

**ALTERNATİF SU KAYNAKLARININ ENDÜSTRİYEL KULLANIMA
KAZANDIRILMASI İÇİN ÇATI YAĞMUR SUYU HASADI
(OSTİM ÖRNEĞİ)**

CİHAN İNCEBEL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİYEL TEKNOLOJİ EĞİTİMİ**


**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2012
ANKARA**

Cihan İNCEBEL tarafından hazırlanan "ALTERNATİF SU KAYNAKLARININ ENDÜSTRİYEL KULLANIMA KAZANDIRILMASI İÇİN ÇATI YAĞMUR SUYU HASADI (OSTİM ÖRNEĞİ)" adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Aydın ŞIK

Tez Danışmanı, Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hakan KESKİN

Malzeme ve Üretim Teknolojisi Anabilim Dalı, G.Ü.



Doç. Dr. Aydın ŞIK

Tez Danışmanı, Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.



Doç. Dr. Abdullah TOGAY

Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

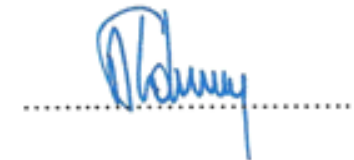


Tarih: 19/06/2012

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Cihan İNCEBEL

**ALTERNATİF SU KAYNAKLARININ ENDÜSTRİYEL KULLANIMA
KAZANDIRILMASI İÇİN ÇATI YAĞMUR SUYU HASADI
(OSTİM ÖRNEĞİ)
(Yüksek Lisans Tezi)**

Cihan İNCEBEL

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Haziran 2012

ÖZET

Yaklaşık 6 milyar dünya nüfusu, yenilenebilir yüzey ve yeraltı su kaynaklarının %54'nü kullanmaktadır. Bugünkü kullanım şartları altında sadece nüfus artışından dolayı 2025 yılında bu değer %70 olacağı öngörülmektedir. Nüfus artışının ve su kaynaklarının bilinçsiz kullanımı dikkate alındığında ekolojik ve çevresel fonksiyonlar için su kalmayacağı ifade edilebilir. Bir taraftan sürekli azalan kullanılabilir su kaynakları, diğer taraftan suya talebin süreklilik arz eden bir artış eğilimine girmesi, ülkemizin sahip olduğu su kaynaklarının tüm talepleri esas alan planlı, etkili ve sürdürülebilir kullanımını gerektirmektedir. Bu nedenle yağmur sularından maksimum faydalanacak bir stratejinin geliştirilmesi gerekmektedir. Yağış sularından maksimum fayda sağlayacak bir strateji geliştirmeyi amaçlayan su hasadı yöntemi ile su toplama alanından akışa geçen su depolanarak gerektiği alanlarda ve zamanlarda kullanılabilir. Su hasadı tekniği ile geri kazanılmış suyun özellikle içme suyu kalitesinde su gerektirmeyen endüstriyel faaliyetlerde kullanılması mümkündür. Geri kazanılmış su endüstrilerde; soğutma suyu, kazan besleme suyu ve proses suyu olarak kullanılabilir. Bu tezde OSTİM bölgesi için çatı yağmur suyu hasadı yönteminin Ankara iklim koşullarında fizibilitesi yapılarak bu sistemi

kullanmak isteyen işletme sahiplerinin proje uygulama işlerini kolaylaştıran ve projelendirme hesaplamalarını yapan bir bilgisayar programı yapılmıştır.

Bilim Kodu : 705.1.125
Anahtar Kelimeler : Endüstriyel çatı yağmur suyu hasadı, ostim, su hasadı
Sayfa Adedi : 156
Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Aydın ŞIK

**ROOFTOP RAINWATER HARVESTING TO EARN ALTERNATIVE
WATER RESOURCE FOR INDUSTRIAL USE**

(EXAMPLE OSTIM)

(M. Sc. Thesis)

Cihan İNCEBEL

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

June 2012

ABSTRACT

About the 6 billion population of the world use the 54% of the renewable surface and underground water sources. It is considered that under this usage circumstances this value will be 70% just because of the population increase. It can be easily claimed that there won't be enough sources for ecological and environmental functions if you take into account this population increase and unconscious usage of water. The constant decrease of the usable water sources and the continuous increase of the demand for water requires a planned, efficient, sustainable usage of the water sources of our country considering all demands. Because of this reason, a strategy should be developed to make use of the rainwaters in a maximum range. By the rainwater harvesting aiming to develop this strategy, rain water running down the water collecting area is stored in order to use whenever and wherever needed. It is possible that rain water which is recycled with this technique can be used in industrial activities where clean drinking water is not necessary. In industrial activities recycled water can be used as cooling water, boiler feeding water or process water. In this thesis a feasibility study for rooftop rainwater harvesting was done for OSTIM in Ankara taking into consideration of its climate and a computer program doing the projecting calculations developed to help the business owners who are willing to use this system.

Science Code : 705.1.125
Key Words : Industrial rooftop rainwater harvesting, ostim, water
harvesting
Page Number : 156
Adviser : Doç. Dr. Aydın ŞIK

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla ben yönlendiren Hocam Doç. Dr. Aydın ŞIK'a yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım hocam Dr. Boğaçhan BENLİ'ye , ayrıca anket hazırlama ve uygulama sırasında yardımlarını esirgemeyen çok değerli arkadaşlarım Emre ERGİN, Sinan USLU, Fatih BAZILI ve Engin KEKLİK'e, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme ve çok değerli arkadaşım Derya UYSAL'a teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER**Sayfa**

ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xviii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xviii
RESİMLERİN LİSTESİ	xviii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xx
1. GİRİŞ	1
2. SU HASADI	4
2.1. Su Hasadı Nedir?.....	4
2.2. Eski Bir Uygulama	5
2.3. Su Hasadının Temel Bileşenleri.....	8
2.3.1. Su toplama (havza) alanı	8
2.3.2. Depolama	8
2.3.3. Hedef alan	9
3. SU HASADI SİSTEMLERİNE GENEL BAKIŞ.....	10
3.1. Makro Su Toplama Alanı ve Su Taşkın Sistemleri.....	11
3.1.1. Vadi tabanı sistemleri.....	12
3.1.2. Vadi dışı sistemler	18
3.2. Mikro-Su Toplama Alanı Sistemleri.....	24
3.2.1. Çiftlik sistemleri.....	25

Sayfa

3.2.2. Çatı sistemleri.....	38
4. TÜRKİYE’DE SU KAYNAKLARININ KULLANIMI VE SU HASADI	47
4.1. Çatı Yağmur Suyu Hasadı Uygulamaları ve Kullanıldığı Yerler	52
4.2. Dünyadan Çatı Yağmur Suyu Hasadı Teknolojisine İlişkin Örnekler	53
4.3. Ankara’nın Yağış Rejiminin İncelenmesi	54
4.4. Hasat Edilebilir Yağmur Suyu ve Depo Kapasitesini Etkileyen Faktörler .	58
4.4.1. Yağış miktarı	58
4.4.2. Yağış deseni	58
4.4.3. Yağış yoğunluğu	58
4.4.4. Koleksiyon yüzölçümü.....	59
4.4.5. Kayıp katsayısı	59
4.4.6. Depolama Kapasitesi.....	59
4.5. Çatı Yağmur Suyu Hasadı Hesaplama Yöntemleri.....	60
4.5.1. Günlük maksimum yağış ile hesaplama.....	60
4.5.2. Kurak süre boyunca su talebi üzerine hesaplama.....	61
4.5.3. Bir yıldaki yağışlı gün sayısına dayanarak hesaplama.....	63
4.5.4. Karşılaştırmalı hesaplama	64
4.6. Su Toplama Alanı ve Çatı Alanı İlişkisi	67
4.7. Orta Doğu Sanayi ve Ticaret Merkezi (OSTİM)	69
4.7.1. Ostim’in Tanımı ve Yapısı.....	69
4.7.2. Ostim Bölgesinin Su Tarifesi	70
4.8. Ülkemizde Çatı Yağmur Suyu Hasadı Teknolojilerine İlişkin Örnekler	72

Sayfa

4.9.	OSTİM’de Çatı Yağmur Suyu Hasadı Teknolojilerine İlişkin Örnekler	74
5.	MATERYAL VE METOD.....	76
5.1.	Örnekleme.....	76
5.2.	Veri Toplama Aracı.....	77
5.3.	Verilerin Toplanması.....	78
5.4.	Verilerin Değerlendirilmesi.....	79
5.5.	Endüstriyel Çatı Yağmur Suyu Hasadı Hesaplama Bilgisayar Programı ...	79
5.6.	Pilot Proje Hesaplamaları.....	89
5.6.1.	Talaşlı üretim sektöründe en fazla personeli olan işletme için su hasadı hesaplaması	89
5.6.2.	Talaşlı üretim sektöründe en az personeli olan işletme için su hasadı hesaplaması	92
5.6.3.	Saç şekillendirme sektöründe en fazla personeli olan işletme için su hasadı hesaplaması	97
5.6.4.	Saç şekillendirme sektöründe en az personeli olan işletme için su hasadı hesaplaması.....	100
5.6.5.	OSTİM ortalaması için su hasadı hesaplaması	102
6.	BULGULAR.....	110
6.1.	Örnekleme Grubu.....	110
6.2.	Örnekleme Gurubunun Su İhtiyacı	115
6.3.	Örnekleme Gurubundaki İşletmelerin İncelenmesi	124
6.3.1.	Çatı izdüşümü alanı bakımından incelenmesi	124
6.3.2.	Çatı materyali bakımından incelenmesi	129
6.3.3.	İşletmelerin su depolama alanları bakımından incelenmesi.....	132
6.3.4.	İşletmelerin çalışan sayısı bakımından incelenmesi.....	134

	Sayfa
6.4. OSTİM'in Yağmur Suyu Hasadına Bakışı.....	136
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	143
KAYNAKLAR	146
EKLER.....	150
ÖZGEÇMİŞ	156

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Arıtma teknikleri	46
Çizelge 4.1. Kişi başına düşen su miktarına göre değerlendirme ölçeği	47
Çizelge 4.2. Ülkelere göre kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı	48
Çizelge 4.3. Kıtalara göre kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı	48
Çizelge 4.4. Türkiye'nin yıllara göre su kaynakları, su kullanımları ve tahminleri ..	51
Çizelge 4.5. Yağmur suyunun kullanılabilceği yerler	53
Çizelge 4.6. Ankara'nın 1975–2010 yılları arası aylık yağış ortalamaları	56
Çizelge 4.7. Çatı materyaline göre kayıp katsayıları	59
Çizelge 4.8. ASKİ su tarifeleri	71
Çizelge 5.1. Değişkenlerin tanımlama kodları ve değerleri	83
Çizelge 5.2. Pilot uygulama 1'in bilgileri	90
Çizelge 5.3. Pilot proje 1 için aylık ve yıllık toplanabilen su miktarları	90
Çizelge 5.4. Pilot proje 1 için hesaplama sonrası veriler	92
Çizelge 5.5. Pilot uygulama 2'nin bilgileri	93
Çizelge 5.6. Pilot proje 2 için aylık ve yıllık toplanabilen su miktarları	93
Çizelge 5.7. Pilot proje 2 için hesaplama sonrası veriler	96
Çizelge 5.8. Pilot uygulama 3'ün bilgileri	97
Çizelge 5.9. Pilot proje 3 için aylık ve yıllık toplanabilen su miktarları	98
Çizelge 5.10. Pilot proje 3 için hesaplama sonrası veriler	99
Çizelge 5.11. Pilot uygulama 4'ün bilgileri	100
Çizelge 5.12. Pilot proje 4 için aylık ve yıllık toplanabilen su miktarları	101
Çizelge 5.13. Pilot proje 4 için hesaplama sonrası veriler	102

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.14. OSTİM ortalamasının bilgileri.....	103
Çizelge 5.15. OSTİM ortalaması için aylık ve yıllık toplanabilen su miktarları	103
Çizelge 5.16. OSTİM ortalaması için hesaplama sonrası veriler.....	105
Çizelge 5.17. Örneklem gurubundaki tüm işletmelerin hesaplama sonrası verileri	106
Çizelge 6.1. Örneklem grubunun ana faaliyet sektörü dağılımı	110
Çizelge 6.2. İşletmede çalışan personel sayısı	114
Çizelge 6.3. İşletmelerin su giderleri	115
Çizelge 6.4. Çalışanların işletmede duş imkanları	117
Çizelge 6.5. Örneklem gurubunun su kullanım amacı.....	118
Çizelge 6.6. Makinelerde hangi amaçla su kullanılıyor?	119
Çizelge 6.7. Tezgahların su kullanımı.....	120
Çizelge 6.8. Personelin aylık kullanım oranları	121
Çizelge 6.9. İşletmelerin kullandıkları su kaynakları.....	121
Çizelge 6.10. Hangi alternatif su kaynağını kullanıyorsunuz?	122
Çizelge 6.11. Kullandığınız su kaynağı içme suyu olarak kullanılıyor mu?	122
Çizelge 6.12. İşletmenin genel giderleri içerisinde su giderinin payı nedir?	123
Çizelge 6.13. Yıl boyunca suya en çok ihtiyaç duyulan aylar	123
Çizelge 6.14. Su ihtiyacının artış nedeni.....	124
Çizelge 6.15. İşletmelerin üzerinde çatı bulunan alanları	124
Çizelge 6.16. Çatı alanlarına göre aylık ve yıllık su toplama miktarları.....	128
Çizelge 6.17. İşletmelerin çatı materyalleri	129
Çizelge 6.18. İşletmenin çatısı yağmur suyunu bir veya birkaç noktada toplamaya elverişli mi?	131

Çizelge	Sayfa
Çizelge 6.19. İşletmede su deposu mevcut mu?	132
Çizelge 6.20. İşletmede su deposu koyacak alan mevcut mu?	133
Çizelge 6.21. İşletmede çalışan personel sayısı	134
Çizelge 6.22. Daha önce su hasadı tekniğini duydunuz mu?.....	136
Çizelge 6.23. Hangi alternatif su kaynağını kullanıyorsunuz?	137
Çizelge 6.24. Sizce su hasadı tekniği ile depolanan yağmur suyunun kalitesi kullanım suyu olarak nasıldır?.....	137
Çizelge 6.25. Sizce su hasadı tekniği ile sağlanan yağmur suyunun kalitesi içme suyu olarak nasıldır?	138
Çizelge 6.26. Suyun tasarruflu ve çevreye duyarlı kullanımı için getirilecek önerilere nasıl bakarsınız	139
Çizelge 6.27. Suyun tasarruflu ve çevre duyarlı kullanımı için bir bedel ödeyebilir misiniz?.....	139
Çizelge 6.28. Alternatif su kaynağı kullanmak ister misiniz?	140
Çizelge 6.29. Su hasadını uygulamak ister misiniz?.....	140
Çizelge 6.30. Bulduğunuz yerde su kaynaklarının tasarruflu kullanımına yönelik bilgilendirme yapılıyor mu?	141
Çizelge 6.31. OSTİM su tasarrufu ile ilgili önlem almalıdır	141
Çizelge 6.32. Yapılacak yağmur hasadı uygulaması önemli sonuçlar verecektir	142

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Çatı yağmur suyu hasadı sisteminin basit şeması.....	5
Şekil 2.2 . Su Hasadı sisteminin temel bileşenleri	9
Şekil 3.1. Su hasadı yöntemlerinin sınıflandırılması	10
Şekil 3.2 Taşkın hasadı örnek şeması	12
Şekil 3.3. Vadide eğim boyunca inşa edilen Jessour (teras)	18
Şekil 3.4. Su dağıtım sistemi basit şeması	20
Şekil 3.5. Mikro su toplama alanı sistemleri temel bileşenleri	25
Şekil 3.6. Yarı dairesel seddelerin çalışma şekli.....	28
Şekil 3.7. Negarim sistemi basit şeması.....	31
Şekil 3.8. Tunus’da uygulanan bir meskat sistemi şeması.....	36
Şekil 3.9. Çatı yağmur suyu hasadı sistemi temel bileşenleri	39
Şekil 3.10. Çatı yıkama sistemi örnekleri	40
Şekil 3.11. Yaprak tutucu örneği.....	41
Şekil 3.12. Yaprak tutucu örneği.....	42
Şekil 3.13. Temel oluk sistemi.....	42
Şekil 4.1. Türkiye’de sektörlere göre su tüketimi	49
Şekil 4.2. Türkiye’nin yıllara göre su kaynakları, su kullanımları ve tahminleri	50
Şekil 4.3. Araştırma alanına ait ombro-termik diyagram.....	55
Şekil 4.4. 1970–2011 yılları arası Ankara’nın yıllık toplam yağış miktarları	57
Şekil 5.1. Endüstriyel çatı yağmur suyu hasadı hesaplama programı algoritması.....	81
Şekil 5.2. Endüstriyel çatı yağmur suyu hasadı programının görünümü	82
Şekil 5.3. Programın hesaplama sonuç sayfası	88

Şekil	Sayfa
Şekil 6.1. Örneklem grubunun ana faaliyet sektörü dağılımı.....	111
Şekil 6.2. Örneklem grubunun alt sektörler dağılımı.....	113
Şekil 6.3. İşletmelerde çalışan kişi sayıları grafiği	114
Şekil 6.4. Aylık su kullanım oranları	116
Şekil 6.5. Çalışanların işletmedeki düş imkânları	117
Şekil 6.6. İşletmede çalışan kişi sayısı ile su tüketimi arasındaki ilişki.....	120
Şekil 6.7. Örneklem gurubunun su toplama alanları m ²	126
Şekil 6.8. Çatı alanlarına göre toplanan yıllık su miktarları	127
Şekil 6.9. İşletmelerin çatı malzemeleri kullanım oranları	130
Şekil 6.10. Örneklem gurubunun oluk sistemi dağılımı	131
Şekil 6.11. Örneklem gurubunun su deposu bulundurma oranları.....	133
Şekil 6.12. Su deposu bulunmayan işletmelerin su deposu yerleştirebilecekleri mevcut alan oranları	134
Şekil 6.13. İşletmelerin çalışan sayıları grafiği	136

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Ürdün'ün güneyindeki antik Petra kenti'nin yakınındaki Al Baida Dağı kayalıklarına kazılmış su depolama tesisleri.....	6
Resim 2.2. Yemen Aden yakınlarındaki Saharij'de 3000 yıllık halen çalışan bir yağmur suyu hasadı sistemi	7
Resim 2.3 Tunus'taki taş duvarlardan yapılmış geleneksel jessour sistemleri.....	8
Resim 3.1. Suriyedeki ICARDA araştırma istasyonunda küçük çiftlik göleti.....	13
Resim 3.2. Yeterli bir dolu savığı olmadığı için bozulmuş küçük bir toprak gölet	14
Resim 3.3. Mısır'ın kuzeybatısındaki Matrouh'ta vadi tabanı taş duvarları.....	15
Resim 3.4. Vadi tabanı taş duvarları	16
Resim 3.5. Yemen'de jessour (teras) guruplar.....	16
Resim 3.6. Çok eski dönemlere ait Tunus Jessourları (terasları).....	17
Resim 3.7. Yemen'de Jessour sistemleri.....	18
Resim 3.8. Tunus'un güneyindeki işler durumdaki su dağıtım sistemi	20
Resim 3.9. Tunus'un güneyindeki Matmara Dağlarında tipik bir tabia.....	21
Resim 3.10. Yerebatan sarnıcı/İstanbul	23
Resim 3.11. Sarnıçlar, başka hiçbir su kaynağının olmadığı kırsal bölgelerde hayati bir önem taşır.....	23
Resim 3.12. Suriye'nin kuzeyindeki Tel Hadya'da bulunan ICARDA araştırma çiftliğinde yapılan sırtlar	26
Resim 3.13. Ürdün Bozkırının kurak koşullarda çalı formundaki bazı otsu bitkiler için yeterli suyu sağlayan eş yükselti sırtları	26
Resim 3.14. Arazide kademeler halinde dizilmiş yarı dairesel seddeler.....	28
Resim 3.15. Suriye'ninkuzeyinde Atriplex halimus etkili yarı dairesel seddeler	29
Resim 3.16. Mısır'ın kuzey batısındaki kaş şeklindeki teraslar.....	29

Resim	Sayfa
Resim 3.17. Zay sistemi	30
Resim 3.18. Negarim yüzey akış suyunun, bitkinin ihtiyaç duyduğu yerde, havzanın en alt köşesinde toplanmasını sağlar	31
Resim 3.19. Negarim ile düzenlenmiş bir arazi	32
Resim 3.20. Suriye Tel Hadya'daki yüzey akış şeritleri	33
Resim 3.21. Sıra arası sistemleri yağışın az olduğu hafif meyilli arazilerde, tahıllar ve baklagiller için en uygun yöntemdir	33
Resim 3.22. Avustralya'daki bir gölette yüzey akışı toplayan sıra arası sistemi	34
Resim 3.23. Eş yükselti teraslar	36
Resim 3.24. Eş Yükselti teraslar	37
Resim 3.25. Yemen dağlarındaki eski dönemlere ait eşyükselti terasları	38
Resim 3.26. Yaprak filtresi örneği	41
Resim 3.27. Sarnıç örneği	43
Resim 3.28. Sarnıç örneği	44
Resim 3.29. 151 416 Litrelik (151,41 m ³) sarnıç inşaatı	44
Resim 3.30. Su arıtma sistemi örnekleri	45
Resim 4.1. Siemens gebze tesisleri	72
Resim 4.2. Diyarbakır güneş evi	73
Resim 4.3. Borusan oto istinye tesisleri	73
Resim 4.4. YİMKA ostim temsilciliği	74
Resim 4.5. Hansu plastik	75
Resim 6.1. OSTİM'den çatı örneği	130
Resim 6.2. OSTİM'den oluk örneği	132

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

mm	Milimetre
m²	Metrekare
m³	Metreküp
//	Program Açıklama Bölümü

Kısaltmalar

Açıklama

ASKİ	Ankara Su ve Kanalizasyon İşleri
ICARDA	International Center for Agricultural Research in the Dry Areas
KOSGEB	Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme Dairesi Başkanlığı
OSTİM	Ortadoğu Sanayi ve Ticaret Merkezi
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TUSİAD	Türk Sanayici ve İş Adamları Derneği
TWDB	Texas Water Development Board
UN	Birleşmiş Milletler

1. GİRİŞ

Su, yüzyıllar boyunca uygarlıkların kaderini belirleyen temel faktörlerden biri olmuştur. Klasik büyüme teorilerinde dünyamızdaki diğer doğal kaynaklar gibi su da sonsuz olarak kabul edilmekteydi. Ancak, kentleşme ve sanayileşme nedeniyle, doğanın eşik değerleri aşılmaya başlandığı için, doğal kaynakların kirlenme ve tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalınmış; suya yönelik politikaların sürdürülebilirliği de tartışılmaya başlanmıştır. Günümüzde sürekli büyüyen nüfus ve artan su kullanımı nedeniyle, özellikle su bakımından yoksul ülkeler açısından krizin boyutu gün geçtikçe artmaktadır. Gelecekte suyun yerine geçebilecek yapay bir maddenin bulunamayacağı gerçeğinden yola çıkarak, suyun önemi daha da artarak, stratejik kıt bir kaynak olacağı öngörülmektedir. Öte yandan su, gıda güvencesinin en önemli kaynağıdır. Dünyanın günden güne kısıtlı hale gelen su kaynaklarına talep hızla artmakta olup, tarımda kullanılan su miktarı kısıtlanmakta ve dünya gıda güvenliği tehlikeye girmektedir. Hızla artan nüfusun gıda ihtiyacına karşın tarım sektörü sınırlı olan kaynak için sanayi, kentsel ve çevresel kullanımlar ile yarışmaktadır. Tüm kullanıcılarca talep edilen su arttıkça yeraltı suyu tükenmekte, su ekosistemleri kirlenip kalitesiz hale gelmekte ve yeni su kaynaklarının geliştirilmesi günden güne daha pahalı hale gelmektedir [Pamukmengü ve Akkuzu, 2008].

Dünya yüzeyinin %71'i suyla kaplı olup bunun yaklaşık %97'si okyanuslardadır. %2,4'ü buzul ya da kar, %0,6'lık dilimi ise göller ve nehirlere aittir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı, dünyada 1400 milyon km³ su olduğunu belirtiyor. Ancak bu miktarın çok küçük bir oranının (yüzde 1'in altında) kullanılabilir durumdadır [Uzunoğlu ve Boran, 2009].

Yaklaşık 6 milyar dünya nüfusu, yenilenebilir yüzey ve yeraltı su kaynaklarının %54'nü kullanmaktadır. Bugünkü kullanım şartları altında sadece nüfus artışından dolayı 2025 yılında bu değer %70 olacağı öngörülmektedir. Öte yandan kişi başına su kullanımının yaşam standartlarının artmasına paralel olarak zamanla artması durumunda mevcut tatlı su kaynaklarının %90'nın kullanılacağı tahmin edilmektedir. Diğer bütün canlılar için mevcut kaynakların %10'u kalacaktır. Nüfus artışının ve su

kaynaklarının bilinçsiz kullanımı dikkate alındığında ekolojik ve çevresel fonksiyonlar için su kalmayacağı ifade edilebilir [UN/WWAP, 2003; Konukçu ve ark., 2007].

