



Agricultural Water Footprint Status of Türkiye

Rukiye YILDIRAN^{1*}, Yusuf AYDIN²

¹ Gaziantep Üniversitesi, Nizip Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Organik Tarım Programı, 27700, Gaziantep Türkiye.

² Gaziantep Üniversitesi, Nizip Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Organik Tarım Programı, 27700, Gaziantep Türkiye.

Keywords:	ABSTRACT
Water resources Water footprint Agricultural water footprint	Although the vast majority of the world is covered with water, there is limit for beneficial consumption of water. The drought brought about by the global climate crisis is increasing the stress on fresh water resources. 70% of the world's usable/fresh water is consumed in agricultural irrigation, 22% in industry, and 8% for vital activities. In Türkiye, 77% of fresh water is used in irrigation. The water footprint indicates the total amount of water consumed and the type of water. At the same time, it is classified as blue, green and grey water footprint according to the type of water used. Agricultural water footprint varies depending on plant water consumption, climate characteristics, water resources and ecological conditions. The unequal distribution of rainfall within the country increases the pressure on water resources and makes mandatory the use of blue water in production in arid regions.

Türkiye'nin Tarımsal Su Ayak İzi Durumu

Anahtar Kelimeler:	ÖZET
Su kaynakları Su ayak izi Tarımsal su ayak izi	Dünyanın büyük çoğunluğu sularla kaplı olmasına rağmen suyun kullanımı sınırlı bir orana sahiptir. Küresel iklim krizinin beraberinde getirdiği kuraklık tatlı su kaynakları üzerindeki stresi arttırmaktadır. Dünya üzerinde suyun %70'i tarımsal sulamada, %22'si endüstri alanında, %8'i yaşamsal faaliyetler için kullanılmaktadır. Türkiye'de ise suyun %77'si sulamada kullanılmaktadır. Su ayak izi tüketilen toplam su miktarını ve suyun türünü belirtmektedir. Aynı zamanda kullanılan suyun türüne göre mavi, yeşil ve gri su ayak izi olarak sınıflandırılmaktadır. Tarımsal su ayak izi bitki su tüketimine, iklim özelliklerine, su kaynaklarına ve ekolojik şartlara bağlı olarak farklılık göstermektedir. Yağışların ülke içerisinde eşitsiz dağılımı su kaynakları üzerindeki baskıyı arttırmakta ve kurak bölgelerde üretimde mavi su kullanımını zorunlu hale getirmektedir.

*Corresponding Author/Sorumlu Yazar: Rukiye YILDIRAN (rukiyeyildiran97@gmail.com)

Received: 09/02/2025

Accepted: 08/03/2025

Published: 30/06/2025

How to cite:

Yıldiran, R., Aydın, Y., (2025). Agricultural Water Footprint Status of Türkiye. *Agro-Science Journal of Iğdır University*, 3(1), 41-51.



This work is licensed (CC BY-NC-ND 4.0) under Creative Commons Attribution 4.0 International License

GİRİŞ

Yaşamsal faaliyetlerin devam edebilmesi için gerekli olan en temel kaynaklardan birini su oluşturmaktadır. Su bütün canlılar için hayati önem taşımaktadır. Nüfus artışının beraberinde getirdiği talep artışı nedeniyle sınırlı olan doğal kaynakların kullanımına olan talep de artış göstermektedir. Su kaynaklarının kullanımına yönelik talebin artış göstermesi suyun kaynak bölgesinin, suya olan erişimin ve suyun kullanımı konusunda sorunları da beraberinde getirmektedir (Sat, 2023; Demirel, 2023; Turan ve Bayrakdar, 2020; Ochqun, 2015).

Dünya üzerinde suyun %70'i tarımsal sulamada, %22'si endüstri alanında, %8'i yaşamsal faaliyetler için kullanılmaktadır (Kayaer ve Çiftçi, 2018; Ochqun ve ark., 2015). Ülkemiz bulunduğu konum itibarıyla farklı hava koşullarından etkilenmektedir. Aynı zamanda jeomorfolojik yapısı, kara ve denizlerin dağılışı, bitki örtüsünün bölgeler arasında farklılık göstermesi farklı hava olaylarının yaşanmasını ve yağış miktarını etkilemektedir. Bunun yanı sıra küresel iklim değişikliği şiddetinin artması beraberinde kuraklığın da şiddetli yaşanmasını etkilemektedir. Bu durum ise suyun sektörel kullanımı sırasında sorunların yaşanmasına neden olmaktadır. Özellikle ülkemizde tarımsal su kullanımının yüksek olması suyun önemini daha da arttırmaktadır (Usta, 2016; Ochqun, 2015).

Türkiye'nin yıllık kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1 340 m³ olarak belirlenmiştir. Bu ise Türkiye'nin su stresi yaşayan bir ülke olduğunu göstermektedir. Türkiye'nin artan nüfus miktarı, değişen tüketim alışkanlıkları ve iklim değişikliğinin etkisi göz önünde bulundurulduğunda gelecekte su kıtlığı yaşayacağı ön görülmektedir. Bundan dolayı mevcut su kaynaklarımızı korumaya ve doğru yönetilmesine dair önlemler alınması gerekmektedir (Sat, 2023; İraz, 2021; Kaplan, 2022).

Su kaynaklarının yeryüzündeki dağılımı eşit değildir. Bu eşitsizlik kıtalar, ülkeler ve bölgeler arasında görülebilmektedir. Ülkemizde 25 büyük akarsu havzası bulunmaktadır. Bunlardan Fırat Nehri, Dicle Nehri, Doğu Karadeniz Havzası, Doğu Akdeniz Havzası ve Antalya Havzası yıllık toplam su akışının büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır. Sadece Fırat Nehri ve Dicle Nehri yıllık toplam su akışının %30'unu oluşturmaktadır (Usta, 2016; Sat, 2023).

