

**T.C  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EV TİPİ SU ARITMA SİSTEMLERİNİN KULLANIMI VE HALKIN TEMİZ SU  
ALGISININ BELİRLENMESİ**

**Ash GEZER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**2017**

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EV TİPİ SU ARITMA SİSTEMLERİNİN KULLANIMI VE HALKIN TEMİZ SU  
ALGISININ BELİRLENMESİ**

**Ash GEZER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**2017**

T.C  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EV TİPİ SU ARITMA SİSTEMLERİNİN KULLANIMI VE HALKIN TEMİZ SU  
ALGISININ BELİRLENMESİ

Aslı GEZER

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Bu tez, .././2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Ayla UYSAL



Yrd.Doç.Dr. Çiğdem MORAL



Yrd. Doç. Dr. Ayça ERDEM



## ÖZET

### EV TİPİ SU ARITMA SİSTEMLERİNİN KULLANIMI VE HALKIN TEMİZ SU ALGISININ BELİRLENMESİ

Ash GEZER

**Yüksek Lisans Tezi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**  
**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ayça ERDEM**  
**Ağustos 2017, 85 Sayfa**

Bilindiği üzere temiz su kaynaklarımız günden güne azalmakta, hızlı nüfus artışıyla birlikte insanların temiz içme ve kullanma suyu arayışı artmaktadır. Her ne kadar dışarıdan alınan hazır sular birinci sınıf kalite bile olsa insanlar bu konuda güven eksikliği yaşamaktadır. Öte yandan çeşme sularında meydana gelen hastalık vakalarına ise rastlamamak mümkün değildir. İnsanların temiz içme ve kullanma suyuna ulaşımının kısıtlı olması, insanların başka kaynaklara yönelmelerini sağlamıştır. Tuzlu sudan tatlı su elde etme yöntemleri, ters ozmoz sistemi, ev tipi su arıtma cihazlarına olan ilginin artması ve insanların doğal kaynak sularına yönelmeleri farklı pazar arayışlarını da beraberinde getirmektedir.

Tez çalışmamız kapsamında uygulanan anket ile, Antalya İli sınırları içerisinde, belirli bölgelerde, halkın su farkındalığı ölçülmeye çalışılmıştır. N=300 kişi olarak kabul edilmiş ve anket bireysel ve e-mail yoluyla dağıtılmıştır. Sonuçlar SPSS’de analiz edilerek detaylandırılmıştır. Anket sonuçları, %80 oranında katılımcının gelecekte temiz su kısıtlılığı yaşayacakları yönünde endişelerini ortaya koymaktadır. Ayrıca katılımcıların çeşme suları ve damacanalardan su kullanımı hakkında ciddi problemler yaşadıkları tespit edilmiştir. Öte yanan ev tipi su arıtma sistemlerine olan ilginin arttığı, özellikle bu konu hakkında bilgi sahibi olan insanların evlerinde, apartmanlarında ve iş yerlerinde güvenle ev tipi su arıtma sistemlerini kullandıkları belirlenmiştir. Katılımcılar temiz su sıkıntısının ve yakın gelecekte bu durumun meydana getireceği sorunların farkındadır.

Bu çalışmada, öne sürülen çözüm önerileri incelenmekte ve halkın temiz su farkındalığı ölçülmektedir. Bu çalışmanın ulusal ve uluslararası literatüre katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

**ANAHTAR KELİMELEER:** ev tipi su arıtma, içme suyu, halkın algısı, ters ozmoz

**JÜRİ:** Doç.Dr. Ayla UYSAL  
Yrd.Doç.Dr. Çiğdem MORAL  
Yrd. Doç. Dr. Ayça ERDEM (*Danışman*)

## ABSTRACT

### UTILIZATION OF HOME TYPE WATER TREATMENT SYSTEMS AND DETERMINATION OF PUBLIC PERCEPTION ON CLEAN WATER

ASLI GEZER

**MSc Thesis in Environmental Engineering**

**Supervisor: Asst. Prof. Dr. Ayça ERDEM**

**August 2017, 85 pages**

It is known that clean water resources are decreasing day by day, and with rapid population growth, people are interested in both clean drinking and handling water. Although the readymade water that people use is of high quality in general, people are losing confidence in this issue. On the other hand, it is almost impossible not to encounter the cases of disease that arise from usage of fountain water. Because of the limited access to clean drinking and handling water, people turn to other sources. Methods for obtaining fresh water from salty water, reverse osmosis systems, increasing interest both in household water treatment devices and in natural spring water are the main considerations of different market seeking.

With the questionnaire applied within the scope of our present thesis study, we analyse the public perception of water in certain regions within the Antalya Province. Number of participants is N=300, and, the questionnaire is distributed individually and by email. The results are analyzed by SPSS. According to results, 80 % percent of participants are worried about the fact that they will have a shortage of clean water in the future. It is also found that participants have serious problems with the usage of tap water and water cooler bottles. On the other hand, increased interest in water treatment systems is determined. Especially those who have information on this subject, use their home water treatment systems safely in their homes, apartments and work places. Participants are aware of the problems related to clean water and the problems that this situation will cause in the near future.

In this study, some of proposed solutions are examined, and, public's awareness of clean water is measured. It is thought that this work will contribute to the national and international literature.

**KEYWORDS:** drinking water, home type water treatment, public perception, reverse osmosis

**COMMITTEE:** Assoc. Prof. Dr. Ayla UYSAL  
Asst. Prof. Dr. Çiğdem MORAL  
Asst. Prof. Dr. Ayça ERDEM (*Supervisor*)

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının amacı, günümüzde var olan ve gelecekte var olabilecek temiz su kıtlığı tehditlerine karşı farklı çözüm önerileri sunabilmektir. Mevcut su kaynaklarının daha etkin kullanımı ve kaliteli suyun insanlara güvenilir bir şekilde ulaşımı sağlanmalıdır. Bu kapsamda yapılan anket çalışmasıyla halkın görüş ve önerilerine yer verilmekte, ayrıca insanların temiz su algısı belirlenmektedir.

Tez çalışmamın planlanmasında, araştırılmasında ve düzenlenmesinde büyük emeği geçen, değerli bilgilerini ve zamanını benimle paylaşan saygıdeğer danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Ayça ERDEM'e, ayrıca bu çalışmayı hazırlarken her türlü teknik bilgisini benimle paylaşan ve hiçbir zaman yardımını esirgemeyen sayın hocam Yrd.Doç.Dr. Hakan KOĞAR 'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca tüm zorlukları benimle göğüsleyen, eğitimim için tüm olanakları sunan, haklarını asla ödeyemeyeceğim değerli babam Şener GEZER ve değerli annem Aynur GEZER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Eğitim hayatımın her evresinde bana destek olan, bilgisini ve zamanını benimle paylaşan, üzerimde emeği ve hakkı çok büyük olan değerli abim Niyazi Anıl GEZER'e teşekkür ederim. Manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, her koşulda yanımda olan meslektaşım, kardeşim Cansu ÇELİKLER'e, bilgisi ile tez çalışmamın hazırlanmasında bana destek olan çalışma arkadaşım Özge ÖZEN'e teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	1
ABSTRACT.....	İİ
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VI
KISALTMALAR.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XI
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI.....	6
2.1. İçme Suyu Arıtımının Önemi.....	6
2.2. İçme Suyu Arıtımı.....	9
2.3. Membran Teknolojisi.....	13
2.4. Membran Uygulama Alanları.....	14
2.5. Membran Yapıları.....	16
2.6. Membran Prosesler.....	16
2.7. Ters Osmoz Tarihçesi.....	18
2.7.1. Ters osmoz.....	18
2.7.2. Ters osmoz çalışma prensibi.....	21
2.7.3. Ters osmozun kullanım alanları.....	22
2.7.4. Ters osmoz maliyet analizi.....	23
2.7.5. Ters osmozun ekosisteme zararları, çözülmesi gereken sorunlar ..	24
2.8. Ters Osmoz Yönteminin Ev Tipi Su Arıtma Sistemlerinde Kullanımı.....	26
2.8.1. Ev tipi su arıtma sistemlerinde pazar arayışı.....	30
2.9. Halkın Algısının Belirlenmesi.....	31
2.9.1. Anket çalışması.....	32
2.9.2. Anket sonuçlarının değerlendirilmesi.....	33
2.9.3. Analiz türü belirlenmesi.....	35
2.9.4. Ki-Kare testleri.....	35
2.9.5. Bağımsızlık testi.....	36
2.10. Tanımlama Modelleri.....	37
2.11. Literatür Taraması.....	37
3. MATERYAL METOT.....	40
3.1. Anket Kapsamı.....	40
3.2. Anketlerin Değerlendirilmesi.....	41
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	42

4.1.	Katılımcıların Demografik Bilgilerinin Değerlendirilmesi.....	42
4.2.	Su Stresi / Su Kıtlığı / Mevcut Su Durumu ile İlgili Değerlendirme ..	44
4.3.	Su Tasarrufu ile İlgili Değerlendirme .....	50
4.4.	Su Kullanımı ile İlgili Değerlendirme.....	55
4.5.	Su Arıtma Sistemleri ile İlgili Değerlendirme .....	60
5.	SONUÇLAR .....	76
6.	KAYNAKLAR .....	79
7.	EKLER .....	85
	EK 1.....	85
	ÖZGEÇMİŞ	



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

n:	Toplam sınıflandırma sayısı
$\alpha$ :	Yanılma olasılığı
C:	Toplam sayı miktar
$m^3$ :	Metreküp
$m^2$ :	Metrekare
mg / l :	Miligram litre
mm:	Milimetre
%:	Yüzde
TL:	Türk Lirası
ha:	Hektar
$hm^3$ :	Hektometre küp
adet/l	Adet litre
$\mu g/ml$ :	Mikrogram mililitre
$\mu m$ :	Mikrometre
kg:	Kilogram
g:	Gram
mmol :	Milimol
Gm / kg :	Gigametre kilogram
$\mu S/cm$ :	Suyun iletkenlik ölçütü
Fr:	Suyun sertlik ölçütü
dolar/ $m^3$ :	Dolar metreküp
kWh :	Kilowatt
f/165 :	Su kıtlığı yaşayanların yüzdeleri
$m^3/yıl$ :	Metreküp yıl

## Kısaltmalar

TO:	Ters Ozmoz
EMS:	En Muhtemel Sayı
S:	Tuzluluk Oranı
TÇM:	Toplam Madde Konsantrasyonu
TDS:	Toplam Çözünmüş Madde
MSF:	Çok Aşamalı Damıtma
NF:	Nanofiltrasyon
VC:	Buharlı Sıkıştırma
ED:	Elektrodiyaliz
MED:	Çoklu Damıtma
WHO:	Dünya Sağlık Örgütü
EPA:	United States Environmental Protection Agency
UV:	Ultraviyole
WQA:	Water Quality Association
PV:	Güneş Fotovoltaik
Sd:	Serbestlik Derecesi
$x^2$ :	Ki-kare
G:	Gözlenen Frekans
B:	Beklenen Frekans
$H_A$ :	Araştırma Hipotezi
$H_0$ :	Sıfır Hipotezi
f:	Su Kıtlığı Yaşayanların Frekansı
p:	Anlamlılık Değeri
E.koli:	Escherichia coli
$NH_4^+$ :	Amonyum
$H_2S$ :	Hidrojen Sülfür
$CH_4$ :	Metan
$Ca^{+2}$ :	Kalsiyum
$O_3$ :	Ozon
$Cl_2$ :	Klor
$Mg^{+2}$ :	Magnezyum
$Na^+$ :	Sodyum
$K^+$ :	Potasyum
$SO_4^{-2}$ :	Sülfat
$CO_3^{-2}$ :	Karbonat
$HCO_3^{-2}$ :	Bikarbonat
NTU:	Bulanıklık
$SiO_2$ :	Silisyumoksit

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Küresel olarak fiziksel ve ekonomik su kıtlığı haritası (WWAP 2012) .....	2
Şekil 1.2. 2030 yılında Avrupa’da su stresi (%) (EEA 2009).....	3
Şekil 2.1. Yüzey sularının içme suyu kaynağı olarak kullanılması durumunda uygulanabilecek arıtma kademeleri .....	10
Şekil 2.2. Göl sularının içme suyu kaynağı olarak kullanılması durumunda uygulanabilecek arıtma Kademeleri.....	11
Şekil 2.3. Yeraltı sularının içme suyu kaynağı olarak kullanılması durumunda uygulanabilecek arıtma kademeleri .....	11
Şekil 2.4. İçme suyu arıtma tesisleri akım şeması .....	12
Şekil 2.5. Gözenek boyutları ve tutabildikleri bileşenlere göre membran prosesleri .....	15
Şekil 2.6. Dünya (a), ABD (b) ve Orta Doğu Ülkelerinde (c) uygulanan tuz giderme yöntemleri .....	19
Şekil 2.7. Ozmoz ile ters ozmoz arasındaki farkın gösterimi .....	20
Şekil 2.8. Ev tipi ters ozmoz akım şeması .....	29
Şekil 4.1. Ankete katılanların cinsiyet bilgisi .....	42
Şekil 4.2. Ankete katılanların yaş aralıkları .....	42
Şekil 4.3. Ankete katılanların eğitim durumları.....	43
Şekil 4.4. Ankete katılanların aylık gelir aralıkları .....	43
Şekil 4.5. Ankete katılanların yaşadıkları hane tipi .....	44
Şekil 4.6. Ankete katılanların hanede yaşayan kişi sayısı bilgisi.....	44
Şekil 4.7. Sizce ülkemizde su stresi yaşıyor mu? (a) ve sizce gelecekte ülkemizde su stresi yaşanır mı? (b) sorularına katılımcıların verdiği cevaplar .....	45
Şekil 4.8. Sizce ülkemizde su kıtlığı yaşıyor mu? (a) ve sizce gelecekte ülkemizde	

su kıtlığı yaşanır mı? (b) sorularına katılımcıların verdiği cevaplar .....	46
Şekil 4.9. Su kıtlığı ile ilgili görüşlerin cinsiyet değişkenine göre değerlendirilmesi ....	48
Şekil 4.10. Su kıtlığı kümülatif frekans grafiği.....	49
Şekil 4.11. Gelecekte su kıtlığı kümülatif frekans grafiği .....	50
Şekil 4.12. Su tasarrufu yapmak sizce ne kadar önemli? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar .....	51
Şekil 4.13. Su tasarrufu yapmaya dikkat eder misiniz? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar .....	51
Şekil 4.14. Su tasarrufu yapmak için ne kadar çaba harcıyorsunuz? Sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar .....	53
Şekil 4.15. Cinsiyet değişkeninin su tasarrufu yapma üzerine etkisinin değerlendirilmesi.....	53
Şekil 4.16. Suyu içtiğinizde veya kullandığınızda, o suyun nereden geldiğini düşünür müsünüz? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar .....	54
Şekil 4.17. Evde (apartman veya işyerinde) çeşmeden akan suyun nereden geldiğini biliyor musunuz? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar .....	56
Şekil 4.18. Çeşme suyunun temiz olduğunu düşünüyor musunuz? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar .....	57
Şekil 4.19. Çeşme suyunu içme suyu olarak kullanıyor musunuz? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar .....	58
Şekil 4.20. İçme suyunuzu nereden temin ediyorsunuz? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar .....	58
Şekil 4.21. Evinizde (apartman veya sitenizde) su arıtma cihazı bulunuyor mu? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar .....	61
Şekil 4.22. Neden su arıtma cihazı kullanıyorsunuz? sorusuna verilen cevaplar .....	61
Şekil 4.23. Evinize su arıtma cihazı almak ister misiniz? sorusuna verilen cevaplar .....	62

Şekil 4.24. Evinize su arıtım cihazı alırsanız ön bilgiyi nereden gerçekleştirirsiniz? sorusuna verilen cevaplar .....	63
Şekil 4.25. Evinize su arıtım cihazı alırsanız ne kadar bütçe ayırırsınız? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar .....	64
Şekil 4.26. Evinize su arıtım cihazı alırsanız ne tür bir arıtma cihazı tercih edersiniz? sorusuna verilen cevaplar .....	65
Şekil 4.27. Ev tipi su arıtma sistemlerinde kullanılan arıtma türü hakkında bilginiz var mı? sorusuna verilen cevaplar .....	66
Şekil 4.28. Arıtılmış suyun tadını beğeniyor musunuz? sorusuna verilen cevaplar .....	66
Şekil 4.29. Piyasada satılan bazı pet / damacana şişe suları ile ev tipi su arıtma cihazlarında ters ozmoz sisteminin kullanılıp kullanılmadığı hakkında fikriniz var mı? sorusuna verilen cevaplar .....	67
Şekil 4.30. Ters ozmoz ile ilgili daha önce bilgi sahibi oldunuz mu? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar .....	68
Şekil 4.31. Ters ozmoz ile arıtılmış suyu içmek / satın almak ister misin? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar .....	69
Şekil 4.32. Ters ozmoz sistemi ile içme suyu elde edilmesi sırasında arıtılan maddeler ve arıtma oranları hakkında bilginiz var mı? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar .....	70
Şekil 4.33. Ters ozmoz sistemi ile arıtılan suyun insan sağlığı açısından tehlike oluşturabileceğini düşünüyor musunuz? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar .....	71
Şekil 4.34. Ters ozmoz ile arıtılmış suyun kullanım alanı sizce ne olmalıdır? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar .....	72
Şekil 4.35. Ters ozmoz kullanımı sırasında sizce enerjiye ihtiyaç duyulur mu? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar .....	73
Şekil 4.36. Ülkemizde TO sistemi ile içme suyu eldesinin yaygın olarak uygulanmasını destekliyor musunuz? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar .....	74

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Dünya çapında su dağılımı (Can 2002) .....	1
Çizelge 2.1. İçme suyu standartlarının karşılaştırılması .....	8
Çizelge 2.2. Membran proseslerde sürücü kuvvetler (Cheremisinoff 2003) .....	16
Çizelge 2.3. Membran türü ve gözenek çapı ilişkisi .....	17
Çizelge 2.4. Giriş sularının sınıflandırılması (Yaşa 2009).....	23
Çizelge 2.5. Ters ozmoz fiyat analizi (Dawoud vd 2005).....	24
Çizelge 2.6. İncelenen parametreler giriş ve çıkış konsantrasyonları .....	25
Çizelge 2.7. Ters ozmoz işleminden öncesi ve sonrası (Fritzmann vd 2007).....	26
Çizelge 2.8. Anket uygulamalarına ilişkin avantaj ve dezavantajlar (Altunışık 2008)...	33
Çizelge 2.9. İki nitel değişkenin bağımsız gözlemlerinin sınıflandırılması.....	35
Çizelge 4.1. Ülkemizde su kıtlığı yaşanıp yaşanmadığı hakkındaki görüşlerin değişkenlere bağlı olarak karşılaştırılması.....	47
Çizelge 4.2. Su kıtlığı yaşayanların yığılmalı yüzdeleri .....	48
Çizelge 4.3. Ülkemizde gelecekteki su kıtlığı hakkındaki görüşler.....	50
Çizelge 4.4. Su tasarrufu yapmaya dikkat eder misiniz? sorusunun aylık gelir seviyesi değişkeniyle karşılaştırılması .....	52
Çizelge 4.5. Suyu içtiğinizde veya kullandığınızda, o suyun nereden geldiğini düşünür müsünüz? sorusuna verilen cevapların cinsiyet değişkenine göre değerlendirilmesi .....	54
Çizelge 4.6. Suyu içtiğinizde veya kullandığınızda, o suyun nereden geldiğini düşünür müsünüz? sorusuna verilen cevapların eğitim durumu değişkenine göre değerlendirilmesi .....	55
Çizelge 4.7. Evde çeşmeden akan suyun nereden geldiğini biliyor musunuz? sorusuna verilen cevapların cinsiyet değişkenine göre değerlendirilmesi .	56
Çizelge 4.8. Çeşme suyunun temiz olup olmadığı hakkındaki görüşlerin değişkenlere bağlı olarak karşılaştırılması .....	57

Çizelge 4.9. Çeşme suyunun içme suyu olarak kullanılıp kullanılmadığı hakkındaki görüşlerin cinsiyet değişkenlere bağlı olarak değerlendirilmesi .....	58
Çizelge 4.10. Halkın içme suyunu nereden temin ettiği hakkındaki görüşlerin değişkenlere bağlı olarak karşılaştırılması.....	59
Çizelge 4.11. Dışarıdan hazır olarak aldığımız su için önemli parametre hakkındaki görüşler .....	60
Çizelge 4.12. Neden su arıtma cihazı kullanıyorsunuz? hane tipi karşılaştırılması.....	62
Çizelge 4.13. Halkın evine su arıtma cihazı almak istemeleri hakkındaki görüşlerin cinsiyet ve hane tipi değişkenlerine bağlı olarak karşılaştırılması .....	63
Çizelge 4.14. Su arıtım cihazlarına ayrılan bütçenin çalışma durumu değişkenine göre karşılaştırılması.....	64
Çizelge 4.15. Su arıtım cihazları modellerini tercih etme durumunun katılımcıların aylık gelir düzeylerine göre karşılaştırılması.....	65
Çizelge 4.16. Su arıtım cihazlarında kullanılan yöntemler hakkında bilgi sahibi olma durumu ile katılımcının eğitim düzeyi arasındaki ilişkinin karşılaştırılması.....	66
Çizelge 4.17. Halkın ters ozmos hakkında bilgi sahibi olma durumlarının cinsiyet ve eğitim durumu değişkenleri kullanılarak ki-kare analizi ile değerlendirme.....	68
Çizelge 4.18. Halkın ters ozmos ile arıtılmış suyu içmek/satın almak isteyip istemedikleri durumunun cinsiyet değişkenine göre ki-kare analizi .....	69
Çizelge 4.19. Halkın ters ozmos sistemi ile sudan arıtılan maddeler ve arıtma oranları hakkında bilgi sahibi olup olmadığının aylık gelir seviyesine göre değerlendirilmesi .....	70
Çizelge 4.20. Halkın ters ozmos sistemi ile arıtılan suyun insan sağlığına etkisi bilgi sahibi olup olmadığının eğitim düzeyine göre değerlendirilmesi.....	71
Çizelge 4.21. Halkın ters ozmos sistemi ile arıtılmış suyun kullanım alanı ile ilgili görüşlerinin cinsiyet ve yaş aralığı değişkenlerine göre değerlendirilmesi .....	72
Çizelge 4.22. Halkın ters ozmos kullanımı sırasında ihtiyaç duyulabilecek enerji ile ilgili görüşlerinin cinsiyet değişkenine göre değerlendirilmesi.....	73

Çizelge 4.23. Halkın ters ozmos kullanımının yaygınlaşması ile ilgili görüşlerinin cinsiyet değişkenine göre değerlendirilmesi.....	74
---	----



## 1. GİRİŞ

Su, yaşamın temel maddesidir. Nüfus miktarı arttıkça, suya duyulan talep de aynı doğrultuda artış göstermektedir. İklim değişikliği, çevresel problemler, kontrolsüz kentleşme gibi sorunlar nedeniyle temiz suya ulaşım kısıtlı hale gelmektedir. Endüstri, ticari ve tarımsal kullanımlar için artan su ihtiyacı ileride ekonomik ve çevresel sorunlara yol açabilir.

Günümüzde sanayileşmiş ülkeler içme suyu ihtiyaçlarını daha rahat karşılayabilirken, dünya nüfusunun yaklaşık %30'u ciddi boyutta temiz su sıkıntısı çekmektedir. Aynı zamanda bu bölgelerin çoğu temiz suya ulaşım probleminden kaynaklanan sağlık sorunlarıyla karşı karşıyadır. Dünya su potansiyelinin %97'si okyanuslardan ve denizlerden oluşmaktadır. İçilebilecek nitelikte olan suların büyük bir kısmının buzullar ve kar çöllerinde olduğu bilinmektedir (Çizelge 1.1). Su potansiyelinin yalnızca %0,5 içilebilir durumda olup (Can 2002), mevcut su kaynaklarının pekçoğu ekonomik ve teknik açıdan canlıların tüketimine elverişsiz alanlarda bulunmaktadır (Şahin 2016).

Çizelge 1.1. Dünya çapında su dağılımı (Can 2002)

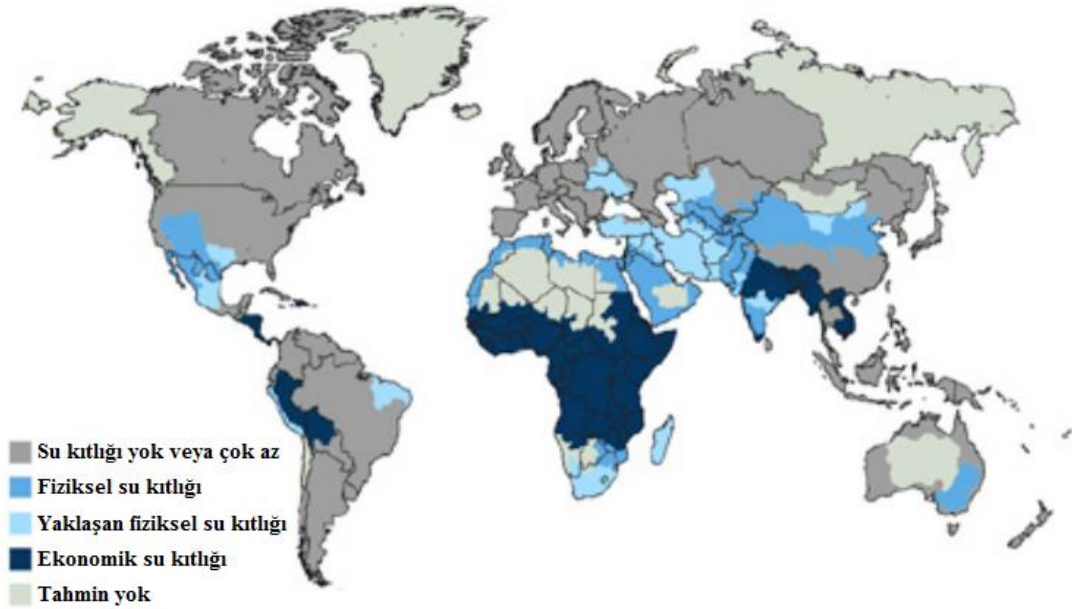
Su Kaynakları	Su Dağılımı (%)
Okyanuslar	97,23
Buz dağları ve buzullar	2,14
Yer altı suyu	0,61
Tatlı su gölleri	0,01
Diğerleri	0,01

Günümüzde yetersiz sağlık koşulları altında yaşamak zorunda olan yaklaşık 2,6 milyar insan bulunmaktadır. Yaklaşık 1,1 milyar insanın da temiz su problemi yaşadığı düşünülmektedir. Özellikle Afrika'da gelir seviyesi düşük, yeterli sağlık ve altyapı olanaklarına sahip olamayan ülkelerde yaşayan insanlar bu grubun büyük bir çoğunluğunu oluşturmaktadır. Bununla beraber yapılan bazı kapsamlı araştırmalara göre yaklaşık 20-25 yıl içerisinde Ortadoğu dâhil bazı bölgelerde su sıkıntısının farklı bir boyut kazanıp su krizine dönüşme ihtimali yüksektir (FAO 2010).

Son yüzyılda dünya nüfusu üç kat artarken, su tüketimi yedi kat artmıştır (Şahin 2016). Küresel nüfus miktarının artması, bazı iklimsel ve çevresel problemler ile özellikle yeryüzünde su kaynaklarının eşit ve dengeli bir şekilde dağılmaması nedeniyle dünya genelinde yaklaşık 80 ülkede, nüfusun %40'ında su arzı mevcut su talebini karşılayamamaktadır (USİAD 2007). Ülkemizde 2020 yılında yaklaşık 30 milyon, 2050 yılında ise yaklaşık 110 milyon insanın su sorunlarından etkilenmesi öngörülmektedir. 2025 yılında Dünya genelinde 1,8 milyar insanın daimi su kıtlığı olan bölgelerde yaşayacakları öngörülmektedir. Bununla beraber nüfus artışının su kaynakları üzerine doğrudan veya dolaylı bir baskı yarattığını ve bu baskının önlenmesi mümkün olmayan bir problem olduğunu göstermektedir (Şahin 2016).

İnsanların yaşadığı çevrede, miktar (hacimsel) olarak suyun azalması veya tüketilmesi sonucunda içme ve kullanma suyunun, talebin çok azını karşılayabilecek

düzele gelmesine *su kıtlığı* denir. İhtiyaçtan daha fazla su tüketilmesi, suya erişimin azalması ve/veya su kalitesinin değişmesi sonucunda ortaya çıkan duruma *su stresi* denir. Birleşmiş Milletlerin hazırladığı rapora göre günümüzde 1 milyar insan su stresi limit değerinin altında yaşamaktadır. Ayrıca Dünya nüfusunun %20'lik bir diliminin ise sağlıklı içme ve kullanma suyuna erişimi bulunmamaktadır. 2025 yılı hedef seçilerek yapılan tahminlere göre; 3 milyardan fazla insanın su stresine maruz kalacağı ve yaklaşık 15 ülkenin su stresinden su kıtlığı durumuna geçeceği öngörülmektedir (WWAP 2012). Türkiye'de kişi başı yıllık tatlı suya erişim miktarı gelişmiş ülkelerin ve Dünya ortalamasının altındadır. Genel kamuoyu algısının tersine ülkemiz fiziksel su kıtlığı sınırında bir ülkedir (Şekil 1.1). Su kıtlığı, su stresini de tetiklemektedir. Yerel kaynaklarda Türkiye su zengini bir ülke olarak gösterilmekle birlikte aslında kişi başına düşen 1543 m<sup>3</sup>/yıl su miktarı ile aynı zamanda su stresi çeken ülkeler arasında yer almaktadır (Muluk vd 2013).

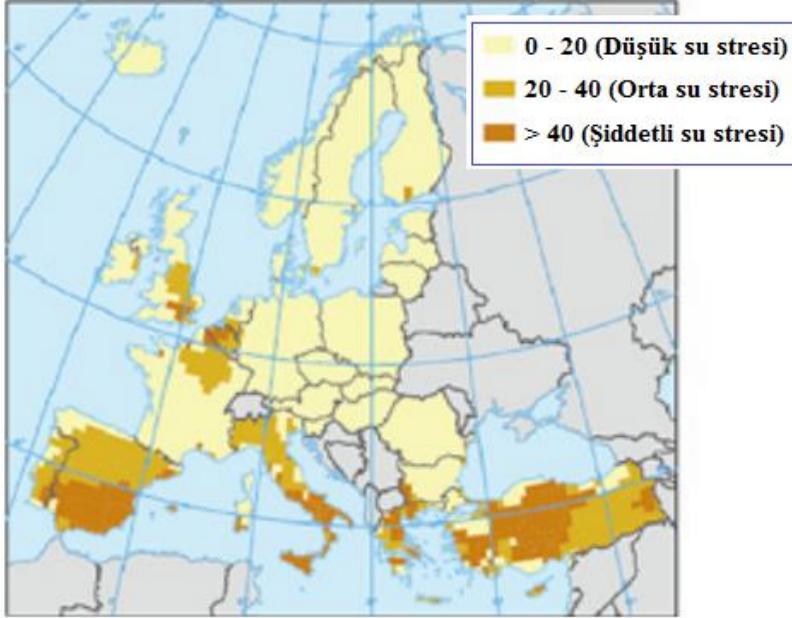


Şekil 1.1. Küresel olarak fiziksel ve ekonomik su kıtlığı haritası (WWAP 2012)

Nüfus artışına paralel olarak, gelecekte kişi başına düşen su miktarının daha da azalacağı yapılan araştırmalarda öngörülmektedir. Türkiye'nin 1990–2010 yılları arasında tüketilen toplam su miktarında %40,5 oranında bir artış olmuştur. 2030 yılı itibariyle ihtiyaç duyulacak su miktarı, bugünkü su tüketiminin üç katı olacağı tahmin edilmektedir (Şekil 1.2). Bu kapsamda ülkemizde artan su ihtiyacına yönelik yeni ve modern yöntemler geliştirilerek, kalıcı çözümler bulunmalıdır (Muluk vd 2013).

Gelişen ekonomi, endüstriyel faaliyetler, sanayileşme, tarım alanındaki ilerlemeler (sulu tarım) gibi faaliyetler gereksinim duyulan su miktarını arttırmaktadır. Ayrıca Türkiye yarı kurak iklim özelliğine sahip olup, bu durum su gereksinimini tetiklemektedir. Ülkemizde yıllık yağış miktarı 643,9 mm'dir. Bu yağış değeri yılda ortalama 501 milyar m<sup>3</sup> su potansiyeli oluşturmaktadır (DSİ 2010). Bu miktarın belirli bir bölümü yüzey suyu olarak buharlaşarak gerek toprak ve gerek bitkilerden atmosfere geri

dönmekte, diğer bir bölümü yeraltı suyunu beslemekte ve geriye kalan bölümü ise akarsular tarafından deniz ve göllere taşınmaktadır. Değerlendirme aşamasına tabii tutulacak su miktarı çok fazla değildir. Başka bir ifadeyle temiz su olarak değerlendirilecek miktar fazla değildir.



Şekil 1.2. 2030 yılında Avrupa’da su stresi (%) (EEA 2009)

Su tüketiminde en büyük rekabet tarım, sanayi ve kurumsal alanlarda oluşur. Bu rekabet, sınırlı su erişimi olan bölgelerde yüksek su fiyatları, dar ekonomik kalkınma ve sosyal sorunlara yol açabilir. Sonuç olarak su stresi yaşandığında ülkelerin genel refahı tehdit altında olabilir (Fritzmann vd 2007).

Tatlı suya erişimi kısıtlı olan pek çok ülke içme ve kullanma amaçlı su ihtiyacını tuzlu suların (özellikle deniz ve okyanus kökenli) termik ve mekanik yöntemlerle arıtımı yoluyla gerçekleştirmektedir. Mekanik enerjili yöntemlerin içerisinde olan Ters Ozmoz (TO) yöntemi, tatlı suya erişimi sınırlı olan veya erişimi olmayan ülkelere en fazla tercih edilen yöntemdir. A.B.D.’nin yaklaşık %69’u, Orta Doğu’nun (Suudi Arabistan, Kuveyt, Birleşik Arap Emirlikleri, Katar, Bahreyn, Umman dâhil olmak üzere) yaklaşık %10,7’si ve dünya genelinin yaklaşık %44’ü TO yöntemini kullanmaktadır (Gude vd 2010). Ülkemizde ise TO sistemleri genellikle endüstri, eczacılık, oteller, tatil köyleri ve konutlarda içme suyu arıtımında kullanılmaktadır (Yaşa 2009).

TO sistemleri sulardan tuz gideriminin (desalinasyon) yanı sıra atık su geri kazanımı, gıda ve meyve suyu işleme, biyomedikal ayırmalar, endüstriyel süreç suyunun saflaştırılması başta olmak üzere yarı iletken sektörü, güç üretimi (kazan besli suyu hazırlanması) endüstrisi ve laboratuvar/medikal uygulamaları için ultra saf su üretiminde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Eczacılık, gıda ve meşrubat sanayi, alkolsüz bira üretiminde, kimya sanayi, turizm endüstrisi, oteller, tatil köyleri, konutlarda içme suyu

amaçlı TO cihazları yaygın olarak kullanılmaktadır (Fritzman vd 2007, Yaşa 2009, Lauren vd 2009).

Ülkemizde tüketime yönelik bir tesiste TO sistemi uygulanıyor ise, İnsani Tüketim Amaçlı Su Yönetmeliği madde 25'te belirtilen "içme sularında, suyun fiziksel ve kimyasal niteliklerini değiştirici TO, filtrasyon ve benzeri işlemler uygulandığı takdirde bu hususların etiket üzerinde okunacak şekilde belirtilmesi zorunludur" ifadesine göre ilgili şartı yerine getirmekle yükümlüdür (Sağlık Bakanlığı 2013).

Dünya Sağlık Örgütü tanımlarına göre içinde hastalığa neden olmayan, gözle görülmeyen kimyasalların bulunmadığı suya 'güvenli su', içinde yaşam için gerekli belirli oranda mineralleri içeren suya da 'sağlıklı su' denilmektedir. Halkın güvenli, sağlıklı, temiz, içilebilir ve/veya kaliteli suyu kullanma isteği, pet şişe ve damacanalarda satılan sulara ve/veya ev tipi tezgâh altı su arıtma cihazlarına yönelmesine neden olmaktadır. Bu durum özellikle musluk suyunda bulunabilen doğal veya antropojenik nedenli kaynaktan meydana gelen ve/veya bölgesel kirlilikler (asbest, arsenik, klorür, patojenik organizma vb), estetik görüntü ve/veya tadın uygun olmaması gibi nedenlerle desteklenmektedir (Dolnicar ve Hurlimann 2010). Özellikle ülkemizde içme suyu tüketiminin çok büyük oranda polikarbon damacanalara karşılanması pek çok soru işaretini beraberinde getirmiştir ve tüketiciler tarafından kaygı verici bir hal almıştır. Bu kapsamda yürütülen bir çalışmada Türklab tarafından incelenen 55 damacana içerisinden yalnız 14 tanesinin standartlara uygun çıktığı tespit edilmiştir (Başaran 2012). Bu ve benzeri örneklerin artması, tüketicilerin zamanla plastik şişe ve damacanalardan uzaklaşarak su arıtma cihazlarına yönelmelerine neden olmaktadır. Tüketiciler, ekonomik durumlarına bağlı olarak fiyatları 80 ile 3500 TL arasında değişen tezgâh altı/ üstü paket içme suyu arıtma cihazlarına kolaylıkla ulaşabilmektedir. Söz konusu sistemler arasında basit reçine, filtre, aktif karbon ve 6-12 kademeli TO sistemlerin olduğu görülmektedir (Anonim 2016a).

Gerek firmaların pazar arayış çabaları gerek tüketicinin ucuz ama güvenilir bir arıtım cihazı istemeleri, odak noktasının TO sistemi olmasını sağlamıştır. Ancak TO ile "ultra saf su" derecesine kadar suyu tüm minerallerinden arıtabilen bir sistemin içme suyu elde etmek amacıyla kullanılması, tüketicinin konu ile ilgili ne kadar bilgi sahibi olduğunu sorgulama ihtiyacı doğurmuştur.

