T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ - CERRAHPAŞA AVCILAR KAMPÜSÜ SU AYAK İZİ PROFİLİ

Tülin SÜTIRMAK

DANIŞMAN
Doç. Dr.Emine ELMASLAR ÖZBAŞ

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Mühendisliği Programı

İSTANBUL-2020

Bu çalışma 20.04.2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı,Çevre Mühendisliği Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Doç. Dr.Emine ELMASLAR ÖZBAŞ(Danışman)
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr.Hüseyin Kurtuluş ÖZCAN
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Doç. Dr.Gamze VARANK
Yıldız Teknik Üniversite
İnşaat Fakültesi

UnvanBir öğe seçin.
Bir öğe seçin.
Bir öğe seçin.

UnvanBir öğe seçin.
Bir öğe seçin.

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa'nın abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

ÖNSÖZ

Öncellikle bu çalışmanın yürütülmesi sırasında bana danışmanlık ederek her daim desteğini esirgemeyen üstün eğitmenliğiyle danışmanım Doç. Dr. Emine ELMASLAR ÖZBAŞ hocama, yüksek lisans eğitimim boyunca yanımda olan beni destekleyen değerli hocam Doç. Dr. Yalçın AŞKIN ÖKTEM'e, ayrıca tüm eğitimim boyunca her konuda yanımda olup çalışmamı bitirmem için bana cesaret veren ve yardımcı olan tüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her döneminde varlıklarıyla ve bana olan inançlarıyla güç veren, benimle üzülüp benimle gülen aileme özellikle de anneme ve babama, her anımda yanımda olup gülümsememe neden olan tez çalışmamı hazırlarken olduğu gibi karşılaştığım her zorluğu aşmamda bana yardımcı olan hayat arkadaşım Tayfun PEHLİVAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Nisan 2020 Tülin SÜTIRMAK

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ ..... **iv**
İÇİNDEKİLER ..... **v**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **vii**
TABLO LİSTESİ ..... **xi**
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **xiii**
ÖZET ..... **xiv**
SUMMARY ..... **xvi**
1. GİRİŞ **1**
2. GENEL KISIMLAR **3**
2.1. SUYUN ÖNEMİ 3
2.1.1 Su Döngüsü 8
2.2. SU AYAK İZİ 9
2.2.1. Su Ayak İzi ve Tarihçesi 9
2.2.2. Mavi Su Ayak İzi 13
2.2.3. Yeşil Su Ayak İzi 14
2.2.4. Gri Su Ayak İzi 15
2.3. DÜNYADAKİ SU POTANSİYELİ 17
2.3.1 Uluslararası Sanal Su Ticareti 22
2.3.2 Tarımsal Su Kullanımı 28
2.3.3. Endüstriyel Su Kullanımı 34
2.3.4. Evsel Su Tüketimi 35
2.3.5. Dünya'da Su Kirliliği 37
2.4. TÜRKİYE'NİN SU AYAK İZİ 42
2.4.1. Türkiye'de Üretimin Su Ayak İzi 47
2.4.2 Türkiye'de Tüketimin Su Ayak İzi 48
3. MALZEME VE YÖNTEM **49**
3.1. ARAŞTIRMANIN MODELİ 49
3.2. ÇALIŞMA GRUBU 49
3.3. HATA PAYI HESAPLANMASI 49
3.4. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI 50

4. BULGULAR **51**
4.1. İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA ÖĞRENCİLERİNİN SU AYAK İZİ SONUÇLARI 51
4.1.1. Su Ayak İzi Dağılımı Sonuçları 52
4.1.2. Doğrudan ve Dolaylı Su Tüketimi Sonuçları 53
4.1.3. Yaşa Göre Yıllık Ortalama Su Ayak İzi Sonuçları 54
4.2. FAKÜLTELERE GÖRE SU AYAK İZİ SONUÇLARI 55
4.2.1. Gelir Düzeyine Göre Günlük Ortalama Su Ayak İzi Sonuçları 55
4.2.2. Gelir Düzeyine Göre Aylık Ortalama Su Ayak İzi Sonuçları 58
4.2.3. Gelir Düzeyine Göre Yıllık Ortalama Su Ayak İzi Sonuçları 61
4.2.4. Doğrudan veya Dolaylı Su Kullanımı Sonuçları 64
4.2.5. Yaş Faktörüne Göre Su Ayak İzi Sonuçları 66
4.3. SONUÇLARIN SPSS ORTAMINDA ANALİZİ 68
5. TARTIŞMA VE SONUÇ **71**
KAYNAKLAR **77**
ÖZGEÇMİŞ **85**

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Suyun moleküler yapısı (URL 1) 4

Şekil 2.2: Fosfolipid molekülü hidrofobik kuyruk ve hidrofilik baş olmak üzere iki kısımdan oluşur. Çift tabakalı fosfolipidler, iki sulu ortam arasında bir sınır oluştururlar. Bu yapıdaki moleküllerin hidrofilik kısımları suya dönük olup, hidrofobik kısımları sudan kaçacak şekilde iç kısımdadır (URL 3). 5

Şekil 2.3: Proteinlerin 3D şeklinde katlanması (URL 5) 6

Şekil 2.4: Su döngüsü (URL 7) 8

Şekil 2.5: Küresel Su Dağılımı (URL 9) 10

Şekil 2.6: Bir tişörtün su ayak izi (URL 12) 12

Şekil 2.7: Bazı ürünlerin su ayak izi değerleri (URL 13) 12

Şekil 2.8: Mavi su ayak izi (URL 18) 14

Şekil 2.9: Yeşil su ayak izi (URL 20) 15

Şekil 2.10: Gri su ayak izi (URL 21) 16

Şekil 2.11: Yaşamdaki ve Ürünlerdeki su ayak izi çeşitlerinin gösterimi (URL 22) 16

Şekil 2.12: Su kaynaklarının kıtalara ve nüfusa göre dağılımı (URL 23) 17

Şekil 2.13: Ülkelerin su stres seviyeleri (URL 24) 20

Şekil 2.14: 2010-2050 yılının yüzeysel su kaynakları ve su talepleri (WFaS, 2013) 21

Şekil 2.15: Ülkeler arası sanal su ticareti gösterimi (URL 25) 22

Şekil 2.16: Ülkelere göre 2000-2012 yılları arasındaki yeşil su ihracat - ithalat miktarlarının gösterimi (A şekil) ve mavi su ihracat- ithalat miktarlarının gösterimi (B şekil) (Lee ve ark., 2016) 25

Şekil 2.17: Küresel su ayak izinin harita üzerinde ifadesi (URL 28) 25

Şekil 2.18: Kişi başına düşen tüketimin su ayak izi (URL 29) 26

Şekil 2.19: Ülkelerin toplam tatlı su tüketim (URL 30) 26

Şekil 2.20: Suyun kullanımın sektörlere göre dağılımı 27

Şekil 2.21: 2010 yılı tüketilen tarımsal su miktarının ülkelere göre m³ cinsinden ifadesi (üst şekil) ve Endüstriyel su tüketim miktarının ülkelere göre m³ cinsinden ifadesi (alt şekil) (URL 31) 28

Şekil 2.22: Ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre tarımda kullanılan tatlı su tüketim yüzdeleri (URL 32) 29

Şekil 2.23: 2010 yılı ülkelerin tarımsal su tüketim miktarları (URL 33) 30

Şekil 2.24: 2010 yılında dünyadaki yeraltı sularının tükenmesine mahsule özgü katkı (Gleeson ve ark., 2012) 30

Şekil 2.25: Sulanan toplam tarım arazilerinin yüzdesi (URL 34) 31

Şekil 2.26: Ürünlerin bir ton üretimi için gerekli ortalama su ayak izi (URL 35) 32

Şekil 2.27: Ülkelerin endüstriyel amaçlar için kullanılan toplam yıllık su miktarları (URL 36) 34

Şekil 2.28: Ülkelerin endüstriyel su tüketim yüzdeleri (URL 37) 35

Şekil 2.29: Ülkelerin evsel su tüketim miktarları (URL 38) 36

Şekil 2.30: Ülkelerin evsel su tüketim miktarlarının yüzdelik oranları (URL 39) 36

Şekil 2.31: Tatlı su çekilmesinin akıbeti: Büyük su kullanım sektörü tarafından küresel tüketim ve atık su üretimi (2010**)** (URL 40) 38

Şekil 2.32: Bölgelere göre yenilenebilir iç tatlı su kaynakları, 2015 (URL 41) 39

Şekil 2.33: Kişi başına yenilenebilir iç tatlı su kaynakları (metreküp)(URL 42) 40

Şekil 2.34: Bölgelere göre kişi başına yenilenebilir su kaynakları (URL 43) 41

Şekil 2.35: Kişi başına yenilenebilir iç tatlı su kaynakları (URL 44) 41

Şekil 2.36: Türkiye bölgesel su stresi (URL 45) 42

Şekil 2.37: Felkanmark göstergesinin küresel gösterimi(URL 46) 43

Şekil 2.38: Türkiye'nin su potansiyeli (URL 47) 43

Şekil 2.39: Türkiye'de yıllara ve kullanılış amaçlarına göre su oranları 45

Şekil 2.40: Evsel-Endüstriyel kullanımın su ayak izleri 46

Şekil 2.41: Türkiye'de sektörlere üretimin suayak izi 47

Şekil 2.42: Sektörlere ve suayak izi bileşenlerine göre üretimin suayak izi 47

Şekil 2.43: Türkiye'de iş potansiyeline göre tüketimin su izi 48

Şekil 2.44: Sektörlere ve su ayak izi bileşenlerine göre tüketimin suayak izi 48

Şekil 4.1: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin gelir düzeyine göre yıllık ortalama su ayak izi ve bileşenleri grafiği 51

Şekil 4.2: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin gelir düzeyine göre su ayak izi dağılım grafiği 52

Şekil 4.3: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Öğrencilerinin Doğrudan ve Dolaylı Su Tüketim Grafiği 53

Şekil 4.4: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin gelir düzeyine göre doğrudan ve dolaylı su tüketimi dağılım grafiği 54

Şekil 4.5: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi dağılımı 55

Şekil 4.6: Mühendislik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre günlük ortalama su ayak izi dağılım grafiği.....56

Şekil 4.7: Veterinerlik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre günlük ortalama su ayak izi.....57

Şekil 4.8: Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre günlük ortalama su ayak izi dağılımı.....58

Şekil 4.9: Mühendislik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre aylık ortalama su ayak izi dağılım grafiği.....59

Şekil 4.10: Veterinerlik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre aylık ortalama su ayak izi dağılım grafiği.....60

Şekil 4.11: Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre aylık ortalama su ayak izi dağılım grafiği.....61

Şekil 4.12: Mühendislik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre yıllık ortalama su ayak izi dağılım grafiği.....62

Şekil 4.13: Veterinerlik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre yıllık ortalama su ayak izi dağılım grafiği.....63

Şekil 4.14: Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre yıllık ortalama su ayak izi dağılım grafiği 64

Şekil 4.15: Mühendislik fakültesi yıllık ortalama doğrudan ve dolaylı su kullanımı dağılım grafiği 64

Şekil 4.16: Veterinerlik fakültesi yıllık ortalama doğrudan ve dolaylı su kullanımı dağılım grafiği 65

Şekil 4.17: Spor bilimleri fakültesi yıllık ortalama doğrudan ve dolaylı su kullanımı dağılım grafiği 65

Şekil 4.18: Mühendislik fakültesi yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi dağılım grafiği 66

Şekil 4.19: Veterinerlik fakültesi yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi dağılım grafiği 67

Şekil 4.20: Spor bilimleri fakültesi yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi dağılım grafiği 68

Şekil 4.21: Nonparametrik korelasyon analiz tablosu 69

Şekil 4.22: Kısmı korelasyon analiz tablosu 69

Şekil 4.23: Spearman korelasyon analiz tablosu 70

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Küresel su dağılımının tablo üzerindeki ifadesi 10

Tablo 2.2: Falkenmark indeks tablosu 18

Tablo 2.3: Kullanım Mevcudiyet Oranı İndeks tablosu 18

Tablo 2.4: Ülkelerin falkenmark göstergeleri 19

Tablo 2.5: Sanal su ihracat ve ithalatında en büyük 9 ülke 23

Tablo 2.6: Türkiye'nin bölgesel Falkenmark göstergeleri 44

Tablo 2.7: Türkiye'nin kullanış amaçlarına göre su miktarlarının yıllara göre karşılaştırılması 45

Tablo 3.1: Araştırma için öğrencilere uygulanan anket soruları 50

Tablo 4.1: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin yıllık ortalama su ayak izi ve bileşenleri sonuçları 51

Tablo 4.2: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin gelir düzeyine göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları 51

Tablo 4.3: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin gelir düzeyine göre su ayak izi dağılımı sonuçları 52

Tablo 4.4: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin doğrudan ve dolaylı su tüketimi dağılımı sonuçları 53

Tablo 4.5: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Öğrencilerinin Gelir Düzeyine Göre Doğrudan ve Dolaylı Su Tüketimi Sonuçları 53

Tablo 4.6: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları 54

Tablo 4.7: Mühendislik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre günlük ortalama su ayak izi sonuçları 55

Tablo 4.8: Veterinerlik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre günlük ortalama su ayak izi sonuçları 56

Tablo 4.9: Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre günlük ortalama su ayakizi sonuçları 57

Tablo 4.10: Mühendislik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre aylık ortalama su ayak izi sonuçları 58

Tablo 4.11: Veterinerlik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre aylık ortalama su ayak izi sonuçları 59

Tablo 4.12: Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre aylık ortalama su ayak izi sonuçları 60

Tablo 4.13:Mühendislik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları 61

Tablo 4.14: Veterinerlik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları 62

Tablo 4.15: Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları 63

Tablo 4.16: Mühendislik fakültesi yıllık su ayak izinin doğrudan ve dolaylı su kullanım sonuçları 64

Tablo 4.17: Veterinerlik fakültesi yıllık ortalama doğrudan ve dolaylı su kullanım sonuçları 65

Tablo 4.18: Spor bilimleri fakültesi yıllık ortalama doğrudan ve dolaylı su kullanımı sonuçları 65

Tablo 4.19: Mühendislik fakültesi yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları 66

Tablo 4.20: Veterinerlik fakültesi yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları 67

Tablo 4.21: Spor bilimleri fakültesi yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları 68

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
Kg	: Kilogram
Km^3	: Kilometerteküp
L	: Litre
m^3	: Metreküp
O	: Oksijen
H	: Hidrojen
%	**:** Yüzde

Kısaltmalar	Açıklama
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BM	:Birleşik Milletler
CAFO	: Concentrated animal feeding operation
DNA	:Deoksiribonükleik asit
DSİ	:Devlet Su İşleri
FAO	:Food and Agriculture Organization of the United Nations
GWD	:Groundwater Depletion Embedded
IBM SPSS	:Statistical Package for the Social Sciences
KMO	**:** Kullanım Mevcudiyet Oranı
WWF	: World Wide Fund
WFN	: Water Footprint Network

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ - CERRAHPAŞA AVCILAR KAMPÜSÜ SU AYAK İZİ PROFİLİ

Tülin SÜTIRMAK

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr.Emine ELMASLAR ÖZBAŞ

Canlıların temel yaşam kaynağı olan suyun Dünya'daki yaklaşık olarak miktarı 1,4 milyar 350 milyon km^3'tür. Bu miktarın yaklaşık % 97,4'i okyanuslarda ve denizlerdeki tuzlu sulardan oluşmakta, % 2,4'lük kısmı ise nehirlerde, göllerde tatlı su şeklinde bulunmaktadır. Tatlı suların yaklaşık % 68'i buzullarda, % 30'u yeraltı su kaynaklarında bulunmaktadır. Zaten az olan tatlı su kaynaklarının büyük bir oranının kutuplarda ve yeraltında bulunması sebebiyle, canlıların doğrudan kullanabileceği elverişli tatlı su miktarının kısıtlı olduğu görülmektedir. Bununla birlikte Dünya nüfusunun % 20'si sağlıklı içme suyuna erişemedikleri için, hastalık ve ölüm riskiyle karşı karşıya kalmaktadır. Su kaynaklarının bir bölümü kirletildiklerinden dolayı kullanılamamaktadır. Bir bölümü de altyapı yetersizliklerinden dolayı halk sağlığı açısından sorun oluşturmaktadır.

Sürdürülebilir su yönetimi açısından su ayak izi oldukça önemli bir kavramdır. Su ayak izinin yeşil, mavi ve gri olmak üzere üç çeşidi vardır. Bir malı üretmek amacıyla; yüzey ve yeraltı su kaynaklarından kullanılan su mavi su ayak izini, yağmur suyundan kullanılan sular yeşil su

ayak izini verir, gri su ayak izi ise kirliliğe yönelik bir kavramdır. Su ayak izi, bireylerin doğrudan ve dolaylı olarak kullandıkları su miktarını verir.

Bu çalışmada özellikle üniversite dönemindeki kazanım ve farkındalıkların, hayat boyu sürecek bir değişim başlatabileceğini düşünerek, üniversite öğrencileri seçilmiştir. Böylece İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Avcılar kampüsü öğrencilerinin Su Ayak İzlerinin hesaplanması ile elde edilecek bulgulardan üniversite öğrencileri çevresel farkındalığın artırılması amaçlanmıştır. Araştırmada, 2018-2019 eğitim-öğretim döneminde eğitim gören Mühendislik Fakültesi, Veterinerlik Fakültesi ve Spor Bilimleri Fakültesi olmak üzere toplam 3 fakülteye ve 559 öğrenciye bireysel Su Ayak İzi Anketi uygulanmış ve İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin su ayak izi profili oluşturulmuştur. Yapılan çalışmalar sonucunda İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Avcılar Kampüsü öğrencilerinin yıllık ortalama kişi başına düşen su ayak izi 1848,78 m^3 olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplanan değer, 2014 yılı değerlerine göre Türkiye'nin yıllık birey başına düşen su ayak izi olan 1519 m^3 değerinin % 21 üzerinde seyretmektedir. Yıllık yeşil su ayak izi 1329 m^3, mavi su ayak izi 199 m^3, gri su ayak izi 1849 m^3 olarak hesaplanmıştır.

Ayrıca anketlerden elde edilen veriler IBM SPSS ortamına aktarılarak, değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı değerlendirilmiştir Elde edilen sonuçlar değişmemiş aynı sonuçlar gözlemlenmiştir. Yaşın artması su ayak izini arttırmazken gelir düzeyinin artmasıyla genel su ayak izi artmaktadır. Çalışmanın sonunda öğrencilerin su ayak izinin Türkiye ve Dünya ortalamasının 2014 yılının kişi başına düşen su ayak izi miktarlarıyla karşılaştırdığımızda (1243 m^3) oldukça üzerinde seyrettiği görülmektedir. Türkiye kişi başına düşen su miktarı 1422 m^3 iken anket sonucu çıkan su ayak izi miktarını karşılaması çok zordur. Bu nedenle hemen önlem alınmazsa sonuçlar bizi için çok ağır olabilir. Çalışma sonucunda öğrencilere su ayak izi anlatılmış ve hayatımızda ufak değişiklikler yaparak ne büyük etkiler oluşturabileceğimiz hakkında bilgiler verilmiştir.

Nisan 2020, 102 sayfa.

Anahtar kelimeler: Su ayak izi, mavi su ayak izi, yeşil su ayak izi, gri su ayak izi.

SUMMARY

M.Sc. THESIS

Water Footprint Profile of Istanbul University – Cerrahpaşa Avcılar Campus

Tülin SÜTIRMAK

Istanbul University-Cerrahpasa

Institute of Graduate Studies

Department of Environmental Engineering

Supervisor : Assoc. Prof. Dr.Emine ELMASLAR ÖZBAŞ

The total amount of water in the world, which is the main source of life for living things, is 1.4 billion 350 million km^3. 97,4 % of these waters are composed of salty waters in oceans and seas, and 2,4 % are found as fresh water in rivers and lakes. 68,7 % of fresh water is in glaciers and 30,1 % is in ground water resources. Due to the fact that a large proportion of such fresh water resources are located at the poles and underground, it is seen that the amount of fresh water directly available to living things is limited. However, 20 % of the world's population is at risk of illness and death, as they cannot access healthy drinking water. Some of the water resources cannot be used because they are contaminated. Some of them cause problems for public health due to lack of infrastructure.

Water footprint is a very important concept for sustainable water management. Water footprint has three main components: green, blue and gray. Used to produce a good; surface and ground waters give blue water footprint, rain water gives green water footprint. gray water footprint is a concept for pollution. The water footprint gives individuals both the amount of water they consume directly and the amount of water they use indirectly.

For this reason, university students were selected considering that the gains and awareness in the university period may initiate a lifelong change. Thus, it is aimed to increase the environmental awareness of university students from the findings to be obtained by calculating the Water Footprints of Istanbul University-Cerrahpaşa Avcılar campus students. In the research, individual Water Footprint Survey was applied to 3 faculties and 559 students, namely

Engineering Faculty, Veterinary Faculty and Sports Sciences Faculty, who were educated in 2018-2019 academic year, and the water footprint profile of Istanbul University-Cerrahpaşa students was created. As a result of the studies, the annual average water footprint of the students of Istanbul University-Cerrahpaşa Avcılar Campus was calculated as 1848,78 m^3. This calculated value, which is Turkey's annual per capita water footprint of an individual according to the value of 2014 is over 21 % of 1519 m^3. Annual green water footprint has been calculated as 1329 m^3, blue water footprint as 199 m^3, gray water footprint as 1849 m^3.

In addition, the data obtained from the questionnaires were transferred to the IBM SPSS environment and it was evaluated whether there was a significant relationship between the variables. The results obtained were unchanged and the same results were observed. While increasing age does not increase water footprint, general water footprint increases with increasing income level. Allowed students to study in Turkey and the world average water footprint in the end if we compare the amount of water falling per capita footprint of the year 2014 (1243 m^3), it is seen that quite above. The amount of water per person per 1422 m^3 of Turkey while meeting the trace amount of water coming out of the foot of the survey results is very difficult. Therefore, if immediate action is not taken, the results can be very heavy for us. As a result of the study, water footprints were explained to the students and information was given about how we can make minor changes in our lives.

April 2020,102pages.

Keywords: Water footprint, blue water footprint, green water footprint, gray water footprint.

1. GİRİŞ

Canlıların temel yaşam kaynağı olan su Dünya'da yaklaşık olarak 1,4 milyar 350 milyon km^3 hacime sahiptir. Suların % 97,4'ünü okyanuslarda, denizlerdeki tuzlu sular , % 2,4'ünü ise göl ve nehirlerdeki tatlı sular oluşturmaktadır. Tatlı suların yaklaşık % 68'i buzul yarım kürede, % 30 'u yeraltı su kaynakları olarak bilinmektedir. Zaten az olan tatlı su kaynaklarının büyük bir oranının kutuplarda veya yeraltında bulunması nedeniyle, canlıların doğrudan kullanabileceği tatlı su miktarının kısıtlı olduğu görülmektedir. Bununla birlikte Dünya nüfusunun % 20'si sağlıklı içme suyuna erişemedikleri için, hastalık ve ölüm riskiyle karşı karşıya kalmaktadır. Tatlı su kaynaklarının bir bölümü kirlendikleri için kullanılamamaktadır, bir bölümü de altyapı yetersizliklerinden dolayı halk sağlığı açısından sorun oluşturmaktadır.

Günlük hayatımızda çeşitli faaliyetler içinsu kullanılmaktadır. Bir kişinin günlük su tüketim miktarı yaklaşık olarak 150 litredir. Lakin doğrudan tükettiğimiz suyun dışında dolaylı olarak tükettiğimiz su ne kadardır? Giydiğimiz bir pamuklu tişörtün üretilmesi için kullanılan su miktarı ne kadardır? Pamuğun tarlada üretimizden fabrikaya, fabrikadan ipe daha sonra ise tişörte dönüşmesine hatta satılacağı mağazaya nakliyesinden bize gelinceye kadar gecen sürede ne kadar su tüketilmektedir? Cevapların hepsi "su ayak izi" kavramında saklıdır.

Su ayak izi, kullandığımız tüm ürün ve hizmetlerin üretim, tüketim surecilerinde doğrudan ve dolaylı olarak kullanılmış olan toplam su miktarını göstermektedir. Şu an oldukça önem taşıyan bu kavramı ilk kez 2002'de Prof. Dr. Arjen Hoekstra kayda geçirmiştir.

Su ayak izini üç bölüme ayırmak mümkündür;

Mavi su ayak izi, mal veya hizmetin üretimi boyunca dolaylı veya doğrudan yüzey veya yeraltı tatlı su kaynaklarının kullanılan miktarıdır. Kaynaklar başlıca sulama, endüstriyel ve evsel amaçlarla kullanılmaktadır.

Yeşil su ayak izi, mal veya hizmetin üretimi boyunca doğrudan ve dolaylı olarak tüketilen tüm yağmur suyu miktarıdır. Kaynaklar başlıca bahçecilik, tarım ve ormancılık faaliyetlerinde kullanılmaktadır.

Gri su ayak izi ise, belli bir su kalitesi kriterini sağlamak amacıyla su kaynaklarına (örneğin göl, akarsu, deniz suyu) doğrudan boşaltılan ya da dolaylı olarak karışan atık sulardaki kirletici derişiminin seyreltme yoluyla sınır değerlere düşürülmesi için gereken tatlı su miktarıdır.

Bu verilerin tamamı gözlemlendiğinde kullanılan suyun kaynağı saptanabilir ve su tüketimiyle ilgili kapsamlı bir çözüme gidilebilir.

Günümüzde yaşanan küreselleşme süreci, hızlı nüfus artışı, kentleşme ve iklim değişikliği etkileri göz önünde bulundurulduğunda, tatlı su kaynaklarının miktarı ve farklı sektörler arasındaki uygun paylaşımı, karar vericilerin en çok üstünde düşündüğü konulardan biri halini almıştır. Buna bağlı olarak, ülke içinde tüketilen mal ve hizmetlerin üretiminde o ülke içinde ve küresel ölçekte kullanılan suyun miktarını ve kalitesini ölçmek daha da mühim bir hale gelmiştir. Sektörler arasında verimlilik dengesi oluşturarak ekonomik bağlantıları yapmak ve buna bağlı planlama oluşturmak; kalkınmanın çevresel, ekonomik ve sosyal acıdan sürdürülebilir bir biçimde gerçekleşmesini olanak sağlayacaktır.

Türkiye'nin ekonomik sürdürülebilirlik için kendi su kaynaklarını koruması oldukça önemlidir. Su yönetiminin önemli bileşenlerinden biri su verimliliği, su verimliliğinin önemli alt bileşenlerinden biri de suyun ve su kaynaklarının akılcı kullanılmasıdır. Bu konuda izlenmesi gereken ilk yaklaşım hem birim fert ve toplum, hem de birim üretim ve tüketimbasına su tüketimlerini azaltmaktır. Bunu sağlamak için öncelikle bu birimler başına gerçek, sanal ve toplam su tüketimlerini belirlemek, yani su ayak izlerini belirlemek gerekmektedir. Türkiye için su ayak izinin hesabı, geleceğe yönelik planlamalar oluşmasına, sorunlara çözüm önerileri getirilmesine, toplumun su israfı bilincinin azalmasına, paydaşlar bazında su yönetimine katılımın sağlanması ve ulusal politikalarda yenilik gerçekleştirilmesi açısından oldukça mühimdir.

Bu çalışmada özellikle üniversite dönemindeki kazanım ve farkındalıkların, hayat boyu sürecek bir değişim başlatabileceğini düşünerek, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Avcılar kampüsü öğrencilerinin Su Ayak İzlerinin hesaplanması ile elde edilecek bulgulardan üniversite öğrencileri çevresel farkındalığın artırılması amaçlanmaktadır. Araştırmada, 2018-2019 eğitim-öğretim döneminde eğitim gören Mühendislik Fakültesi, Veterinerlik Fakültesi ve Spor Bilimleri Fakültesi olmak üzere toplam 3 fakülteye ve 559 öğrenciye bireysel Su Ayak İzi Anketi uygulanmış ve öğrenciler arasında su ayak izinin önemine dikkat çekilmek istenmiştir. Anketlerden elde edilen veriler IBM SPSS ortamına aktarılarak, ankete katılan bireyin yaş, gelir düzeyi, öğrenim gördükleri fakülteleri ile kullanılan su ayak izi miktarları arasında anlamlı bir bağlantıya sahip olup olmadığı gün, ay, yıl cinsinden değerlendirilmiştir.

2. GENEL KISIMLAR

Günümüzde az olan tatlı su kaynaklarının büyük bir oranının kutuplarda veya yeraltında bulunması sebebiyle, canlıların doğrudan kullanabileceği tatlı su miktarının kısıtlı olduğu görülmektedir. Bununla birlikte Dünyanın tatlı su kaynakları, su kullanımının ve su kirliliğinin artması ile günden güne daha fazla baskıya maruz bırakılmaktadır. Dünya nüfusunun % 20'si sağlıklı içme suyuna erişemedikleri için, hastalık ve ölüm riskiyle karşı karşıya kalmaktadır ve su kaynaklarının bir bölümü kirlilik nedeniyle kullanılamamaktadır, bir kısmı da altyapı yetersizliklerinden dolayı halk sağlığı açısından sorun oluşturmaktadır.

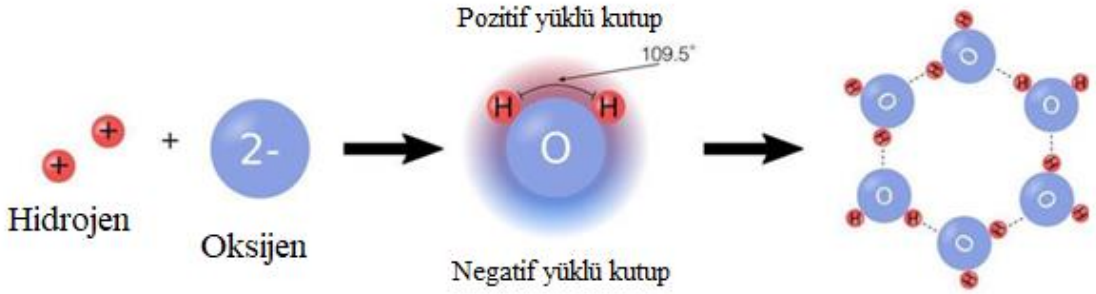
Sürdürülebilir su yönetimi için ilk yaklaşım üretim ve tüketim zincirlerindeki su kullanım miktarlarını azaltmaktır. Bunun için de ilk başta bireylerin, doğrudan ve dolaylı su tüketimlerini belirlemek, kişi başına düşen su ayak izlerini tespit etmek elzemdir.

Bu tez çalışmasında, canlı yaşamı için suyun ne kadar önemli olduğu, Su ayak izinin tarihi ve önemi, Dünya ve Türkiye'deki su potansiyeli ayrı başlıklarda sunulmuştur.

2.1. SUYUN ÖNEMİ

Dünya canlıların yaşaması için mükemmel bir ortamdır ve bunun en büyük sebebi içerdiği bol miktardaki sudur. İlk yaşam su içerisinde başlamış ve canlılar karalar üzerine yayılmadan önce yaklaşık 3 milyar yıl su içinde evrimleşme göstermiştir. Karasal formlar dâhil olmak üzere bütün canlılar suya muhtaçtır. Hücrelerin etrafı su ile çevrilidir ve yaklaşık % 69-95 'i sudan oluşmaktadır. Dünya yüzeyinin dörtte üçü su ile kaplıdır. Bu suyun büyük bölümü sıvı halde, geri kalanı ise buz ve buhar halinde bulunmaktadır. Doğal çevrede katı, sıvı ve gaz olmak üzere maddenin her halinde bulunabilen tek bileşik sudur.

Çok yaygın bir sıvı olduğu için, olağanüstü niteliklere sahip, ayrıcalıklı bir bileşik olduğu gözden kaçabilir. Ancak suyun sahip olduğu özellikler, yeryüzünün canlılar için mükemmel bir yaşam alanı olmasını sağlar. Bu özellikler kohesiv davranış, sıcaklığı kararlı tutabilme yeteneği, donduğu zaman genleşmesi ve iyi bir çözücü olmasıdır.



Şekil 2.1: Suyun moleküler yapısı (URL 1)

Su molekülleri hidrojen bağlarına sahiptir. Bağlar sayesinde su moleküllerinin büyük bir bölümü diğer su molekülleri ile bağ yapmış halde bulunmaktadır. Kohezyon denilen bu olay bitkilerin, suyu sahip oldukları kılcal borularında taşıyabilmesini sağlar.

Suyun yüzey gerilimi oldukça büyüktür. Su ve hava arasındaki su molekülleri birbirileriyle bağlar sayesinde oluşturmuş oldukları düzenli organizasyon sonucu suyun üzerinde görünmez bir film tabakası varmış gibi olmasına neden olur. Bunun sonucunda canlıların bir kısmı su üzerinde durabilir, yürüyebilir ve hatta koşabilir (Campbell, 2008).

Suyun bir diğer özelliği ise özgül ısısının oldukça yüksek olmasıdır. Yüksek özgül ısıya sahip olması hidrojen bağlarından kaynaklanmaktadır. Bu özelliğinin canlılıkla ne gibi bir bağlantısı olduğuna baktığımızda; Dünya'nın büyük bir bölümünü kaplayan su, karalar ve sulardaki sıcaklık değişimlerini canlıların hayatlarını devam ettirebileceği sınırlarda tutar. Organizmalar sudan oluşmuş olmaları nedeniyle vücutlarındaki sıcaklık değişimlerine karşı dayanıklıdırlar.