Su ayak izi tatlı suyun nerede, nasıl, ne kadar kullanıldığını incelemektedir. Su kullanımı doğrudan veya dolaylı olabilmektedir. Kullanılan su miktarı üzerinden değerlendirme yapılmaktadır. Üretimin ve tüketimin su ayak izi ülke içerisindeki su kaynaklarının sürdürülebilirlik açısından değerlendirilebilmesini sağlamaktadır. Bu değerlendirme sayesinde ülkedeki su kaynaklarının mevcut miktarı, var olan miktarın kullanımının uygunluğu ve suyun tüketim miktarı belirlenebilmektedir. Ülkemizde tüketimin su ayak izinin büyük çoğunluğu ülke içerisindeki su kaynaklarından sağlanmaktadır (Turan ve Bayrakdar, 2020; Sat, 2023).

Bilimsel kaynakların taranmasıyla oluşturulan bu çalışmada küresel iklim değişikliğinin etkilerinden biri olan kuraklık ve beraberinde getirdiği su kıtlığının tarımsal üretim açısından önemi ve suyun tarımsal sulamada kullanımına değinilmektedir. Aynı zamanda bir ürün veya hizmetin üretiminde kullanılan toplam tatlı su miktarını ifade eden su ayak izi kavramı vurgulanmaktadır. Kuraklık tehlikesi ile mücadele eden Türkiye'de tarımsal üretimin su ayak izi, mavi su ayak izi ve yeşil su ayak izinin önemi ülkemizdeki ve dünyadaki su ayak izi çalışmaları incelenerek derlenmeye çalışılmıştır.

Türkiye'nin Mevcut Su Kaynakları

Dünyadaki toplam su miktarı 1 milyar 400 km³'tür. Bu miktarın %97.5'ini tuzlu sular oluştururken %2.5'ini tatlı sular oluşturmaktadır. Tatlı suların büyük çoğunluğu (%68.7) kutuplarda donmuş halde veya yer altında (%30.1) bulunduğu için kullanımı sınırlandırmaktadır. Akarsu, göl ve yer altı kaynakları ise kısıtlı tatlı su miktarını stratejik bir kaynak haline dönüştürmektedir (Kayaer ve Çiftçi, 2018; Yıldız, 2007; Sat, 2023; İraz, 2021; Ekinci, 2015).

Dünya üzerine yağışlar ile düşen yıllık ortalama su miktarı 100 000 km³'tür. Bu suyun 40 000 km³'ü akarsular ile yüzeysel akışa geçerek denizlere ve göllere iletilmektedir (Sat, 2023). Aynı zamanda dünya üzerinde suyun büyük çoğunluğu tarım sektöründe kullanılmaktadır. Ancak ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre suyun sektörel kullanımına bakıldığında gelişmiş ülkelerin tarımsal su kullanım oranlarının daha az olduğu görülmektedir. Bunun üzerinde gelişmiş ülkelerin tarım sektörü üzerindeki paylarının daha az olması etkili olmaktadır (Ochqun, 2015; Ekinci, 2015). Aynı zamanda yapılan tarımsal üretimde modern sulama sistemlerinin uygulanması ile suyun daha tasarruflu, etkili, kontrollü, sürdürülebilir ve ölçülü kullanılmasını sağlamak mümkün olmaktadır (Yıldırım, 2013; Kaplan, 2022; Ekinci, 2015).

Türkiye'nin mevcut su kaynaklarını 25 akarsu havzası oluşturmaktadır. Yıllık ortalama akış miktarlarına (km³) göre bu havzalar: Fırat-Dicle (56.3), Doğu Karadeniz (16.4), Antalya (12.9), Batı Karadeniz (10.8), Ceyhan (7.7), Doğu Karadeniz (7.6), Marmara (7.4), Yeşilirmak (7.0), Kızılırmak (7.0), Çoruh (7.0), Batı Akdeniz (6.5), Sakarya (6.5), Seyhan (6.2), Susurluk (5.0), Aras (4.5), Büyük Menderes (3.0), Van Gölü (2.6), Konya Kapalı (2.4), Kuzey Ege (2.0), Gediz (1.8), Asi (1.8), Meriç Ergene (1.7), Küçük Menderes (0.6), Akarçay (0.4), Burdur Göller (0.2) (Sat, 2023; Anonim, 2024).

Çizelge 1:Türkiye'nin su potansiyeli miktarı (Sat, 2023; Anonim, 2024)

Yağış miktarı	574 mm/yıl
Yağışın su miktarı	450 milyar m ³
Evapotranspirasyon	218.6 milyar m ³
Yüzey suyu potansiyeli	186.6 milyar m ³
Yer altı suyu	44.8 milyar m ³
Komşu ülkelerden katılan su	5.8 milyar m ³
Toplam su potansiyeli	231.4 milyar m ³
Kullanılabilir yüzey suyu	94 milyar m ³
Kullanılabilir yer altı suyu	18 milyar m ³
Kullanılabilir toplam su potansiyeli	112 milyar m ³
Tatlı su tüketimi	58.41 milyar m ³
Sulamada kullanılan	45.05 milyar m ³
Evsel – Sanayi kullanımı	13.36 milyar m ³

Çizelge 1'de belirtildiği üzere Türkiye'nin kullanılabilir toplam su potansiyeli 112 milyar m³ olmasına rağmen bunun sadece 58.41 milyar m³'ünü kullanmaktadır. Türkiye su azlığı çeken bir ülke konumunda olmasına rağmen su kaynakları açısından yetersiz olan komşu ülkelere gereksinim duydukları suyu belirli oranda bırakmaktadır. Ancak bu oranı yeterli bulmayan ülkeler daha fazla su akıtılmasını istemektedirler. Bu istek ise su azlığı çeken Türkiye'nin su kaynaklarını yönetmesinde doğru stratejiler uygulamasını gerektirmektedir. Aksi halde su sorunu yaşayan bölge ülkeleri ile sorunların yaşanmasını beraberinde getirmektedir. Aynı zamanda küresel ısınmanın su kaynakları üzerindeki olumsuz etkileri ile birlikte Türkiye'nin su fakiri ülke konumuna gelmesi kaçınılmaz bir son olarak görülmektedir (Kayaer ve Çiftçi, 2018; Yılmaz ve Peker, 2013; Sat, 2023).

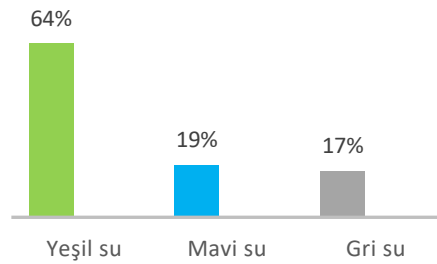
Su Ayak İzi Nedir?