Bu çalışmanın amaçları sırasıyla;

- i. Anket çalışması ile halkın su stresi/kıtlığı, mevcut su durumu, su tasarrufu ve su kullanımını konularındaki farkındalıklarının yanı sıra TO yöntemi kullanılarak içme suyu elde etme konusundaki bilgi düzeylerinin ve temiz su algılarını belirlemektir.
- ii. Yürürlükte ve/veya düzenlenmekte olan mevcut mevzuat ve yönetmeliklerin araştırılması ve karşılaştırmasını yapmak,  
Bu çalışma kapsamında;
  - i. İçme sularının arıtımı ile ilgili pratik uygulamalar ve ev tipi arıtma sistemleri incelenmiştir. Arıtma yöntemleri arasında yer alan TO ile ilgili literatür araştırması sunulmuştur.

- ii. İçme suları ile ilgili ülkemiz, AB mevzuatları bünyesinde yer alan ve önerilen yönetmelik ve düzenlemeler ile belirli bir yönetmelik kapsamında yeralmayan teknik belge, rapor vb öneri belgeleri incelenmiş ve sonuçları çalışmada tartışılmıştır.
- iii. Düzenlenen anket çalışması ile içme suyu elde edilmesi amacıyla TO yönteminin kullanılması konusunda halkın farkındalık durumu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, halkın bu konudaki duyarlılığı ön planda tutularak TO sisteminin günümüzde kullanılabilirliği ve yararları ile oluşabilecek problemler hakkında çözüm önerileri sunulmuştur.

## 2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI

Canlıların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak sürekli etkileşim içinde buldukları ortam çevre olarak tanımlanmaktadır. Biyolojik, fiziksel, kimyasal, sosyal, kültürel, ekonomik her türlü eylemi çevre-canlı etkileşimi başlığı altında toplamak mümkündür.

Çevre kapsamına giren ve tüm canlılar için hayati öneme sahip içme suyu kaynakları ilk olarak 20. yy.'ın sonlarından itibaren dünya üzerindeki uluslararası kuruluşların dikkatini çekmeye başlamıştır. Dublin'de 1992 yılında yapılan "International Conference on Water and the Environment" isimli konferansta; dünyada su konusunda önemli konumlarda bulunan ülkelerin politika karar alıcıları içme ve kullanma suyu kaynakları ve bunların geliştirilmesi ve çevre konusunda görüşmeler yapmışlardır. Bu konferansta yapılan görüşmeler, Rio Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda görüşülen çevre başlığının temelini oluşturmuş ve Rio'da su kaynaklarının geliştirilmesi ve yönetilmesi temel bir başlık olarak görüşülmüştür (Olhan ve Ataseven 2009).

Türkiye'deki su kaynakları, devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunmaktadır. Bu kapsamda öncelikli amaçlar arasında, Türkiye'deki su kaynakları yönetiminin ve politikalarının belirlenmesi, bu doğrultuda meydana gelebilecek olası sorunların ortaya konulması, dünyada başarılı su kaynakları yönetimlerinin araştırılması, incelenmesi, detaylandırılması ve Türkiye'ye yönelik su kaynakları yönetimi için önerilerin geliştirilmesi şeklinde olmaktadır. Su kaynakları yönetiminin temelini oluşturan güncel altı kanun bulunmaktadır. Bunlar, Çevre Kanunu (11/8/1983 tarih ve 18132 sayılı), Köylerin İçme ve Kullanma Suları Hakkında Kanun (16/5/1960 tarih ve 10506 sayılı), Yeraltı Suları Hakkında Kanun (23/12/1960 tarih ve 10688 sayılı), Kıyı Kanunu ve Su Ürünleri Kanunu (3/08/1990 tarih ve 20594 sayılı) ekinde sıralanmaktadır (Karadağ 2008).

Refah düzeyini yükseltmek devletin temel görevleri arasındadır. Devletin sosyal ihtiyaçları karşılamak için, güvenlik, sağlık, gıda ve temiz su temini, barınma gibi kamu hizmetlerini üstlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, sosyal politika ilkeleri doğrultusunda, su konusunun bir kamu hizmeti olarak kabul edilmesi ve suyla ilgili hizmet üretiminin ve sunumunun devlet eliyle gerçekleştirilmesi, kullanıcılara koşullarına göre bedelsiz ya da en uygun şartlarda sağlanması öncelikli konumdur (Özsoy 2009). Çünkü su, en temel insan haklarından biridir.

### 2.1. İçme Suyu Arıtımının Önemi

Günümüzde halen milyonlarca insan temiz suya ulaşma sıkıntısı çekmektedir. Özellikle endüstrileşmiş ülkelerde temiz suyun değeri, başka bir ifadeyle temiz su hakkındaki farkındalık, gün geçtikçe artmaktadır. İklim ve standartların yükselişi bu farkındalığın artma sebepleri arasındadır. Küresel ısınma suya olan talebi arttırırken, endüstriyel standartların artması, endüstride kullanılan su miktarını arttırmaktadır. Bu farkındalığın artışı yalnızca iklim ve o ülkenin standartlarına bağlamak doğru değildir. Ayrıca çevresel sorunların artışı, ülkelerin farklı su kaynakları arayışına girmesi, tükenen yer altı kaynakları da bu değer artışı etkilemektedir. Bu nedenle su ve atık su arıtımının ve geri dönüşümün önemi gün geçtikçe daha da belirginleşmeye başlamaktadır.

Ülkeler ve özel sektör ürettikleri yeni teknolojileri piyasaya sunmaya başlayarak hem temiz su kıtlığına çözüm üretmektedir hem de içme suyunun önemini dünya kamuoyuna duyurmaktadır. Çünkü farkındalık ve içme suyuna yapılan vurgu uluslararası düzeyde göre önem taşımaktadır. Ayrıca bu farkındalık ve vurgu sürdürülebilir çevre sürecini desteklemektedir. Bu kapsamda ülkeler su kaynakları ve kirlilik türlerine göre özel teknolojiler kullanmaktadır. Yüze ve yer altı sularının arıtılması yönünde kapsamlı bir dizi kimyasal, fiziksel ve biyolojik proses ile bu ortak mücadele için uluslararası düzeyde planlanan programlara günümüzde ilgi artmaktadır.

Yüze kaynağından elde edilen içme suyu genellikle insan tüketimi için uygundur ancak depolama, dağıtım şebekesi açısından herhangi bir soruna yol açmayacağından emin olabilmek için çok aşamalı arıtma prosesleri gerekmektedir. Geleneksel yöntemler ile membran filtrasyonu gibi gelişmiş teknolojilerin bir arada kullanılmasıyla elde edilen en uygun çözümler, yüksek seviyede esneklik ve birinci sınıf su kalitesini elde etmek amacıyla uygulanmaktadır.

Yer altı ve kaynak sularının kalitesi, insan kaynaklı her türlü faaliyet, tarımsal faaliyetler, giderek artan klorlu hidrokarbonların varlığının meydana getirdiği olumsuz etkiler nedeniyle olumsuz şekilde etkilenmektedir. Teknolojik gelişmeler ve giderek artan temiz su ihtiyacı göz önüne alındığında insanların sularını korumak için çaba göstermeleri gerektiğini ve gelecek nesillerin daha iyi standartlarda yaşayabilmeleri için kaliteli ve güvenli sulara ihtiyaç olduğu unutulmamalıdır (WABAG 2011).

İçme suları; renksiz, berrak ve kokusuz olmalıdır. Ayrıca içme suları hastalık yapıcı organizmaları, sağlığa zararlı kimyasal maddeleri ihtiva etmemelidir. Sularda bu şartları sağlamak ve suda bulunması arzu edilmeyen maddeleri belirli bir seviyenin altında tutmak için çeşitli standartlar geliştirilmeye devam edilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve ABD Çevre Koruma Ajansı tarafından oluşturulan değerler, en çok kullanılan içme suyu standartları arasındadır (WHO 2003). Ülkemiz için kabul edilen içme suyu standartları ise 07/03/2013 tarih ve 28580 sayılı Resmi Gazete'de yer alan TS266- İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te verilmiştir (Anonim 2017a). İçme suyu standartlarının karşılaştırılması Çizelge 2.1'de verilmektedir.

Mevcut su kaynaklarımızın bir kısmı, içme-kullanma suyu ihtiyaçlarımızı karşılamak için doğrudan kullanmaya uygun değildir. Suların kullanma amaçlarına göre çeşitli işlemlerden geçirilmesine arıtma denir. Arıtma; suyun, kullanıma uygun hale getirilmesi için işlemlerden geçirilmesi sürecidir.

Su arıtımındaki kimyasal amaçlar arasında,

- ✓ Su sıcaklığının değiştirilmesi (düşürülmesi veya yükseltilmesi),
- ✓ Tat, koku, renk, bulanıklık gideriminin sağlanması,
- ✓ Mikroorganizma vb. gibi hastalık yapıcı her türlü canlının giderimi,
- ✓ Demir, mangan ve amonyum ( $NH_4^+$ ) giderimi,
- ✓ Oksijen konsantrasyonunun yükseltilmesi,
- ✓ Suyu bazen  $CO_2$  verilmesi, bazen giderimi, hidrojen sülfür ( $H_2S$ ), metan ( $CH_4$ ) gibi gazların sudan uzaklaştırılması yani gaz transferi,
- ✓ Asitlerden temizleme ve su sertliğinin düşürülmesi,

- ✓ Korozif özelliğın giderilmesi,
- ✓ Tuzluluğın giderimi,
- ✓ Zararlı kimyasal maddelerin giderimi şeklinde sıralanabilir.

Çizelge 2.1. İçme suyu standartlarının karşılaştırılması

Özellik	Türk Standartları (TSE 266)	Dünya Sağlık Örgütü (WHO)	ABD Çevre Koruma Ajansı (US-EPA)
Bulanıklık (NTU)	<5	<5	<5
Koliform Bakteri (Sayı/100 ml)	<1	0	<1
Toplam Trihalometanlar	--	400	100
Alüminyum, Al (mg/L)	0,2	0,2	1
Arsenik, As(mg/L)	0,05	0,05	0,05
Baryum, Ba(mg/L)	0,3		1
Kadmiyum, Cd(mg/L)	0,01	0,01	0,01
Krom (Toplam)	0,05	0,05	0,05
Florür, F(mg/L)	1,5	1,5	0,7-2,4
Kurşun, Pb(mg/L)	0,05	0,05	0,05
Cıva, Hg(mg/L)	0	0	0
Nitrat, NO <sub>3</sub> (mg/L)	50	50	45
Selenyum, Se(mg/L)	0,01		0,01
pH	6,5-9,2	6,5-8,8	6,5-8,5
Sülfat, SO <sub>4</sub> (mg/L)	250	250	250
Toplam Çözünmüş Madde (mg/L)	1500	1000	500
Çinko, Zn(mg/L)	5		5

Bu amaçlara ulaşmak için bazı işlemler ve süreçler gerekmektedir. Bu işlemlerin en yaygın kullanımı arasında,

- ✓ Gaz transferi veya havalandırma,
- ✓ Izgaradan geçirme
- ✓ Mikro eleklerden geçirme
- ✓ Biriktirme
- ✓ Çöktürme
- ✓ Yüzdürme
- ✓ Suyun pH'sını ayarlama
- ✓ Hızlı karıştırma ve yumaklaştırma
- ✓ Filtrasyon
- ✓ Kimyasal stabilizasyon
- ✓ Adsorpsiyon
- ✓ İyon değiştirme
- ✓ Kimyasal çöktürme şeklinde verilebilir.

Bu basamaklar fiziksel ve kimyasal olarak ayrılmaktadır. Öte yandan kaynatma, koku ve tat kontrolü, sertlik giderimi, demir ve mangan giderimi için uygulanan işlemler, ters osmoz, elektrodializ gibi yöntemler de içme suyu tasfiye diğer işlemleri arasında sayılabilir (Eroğlu 2008).

Mevzuat gereği içme ve kullanma suyu kaynağının etrafında koruma alanları oluşturulmaktadır. Su kaynağına 300 metre ile 1 km uzaklıkta bulunan bölge kısa mesafeli koruma alanı olup; bu bölgede sanayi, turistik ve yerleşime yönelik tesislerin



kurulması uygun görülmemektedir. Su kaynağına en fazla 300 metre mesafede olan bölge ise mutlak koruma alanı olup; bu bölgede inşaat ve ağır sanayi tesisleri yapılmamalıdır.

Aynı kimyasal ve biyolojik özelliklere sahip olan içme ve kullanma suları, toplumda birbirlerinden farklı özelliklere sahipmiş gibi algılanmaktadır. Fakat kullanma suyunun da temizlik gibi gündelik işlerde kullanıldığı düşünüldüğünde en az içme suyu kadar temiz ve kaliteli olması gerekmektedir.

Tesislerin yüzeysel ve yeraltı suları işleyebilecek özellikte olması suların, insan sağlığına olumsuz etkilerini ortadan kaldırılmasında ve suları içilebilir hale getirilmesinde önem taşımaktadır. Tesislerin yeterli donanıma sahip olması ve gerekli bakımlarının düzgün yapılması, arıtımın temel amaçlarını gerçekleştirmede etkin rol oynamaktadır. Suya yapılan kimyasal, biyolojik, bakteriyolojik, limnolojik, reolojik analizler ve tesis konumunun enerji santraline yakınlığı gibi verimlilik parametreleri su tasfiyesi ile ilgili tesislerin ve tekniklerin belirlenmesinde önemli parametrelerdir. Sağlık Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve gerekli akreditasyonlara sahip özel laboratuvarlar teknik danışmanlık ve destek hizmetlerinden sorumludur. Ayrıca yerel yönetimler (Büyükşehir Belediyeleri) su arıtımıyla görevlidirler (Güler ve Çobanoğlu 1994).

Arıtım prosesleri üç temel başlık altında toplanmaktadır. Öncelikle en basit arıtım biçimi olan fiziksel arıtma; sudaki kirliliğin fiziksel özelliğine bağlı olarak değişmektedir. Viskozite, partikül büyüklüğü, özgül ağırlık gibi fiziksel parametreler, fiziksel arıtım yönteminin seçiminde kullanılır. Izgara, çökeltme, filtrasyon ve gaz transferi fiziksel proseslerin tipik örneklerindedir. Kirliliğin kimyasal özelliğine bağlı olan ve arıtım proseslerinin ikinci aşamasında gerçekleşen kimyasal arıtmada, ilave edilen kimyasal maddelerin fiziksel, kimyasal ve reolojik özelliklerinden yararlanır. Koagülasyon, flokülasyon, çökeltme, hızlı filtre, iyon değişimi bu gruba örnek verilmektedir. Biyokimyasal reaksiyonlardan yararlanılarak çözünebilir ve kolloid organik kirleticilerin giderilmesi işlemi ise son basamak olan biyolojik arıtmadır. Biyolojik filtrasyon, dezenfeksiyon, sterilizasyon biyolojik arıtımın başlıca örnekleridir (Özcan 2016).

## 2.2. İçme Suyu Arıtımı

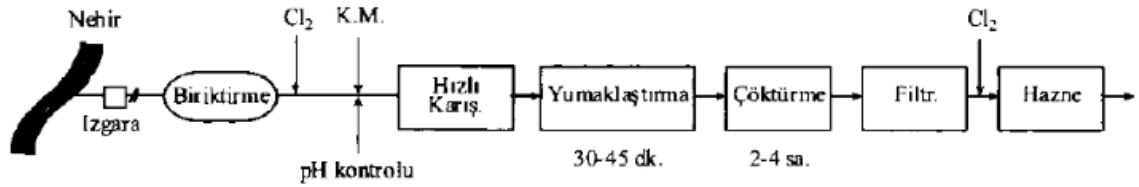
Su arıtımdaki temel amaçlar arasında suyu olduğundan daha güvenli ve daha temiz hale getirmektir. Her türlü hastalık yapıcı organizmanın derişiminin azaltılarak suyun temizlendiğine emin olmak gerekmektedir. Aksi takdirde bu durum o yerleşim yeri halkı için iyi sonuçlar doğurmayacaktır. Bu kapsamda, sudaki zararlı mikroorganizmaları yok etmek için en etkili yollardan biri dezenfeksiyon işlemidir. Suyun 0,1-0,2 mg/L bakiye klor kalacak şekilde ve uygun temas süresi ile klorla dezenfeksiyon edilmesi halinde bağırsak patojen bakterileri; 0,3-0,4 mg/L bakiye klorla dezenfeksiyon halinde ise virüsler yok edilmektedir. Ayrıca *E.colin* sulara bulunması zararlı organizmaların varlığının bir işaretidir. Bu yüzden bir içme suyu kaynağı tahlil edildiğinde *E. coli* bulunmuşsa, bu kaynağın temiz olmadığı anlaşılır.

Giren ham suyun özellikleri ve arıtılmış suyun kullanılma amacı, içme suyu arıtımının en önemli kriterleri arasındadır. Çıkan suyun kullanılma amacına göre, arıtım yolu belirlenmektedir. Ham suyun özelliği ise, kaynaktan kaynağa önemli farklılıklar

göstermesidir. Örneğin, bazı kaynak sularının yapısı iyi şartlardadır ve sadece dezenfeksiyon işlemi ile kullanıma hazır hale gelebilir. Ama tam aksine, kötü yapıya sahip olan bir suya ise, biriktirme, hızlı ve yavaş karıştırma, filtrasyon vb gibi birçok işlem uygulanması gerekebilir. Bu amaçla, su kaynağından düzenli olarak numune alınmakta, gerekli parametrik ölçümler seri şekilde yapılmaktadır. Böylelikle hangi parametrelerin iyileştirilmesi gerektiği doğru şekilde tespit edilmektedir.

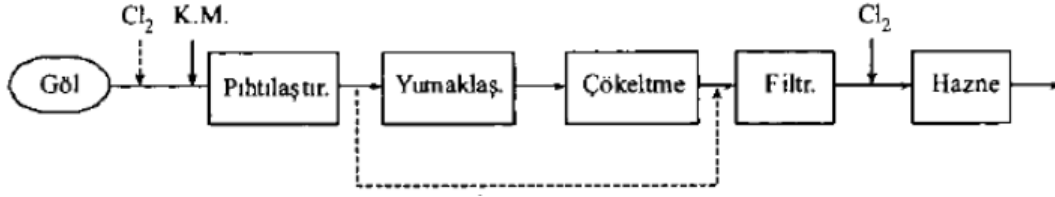
Avrupa İçme Suyu Standartlarına göre; koliform grubundan bakterilere, içme suyu şebekesinin girişinden alınan 100 ml numunelerde rastlanılmamalıdır. Ayrıca, içme suyu şebekesinden alınan 100 ml numunelerin %95'inin koliform grubundan herhangi bir bakteri içermemesi gerekmektedir. Bu ifadenin anlamını binom dağılımı kullanarak yorumlarsak, yukarıdaki şekilde alınan 100 numunenin %0,03'ünün koliform grubu bakteri içermesine müsaade edilmektedir. Ayrıca çıkarılabilecek bir başka sonuç da koliform bakterileri için Avrupa İçme Suyu Standardında EMS (en muhtemel sayı)  $\leq 0,5$  adet/L'dir (Jackman 2014).

Şekil 2.1'de yüzey sularının içme suyu kaynağı olarak kullanılması durumunda uygulanabilecek arıtmanın genel akım şeması gösterilmektedir. Yüzey suyu öncelikle ızgaradan geçirilmekte böylece iri tanelerin yok olması sağlanmaktadır. İkinci basamak olan biriktirmede süre genel olarak 10-20 gün arasında değişmektedir. Bunun nedeni, iri tanelerin çökmesini sağlayarak su kalitesinin düzeltilmesi ve debinin dengelenmesine olanak vermektir. Kum tutucu, yani çöktürme havuzu, biriktirme haznesinin olmadığı durumlarda, iri tanelerin çökmesi için kullanılabilir yöntemler arasındadır (Çakmancı vd 2013).



Şekil 2.1. Yüzey sularının içme suyu kaynağı olarak kullanılması durumunda uygulanabilecek arıtma kademeleri

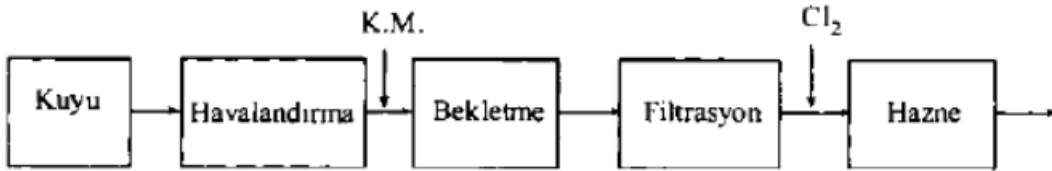
Şekil 2.2'de ise göl sularının içme suyu kaynağı olarak kullanılması durumunda uygulanabilecek arıtmanın genel akım şeması verilmektedir. Nehir sularından farklı olarak, iri çakıl veya kum tanelerine göl sularında daha az rastlanılmaktadır. Bu durumun nedenleri arasında nehirlerin genellikle eğimli arazilerde akış halinde bulunmasıdır. Göl suları bazı mevsimsel dönemlerde diğer dönemlere nazaran, bünyelerinde daha yüksek seviyede alg ve kil ihtiva etmektedir. Su kalitesinin iyi olduğu mevsim aralıklarında; yumaklaşırma ve çöktürme basamakları atlanarak direkt filtrasyon basamağına geçerek maliyeti ve çabayı azaltmak mümkündür (Çakmancı vd 2013).



Şekil 2.2. Göl sularının içme suyu kaynağı olarak kullanılması durumunda uygulanabilecek arıtma kademeleri

Yerüstünden yeraltına sızan suların birleşmesiyle yer altı suları oluşmaktadır. Gözenekli tabakalar veya kayaçların arasındaki boşluklar yüzey sularının sızmasıyla dolmaya başlamaktadır ve yer altı suyunu oluşturmaktadır.

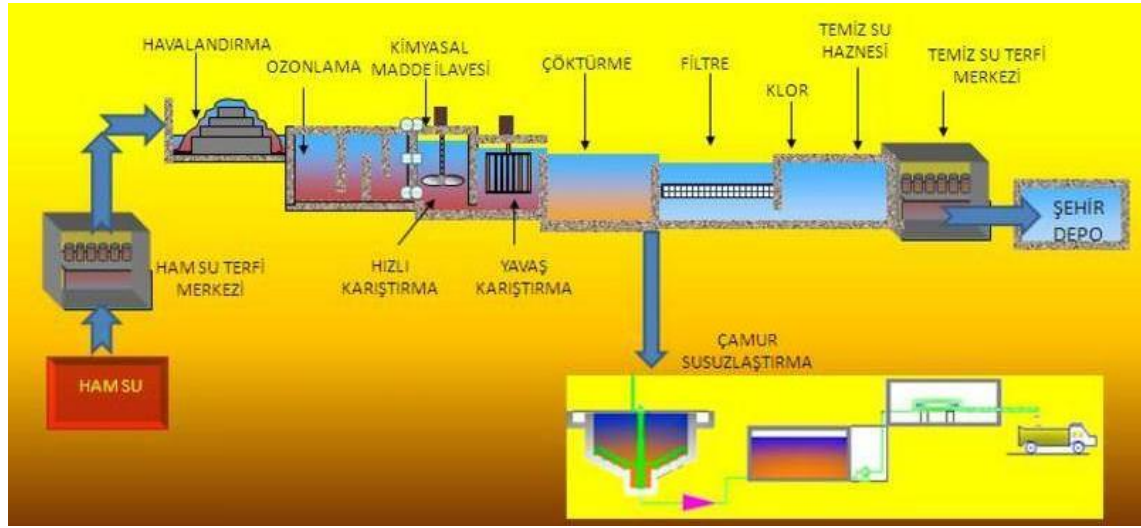
Yeraltı suyu; akarsu, göl ve deniz gibi su kütlelerini besleyen kaynaklar arasındadır. Yağmur ve kar, yeraltı su sistemini besleyen kaynakların en önemlilerindedir. Yağmur ve kar suları zeminde gravitasyonel etkiyle suya doymamış bölgeden geçerek yeraltı su sistemine katılır. En fazla 750 m derinlikte ve yeryüzünün her alanında bulunan yeraltı suları, değişik bileşimli kayaçlarla sürekli temas halindedir. Bu sayede, yer altı suları buldukları bölgenin kayaçlarında en sık rastlanan mineralleri daha çok bulundurur. Yeraltı sularında bulunan en önemli iyonlar arasında kalsiyum ( $Ca^{+2}$ ), magnezyum ( $Mg^{+2}$ ), sodyum ( $Na^{+}$ ), potasyum ( $K^{+}$ ), klor ( $Cl^{-2}$ ), sülfat ( $SO_4^{-2}$ ), karbonat ( $CO_3^{-2}$ ), bikarbonat ( $HCO_3^{-2}$ ) olarak sıralanmaktadır. Söz konusu iyonların su bünyesine nasıl katıldığı ve bu iyonların sağlık açısından yararlı ve zararlı etkileri önem arz etmektedir (Varol vd 2008) (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Yeraltı sularının içme suyu kaynağı olarak kullanılması durumunda uygulanabilecek arıtma kademeleri

Yeraltı sularında bazı elementlerin bulunması kirliliğe yol açmaktadır. Bu elementler etkileşim süresine ve bulunma miktarına bağlı olarak sınır değerleri aştığı için zehirli etki yapmaktadır. Zehirli etkiye yol açabilecek element ve bileşikler arasında arsenik, kadmiyum, krom, kurşun, civa, baryum, nitrat, flüorür, radyoaktif maddeler, amonyum ve klorür vardır. Sülfür minerallerinin bozulması ve jeotermal alanlar, yer altı sularında en tehlikeli maddelerden biri olan arseniğin miktarının artmasına yol açabilir. Bu tür suların uzun süreli kullanımı insanlarda cilt hastalıklarını tetiklemektedir. Nitrat, yeraltı sularına antropojen kökenli olarak karışmaktadır. Suni gübreler veya katı atıklar vasıtasıyla karışan nitratın içme sularında olması gereken maksimum sınır değeri 50mg/l'dir. Bu miktar üzerindeki nitrat su değerlerinin bebekler için zararlı olduğu ve mavi bebek hastalığına sebep olduğu düşünülmektedir (Varol vd 2008).

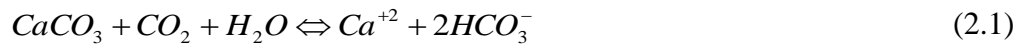
Şekil 2.4'te içme suyu arıtma tesisi şematik olarak verilmektedir. İçme suyu arıtım basamakları genel olarak, havalandırma, ozonlama, kimyasal madde ilavesi, çöktürme, filtre sistemleri, klorlama ve suyun temiz su haznesine taşınması şeklindedir.



Şekil 2.4. İçme suyu arıtma tesisleri akım şeması

Terfi merkezine gelen ham su bekletilip, havalandırma basamağına gönderilir. Havalandırma haznesinde asıl amaç, çözülmüş gazları arttırmak veya azaltmak, yani sudaki oksijen dengesini ayarlamaktır. Özellikle biyolojik aşamada gerekli olan oksijenin sisteme verilmesi sağlanmaktadır. Bu durum nehir ve göllerde ise, direkt olarak suya oksijen transferiyle gerçekleşmektedir. Havalandırma haznesindeki diğer bir aşama ise karbondioksit dengesini sağlamaktır. Karbondioksitin bazen suya verilmesi bazen ise sudan giderilmesi gerekmektedir. Kireç-soda metodu ile bu aşama tamamlanmaktadır. Suda istenmeyen koku ve tadın giderilmesi, sudaki fazla hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S) giderimi ile gerçekleşmektedir. Havalandırma haznesinin son aşaması olan dezenfeksiyonda, kullanılan klor (Cl<sub>2</sub>) ve ozon (O<sub>3</sub>) gibi gazların suya verilmesiyle gerçekleşmektedir. Havalandırma haznesinde çözülmüş gazları arttırılan veya azaltılan su, ozonlama haznesine gönderilmektedir. Ozonlama haznesinde kimyasal madde ilave edilen su karıştırma işlemlerine tabii tutulur.

Biriktirme haznesi; suyun bulanıklığını azaltması, su sertliğini azaltması, sudaki çözülmüş oksijen dengesini ayarlaması ve iri tanelerin çökmesini sağlamaktadır. Ayrıca, suyun koku ve tat değişimlerini ayarlamakta, bazı durumlarda da rengini düzenlemektedir. Biriktirme yapılarak, mikroorganizmalarda azalma sağlanmış olur. Böylece hastalık yapıcı etkenler ortadan kaldırılır. Öte yandan su kalitesinde dengeyi sağlar. Örneğin, bir nehir ya da akarsuyu düşünürsek; buradan alınan su biriktirme haznesinde tutulursa, zamanla çok değişken yapıda olan nehir suyu stabil konuma gelir. Biriktirme haznesindeki asıl gaye, suyun kalitesini iyileştirmektir. Suda çözülmüş halde bulunan karbondioksit algler tarafından alındığında aşağıdaki reaksiyon sola doğru kayar.



Organik oksidasyon nedeniyle, koku ve tat bakımından iyileşme ve BOİ azalması gerçekleştirilebilir. Koliform sayısında veya hastalık yapan mikroorganizma sayısında azalma görülebilir.

Küçük partiküllerin yumaklar halinde çöktürülmesini sağlayan işlem yumaklaştırma işlemi olarak adlandırılmaktadır. Bu işlem pıhtılaştırma ve yumaklaştırma şeklinde iki basamaktan oluşmaktadır. Çözünmüş madde, kolloidler ve askıda katı madde gruplarına giren taneciklerin büyüklüğü  $10^{-7}$  ile 0,1 mm arasında değişmektedir. Çapları 0,001  $\mu\text{m}$ 'den küçük olan maddelere çözünmüş maddeler denir ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  gibi). Kolloidlerin çapları ise 0,001 ile 1  $\mu\text{m}$  (mikrometre) arasında değişmektedir. Kil, virüsler,  $\text{SiO}_2$  örnek gösterilebilir. Süspansiyon olarak adlandırılan askıda katı maddelerin ise çapları 1  $\mu\text{m}$ 'den daha büyüktür. Bakteriler, kil, kum örnek gösterilebilir.

Arıtma tesisine gelen suyun içeriğindeki bir taneciğin çökme hızını, o taneciğin yoğunluğu, çapı, sıcaklık ve sıvının viskozitesi etkilemektedir. Çökeltme havuzlarındaki amaç, askıdaki katı maddelerin çökelmelerini sağlamaktır. Yani yumaklaştırmadan maksat; askıdaki taneciklerin yumak haline getirilmesidir. Yumak haline getirilen bu tanecikler daha sonra çökme veya filtrasyon işlemlerine tabii tutularak, sudan ayrılmaları sağlanmaktadır.

Suda bulunan zararlı mikroorganizmalar dezenfeksiyon işlemi ile bertaraf edilmektedir. Dezenfeksiyon işlemlerinin başında maliyeti nispeten daha uygun olan klorla dezenfeksiyon gelmektedir. Klor maddesinin piyasadan temini daha kolay olmaktadır. Ayrıca, oda sıcaklığında gaz halinde bulunan klor maddesi katı ve sıvı halde de dezenfeksiyon için kullanılabilir. Klor suya karıştıktan sonra farklı formlara dönüşmektedir ve suda bulunan mikroorganizmalara tam olarak etki edebilmesi için temas süresinin iyi ayarlanması gerekmektedir. Genellikle bakiye klor aralığı 0,2 ile 0,5 mg/L arasında değişim göstermektedir. Temas süresi için önerilen uygun zaman aralığı 30 dk'dır.

İçme sularında dezenfeksiyon; ozonlama, ultraviyole ve benzeri metotlar ile yapılabilir (17.02.2005 tarihli, 25730 sayılı resmi gazete). Oksidant olarak kabul edilen ve çok güçlü dezenfektan olan diğer bir yöntem ise ozonla dezenfeksiyondur. Ozonlama mikroorganizmaları kısa bir sürede etkisiz hale getirmektedir. Ozonlamanın yaygın olarak kullanılmamasının nedeni, karmaşık ekipmanlar gerektirmesi ve yüksek enerji maliyetine sahip olmasıdır.

### 2.3. Membran Teknolojisi

Organik ve anorganik polimerlerden meydana gelen geçirgen veya yarı geçirgen zar benzeri ince yapıya membran denir.

Ters ozmoz (TO) teknolojisi membran teknolojisinin alt bir dalı olarak gelişme göstermiştir. Membranlar kendisinden geçirilecek sıvının diğer tarafa geçmesini sağlamaktadır. Böylece suyun içerisindeki mineralleri ve bazı partikülleri bulunduğu yerde tutmaktadır. Bu işlemin kusursuz bir şekilde gerçekleşmesi için membran yapısının polimer bir yapıya sahip olması gerekmekte ve en ufak bir kirleticiyi bile tutabilecek ölçüye sahip olması gerekmektedir.

Membran teknolojisindeki gelişmeler 1960'lı yıllarda ilk olarak başlamış ve 1990'lı yıllardan itibaren ise endüstriyel faaliyetlerde kullanımı artmıştır. Ters ozmoz membranları 1960'lı yılların sonlarına kadar deniz suyunun arıtımı için kullanılmıştır. 1980'lerin sonlarına kadar ise, Toplam Organik Karbon gideriminde nanofiltrasyon (NF) uygulaması kullanılmıştır.

Selüloz-asetat membranlar, bu sistem için ilk denenen membran yapılarıdır. Ancak suya karşı çok geçirgen bulunduğu için verimin pek fazla olmayacağı düşünülerek bu membran modeli üzerinde değişiklikler yapılmıştır. Selüloz-asetat membranlar, geliştirilerek oluşturulan diğer membran türü ise İnce Film Kompozit membranlardır. İlk yapılan membran türünden farkları, ısıya olan mukavemetleri ve organik maddeleri tutabilme düzeyleridir. Günümüzde özellikle sıcak iklimlerde kullanımı hala söz konusudur (Yaşa 2009).

#### 2.4. Membran Uygulama Alanları

Az enerji ihtiyacı sonucunda düşen maliyet günümüzde membran teknolojisinin uygulama alanlarını artıran en önemli faktörlerden biri olarak gösterilmektedir. Biyoteknoloji, farmakoloji, petrokimyasal sektörler, su ve kağıt endüstrileri membran filtrasyon teknolojisinin başlıca alanları olarak sıralanabilir. Membran filtrasyon yönteminin son yıllarda içme suyu üretim metodları arasında değeri yükselmiştir. Öncelikle sadece desalinasyon amaçlı kullanılan bu yöntem, son 30 yılda özellikle büyük su arıtma tesislerinde gelişim göstererek desalinasyon yönteminin de önüne geçmiştir.

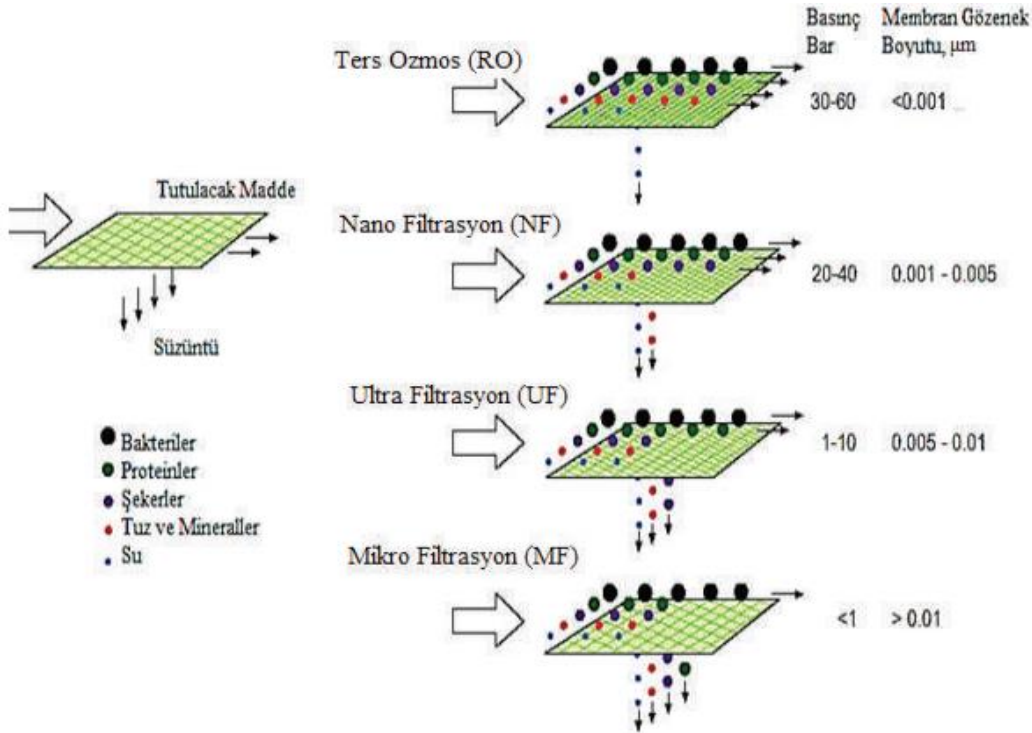
Membran filtrasyon yönteminin bu kadar gözde olmasının diğer bir sebebi ise, klorlama işlemi ile dezenfekte edilemeyen *Cryptosporidium* gibi bazı patojenik bakterilerin membran filtrasyon işlemi ile dezenfekte edilebiliyor olmasıdır. Hem uygulama alanında kolaylık sağlaması hem de zararlı maddeleri bir aşamada yok ediyor olması; Amerika başta olmak üzere, birçok Avrupa ülkesinin arıtma tesislerinde bu sistemin kullanımını sağlamış ve arttırmıştır (Kurama 2002).