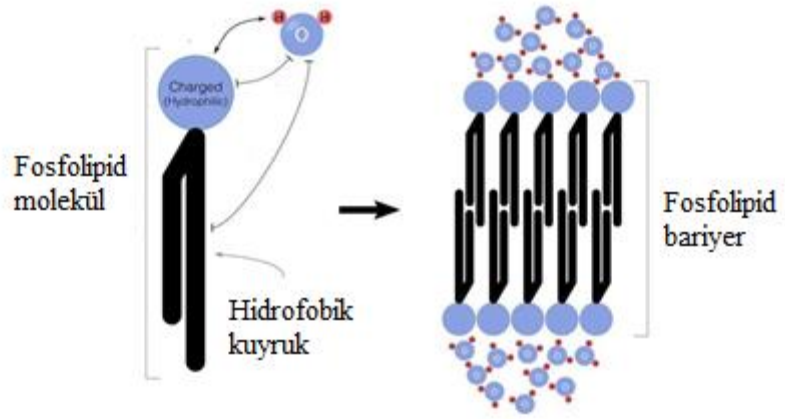
Suyun buharlaşma ısısı oldukça yüksek olması Dünya'nın ılıman iklime sahip olmasına neden olur. Su buharlaştığında, kalan yüzeyin soğumasını sağlar. Buharlaşmayla birlikte suyun soğumasıyla göl ve havuzların sıcaklığı kararlı tutulurken, karasal organizmaların aşırı ısınması engellenir. Örnek olarak, ter buharlaşmasıyla birlikte vücut yüzeyinin serinlemesini sağlar.

Suyun bir diğer özelliği iyi bir çözücü olmasıdır. Su molekülleri sahip oldukları polarite sonucu kendisi gibi polar moleküllerle etkileşim halindedirler. Suyun çeşitli molekülleri çözebilme kabiliyeti onun ''evrensel çözücü'' olarak tanımlanmasına neden olmuştur ve bu suyun yaşamın sürdürülebilmesi için paha biçilemez özellikteki molekül olmasını sağlamıştır. Bu nedenle dış yüzeylerinde iyonik veya polar bölgeler taşıyan protein gibi büyük polimerler suda çözünebilme özelliğine sahiptirler. Birçok farklı polar molekül kan, bitki ve hücre içi sıvılarda su içerisinde çözünebilmektedirler. Böylece hücrelerin, oksijen veya besin gibi maddeleri

taşımasını ve kullanmasını sağlar. Kan gibi su bazlı çözeltiler içerisinde moleküllerin gerekli yerlere taşınmasına yardımcı olur, örneğin solunum için gerekli olan oksijen gibi moleküllerin taşınmasını kolaylaştırır ve ilaçların vücuttaki hedeflerine ulaşmalarında büyük bir etkiye sahiptir (URL 2).

Su hücresel yapıyı destekler. İyonik ve polar olmayan bileşikler hidrofobik özelliktedir ve sudan kaçma eğilimindedirler, su ile bir karışım oluşturmazlar. Bu duruma örnek olarak hücre zarının sıvı mozaik modeli gösterilebilir. Bu model çeşitli proteinlerin içine gömüldüğü ya da yüzeyine tutunduğu çift tabakalı fosfolipidden oluşan bir sıvı yapıdır. Fosfolipidden bir amfipatik molekül olması nedeniyle hidrofilik baş ve hidrofobik kuyruk kısımlarına sahiptir. Bu nedenle hidrofilik özellikteki kafa su ile etkileşime girerken hidrofobik kuyruk sudan kaçınmaya ve birbirleriyle etkileşime girmeye çalışır. Böylece hücrenin sıvı mozaik zar modeli oluşur (Palme Yayıncılık, 2008).

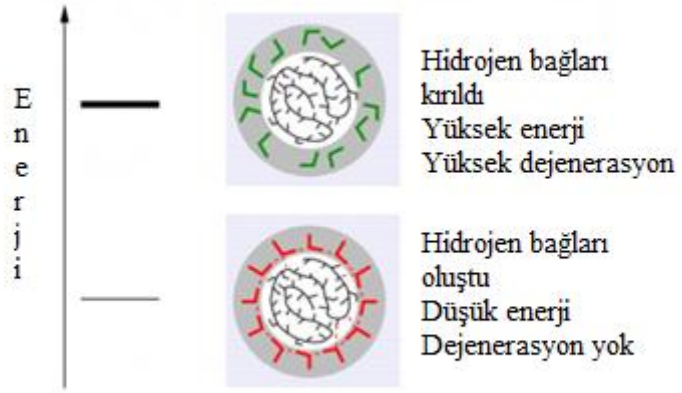
Böylece iki tabaka şeklinde hücreyi çevreler ve seçici olarak iyonların ve küçük moleküllerin hücreye girip çıkmalarını sağlar. Su olmadan hücre zarları yapıdan yoksundur ve uygun zar yapısı olmadan, hücreler hücre içinde önemli molekülleri ve hücre dışında zararlı molekülleri tutamazlar (URL 2, Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Fosfolipid molekülü hidrofobik kuyruk ve hidrofilik baş olmak üzere iki kısımdan oluşur. Çift tabakalı fosfolipidler, iki sulu ortam arasında bir sınır oluştururlar. Bu yapıdaki

moleküllerin hidrofilik kısımları suya dönük olup, hidrofobik kısımları sudan kaçacak şekilde iç kısımdadır (URL 3).

Genel hücrenin şeklinin oluşmasını sağlamasının yanında, su ayrıca hücrenin bazı temel bileşenlerini de etkiler. Bu moleküller DNA ve proteinlerdir. Bildiğimiz gibi proteinler amino asit denilen monomerlerden oluşmaktadırlar. Proteinlerin görevlerini yerine getirecek hale gelmesi için onu oluşturan amino asit zincirlerinin doğru bir şekilde katlanması gerekmektedir. Amino asit zincirlerinin katlanması suyla etkileşime girip girmemesi şeklinde sağlanır (Şekil 2.3). Proteinler yapı sağlar, sinyal alır ve hücrede kimyasal reaksiyonları katalize eder. Bu şekilde, proteinler hücrelerin işgücünü oluşturur. Nihayetinde proteinler kasların kasılmasını, iletişimi, besin maddelerinin sindirimini ve diğer birçok hayati fonksiyonu tetikler. Eğer aminoasit zincirleri doğru katlanmazsa hayati dediğimiz bu işlevleri yerine getiremezler ve hücre hayatta kalamaz (URL 2). Hatta bu durumda, deli dana hastalığı gibi hastalıklara neden olan düzgün katlanmamış proteinlerden oluşan prionlar meydana gelebilir (URL 4).



Şekil 2.3: Proteinlerin 3D şeklinde katlanması (URL 5)

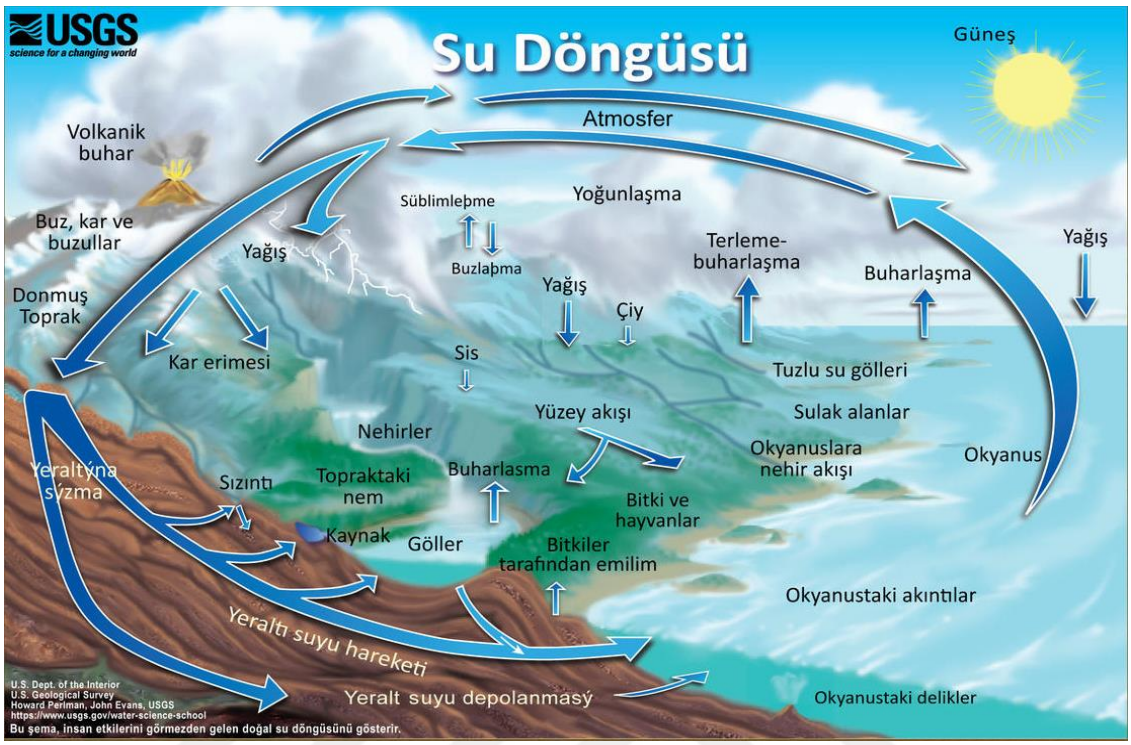
Benzer şekilde, DNA'nın talimatlarının uygun bir şekilde kodunun çözülmesi için belirli bir şekilde olması gerekir. DNA okuyan veya kopyalayan proteinler, yalnızca belirli bir şekli olan DNA'yı bağlayabilir. Su molekülleri, karakteristik çift sarmal konformasyonunu desteklemek için DNA'yı düzenli bir şekilde çevreler. Eğer DNA uygun şekil almaz ise; hücreler DNA tarafından kodlanan özel talimatları izleyemez veya talimatları gelecek hücrelere aktararak insan büyümesini, çoğalmasını ve nihayetinde hayatta kalmayı olanaksız kılar (URL 6).

Su, hücrenin önemli bileşenlerini oluşturmak ve parçalamak için birçok kimyasal reaksiyona doğrudan katılır. Tüm yaşam formları için şeker üretimini sağlayan fotosentez olayı için su gereklidir. Ayrıca makro moleküllerin parçalanması ve hücrelerin besin elde etmesi için su gereklidir (URL 2).

Su, hücreleri asit ve bazların tehlikeli etkilerinden korur. Yüksek asidik veya bazik maddeler, en dayanıklı malzemelere bile zarar verir. Bunun nedeni asitlerin ve bazların fazla hidrojenleri salması veya etrafındaki moleküllerden fazla hidrojenleri almasıdır. Pozitif yüklü hidrojenleri kaybetmek veya kazanmak, moleküllerin yapısını bozar ve proteinlerin düzgün çalışması için belirli bir yapıya ihtiyacı vardır. Bu yüzden proteinlerin belirli bir pH'ta bulunması gerekir. Su ortamda hem asit hem de baz gibi davranarak uygun ortamın oluşmasını sağlar. Her ne kadar bir su molekülü içindeki kimyasal bağlar çok kararlı olsa da, bir su molekülünün bir hidrojenden vazgeçmesi ve OH^- olması, dolayısıyla bir baz gibi davranması veya başka bir hidrojeni kabul etmesiyle birlikte H_3O^+ olması yani asit gibi davranması mümkündür. Bu tamponlama adı verilen olayda, su vücuttaki asidik ve bazik maddelerden kaynaklanan sert pH değişiklikleriyle mücadele eder ve hücrede bulunan proteinleri ve diğer önemli molekülleri korur (URL 2).

Sonuç olarak, su tüm yaşam için çok önemlidir. Çok yönlülüğü ve uyarlanabilirliği önemli kimyasal reaksiyonları gerçekleştirmeye yardımcı olur. Basit moleküler yapısı, hücrelerin iç bileşenlerini ve dış zar modelinin korunmasına yardımcı olur. Hayatı destekleyen eşsiz özelliklere gelince, başka hiçbir molekül su ile eşleşemez. Bu kadar basit olan bir molekülün organizmalar için evrensel olarak ne kadar önemli olduğu şaşırtıcı bir gerçek.

2.1.1 Su Döngüsü



Şekil 2.4: Su döngüsü (URL 7)

Su yerküre, suküre ve atmosfer arasında sürekli bir döngü halindedir. Su atmosferin üst katmanlarında yoğunlaşır ve yeryüzüne yağış olarak ulaşır. Güneş ısısıyla buharlaşma ve terleme şeklinde yeniden atmosfere dönmesi su döngüsü olarak adlandırılır. Su döngüsü güneşin sağladığı ısı enerjisiyle başlar ve okyanuslardaki ısınan yüzey suyu su buharına dönüşür. Oluşan su buharı atmosfere doğru yükselir orada yoğunlaşarak bulutlara dönüşür. Hava akımları bulutları dünya çevresinde hareket ettirir ve su damlaları bulutların içinde oluşur ve yağış olarak yere inerler. Soğuk iklimlerde bu yağışlar kar halinde oluşabilir ve donmuş su kütleleri olarak buz ve buzulları meydana getirir. Böylece binlerce yıl bozulmadan kalırlar.

Ilıman iklimlerde ilkbaharın gelmesiyle karlar erir ve su toprak yüzeyinde akışkan hale geçer nehirlere, okyanuslara ve yeraltına doğru akarlar. Bazı buzlar erime aşamasına uğramadan (süblimleşme) buharlaşarak doğrudan havaya karışır. Yağışların okyanuslara ya da toprağa düşmesiyle yüzey akıntıları oluşur. Akıntıların bir kısmı vadilerdeki nehirlere karışır ve okyanuslara doğru hareket eder. Yüzey akıntıları ve yeraltı su kaynakları tatlı su olarak göllerde veya nehirlerde toplanırlar. Yüzey akıntılarının bir kısmı sızarak yer altına geçer ve yeraltı suyu

olarak depolanır. Göl ve nehir suları yerin derinliklerine kadar sızabilir. Yeraltındaki su yerçekimi ve basınç nedeniyle hareket halindedir.

Yer altına geçen suyun bir kısmı derinlere inmeden yüzeye yakın kalır, buldukları açıklıklardan çıkar, göl ve nehirlere karışır ve kaynak suyu olarak yüzeyde akarlar. Ayrıca yüzeye yakın yeraltı suyu bitki kökleri tarafından kullanılır ve terleme yoluyla atmosfere geri döner. Yeraltı sularının bir kısmı yerin oldukça altına iner ve uzun süre burada depolanır.

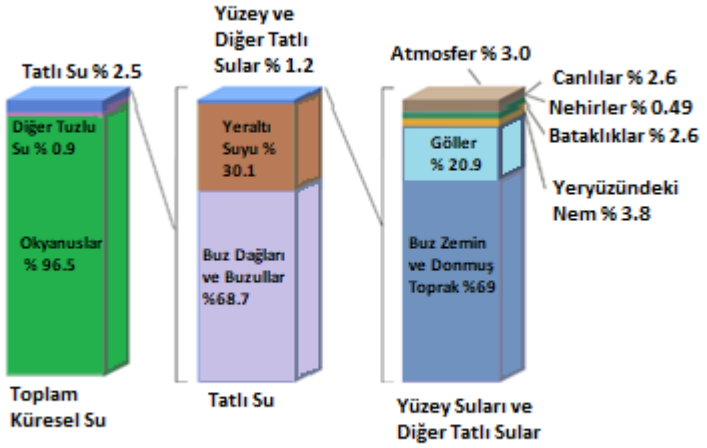
Zamanla akiferlerdeki su harekete geçer ve bir kısmı su döngüsünün başlamış olduğu okyanuslara geri döner. Böylece su döngüsünün devam eder (URL 8).

2.2. SU AYAK İZİ

2.2.1. Su Ayak İzi ve Tarihçesi

Canlıların temel yaşam kaynağı olan suyun Dünya'daki hacmi yaklaşık olarak 1,4 milyar km^3'tür. Bu miktarı yüzdelik orana dönüştürecek olursak suyun yaklaşık % 97,4'i okyanuslarda ve denizlerdeki tuzlu sulardan oluşmakta geri kalan % 3'ü tatlı sulardan oluşmaktadır. Bu kadar az orana sahip olan tatlı suların; % 68,7'si buzullar, % 30,1'ü yer altı suları ve % 1,2 'si de ulaşılabilir (gölet, akarsu vs.) sulardır. Ulaşılabilir suların ise; % 20,9'u göller, % 3,8'i yeryüzündeki nem, % 3'ü atmosferdeki su buharı, % 0,26'sı canlıların organizmalarındaki sular, % 0,49'u nehirler ve kaynaklar şeklinde bulunmaktadır (Şekil 2.5).

Az olan tatlı su kaynaklarının büyük bir oranının kutuplarda ve yeraltında bulunması sebebiyle, canlıların doğrudan ulaşabileceği tatlı su miktarının kısıtlı olduğu görülmektedir. Su kaynakları günden güne azalmakta ve su kıtlığıyla yüzleşen toplumların sayısı ise giderek artmaktadır. Bu durumda canlılar için hayati önem taşıyan doğal kaynakların kontolsüzce tüketilmesini engellemek ve sürdürülebilir bir çevre anlayışının oluşturulabilmesi için "Ekolojik Ayak İzi", "Su Ayak İzi" gibi kavramlar oldukça önem kazanmıştır.



Şekil 2.5: Küresel Su Dağılımı (URL 9)

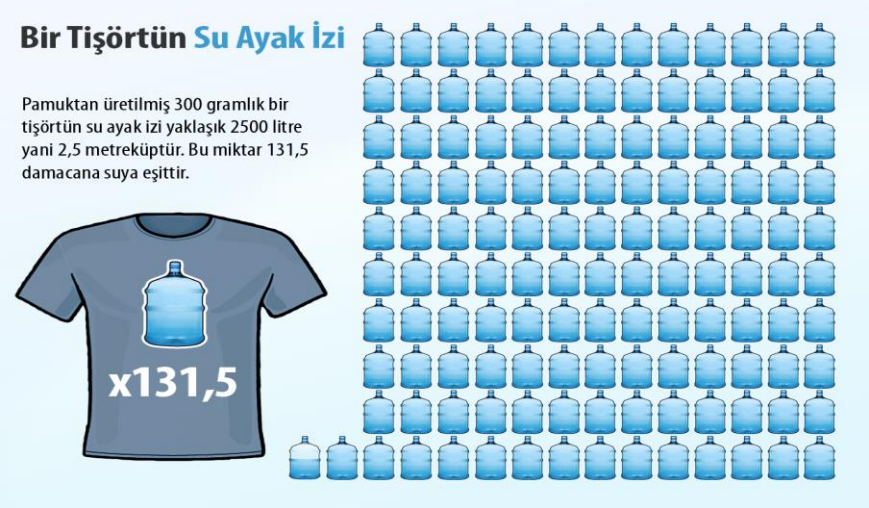
Tablo 2.1: Küresel su dağılımının tablo üzerindeki ifadesi

Su Kaynağı	Km^3 Su Hacmi	M^3 Su Hacmi	Tatlı Su %	Toplam Su %
Okyanuslar Denizler ve Körfezler	1.338.000.000	321.000.000	-	96,5
Buz tepeleri, Buzullar ve Kalıcı Kar	24.064.000	5.773.000	68,7	1,74
Yer altı Suyu	23.400.000	5.614.000	-	1,7
Tatlı	10,530,000	2.526.000	30,1	0,76
Tuzlu	12,870,000	3.088.000	-	0,94
Toprak Nemi	16.500	3.959	0,05	0,001
Zemin Buzu ve Sürekli Don olan Toprak	300.000	71.970	0,86	0,022
Göller	176.400	42.320	-	0,013
Tatlı	91.000	21.830	0,26	0,007
Tuzlu	85.400	20.490	-	0,006
Atmosfer	12.900	3.095	0,04	0,001
Bataklık Suyu	11.470	2.752	0,03	0,0008
Nehirler	2.120	509	0,006	0,0002
Biyolojik Su	1.120	269	0,003	0,0001
Toplam	1.386.000.000	332.500.000	-	100

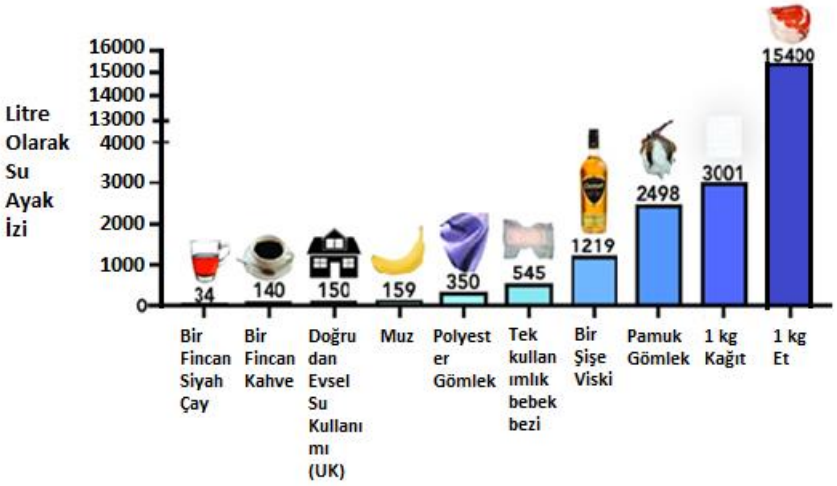
Su ayak izi kavramı, birim zamanda tüketilen veya kirletilen tatlı su miktarının bir göstergesidir ve temelini ekolojik ayak izinden almıştır. İlk kez 2002 yılında Hollanda'daki Potansiyel Su Ticareti uzmanlar toplantısında tartışılmış, sonrasında 2003 yılında Japonya'da, 2006 yılında ise Meksika Dünya Su Forumu gibi daha birçok uluslararası toplantılarda yer almıştır. Su ayak izi kavramı yerel ya da havza bazlı su kaynakları üzerinde baskıların artması ve yönetiminde sıkıntıların oluşması nedeniyle ortaya çıkmıştır. Su kaynakları üzerinde artan baskılarla beraber mal ve hizmetlerin üretiminde kullanılan su önem kazanmış ve üretim süreçlerinde yoğun su kullanımına neden olan ürünlerle beraber üretiminde kullanılmış olan yerel tatlı su kaynaklarının da coğrafi sınırlarının dışına çıktığı kabul edilmiş bu da su ayak izi hesaplamalarını kaçınılmaz kılmıştır. Kavram ilk kez 2002 yılında Prof. Dr. Arjen Hoekstra tarafından ortaya konulmuş ve Su Ayak İzi Ağı (WFN) ve Twente Üniveristesi tarafından geliştirilmiştir (URL 10).

Bir ürünün su ayak izi; ürünün sanal su içeriği kavramı ile benzerlik göstermektedir. "Sanal su kavramı'' ve ''Su ayak izi'' birim zamanda harcanan (buharlaşma dâhil) ve kirletilen su miktarı ile ölçülmektedir. Bir mal veya hizmet üretmek için gerekli olan tatlı su miktarının tüm tedarik zinciri içerisindeki ölçümünü ifade etmektedir. İnsanlar çoğunlukla suyu günlük ihtiyaçlarını gerçekleştirmek için kullanırlar ancak daha da fazlası gün içerisinde tüketilen içecek ve gıda üretiminde, kullanılan kıyafetlerin, arabaların veya bilgisayarların yapımında kullanıldığı her zaman göz ardı edilmektedir (URL 11).

Pamuktan üretilmiş 300 gramlık bir tişörtü ele alacak olursak su ayak izinin yaklaşık 2,5 m^3 olduğu söylenebilir. Bu miktar hemen hemen 131,5 damacana suya eşittir. Kullanılan suyun hangi kaynaktan alındığına ve ne zaman kullanıldığına bağlı olarak bu miktardaki suyun tüketiminin kaynaklara etkisi değişmektedir. Kullanılan suyun kaynağı eğer su kıtlığı yaşayan bir bölge ise çok ciddi sonuçları doğurabilir ve önlem alınması gerekebilir (Şekil 2.6)(URL 12).



Şekil 2.6: Bir tişörtün su ayak izi (URL 12)



Şekil 2.7: Bazı ürünlerin su ayak izi değerleri (URL 13)

Bireyin, ürünün, iş kolunun veya bir ülkenin su ayak izi hesaplanabilmektedir. Birey için su ayak izi, bireyin tükkettiği hizmet, mal ve ürünlerin üretimi için kullanılan toplam su hacmidir. Üretilen hizmet, mal ve ürünlerin "sanal su içeriklerinin" tüketim miktarları ile çarpılması şeklinde hesaplanmaktadır.

Küresel ekonomide her tüketicinin tükettiği su miktarı günde yaklaşık 5.000 litreye denk gelmektedir. Bu oran yaşanılan bölgeye ve tüketilen yiyeceklere bağlı olarak 1500-10000 litre arasında değişmektedir. Tüketilen ve kullanılan ürünlerin, yaşanılan yerin dışında diğer ülkelerde bile nehir havzalarında su ayak izi bulunabilirken, bir üründeki bileşenlerin hepsi

farklı yerlerden gelebilmektedir. Buna kurabiye örneği verilecek olursa buğdayının Kanada'dan, şekerinin Brezilya'dan, vanilyanın Madagaskar'dan ve yumurtasının ise yerel çiftçiden geldiği düşünüldüğünde bu ülkelerdeki nehir havzalarındaki suyun tüketildiği ve kirletildiği görülmektedir (URL 14).

Bir ulus tarafından tüketilmiş hizmet mal veya ürünlerin üretilmesi için kullanılan toplam su miktarı ulusun su ayak izi olarak adlandırılır. Ulusal su ayak izi iki farklı şekilde değerlendirilmektedir. Aşağıdan yukarı doğru olan yaklaşımda tüketilen tüm hizmet ve malların miktarları, mal ve hizmetlerin "sanal su içeriklerinin" çarpımıyla bulunmaktadır. Yukarıdan aşağıya doğru olan yaklaşımda ise, tüketilen tüm yerel su kaynakları miktarı ile sanal su ithalatının toplamından, sanal su ihracatının çıkarılmasıyla hesaplanmaktadır.

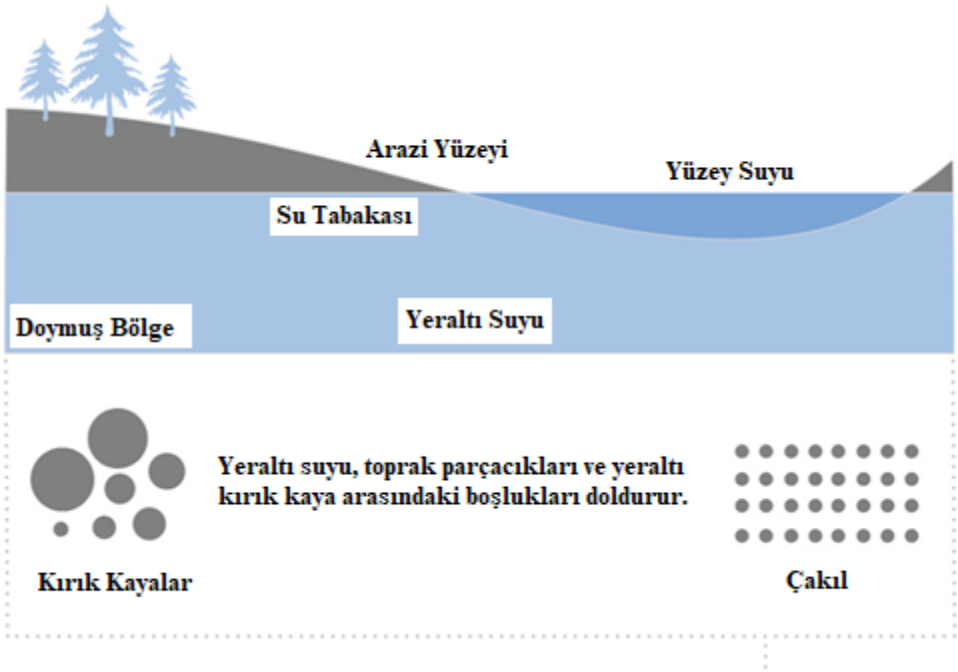
Bir ulusun toplam su ayak izi iki bölümden oluşmaktadır: bir kısım ülke içerisindeki kullanılan su miktarı (yerel su kaynakları), diğer bir kısım ise yurtdışındaki su kaynaklarının (ilgili sanal su içerikleri) ülke içerisinde kullanılmasından oluşur (URL 15).

Bir iş kolunun su ayak izi, o iş kolunun yürütülmesi ve oluşturulması için kullanılan toplam temiz su miktarını belirtmektedir. İster gıda, elektronik, giyim eşyası veya diğer tüketici ürünleri satsın, su her işletme için çok önemli bir kaynaktır. Bir ürün veya hizmetin üretimine giren ve tedarik zinciri boyunca, ürünün kullanımı sırasında tüketilen suyun miktarıdır (URL 16).

Sanal su kavramından su ayak izini ayıran özellik Su ayak izi kavramı, kullanılmış su hacminin yanı sıra bu suyun ne zaman, nerede kullanıldığını ve suyun türünü de (yeşil, mavi, gri) göstermektedir (Mekonnen, M.M. ve Hoekstra, A.Y., 2010) (Şekil 2.9).

2.2.2. Mavi Su Ayak İzi

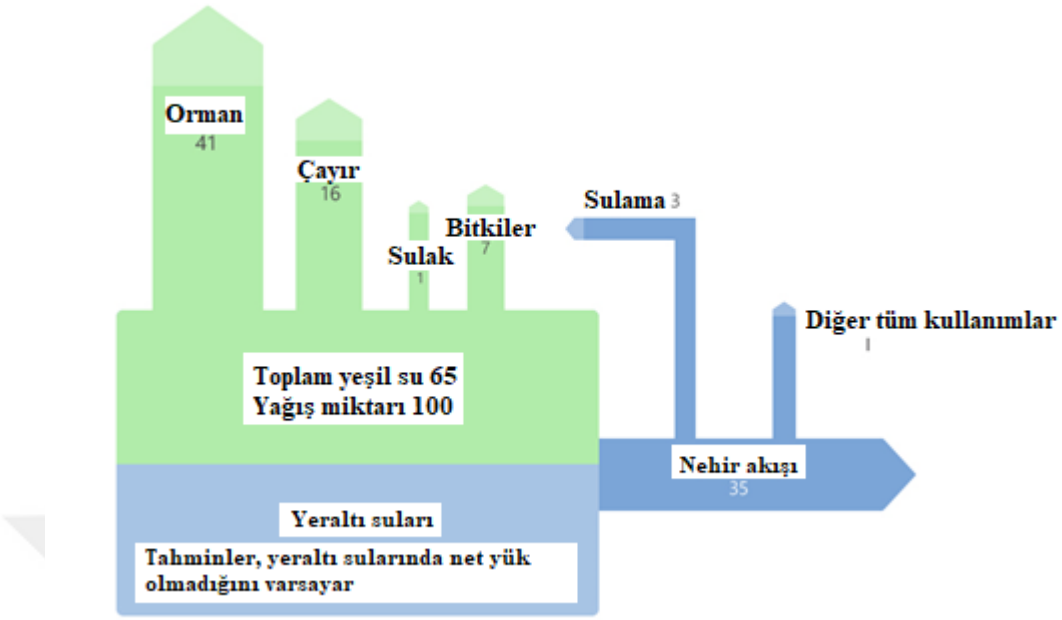
Mavi su ayak izi kavramı, bir malı veya hizmeti üretmek için ihtiyaç duyulan yüzey ve yeraltı tatlı su kaynaklarının toplam miktarıdır ve halk dilinde tatlı su denildiğinde akıllara gelen su kaynaklarını ifade etmektedir. Yeraltı su kaynaklarından veya yüzeysel su kaynaklarından çekilmiş suyun buharlaşmasıyla, üretimde kullanılmasıyla, çekildiği su kaynağına geri dönmeme durumuyla oluşan tüketim miktarını ifade eden kavramdır. Tarımda kullanılan su, fabrikalarda üretim hatlarında kullanılan su ve evsel kullanım suyu mavi su ayak izi şeklinde değerlendirilmektedir (URL 17).



Şekil 2.8: Mavi su ayak izi (URL 18)

2.2.3. Yeşil Su Ayak İzi

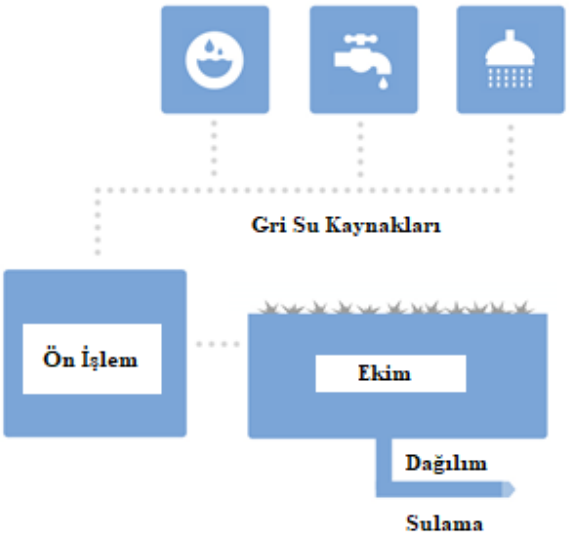
Yeşil su ayak izi denildiğinde, bir malın veya hizmetin üretiminde kullanılan toplam yağmur suyunun hacmini ifade etmektedir. Bu kaynaklar özellikle bahçecilik, tarımcılık ve ormancılık faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Birim alana düşen yağış miktarının yeraltı sularına geçmediği ve yüzey üzerinde kaldığı veya bitkiler tarafından kullanıldığı durumlarda oluşur. Bu durum suyun buharlaşan miktarının ve bitkiler tarafından kullanılan miktarının bir göstergesidir. Yeşil su ayak izi tarımsal ürün yetiştirme süreçlerinde daha çok meydana gelmektedir. Bir bölgenin yeşil su miktarı değerlendirilirken iklim değişikliği ve değişkenliği o bölgenin yağış miktarıyla bağlantılı olduğundan mutlaka göz önünde bulundurulmaktadır (URL 19).