Su ayak izi mal, hizmet veya ürün üretiminde kullanılan toplam tatlı su miktarını göstermektedir. Aynı zamanda belli bir ürün içerisindeki suyun hacmini, türünü, nasıl, ne zaman ve nerede kullanıldığını belirtmektedir. Tüketim süreci içerisinde suyun doğrudan veya dolaylı olarak son tüketici tarafından kullanılan toplam miktarıdır. Su ayak izi mavi su ayak izi, yeşil su ayak izi ve gri su ayak izi olmak üzere üç grupta sınıflandırılmaktadır. Üretimde yer altı ve yer üstü tatlı su kaynaklarının kullanılması mavi su ayak izi; üretimde yağmur sularının kullanılması yeşil su ayak izi; atıkların ve kirliliğin temizlenmesi için kullanılan tatlı sular ise gri su ayak izi olarak nitelendirilmektedir (Pegram ve ark., 2014; Sat, 2023; Avanoz, 2020).

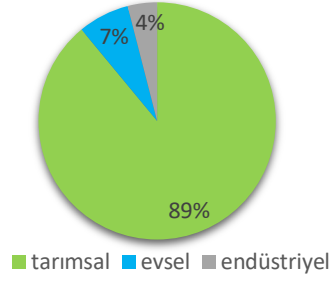
Su ayak izi üretimin, tüketimin, ihracatın ve ithalatın su ayak izi olarak sınıflara ayrılmaktadır. Üretim su ayak izi, ülke içerisinde üretilen ürün veya hizmetlerin üretilmesinde kullanılan toplam su miktarıdır. Tüketimin su ayak izi, ülke içerisinde üretilen veya ithal edilerek ülke içerisine getirilen ürünlerin tüketilmesi sonucu kullanılan toplam su miktarıdır. İthalatın su ayak izi, ülke dışında üretilen ürünlerin ülke içerisine alınmasıyla oluşan su ayak izidir. Aynı zamanda başka ülkede üretilen ürün ithal edilen ülkede tüketimin su ayak izi durumunda bulunmaktadır. İhracatın su ayak izi, ülke içerisinde üretilen ürünlerin başka ülkelere ihraç edilmesiyle oluşan su ayak izidir. Üretimin su ayak izi ihracat ve ithalat ile başka bir ülkenin tüketiminin su ayak izini etkileyebilmektedir. Bir ürünün içerisinde saklı halde bulunan toplam su miktarı sanal su kavramıyla da ifade edilmektedir. Ürünlerin ithalat ve ihracat ile ticaretinin yapılması ve bölgeler arasında yer değiştirmesi sanal su ticaretini ifade etmektedir. Sanal su ticareti ile su kaynakları yetersiz olan ülkeler, su kaynaklarının yeterli ve üretimin sorunsuz yapıldığı ülkelere ithalat yaparak su kaynaklarını koruyabilmektedirler. Bu sayede kurak iklim koşullarına sahip bölgeler sanal su ticareti ile mavi su kaynakları üzerindeki stresi azaltmaya çalışmaktadırlar (Muratoğlu ve ark., 2019b).

Türkiye’de Su Ayak İzi Çalışmaları

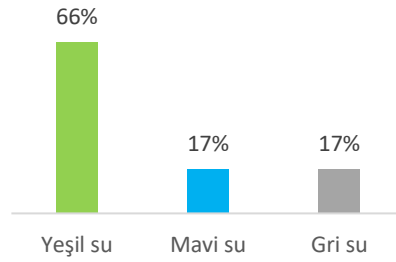
Su kaynaklarının verimli kullanılabilmesi, sürdürülebilir olabilmesi ve korunabilmesi için su ayak izi ülkeler için önem teşkil etmektedir. Toplam kullanılabilir su miktarını koruyabilmek ve yönetimini sağlayabilmek açısından; suyun kentsel kullanımının, endüstriyel su tüketiminin ve tarımsal üretimde kullanılan suyun miktarının kontrol altında olabilmesi için su ayak izinin bilinmesi gerekmektedir. Bir ülkedeki mal ve hizmetlerin su ayak izi incelemeleri yapılırken üretimin, tüketimin, ihracatın ve ithalatın su ayak izine bakılmaktadır. Türkiye’de üretimin toplam su ayak izi miktarı 139.6 milyar m³/yıldır. Şekil 1’de gösterildiği üzere üretimin su ayak izinin büyük bir bölümünü %64 ile yeşil su ayak izi oluşturmakla birlikte mavi su ayak izi %19, gri su ayak izi %17’lik bir değere sahip olmaktadır. Sektörel su kullanımında ise Şekil 2’de gösterildiği üzere büyük çoğunluğu %89 ile tarımsal su ayak izi oluşturmakla birlikte, evsel su ayak izi kullanımı %7, endüstriyel su ayak izi kullanımı %4’lük bir değere sahip olmaktadır. Türkiye’de tüketimin toplam su ayak izi 140.2 milyar m³/yıl olarak hesaplanmaktadır. Şekil 3’te gösterildiği üzere %66 ile yeşil su ayak izi büyük çoğunluğu oluşturmakla birlikte mavi su ayak izi %17, yeşil su ayak izi ise %17’lik değerlere sahip olmaktadır. Sektörel kullanım bakımından Şekil 4’te belirtildiği gibi tarımsal su ayak izi kullanımı %89 değer ile en yüksek kullanıma sahip olmaktadır. Endüstriyel su ayak izi kullanımı %6, evsel su ayak izi kullanımı ise %5’lik bir değere sahip olmaktadır (Pegram ve ark., 2014).