Membrandan geçen kısım süzüntü, geçemeyen kısım ise konsantre akımı olarak adlandırılmaktadır. Membran imalatındaki en temel amaç, konsantre yoğunluğu yüksek süzüntü sağlayabilen bir materyal üretmektir. Membran sisteminde gözenek yoğunluğuna bağlı olarak sıvının ve maddenin geçirgenliği sağlanır. Bu aşamada membran için önemli olan materyal porozitesi yani materyal gözenegidir. Çünkü, porozite arttıkça geçirimsizlik artmaktadır. Bu kapsamda, herhangi bir membran materyalini ele alırsak, optimum fiziksel yapı, küçük bir gözenek boyutuna ve yüksek yüzeyde bir poroziteye sahip materyale bağlı olduğunu söylemek mümkündür.

Su arıtımı için kullanılan membran prosesleri, ters ozmoz, elektrodializ, mikrofiltrasyon, nanofiltrasyon, ultrafiltrasyon membran distilasyonu, mikrobiyal yakıt hücresi şeklinde sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırma membranların kimyasal özelliklerine ve gözenek boyutlarına bağlı olarak gerçekleşmektedir. Membran prosesler gözenek çaplarıyla doğru orantılı olarak bazı bileşenleri diğer tarafa geçirirken, bazılarını kendi bünyesinde tutar. Membranların gözenek boyutları Şekil 2.5'te gösterilmektedir.

Membranlar yüksek derecede yük seçiciliğine sahip şekilde üretilmektedir. Burada temel amaç, ayrılması istenilen bileşiğin kolay ve akıcı bir şekilde karşı tarafa geçimini sağlamaktır. Ayrıca, birçok sayıda polimer ve inorganik maddeden üretilmektedir. Böylece geniş bir alana dahil olan tüm bileşenler kolaylıkla ayrılabilir. Membran proseslerin çok fazla enerji ihtiyacı yoktur. Bu da metaller gibi bazı önemli bileşiklerin geri kazanımı açısından avantaj olarak düşünülebilir.

Membranların taşıma maliyetinin olmaması, öte yandan enerji ihtiyaçlarının az oluşu, işlemler sırasında ilave kimyasallara ihtiyaç duyulmaması, işlemlerin kesiksiz olarak sürekli devam etmesi ve belirli bir boyut sınırlandırılmasının olmayışı membran sisteminin en gözde avantajları arasında sıralanabilir. Ancak; membranların bazı çözeltilerle kimyasal uyum sağlayamaması, membrandan sağlanan verimi ve sistem verimliliğini düşürerek daha fazla enerji ihtiyacına sebebiyet verebilir. Daha fazla enerji ihtiyacı da sistemin maliyetini arttıran önemli bir faktördür. Öte yandan, membran prosesler zamanla kirlenebilir ve gözeneklerinde tıkanma gerçekleşebilir. Bu durum giren sıvının konsantrasyonuna bağlıdır. Membranların kirlenmesi ve gözeneklerin tıkanması düşük akıya sebep olur. Ayrıca membranların kısa süreli değiştirilmesi veya temizlenmesi gerektirdiğinden maliyeti artırır. Bu maddeler, membran proseslerin en belirgin dezavantajları arasında sıralanabilir (Aslan 2016).



Şekil 2.5. Gözenek boyutları ve tutabildikleri bileşenlere göre membran prosesleri

## 2.5. Membran Yapıları

Membranlardan geçme yönünde akı sağlamak için itici güçte bir kuvvet ve geçişi engelleyen ayırma kuvvetleri vardır. En temel olarak görünen bu iki kuvvet, membranların yapı ve türüne bağlı olarak, bazı sıvıların geçişini sağlarken, bazılarının geçişini engelleyici yönde görev yaparlar. Bu kuvvetleri oluşturan bileşke kuvvetler (sürücü kuvvetler) bulunmaktadır. Basınç ( $\Delta P$ ), konsantrasyon ( $\Delta C$ ), elektriksel potansiyel ( $\Delta E$ ) ve sıcaklık farklılığı ( $\Delta T$ ) şeklinde sıralanmaktadır. Bu sürücü kuvvetlerin uygulanan membran türüne göre faz halleri ve biçimleri Çizelge 2.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.2. Membran proseslerde sürücü kuvvetler (Cheremisinoff 2003)

Membran Prosesler	Faz I	Faz II	Sürücü Kuvvet
Mikrofiltrasyon (MF)	Sıvı	Sıvı	$\Delta P$
Ultrafiltrasyon (UF)	Sıvı	Sıvı	$\Delta P$
Nanofiltrasyon (NF)	Sıvı	Sıvı	$\Delta P$
Ters ozmos (TO)	Sıvı	Sıvı	$\Delta P$
Gaz Ayırma	Gaz	Gaz	$\Delta P$
Dializ	Sıvı	Sıvı	$\Delta C$
Ozmos	Sıvı	Sıvı	$\Delta C$
Pervaporasyon	Sıvı	Gaz	$\Delta P$
Elektrodializ	Sıvı	Sıvı	$\Delta E$
Temo-ozmos	Sıvı	Sıvı	$\Delta T/\Delta P$
Membrane distilasyonu	Sıvı	Sıvı	$\Delta T/\Delta P$

## 2.6. Membran Prosesler

Membran prosesler, gözenek boyutları ve uygulanan basınç kuvvetlerine göre Mikrofiltrasyon, Ultrafiltrasyon, Nanofiltrasyon ve İleri filtrasyon (TO filtrasyonu) şeklinde sınıflandırılmaktadır. Membranlar, genel olarak belirli boyutlardaki partikülleri tutmaktadır. Ancak, bu sınıflandırmanın kendi içerisinde ayrılmasının nedeni, TO membranların çözünmüş tuzlar gibi makromolekülleri de tutması ve mikrofiltrasyon gibi membranların ise, suda çözünmüş maddelerin çoğunun geçişine izin verirken tuz, mikroorganizma ve benzeri boyuttaki diğer büyük bileşenleri tutmasıdır. Bu ilişki membran türüne ve sahip oldukları gözenek çaplarına bağlı olarak değişim göstermektedir (Çizelge 2.3).



Çizelge 2.3. Membran türü ve gözenek çapı ilişkisi

Membran Türü	Gözenek Çapı, $\mu\text{m}$
Mikrofiltrasyon (MF)	0.1-0.5
Ultrafiltrasyon (UF)	0.005-0.1
Nanofiltrasyon (NF)	0.001
Ters ozmos filtrasyonu (TO)	0.001

En yaygın olarak kullanılan membran proses, sıvı ile gazlarda mikron gibi çok küçük taneciklerin ayrılmasını sağlayan mikrofiltrasyon yöntemidir. Gözenek boyutları 0.1 ile 1.4  $\mu\text{m}$  aralığındadır. Mikrofiltrasyon sıvılarda veya gazlarda mikron eşdeğerinde olan küçük partikülleri ayırmak için kullanılmaktadır. Bu uygulamalara çoğu bakteri türünün, flok maddelerin ve askıda katı maddelerin uzaklaştırılması girmektedir (Kitiş vd 2009). En çok tercih edilen filtrasyon tipi olmasının yanı sıra, dinamik ve mekanik bir filtrasyon işlemi de sunmaktadır. Geçirgenlik basıncı 0.2-0.5 bar arasında değişmektedir. Geçirgenlik basıncının bu denli düşük olması ayırma işlemi için gerekli olan enerji miktarını da en aza indirmektedir. Az miktardaki enerji ihtiyacı da maliyeti azaltmaktadır. Uygulama alanlarında en çok tek kullanımlık modülleri tercih edilmektedir. Atık su arıtma sistemi için verimli olan bu sistem, gıda atıksuları için pek fazla tercih edilmemektedir.

Temelde bir filtreleme işlemi olarak görev alan ultrafiltrasyon üniteleri ise, ilk kez 1907 yılında kullanılmıştır. İnce membran yapısıyla kimyasal kullanımına gerek kalmadan, bakteri, virüs vs. tüm organizmalar (0,1-0,01  $\mu\text{m}$  arasındaki partiküller) üzerinde etkin bir rolü vardır. İçme sularının baş problemi olarak bilinen mikrobiyolojik kirlenmelerin gideriminde etkisi oldukça fazla olmakla birlikte, tam bir dezenfektan olarak da görev üstlenmektedir. Kimya endüstrisi başta olmak üzere, su arıtımı, gıda, süt ve tekstil endüstrisi başlıca kullanım alanlarıdır. Öte yandan, ultrafiltrasyon membranları nanofiltrasyon ve TO membranlarından farklı yapıdadır. Hollow Fiber membranlar olarak adlandırılan bir yapıya sahiptir. Membran ömrü, uygun şartlar altında, belirli kontroller yapıldığı sürece nanofiltrasyon ve TO membranlarına göre daha uzun ömürlüdür (Andırıcı 2014).

Nanofiltrasyon da ters osmoz ve ultrafiltrasyon gibi molekül ayırımını yapan başlıca sistemlerden biridir. Son yıllarda özellikle kağıt endüstrisinde gelişim göstermektedir. Nanofiltrasyon membran gözenek yapısı TO'ya çok benzemektedir. Ancak, TO'ya göre daha fazla tuzun geçmesine izin verilmektedir. Ayrıca, maliyet açısından da diğerleriyle kıyaslandığında daha ekonomik olduğunu söylemek mümkündür (Doğan vd 2017).

## 2.7. Ters Osmoz Tarihçesi

İlk yarı geçirgen membran 1748'de Fransız Abbe Nollet tarafından yapılmıştır. Abbe Nollet aynı zamanda osmoz olayını da laboratuvar şartlarında ispat eden kişi olmuştur. 1867'de Alman kimyacı Traube daha ileri seviyede membran dizayn etmiştir. 1950'lerin sonuna doğru University of Florida'dan Reid ve Breton ilk olarak selüloz asetattan ters osmoz membranı üretmişlerdir. Loeb ve Sourirajan TO membranını geliştirerek yüksek akı ve yüksek tuz ret oranı özelliğine sahip yeni bir membran üretimi sağlamışlardır. Loeb ve Sourirajan tarafından geliştirilen TO membranı 10 misli daha fazla akı üretebilmiş ve %95 oranında tuz ret kapasitesine sahip olmuştur ve böylece ticari üretiminin önünü açılmıştır. 1970'lerin sonundan günümüze kadar ise sürekli geliştirilebilir özelliği ile membran teknolojileri yaygın olarak kullanılmaktadır. Membran teknolojileri sürekli geliştirilebilir özelliktedir. Günümüzde membran teknolojisi sistemleri çözünmüş madde konsantrasyonu ile içerdiği partikül boyutuna bağlı olarak endüstri tipine göre çok farklı alanlarda kullanılmaktadır.

İlk ticari membran üretiminin 1962'de, yüksek miktarda tuz giderimini sağlayan kompozit membran üretiminin 1972'de, ilk deniz suyu ters osmoz tesisinin kuruluşunun ise 1975'de olduğu görülmektedir. Son 30 yılda membran teknolojisi sistemlerinin kullanımının büyük bir hızla arttığı görülmüştür. Yapılan araştırmalar, dünyada günde toplam yaklaşık  $1.3 \times 10^{13}$  m<sup>3</sup> suyun söz konusu teknolojiler ile arıtıldığını göstermektedir. Bu da odak noktası membran olan ve geliştirildikçe daha çok verim sağlanan ters osmoz göstermektedir (Torunoğlu 2010).

### 2.7.1. Ters osmoz

Küresel su döngüsü, su moleküllerinin Dünya yüzeyinde ve yeraltında yaptığı sürekli hareket sonucu oluşan kapalı sistemdir. Bu süreçte su molekülleri canlı organizmalar tarafından alınır ve bazı tepkimeler sonucu tekrardan ekosisteme atılır (Dolnicar 2009). Su dönüşümü için mevcut tatlı su kaynaklarının yenilenmesi ve kontrol altında tutulması gerekmektedir.

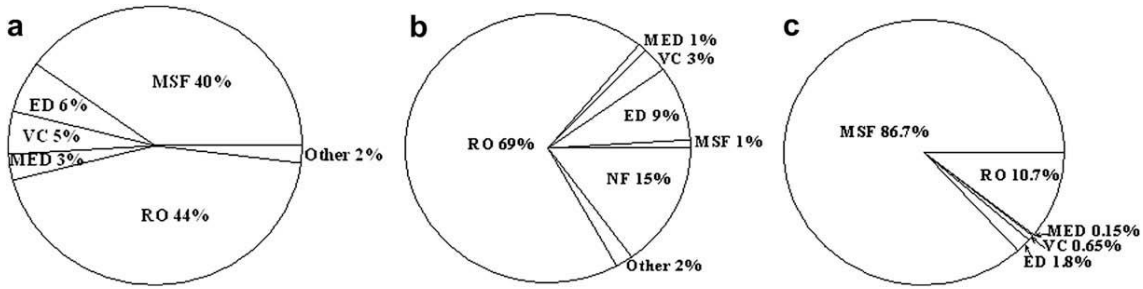
Tatlı su kaynaklarını yenilemenin bir yolu ise mevcut tuzlu sulardan tatlı su elde edilebilmesi için uygulanan yöntemlerin geliştirilmesini sağlamak ve bu yöntemlerin teknolojide kullanımını arttırmaktır. Çünkü global su problemi ciddi bir boyut kazandığında bu etkinin ülkeler arasındaki kültürel, ekonomik ve hatta ruhsal veya dini ilişkilerini etkileyebileceği düşünülmektedir (Dolnicar 2009).

Geçmişten günümüze yapılan araştırmalarda, tatlı su elde edebilmek için farklı önerilerin sunulduğu görülmektedir. Magma tabakasına yakın, yüksek mineralli olan fosil su rezervlerini yeryüzüne çıkararak kullanmak, bu önerilerin başında gelmektedir. Ancak bu sular yüksek miktarda mineral içerdiğinden, arıtımı için yüksek maliyet gerekmektedir. Öte yandan gündeme gelen diğer bir öneri ise, kutuplarda bulunan katı haldeki su kütlelerinin sistematik şekilde su ihtiyacı duyan ülkelere teminini sağlamak olmuştur. Fakat bunun içinde yüksek kalitede teknoloji gerekmektedir (Can vd 2002). Sonuç olarak insanların algısı okyanus ve denizlere yoğunlaşmıştır. Yani, hali hazırda bulunan tuzlu su kütlelerinden tatlı su eldesinin dünya ülkeleri için daha kapsamlı ve faydalı olabileceği düşünülmüştür.

Tuzdan arındırma işlemi bazı tartışmaları beraberinde getirmektedir. En önemli tartışma konuları arasında arındırma işlemi için gerekli enerji tüketimi, arındırma sonrası elde edilen suyun kalitesi ve tesisin çevresel etkileri yer almaktadır. Bu süreçte temel alınan en önemli kriterler arasında su kaynağının miktarı ve kalitesidir. Mühendisler tarafından güvenli bir şekilde suyun geri dönüşümünü sağlamak, düşük maliyetle tuzu arıtılmış su elde etmek temel amaç olmaktadır (Dolnicar ve Hurlimann 2010).

Endüstri tarafından üretilen tuzlu suyun ve deniz suyunun desalinizasyonu (tuzsuzlaştırılması) 20.yüzyılın ortalarından beri gerçekleştirilmektedir. Bu yolla arıtılmış suyun %10'dan büyük bir kısmı Ortadoğu ve Amerika kıtasında bulunmaktadır. Günümüzde 120'den fazla ülkede arıtma üniteleri aktif durumdadır.

En çok kullanılan modern tuz giderme yöntemleri Şekil 2.6'de gösterilmektedir. Bu diyagrama göre dünya genelinde en çok TO yöntemi, daha sonra da çok aşamalı hızlı damıtma yöntemi kullanılmaktadır. TO yöntemi aynı zamanda ABD'de de en sıklıkla kullanılan tuz giderme yöntemidir. Ortadoğu ülkelerinde ise TO yöntemi %10,7'lik bir sıklıkla çok aşamalı hızlı damıtma yöntemini ikinci sırada takip etmektedir.



Şekil 2.6. Dünya (a), ABD (b) ve Orta Doğu Ülkelerinde (c) uygulanan tuz giderme yöntemleri (Murakami 1995, Wolff 2006, Zhou ve Tol 2005) (MSF: çok aşamalı hızlı damıtma, NF: nano filtrasyon, RO: ters osmoz, ED: elektrodializ, MED: çoklu damıtma, VC: buharlı sıkıştırma)

Şekil 2.6'da gösterildiği üzere, dünya genelinde en fazla kullanılan yöntemin ters osmoz olmasının nedenleri arasında su kütlelerinin fazla olması vardır. Bundan dolayı en fazla ABD tarafından tercih edildiği görülmektedir. Orta Doğu ülkelerinde ise en çok tercih edilen yöntem çok aşamalı hızlı damıttır.

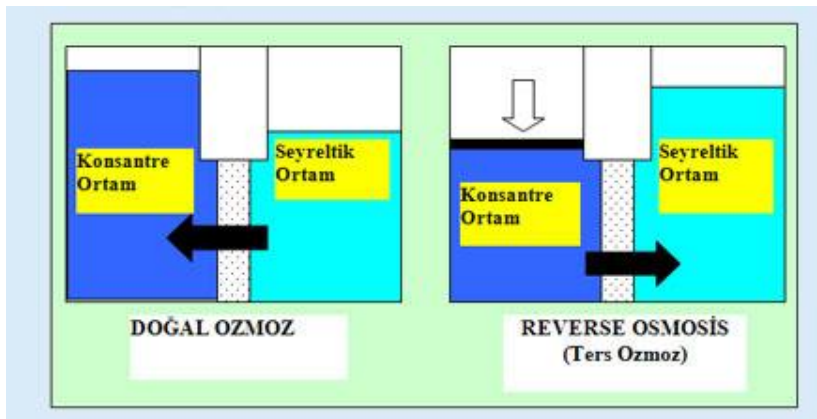
Bilinen en hassas membran filtrasyon teknolojisi olan ters osmoz; atık suyun yeniden kullanımını sağlamaktadır. Çözünmüş anorganik ve organik maddelerin sudan uzaklaştırılması ya da geri kazanılması amacıyla yüksek basınç uygulanan bir sistemdir.

Ortalama 1970'li yıllardan beri kullanımı mümkün olan bu sistem başlarda maliyeti pahalı olduğu için sadece gemilerde, yapılan uzun yolculuklar esnasında deniz suyundan içme suyu elde etmek amacıyla kullanılan bir yöntemdi. Fakat zamanla maliyetinde görülen azalış ile tatil köylerine, otellere, deniz kıyısı kasabalara ve hatta evlere yayılmaya başlamıştır. Gelişen membran üretim teknikleri sayesinde TO ile üretilen suyun maliyeti de çok azalmıştır.

TO'nun çalışma prensibi basınç dayalıdır. Bu basınç ise pompa aracılığıyla sağlanmaktadır. Ters ozmoz ünitelerinde; kullanılan membran sayısı, membran tipi, geri kazanım su oranı/miktarı/kazancı gibi veriler ile ham su karakterinin çok iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Bu analize göre, ters ozmoz sisteminin kurulacak yeri, kurulacağı yerdeki nüfusu ve kullanım oranı göz önüne alınarak, sistem daha az maliyetli ama daha çok faydalı şekilde kurulabilir.

Osmoz ile TO arasında ince bir ayrım vardır. Osmoz; çözelti halindeki bir sıvının kendiliğinden yarı geçirgen bir zardan geçmesi olayını tanımlar. Böylece iki çözelti birbirinden bağımsız hale gelmiş olur. Burada kullanılan yarı geçirgen membranlar, çok ince bir zar tabakasından oluşmaktadır. İdeal şartlarda bu membran, çözeltiyi inorganik ve organik maddelerden, kolloidlerden, bakterilerden, istenmeyen moleküllerden ve ayrıca iyonlarından ayırarak saf çözelti haline getirir. Çözelti akışı daima seyreltilmiş saf çözeltiye doğru gerçekleşmektedir. Bu akış ozmotik basıncın dengelendiği ana kadar sürmektedir. Bu an çözelti akışının membranın iki yönünde de gerçekleştiği zaman dilimidir (Şekil 2.7).

TO'da ise, farklı iki çözelti birbirinden yarı geçirgen bir membranla ayrılmıştır. Konsantr çözelti tarafına dışarıdan ozmotik basınçtan daha yüksek bir basınç uygulanırsa olay tersine döner ve bu duruma ters ozmoz denir. Bu durumda sıvı, çözelti konsantrasyonunun yüksek olduğu taraftan membran içinden geçerek alçak olan tarafa doğru akar. Deniz suyunun ozmotik basıncı ortalama 2300-2600 kPa ile 3500 kPa kadardır.



Şekil 2. 7. Osmoz ile ters osmoz arasındaki farkın gösterimi

Damıtma ve TO yöntemleri, deniz suyunun arıtılmasında en çok ilgi duyulan yöntemlerdir (Mengü ve Anaç 2011).

Deniz suyunun arıtılmasında damıtma ve TO yöntemi en yaygın kullanılan yöntemlerdendir. TO'nun damıtmaya göre daha fazla tercih edilmesinin nedeni, suyun tuzdan arıtımının sağlanması için ayrıca bir ısıtmaya ihtiyaç yoktur. Öte yandan, damıtmaya göre daha az enerjiye ihtiyaç vardır ve ters ozmozda bakteri ve türevleri gibi canlılarda ayrıştırılmaktadır. Bunlar ters ozmoz sisteminin damıtmaya göre daha avantajlı olmasının nedenleri arasında söylenebilir (Mengü ve Anaç 2011).

TO yöntemiyle elde edilen suyun kalitesinin sanayi ve ticari boyutta önem kazanması, ters osmoz su saflaştırma tekniğinin piyasada tutunmasını ve tercih edilmesini sağlayan nedenlerin başlıcalarındandır. Yeterli temiz suyu olmayan deniz kenarlarında kurulan yerleşkelerde (kent, kasaba ve oteller gibi) de ters osmoz sistemlerine ilgi büyüktür. Bu tür yerleşkeler de deniz suyundan içme ve kullanma suyu üretmek için ters osmoz cihazlarını sistemleri kurarlar.

Sanayii ve ticari amaçlı kaliteli su elde edebilmek için iyon değiştirici reçine tekniği 20.yy'ın ortalarında kullanılmaktaydı. Ancak, zamanla TO sisteminin daha çevreci ve daha ekonomik olduğu tespit edilerek, sanayii ve ticari amaçlı su kalitesini sağlayabilmek için reçine tekniğine ilaveten ters osmoz sistemi kullanılmaya başlanılmıştır.

Dünyada tuzlu suyun çok fazla olması (hacimsel) da ters osmoz sisteminin gelişmesini destekleyen nedenlerden biridir. TO'nun çalışma prensibi pratik ve verimlidir. Bu sistem otomatik bir kuruluma bağlı olarak sistemli bir şekilde deniz suyundan kullanılabilir su elde eder. Bu sürecin denetimi, günde en az bir kez rapor kontrolüyle verimli şekilde sağlanabilir. TO'dan çıkan atık su incelendiğinde, giriş suyunun içerisindeki minerallerin olduğu gözlenmektedir. Böylece tekrar denize verilmesinde bu açıdan herhangi bir çevre sorunu yaratmamaktadır. Deniz suyunun bu şekilde şehir ve otellerde kullanılır hale gelmesi ile deniz kenarındaki kentlerin gerek normal yerleşme gerekse turizm açısından gelişmesi sağlanmıştır. Deniz suyundan TO ile elde edilen suyun iletkenliği yaklaşık 600 – 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ve sertliği 3 –4 Fr.'dir.

### 2.7.2. Ters osmoz çalışma prensibi

Su sistemi, su arıtma ve su dağıtım sistemlerinden oluşan bir bütündür. Su arıtma işlemi ise ön işlem grubu ve asıl su arıtım unsurlarından oluşmaktadır. Ön işlemde öncelikle su partiküllerinden uzaklaştırılır ve bu aşamada su multimedya filtreden geçirilir. Diğer bir adıyla kum filtre, tortu filtresi olarak bilinmektedir. Bundan sonraki aşamada içeriğinde kitoksiketkilikloraminlerin ve klorinin uzaklaştırılması için su, karbon filtreden geçirilmektedir. Bir sonraki aşamada ise su, yumuşatıcı filtreden geçirilerek içeriğindeki kalsiyum ve magnezyumun uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Ayrıca bu işlem ile ters osmoz membranlarının da korunması ve bu sayede ömrünün uzaması amaçlanmaktadır.

Asıl su arıtma işlemi için kullanılacak yöntemlerden birisi de iyon değiştirici filtrelerdir. Ancak, iyon değiştirici filtrelerin, iyonik maddeleri daha iyi temizleyebilmelerine rağmen, mikrobiyolojik kontaminasyon riskinin daha yüksek olması nedeniyle, genellikle ters osmoz sistemi tercih edilmektedir. Öte yandan iyon değiştirici yöntem daha pahalı olduğundan da pek tercih edilmemektedir. Türkiye'de halen yürürlükte bulunan Diyaliz Merkezleri Yönetmeliği su sistemi olarak ters osmoz sistemini; kum filtresi, aktif karbon filtresi, yumuşatıcı, mikro partikül tutucudan oluşan ön arıtma sistemini ve sterilizasyon amaçlı ultraviyole veya ultra filtre sistemini öngörmektedir (Vural 2017). Temel olarak belirtilirse ters osmoz membranında üç tane filtre bulunmaktadır. Ön filtre, karbon filtre ve sediment filtre olarak tanımlanan bu üç filtre ön temizlemeyi yaparak erimiş tuzları, zararlı mineralleri ve bazı organizmaları temizleyerek suyun filtre yukarısına pompalanmasını sağlamaktadır.

TO ile su arıtmada temel olarak iki aşama bulunuyor. İlk aşamada arıtılacak su, bir takım ön temizleme işleminden geçiriliyor. Bu işlem sırasında katı parçalar olabildiğince sudan ayıklanıyor. İkinci aşamada su, pompalanarak yüksek basınçlara ulaştırılıyor ve sonra ayrıştırıcı zarlardan geçiriliyor. Ayrıştırıcı zarlar sayesinde suda bulunan tuzun çok büyük bir bölümü temizleniyor. Daha net bir şekilde belirtmek gerekirse ters osmoz işleminin çalışma prensibi cihaz üzerinde bulunan membranlar sayesinde. Su membranlar üzerinde bulunan gözeneklerden, yüksek basınç altında geçmeye zorlanır. Bu işlem esnasında su molekülleri ve bazı inorganik moleküller bu gözeneklerden geçebilirken suyun içindeki maddelerin çoğu bu gözeneklerden geçemez ve konsantre su olarak dışarı atılır.

Genelde evlerde kullanılan, paket tip TO sistemleri, piyasada tüm elemanları ile hazır olarak satılan muhtelif tipler arasından uygun olanı seçilerek kullanılır. Ancak ticari ve sanayi tip TO sistem tasarımı birçok kriteri beraberinde getirmektedir. Mevcut uygulamalar oldukça fazla ve birbirinden farklıdır. Burada en iyi tasarımın elde edilmesinde, tasarım mühendisinin rolü ve becerisi ön plana çıkmaktadır. TO sistem tasarımı etkileyen önemli faktörler arasında giriş suyu analizi, giriş suyu sıcaklığı, membran polimer seçimi, sistem geri kazanımı, uygulanan basınç, membran ayırma kapasitesi gösterilmektedir (Yaşa 2010).

Doğru yapılmış bir su analizi, gerekli ön arıtma ve TO prosesi için uygun basıncın hesaplanması açısından çok önemli bilgilerin elde edilmesinde kullanılmaktadır. Bu nedenle giriş suyu analizi büyük önem taşımaktadır.

### 2.7.3. Ters osmozun kullanım alanları

TO yöntemi, gelişen teknoloji ile sadece tuz giderme işlemi olarak değil aynı zamanda her türlü arıtma alanında kolaylıkla kullanılabilen bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Düşük kapasiteli sistemlerde TO yönteminin diğer tuz arıtma yöntemleriyle karşılaştırıldığında (iyon değişimi, elektrodializ) daha ekonomik bir yöntem olduğu literatür araştırmalarından görülmektedir.

TO yöntemi, sahip olduğu, kesiksiz ve otomatik işletme olanağı, faz ve sıcaklık değişimlerinden az etkilenen düşük enerji kullanımı, boyut sınırlandırılmasının olmayışı, modüler tasarımın yapılabilmesi, kimyasal katkı ihtiyacının olmayışı, ilk yatırım maliyetinin düşük oluşu gibi avantajları nedeniyle geniş bir kullanım alanına hitap eder (Can vd 2002).

TO başlıca kullanım alanları altta sunulmuştur:

**İçme Suyu Üretimi:** TO yönteminde, nitrat ve sülfat kullanılarak işlenmemiş suyun toplam sertliği, karbonat sertliği ve tuz miktarı düşürülebilir. Yabancı maddeler, tanecikler, algler ve bakteriler bu yöntemle ayrıştırılabilir (Can vd 2002). İçme suyu kalitesi uluslararası standartlarla belirlenmiş ve bu standartlar birçok ülke tarafından kabul edilmiştir. Dünya Sağlık Teşkilatı(WHO) içme suyu standartlarında da EPA' da (Environmental Protection Agency of USA) olduğu gibi, müsaade edilen en yüksek TDS değeri 500 ppm (mg/l)'dir. Tuzlu su arıtımı yapan bir TO sisteminde bu kalitenin elde edilebilmesi, giriş suyu ve buna göre seçilecek sistem şartlarına bağlıdır. WQA (Water

Quality Association) giriş sularını TDS değerlerine göre Çizelge 2.4'te olduğu şekilde sınıflamaktadır.

Çizelge 2.4. Giriş sularının sınıflandırılması (Yaşa 2009)

Su Tipi	Toplam Çözünmüş Madde (mg/L)
Genel Kullanım Suyu	<1000
Tuzlu Kuyu Suyu	1000-5000
Çok Tuzlu Kuyu Suyu	5000-15000
Tuzlu Su	15000-30000
Deniz Suyu	30000-40000
Salamura	40000-300000 +

**İşletme Suyu:** TO yöntemi 20.yy'ın ortalarından beri endüstride de kullanılmaktadır. Kimya, gıda, ilaç ve kozmetik sanayileri ters ozmoz yönteminin en çok kullanıldığı sektörler arasındadır. Atık su arıtma tesislerinde de ağır metallerin ayrıştırılması amacıyla TO son basamak olarak kullanılır. Değerli madde ve kimyasalları geri kazanmak amacıyla da çözeltiler ters ozmoz yöntemi ile konsantre edilebilir (Can vd 2002).

**Meyve Suyu ve Meşrubat Sanayi:** Ülkemizde son yıllarda, biracılık ve meşrubat sanayinde, süt endüstrisinde TO sistemleri kullanılmaktadır.

**Eczacılık:** Eskiden beri kullanılmakta olan deiyonizasyon sistemlerinin bakteri üretme riskine karşı TO sistemleri son yıllarda eczacılık sanayinde geniş ölçüde kullanılmaya başlanmıştır.

Yukarıda verilen kullanım alanlarına ek olarak ilaç sanayinde, alkolsüz bira üretiminde, şeker şurubunun hazırlanmasında, soğutma suyunun hazırlanmasında, enerji santrallerinde, kimya sanayide, deniz suyundan şehir ve kullanma suyu üretiminde, deniz suyundan gemiler için kullanma ve içme suyu üretiminde, atık sudan geri kazanımda da TO yöntemi kullanılır.

#### 2.7.4. Ters osmoz maliyet analizi

TO yönteminde kullanılan suyun içerdiği TÇM ve partikül boyutları, bu sistemlerin tasarım maliyetlerini etkilemektedir. Ayrıca, tesislerin personel, inşaat, proje ve enerji gereksinimi maliyetleri de TO sistemlerinin maliyetlerine eklenmelidir. Tesis kapasitesi büyüdükçe tesisin malzeme maliyeti orantılı olarak artar. Malzeme maliyetini, tatlı su üretmek için bu süreçte harcanan her türlü sarf malzeme, yani tuzlu su, kullanılan kimyasallar ve biyolojik dezenfektanlar oluşturmaktadır. Malzeme maliyetinin artması, tesisin dışarıdan sağlaması gereken hizmetlerin maliyetini de arttırmaktadır. Dışarıdan sağlanan hizmetlerin en önemlileri arasında enerji maliyeti bulunmaktadır. Farklı deniz sularına göre dizayn edilmiş ters osmoz teknolojilerinin enerji maliyetleri, kullanılan suyun tuzluluk oranına göre değişmektedir. Yapılan araştırmalara göre, sarf malzeme olarak kullanılan suyun tuzluluk oranı, arıtma tesisin en önemli maliyeti olan enerji maliyetini doğrudan etkilemektedir (Torunoğlu 2010). Diğer taraftan, tesislerin tasarımı tuzluluk oranından kaynaklanan maliyet farkını kapatabilir. Ters osmoz sistemlerinin işçilik maliyetleri tesis kapasitesine bağlı olarak değişmekte, tesis kapasitesi arttıkça

işçilik maliyeti de artmaktadır. Makine, demirbaş ve tesisatın kullanım maliyeti kullanılan suyun TÇM, partikül değeri, içerdiği mineraller, iletkenliği ve sıcaklığına bağlıdır. Bu aşamalar da doğrudan veya dolaylı olarak ters ozmoz sisteminde harcanan enerji miktarını etkilemektedir.

Kullanılan membran, materyaller ve gelişmekte olan teknolojiler, TO sisteminin enerji tüketiminin ve bu enerjinin maliyetinin azalmasını sağlamaktadır. Ayrıca işletmelerin sayısı, pazar arayışları ve hacimleri de göz önüne alındığında fiyatı en uygun, membranları uzun ömürlü ve kaliteli, yenilenebilir enerji kaynağı kullanılarak oluşturulabilecek TO sistemleri tercih edilmektedir (Dawoud vd 2005).

Çizelge 2.5. Ters ozmoz fiyat analizi (Dawoud vd 2005)

Yer	Üretimin İlk Yılı	TO Üretim Kapasitesi (m <sup>3</sup> /gün)	TO ile Arıtılmış Suyun Ücreti (\$/m <sup>3</sup> )
İspanya	1989	3500	1.94
Suudi Arabistan	1989	23,000	1.31
İsrail	2003	10,000	0.81
Kıbrıs	1997	40,000	1.46

Bazı ülkelerin fiyat analizi karşılaştırıldığında Çizelge 2.5'te gösterildiği gibi günlük üretim kapasitelerinin farklı olduğu ve buna bağlı olarak su ücretlerinin değişiklik gösterdiği belirlenmektedir. Su ücretlerinin değişiklik nedeni ülkelerin sosyal, ekonomik yapılarının farklı olmasına ayrıca ülkelerin jeopolitik konumlarının da büyük önem arz ettiği yapılan araştırmalar sonucunda belirlenmektedir. Nüfus artışının ve iklim değişikliğinin dünyada su mevcudiyeti açısından önemli etkileri vardır. Su kaynakları üzerindeki endişeler, geleceği güvence altına almak adına araştırmacıları alternatif kaynaklara itmiştir ve TO sistemini ülkeler gelecekleri için güvenilir bulmuştur.

TO süreçleri özellikle kırsal alanlarda tercih edilen bir sistemdir. Çevre dostu olması, hiçbir hava veya ses kirliliği yaratmıyor olması ve minimum bakım ve sürekli enerji üretim verimliliği sağlıyor olması en önemli sebepleri arasında sıralanabilir. TO'da minimum enerji tüketimi 1,1-1,8 kWh /m<sup>3</sup> şeklinde söylemek mümkündür (Gude vd 2010).

### 2.7.5. Ters ozmozun ekosisteme zararları, çözülmesi gereken sorunlar

TO'nun kullanımı, beraberinde birkaç sorunu gündeme getirmektedir. Bunların başında, arıtım için yeterli olan enerjinin nereden ve hangi yollarla temin edileceği gerek maliyet analizi gerek tesislerin bu enerjiyi daha ucuz yolla karşılayabilmek için kullandıkları teknolojiler ve seçtikleri yöntemler önem taşımaktadır.

Yüksek hacimde arıtma yapabilen tesisler büyük miktarda enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Bu enerji genel olarak fosil yakıtlardan sağlanmaktadır. Fosil yakıt kullanan tesisler sera gazı salınımına ciddi katkılarda bulunmaktadır. Küresel sera gazı salınımıyla tetiklenen iklim değişikliği ise karşılığında temiz su kaynaklarını tehdit edeceği düşünülmektedir. Diğer yandan zaten enerji konusunda ciddi sorun yaşayan ülkelere tuzlu su arıtma tesisleri kurmak bile bir hayli zor olmaktadır. Yapılan kapsamlı araştırmalar sonucunda Güneş fotovoltaik (PV) ile ters ozmoz sisteminin bir arada kullanılabileceği belirtilmektedir. Güneş fotovoltaik hücreler içinde, güneş enerjisi



doğrudan elektriğe dönüştürmektedir. Böylelikle TO işlemi için doğrudan enerji kaynağı sağlanmış olmaktadır (Gude vd 2010). Bazı ülkelerde bu sistem gelişmiş durumdadır. Bunlara İspanya başta olmak üzere, İtalya, Suudi Arabistan gibi ülkeler örnek verilebilir. Belirtmek gerekir ki, İspanya, Avrupa tuzdan arındırma lideridir (Tarnacki vd 2012).

Enerjiye çözüm olarak güneş enerjisinin yanı sıra, çoğu araştırma rüzgâr enerjisinin de faydalı olabileceğini belirtmektedir. Ters ozmoz rüzgâr enerjisi ile kombine edildiğinde büyük ölçüde çevresel yükü azaltacağı için, yüksek potansiyel göstererek küresel ısınma potansiyelini %98 oranında azaltılabilir. Örneğin, Gran Canaria, Kanarya Adaları deniz suyu TO tesisi ile, bir rüzgâr çiftliğinin şeklinde, yenilenebilir enerji ile birlikte yürütülmektedir (Tarnacki vd 2012).

Diğer başlıca sorunlardan biri olan arıtım sonrası çıkan atık maddelerin nasıl bertaraf edildiği hala günümüzde tartışma konusu olmaktadır. Çünkü arıtılan sudan geriye tuz ve mineral oranı yüksek maddeler kalmaktadır ve tesisler bu maddeleri direkt olarak doğaya geri vermektedirler. Az miktarda salınan maddeler çevreye bir zarar vermeden doğaya karışmaktadır. Fakat yaygın bir şekilde arıtma yapılan bir bölgede bu maddelerin önlem alınmadan çevreye salınması mümkün değildir ve ekosistem açısından ciddi boyutta sorunlara yer açmaktadır. İşlenmesi veya saklanması ise fazladan iş gücü ve yatırım gerektirmektedir. Dolayısıyla su kıtlığını çözebilecek miktarda tuzlu su arıtabilmek için bu maddelerin yönetimi önemli bir konu olarak yer almaktadır.