Şekil 2.9: Yeşil su ayak izi (URL 20)

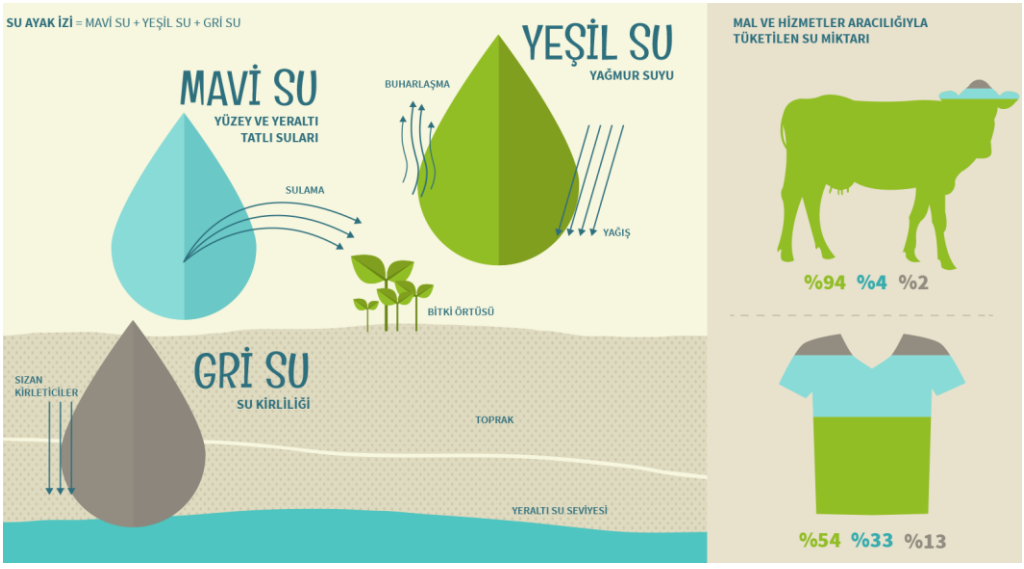
2.2.4. Gri Su Ayak İzi

Yeşil ve mavi su ayak izi tatlı su tüketimini gösterirken, gri su ayak izi ise, kirliliğe yönelik bir göstergedir (URL 20). Gri su izi kavramı, belli bir su kalitesi kriterini oluşturmayı sağlamak için su kaynaklarına doğrudan boşaltılan veya dolaylı olarak karışan atık sulardaki kirletici derişiminin seyreltme yoluyla sınır değerlere düşürülmesi için gereken toplam tatlı su miktarıdır. Gri su terimi nüfus artması ve endüstriyel büyüme ile pozitif yönde ilişkilidir (URL 19).



Şekil 2.10: Gri su ayak izi (URL 21)

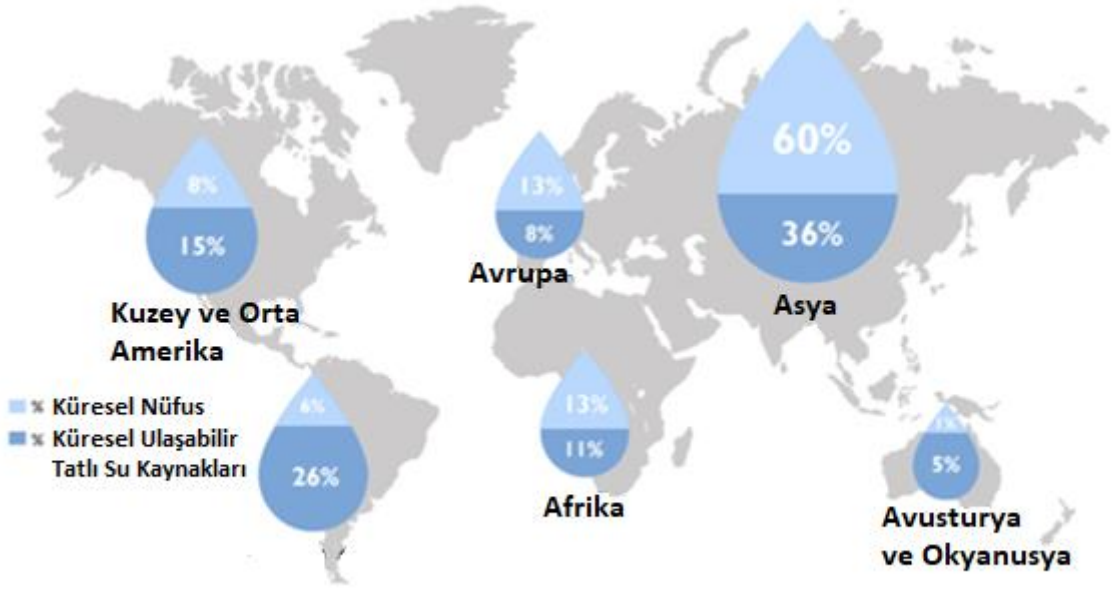
Bir tekstil ürünü olan pamuklu tişörtün üretim sürecini incelersek; yeşil su ayak izi pamuğun büyüme döneminde harcadığı yağmur suyu miktarını, mavi su ayak izi ürünün büyüme dönemi boyunca harcadığı yer altı ve yüzey suyun hacmini ifade etmektedir. Gri su izi ise üretim süresince tatlı su kaynaklarına karışan boya ve kimyasal maddelerin, birleştiği ortamdaki doğal konsantrasyon ve su kalitesi standartlarına bağlı olarak arıtılması için harcanan su hacmini göstermektedir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11: Yaşamdaki ve Ürünlerdeki su ayak izi çeşitlerinin gösterimi (URL 22)

2.3. DÜNYADAKİ SU POTANSİYELİ

Dünya'daki tatlı su kaynaklarına bakıldığında eşit dağılıma sahip olmadığı görülmektedir. Şekil 2.12'de tatlı su kaynaklarının yeryüzündeki dağılımı nüfus yüzdeleri ile birlikte gösterilmektedir. Buradan hareketle Amerika ve Avusturalya kıtalarındaki su kaynaklarının; Avrupa, Asya ve Afrika'ya oranla fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 2.12: Su kaynaklarının kıtalara ve nüfusa göre dağılımı (URL 23)

Küresel su kullanımı son 100 yılda altı kat artmıştır (Wada, 2016) ve yılda yaklaşık % 1 oranında istikrarlı bir şekilde büyümeye devam etmektedir. Diğer faktörlerin yanı sıra nüfus artışının, ekonomik kalkınmanın ve değişen tüketim modellerinin bir sonucu olarak su kullanımının küresel düzeyde artmaya devam ettiği görülmektedir. Dünya popülasyonunun 2017 yılında 7,7 milyardan 2050 yılına kadar 9,4 ve 10,2 milyar arasında artacağı tahmin edilmektedir. Bu beklenen büyümenin yarısından fazlasının yaklaşık 1,3 milyar kadarı Afrika'da gerçekleşmesi beklenirken, temiz su kıtlığının zaten önemli bir sorun olduğu Asya'nın 0,75 milyar artışla gelecekteki nüfus artışına ikinci en büyük katkısı olması beklenmektedir (UNDESA, 2017). Nüfus artışıyla birlikte artan gıda, tarım, hayvancılık, enerji ve endüstrinin gelişmesiyle su tüketim miktarı artmaktadır.

Su kaynaklarının yeterliliğinin en iyi göstergesi, yıllık kişi başına kullanılabilen tatlı su hacmidir. Dünya'da su kıtlığı sınırını tanımlamak için 'Falkenmark su stres indisi' kullanılmaktadır. Bir bölgenin mevcut su kaynaklarının, o bölgede yaşayan insan sayısına oranıyla hesaplanmaktadır. Falkenmark indeksine göre yılda birey başına düşen tatlı su miktarının 1700 m³ olduğu ülkeler yeterli suya sahip, 1000-1700 m³ arasında olduğu ülkeler su stresi yaşayan, 500-1000 m³ suya sahip olanlar su kıtlığı çekmekte olan ve 500 m³ altında suya sahip olan ülkeler ise mutlak su kıtlığı içinde olduğu kabul edilmektedir (Brown, A., Matlock, M. D., 2011).

Tablo 2.2: Falkenmark indeks tablosu

Su(m^3/kişi/yıl)	Sınıflandırma
1700 ve üstü	Su baskısı yok
1700-1000	Su sıkıntısı
1000-500	Su kıtlığı
500 ve altı	Mutlak su kıtlığı

Falkenmark göstergesi = Mevcut su kaynakları/Nüfus (Denklem 2.1)

Kullanım-mevcudiyet oranı (KMO), su kıtlığı seviyesini ölçmek için kullanılan başka bir endekstir (Simon Damkjaer, 2017) KMO, bir bölgedeki yıllık toplam su kullanımın yine yıllık toplam tedarik miktarına oranı şeklinde hesaplanmaktadır. Bölgesel olarak, KMO'su %20-40 arasında olan bölge 'Orta Riskli' KMO'su %40'dan fazla olan bölge ise 'Yüksek Riskli'olarak kabul edilmektedir. (TSKB,2015)

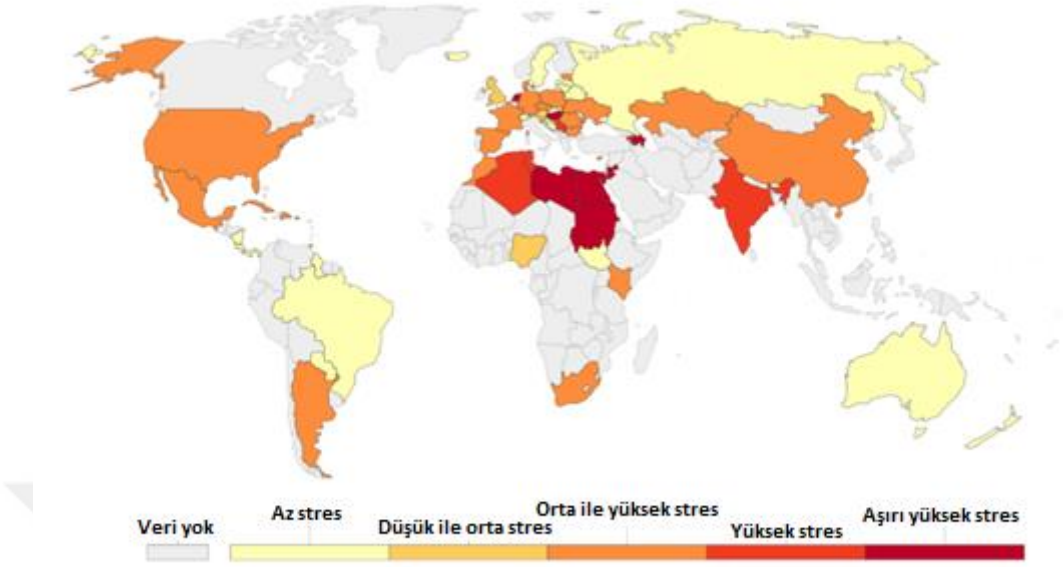
Tablo 2.3: Kullanım Mevcudiyet Oranı İndeks tablosu

Endeks (m^3/kişi/yıl)	Sınıf	
< % 10	Minumum Risk	KMO= (Mevcut Toplam Kullanım)/(Yıllık Toplam Tedarik)
% 10 - % 20	Düşük Risk	
% 20 - % 40	Orta Risk	
> % 40	Yüksek Risk	

Tablo 2.4: Ülkelerin falkenmark göstergeleri

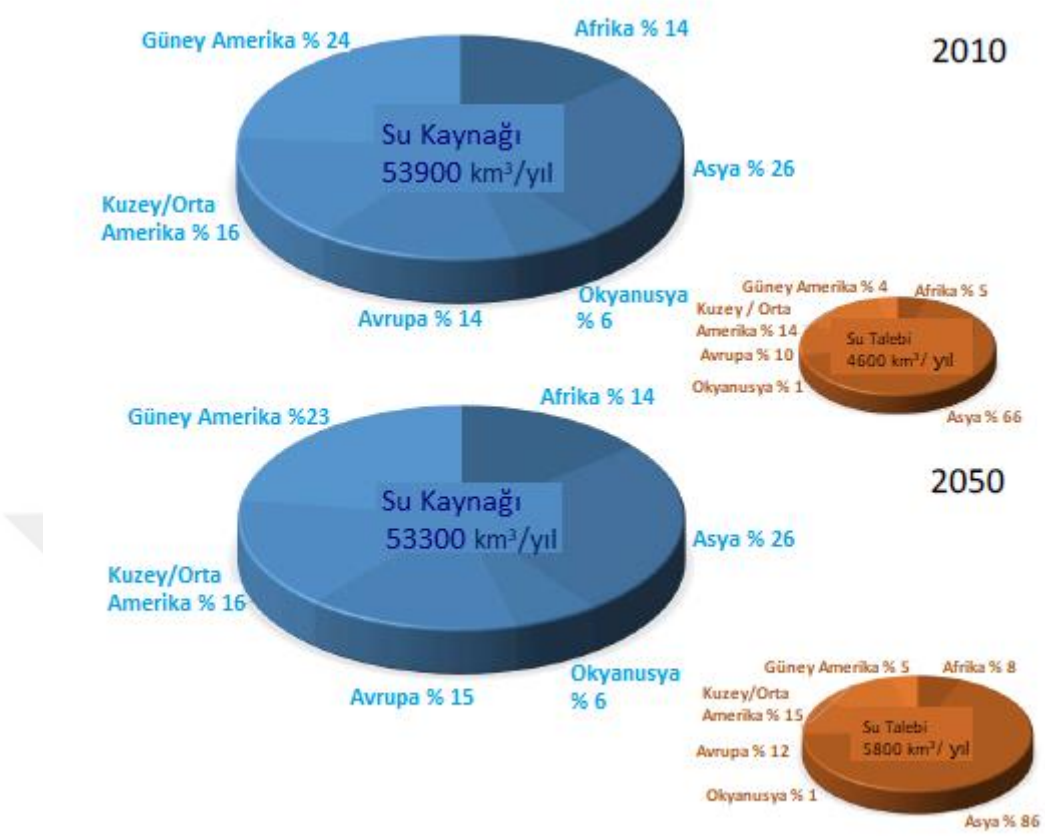
Ülke	Yenilenebilir Tatlı Su Kaynağı (milyon m^3)	Nüfus	Falkenmark Göstergesi (2015)
Kanada	2.902.000	35.832.513	80.988
Norveç	289.927	5.166.493	56.117
Brezilya	8.233.000	205.962.108	39.973
Rusya Federasyonu	4.525.000	144.096.870	31.402
Hırvatistan	114.550	4.225.316	27.110
İsveç	222.833	9.747.355	22.861
Sırbistan	159.185	7.114.393	22.375
Kongo Cumhuriyeti	1.283.000	76.196.619	16.838
İrlanda	71.786	4.677.627	15.347
Bulgaristan	105.982	7.202.198	14.715
Slovakya	66.601	5.421.349	12.285
Arnavutluk	30.818	2.885.796	10.679
Amerika Bileşik Devletleri	3.069.000	321.039.839	9.560
Macaristan	91.697	9.855.571	9.304
Bangladeş	1.227.000	161.200.886	7.612
İsviçre	51.173	8.237.666	6.212
Nijerya	950.000	181.181.744	5.243
Hollanda	81.802	16.900.726	4.840
İspanya	162.392	46.449.565	3.496
Fransa	196.846	66.456.279	2.962
Çin	2.840.000	1.371.000.000	2.071
Romanya	34.827	19.870.647	1.753
Almanya	132.000	81.197.537	1.626
Türkiye	111.990	78.741.053	1.422
Polonya	40.797	38.005.614	1.073
Çekya	10.020	10.538.275	951
Güney Afrika	51.350	55.291.225	929
Cezayir	11.670	39.871.528	293
Malta	98	439.691	223
İsrail	1.800	8.380.100	215

Tablo 2.4 te 2015 yılına ait falkenmark göstergeleri yer almaktadır. Tabloyu incelediğimizde fazla nüfusu olan ülkeler Rusya, Brezilya ve ABD su tüketimine bağlı olarak yüksek indekse sahiptir. Bu ülkelerde su stresi yaşanmamaktadır. Kanada'ya baktığımızda düşük nüfusu nedeniyle en yüksek indekse sahiptir. Dünya'daki en yüksek yenilenebilir tatlı su kaynağına sahip olan Çin, yüksek nüfusu olması nedeniyle düşük bir orana sahiptir. Orta seviyede yenilenebilir tatlı su kaynakları olmasına rağmen Cezayir, yüksek nüfusu olması nedeniyle mutlak su kıtlığı yaşamaktadır. İsrail'e baktığımızda düşük yenilebilir tatlı su kaynağna sahiptir ve fazla nüfusu olması nedeniyle en az falkenmark indeksine sahiptir. Malta ise en az nüfusa sahip ülke olmasına rağmen falkenmark indeksi İsrail'den yüksektir (TSKB, 2015).



Şekil 2.13: Ülkelerin su stres seviyeleri (URL 24)

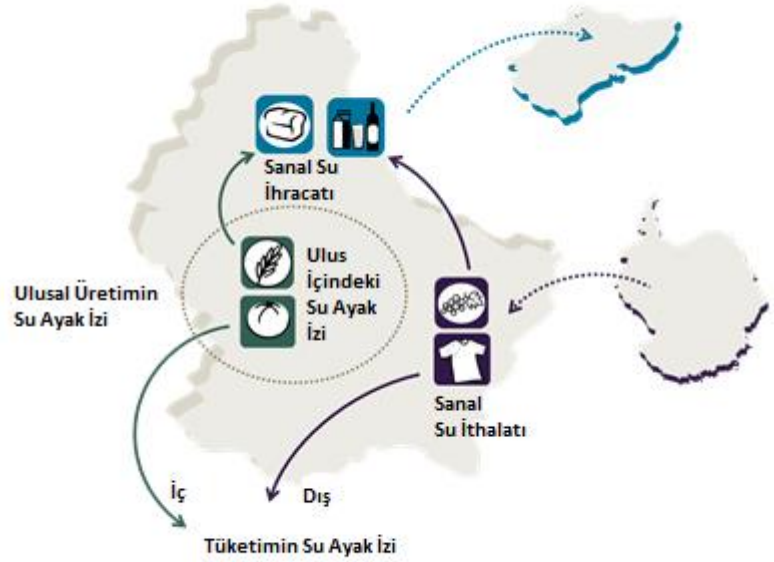
Orta Doğu, Kuzey Afrika ve Güney Asya'daki birçok ülkede su seviyesi oldukça yüksektir. Suudi Arabistan, Mısır, Bileşik Arap Emirlikleri, Suriye, Pakistan, Libya gibi birçoğu % 100'ü aşan kullanım oranlarına sahiptir. Güney Asya'daki çoğu ülke yüksek su stresi yaşamaktadır. Orta Asya'dan, Amerika Bileşik Devletleri'nden, Güney ve Doğu Avrupa'nın çoğundan Kuzey Avrupa, Kanada, Latin Amerika, Sahra Altı Afrika ve Okyanusya'daki su stresi tipik olarak düşük veye düşük orta düzeydedir (Şekil 2.13).



Şekil 2.14: 2010-2050 yılının yüzeysel su kaynakları ve su talepleri (WFaS, 2013)

Birleşmiş Miletler (BM) 2018 Dünya Su Gelişim raporuna göre, en iyi ihtimalle 2050 yılına kadar yaklaşık 6 milyar insanın temiz su kıtlığı yaşayacağı tahmin edilmekte ve daha kötü sonuçlar oluşabileceği düşünülmektedir. Yaşanacak su kıtlığının temel sebepleri ekonomik büyüme ve giderek artan nüfusla beraber su talebinin artması, kaynakların azaltılması, artan su kirliliği olduğu görülmektedir. Küresel su talebi son 100 yılda % 600 artmıştır. Önümüzdeki yirmi yıl içinde, sanayi, evsel ve tarım olmak üzere her üç bileşende de önemli ölçüde yükselmiştir. Günümüzde ise yılda yaklaşık 4.600 km^3 olan tüm kullanımlar için küresel su talebi 2050 yılına kadar % 20-30 artması, yılda 5.500 ila 6.000 km^3'e kadar çıkması beklenmektedir.

2.3.1 Uluslararası Sanal Su Ticareti



Şekil 2.15: Ülkeler arası sanal su ticareti gösterimi (URL 25)

Bir ülke üretiminin su ayak izi, sadece o ülkenin sahip olduğu su kaynaklarının kullanımını ifade etmektedir. Bir ülkede üretilen tüm ürünler için kullanılan su miktarıdır. Ülkedeki tüketimin su ayak izi ise o ülke içerisinde tüketilmiş mal ve hizmetlerin üretimi amacıyla kullanılan toplam su miktarıdır. Ancak, ülkenin tüketim su ayak izi ele alındığında, iç ve dış bölümlerden oluşmaktadır.

Bir ülkenin tüketim iç su ayak izi, ülkedeki su kaynaklarının mal ve hizmet üretimi için kullanılan bölümünü belirtmektedir. Diğer bir ifade ile sanal su ihracatı ihraç edilen mal ve hizmetlerin üretiminde gereken su miktarıdır.

Tüketimin dış su ayak izi ya da sanal su ithalatı, başka bir ülkede üretilmiş ve ithal edilmiş mal ve hizmetler için tüketilen suyun miktarını ifade etmektedir (Mekonnen ve Hoekstra, 2011).

İç su ayak izi, evsel su kaynaklarından tüketilen su miktarıdır; dışsu ayak izi, diğer ülkelerde ülkenin sakinleri tarafından ithal edilen ve kullanılan mal ve hizmetleri üretmek için tüketilen su miktarıdır. Bir ulusun su ayak izini değerlendirirken, ülkeden ayrılan ve ülkeye giren uluslararası sanal su akışlarını dikkate almak çok önemlidir. Bir ülkenin su ayak izini

hesaplamak için bir başlangıç noktası olarak evsel su kaynakları kullanırken, ülkeyi terk eden sanal su akışları çıkarılmakta ve ülkeye giren sanal su akışları eklenmektedir (WFN, 2018).
Bir ülkenin dış su ayak izi ülkeden ülkeye değişmektedir. Sudan, Mali, Nijerya, Etiyopya, Malavi ve Çad gibi bazı Afrika ülkelerinin, sadece çok az ithalatı olduğu için dış su ayak izi yoktur. İtalya, Almanya, İngiltere ve Hollanda gibi bazı Avrupa ülkeleri ise toplam su ayak izinin % 50-80'ini oluşturan dış su ayak izlerine sahiptir.
Ülkelerin dış su ayak izlerine en fazla katkıda bulunan tarım ürünleri sığır eti, soya fasulyesi, buğday, kakao, pirinç, pamuk ve mısırdır.
Küresel sanal su ihracatının yarısından fazlasını oluşturan en büyük brüt sanal su ihraç eden ülkeler ABD, Çin, Hindistan, Brezilya, Arjantin, Kanada, Avustralya, Endonezya, Fransa ve Almanya iken, brüt sanal su ithal eden ilk 9 ülke Amerika Birleşik Devletleri, Japonya, Almanya, Çin, İtalya, Meksika, Fransa, Birleşik Krallık ve Hollanda'dır (URL 26).

Tablo 2.5: Sanal su ihracat ve ithalatında en büyük 9 ülke

Ülkeler	Brüt Sanal Su İhracatı Gm^3/yıl	Ülkeler	Brüt Sanal Su İthalatı Gm^3/yıl
ABD	314	ABD	234
Çin	143	Japonya	127
Hindistan	125	Almanya	125
Brezilya	112	Çin	121
Arjantin	98	İtalya	101
Kanada	91	Meksika	92
Avustralya	89	Fransa	78
Endonezya	72	Birleşik Krallık	77
Fransa	65	Hollanda	71
Almanya	64		

Tablo 2.5'de sanal su ihracatı- ithalatı yapan ülkeler sıralanmıştır. Bu tabloya göre ABD, Kanada, Fransa, Avustralya ve Çin en büyük su ihracatçıları iken; su ithalatında ise ABD, Almanya, Japonya, İtalya, Fransa önde gelen ülkelerdir. ABD ise su hem ihracatı ve hem de ithalatında lider ülke konumundadır.

Üretim ve tüketimin su ayak izi, bir ülkenin su kullanımı ve dış su kaynaklarına bağımlılığı hakkında önemli bilgi vermektedir ve bu da hükümetlerin su kaynaklarını yönetmelerine yardımcı olmaktadır (Tablo 2.2).

Üretimin su ayak izi, yerel su kaynaklarına uygulanan baskı miktarını ölçmektedir ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılıp kullanılmadığını belirlemek için temel oluşturur. Tüketimin su ayak izi, ülke sakinlerinin yaşam ve yaşam tarzı seçimlerini yansıtmaktadır. Bu su ayak izinin ne kadarının sınırları içinde olduğunu ve başka bir yerdeki su ayak izinin miktarını ve yerini anlamak, ülkenin dış su bağımlılığını ve bunun gıda ve diğer güvenlik biçimleri üzerindeki etkisini değerlendirmek için ilk adımı oluşturmaktadır.

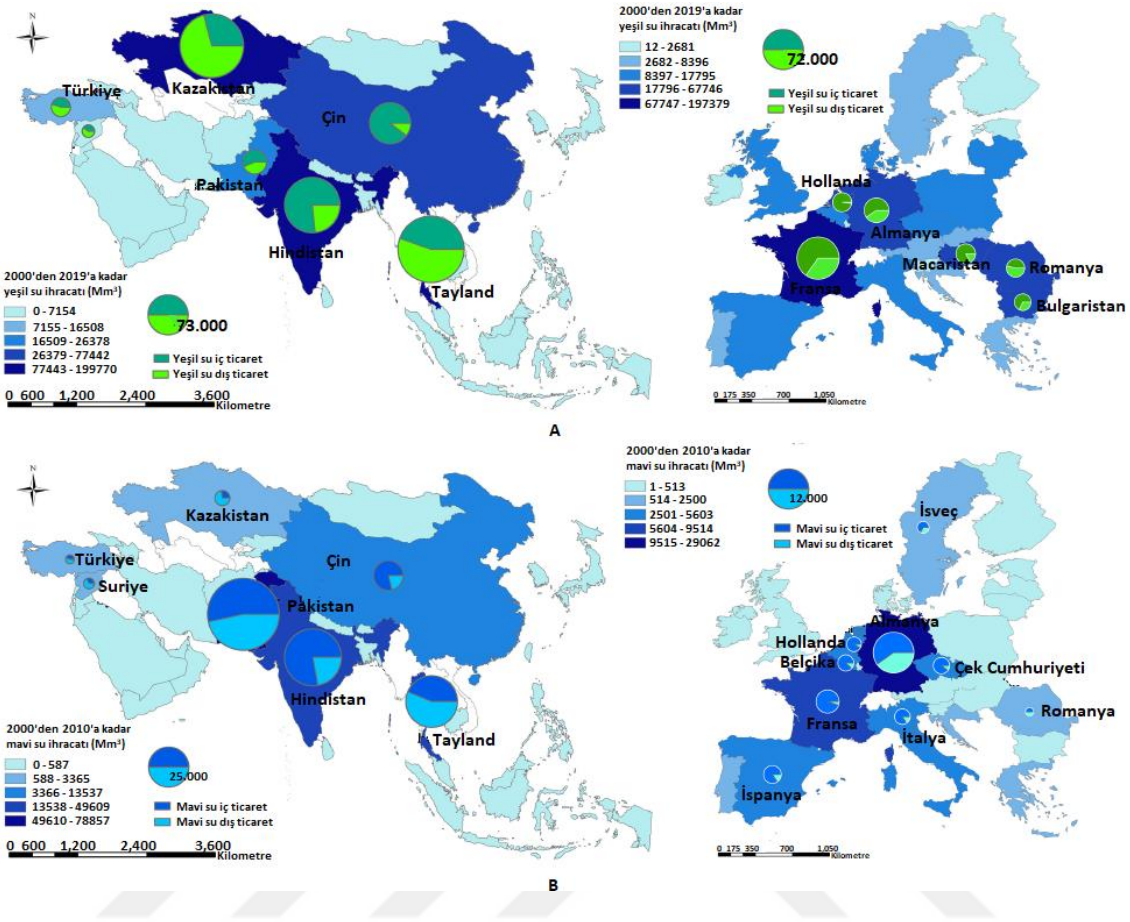
Kuzey Afrika, Meksika ve Orta Doğu gibi sınırlı su kaynaklarına sahip ülkeler, nüfuslarının tüm ihtiyaçlarını karşılamak için ithal mallara bağımlı olmaktadır. Bu, Japonya ve Singapur gibi sınırlı arazi alanına sahip ülkeler için de geçerlidir. Su kaynakları ve toprak alanı bakımından zengin olan Avrupa ise su ayak izinin % 40'ını sınırları dışında tutmaktadır. Ulusların tüketim su ayak izi miktarlarında büyük farklılıklar vardır. ABD'de kişi başına düşen yıllık ortalama su ayak izi, Olimpik bir yüzme havuzunu (2842 metreküp) doldurmak için gereken su kadar, yani kişi başına günlük ortalama 7786 litre sudur. Çin'de, ortalama su ayak izi kişi başına yılda 1071 m^3 veya kişi başına günde 2934 litre sudur.

Tüketimin iç ve dış su ayak izindeki farklılıklar da büyüktür. Hollanda'da, tüketimin su ayak izinin % 95'i ithal mallar aracılığıyla dünyanın başka bir yerinde bulunurken, Hindistan ve Paraguay'da tüketimin ulusal su ayak izinin sadece % 3'ü dışsaldır.

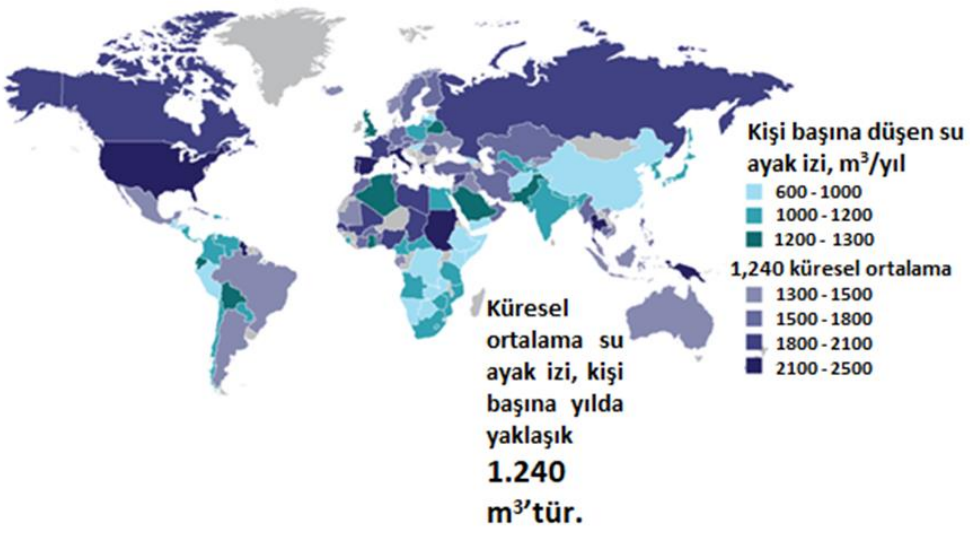
Şekil 2.16'da Asya ve Avrupa ülkeleri ayrı ayrı gösterilmiştir. Asya ülkelerine bakıldığında Çin'in en yüksek iç su ayak izine sahip olduğu Hindistan, Pakistan ve Tayland'ın da sanal su ihracatında başlarda olduğu görülmektedir. Kazakistan 'da ise dış su ayak izi fazladır. Avrupa ülkelerine bakıldığında Hollanda'nın en yüksek iç su ayak izine sahip ve Fransa, Almanya, Bulgaristan ve Macaristan'da da sanal su ihracatında onu takip ettiği görülmektedir. Romanya'nın ise dış su ayak izi ve iç su ayak izi değerleri dengelidir.

Tüketilen ürünlerin su ayak izleri menşe yerlerindeki koşullara bağlıdır. Örneğin, bazı gelişmekte olan ülkelerde çok düşük tarımsal verimler ve hasat edilen mahsullerin birim başına büyük su ayak izlerine sahip olması, ulusal tüketimin nispeten büyük bir su ayak izine sahip olmasının nedenini açıklamaktadır (URL 27).

Su sıkıntısı yaşamakta olan ülkeler yoğun miktarda su içeren ürünlerini ithal ederek, sahip oldukları su kaynakları üzerindeki baskıları azaltmayı hedeflemektedirler. Ülkelerin, bu ürünlerinin ticaretini yapmalarıyla su tasarrufunun bir oranda sağlanabileceği düşünülmektedir (Hoekstra, 2003).