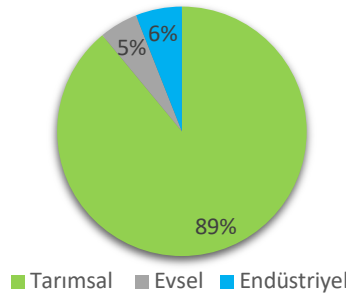
Şekil 1. Üretimin su ayak izi türü (Pegramve ark., 2014)



Şekil 2. Üretimin sektörel su ayak izi oranı (Pegram ve ark., 2014)



Şekil 3. Tüketimin su ayak izi türü (Pegramve ark., 2014)



Şekil 4. Tüketimin sektörel su ayak izi oranı (Pegramve ark., 2014)

Tatlı su kaynaklarının büyük bir bölümü tarımsal faaliyetlerde kullanılmaktadır. Su kaynaklarının sınırlı oluşu ve bölgeler arasında eşitsiz dağılımı su kullanımını daha da önemli kılmaktadır. Kaynakların yetersizliğinin ve tükenebilme riskinin yanı sıra küresel iklim değişikliği çok daha fazla risk teşkil etmektedir. Küresel iklim krizi ile birlikte bazı bölgelerde yağışların azalış göstermesi ve sıcaklığın artış göstermesinden dolayı kuraklık daha şiddetli görülebilmektedir (Demirel, 2023; Sat, 2023). Kuraklığın artması ise tarımsal üretimde tatlı su kaynaklarının kullanımını arttırmaktadır. Türkiye fiziksel su kıtlığı çeken bir ülke konumunda bulunmaktadır. Su stresi yaşayan ülkeler tatlı su kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamak için tarımsal üretimde yeşil su ayak izi kullanımını arttırmaları gerekmektedir (Demirel, 2023).

Bitkisel üretimde mavi su kullanımı için çeşitli altyapı hizmetleri gerekmektedir. Suyun kaynaktan çıkarılması, tarlaya iletiminin sağlanması ve bitkiye uygulanması aşamalarında belirli bir sistem içerisinde hareket edilmelidir. Ancak bitkisel üretimde yeşil su kullanılması doğrudan bitki üzerinde etkili olabilmektedir. Aynı zamanda mevsimine uygun bitki deseninin oluşturulması ise yağmur suyunun bitkinin gelişebilmesi için ihtiyaç duyduğu suya doğrudan ulaşabilmesini sağlamaktadır. Bundan dolayı tarımsal üretimde yeşil su kullanımı mavi su kullanımına göre daha ekonomik olmaktadır. Ancak ülkemizde tarımsal üretimde iç su kaynaklarının kullanımı daha fazladır. Bundan dolayı suyun tasarruflu ve verimli kullanılmasını sağlayan uygun sulama programlarının ve yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir (Avanoz, 2020).

Türkiye'nin ürün bazlı tarımsal su ayak izi değerleri Çizelge 2'de belirtildiği üzere %57.36 oran ile en büyük payı tahıllar oluşturmaktadır. Aynı zamanda %0.24 oran ile en düşük payı ise baharatlar oluşturmaktadır. Bunların dışında su ayak izinde sırasıyla %15.09 ile sebzeler, %9.26 ile yağ bitkileri, %7.89 ile sanayi bitkileri, %4.02 ile meyveler, %3.26 ile baklagiller, %1.58 ile yem bitkileri ve %1.30 ile diğer bitkiler gelmektedir (Avanoz, 2020).

Çizelge 2. Avanoz (2020)'un yaptığı su ayak izi çalışmasında yer alan ürünlerin su ayak izi miktarı ve su ayak izi türü

Ürünler	Ekilen alan (milyon ha)	Üretim miktarı (milyon ton)	Mavi su ayak izi (%)	Yeşil su ayak izi (%)	Toplam su ayak izi (%)
Tahıllar*	12.00	5.11	45.57	72.37	57.36
Sebzeler*	0.77	27.70	18.96	10.18	15.09
Yağ bitkileri*	1.47	3.27	11.59	6.31	9.26
Sanayi bitkileri*	0.99	20.08	11.10	3.80	7.89
Meyveler*	2.09	11.80	5.48	2.15	4.02
Baklagiller*	0.78	1.08	3.52	2.93	3.26
Yem bitkileri*	0.81	13.70	1.96	1.11	1.58
Diğer bitkiler*	4.79	0.24	1.55	0.98	1.30
Baharatlar*	52.3 bin ha	43 bin ton	0.28	0.18	0.24

***Ürün gruplarında yer alan bitkiler (Avanoz, 2020):**

Tahıllar: Buğday, arpa, çeltik, çavdar, durum buğdayı, darı, yulaf, silajlık mısır.

Sebzeler: Bayır turp, bamy, brokoli, beyaz lahan, salçalık domates, dolmalık biber, enginar, sofralık domates, sofralık hıyar, havuç, ıspanak, turşuluk hıyar, karnabahar, kara lahan (yaprak), kavun, karpuz, kırmızı trup, kırmızı lahan, kuru soğan, kuru sarımsak, kıvırcık marul, göbekli marul, patlıcan, maydanoz, salçalık biber, pırasa, taze bakla, sivri biber, taze börülce, taze bezelye, taze sarımsak, taze soğan, taze fasulye.

Yağ bitkileri: Soya fasulyesi, ayçiçeği, yerfıstığı, susam, yağlık zeytin, sofralık zeytin.

Sanayi bitkileri: Haşhaş, çay, pamuk, kenevir, tütün, şeker pancarı.

Meyveler: Antep fıstığı, avokado, armut, badem, ayva, çilek, ceviz, elma, dut, fındık, erik, kayısı, incir, kiraz, kestane, kurutmalık üzüm, kivi, sofralık üzüm, nar, şeftali, şaraplık üzüm, vişne, Trabzon hurması.

Baklagiller: Yeşil mercimek, kırmızı mercimek, nohut, kuru fasulye.

Yem bitkileri: Korunga, fiğ, yonca, üçgül, sorgum.

Diğer bitkiler: Gül (yağlık), aspir, patates, kanola, tritikale, şerbetçiotu.

Baharatlar: Kekik, anason, rezene, kimyon.

Türkiye'nin tarımsal su ayak izi değerlendirmesinde dikkate alınan ürünler dâhilinde toplam su ayak izi miktarı 106.85 milyar m³ olarak belirlenmektedir. Toplam su ayak izinin %56'sını mavi su ayak izi oluştururken %44'ünü yeşil su ayak izi oluşturmaktadır. Mavi su ayak izi kullanımının daha fazla olması tatlı su kaynaklarının kullanımını da arttırmaktadır. Tükenebilme ihtimali olan tatlı su kaynaklarımızın sürdürülebilirliğini sağlamak için mavi su ayak izi kullanımını minimize edecek aynı zamanda tarımsal verimliliğin korunabileceği uygulamaların yapılması gerekmektedir (Avanoz, 2020).