Türkiye, kuraklık ve beraberinde meydana gelecek hastalıklar için en tehlikeli yıl olarak görülen 2025'te, ekonomik olarak su sıkıntısını çekecek ülkeler arasında gösterilmektedir. Türkiye'de nüfus 70 milyon olarak kabul edildiğinde, kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1600 m³/yıl'dır. Bir ülkenin su zengini sayılabilmesi için yılda ortalama kişi başına 10000 m³ su potansiyeline sahip olması gerekir. Su potansiyeli 1000 m³'ten az olan ülkeler "Su Fakiri" kabul edilmektedir. Bulunan 1600 m³/yıl değeri su fakiri olmamakla birlikte Türkiye'nin su kısıtı bulunan ülkeler arasında olduğunu göstermektedir. Ülkemizde nüfusun 2025 yılında 80 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu durumda kişi başına düşecek kullanılabilir su miktarı 1400 m³'e düşecektir [Evsahibioğlu ve ark., 2010].

Türkiye'de kişi başına düşen su miktarı 2011 yılı itibari ile "1430 m³/yıl [Doğan, 2011]" kadardır. Bu, Türkiye'nin su zengini değil; su azlığı çeken ülkeler sınıfına girdiğini göstermektedir. Nüfus artışı, endüstriyel gelişme, su tüketim alışkanlıklarının sürdürülmesi, su kaynaklarının kirletilmesi ve iklim değişikliği gibi nedenlerle, kişi başına düşen su miktarının daha da azalacağı beklenmektedir. Türkiye'nin gelecek kuşaklara sağlıklı ve yeterli su bırakabilmesi için su kaynaklarının çok iyi korunup, akılcı kullanılması gerekmektedir [Kanber ve ark., 2010]

Bir taraftan sürekli azalan kullanılabilir su kaynakları, diğer taraftan suya talebin süreklilik arz eden bir artış eğilimine girmesi, ülkemizin sahip olduğu su kaynaklarının tüm talepleri esas alan planlı, etkili ve sürdürülebilir kullanımını gerektirmektedir [Karakaya, Gönenç, 2008].

İçme, endüstri ve tarım içinsu kıtlığıoluşturduğunda büyük bir miktarparaharcamanınhiçbir faydasıyoktur [Sivanappan, 2006].

Bu nedenle yağmur sularından maksimum faydalanacak bir stratejinin geliştirilmesi gerekmektedir. Yağış sularından maksimum fayda sağlayacak bir strateji geliştirmeyi amaçlayan su hasadı yöntemi, yağmur sularının ve yüzey akışa geçen suların toplanıp biriktirilmesi ile gerekli suyun sağlanması olarak tanımlanabilir [Oweis ve ark., 2001].

Su hasadı tekniği ile geri kazanılmış suyun özellikle içme suyu kalitesinde su gerektirmeyen endüstriyel faaliyetlerde kullanılması mümkündür. Geri kazanılmış su endüstrilerde; soğutma suyu, kazan besleme suyu ve proses suyu olarak kullanılabilir [Karakaya ve Gönenç, 2008].

Bu tezin amacı;OSTİM bölgesi için çatı yağmur suyu hasadı sisteminin fizibilitesini yapmak, bu sistemi kullanmak isteyen işletme sahipleri için ihtiyaç duyulacak depo boyutunu, kullanım amacına göre proje maliyetini ve toplam tüketiminyagmur suyundan karşılama oranını belirleyip sistemin projelendirme hesaplamalarını yapan bir bilgisayar programı ile uygulamanın yaygınlaşmasını sağlayarak mevcut tatlı su kaynaklarımızın korunmasına yardımcı olmaktır.

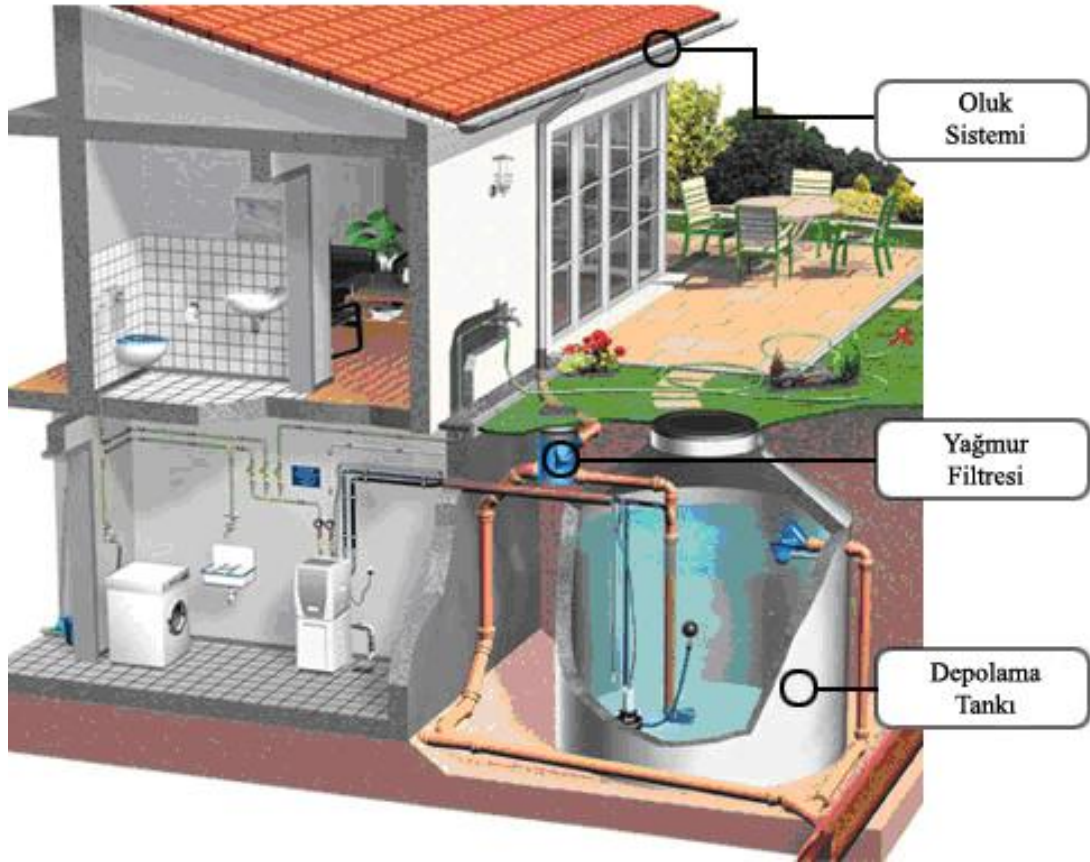
2. SU HASADI

2.1. Su Hasadı Nedir?

Yağış sularından maksimum fayda sağlayacak bir strateji geliştirmeyi amaçlayan su hasadı yöntemi, yağmur sularının ve yüzey akışa geçen suların toplanıp biriktirilmesi, bitkisel ve hayvansal üretim için gerekli olan suyun temini ile evsel tüketim için gerekli suyun sağlanması olarak tanımlanabilir [Pamukmengü ve Akkuzu, 2008].

Su hasadı kurak veya kurak bölgelerde, akarsulardan ya da kuyulardan verim alınmadığı zamanlarda çeşitli amaçları için kullanılabilir. Su toplama sistemleri; insanlar, çiftlik hayvanları veya yaban hayatı için içme suyu temini olarak, giderek artan şekilde bitkileri için ilavesi sağlayabilir. Çoğu zaman, gerekli su, büyük bir enerji harcaması olmadan elde edilebilir [Frasier, 1980].

Yağmur suyu hasadı yağmur suyunun doğrudan toplanıp kullanılması olarak tanımlanabilir. Yağmur suyu çatılardan veya yüzeyden olmak üzere iki farklı teknikle toplanmakta ve içme suyu, sulama ve temizlik vb. amaçlar için kullanılabilir. Toplanan sular zemin çökmesini önlemek, yer altı su kaynaklarını beslemek vb., amaçlar için yer altına da sızdırılmaktadır. Bu teknik Asya ve Afrika ülkelerinde antik çağdan beri kırsal alanlarda içme suyu temini amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır [UNEP-IETC, 1998].



Şekil 2.1. Çatı yağmur suyu hasadı sisteminin basit şeması

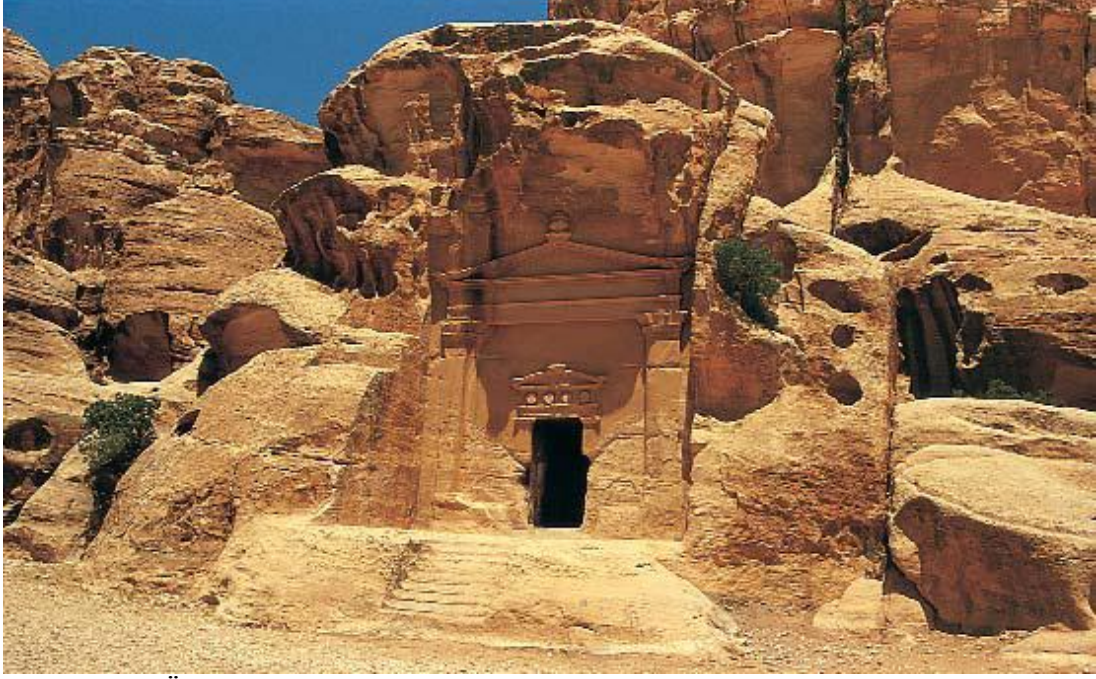
2.2. EskiBirUygulama

Su toplama ilkeleri yeni değildir. Bu teknikler Ortadoğu’da Ural ve diğer uygarlıklar tarafından milattan önce 4500 gibi erken zamanlarda kullanılmıştır [Frasier, 1980].

Eski dönemlerde özellikle su sıkıntısının hissedildiği bölgelerde yaygın olarak görülen sarnıç sistemleri ile yağmur suyu toplanılarak kullanılmaktaydı [Şahin ve Manioğlu, 2011].

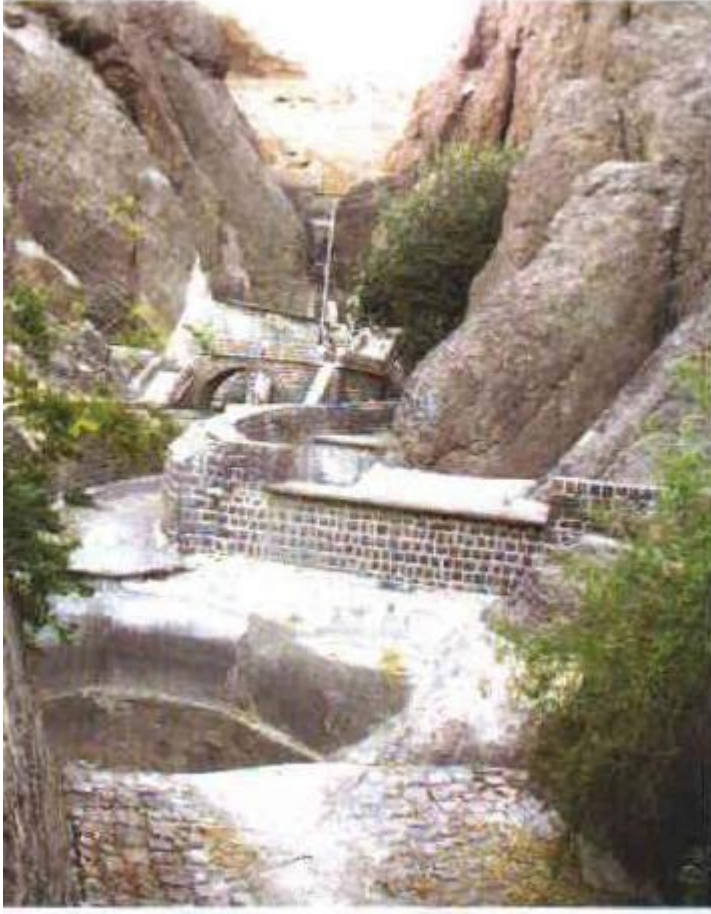
İnsanlar kurak alanlarda yaşamaya ve ürün yetiştirmeye başladıklarından beri, su hasadı yöntemi uygulanmaktadır. Kısa ömürlü akarsular, vadi yataklarındaki su birikintileri ve sarnıçlar insanların kurak ve yarı kurak alanlarda uzun yıllardan beri geçimlerini desteklemiştir. Şehirlerin büyüüp gelişmesini bile bu sistem bağlamıştır. Dünyanın kurak

bölgelerindeki milyonlarca hektarlık alan, su hasadı yöntemi kullanılarak ekilmiştir, ancak çeşitli nedenlerden dolayı bu uygulama azalmıştır [Oweis ve ark., 2001].



Resim 2.1. Ürdün'ün güneyindeki antik Petra kenti'nin yakınındaki Al Baida Dağı kayalıklarına kazılmış su depolama tesisleri [Oweis ve ark., 2001]

Necef Çölü'nde yüzey akışını tarımda kullanmanın izleri, yaklaşık olarak M.Ö. 10.yüzyıla kadar görülmektedir. Yemen'de en azından M.Ö. 1000 yıllarında yapılan sistemde yüzey akış suyu saptırılarak 20000 hektarlık alanda sulama yapılmasıyla üç yüz bin gibi bir nüfusu beslemeye yetecek kadar mahsul üretilmiştir. Yemen'de güney Tihama'da, tarımda yüzey akış geleneksel olarak sorgum üretiminde kullanılmaktadır. Pakistan'ın Baluchistan eyaletinde, *khuskaba* ve *sailaba* sistemleri eski zamanlardan bu yana hala kullanılmaktadır [Oweis ve ark., 2001].



Resim 2.2. Yemen Aden yakınlarındaki Saharij’de 3000 yıllık halen çalışan bir yağmur suyu hasadı sistemi [Oweis ve ark, 2004]

Roma donemi öncesindeki zamanlarda bile su hasadı tekniklerinin kapsamlı olarak Kuzey Afrika'da uygulanmakta olduğunu görmekteyiz. Arkeologlar, "Roma imparatorluğu tahıl ambarlarının" zenginliğinin, büyük oranda yüzey akışın tarımda kullanılmasına dayandığını ortaya çıkarmışlardır. Fas'ın Anti Atlas bölgesinde hala çok çeşitli su hasadı teknikleri uygulanmaktadır. Tunus'ta *meskat*, *jessour* ve *mgoud* olarak bilinen, eğimler ve duvarlar kullanılarak yapılan, su hasadı sistemleri çok eskilere dayanır ve hala uygulanmaktadır. Mısır'ın kuzeybatı kıyılarında ve SinaÇölü'nün kuzeyinde eski bir gelenek olarak sarnıç ve vadi tabanı tarımı kullanılmaktadır [Oweis ve ark., 2001].



Resim 2.3Tunus'taki taş duvarlardan yapılmış geleneksel jessour sistemleri [Oweis ve ark., 2001]

2.3. Su Hasadının Temel Bileşenleri

Su hasadı sistemlerinin ana bileşenleri şöyledir:

2.3.1. Su toplama (havza) alanı

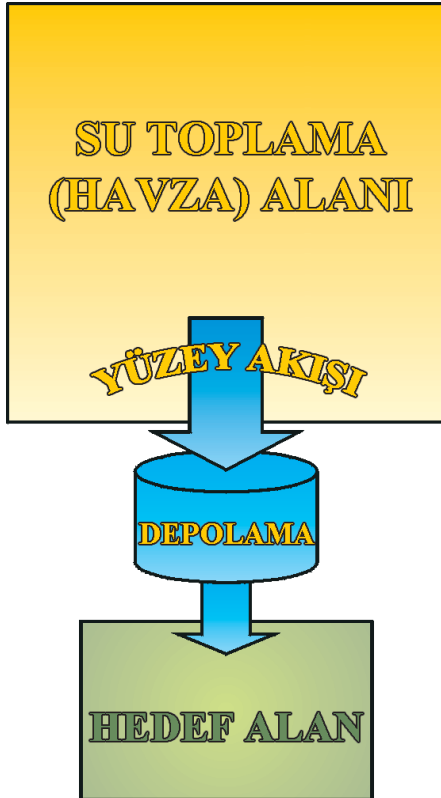
Kendisinin dışındaki bir hedef alana katkıda bulunmak için arazinin, kendi payına düşen yağmur suyunun bir kısmını ya da tamamını veren bir bölümdür. Su toplama alanı, birkaç metrekare kadar küçük ya da birkaç kilometrekare kadar geniş olabilir. Tarım arazisi, taşlık ya da marjinal arazi, hatta çatı üstü ya da şose yol bile su toplama alanı olabilir [Oweis ve ark., 2001].

2.3.2. Depolama

Yüzey akış suyunun biriktirildiği ve kullanılacağı zamana kadar tutulduğu yerdir. Yüzey göletleri, sarnıç gibi yeraltı göletleri, toprak nemi olarak toprak profili ve su dönüşümlü aküferler de depo olabilir [Oweis ve ark., 2001].

2.3.3. Hedef alan

Hasat edilen suyun kullanıldığı alandır. Tarımsal üretimde hedef, bitki ve hayvanlar iken, evsel kullanımda insan ya da işletme ve ihtiyaçları hedeftir[Oweis ve ark., 2001].

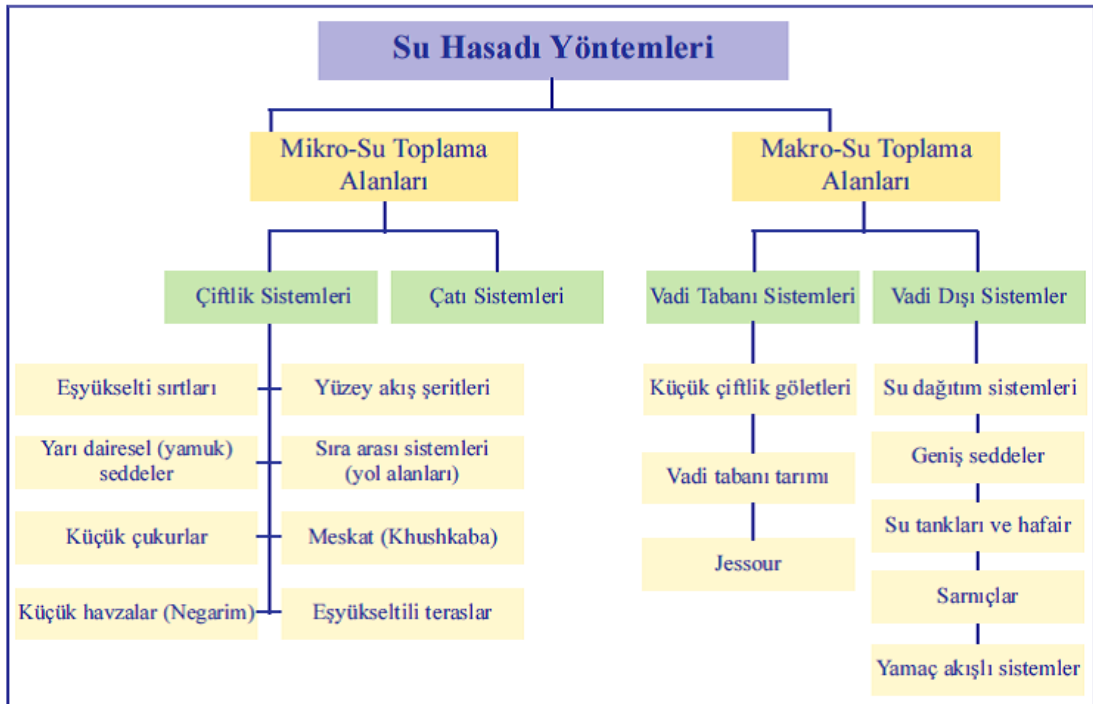


Şekil 2.2.Su Hasadı sisteminin temel bileşenleri

3. SU HASADI SİSTEMLERİNE GENEL BAKIŞ

Dünya üzerinde uygulanan su hasadı yöntemleri farklı olduğu gibi, sınıflandırmalar ve isimlendirmelerde yöresel olarak değişebilmektedir [Pamukmengü ve Akkuzu, 2008].

Çok eski bir gelenek olması ve de dünyanın birçok kurak alanında binlerce yıldır kullanılması nedeniyle, su hasadı uygulamasında çok sayıda farklı teknik geliştirilmiştir. Bunların çoğu sulama amaçlı iken, diğerleri de insan ve hayvanlar için su muhafaza etmek üzere geliştirilmiştir. Aynı teknikler bazen farklı bölgelerde farklı isimle, farklı teknikler ise benzer isimlerle anılır. Su hasadı yöntemleri birkaç şekilde, çoğunlukla kullanım ya da depolama çeşidine göre, sınıflandırılır ancak kullanılan en yaygın sınıflandırma su toplama alanı büyüklüğüne dayanır [Oweis ve ark., 2001].



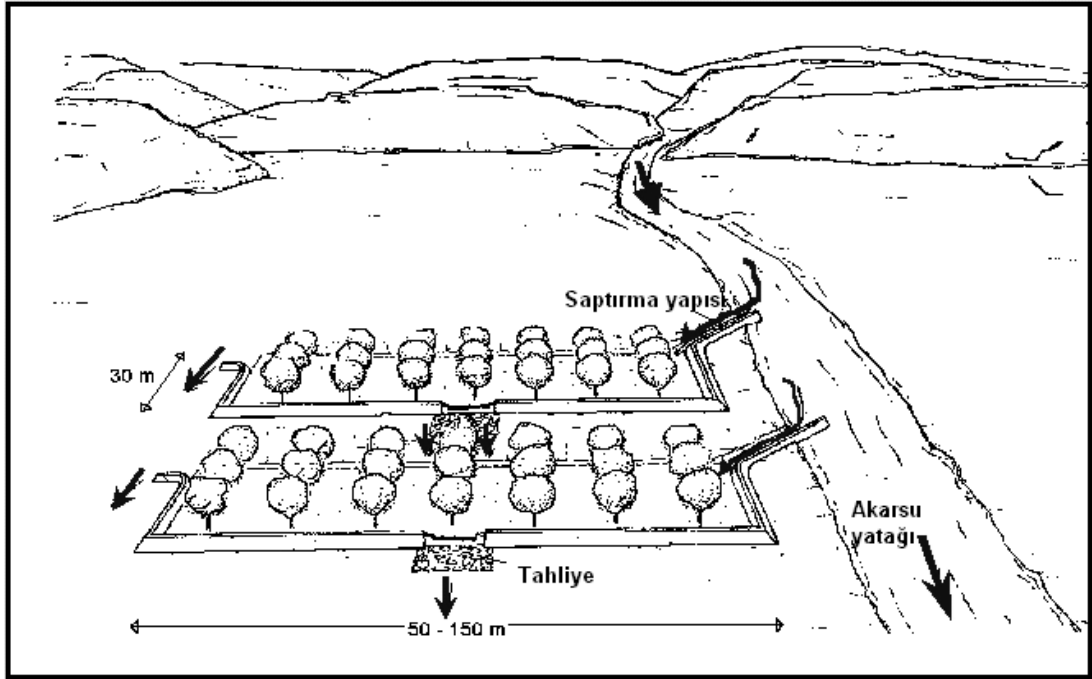
Şekil 3.1.Su hasadı yöntemlerinin sınıflandırılması [Oweis ve ark., 2001]

3.1. MakroSu ToplamaAlanıve Su TaşkınıSistemleri

Makro havza su hasadı yönteminde, mikro havza su hasadı yönteminde olduğu gibi, toprak yüzeyinde meydana gelen akış toplanır. Anılan yöntemde, ekim alanının yüzey akış katsayısını artırıcı önlemler alınabilir. Öte yandan, toplanan su çoğunlukla toprakta biriktirilir ve fazla su uzaklaştırılır. Havza alanının eğimi %5–50 arasındadır. Ekim yapılan alan teraslar halinde ya da düz bir arazidir[Pamukmengü ve Akkuzu, 2008].

