
- ❖ Korelasyon analizi ilişkisine bakıldığında sadece sıcaklık ile arpa üretim arasında anlamlı ve negatif yönlü orta düzeyde bir ilişki olduğu, sıcaklık ile buğday, mısır, ayçiçeği ve şekerpancarı arasında anlamlı bir ilişki olmadığı; yağış ile buğday, arpa, mısır, ayçiçeği ve şekerpancarı arasında yine aynı şekilde anlamlı bir ilişki olmadığı bulunmuştur.
- ❖ Tarım ürünlerinin ekonomik ve ekolojik açıdan en elverişli koşullara sahip, topoğrafya, iklim ve toprak yönünden yakın yönetilebilir büyüklükte ve ülkenin idari yapısına uyumlu bölgesel tarım havzalarında yetiştirilmesi gerekmektedir.
- ❖ Tarımsal planlamada verimi arttırmak için tarımsal ürünlerin havza bazlı su kullanımı miktarı ve su ihtiyacına göre değerlendirilerek ekimi yapılmalıdır.
- ❖ Türkiye 2018 yılı itibariyle su kaynaklarının mevcut haliyle tarımsal amaçlı kullanım ihtiyacını karşılayabilecek kapasitededir; ancak gelecekte yeterli miktarda suyun temin edilmesi için doğru su politikaları uygulanması önem arz etmektedir.
- ❖ Yeterli seviyede arıtılarak geri kazanılmış atık suların tarımsal sulama amacıyla kullanıma kazandırılması, barajlar, rezervuarlar veya göletler inşa edilerek bu suların depolanması ve dönemsel/mevsimsel taleplere göre farklı zirai amaçlar için kullanılması teşvik edilmelidir.
- ❖ Türkiye’deki arazi toplulaştırma çalışmalarındaki öncelik; sulamaya açılmış ve açılacak olan 8,5 milyon hektar tarım arazisinde toplulaştırma çalışmalarının tamamlanması olmalıdır.
- ❖ Ülkenin gıda talebini sağlamak için arazilerde toplulaştırma yapılarak tarımsal sulamaya geçilmesi elzemdir.
- ❖ Su kaynaklarının gerçek değerinin bilinmesi, bunların gelecekteki değişimlerinin bilimsel olarak belirlenmesi ve bu kaynaklardan ne şekilde yararlanılacağına planlanması su kullanımının sürdürülebilirliğine katkı sağlayacaktır.

- ❖ Tarımsal sulamada su kaynaklarının kullanım etkinliği artırılarak sulanan alanlardaki fazla su talebinin azaltılması gerekmektedir.
- ❖ Tarımdan beklenen yararın yüksek düzeyde ve sürekli olması için toprak ve özellikle su kaynaklarının geliştirilmesine yönelik çalışmalara önem ve öncelik verilmelidir
- ❖ Tarımsal sulama teknikleri içerisinde optimum su tasarrufu ve daha sürdürülebilir bir su yönetimi sağlayan işletme, araştırma ve geliştirme çalışmalarına ağırlık verilmelidir.
- ❖ Su konusunda havza bazlı kanuni, sosyal, ekonomik, teknik ve idari tüm faaliyetlerin bütüncül bir yaklaşımla ele alınarak tarımsal su kaynaklarının yönetim politikasına yansıtılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Akkemik, Ü., Köse, N., Aras, A. ve Dalfes, H.N. (2005) Anadolu’nun son 350 yılında yaşanan önemli kurak ve yağışlı yıllar, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 129-135.
2. Alaton, I.A., Tanik, A., Ovez, S., Iskender, G., Gurel, M. ve Orhon D. (2007) Reuse potential of urban wastewater treatment plant effluents in Turkey: a case study on selected plants, *Desalination*, 215, 159-165. doi.org/10.1016/j.desal.2006.11.019
3. Al-Isawi, R.H.K., Scholz, M. ve Al-Faraj, F.A.M. (2016) Assessment of diesel-contaminated domestic wastewater treated by constructed wetlands for irrigation of chillies grown in a greenhouse, *Environmental Science and Pollution Research International*, 23(24), 25003-25023. doi: 10.1007/s11356-016-7706-x
4. Alpaslan, M.N., Tanık, A. ve Dölgen, D. (2008) Türkiye’de su yönetimi sorunlar ve öneriler, TÜSİAD, file:///C:/Users/user/Downloads/su-yonetimi%20(f4).pdf (Erişim Tarihi: 10.04.2019).
5. Anonim (2005) 1995-2004 50. Yılında DSİ, DSİ Genel Müdürlüğü, 84s. Ankara.
6. AQUASTAT (2013) Food and Agriculture Organisation (FAO), <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm> (Erişim Tarihi: 25.01.2019).