Deniz suyu TO tesisleri için, bertaraf yöntemi genellikle aynı su kütlesine geri deşarj etmektir. Birincil endişeler sadece pompalama sistemi ve boru uzunluğu olan sualtı seçilen deşarj noktasına ulaştırmak olmuştur. Fakat daha sonra deşarj edilen yerdeki ekosistemin zamanla yok olduğu tekrardan oluşmasının ise çok uzun zaman aldığı yapılan araştırma ve alınan örnekler sonucunda belirtilmiştir.

2007 yılında İspanya Alicante Tuz giderme tesisinde yapılan bir çalışma artan tuzluluk miktarının deniz organizmaları üzerinde ne tür etkilere neden olabileceği ele alınmıştır. Çizelge 2.6'da ele alınan parametreler ve özellikleri belirtilmektedir.

Çizelge 2.6. İncelenen parametreler giriş ve çıkış konsantrasyonları (Fritzmann vd 2007)

İncelenen Parametreler	Giriş Suyu (mg/L)	Çıkış Atık su (mg/L)
Kalsiyum	450	891,2
Magnezyum	1,45	2,87
Sodyum	12,48	24,690
Potasyum	450	888
Klorür	22,09	43,66
TÇM	40,49	80,02
pH	8,1	7,8

Ayrıca tuzlu su deşarj hızı: 3,5 m/s olarak ayarlanmıştır. 8-10 m'den daha büyük bir deşarj derinliği mevcuttur. Deşarj etkisinin dalgalar, akıntılar, su kolonu derinliği gibi hidro-jeolojik faktörlere de bağlı olduğu belirtilmektedir. İşlem 3 yıl sürekli olarak gerçekleştirilmiştir. Atılan suyun deşarj edildiği noktadaki tuzluluk değerleri

gözlemlenmiştir. Bazı canlılar ele alınarak yapılan bu çalışmada Çizelge 2.7’de belirtildiği üzere bazı canlıların tamamen bile yok olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 2.7. Ters osmoz işlemi uygulamadan önce ve uygulandıktan sonra deniz canlılarındaki ölüm oranları (Fritzmann vd 2007)

	TO İşlemden önce (%)	TO İşlemden sonra (%)
Polychaetes	27	80
Echinoderms (Derisi Dikenliler)	27	...
Scaphopods	26	...
Gastropods (Karındanbacaklılar)	20	...
Crustaceans (Kabuklular)	...	20

Sonuç olarak, artan tuzluluk miktarı deniz organizmaları üzerinde ciddi bir etkiyle sonuçlanmıştır. Operasyondan sonra yüksek tuzluluk bazı makro-alg populasyonlarında bozulmaya neden olduğu görülmüştür. Ayrıca bazı türlerin ise deşarj noktasından 100 m mesafede bile tamamen kaybolduğu gözlenmiştir. Tuzluluk oranının 45.000 ppm yaklaştığı anda, bitkilerin %50'sinin 15 gün içinde öldüğü görülmüştür. Bazı türlerde artan tuzluluk oranı aşırı derecede çoğalmaya sebep olurken bazı türlerin ise tamamen yok olmasıyla sonuçlanmıştır.

## 2.8. Ters Osmoz Yönteminin Ev Tipi Su Arıtma Sistemlerinde Kullanımı

Geçmiş yüzyıllarda insanlar küçük topluluklar halinde yaşadıkları için su kıtlığı, su arıtma, sulama vb. gibi sorunları yoktu. İnsanlar su kaynaklarına yakın yerlere yerleşim kurmuşlar, sıvı ve katı atıklarını da doğal şartlar altında bertaraf edebiliyorlardı. Aradan binlerce yıl geçtikten sonra insanoğlu su ve atık suyunu önce bir boru ile iletmesini ardından ise kanalizasyon sistemlerinin inşaatı üzerine çalışarak atıklarının bertaraf edilmesini daha teknik çerçevede içerisinde gerçekleştirilmeye başlamıştır. Bu durumun bir benzeri temiz su kaynaklarını da kapsamış ve insanlar küçük topluluklar halinden büyüyerek zamanla yerleşik düzen kurmuşlar ve temiz su kaynaklarına daha rahat ulaşabilmek için çalışmalar yapmaya başlamışlardır.

Hızlı kentleşme sonrasında ilk uygulanan arıtma işlemi arazide arıtmadır. Atık su arıtma proseslerinin gelişimi standartlar ya da çıkış suyu kalitesi gereksinimleri ve atık su karakteristiklerine göre belirlenen arıtma hedefleriyle ilgilidir. Modern atık su arıtma sistemlerinin 80 ya da 100 yılı sırasında evsel atık suların ana bileşenlerinin değişmemesine rağmen evsel atık sulara yeni ürünlerdeki teknolojik gelişmeler, hane halkının alışkanlıklarındaki değişimler ve modernizasyon, artan kentleşme nedeniyle birçok yeni kimyasallar ve bileşenler eklenmiştir.

Dünya da modern manada ilk atık su tesisi, 1842 yılında Hamburg’da inşa edilmiştir. Bunda 12 yıl sonra da 1855’de, Chicago’da, ilk kanalizasyonun yapımına başlanmıştır. 20. yüzyılın ortalarına doğru eğilimler yeni düzenleme ve devlet teşvikleri yönündedir. 1948 yılında Amerika’da Federal Su Kirliliği ve Kontrol Yasası çıkarılmıştır. Öncelik su kalitesine verilmeye ve insanların kaliteli su kullanımını sağlamaya yönelik olmuştur (Yıldız Bursa Su Kongresi).

Gerek deniz suyu arıtma tesisleri gerek ev tipi arıtma cihazları olsun ters ozmoz sistemleri kendini belirgin şekilde göstermektedir. Son zamanlarda insanlar tarafından ev tipi arıtma cihazları kullanımı yaygınlaşmıştır. Nedenini belirtmek gerekirse, öncelikle insanlar tarafından musluk suyuna olan tepki artmış ve tercih etmeyerek damacanaya yönelmiştir. Çünkü şehir şebekesinden gelen su ise, suyun kapımızdan itibaren evimize ve işyerimize taşıyan su tesisatının belli bir ömrü vardır. Gerekli kontroller yapılmadığı takdirde yoğun klor, kireç ve ağır metaller içeren şehir suyu; tesisatımızın kullanım ömrünü kısaltır. Arıtılmamış su kullanılan tesisatlar; zaman içinde istenmeyen maddelerin tahribatına yenik düşeceğinden dolayı, sürekli yenilemek gerekmektedir.

İçme suyu tüketimi ile ilgili veriler yeterli değildir. Kanada, Hollanda ve İngiltere'de yapılan çalışmalar günlük kişi başına içme suyu tüketiminin 2 litreden az olduğunu göstermektedir. Bu durum da su alımını iklim, fiziksel aktivite, kültür vb. özelliklere bağlı olarak değişim gösterdiğini belirtmektedir. 25 °C üzerindeki sıcaklık değerlerinde su tüketiminde hızlı bir artış meydana gelmektedir. Çocuklar yetişkinlere göre daha büyük oranda su tüketmektedirler. Bu nedenle sulardaki kimyasal kirlilik nedeniyle en büyük risk grubunu burup oluşturmaktadır. 10 kg ağırlığında bir çocuk günlük olarak 1 litre 5 kg ağırlığındaki bir çocuk ise günlük olarak 0, 75 litre su tüketmektedir. Bu yüzden içme suyu tercihi ciddi bir konu olmakla birlikte dikkatli bir şekilde yapılmalıdır (Güler 1997).

Ülkemizde içme suyu tüketiminin çok büyük oranda polikarbon damacaneler ile karşılanır olması ciddi soru işaretlerini beraberinde getirmiştir. Doğal olarak bu durum tüketiciler tarafından kaygı verici bir hal almıştır. Zamanla insanlar damacanadan ev tipi arıtma cihazına yönelmişlerdir. Dünya Sağlık Örgütü tanımlamaları baz alındığında; içinde hastalığa neden olmayan, gözle görülmeyen kimyasalların bulunmadığı suya 'güvenli su', içinde yaşam için gerekli belirli oranda mineralleri içeren suya da 'sağlıklı su' demiştir. Bu bağlamda Türklab tarafından incelenen 55 damacana içerisinden yalnızca 14 tanesi standartlara uygun çıkmıştır (Anonim 2017b). Bu durum da beraberinde insanların plastikten uzaklaşarak su arıtma cihazlarına yönelmelerini sağlamıştır. Gerek firmaların pazar arayış çabaları gerek halkın ucuz ama güvenilir ve temiz bir arıtım cihazı istemeleri odak noktasının ters ozmoz sistemi olmasını sağlamıştır. Suyun sertliğini alan ama bunun yanında suya sodyum ilave ederek basit reçineli sistemlerin yerini günümüzde ters ozmoz sistemi almaktadır. Ters ozmoz sistemleri sudaki erimiş minerallerin ortalama %90 kadarını tutarken bakteri ve virüslerin tamamını tutar. Ev tipi arıtma sistemlerinin gözdesi olan ters ozmoz aynı zamanda deniz suyundan temiz su eldesi bazında büyük şirketlerin ve arıtım tesislerinin de kullandığı dünya genelinde yaygın bir yöntem haline gelmiştir.

İçme suyu, bazı istisnalar dışında, insanlar için gereken temel elementlerin ana kaynağı olmamakla birlikte, katkısı pek çok açıdan önem taşımaktadır. Günümüzde pek çok kişinin beslenme biçimi mineral ve mikro-element açısından yeterli olmamaktadır. Belli bir elementin yetersizlik sınırında bulunması durumunda, söz konusu elementin nispeten düşük oranda bile olsa içme suyu vasıtasıyla alınması önemli bir koruyucu rol oynamaktadır. Bunun nedeni elementlerin suda genellikle serbest iyonlar şeklinde bulunması sebebiyle, çoğunlukla başka maddelere bağlı oldukları yemeklere kıyasla, daha çabuk emilmeleridir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Su Raporuna göre içme suyu en az 10 mg/l Magnezyum ve en az 20 mg/l Kalsiyum içermelidir (Kozisek 2004).

Su arıtma cihazları birbirini takip eden filtrasyon sisemlerinden meydana gelmektedir. Genelde dokuz aşamalı olan bu sistemler bazı istisnai durumlarda değişiklik göstermektedir. Birinci aşama, 5 mikon sediment tortu filtrasyonudur. Sediment tortu filtresinin sıkıştırılmış kağıt gibi bir yapısı vardır. Suda çözünmemiş partikülleri, pislikleri tutarak ilk aşama temizlenmeyi sağlamaktadır. İkinci aşama olan aktif granül karbon filtre, ilk aşamadaki filtreden geçmiş klor, renk, tat ve koku veren eriyik gazlar, artıklar ve organik maddelerin arıtımını sağlar. Bu filtre, aktive edilmiş karbonlardan oluşmuştur. Üçüncü aşama, karbon blok filtre denilen bir sistem tarafından oluşturulur. Suda bulunan organik maddelerin arıtımını sağlamaktadır. Diğer basamak olan membran filtrede, su saflığa yakın derecede temiz hale getirilmektedir. Beşinci aşamadan sonrası zorunlu olmayan filtre yapılarıdır. Her su arıtma cihazından yer almamaktadır. Bunlar, mineral filtre, ph filtre, dörtlü mineral filtre, UV filtre şeklinde sıralanmaktadır.

Su arıtma cihazı içerisinde suyun bu filtrelerden geçişi, suyun kendi uyguladığı basınç sayesinde gerçekleşmektedir. Eğer ki, suyun uyguladığı öz basıncı yeterli değilse o zaman elektrik pompası ile bu durum gerçekleştirilmektedir. O yüzden su arıtma cihazlarını pompalı ve pomposuz olarak ayırmamız ve kullanmamız mümkündür. Su arıtma cihazlarının filtreleri standart yapıdadır. Genellikle garanti süreleri 2 yıl olarak belirlenmiştir. Tabii ki bu durum firmalar arasında değişiklik gösterebilir. En çok tercih edilen altı aşamalı su arıtma cihazlarıdır.

Evsel TO sistemlerinin ihtiyaca göre istenen tüm kapasiteleri bulunmaktadır (Şekil 2.8). Suda istenmeyen tat, koku, bakteri ve mikroorganizmaların giderilmesinde rahatlıkla uygulanabilen, min. alan ihtiyacı doğuran, ekonomik ve şık tasarımları ile istenilen kapasitelerde ev tipi TO su arıtma cihazlarının birçok çeşidi bulunmaktadır. Tezgâh altı TO sistemleri, membran filtrasyon prensibine göre çalışan, kaba partikül ve aktif karbon filtreleri ile içme suyuna kolay ulaşmanızı sağlayan ekonomik sistemlerdir. 8 veya 12 L depolama tankı ve şık metal musluğu ile taşıma suyu sipariş etmenize ve beklemenize gerek kalmadan, sadece musluğu açarak temiz su elde etmenizi sağlayan pratik sistemlerdir. Ayrıca, evsel ters ozmoz sistemlerinin fiyat aralıkları ihtiyaca ve modele göre değişiklik göstermektedir.

Antiskalant ve asit (hidroklorik asit, sülfürik asit) kimyasalları ters ozmoz sistemlerinde membranı korumak için kullanılmaktadır. Ayrıca bu maddeler, membranı korumakla beraber, membranın ömrünü ve direncini de uzatmaktadır. Antiskalant ve asit kimyasallarının hazırlanışı polietilen kimyasal tank içerisinde gerçekleşmektedir. Saf su ile öncelikle çözelti hazırlanır ve sonra da dozaj pompası yardımıyla membranların giriş hattına dozlanır. Ters ozmoz sisteminin daha uzun ömürlü olması ve daha temiz, güvenli olması için, TO membranları özel kimyasal yıkama sıvıları ile yıkanmaktadır.

Ters ozmoz sistemlerinde kullanılan membranlar genellikle; hydranautics, toray ya da filmtec marka membranlarıdır. Asidik yapıya sahip olan bu membranların endüstriyel ters ozmoz sistemlerinde üretim suyu ph değeri düşük olmaktadır. Üretim suyunun ph değerini istenilen değerlere getirmek için çıkışta suya sıvı kostik (sodyum hidroksit/NaOH) ya da soda dozajı yapılır.



### 2.8.1. Ev tipi su arıtma sistemlerinde pazar arayışı

Çeşme ve damacana sularına olan güvenin azalması ve su arıtım sistemlerinin fiziksel özellikler bakımından halkın talep ettiği kalitede su ürettiyor olmaları, bu arıtım sistemlerinin bir sektör oluşturmasına yardımcı olmuştur.

Arıtım sistemlerinin en etkili pazarlama taktikleri arasında şebeke suyu ile arıtılan suyun aralarındaki fiziksel ve kimyasal farkın reklamlarda gösterilmesidir. Örneğin; şebeke suyuna ortotolidin verildiğinde suyun renginin değiştiği fakat arıtma cihazından arıtılan suya ortotolidin verildiğinde berraklığın korunduğu bu pazarlama teknikleri arasındadır. Suyun içindeki iyon derişimini çok aza indiren bazı arıtma cihazlarının pazarlamasında ise şebeke suyuna elektrik verilerek oluşturulan çökeltisi arıtılan suyun nispeten daha az çökeltisiyle mukayese edilir. Özellikle TO ile çalışan arıtma sistemlerinden elde edilen suda çökeltinin oluşmaması bu yöntemi kullanan arıtma sistemleri için bir pazarlama avantajıdır.

Evsel su arıtım cihazları farklı yöntemler ve metotlar uygulanarak su arıtımı yapan cihazların genel adıdır. Mekanik filtreli, kimyasal sistemler, yumuşatıcı cihazlar, anyon değiştiriciler, ultraviyole ışın kullanarak dezenfekte ediciler, TO sistemiyle arıtım sağlayanlar, klorlayanlar gibi birçok yöntem kullanılabilir (Oğur ve Tekbaş 2008).

Halkın zaman içerisinde damacana ve musluk sularından ev tipi TO sistemlerine yönelmesi, ekonomik açıdan da firmalar arası rekabetin oluşmasını tetiklemiştir. Firmalar yaptıkları çalışmalar ve araştırmalar sonucu, halkın içme suyu seçiminde öncelikli kriterlerinin su kalitesi, sağlık sorunları, çevresel kaygılar ve maliyet olarak sıralamıştır (Dolnicar 2009). Ayrıca firmalar; güvenilir ve uygun fiyatlı alternatif su kaynağı sistemi sağlamak için teknik bir temel oluşturarak bu doğrultuda kendi ürünlerinin tanıtımını yapmaya başlamışlardır.

Ev tipi su arıtma sistemlerinin faydalarını birkaç kategoride toplamak mümkündür. Arıtılmış su; magnezyum, kalsiyum, sodyum, potasyum gibi mineraller ideal seviyede olduğu için içmeye uygun kalitededir. Damacanelerin sık kullanımlarından kaynaklanan mikroorganizma artışı veya şebekeden gelen suyun ev tesisatında kirleniş gibi problemler tezgâh altı arıtma sistemi tarafından üretilen sularda bulunmamaktadır. Bu da arıtılmış suyun sağlık kalitesini sürekli ve stabil olmasını sağlamaktadır. Ayrıca tezgâh altı arıtma sistemlerinin mekanik yapısı incelendiğinde, evyenin hemen yanına açılan bir delikten geçirilen boruya krom rengi bir su musluğu bağlandığı görülmektedir. Damacana ile mukayese edildiğinde sabit ve hareket etmeyen bu sistem damacananın tersine yer kaplamamaktadır. Sistemin evye altına yerleştirilmiş olması çocuklu ailelerde bir güvenlik önlemi olarak düşünülebilir.

Ev tipi su arıtma sistemlerinin kullanımının yaygınlaşması damacana kullanımını azaltacağından hem doğaya atılan plastik miktarı hem de insanların plastik kullanımı süreleri azaltmaktadır. Böylece doğada 600-750 yılda yok olma ömrü olan madde miktarı azalmakta hem de insanlarda plastik kullanımından oluşabilecek hastalıkların görülme sıklığı azalmaktadır. Bu hastalıklar arasında kalp, kanser, kısırlık, migren vardır.

İnsanların su seçimlerini, yaşadıkları alanlar, çevresel faktörler, aile bireylerin sayısı, yaşama koşulları ve hatta insanların psikolojik durumları etkilediği araştırmalar sonucunda görülmektedir. Bazı araştırmalar ise ‘toplumsal kabulleniş’ olarak tanımladığı, halkın çoğunluğunun kabul etmesi o yöre halkının aynı su kaynağından yararlanarak temiz su ihtiyacını karşıladığını ortaya koymuştur (Mankad 2011).

Su arıtma cihazlarını iki kategoride toplamak mümkündür. Pompalı su arıtma cihazları şehir şebeke sularının az (basınçsız) geldiği durumlarda aktif olarak suyun daha basınçlı gelmesini sağlamaktadır. Örneğin; halk arasında en çok bilinen modeli RO-30 modelidir. Bu model mikroçip işlemcisi ile kontrol edilmektedir. Yani üretilen her damla suyu yüz defa analiz ederek, olumsuz bir durumda alıcıyı bilgilendirmek için sesli alarm vermektedir. Ayrıca beş filtre içermektedir, bu da gelen suyun filtrelerden geçerek beş kez kontrol edildiğini göstermektedir. Ayrıca nano teknolojik membran filtre sayesinde yüksek derecede sağlıklı ve lezzetli su üretmektedir. Pompasız su arıtma cihazları ise elektriğe ihtiyaç duymadan suyun temizlenmesini sağlamaktadır. Kullanımının daha pratik olması en büyük avantajıdır.

Gelişen teknoloji beraberinde bu tür cihazların da sürekli gelişim içerisinde olduğunu göstermektedir. Evlere alınan su arıtım cihazlarının da ömür süreleri vardır. Ömür süreleri dolduğunda sağlık açısından tehlike oluşturmaması için, değişiminin yapılması gerekmektedir. Ayrıca, ev tipi su arıtma cihazlarının garanti süreleri firmalara göre değişiklik gösterse dahi iki yıl bakanlık onayı kapsamındadır. Beş yıl da teknik servis garantisi verilerek toplamda yedi yıl olduğunu söylemek mümkündür.

Ev tipi su arıtım sistemlerinde, hangi arıtım yöntemi uygulanırsa uygulansın, eğer uygun bakım ve temizlik sağlanamazsa sağlık açısından tehdit oluşturacağı mümkündür. Cihazın filtreleri, arıtım haznesi, süzgeç ve pompa kısımları gerekli bakımlara tabii tutulmazsa, hastalık yapıcı mikroorganizmaların çoğalma riskini arttırabilir. Bu yüzden önceliğin su arıtma cihazının temizliği ve bakımı olduğu unutulmamalıdır (Oğur ve Tekbaş 2008).

## 2.9. Halkın Algısının Belirlenmesi

Halkın algısının belirlenmesi, rastgele seçilmiş insan gruplarının belirli bir zaman aralığında, belirli bir konu veya olaylar hakkındaki görüşlerinin değerlendirilmesi olarak ifade edilmektedir (Dowler vd 2006, Sadaf 2011). İnsanların önemli konuları algılayış şekillerinin davranışları üzerindeki etkisi ile oluşan algının olayları kurgulama ve geliştirmeleri üzerindeki rolü Dowler vd (2006) tarafından bildirilmiştir. Bundan dolayı, yasa koyucular başta olmak üzere, ticari işletmelerin pek çoğu karar verme sürecinde pek çok disiplin ve konu üzerinde halkın algısının belirlendiği çalışmalar yaptırmaktadır. Sosyal bilimler (LeCroy ve Stinson 2004, Fahmy vd 2012, Oltra ve Sala 2014), politika (Canoy vd 2006), sağlık ve risk (Dowler vd 2006), çevre (Zhang vd 2007) ve biyoteknoloji (Savadori vd 2004) gibi genel konuların yanında desalinasyon (Dolnicar ve Shafer 2009, Dolnicar vd 2011, Fielding vd 2015) ve suyun etiketlenmesi (Dolnicar vd 2014) gibi spesifik konular üzerine de halkın algısının belirlenmesi çalışmaları yürütülmüştür.

Halkın algısı, vatandaşın politik uygulamalarla ilgili önceliğinin anlaşılması, mevcut politikaların etkinliğinin araştırılması ve diğer olası alternatiflerin belirlenmesi ile daha verimli iletişim sistemlerinin kurulması açısından oldukça önemli bir parametredir (Dowler vd 2006). Ancak bazen uygulamanın zorluğu ve değişkenliği nedeniyle halkın algısının sağlıklı bir şekilde belirlenmesi güç olabilmektedir (Canoy vd 2006). Dolayısıyla belirli bir konu ve olay hakkında halkın algısı belirlenirken bütün faktörleri aynı anda değerlendirmeye çalışmak yerine, güvenilir indikatörler seçmek ve bu indikatörlere verilen cevapları değerlendirmek daha uygundur (Dowler vd 2006).

Dowler vd (2006) halkın algısının belirlenmesi için niteliksel ve niceliksel analiz, hedef grup analizi, anket analizi, kitle iletişim içerik analizi ve davranışsal indikatör analiz gibi çeşitli metodlar önermektedir. Analizlere katılan bireylerin görüşleri zaman içinde değişkenlik göstermesi nedeniyle kısa sürede yapılan çalışmalar yerine uzun zamana yayılmış çalışmalar tercih edilmektedir (Kimberly 2004, Dowler vd 2006, Li vd 2015).

### 2.9.1. Anket çalışması

Anket, günümüzde akademik ve profesyonel araştırmalarda, en çok başvurulan veri toplama araçlarından biridir. Tarihte ilk anket uygulamasının posta anketi şeklinde 1880 yılında Fransa'da Karl Marx tarafından uygulandığı belirtilmektedir (Berner vd 2002). Günümüzde anket uygulamaları hemen hemen her konuda ve değişen formatlarda uygulanmaktadır. Ancak birçok anket uygulamasından elde edilen verilere göre açıklanan araştırma ve analiz sonuçlarında, birbiriyle çelişen ve çoğu zaman da güvenilirlik ve geçerlilik sorunu olan çalışmalara rastlanmaktadır (Altunışık 2008).

Bilimsel araştırmalarda anketler çok farklı tür ve özellikte bilginin toplanmasında kullanılabilir. Anket yoluyla elde edilen verilerdeki değişkenliği ortadan kaldırmak amacıyla standart bir formatta anket formunun hazırlanması gerekmektedir. Anket formunda objektiflik ve sistematiklik şartlarının sağlanması gerekmekte, saha çalışmalarında elde edilen verilerin hatalardan arındırılmış ve katılımcıların gerçek düşüncelerini yansıtmaya yönelik olması gerekmektedir. Dolayısıyla anket formu yoluyla katılımcıların cevaplarının standartlaştırılması sağlanmış olmalıdır (Altunışık 2008).

Bilimsel araştırmalarda anketin veri toplama aracı olarak kullanımında çeşitli varsayımlar yapılmaktadır: (i) tüm katılımcılar ankette yer alan soruları aynı şekilde anlar, (ii) katılımcılar sorulan soruya ilişkin bilgiye sahiptir, (iii) araştırma soruları, katılımcının araştırmacının beklediği cevapları vermesine imkan sağlar, (iv) mülakatların sözkonusu olduğu durumlarda, görüşmeyi yürüten kişinin tüm soruları belirtilen şekilde daima okurlar. Bu varsayımlardan bir veya bir kaçının oluşmaması ihtimaline karşın standart bir anket formatı kullanılması gerekmektedir (Altunışık 2008).

Uygulama şekli itibariyle dört farklı anket türü uygulanmaktadır. Bunlar yüzyüze görüşme türü anket, posta ile anket, telefonla anket ve internet aracılığıyla ankettir. Bunların her birinin çeşitli avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Değişik anket uygulamalarına ilişkin avantaj ve dezavantajlar Çizelge 2.8'de verilmiştir. Bu dört uygulamada kullanılacak anket formunu, farklı soru yapısını ve uygulama şeklini gerekli kılmaktadır. Dolayısıyla anket formunun tasarımında sadece hedef kitle özellikleri değil,



anket uygulama yöntemi de anket tasarımında dikkate alınması gereken önemli unsurlardandır (Altunışık 2008).

Çizelge 2.8. Anket uygulamalarına ilişkin avantaj ve dezavantajlar (Altunışık 2008)

Yöntem	Avantajları	Dezavantajları
Yüzyüze görüşme ile anket	Yüksek cevaplama oranı, açıklama yapma fırsatı, katılımcı seçimi üzerinde kontrol, daha uzun ve karmaşık anket uygulama şansı ve daha kolay katılımcı motivasyonu sağlanabilir.	Yüksek maliyet, uzun zaman gerektirmesi, daha fazla idari gereklilik, görüşmecilerin seçim ve eğitimi, deneklerle bağlantının organizasyonu ve sosyal olarak kabul edilebilir cevap verme eğiliminin yüksek olması
Posta yoluyla anket	Yoğun talep işlemleri ile yüksek cevap oranı, katılımcıların listesini oluşturma kolaylığı, görüşmeci önyargı ve yönlendirmesinin olmaması, cevaplarda sosyal baskı etkisi yok, düşük maliyetli, uygulaması kolay, geniş bir bölgeyi kapsayabilir ve büyük örneklerin idaresi kolaydır.	Anket farklı kişiye verilebilir ve farklı kişi tarafından doldurulmuş olabilir, tasarımı en zor olan anket türü, açık uçlu cevapların yorumunun zorluğu, cevaplayıcının cevaplama sırasının kontrolü mümkün değil ve zaman alan bir uygulama gerektirmesi.
Telefonla anket	Yüksek cevaplama oranı, hızlı, katılımcı seçimi üzerinde kontrol, hedef kitlenin listesi varsa temsili örnek bulma olasılığı yüksektir.	Sorular kısa olmalı, karmaşık olmamalıdır. Diğer insanlarla etkileşime girme ihtimalinin olması, insanları evde bulma olasılığı düşük, evde olan insanlar ise durumu tacizkar olarak değerlendirebilir, beklenmeyen telefon görüşmelerinden hoşnutsuzluk, mülakat yapacak kişilerin özel bir şekilde eğitilmesi ve belirli bir coğrafi bölgenin kapsanması zordur.
İnternet üzerinden anket	Uygulama ve tablolaştırılması kolay, bazı uygulamalarda cevaplayıcının cevaplarına göre soruların kişileştirilmesine imkan tanınması, görüşme önyargısının önlenmesi, sosyal açıdan kabul edilebilir cevap verme olasılığının düşüklüğü, nispeten ucuz ve uygulaması kolaydır.	İnternetteki bilgi gizli olmayabilir, katılımcı seçiminde kontrol, takip işlemi zor, olasılık örnekleme elde etmek zor, tasarımı çok zor olan bir anket türü

### 2.9.2. Anket sonuçlarının değerlendirilmesi

Günümüzde birçok temel ve çok değişkenli istatistiksel analiz teknikleri, gelişen teknoloji ve paket programlar sayesinde araştırmacılar tarafından kolayca uygulanabilir hale gelmiştir. Bu programlar, araştırmacıların istatistik yöntem ve teknikleri uygulayabilmelerine ve elde edilen sonuçları yorumlayabilmelerine yardımcı olmaktadır (Kalaycı 2013).

İstatistikte evrenden kasıt, araştırma bulgularının genellemesi hedeflenen ve verilerin toplandığı kitledir. Örneklem olarak adlandırılan kitle ise evrenden çeşitli

tekniklerle seçilen evrenin özelliklerini taşıması istenilen daha küçük bir gruptur. Bu yazıda örneklemimizin rastgele örneklem olduğunu kabul ediyoruz. Başka bir ifadeyle çıkaracağımız istatistikleri evrenin istatistiklerine yaklaşık olduğunu kabul edeceğiz. Evrenin istatistiklerine ulaşamayacağı için örneklemden verileri toplama yoluna gidilir. Evrenin bazı istatistiklerinin (standart sapma gibi) örneklem istatistiklerinden noktasal olarak yaklaşamayacağı bilinmektedir.

Araştırma yapılırken, evrenden rastgele örneklem seçmek gerekir. Örneklemin boyutu en az 35 olmalıdır. Rastgele seçilen örneklemin istatistiğinin oluşturduğu değişkenin dağılımı evrenden elde edilen dağılımla aynıdır. Bu sayede, evrenden elde edilen dağılımın istatistikleri (ortalama, dağılım parametreleri, varyans gibi) örneklemde elde edilen değişkenin istatistikleri kullanılarak tespit edilebilir. Örneklemin boyutu büyüdükçe örneklemde elde edilen ortalama ile evrenin gerçek ortalaması arasındaki fark örneklemin boyutunun kareköküyle ters orantılı olacak şekilde azalmaktadır. Başka bir ifadeyle örneklem uzayı büyüdükçe elde edilen bazı istatistikler evrenin istatistiklerine yaklaşmaktadır.

Veri toplama yöntemleri kendi arasında birincil ve ikincil kaynaklar olarak ayrılmaktadır. İkincil kaynaklar daha çok belgelere dayanmaktadır. Gözlem, görüşme ve anket yöntemleri birincil kaynaklara örnektir (Özdemir 2000).

SPSS ile yapılacak analiz öncesinde, kullanılacak verilerin belirlenmesi ve analiz yöntemlerinin bu veri türüne uygun olarak seçilmesi büyük önem taşımaktadır. SPSS programında, Scale (ölçek), Nominal (sınıflama) ve Ordinal (sıralama) olmak üzere üç farklı ölçek türü bulunmaktadır. Bu ölçek türlerini birbirlerine dönüştürmek mümkündür. Örneğin, sınıfları sıralanmış ve bu sınıflara göre nominal ölçek kullanılmış veriler ordinal ölçeğe göre de değerlendirilebilir.

Sınıflama ölçeğinde değişkenlerin aldığı değerler sayısal veriler içermezler. Bu değerler değişkenlere ait bazı özellikleri tanımlamaktadır. Örnek vermek gerekirse, cinsiyet değişkeni için kadınları '1', erkekleri '2' numara temsil edebilmektedir. Medeni durum, meslek, doğum yeri gibi sınıflar veriyi sınıflandırmak için kullanılabilir. Sıralama ölçeğinde ise, değişkenlerin aldığı değerler arasındaki sıralama kullanılır. Örnek vermek gerekirse; bir sınıftaki öğrencilerin not dağılımı sayısal veriler arasındaki sıralar kullanılarak sıralama ölçeğine göre tasnif edilebilir.

Ölçek türü belirlendikten sonra çalışmada kullanılacak diyagramlardan biri dağılım diyagramıdır. Dağılım diyagramı değişkenler arasındaki matematiksel ve istatistiksel ilişkileri göstermektedir. Örneğin, 1'e yakın kolerasyona sahip veriler arasında neredeyse doğrusal bir ilişki olduğu dağılım diyagramından söylenebilir. Çalışmalarda tek bir değişkenin dağılımı histogramlar sayesinde görsel olarak ifade edilebilir. Merkez limit teoremi gereğince, çalışmanın örnekleminde alınan bir değişkenin histogramı çan eğrisine (normal dağılım) benzer bir şekil üretmektedir. Örneklemden elde edilen bu histogramın ortalaması evrenden elde edilen değişkenin ortalamasına çok yakındır. Histogramın standart sapması oluşan çan eğrisinin genişliğini göstermektedir. Diyagramların diğer türleri arasında kutu diyagramı, pasta çizelge, çapraz tablolar verilebilir (Eymen 2007).

### 2.9.3. Analiz türü belirlenmesi

Araştırma sonunda elde edilen verilerin türü ve yapılan deneyin planlaması yapılacak olan analiz ve çıkarım türünün belirlenmesinde önemli rol oynar. Analiz yöntemleri kabaca iki grup altında toplanmaktadır. Verilerin en az bir parametreye bağlı olma durumunda kullanılan yöntemler (Pearson Korelasyonu, Varyans Analizi, T-Testi). Verilerin parametreye bağlı olmaması durumunda kullanılan yöntemler (Ki-Kare Testleri, Spearman Korelasyonu) (Eymen 2007).

### 2.9.4. Ki-Kare testleri

Ki-kare testi, gözlenen frekanslar (G) ile beklenen frekanslar(B) arasındaki farkın istatistik olarak anlamlı olup olmadığı temeline dayanmaktadır. Ki-kare testinde, niteliksel olarak belirtilen veriler kullanılmaktadır. Parametrik olmayan testler içinde en yaygın kullanımı olan testlerdendir. Ayrıca, ölçümle belirtilen sürekli değişkenler de belli bir dereceden az veya çok olarak nitelendirilerek ki-kare testi uygulanabilmektedir. Veriler, oranlar veya yüzdeler olarak ifade edilmişse testin uygulanması mümkün değildir.

Ki-kare analizinin değişik uygulama alanları mevcuttur. Eğer iki nitel değişken arasında bir ilişkinin varlığı ortaya koymak istenirse ki-kare bağımsızlık testine başvurmak gerekmektedir.

Ki-kare testi, serbestlik derecesi (sd) ile karakterize edilmektedir. Dağılımın ortalaması sd'ye ve varyansı ise sd'nin iki katına eşittir. Ki-kare değerleri, sıfır ile artı sonsuz arasında değerler almaktadır. Dağılım; küçük sd'lerinde basık olmasına rağmen sd arttıkça normal dağılıma yaklaşmaktadır. Ki-kare dağılımı, sürekli bir dağılımdır. Ki-kare dağılımı, genellikle iki bağımsız niteliksel kriteri test etmek için kullanılmaktadır. Sıfır hipotezi ( $H_0$ ), iki kriterin bağımsız olduğunu; araştırma hipotezi ( $H_A$ ) ise, iki kriterin arasında ilişki olduğunu ifade etmektedir.

İki nitel değişkene ait gözlemler, rastgele n hacimli bir örnekle ele alınsın. Bir gözlemin seçimi, diğer gözlemin seçimini etkilemediği için gözlemlerin bağımsız olduğu söylenebilir. Söz konusu veriler, Çizelge 2.9'da belirtildiği üzere çapraz kategorilere dağılmış olsun.

Çizelge 2.9. İki nitel değişkenin bağımsız gözlemlerinin sınıflandırılması

Birinci sınıflandırma kriteri	İkinci sınıflandırma kriteri				Toplam
	Kategori 1	Kategori 2	...	Kategori c	
Kategori 1	$G_{11}$	$G_{12}$	...	$G_{1c}$	$n_{1.}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Kategori r	$G_{r1}$	$G_{r2}$	...	$G_{rc}$	$n_{r.}$
Toplam	$n_{.1}$	$n_{.2}$	...	$n_{.c}$	$n$

Çizelge 2.9'da her bir hücredeki G'lerin yanı sıra  $H_0$ 'ın doğru olduğu varsayımı altında B'ler;

$$B_{ij} = \frac{n_i \cdot n_j}{n} \quad (2.2)$$

ifadesiyle hesaplanır.