Taşkın suyu, ağaçlandırma için kurak dünyanın birçok kısmında kullanılmaktadır. Taşkın suyu hasadı, büyük bir vadide (geçici bir akarsu yatağı) yüzey akış suyunun aktığı kilometrelerce büyüklükte bir alanı, daha karmaşık baraj ve dağıtım şebekelerini gerektiren sistemleri kapsamaktadır. Taşkın suyu hasadı teknikleri zaten birkaç bin yıldır uygulanmaktadır ve sistemler Kuzey Batı Meksika, Pakistan, Tunus, Kenya, Çin vb. ülkelerde bulunmaktadır [Prinz, 2001].

Taşkın hasadı yönteminde, düzensiz mevsimlik akarsu akışının toplanması söz konusudur. Dağıtım sistemi ve su bentlerinin oluşturulması karmaşıktır. Yöntemde, fazla su uzaklaştırılır ve su; havuz, rezervuar ya da toprakta depolanır (Şekil 3.2). Yöntem, ani taşkınların yol açtığı zararı azaltır, bitkisel üretim için gerekli beslenmesini sağlar. Yıllık yağış miktarının 300mm. den fazla olduğu yerlerde uygulanmaktadır, ancak depolama sözkonusu ise bu değer 150 mm/yıl veya daha fazla olmalıdır [Pamukmengü ve Akkuzu, 2008].



Şekil 3.2 Taşkın hasadı örnek şeması [Pamukmengü ve Akkuzu, 2008]

3.1.1. Vadi tabanı sistemleri

Vadi yatağına küçük çiftlik rezervuarları, Jessour denilen vadi yatağı seddeleri inşa edilmekte ve çeşitli vadi yatağı işleme teknikleri kullanılmaktadır [Örs ve ark., 2011].

Küçük çiftlik göletleri

Arazilerinde vadi bulunan çiftçiler, eğer uygun yerleri var ise, vadi boyunca akan yüzey akışın tamamını veya bir kısmını depolamak amacıyla küçük çiftlik göletleri inşa edebilirler [Oweis ve ark., 2001].

Toplanan su, ürünlerin sulanmasında ya da evsel ihtiyaçları ve hayvanların gereksinimleri için kullanılabilir. Bu göletler çoğunlukla küçüktür fakat kapasiteleri bazen 1000m^3 'ten 500000m^3 'e kadar olabilir. Bunların planlanmasında, projelendirilmesinde ve inşasında bir mühendisin yardımı gerekebilir. Burada en önemli unsur, vadiden geçebilecek en yüksek akış için uygun kapasiteli bir dolu savağın var olmasıdır. Batı Asya Çölünde inşa edilmiş olan küçük çiftlik göletlerinin çoğu dolu

savağın olmamasından ya da yeterli kapasiteye sahip olmamasından dolayı su taşkını tarafından yıkılmıştır. Küçük çiftlik göletleri bozkır alanlar için çok etkilidir. Göletler bütün tarımsal ürünlere su sağlayabilir ve üretimi artırır, istikrarlı hale getirir. Dahası, çevreye de olumlu katkılar sağlamaktadır. Su kullanım oranını ve gölet kapasitesini maksimuma çıkarmak, sızmaları ve buharlaşmayı minimize etmek için (hayvanlar ve içmek için gereken su hariç) toplanan suların mümkün olabildiğince kısa zamanda pompalanarak bitki kök bölgesinde depolanması uygundur. Bu, daha fazla randıman almak için, gölette biriken suyun tamamını yazlık bitkilerin tüm su ihtiyacını karşılamak üzere ayırmaktansa, kış yağışlarının olduğu dönemde kışlık bitkilerin destek sulaması için kullanılması anlamına gelir [Oweis ve ark., 2001].



Resim 3.1. Suriyedeki ICARDA araştırma istasyonunda küçük çiftlik göleti [Oweis ve ark., 2001]



Resim 3.2.Yeterli bir dolu savagı olmadığı için bozulmuş küçük bir toprak gölet [Oweis ve ark., 2001]

Vadi tabanı tarımı

Düşük meyilli vadi tabanlarında bu teknik çok yaygındır. Su hızının düşük olması sonucunda taşınan sediment genellikle vadi tabanına çökelir ve iyi tarım alanları ortaya çıkar. Bu olay doğal olabileceği gibi, vadiyi kesecek şekilde suyun hızını kırıp sedimenti tabana çökeltecek küçük setler veya bentler inşa ederek de elde edilebilir. Vadiyi kesen duvarlar genellikle bir metreden yüksek değildir. Geçirgen taş duvar olarak inşa edilmesi ve su taşkınına karşı tel kafesle güçlendirilmesi tercih edilir. Duvarın üst yüzeyi, arkasında düzgün bir arazi elde etmek için tamamen aynı seviyede olmalıdır. Böylece suyun fazlasının aynı yükseklik boyunca taşması sağlanacaktır. Vadi tabanı boyunca duvarlar arası mesafe, duvarın yüksekliğine ve vadi tabanının eğimine göre belirlenir. Vadi tabanındaki toprak verimli ve de su yeterli olduğundan incir, zeytin, hurma ve diğer ekonomik değeri yüksek meyve ağaçları için bu teknik çok yaygındır. Duvarlar bu marjinal alanlarda yetişebilecek ürün çeşidini artırır [Oweis ve ark., 2001].



Resim 3.3. Mısır'ın kuzeybatısındaki Matrouh'ta vadi tabanı taş duvarları [Oweis ve ark., 2001]

Bu tür su hasadı yöntemlerinde ana problem maliyet ve duvarların onarımıdır. Su hasadının evsel kullanım için yapıldığı BAKA bölgesinde son zamanlarda artış gösteren diğer bir sorun ise, vadi tabanına daha az yüzey akışın ulaşmasıdır, bu durum mansaptaki bitkilerin yeterince su alamamasına sebep olmaktadır. Bu koşullar altında, entegre havza geliştirme yaklaşımı ile adil bir su dağılımına karar verilmelidir [Oweis ve ark., 2001].



Resim 3.4. Vadi tabanı taş duvarları

Jessour (teras)

Yamaçların eteğinde ve yamaçlık derekanları arasında inşa edilen toprak, kaya, ya da kafes şeklinde yapılmış küçük barajlar, jessour sistemini oluşturur [Prinz, 2001].



Resim 3.5. Yemen'de jessour (teras) grupları [Bruggeman ve Oweis, 2005]

Jessour terimi Tunus'un güneyinde, nispeten dik vadilerde eğim boyunca ve eğime dik konumda inşa edilen duvarları tanımlayan Arapça bir terimdir. Bu sistem ya eğim ayaklarında veya mevsimlik akarsu kanalları içinde inşa edilen, toprak, kaya ya da kum sepetlerinden yapılan küçük barajlardan ibarettir [rs ve ark., 2011].



Resim 3.6. Çok eski dönemlere ait Tunus Jessourları (terasları)[Oweis ve ark., 2001]

Jessour sistemi bir bariyer, teras ve toplama alanından ibaret hidrolik ünitedir. Bariyer, sediment ve yüzey akış suyunu tutmaktadır. Aşırı suyun tahliyesini sağlayan ana ve lateral dolu savaklarla donatılmışlardır. Teras, bitkiler için ayrılmış alan olup, sediment birikimiyle zamanla meydana gelmektedir. Bariyer yakınlarında genellikle zeytin, incir, badem ve hurma gibi meyve ağaçları ve baklagil bitkileri (bezelye, nohut, mercimek, bakla) yetiştirilir. Geriye kalan alan tahıl kültüründe kullanılır. Su toplama alanı ise doğal su yollarını içermektedir. Bitki ekim alanı 0,2-5 ha aralığındadır ve havza alanının ekim alanına oranı 100:1 den 10000:1 e kadar değişmektedir [rs ve ark., 2011].



Resim 3.7. Yemen’de Jessour sistemleri [Bruggeman ve Oweis, 2005]



Şekil 3.3. Vadide eğim boyunca inşa edilen Jessour (teras)

3.1.2. Vadi dışı sistemler

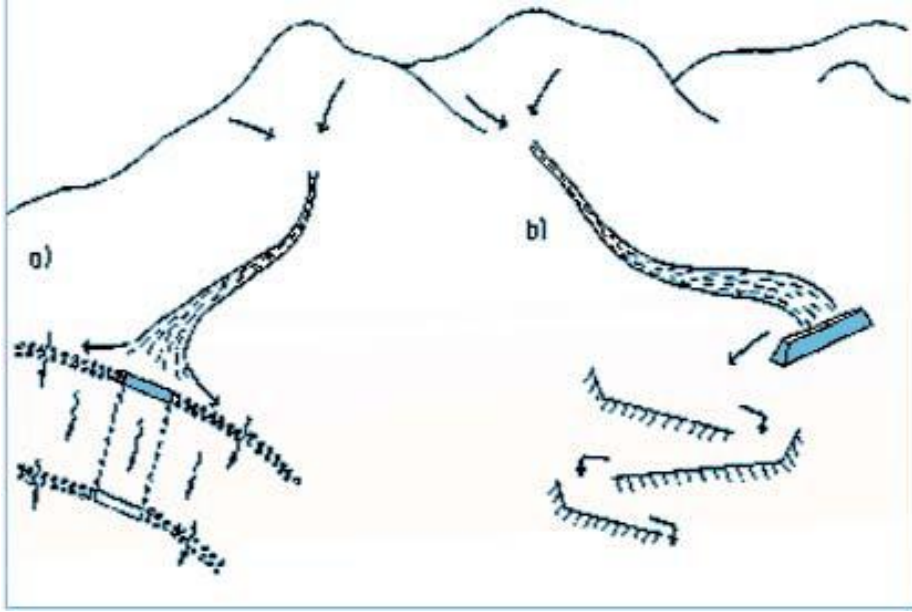
Vadi dışı sistemlerde hasat edilen yağmur suyu, vadi tabanı dışında uygulanır. Yapılar, vadideki suyu doğal akış alanından çıkarıp, yakındaki tarıma uygun olan alanlara akmasını

sağlamak için kullanılabilir. Benzer yapılar vadi tabanı dışındaki su toplama alanlarından yağmur suyu toplamak için de kullanılabilir. Kapalı vadi tekniklerinin en önemlileri aşağıda verilmiştir[Oweis ve ark., 2001].

Su dağıtım sistemleri

"Su taşkını saptırma" olarak da adlandırılan bu teknikte, vadiden akan suyun bir kısmını doğal akış alanından çıkması sağlanır, ardından yakındaki alanlara yönlendirilir ve yetiştirilen ürünlere uygulanır. Su yalnızca bitkilerin kök bölgelerinde depolanır, diğer bir deyişle yağış miktarına destek olur. Suyun akış yönünün değiştirilmesi, genellikle vadi tabanındaki su tablasını yükseltip akışın yerçekimiyle vadinin bir ya da iki tarafına dağıtılmasını sağlayan yapılarla gerçekleştirilir. Akış, eşyükselti eğrisinin biraz dışında, vadi patikasının uzağında yapılmış küçük su arkları sayesinde yönlendirilir. Su dağıtımı nispeten hafif eğimli düzgün araziler gerektirir. Tarım arazileri bitki yetişme periyodu için yeterli su biriktirmek amacıyla teraslanarak, su arklarıyla bölümlere ayrılabilir. Ancak, toprak yeterli suyu depolayabilecek derinlikte olmalıdır.

Bu sistem, su taşıma kanalı ve yapısı için uygun bir yerleşim, tasarım ve inşaa gerektirdiği için bir mühendisin uzmanlığına ihtiyaç duyulabilir. Yapı, su akışını taşıyabilecek kadar sağlam ve akışın gerekli kısmını dağıtmaya yetecek bir yükseklikte olmalıdır. Dağıtım yapılan için taş ya da beton gibi farklı malzemeler kullanılmaktadır. En dayanıklı yapılar, taş dolgu tel kafesten yapılanlardır[Oweis ve ark., 2001].



Şekil 3.4. Su dağıtım sistemi basit şeması



Resim 3.8. Tunus'un güneyindeki işler durumdaki su dağıtım sistemi

Geniş seddeler

Bu tekniğin Rabla ve tabia olarak farklı isimlendirmeleri mevcuttur. Bu teknik yağmur mevsiminde büyük dağlardan ve geniş yüzeylerden gelen uların hasat edilmesinde kullanılır [Oweis ve ark, 2004].

Tunus'ta *tabia* olarak da adlandırılan bu sistem geniş yarım daire, yamuk veya açık V şeklinde toprak seddelerden oluşur. Her bir seddenin şevleri arasındaki mesafe yaklaşık 10–100 m uzunluğunda ve 1–2 m yüksekliğindedir. Seddeler, çoğunlukla eğime paralel olarak uzunlamasına sıralanır. Eşyükselti eğrisi boyunca bitişik seddeler arasındaki mesafe çoğunlukla seddenin uzunluğunun neredeyse yarısı kadardır. Seddenin şevleri, bu noktalarda çoğunlukla aşırı akış olacağı için, erozyona karşı korunmalıdır. Geniş seddeler çoğunlukla makinelerle, çok seyrek olarak da elle inşa edilirler. [Oweis ve ark., 2001].



Resim 3.9. Tunus'un güneyindeki Matmara Dağlarında tipik bir *tabia* (geniş sedde)

Geniş yarı dairesel seddeler çok miktarda su biriktirebilir, fakat aşırı yağış durumunda seddeler yıkılabilir; bu nedenle yüksek yağış durumunda güvenliği sağlayacak koruma seddeleri de planlanmalıdır. Seddelerin yıkılması bakımından en tehlikeli dönem yapımından hemen sonraki, stabilizenin henüz oluşmadığı dönemdir. Herhangi bir çatlak ya da kırık hemen tamir edilmelidir. Bu sistemler bölgede doğal olarak var olmadığından, sistemin araziye uyumu sorunlu olabilir [Oweis ve ark., 2001].

Havuzlar (su tankları) ve hafair

Su tankları genellikle vadilerden saptırılarak ya da geniş bir su toplama alanından yüzey akış alan eğimli alanlarda yerin kazılmasıyla elde edilen, topraktan yapılmış su biriktirme alanlarıdır. Kuzey Afrika'da "Roma Havuzları" olarak da bilinirler ve genellikle de taş duvarla inşa edilirler. Bu havuzların kapasitesi birkaç bin metreküpten başlar (bu tiplere bu bölgede *hafair* denir) ve on binlerce metreküplere kadar uzanır. Bu havuzlar Hindistan'da da çok yaygındır ve yaklaşık üç milyon hektar arazi bu yolla sulanmaktadır. BAKA bölgesinde, özellikle de Sudan, Ürdün ve Suriye'de daha küçük havuzlar çok yaygındır. İnsan ve hayvanların su ihtiyacını karşılamakta kullanılırlar [Oweis ve ark., 2001].

Sarnıçlar

Şehir, kasaba ve köylerin su ihtiyacı yağış, yerüstü ve yer altı sularından temin edilmektedir. Yağmur suları sarnıç adı verilen depolarda toplanmaktadır. Sarnıçlar genellikle yere gömülü olarak ve su sızdırmayacak biçimde yapılırlar. Çatı, teras ve temiz beton avlulardan toplanan sular sarnıca verilmektedirler. Sarnıca verilen yağmur suyunun kumdan süzülmesi gerekmekte olup bu amaçla silis kumu kullanılmaktadır. 1/3 kadar çakıl üst tarafı ince bir kumdan meydana getirilmiş yaklaşık olarak 1m yüksekliğinde bir kum süzgeci iyi sonuç vermektedir [Şahin ve Manioğlu, 2011].

Su sıkıntısının çokça görüldüğü ve artan nüfus ihtiyaçlarını karşılamak için çeşitli suyolları ile beslenen İstanbul şehrinde geleneksel sarnıçlara ait pekçok örnek bulunmaktadır. Sarnıçların en bilinen örnekleri 336 sütunlu İmparator Sarnıcı (Yerebatan Sarayı), 224 sütunlu Pileksenus Sarnıcı (Binbirdirek) ve Acımusluk Sarnıcı'dır. Bunun yanı sıra eski dönemlerde sınırlı su kaynaklarının nüfusa yetersiz gelmesi nedeniyle özellikle tarihi yarımada konutların ya da sarayların bodrum katları sarnıç olarak kullanılmışlardır [Şahin ve Manioğlu, 2011].



Resim 3.10. Yerebatan sarnıcı/İstanbul [İncebel , 2012]



Resim 3.11. Sarnıçlar, başka hiçbir su kaynağının olmadığı kırsal bölgelerde hayati bir önem taşır [Oweis ve ark., 2001]

Yamaç-akış sistemleri

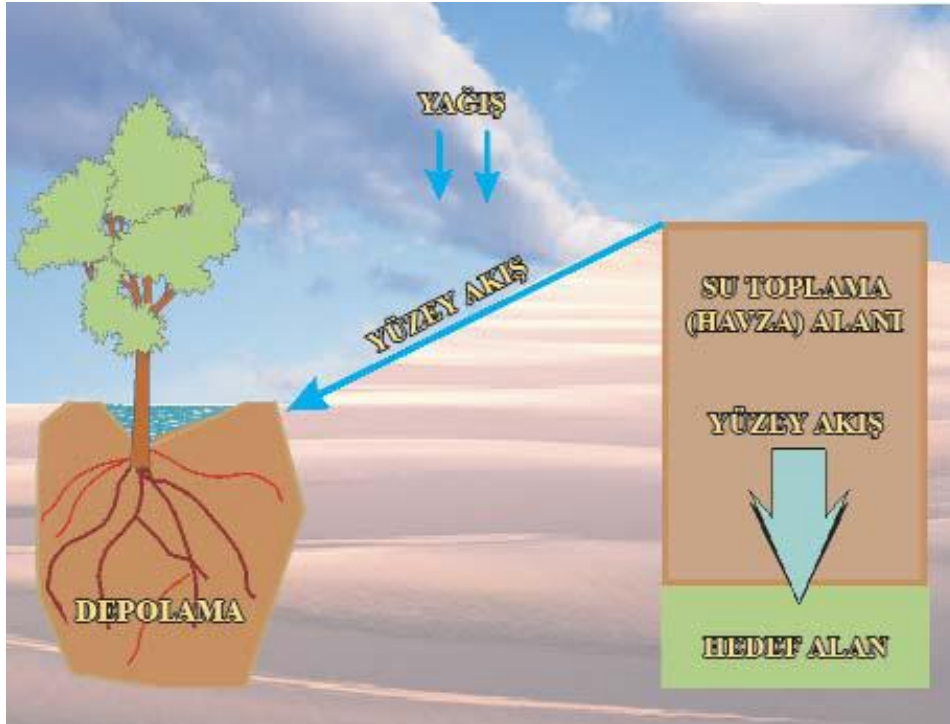
Yamaç kanal sistemlerinde küçük taşıma kanalları, uzun eğimlerden tepe ayağındaki ekili alanlara suyu yönlendirmektedir. Bu teknik, 200–600 mm lik yıllık yağışlı ve

%10'u aşan eğimlerde uygulanabilir. Aşırı suyun uzaklaştırılması gereksinimi bulunduğu gibi yapıların sağlam olması zorunluluğu da bulunmakta ve iyi bir planlama gerektirmektedir [Prinz, 2001].

Pakistan'da bu teknik, "*slaba*"ya da eski deyimle "*sailaba*"olarak adlandırılır. Yüzey akış suyu, eğimli arazinin hemen tabanındaki düz tarlalara, küçük oluk ya da arklar vasıtasıyla yönlendirilir. Tarlalar tesviye edilmiştir ve fazla suyun diğer tarlaların akış yoluna drene olması için bir dolu savağı olan setlerle çevrelenmiştir. Sırasıyla bütün tarlalar doldurulduğu zaman, suyun tekrar vadiye ulaşmasına izin verilir. Bu sistemde, birkaç besleyici kanal planlandığı zaman, dağıtım havzaları kullanışlıdır. Çıplak ya da seyrek olarak bitkilendirilmiş yamaç veya dağlık alanlardan gelen yüzey akışın kullanılması için ideal bir sistemdir [Oweis ve ark., 2004], [Oweis ve ark., 2001].

3.2. Mikro-Su Toplama Alanı Sistemleri

Mikro havza su hasadı yönteminde; toprak yüzeyinde oluşan yüzey akışı toplanır. Yüzey akış alanının ve ekim alanının boyutları küçüktür, bu değer 1–1000m² arasında değişiklik göstermektedir. Yüzey akış ve ekim alanı birbirine bitişiktir, su bitki kök bölgesinde depolanır. Bu yöntemle ağaç, çalı ve tek yıllık bitkiler yetiştirilebilir, fazla su için bir önlem alınmaz. Yüzey akış alanının ekim alanına oranı 1:1 ile 10:1 arasında değişen yöntemde, mikro havzalar sıralar halinde oluşturulmaktadır [Pamukmengü ve Akkuzu, 2008].



Şekil 3.5. Mikro su toplama alanı sistemleri temel bileşenleri

3.2.1. Çiftlik sistemleri

Çiftlik mikro-su toplama alanlarını planlamak basittir ve düşük maliyetle inşa edilebilmeleri uygulanabilirliklerini ve adaptasyonlarını kolaylaştırır. Mikro-su toplama alanları, makro-su toplama alanlarına göre daha yüksek yüzey akış randımana sahiptir ve genellikle su taşıma sistemine de ihtiyaç duymazlar. Mikro-su toplama alanları, toprak erozyonunun kontrol altına alınmasını ve sedimentlerin ekili alanda birikmesini sağlar. Her türlü eğimli ve ekilmiş alana uygun mikro-su toplama alanı teknikleri vardır. Bununla birlikte, bu sistemler genellikle sürekli bakım ve nispeten yüksek iş gücü gerektirirler [Oweis ve ark., 2001].

Eşyükselti sınırları

Yıllık yağışın 300–600 mm, eğim değerinin % 1–25 arasında olduğu alanlarda kullanılmaktadır. Toprak seddeler taş malzemeye güçlendirilebilir. Havza alanının

boyutları 50–100 m², ekim alanının boyutları 10–20 m²dir. Sonuçta havza alanının ekim alanına oranı yaklaşık 5:1 dir. Bunlar 5 ile 20 m aralıklarla yan yana eşyükselti eğrisi boyunca inşa edilen seddelerdir. Sırtların üzerinde kalan kısım bitkisel üretim, geri kalan kısım ise, su toplama alanı için ayrılmıştır. Eşyükselti sırtları, az eğimli bozkır alanlarda yem bitkileri, çim ve dayanıklı ağaçlar için, yarı kurak iklimlerde ise, sorgum, çavdar, fasulye ve börülce için uygun bir tekniktir [Örs ve ark, 2011].



Resim 3.12. Suriye'nin kuzeyindeki Tel Hadya'da bulunan ICARDA araştırma çiftliğinde yapılan sırtlar [Oweis ve ark., 2001]



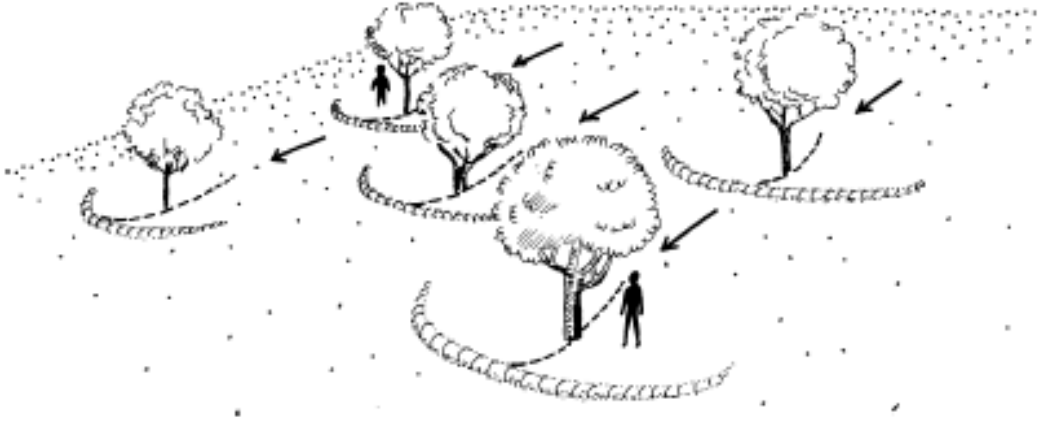
Resim 3.13. Ürdün Bozkırının kurak koşullarda çalı formundaki bazı otsu bitkiler için yeterli suyu sağlayan eş yükselti sırtları

Eşyükselti sırtlarının bir özel biçimi de hafif meyillerin üzerine taşlarla seddeler yapmaktır. Taşla yapılan seddeler geçirgen yapılardır ve akışı yavaşlatıp suyun yeraltına sızmasını artırırlar. Toprak kazılarak seddenin memba tarafına eklenmesiyle sedde, geçirimsiz bir eşyükselti sırtına dönüştürülebilir. Bu teknik, yan kurak alanlarda, bazen diğer tekniklerle örneğin “zay”teknikiyle beraber kullanılabilir. Bu taş/kaya seddeler, sadece büyük taşların bulunduğu yerlerde kullanılabilir[Oweis ve ark., 2001].