Küresel iklim değişikliğinin neden olduğu kuraklık ile birlikte su kıtlığının yaşanması kaçınılmaz olmaktadır. Konya kapalı havzasının sulama şebekelerinin tarımsal su ayak izi miktarı 1.36 milyar m³ olarak belirtilmektedir. Konya kapalı havzasında kuraklığın şiddetli yaşanması ve yağışların yetersiz olmasından dolayı tarımsal üretimde mavi su daha fazla kullanılmaktadır bundan dolayı mavi su ayak izinin daha fazla olduğu belirlenmektedir. Ancak kuraklık tehlikesi yaşayan Konya'nın yeşil sudan faydalanması ve yağmur suyu hasadı tekniklerini uygulamaya çalışmaları ile suyu toprakta muhafaza edip üretim için elverişli koşullar oluşturulmaya çalışılması su kaynaklarının korunmasını sağlayabilmek için çözüm yolu olarak görülmektedir. Çünkü Konya'da 1.858.692 ha

tarım alanının sulanabilmesi için 4.1 milyar m³ suya ihtiyaç var ancak yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının miktarı 3.1 milyar m³ olarak belirlenmektedir. Bu durum ise mavi su kaynaklarının tarımsal üretim alanları için yeterli miktarda bulunmadığını göstermektedir (Çakmak ve Torun, 2023). Bilecik ili için yapılan su ayak izi çalışmasında üretimde kullanılan suyun %59'unu mavi su ayak izi, %33'ünü yeşil su ayak izi ve %8'ini gri su ayak izi oluşturmakla birlikte toplam tarımsal su ayak izi 1.12 milyar m³ olduğu belirtilmektedir. En yüksek su ayak izine sahip ürünleri tahıllar (390.16 milyon m³), meyveler (152.84 milyon m³), sebzeler (56.72 milyon m³) ve sera bitkileri (8.10 milyon m³) oluşturmaktadır (Gültaş, 2024).

Fırat havzası için yapılan çalışmada toplam su ayak izi miktarı 28.01 milyar m³ olarak hesaplanırken tarımsal su ayak izi 25.29 milyar m³'lük bir değere sahip olmaktadır. Tarımsal su ayak izinin 15.89 milyar m³'ünü mavi su ayak izi; 6.33 milyar m³'ünü yeşil su ayak izi; 3.07 milyar m³'ünü gri su ayak izi oluşturmaktadır. Su ayak izi miktarı sırasıyla en fazla olan üç ürünü buğday, pamuk ve antep fıstığı oluşturmaktadır. Buğdayda yeşil su kullanımı, pamukta mavi su kullanımı ve antep fıstığında mavi su kullanımının daha fazla olduğu belirlenmiştir (İraz, 2021). Diyarbakır ilinin su ayak izi 3.4 milyar m³ ve suyun %86'sı tarımsal faaliyetlerde kullanılmaktadır. Mavi su kullanımı sulak yıllarda azalış göstermektedir ve yeşil su ayak izi bölgenin su ayak izinin %60'ını oluşturmaktadır. Ancak kurak sezonlarda yağışların yetersizliğinden dolayı yeşil su ayak izi kullanımı %32 orana sahip olmaktadır ve bu durum mavi su kullanım oranını yükseltmektedir. İlde üretimi yapılan ve su kullanımı açısından önemli olan ürünler arpa, buğday, mercimek, mısır, pamuk ve üzumdür. Diyarbakır'ın toplam su ayak izinin %42'sini ise buğday oluşturmaktadır. Buğday üretiminde yeşil su kullanım oranı %73 bu oran buğday üretiminde yağmur suyunun önemli bir yer tuttuğunu ve mavi su kullanımının düşük olduğunu göstermektedir (Muratoğlu, 2019a).

Buğday dünyada tarımı en fazla yapılan tahıllardan biri ve 200 milyon ha'dan fazla arazide üretim yapılmaktadır. Bu üretimin yaklaşık %20'sinde sulama yapılmaktadır. Türkiye'de yılda 20 milyon ton buğday üretilmektedir. Türkiye, buğday üretimi için uygun iklim ve çevre koşullarına sahiptir. Aynı zamanda üretim yağışlardan etkilenmektedir. Bitki besleme uygulamaları ve sulama teknikleri ile verimde artış sağlanabilmektedir. Türkiye'nin buğday üretiminin su ayak izi 1.909 m³/ton ve toplam su ayak izi ve mavi su ayak izi ise Irak, İran, Dicle-Fırat nehir havzasından daha düşük; önemli buğday üreticileri olan Çin, Kanada ve ABD'ninkinden daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Türkiye için buğday üretimi yüksek oranlarda yer altı ve yer üstü su kaynaklarının kullanımını gerekli kılmaktadır. Buğday üretiminde Konya, Ankara, Diyarbakır, Yozgat, Şanlıurfa ve Sivas su ayak izinin önemli bir bölümü oluşturmaktadır. Hatay düşük su ayak izi ve yüksek verim kapasitesine sahip olmaktadır. Yüksek sıcaklık ve düşük yağış oranlarından dolayı iç bölgelerin mavi su kullanımı yüksek olmaktadır. Buğday su ayak izi Ankara'da 2.155 m³/ton, Şanlıurfa'da ise 1.387 m³/ton ile daha düşük su ayak izine ve yüksek verimliliğe sahiptir. Bundan dolayı Şanlıurfa, Diyarbakır, Adıyaman ve Batman'ın buğday üretimine teşvik edilmesi üretim için daha verimli olacağı önerilmektedir (Muratoğlu, 2020).