B'ler, bir deneyde belli bir tanıma göre gerçekleştirilmesi muhtemel olan frekanslardır. Çizelge 2.9'da verilen G'lerle, (2.2)'de hesaplanan B'ler karşılaştırılmaktadır. Eğer B ile G arasındaki farklar küçük ise, hesaplanacak olan ki-kare değeri küçük olacak ve  $H_0$  red edilmeyecektir. Eğer söz konusu farklar büyük ise, kriterler arasında bağımsızlığı ifade eden  $H_0$  red edilecektir. Hesapla elde edilen ki-kare değeri ( $\chi^2_{hes}$ ), ilgili sd'de ki-kare tablosunda bulunan ki-kare değeri ( $\chi^2_{tab}$ ) ile karşılaştırılmaktadır. Eğer,

$$\chi^2_{hes} \geq \chi^2_{tab} \quad (2.3)$$

ise  $H_0$  red edilecektir. Aksi halde,  $H_0$  kabul edilecektir.  $\chi^2_{tab}$  değeri, saptanan yanılma olasılığı ( $\alpha$ ) ve sd'ye göre ki-kare tablolarından bulunur. Burada;

$$\chi^2_{hes} = \sum_{j=1}^c \sum_{i=1}^r \frac{(G_{ij} - B_{ij})^2}{B_{ij}} = \sum_{j=1}^c \sum_{i=1}^r \frac{G_{ij}^2}{B_{ij}} - n \quad (2.4)$$

$$sd = (r-1)(c-1) \quad (2.5)$$

eşitlikleri ile verilir. Ki-kare testinde red bölgesi genellikle, sağ kuyrukta ve tek taraflı olarak uygulanmaktadır. Fakat varyans için ki-kare testinde eğer çift taraflı veya sol kuyrukta ve tek taraflı  $H_A$  söz konusu ise çift taraflı veya sol kuyrukta ve tek taraflı red bölgesi uygulanır. Varyansla ilgili aralık tahmininde de çift taraflı ki-kare güven sınırları kullanılır.

Ki-kare testi genellikle,

- İki veya daha çok grup arasında fark olup olmadığının testinde,
- İki değişken arasında bağ olup olmadığının testinde,
- Gruplar arası homojenlik testinde,
- Örneklemden elde edilen dağılımın istenen bir teorik dağılıma uyup uymadığının testinde (Uyum iyiliği testinde),
- Varyans için ki-kare testinde,
- Varyansla ilgili aralık tahmininde,
- Kontenjan katsayısının hesabında kullanılmaktadır (Güngör 2008).

### 2.9.5. Bağımsızlık testi

Ki-kare bağımsızlık analizi, isimsel ya da sıralı ölçekli tablolaştırılmış verilerde, bağımsızlık analizi yapmaya yarayan yöntemdir. Tablo iki değişkene oluşturan ve frekansları içeren çapraz bir tablodur. İkili kategorilere sahip iki değişkenin alt

kategorilerinin birlikte gözlemlendiği birim sayılarını gösteren çapraz tabloya 2x2 tablo denilmektedir (Çolak 2012).

Nitel iki değişken arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olup olmadığı ki-kare testi ile araştırılmaktadır.  $H_0$ 'da ilişkinin olmadığı, bağımsızlığın olduğu;  $H_A$ 'da ise ilişkinin olduğu, bağımsızlığın olmadığı iddia edilmektedir. Test istatistiğinin hesaplanabilmesi için B'ler bulunmaktadır. Test istatistiği, (2.3) ve sd, (2.4)'e göre hesaplanmaktadır. Eğer, (2.2) sağlanıyorsa  $H_0$  reddedilmektedir. Böylece bağımsızlık testi yorumlanabilmektedir ve iki değişken arasındaki fark bulunmaktadır (Güngör 2008).

## 2.10. Tanımlama Modelleri

Olgu ve olayları nesnelleştirerek gözlemlenebilir, ölçülebilir ve sayısal olarak ifade edilebilir bir şekilde ortaya koyan araştırma türüne niceliksel araştırma modeli denilmektedir. Biyoloji, kimya, fizik, mühendislik gibi doğa bilimleri alanlarında araştırmalar, gözlem ve ölçmeye dayanır. Gözlem ve Ölçmelerin tekrarlanabildiği ve objektif yapıldığı araştırmaya niceliksel (sayısal) "Quantitative" araştırma denir.

Niceliksel araştırma yönteminde, araştırılan konuya ilişkin, evreni temsil edecek örneklemden sayısal sonuçlar elde edilmektedir. Nicel araştırma yönteminde, araştırma evreninin araştırma konusu hakkındaki fikrinin yönü sorgulanmaktadır. Yani, konu hakkında yoğun bir analiz değil aksine, daha yüzeysel daha çok sayısal verilere saptanmaktadır.

Nicel araştırma yöntemlerinin üstün bir tarafı objektif olmalarıdır. Bu yöntemlerin uygulamalarında belgeler bir araştırmacı grubu tarafından incelenebilmektedir. Nicel araştırma yöntemlerinin amacı, bireylerin toplumsal davranışlarını gözlem, deney ve test yoluyla nesnel bir şekilde ölçmek ve sayısal verilerle açıklamaktır (Eymen 2007).

Niceliksel araştırma modelleri arasında yer alan; betimsel istatistik, sayısal verilerinin derlenmesi, toplanması, özetlenmesi ve analiz edilmesi ile ilgili istatistiktir. Betimlemeli çalışmalar genelde verilen bir durumu aydınlatmak, standartlar doğrultusunda değerlendirmeler yapmak ve olaylar arasında olası ilişkileri ortaya çıkarmak için yürütülür. Bu tür araştırmalarda asıl amaç incelenen durumu etraflıca tanımlamak ve açıklamaktır. Bu tür araştırmalarda örneklem oldukça geniş tutulur. Geniş örnekleme ulaşmak anketlerle sağlanmaktadır. Bu nedenle alan taraması çalışmalarında anketler kullanılır. Anketler yoluyla daha çok güncel veriler toplanır. Güncel verilerin statiksel çözümleri ile genellemelere ulaşılmaya çalışılır. Üzerinde çalışılan durumun genel bir resmi çıkarıldıktan sonra, bu resimden çok özel bir kesit alınarak özel durum çalışmaları başlatılır. Bu şekilde alan taraması (survey yöntemi) tamamlanmaktadır.

## 2.11. Literatür Taraması

Gibson (2012) tarafından yapılan bir çalışmada su farkındalığına dayalı anket sonuçları tuzdan arındırma sisteminin, insanların endişelerinin nedenlerini gelecek kuşaklara etki edebileceği yönünde olduğu vurgulanmaktadır ve bu genel riskler başlığı altında toplanmaktadır. Anket çalışmamızın kapsamında katılımcılar tarafından T.O. ile

artırılmış suyun kullanım alanı genel olarak içme suyu ya da kullanma suyu olarak tercih edilmektedir. Bu sonuç ise Gibson (2012) makalesini desteklemektedir.

Fielding (2015) tarafından yapılan çalışmada, nüfus artışı ve iklim değişikliğinin Dünyadaki su mevcudiyeti açısından önemli etkilerinin olduğu belirtilmektedir. Su kaynakları üzerindeki endişeler geleceği güvence altına almak adına araştırmacıları alternatif kaynaklara itmiştir. İnsanlara uygulanan anket çalışmasında, özellikle yağmur suyundan elde edilen temiz su, tuzdan arındırılmış su ve geri dönüştürülmüş su karşılaştırılmaları sorulmaktadır. Yüksek seviyede bir oranın yağmur suyunu tercih ettiği ancak, geri dönüştürülmüş su hakkında katılımcıların çok fazla endişelerinin mevcut olduğu saptanmaktadır. Geri dönüştürülmüş suyun daha çok tarımda, sulamada vb. kullanımının daha uygun olacağı desteklenmektedir. Tuzdan arındırılmış su ise orta derece olarak kabul görülmektedir.

Ross (2014) tarafından yapılan çalışmada, geri dönüştürülmüş içilebilir nitelikteki suyun, insanlara olan psikolojik etkilerini tanımlamak amacıyla anket düzenlenmiştir. Toowoomba'da gerçekleştirilen bu çalışmada, araştırmacılar; zamanla ortaya çıkan kuraklık ve baraj sularının azalması nedeniyle, içilebilir ve temiz su olarak farklı kaynaklara yönelmek gerektiğini savunmaktadır. Anket; kabul ediş, güven, risk algıları, grup düşünceleri, paylaşılan değerler, kabul görme prosedürleri, kaynak güvenilirliği olmak üzere yedi parçada incelenerek insanların, 'psikolojik model' olarak adlandırılan konu ile ilgili düşünce yapıları test edilmek istenmiştir. Birincil kaynak olarak geri dönüştürülmüş suların tercih edilmesini savunan araştırmacıların bu fikri, bir grup insan tarafından direkt red edilmiştir. İnsanlar, geri dönüştürülmüş suyun içilebilir nitelikte olmadığını savunarak, kullanma suyu olarak (çamaşır, bulaşık, sulama vb.) kullanımının ruhsal olarak daha güven verici olduğunu savunmaktadır.

Diğer bir çalışmada (Mankad 2012), yağmur suyu tankları ya da gri atık suların dönüşüm tankları gibi merkezi olmayan su sistemlerinin, su seçimlerinde insanları ne derece etkilediği araştırılmaktadır. Bazı içme suyu kaynaklarında meydana gelen sürdürülemez güvenilirlik ve hızlı nüfus artışı beraberinde bazı ülkelerde su stresi problemini ortaya çıkarmaktadır. Bu duruma eklenen meteorolojik etkiler, kuraklık, iklim değişikliği gibi, içilebilir nitelikteki sulara olan güveni daha fazla azaltıcı yöndedir. Bu çalışma insanların su seçimlerinde karar vermesinde, duyguların öncelikli olduğunu, daha sonraki aşamayı tesadüfi ve ileriye yönelik (beklenti) kavramların oluşturduğunu savunmaktadır. Konuyla ilgili; risk etkilerinin (geçmiş tecrübeler, kişisel bilgiler, yaşam alışkanlıkları, kaynak önyargısı), oluşabilecek (algılanan) tehditlerin (güven problemi, önem derecesi, öz yeterlik, akıla takılan sorulara yanıt etkinliği) ve insan duygularının bir arada hareket ederek karar verme algısını oluşturduğu ve bunun da insan davranışını meydana getirdiği saptanmaktadır. Bu nedenle, su seçimlerinde insanları etkileyen başlıca faktörler arasında; geçmiş tecrübeler, kişisel bilgiler, yaşam alışkanlıkları ve kaynak önyargısı yer aldığı belirtilmektedir.

Diğer bir çalışma olan Hurlimann (2011)'de, Victoria eyaletinde alternatif su kaynaklarının evde kullanımı ve memnuniyeti üzerine bir anket düzenlenmiştir. Anket telefonla yapılmış ve görüşmeler özel teknolojik telefonlarla kayıt altına tutulmuştur. Bahçe sulama suyu, araba yıkama suyu, evcil hayvan suları, içme suyu, duş suları, havuz suları vb. alternatif olarak düşünülebilecek sular olarak sıralanmıştır. Bahçe sulama suyunun evde kullanımı yüksek oranda alternatif su kaynağı olarak tercih edilmektedir. Bahçe sulama suyunun evde kullanım alanı büyük bir oranla çamaşır olarak tercih edilmiştir.

Tuzdan arındırma sisteminin Ortadoğu ve Akdeniz'de uzun bir geçmişi vardır. Zamanla yayılım göstererek Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa ve Avustralya'da da gündeme gelmiştir. Bu nedenle tuzdan arındırma tesislerinin çevresel etkilerinin anlaşılması hakkında küresel bir ilgi oluşmaktadır. Özellikle insanların bu durumu nasıl karşılayacakları, bu durumun kendilerince yarar veya zarar oluşturabilecek çevresel etkilere dönüşümleri Robert (2010) tarafından yapılan çalışmada ortaya konmuştur. Burada izlenen durum, bu alanda, çevre, ekolojik ve toksikolojik araştırmaların insanlar üzerindeki etkilerinin neler olabileceğini belirtmektedir. Su kalitesinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. İnsanların 'kaliteli su' algısı saptanmıştır. Bu durum, bulgular ve tartışma bölümünde yer alan, ters ozmoz kullanılarak arıtılan suyun kullanım alanı sizce ne olmalıdır sorusuna verilen yanıtları desteklemektedir.

Ters ozmoz sisteminin en büyük sorunlarından biri olarak belirlenen, harcanan enerji miktarı yapılan araştırmalar doğrultusunda, gelecekte ters ozmoz sistemlerinde enerji kaynağı olarak fosil yakıtların yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılacağı yönündedir. Özellikle güneş enerjisi bakımından zengin Ekvator ülkeleri ve ülkemizin güney kısımları için bir avantaj olarak öngörülen güneş fotovoltaik (PV) ile ters ozmoz sisteminin enerji ihtiyacının karşılanması, kırsal alanda kurulan tesislerin hem maliyetini azaltacak hem de çevreci bir yaklaşım olacaktır (Gude vd 2010). Kırsal alanlarda, su sıkıntısı yaşanan yerlerde bu sistemin enerji ihtiyacını güneşten karşılaması ihtiyaç duyulan tatlı suyun işletme açısından maliyetini ve kurulumunu azaltacaktır. Çünkü, TO sistemlerinin geleneksel metodlarla kurulumu ve işletilmesi, yüklü maliyetine ek olarak, yarattığı hava kirliliğinden dolayı pek tercih edilmemektedir. Deniz suyundan tatlı su elde edilmesinde, güneş enerjisinin kullanılması, çevre dostu yaklaşımı ile bu tür olumsuzluklara da imkan vermeyecektir. Ayrıca güneş enerjisinin yanı sıra rüzgar enerjisi de TO sistemlerinde kullanılabilir (Tarnacki vd 2012).

### 3. MATERYAL METOT

#### 3.1. Anket Kapsamı

Bu çalışma kapsamında halkın ev tipi su arıtma cihazları hakkında bilgisi ve temiz su algısının belirlenmesi amacıyla anket çalışması (EK 1) düzenlenmiştir.

Anket çalışması, Ekim 2016 – Mart 2017 tarihleri arasında Antalya ilinde (Akdeniz Üniversitesi, Antalya Eğitim Araştırma Hastanesi, halka açık plaj alanları, siteler) uygulanmıştır. Hazırlanan anketler e-posta yoluyla, bireysel uygulama metodu ve genel (halka açık) yerlerde uygulama metodu ile 300 kişiye dağıtılmıştır. İstatistik kurallara uygun olarak örneklem uzay rastgele seçilmiş olup, katılımcıların 18 ve üzeri yaş grubu ve en az lise menuzu olmaları tercih edilmiştir. Anket soruları açık uçlu veya kapalı uçlu olarak hazırlanmış ve cevaplamak için katılımcılara süre kısıtlaması yapılmamıştır.

Anket, beş bölüm ve toplam 35 sorudan oluşmaktadır:

Anketin birinci bölümünde katılımcıların demografik bilgilerini edinmeye yönelik yedi soru yer almaktadır. Anket sorularını cevaplayan katılımcıların cinsiyet, yaş, eğitim durumu, iş / çalışma durumu, aylık gelir, hanede yaşayan kişi sayısı ve yaşadıkları hane tipi ile ilgili veriler elde edilmiştir. Katılımcıların demografik bilgi değişkenlerinin diğer bölümlerde sorulan sorular üzerindeki rolü tespit edilmiştir.

Anketin ikinci bölümünde, su kıtlığı ve su stresi tanımları verilmiş ve katılımcılara mevcut su durumu, gelecekte oluşabilecek su kıtlığı ve su stresi hakkında düşüncelerini öğrenmek amacıyla dört soru sorulmuştur. Soru cevapları “evet”, “hayır” ve “fikrim yok” şeklinde düzenlenmiştir.

Anketin üçüncü bölümünde, katılımcıların su tasarrufu algısına odaklanılmıştır. Bu bölümde sorulan dört soru ile tasarrufun önemi ve tasarrufa verilen değer ölçülmeye çalışılmıştır. Katılımcılardan cevaplarını 1’den 5’e kadar önem derecesine göre cevaplama istenmiş ve 1 “hiç önemli değil” veya “hiçbir zaman” iken, 5 “çok önemli” veya “her zaman” olarak belirlenmiştir.

Anketin dördüncü bölümünde, su kullanımı konusunda halkın algısını belirlemek amacıyla dört soru sorulmuştur. Halkın hangi tip su kaynağını seçtiği ve çeşme suyu hakkındaki temel bilgiler üzerine odaklanılmıştır. Bu bölümde açık uçlu sorular sorularak katılımcıların damacana ve/veya çeşme suyundan doğal su kaynaklarına yönelmelerinin nedenleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen veriler sayesinde kullanılan su kaynaklarının yüzdelik dağılımları ve zamanla oluşacak problemlere çözüm üretebilen teknolojik gelişmeler tespit edilebilmesi amaçlanmıştır. Örneğin dışarıdan satın alınan suların içeriklerinin (mineral, pH, renk), kalitelerinin ve fiyatlarının; bu tür suların talepleri üzerine etkisi hakkında soru sorulmuştur.

Anketin beşinci bölümünde ise su arıtma sistemleri ve bu tip sistemlere yönelik talepleri, arıtılmış su hakkındaki önyargıları, TO yöntemi ve bu yöntemle üretilen suyun sağlık üzerindeki etkisi hakkında katılımcıların bilgi düzeyleri ve görüşlerini öğrenmek



amacıyla 16 soru sorulmuştur. Çeşme ve damacanayı tercih etmek istemeyen bireyler, doğal kaynak sularına ya da ev tipi arıtma sistemlerine yöneleceklerinden; bu sorulara verilen cevaplar önem arz etmektedir. Arıtma sistemleri ve TO yöntemi hakkında yeterli düzeyde araştırma olanağı olmayan bireylerin; paket arıtmada temizlik ve bakım problemleriyle karşılaşacakları ya da damacaneleri sağlıklı şekilde kullanmaya devam edecekleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

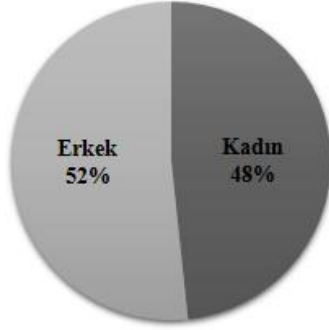
### **3.2. Anketlerin Değerlendirilmesi**

Ankete verilen cevaplar, Akdeniz Üniversitesi Bilgisayar Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi tarafından akademik çalışma için temin edilmiş SPSS Statisticsbase V23 lisanslı program ile analiz edilmiştir. Elde edilen cevaplar, demografik bilgilere (yaş, cinsiyet, aylık gelir, yaşanılan hane tipi, hanede yaşayan kişi sayısı veya eğitim durumu) göre ki-kare analizi uygulanarak değerlendirilmiştir. Demografik bilgiler arasından seçilen bir veya daha fazla değişken ile ankette yöneltilen soruya verilen cevaplar arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı incelenmiştir.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

##### 4.1. Katılımcıların Demografik Bilgilerinin Değerlendirilmesi

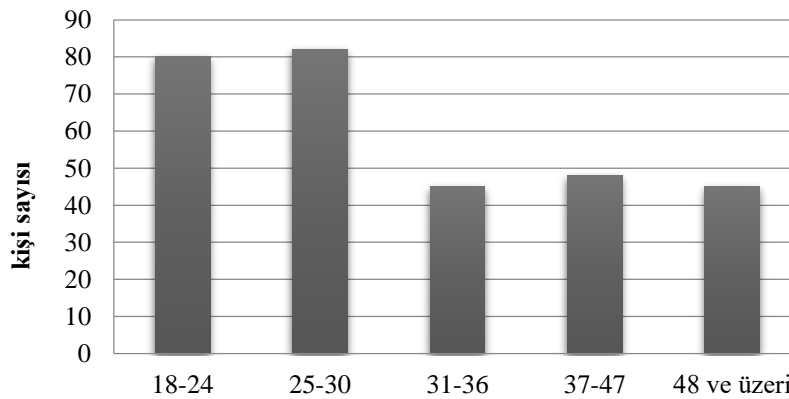
Anket çalışmasının birinci bölümünde, ankete katılan kişilerin cinsiyet, yaş, eğitim durumu, iş / çalışma durumu, aylık gelir, hanede yaşayan kişi sayısı ve hane tipi gibi demografik bilgileri yer almıştır. Ankete yöneltilen sorulara verilen cevaplar Şekil 4.1– 4.6’da sunulmuştur.



Şekil 4.1. Ankete katılanların cinsiyet bilgisi

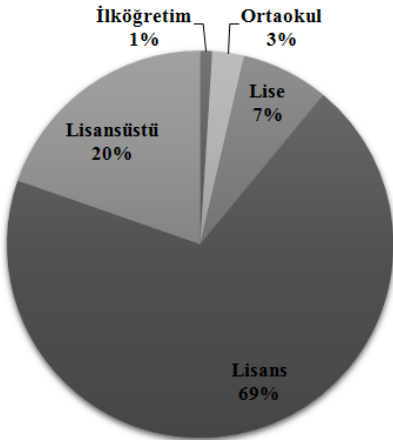
Tez çalışması kapsamında hazırlanan anket 145 kişi kadın, 155 kişi erkek olmak üzere, anket toplam 300 katılımcıya uygulanmıştır (Şekil 4.1).

Katılımcıların yaş dağılımları beş ana grupta incelenmiştir. En fazla kişi sayısının olduğu yaş grubu 18-24 ve 25-30 arası yaş grupları olup, toplam katılımcı sayısının %54’ünü oluşturmaktadır (Şekil 4.2). Katılımcıların yaş aralıkları, eğitim gören (genç kitle), eğitimi tamamlayan (yetişkin kitle), çalışma hayatında bulunan (olgun kitle) şeklinde belirlenmiştir.



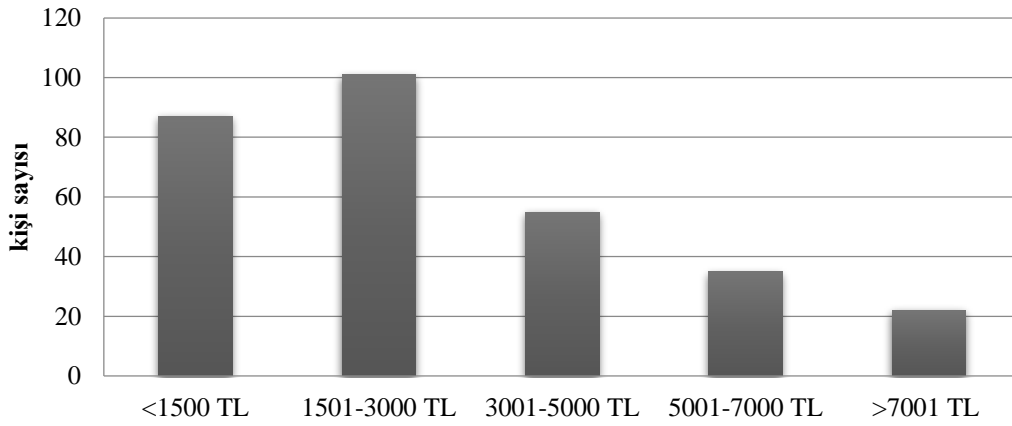
Şekil 4.2. Ankete katılanların yaş aralıkları

Çalışma kapsamında özellikle lise ve üzeri mezunlar hedef alınmıştır. Eğitim düzeyinde en fazla kişi sayısını lisans mezunu (%54), en az kişi sayısını da ilköğretim mezunu (%1) oluşturmaktadır (Şekil 4.3).

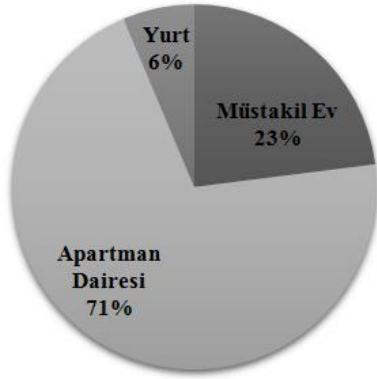


Şekil 4.3. Ankete katılanların eğitim durumları

Katılımcıların aylık gelir düzeyleri karşılaştırıldığında %62,67'sinin aylık geliri 3000 TL'nin altında olduğu, %29'nunun ise asgari ücret ve altında gelire sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.4). Katılımcıların gelir aralıkları, Türkiye'deki standart maaşlar dikkate alınarak belirlenmiştir.



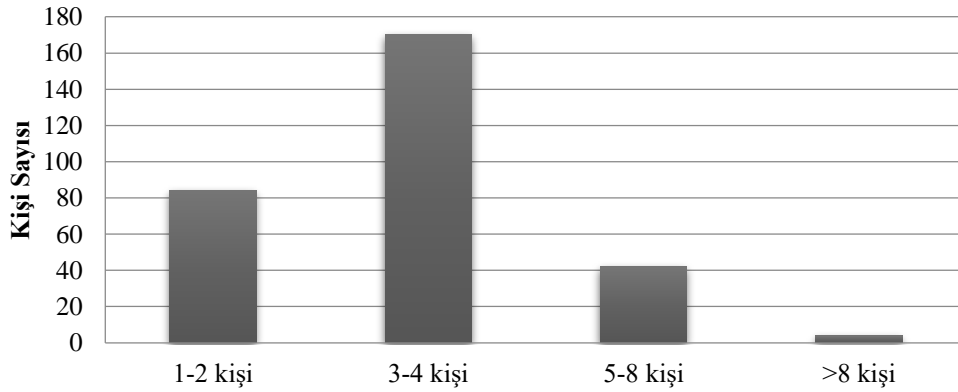
Şekil 4.4. Ankete katılanların aylık gelir aralıkları



Şekil 4.5. Ankete katılanların yaşadıkları hane tipi

Gelir düzeylerindeki farklılıklara rağmen katılımcıların %71'i apartman dairesinde ikamet ederken, müstakil evde oturan katılımcı sayısı %23'tür (Şekil 4.5).

Katılımcıların çoğunluğu (%57) 3-4 kişinin ikamet ettiği konutlarda yaşarken, yaklaşık %28'i yalnız veya 2 kişilik konutlarda ikamet etmektedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Ankete katılanların hanede yaşayan kişi sayısı bilgisi

Anket sonucunda elde edilen demografi verilerine göre katılımcılar, çoğunluğu 18 ve üzeri yaş grubunda, lisans eğitim düzeyine sahip, orta gelir seviyesinde ve en fazla 4 kişinin yer aldığı apartman dairelerinde yaşamaktadır.

#### 4.2. Su Stresi / Su Kıtlığı / Mevcut Su Durumu ile İlgili Değerlendirme

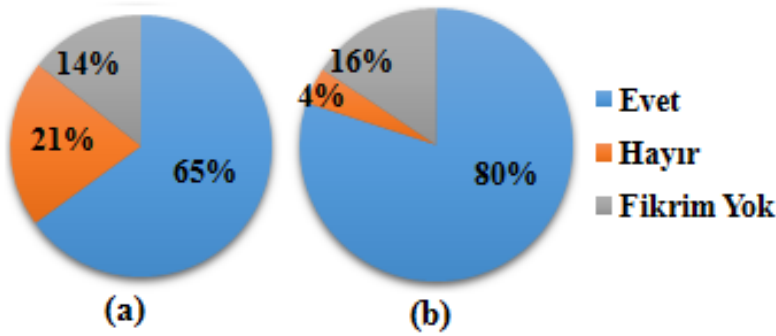
Su kullanım alanlarını etkileyen; teknolojik gelişmeler, ekonomik büyüme ve refah düzeyi, demografik değişiklikler, beslenme alışkanlıklarındaki farklılıklar, sosyal, kültürel değerler gibi birçok faktör bulunmaktadır. Su ihtiyaç planları ve hedefleri bu faktörler baz alınarak yapılmaktadır. Ancak, bu faktörlerin su kullanım alanlarını gelecekte nasıl etkileyecekleri öngörebilmek için daha çok araştırma yapılması ve bu araştırmaların desteklenmesi gerekmektedir. Su ihtiyaç planlarının ve hedeflerinin genelliklerinin ve geçerliliklerinin olabilmesi için bu faktörlerin nitel analizlerinin yapılması gerekmektedir. Özellikle hızla artan nüfus, sosyo-ekonomik yapıdaki

değişimler beraberinde enerji, gıda ve su tüketimini arttırarak suya olan talebi de arttıracaktır (Muluk 2010).

Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası, iklim değişikliği etkilerinin en şiddetli hissedileceği yerlerden bir tanesidir. Yakın gelecekte Akdeniz'deki pek çok nehir havzası su kıtlığı problemiyle karşı karşıya kalabilir. Türkiye'de 2030 itibarıyla, iç ve batı bölgelerinde %40'ı aşan oranda su stresi yaşanacağı öngörülmektedir. Güneydoğu ve doğu bölgelerinde ise bu oran %20-40 arasındadır (DSİ 2009). Su ihtiyaç planları ve hedefleri yapılırken, bu öngörülerin kullanılması, oluşabilecek sorunlara daha etkili çözümler üretilmesine yardımcı olacaktır.

Yaklaşık bir milyar insanın evde kullanması için güvenli ve uygun fiyatlı suya erişimi olmadığı bir su sorunu vardır (WHO 2003). Ayrıca yapılan araştırmalar, günde bir dolarlık yoksulluk sınırının altında bir geliri olan ve kırsal alanda yaşayan yaklaşık 900 milyon insanın geçim kaynakları için suya erişimi olmadığını göstermektedir. Su sorunu özellikle Ortadoğu coğrafyasında kendini hissettirmekte; Elazığ bölgesinde başlayan Fırat nehri ile Güneydoğu Toroslarından başlayan Dicle nehirleri dolayısıyla Türkiye'yi de etkilemektedir.

Anket çalışmasının ikinci bölümünde, ankete katılan kişilere öncelikle su stresinin ihtiyaçtan daha fazla su tüketilmesi, suya erişimin azalması ve/veya su kalitesinin değişmesi sonucunda ortaya çıkan bir durum olduğu bilgisi verilmiş ve ülkemizdeki mevcut ve gelecekte yaşanabilecek su stresinin var olup olmadığı hakkında görüşleri sorulmuştur. Çizelge 4.7'de katılımcıların cevapları sunulmuş olup, katılımcıların %65'i mevcut su stresinin varlığını kabul ederken, %80'i gelecekte su stresinin yaşanacağını öngörmektedir. Konu ile ilgili herhangi bir fikri olmayan katılımcı sayısı yaklaşık olarak benzer seviyede kalırken, mevcut su stresinin olduğunu kabul etmeyen 63 kişi, gelecekte su stresi yaşanabileceğini kabul etmeyen 12 kişidir.

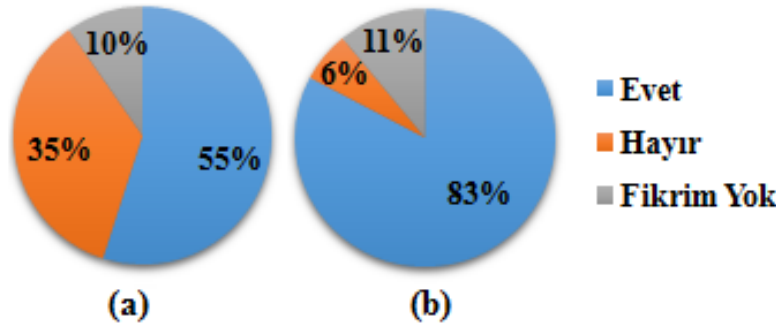


Şekil 4.7. Sizce ülkemizde su stresi yaşıyor mu? (a) ve sizce gelecekte ülkemizde su stresi yaşanır mı? (b) sorularına katılımcıların verdiği cevaplar

Su stresi, ihtiyaçtan daha fazla su tüketimi ya da suyun kalitesinin değişmesi sonucunda ortaya çıkan bir durumdur. Günümüzde insanlar suyun kalitesi ve güvenilirliği yönünden sıkıntı yaşamaktadır. Bu sıkıntı ve kaygı gelecek için çok daha fazladır. Çünkü sanayileşme, ticaret, insanların tasarruftan kaçışı, sektörler arasındaki rekabet, büyüyen ekonomi gibi sebepler daha fazla su tüketimine neden olduğu gibi, bu faaliyetler sonucu çıkan atıkların sulara karışması ya da doğrudan veya dolaylı yollardan insanlara ulaşımı, suyun kalitesini azaltmakta, yani su stresini daha belirgin hale getirmektedir. O zaman,

bu görüşün insanlar tarafından gelecekte daha fazla olacağını düşünmeleri, insanların gelecek için duyduğu su kaygısına bağlanabilir.

Ankete katılan kişilere su kıtlığının (azlığı) miktar (hacimsel) olarak suyun azalması veya tüketilmesi sonucunda ortaya çıkan bir durum olduğu bilgisi verilmiş ve ülkemizdeki mevcut ve gelecekte yaşanabilecek su kıtlığının var olup olmadığı hakkında görüşleri sorulmuştur. Çizelge 4.8’de katılımcıların cevapları sunulmuş olup, katılımcıların %55’i mevcut su stresinin var olduğuna ilişkin olumlu cevap vermiştir. Mevcut durumda su kıtlığının olmadığını düşünen 105 kişinin büyük çoğunluğu daha sonra fikrini değiştirerek gelecekte su kıtlığı yaşanabileceği yönünde fikrini bildirmiştir. Katılımcıların %83’ü ülkemizde gelecekte su kıtlığı yaşanabileceğini düşünmektedir. Günümüzde su stresi yaşadığını düşünen kitle (%65), su kıtlığı yaşadığını düşünen kitleden (%55) daha fazladır. Çünkü insanlar, kaliteli ve temiz suya erişimde daha çok sıkıntı çekmektedir. Hızlı nüfus artışı, yapılan israflar, sanayileşme, zirai faaliyetlerin artması vb. gelecekteki su kıtlığının başlıca nedenleri arasında sıralanabilir. Dolayısıyla su kıtlığının gelecek için daha büyük endişe yaratabileceğini göstermektedir.



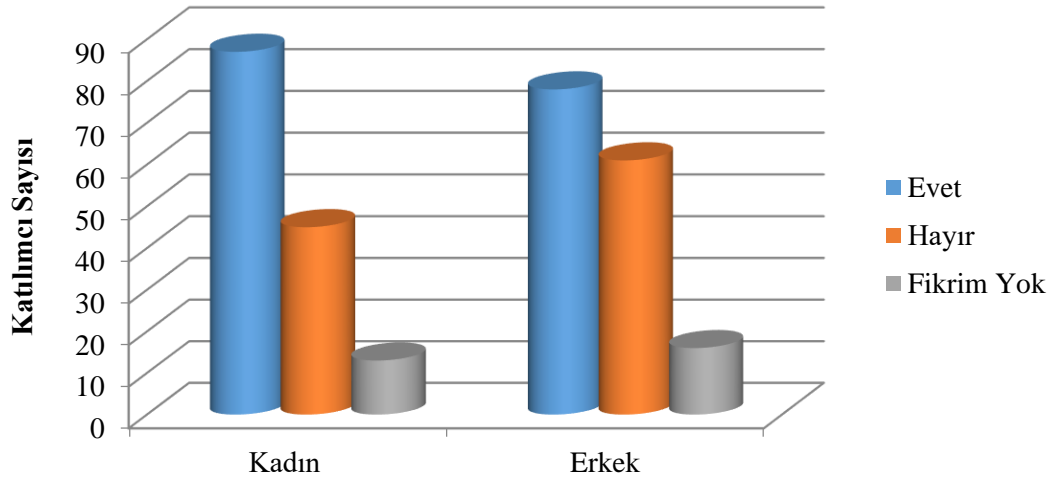
Şekil 4.8. Sizde ülkemizde su kıtlığı yaşıyor mu? (a) ve sizce gelecekte ülkemizde su kıtlığı yaşanır mı? (b) sorularına katılımcıların verdiği cevaplar

Su stresi ve su kıtlığı ile ilgili katılımcı görüşlerinin katılımcıların demografik bilgilerinden yaş, eğitim durumu ve sosyo-ekonomik düzey değişkenlerine göre yapılan ki-kare analizi uygulanmıştır. Bu analiz kapsamında iki hipotez ele alınmıştır. Birinci hipotezde ( $H_0$ ,  $p < 0,05$ ) su kıtlığının demografik değişkenlere bağımlı olduğu, ikinci hipotezde ( $H_1$ ,  $p > 0,05$ ) su kıtlığının demografik değişkenlerden bağımsız olduğu kabul edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Ülkemizde su kıtlığı yaşanıp yaşanmadığı hakkındaki görüşlerin değişkenlere bağlı olarak karşılaştırılması

Değişken			Evet	Hayır	Fikrim Yok	Toplam	Ki-kare
Cinsiyet	Kadın	f	87	45	13	145	$\chi^2=2,886^a$ sd=2 p=0,236
		%	60,0%	31,0%	9,0%	100	
	Erkek	f	78	61	16	155	
		%	50,3%	39,4%	10,3%	100	
Yaş	18-24	f	46	25	9	80	$\chi^2=17,489$ sd=8 p=0,25
		%	57,5%	31,3%	11,3%	100,0%	
	25-30	f	47	33	3	83	
		%	56,6%	39,8%	3,6%	100,0%	
	31-36	f	23	20	1	44	
		%	52,3%	45,5%	2,3%	100,0%	
	37-47	f	25	17	6	48	
		%	52,1%	35,4%	12,5%	100,0%	
	48 ve üzeri	f	24	11	10	45	
		%	53,3%	24,4%	22,2%	100,0%	
Eğitim Durumu	ilköğretim	f	2	0	1	3	$\chi^2=19,753^a$ sd=8 p=0,11
		%	66,7%	0,0%	33,3%	100,0%	
	ortaokul	f	7	0	1	8	
		%	87,5%	0,0%	12,5%	100,0%	
	lise	f	12	4	5	21	
		%	57,1%	19,0%	23,8%	100,0%	
	lisans	f	120	74	15	209	
		%	57,4%	35,4%	7,2%	100,0%	
	lisansüstü	f	24	28	7	59	
		%	40,7%	47,5%	11,9%	100,0%	

Çizelge 4.1 incelendiğinde, genel olarak ülkemizdeki su kıtlığı görüşü için bağımsız değişkenlere göre anlamlı farklılık olmadığı saptanmıştır. Cinsiyet ( $p=0,236$ ), yaş ( $p=0,25$ ) ve eğitim durumu ( $p=0,11$ ) değişkenlerine göre yapılan karşılaştırmalar incelendiğinde ise bu değişkenlerle görüş arasında anlamlı bir ilişki olmadığı, bağımsızlığın mevcut olduğu belirlenmiştir ( $p>0,05$ ). Bu durumda  $H_1$  hipotezi doğrulanmıştır.