Yarı dairesel ve yamuk seddeler

Yarı dairesel setler kontur üzerindeki setler gibidir setler yarı dairesel setlerdir. Yarı dairesel setler, farklı boyutlarda, özellikle meraların ıslahı ve yem bitkileri üretimi için kullanılmaktadır. Bu teknik aynı zamanda ağaç yetiştirme ve bazı durumlarda çalılar için yararlı olduğunu için bazı ağaçların yetiştirilmesinde kullanılmaktadır [Moges, 2004]

Genellikle çayır mera alanlarının iyileştirilmesinde, çalı bitkileri ve sebze tarımında, ağaçlandırmada özellikle badem ağacı, kayısı, şeftali, Antep fıstığı, zeytin ve nar ağaçları için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar toprak seddeler olup yarı dairesel şekilde, hilal şeklinde veya yamuk şeklinde eğim doğrultusunda yapılırlar. Yıllık yağışın 300 mm den daha fazla olduğu alanlar ile eğimin %0,5–5 arasında olduğu alanlarda kullanılırlar. Yaklaşık 0,5 m yüksekliğinde toprak seddeler, yağışın toprağa infiltre olana kadar depolandığı hafif çukurlukları çevirmektedir. Yarı dairesel yapılar 1–7 m genişliğinde olabilir ve çoğunlukla çakışmayacak şekilde sıralanmışlardır. Yarı dairesel tavalarda uçları eş yükselti üzerinde olmak zorundadır [Prinz, 2001].



Şekil 3.6. Yarı dairesel seddelerin çalışma şekli [Waterfall, 2004]



Resim 3.14. Arazide kademeler halinde dizilmiş yarı dairesel seddeler



Resim 3.15. Suriye'nin kuzeyinde *Atriplex halimus* etkili yarı dairesel seddeler



Resim 3.16. Mısır'ın kuzeybatısındaki Salloum yakınlarında taş şeklindeki teraslar

Küçük çukurlar

Bozulmuş toprakların iyileştirilmesi için kusursuz bir tekniktir. Çukurlar 5–15 cm derinliğinde kazılır. Gübre ve bazı bitki artıkları toprağın bir kısmıyla karıştırılır. Çukurlar seddeleri sayesinde yavaşlatılan yüzey akış sularını muhafaza eder ve

verimsiz tarım arazilerinin yeniden kullanıma açılmasını sağlar. Tek yıllık ürünler için kullanılırlar [Örs ve ark, 2011].

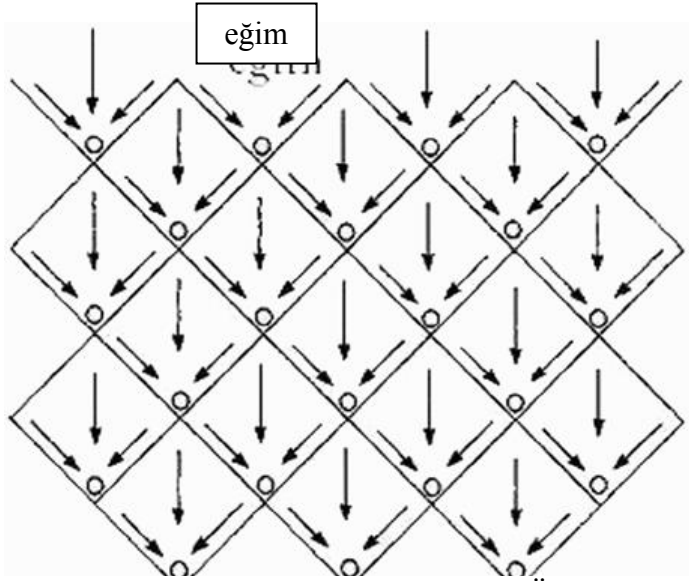
Çukur tekniği, esasen Doğu ve Batı Afrika'da kullanılan ancak bazı BAKA alanlarında da adapte edilmiş çok eski bir tekniktir. Bozulmuş toprakların iyileştirilmesi için kusursuzdur. Çukurlar 0,3–2 m. çapındadır. En çok bilinen çukur sistemi, Burkina Faso'da kullanılan “zay” sistemidir. Bu sistemde çukurlar 5-15 cm derinliğinde kazılır. Gübre ve bazı bitki artıkları toprağın bir kısmıyla karıştırılır ve “zay'ın” içine konur. Toprağın geri kalan kısmı ise çukurların eğimi doğrultusunda küçük bentler oluşturmak için kullanılır [Oweis ve ark., 2001].



Resim 3.17. Zay sistemi [Örs ve ark., 2011]

Küçük akışlı havzalar:

Bazen “*negarim*” olarak adlandırılan bu teknik her türlü akış havzasında yapılabilen alçak toprak seddeleri tarafından çevrelenmiş küçük elmasveyadikdörtgen şekilli zarıprak setlerdir [Oweis ve Hachum, 2005].



Şekil 3.7. Negarim sistemi basit şeması [Örs ve ark., 2011]

Negarim mikro havzalar, alçak toprak seddeler tarafından çevrilmiş elmas veya baklava dilimi şeklindeki küçük yapılardır. Yağmur sularını yüzey akışa geçirerek, bitkinin yerleştirildiği köşe noktasına doğru yönlendirirler. Yüzey akış ağaçların dikili olduğu en alçak noktada infiltre olmaktadır [Örs ve ark, 2011].



Resim 3.18. Negarim yüzey akış suyunun, bitkinin ihtiyaç duyduğu yerde, havzanın en alt köşesinde toplanmasını sağlar [Oweis ve ark, 2001]

Çoğu negarim mikro havzaları, yıllık yağışın 100–400 mm eğimin %1-5 arasında olduğu alanlarda kurulur. Negarim mikro havzasının belirtilen boyutları İsrail de 100–250 m² ve Hindistan’da 400 m²’ye kadar çıkmaktadır. Yağışın %15-90’ı hasat edilebilmekte ve ağaçlar için kullanılabilir. Havza alanının ekim alanına oranı çoğunlukla 1:1 ya da 10:1, daha geniş veya daha düz havzalarda 25:1 olabilir. Ortadoğu da Negarim mikro havzaları kayısı, zeytin, badem, nar ve Antep fıstığı gibi meyve ağaçları için kullanılmaktadır. Fakat aynı zamanda ağaçlandırma ve hayvanların beslendiği çalılıkların kurulumu için de kullanılır. Negarim tipi su hasadı tekniği ile toprak erozyonu da önlenir [Prinz, 2001].



Resim 3.19. Negarim ile düzenlenmiş bir arazi [Yalçın, 2011]

Yüzey akış şeritleri

Yüzey akış şeritleri tekniği, hafif eğimli araziler için uygundur. Bu şeritler, kuru tarım yörelerinde, (örn. Ürdün’de yetiştirilen arpa gibi) özellikle de üretimin düşük ve riskli olduğu yerlerde, tarla bitkilerini desteklemek için kullanılır. Tarlalar eşyükselti eğrileri boyunca şeritlere bölünür. Membedaki şerit, su toplama alanı gibi kullanılırken, mansaptaki bir şerit de bitkileri destekler [Oweis ve ark., 2001].



Resim 3.20. Suriye Tel Hadya'daki yüzey akış şeritleri

Sıra sistemleri

Yağmurun miktarının makul düzeyde verimli bitki yetiştirilmesi için uygun olmadığı yerlerde uygulanan bir mikro havza su hasadı tekniğidir. Bu teknikte bitki ekili alana karık ve sırt şekli verilmektedir. Bitkiler arası sırt şeklindeki alan üzeri ya malç örtüyle kaplanmakta veya buradaki toprak sıkıştırılmaktadır. Sırtlar üzerine düşen yağmur suyu karılarda ekili bitkilere yönlendirilmektedir [Örs ve ark., 2001].



Resim 3.21. Sıra arası sistemleri yağışın az olduğu hafif meyilli arazilerde, tahıllar ve baklagiller için en uygun yöntemdir

Sıra arası sistemleri, ya da diğerk bir adıyla "yol alanları", düz araziler üzerinde uygulanan en iyi teknik olabilir. Üçgen ve çapraz şekilli seddeler, arazinin egimi boyunca kurulur. Meyve ağaçları ve sebze gibi ekonomik değeri yüksek ürünler söz konusu olduğunda, daha fazla yüzey akış elde etmek için seddeler sıkıştırılır ya da plastik levhalarla kısmen kaplanır ya da su geçirmeyen materyallerle islenir. Seddeler, 2–10 m aralıklarla 40 ile 100 cm yüksekliğinde kurulmalıdır [Oweis ve ark., 2001].

Yağış miktarı, şiddeti, yetiştirilen bitki ve toprak özelliklerine göre farklı sırt:karık oranları ve malçla kaplama yapılmaktadır. Sırtlardan toplanan suyla karıklarda çeşitli yıllık bitkiler yetiştirilmektedir. 30:60 cm, 45:60 cm ve 60:60 cm sırt:karık oranlarıyla yaptıkları çalışmada patates yetiştirmişlerdir. Bu çalışmada sırtlar plastik malç ile kaplanmış veya sırt toprağı sıkıştırılmıştır. Sıkıştırma sırtlı konularda kontrol konusuna göre iki yıllık patates verimi artışı %14,9-%28,4 iken plastik kaplı sırtlarda verim artışı %158,6–175,0 olmuştur. En uygun sırt: karık oranı 39:60 ve 48:60 olarak belirlenmiştir. Patatesin su kullanım etkinliği (WUE) plastik malç kaplı sırtlarda 1,50-1,62 kat daha fazla iken sıkıştırma sırtlarda kontrol konusu ile bir farklılık bulunmamıştır[Örs ve ark., 2001].

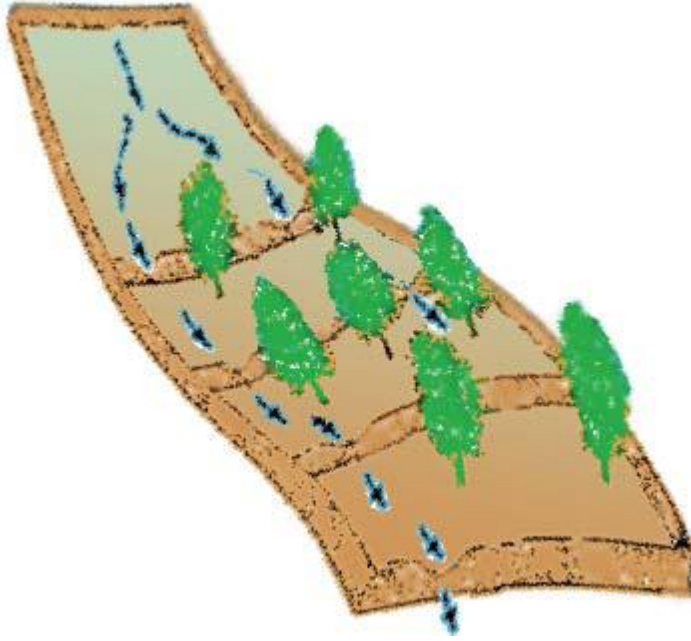


Resim 3.22. Avustralya'daki bir gölette yüzey akışı toplayan sıra arası sistemi

Meskat

Meskat sistemler, Tunus'ta kullanılan yerel bir terim olup yıllık yağışın 200–400 mm ve eğimin %2–15 arasında olduğu alanlar için uygundur. “meskat” olarak adlandırılan etrafı seddelerle çevrili bir su toplama havza alanından meydana gelen sistem yaklaşık 500 m² boyutlarındadır ve “manka” olarak adlandırılan yaklaşık 250 m²'lik bir ekim alanı bulunmaktadır. Tüm meskat sistemi, 20 cm yüksekliğinde bir seddeyle çevrili olup erozyona neden olmadan oluşan yüzey akışın manka parsellerine akmasına ve aşırı suyun mankayı terk etmesine izin veren dolu savaklarla donatılmıştır (Şekil 3.8.). Meskat sistemi yalnızca ağaç yetiştirmek için kullanılan bir mikro havza tekniği olup Tunus da 300000 hektarı kaplayan alanda manka parsellerinde zeytin ağaçları yetiştirilmektedir [Prinz, 2001].

Khushkaba, Pakistan'ın Balochistan eyaletinde tarla bitkileri üretiminde kullanılan benzer bir yöntemdir. 1000–5000 m²'lik büyük parseller iki parçaya bölünür. Bunlardan yüksek seviyede olanı su toplama alanı, alçak seviyede olanı ise üretim alanıdır. Bitki yetiştirilen alanlarda su dağılımının düzgün olmaması bu sistemin olumsuz tarafıdır. Suyun düzgün şekilde dağılmasını artırmak için bitki yetiştirilen alanların genişliği daraltılırsa, sistem daha önce açıklanan yüzey akış şeritleri sistemine benzer hale gelir. *Khushkaba* sistemi, esasen çok kurak (250 mm'den az yağış alan) koşullarda buğday ve arpa üretimini geliştirmek için kullanılır [Oweis ve ark., 2001].



Şekil 3.8. Tunus'da uygulanan bir meskat sistemi şeması

Eşyükselteli teraslar

Teraslar eğime çapraz olarak yüzey akış sularını kesmek ve erozif olmayan bir hızda bu suları stabil bir çıkışa nakletmek, bunun yanında eğim uzunluğunu azaltmak amacıyla kurulan toprak setlerdir [Çanga, 1999].



Resim 3.23. Eş yükselteli teraslar

Eşyükselti banket terasları yıllık 200–600 mm’lik yağışa sahip %20–60 eğimli alanlarda inşa edilmektedir. Doğal eğimli arazi merdiven serilerine dönüştürülmektedir. Eş yükselti banket terasları düz bitki ekim alanına sahip olup daha dik bitki ekilmeyen teraslar arası alandan bu alana ilave su sağlanmaktadır. Bu teraslar çok sık “drenaj” gösterirler. Havzanın, ekim alanına oranı 1:1–1:10 aralığında bir orandır. Bu teknik, ağaç dikimi için dünyada birçok ülkede uygulanmaktadır [Prinz, 2001].



Resim 3.24. Eş Yükselti teraslar [Yalçın, 2011]

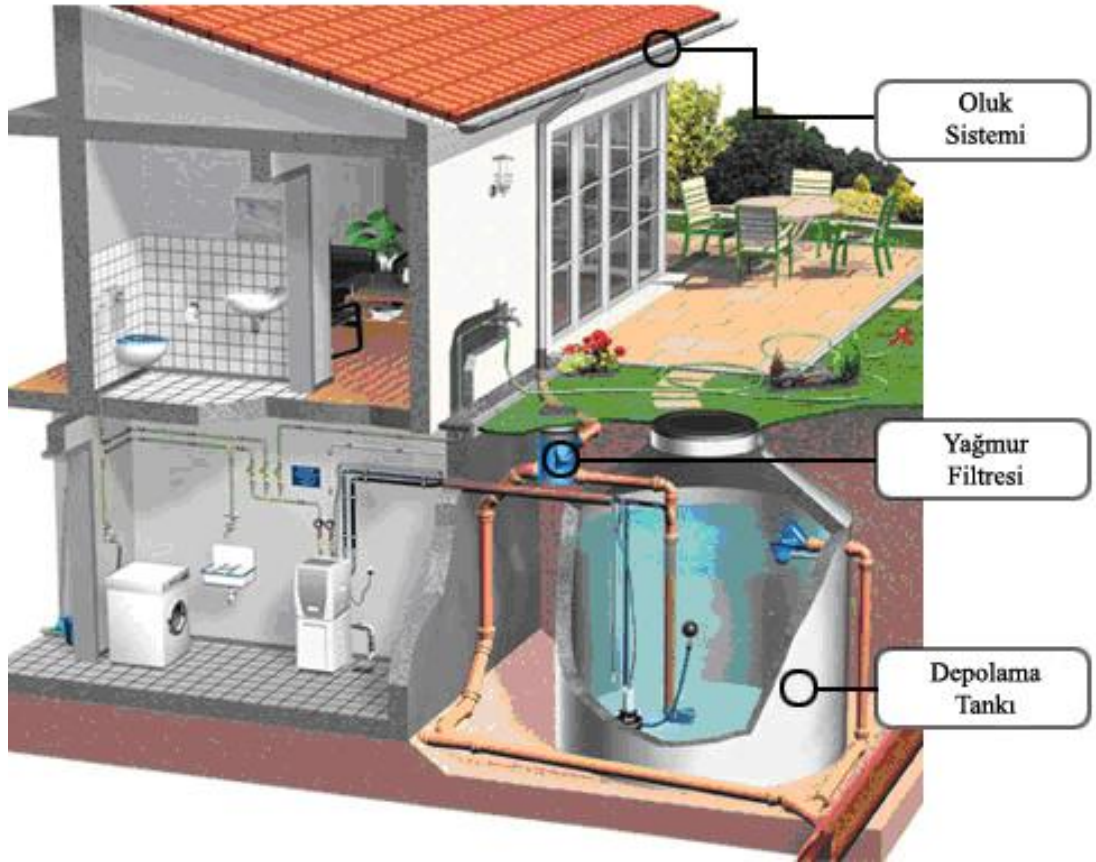
Eşyükseltili teraslar, su ve toprak muhafazası ile su hasadı tekniklerini birleştirmek için çok dik eğimlerde inşa edilirler. Tarım yapılan teraslar su akımını yavaşlatmak ve erozyonu kontrol etmek için genellikle düz şekilde inşa edilir ve taş duvarlarla desteklenirler. Bu alanlar, ayrıca teraslar arasındaki bitkilendirilmemiş daha dik alanlardan da ilave su alırlar. Terasların genellikle fazla suyu emniyetle tahliye edecek drenajları vardır. Teraslar, sıklıkla ağaç ve çalı formunda bitki yetiştirmek için kullanılır, Yemen'deki tarihi teraslar bu sisteme güzel bir örnektir. Dik yamaçlara inşa edildikleri için çoğu genellikle el emeğiyle yapılmıştır. Bu sistemin olumsuz tarafı yapım ve bakım masraflarının yüksek olmasıdır [Oweis ve ark., 2001].



Resim 3.25. Yemen dağlarındaki eski dönemlere ait eşyüksesti terasları

3.2.2. Çatı sistemleri

Çatı (*rooftop*) sistemleri, yağmur suyunu ev ve büyük binaların çatılarından, seralardan, avlulardan, yollar da dâhil olmak üzere benzeri geçirimsiz zeminlerden toplar ve depolar. Yağmurun büyük kısmı toplanabilir ve depolanabilir. Toplanan suyun nasıl kullanılacağı, kullanılan yüzeyin tipine ve temizliğiyle birlikte kullanıcının ihtiyacına bağlıdır. Modern çatı malzemeleri ve su olukları, özellikle çeşme suyu olmayan kırsal yörelerde, evsel ihtiyaçlarda ve içme suyu olarak kullanmak üzere temiz su toplamaya imkân verir. Su, toprak bir yüzeyden veya bitki kalıntıları olan bir yüzeyden toplanıyorsa, depolanmadan önce bir dinlendirme havuzunda bekletilmelidir. Bu tip sistemler, kırsal alanlardaki hayvan ve insanlar için düşük maliyetli su sağlar. Bu teknikler, esasen evsel amaçlar için kullanılsa da tarımsal kullanıma da uygundur. İçmek için uygun olmayan su, evlerin bahçe sulamasını desteklemek için kullanılabilir [Oweis ve ark., 2004].



Şekil 3.9. Çatı yağmur suyu hasadı sistemi temel bileşenleri

Pratikte çok çeşitli depolama yöntemleri mevcuttur. Toplanan sular yeraltında veya yer üstünde bulunan tanklarda depolanabilir. Kirlenme riskine karşı gerekli önlemler alınmalıdır. Açık tanklarda biriktirilen sular içme suyu olarak kullanılmamalıdır (UNEP-IETC, 1998).

Birçok sistemde büyük galvanizli çelik, fiberglas, polietilen, ya da demir-çimento tankları depolama sarnıcı olarak kullanılır. Eğer bu su peyzaj sulaması için kullanılacaksa sadece tortu filtresi yeterlidir. Ancak içme suyu olarak kullanılacaksa ek arındırma yöntemleri gereklidir. Arındırma işleminden sonra yağmur suyu oldukça güvenli ve kalitelidir. [Kantaroglu, 2011]

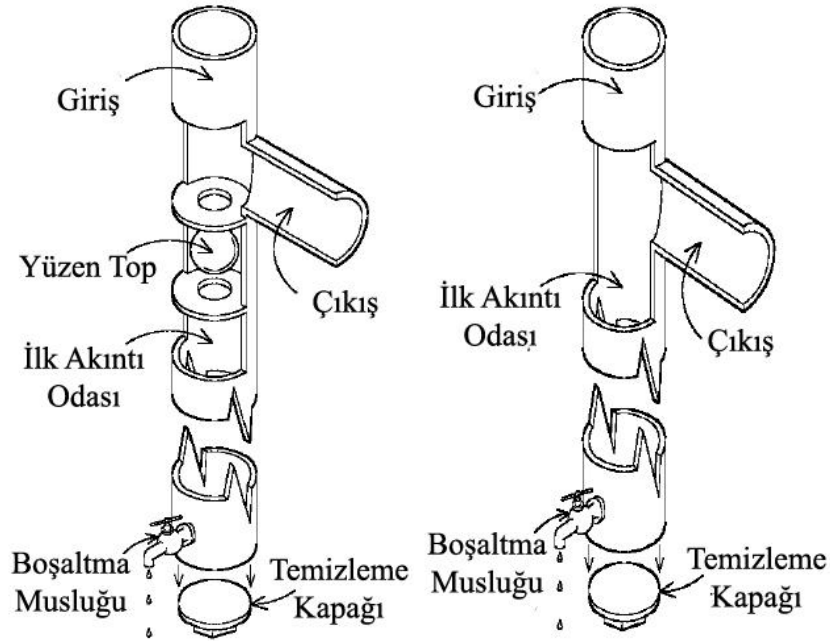
Yağmur suyu toplama sistemleri genelde aşağıdakiönemli bileşenleri içerir:

Su toplama alanı

Birçok yağmur suyu toplama sisteminde su toplama alanı yapının çatısıdır. Yağmur suyu toplama sistemi biyolojik büyümeyi desteklemediği için en iyi çatı yüzeyi mümkün olduğunca pürüzsüz olanıdır. Böylece çatı yıkama sistemleri ile çatıda biriken kirlere kolayca arındırılır. Galvaniz metal en çok kullanılan çatı döşeme malzemesidir [Kantaroglu, 2011].

Çatı yıkama sistemi

Çatıdaki toz ve kirden kurtulmak için kurulan bir sistemdir. Bu sistem, içilebilir su kaynağı olarak kullanılan yerlerde kullanılmak içindir ama diğer yerler için de kullanılması tavsiye edilir. Çatı yıkama sistemi yağışlı zamanlarda çatıda akan suyun arındırılması için tasarlanmıştır [Kantaroglu, 2011].



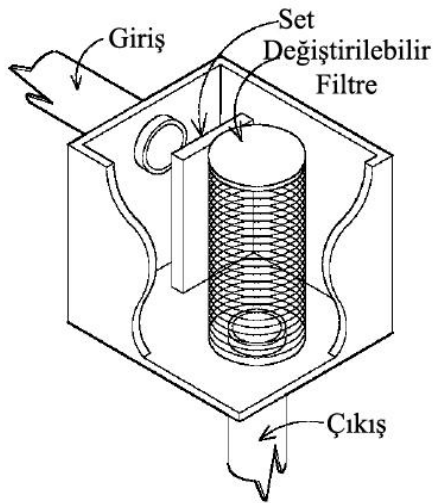
Şekil 3.10. Çatı yıkama sistemi örnekleri [TWDB, 2005]

Depolama öncesi süzme

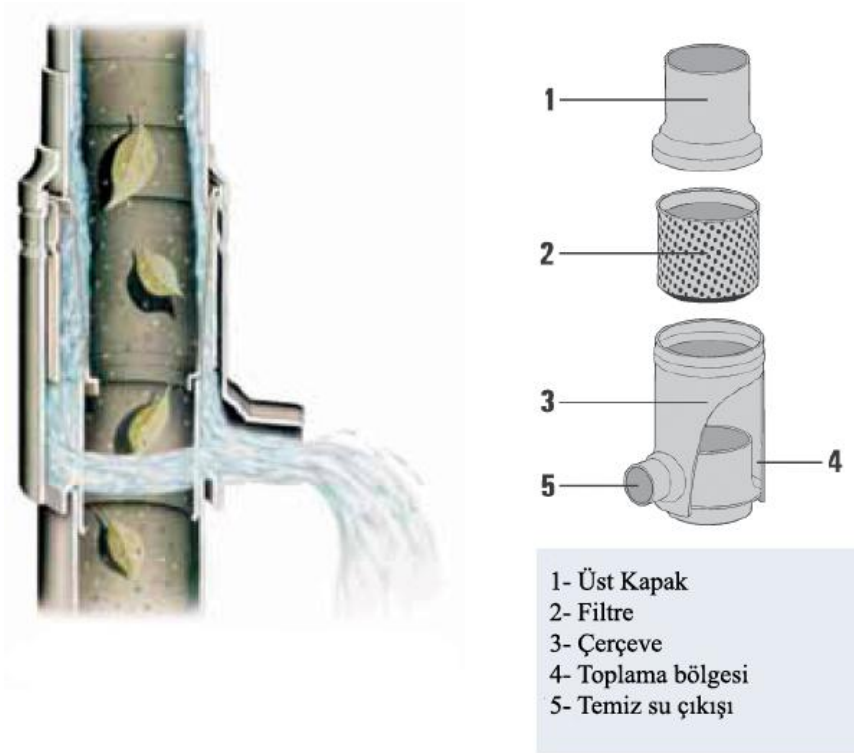
Büyük parçacıkları, yaprakları ve çatıdan gelen diğer döküntüleri tutmak için yuvarlak paslanmaz çelik bir ekran sarnıcın her girişinin üzerine sağlanmalıdır(Resim 3.26.)Rüzgârdan dolayı çok fazla döküntü veya yaprağın geldiği alanlarda oluklara yaprak tutucular eklenebilir (Şekil 3.11.) [Kantaroglu, 2011].