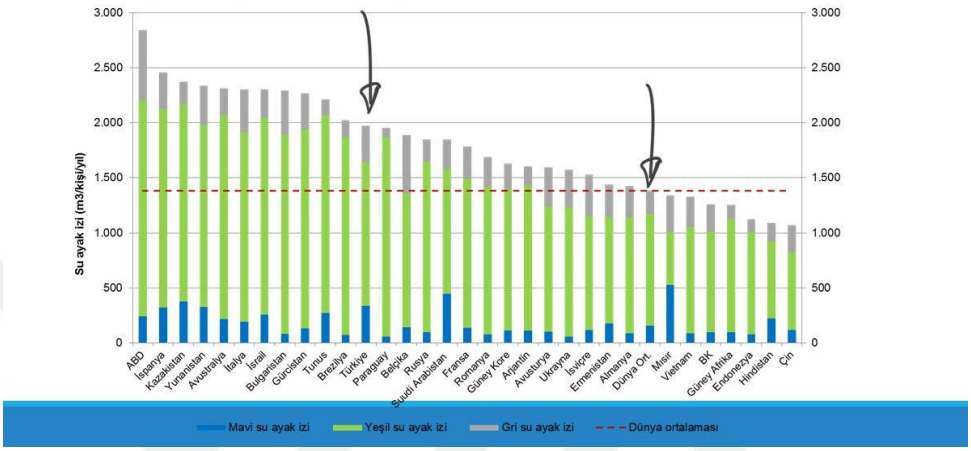


Şekil 2.16: Ülkelere göre 2000-2012 yılları arasındaki yeşil su ihracat - ithalat miktarlarının gösterimi (A şekil) ve mavi su ihracat- ithalat miktarlarının gösterimi (B şekil) (Lee ve ark., 2016)



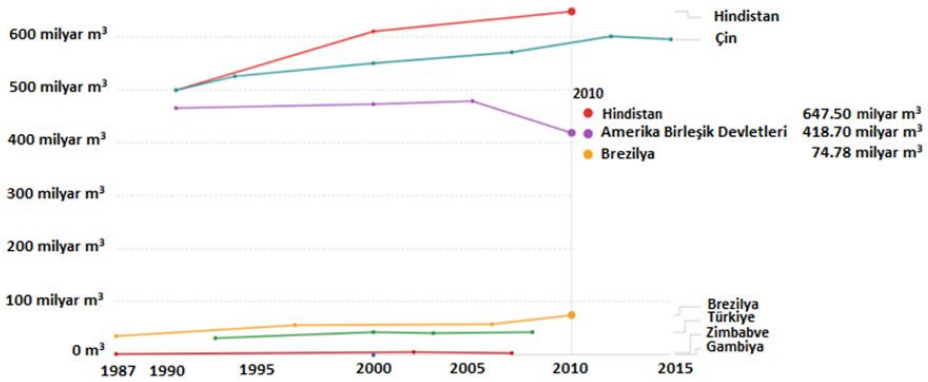
Şekil 2.17: Küresel su ayak izinin harita üzerinde ifadesi (URL 28)

Bir ülkenin su ayak izi, nüfusu, tarımı ve endüstrisi tarafından kullanılan su miktarını yansıtır. Ayrıca ithal edilen malların üretiminde kullanılan suyu da içerir. Hindistan 987 milyar m³ ile dünya çapında en büyük su ayak izine sahip ülkedir. Bununla birlikte, ABD vatandaşları kişi başına en yüksek tüketimi göstermektedir. Buna karşılık Çin, en düşük bireysel ayak izine sahiptir (Şekil 2.18).

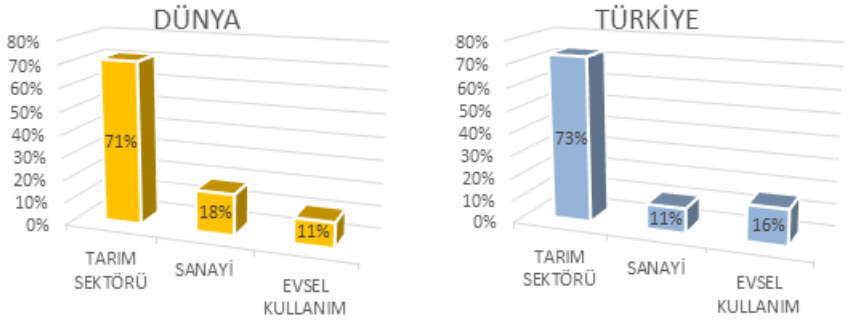


Şekil 2.18: Kişi başına düşen tüketimin su ayak izi (URL 29)

Ülkelerin toplam tatlı su tüketim miktarları 1987 yılından 2015 yılına kadar grafikte gösterilmektedir. 2010 yılına bakıldığında sıralamaya göre Hindistan, Çin, ABD gelmektedir. Aynı şekilde 2014 yılında Hindistan, yılda 760 milyar m^3 tatlı su tüketimiyle birinci sırada gelmektedir. Bunu 600 milyar m^3'ün biraz üzerinde Çin ve 480-90 milyar m^3 civarında ABD izlemiştir (Şekil 2.19).



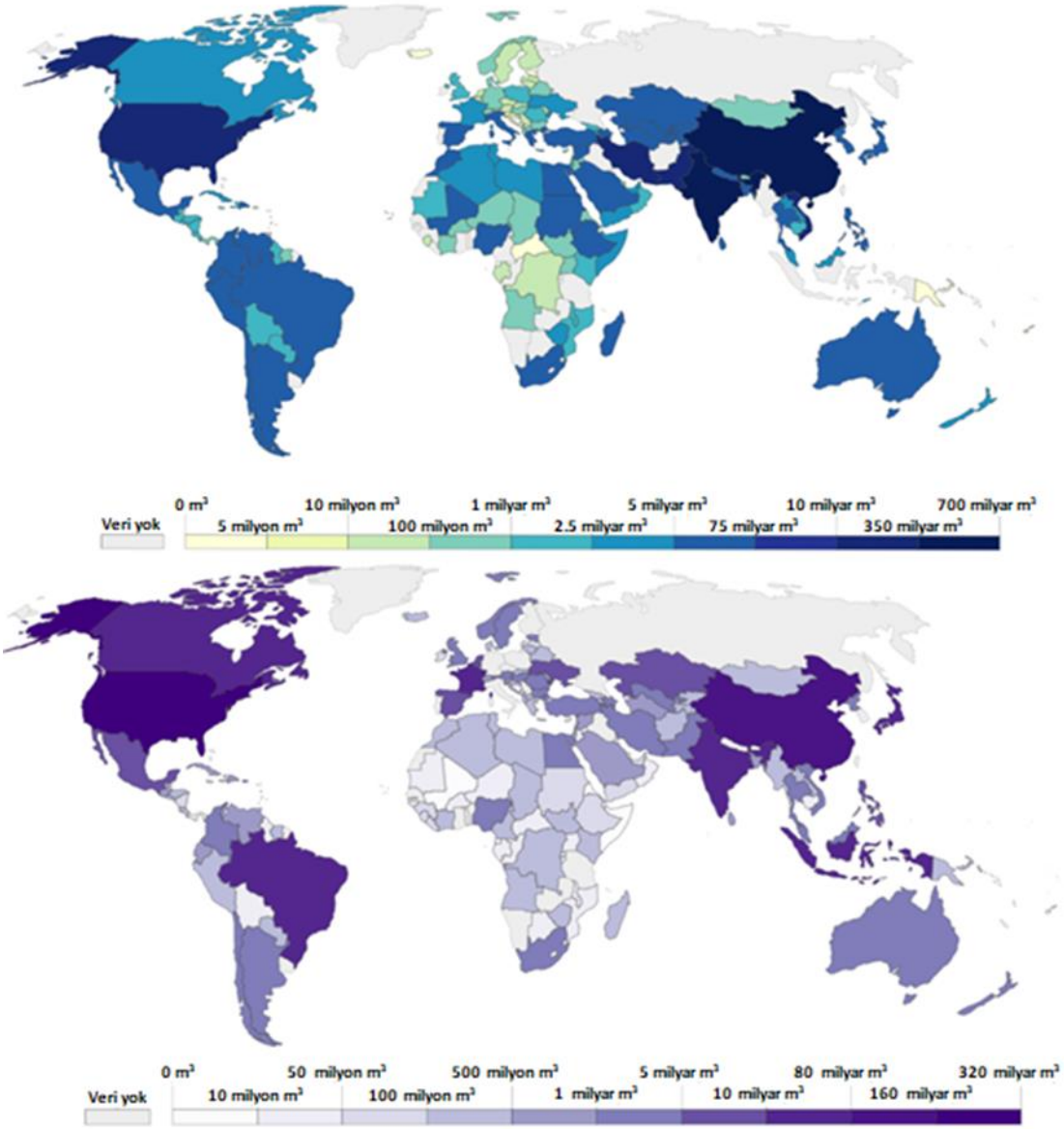
Şekil 2.19: Ülkelerin toplam tatlı su tüketim (URL 30)



Şekil 2.20: Suyun kullanımın sektörlere göre dağılımı

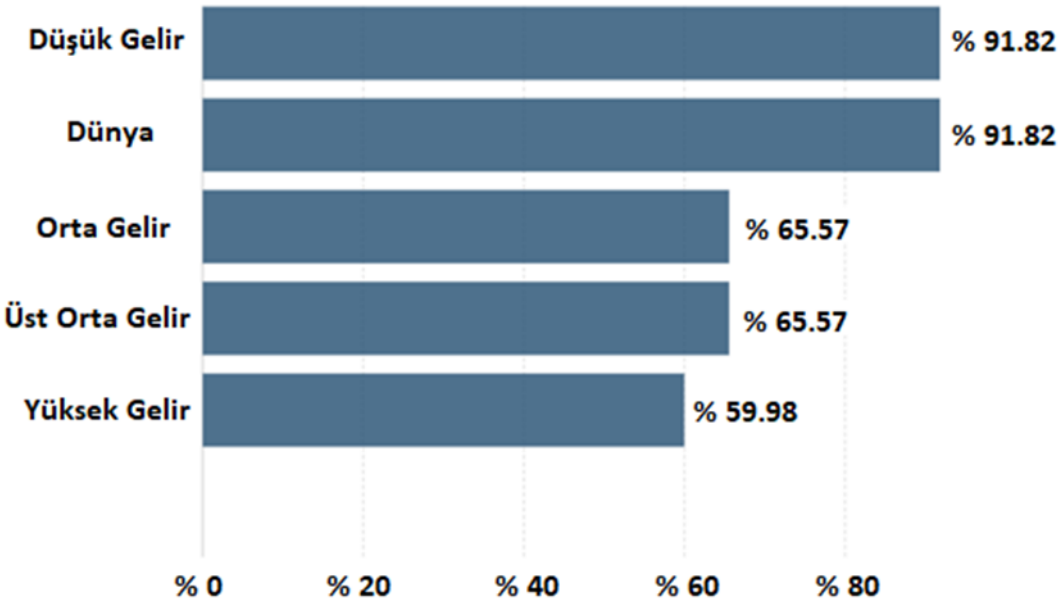
Dünya'da tatlı su tüketim miktarlarının sektörler arasındaki dağılımı ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre farklılık göstermektedir. Suyun temel kullanıcısı olan evsel, endüstriyel ve tarımsal sektörlerin, küresel olarak su tüketim miktarları tarmsal % 71, endüstriyel % 18, evsel tüketim ise % 11'dir. Ancak bu dağılım sektörlerdeki gelişmişliklerine bağlı olarak kıtalar arasında değişiklik göstermektedir. (FAO Aquastat, 2016). Türkiye'de toplam su potansiyelinin yaklaşık % 75'i AB'de de ise toplam suyun % 33'ü sulama amaçlı kullanılmaktadır.Bu miktar Güney Avrupa'da % 75'lerdedir . Orta- Batı Avrupa'da suyun % 57'si soğutma amaçlı enerji üretimi ve kentlerde evsel su olarak tüketilmektedir.

2.3.2 Tarımsal Su Kullanımı



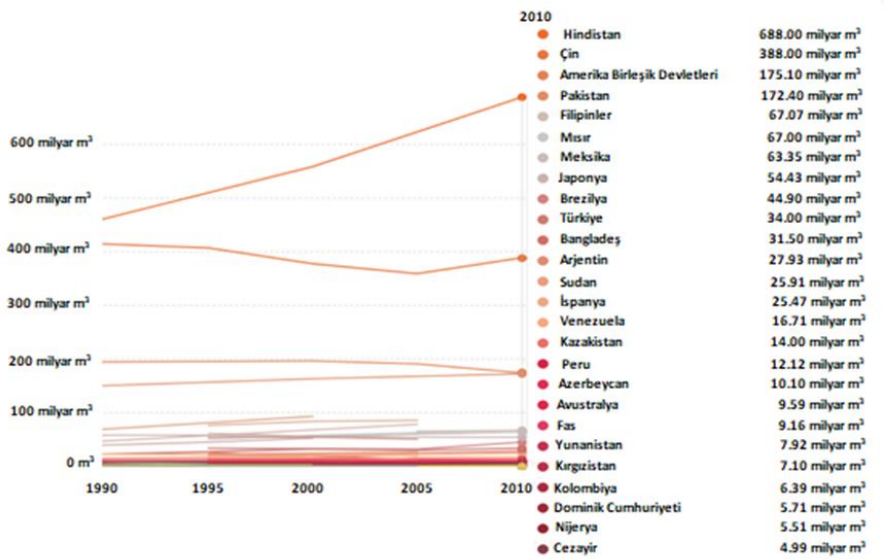
Şekil 2.21: 2010 yılı tüketilen tarımsal su miktarının ülkelere göre m³ cinsinden ifadesi (üst şekil) ve Endüstriyel su tüketim miktarının ülkelere göre m³ cinsinden ifadesi (alt şekil) (URL 31)

Şekil 2.21'de incelendiğinde; gelişmiş ülkelerde endüstriyel su kullanımı oranı yüksek iken, az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerin tarımsal su faaliyetleri oranı daha yüksektir. Gelişmiş ülkelerin tarımsal su ihtiyaçları küresel ortalamanın altında, endüstriyel su kullanımında ise küresel ortalamanın üzerindedir, az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ise bunun aksi hali söz konusudur.



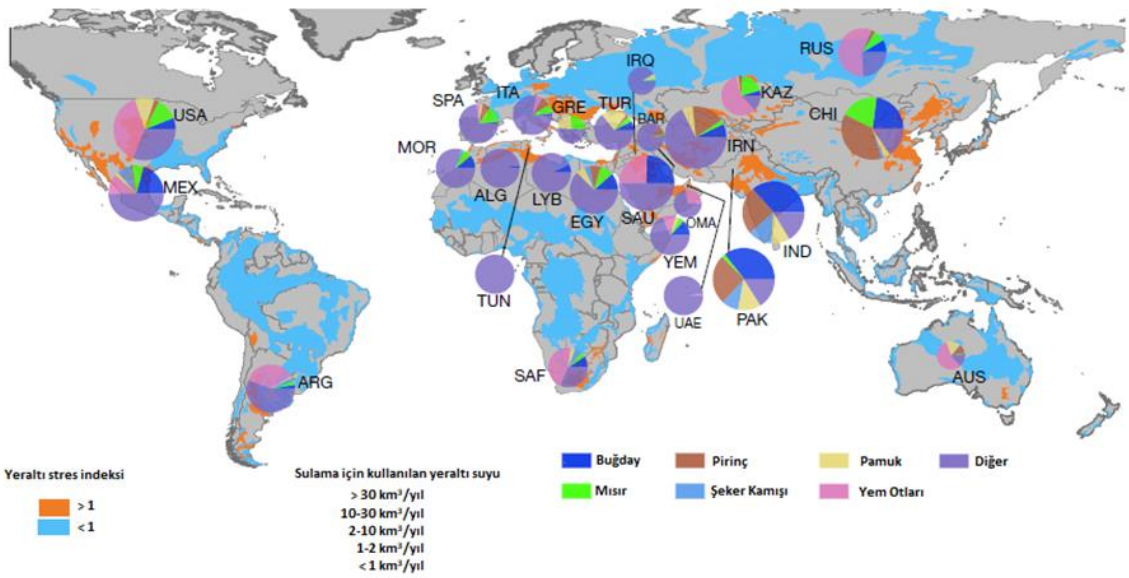
Şekil 2.22: Ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre tarımda kullanılan tatlı su tüketim yüzdeleri (URL 32)

Tarımsal tatlı su tüketimleri, endüstriyel ve evsel kaynaklar ile karşılaştırdığımızda küresel olarak tatlı su kaynaklarının yaklaşık yüzde 70'ini tarım için kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte, bu pay, tarımda kullanılan toplam tatlı su tüketim yüzdesinin grafikte gösterildiği üzere ülkelere göre önemli ölçüde değişmektedir. Burada coğrafi olarak ve gelir düzeyine göre büyük farklılıklar görülmektedir. Düşük gelirli ülkeler için ortalama tarımsal su kullanımı % 90 iken, orta gelirli ülkeler için % 79 ve yüksek gelirli ülkeler için sadece % 41'dir. Güney Asya, Afrika ve Latin Amerika'da tarım için su tüketiminin yüzde 90'ından fazlasını kullanan bir dizi ülke bulunmaktadır. Kuzey ülkeleri tarım için çok daha düşük bir su kullanma eğilimindedirler. Bu ülkelerden Almanya ve Hollanda % 1'den daha azını kullanmaktadırlar (Şekil 2.22).



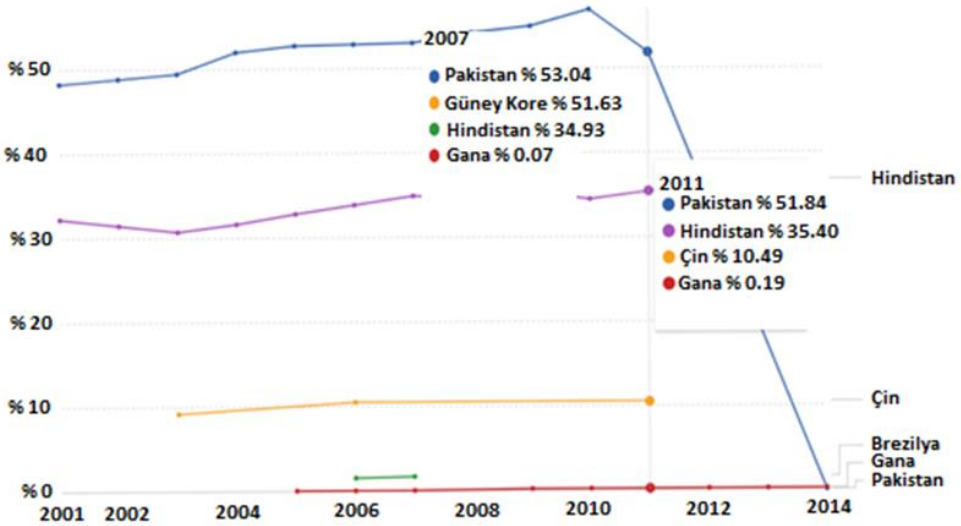
Şekil 2.23: 2010 yılı ülkelerin tarımsal su tüketim miktarları (URL 33)

2010 yılında ülkelerdeki tarımsal su tüketimini karşılaştırıldığında Hindistan 12 ayda tahmini 700 milyar m^3 ile dünyanın en önemli tarımsal su tüketicisi konumunda bulunmaktadır. 1975-2010 yılları arasında ise nüfusunun ve toplam gıda talebinin artmasıyla, tarımsal su tüketimi neredeyse iki katına çıkmıştır. 2010 yılında Çin 388 milyar m^3 ile 2015 yılında ise yaklaşık 385 milyar m^3 ile dünyanın en büyük ikinci tarımsal su tüketicisi olmuştur (Şekil 2.23).



Şekil 2.24: 2010 yılında dünyadaki yeraltı sularının tükenmesine mahsule özgü katkı (Gleeson ve ark., 2012)

Sulama için yeraltı suyunun aşırı kullanılması, dünyadaki önemli gıda merkezi olan Hindistan, Çin, Amerika Birleşik Devletleri, İran ve Pakistan gibi ülkelerde yeraltı su kaynaklarının hızla tükenmesine yol açmaktadır. GWD, ürün üretimi için kullanılan yeraltı suyuna karşılık gelmektedir. Pasta grafiği yeraltı suyunun bölümlerini göstermektedir ülkelere göre büyük ürünlerin sulanması (GWD) ve boyutları toplam GWD hacmini göstermektedir. Arka plan haritası yeraltı suyunu göstermektedir. Stres endeksi birden büyük olduğunda aşırı sömürüye karşılık gelmektedir. Küresel GWD, dünya sulamasının % 20'sini sürdürdüğü 2000 yılında 240km^3 iken, 2010 yılında on yılda % 22 artmıştır. Bu dönemde, küresel GWD daha çok Hindistan (% 23), Çin (% 102) ve ABD'de (% 31) artışlar nedeniyle artmıştır. 2010 yılında 241km^3 GWD'yi (toplamın% 83'ü) oluşturmaktadırlar. Çoğu GWD, başta ABD, Meksika, Orta Doğu ve Kuzey Afrika, Hindistan, Pakistan ve Çin olmak üzere ekin yetiştirmek için birkaç bölgede yoğunlaşmıştır. 2010 yılında, hem büyük üretimi hem de yüksek GWD yoğunluğu nedeniyle, küresel olarak en fazla tükenmeye yol açan ürünler buğday (küresel GWD'nin% 22'si veya 65 km^3 yıl), pirinç (% 17), şeker (% 7) , pamuk (% 7) ve mısır (% 5) ürünleridir. Hindistan ve Pakistan en büyük GWD hacimlerini kullanmaktadır. Hindistan buğday ve pirinç için en büyük GWD'ye sahiptir ve Çin ve ABD mısır için GWD'ye hâkimdir. Ortalama olarak, buğday, pirinç ve mısır, kilogram mahsul başına sırasıyla 812, 199 ve 72 litre GWD kullanılarak üretilmektedir (Şekil 2.24) (Gleeson ve ark., 2012).

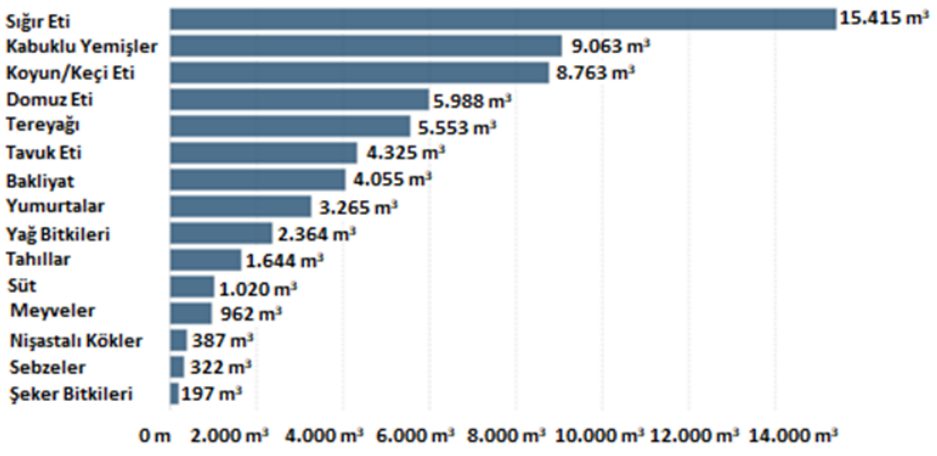


Şekil 2.25: Sulanan toplam tarım arazilerinin yüzdesi (URL 34)

Tarımsal arazinin kasıtlı olarak sağlanması veya su ile kontrollü olarak sulanması, son on yılda birçok ülkede mahsul veriminin gözlenen artışında önemli bir girdi faktörü oluşturmuştur. Aynı

zamanda tarım için kullanılan su miktarında da kontrol altında olmasını sağlamıştır. Sulanan toplam tarım alanının payı grafikte gösterilmektedir. Gördüğümüz gibi, sulama özellikle Güney ve Doğu Asya ve Orta Doğu'da yaygındır; Pakistan, Bangladeş ve Güney Kore, tarım alanlarının yarısından fazlasını sulamaktadır. Hindistan tarım alanının yüzde 35'ini sulamaktadır (Şekil 2.25).

Küresel olarak, su kullanımlarının büyük bir bölümü tarım için kullanılmaktadır. Bununla birlikte, su gereksinimleri gıda türüne bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir. Şekil 2.26, bir ton ürünün üretimi için gerekli küresel ortalama su ayak izini göstermektedir. Su ayak izi, tam değer zinciri boyunca su gereksiniminin toplamıdır (örneğin, et üretiminin gerekliliği, hayvanın su ihtiyacını ve hayvan yemi için yetiştirilen ürünlerin talebini içermektedir). Bu değer aynı zamanda tarımsal üretim sonucunda kirlenen atık su veya su miktarını da ifade etmektedir. Dünya çapında et ve hayvansal ürün tüketimi, insanlığın toplam su ayak izinin yüzde 27'sini oluşturmaktadır. Bu toplamın % 98'i hayvan yemi üretmek için gereken sudan kaynaklanırken, içme, temizlik ve yem karıştırma suyu sırasıyla % 1.1, % 0.8 ve % 0.03' tür (Hoekstra, 2014).



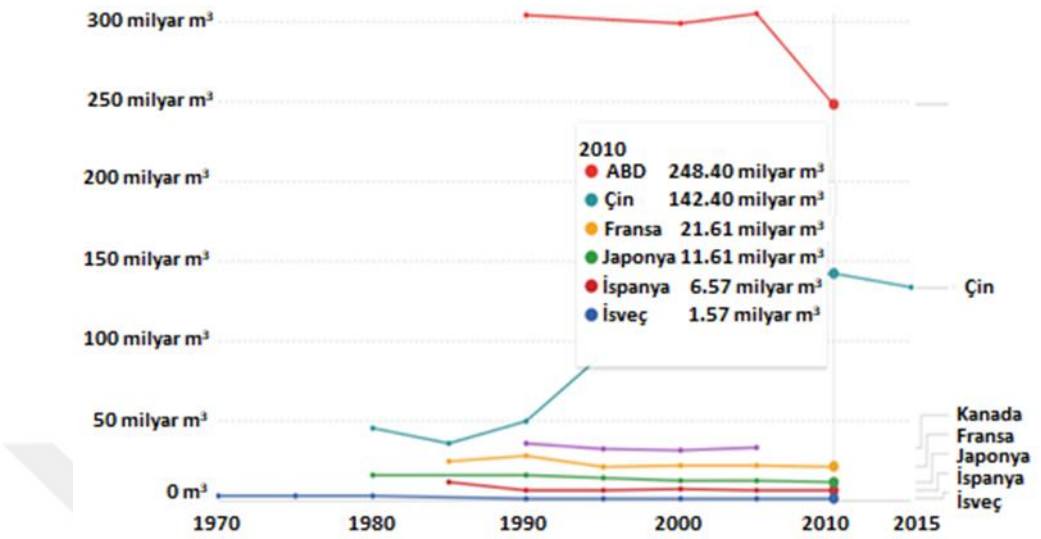
Şekil 2.26: Ürünlerin bir ton üretimi için gerekli ortalama su ayak izi (URL 35)

Ton ürün başına, hayvansal ürünler genellikle mahsul ürünlerinden daha fazla su ayak izine sahiptir. Kalori başına su ayak izine baktığımızda da aynı şey geçerlidir. Sığır eti için kalori başına ortalama su ayak izi, tahıl ve nişastalı köklere göre yirmi kat daha fazladır. Protein için su gereksinimlerine baktığımızda, süt, yumurta ve tavuk eti için gram protein başına su ayak izinin bakliyatlardan yaklaşık 1.5 kat daha büyük olduğu bulunmuştur. Sığır eti için, gram protein başına su ayak izi, bakliyatlardan 6 kat daha büyüktür. Yağ durumunda, tereyağı yağ

bitkileri için bile daha düşük bir gram yağ başına nispeten küçük bir su ayak izine sahiptir. Bununla birlikte, diğer tüm hayvansal ürünler, yağlı mahsullere kıyasla gram yağ başına daha büyük su ayak izlerine sahiptir (WFN, 2011). Ayrıca Paketlenmiş atıştırmalıklar ve hazır yemekler gibi yüksek derecede işlenmiş gıdalardan oluşan diyetler de çok fazla su kullanır (Chapagain ve ark., 2011). (Örneğin, patates cipsi, bütün patateslerden daha yüksek bir su ayak izine sahiptir (WFN, 2017). Patatesleri (en fazla su kullanan) yetiştirdikten sonra, patatesleri ve işleme makinelerini temizlemek için daha fazla su, ayrıca derin kızartma için pişirme yağı üretmek, teslimat için yakıt üretmek ve ürünü ambalajlamak için daha fazla su gerekir. Yiyecekleri uzun mesafelerde taşımak da havayı kirleten, iklim değişikliğine katkıda bulunan ve çok miktarda su kullanan çok miktarda yakıt gerektirir. Benzin ve diğer nakliye yakıtlarının üretilmesi su gerektirir: bir mil sürmek için yeterli benzin üretmek için yaklaşık 3/4 galon suya ihtiyaç vardır (King ve ark.,2008).

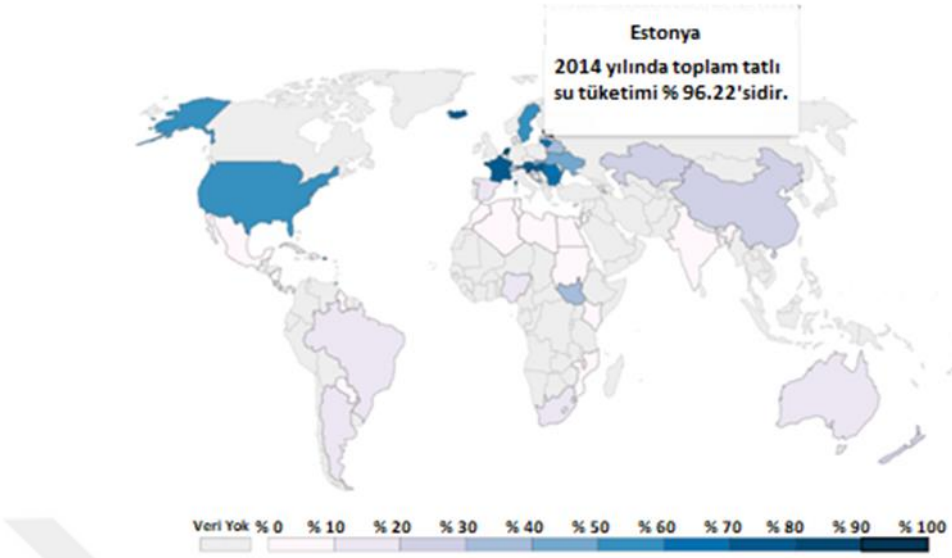
Tarımın, su kaynakları üzerinde önemli bir etkisi vardır; insanların bireysel su ayak izleri asla sıfıra yaklaşmazken, her birimiz ne kadar çok et, süt ve işlenmiş gıda tüketirse, o kadar fazla su kullanırız ve su ayak izlerimiz o kadar yüksek olur. Bu nedenle, belirli bir gıda maddesi için su ayak izlerinin çeşitli bileşenlerinin nasıl hesaplandığını anlamak önemlidir.

2.3.3. Endüstriyel Su Kullanımı



Şekil 2.27: Ülkelerin endüstriyel amaçlar için kullanılan toplam yıllık su miktarları (URL 36)

Gelir düzeyi yüksek ülkelerde tarımsal su kullanımının yerini sanayi sektörü alır. Dünya nüfusunun önemli bir kısmı için büyüyen ekonomi ve yükselen yaşam kalitesi endüstriyel ürünlere daha kolay ulaşım ile yakından ilgilidir. Bu anlamda modern toplumun dayanağı haline gelen endüstriyel üretim süreçleri içinde en önemli girdi konumundadır. Dünya ülkelerinde ortalama % 18 düzeyinde olan endüstriyel su ihtiyacı % 60'lara ulaşmaktadır. Almanya ve Finlandiya gibi ülkelerde sanayide su kullanımı % 80'lerin üzerindedir. Sanayide kullanılan tatlı su, en yoğun elektrik enerjisi üretiminde kullanılır. Sanayinin % 20'lik su kullanımının % 57-69'u hidroelektrik santralleri ve nükleer enerji antrallerindeki enerji üretimi için , % 30-40'ı üretm sürecinde, % 0.5-3'ü termal enerji üretiminde kullanılır. Su, seyreltme, buhar üretimi, yıkama ve imalat ekipmanının soğutulması dâhil bir dizi endüstriyel uygulama için kullanılmaktadır. Endüstriyel su ayrıca fosil yakıt ve nükleer enerji santarllerinde enerji üretimi için soğutma suyu olarak veya belirli endüstriyel proseslerde atık suyu olarak kullanılır. Şekil 2.27, endüstriyel amaçlar için kullanılan toplam yıllık su tüketim miktarını göstermektedir. Küresel olarak, Birleşik Devletler yılda yaklaşık 300 milyar m^3'den fazla su tüketerek en büyük endüstriyel su kullanıcısı konumundadır. Amerika, Avrupa ve Doğu Asya ve Pasifik bölgelerindeki çoğu ülke, endüstriyel su kullanımlarında üst sıralarda yer alırken, Sahra altı Afrika ve Güney Asya'nın bazı bölgelerinde bu oranlar genellikle çok daha düşüktür.



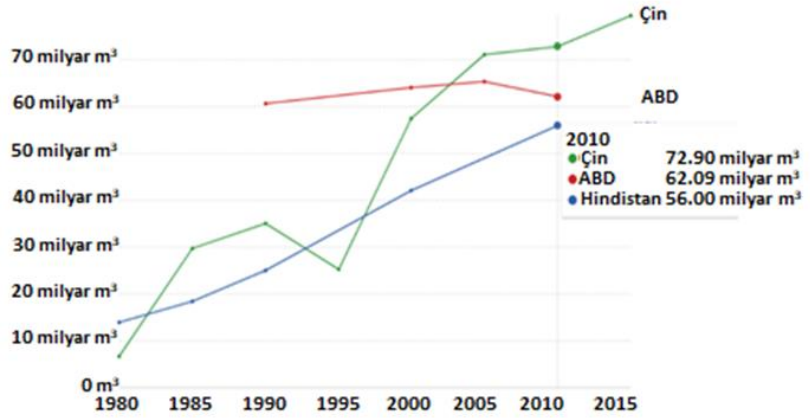
Şekil 2.28: Ülkelerin endüstriyel su tüketim yüzdeleri (URL 37)

Küresel olarak, toplam su tüketiminin yaklaşık yüzde 19'u endüstriyel amaçlarla kullanılmaktadır. Haritada, ülkelerdeki endüstriyel su tüketimlerinin toplam su tüketimlerine (tarımsal, endüstriyel ve evsel kullanımların toplamı) oranı ifade edilmektedir. Tarımsal su tüketimlerin küresel dağılımının aksine, endüstriyel su tüketimi yüksek gelirli ülkelerde ortalama % 17 iken, düşük gelirli ülkelerde ortalama % 2 oranında seyretmektedir. Estonya, endüstriyel uygulamalar için tüketim oranı % 96'dır. Orta ve Doğu Avrupa'daki oran % 70 civarındadır; Kanada'da % 80 ve yaklaşık yarısı kadar ABD tüketim oranına sahiptir. Sahra-altı Afrika genelinde, bu toplam tüketim oranlarına % 2'den daha az katkıda bulunma eğilimindedir (Şekil 2.28).