7. Aydın, B., Uğurlu, A., Kervankıran, S., Öz, Ö. ve Aksoy M. (2019) 2018 yılı yağış değerlendirmesi, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <https://www.mgm.gov.tr/FILES/arastirma/yagis-degerlendirme/2018alansal.pdf> (Erişim Tarihi: 21.10.2019).
8. Aydoğdu, M.H., Mancı, A.R. ve Aydogdu, M. (2015) Tarımsal su yönetiminde değişimler; sulama birlikleri, fiyatlandırma ve özelleştirme süreci, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(52), 146-160. doi: 10.17755/esosder.82927
9. Brisson, N., Gate, P., Gouache, D., Charmet, G., Oury, F-X. ve Huard, F. (2010) Why are wheat yields stagnating in Europe? a comprehensive data analysis for France, *Field Crops Research*, Elsevier, 119(1), 201-212. doi: 10.1016/j.fcr.2010.07.012
10. Çakmak, B., Yıldırım, M. ve Aküzüm, T. (2008) Türkiye’de tarımsal sulama yönetimi, sorunlar ve çözüm önerileri, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 20-22 Mart, Ankara.
11. Dellal, İ. (2008) Küresel iklim değişikliği ve enerji kısılacında tarım, *İgeme'den Bakış*, 35, 103-111.
12. DSİ (2008) Su Tüketimi Arıtma Yeniden Kullanım Sempozyumu, 3-4-5 Eylül, İznik, Bursa, 357-365.
13. DSİ (2017) 2017 yılı faaliyet raporu, <http://www.dsi.gov.tr/docs/stratejik-plan/dsi-2017-faaliyet-raporu.pdf?sfvrsn=2> (Erişim Tarihi: 10.01.2019).

14. DSİ (2019) 2018 yılı faaliyet raporu, <http://www.dsi.gov.tr/docs/stratejik-plan/dsi-2018-faaliyet-raporu.pdf?sfvrsn=2> (Erişim Tarihi: 05.04.2019).
15. Easterling, D.R., Horton, B., Jones, P.D., Peterson, T.C., Karl, T.R., Parker, D.E. et al. (1997) Maximum and minimum temperature trends for the globe, *Science*, 277(5324), 364-367. doi: 10.1126/science.277.5324.364
16. Eminoğlu, E. (2007) Türkiye’de su yönetimi ve sulama işletmeciliği, Orta Asya Sulama Suyu Yönetimi Çalıştayı, Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, 12-14 Eylül, 8s. Ankara.
17. FAO (2006) Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://www.fao.org/ag/AGL/aglw/watermanagement/default.htm> (Erişim Tarihi: 22.10.2019).
18. Faures, J.M., Svendsen, M. ve Turrall, D. (2007) Reinventing Irrigation. In Molden, D. (ed) Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. Earthscan, London; International Water Institute, Colombo.
19. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (2016) Türkiye’de tarım arazileri ve toprak yönetimi, <http://toprak.agri.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/350/2016/12/TADSUNUTOPRAK-G%C3%9CN%C3%9C-ANK.%C3%9CNV.-5.12.2016.pdf> (Erişim Tarihi: 07.02.2019).
20. Hakyemez, C. (2019) Su: yeni elmas, TSKB Tematik Bakış, http://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/TSKBBakis_SUYeniElmas_Subat2019.pdf (Erişim Tarihi: 15.10.2019).
21. ICAE (2017) 3. ASM International Congress of Agriculture and Environment, 16-18 November, Abstract Book-2, 130s. Antalya.
22. IPCC (2007) Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor ve H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
23. Kalra, N., Chakraborty, D., Sharma, A., Rai, H.K., Jolly, M., Chander, S. et al. (2008) Effect of increasing temperature on yield of some winter crops in northwest India, *Current Science*, 94(1), 82-88.
24. Kanber, R. (2006) Türkiye’de su kaynakları potansiyeli: kullanımı, sorunları ve çözüm önerileri, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Su Politikaları Kongresi, Cilt:1, s.1-12, Ankara.
25. Katip, A. (2018) Meteorological drought analysis using artificial neural networks for Bursa city, Turkey, *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(3), 3315-3332. doi: 10.15666/aer/1603_33153332
26. Kaya, Y. (2016) Ülkemizde ayçiçeği durumu ve gelecekteki yönü, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(2), 322-327. doi: 10.21566/tarbitderg.282860
27. Kibar, H., Kibar, B. ve Sürmen, M. (2014) Sıcaklık ve yağış değişiminin Iğdır ilinde bitkisel ürün deseni üzerine etkileri, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1), 11-24.
28. Kodal, S. ve Ahi, Y. (2018) Tarımda su verimliliği, *Anahtar Dergisi*, <http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/archives> (Erişim tarihi: 15.02.2019).