Resim 3.26. Yaprak filtresi örneği



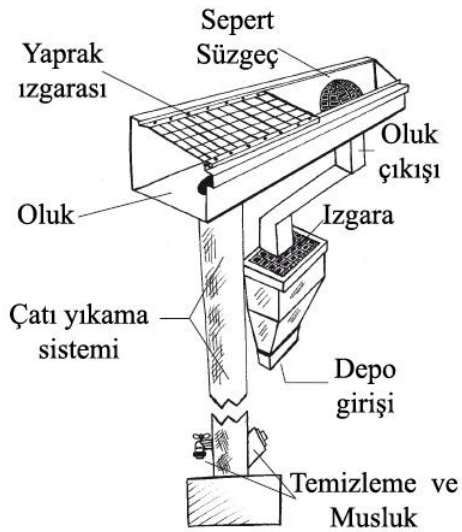
Şekil 3.11. Yaprak tutucu örneği [TWDB, 2005]



Şekil 3.12. Yaprak tutucu örneği [http://www.rainharvesting.co.uk , 07.02.2012]

Yağmur suyu nakli

Oluklar, yağmur suyu iniş boruları ve yağmur suyunu çatıdan sarnıca taşıyan borularda kullanılan bir sistemdir [Kantaroğlu, 2011].



Şekil 3.13. Temel oluk sistemi [TWDB, 1997]

Sarnıç

Yağmur suyu toplama sistemleri için gereken tek büyük yatırımdır. Malzeme olarak genellikle galvaniz çelik, beton, betonarme, fiberglas, polietilen ve dayanıklı ağaç kullanılır. Bu seçenekler arasında fiyat ve beklenen ömürleri çeşitlilik gösterebilir. Tanklar bodruma ya da yerüstü veya yeraltında gömülü olarak dış mekana yerleştirilmelidir. Alg (tek hücreli organizma) büyümesini önlemek için güneşten uzak tutulmalıdır. Sarnıç kapasitesine beklenen ihtiyacı karşılayabilecek boyutta olmalıdır. Tek su kaynağı olarak düşünülen sistemlerde sarnıçın ölçüleri, son 30 yılın yağış kayıtları göz önüne alınarak yılın hiç yağış almayan ya da az yağışlı zamanlarında ihtiyacı karşılayacak şekilde hesaplanmalıdır [Kantaroglu, 2011].

Pilot projelerin hesaplanmasında depo malzemesi olarak polietilen kullanılacaktır. Polietilen seçilmesinin nedeni kolay bulunabilir, dayanıklı, maliyetinin düşük, montajının kolay bir malzeme olması ve dikey kullanılabilmesidir.



Resim 3.27. Sarnıç örneği [Coombes ve ark, 2006]



Resim 3.28. Sarnıç örneği [Lawson ve ark., 2009].



Resim 3.29. 151 416 Litrelik (151,41 m³) sarnıç inşaatı [Atlantis, 18.03.2012]

Su dağıtımı

Sarnıçtan gereken yerlere suyu dağıtmak için genellikle bir merkezi yönetim sistemi gereklidir. Bu nedenle, uygun yer ve sistem bileşenleri ile yerçekimi beslemeli bir sistem mümkündür [Kantaroglu, 2011].

Su arıtma sistemi

Sıhhi tesisat ve sulama hatlarını korumak için, su, tortu kartuşlarında filtre edilip parçacıklardan arındırılmalıdır. İçme suyu sağlama sistemlerinde güvenli su kaynağı sağlamak için ilave yöntemler gereklidir. Bu yöntemler mikrofiltrleme, ultraviyole sterilizasyon, ters ozmos, ozonasyon ya da bu yöntemlerin kombinasyonu olabilir. Bazı sistemlerde, içilebilir suyun çekildiği tek bir musluk için daha fazla arıtma aşaması gerekir. Yağmur suyu toplama sistemleri içilebilir su tüketimini azaltmak için çok büyük bir potansiyeldir [Kantaroğlu, 2011].



Resim 3.30. Su arıtma sistemi örnekleri

Hasat edilen suyun arıtılıp arıtılmayacağı, arıtılacaksa hangi tekniklerin kullanılacağı kullanım amacına bağlı olarak değişmektedir. Arıtmada kullanılan metotlar Çizelge 3.1’de verilmiştir [TWDB, 1997].

Çizelge 3.1. Arıtma teknikleri [TWDB, 1997]

Metot	Yer	Hedef
Kaba Filtre	Oluklarda	Kaba katı maddeler (yaprak,vb.)
Çöktürme	Toplama tankında	Çökebilir katı maddeler
Filtrasyon	Muslukta, ayrı bir tankta veya pompajdan sonra	Askıda maddeler, vb.
Dezenfeksiyon	Kullanımdan önce, toplama tankında veya pompadan sonra, muslukta	Mikroorganizmalar

4. TÜRKİYE’DE SU KAYNAKLARININ KULLANIMI VE SU HASADI

Ülkemizde yıllık yağış ortalaması 642,6 mm ve bunun su olarak karşılığı 501 milyar m^3 ’tür. Teknik ve ekonomik olarak tüketilebilecek yeraltı ve yerüstü su miktarı 112 milyar m^3 ’tür. Bunun 95 milyar m^3 ’ü yurtiçinden doğan akarsulardan, 3 milyar m^3 ’ü yurtdışından ulaşan akarsulardan ve 14 milyar m^3 ’ü ise yeraltı suyundan sağlanabileceği kabul edilmektedir. Havza bazında, yıllık su potansiyeli de büyük değişiklikler göstermektedir. [Aküzüm ve Ark. 2009].

BM Kalkınma ve Çevre Dünya Zirvesi (1992) ve 22 Mart Dünya Su Günü nedeniyle 1994’te hazırlanan BM Su Raporu’nda; Türkiye, 2005 yılından itibaren kuraklığın baş göstereceği ülkelerden biri olarak gösterilmektedir. Türkiye, kuraklık ve beraberinde meydana gelecek hastalıklar için en tehlikeli yıl olarak görülen 2025’de, ekonomik olarak su sıkıntısını çekecek ülkeler arasında gösterilmektedir. Türkiye’de nüfus 70 milyon olarak kabul edildiğinde, kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı “1430 m^3 /yıl’dır [Doğan, 2011]”. Bir ülkenin su zengini sayılabilmesi için yılda ortalama kişi başına 10000 m^3 su potansiyeline sahip olması gerekir. Su potansiyeli 1000 m^3 ’ten az olan ülkeler “Su Fakiri” kabul edilmektedir. Bulunan “1430 m^3 /yıl [Doğan, 2011]” değeri su fakiri olmamakla birlikte Türkiye’nin su kısıtı bulunan ülkeler arasında olduğunu göstermektedir. Ülkemizde nüfusun 2025 yılında 80 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu durumda kişi başına düşecek kullanılabilir su miktarı 1400 m^3 ’e düşecektir [Evsahibioglu ve ark., 2010].

Çizelge 4.1. Kişi başına düşen su miktarına göre değerlendirme ölçeği [Doğan, 2011]

8000 - 10.000 m^3	Su zengini
1000 - 2000 m^3	Su sıkıntısı çeken
1000 m^3 ‘ün altında	Su fakiri

Çizelge 4.2. Ükelere göre kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı [Doğan, 2011]

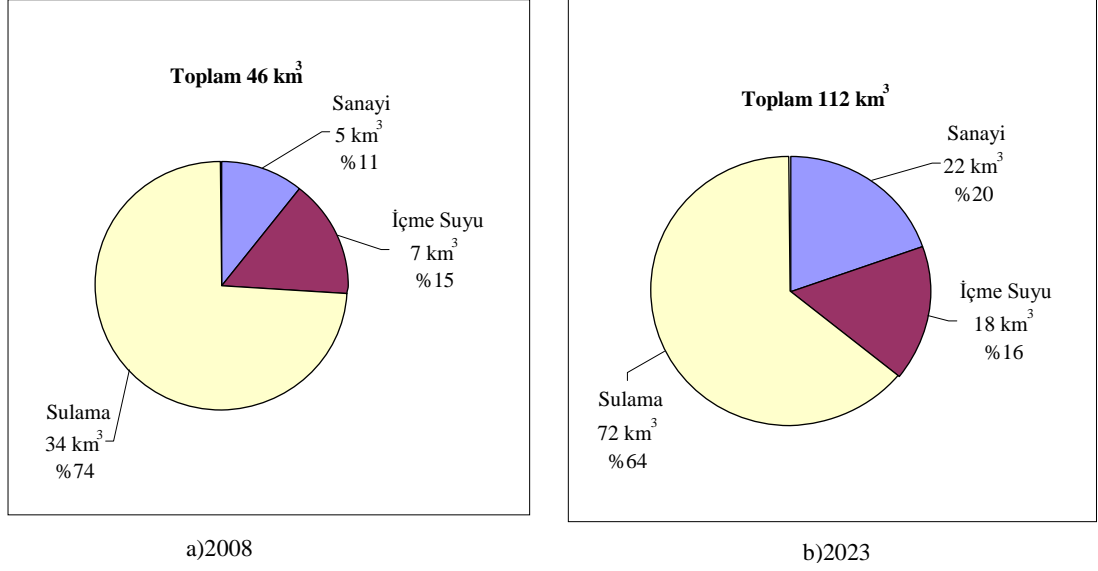
Suriye	1200 m ³
Lübnan	1300 m ³
Türkiye	1430 m ³

Çizelge 4.3. Kıtalara göre kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı [Doğan, 2011]

Asya	3000 m ³
Batı Avrupa	5000 m ³
Afrika	7000 m ³
Güney Amerika	23.000 m ³
Dünya Ortalaması	7.600 m ³

2008 yılı sonu itibariyle ülkemizde 34 milyar m³ sulama sektöründe, 7 milyar m³ içme suyu sektöründe, 5 milyar m³ sanayide olmak üzere toplam 46 milyar m³ su tüketilmiştir. Bu rakam mevcut su potansiyeli olan 112 milyar m³ ün %41'ne karşı gelmektedir. Türkiye'nin ekonomik kullanılabilir potansiyeli olan 112 milyar m³ su miktarının tamamını 2023 yılına kadar geliştirmesi hedeflenmektedir. Bu durum, atık suyun tekrar kullanılması için arıtma tesislerinin yapılmasını gerektirmektedir. Türkiye'de ekonomik sulanabilir 8,5 milyon hektar alanın 2023 yılına kadar tümünün sulanması öngörülmektedir. Türkiye'nin hedefi, modern sulama tekniklerini kullanarak sulama suyundaki tüketim oranını %65 seviyesine azaltmaktır. Böylece, tarımda yılda 72 milyar m³ su kullanılmış olacaktır. Mevcut durumda yaklaşık %2 olan yıllık nüfus artışının yavaşlayacağı ve 2023 yılında Türkiye nüfusunun yaklaşık 100 milyon olacağı tahmin edilmektedir. Yaşam seviyesinin yükselmesiyle günlük 270 litre olan kişi başına su tüketimi, su kayıplarının azaltılması ve su tasarrufuyla Avrupa Standartlarına yaklaşarak 150 litreye düşecektir. Türkiye'de hızla gelişen turizm sektöründe 2023 yılında yılda 5 milyar m³ su tüketileceği tahmin edilmektedir. Böylece 2023 yılında toplam içme-kullanma suyu tüketimi 18 milyar

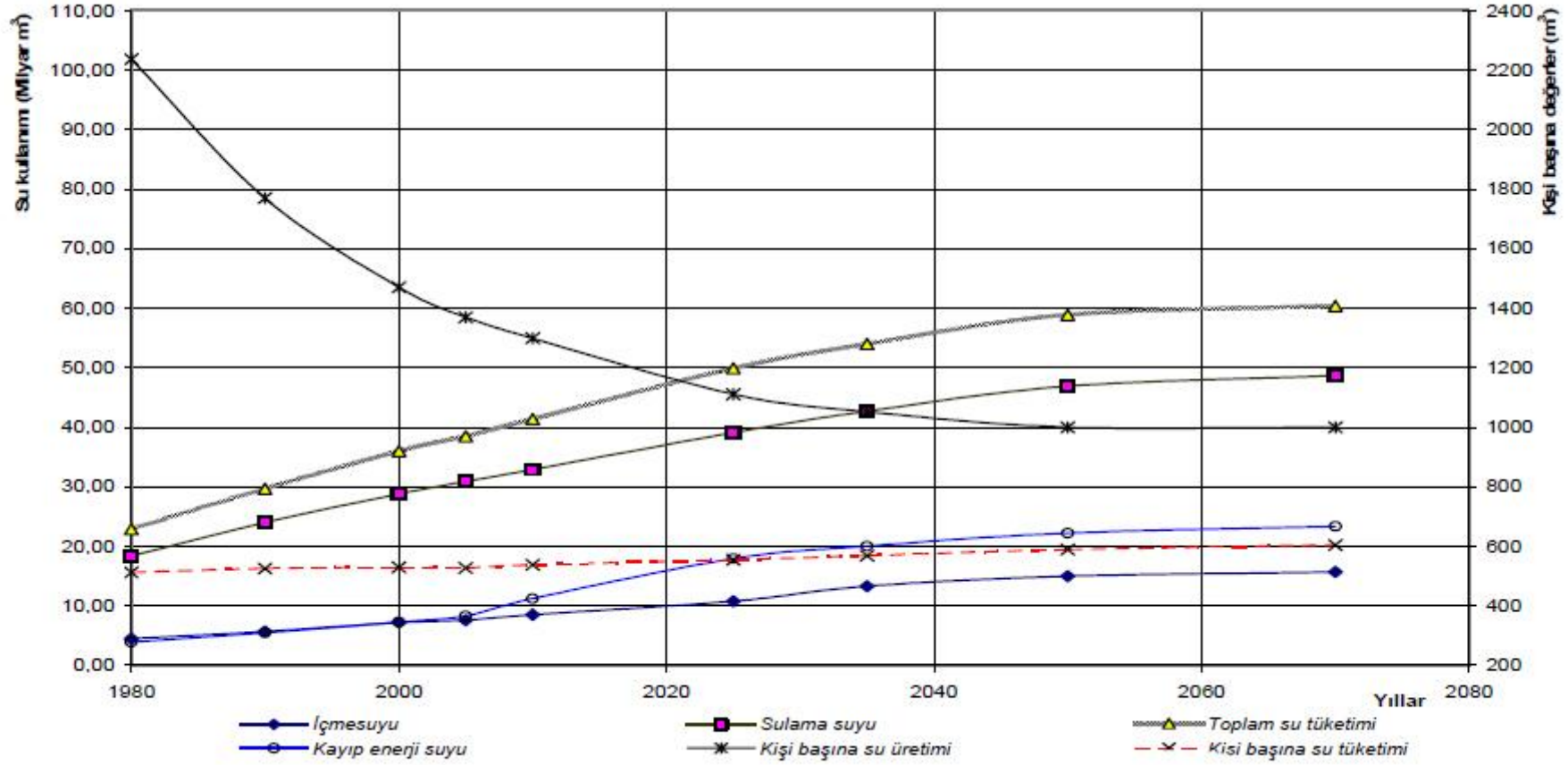
m^3 'e ulaşacağı öngörülmektedir. Sanayi sektörünün %4 yıllık artış oranı devam ederse, 2023 yılında sanayi suyu ihtiyacı toplam 22 milyar m^3 olacaktır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Türkiye'de sektörlere göre su tüketimi

Kullanılabilir su kaynaklarının sınırlı olduğu günümüzde atık suların tekrar kullanılması; artan su talebinin karşılanması, çevrenin korunması ve kaynakların etkin kullanımı açısından önem kazanmaktadır [Çakmak ve Kendirli, 2001].

Ancak, Dünya çapında atık suların düşük düzeyde arıtıldığı ve su kaynaklarının hızla kirlendiği dikkate alınırsa, bu konuda çok hızlı hareket edilmesi gerektiği açıktır. Atık su sorunu çok karmaşıktır ve her ülke, her il ya da her belediye için özel olarak ele alınması gereken ölçüde önemlidir [Kanber ve ark., 2008].



Şekil 4.2. Türkiye'nin yıllara göre su kaynakları, su kullanımları ve tahminleri [TÜİK, 2011]

Çizelge 4.4. Türkiye'nin yıllara göre su kaynakları, su kullanımları ve tahminleri

Türkiye yıllara göre su arz ve talepleri ile kişi başına üretilen ve tüketilen su değerleri										
Yıllar	Nüfus	Kişi başına su üretimi	İçme-kul. endüstri suyu (İE) talebi	Toplam sulama sahası (yüs+yas)	Sulama suyu (S) talebi	Toplam su tüketimi (İES)	Arıtılan atık su	Toplam su temini	Kişi başına su tüketimi	Kullanım-kaynak indeksi
-	Milyon kişi	m ³	Milyar m ³	Milyon ha	Milyar m ³	Milyar m ³	Milyar m ³	Milyar m ³	Milyar m ³	-
1980	44,7	2237	4,50	2,30	18,4	22,9	0,0	22,9	512	0,23
1990	56,5	1770	5,70	3,00	24,0	29,7	0,0	29,7	526	0,30
2000	68,0	1471	7,20	3,60	28,8	36,0	0,0	36,0	529	0,36
2005	73,0	1370	7,60	3,91	30,9	38,5	0,0	38,5	527	0,39
2010	77,0	1299	8,50	4,22	32,9	41,4	0,0	41,4	538	0,41
2025	90,0	1111	10,80	5,15	39,1	49,9	0,0	49,9	554	0,50
2035	95,0	1053	13,30	5,77	42,7	56,0	2,0	54,0	568	0,54
2050	100,0	1000	15,00	6,70	46,9	61,9	3,0	58,9	589	0,59
2070	100,0	1000	15,70	7,86	48,7	64,4	4,0	60,4	604	0,60

Not: Kullanılabilir su değeri, yerüstü suyu 90 milyar m³; y.a.s. 10 milyar m³ olmak üzere toplam 100 milyar m³ alınmıştır.

4.1. ÇatıYağmurSuyuHasadıUygulamalarıveKullanıldığıYerler

Yöntemin temel amacı; yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının olmadığı veya geliştirilmesinin ekonomik olmadığı alanlarda güvenilir bir su temini sağlamaktır. Bu amaçla; yağışın yetersiz olduğu çayır ve ekilebilir arazilerde verimliliği arttırmak evsel su ihtiyacının temini uygulanma nedeni olarak sayılabilir [Kantaroglu, 2010]

Dünya'da yağmur suyunun kullanılmasına ilişkin yapılan uygulamaların giderek arttığı görülmektedir. Örneğin, Japonya'nın başkenti Tokyo ve başka kentlerinde yağmur suları biriktirilmekte ve acil durumlar için saklanmaktadır. Fiji adalarında okulların, devlet kurumlarına ait binaların çatılarından ve geniş yüzey alanına sahip yerlerden (havaalanı vb.) toplanan yağmur suları kullanılmaktadır. Thailand'da seksenli yıllardan bu yana çok sayıda beton sarnıç yapılmış olup içme ve kullanma amaçlı değerlendirilmektedir. ABD'de ise yaklaşık 250,000 ev yağmur suyu toplama sistemine sahiptir. Karayipler' deki bazı adalarda yeni yapılarda yağmur suyu toplama sistemi dâhil edilmektedir [TÜSİAD, 2008].

Çizelge 4.5. Yağmur suyunun kullanılabilceği yerler

Kullanım Yeri	Uygulama/Amaç
Şehir	<ul style="list-style-type: none"> • Parkların, peyzaj sahalarının ve diğer yeşil alanların sulanması, • Golf sahalarının sulanması • Ticari amaçlı kullanım (araç yıkama, vb.), • Dekoratif amaçlı kullanım (Kent içindeki havuzlar, fiskiyeler, şelaleler, vb.), • Toz kontrolü, • Beton üretimi, • Yangınla mücadele ve yangından korunma, • İş merkezlerinin ve iş yerlerinin tuvaletlerinde,
Endüstri	<ul style="list-style-type: none"> • Soğutma suyu, • Kazan besleme suyu, • Proses suyu, • Endüstriyel tesislerin bahçelerinin sulanması, • Çalışanların kişisel kullanımında,
Kişisel Kullanım	<ul style="list-style-type: none"> • Tuvalet, • Banyo • Gerekğinde ve filtre edildiğinde içme suyu
Tarım	<ul style="list-style-type: none"> • Sulama,
Restorasyon/Rekreasyon	<ul style="list-style-type: none"> • Sulak alanların iyileştirilmesi/geliştirilmesi • Rekreasyon amaçlı kullanım (su sporları, balık tutmak, vb.), • Akarsuların beslenmesi, • Diğer (Balık üretimi, yapay kar, vb.),
Yeraltı Suyuna Besleme	<ul style="list-style-type: none"> • Kıyı şeridinde bulunan kuyulara tuzlu su girişini önlemek için bariyer teşkilinde, • İleri arıtmanın sağlanması, • Akiferlerin su kapasitesinin artırılması, • Geri kazanılmış suyu depolamak, • Zemin çökmelerinin kontrolü veya engellenmesi,
İçme suyu Kaynağı	<ul style="list-style-type: none"> • Doğrudan içme suyu kaynağı olarak, • Dolaylı içme suyu kaynağı olarak,

4.2. Dünyadan Çatı Yağmur Suyu Hasadı Teknolojisine İlişkin Örnekler

Bermuda yağmur suyu hasadı konusunda iyi bir örnektir. 1930'lardan bu yana yağmur suyunun hasat edildiği ülkede toplam su ihtiyacının % 50'si bu yöntemle karşılanmaktadır. Avustralya' da bir milyon kişi bu sistem ile su ihtiyacını karşılamaktadır. Ayrıca Güney Avustralya hükümeti yağmur suyu hasadı yapması konusunda halkı teşvik etmektedir [Karakaya, 2008].

1999 yılında geliştirilen proje ile Berlin’de, yağmursuyu hasadından elde edilen su tuvaletlerde ve bahçe sulamada kullanılmak üzere tüketime sunulmuştur. Proje kapsamında 80 konuta su sağlanmıştır. Yağmursuyu çatılar (7000 m²), parklar (2000) ve yollardan (2200 m²) toplanmış ve hacmi 160 m³ olan bir tankta depolanmıştır. Sistem sayesinde yılda 2430 m³ suyun tasarruf edilebileceği hesaplanmıştır. Yine Berlin’de 1998 yılında kurulan sistem ile 19 binanın çatısından (toplam alan 32000 m²) toplanan sular 3500 m³’lük bir tankta depolanmakta ve tuvaletlerde ve bahçe sulamada kullanılmaktadır [Karakaya, 2008].

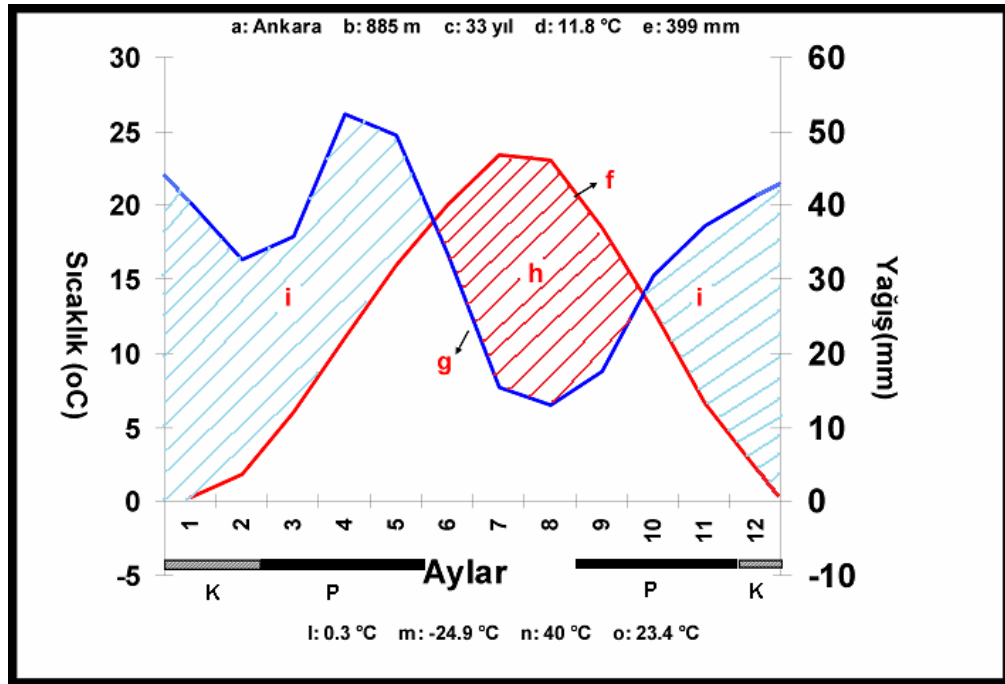
Bedok Su Projesi kapsamında Sungei Seletar (Singapur) kentinde yağmur suyu 8 ayrı haznede toplanmakta ve Bedok rezervuarına gönderilmektedir. Ayrıca Changi Havaalanı’nda toplanan yağmursuyu yangınla mücadelede ve tuvaletlerde kullanılmaktadır. Su ihtiyacının % 28 ila % 33’ ü bu yöntemle karşılanmakta ve yılda 390000 \$ tasarruf elde edilmektedir [Karakaya, 2008].