2.3.4. Evsel Su Tüketimi

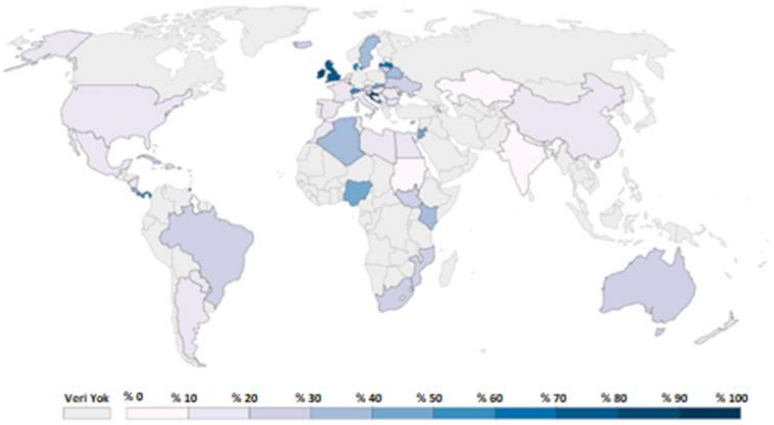
Dünya nüfusunun % 54'ü kentlerde yaşamakta ve 2050 yılında kentli nüfusunun % 66'ya yükselmesi beklenmektedir. Artan nüfuslarıyla birlikte büyüyen kentler yakın çevresindeki su kaynaklarına ve suyu geliştiren ekosistemlerin üzerinde öenmli bir baskı unsurudur. Evsel su kullanımı kişi başına günlük su tüketimi üzerinden değerlendirilmektedir. Gelişmiş ülkelerde ortalama kişi başı günlük su tüketimi (500-800 m^3), gelişmekte olan ülkelerdeki su tüketiminin yaklaşık 10 katıdır. Su kıtlığı çekilen bölgelerde bu oran kişi başı günlük 20-60 m^3'e kadar geriler. 2025 yılında tarımsal su kullanımının 1.3, endüstriyel su kullanımının 1.5, evsel su

kullanımının 1.8 kat artması beklenmektedir. Toplam artışın % 18'inin gelişmiş olan ülkelerde, % 50'sinin ise gelişmekte olan ülkelerde olması öngörülmektedir.



Şekil 2.29: Ülkelerin evsel su tüketim miktarları (URL 38)

Evsel su, evsel veya kamu hizmetleri için kullandığımız su olarak tanımlanmaktadır. Bu genellikle en "görünür" su tüketim şeklidir: içme, temizlik, yıkama ve yemek pişirmek için kullandığımız sudur. Evsel su tüketimleri grafikte gösterildiği üzere en büyük nüfusa sahip olan Çin'in evsel su talepleri yılda 70 milyar m³ üzerindedir. Hindistan, bir sonraki en büyük nüfus olan üçüncü en büyük evsel su kullanıcısı konumundadır. Amerika Birleşik Devletleri, çok daha düşük nüfusa sahiptir ancak, birey başına düşen yüksek su talepleri nedeniyle ikinci en büyük kullanıcıdır.



Şekil 2.30: Ülkelerin evsel su tüketim miktarlarının yüzdelik oranları (URL 39)

Tatlı suyun en görünür kullanımı olmasına rağmen, çoğu ülke için yurtiçi talepler tarımsal ve endüstriyel uygulamalara göre küçüktür. Küresel olarak tüketimlerin yaklaşık yüzde 11'i evsel amaçlar için kullanılmaktadır. Dünya genelinde toplam su tüketim payı olarak evsel kullanımları grafikte gösterilmektedir. Ülkelerin çoğunluğu, su tüketimlerinin % 30'undan daha azını yerel amaçlarla kullanmaktadır. Sahra altı Afrika'daki bazı ülkelerde evsel su payı, tarımsal ve endüstriyel su taleplerinin çok düşük olması nedeniyle yüksek olabilmektedir. Tarımsal üretimin genellikle yağmurla beslendiği ve endüstriyel üretimin düşük olduğu İngiltere ve İrlanda gibi yüksek yağış alan Avrupa'daki bazı ülkelerde evsel su tüketimi fazla olabilmektedir.

2.3.5. Dünya'da Su Kirliliği

Dünya üzerinde dokuz kişiden biri iyi kalitede içme suyuna erişemezken, üç kişiden biri hijyenik koşullara erişememektedir. Su kirliliği temel olarak insan, endüstri ve tarım faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerin % 80'i, kanalizasyonu doğrudan su kaynaklarına akıtmaktadır. Sanayi yaklaşık 300-400 milyon ton atığı sulara dökmektedir.

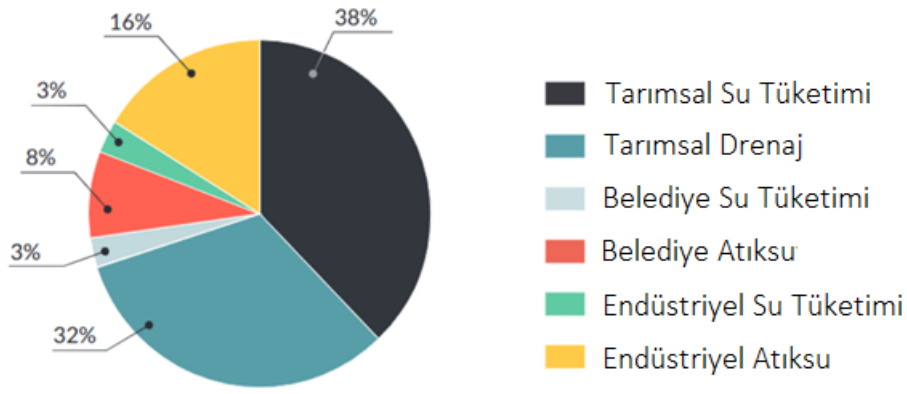
Fabrika çiftlikleri olarak da bilinen yoğunlaştırılmış hayvan besleme operasyonları (CAFO'lar), tipik olarak binlerce hayvan barındırmakta ve yılda milyarlarca galon hayvan atığı olmasa bile milyonlarca üretmektedir (EWG., 2016). Burada oluşan hayvan atıkları, çukurlarda veya lagün adı verilen açık havuzlarda depolanmaktadır Bu tür atık toplama alanları genellikle sızar ve büyük fırtınalar nedeniyle hasar görebilir (Pierre-Louis ve Kendra, 2018). Atığı uzaklaştırmak için gübre çiftlik alanlarına püskürtülmektedir. Püskürtme ve sızıntı yapan lagünlerden kaynaklanan zarar çevre için oldukça ciddi sonuçlar doğurmaktadır. Yüzey ve yeraltı suyu kirliliği (sucul ekosistemlere ciddi tehditler) ve içme suyunda aşırı nitratlar (halk sağlığına ciddi tehditler) CAFO kirliliğinden kaynaklanmaktadır (Rahman ve diğ., 2011). Hayvan atıkları, farmasötik kalıntıları, ağır metalleri (bakır ve çinko gibi) ve su kaynaklarına sızabilen zararlı bakterileri de içerebilmektedir (Burkholder ve diğ., 2007).

Tavuk gübresi hem fosfor hem de azot bakımından özellikle yüksektir. Birçok tavuk çiftçisi, bertaraf etmek için büyük miktarlarda tavuk atığını ekili arazilere yaymaktadır ve genellikle emilenden çok daha fazlası yayılır ve genellikle yasal olarak izin verilenden daha fazladır (Goss ve ark, 2017). Yağmur yağdığında fazla besinler ve ilaç kalıntıları tarlalardan akarsulara ve nehirlere akar ve yeraltı suyuna sızar. Tavuk atığı da amonyak bakımından yüksektir: suda

çözündüğünde, amonyak sadece balıklar için oldukça zehirli değildir, aynı zamanda kimyasal olarak bakteriyel etki yoluyla tehlikeli nitratlara dönüştürülebilir (Randall, 2002).

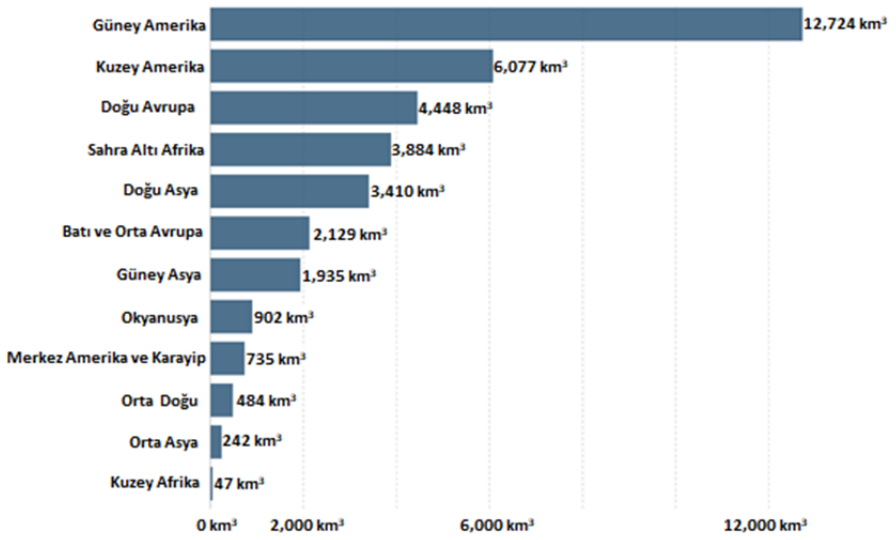
Azot ve fosfor gibi besinler, gübre içindeki bitki büyümesini destekleyen ana makro besinlerden ikisidir. Hem azot hem de fosfor içeren sentetik gübreler, çiftlik alanlarına, genellikle bitkilerin ihtiyaç duyduklarından veya toprağın emebileceğinden çok daha yüksek oranlarda, kusursuz bir şekilde uygulanır. Gübre yüzey ve yeraltı suyuna aşırı besin maddeleri, ve nitrat kontaminasyonuna neden olur, içme suyunu etkiler. Ayrıca tarım faaliyetlerinde kullanılan pestisitler de yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına karışmaktadır. İçme suyunun tarımdan kimyasal kirlenmesi büyük bir sorundur. İçme suyundaki yüksek nitrat seviyeleri insanlar için tehlikeli olabilir, bu da bebeklerde ("mavi bebek sendromu" olarak bilinir) düşük oksijen seviyelerine ve düşük doğum ağırlığına neden olabilir (Penn State Extension, 2015).

Herkesin güvenli içme suyuna erişiminin sağlanamıyor olması insani gelişiminin en büyük başarısızlıklarından biridir. 2010 itibariyle 780 milyon insan, yani toplam nüfusun onda birinden fazlası yemek pişirme, içme ve yıkanma gibi temel ihtiyaçlarını giderme amacıyla güvenli bir su kaynağından yoksundur.



Şekil 2.31: Küresel tatlı su kullanımının sektörlerler arasında dağılımı ve atık su üretimi (2010**)** (URL 40)

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) Aquastat very tabanı yılda 3,928 km^3 küresel su tüketimi tahmin etmektedir. Bu suyun tahmini olarak % 44'ü özellikle tarım tarafından tüketilmektedir. Geriye kalan % 56 belediye ve endüstriyel atık su ve tarımsal drenaj suyu şeklinde atık su olarak çevreye salınmaktadır (URL 40) (Şekil 2. 31).

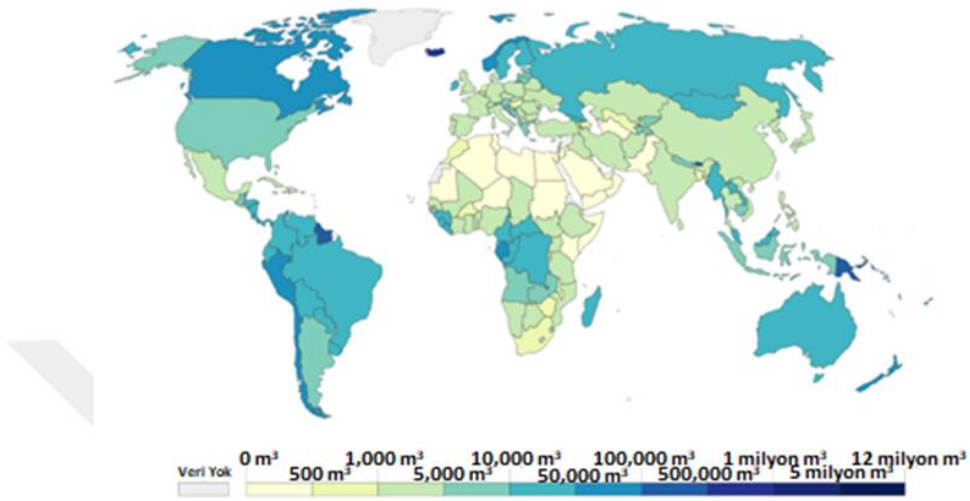


Şekil 2.32: Bölgelere göre yenilenebilir iç tatlı su kaynakları, 2015 (URL 41)

Ortalama olarak, yüksek gelirli ülkeler ürettikleri belediye ve endüstriyel atık suyun yaklaşık % 70'ini arıtmaktadırlar. Bu oran üst-orta düzey gelirli ülkelerde % 38'e, orta gelire sahip ülkelerde % 28'e düşmektedir. Az gelirli ülkelerde ise atık suyun sadece yaklaşık % 8'i her türlü muameleye tabi tutulmaktadır. Bu tahminler, küresel olarak, tüm atık suların% 80'inden fazlasının arıtılmadan deşarj edildiği gerçeğini desteklemektedir. Yüksek gelirli ülkelerde, atık suyun ileri arıtılmasıyla çevresel kaliteyi korunmakta ya da su kıtlığı ile başa çıkmak için alternatif bir su kaynağı sağlanmaktadır. Bununla birlikte, arıtılmamış atık suların serbest bırakılması, altyapı, teknik ve kurumsal kapasite ve finansman eksikliği nedeniyle özellikle gelişmekte olan ülkelerde yaygın olarak uygulanmaya devam edilmektedir.

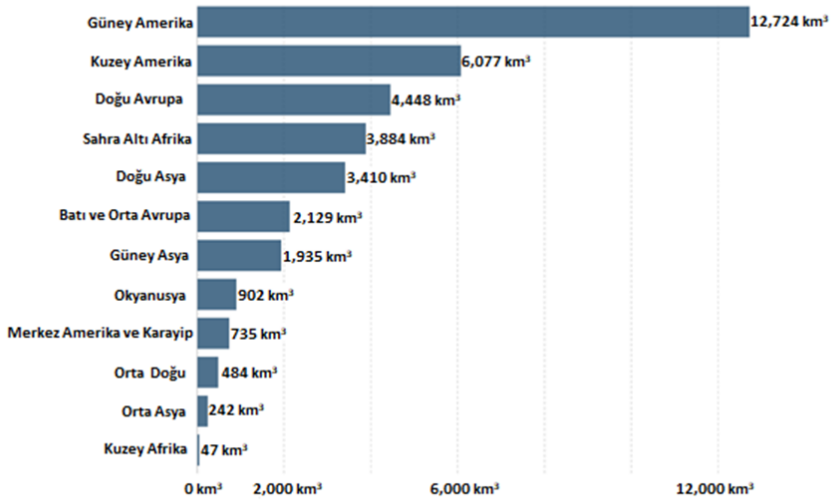
Singapur, tatlı su göllerinden yoksun bir adada yoğun nüfuslu bir şehir devleti olması rağmen su yönetiminde bir dünya lideri olmuştur. Kamu hizmetleri kurumunun ödüllü bütünsel çalışması sayesinde, şehir şu anda su tedarikinin yarısından fazlasını yağmur suyu toplama (% 20), geri dönüştürülmüş su (% 30) ve tuzdan arındırma (% 10) kaynaklarından sağlamaktadır. Singapur atık suyu geri dönüşümü için yeni bir teknik olan NEWater markalı dört aşamalı arıtma süreci (geleneksel arıtma, mikro filtrasyon, ters ozmoz ve UV arıtma) geliştirmiştir. Bu su içilebilir ve şehrin içme suyu rezervuarlarına dağıtılmaktadır, ancak bunların çoğu sanayide kullanılmaktadır (Jacobson, 2012).

İnsanların iyileştirilmiş içme suyuna erişimlerinin gösterildiği, 2015 yılında elde edilen verilere göre Afrika ülkelerinin çok büyük bir kısmında nüfusun yaklaşık % 60'ından daha az bir bölümünün temiz suya erişiminin sağlanabildiği görülmektedir.

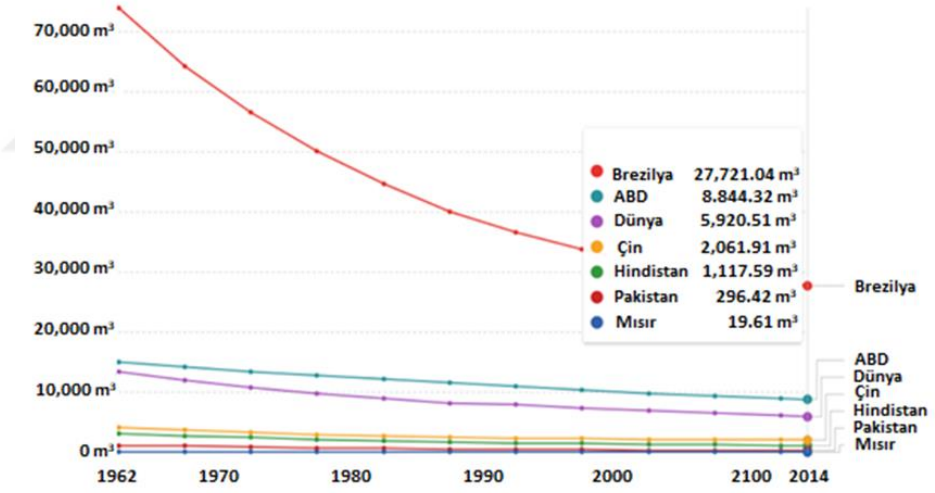


Şekil 2.33: Kişi başına yenilenebilir iç tatlı su kaynakları (metreküp)(URL 42)

Yenilenebilir su miktarları su güvenliğinin veya kıtlığının önemli bir göstergesidir. Bir ülkenin tatlı su tüketim oranı yenilenebilir su miktarını aşmaya başlarsa, kaynakları azalmaya başlamaktadır. Grafikte kişi başına yenilenebilir tatlı su kaynaklarının seviyesi gösterilmektedir. Kişi başına yenilebilir su kaynakları toplam yenilenebilir su miktarı ve nüfusun büyüklüğü olmak üzere iki faktöre bağlıdır. Yenilenebilir kaynaklar azalırsa muson mevsimleri gibi yıllık büyük yağış değişkenliğine sahip ülkelerde sık sık olduğu gibi yenilenebilir su tüketimi düşecektir. Benzer şekilde, toplam yenilenebilir kaynak değişmez ancak ülke nüfusunda artış olursa kişi başına düşen su miktarı düşecektir. Nüfus artışı nedeniyle birçok ülkede kişi başına yenilenebilir kaynaklar azalmaktadır. Türkiye'de 234 milyar m^3 olan yenilenebilir su kaynaklarının 41 milyar m^3'ü yeraltı, 193 milyar m^3'ü yerüstü su kaynaklarından oluşmaktadır (Atalık, 2006).



Şekil 2.34: Bölgelere göre kişi başına yenilenebilir su kaynakları (URL 43)



Şekil 2.35: Kişi başına yenilenebilir iç tatlı su kaynakları (URL 44)

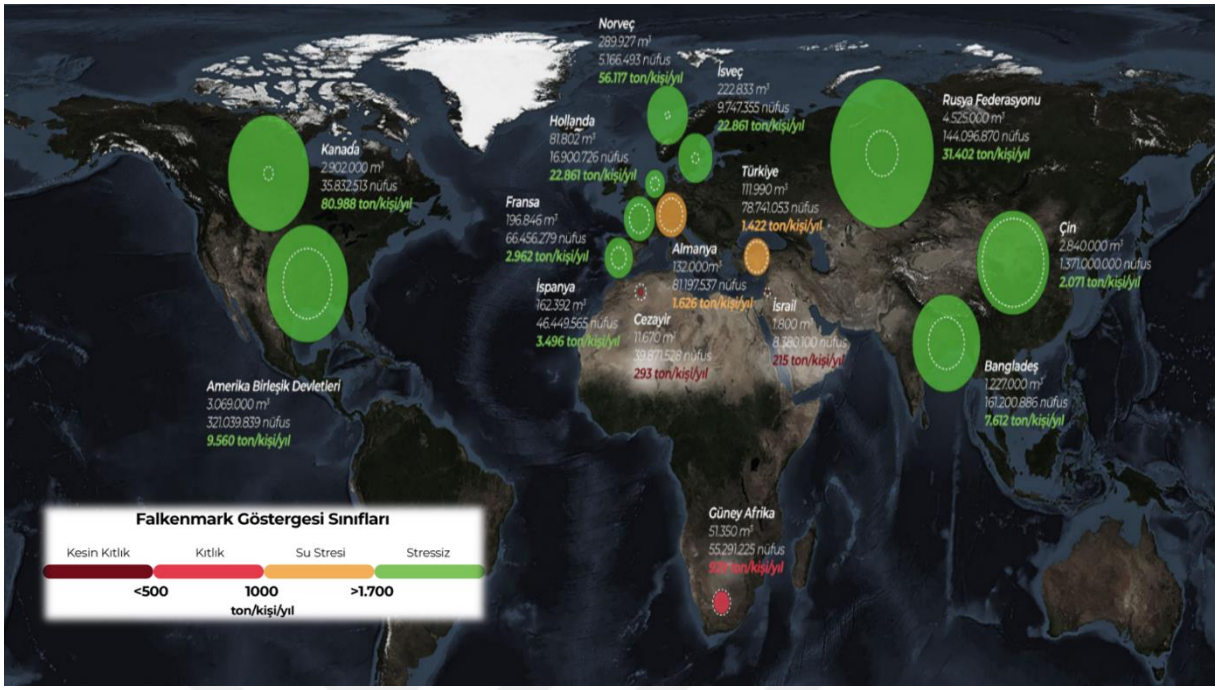
2.4. TÜRKİYE'NİN SU AYAK İZİ



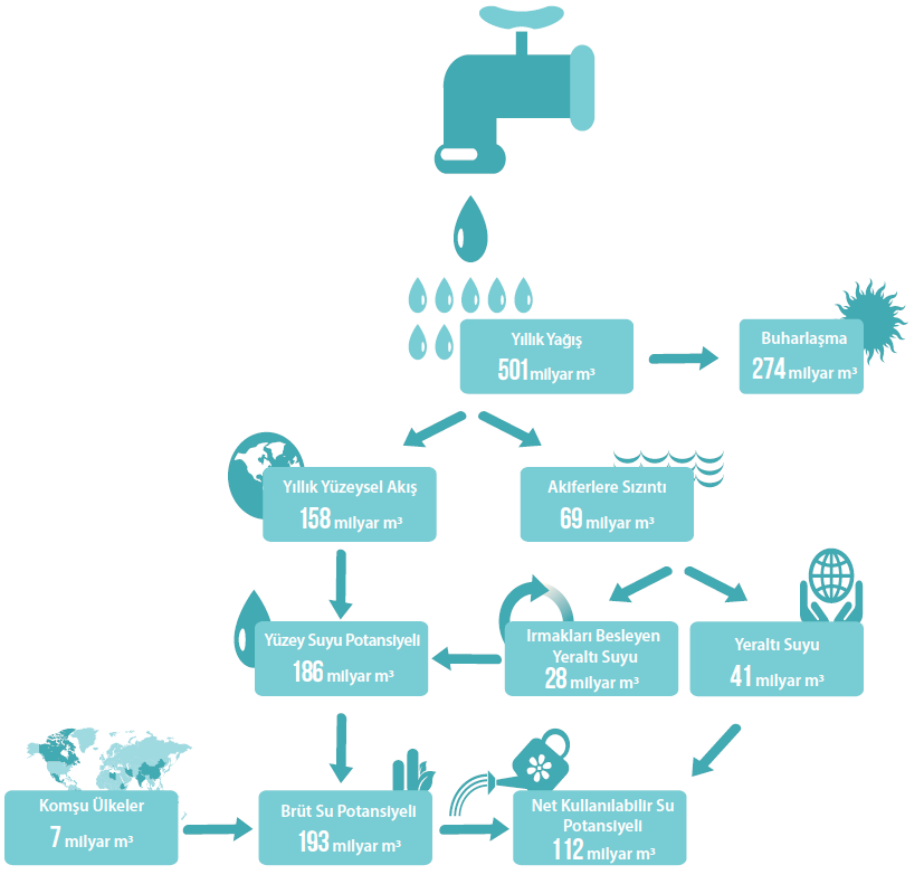
Şekil 2.36: Türkiye bölgesel su stresi (URL 45)

Türkiye'nin kullanılabilir su miktarı yıllık yaklaşık olarak 112 milyar m^3'e denk gelmektedir. Türkiye, yüksek sıcaklıklara sahip "yarı kurak" bir bölümde yer almaktadır.

Falkenmark Su Kıtlığı İndeksi'ne bakıldığında; ülkenin su zengini olabilmesi için yılda birey başına düşen tatlı su kaynağı miktarının 1700 m^3'ün üzerinde olmalıdır. Türkiye'nin 2017 yılıyla birlikte Devlet Su İşleri tarafından hesaplanan, birey başına düşen tatlı su kaynağı miktarı yılda yaklaşık 1386 m^3'e denk gelmektedir. İndise göre Türkiye, su stresi çeken bir ülke olarak kabul edilmektedir. Ayrıca "Su Stresi" altında 2023 yılına kadar yaklaşık 100 milyona ulaşacak nüfusu ile birey başına 1120 m^3/yıl su kalacağı öngörülmekte, yani 2050 yılında Türkiye "su kıtlığı" yaşayan ülke haline gelmesi beklenmektedir (TSKB, 2019) (Şekil 2.37).



Şekil 2.37: Felkanmark göstergesinin küresel gösterimi (URL 46)



Şekil 2.38: Türkiye'nin su potansiyeli (URL 47)

Tablo 2.6: Türkiye'nin bölgesel Falkenmark göstergeleri

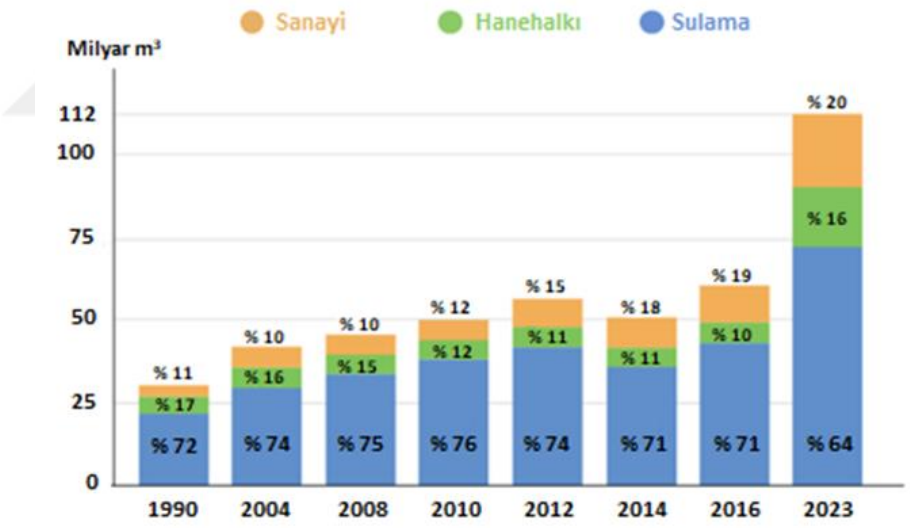
Havza Adı	Nüfus (2015)	Kullanılabilir Su Potansiyeli (milyar m^3/yıl)	Falkenmark Göstergesi (m^3/kişi/yıl)	Tanım
Meriç-Ergene	749.510	0,76	1.014	Su Stresi
Marmara	17.608.408	2,84	161,06	Kesin Kıtlık
Susurluk	3.793.746	2,57	677,43	Kıtlık
Kuzey Ege	1.112.098	0,88	791,3	Kıtlık
Gediz	1.588.561	0,79	497,31	Kesin Kıtlık
Küçük Menderes	4.168.415	0,46	109,15	Kesin Kıtlık
Büyük Menderes	1.346.490	1,7	1.262,54	Su Stresi
Batı Akdeniz	908.877	3,87	4.258	Su Zengini
Antalya	3.341.962	7,03	2.103,55	Su Zengini
Burdur	680.105	0,17	244,08	Kesin Kıtlık
Akarçay	709.015	0,31	437,23	Kesin Kıtlık
Sakarya	7.262.833	4,03	554,88	Kıtlık
Batı Karadeniz	1.879.209	5,09	2.705,93	Su Zengini
Yeşilırmak	2.721.221	3,1	1.139,19	Su Stresi
Kızılırmak	3.715.291	3,95	1.063,17	Su Stresi
Konya Kapalı	3.105.368	4,9	1.577,91	Su Stresi
Doğu Akdeniz	1.745.221	4,8	2.747,50	Su Zengini
Seyhan	2.183.167	3,55	1.626,08	Su Stresi
Asi	1.533.507	1,18	769,48	Kıtlık
Ceyhan	1.609.483	3,81	2.367,22	Su Zengini
Dicle-Fırat	12.646.409	37,48	2.963,81	Su Zengini
Doğu Karadeniz	2.404.480	9,36	3.892,73	Su Zengini
Çoruh	246.920	4,46	18.064,15	Su Zengini
Aras	584.360	3,28	5.609,62	Su Zengini
Van Gölü	1.096.397	1,65	1.504,93	Su Stresi
Türkiye (2015)	78.741.053	112	1.422,23	Su Stresi

Tablo 2.6'te Türkiye'nin sahip olduğu havzaların su stres oranları gösterilmektedir. Burada görüldüğü gibi su stres seviyeleri bölgesel olarak oldukça farklıdır. Türkiye'nin yıllık su potansiyelinin yaklaşık olarak yarısı Fırat, Dicle, Doğu Karadeniz, Doğu Akdeniz ve Antalya tarafından karşılanmaktadır. Bunların dışında bulunan 21 havza toplam su potansiyelinin diğer yarısına karşılık gelmektedir. Su kaynaklarının bu düzensiz dağılımı, havza sularını kullanan popülasyon sayısının değişmesiyle birlikte farklılaşmaktadır. Toplam nüfusun % 28'inin yaşadığı Marmara Havzası, toplam su potansiyelinin yalnızca % 4'üne denk gelmektedir. Aynı şekilde Sakarya, Büyük Menderes, Ergene gibi havzalarda su akış miktarı ve suyu kullanan nüfus arasında ciddi farklılıklar görülmektedir. Çoruh, Ergene, Batı Akdeniz, Aras Havzaları'na bakıldığında "yeterli suya" sahipken, Susurluk, Gediz, Büyük Menderes, Batı-Orta Karadeniz, Seyhan, Ceyhan Havzaları "su stresi", Sakarya Havzası'"su kıtlığı", Marmara ve Küçük Menderes Havzaları ise "mutlak su kıtlığı" içerisindedir (Karşılı, C. 2011).

Tablo 2.7: Türkiye'nin kullanış amaçlarına göre su miktarlarının yıllara göre karşılaştırılması

Yıl	Sulama (milyar m^3)	Hanehalkı (milyar m^3)	Sanayi (milyar m^3)	Toplam (milyar m^3)
1990	22	5,1	3,4	30,5
2004	29,6	6,2	4,3	40,1
2008	33,8	5,8	6	45,6
2010	38,2	5,8	6	49,9
2012	41,6	6	8,4	56
2014	35,9	5,7	9,1	50,7
2016	43,1	6,2	11,1	60,4
2023	72	18	22	112

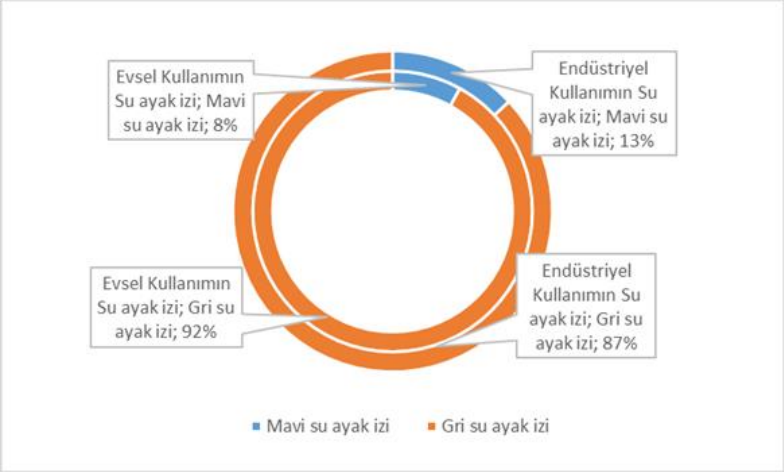
Türkiye'de birey başına düşen tatlı su kaynağı miktarı azalırken, su ayak izi miktarı günden güne artış göstermektedir. Tablo 2.7 incelendiğinde sektörlere bağlı su tüketimlerindeki artışlar görülmektedir. Sulama amaçlı kullanılan su endüstriyel ve evsel su tüketim miktarlarından daha fazladır. Bireysel su ayak izindeki artışın değişen tüketim alışkanlıklarının yanı sıra ekonomik sebeplerle de ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bireysel su ayak izi miktarı, tüketimin su ayak izinin, nüfusa bölünmesiyle elde edilmektedir.