Sivas ilinde üretimi yapılan bazı ürünlerin toplam su ayak izi değerleri arpa için 374 m³ ton, buğday için 340 m³ ton, ayçiçeği için 4.147 m³ ton ve şeker pancarı için 113 m³ ton olarak belirtilmektedir. Buğday ve arpa için mavi su ayak izi 0 m³ ton, yeşil su ayak izi buğdayda 340 m³ ton, arpada 374 m³ ton olduğu belirtilmiştir. Bu durum arpa ve buğday üretiminde yağmur sularının etkili olduğunu göstermektedir. Buğday ve arpanın vejetasyon sürecinin yağışlı dönemlere denk gelmesi mavi su kullanımını azaltmaktadır. Şeker pancarının mavi su ayak izi 87 m³ ton, ayçiçeğinin 3.220 m³ ton; şeker pancarının yeşil su ayak izi 26 m³ ton, ayçiçeğinin 927 m³ ton olarak belirtilmektedir. Ayçiçeğinin vejetasyon sürecinin kurak dönemlere denk gelmesi bitkinin beslenmesi için ihtiyaç duyduğu suyun mavi su kaynaklarından sağlanmasını zorunlu kılmaktadır (Bulut ve ark., 2022). Van ilinde üretimi yapılan silajlık mısırın mavi su ayak izi 99.3 m³/ton, yeşil su ayak izi 48.1 m³/ton; patatesin mavi su ayak izi 172.6 m³/ton, yeşil su ayak izi 57.7 m³/ton; şeker pancarının mavi

su ayak izi 82.3 m³/ton, yeşil su ayak izi 37.7 m³/ton; yoncanın mavi su ayak izi 181.7 m³/ton, yeşil su ayak izi 105.8 m³/ton olduğu belirtilmektedir. Yoncanın vejetasyon sürecinin uzun olması yağmur sularından faydalanmasını sağlamaktadır bu durum yeşil su ayak izi yükseltmektedir. Aynı zamanda patatesin vejetasyon sürecinin kurak dönemlere denk gelmesi ise mavi su kullanımı arttırmaktadır (Yerli ve ark., 2019).

Türkiye’de pamuk üretimde kullanılan yeşil su ayak izinin 0.46 milyar m³, mavi su ayak izinin 3.68 milyar m³ ve toplam su ayak izinin 4.14 milyar m³ olduğu belirtilmektedir. Pamuk üretiminde sırası ile Şanlıurfa, Diyarbakır, Aydın, Hatay, İzmir, Adana, Manisa, Denizli, Mardin ve Adıyaman illeri önde gelmektedir. Pamuğun %37.6’sını sadece Şanlıurfa üretmektedir aynı zamanda mavi suyun %46’sını kullanmaktadır. Kurak bir iklime sahip olmasından dolayı bitki su tüketimi için gerekli olan su, mavi su ile karşılanmaktadır. Adana yeşil su kullanımının en fazla (%22) olduğu ildir. İklim ve toprak parametreleri pamuk üretiminin yağmur suyu ile yapılabilmesine olanak sağlamaktadır (Muratoğlu, 2024).

Dünya’da Su Ayak İzi Çalışmaları

Dünyada suyun büyük çoğunluğu tarımsal üretimde kullanılmaktadır (Fader ve ark., 2011; Kalvani ve ark., 2019a). İran’da yağışların azalış göstermesiyle birlikte yaşanan kuraklığın etkisini azaltmak için tatlı su kaynaklarının kullanımına yönelmektedirler. Bu ise yer altı su kaynaklarının kullanımını arttırmaktadır. Suyun doğru yönetilmemesi ise yer altı su kaynakları üzerindeki stresi arttırmaktadır. Tahran’daki yer altı suyu ayak izi Tahran’ın toplam su ayak izinin yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Tahran’da tahılların yüksek yer altı suyu ayak izine sahip olmalarına karşılık üzüm üretimi yeşil su ayak izine bağlı olmaktadır. Kurak bir iklime sahip olan Tahran’da su ihtiyacı yüksek ürünlerin üretimi su kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından bu ürünlerin üretimlerine daha hassas davranılması gerekmektedir (Kalvani ve ark., 2019b).

Tarımsal üretimde kullanılan ve stres altında bulunan mavi su miktarını azaltmak için mavi su yerine geçebilecek olan yeşil su kullanımının değerlendirilmesi çözüm olarak görülmektedir. Su kaynaklarının yetersizliği ve tükenebilme riskinden dolayı ülkeler üretimini yapamadıkları ürünleri su kaynaklarının bol olduğu ve üretimin sorunsuz bir şekilde yapıldığı ülkelere ithal ederek tedarik etmektedirler. Bu durum ise su kaynaklarının korunmasını sağlarken dışa bağımlılığı arttırmaktadır (Fader ve ark., 2011).

Tahran’da yüksek tahıl tüketiminden dolayı mavi su ayak izi yüksek oranlara sahip olmaktadır (Kalvani ve ark., 2019a). ABD’nin mavi su ayak izi kullanımında tarımsal amaçlı kullanım çoğunluğu oluşturmaktadır. Bitkisel üretimin gelişmesini sağlayabilmesi için gerekli olan toprak nemi sezon öncesindeki yeşil sular ile sağlanabilir. Ancak bitki tercihi üretimin yapıldığı bölgenin yağış koşulları ve miktarı dikkate alınarak seçilmektedir. Bu sayede mavi su kullanımı azaltılarak var olan kaynakların tüketimi azaltılabilmektedir (Konar ve Marston, 2020). İtalya’nın su ayak izinin büyük çoğunluğunu tarımsal ürünler oluşturmaktadır. Bunda tüketimin su ayak izinin etkisi önemli bir orana sahip olmaktadır. Tüketimin su ayak izinin yüksek olmasının üzerinde ise hayvansal ürünler etkili olmaktadır. Hayvanların beslenme ve yaşam rutinleri için gerekli ürünlerin üretim ve kullanımında suyun kullanımının gerekli olması su ayak izini ciddi oranlarda etkilemektedir. Su kaynaklarının kullanımı ve korunması sadece yerel, bölgesel ve ülke çapında bir sorun olmaktan çıkmaktadır. Küreselleşen bir dünyada ülkeler arası ürün akışlarının olmasıyla birlikte aslında tüm evrenin bir sorunu haline gelmektedir (Hoekstra, 2015).