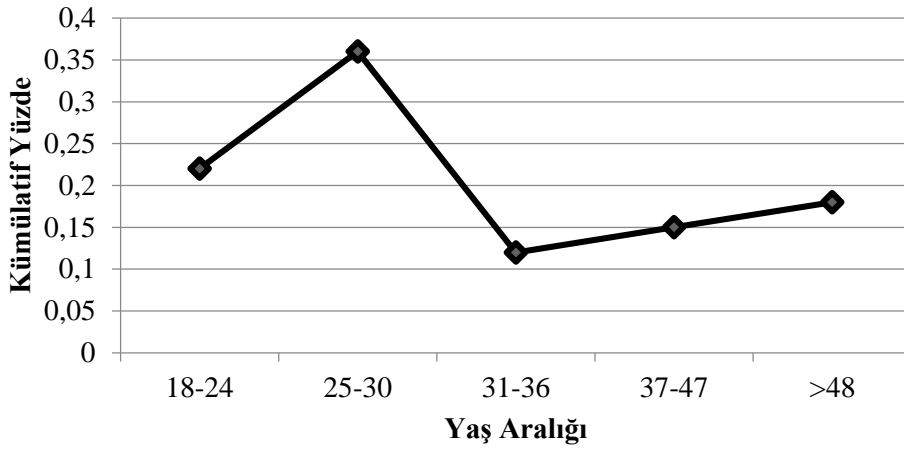
Şekil 4.9. Su kıtlığı ile ilgili görüşlerin cinsiyet değişkenine göre değerlendirilmesi

Şekil 4.9’da görüldüğü üzere kadın katılımcıların %60’ı ve erkek katılımcıların %50,3’ü ülkemizde su kıtlığı yaşandığını ifade etmiştir. Bu kapsamda kadın katılımcıların su sorunuyla biraz daha yakından ilgilendiği sonucuna varılabilir. Çizelge 4.2’de kadın katılımcılar arasından yaşa bağlı olarak su kıtlığı yaşayanların frekansı ve yığılmalı yüzdeleri hesaplanmıştır. Hesaplanan yığılmalı yüzdeler baz alınarak su kıtlığı kümülatif frekans grafiği oluşturularak, anketimizde su kıtlığı yaşadığını düşünenlerin kadın katılımcılar arasında daha yaygın olup, 30 yaş altında daha fazla belirgin olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.10). Grafikte kırılma noktası 30 yaşın altı olarak tespit edilmiştir. O halde, grafiğe göre, su kıtlığı problemi yaşayan kişilerin %64 ü 30 yaş ve daha gençtir.

Çizelge 4.2. Su Kıtlığı Yaşayanların Yığılmalı Yüzdeleri

Yaş Aralığı	Su Kıtlığı Yaşayanların Frekansı (f)	Su Kıtlığı Yaşayanların Yüzdeleri (f/165)	Su Kıtlığı Yaşayanların Yığılmalı Yüzdeleri
18-24	46	0,29	0,29
25-30	47	0,29	0,58
31-36	23	0,14	0,72
37-47	25	0,16	0,88
>48	24	0,15	1,00





Şekil 4.10. Su kıtlığı kümülatif frekans grafiği

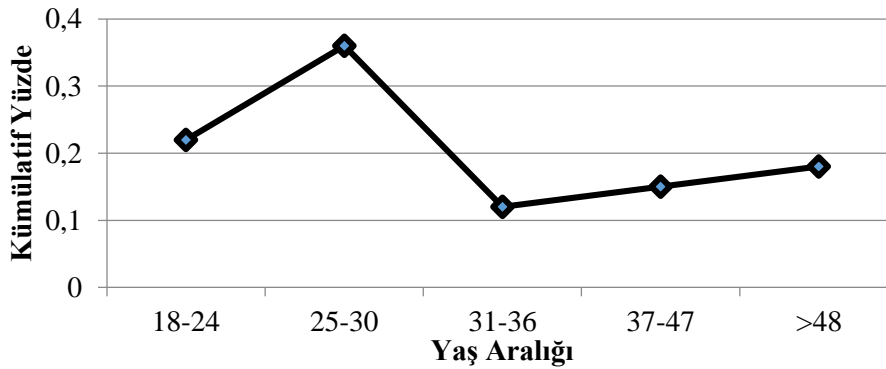
Ülkemizde gelecekte su kıtlığı yaşanıp yaşanmayacağı ile ilgili katılımcı görüşlerinin katılımcıların demografik bilgilerinden yaş, eğitim durumu ve sosyo-ekonomik düzey değişkenlerine göre yapılan ki-kare analizi uygulanmıştır. Bu analiz kapsamında da benzer şekilde iki hipotez ele alınmıştır. Birinci hipotezde ( $H_0$ ,  $p < 0,05$ ) su kıtlığının demografik değişkenlere bağımlı olduğu, ikinci hipotezde ( $H_1$ ,  $p > 0,05$ ) su kıtlığının demografik değişkenlerden bağımsız olduğu kabul edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.3'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2 görüşleri karşılaştırıldığında hem kadın (131 kişi) hem de erkek katılımcılar (117 kişi) tarafından gelecekte su kıtlığı yaşanabileceği düşünülmüştür. Öte yandan Çizelge 4.3 incelendiğinde, cinsiyetin gelecekte su kıtlığı yaşanabileceği üzerinde gözlenen fark anlamlı olup ( $p < 0,05$ ),  $H_0$  hipotezi doğrulanmıştır. Yaş ve eğitim durumu değişkenlerinin katılımcının düşüncesini etkilemediği, bu değişkenlere göre anlamlı farklılık olmadığı saptanmıştır ( $p > 0,05$ ),  $H_1$  hipotezi doğrulanmıştır.

Çizelge 4.3. Ülkemizde gelecekte su kıtlığı hakkındaki görüşler

Değişken			Evet	Hayır	Fikrim Yok	Toplam	Ki-kare	
Cinsiyet	Kadın	f	131	6	8	145	$\chi^2=11,807^a$ sd=2 p=0,03	
		%	90,3%	4,1%	5,5%	100,0%		
	Erkek	f	117	13	25	155		
		%	75,5%	8,4%	16,1%	100,0%		
Yaş	18-24	f	68	1	11	80		$\chi^2=12,913^a$ sd=8 p=0,115
		%	85,0%	1,3%	13,8%	100,0%		
	25-30	f	72	8	3	83		
		%	86,7%	9,6%	3,6%	100,0%		
	31-36	f	36	3	5	44		
		%	81,8%	6,8%	11,4%	100,0%		
	37-47	f	36	5	7	48		
		%	75,0%	10,4%	14,6%	100,0%		
	48 ve üzeri	f	36	2	7	45		
		%	80,0%	4,4%	15,6%	100,0%		
Eğitim Durumu	ilköğretim	f	3	0	0	3	$\chi^2=11,025^a$ sd=8 p=0,200	
		%	100,0%	0,0%	0,0%	100,0%		
	ortaokul	f	7	0	1	8		
		%	87,5%	0,0%	12,5%	100,0%		
	lise	f	15	1	5	21		
		%	71,4%	4,8%	23,8%	100,0%		
	lisans	f	178	10	21	209		
		%	85,2%	4,8%	10,0%	100,0%		
	lisansüstü	f	45	8	6	59		
		%	76,3%	13,6%	10,2%	100,0%		

Gelecekte su kıtlığı kümülatif dağılım grafiğinin de günümüzdeki su kıtlığı kümülatif dağılım grafiğine çok benzer olduğu görülmüştür. Yine kırılma noktası 30 yaş altı olarak tespit edilmiştir. Dolayısıyla, günümüzde veya gelecekte yaşanacak su kıtlığı problemiyle 30 yaş altı olarak nitelendirdiğimiz genç nüfusun daha yakından ilgilendiğini söylemek mümkündür (Şekil 4.11).



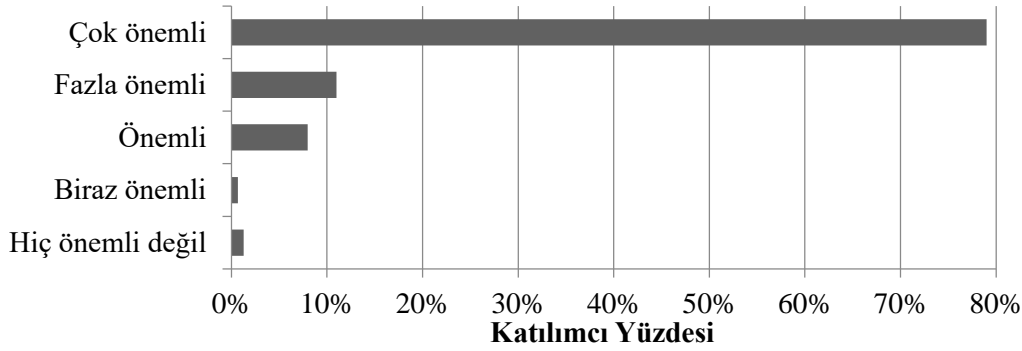
Şekil 4.11. Gelecekte su kıtlığı kümülatif frekans grafiği

### 4.3. Su Tasarrufu ile İlgili Değerlendirme

İklim değişikliği, küresel ısınma, endüstriyel ve ekonomik büyüme, sanayileşme gibi faktörler su kullanımına olan talebi hızlı bir şekilde arttırmaktadır. Artan talebe karşılık, kullanılabilir su kaynakları azalma göstermektedir. Su kaynaklarının etkin ve

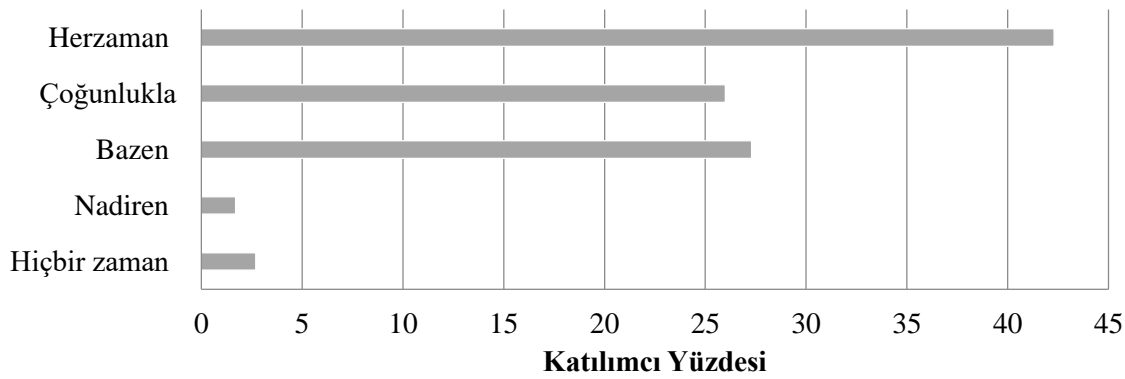
verimli kullanımı hakkında son elli yılda Türkiye gelişim göstermeye başlamıştır. Özellikle peyzaj, tarım ve zirai alanlarda insanları su tasarrufuna teşvik etmek için çeşitli yaklaşımlar ön planda tutulmaktadır. Yapılan araştırmalar, kişi başına düşen su miktarını 1555 m<sup>3</sup>/yıl olarak göstermektedir. Fakat gelecekte kişi başına düşen bu su miktarının azalacağı yönünde tahminler söz konusudur (Bayramoğlu, 2013). Bu durum tüm canlılar ve doğa için tehlike arz etmektedir. Çünkü su, canlıların hayatını sürdürebilmeleri için vazgeçilmesi mümkün olmayan bir ögedir.

Anketin üçüncü bölümünde ankete katılan bireylere su tasarrufunun önemi ve konu ile ilgili duyarlılık durumları belirlenmeye çalışılmıştır. Şekil 4.12’de katılımcılara su tasarrufu yapmanın önemli olup olmadığı sorusu yöneltilmiştir. Katılımcıların %79’u su tasarrufu yapmanın çok önemli olduğunu bildirmiştir.



Şekil 4.12. Su tasarrufu yapmak sizce ne kadar önemli? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar

Şekil 4.13 incelendiğinde, katılımcıların %45’e yakın bir bölümü su tasarrufunu her zaman yaptıklarını belirtmektedirler. Genel olarak ele alındığında katılımcıların %95.6’sı bu konu hakkında olumlu görüş (bazen, çoğunlukla, her zaman) bildirmektedirler.



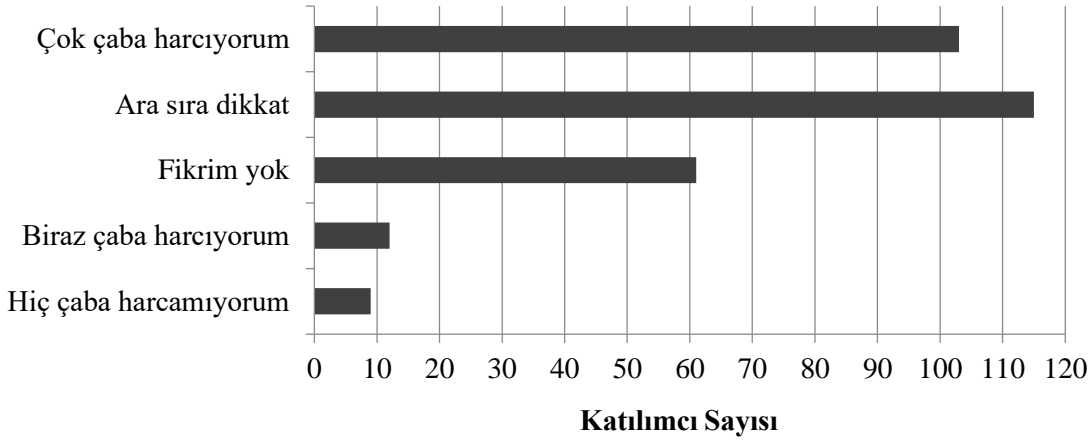
Şekil 4.13. Su tasarrufu yapmaya dikkat eder misiniz? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar

Çizelge 4.4. Su tasarrufu yapmaya dikkat eder misiniz? sorusunun aylık gelir seviyesi değişkeniyle karşılaştırılması

Gelir seviyesi	Hiçbir zaman	Nadiren	Bazen	Çoğunlukla	Her zaman	Ki-kare Analizi
<1500 TL	1 kişi	3 kişi	22 kişi	32 kişi	28 kişi	p:0.000 p<0.05
1501-3000 TL	3 kişi	0 kişi	24 kişi	28 kişi	47 kişi	
3001-5000 TL	1 kişi	1 kişi	11 kişi	16 kişi	26 kişi	
5001-7000 TL	0 kişi	0 kişi	16 kişi	2 kişi	17 kişi	
>7001 TL	3 kişi	1 kişi	9 kişi	0 kişi	9 kişi	

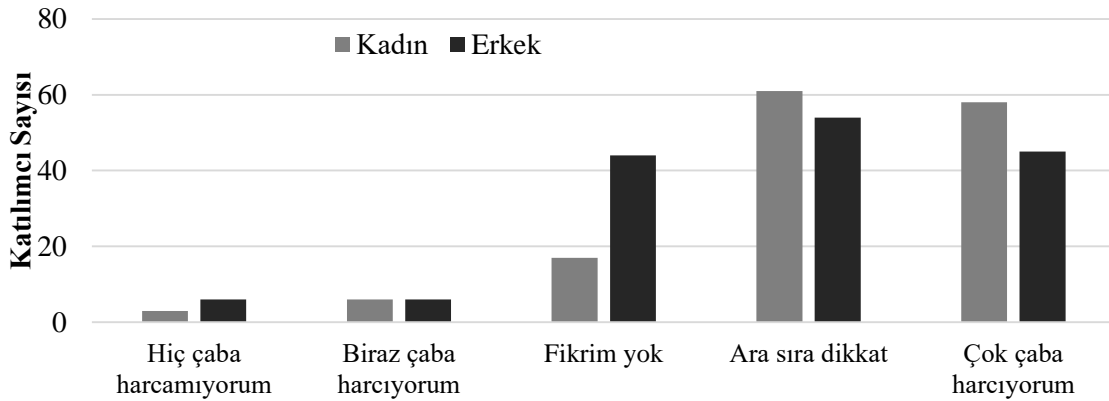
Çizelge 4.4'te su tasarrufu ile aylık kazanç değişkeni karşılaştırılmıştır. Yapılan ki-kare analizi sonucunda aylık kazancı yüksek olan katılımcıların (5001-7000 TL arasında) su tasarrufuna daha çok dikkat ettikleri saptanmış, sonuçlar, 'bazen, çoğunlukla ve her zaman' şeklinde ortaya çıkmıştır. Yine aylık kazancı 3001-5000 TL arasında olan katılımcıların da büyük bir kısmı 'çoğunlukla ve her zaman' seçeneklerini tercih etmişlerdir. Aylık gelir ile su tasarrufu yapma arasında anlamlı ilişki olduğu ortaya çıkmıştır ( $p<0.05$ ).

Şekil 4.14'te katılımcılara su tasarrufu yapmaya ne kadar çaba harcadıkları sorulmaktadır. Katılımcıların su tasarrufuna büyük çoğunlukla ara sıra dikkat ettikleri tespit edilmiştir. Bunun nedenini, katılımcıların içinde buldukları durum oluşturmaktadır. İnsanlar günlük hayatın akışına takılıp, günlük aktivitelerini (yemek yemek, bulaşık/çamaşır yıkamak, duş almak vb.) sürekli ve hızlı bir şekilde yaşadıklarında, sudan tasarruf etmeyi düşünemeyebilirler. Örneğin, yemek yaparken sebze yıkayan birey, sebzeleri doğrarken çeşmeden akan suyu açık halde bırakmaya devam edebilir. Ya da duşa girmeden önce suyun ısınmasını bekleyen birey, su ısınana kadar geçen zamanda akan soğuk suyu bir kaptaki biriktirebilir. Kısacası gün içinde bulunduğumuz durum su tasarrufunu doğrudan veya dolaylı bir şekilde etkilemektedir.



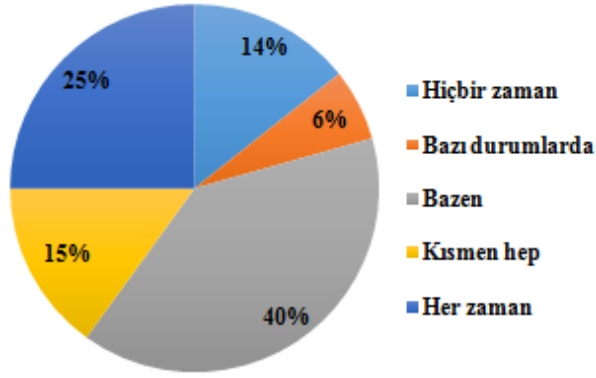
Şekil 4.14. Su tasarrufu yapmak için ne kadar çaba harcıyorsunuz? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar

Katılımcıların cevaplarının cinsiyetleriyle anlamlı bir bağlantısı olması durumunu göz önünde bulundurarak ki-kare analizi uygulanmış ve katılımcıların cevapları Şekil 4.15'te sunulmuştur. Buna göre kadın katılımcıların erkek katılımcılara göre su tasarrufu konusunda daha duyarlı olduğu görülmekle birlikte, cinsiyet ile su tasarrufuna verilen önem arasında anlamlı bir ilişki olmadığı ortaya çıkmıştır ( $p>0,05$ ).



Şekil 4.15. Cinsiyet değişkeninin su tasarrufu yapma üzerine etkisinin değerlendirilmesi

Ankete katılan bireylere suyu her içtiklerinde veya kullandıklarında, o suyun nereden geldiğini düşünüp düşünmedikleri sorulmuştur. Şekil 4.16'da katılımcıların verdiği cevaplar sunulmuş olup, büyük çoğunluğunun (%40'nın bazen, %15'inin kısmen) bu konuya çok fazla önem vermediğini göstermektedir. Hatta katılımcıların %14'ü hiçbir zaman düşünmediklerini ifade etmiştir. Çizelge 4.5'te cinsiyet değişkeninin konu üzerindeki etkisi değerlendirilmiş ve ki-kare analizi uygulanmıştır.  $H_0$  hipotezi ile anlamlı bir ilişki olduğu ( $p<0,05$ ),  $H_1$  hipotezi ile anlamlı bir ilişkinin olmadığı ( $p>0,05$ ) kabul edilmiştir. Ki-kare analizi sonucunda elde edilen değer  $p=0,261$  olup,  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir.



Şekil 4.16. Suyu içtiğinizde veya kullandığınızda, o suyun nereden geldiğini düşünür müsünüz? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar

Şekil 4.16 incelendiğinde, genel olarak yüzdeleri dağılımların birbirine yakın olduğu görülmektedir. Katılımcıların %40'ı 'bazen' şeklinde ortalama bir değer vermişlerdir. Zaten suyun her kullanımında nereden geldiğini düşünebilmek mümkün olmayacağından, bazen seçeneği katılımcıların gerçeklik payını ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.5. Suyu içtiğinizde veya kullandığınızda, o suyun nereden geldiğini düşünür müsünüz? Sorusuna verilen cevapların cinsiyet değişkenine göre değerlendirilmesi

Cinsiyet	Hiçbir zaman	Bazı durumlarda	Bazen	Kısmen hep	Her zaman	Ki-Kare Analizi
Kadın	18 kişi	6 kişi	61 kişi	26 kişi	34 kişi	p:0.261
Erkek	25 kişi	13 kişi	57 kişi	19 kişi	41 kişi	p>0.05

Çizelge 4.6 incelendiğinde, bireylerin eğitim durumunun suyun nereden geldiği konusundaki düşüncelerini etkilediği görülmektedir. Bazen, kısmen ve her zaman seçeneklerini olumlu yanıt olarak ele alırsak, özellikle lisans düzeyindeki katılımcıların bu konudaki hassasiyetinin daha ön planda olduğunu belirleyebiliriz. Ki-kare analizinde  $H_0$  hipotezi ile anlamlı bir ilişki olduğu ( $p<0,05$ ),  $H_1$  hipotezi ile anlamlı bir ilişkinin olmadığı ( $p>0,05$ ) kabul edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen değer  $p= 0,0001$  olup,  $H_0$  hipotezi doğrulanmıştır.

Çizelge 4.6. Suyu her içtiğinizde veya kullandığınızda, o suyun nereden geldiğini düşünür müsünüz? Sorusuna verilen cevapların eğitim durumu değişkenine göre değerlendirilmesi

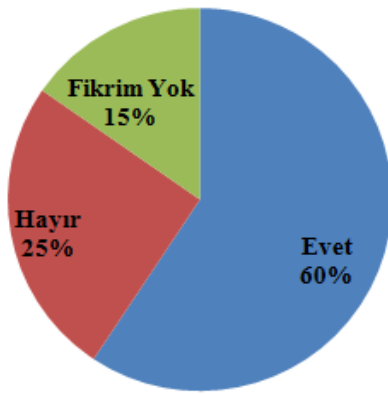
Değişken		Hiçbir zaman	Biraz	Bazen	Kısmen	Her zaman	Ki-Kare Analizi
Eğitim Durumu	İlköğretim	f	0	1	0	0	2
	Ortaokul	f	1	1	3	2	1
	Lise	f	1	1	10	4	5
	Lisans	f	16	12	91	38	52
	Lisansüstü	f	25	4	14	1	15
							p=0,0001 p<0.05

#### 4.4. Su Kullanımı ile İlgili Değerlendirme

Gelişmiş ülkelerde ortalama kişi başı günlük su tüketimi (500-800 m<sup>3</sup>) gelişmekte olan ülkelerdeki su tüketiminin yaklaşık on katıdır. Örneğin, Asya, Afrika ve Latin Amerika'da kişi başı günlük su çekimi 50-100 m<sup>3</sup> arasında olabilmektedir. Buna ek olarak, su kıtlığı çekilen bölgelerde bu oran kişi başı günlük 20-60 m<sup>3</sup>'e kadar düşmektedir (UNESCO 2000). İnsanlar temiz su ihtiyaçlarını, çeşme suyundan, hazır olarak dışarıdan alarak (damacana vb.), doğal kaynak sularından (köy suları, dağ suları vb.) ya da TO gibi arıtma yöntemi kullanılan arıtılmış sulardan karşılamaktadırlar. İnsanların çeşme suyuyla ilgili görüşleri dikkate alındığında ciddi boyutta rahatsızlık duyulduğu tespit edilmiştir.

Anket çalışmasının bu bölümünde katılımcılara su kullanımı ile ilgili görüşleri sorulmuştur. Çalışmanın ana amacı ev tipi su arıtma cihazlarının kullanımı olması nedeniyle ev ve/veya işyerinde hangi kaynakları (çeşme suyu, hazır satın alınan sular, doğal kaynak suyu vb) kullanarak bu ihtiyaçlarını sağladıkları araştırılmıştır. Bunun yanında şebekeden akan çeşme suyunun nereden geldiği, çeşme suyundan memnun olup olmadıkları, dışarıdan neden su satın aldıkları gibi sorulara cevap aranmıştır.

Katılımcılara ev ve/veya işyerinde çeşmeden akan suyun nereden geldiği hakkında bilgileri olup olmadığı sorulmuş ve cevapları Şekil 4.17'de verilmiştir. Bireylerin büyük çoğunluğu (%60) bilgisi olduğunu ifade ederken, %25'i bilmediğini, %15'i ise herhangi bir fikri olmadığını bildirmiştir. Katılımcıların çoğu bildiklerini iddia ettikleri suyun kaynağını "şebeke" olarak ifade ederken, aslında şebekeden akan suyun ana kaynağının neresi olduğu konusunda hiçbir fikri olmadığı da ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.17. Evde (apartman veya işyerinde) çeşmeden akan suyun nereden geldiğini biliyor musunuz? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar

Çizelge 4.7’de verilen ki-kare analiz sonuçları incelendiğinde, erkek katılımcıların evlerinde, iş yerlerinde kullandıkları suyun güvenilirliğiyle daha alakadar oldukları görülmektedir. Ki-kare analizinde  $H_0$  hipotezi ile anlamlı bir ilişki olduğu ( $p < 0,05$ ),  $H_1$  hipotezi ile anlamlı bir ilişkinin olmadığı ( $p > 0,05$ ) kabul edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen değer  $p = 0,04$  olup,  $H_1$  hipotezi reddedilmiştir. Bu durumun cinsiyet değişkeni ile arasında anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. ( $p < 0,05$ ).

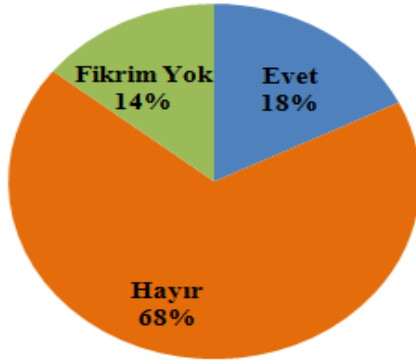
Çizelge 4.7. Evde çeşmeden akan suyun nereden geldiğini biliyor musunuz? Sorusuna verilen cevapların cinsiyet değişkenine göre değerlendirilmesi

Cinsiyet	Evet	Hayır	Fikrim Yok	Ki-kare
Kadın	72	47	26	$p = 0,04$
Erkek	106	29	20	$p < 0,05$

Şekil 4.18’de ankete katılan bireylerin çeşme suyunun temiz olup olmadığı hakkındaki görüşleri sunulmuştur. Katılımcıların büyük çoğunluğu (204 kişi) çeşmeden akan suyun temiz olmadığını düşünürken, 54 kişi suyun temiz olduğunu ifade etmiştir.

Çizelge 4.8’de çeşme suyunun temiz olup olmadığı hakkında verilen cevapların katılımcıların cinsiyetiyle ilişkisi değerlendirilmiştir. Bu amaçla ki-kare analizi uygulanmış ve  $H_0$  hipotezi ile anlamlı bir ilişki olduğu ( $p < 0,05$ ),  $H_1$  hipotezi ile anlamlı bir ilişkinin olmadığı ( $p > 0,05$ ) kabulü yapılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen değer  $p = 0,54$  olup,  $H_1$  hipotezi doğrulanmıştır. Bu durumun cinsiyet değişkeni ile arasında anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir. ( $p > 0,05$ ).





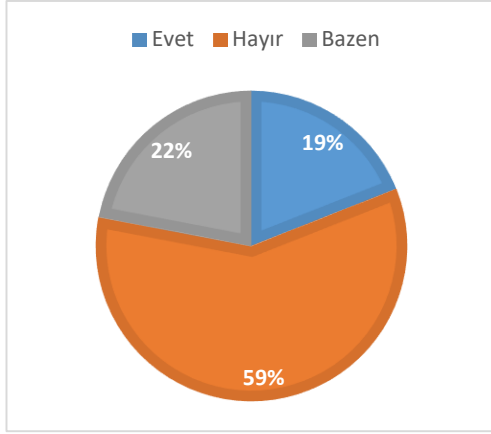
Şekil 4.18. Çeşme suyunun temiz olduğunu düşünüyor musunuz? Sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar

Çizelge 4.8. Çeşme suyunun temiz olup olmadığı hakkındaki görüşlerin değişkenlere bağlı olarak karşılaştırılması

Değişken			Evet	Hayır	Fikrim Yok	Ki-kare
Cinsiyet	Kadın	f	22	108	15	$\chi^2=5,838a$ sd=2 p=0,54
		%	15,2%	74,5%	10,3%	
	Erkek	f	31	96	28	
		%	20,0%	61,9%	18,1%	

Ankete katılan bireylere çeşme suyunu içme suyu olarak kullanıp kullanmadıkları sorulmuş ve cevapları Şekil 4.19'da verilmiştir. Katılımcıların çoğunluğu (107 kişi) çeşme suyunu kullanmadıklarını ifade etmiştir. İlginç bir şekilde katılımcıların %22'si fikrim yok cevabı vermiştir.

Katılımcıların cinsiyetinin çeşme suyunu içme suyu olarak kullanım tercihiyle herhangi bir anlamlı ilişkisi olup olmadığını değerlendirmek amacıyla ki-kare testi uygulanmıştır (Çizelge 4.9). Burada  $H_0$  hipotezi ile anlamlı bir ilişki olduğu ( $p < 0,05$ ),  $H_1$  hipotezi ile anlamlı bir ilişkinin olmadığı ( $p > 0,05$ ) kabulü yapılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen değer  $p = 0,64$  olup,  $H_1$  hipotezi doğrulanmıştır. Bu durumun cinsiyet değişkeni ile arasında anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir. ( $p > 0,05$ ).

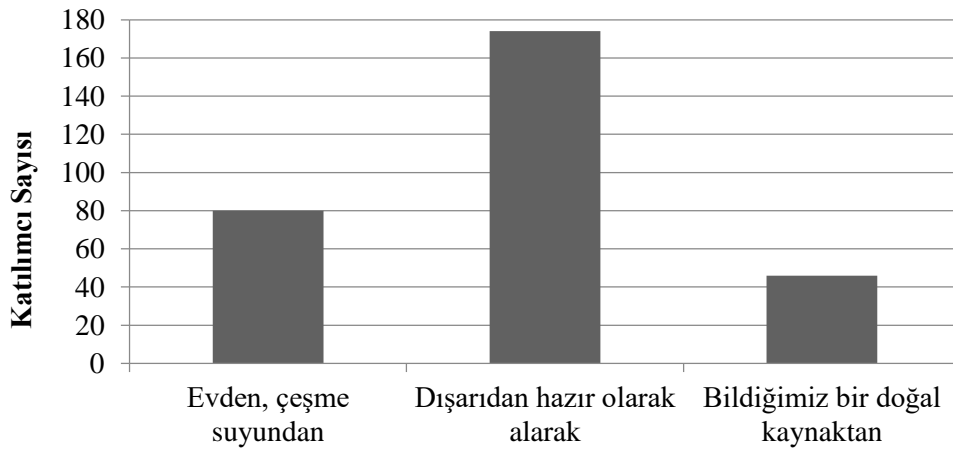


Şekil 4.19. Çeşme suyunu içme suyu olarak kullanıyor musunuz? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar

Çizelge 4.9. Çeşme suyunun içme suyu olarak kullanılıp kullanılmadığı hakkındaki görüşlerin cinsiyet değişkenlere bağlı olarak değerlendirilmesi

Değişken			Evet	Hayır	Fikrim Yok	Ki-kare
Cinsiyet	Kadın	f	28	90	27	$\chi^2=1,535a$ sd=2 p=0,64
		%	19,3%	62,1%	18,6%	
	Erkek	f	28	89	38	
		%	18,1%	57,4%	24,5%	

Ankete katılan bireylere içme sularını nereden temin ettikleri sorulmuş ve verdikleri cevapları Şekil 4.20’de gösterilmektedir. Buna göre katılımcıların %58’i dışarıdan hazır olarak aldığı, %27’si çeşme suyunu kullandığını ve %15’i ise bildikleri bir doğal kaynaktan içme sularını temin ettiğini bildirmiştir.



Şekil 4.20. İçme suyunuzu nereden temin ediyorsunuz? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar

Hızla artan su tüketim miktarı üzerine nüfus artışı, sanayileşme ve artan enerji ihtiyacı gibi birçok faktör etkili olmaktadır. Suyun tüketim miktarının yanında, hijyenik olarak da tüketicilere ulaşması giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Uzundumlu 2016). Artan nüfus ve beraberinde getirdiği birçok nedenden ötürü insanlara yeterli miktarda ve güvenli bir şekilde içme suyu sağlanamamaktadır. Bu durumda çeşme suyu veya doğal kaynak suyundan ziyade, insanlar dışarıdan hazır olarak aldıkları sulara yönelmektedirler. Bu durumda halkın yaşadığı hane tipi ve aylık gelir düzeyi önem arz etmektedir.

Çizelge 4.10’da görülen ki-kare analiz sonuçlarıyla, hane tipi ve yaşanan sosyal çevrenin insanların içme suyu tercihlerini ne şekilde etkilediği değerlendirilmektedir. Bu analiz kapsamında iki hipotez ele alınmıştır. Birinci hipotezde ( $H_0$ ,  $p < 0,05$ ) içme suyunun temin edildiği kaynağın değişkenlere bağımlı olduğu, ikinci hipotezde ( $H_1$ ,  $p > 0,05$ ) içme suyunun temin edildiği kaynağın değişkenlerden bağımsız olduğu kabul edilmiştir. Buna göre, halkın içme suyunu nereden temin ettiği hakkındaki görüşlerin, hane tipi ( $p = 0,0001$ ), hanede yaşayan kişi sayısı ( $p = 0,011$ ) ve aylık gelire ( $p = 0,002$ ) bağlı olduğu yani değişkenler arasında gözlenen farkın anlamlı olduğu sonucuna varılmaktadır ( $p < 0,05$ ). Dolayısıyla bu aşamada  $H_0$  doğrulanmıştır.

Çizelge 4.10. Halkın içme suyunu nereden temin ettiği hakkındaki görüşlerin değişkenlere bağlı olarak karşılaştırılması

Değişken		Evden, Çeşme suyundan	Dışarıdan hazır olarak alarak (damacana, pet şişe, cam şişe)	Bildiğimiz bir doğal kaynaktan	Ki-kare
Hane Tipi	Müstakil ev	f 23	27	18	$\chi^2=20,410a$ sd=4 p=0,0001
	Yurt	f 1	18	1	
	Apartman Dairesi	f 56	129	27	
Hanede yaşayan kişi sayısı	1-2	f 17	60	7	$\chi^2=16,535a$ sd=6 p=0,011
		% 20,2%	71,4%	8,3%	
	3-4	f 44	93	33	
		% 25,9%	54,7%	19,4%	
	5-8	f 16	20	6	
		% 38,1%	47,6%	14,3%	
	>8	f 3	1	0	
		% 75,0%	25,0%	0,0%	
Aylık Geliriniz	<1500 TL	f 23	56	7	$\chi^2=25,034a$ sd=8 p=0,002
		% 26,7%	65,1%	8,1%	
	1501-3000 TL	f 31	61	10	
		% 30,4%	59,8%	9,8%	
	3001-5000 TL	f 14	31	10	
		% 25,5%	56,4%	18,2%	
	5001-7000 TL	f 5	16	14	
		% 14,3%	45,7%	40,0%	
	>7001 TL	f 7	10	5	
		% 31,8%	45,5%	22,7%	

İçme suyunu dışarıdan (damacana, pet şişe, cam şişe vb) temin ettiğini bildiren 174 katılımcının %54,5’i satın aldıkları suyun içeriğine (mineral, pH, renk, koku ve tat), %26,4’ü kalitesine, %14,9’u fiyatına ve %4,2’si tavsiyeye baktığını bildirmiştir.

Çizelge 4.11’de dışarıdan su temini yapılırken parametrelerin katılımcıların cinsiyetine olan bağımlılık durumunu gösteren ki-kare analizi verilmiştir. Bu analiz kapsamında birinci hipotezde ( $H_0$ ,  $p < 0,05$ ) bireyin cinsiyetinin suyu seçerken önemli bir değişken olmadığı, ikinci hipotezde ( $H_1$ ,  $p > 0,05$ ) cinsiyetin önemli bir değişken olduğu kabul edilmiştir. Ki-kare analizi sonucunda  $p = 0,094$  olarak hesaplanmış ve katılımcının cinsiyetinin bağımlı bir değişken olmadığını göstermektedir. Bu durumda  $H_0$  hipotezi doğrulanmıştır.