Şekil 2.39: Türkiye'de yıllara ve kullanılış amaçlarına göre su oranları

Türkiye'de evsel ve endüstriyel su tüketim oranları gün geçtikçe artış göstermektedir. 2016 yılında; % 10 olan evsel tüketim oranının; 2023 yılında artan nüfus ile % 16 olması beklenmektedir. Endüstriyel su tüketim oranının ise % 19'dan % 20'ye geçtiği görülmektedir. Toplam su ayak izi içerisinde endüstriyel-evsel su ayak izlerinin oranlarının az olmasına rağmen, mevcut su kaynaklarına etkisi çokta az değildir. Bu su ayak izlerindeki gri su ayak izi, oranları % 87 ve % 92 gibi büyük değerler almıştır (Şekil 2.40). Gri su ayak izi diğer su ayak

izlerinden farklı olarak su kalitesini ifade etmektedir ve su miktarını belirtmek için kullanılmamaktadır. Gri su ayak izinin bu kadar fazla olması, gelecekte ekonomideki ve nüfustaki artış ile birlikte su kalitesi açısından tehikeli olacağı öngörülmektedir (WWF, 2014).



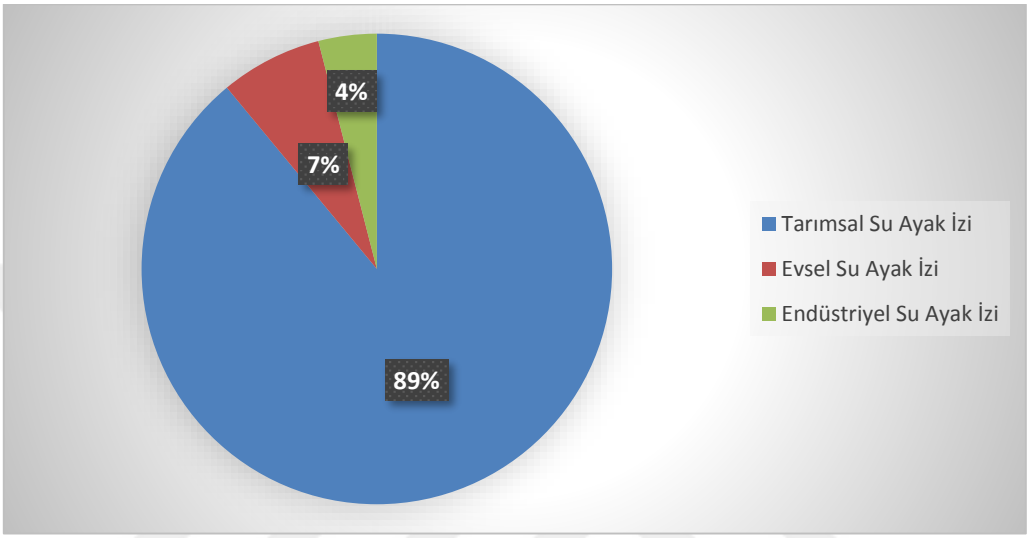
Şekil 2.40: Evsel-Endüstriyel kullanımın su ayak izleri

Küresel olduğu gibi benzer şekilde de Türkiye'de su büyük oranda tarımsal faaliyetler için kullanılmaktadır. Tarımsal sulama için hem yeraltı hem de yerüstü su kaynakları tüketilirken bu oran 2016 yılında toplam su tüketiminin yaklaşık % 71'ine denk geldiği görülmektedir (Şekil 2.39). Tarım su ayak izinde yeşil ve mavi su ayak izi ön plandadır. Tarımsal sulama konusunda Türkiye, suyun verimli kullanılmasını önleyen geleneksel yöntemler kullanmaktadır. Türkiye'de sulanan alanların %94'ünde geleneksel yüzey sulama sistemi kullanılırken, modern yağmurlama ve damla sulama sistemleri geri kalan % 6'ya uygulanır. En çok su kaybı, geleneksel yüzey sulama sisteminden kaynaklanmaktadır.

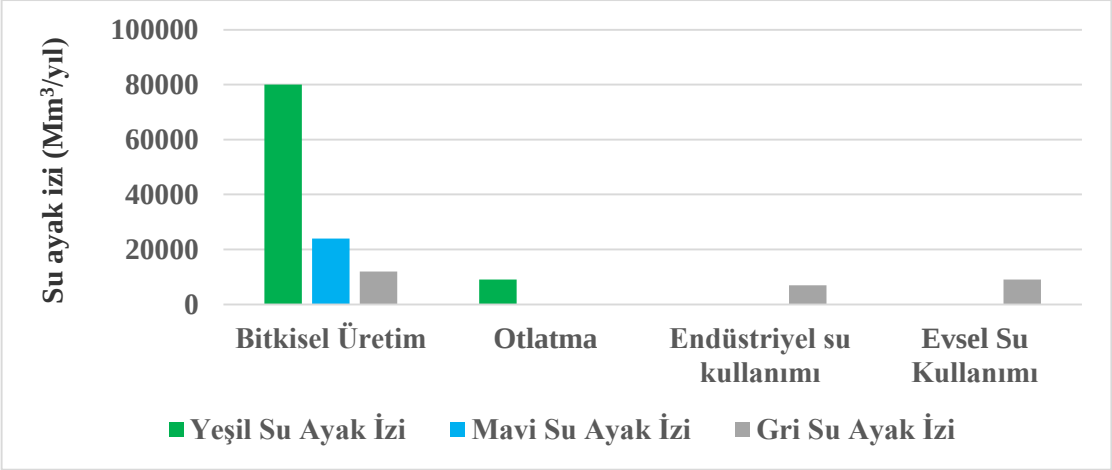
Türkiye'deki üretim-tüketimin yaklaşık % 80'ini iç su kaynaklarına dayanmaktadır. Kaynakların sürdürülebilirliği ülke ekonomisini direkt etkilemektedir (Hoekstra, 2003). Ülkemizdeki tüketim ve üretimin su ayak izi birbirine eşittir. Aynı şekilde; ülkeye ithalatla giren, ihracatla çıkan su hacimleri neredeyse aynıdır. Bu da sanal su bütçesinin denkliğini gösterir.

2.4.1. Türkiye'de Üretimin Su Ayak İzi

Türkiye için üretimin su ayak izi miktarı, bireysel yaklaşık 139 milyar m^3 olarak hesaplanmıştır. Türkiye'de üretimin su ayak izinin % 64'ü yeşil, % 19'u mavi, % 17'si gri su ayak izidir (Turan, 2017).



Şekil 2.41: Türkiye'de sektörlere üretimin suayak izi

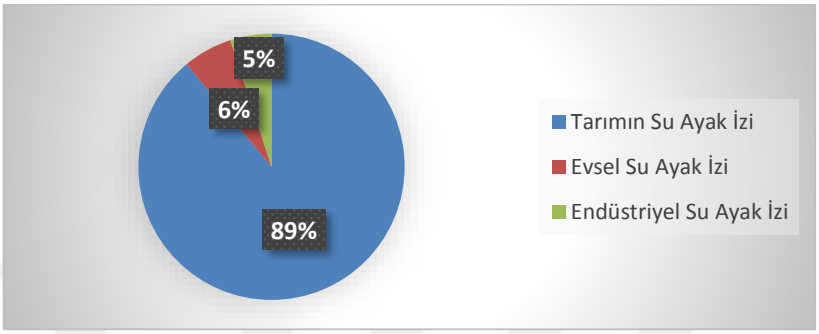


Şekil 2.42: Sektörlere ve suayak izi bileşenlerine göre üretimin suayak izi

Tarım sektörü ülkemizde toplam su ayak izinin neredeyse % 90'ını oluşturmaktadır. Tarımın su ayak izinin ise büyük bir kısmı bitkisel üretimden kaynaklanırken, sadece % 8'i otlatmadan kaynaklanmaktadır. Bitkisel üretimin su ayak izinde en çok payı tahıllar oluşturur. Ardından yem bitkileri, endüstri meyveleri, yağ bitkileri, sebzeler ve baklagiller gelmektedir (Şekil 2.41).

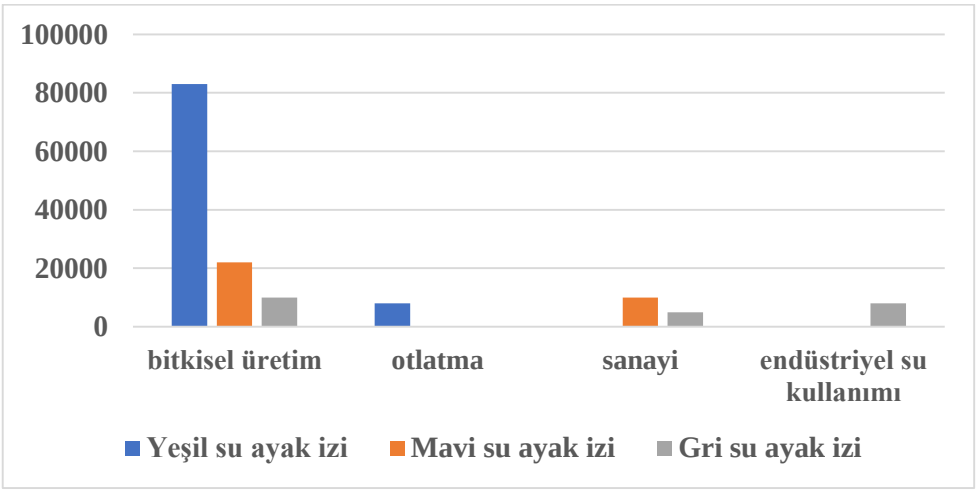
2.4.2 Türkiye'de Tüketimin Su Ayak İzi

Türkiye'nin tüketim su ayak izi ise bireysel yaklaşık olarak 140,2 milyar m^3'tür. Türkiye'de yeşil su ayak izi, tüketim su ayak izinin % 66'lık kısmına, mavi ve gri su ayak izi de % 17'lik kısmına karşılık gelmektedir.



Şekil 2.43: Türkiye'de iş potansiyeline göre tüketimin su izi

Verilere göre sektörer dağılımın en yüksek oranı, tarım su ayak izi oluşturmaktadır. Türkiye'nin üretim ve tüketim su ayak izilerine bakıldığında, yeşil su ayak izinin en çok paya sahiptir. Bu sebeple Türkiye'nin üretimi ve tüketimi yağışlar ve iklim koşullarından etkilenebilmektedir.



Şekil 2.44: Sektörlere ve su ayak izi bileşenlerine göre tüketimin suayak izi

3. MALZEME VE YÖNTEM

Bu çalışmada, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin su ayak izi profili oluşturulmuştur. Gelir düzeyi ve yaş faktörlerinin su ayak izine etkisi incelenmiştir. Bu bölüm içerisinde araştırma sürecinde kullanılan yöntem yer almaktadır. Su ayak izi değerleri oluşturulurken web adresindeki su ayak izi hesaplama motorunda bulunan (https://www.abprojeyonetimi.com/su-ayakizi/) soruların doküman halinde çıktısı alınmış, bireylere anket şeklinde doldurtulmuştur ve her bireyin cevaplarının tek tek bu hesaplama motoruna girilerek su ayak izleri hesaplanmıştır. Sonuçlar excel tablosu oluşturularak değerlendirme yapılmıştır.

3.1. ARAŞTIRMANIN MODELİ

Araştırma sürecinin sistematik olarak devam edebilmesi için Tablo 3.1'de verilen anket soruları bireylere uygulanarak çalışma içerisinde gerçekleştirilecek olan işlemler buradan elde edilen verilerle yürütülmüştür.

3.2. ÇALIŞMA GRUBU

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Avcılar Kampüsü'nde öğrenim gören Mühendislik Fakültesi, Veterinerlik Fakültesi ve Spor Bilimleri Fakültesi olmak üzere toplam 3 fakülteye ve 559 öğrenciye uygulanmıştır. Tablo 3.1'deki belirtilen sorular sonucunda bulunan verilere göre işlem yapılmıştır.

3.3. HATA PAYI HESAPLANMASI

Kitle boyutu: 15000 öğrenci

Örnek Boyutu: 559 öğrenci, Güven Aralığı: % 95 seçilmiştir.

250-A=0, 309-B=1 $\quad \overline{x}\ \frac{250*0+309*1}{559}$= 0,55

$S^2= \frac{250*(0-0.55)^2+309*(1-0.55)^2}{559-1}$ =0.25, S=0.5, $\frac{0,5}{\sqrt{559}}$= 0.02, 2*(0.02)= 0.04= % 4

Bu değerlere göre anketlerdeki hesaplanan sonuçların hata payı % 4 olarak hesaplanmıştır.

3.4. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Bu çalışmada veriler anket aracılığıyla toplanmıştır. Anket soruları Tablo 3.1'de belirtilmiştir.

Tablo 3.1: Araştırma için öğrencilere uygulanan anket soruları

1	Aylık su tüketimi	14	Haftalık pirinç tüketimi
2	Aylık içme suyu tüketimi	15	Haftalık patates tüketimi
3	Aracınızı haftada kaç kez yıkatıyorsunuz?	16	Haftalık bakliyat tüketimi
4	Haftalık et tüketimi	17	Günde kaç bardak çay içersiniz?
5	Haftalık tavuk tüketimi	18	1 bardak çaya kaç adet şeker atarsınız?
6	Haftalık yumurta tüketimi	19	Günde kaç fincan kahve içersiniz?
7	Haftalık süt tüketimi	20	1 fincan kahveye kaç adet şeker atarsınız?
8	Haftalık peynir tüketimi	21	Aylık tatlı tüketiminiz
9	Haftalık yoğurt tüketimi	22	Aylık elektrik fatura miktarınız
10	Haftalık sebze tüketimi	23	Aylık benzin harcamanız
11	Haftalık meyve tüketim	24	Aylık LPG harcamanız
12	Günlük ekmek tüketimi	25	Aylık kıyafet harcamanız
13	Haftalık makarna tüketimi	26	Aylık elektronik ürünler harcamanız

4. BULGULAR

4.1. İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA ÖĞRENCİLERİNİN SU AYAK İZİ SONUÇLARI

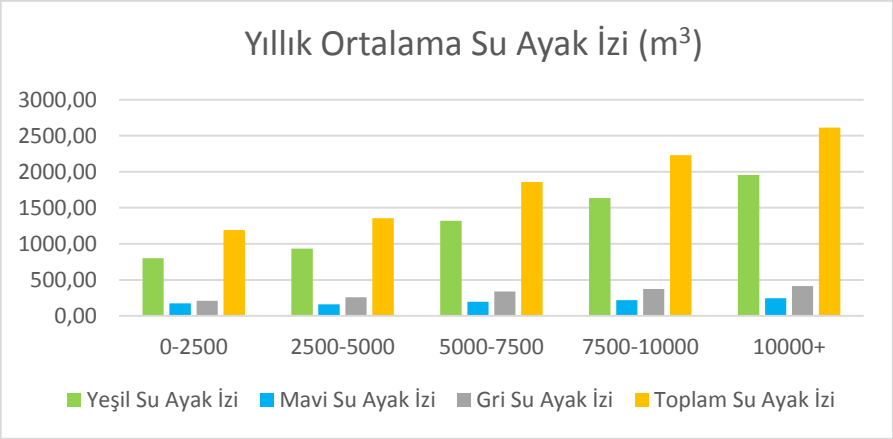
Yapılan çalışmalar sonucunda İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Avcılar Kampüsü öğrencilerinin yıllık ortalama kişi başına düşen su ayak izi Tablo 4.1'de verilmiştir. Bu değer 1848,78 m^3 olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplanan değer, 2006-2011 yılları değerlerine göre Türkiye'nin yıllık birey başına düşen su izi olan 1977 m^3 değerinin % 7 altındadır.

Tablo 4.1: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin yıllık ortalama su ayak izi ve bileşenleri sonuçları

Yıllık Ortalama Su Ayak İzi (m^3)			
Yeşil Su Ayak İzi	Mavi Su Ayak İzi	Gri Su Ayak İzi	Toplam Su Ayak İzi
1329,34	198,78	319,39	1848,79

Tablo 4.2: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin gelir düzeyine göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları

Gelir Düzeyine Göre Yıllık Ortalama Su Ayak İzi (m^3)				
Gelir Düzeyi (TL)	Yeşil Su Ayak İzi	Mavi Su Ayak İzi	Gri Su Ayak İzi	Toplam Su Ayak İzi
0-2500	801,21	173,87	209,4	1190,8
2500-5000	935,21	160,03	258,22	1353,77
5000-7500	1322,35	196,27	339,21	1857,83
7500-10000	1633,67	220,07	376,16	2229,9
10000+	1954,25	243,67	413,97	2611,63



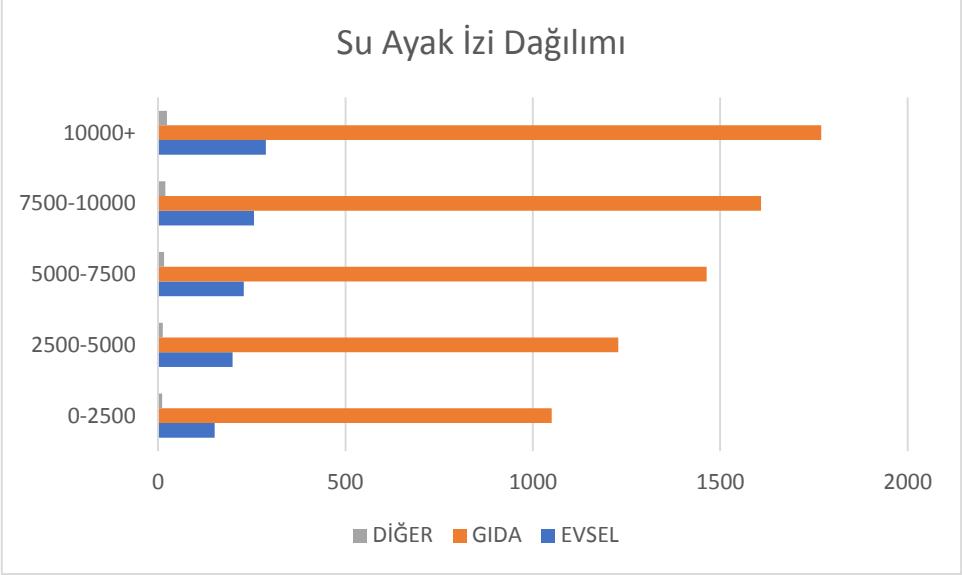
Şekil 4.1: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin gelir düzeyine göre yıllık ortalama su ayak izi ve bileşenleri grafiği

Yapılan çalışmalar sonucunda, gelir düzeyi arttıkça toplam su ayak izinin arttığı gözlemlenmiştir. Şekil 4.1'de verilen değerlere göre, en büyük artış yeşil ve gri su ayak izinde olmuştur. Mavi su ayak izinde büyük bir artış olmamıştır.

4.1.1. Su Ayak İzi Dağılımı Sonuçları

Tablo 4.3: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin gelir düzeyine göre su ayak izi dağılımı sonuçları

GELİR DÜZEYİ	EVSEL	GIDA	DİĞER
0 - 2500	151,05	1051,2	10,9
2500 - 5000	198,97	1228	12,32
5000 - 7500	228,7	1464	15,95
7500 - 10000	255,71	1609	19,64
10000<	287,33	1770	23,77



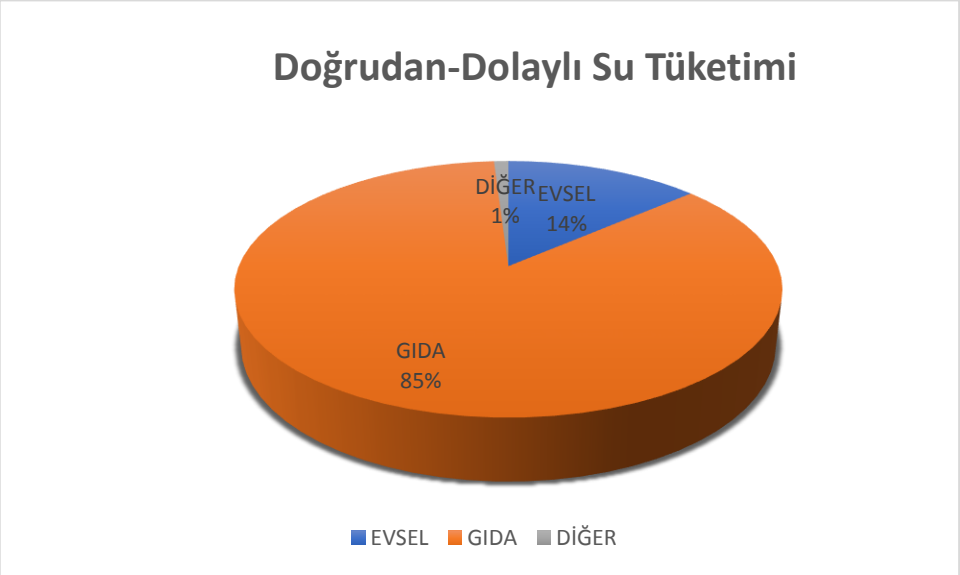
Şekil 4.2: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin gelir düzeyine göre su ayak izi dağılım grafiği

Yapılan çalışmaya göre, öğrencilerin su ayak izini oluşturan en büyük bileşenin gıda kaynaklı olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun nedeni olarak suyun en çok gıda ürünlerinin üretilmesi aşamasında kullanılmasıdır.

4.1.2. Doğrudan ve Dolaylı Su Tüketimi Sonuçları

Tablo 4.4: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin doğrudan ve dolaylı su tüketimi dağılımı sonuçları

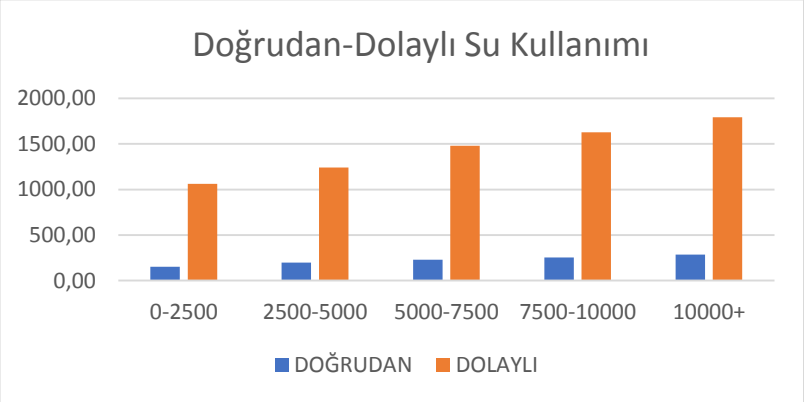
Doğrudan Dolaylı Su Tüketimi(m^3)		
Evsel	Gıda	Diğer
242,683	1517,600	17,927



Şekil 4.3: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Öğrencilerinin Doğrudan ve Dolaylı Su Tüketim Grafiği

Tablo 4.5: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Öğrencilerinin Gelir Düzeyine Göre Doğrudan ve Dolaylı Su Tüketimi Sonuçları

GELİR DÜZEYİ	DOĞRUDAN(m^3)	DOLAYLI(m^3)
0-2500	151,06	1061,17
2500-5000	198,98	1240,13
5000-7500	228,7	1480,09
7500-10000	255,72	1628,51
10000+	287,33	1793,38



Şekil 4.4: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin gelir düzeyine göre doğrudan ve dolaylı su tüketimi dağılım grafiği

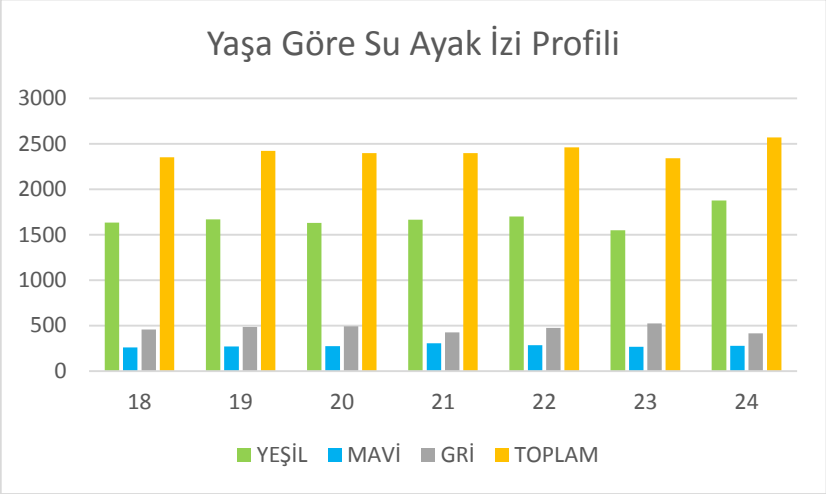
Şekil 4.4'e göre gelir düzeyi arttıkça doğrudan ve dolaylı su tüketiminin arttığı gözlemlenmiştir. Dolaylı su kullanımın doğrudan su kullanımına göre daha fazla olması gıda tüketimiyle ilişkilendirilmiştir.

4.1.3. Yaşa Göre Yıllık Ortalama Su Ayak İzi Sonuçları

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin 18-24 yaş aralığında yaşlara göre gruplandırılıp su ayak izi sonuçları Tablo 4.6'da verilmiştir. Tabloya göre yaşların artışıyla toplam su artarken yeşil, mavi gri su ayak izlerinin ise doğru orantılı olarak artmadığı görülmektedir.

Tablo 4.6: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları

SU AYAK İZİ(m^3)				
YAŞ	YEŞİL	MAVİ	GRİ	TOPLAM
18	1633,36	261,83	458,48	2353,70
19	1668,39	270,17	485,15	2423,71
20	1630,65	275,38	491,85	2397,83
21	1664,85	306,13	425,54	2396,46
22	1701,33	284,97	475,34	2461,49
23	1549,15	269,06	524,35	2342,62
24	1877,96	278,83	415,22	2572,01



Şekil 4.5: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi dağılımı

Yaş faktörünün su ayak izine etkisi gözlemlenmemiştir. Yaşın artmasıyla orantılı olarak su ayak izi artış veya azalış göstermemiştir. Yapılan çalışmanın, 18-24 yaş aralığına uygulanmasının da buna etkisi büyüktür.

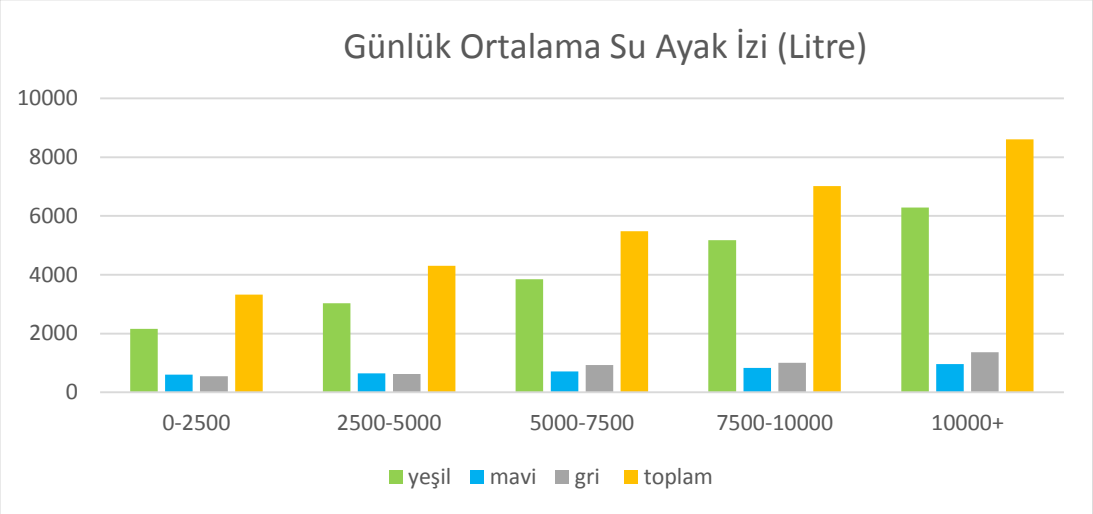
4.2. FAKÜLTELERE GÖRE SU AYAK İZİ SONUÇLARI

4.2.1. Gelir Düzeyine Göre Günlük Ortalama Su Ayak İzi Sonuçları

Tablo 4.7: Mühendislik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre günlük ortalama su ayak izi sonuçları

Günlük Ortalama Su AyakİZi (Litre)				
Gelir Düzeyi (TL)	Yeşil Su Ayak İzi	Mavi Su Ayak İzi	Gri Su Ayak İzi	Toplam Su Ayak İzi
0-2500	2475	301	631	3407
2500-5000	3412	399	890	4700
5000-7500	4046	452	1065	5562
7500-10000	5390	577	1310	7276
10000+	3401	395	870	4665

Mühendislik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre günlük ortalama su ayak izi sonuçları Tablo 4.6'da verilmiştir. Tabloya göre gelir düzeyleri 5 farklı aralıklar şeklinde ayrılmış ve yeşil, gri, mavi su ayak izleriyle ve toplam su ayak iziyle karşılaştırılmıştır. Sonuçta gelir düzeyine göre su ayak izinin dağılımı dağınıklık göstermektedir. Aynı şekilde sonuçlar Şekil 4. 6'da grafik üzerinde ifade edilmiştir.

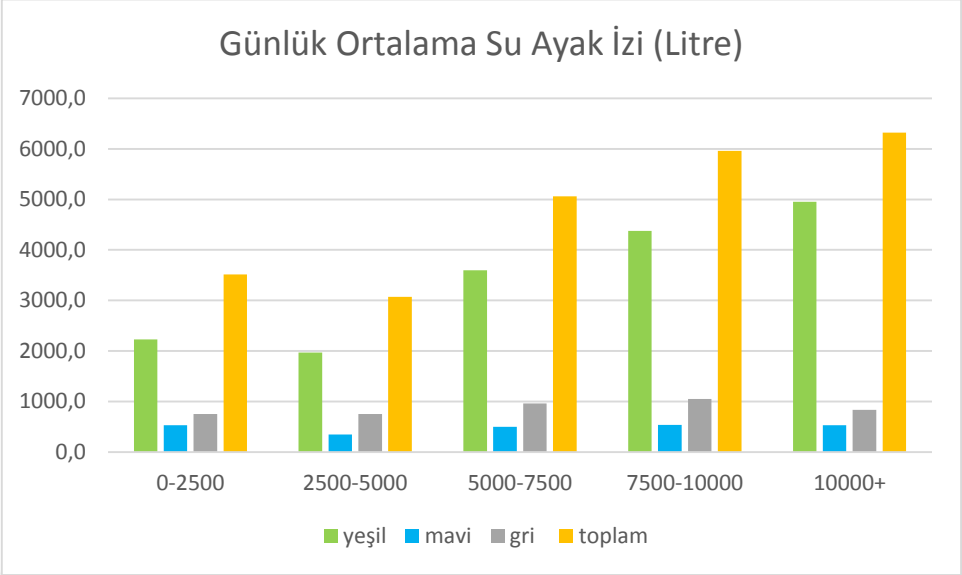


Şekil 4.6: Mühendislik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre günlük ortalama su ayak izi dağılım grafiği

Tablo 4.8: Veterinerlik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre günlük ortalama su ayak izi sonuçları

Gelir Düzeyi (TL)	Yeşil Su Ayak İzi	Mavi Su Ayak İzi	Gri Su Ayak İzi	Toplam Su Ayak İzi
0-2500	2230,4	529,9	755,4	3515,7
2500-5000	1968,7	349,9	753,7	3072,3
5000-7500	3597,3	501,5	967,0	5062,8
7500-10000	4377,3	536,8	1047,6	5961,6
10000+	4953,5	529,5	836,0	6319,0

Veterinerlik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre günlük ortalama su ayak izi sonuçları Tablo 4.9' de verilmiştir. Gelir düzeyinin artmasıyla su ayak izleri çeşitlerinin ve toplam su ayak izinin düzenli olarak artmadığı görülmektedir. Veriler Şekil 4.7 'de grafiksel olarak gösterilmiştir.

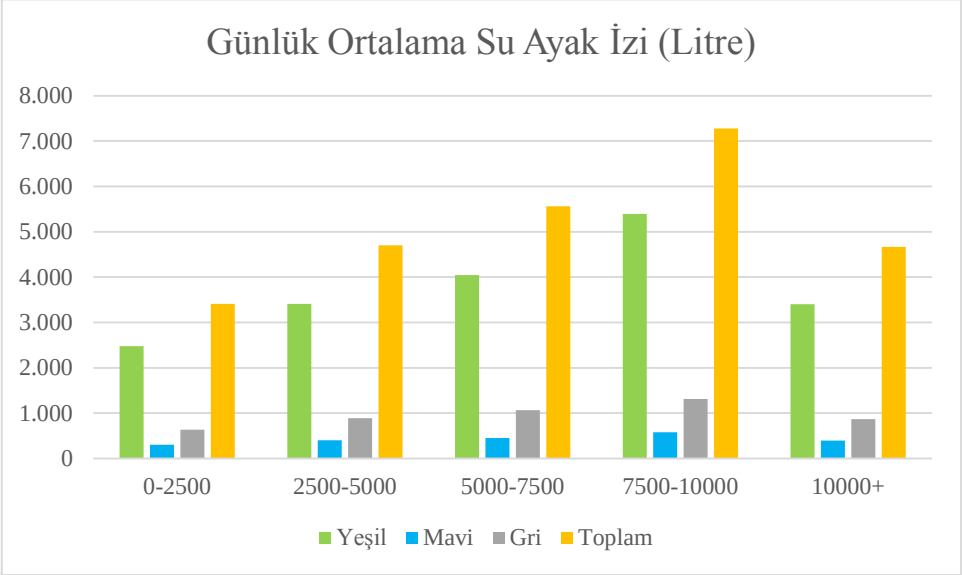


Şekil 4.7: Veterinerlik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre günlük ortalama su ayak izi

Tablo 4.9: Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre günlük ortalama su ayakizi sonuçları

Günlük Ortalama Su Ayak İzi (Litre)				
Gelir Düzeyi (TL)	Yeşil Su Ayak İzi	Mavi Su Ayak İzi	Gri Su Ayak İzi	Toplam Su Ayak İzi
0-2500	2163,14	606,06	549,32	3318,50
2500-5000	3032,99	642,03	626,20	4301,22
5000-7500	3841,21	714,71	922,52	5478,50
7500-10000	5173,48	828,26	1008,47	7010,21
10000+	6289,71	960,85	1359,14	8609,71

Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre günlük ortalama su ayak izi sonuçları Tablo 4.9'da gösterilmektedir. Öğrencilerin gelir düzeyindeki artışlarla karşılaştırıldığında su ayak izi çeşitleri ve toplam su ayak izi miktarlarındaki artışların doğru orantılı olarak artmadığı görülmektedir. Aynı zamanda verilerin grafik üzerindeki ifadesi Şekil 4.8'de verilmiştir.