Tarım ürünleri hayvan ve insan yaşamının temel besin kaynağını oluşturmaktadır. Bundan dolayı tükettiğimiz çoğu ürün tarımsal üretimin bir girdisi durumunda bulunmaktadır. Tüketim alışkanlıklarının ve ürün tedarik biçiminin değişmesi ile bir ülkenin veya bölgenin su ayak izi değişebilmektedir. Kurak bölgelerin su yoğun ürün üretimleri kıt olan kaynaklar üzerindeki stresi daha da arttırmaktadır. Bir ürünün su ayak izi üretildiği ülkeye göre farklılık gösterebilmektedir. Bunun

üzerinde ülkenin sahip olduğu iklim özellikleri, su kaynaklarının miktarı, tarımsal teknoloji ve su yönetim şekilleri etkili olmaktadır (Ge ve ark., 2011). Doğal koşulların yanı sıra gelişmiş ülkelerin su ayak izlerinin yüksek olmasında tüketim alışkanlıkları etkili olmaktadır. Gelişmemiş ülkelerin ise tüketim alışkanlıklarının yanı sıra modern tarımsal uygulamaların kullanılmaması su ayak izinin yüksek olmasını etkilemektedir. Bu durum suyun verimsiz kullanılmasına neden olmaktadır. Su kaynaklarını korumak isteyen ülkeler için ithalat bir çözüm yolu olarak görünmektedir (Hoekstra ve Chapagain, 2007).

Su Kaynaklarının Korunmasında Su Ayak İzinin Önemi ve Alınması Gereken Önlemler

Tüketilen her ürünün bir üretim aşaması bulunmaktadır. Su bu ürünlerin üretim aşamasında doğrudan veya dolaylı olarak etkili olmaktadır. Su ayak izi üretim ve tüketim aşamalarında kullanılan suyun türünü ve miktarını belirtmektedir. Dünyada ve ülkemizde tatlı su kaynaklarının sınırlı ve kıt olması suyun her damlasını özel kılmaktadır. Yenilenebilir ve geri dönüştürülebilir bir kaynak olması suyun tükenmeyeceği ve kullanılabilirliğinin sınırlanacağı gerçeğini göz ardı etmemelidir. Özellikle tükettiğimiz ürünlerin üretimlerinin yapıldığı bölgelerdeki tatlı su kaynaklarının kullanımına dikkat edilmelidir. Aynı zamanda üretim yapılan bölgenin iklimi, yer altı ve yüzey suyu potansiyeli üretimde kullanılacak suyun türünü ve miktarı etkilemektedir. Kurak bölgelerde tatlı su kaynakları üzerindeki baskı artmaktadır. Bu baskının azaltılması için kurak iklime dayanıklı bitkiler ile üretim deseni oluşturulmalıdır. İklimle uygun bitki deseninin oluşturulması yağmur suyu (yeşil su) ile de üretim yapılabilmesine olanak sağlayacaktır. Günümüzün gelişen teknolojisi modern sulama tekniklerinin kullanılmasını sağlamaktadır. Bu teknikler suyun bitkiye ihtiyaç duyduğu zamanda, ihtiyaç duyduğu miktarda verilmesini olanaklı kılmakta ve suyun daha verimli kullanılmasını sağlamaktadır.

Küresel ısınma, hızlı nüfus artışı ve endüstriyel üretim tatlı su kaynaklarımızın korunmasını ve sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir (Sat, 2023; Avanoz, 2020; Kaplan, 2022). Aynı zamanda üretim ve tüketimimizin su ayak izinin büyük çoğunluğu sınırlı olan iç su kaynaklarımızdan sağlanırken en yüksek kullanım miktarını ise tarımsal üretim oluşturmaktadır. Ülkemizde dört mevsimin belirgin yaşanması ve çeşitli yeryüzü şekillerinin görülmesi çeşitli bitki türlerinin yetişebilmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda tarımsal üretim için elverişli toprak yapısının bulunması ise tarımsal üretimde verimliliğin artmasını sağlamaktadır. Ancak sürdürülebilir bir verimliliğin sağlanabilmesi için sınırlı olan su kaynaklarımızın doğru yönetilmesi ve güvenliğini tehdit edici unsurların bulunmaması gerekmektedir (Avanoz, 2020). Tarımsal üretimde seçilen ürün desenine göre su ayak izi türü farklılık göstermektedir. Bitkinin yetiştirildiği bölge, bölgenin iklimi ve bölgede bulunan su kaynakları su ayak izini etkilemektedir. Bölgenin sahip olduğu iklim ve su kaynakları göz önünde bulundurularak üretim deseninin oluşturulması su kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlayacaktır (Ekinci, 2015)

SONUÇ

Su canlı yaşamının en temel besin kaynaklarından birisidir. Ancak küresel iklim krizi su kaynakları üzerinde büyük bir tehlike oluşturmaktadır. Özellikle su stresi çeken ülkeler kategorisinde olan Türkiye’de kuraklığın ciddi boyutlarda yaşanmasına neden olmaktadır. Yağışların azalış göstermesiyle birlikte bu durum, üretimde mavi su kaynaklarının kullanımını arttırmaktadır. Su ayak izi ile bir ürünün üretiminde kullanılan toplam su miktarını ve suyun türünü belirlemek mümkün olmaktadır. Aynı zamanda üretimin yapıldığı ülkenin veya bölgenin mevcut su kaynaklarının değerlendirilebilmesini sağlamaktadır. Tarımsal üretimde oluşturulan ürün desenine göre su ayak izi miktarı ve su ayak izi türü farklılık göstermektedir. Küresel iklim değişimi ile kuraklığın etkisi altında bulunan Türkiye’de tarımsal üretimde iç su kaynaklarının kullanımı artış göstermektedir. Su kaynaklarını koruyabilmek ve su fakiri bir ülke yolunda ilerlememek için, su yoğun ürünlerin

üretimleri su zengini ülkelerden ithal edilerek su kaynakları üzerindeki baskı azaltılabilir. Ancak bu durum ise, dış ülkelere karşı sürekli bir bağımlılık gerektirmektedir. Bağımsız bir sulama ve tarımsal üretim için suyun her damlasının verim ve su tasarrufu sağladığı, damlama sulama gibi yüksek randımanlı ve teknolojik sulama yöntemlerinin kullanılması ile mavi su ayak izi düşük ürünler üretmek mümkün olmaktadır.