Yağmursuyu hasadı ile ilgili projeler Japonya’nın Sumida kenti için de geliştirilmiştir. Kentte bulunan Kokugikan Stadyumu’nun çatısından (8400 m²) toplanan sular 1000 m³’lük bir tankta depolanmakta ve sifon suyu, soğutma suyu, sulama suyu olarak ve yangınla mücadelede kullanılmaktadır. Yönetim birimlerinin bulunduğu binanın çatısından (5000 m²) toplanan sular yine 1000 m³’lük bir tankta toplanmakta ve sifon suyu olarak tuvaletlerde kullanılmaktadır. Binada 1998 yılında hasat edilerek tuvaletlerde kullanılan su miktarı 4658 m³’tür. Sistem sayesinde su tüketiminde % 36 oranında tasarruf sağlanmıştır. Ayrıca mahallelerde Rojison adı verilen ve kapasitesi 3–10 m³ arasında değişen tanklar inşa edilmiştir. Kentte toplam depo kapasitesi yaklaşık 8200 m³ tür [Karakaya, 2008].

4.3. Ankara’nın Yağış Rejiminin İncelenmesi

Aylık ortalama sıcaklık değerleri ile aylık ortalama yağış miktarları kullanılarak araştırma alanının ombrotermik (yağış-sıcaklık) diyagramı çizilmiştir (Sekil 4.3.). Bu

diyagramda da görüleceği gibi araştırma alanı, Haziran ayının başından Ekim ayının ortalarına kadar yaklaşık 4,5 ayı kurak geçirmektedir. Ekim ayının ortalarından Mayıs ayının sonuna kadar yaklaşık 7,5 ay ise yağışlı geçmektedir. Çalışma alanında Ocak, Şubat ve Aralık ayları mutlak donlu aylardır. Ayrıca çalışma alanında Mart, Nisan, Mayıs, Eylül, Ekim ve Kasım ayları da muhtemel donlu aylardır. 11,4 kuraklık indisine sahip olan Ankara şehri, yarı kurak, az nemli iklim bölgesine girmektedir [Burcu ve ark.,2008].



- | | |
|---|--|
| a: İstasyonun bulunduğu il | i: Yağış periyodu |
| b: Denizden yüksekliği | k: Mutlak donlu aylar |
| c: Isı ve yağışın kaç yıllık ölçümlerin ortalaması olduğu | l: En soğuk ayın ortalama minimum sıcaklığı |
| d: Yıllık ortalama sıcaklık | m: Yıllık mutlak maksimum sıcaklık |
| e: Yıllık ortalama yağış | n: Mutlak maksimum sıcaklık |
| f: Aylık ortalama sıcaklık eğrisi | o: En sıcak ayın ortalama maksimum sıcaklığı |
| g: Aylık ortalama yağış eğrisi | p: Muhtemel donlu aylar |
| h: Kurak periyot | |

Şekil 4.3. Araştırma alanına ait ombro-termik diyagram

Yıllık ortalama yağış miktarının 400,2 mm olduğu araştırma alanı, yarı-kurak olarak nitelendirilir. Çizelge 4.6.'da görüldüğü üzere yağışın en fazla olduğu aylar Nisan

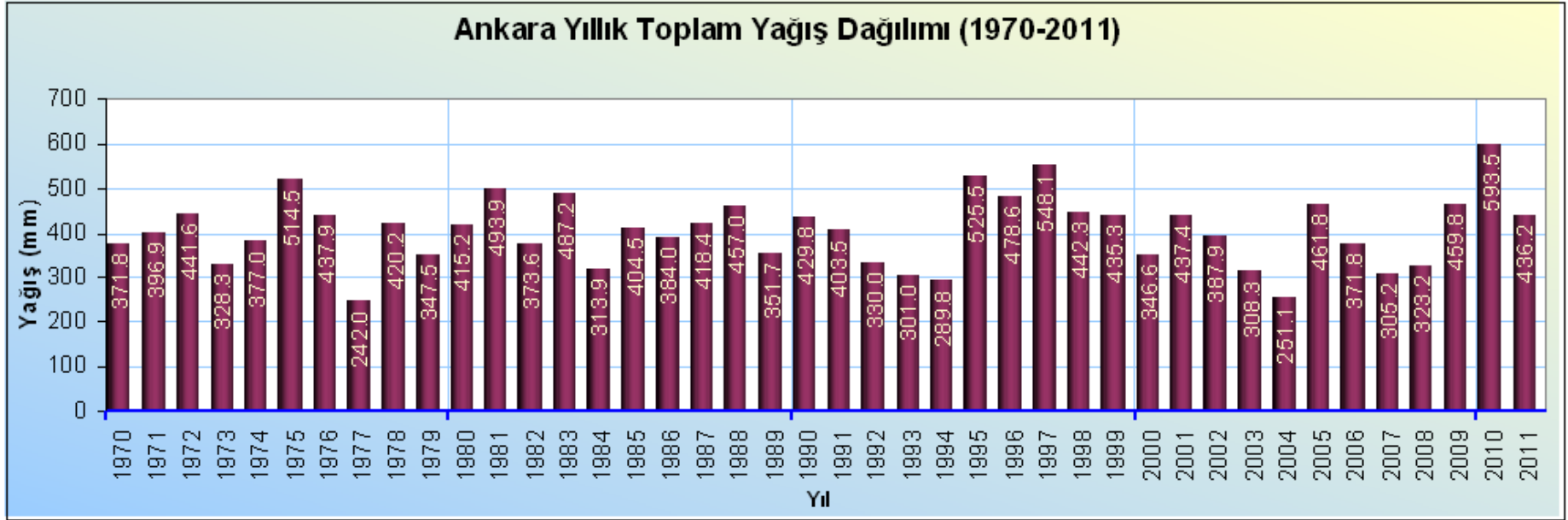
(50,0 mm) ve Mayıs (49,7 mm)'tir. Yağışın en az olduğu ay ise Ağustos (12,4 mm)'tur. En fazla yağışın 135,8 mm ile ilkbahar mevsiminde, daha sonra sırasıyla kış (115,4 mm), sonbahar (87,3 mm) ve en az yağışın ise yaz (63,5 mm) mevsiminde kaydedildiği görülmektedir.

Çizelge 4.6. Ankara'nın 1975–2010 yılları arası aylık yağış ortalamaları

Ortalama Yağış Periyodu	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık Toplam	Yıllık Ortalama
Yıllık Toplam 1970-2010	39,2 mm	33,6 mm	36,1 mm	50,0 mm	49,7 mm	35,1 mm	16,0 mm	12,4 mm	18,8 mm	32,5 mm	36,0 mm	42,6 mm	400,2	33,35 mm
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	11,1	10,4	10,6	12,1	12,3	9,3	4,1	3,2	4,2	7,5	8,9	11,0	104,7	8,72 Gün
Ortalama Yağış miktarı	3,53 mm	3,23 mm	3,4 mm	4,13 mm	4,04 mm	3,77 mm	3,90 mm	3,87 mm	4,4 mm	4,33 mm	4,04 mm	3,87 mm		

<http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx?m=ANKARA>(15.03.2012)

Ankara'nın yağış rejiminin 41 yıllık geçmişi incelendiğinde (Şekil 4.4.) en düşük yağış rejiminin 1977 yılında 242 mm. olarak ölçüldüğü en yüksek yağış rejiminin ise 593,5 mm. ile 2010 yılında ölçüldüğü gözlemlenmiştir.



Şekil 4.4. 1970–2011 yılları arası Ankara'nın yıllık toplam yağış miktarları

<http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-erileri.aspx?m=ankara> (15.03.2012)

4.4. Hasat Edilebilir Yağmur Suyu ve Depo Kapasitesini Etkileyen Faktörler

Yağmur toplama alanından toplanabilecek su miktarını etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörler çatı yağmur suyu hasadı sisteminin en pahalı bileşeni olan depo boyutunu belirler. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir

4.4.1. Yağış miktarı

Yağmur suyu toplam hacmi; yüzeye düşen toplam yağış ve çatı gibi toplama yüzey alanının bir ürünüdür. Toplanabilen su miktarı (litre) = Çatı alanı (m^2) x yağış miktarı (mm) x kayıp katsayısı (0,8 – 0,95) toplanabilen yağmur suyunu belirler.

4.4.2. Yağış deseni

Yağış deseni ve toplam yağış miktarı genellikle bir yağmur suyu toplama sisteminin uygulanabilirliğini belirlemektir. Depolama gereksinimi ve sistem maliyetini belirlemek için yağış deseni önemli bir yer teşkil eder. Bazı alanlarda yağış düzenli bir şekilde yağar ve sistem maliyeti düşük olacaktır. Bazı bölgelerde ise muson etkisi görülür; yani yıl boyunca düşen yağışın çoğu 1-2 ay içerisinde gerçekleşir ve yıl boyunca kullanmak için bu süre zarfında düşen yağışın depolanması gerekmektedir. Bu nedenle çok büyük boyutlu depo kullanımı gereklidir bu da maliyetin yükselmesine neden olur.

4.4.3. Yağış yoğunluğu

Yağış yoğunluğu çatıdaki suyu depoya ulaştıracak boruların ve olukların çapının hesaplanmasında kullanılır. Çatı eğimi, çatı alanı ve yağış miktarı oluk sistemine ne kadar yük düşeceğini belirtir. Saat/mm şeklinde hesaplanır.

4.4.4. Koleksiyon yüzölçümü

Çatı yağmur suyu toplama sisteminde, koleksiyon alanı konut çatısı büyüklüğü ile sınırlıdır. Bazen teras, balkon gibi diğer alanlar da koleksiyon alanı olarak kullanılır.

4.4.5. Kayıp katsayısı

Drenaj suyu, rüzgar etkisi, çatı yıkama sistemi gibi nedenlerden dolayı yağın yağmurun tamamı depolanmamaktadır. Bu nedenle çatı yağmur suyu toplama sisteminin hesapların kayıp katsayısı (Cr) çarpan olarak eklenmektedir. Çatı türlerine göre farklı kayıplar Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

$$Cr = \frac{T_s}{Y_s} \text{ [Elke,2008]}$$

Ts = Toplanabilen su miktarı (litre)

Ys = Çatı alanına göre toplanması hesaplanan yağmur suyu.

Çizelge 4.7. Çatı materyaline göre kayıp katsayıları [Elke,2008][Worm ve Hattum,2006]

Su Toplama Alanı Materyali	Materyalin Kayıp Katsayısı (Cr)
Saç - Levha	0.80 - 0.85
Beton çatı	0.62 - 0.69
Kiremit (Makine Yapımı)	0.30 - 0.39
Kil Kiremit (El Yapımı)	0.24 - 0.31

4.4.6. Depolama kapasitesi

Depolama tankı genellikle çatı yağmur suyu hasadı sisteminin en pahalı sistem bileşenidir. Dolayısıyla dikkatli bir analiz depolama tankı kapasitesi tasarımı için gereklidir.

Depolama tankının büyüklüğünün hesaplanması için çeşitli değişkenlere dikkat edilir. Bunlardan bazıları; amaç, yağmur suyu kaynağı (yerel yağış), talep, kurak gün sayısı, su toplama yüzey alanı, su ihtiyacı, estetik, kişisel tercih ve bütçedir. Depolama tankı yeraltı veya yerüstüne inşa edilebilir.

Ayrıca depolama kapasitesi belirlenirken; çatıdan toplanabilen yağmur suyu miktarı ile tüketiciler için gerekli su miktarının karşılaştırılması gerekmektedir. Bazı bölgelerde (çok yağışlı bölgeler) ve bazı durumlarda (büyük alanlı çatılar) çatıdan toplanabilen su miktarı ihtiyaç duyulan su miktarından fazla olabilir. Bu durumda depo kapasitesi ihtiyaç duyulan su miktarı kadar seçilmelidir.

Farklı amaçlar için ihtiyaç duyulan depo boyutunu hesaplamada bölgenin yağış rejimi ve kuraklığına göre farklı hesaplama yöntemleri uygulanabilir. Amaca ve yağış rejimine göre ihtiyaç duyulan su miktarı ile toplanabilen su miktarı karşılaştırılarak çatı yağmur suyu hasadı sisteminin en pahalı bileşeni olan depo kapasitesi belirlenir. Bazı hesaplama yöntemleri aşağıda verilmiştir.

- 1) Günlük maksimum yağış ile hesaplama.
- 2) Kurak süre boyunca su talebi üzerine hesaplama.
- 3) Bir yıl içinde yağışlı gün sayısı esas alınarak hesaplama.
- 4) Aylık ortalama yağış miktarı ile hesaplama

4.5. Çatı Yağmur Suyu Hasadı Hesaplama Yöntemleri

4.5.1. Günlük maksimum yağış ile hesaplama

Günlük maksimum yağış miktarı ile depo içerisindeki suyun ulaşabileceği maksimum miktar belirlenir, böylelikle de toplanabilecek maksimum su için gerekli deponun boyutu ortaya çıkar. Su hasat edildiği günler zarfında aynı zamanda kullanıldığı için ulaştığı en üst noktadan kullanılarak azalacaktır. Ancak muson etkisi gösteren bölgelerde gerekli depo boyutu bu yöntemle hesaplanan boyuttan daha

küçük olabilir. Ayrıca bu sistem günlük olarak yoğun su kullanımı olan tüketiciler için verimli sonuçlar veren bir yöntemdir. Yalnız çoğu zaman günlük maksimum yağış miktarı ortalama yağışların çok üzerinde olduğu için çok büyük boyutlu depolar kullanılması gerekir. Yağmur suyundan maksimum fayda alınır ancak depo boyutunun çok büyük olması gerekliliğinden maliyeti oldukça yüksektir. Ayrıca günlük maksimum yağış çok nadir görülen bir durumdur hava koşullarının aynı derecede yağış oluşturma ihtimali genellikle düşüktür.

Ankara için günlük maksimum yağış miktarı metrekareye 88,9 mm'dir. Bu yağış 11.06.1997 tarihinde ölçülmüştür. Bu değerden de anlaşılacağı üzere Ankara'nın yağış rejimi düzensizdir. Nisan ve Mayıs aylarının 35 yıllık ortalama yağış toplamı metrekareye 99,7 mm'dir. Günlük maksimum yağış miktarı bu iki ayın ortalama yağış toplamına yakındır. Başka bir deyişle 35 yılın ortalaması olan metrekareye 400,2 mm.'lik toplam yıllık yağışın neredeyse 1/4'ü 1 günde düşmüştür [<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>, 21.03.2012].

$$V = A \times R \times Cr$$

V = Hacim (Tank Boyutu - Litre)

A = Alan (Çatı Alanı)

R = Günlük Maksimum Yağış (Litre)

Cr = Kayıp Katsayısı (0,8-0,95)

Örneğin, çatı alanı (A) 100 m², günlük maksimum yağış (R) 88,9mm ve kayıp katsayısı (K) 0,8 olan bir alanda

$$V = 100 \times 88,9 \times 0,8 = 7112 \text{ litre}$$

$$7112 / 1000 = 7,112 \text{ m}^3$$

4.5.2. Kurak süre boyunca su talebi üzerine hesaplama

Başka bir basit bir yöntem olarak, tankın boyutu kurak zamanlardaki su ihtiyacını karşılayacak yeterlilikte olacak şekilde hesaplamaktır.

Kurak dönemdeki yağmursuz gün sayısı kullanılarak yapılan depo hesabında temel amaç tamamen susuz kalınan zamanlardaki su gereksiminin depoda biriktirilen su ile karşılanmasıdır. Belirli bir dönemdeki su tüketimini karşılamak için ise o dönemdeki kurak gün sayısı hesaba katılmalıdır. Ancak su toplama alanından toplanabilen su miktarı da hesaba katılmalıdır. Toplanabilen su miktarı gereken su miktarından az ise toplanabilen su miktarı kadar depo kullanmak gerekir. Çoğunlukla tamamen kurak zamanlarda yağmur suyundan fayda sağlamak için kullanılan bir hesaplama yöntemidir.

Ankara için yaz aylarındaki sıcaklarda su kullanımı artmaktadır. Yapılan anket çalışmasında örneklem gurubundaki işletmelerin %69,23'ü yaz aylarında su tüketimlerinin sıcaklar nedeni ile arttığını belirtmişlerdir. Örneklem gurubundaki işletmelerin %30,77'si ise su kullanımlarının değişmediğini belirtmişlerdir. Ankara'nın yaz aylarında (haziran, temmuz, ağustos) yağışlı gün sayısının 35 yıllık ortalaması 16,6 gündür kurak gün sayısı (yağışsız gün sayısı) ise 75,4'dür [<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>, 22.03.2012].

$$V = t \times n \times q$$

V = Hacim (Tank Hacmi – Litre)

t = Kuru Sezon (Ostim için yağmursuz gün sayısı bu formülde 75,4)

n = Tankı Kullanan İnsanların Sayısı (Kişi)

q = Günlük Kişi Başına Tüketim (Litre)

[http://www.wateraid.org/documents/plugin_documents/rainwater_harvesting.pdf, 21.03.2012]

Ostim'in aylık maksimum kişi başı su kullanım ortalaması = 1780 Litre'dir. İşletmelerin çoğu Pazar günleri kapalı oldukları için bir aydaki ortalama iş günü sayısı 24'dür. Bu hesaplama ile;

$$1780 / 24 = 74,16 \text{ Litre (ostim'in günlük kişi başı kullanım miktarı)}$$

Örneğin, çalışan sayısı (n) 10 kişi, olan Ostim'deki bir işletme için gerekli depo

$$V = 75,4 \times 10 \times 74,16 = 55916,64 \text{ Litre}$$

$$55916 / 1000 = 55,916 \text{ m}^3$$

[http://www.wateraid.org/documents/plugin_documents/rainwater_harvesting.pdf, 21.03.2012]

4.5.3. Bir yıldaki yağışlı gün sayısına dayanarak hesaplama

Diğer bir formül ise yağışlı gün sayısı ile hesaplanır. Genel amaç yıl içerisindeki yağışlı günlerde yağın yağmurun aktif olarak yağdığı günlerde kullanılmasıdır. Yağışın düzenli olduğu bölgelerde kullanışlıdır ancak yıllık yağışın çoğunluğunun 1-2 ayda düştüğü bölgelerde ve muson iklimi gösteren bölgelerde verimliliği düşüktür.

Ankara için bir yıldaki yağışlı gün sayısı 104,7 gündür

[<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>, 22.03.2012].

$$V = S / N$$

V = Hacim (Tank Hacmi – Litre)

S = Hasat yağmur suyu (Litre)

N = Yılda yağışlı gün sayısı (Ankara için 104,7)

$$S = R \times A \times Cr$$

S = Depolanacak yıllık ortalama su miktarı (Litre)

R = Yıllık Toplam Yağış Miktarı (mm) (Ankara için 400,2 mm)

A = Toplam su toplama alanı (m²)

Cr = Kayıp Katsayısı (0,8 – 0,95) (Metal ve Plastik çatılarda 0,8) [Worm ve Hattum, 2006]

Bu iki formülün birleşimi

$$V = \frac{R * A * Cr}{N}$$

Örneğin, çatı alanı (A) 100 m², galvanizli saç çatıya sahip bit işletme için

$$V = \frac{R * A * Cr}{N} = \frac{400,2 * 100 * 0,8}{104,7} = 305,78 \text{ Litre}$$

$$305,78 / 1000 = 0,3 \text{ m}^3$$

[http://www.wateraid.org/documents/plugin_documents/rainwater_harvesting.pdf, 21.03.2012]

4.5.4. Karşılaştırmalı hesaplama

Yukarıda örnek olarak verilen hesaplamalar Ostim için uygun değildir. Uygun olmayışının iki nedeni vardır birincisi Ankara'nın yağış deseninin düzensiz, yağış yoğunluğunun ise tutarsız olmasıdır. Uygun olmayışının ikinci nedeni ise uygulamanın büyük alanlı işletmeler için yapılacak olmasıdır çünkü büyük alandan toplanabilecek su miktarı çok fazladır ve depo boyutu da yuvarlak hesaplar ile çok büyük çıkacaktır bu da maliyeti arttıracaktır. Bu nedenle yukarıda örnek olarak verilen yuvarlak hesaplamaların ötesinde daha ayrıntılı bir hesaplama yöntemi oluşturmak gerekir.

Bu hesap yönteminde veriler aylık olarak değerlendirilecektir. Depoda biriktirilen su aynı zamanda kullanılacaktır. Toplanabilen su miktarı ihtiyaç duyulan su miktarından fazla ise ihtiyaç duyulan kadar fark bir sonraki ayın toplanabilen su miktarı kapasitesine eklenecektir. Verilerin aylık olarak değerlendirilmesinin nedeni Ankara'nın yıllık yağış deseninin çok düzensiz olmasıdır. Öncelikle ihtiyacın belirlenmesi gerekir. İhtiyacın belirlenmesinde en tutarlı yöntem su faturasından elde edilen su kullanım miktarıdır. Pilot proje hesaplamaları yapılırken; su ihtiyacını belirlemek için örneklem gurubundaki işletmenin beyan ettiği su faturası miktarları kullanılacaktır. Eğer işletmenin hiç faturası yok ise Ostim ortalamasına göre aşağıdaki formülden hesaplanabilir;

$$H = (n \times q) + (m \times y)$$

$$H = \text{Aylık İhtiyaç (m}^3\text{)}$$

n = Tankı Kullanan İnsanların Sayısı (Kişi)

q = Kişi başı aylık tüketim (m^3) (Ostim ortalaması $1,78 m^3$)

m = Soğutma suyu kullanan makine sayısı (Adet)

y = Makine başına aylık soğutma suyu ortalaması (m^3) (Ostim ortalaması $3.08 m^3$)

İkinci olarak işletmenin su toplama alanından (çatı) toplanabilecek aylık minimum ve maksimum yağmur suyu miktarını hesaplamak gereklidir. Bunun için aşağıdaki formül uygulanabilir.

$$S_{min} = M_{min} \times A \times Cr / 1000$$

$$S_{max} = M_{max} \times A \times Cr / 1000$$

S_{min} = Aylık depolanabilecek en az ortalama su miktarı (m^3)

S_{max} = Aylık depolanabilecek en fazla ortalama su miktarı (m^3)

M_{min} = En kurak ayın yağış ortalaması (mm) (Ankara için Ağustos=12,4 mm)

M_{max} = En yağışlı ayın yağış ortalaması (mm) (Ankara için Nisan=50 mm)

A = Toplam su toplama alanı (m^2)

Cr = Kayıp Katsayısı (0,8 – 0,95) (Metal ve Plastik çatılarda 0,8)

Daha sonra su toplama alanından toplanabilen minimum ve maksimum su miktarları işletme ihtiyaçları ile karşılaştırılarak ideal depo boyutunun belirlenmesi gerekir. İşletme ihtiyacı nisan yağmurlarından toplanabilen su miktarından fazla ise ($H > M_{max}$) depo olarak nisan yağmurlarının toplandığı M_{max} değerindeki deponun seçilmesi gerekir. Çünkü en fazla toplanabilen yağış bile işletme ihtiyacının tamamını karşılayamamaktadır ve depolanan su sürekli kullanılarak azalacaktır. Bunun için M_{max} değerine %20 yağış düzensizliği katsayısı eklemek yıllar içerisindeki olası yağış artışlarını da kullanmak için yeterli olacaktır. Bu nedenle depo boyutu aşağıdaki formül ile hesaplanabilir.

$$V = S_{max} \times 1.2$$

V = Gerekli depo boyutu (m^3)

İşletme ihtiyacı ağustos yağmurlarından toplanabilen su miktarından az ise ($M_{\min} > H$) depo olarak ihtiyacı karşılayacak H (ihtiyaç) boyutundaki deponun seçilmesi gerekir. Çünkü en az yağış alan zamanda bile işletme ihtiyacı karşılanabilmektedir. Depo boyutunu belirlemek için ortalama ihtiyaç miktarına olası ihtiyaç artışlarını karşılamak için %20 ihtiyaç fazlası boyut eklemek yeterli olacaktır. Bu nedenle depo boyutu aşağıdaki formül ile hesaplanabilir.

$$V = H \times 1.2$$

$$V = \text{Gerekli depo boyutu (m}^3\text{)}$$

$$H = \text{Aylık İhtiyaç (m}^3\text{)}$$

İşletme ihtiyacı nisan yağmurlarından toplanabilen su miktarından az ağustos yağmurlarından toplanabilen su miktarından fazla ise ($M_{\max} > H > M_{\min}$) yağışlı aylarda toplanabilen su miktarının depoda biriktirilerek kurak aylarda kullanılması gerekmektedir. Yalnız bunun içinde kurak zamanlarda ihtiyacı karşılamak için kurak zamanlardaki yağış dışında ne kadar daha suya ihtiyaç duyulacağı ile sulak zamanlarda ihtiyaç dışında ne kadar su biriktirilebileceği arasında bir kıyaslama yapmak gerekir. Bunun için aşağıdaki formülü kullanarak karşılaştırma yapmak uygundur.

$$H_k = K_a \times H \times \left(1 - \frac{K_o}{H}\right)$$

$$H_k = \text{Kurak aylarda ihtiyacı karşılamak için gereken; yağış dışındaki su miktarı (m}^3\text{)}$$

$$K_a = \text{Kurak ay sayısı (Ankara için 3 – temmuz, ağustos, eylül)}$$

$$H = \text{Aylık ortalama ihtiyaç (m}^3\text{)}$$

$$K_o = \text{Kurak aylardaki çatıdan toplanabilen ortalama su miktarı (m}^3\text{)}$$

$$A = \text{Toplam su toplama alanı (m}^2\text{)}$$

$$K_o = \frac{R_{\text{tem}} + R_{\text{agu}} + R_{\text{eyl}}}{3} \times A \times \frac{C_r}{1000} = \frac{16 + 12.4 + 18.8}{3} \times A \times \frac{0.8}{1000}$$

$$= 15.73 \times A \times 0.0008 \text{ 'dir.}$$

$$H_s = S_a \times H \times \left(1 - \frac{S_o}{H}\right)$$

H_s = Sulak aylarda ihtiyacı karşıladıktan sonra artan su miktarı (m^3)

S_a = Sulak ay sayısı (Ankara için 3 -nisan 50mm., mayıs 49.7 mm. , aralık 42.6 mm.)