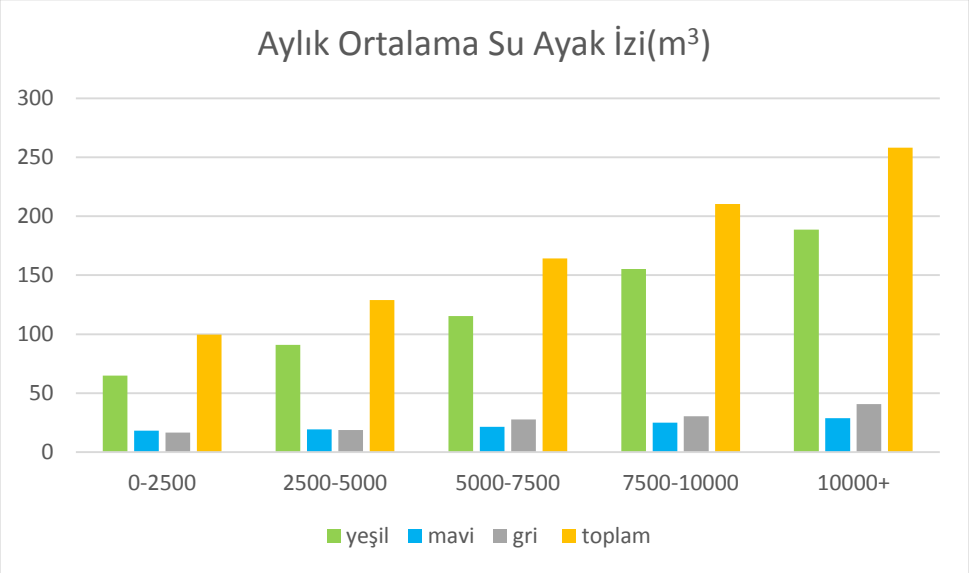
Şekil 4.8: Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre günlük ortalama su ayak izi dağılımı

4.2.2. Gelir Düzeyine Göre Aylık Ortalama Su Ayak İzi Sonuçları

Tablo 4.10: Mühendislik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre aylık ortalama su ayak izi sonuçları

Aylık Ortalama Su Ayak İzi (m^3)				
Gelir Düzeyi (TL)	Yeşil Su Ayak İzi	Mavi Su Ayak İzi	Gri Su Ayak İzi	Toplam Su Ayak İzi
0-2500	64,89	18,80	16,40	99,55
2500-5000	90,98	19,20	18,70	129,70
5000-7500	115,23	21,40	27,60	164,30
7500-10000	155,20	24,80	30,25	210,30
10000+	188,69	28,80	40,70	258,20

Mühendislik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre aylık ortalama su ayak izi sonuçları Tablo 4.10'da ifade edilmiştir. Öğrencilerin gelir düzeyindeki artışlarla karşılaştırıldığında su ayak izi çeşitleri ve toplam su ayak izi miktarlarındaki artışların doğru orantılı olarak artmadığı görülmektedir. Aynı zamanda verilerin grafik üzerindeki ifadesi Şekil 4.9'da gösterilmiştir.

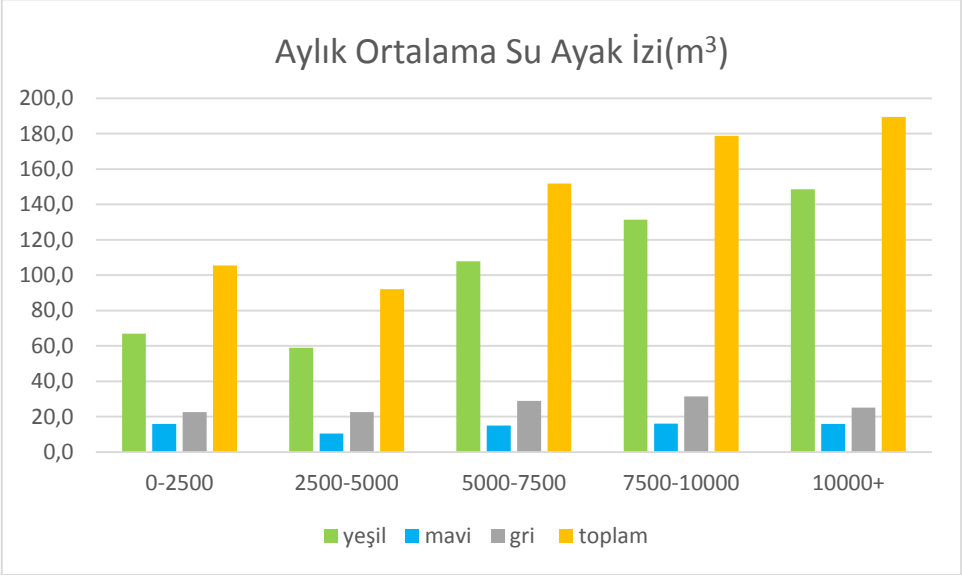


Şekil 4.9: Mühendislik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre aylık ortalama su ayak izi dağılım grafiği

Tablo 4.11: Veterinerlik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre aylık ortalama su ayak izi sonuçları

Aylık Ortalama Su Ayak İzi (m^3)				
Gelir Düzeyi (TL)	Yeşil Su Ayak İzi	Mavi Su Ayak İzi	Gri Su Ayak İzi	Toplam Su Ayak İzi
0-2500	66,9	15,9	22,7	105,5
2500-5000	59,1	10,5	22,6	92,2
5000-7500	107,9	15,0	28,9	151,8
7500-10000	131,3	16,1	31,4	178,8
10000+	148,6	15,9	25,1	189,6

Veterinerlik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre aylık ortalama su ayak izi sonuçları Tablo 4.11'de verilmiştir. Gelir düzeyinin artmasıyla su ayak izleri çeşitlerinin ve toplam su ayak izinin düzenli olarak artış göstermediği görülmektedir. Veriler Şekil 4.10 'da grafiksel olarak gösterilmiştir.

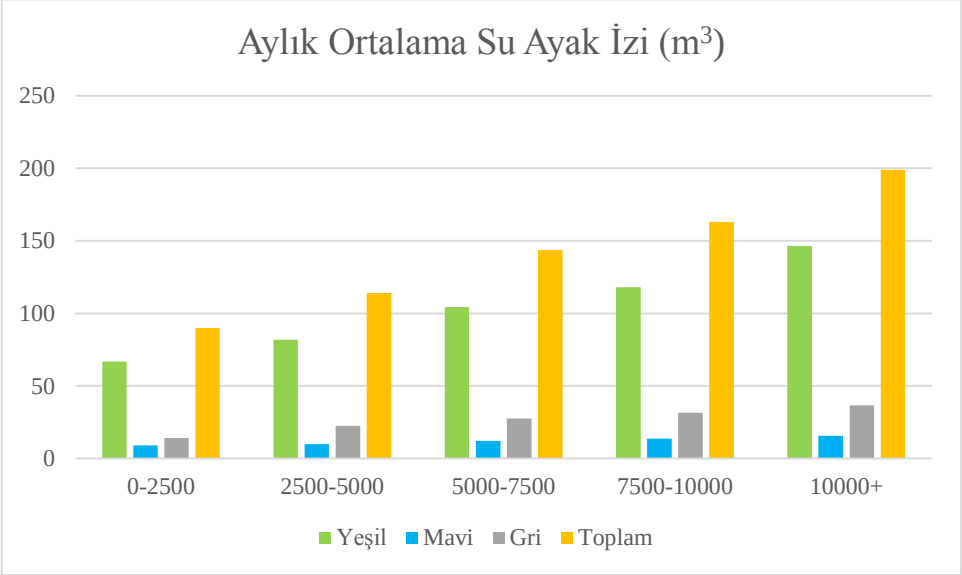


Şekil 4.10: Veterinerlik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre aylık ortalama su ayak izi dağılım grafiği

Tablo 4.12: Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre aylık ortalama su ayak izi sonuçları

Aylık Ortalama Su Ayak İzi (m^3)				
Gelir Düzeyi (TL)	Yeşil Su Ayak İzi	Mavi Su Ayak İzi	Gri Su Ayak İzi	Toplam Su Ayak İzi
0-2500	67	9	14	90
2500-5000	82	10	23	114
5000-7500	104	12	28	144
7500-10000	118	14	31	163
10000+	146	16	37	199

Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre aylık ortalama su ayak izi sonuçları Tablo 4.12'de gösterilmektedir. Öğrencilerin gelir düzeyindeki artışlarla karşılaştırıldığında su ayak izi çeşitleri ve toplam su ayak izlerinin de arttığı görülmektedir. Aynı zamanda verilerin grafik üzerindeki ifadesi Şekil 4.11'de verilmiştir.



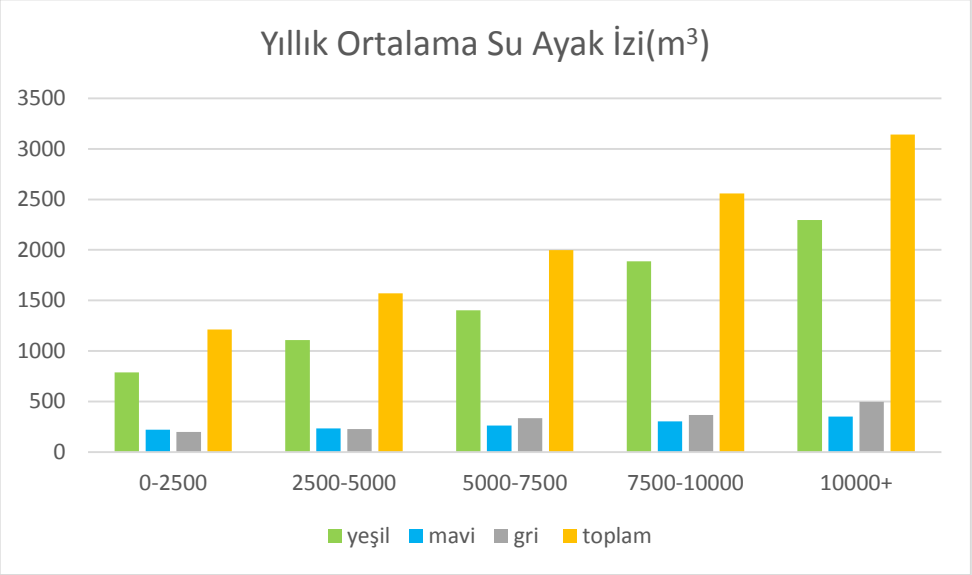
Şekil 4.11: Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre aylık ortalama su ayak izi dağılım grafiği

4.2.3. Gelir Düzeyine Göre Yıllık Ortalama Su Ayak İzi Sonuçları

Tablo 4.13:Mühendislik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları

Yıllık Ortalama Su Ayak İzi (m^3)				
Gelir Düzeyi (TL)	Yeşil Su Ayak İzi	Mavi Su Ayak İzi	Gri Su Ayak İzi	Toplam Su Ayak İzi
0-2500	789,5	221,2	200,5	1211,2
2500-5000	1107,0	234,4	228,6	1569,9
5000-7500	1402,0	260,8	336,7	1999,6
7500-10000	1888,3	302,3	368,1	2558,7
10000+	2295,8	350,7	496,8	3142,5

Mühendislik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları Tablo 4.13'de gösterilmektedir. Öğrencilerin gelir düzeyindeki artışlarla karşılaştırıldığında su ayak izi çeşitleri ve toplam su ayak izlerinin de arttığı görülmektedir. Aynı zamanda verilerin grafik üzerindeki ifadesi Şekil 4.12'de verilmiştir.

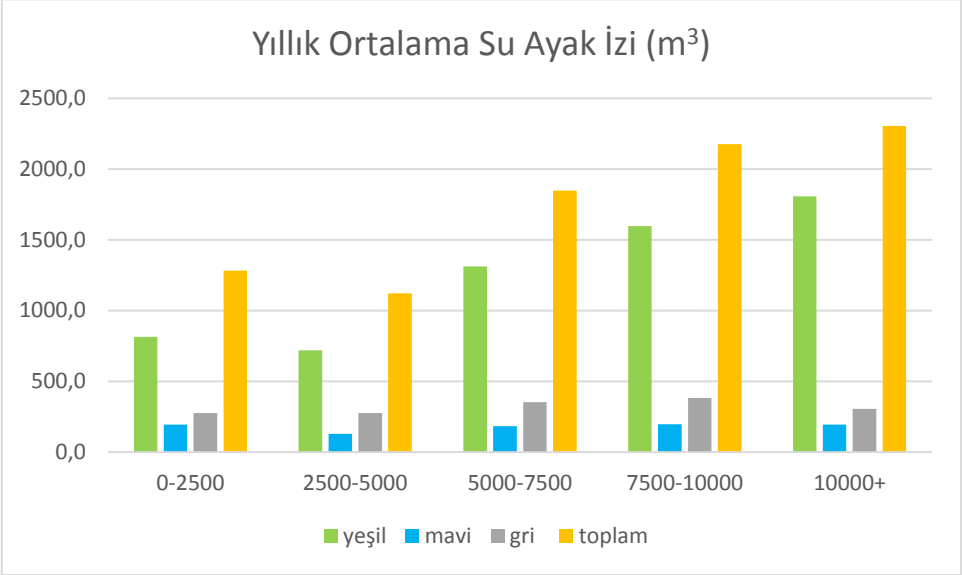


Şekil 4.12: Mühendislik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre yıllık ortalama su ayak izi dağılım grafiği

Tablo 4.14: Veterinerlik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları

Yıllık Ortalama Su Ayak İzi (m^3)				
Gelir Düzeyi (TL)	Yeşil Su Ayak İzi	Mavi Su Ayak İzi	Gri Su Ayak İzi	Toplam Su Ayak İzi
0-2500	814,1	193,4	257,7	1283,2
2500-5000	718,6	127,7	275,1	1121,4
5000-7500	1313,0	183,0	351,9	1847,9
7500-10000	1597,7	195,9	382,4	2176,0
10000+	1808,0	193,3	305,1	2306,4

Veterinerlik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları Tablo 4.14'de gösterilmektedir. Öğrencilerin gelir düzeyindeki artışlarla karşılaştırıldığında su ayak izi çeşitleriden sadece yeşil su ayak izinin ve toplam su ayak izinin doğru orantılı olarak arttığı görülmektedir. Aynı zamanda verilerin grafik üzerindeki ifadesi Şekil 4.13'de verilmiştir.

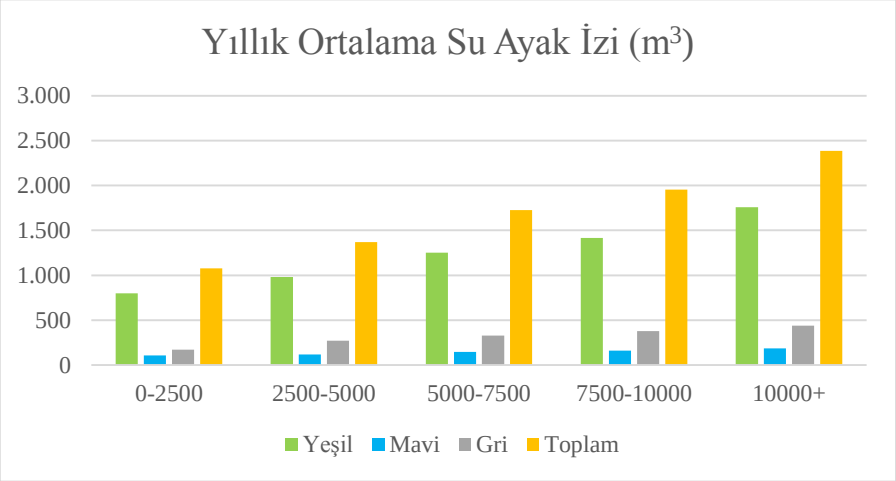


Şekil 4.13: Veterinerlik fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre yıllık ortalama su ayak izi dağılım grafiği

Tablo 4.15: Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları

Yıllık Ortalama Su Ayak İzi (m^3)				
Gelir Düzeyi (TL)	Yeşil Su Ayak İzi	Mavi Su Ayak İzi	Gri Su Ayak İzi	Toplam Su Ayak İzi
0-2500	800	107	170	1078
2500-5000	980	118	271	1370
5000-7500	1252	145	329	1726
7500-10000	1415	162	378	1955
10000+	1759	187	440	2386

Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları Tablo 4.15'de gösterilmektedir. Öğrencilerin gelir düzeyindeki artışlarla karşılaştırıldığında su ayak izi çeşitleri ve toplam su ayak izlerinin de arttığı görülmektedir. Aynı zamanda verilerin grafik üzerindeki ifadesi Şekil 4.14'de verilmiştir.



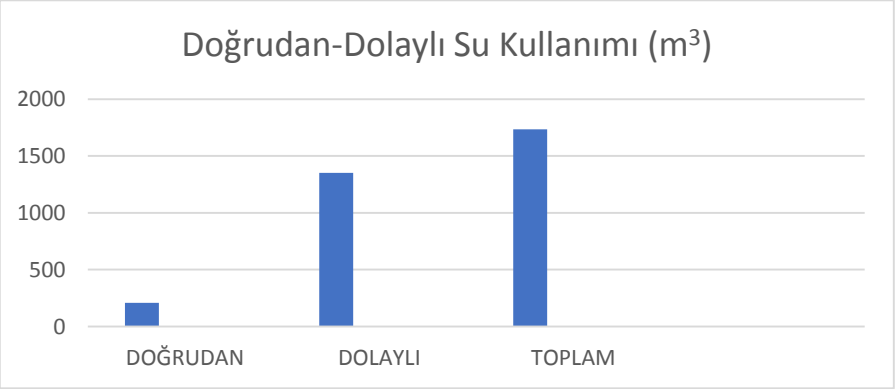
Şekil 4.14: Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin gelir düzeyine göre yıllık ortalama su ayak izi dağılım grafiği

4.2.4. Doğrudan veya Dolaylı Su Kullanımı Sonuçları

Mühendislik fakültesi için yapılan hesaplamaların sonucunda doğrudan ve dolaylı su tüketimleri Tablo 4.16'da verilmiştir. Şekil 4.15'te doğrudan ve dolaylı su tüketimlerinin dağılımı grafik olarak gösterilmiştir.

Tablo 4.16: Mühendislik fakültesi yıllık su ayak izinin doğrudan ve dolaylı su kullanım sonuçları

Doğrudan su kullanımı(m^3)	Dolaylı su kullanımı(m^3)	Toplam su ayak izi(m^3)
207,14	1351,4	1735,87

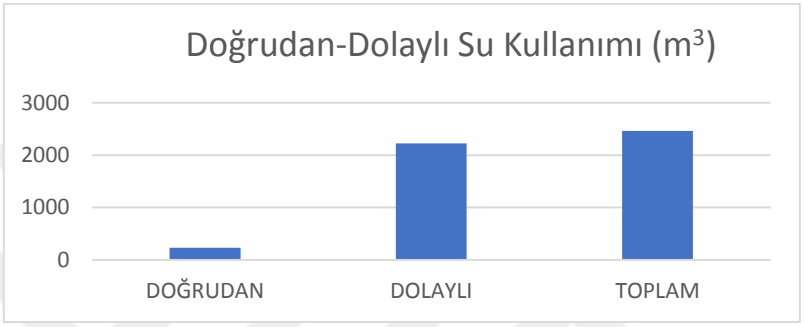


Şekil 4.15: Mühendislik fakültesi yıllık ortalama doğrudan ve dolaylı su kullanımı dağılım grafiği

Veterinerlik fakültesi için yapılan hesaplamaların sonucunda doğrudan ve dolaylı su tüketimleri Tablo 4.17'de verilmiştir. Şekil 4.16'da doğrudan ve dolaylı su tüketimlerinin dağılımı grafiği belirtirmiştir.

Tablo 4.17: Veterinerlik fakültesi yıllık ortalama doğrudan ve dolaylı su kullanım sonuçları

Doğrudan su kullanımı(m^3)	Dolaylı su kullanımı(m^3)	Toplam su ayak izi(m^3)
234,36	2226,8	2461,2

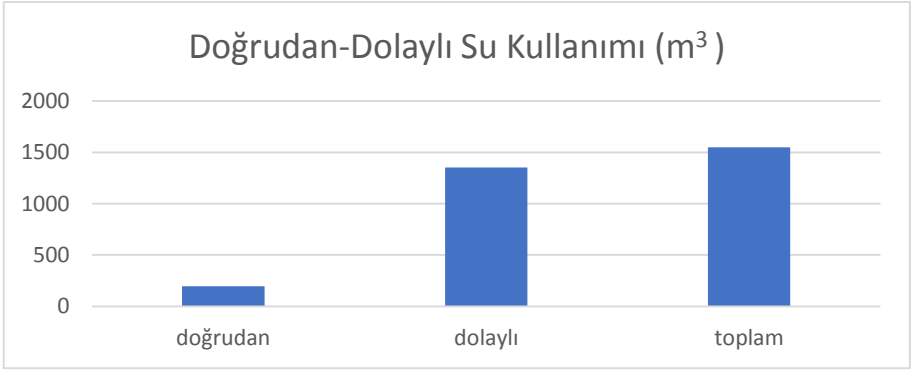


Şekil 4.16: Veterinerlik fakültesi yıllık ortalama doğrudan ve dolaylı su kullanımı dağılım grafiği

Spor Bilimleri Fakültesi için yapılan hesaplamaların sonucunda doğrudan ve dolaylı su tüketimleri Tablo 4.18'de verilmiştir. Şekil 4.17'de doğrudan ve dolaylı su tüketimlerinin dağılım grafiği gösterilmiştir.

Tablo 4.18: Spor bilimleri fakültesi yıllık ortalama doğrudan ve dolaylı su kullanımı sonuçları

Doğrudan su kullanımı(m^3)	Dolaylı su kullanımı(m^3)	Toplam su ayak izi(m^3)
196,79	1351	1544



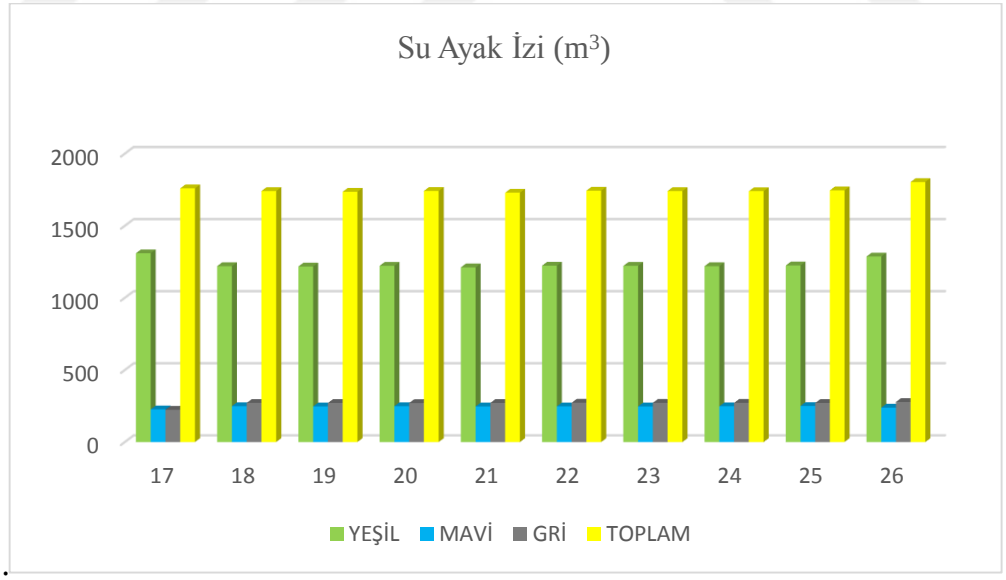
Şekil 4.17: Spor bilimleri fakültesi yıllık ortalama doğrudan ve dolaylı su kullanımı dağılım grafiği

4.2.5. Yaş Faktörüne Göre Su Ayak İzi Sonuçları

Tablo 4.19: Mühendislik fakültesi yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları

Yıllık Su Ayak İzi (m^3)				
Yaş	Yeşil	Mavi	Gri	Toplam
17	1309,240	226,592	223,730	1759,563
18	1219,954	248,940	271,549	1740,442
19	1217,306	246,934	271,087	1735,327
20	1222,375	248,949	270,247	1741,570
21	1211,084	246,844	271,458	1729,386
22	1222,896	247,474	272,731	1743,101
23	1221,959	247,179	271,706	1740,844
24	1219,876	248,245	272,064	1740,185
25	1224,629	249,977	270,904	1745,510
26	1286,726	238,671	277,748	1803,145

Mühendislik fakültesi yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları Tablo 4.19'da verilmiştir. Su ayak izleri yaşlara göre bakıldığında düzenli bir artış göstermemiştir. Ayrıca Mühendislik fakültesinin yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi dağılım grafiği Şekil 4.18'de ifade edilmiştir

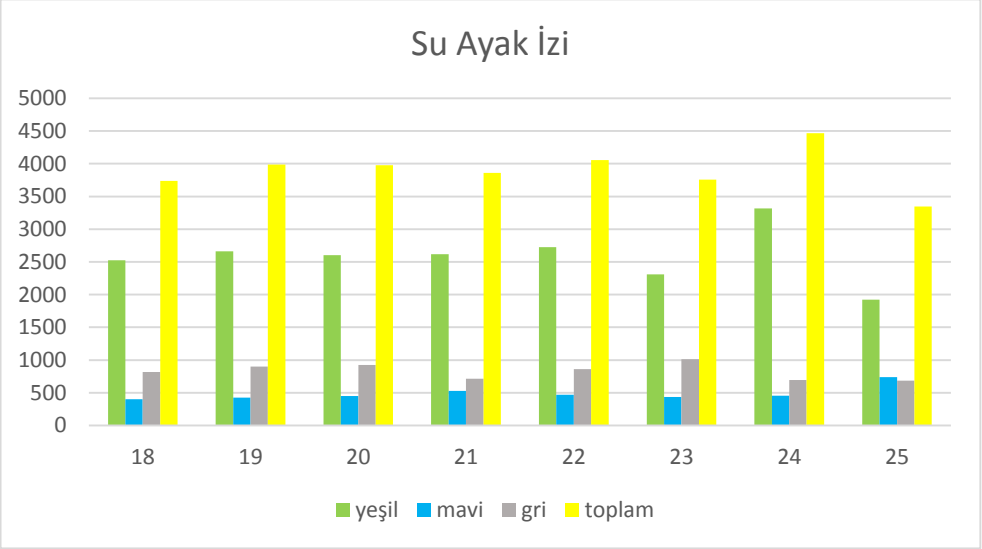


Şekil 4.18: Mühendislik fakültesi yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi dağılım grafiği

Tablo 4.20: Veterinerlik fakültesi yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları

Yıllık Su Ayak İzi (m^3)				
Yaş	Yeşil	Mavi	Gri	Toplam
18	2523,56	399,44	815,78	3738,78
19	2659,00	426,94	900,88	3977,06
20	2605,00	449,18	922,88	3977,06
21	2614,96	530,05	713,32	3858,32
22	2726,39	471,00	860,28	4057,67
23	2308,50	435,00	1014,50	3758,00
24	3318,00	453,00	693,33	4464,33
25	1921,50	741,00	685,00	3347,50

Veterinerlik fakültesi yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları Tablo 4.20'de verilmiştir. Su ayak izleri yaşlara göre bakıldığında düzenli bir artış göstermemiştir. Ayrıca Veterinerlik fakültesinin yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi dağılım grafiği Şekil 4.19'da ifade edilmiştir.

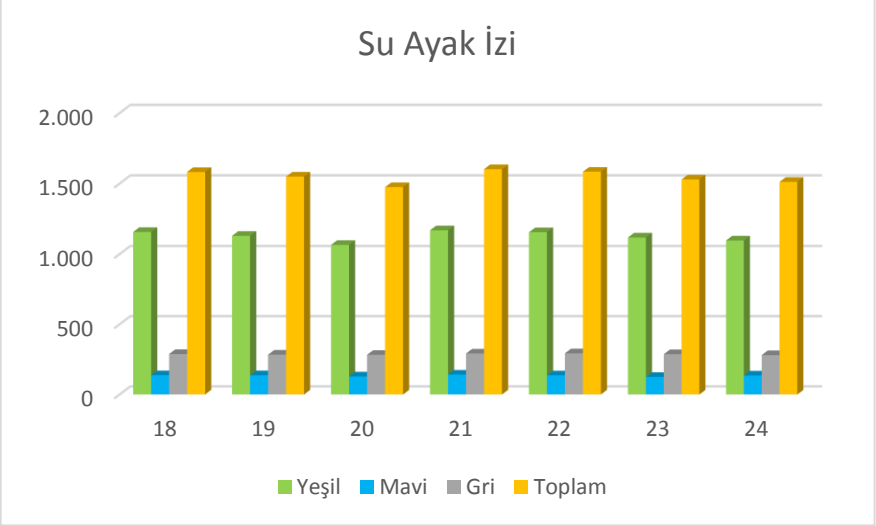


Şekil 4.19: Veterinerlik fakültesi yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi dağılım grafiği

Tablo 4.21: Spor bilimleri fakültesi yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları

Yıllık Su Ayak İzi (m^3)				
Yaş	Yeşil	Mavi	Gri	Toplam
18	1157	137	288	1582
19	1129	137	284	1549
20	1065	128	282	1475
21	1169	142	292	1602
22	1155	136	293	1584
23	1117	125	287	1529
24	1096	135	280	1512

Spor bilimleri fakültesi yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi sonuçları Tablo 4.21'de verilmiştir. Su ayak izleri yaşlara göre bakıldığında düzenli bir artış göstermemiştir. Ayrıca Spor bilimleri fakültesinin yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi dağılım grafiği Şekil 4.20'de ifade edilmiştir.



Şekil 4.20: Spor bilimleri fakültesi yaşa göre yıllık ortalama su ayak izi dağılım grafiği

4.3. SONUÇLARIN SPSS ORTAMINDA ANALİZİ

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Avcılar Kampüsü'nde yapılan anket sonucunda elde edilen veriler SPSS ortamına aktarılarak değerlendirme yapılmıştır. Yaş, gelir, yeşil su ayak izi, mavi su ayak izi, gri su ayak izi olmak üzere 5 farklı değişken seçilmiştir. Ankete katılan öğrenciler aynı kampüs içerisinde yer aldıkları için yaşları ve su ayak izleri birlikte değerlendirilmesi uygun görülmüştür. Gelir 0-2500, 2500-5000, 5000-7500, 7500-10000 ve 10000+ üzeri olarak eklenmiştir. Değişkenler üzerinde normallik testi uygulandığında 5 değişkeninde normal

dağılıma uygunluk göstermediği görülmüş ve karşılaştırma için Spearman Korelasyon Analizi uygulanmıştır. İlk olarak yaşın artmasıyla birlikte su ayak izinin arttığı hipotezi incelenmiştir.

Nonparametric Correlations

[DataSet4]

Correlations

			yesil	mavi	gri	yas
Spearman's rho	yesil	Correlation Coefficient	1,000	,420**	,538**	-,082
		Sig. (2-tailed)	.	,000	,000	,052
		N	559	559	559	559
	mavi	Correlation Coefficient	,420**	1,000	,222**	-,082
		Sig. (2-tailed)	,000	.	,000	,054
		N	559	559	559	559
	gri	Correlation Coefficient	,538**	,222**	1,000	-,066
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	.	,119
		N	559	559	559	559
	yas	Correlation Coefficient	-,082	-,082	-,066	1,000
		Sig. (2-tailed)	,052	,054	,119	.
		N	559	559	559	559

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

Şekil 4.21: Nonparametrik korelasyon analiz tablosu

Değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olması için anlamlılık düzeyinin 0.05 değerinden küçük olması gerekirken, yaş ile diğer değişkenler karşılaştırıldığında anlamlılık düzeyi 0,05 değerinden büyük çıkmış ve değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermiştir.

İkinci değerlendirmede gelir değişkeni eklenerek kısmi korelasyon analizi yapılmış ve yaş sabit değişken olarak seçilmiştir.