29. Köklü, N., Büyüköztürk, Ş. ve Bökeoğlu, Ö.Ç. (2006) Sosyal bilimler için istatistik, Ankara: Pegem-A Yayıncılık.

30. Kömüşçü, A.U., Erkan, A. ve Turgu, E. (2005) Normalleştirilmiş yağış indeksi metodu (SPI) ile Türkiye’de kuraklık oluşumunun coğrafik analizi, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü.
31. Küsek, G. (2014) Türkiye’de arazi toplulaştırmasının yasal durumu ve tarihsel gelişimi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29(1), 1- 6.
32. Ladha, J.K., Dawe, D., Pathak, H., Padre, A.T., Yadav, R.L., Singh, B. et al. (2003) How extensive are yield declines in long-term rice-wheat experiments in Asia?, Field Crops Research, Elsevier, 81, 159-180. doi: 10.1016/S0378-4290(02)00219-8
33. Lobell, D.B. ve Field C.B. (2007) Global scale climate-yield relationships and the impact of recent warming, Environmental Research Letters 2, 1-7. doi:10.1088/1748-9326/2/1/014002
34. Lobell, D.B., Burke, M.B., Tebaldi, C., Mastrandrea, M.D., Falcon, W.P. ve Naylor, R.L. (2008) Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030, Science, 319, 607-610. doi: 10.1126/science.1152339
35. Morgounov, A., Sonder, K., Abugalieva, A., Bhadauria, V., Cuthbert, R.D., Shamanin, V. et al. (2018) Effect of climate change on spring wheat yields in North America and Eurasia in 1981-2015 and implications for breeding, Plos One, 13(10): 1-16. doi.org/10.1371/journal.pone.0204932
36. Muluk, Ç.B., Kurt, B., Turak, A., Türker, A., Çalışkan, M.A., Balkız, Ö. et al. (2013) Türkiye’de suyun durumu ve su yönetiminde yeni yaklaşımlar: çevresel perspektif, İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği-Doğa Koruma Merkezi, <http://www.skdturkiye.org/files/yayin/Turkiyede-Suyun-Durumu-ve-Su-Yonetiminde-Yeni-Yaklasimler-Raporu.pdf> (Erişim Tarihi: 26.08.2020).
37. Pamuk Mengü, G. ve Akkuzu, E. (2008) Küresel su krizi ve su hasadı teknikleri, ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(2), 75-85.
38. Pintilie, L., Torres, C.M., Teodosiu, C. ve Castells, F. (2016) Urban wastewater reclamation for industrial reuse: an LCA case study, Journal of Cleaner Production, 139, 1-14. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.07.209
39. Sayılğan, Ç. (2016) Küresel sıcaklık artışının buğdayda beklenen etkileri ve yüksek sıcaklığa toleranslılığın fizyolojik göstergeleri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26(3), 439-447.
40. Sun, H., Shen, Y., Yu, Q., Flerchinger, G.N., Zhang, Y., Liu, C. et al. (2010) Effect of precipitation change on water balance and WUE of the winter wheat–summer maize rotation in the North China Plain, Agricultural Water Management, 97(8), 1139-1145. doi.org/10.1016/j.agwat.2009.06.004
41. Şen, Ö.L. (2015) İklim değişikliklerinin su kaynaklarına etkisi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, 26-30 Ekim, Antalya, İstanbul.
42. T.C. Kalkınma Bakanlığı (2014) Onuncu kalkınma planı 2014-2018, Özel ihtisas komisyonu raporu, Ankara, http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/10/10_BitkiselUretim-2.pdf (Erişim Tarihi: 25.08.2020).
43. Tarım ve Orman Bakanlığı (2019) DSİ Faaliyetleri, 25-27 Ocak, Ankara.
44. TİGEM (2017) Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü, İdare faaliyet raporu, <https://www.tigem.gov.tr/DosyaGaleriData/View/238bcc85-1469-416d-befb-d07f55de04d6> (Erişim Tarihi: 15.01. 2019).
45. TRGM (2018) Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/TRGM.pdf> (Erişim Tarihi: 25.02.2019).

46. USIAD (2007) Su raporu, Ada Strateji, 1. Baskı, ISBN: 978-9944-89-682-5.
47. WCA (2006) World Programme for the Census of Agriculture, <http://www.wca.infonet.org/servlet/CDSServlet?status=ND0xMjE5Ljk0MTQ4JjY9ZW4mMzM9ZG9jdW1lbnRzJjM3PwluZm8~>. (Erişim Tarihi: 22.10.2019).
48. WWAP (2009) The United Nations world water report 3: water in a changing world, UNESCO Publishing: Earthscan.
49. Yazgan, S. ve Tatar D. (2002) Bursa koşullarında sıcaklık ve yağış artışlarının buğday verimi üzerindeki etkisinin bitki-iklim modellemesi ile belirlenmesi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16, 59-67.