Çizelge 4.11. Dışarıdan hazır olarak aldığınız su için önemli parametre hakkındaki görüşler

Değişken		İçerik (mineral, pH, renk, koku, tat.)	Kalite	Fiyat	Tavsiye	Ki-kare
Cinsiyet	Kadın	f	53	23	8	2
		%	61,6%	26,7%	9,3%	2,3%
	Erkek	f	42	23	18	5
		%	47,7%	26,1%	20,5%	5,7%

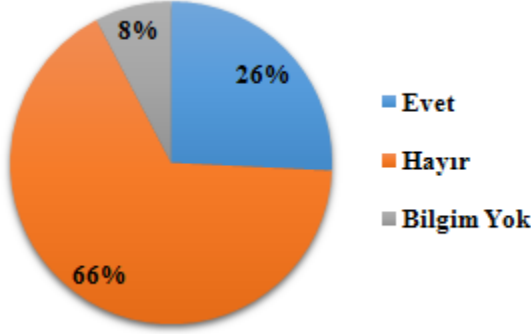
$\chi^2=6,383^a$   
sd=3  
p=0,094

Dışarıdan hazır olarak alınan damacanalarda su kalitesinin yanı sıra, bu damacanalarda kullanım süreleri de önemli kriterler arasında yer almaktadır. Yenilenmeyen damacalar zamanla çevresel faktörlerden etkilenecek, ortam sıcaklığı, ortam ışığı, kullanım süresi, damacananın konumu vb gibi, içerisinde mikroorganizma üremesine sebep olmaktadır. Dolayısıyla uzun süreli damacana kullanımı her türlü sağlık problemini de beraberinde getirmektedir. Anketimizde katılımcılara damacana kullanımında dikkat edilecek kriterlerin dışında yenilenme süreleri hakkında da soru sorulmuştur. Kullanım sonunda biten suları değil, damacanalarda kendisini ne kadar sürede yeniledikleri sorulmuştur. Buna göre katılımcıların %74’ü damacanasını her hafta yenilerken, %18,4’ü ayda bir, %6’sı altı ayda bir ve %1,6’sı yılda bir defa değiştirdiğini bildirmiştir. Damacanalarda ne sıklıkla yenildiği görüşünün eğitim değişkenine göre yapılan anket analizinde sonuçlar incelendiğinde, eğitim durumu farketmeksizin katılımcıların çoğunluğunun evlerinde, iş yerlerinde, okullarında kullandıkları damacanasını her hafta yeniledikleri ifade edilmiştir.

#### 4.5. Su Arıtma Sistemleri ile İlgili Değerlendirme

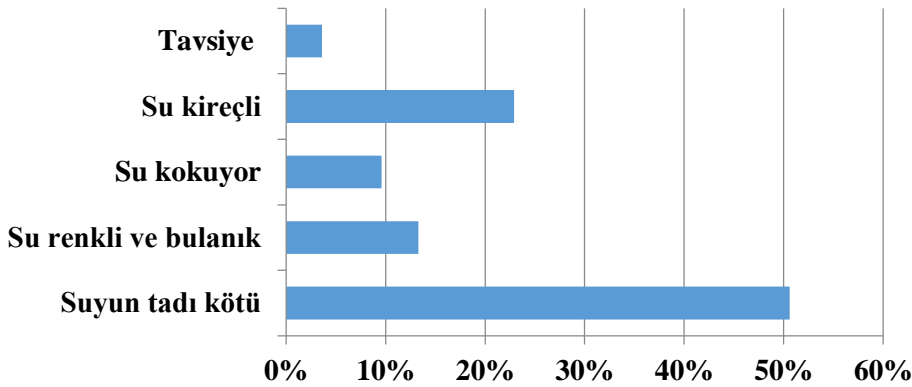
Evsel su arıtma cihazları, değişik yöntemler kullanarak suya arıtım yapan ve su kalitesini arttıran cihazların genel adıdır. Şebeke sularının kalitesinde meydana gelen sorunlara karşı insanlar farklı çözüm yolları üretmeye başlamıştır. Bu kapsamda su arıtma cihazları kullanılarak çeşme suyunun kalitesini arttırılmaya çalışılmıştır. Su kalitesinde oluşan bozulmaların giderilmesi amacıyla ticari kuruluşlar, mekanik filtreli sistemler, kimyasal sistemler, yumuşatıcı cihazlar, anyon değiştiriciler, ultraviyole ışın kullanarak dezenfekte ediciler, ters ozmoz sistemiyle arıtım sağlayanlar, ozonlayıcılar, klorlayanlar vb. birçok yöntem kullanarak çeşitli ürünleri piyasaya sunmuşlardır. Bütün bu yöntemlerin hepsi aynı isimle (evsel su arıtım cihazları) ifade edilse de farklı etkileri, avantaj ve dezavantajları yanında, farklı düzeyde zararları ve faydaları olduğu açıkça bilinmektedir. Dolayısıyla bütün arıtım cihazlarının hepsi için geçerli olan bir yargıda bulunmak mümkün değildir (Tekbaş 2009).

Ankete katılan bireylere evlerinde (apartman veya site) su arıtma cihazı bulunup bulunmadığı sorusu yöneltildiğinde, %66'sı olumsuz, %26'sı olumlu yanıt vermiştir. “Hayır” cevabı veren katılımcıların arıtma cihazı kullanma tecrübeleri olmadığı ve bu yüzden de arıtma cihazlarının katılımcılar tarafından pek fazla tercih edilmediği söylenebilir. “Evet” cevabı veren katılımcılara ek olarak su arıtma cihazını tercih etme sebepleri sorulmuş ve verdikleri cevaplar Şekil 4.21’de sunulmuştur.



Şekil 4.21. Evinizde (apartman veya sitenizde) su arıtma cihazı bulunuyor mu? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar

Şekil 4.22’de katılımcıların %51’i çeşme suyunun tadının kötü, %23’ü suyun kireçli, %13’ü suyun renkli ve bulanık, %9’u suyun kokulu olması nedeniyle su arıtma cihazı tercih ettiklerini belirtmiştir. Bu tip fiziksel şikayetlerin yanı sıra su arıtma cihazlarının yaygınlaşmasında en önemli destek insanların birbirine olan tavsiyeleridir. Ancak anket sonuçları incelendiğinde katılımcıların yalnız %4’ü tavsiyeye uyararak arıtma cihazı aldığını bildirmiştir.



Şekil 4.22. Neden su arıtma cihazı kullanıyorsunuz? sorusuna verilen cevaplar

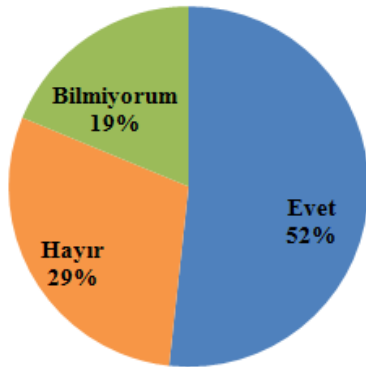
Su arıtma cihazı kullanımı ile yaşanan hane tipi arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını tespit etmek amacıyla ki-kare analizi uygulanmıştır (Çizelge 4.12).  $H_0$  hipotezi ile her iki faktör arasında anlamlı bir ilişki olduğu ( $p < 0,05$ ),  $H_1$  hipotezi ile iki faktör arasında anlamlı bir ilişki olmadığı ( $p > 0,05$ ) kabulleri yapılmıştır. Ki-kare analizi sonucunda su arıtma cihazı kullanma nedeni ile yaşanan hane tipi arasında anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüş ve  $H_1$  hipotezi doğrulanmıştır. Apartman dairesinde yaşayan

katılımcılar çeşme suyundan veya dışarıdan hazır aldıkları sulardan şikayetçi oldukları için daha çok su arıtma cihazlarını tercih etmektedirler. Bununla beraber çoğu apartman sakininin kişisel tercihi dışında apartman veya site yönetiminin onayı ile apartman tipi arıtma sistemlerinin kullanıldığı bilgisi sözlü olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 4.12. Neden su arıtma cihazı kullanıyorsunuz? hane tipi karşılaştırılması

	Suyun tadı kötü	Su renkli ve bulanık	Su kokuyor	Su kireçli	Tavsiye	Ki-Kare Analizi
Müstakil Ev	11 kişi	3 kişi	1 kişi	6 kişi	1 kişi	p= 0.751
Apartman Dairesi	30 kişi	8 kişi	6 kişi	13 kişi	2 kişi	
Yurt	1 kişi	0 kişi	1 kişi	0 kişi	0 kişi	

Ankete katılan kişilere su arıtma cihazı almak isteyip istemedikleri sorulduğunda %52'si olumlu, %29'u olumsuz yanıt verirken %19'u herhangi bir fikri olmadığını bildirmiştir. Bu durumda evinde su arıtma cihazı bulunmadığını bildiren katılımcıların %35'i su arıtma cihazı alma yönünde olumlu fikir beyan etmiştir (Şekil 4.23).



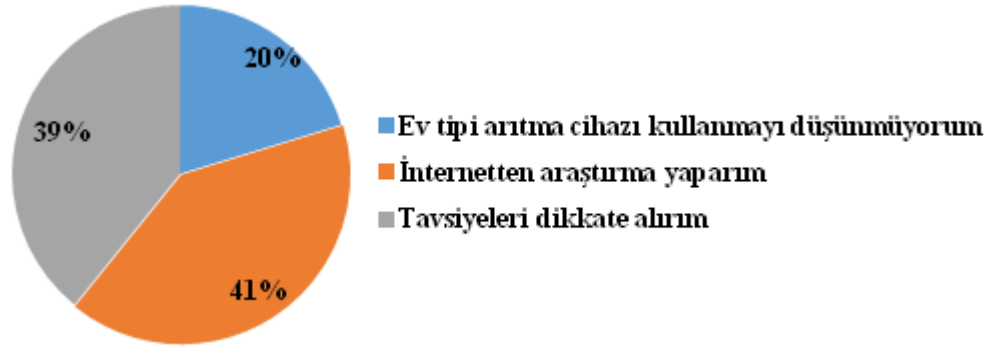
Şekil 4.23. Evinize su arıtma cihazı almak ister misiniz? sorusuna verilen cevaplar

Çizelge 4.13'te kişilerin su arıtma cihazı temin etme tercihlerinin cinsiyetleri ve yaşadıkları hane tipiyle herhangi bir ilişkisi olup olmadığını gösteren ki-kare analizi sunulmuştur.  $H_0$  hipotezinde su arıtma cihazı temin etme tercihi ile her iki değişken arasında anlamlı bir ilişki olduğu ( $p < 0,05$ ),  $H_1$  hipotezinde ise her iki değişken ile arasında anlamlı bir ilişki olmadığı ( $p > 0,05$ ) kabulleri yapılmıştır. Analiz sonucunda ne cinsiyet ( $p = 0,208$ ) ne de yaşanan hane tipi ( $p = 0,524$ ) ile kişilerin su arıtma cihazı temin etme tercihi arasında anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.13. Halkın evine su arıtma cihazı almak istemeleri hakkındaki görüşlerin cinsiyet ve hane tipi değişkenlerine bağlı olarak karşılaştırılması

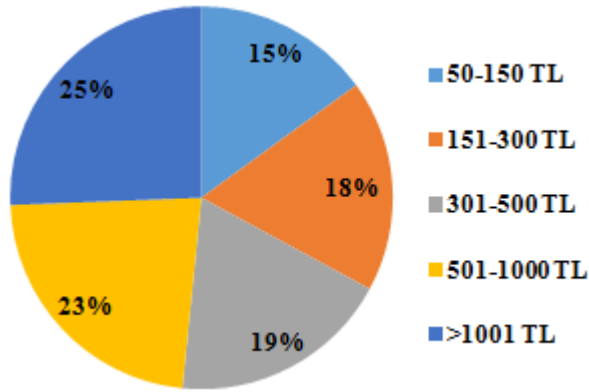
Değişken		Evet	Hayır	Bilmiyorum	Ki-kare
Cinsiyet	Kadın	79 kişi	35 kişi	25 kişi	$\chi^2=3,144^a$ sd=2 p=0,208
	Erkek	70 kişi	50 kişi	29 kişi	
Hane Tipi	Müstakil Ev	39 kişi	15 kişi	12 kişi	p=0.524
	Apartman Dairesi	98 kişi	65 kişi	39 kişi	
	Yurt	12 kişi	5 kişi	3 kişi	

Ankete katılan kişilere su arıtma cihazı almadan önce ne gibi bir yöntem izledikleri sorulmuş ve cevapları Şekil 4.24'te verilmiştir. Katılımcıların çoğunluğu internette araştırma yapabileceğini (N:123) ve tavsiyeleri dikkate alacağını (N:117) beyan etmiştir. İnternette sunulan ev tipi su arıtım cihazları hakkındaki tüm bilgilerin net ve doğru bilgiler olması gerekmektedir. Bu aşamada firmaların kendi cihazlarının tanıtımını çok güvenli bir şekilde yapmaları ön planda tutulmalıdır. Su arıtma cihazları hakkında olumsuz düşünen katılımcı sayısının oranı benzer şekilde %20 civarında kalmıştır.



Şekil 4.24. Evinize su arıtım cihazı alırsanız ön bilgiyi nereden gerçekleştirirsiniz? sorusuna verilen cevaplar

Ev tipi su arıtma cihazlarının fiyat aralıkları geniştir ve modeline göre değişim göstermektedir. Küçük modelleri daha çok 100-1000 TL arasında değişim gösterirken, daha üst ve teknolojik kapsamlı modelleri 1000 TL üzerinde olabilir. Fiyat araştırması internette rahatça gerçekleştirilebilir. Şekil 4.25'te görüldüğü üzere, katılımcıların çoğunluğu ev tipi su arıtma cihazları için 501-1000 TL (%23) ve 1000 TL üzeri (%25) fiyatlı olan cihazları tercih etmektedirler. Bu durumu katılımcıların içinde buldukları sosyo-ekonomik durumlarının etkileyip etkilemediğini tespit etmek amacıyla ki-kare analizi uygulanmıştır (Çizelge 4.14).



Şekil 4.25. Evinize su arıtma cihazı alırsanız ne kadar bütçe ayırırsınız? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar

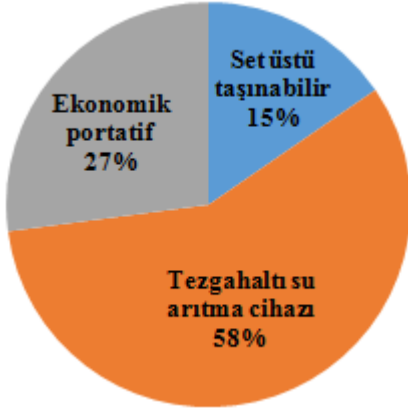
Kişinin gelir düzeyinin arıtma cihazı alımıyla ilişkisi  $H_0$  hipotezinde anlamlı ( $p<0,05$ ),  $H_1$  hipotezinde anlamsız ( $p>0,05$ ) olarak kabul edilmiştir. Şekil 4.25' 1000 TL ve 1000 TL'den fazla fiyatı olan arıtma cihazları daha çok kamu/özelde çalışanlar tarafından tercih edildiği görülmüştür. Dolayısıyla arıtma cihazlarına ayrılan bütçe ile katılımcının çalışma (iş) durumu arasında anlamlı ilişki söz konusudur ( $p<0,05$ ). Bu durumda  $H_0$  hipotezi doğrulanmıştır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Su arıtma cihazlarına ayrılan bütçenin çalışma durumu değişkenine göre karşılaştırılması

Katılımcının Mesleği	Katılımcının Gelir Düzeyi (TL)					Ki-Kare Analizi
	50- 150	151- 300	301- 500	501- 1000	>1000	
Çalışmıyorum	4 kişi	12 kişi	7 kişi	12 kişi	4 kişi	p<0.05
Öğrenci	9 kişi	11 kişi	12 kişi	14 kişi	6 kişi	
Kamu/Özelde	16 kişi	20 kişi	25 kişi	28 kişi	49 kişi	
Emekli	8 kişi	1 kişi	2 kişi	2 kişi	4 kişi	

Şekil 4.26'da ankete katılan kişilere (örneklem 247 kişi) ne tür bir su arıtma cihazı tercih edecekleri sorulmuştur. Bu soruyu cevaplayan bireylerden 142 kişi tezgahaltı su arıtma cihazlarını tercih edebileceğini beyan etmiştir. Tezgahaltı su arıtma cihazlarının kullanım açısından daha rahat olduğu düşünülebilir. Ayrıca görünmemesi ve yer kaplamaması da en büyük avantajlarıdır. Katılımcıların %27'si ekonomik ve portatif su arıtma cihazı tercih etmektedir. Burada cihazın portatif olmasından çok ekonomik olması ön plandadır. Tüm katılımcılar, tercih edecekleri su arıtma cihazının güvenilir olmasının önemli olduğunu belirtmiştir.





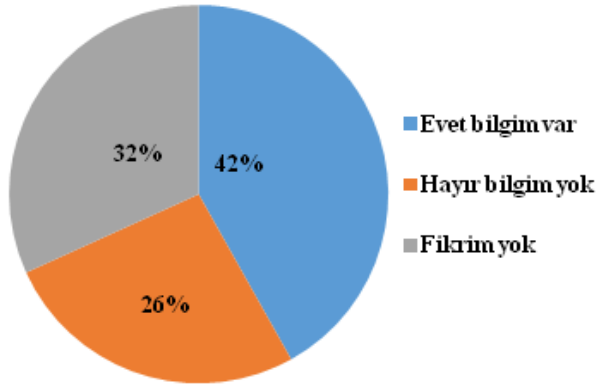
Şekil 4.26. Evinize su arıtım cihazı alırsanız ne tür bir arıtma cihazı tercih edersiniz? sorusuna verilen cevaplar

Çizelge 4.15'te katılımcıların aylık gelirlerinin su arıtma cihazı alırken ne derece ön planda olduğunu tespit etmek amacıyla ki-kare testi uygulanmıştır. Her iki faktör arasında anlamlı bir ilişki olması durumunda  $H_0$  hipotezi ( $p < 0,05$ ), iki faktör arasında anlamsız bir ilişki bulunuyorsa  $H_1$  hipotezi ( $p > 0,05$ ) kabul edilmiştir. Çizelge 4.15'te verilen sonuçlar değerlendirildiğinde, kişinin aylık geliri artsa bile ekonomik su arıtma cihazlarını tercih ettiği görülmüştür. Dolayısıyla aylık gelirlere göre seçilen ev tipi su arıtma cihazları arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir ( $p = 0,077$ ). Bu durumda  $H_1$  hipotezi doğrulanmıştır. Ayrıca, su arıtma cihazlarının her modelinin pahalısı ve ucuzu bulunmaktadır. İnsanların tercihi ve ekonomik durumlarına göre değişim gösterdiği için analiz yapılmıştır.

Çizelge 4.15. Su arıtım cihazları modellerini tercih etme durumunun katılımcıların aylık gelir düzeylerine göre karşılaştırılması

Su Arıtma Cihazı Tipi	Katılımcının Aylık Geliri (TL)					Ki-Kare Analizi
	<1500	1501-3000	3001-5000	5001-7000	>7001	
Setüstü taşınabilir	4 kişi	12 kişi	7 kişi	12 kişi	4 kişi	p=0.077
Tezgahaltı	9 kişi	11 kişi	12 kişi	14 kişi	6 kişi	
Ekonomik, portatif	16 kişi	20 kişi	25 kişi	28 kişi	49 kişi	

Ankete katılan kişilere ev tipi su arıtma cihazlarında kullanılan arıtma yöntemleri hakkında bilgi olup olmadıkları sorulmuş ve verdikleri cevaplar Şekil 4.27'de sunulmuştur. Katılımcıların %42'si bilgisi olduğunu beyan ederken, sözlü olarak arıtma yöntemi ile ilgili net bir bilgi verememişlerdir. Belirli bir kitle ise (%32) bu konu hakkında hiçbir fikri olmadığını ve hatta araştırmaya gerek duymadığını bildirmiştir. Bu durum ev tipi arıtma cihazı kullanmadıkları için bilgi sahibi olmadıklarını veya hali hazırda kullandıkları arıtma cihazlarını satın aldıkları firmalara duydukları güven nedeniyle araştırmaya ihtiyaç hissetmemeleri nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

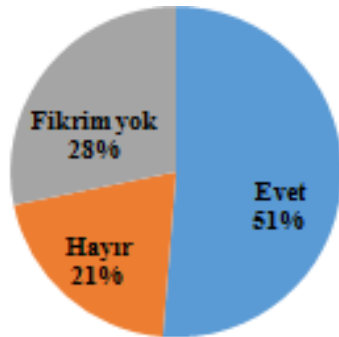


Şekil 4.27. Ev tipi su arıtma sistemlerinde kullanılan arıtma türü hakkında bilginiz var mı? sorusuna verilen cevaplar

Katılımcıların Şekil 4.27’de verdikleri cevapların eğitim durumları ile anlamlı bir ilişkisinin olup olmadığını tespit etmek amacıyla ki-kare analizi uygulanmıştır. Sonuçları Çizelge 4.16’da verilmekte olup,  $H_0$  hipotezinde anlamlı ( $p < 0,05$ ),  $H_1$  hipotezinde anlamsız ( $p > 0,05$ ) bir ilişki olduğu kabul edilmiştir. Analiz sonucunda  $p = 0,961$  değeri hesaplanmış ve  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir. Bu durumda bireylerin eğitim düzeyi ile su arıtma cihazlarında kullanılan arıtma yöntemleri hakkında bilgi sahibi olma durumunun anlamlı bir ilişkisi olmadığı ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.16. Su arıtım cihazlarında kullanılan yöntemler hakkında bilgi sahibi olma durumu ile katılımcının eğitim düzeyi arasındaki ilişkinin karşılaştırılması

Eğitim Düzeyi	Evet	Hayır	Fikrim Yok	Ki-Kare Analizi
İlköğretim	1 kişi	1 kişi	1 kişi	p= 0.961
Ortaokul	2 kişi	2 kişi	4 kişi	
Lise	8 kişi	5 kişi	7 kişi	
Lisans	88 kişi	53 kişi	67 kişi	
Lisansüstü	25 kişi	17 kişi	15 kişi	



Şekil 4.28. Arıtılmış suyun tadını beğeniyor musunuz? sorusuna verilen cevaplar

Şekil 4.28 incelendiğinde, katılımcılara, arıtılmış suyun tadı hakkında soru yöneltilmiştir. Katılımcıların yarısından fazlası (%51), arıtılmış suyun tadı hakkında olumlu görüş bildirmiştir. %28’lik bir bölüm henüz tadmadığı için ‘fikrim yok’ seçeneğini seçmişlerdir. Anket kapsamında bu sorunun yanıtını olumlu olarak düşünebiliriz. Çünkü henüz arıtılmış suyu tadmayan %28’lik kitlenin de beğenme olasılığı mevcuttur.

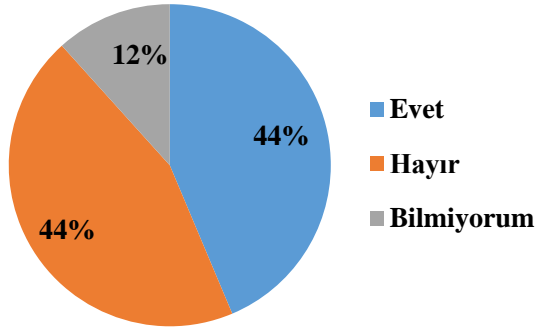
Şekil 4.29’da katılımcılara piyasada satılan hazır sular ile ev tipi su arıtma cihazlarında TO sisteminin kullanımına ilişkin yöneltilen anket sorusuna verilen cevaplar görülmektedir. Katılımcıların %68’i fikrim yok şeklinde bildirirken, %24’ü kullandığı, %8’i ise kullanılmadığı yönünde beyan vermiştir. Bu aşamada katılımcılar anketi cevaplarırken ilk defa “ters ozmos” terimiyle karşılaşmıştır. Katılımcıların büyük çoğunluğunun lisans mezunu olmaları nedeniyle su arıtma sistemlerinde kullanılan TO yöntemini duymuş olmaları beklenilmekteydi. Ancak beklenenin tam tersi yönde sonuç alınmıştır.



Şekil 4.29. Piyasada satılan bazı pet / damacana şişe suları ile ev tipi su arıtma cihazlarında ters ozmoz sisteminin kullanılıp kullanılmadığı hakkında fikriniz var mı? sorusuna verilen cevaplar

Anket çalışmasında katılımcılara “Ters Ozmos (TO), ileri su arıtma yöntemleri arasında yer alan ve suyun içerisinde bulunan minerallerin sudan giderilerek, safa yakın çok yüksek kalitede su elde etmek amacıyla kullanılan ünitelerdir.” bilgisi verilmiş ve bu bilgi ile ilişkili olan üç soruyu cevaplamaları istenmiştir.

Şekil 4.30’da TO ile ilgili daha önce bilgi sahibi olup olmadıklarını belirlemek amacıyla yöneltilen soruya katılımcıların verdiği cevaplar gösterilmektedir. Katılımcılara, internetten, televizyon, radyo vb. sosyal medya aracılığıyla ya da okul hayatından, çevreden tavsiye yoluyla bilgi sahibi olup olmadıkları sorulmuştur. Katılımcıların %44’ü TO hakkında daha önce hiç bilgi sahibi olmadığını bildirirken, %44’ü bilgi sahibi olduğunu, %12’si ise herhangi bir fikri olmadığını beyan etmiştir. Ayrıca TO hakkında bilgi sahibi olan katılımcıların da %47’sini kadın katılımcılar, %53’ünü ise erkek katılımcılar oluşturmaktadır. Erkek katılımcıların TO hakkında daha fazla bilgi sahibi olduklarını söylemek mümkündür.

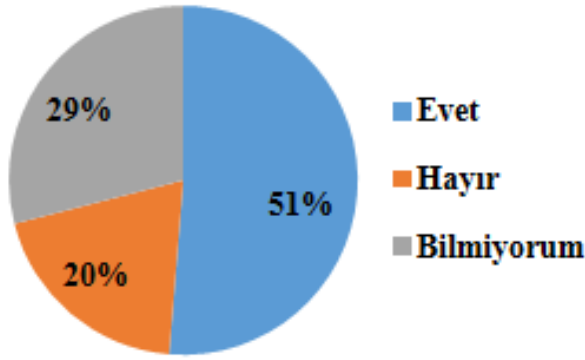


Şekil 4.30. Ters ozmos ile ilgili daha önce bilgi sahibi oldunuz mu? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar

Katılımcıların TO sistemi hakkındaki bilgi düzeyleri ile demografik faktörlerden cinsiyet ve eğitim durumunun anlamlı bir ilişkisi olup olmadığını belirlemek amacıyla ki-kare analizi uygulanmıştır. Sonuçları Çizelge 4.17’de gösterilen analizde,  $p < 0,05$  ise  $H_0$  hipotezine göre anlamlı,  $p > 0,05$  ise  $H_1$  hipotezine göre anlamsız bir ilişki olduğu kabul edilmiştir. Cinsiyet değişkeninin kullanıldığı analiz sonucuna göre  $p = 0,376$  hesaplanmış ve  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir. Cinsiyet değişkeni ile katılımcıların verdikleri cevaplar arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır. Eğitim durumu değişkeninin kullanıldığı analiz sonucuna göre ise  $p = 0,01$  bulunmuş ve  $p < 0,05$  olması nedeniyle  $H_0$  hipotezi kabul edilmiştir. Eğitim değişkeni ile katılımcıların verdikleri cevap arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır.

Çizelge 4.17. Halkın ters ozmos hakkında bilgi sahibi olma durumlarının cinsiyet ve eğitim durumu değişkenleri kullanılarak ki-kare analizi ile değerlendirme

Değişken		Evet	Hayır	Bilmiyorum	Ki-Kare Analizi
Cinsiyet	Kadın	61 kişi	70 kişi	14 kişi	$p = 0,376$ $p > 0,05$
	Erkek	70 kişi	64 kişi	21 kişi	
Eğitim Durumu	İlköğretim	3 kişi	0 kişi	0 kişi	$p = 0,010$ $p < 0,05$
	Ortaokul	2 kişi	3 kişi	3 kişi	
	Lise	7 kişi	9 kişi	5 kişi	
	Lisans	84 kişi	101 kişi	24 kişi	
	Lisansüstü	35 kişi	21 kişi	3 kişi	



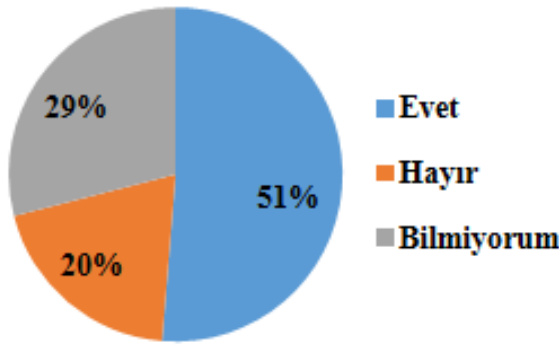
Şekil 4. 31. Ters ozmoz ile arıtılmış suyu içmek / satın almak ister misin? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar

Şekil 4. 31’de katılımcılara ters ozmoz ile arıtılmış suyu içmek ya da satın almak isteyip istemedikleri sorulmuştur. Katılımcıların yarısından fazlası ters ozmozla arıtılmış suyu denemek istediklerini belirtmiştir (%51). Bu oranın daha yüksek olmamasının sebebini %29’luk bilmiyorum kitlesi oluşturmaktadır. Katılımcılar, ters ozmozla arıtılmış suyun ne şartlarda arıtıldığı hakkında bilgisi olmadığı için bilmiyorum seçeneğini seçmiş olabilirler. Eğer ki, daha fazla bilgi sahibi olsalardı %51’lik kitle artış gösterebilirdi.

Çizelge 4.18. Halkın ters ozmoz ile arıtılmış suyu içmek/satın almak isteyip istemedikleri durumunun cinsiyet değişkenini kullanılarak ki-kare analizi ile değerlendirme

Cinsiyet Değişkeni	Evet	Hayır	Bilmiyorum	Ki-Kare Analizi
Kadın	76 kişi	25 kişi	44 kişi	p=0,583 p>0,05
Erkek	78 kişi	34 kişi	43 kişi	

Halkın TO ile arıtılmış suyu satın almak istemeleri ile cinsiyet değişkeni arasında ki-kare analizi yapılmıştır. Cinsiyet değişkeninin kullanıldığı analiz sonucuna göre  $p=0,583$  hesaplanmış ve  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir. Cinsiyet değişkeni ile katılımcıların verdikleri cevaplar arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır. Zaten evet, hayır ve bilmiyorum seçeneğini seçen kadın ve erkek kitleler sayısal değerler olarak birbirlerine yakındır (Bkz. Çizelge 4. 18).



Şekil 4.32. Ters ozmos sistemi ile içme suyu elde edilmesi sırasında arıtılan maddeler ve arıtma oranları hakkında bilginiz var mı? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar

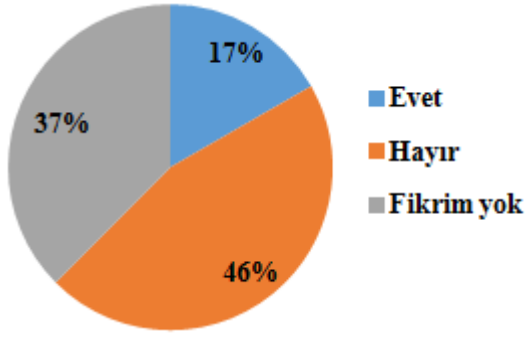
Şekil 4.32’de, halkın TO hakkında bilgi seviyesi ölçülmek istenmiştir. Katılımcıların yarısından fazlası TO sistemi ile içme suyu elde edilmesi sırasında arıtılan maddeler ve arıtma oranları hakkında bilgi sahibidir. Bu durum katılımcıların, araştırmacı olduklarını ve ayrıca yeni oluşturulan su arıtma sistemlerinin sağlık açısından öneminin farkında olduklarını göstermektedir.

Çizelge 4.19. Halkın ters ozmos sistemi ile sudan arıtılan maddeler ve arıtma oranları hakkında bilgi sahibi olup olmadığının aylık gelir değişkenini kullanılarak ki-kare analizi ile değerlendirme

Aylık Gelir	Evet	Hayır	Bilmiyorum	Ki-Kare Analizi
<1500 TL	41 kişi	14 kişi	31 kişi	p=0,212 p>0,05
1501-3000 TL	51 kişi	22 kişi	29 kişi	
3001-5000 TL	24 kişi	14 kişi	17 kişi	
5001-7000 TL	24 kişi	4 kişi	7 kişi	
>7001 TL	14 kişi	5 kişi	3 kişi	

Çizelge 4.19’da görüldüğü üzere, halkın TO sistemi ile sudan arıtılan maddeler ve arıtma oranları hakkında bilgi sahibi olup olmadığının aylık gelir seviyesiyle arasında ki-kare analizi yapılmıştır. Aylık gelir değişkeninin kullanıldığı analiz sonucuna göre  $p=0,212$  hesaplanmış ve  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir. Aylık gelir değişkeni ile katılımcıların verdikleri cevaplar arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ).

Anket çalışmasında katılımcılara “TO sistemlerinin sudaki tüm mineral ve kirlenici maddeleri uzaklaştırma (arıtma) verimi % 95 - 99 aralığındadır.” bilgisi verilmiş ve bu bilgi ile ilişkili olan dört soruyu cevaplamaları istenmiştir.



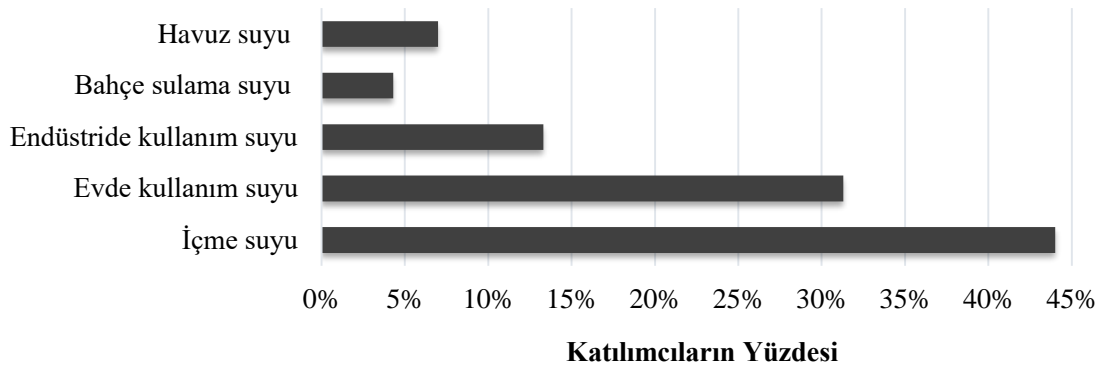
Şekil 4.33. Ters ozmos sistemi ile artırılan suyun insan sağlığı açısından tehlike oluşturabileceğini düşünüyor musunuz? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar

Şekil 4.33 incelendiğinde, katılımcıların yarısına yakın miktarı aslında TO sistemi ile artırılan suyun insan sağlığı açısından tehlike oluşturabileceğini düşünmemektedir. Gelecekte yaşanabilecek su sorunları düşünüldüğünde, insanların bu sisteme destek veriyor olması önem arz etmektedir. %17'lik bir dilim ise, bu konu hakkında görüş bildirmemişlerdir. Henüz bilgi sahibi olmadıkları için ya da kararsız kaldıkları için gelecekte tehlike oluşabileceğini düşünüyor olabilirler.

Çizelge 4.20. Halkın ters ozmos sistemi ile artırılan suyun insan sağlığına etkisi hakkında bilgi sahibi olup olmadığının eğitim değişkenini kullanılarak ki-kare analizi ile değerlendirme

Eğitim Değişkeni	Evet	Hayır	Bilmiyorum	Ki-Kare Analizi
İlköğretim	0 kişi	1 kişi	2 kişi	p=0,141 p>0,05
Ortaokul	1 kişi	2 kişi	4 kişi	
Lise	3 kişi	9 kişi	9 kişi	
Lisans	29 kişi	97 kişi	83 kişi	
Lisansüstü	17 kişi	28 kişi	14 kişi	

Çizelge 4.20'ye göre eğitim düzeyi arttıkça ters ozmoz sistemine olan güven artar şeklinde yorum yapılamamaktadır. Çünkü lisans düzeyinde olup, ters ozmoz sisteminin insan sağlığına zararlı olabileceğini düşünen ve bu konuda görüş bildiremeyen 83 katılımcı mevcuttur. O halde, halkın ters ozmos sistemi ile artırılan suyun insan sağlığına etkisi hakkında bilgi sahibi olup olmadığının, eğitim seviyesi değişkeni arasında ki-kare analiz sonucuna göre,  $p=0,141$  hesaplanmış ve  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir. Eğitim değişkeni ile katılımcıların verdikleri cevaplar arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır.



Şekil 4.34. Ters ozmos ile arıtılmış suyun kullanım alanı sizce ne olmalıdır? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar

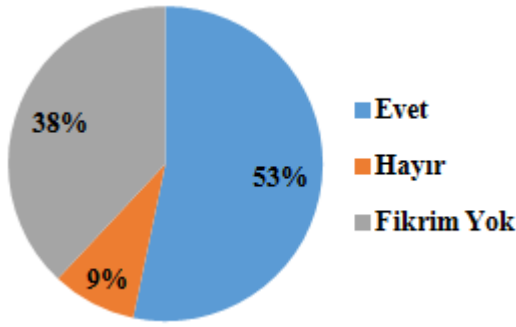
Katılımcıların büyük bir çoğunluğu TO ile arıtılmış suyun kullanım alanı olarak içme suyunu tercih etmektedirler (Şekil 4.34).

Çizelge 4.21. Halkın ters ozmos sistemi ile arıtılmış suyun kullanım alanı ile ilgili görüşlerinin cinsiyet ve yaş aralığı değişkenlerine göre değerlendirilmesi

Değişken		İçme Suyu	Evde Kullanım Suyu	Endüstride Kullanım Suyu	Bahçe Sulama Suyu	Havuz Suyu	Ki-Kare Analizi
Cinsiyet	Kadın	71 kişi	44 kişi	18 kişi	4 kişi	8 kişi	p=0,364 p>0,05
	Erkek	61 kişi	50 kişi	22 kişi	9 kişi	13 kişi	
Yaş Aralığı	18-24 yaş	40 kişi	20 kişi	10 kişi	5 kişi	5 kişi	p=0,947 p>0,05
	25-30 yaş	33 kişi	30 kişi	12 kişi	3 kişi	5 kişi	
	31-36 yaş	18 kişi	17 kişi	5 kişi	0 kişi	4 kişi	
	37-47 yaş	21 kişi	15 kişi	7 kişi	2 kişi	3 kişi	
	> 48 yaş	20 kişi	12 kişi	6 kişi	3 kişi	4 kişi	

Çizelge 4.21 incelendiğinde, halkın TO sistemi ile arıtılmış suyun kullanım alanı ile ilgili görüşlerinin cinsiyet ve yaş aralıkları ile arasındaki ilişkiyi belirlemek için ki-kare analizi uygulanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde,  $H_0$  hipotezinde anlamlı ( $p<0,05$ ),  $H_1$  hipotezinde anlamsız ( $p>0,05$ ) bir ilişki olduğu kabul edilmiştir. Analiz sonucunda,  $p=0,364$  ve  $p=0,947$  değerleri hesaplanmış ve  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir. Cinsiyet değişkenine göre karşılaştırılan Çizelgede kadın ve erkek katılımcılar arıtılmış suyun kullanım alanı olarak içme suyunu tercih etmişlerdir. Yine içme suyunu tercih eden kadın ve erkek katılımcılar arasından en çok 18-24 yaş grubu ve 25-30 yaş grubu arıtılmış suyun kullanım alanını içme suyu olarak desteklemektedir.