Partial Corr

[DataSet4]

Correlations

Control Variables			yesil	gri	mavi	gelir
yas	yesil	Correlation	1,000	,546	,474	,703
		Significance (2-tailed)	.	,000	,000	,000
		df	0	556	556	556
	gri	Correlation	,546	1,000	,303	,570
		Significance (2-tailed)	,000	.	,000	,000
		df	556	0	556	556
	mavi	Correlation	,474	,303	1,000	,392
		Significance (2-tailed)	,000	,000	.	,000
		df	556	556	0	556
	gelir	Correlation	,703	,570	,392	1,000
		Significance (2-tailed)	,000	,000	,000	.
		df	556	556	556	0

Şekil 4.22: Kısmı korelasyon analiz tablosu

Analiz sonuçlarına göre gelir ve su ayak izleri arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Korelasyon kat sayılarına bakıldığında 0,7 ile gelir değişkeninin yeşil su ayak izi arasında kuvvetli 0,6 ve 0,4 ile gri-mavi su ayak izi arasında ise orta oranda ilişki olduğu gösterilmiştir. Böylece gelirin artmasıyla su ayak izi çeşitlerinin bariz bir şekilde arttığı gözlemlenmiştir.

Üçüncü analizde değişkenler birlikte alınarak genel Spearman Analizi uygulanmıştır.

Nonparametric Correlations

[DataSet4]

Correlations

			yesil	mavi	gri	gelir	yas
Spearman's rho	yesil	Correlation Coefficient	1,000	,420**	,538**	,699**	-,082
		Sig. (2-tailed)	.	,000	,000	,000	,052
		N	559	559	559	559	559
	mavi	Correlation Coefficient	,420**	1,000	,222**	,368**	-,082
		Sig. (2-tailed)	,000	.	,000	,000	,054
		N	559	559	559	559	559
	gri	Correlation Coefficient	,538**	,222**	1,000	,584**	-,066
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	.	,000	,119
		N	559	559	559	559	559
	gelir	Correlation Coefficient	,699**	,368**	,584**	1,000	-,089*
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	.	,036
		N	559	559	559	559	559
	yas	Correlation Coefficient	-,082	-,082	-,066	-,089*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,052	,054	,119	,036	.
		N	559	559	559	559	559

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

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

Şekil 4.23: Spearman korelasyon analiz tablosu

Elde edilen sonuçlar değişmemiş aynı sonuçlar gözlemlenmiştir. Yaşın artması su ayak izini arttırmazken gelir düzeyinin artmasıyla genel su ayak izi artmaktadır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Hayatın temelini oluşturan suyun Dünya'daki toplam miktarı 1,4 milyar 350 milyon km^3 olmasına rağmen % 97,5'i tuzlu su olduğundan tüketimine uygun değildir. Geriye kalan tatlı su kaynaklarının da birçoğu yeraltında ya da buzullarda bulunması nedeniyle canlıların doğrudan yararlanabileceği elverişli tatlı su miktarı oldukça azdır. Bununla birlikte Dünya nüfusunun giderek artması ve su talebinin de beraberinde artması nedeniyle zaten az olan tatlı su kaynakları kontrolsüzce tüketilmektedir. Su kaynaklarının sürdürülebilir olması için yapılması gereken su ayak izi hesaplamalarıdır.

Dünya'da tatlı su kaynakları adil bir dağılıma sahip değildir. Falkenmark indeksine göre oldukça fazla nüfusa sahip olan bölgelerin içerdikleri fazla su kaynaklarıyla su stresi yaşamazken, az nüfusa sahip olan ülkelerin ise az su kaynağı nedeniyle su stresi çektikleri görülmektedir. Hatta az nüfus ve fazla su kaynağına sahip olan ülkeler su zengini sayılabilmektedir. Su kaynaklarının yeterliliğinin en iyi göstergesi, yıllık kişi başına düşen tatlı su hacmidir. Kıtalardaki su stres seviyeleri karşılaştırıldığında oldukça farklıdır. Aynı zamanda hem beşeri hayatın hem de ekonomik sistemin vazgeçilmez kaynağı olan su, ülkeler arası sanal su ticareti düşünüldüğünde tedarik zincirinde kullanılmasıyla ihraç ve ithal edilmektedir. Bu nedenle ülkelerin ekonomik devamlılığının sağlanabilmesi için tatlı su kaynaklarını akıllıca kullanmaları gerekmektedir. Bir ülkenin su ayak izi toplumun tükettiği malların ve hizmetlerin üretimi için kullanılan veya üreticinin mal ve hizmet üretimi için kullandığı toplam temiz su kaynaklarının miktarıdır.

Sektör bazında gelişmişlik düzeyine göre değişen su kullanımı olmasına rağmen küresel olarak tüketimde tarımsal faaliyetler birinci sırada gelmektedir. Su tarım sektöründe artan nüfusla birlikte gıda talebini karşılamak için kullanılırken, ekonominin tarıma dayalı olduğu gelişmemiş-gelişmekte olan ülkelerde geçim kaynağı olarak görülmektedir. Tatlı su kaynaklarının tüketimi tarımda daha çok sulamadan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle tarım arazilerinin belirli sınırlar içerisinde tutulması ve geleneksel sulama yerine, sulamada modern sulama sistemlerinin (damlama ve yağmurlama) tercih edilmesi özellikle yeraltı su kaynaklarının korunması için önemlidir. Damla sulama yöntemiyle, salma sulamadakiyle aynı miktarda su kullanılarak üç kata kadar fazla alan sulanabilmekte böylece susuzluktan nadasa bırakılan tarım alanları üretime kazandırabilmektedir ve daha fazla gelir elde edilmesine olanak

sağlamaktadır (Westarp ve ark. 2003). Artan nüfusun gıda talebini karşılamak için yapılan üretimde yoğun su içeren ürünlerin daha çok tercih edilmesi küresel olarak su kaynaklarında baskı oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalarda ülke bazında değil de havza kaynaklı düşünülerek su stresi olan yerlerde daha az su ayak izine sahip ürünlerin tercih edilmesi gerektiği gösterilmiştir.

Endüstriyel su kullanımına bakıldığında ikinci sırada ve daha çok gelişmişlik düzeyi yüksek ülkelerde daha fazla olduğu görülmektedir. Gün geçtikçe artan enerji ihtiyacını karşılamak için ve üretim için kullanılmaktadır. Endüstriyel su tüketimi gri suya karşılık gelmekte ve artan sanayi sektörleriyle gelecekte tatlı su kaynakları için tehlike yaratacağı düşünülmektedir. Tatlı su kaynakları tüketim sonucu azalmakla beraber, zaten az olanın da kirlenmesiyle elverişsiz hale gelmesi söz konusudur. Bu nedenle su arıtımı var olan suyun korunması için oldukça önemlidir. Gelişmişlik düzeyi yüksek ülkelerde ileri su arıtma sistemleri kullanılarak suyun korunması sağlanırken, gelişmekte olan ve gelişmemiş ülkelerde ise daha sınırlı arıtım söz konusudur.

Bir yandan su kirliliği temel olarak insan, endüstri ve tarım faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Fabrika çiftliklerinde üretilen binlerce hayvan ve onların oluşturmuş oldukları atıklar gübre olarak kullanılmakta ya da lagünlerde biriktirilmektedir. Buralarda meydana gelen sızmalar sonucu yeraltı - yerüstü tatlı su kaynaklarına karışan atıklar ve içerdikleri kimyasallar, nitrat, fosfat gibi maddeler sonucu tehlikeli sonuçlar doğurmaktadırlar. Bu nedenle endüstriyel hayvan tesisleri yerine organik et tercih edilebilinir. Ayrıca tarım üretiminde, bitkilerin büyümesini hızlandırmak için kullanılan gübrelerin, aşırı fosfat, azot, pestisit ve ağır metalleri içermesi de aynı sorun teşkil etmektedir. Sızma sonucu tatlı su kaynaklarına ulaşmasıyla insan sağlığını tehdit etmektedir.

Bunların yanı sıra evsel su tüketim diğer sektörlere oranla oldukça azdır. Günlük hayatta kullandığımız sudur ve gri su ayak izi oluşturmaktadır. Evsel su tüketimi diğerlerine göre az olmasına rağmen günlük bireysel alışkanlıklarımızı değiştirip bilinçli tercihler yaptığımızda büyük farklar yaratabileceğimiz görülmektedir. Bu nedenle bilinçlendirmeyi arttırmak adına çalışmalar yapılması önemlidir.

Falkenmark indeksine göre ülkemiz su zengini değil, su stresi çeken bir ülkedir. Havza bazlı incelendiğinde su stres seviyelerinin birbirinden farklı olduğu bilinmektedir. Bunun temel nedenlerinden biri nehir havzalarındaki suyun ve bu suyu kullanan nüfusun dağılımındaki farklardan kaynaklanmaktadır. Nüfusun az olan bölgelere dağılması su kıtlığını önleyebilecek eylemlerdendir.

Sektörlere göre su kullanımına bakıldığında ise küresel kullanıma paralel olarak tarımsal su tüketimin fazla olduğu görülmektedir. Ülkedeki üretim ve tüketim su ayak izlerinin % 80'i iç su kaynaklarına dayanırken, üretimin su ayak izinin yaklaşık olarak % 90'ı tarım sektöründen kaynaklanmaktadır. Tatlı su kaynaklarının korunması ülke ekonomisini direkt olarak etkilemektedir. Üretim su ayak izinin ise büyük bir bölümünü yeşil su ayak izi oluşturmakta ve bu iklimin bizim için oldukça önemli olduğunu göstermektedir. Bu alanda çölleşme ve erozyonu önlemek için ağaçlandırma çalışmaları yapılması önemlidir. En çok su kaybımız tarımda geleneksel sulama yöntemlerini tercih etmemiz ve modern sulama sistemlerini (yağmurlama ve damlama sistemleri) oldukça az kullanmamızdan kaynaklanmaktadır. Bunun yanı sıra zaten su stresi yaşayan bölgelerde su yoğunluğu fazla olan ürünlerin ekilmesi başka bir sorun teşkil etmektedir. Havzaların su içeriğiyle çevresinde yetiştirilen ürünlerin su ayak izi paralel olmalıdır. Ayrıca tarım alanlarının belirli seviyelerde tutulması gereksiz sulamayı engelleyeceği gibi tarımsal üretimin küçük alanlarda daha verimli olmasını sağlayacaktır.

Sanayileşmenin belli bölgelerde kümeleşmiş olması su kaynakları az olan bölgelerde su stresinin yanı sıra su kirliliğinin de artmasına neden olmaktadır. Özellikle batı bölgesinde sanayileşme lojistik nedenlerden dolayı havalimanı veya denize yakındır. Nüfusun da fazla olmasıyla bu bölgede kesin kıtlık görülmektedir. Ayrıca gün geçtikçe artan enerji ihtiyacını karşılamak için kurulan enerji sektörleri su kaynaklarını yoğun olarak kullanmaktadırlar. Termik santrallerin yerine olası çözümlerin üretilmesi gerekmektedir. Sanayileşmeyle artan kirlilik zaten az miktarda bulunan su kaynaklarının elverişsiz hale gelmesine neden olacaktır bu nedenle ileri arıtma sistemleri kullanılması gereklidir.

Evsel su tüketim miktarının toplam kullanılan suya oranı yaklaşık % 10 civarındadır ve su kaybının en az olduğu sektördür. Buna rağmen önlemlerin alınması su kıtlığıyla savaşmada önemlidir. Evsel su kullanımının azalmasında hepimize bireysel görevler düşmektedir. Yaptığımız tercihlerle su kıtlığının önüne geçebiliriz ve bunu sağlamanın yolu bilinçlendirme çalışmalarından geçmektedir.

Bu nedenle çalışmada özellikle üniversite dönemindeki kazanım ve farkındalıkların, hayat boyu sürecek bir değişim başlatabileceğini düşünerek, üniversite öğrencileri seçilmiştir. Böylece İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Avcılar kampüsü öğrencilerinin Su Ayak İzlerinin hesaplanması ile elde edilecek bulgulardan üniversite öğrencileri çevresel farkındalığın artırılması amaçlanmıştır. Araştırma 2018-2019 yıllarında eğitim gören Mühendislik Fakültesi, Veterinerlik Fakültesi ve Spor Bilimleri Fakültesi olmak üzere toplam 3 fakülteye ve 559 öğrenciye bireysel Su Ayak İzi Anketi uygulanmış ve İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa öğrencilerinin su ayak izi profili oluşturulmuştur. Su ayak izi değerleri oluşturulurken web adresindeki su ayak izi hesaplama motorunda bulunan (https://www.abprojeyonetimi.com/su-ayakizi/) soruların doküman halinde çıktısı alınmış, bireylere anket şeklinde doldurtulmuştur. Her bireyin cevaplarının tek tek bu hesaplama motoruna girilerek su ayak izleri hesaplanmıştır. Sonuçlar excel tablosu oluşturularak değerlendirme yapılmıştır. Yaş, gelir, yeşil su ayak izi, mavi su ayak izi, gri su ayak izi olmak üzere 5 farklı değişken seçilmiştir. Gelir 0-2500,2500-5000, 5000-7500, 7500-10000 ve 10000+ üzeri olarak eklenmiştir. Ankete katılan öğrencilerin ilk başta toplam su ayak izleri bulunmuş daha sonra öğrenim gördükleri fakültelere göre ayrı olarak gün, ay, yıl cinsinden değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Avcılar Kampüsü öğrencilerinin yıllık ortalama kişi başına düşen su ayak izi 1848,78 m^3 olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplanan değer, 2014 yılı değerlerine göre Türkiye'nin yıllık birey başına düşen su ayak izi olan 1519 m^3 değerinin % 21 üzerinde seyretmektedir. Yıllık yeşil su ayak izi 1329 m^3, mavi su ayak izi 199 m^3, gri su ayak izi 1849 m^3 olarak hesaplanmıştır. Su ayak izleriyle gelir düzeyleri karşılaştırıldığında gelir düzeyi arttıkça toplam su ayak izinin arttığı gözlemlenmiştir. En büyük artış yeşil ve gri su ayak izinde olmuştur. Mavi su ayak izinde büyük bir artış olmamıştır. Yapılan çalışmaya göre, öğrencilerin su ayak izini oluşturan en büyük bileşenin gıda kaynaklı olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun nedeni olarak yeşil su ayak izinin en çok gıda ürünlerinin üretilmesi aşamasında kullanılmasıdır. Gelir düzeyi arttıkça doğrudan ve dolaylı su tüketiminin arttığı gözlemlenmiştir. Dolaylı su kullanımın, doğrudan su kullanımına göre daha fazla olması gıda tüketimiyle ilişkilendirilmiştir. Öğrencilerinin 18-24 yaş aralığında yaşlara göre gruplandırılıp su ayak izi sonuçları karşılaştırıldığında ise yaşların artışıyla toplam su artarken, yeşil, mavi gri su ayak izlerinin ise doğru orantılı olarak artmadığı görülmektedir. Yaş faktörünün su ayak izine etkisi gözlemlenmemiştir. Yaşın artmasıyla orantılı olarak su ayak

izi artış veya azalış göstermemiştir. Yapılan çalışmanın, 18-24 gibi kısa yaş aralığının da seçilmesinin buna etkisi büyüktür.

Ayrıca anketlerden elde edilen veriler IBM SPSS ortamına aktarılarak, değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı değerlendirilmiştir. Ankete katılan öğrenciler aynı kampüs içerisinde yer aldıkları için yaşları ve su ayak izleri SPSS ortamında birlikte değerlendirilmesi uygun görülmüştür. Değişkenler üzerinde normallik testi uygulandığında 5 değişkeninde normal dağılıma uygunluk göstermediği görülmüş ve karşılaştırma için Spearman Korelasyon Analizi uygulanmıştır. İlk olarak yaşın artmasıyla birlikte su ayak izinin arttığı hipotezi incelenmiştir ve değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermiştir. İkinci değerlendirmede gelir değişkeni eklenerek kısmi korelasyon analizi yapılmış ve yaş sabit değişken olarak seçilmiştir. Analiz sonuçlarına göre gelir ve su ayak izleri arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Böylece gelirin artmasıyla su ayak izi çeşitlerinin bariz bir şekilde arttığı gözlemlenmiştir.

Üçüncü analizde değişkenler birlikte alınarak genel Spearman Analizi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar değişmemiş aynı sonuçlar gözlemlenmiştir. Yaşın artması su ayak izini arttırmazken gelir düzeyinin artmasıyla genel su ayak izi artmaktadır.

Çalışmanın sonunda öğrencilerin su ayak izinin Türkiye ve Dünya ortalamasının 2014 yılının kişi başına düşen su ayak izi miktarlarıyla karşılaştırdığımızda (1243 m^3) oldukça üzerinde seyrettiği görülmektedir. Türkiye kişi başına düşen su miktarı 1422 m^3 iken, anket sonucu çıkan su ayak izi miktarını karşılaması çok zordur. Bu nedenle hemen önlem alınmazsa sonuçlar bizi için çok ağır olabilir. Çalışma sonucunda öğrencilere su ayak izi anlatılmış ve hayatımızda ufak değişiklikler yaparak ne büyük etkiler oluşturabileceğimiz hakkında bilgiler verilmiştir. Gıda su ayak izi fazla çıkması nedeniyle şunlar yapılabilinir.

Beslenmemizi protein ağırlıklı değil daha az su ayak izine neden olacak şekilde değiştirebiliriz. Tüketeceğimiz et ürünlerini endüstriyel çiftliklerden değil mera hayvanlarından karşılayabiliriz. Hem su kaynaklarımızın kirlenmesini biraz olsun önlemiş oluruz, hem de yoğun su içeren yemlerin üretimi azalacağı için tarımda kullanılan su miktarını düşürmüş oluruz. Paket gıdalar her zaman daha fazla su ayak izi içerirler. Üretiminden paketlenmesine ve bize ulaşıncaya kadar geçen sürede su ayak izi artar. Bu nedenle doğal ürünleri tüketebiliriz ve attığımızı her gıda su ayak izi içerir, her zaman ihtiyacımız kadarını tüketirsek gelecekte

ihtiyacımız olan suyumuzu çöpe atmamış oluruz. Günlük hayatımızda su kullanarak gerçekleştirdiğimiz faaliyetlerimizde geleceği düşünerek su kullanımını ihtiyacımız kadarına indirebiliriz.

KAYNAKLAR

Atalık, A., 2006. Küresel Isınmanın Su Kaynakları ve Tarım Üzerine Etkileri. Bilim ve Ütopya, 139: 18-21.

Brown, A., & Matlock, M. D. (2011), A review of water scarcity indices and methodologies. url:http://www.sustainabilityconsortium.org/wpcontent/themes/sustainability/assets/pdf/white papers/2011_Brown_Matlock_Water-Availability-Assessment-Indices-and-Methodologies-Lit-Review.pdf adresinden alındı.

Burkholder, JoAnn et al. "Impacts of Waste from Concentrated Animal Feeding Operations on Water Quality." Environmental Health Perspective, 115(2): 308-312 (February 2007), https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1817674/ adresinden alındı.

Campbell, N.A. and Reece, J.B., 2008, Su ve Çevrenin Canlılar İçin Uygunluğu, Biyoloji, In Prof. Dr. Gündüz, E. (ed.), Prof. Dr. Demirsoy, A. (ed.), Prof. Dr. Türkan, İ. (ed.), Chapter 1, Palme Yayıncılık, Ankara, ISBN:0-8053-6624-5, 41-50

Campbell, N.A. and Reece, J.B., 2008, Zar Yapısı ve İşlevi, Biyoloji, In Prof. Dr. Gündüz, E. (ed.), Prof. Dr. Demirsoy, A. (ed.), Prof. Dr. Türkan, İ. (ed.), Chapter 2, Palme Yayıncılık, Ankara, ISBN:0-8053-6624-5, 138-139

Chapagain, Ashoak and James, Keith. "The water and carbon footprint of household food and drink waste in the UK." World Wildlife Fund, March 2011, http://waterfootprint.org/media/downloads/Water-and-carbon-footprint-food-and-drink-waste-UK-2011_1.pdf adresinden alındı.

Environmental Working Group. "Exposing Fields of Filth: Landmark Report Maps Feces-Laden Hog and Chicken Operations in North Carolina." EPA, June 21, 2016, https://www.ewg.org/research/exposing-fields-filth#.W7JtLRNKjBI adresinden alındı.

Gleeson, T., Wada, Y., Bierkens, M. F. P. & van Beek, L. P. H. Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint. Nature 488, 197–200 (2012).

Goss, Scott. “DNREC finds high levels of fecal coliform at Sussex plant.” Delaware Online, November10,2017,https://www.delawareonline.com/story/money/business/2017/11/10/mount aire-farms-polluting-sussex-county-groundwater-state-says/848548001/adresinden alındı.

Hribar, Carrie. “Understanding Concentrated Animal Feeding Operations and Their Impact on Communities.” National Association of Local Boards of Health, 2010, https://www.cdc.gov/nceh/ehs/docs/understanding_cafos_nalboh.pdf adresinden alındı.

Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). The Water Footprint Assesment Manual. Londra: Routledge.

Hoekstra, Arjen Y. “The hidden water resource use behind meat and dairy.” Twente Water Centre, 2014, http://waterfootprint.org/media/downloads/Hoekstra-2012-Water-Meat-Dairy.pdf adresinden alındı.

Hoekstra, A.Y., 2003 (ed.). Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Value of Water Research Report Series, No.12, UNESCO-IHE.

Mekonnen MM, Hoekstra AY. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. (UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands) Value of Water Research Report Series. No. 47, UNESCO-IHE, 2010.

Jacobson, M., 2012, Water scarcity prompts water self-sufficiency, Singapore water management. https://wwf.panda.org/?204587/Singapore adresinden alınmıştır.

Karşılı. C. 2011. Türkiye’nin Su Havzalarında Kişi Başına Düşen Su Miktarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Analizi. Anakara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Ankara

King, Carey W. and Webber, Michael E. “Water Intensity of Transportation.” Environmental Science&Technology,42(21),pp78667872(2008),http://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/es80036 7m adresinden alındı.

Lee, S.H., Yoo, S.H., Choi, J.Y., Mohtar, R.H., 2016, Evaluation of external virtual water export and dependency through crop trade: an Asian case study, DOI 10.1007/s10333-016-0569-4

Penn State Extension. “Nitrates in Drinking Water.” Penn State, August 27, 2015, https://extension.psu.edu/nitrates-in-drinking-water adresinden alındı.

Pierre-Louis, Kendra. “Lagoons of Pig Waste Are Overflowing After Florence. Yes, That’s as Nasty as It Sounds.” The New York Times, September 19, 2018, https://www.nytimes.com/2018/09/19/climate/florence-hog-farms.html adresinden alındı.

Rahman, Shafiqur et al. “Manure Spills: What You Need to Know and Environmental Consequences.” North Dakota State University Extension Service, 2011, https://www.ag.ndsu.edu/manure/documents/nm1555.pdf adresinden alındı.

Randall, DJ. “Ammonia toxicity to fish.” Marine Pollution Bulletin, 45(1-12), 17-23 (September 2002), https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X02002278 adresinden alındı.

Simon Damkjaer, R. T. (2017). Su Kıtlığının Ölçülmesi: Anlamlı Bir Gösterge Tanımlanması. AMBIO, 513–531.

Turan, E., 2017, Türkiye’nin Su Ayak İzi Değerlendirmesi, 2. Uluslararası Su Ve Sağlık Kongresi

TSKB Ekonomik Araştırmalar (2015), Su Kıtlığının Ölçülmesi: Anlamlı Bir Gösterge Tanımlanması

TSKB Ekonomik Araştırmalar EUROSTAT (2015), Dünya Bankası (2015)

TSKB Ekonomik Araştırmalar Raporu, (2019)

UNDESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs). 2017. World Population Prospects: Key Findings and Advance Tables – The 2017 Revision. Working Paper No. ESA/P/WP/248. New York, UNDESA, Population Division.

WFaS, W. F. a. S. (2013). Project Group Meeting - 30th Sep – 2nd Oct 2013. Laxenburg, Austria, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA).

Water Footprint Network. “Water footprint of crop and animal products: a comparison.” Water Footprint Network, 2011.http://waterfootprint.org/en/water-footprint/product-water-footprint/water-footprint-crop-and-animal-products/ adresinden alındı.

Water Footprint Network. “Product gallery.” Water Footprint Network, 2017., http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/product-gallery/ adresinden alındı.

Westarp, S., Chieng, S., Schreier, H., 2003. A comparison between low-cost drip irrigation, conventional drip irrigation, and hand watering in Nepal. Agricultural Water Management 64 (2004) 143-160.

WFN. (2018). national water footprint statics. water footprint network: https://waterfootprint.org/en/ adresinden alındı. World Water Development Report.

WWF.2014. Türkiye’nin Su Riskleri Raporu. İstanbul. Url: http://awsassets. wwftr.panda.org/downloads/turkiyenin_su_riskleri__raporu_web.pdf.

Tekdüzen Kaynak Bulucu Listesi URL (Uniform Resource Locator)

URL1:https://i0.wp.com/sitn.hms.harvard.edu/wp-content/uploads/2019/09/image3.jpg?resize=1024%2C286 [Ziyaret Tarihi: 30.11.2019]

URL2:http://sitn.hms.harvard.edu/uncategorized/2019/biological-roles-of-water-why-is-water-necessary-for-life/ [Ziyaret Tarihi: 30.11.2019]

URL3:http://sitn.hms.harvard.edu/uncategorized/2019/biological-roles-of-water-why-is-water-necessary-for-life/ [Ziyaret Tarihi: 30.12.2019]

URL4:https://www.technologyreview.com/s/422605/water-solves-protein-folding-problem/ [Ziyaret Tarihi:17.12.2019]

URL5:https://cdn.technologyreview.com/i/legacy/protein_folding.png?sw=2500 [Ziyaret Tarihi: 22.19.2019]

URL6:https://i0.wp.com/sitn.hms.harvard.edu/wpcontent/uploads/2019/09/image3.jpg?resize=768%2C214 [Ziyaret Tarihi:12.01.2020]

URL7:https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/su-d-ng-s-water-cycle-turkish?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects [Ziyaret Tarihi:07.12.2019]

URL8: https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/fundamentals-water-cycle?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects [Ziyaret Tarihi: 18.12.2019]

URL9: https://www.wikiwand.com/en/Water_resources [Ziyaret Tarihi: 18.12.2019]

URL10:https://www.journalagent.com/turkhijyen/pdfs/THDBD_74_SUP_SU_KONGRESI_55_62.pdf [Ziyaret Tarihi: 30.11.2019]

URL11: http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/su_ayak_izi_raporweb.pdf [Ziyaret Tarihi:16.12.2019]

URL12: https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/su-ayak-iziniz-ne-kadar-buyuk/ [Ziyaret Tarihi:13.11.2019]

URL13: https://miro.medium.com/max/1200/1*QzCJ_4nlwrMk9dXUeJDBKw.jpeg [Ziyaret Tarihi: 23.09.2019]

URL14: https://waterfootprint.org/en/water-footprint/personal-water-footprint/ [Ziyaret Tarihi:18.12.2019]

URL15: https://waterfootprint.org/en/water-footprint/national-water-footprint/ [Ziyaret Tarihi: 18.12.2019]

URL16: https://waterfootprint.org/en/water-footprint/business-water-footprint/ [Ziyaret Tarihi:13.11.2019]

URL17: http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/su_ayak_izi_raporweb.pdf [Ziyaret Tarihi: 23.09.2019]

URL18: https://fs-1.5mpublishing.com/images/water_build/blue_water_visual.jpg [Ziyaret Tarihi:23.10.2019]

URL19: https://waterfootprint.org/en/water-footprint/what-is-water-footprint/ [Ziyaret Tarihi:10.10.2019]

URL20: https://fs-1.5mpublishing.com/images/water_build/green_water-diagram.jpg [Ziyaret Tarihi: 12.09.2019]

URL21: https://fs-1.5mpublishing.com/images/water_build/grey_diagram.jpg [Ziyaret Tarihi: 09.01.2020]

URL22: https://sutema.org/resources/CategoryItem/ImageFile/2015-11-25_21-01-21-223%202-7_l.png [Ziyaret Tarihi:17.12.2019]

URL23: https://fs-1.5mpublishing.com/images/water_build/water_home_visual.jpg [Ziyaret Tarihi:17.12.2019]

URL24: https://ourworldindata.org/grapher/freshwater-withdrawals-as-a-share-of-internal-resources?time=2014&country [Ziyaret Tarihi:04.06.2019]

URL25: https://waterfootprint.org/media/medialibrary/2015/04/WFNational1.png?e=1

URL26:https://www.wikiwand.com/en/Water_footprint [Ziyaret Tarihi:24.11.2019]

URL27:https://waterfootprint.org/en/water-footprint/national-water-footprint/ [Ziyaret Tarihi:09.10.2019]

URL28: https://worldwaterexchange.com/water-footprint-per-capita-per-year-m3/ [Ziyaret Tarihi: 31.12.2019]

URL29:https://slideplayer.biz.tr/slide/3000244/11/images/26/Kişi+Başına+Düşen+Tüketimin+Su+Ayak+İzi.jpg [Ziyaret Tarihi: 31.12.2019]

URL 30: https://ourworldindata.org/grapher/annual-freshwater-withdrawals?tab=chart&year=2002&time=1987..2015&country=BRA+CHN+GMB+IND+TUR+USA+ZWE [Ziyaret Tarihi:25.07.2019]

URL31: https://ourworldindata.org/grapher/agricultural-water-withdrawals [Ziyaret Tarihi:24.11.2019]

URL32: https://ourworldindata.org/grapher/agricultural-water-as-a-share-of-total-water-withdrawals?tab=chart [Ziyaret Tarihi: 18.11.2019]

URL33: https://ourworldindata.org/grapher/agricultural-water-withdrawals?tab=chart&time=1990..2015&country=AFG+DZA+ATG+ARM+AUT+BHR+BRB+BEL+BEN+BDI+CMR+CPV+TCD+CHN+COM+COG+CRI+CIV+HRV+CUB+CYP+CZE+COD+DNK+DJI+DMA+DOM+ECU+EGY+SLV+GNQ+ERI+EST+ETH+FJI+FIN+FRA+GAB+GMB+GEO+DEU+GHA+GRC+GRD+GTM+GNB+GIN+GUY+HTI+HND+HUN+ISL+IND+IDN+IRN+IRQ+IRL+ISR+ITA+JAM+JPN+JOR+KAZ+KEN+KWT+KGZ+LAO+LVA+LBN+LSO+LBY+MKD+MDG+MWI+MYS+MDV+MLT+MUS+MDA+MNG+MOZ+MMR+NLD+NZL+NIC+NER+SAU+SRB+SLE+SVK+SOM+KOR+SSD+ESP+LKA+SDN+SUR+SWZ+SYR+THA+TUN+UKR+GBR+USA+URY+YEM [Ziyaret Tarihi: 10.12.2019]

URL34: https://ourworldindata.org/grapher/agricultural-land-irrigation?tab=chart&time=2006..2014&country=BGD+GHA+IND+PAK+KOR [Ziyaret Tarihi:17.07.2019]

URL35: https://ourworldindata.org/grapher/water-per-tonne-food [Ziyaret Tarihi:13.10.2019]

URL36: https://ourworldindata.org/grapher/industrial-water-withdrawal?tab=chart&year=2015&time=1970..2015&country=CAN+CHN+FRA+JPN+ESP+SWE+USA [Ziyaret Tarihi:17.10.2019]

URL37: https://ourworldindata.org/grapher/industrial-water-as-a-share-of-total-water-withdrawals?time=1980..2015&country=CHN+EST+DEU+High%20income+Latin%20America%20%26%20Caribbean+Low%20income+Middle%20East%20%26%20North%20Africa+USA+OWID_WRL [Ziyaret Tarihi:13.05.2019]

URL38: https://ourworldindata.org/grapher/municipal-water-withdrawal?tab=chart&year=2015&time=1980..2015&country=CHN+IND+USA [Ziyaret Tarihi:16.05.2019]

URL 39: https://ourworldindata.org/grapher/municipal-water-as-a-share-of-total-water-withdrawals?time=1987..2004 [Ziyaret Tarihi: 23.11.2019]

URL40:https://slideplayer.com/slide/12433140/74/images/12/Global+consumption+and+wastewater+production+by+major+water+use+sector.jpg [Ziyaret Tarihi: 23.11.2019]

URL41: https://ourworldindata.org/grapher/internal-renewable-freshwater-resources-by-region [Ziyaret Tarihi:23.10.2019]

URL42: https://ourworldindata.org/grapher/renewable-water-resources-per-capita?time=1962..2014 [Ziyaret Tarihi:12.12.2019]

URL43: https://ourworldindata.org/grapher/per-capita-renewable-freshwater-resources [Ziyaret Tarihi: 23.12.2019]

URL44: https://ourworldindata.org/grapher/renewable-water-resources-per-capita?time=1962..2014 [Ziyaret Tarihi:23.10.2019]

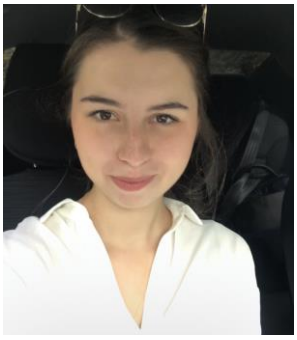
URL45: https://d34a8hm4jb41ju.cloudfront.net/assets/image/min-map.png?1 [Ziyaret Tarihi:03.01.2020]

URL46: https://d34a8hm4jb41ju.cloudfront.net/assets/image/world-map.jpg?1 [Ziyaret Tarihi:20.10.2019]

URL47: https://d34a8hm4jb41ju.cloudfront.net/assets/image/turkey-water-schema.png [Ziyaret Tarihi:19.10.2019]

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Tülin Sütırmak
Doğum Yeri	İstanbul
Doğum Tarihi	26.01.1990
Uyruğu	☑T.C.❒ Diğer:
Telefon	0542 316 37 44
E-Posta Adresi	tulin.sutirmak@hotmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Fen bilimleri Fakültesi
Bölümü	Biyoloji Bölümü
Mezuniyet Yılı	2014-2015

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Enstitü Adı	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Tezli Yüksek Lisans Programı

Makale ve Bildiriler