H = Aylık ortalama ihtiyaç (m^3)

S_o = Sulak aylardaki çatıdan toplanabilen ortalama su miktarı (m^3)

A = Toplam su toplama alanı (m^2)

$$S_o = \frac{R_{nis} + R_{may} + R_{ara}}{3} \times A \times \frac{C_r}{1000} = \frac{50 + 49.7 + 42.6}{3} \times A \times \frac{0.8}{1000}$$

$$= 47.3 \times A \times 0.0008 \text{ 'dir.}$$

Sulak aylarda ihtiyacı karşıladıktan sonra artan su miktarı (H_s) ile kurak aylarda yağın yağmur dışında ihtiyacı karşılamak için gereken su miktarları (H_k) belirlendikten sonra bu iki değer karşılaştırılarak depo kapasitesi belirlenir. Depoda aylık ihtiyacı karşılamamanın dışında kurak aylarda kullanılmak üzere de su biriktirmek gerekir. İşte bu ihtiyaç dışındaki kısım ise kurak zamanlarda fazladan gereken su miktarı ile sulak zamanlarda toplanabilen ihtiyaç dışındaki su miktarının karşılaştırılması sonucu ortaya çıkar. Karşılaştırılan iki değerden küçük olan aylık ihtiyaca eklenir ve bu değere yağış düzensizliği nedeni ile fazladan yağabilecek yağış miktarı ile ihtiyaçta oluşabilecek artışları dikkate alarak bir miktar tolerans eklemek Ankara gibi yağışı düzensiz ve tutarsız bir bölge için uygun olacaktır. Bu tolerans miktarı için %20 yeterlidir.

$$V = (H + H_{ks}) \times 1.2$$

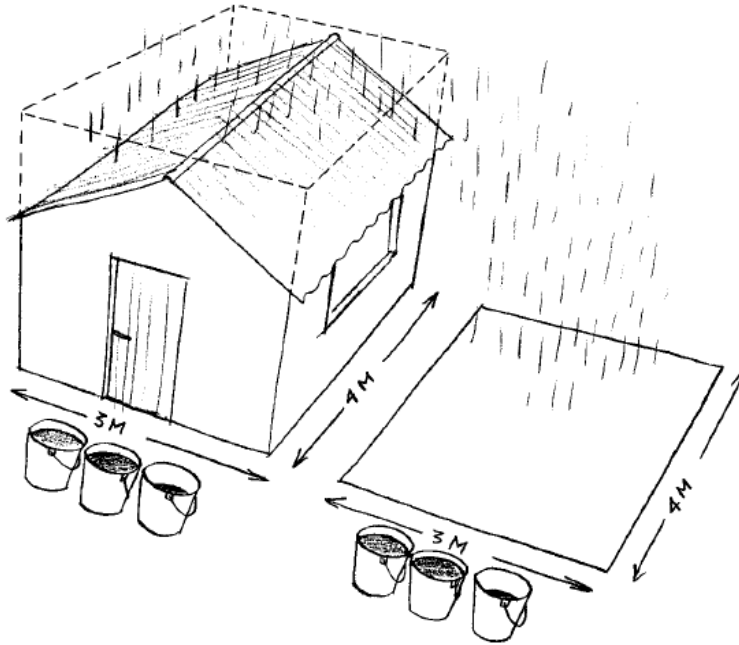
V = Gerekli depo boyutu (m^3)

H_{ks} = H_k ve H_s değerlerinin karşılaştırılmasındaki küçük değer (m^3)

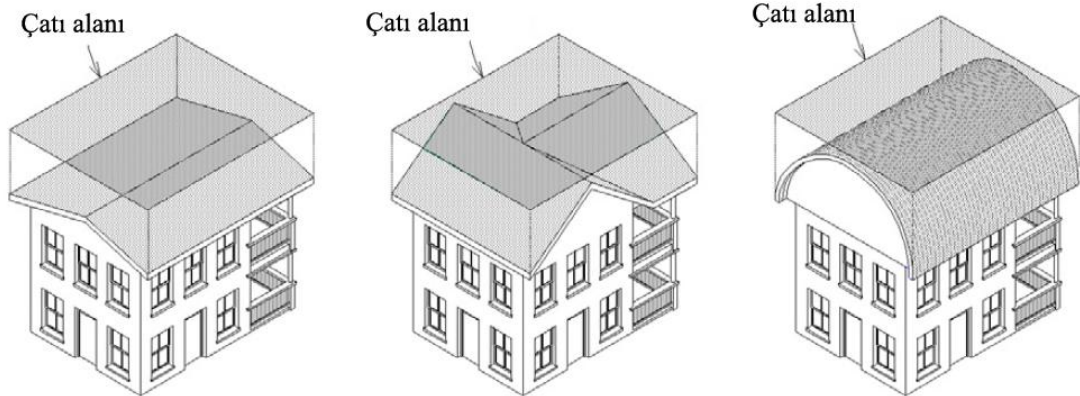
4.6. Su Toplama Alanı ve Çatı Alanı İlişkisi

Su toplama alanı olarak üzerinde çatı bulunan alan kullanılır çünkü Şekil 4.5.'de görüldüğü üzere çatı alanı su akıntısı eğimi nedeniyle işletme alanından daha büyük bir alan kaplayacaktır ancak gökyüzünden düşen yağışın yeryüzünde metre kareye düşen yağış miktarı (derinlik) olarak ölçüldüğünden dolayı çatı alanı ne olursa olsun

üzerinde çatı bulunan bölümün zemin alanına (izdüşümüne) düşen yağış miktarı değişmeyecektir.



Şekil 4.5. Su toplama alanı olarak üzerinde çatı bulunan işletme alanının kullanılması [Worm ve Hatum, 2006]



Şekil 4.6. Çatı izdüşüm alanı örnekleri [TWDB, 2005]

4.7. Orta Doğu Sanayi ve Ticaret Merkezi (OSTİM)

4.7.1. OSTİM'in tanımı ve yapısı

1967 yılında, bir grup küçük esnafın kendi birikimleri ile temelini attıkları,OSTİM Küçük Sanayi Sitesi İşyeri Yapı Kooperatifi adıyla ortaya çıkan oluşum,1997 yılında Organize Sanayi Bölgesi kimliğine kavuşmuştur. Bu bölgede faaliyetgösteren tüm işyerlerinin yönetiminden sorumlu olarak Organize Sanayi BölgeMüdürlüğü bulunmaktadır. Ayrıca, medya kuruluşları, vakfı, spor klübü, finans,yatırım, pazarlama, sağlık, mesleki eğitim, ilköğretim, üniversite kampüsü, siviltoplum ve KOBİ destek kuruluşları ile OSTİM ayrı bir kent görünümündedir. Beşmilyon metrekare açık alanda yaklaşık beş bin işletme faaliyet göstermektedir [http://www.ostim.org.tr/BilgiMerkezi.aspx?Kat=1&AKat=57&MakaleID=1, 02.01.2011].

17 temel sektörde onbinlerce ürün, 5 bin işletme, 50 bin çalışanıyla, Bir Sanayi Kentidir.Türkiye'nin en büyük, dünyanın ise sayılı küçük ve orta ölçekli sanayi üretim alanlarından biri olan Ostim'de, Makine İmalat, Metal İşleme, Elektrik-Elektronik, İş Makineleri, İmalat Ekipmanları, Otomotiv, Plastik-Kauçuk, Tıbbi Araç Gereçler ana başlıklarında üretim yapılmaktadır.

[<http://www.ostim.org.tr/BilgiMerkezi.aspx?Kat=1&AKat=57&MakaleID=2>,02.01.2011]

Ostim'de OSB üyesi olarak faaliyet gösteren 5000 firmanın %31'ini ticaret %69'unu imalât ve diğer faaliyet alanları oluşturmaktadır. Ana sanayilere yönelik imalat eksenli sektörler; İş ve İnşaat Makineleri ve Malzemeleri, Makine ve Makine Parçaları, Plastik ve Kauçuk, Elektrik-Elektronik, Sağlık Araç Gereçleri, Otomotiv ve Savunma Sanayi şeklinde sayılabilir.

[<http://www.ostim.org.tr/BilgiMerkezi.aspx?Kat=1&AKat=57&MakaleID=3>,02.01.2011]

4.7.2. Ostim bölgesinin su tarifesi

ASKİ genel müdürlüğünden alınan bilgilere göre ostim bölgesinde faaliyet gösteren işletmeler için suyun metreküp bedeli 5 TL atık su bedeli 2,50 TL dir. Bu fiyatlandırmaya %8 KDV eklenmektedir. Ayrıca çok küçük miktarda (yaklaşık 2TL) ÇTV vergisi eklenerek fiyatlandırma yapılmaktadır. Çizelge 4.8..'de ASKİ genel müdürlüğünden alınan su tarifeleri gösterilmiştir. Ostim bölgesindeki işletmeler işyeri ve sanayi başlığı altında gösterilen fiyatlandırmaya tabidir. Tabloda Organize Sanayi Bölgeleri (OSB) için fiyatlandırmada işyeri tarifesinin %75'i uygulandığı belirtilmektedir. Ancak ASKİ genel müdürlüğünden alınan bilgilere göre %75 fiyatlandırmaya tabi olabilmesi için bölgenin kendi dağıtım şebekesi olması mecburiyeti olduğu OSTİM bölgesinin kendi dağıtım sistemi olmadığı için OSTİM bölgesindeki aboneler bu tarifeden yararlanamamaktadırlar.

Çizelge 4.8. ASKİ su tarifeleri http://www.aski.gov.tr/s.asp?s=/tarife/su_fiyat.htm
(14.08.2011)

ASKİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ SU VE ATIKSU TARİFE TABLOSU			
01-08-2009 ‘Başlayan 13-05-2012 Tarihinde Geçerli Olan Fiyatlar			
Tarife Adı	su bedeli TL	atıksu bedeli TL	toplam TL
KONUT	1,80	0,90	2,70
İŞYERİ VE SANAYİ	5,00	2,50	7,50
ARITILMAMIŞ SU	Tarifelyönetmeliğinin 32. maddesine göre her abone türünün kendisine uygulanan su satış tarifesinin % 75 ' i uygulanır		
RESMİ ABONELER	4,00	2,00	6,00
ELÇİLİK ABONELİKLERİ	3,16	1,58	4,74
RESMİ KURUM PARK VE BAHÇE	2,16	0,00	2,16
ÖZEL PARK BAHÇE	2,70	0,00	2,70
MANDIRA	1,80	0,90	2,70
İBADET YERLERİ	0,067	0,033	0,10
MUHTARLIK HİZMET BİNALARI	0,067	0,033	0,10
SPOR KLÜPLERİ (Temiz Su) ve BÜYÜKŞEHİR PARK BAHÇE	0,067	0,033	0,10
Organize Sanayi Bölgeleri (Kendi su dağıtım şebekesi olanlar)	İşyeri tarifesinin % 75' i uygulanır		
SPOR KLÜPLERİ (Ham su)	0,04	0,02	0,06
ŞEHİT, GAZİ VE ÖZÜRLÜLER	0,067	0,033	0,10
BELEDİYE PARK VE BAHÇE	1,030	0,000	1,03
GRUPLAR			TARİFE ORANI
Konut, İşyeri ve Sanayi Aboneleri için	1. GRUP	Altındağ, Çankaya, Mamak, Keçiören, Etimesgut, Sincan, Yenimahalle, Gölbaşı, , Pursaklar İlçelerinin merkez mahalleleri ile ASKİ merkezi su şebekesinden su kullanan mahalle statüsü kazanmış köyler ve bağlı diğer yerler	100%
	2. GRUP	Bala, Elmadağ, Akyurt, Çubuk, Kazan, Kalecik, Ayaş ilçeleri merkez mahalleleri ve bağlı diğer yerler (köyler hariç)	75%
	3. GRUP	5216 sayılı yasayla mahalle statüsü kazanmış diğer köyler	50%
Fiyatlara % 8 KDV Dahil Değildir			

4.8. Ülkemizde Çatı Yağmur Suyu Hasadı Teknolojilerinin İlişkin Örnekler

Siemens Gebze Tesisleri: Türkiye'nin ilk Leed Gold sertifikasına sahip olan Siemens Gebze Organize Sanayi Bölgesi'nde "Yeşil Bina Konsepti" içerisinde su korunumuna ilişkin pek çok teknoloji geliştirilmiştir. Çatıdan toplanan yağmur suyunun yangın sulama tertibatında ve yumuşatılarak tüm alan içerisinde kullanım suyu olarak da değerlendirilmekte olup bina dışında ise peyzaj sulamasında kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra bina için geliştirilen pek çok farklı su tasarrufu stratejileri ile %50'ye varan su tasarrufu sağlanmaktadır [Şahin ve Manioğlu, 2011].



Resim 4.1. Siemens gebze tesisleri [Şahin ve Manioğlu, 2011]

Diyarbakır Güneş Evi: Diyarbakır Güneş Evi'nde çatılardan toplanarak su deposuna gelen yağmur suyu ile evsel atık su arıtılmasından elde edilen su, karbon filtreden geçirilerek bahçe sulamasında ve tuvalet rezervuarlarda kullanılmaktadır [Şahin ve Manioğlu, 2011].



Resim 4.2. Diyarbakır güneş evi [Şahin ve Manioğlu, 2011]

Borusan Oto İstinye Tesisleri: Çatılardan toplanan yağmur suları, ayrı depolarda toplanıp, arıtılarak, tuvalet rezervuarı, ıslak hacim, araç yıkama ile bahçe sulamada ve yangın deposunda kullanılmaktadır. Araç yıkamada kullanılan atık suda bulunan yağlar ise, biyolojik arıtma ile tekrar kullanıma kazandırılmaktadır. Binanın çatısından toplanan yağmur suları biriktirilip, araç yıkama ile temizlik amaçlı kullanılmakta olup, daha sonra biyolojik işleme arıtılıp %95 oranında geri kazanılarak yeniden kullanılmaktadır [Şahin ve Manioğlu, 2011].



Resim 4.3. Borusan oto istinye tesisleri [Şahin ve Manioğlu, 2011]

4.9. OSTİM’deÇatıYağmurSuyuHasadıTeknolojilerineİlişkinÖrnekler

Yapılan saha analizi sırasında tespit edilen çatı yağmur suyu hasadı kullanan işletmeler aşağıda listelenmiştir.

YİMKA kimyasal kolektif şirketinin Ostim’de faaliyet gösteren Ankara temsilciliği su hasadı sistemi ile elde ettiği yağmur suyunu depolama ve taşıma esnasında etrafa dökülen kimyasal maddelerin insanlara zarar vermemesi ve diğer maddelerle tepkimeye girerek patlama veya zehirli gaz çıkarmaması için yerlerin ve ürün kutularının yıkanmasında kullanmaktadır. 8000 litrelik sistem çok basit tasarlanmıştır ve hiçbir filtreleme sistemine sahip olmadığı için yıkama dışında işlemlerde kullanılmamaktadır.



Resim 4.4. YİMKA ostim temsilciliği [İncebel, 2012]

Hansu Plastik inşaat ticaret yağmur suyu hasadı sistemi ile topladığı 1 m³ suyu çevre sulaması ve küçük çaplı kullanım suyu olarak kullanmaktadır. Çok küçük çaplı bir sistem olmasına rağmen işletmenin bina dışında kullandığı suyu karşılamaktadır.



Resim 4.5. Hansu plastik [İncebel, 2012]

5. MATERYAL VE METOD

Alternatif kaynaklarından yağmur suyunun çatı yağmur suyu hasadı sistemi ile kazanılarak endüstriyel süreçlerde kullanımının fizibilitesi için yarı kurak bir iklim olan Ankara sınırları içerisindeki OSTİM bölgesi seçilmiş ve seçilen bölgeden örneklem metodu ile toplanan veriler analiz edilerek elde edilen yeni bilgiler ışığında OSTİM bölgesi için çatı yağmur suyu hasadı sistemi projelendirmesi yapan bir bilgisayar programı yazılmıştır.

5.1. Örneklem

OSTİM bölgesini en iyi şekilde temsil edecek bir örneklem grubu oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu nedenle OSTİM bölge müdürlüğünden bölgedeki işletmelerin ana faaliyet sektörleri ve dağılımları aşağıdaki gibi alınmıştır.

- Saç şekillendirme (%46)
- Talaşlı imalat (%42)
- Plastik işleme (%8)
- Kimyasal konular (%4)

Alınan dört ana faaliyet sektörünün bölgedeki dağılım oranları dikkate alınarak anket uygulaması yapılmıştır ancak yapılan anket uygulaması sırasında birçok işletmenin bu dört ana faaliyet sektörünün birkaçında birden işlem yaptığı ve tek bir ana faaliyet sektörüne indirgenmek istemediği görülmüştür. Ayrıca OSTİM bölge müdürlüğünün ana faaliyet sektörlerini belirlerken işletmenin ana ürün çıktısını oluştururken en fazla ihtiyaç duyulan işlemi baz aldığı görülmüştür. Örneğin iş makinası üretimi yapan işletmeler talaşlı imalat ana faaliyet sektöründe, yapı malzemeleri üreten işletmeler ise saç şekillendirme ana faaliyet sektöründe sınıflandırılmıştır.

Tezin anket çalışmaları başladığından ilk verilen ana faaliyet sektörlerine göre anket düzenlenmiş olup ilk saha analizinde ana faaliyet sektörünün işletmeleri tanımlamada yetersiz kaldığı görülmüş ve ikinci olarak alt faaliyet sektörleri belirlenerek on beş farklı alt faaliyet sektörü oluşturulmuş ve ankete eklenmiştir.

OSTİM bölge müdürlüğü 2012 yılı başında bu faaliyet sektörlerini tekrar ele alarak dört ana faaliyet sektörü tanımını daha da genişleterek on yedi ana faaliyet sektörü şeklinde değiştirerek önceki bilgilerde alt faaliyet sektörü olarak görülen birçok sektörü ana faaliyet sektörü olarak göstermiştir.

OSTİM’i en iyi şekilde örneklemek için çok sayıda anket yapılmış, bu anketlerin arasından OSTİM’i en iyi temsil edecek elli iki adet işletme örneklem gurubuna seçilmiştir.

5.2. Veri Toplama Aracı

Veri toplama işlemi için anket yöntemi uygun görülmüş ve uygulanmıştır. Anket sorularının oluşturulmasında ilk olarak ihtiyaç duyulabilecek veriler belirlenmiş ve bir sosyolog yardımı ile soru cümleleri düzenlenmiştir. Daha sonra test amaçlı olarak OSTİM’de anket uygulaması yapılmış ve uygulamada ihtiyaç duyulduğu görülen veriler ve sorular ankete eklenmiştir.

OSTİM’de faaliyet gösteren işletmelere “Alternatif su kaynaklarının endüstriyel kullanıma kazandırılması” anketi oluşturulmuş ve uygulanmıştır.

Oluşturulan ankette otuz bir ana başlıkta verilen cevaplara göre şekillenen otuz altı soru bulunmaktadır. Bu otuz altı sorunun on ikisi açık uçlu, yirmi dört tanesi kapalı uçlu sorulardan oluşmaktadır. Kapalı uçlu sorular likert tipi üç veya beş seçenekli sorulardır. İşletmelerin demografik yapısı ile ilgili sorular anket girişine bulunmaktadır. Bilgi soruları ikinci kısımda, davranış soruları ve yargısal tip sorular ise anketin son kısmında bulunmaktadır. Soruların amaca cevap veren, kısa, basit ve anlaşılır olmasında dikkat edilmiştir.

Araştırmaya ilişkin temel tanımlama bilgileri anket başlangıcında anketin uygulandığı işletme sahibi veya işletme yetkilisi ile paylaşılmıştır. Anketin amacı ve nerede kullanılacağı hakkında verilen bilgilerden sonra anket sorularına geçilmiştir.

Uygulanan “Alternatif su kaynaklarının endüstriyel kullanıma kazandırılması” anketi ek-1’de sunulmuştur.

5.3. Verilerin Toplanması

Oluşturulan “alternatif su kaynaklarının endüstriyel kullanıma kazandırılması” anketi OSTİM kümelenmelerinde OSTİM’in sektör dağılımını örnekleyecek şekilde yapılmıştır. Her kümelenmede ihtiyaç duyulan anket sayısından fazla sayıda anket uygulanarak olası veri kayıplarının önüne geçilmiştir. Veri toplama işlemi sırasında her kümelenmeden ve her ana faaliyet sektöründen en fazla ve en az çalışana sahip işletmelerin örneklem gurubunda bulunmasına dikkat edilmiştir.

Tüm anketler yüz yüze görüşme metodu ile yapılmıştır. Anket soruları su tüketimi üzerine olduğundan daha doğru sonuçlar alabilmek için yıl içerisinde farklı dönemlerde uygulama yoluna gidilmiştir. OSTİM’deki sektör dağılımını örnekleyecek tamamı geçerli veriye sahip elli iki işletmenin yirmi iki adedine yaz aylarında, otuz adedine ise kış aylarında anket uygulandığı tespit edilmiştir. Anket uygulaması sırasında gerekli açıklamalar ve bilgilendirmeler işletme sahiplerine veya işletme yetkililerine yapılmıştır.

Su tüketimi verileri TL cinsinden tutar şeklinde alınabildiği için bu verilerin m³ cinsinden su tüketimine çevrilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır bu nedenle ASKİ genel müdürlüğü ile görüşülmüş ve OSTİM bölgesi için su ücretlendirme tarife bilgileri alınmıştır.

5.4. Verilerin Değerlendirilmesi

“Alternatif su kaynaklarının endüstriyel kullanıma kazandırılması” anketinden elde edilen veriler kodlanarak SPSS 16 programında oluşturulan anket veri tabanına girilmiştir. Kapalı uçlu sorular için numeric, açık uçlu sorular için string değişkenler kullanılmıştır. Elde edilen anketlerden tamamen geçerli veriye sahip ve OSTİM’i en iyi örnekleyecek işletmeler seçilmiş ve analizlerde kullanılmıştır. Tamamı geçerli veriye sahip OSTİM’deki sektör dağılımına uyan elli iki adet işletme üzerinden hesaplamalar yapılmıştır.

Girilen veriler frekans, yığılma ve regresyon analizlerine tabi tutulmuştur. Yapılan değerlendirme sonucunda bulunan veriler ışığında “endüstriyel çatı yağmur suyu hasadı” programı yazılmıştır. SPSS programı ile elde edilen veriler, çizelgeler ve grafikler bulgular bölümünde gösterilmiştir.