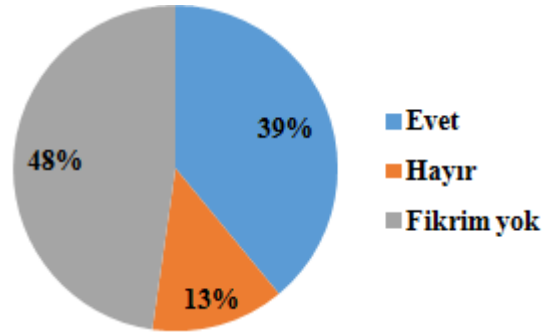
Şekil 4.35. Ters ozmoz kullanımı sırasında sizce enerjiye ihtiyaç duyulur mu? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar

Katılımcılara ters ozmoz sisteminin çalışma prensibiyle ilgili bir soru yöneltilmiştir (Bkz. Şekil 4.35). %38’lik bir kitle fikrim yok seçeneğini seçmişlerdir. Bu durum katılımcıların çoğunluğunun ters ozmoz sisteminin çalışma prensibiyle ilgili bilgi sahibi olmadıklarını göstermektedir.

Çizelge 4.22. Halkın ters ozmoz kullanımı sırasında ihtiyaç duyulabilecek enerji ile ilgili görüşlerinin cinsiyet ve eğitim düzeyi değişkenleri kullanılarak ki-kare analizi ile değerlendirme

Değişken		Evet	Hayır	Bilmiyorum	Ki-Kare Analizi
Cinsiyet	Kadın	78 kişi	9 kişi	58 kişi	p=0,322 p>0,05
	Erkek	82 kişi	17 kişi	56 kişi	
Eğitim Düzeyi	İlköğretim	2 kişi	0 kişi	1 kişi	p=0,42 p>0,05
	Ortaokul	2 kişi	0 kişi	6 kişi	
	Lise	11 kişi	0 kişi	10 kişi	
	Lisans	118 kişi	15 kişi	76 kişi	
	Lisansüstü	27 kişi	11 kişi	21 kişi	

Çizelge 4.22’de halkın TO kullanımı sırasında ihtiyaç duyulabilecek enerji ile ilgili görüşlerinin cinsiyet ve eğitim seviyesi değişkenlerine göre ki-kare analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda, cinsiyet değişkeni için,  $p=0,322$  ve eğitim düzeyi değişkeni için  $p=0,42$  değerleri hesaplanmış ve  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir. Aralarında anlamlı bir ilişki yoktur ancak, eğitim seviyesi arttıkça katılımcıların teknik bilgi düzeyinin arttığını da söylemek mümkün olabilir.



Şekil 4.36. Ülkemizde ters osmoz sistemi ile içme suyu eldesinin yaygın olarak uygulanmasını destekliyor musunuz? sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar

TO sistemi ile içme suyu eldesi katılımcılar arasından %39'luk bir kitle tarafından desteklenirken, nerdeyse katılımcıların yarısını oluşturan bir kitle tarafından herhangi bir düşünce belirtilmemiştir (Bkz. Şekil 4.36). Katılımcıların bu konuda sabit fikirli olmalarının başlıca nedeni, TO ve TO sisteminin kullanımı, işleyişi ve yapısı hakkında yeteri kadar bilgi sahibi olmamaları olabilir. Ayrıca, Gibson (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, su farkındalığına dayalı tuzdan arındırma sisteminin, insanlar üzerindeki etkilerine değinilmiş ve gelecek kuşak için endişeler ortaya çıkmıştır. Bu durum insanları bu konuda kararsız kılmıştır. Gibson (2012) makale sonuçları da Şekil 4.36'da görüldüğü üzere TO ile içme suyu eldesinin yaygın olarak kullanılması sorusuna cevaben katılımcıların çoğunun 'fikrim yok' görüşünü desteklemektedir.

Çizelge 4.23. Halkın ters ozmos kullanımının yaygınlaşması ile ilgili görüşlerinin cinsiyet ve aylık gelir değişkenlerine göre değerlendirilmesi

Değişken		Evet	Hayır	Bilmiyorum	Ki-Kare Analizi
Cinsiyet	Kadın	78 kişi	9 kişi	58 kişi	p=0,322
	Erkek	82 kişi	17 kişi	56 kişi	p>0,05
Aylık Gelir	<1500 TL	46 kişi	3 kişi	37 kişi	p=0,040 p<0,05
	1501-3000 TL	60 kişi	7 kişi	35 kişi	
	3001-5000 TL	27 kişi	6 kişi	22 kişi	
	5001-7000 TL	18 kişi	8 kişi	9 kişi	
	>7001 TL	9 kişi	2 kişi	11 kişi	

Çizelge 4.23'te halkın TO kullanımının yaygınlaşması ile ilgili görüşlerin, cinsiyet değişkenine göre ki-kare analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda, cinsiyet değişkeni için,  $p=0,322$  ve aylık gelir düzeyi için  $p=0,040$  değerleri hesaplanmış ve  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir ve cinsiyet değişkenine göre sorudan bağımsızdır ( $p>0,05$ ). Aylık gelir seviyesi değişkeni soruya bağımlıdır ve hipotez kabul edilmiştir ( $p<0,05$ ). Gelir seviyesi Türkiye şartlarına göre orta ölçekte olan katılımcılar (1501-3000 TL ve 3001-5000 TL arası) ters osmoz sisteminin daha çok yaygınlaşmasını desteklemektedirler. Çeşme suyunun yaşattığı problemler ve dışarıdan alınan sularında belirli bir ücret karşılığı olmasına rağmen pek fazla güvenli olmayışı insanları bu sisteme yönlendirmiş olabilir.

Küresel iklim değişiminin yakın gelecekteki etkileri, su kaynakları üzerinde var olan rekabetin daha da artacağını göstermektedir. Hem sulama, hem de doğada ekolojik sistemler için yaşamsal önem taşıyan su miktarı giderek azalmaktadır. Temiz su kaynakları özellikle kurak iklime sahip ülkelerde risk altındadır. Buna artan nüfus miktarı da eklendiğinde temiz içme ve kullanma suyu bulabilme imkânı iyice kısıtlı hale gelmektedir. Temiz su kaynaklarına alternatif olarak üretilen ters ozmoz sistemi dünyada olduğu gibi ülkemizde de yayılmaktadır (Kukul vd 2007).

## 5. SONUÇLAR

Su kıtlığı yaşayan bölgelerde tuz arındırma önemli bir su tedarik teknolojisi haline gelmiştir. Orta Doğu, Avustralya, Kıbrıs veya İspanya başlıca örnekleri olarak gösterilmektedir. Tuzdan arındırma işlemlerinin en yüksek çevresel etkileri olarak belirlenen enerji talebi, karşılandığı takdirde ters ozmoz sisteminin tüm çevresel koşulları sağlayacağı belirlenmektedir (Tarnacki vd 2012).

Yeni teknolojiye dayalı su kaynaklarının tanıtılması, ters ozmoz işlemi öncelikle halkın çoğunluğunun kabulü ile gerçekleştirilmektedir. Yeni tuz arındırma planlarını uygulamaya çalışan politika yapıcıların topluluk tepkileriyle karşı karşıya kalması olası bir ihtimaldir (Gibson ve Tapsuwan 2015). Ancak yeni teknoloji olarak ters ozmoz sistemi gelecek planlara dâhil edildiğinde, dünya su kıtlığı problemini büyük ölçüde önleyeceği öngörülmektedir.

Nüfus artışı, sanayileşme, zirai faaliyetlerdeki hızlı gelişimler yakın gelecekte su kıtlığı problemini gündeme getirebilir. Katılımcılar, gelecekte su stresi ve su kıtlığı sorununu daha belirgin yaşayacağını düşünmektedirler. Bu katılımcıların, su sorunuyla yakından ilgili ve duyarlı olduklarını göstermektedir. Günümüz ve gelecekteki su stresi ve su kıtlığı yüzdeleri karşılaştırıldığında aralarında ciddi boyutta farklar gözlemlenmektedir. Artış oranı su kıtlığında daha fazla olmakla birlikte, katılımcıların yüzde sekseninden fazlası gelecekte su kıtlığı problemi oluşacağını düşünmektedir. Bu düşüncenin olumlu yanı, bireylerin duyarlı olduğunu ve bu duyarlılık sayesinde su tasarrufuna daha fazla önem vermelerini sağlamasıdır. Sürdürülebilir su kaynakları için tasarruf temel gayedir. Günümüzün temiz su kaynaklarının geleceğe taşınması ancak sürdürülebilirlikle gerçekleştirilebilir.

Ev tipi su arıtım cihazlarının yaygınlaştırılması, gelecekte üretilen yeni teknolojilerle birleşerek, su arıtım cihazlarının kalitesini ve çeşit sayısını da arttırabilir. İnsanların temiz su tercihinde öncelikle kaliteye ve güvene önem verdikleri yapılan anket sonuçlarından anlaşılmaktadır. Bu nedenle evlere alınan arıtım cihazlarının güvenilir firmalardan alınması önem taşımaktadır. Firmaların kendilerini piyasaya düzgün bir şekilde tanıtmaları gerekmektedir. Ancak bu şekilde, bir firma kendi su arıtma cihazının reklamını yaparak, en güvenli şekilde insanlara ulaşımını sağlayabilir.

Damacanalara olan güvenin az olmasına rağmen özellikle yurtda yaşayan insanların damacanayı tercih ettikleri görülmektedir. Bunun nedeni, daha pratik olması ve anında hizmete bağlı olarak, ulaşımının daha kolay olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak her ne kadar katılımcılar damacanayı tercih etseler bile, kullanım memnuniyetleri pek fazla görülmemektedir. Katılımcıların damacana aradıkları başlıca kriterler, su ve damacana temizliği, suyun kalitesi ve haftalık/aylık damacana ücreti şeklinde sıralanabilir. Damacanalarda ömrü kısıtlıdır ve doğal olarak içerisindeki su da fazla bekletildiği takdirde sağlığa zararlı hale gelmektedir. Bu yüzden damacanalarda katılımcılar arasından tercih edilse bile bazen, içerdiği suyun özellikleri, rengi, içeriği şikâyet konusu olmaktadır.

Özellikle evlerde kullanım suyu olarak tercih edilen çeşme sularına da ilgi büyüktür. Ancak katılımcılar damacanalardan ziyade çeşme sularından daha çok

şikâyetçidirler. Çeşme suyu Türkiye’de çoğu ilin problemi haline gelmektedir. Antalya İlinde ankete katılan katılımcıların büyük bir kısmı çeşme suyunu sadece kullanma suyu olarak tercih etmektedir. İçme suyu olarak tercih eden kitlenin büyük bir kısmı, musluk uçlarına takılan küçük tipli arıtım cihazlarını kullanmaktadırlar. Diğer bir seçenek ise, arıtım yapan sürahilerin kullanımınıdır. Çeşmeden doldurulan su bir süre bu tip sürahilerde bekletilerek içilmeye hazır hale gelebilir. Diğer bir çözüm önerisi de kaynatmadır. Eski zamanlardan beri en yaygın olarak tercih edilen yöntem olan kaynatmada, çeşmeden alınan su belirli sıcaklıkta kaynatılıp, daha sonra bekletilir. Böylece içeriğindeki zararlı bileşenler temizlenmiş olabilir.

Tez kapsamında halkın temiz su algısına değinilerek sonuçlar elde edilmektedir. Bu kapsamda öncelikle görüşü gelecekte su kıtlığı probleminin oluşabileceği katılımcılar arasında yaygındır. Bu durum beraberinde temiz suya olan güveni azaltarak, insanların kaygı ve endişelerini arttırmaktadır. Özellikle de normalden farklı bir arıtım yoluyla temiz suyu arttırmak şu an için katılımcılar arasında kesin fikirleri (evet / hayır) engellemektedir.

Katılımcıların çeşme suyunu normalden daha fazla kullandıkları tespit edilmektedir. Yine çoğu katılımcının çeşme suyundan memnun olmadığı halde kullandıkları belirlenmektedir. Bu kullanımı özellikle kullanma suyu olarak (yemek, bulaşık, çamaşır vb.) söylemek mümkündür.

Diğer bir kaynak olan damacana vb. dışarıdan hazır olarak alınan suya da katılımın fazla olduğu tespit edilmektedir. Özellikle apartman dairesi ve yurtlarda yaşayan katılımcıların damacana gibi dışarıdan hazır suları tercih etmektedirler. Bunun nedeni, sosyo-ekonomik duruma, yaşam tarzına ve hanede yaşayan kişi sayısına bağlanabilir.

Kaynak suyunu ise katılımcıların pek fazla tercih etmediği belirlenmektedir. Daha çok müstakil evlerde ya da evinin konumu gereği herhangi bir kaynağa yakın olan (dağ, köy vb.) katılımcıların tercih ettiği tespit edilmiştir. Bu noktada önemli olan ayrıntı ulaşım ya da taşıma olarak söylenebilir. Bütün bu sebepler katılımcıların ev tipi su arıtma sistemlerine itmektedir. Güvenli, markalı ve parasal değeri uygun olan ev tipi su arıtma cihazları insanlar tarafından tercih edilmektedir.

Bu kapsamda piyasada satılan bazı pet / damacana şişe suları ile ev tipi su arıtma cihazlarında ters ozmoz sisteminin kullanılıp kullanılmadığı hakkında katılımcıların bilgisi ölçüldüğünde büyük bir çoğunluk bu konu hakkında ‘fikrim yok’ şeklinde yanıt vermektedir. O halde bu sistemin çok fazla kaynaktan geçmediği ya da sosyal medya, TV vb. haberleşme araçlarında çok fazla reklamı yapılmadığı sonucuna varmak mümkündür. Eğer ki ters ozmoz sisteminin yaygınlaştırılması ve evlerde kullanımının artması sağlanırsa insanların daha fazla odak noktası olacağını düşünmek mümkündür. Katılımcıların ters ozmoz sistemi hakkında pek fazla kaynaktan bilgi alışverişi yapmadığı sonucuna varılmaktadır. Bu nedenle ters ozmoz ile arıtılmış suyun katılımcılar tarafından kullanım suyu olarak kullanılması öncelikle öngörülmektedir. Ters ozmoz içme suyu olarak kullanımını destekleme konusunda çoğunluk ‘fikrim yok’ görüşünü belirtmektedir.

Genel olarak ifade etmek gerekirse, su hizmetlerini geliştirmek, insanlara temiz ve güvenli su sunabilmek ülkenin başlıca görevleri arasına girmektedir. Gelecekte temiz su bulabilme kıtlığıyla karşı karşıya kalınma ihtimali bile dünya ülkelerini çeşitli çözüm yolları bulabilme aşamasında harekete geçirecektir. Gerekirse su problemiyle karşı karşıya kalan ülkelere uluslararası su desteği sağlanmalıdır. Uluslararası destek, teşvik edici ve uzun vadeli olmalıdır. Ancak bu şekilde gelecek kuşaklara temiz ve güvenli su kaynaklarının yolu açılabilir.

Türkiye’de ters ozmoz sisteminin kullanımı ve etkileri hakkında bilgi sahibi olunabileceği güvenli kaynaklara pek fazla rastlanılmamıştır. Ayrıca ev tipi su arıtma sisteminin yanı sıra, diğer çoğu ülkede ters ozmoz sistemi; başlı başına bir su arıtma sistemi olarak kullanılmaktadır. Okyanuslardan ve denizlerden tuzlu suyun tatlı suya dönüşümü sağlanarak, yabancı ülkeler gelecekte oluşabilecek su sorununa şimdiden çözüm bulmaya çalışmaktadırlar. Bu nedenle tez kapsamında yabancı kaynak taramalarında ters ozmoz sisteminin işleyişi hakkında daha kaliteli bilgilere ulaşılmıştır. Anket kapsamında yer alan ters ozmoz sistemi ev tipi olarak bireylere sorulmuştur. Çünkü, Türkiye’de ev tipi kullanımı yaygındır ve güvenli su için tercih edilen bir yöntemdir.

Bu anket sonucunda anket örnekleminin ters ozmoz sistemine verdiği cevaplar, bu sistemlerin pazarlama ve reklamlarının dizaynında da kullanılabilir. Yaptığımız araştırma sonucunda ters ozmoz sistemleri hakkındaki farkındalığın artırılması ve doğal kaynaklara ulaşımın lüks olduğunun belirtilmesi, bu sistemlerin pazarlanmasında kullanılabilir. Diğer taraftan ters ozmoz sistemlerinin kullanılabilmesi için enerjiye ihtiyaçlarının olması, bu sistemlere olan talebin azalmasına da neden olacaktır.

**6. KAYNAKLAR**

- AKIN, M. 2007. Suyun önemi, türkiye’de su potansiyeli, su havzaları ve kirliliği. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi* , 105-118.
- ALTUNIŞIK, R. 2008. Anketlerde veri kalitesinin iyileştirilmesi için öntest (pilot test) yöntemleri. *Pazarlama ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 1-17.
- ANONİM 2016A. Erişim adresi: <http://www.hepsiburada.com/su-aritma-cihazlari-c-13003364?siralama=artanfiyat>, Erişim tarihi: 18/04/2016
- ANONİM 2017A. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. Resmi Gazete, Sayı: 28580, 07/03/2013  
<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/03/20130307-7.htm>
- ANONİM 2017B. Erişim adresi: <http://www.milliyet.com.tr/suda--damacana--tehlikesi-1570137/>, Yayınlanma tarihi: 22/07/2012
- AYDIN, F., ve ARDALI, Y. 2012. Seawater desalination technologies. *Journal of Engineering and Natural Sciences* , 156-178.
- BERNER, M., BOWERS, A. ve HEYMAN, L. 2002, “So you want to do a survey ...”, *Popular Government*, Summer, 23-27.
- CAN, M., ETEMOĞLU, A.B., CAN, A. 2002. Deniz suyundan tatlı su eldesinin teknik ve ekonomik analizi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 7 (1), 147-160.
- CANOY, M., BEUTIN, R., HORVATH, A., HUBERT, A., LERAIS, F., SMITH, P., ve SOCHACKI, M. 2006. Migration and public perception. Bureau of European Policy Advisers (BEPA). European Commission
- ÇAKMAK, B., ve AKÜZÜM, T. Türkiye’de tarımda su yönetimi ve çözüm önerileri. *TMMOB Su Politikaları Kongresi* , 349-360.
- ÇAKMAKCI, M., ÖZKAYA, B., YETİLMEZSOY, K.,DEMİR, S. 2013. Su arıtma tesislerinin tasarım ve işletme esasları. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Yıldız Teknik Üniversitesi. İstanbul
- ÇOLAK, E. 2012. Ki-Kare Bağımsızlık Testi. Erişim adresi: [http://psikolojiagi.com/wp-content/uploads/Y%C3%BCklemeler/Yard%C4%B1mc%C4%B1%20Kaynaklar//%C4%B0statistik%20\(Say%C4%B1m%20Bilimi\)%20ve%20SPSS/Ki-Kare%20Ba%C4%9F%C4%B1ms%C4%B1zl%C4%B1k%20Analizi.pdf](http://psikolojiagi.com/wp-content/uploads/Y%C3%BCklemeler/Yard%C4%B1mc%C4%B1%20Kaynaklar//%C4%B0statistik%20(Say%C4%B1m%20Bilimi)%20ve%20SPSS/Ki-Kare%20Ba%C4%9F%C4%B1ms%C4%B1zl%C4%B1k%20Analizi.pdf)

- DOLNİCAR, S. 2009. Desalinated versus recycled water. *Journal of Environmental Management*, 888-900.
- DOLNİCAR, S., ve HURLİMANN, A. 2010. The effect of information on public acceptance-The case of water from alternative sources. *Journal of Environmental Management* , 1288- 1293.
- DOLNİCAR, S., HURLİMANN, A. ve GRUN, B. 2011. What affects public acceptance of recycled and desalinated water?, *Water Research*, 45, 933-943.
- DOLNİCAR, S., HURLİMANN, A. ve GRUN, B. 2014. Branding water, *Water Research*, 57, 325-338.
- DOLNİCAR, S. ve SHAFER, A.I. 2009. Desalinated versus recycled water: Public perceptions and profiles of the accepters, *Journal of Environmental Management* 90, 888–900
- DOWLER, E., GREEN, J., BAUER, M., ve GASPERONI, G. 2006. Assessing public perceptions: issues and methods, D. Carlos, (ed.) *Health, Hazard and Public Debate: Lessons for Risk Communication From the Bse/Cjd Saga*. WHO, Geneva, 40-60 [chapter 3]. ISBN 9789289010702
- DSİ. 2009. DSİ Genel müdürlüğü 2009 yılı faaliyet raporu. Ankara.
- DSİ. 2010. *DSİ Genel müdürlüğü 2010 yılı faaliyet raporu* . Ankara .
- EEA. 2009. European Environment Agency.
- EROĞLU, V. 2008. Su Tasfiyesi. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara
- EYMEK, E. 2007. *SPSS Veri Analiz Yöntemleri .İstatistik Merkezi Yayın No: 1, 1-167*
- FAHMY, E., PEMBERTON, S., ve SUTTON, E. 2012. Public Perceptions of Poverty and Social Exclusion: Final Report on Focus Group Findings. UK Analysis Working Paper 3, Bristol: PSE-UK.
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment*. Rome: food and agriculture organization of the united nations.
- FIELDING, K.S., GARDNER, H., LEVISTON, Z. ve PRICE, J. 2015. Comparing Public Perceptions of Alternative Water Sources for Potable Use: The Case of Rainwater, Stormwater, Desalinated Water, and Recycled Water, *Water Resource Management*, 29, 4501–4518



- GIBSON, F. L., ve TAPSUWAN, S. 2015. Drivers of an urban community's acceptance of a large desalination scheme for drinking water. *Centre for Environmental Economics and Policy, The University of Western Australia* , 38-44.
- GUDE, V. G., NİRMALAKHANDAN, N., ve DENG, S. 2010. Renewable and sustainable approaches for desalination. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2641–2654.
- GÜLER, Ç., ve ÇOBANOĞLU , Z. 1994. *Su Kirliliği*. Ankara: Aydoğdu Yayıncılık.
- GÜNGÖR, M., BULUT, Y., 2008. Ki-Kare Testi Üzerine. Fırat Üniversitesi, Fen – Edebiyat Fakültesi, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, Elazığ, 84-89
- HURLİMANN, A., 2011. Household use of and satisfaction with alternative water sources in Victoria, Faculty of architecture building and planning, The university of Melbourne, 2691-2697, Australia.
- İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik., 17.02.2005 tarihli, 25730 sayılı, Dördüncü bölüm., Kaynak suları ve içme sularıyla ilgili çeşitli hükümler.
- KALAYCI, Ş. 2013. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri . *Asil Yayınevi*.
- KARADAĞ, A. A. Türkiye'deki su kaynakları yönetimine ilişkin sorunlar ve çözüm önerileri. *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi* , 389-400.
- KIMBERLY, B.A. 2004. Identification and measurement of two factors affecting the long-term outcomes of public relations programs, public image and public trust, Department of Mass Communication College of Arts and Science University of South Florida, Yüksek Lisans Tezi, ss 108.
- KOZİSEK, F. 2004. Health risks from drinking demineralised water, World health organization , Geneva.
- KUKUL, Y., ÜNAL ÇALIŞKAN, A., ve ANAÇ, S. 2007. Arıtılmış Atık Suların Tarımda Kullanılması ve İnsan Sağlığı Yönünden Riskler . *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg* , 101-116 .
- LECROY C.W. ve STINSON, E.L. 2004. The public's perception of social work: Is it what we think it is?. *Social Work*, 49(2), 164-174.
- LI, X.R., HSU, C.H., ve LAWTON, L.J. 2015. Understanding Residents' Perception Changes toward a Mega-Event through a Dual-Theory Lens. *Journal of Travel Research*, 54(3), 396-410.
- MANKAD, A., 2012. Decentralised water system: emotional influence on resource

- decision making. CSIRO Ecosystem Sciences. 128-140, Australia.
- MENGÜ, G., ve ANAÇ, S. 2011. Kuraklık Yönetim Stratejileri . *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg* , 175-181.
- MULUK, B. 2010. Türkiye’de suyun durumu ve su yönetimine yeni yaklaşımlar: Çevresel perspektif. Golden Medya Matbaacılık ve Ticaret A.Ş. Doğa Koruma Merkezi.
- OLHAN, E., ve ATASEVEN, Y. 2009. Türkiye’de İçme Suyu Havza Alanlarında Tarımsal Faaliyetlerden Kaynaklanabilecek Kirliliği Önleme ile İlgili Yasal Düzenlemeler. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* , 161-169.
- OLTRA, c. ve SALA, R. 2014. A review of the social research on public perception and engagement practices in urban air pollution. CIEMAT, Erişim adresi: <http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/Public/45/046/45046419.pdf>.
- OĞUR, R., TEKBAŞ, Ö.F. 2008. İçme ve Kullanma Sularında Dikkat Edilecek Unsurlar, GATA Çevre Sağlığı BD Başkanlığı
- ÖZCAN, Ş. 2016. *İçmesuyu Arıtma Yöntemleri* . İller Bankası A.Ş. Erişim adresi: [www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/SehnazOzcan.ppt](http://www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/SehnazOzcan.ppt), Erişim tarihi: 18/08/2016
- ÖZDEMİR, T. 2000. İstatistiksel Kalite Kontrol. Ankara. Döner Sermaye İşletmesi Yayınları
- ÖZSOY, S. 2009. Su ve Yaşam; Suyun Toplumsal Önemi . Ankara : Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- ROSS, V., FIELDING, K., LOUIS, W., 2014. Social trust, risk perceptions and public acceptance of recycled water: testing a social-psychological model. Smart Water Reserach Center, İnstitute for Social Science Reserach, School of Psychology. 61-68, Australia.
- SADAF, A. 2011. Public perception of media role. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(5), 228-236.
- SAVADORI, L., SAVIO, S., NICOTRA, E., RUMIATI, R., FINUCANE, M., ve SLOVIC, P. 2004. Expert and public perception of risk from biotechnology. *Risk Analysis*, 24(5), 1289-1299.

- ŞAHİN, B. 2016. Küresel Bir Sorun, Su kıtlığı ve Sanal Su Ticareti . Çorum : Hitit Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü., 1-128.
- TARNACKİ, K., MENESES, M., MELİN, T., MEDEVOORT, J. V., ve JANSEN, A. 2012. Environmental assessment of desalination processes: Reverse osmosis and Memstill. *RWTH Aachen University, AVT Chemical Process Engineering* , 69-80.
- TEKBAŞ, Ö. F. 2009. Evsel Su Arıtma Cihazlarına Dikkat . *TAF Preventive Medicine Bulletin* , 8-2.
- TORUNOĞLU, P. O. 2010. Türkiye’de kurulabilecek tuz gideren membran teknolojisi sistemleri için bilimsel esaslı tasarıma dayalı maliyet analizlerinin yapılması. *itüdergisi*, 20 (1), 97-110.
- USİAD. 2007. Su Raporu .USİAD Ulusal Sanayici ve İş Adamları Derneği, Ada Strateji, 1-8.
- UZUNDUMLU, S. 2016. Erzurum İlinde En Uygun İçme Suyu Tercihinin Belirlenmesi. *Alınteri Zirai Bilimler Dergisi*, Cilt No:30, Sayı:1,1307-3311.
- VAROL, S., DAVRAZ, A., VAROL, E. 2008. Yer altı Suyu Kimyası ve Sağlığa Etkisinin Tıbbi Jeoloji Açısından Değerlendirilmesi. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 351-356.
- VURAL, A., 2017. SU SİSTEMİ. *Turkish Society of Nephrology* , 45-48.
- WHO- World Health Organization, 2003.The world health report, ISSN 1020-3311, Switzerland
- WWAP-World Water Assessment Programme. 2012. Managing Water under Uncertainty and Risk. The united nations world water, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 75352 Paris 07 SP, France
- YAŞA, E. 2010. Ters Ozmoz Su Arıtma Tekniği ve Muhtelif Kullanım Alanları, 5-15
- YILMAZ, M., Ortadoğu’da Su Sorunu Kapsamında Türkiye’nin Sınırtaşan Sularının Jeopolitik Önemi. *Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü* , 315-328.
- ZHANG, Y., HUSSAIN, A., DENG, J., ve LETSON, N. 2007. Public attitudes toward urban trees and supporting urban tree programs. *Environment and Behavior*, 39(6), 797-814.

## 7. EKLER

### EK 1.

<b>A. GENEL SORULAR</b>
Cinsiyetiniz: <input type="radio"/> Kadın <input type="radio"/> Erkek
Yaşınız: <input type="radio"/> 18 - 24 <input type="radio"/> 25 - 30 <input type="radio"/> 31 - 36 <input type="radio"/> 37 - 47 <input type="radio"/> 48 ve üzeri
Eğitim Durumunuz: <input type="radio"/> İlköğretim <input type="radio"/> Ortaokul <input type="radio"/> Lise <input type="radio"/> Lisans <input type="radio"/> Lisansüstü
İş/Çalışma Durumunuz: <input type="radio"/> Çalışmıyorum <input type="radio"/> Öğrenci <input type="radio"/> Kamu/özelde çalışıyorum <input type="radio"/> Emekli
Aylık Geliriniz: <input type="radio"/> <1500 TL <input type="radio"/> 1501-3000 TL <input type="radio"/> 3001-5000 TL <input type="radio"/> 5001-7000 TL <input type="radio"/> >7001 TL
Hanede Yaşayan Kişi Sayısı : <input type="radio"/> 1 - 2 <input type="radio"/> 3 - 4 <input type="radio"/> 5 - 8 <input type="radio"/> > 8
Hane Tipi : <input type="radio"/> Müstakil ev <input type="radio"/> Apartman dairesi <input type="radio"/> Yurt (Kişi sayısı >100) <input type="radio"/> Misafirhane (Kişi sayısı >20)

<b>B. SU STRESİ / SU KITLIĞI / MEVCUT SU DURUMU</b>
Su stresi, ihtiyaçtan daha fazla su tüketilmesi, suya erişimin azalması ve/veya su kalitesinin değişmesi sonucunda ortaya çıkan bir durumdur.
1. Sizce ülkemizde su stresi yaşanıyor mu? <input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Fikrim yok
2. Sizce gelecekte ülkemizde su stresi yaşanır mı? <input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Fikrim yok
Su kıtlığı (azlığı), miktar (hacimsel) olarak suyun azalması veya tüketilmesi sonucunda ortaya çıkan bir durumdur.
3. Sizce ülkemizde su kıtlığı yaşanıyor mu? <input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Fikrim yok
4. Sizce gelecekte ülkemizde su kıtlığı yaşanır mı? <input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Fikrim yok

<b>C. SU TASARRUFU</b>
1. Su tasarrufu yapmak ne kadar önemli?
1 2 3 4 5 Az Fikrim yok Çok
2. Su tasarrufu yapmaya dikkat eder misiniz?
1 2 3 4 5 Hiçbir zaman Bazen Her zaman
3. Su tasarrufu yapmak için ne kadar çaba harcıyorsunuz?
1 2 3 4 5 Hiç çaba harcamıyorum Bazen Çok çaba harcıyorum
4. Suyu her içtiğinizde veya kullandığınızda, o suyun nereden geldiğini düşünür müsünüz?
1 2 3 4 5 Hiçbir zaman Bazen Her zaman

<b>D. SU KULLANIMI</b>
1. Evde (apartman veya işyerinde) çeşmeden akan suyun nereden geldiğini biliyor musunuz? <input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Fikrim yok
2. Çeşme suyunun temiz olduğunu düşünüyor musunuz? <input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Fikrim yok
3. Çeşme suyunu içme suyu olarak kullanıyor musunuz? <input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Bazen
4. İçme suyunuzu nereden temin ediyorsunuz? <input type="radio"/> Evden, çeşme suyu içiyoruz a) Çeşme suyunun tadını beğeniyor musunuz? <input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Bazen b) Çeşme suyunu kullanma suyu (yemek, bulaşık, çamaşır, temizlik vs) olarak kullanıyor musunuz? <input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Hazır olarak dışarıdan satın alıyoruz (damacana, pet şişe, cam şişe vb). a) Dışardan hazır olarak satın aldığınız su için sizce önemli parametre nedir? <input type="radio"/> İçerik (mineral, pH, renk, koku, tat..) <input type="radio"/> Kalite <input type="radio"/> Fiyat <input type="radio"/> Tavsiye b) Evinizdeki damacaneları ne sıklıkla yeniliyorsunuz? <input type="radio"/> Her hafta <input type="radio"/> Her ay <input type="radio"/> Altı ayda bir <input type="radio"/> Yılda bir <input type="radio"/> Bildiğimiz bir kaynak suyundan dolduruyoruz (Dağdaki, köydeki, yol üzerindeki kaynak suyundan, vb). Neden kaynak suyunu tercih ediyorsunuz? .....

<b>E. SU ARITMA SİSTEMLERİ</b>	
1.	Evinizde (apartman veya sitenizde) <b>su arıtma cihazı</b> bulunuyor mu? <input type="radio"/> Evet → → Neden su arıtma cihazı kullanıyorsunuz? (Birden fazla seçebilirsiniz) <input type="radio"/> Suyun tadı kötü <input type="radio"/> Su renkli veya bulanık <input type="radio"/> Su kokuyor <input type="radio"/> Su kireçli <input type="radio"/> Tavsiye <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Bilmiyorum
2.	Evinize su arıtma cihazı almak ister misiniz? <input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Bilmiyorum
3.	Evinize su arıtma cihazı almak istesenez, araştırma ve ön bilgi edinme işlemini nereden gerçekleştirirsiniz? <input type="radio"/> Ev tipi arıtma cihazı kullanmayı düşünmüyorum <input type="radio"/> İnternette araştırma yaparım <input type="radio"/> Tavsiyeleri dikkate alırım
4.	Evinize su arıtma cihazı almak istesenez, ne kadar bütçe ayırırsınız? <input type="radio"/> 50 - 150 TL <input type="radio"/> 151 - 300 TL <input type="radio"/> 301 - 500 TL <input type="radio"/> 501 - 1000 TL <input type="radio"/> > 1001 TL
5.	Evinize su arıtma cihazı almak istesenez, ne tür bir arıtma cihazı tercih edersiniz? <input type="radio"/> Set üstü taşınabilir su arıtma cihazı <input type="radio"/> Tezgahaltı su arıtma cihazı <input type="radio"/> Ekonomik - portatif su arıtma cihazı
6.	Ev tipi su arıtma sistemlerinde hangi arıtma yöntemlerinin uygulandığı hakkında bilginiz var mı? <input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Bilmiyorum
7.	Arıtılmış suyun tadını beğeniyor musunuz? <input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Bilmiyorum
8.	Daha önce arıtılmış su içmediyseniz denemediyseniz denemek ister misiniz? <input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Bilmiyorum
9.	Piyasada satılan bazı pet / damacana şişe suları ile ev tipi su arıtma cihazlarında Ters Ozmos sisteminin kullanılıp kullanılmadığı hakkında fikriniz var mı? <input type="radio"/> Evet kullanılıyor <input type="radio"/> Hayır kullanılmıyor <input type="radio"/> Fikrim yok
<b>Ters Ozmos (TO), ileri su arıtma yöntemleri arasında yer alan ve suyun içerisinde bulunan minerallerin sudan giderilerek, safa yakın çok yüksek kalitede su elde etmek amacıyla kullanılan ünitelerdir.</b>	
10.	TO ile ilgili daha önce bilgi sahibi oldunuz mu? <input type="radio"/> Evet → → TO hakkında bilgi sahibi olduğunuz kaynaklar nerelerdir? <input type="radio"/> Yazılı ve görsel basın (gazete, dergi, TV..) <input type="radio"/> Okulda <input type="radio"/> İnternet <input type="radio"/> Arkadaş/aile <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Bilmiyorum
11.	TO ile arıtılmış suyu içmek / satın almak ister misiniz? <input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Bilmiyorum
12.	TO sistemi ile içme suyu elde edilmesi sırasında arıtılan maddeler ve arıtma oranları hakkında bilginiz var mı? <input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Bilmiyorum
<b>TO sistemlerinin sudaki tüm mineral ve kirlenici maddeleri uzaklaştırma (arıtma) verimi % 95 - 99 aralığındadır.</b>	
13.	TO sistemi ile arıtılan suyun insan sağlığı açısından tehlike oluşturabileceğini düşünüyor musunuz? <input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Fikrim yok
14.	TO ile arıtılmış suyun kullanım alanı sizce ne olmalıdır? <input type="radio"/> İçme suyu olabilir <input type="radio"/> Evde kullanım suyu olabilir (çamaşır, bulaşık vb) <input type="radio"/> Endüstride kullanılabilir <input type="radio"/> Bahçe sulama olabilir <input type="radio"/> Havuz suyu olarak kullanılabilir
15.	TO kullanımını sırasında sizce enerjiye ihtiyaç duyulur mu? <input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Fikrim yok
16.	Ülkemizde TO sistemi ile içme suyu eldesinin yaygın olarak uygulanmasını destekliyor musunuz? <input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> Fikrim yok

## ÖZGEÇMİŞ



Aslı GEZER 1991 yılında Sivas’da doğdu. Lise öğrenimini Ankara’da tamamladı. 2009 yılında girdiği Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü’nden 2013 yılında Çevre Mühendisi olarak mezun oldu. Eylül 2014 yılından beri, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans eğitimi görmektedir. Ayrıca, Ocak 2017’den beri Korkuteli Belediyesi’nde çevre mühendisi olarak görev almaktadır.