REFERENCES

- Anonim. (2024). Toprak Su Kaynakları.Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü: <https://dsi.gov.tr/sayfa/detay/754> Erişim Tarihi: 28.12.2024.
- Avanoz, Z. (2020). Türkiye'de Tarımsal Üretimin Su Ayak İzinin Hesaplanması. Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Bulut, A. P., Canbaz, G. T. (2022). Sivas İlinde Buğday, Arpa, Şeker Pancarı ve Ayçiçeği Üretimi İçin Su Ayak İzinin Hesaplanması. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 9(1), s. 249-255.
- Çakmak, B., Torun, E. (2023). Konya Kapalı Havzası Sulama Şebekelerinde Tarımsal Su Ayak İzinin Değerlendirilmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(1), s. 239-252.
- Demirel, M. (2023). Ticaret Metası Olarak Su: Su Ayak İzi, Sanal Su ve Sanal Su Ticareti. Akademik İz Düşüm Dergisi, 8(2), s. 373-406.
- Ekinci, B. (2015). Su Kaynaklarının Verimli Kullanılmasına Yönelik Örnek Ülke Uygulamaları ve Ülkemizde Bu Çalışmaların Uygulanabilirliği. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Uzmanlık Tezi.
- Fader, M., Gerten, D., Thammer, M., Heinke, J., Lotze-Campen, H., Lucht, W., (2011). Internal and External Green-Blue Agricultural Water Footprints of Nations, and Related Water and Land Savings through Trade. Hydrology and Earth System Sciences, 15(5), s. 1641-1660.
- Ge, L., Xie, G., Zhang, C., Li, S., Qi, Y., Cao, S., (2011). An Evaluation of China's Water Footprint. Water Resour Manage, s. 2633-2647.
- Gültaş, H. T. (2024). Water Footprint Assesment of Agricultural Production in Bilecik Province . Black Sea Journal of Agriculture, 7(5), s. 515-523.
- Hoekstra, A. (2015). The Water Footprint: The Relation Between Human Consumption and Water Use. Springer International Publishing Switzerland, s. 35-48.
- Hoekstra, Y.,Chapapain, K. (2007). Water Footprints of Nations: Water Use By People As a Function of Their Consumption Pattern. Water Resour Manage, s. 35-48.
- İraz, E. (2021). Fırat Havzasının Su Ayak İzinin Hesaplanması. Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Kalvani, R., Sharaa, A., Manaf, L.,Hamdian, A. (2019a). Evaluation of Water Footprint of Selected Crop Consumption in Tehran Province. Applied Ecology and Environmental Research, 17(5), s. 11033-11044.
- Kalvani, R., Shraai, A., Manaf, L.,Hamdian, A. (2019b). Assessing Ground and Surface Water Scarcity Indices Using Ground and Surface Water Footprints in The Tehran Province of Iran. Applied Ecology and Environmental Research, 17(2), s. 4985-4997.
- Kaplan, E. (2022). Türkiye Ekonomisinde Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği. Harran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Bölgesel Kalkınma Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Kayaer, M., Çiftçi, S. (2018). 'Su Sorunu' ve Türkiye'nin Tatlı Su Potansiyeli Çerçevesinde Türkiye'nin Sınır Aşan Sularının Stratejik, Etik ve Hukuki Boyutlarının Değerlendirilmesi. Pesa Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 4(3), s. 386-404.
- Konar, M., Marston, L. (2020). The Water Footprint of The United States. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 12(11), s. 1-21.
- Muratoğlu, A. (2019a). Üretimin Su Ayak İzinin İncelenmesi: Diyarbakır İli İçin Bir Vaka Çalışması. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, s. 846-858.

- Muratoğlu, A. (2020). Assessment of Wheat's Water Footprint and Virtual Water Trade: a Case Study For Turkey. *Ecological Processes*, s. 1-16.
- Muratoğlu, A. (2024). Türkiye'de Pamuk Üretiminin Su Yönetimi Açısından İncelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Yayınları*, 55(3), s. 158-174.
- Muratoğlu, A., Yüce, M. İ., Aytek, A. (2019b). Türkiye'nin Uluslararası Sanal Su Transferinin İncelenmesi: Buğday İçin Bir Vaka Çalışması. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi 10.Ulusal Hidroloji Kongresi*.
- Ochqun, M. H. (2015). Türkiye'de Su Yönetimin Kurumsal Yapısına İlişkin Tespitler- Öneriler. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi Ana Bilim Dalı Kamu Yönetimi Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi*.
- Pegram, G., Conyngham, S., Aksoy, A., Dıvrak, B. B., Öztok, D. (2014). Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu Su, Üretim ve Uluslararası Ticaret İlişkisi. *WWF*.
- Razei Kalvani, S. M. (2019). Assessing Ground and Surface Water Scarcity Indices Using Ground and Surface Water Footprints in the Tehran of Iran.
- Sat, S. (2023). Sanal Su Ticareti: Tarım Ürünleri Üzerine Türkiye İçin Ampirik Bir Uygulama. *Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Uluslararası Ticaret Ana Bilim Dalı.Doktora Tezi*.
- Turan, E. S. (2017). Türkiye'nin Su Ayak İzi Değerlendirmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, s. 55-62.
- Turan, E., Bayraktar, E. (2020). Türkiye'nin Su Yönetim Politikaları: Ulusal Güvenlik Açısından Bir Değerlendirme. *Uluslararası Politik Araştırmalar Dergisi*, 6(2), s. 1-19.
- Usta, A. (2016). Türkiye'nin Su Potansiyelinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Küresel Mühendislik Çalışmaları Dergisi*, 3(2), s. 1-19.
- Yerli, C., Şahin, Ü., Kızıloğlu, F. M., Tüfenkçi, Ş., Örs, S. (2019). Van İlinde Silajlık Mısır, Patates, Şeker Pancarı, ve Yoncanın Su Ayak İzi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2), s. 195-203.
- Yıldırım, Y. E. (2013). Su Kaynaklarının Yönetimi Politikalar ve Sorunlar: Küreselden Yerele. *Nevşehir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Kamu Yönetimi Bölümü*, 1-15.
- Yıldız, D. (2007). *Ulusal Su Politikası İhtiyacımız*. Ankara: Ulusal Sanayici ve İş Adamları Derneği.
- Yılmaz, L., Peker, S. (2013). Su Kaynaklarının Türkiye Açısından Ekono-Politik Önemi Ekseninde Olası Bir Tehlike: Su Savaşları. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(2), s. 57-74.