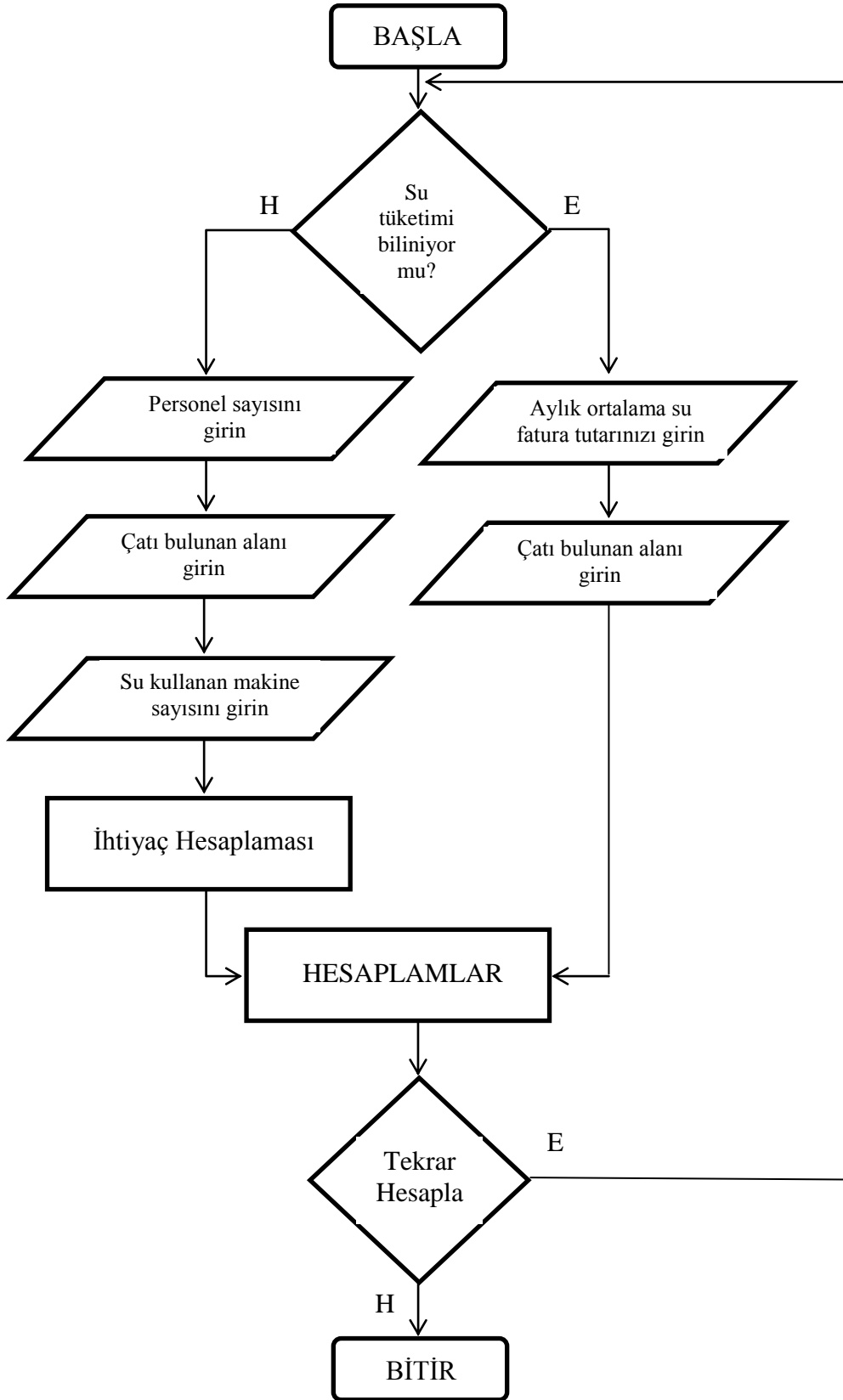
Ayrıca SPSS verileri Excel programı ile yığın halinde çeşitli çatı yağmur suyu hasadı hesaplama formüllerine tabi tutulmuş ve olası senaryolar için bu formüllerin Ankara için kullanılabilirlikleri sınanmıştır. Yapılan detaylı hesaplamalar ve formül karşılaştırmaları sonucunda; birkaç formülün sentezinden, maliyet ve kullanılabilirlik göz önünde bulundurularak Ankara iklim koşullarına en uygun hesap yöntemi çıkartılmıştır.

5.5. Endüstriyel Çatı Yağmur Suyu Hasadı Hesaplama Bilgisayar Programı

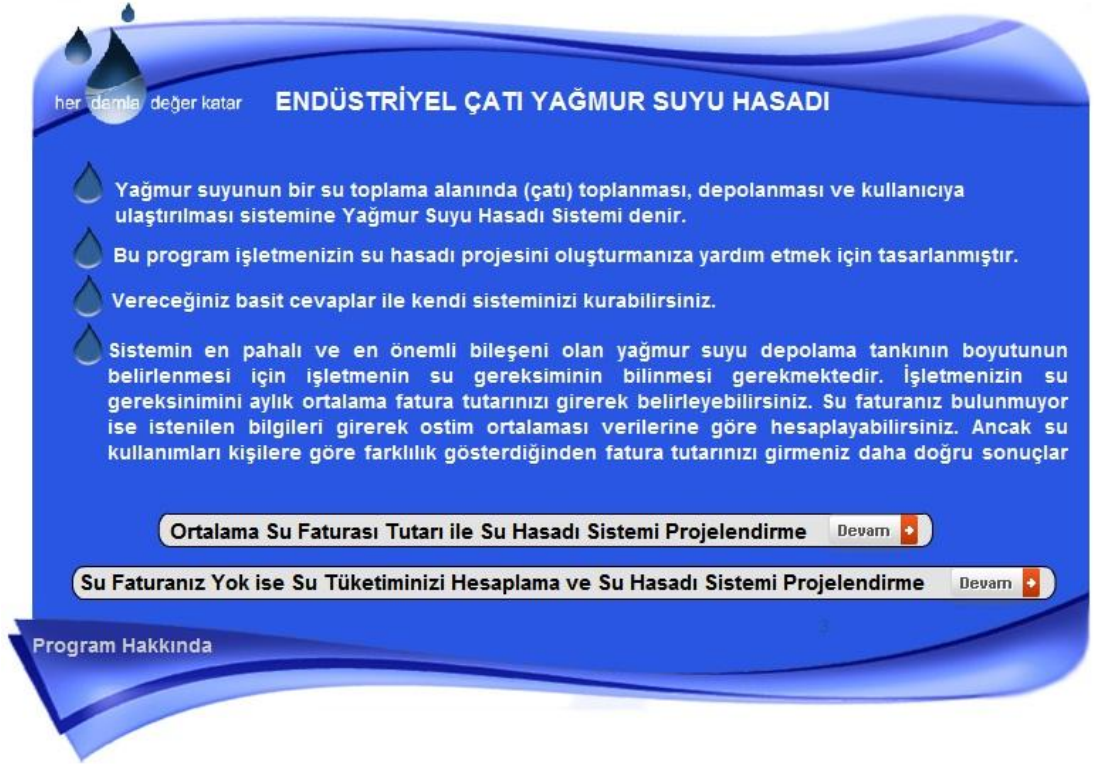
Elde edilen veriler ışığında “Endüstriyel Çatı Yağmur Suyu Hasadı” programı yazılmıştır. Program Adobe Flash CS4 Professional ile hazırlanmış program kodlaması Actionscript 2.0 dilinde yazılmıştır. Hesaplamalar formüllere uygun olarak yapılmıştır.

Program iki hesaplama yönteminden oluşmaktadır. Birinci hesaplama yönteminin su tüketimi bilinen işletmeler için ortalama su tüketim bilgileri istenerek yapılmaktadır.

Su tüketiminin bilinmesi işletmeye özel daha iyi sonuçlar vereceğinden ilk hesaplama yöntemi şebeke suyu bağlantısı olan işletmeler için tercih edilmelidir. Diğer hesaplama yöntemi ise şebeke bağlantısı olmayan ve su kullanım tutarı bilinmeyen işletmeler için yapılmıştır. İkinci hesap yönteminde işletmenin su kullanımını çalışan sayısı ve soğutma suyu kullanan makine sayısı ile OSTİM ortalamasına göre hesaplanmaktadır. Endüstriyel çatı yağmur suyu hasadı programının algoritması Şekil 5.1.'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Endüstriyel çatı yağmur suyu hasadı hesaplama programı algoritması



Şekil 5.2. Endüstriyel çatı yağmur suyu hasadı programının görünümü

Programda veriler seçilen hesaplama yöntemine göre alındıktan sonra hesaplama sayfasında hesaplanarak aynı sayfada sonuçlar gösterilecek şekilde tasarlanmıştır. İlk sayfanın eylemler bölümünde değişkenler tanımlanmış, boyut ve fiyat belirten değişkenler global değişken olarak isimlendirilip sabit değerli değişkenlerin değerleri belirtilmiştir.

Değişkenlerin tanımlama kodları ve değerleri Çizelge 5.1.'de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Değişkenlerin tanımlama kodları ve değerleri

//Anahtar değişkenler _global.fatura _global.alan _global.kisi _global.makine _global.ihtiyacilk	//Aylık yağış miktarları _root.ocak=39.2 _root.subat=33.6 _root.mart=36.1 _root.nisan=50 _root.mayis=49.7 _root.haziran=35.1 _root.temmuz=16 _root.agustos=12.4 _root eylul=18.8 _root.ekim=32.5 _root.kasim=36 _root.aralik=42.6	//Depo Fiyatları _root.d150=30000 _root.d100=20000 _root.d90=17000 _root.d80=14000 _root.d70=13000 _root.d60=12000 _root.d50=10000 _root.d40=7000 _root.d30=6000 _root.d20=3000 _root.d15=2000 _root.d10=1350 _root.d5=850 _root.d1=280
//Filtre Fiyatları //Günlük 1 ton altı _root.f10=1000 //Günlük 1-2 ton _root.f20=2000 //Günlük 1 ton üzeri _root.f60=5000	//Ostim ortalaması _root.kmakine=3.08 _root.kaylik=1.78	

Su kullanımı bilinen işletmelerin su kullanım değerlerinin alındığı sayfanın actionscript 2.0 kod dizisi aşağıdaki gibidir.

```
//Su kullanımı bilinen işletmeler
on (press) {
    _global.fatura=fatura.text
    _global.alan=alan.text
    ihtiyac.text=Math.round(fatura.text / 7.5);
    _global.ihtiyacilk=(fatura.text/7.5);
    play();
}
```

Su kullanımı bilinmeyen işletmelerin su ihtiyaçlarının belirlenmesi için yapılan sayfanın actionscript 2.0 kod dizisi aşağıdaki gibidir.

```
//Su kullanımı bilinmeyen işletmeler
on (press) {
    _global.kisi=kisi.text
    _global.makine=makine.text
    _global.alan=alan.text

    ihtiyac.text=Math.round((makine.text*3.08)+(kisi.text*1.78));
    _global.ihtiyacilk=Math.round((makine.text*3.08)+(kisi.text*1.78));
    gotoandplay(5);
}
```

Değerler alınıp kendi arasında hesaplandıktan sonra depo boyutu, karşılama oranı ve maliyet gibi sonuç hesaplamalarının yapıldığı hesaplama sayfasının actionscript 2.0 kod dizisi aşağıdaki gibidir.

```
//Hesaplama
on (press) {
//Yıllık Toplanabilen Su Miktarı
tsu=((alan*ocak)+(alan*subat)+(alan*mart)+(alan*nisan)+(alan*mayis)+(alan*hazir
an)+(alan*temmuz)+(alan*agustos)+(alan*eylul)+(alan*ekim)+(alan*kasim)+(alan*
aralik));
toplamsu=Math.round(tsu*0.8/1000);
yts.text=toplamsu;
```

```
//Yıllık İhtiyaç Belirleme
ihtiyacay=ihtiyacilk
yillikihtiyac=ihtiyacay*12;
iysi.text=yillikihtiyac;
```

```
//Maksimum ve Minimum Yağışları Belirleme
nisanyagmur=(nisan*alan*0.8)/1000;
agustosyagmur=(agustos*alan*0.8)/1000;
```

```
//Sulak 3 aylık dönemin ortalamasına göre çatı alanından toplanabilen ortalama su
stoplanan=((47.3*alan*0.8)/1000);
```

```
//Kurak 3 aylık dönemim ortalamasına göre çatı alanından toplanabilen ortalama su
ktoplanan=((15.73*alan*0.8)/1000);
```

```
//Kurak zamanlarda fazladan ihtiyaç olan su
kurakihtiyac=3*ihtiyacay*(1-(ktoplanan/ihtiyacay));
```

```
//Sulak zamanlarda fazladan toplanabilen su
sulaktoplaman=3*ihtiyacay*-(1-(stoplanan/ihtiyacay));
sulaktoplaman.text=sulaktoplaman
kurakihtiyac.text=kurakihtiyac
yuzde.text=kurakihtiyac;
tasarruf.text=sulaktoplaman;
```

```
//Depoboyutu belirleme
if (ihtiyacay>=nisanyagmur) {
    depotoplam=nisanyagmur*1.2;
}
else if (ihtiyacay<=agustosyagmur) {
    depotoplam=agustosyagmur;
}
else if (ihtiyacay<nisanyagmur and kurakihtiyac>sulaktoplaman){
    toplam=ihtiyacay+sulaktoplaman
    toplam2=toplam*1.2
    depotoplam= toplam2 ;
}
else if (ihtiyacay<nisanyagmur and sulaktoplaman>=kurakihtiyac) {
    toplam=ihtiyacay+kurakihtiyac
    toplam2=toplam*1.2
```

```
        depotoplam=toplam2;
    }

//Depo boyutu yuvarlama;
if (depotoplam>90){
    maliyet.text=d100
    maliyetf.text=d100+f60
    depoboyut.text="100"
}
if (depotoplam>80 and depotoplam <=90 ){
    maliyet.text=d90
    maliyetf.text=d90+f60
    depoboyut.text="90"
}
if (depotoplam>70 and depotoplam <=80 ){
    maliyet.text=d80
    maliyetf.text=d80+f60
    depoboyut.text="80"
}
if (depotoplam>60 and depotoplam <=70){
    maliyet.text=d70
    maliyetf.text=d70+f60
    depoboyut.text="70"
}
if (depotoplam>50 and depotoplam <=60) {
    maliyet.text=d60
    maliyetf.text=d60+f60
    depoboyut.text="60"
}
if (depotoplam>40 and depotoplam<=50) {
    maliyet.text=d50
```



```
        maliyetf.text=d50+f20
        depoboyut.text="50"
    }
    if (depotoplamlam>30 and depotoplamlam<=40) {
        maliyet.text=d40
        maliyetf.text=d40+f20
        depoboyut.text="40"
    }
    if (depotoplamlam>20 and depotoplamlam<=30) {
        maliyet.text=d30
        maliyetf.text=d20+f20
        depoboyut.text="30"
    }
    if (depotoplamlam>15 and depotoplamlam<=20) {
        maliyet.text=d20
        maliyetf.text=d20+f10
        depoboyut.text="20"
    }
    if (depotoplamlam>10 and depotoplamlam<=15) {
        maliyet.text=d15
        maliyetf.text=d15+f10
        depoboyut.text="15"
    }
    if (depotoplamlam>5 and depotoplamlam<=10) {
        maliyet.text=d10
        maliyetf.text=d10+f10
        depoboyut.text="10"
    }
    if (depotoplamlam<=5) {
        maliyet.text=d5
        maliyetf.text=d5+f10
```

```

        depoboyut.text="5"
    }
    //Tasarruf Oranı
    if (toplamsu>yillikihtiyac) {
        yuzde.text="100"
        tasarruf.text=Math.round(yillikihtiyac*7.5)
    }
    else {
        yuzde.text=Math.round (100*toplamsu/yillikihtiyac)
        tasarruf.text=Math.round (toplamsu*7.5)
    }
}

```

İşlemlerin sonucu sonuç sayfasında verilmiştir. Programın sonuç sayfası örneği şekil 5.3.'de verilmiştir.



Şekil 5.3. Programın hesaplama sonuç sayfası

Programa http://www.cihanincebel.com/rtrwh_industrial.html adresinden ulaşılabilir.

5.6. Pilot Proje Hesaplamaları

Pilot proje hesaplamasında farklı sektörlerden en çok personele sahip ve en az personele sahip işletmeler için yağmur suyu hasadı uygulama hesabı yapılmıştır. Ayrıca OSTİM ortalaması için bir yağmur suyu hasadı sistemi hesabı yapılmıştır. Hesaplamalarda karşılaştırmalı hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Hesaplamalar sonucunda işletmelerin yıl boyunca ihtiyaç duydukları su miktarları ve çatı yağmur suyu hasadı sistemi ile işletme çatılarından toplanabilen su miktarları karşılaştırılarak uygulamanın verimi bulunmuştur. Bulunan verim OSTİM bölgesi için ASKİ su tarifesi ile çarpılarak yıllık tasarruf miktarı TL bazında hesaplanmıştır.

5.6.1. Talaşlı üretim sektöründe en fazla personeli olan işletme için su hasadı hesaplaması

Örneklem gurubundaki işletmelerden en fazla personele sahip (Alfa Test Ekipmanları Ltd. Şti.) işletmede mavi yaka ve beyaz yaka toplam 60 çalışan bulunmaktadır. 7 adet soğutma suyu kullanan makine bulunmaktadır. Personelin duş imkanı bulunmamaktadır. Aylık toplam su kullanımı $65,6 \text{ m}^3$ ve çatı alanı 660 m^2 'dir. Çatısı sandviç paneldir, oluk sistemi suyu bir noktada toplamaya oldukça elverişlidir ve boyutu bilinmeyen su kesintilerinde destek sağlama amacıyla küçük bir su deposu bulunmaktadır. İşletme içerisinde daha büyük su deposu koyabilecek boş alanı mevcuttur. Seçilen işletmeye dair bilgiler Çizelge 5.2.'de görülmektedir.

Çizelge 5.2. Pilot uygulama 1'in bilgileri

Sektör	Talaşlı İmalat
Çalışan Sayısı	60
Su toplama alanı (m ²)	660
Aylık Toplam Su Tüketimi (m ³)	65,6
Mevcut Depo Boyutu	Yok
Aylık Kişi Başı Su Tüketimi (m ³)	1,09
Duş İmkânı	Yok
Çatı Materyali	Sandviç Panel
Soğutma suyu Kullanan Makine	Yok
Oluk Sistemi	Elverişli Değil
Depo Koyacak Yeri	Yok

$$S = R \times A \times Cr$$

S = Depolanacak yıllık ortalama su miktarı (Litre)

R = Yıllık Ortalama Yağış Miktarı (mm)

A = Toplam su toplama alanı (m²)

Cr = Kayıp Katsayısı

Formülü ile hesaplanan her ay için toplanabilen su miktarı Çizelge 5.3.'de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Pilot proje 1 için aylık ve yıllık toplanabilen su miktarları

Aylar	Toplanabilen Su (Litre)	Su İhtiyacı (Litre)
Ocak	20 697	65 600
Şubat	17 740	65 600
Mart	19 060	65 600
Nisan	26 400	65 600
Mayıs	26 241	65 600
Haziran	18 532	65 600
Temmuz	8 448	65 600

Çizelge 5.3. (Devam) Pilot proje 1 için aylık ve yıllık toplanabilen su miktarları

Aylar	Toplanabilen Su (Litre)	Su İhtiyacı (Litre)
Ağustos	6 547	65 600
Eylül	9 926	65 600
Ekim	17 160	65 600
Kasım	19 008	65 600
Aralık	22 492	65 600
Yıllık Toplam (Litre)	212 256	787 200
Yıllık Toplam (m ³)	212,2	787,2

Yıllık toplam 787,2 m³ su tüketimi olan işletmenin 212,2 m³ su kullanımı yağmur suyundan karşılanabilmektedir. Toplam tüketimin %26,9'u yağmur suyundan sağlanabilmektedir ve yıllık olarak

$$T = St \times F$$

T = Yılda tasarruf edilen tutar (TL)

St = Çatı alanından toplanabilen toplam yağmur suyu (m³)

F = Ostim için suyun atık su bedeli dahil m³ fiyatı (TL)

$$T = St \times F = 212,2 \times 7,5 = 1591,5 \text{ TL tasarruf sağlanabilir.}$$

Gerekli depo boyutunu belirlemek için aylık depolanabilecek en fazla su miktarını temel almak gerekir çünkü aylık ortalama ihtiyaç aylık depolanabilecek en fazla su miktarından daha fazladır. Ayrıca gerekli depo boyutuna %20 olası yağış artışlarından yararlanmak için tolerans katsayısı eklemek gerekmektedir.

$$V = S_{max} \times 1,2$$

V = Gerekli depo boyutu (m³)

S_{max} = Aylık depolanabilecek en fazla ortalama su miktarı (m³)

$$V = S_{max} \times 1,2 = 26\,400 \times 1,2 = 31\,680 \text{ litre} = 31,68 \text{ m}^3$$

31,68 m³ boyutunda depo üretilmediği için 40 m³ depo kullanmak gerekir.

Maliyet Hesabı projenin maliyet hesabının yapılabilmesi için en önemli bileşen olan depo boyutunun ve toplanan suyun hangi amaçla kullanılacağına bilinmesi gereklidir. Hesaplamalar sonucu ortaya çıkan 40 m³'lük polietilen deponun maliyeti 7 000 TL'dir. Toplanan su bahçe sulama, ürün yıkama gibi işlemlerde kullanılacak ise filtre işlemine ihtiyaç yoktur. Toplanan su duş, kullanım suyu, üretimsel süreçler için kullanılacak ise filtreye ihtiyaç vardır. Bu tür süreçler için günlük 1 – 2 ton su filtreleyebilen endüstriyel filtreleme sisteminin fiyatı 2000 TL'dir.

Çizelge 5.4. Pilot proje 1 için hesaplama sonrası veriler

Yıllık toplanabilen su (m ³)	212,2
İşletmenin yıllık ortalama su ihtiyacı (m ³)	787,2
Kullanılması gereken depo boyutu (m ³)	40
İşletme tüketimin yağmur suyundan karşılama oranı	%26,9
Yıllık su tasarrufu (TL)	1591,5
Maliyet (Filtresiz) (TL)	7 000
Maliyet (Filtreli) (TL)	9 000

5.6.2. Talaşlı üretim sektöründe en az personeli olan işletme için su hasadı hesaplaması

Örnekleme grubundaki işletmelerden talaşlı üretim sektöründe faaliyet gösteren ve en az personele sahip işletmede (Neslihan Makine) mavi yaka ve beyaz yaka toplam 3 çalışan bulunmaktadır. Soğutma suyu kullanan makine bulunmamaktadır. Personelin duş imkanı bulunmamaktadır. Aylık toplam su kullanımı 5,33 m³ ve çatı alanı 250m² 'dir. Çatısı galvanizli saç, oluk sistemi suyu bir noktada toplamaya elverişlidir ve su deposu bulunmamaktadır. İşletme içerisinde daha büyük su deposu koyabilecek boş alanı mevcuttur. Seçilen işletmeye dair bilgiler Çizelge 5.5.'te görülmektedir.

Çizelge 5.5. Pilot uygulama 2'nin bilgileri

Sektör	Talaşlı İmalat
Çalışan Sayısı	3
Su toplama alanı (m ²)	250
Aylık Toplam Su Tüketimi (m ³)	5,33
Mevcut Depo Boyutu	Yok
Aylık Kişi Başı Su Tüketimi (m ³)	1,77
Duş İmkânı	Yok
Çatı Materyali	Galvanizli sac
Soğutma suyu kullanan makine sayısı	Yok
Oluk Sistemi	Elverişli
Depo Koyacak Yeri	Var

$$S = R \times A \times Cr$$

S = Depolanacak yıllık ortalama su miktarı (Litre)

R = Yıllık Ortalama Yağış Miktarı (mm)

A = Toplam su toplama alanı (m²)

Cr = Kayıp Katsayısı

Formülü ile hesaplanan her ay için toplanabilen su miktarı Çizelge 5.6.'da verilmiştir.

Çizelge 5.6. Pilot proje 2 için aylık ve yıllık toplanabilen su miktarları

Aylar	Toplanabilen Su (Litre)	Su İhtiyacı (Litre)
Ocak	7840	5 330
Şubat	6720	5 330
Mart	7220	5 330
Nisan	10 000	5 330
Mayıs	9 940	5 330
Haziran	7 020	5 330
Temmuz	3 200	5 330

Çizelge 5.6. (Devam) Pilot proje 2 için aylık ve yıllık toplanabilen su miktarları

Aylar	Toplanabilen Su (Litre)	Su İhtiyacı (Litre)
Ağustos	2 480	5 330
Eylül	3 760	5 330
Ekim	6 500	5 330
Kasım	7 200	5 330
Aralık	8 520	5 330
Yıllık Toplam (Litre)	80 400	63 960
Yıllık Toplam (m ³)	80.4	63.96

Yıllık toplam 63,96 m³ su tüketimi olan bir işletmenin tamamı su kullanımı yağmur suyundan karşılanabilmektedir. Toplam tüketimin %100'ü yağmur suyundan sağlanabilmektedir ve yıllık olarak

$$T = St \times F$$

T = Yılda tasarruf edilen tutar (TL)

St = Çatı alanından toplanabilen toplam yağmur suyu (m³)

F = Ostim için suyun atık su bedeli dahil m³ fiyatı (TL)

$$T = St \times F = 63,96 \times 7,5 = 479,7 \text{ TL tasarruf sağlanabilir.}$$

Gerekli depo boyutunu belirlemek için sulak aylarda ihtiyacı karşıladıktan sonra artan su miktarı ile kurak aylarda ihtiyacı karşılamak için gereken yağış dışındaki su miktarının karşılaştırılması gerekmektedir.

$$S_{min} = M_{min} \times A \times Cr / 1000$$

$$S_{max} = M_{max} \times A \times Cr / 1000$$

S_{min} = Aylık depolanabilecek en az ortalama su miktarı (m³)

S_{max} = Aylık depolanabilecek en fazla ortalama su miktarı (m³)

M_{\min} = En kurak ayın yağış ortalaması (mm) (Ankara için Ağustos=12,4 mm)

M_{\max} = En yağışlı ayın yağış ortalaması (mm) (Ankara için Nisan=50 mm)

A = Toplam su toplama alanı (m^2)

Cr = Kayıp Katsayısı (0,8 – 0,95) (Metal ve Plastik çatılarda 0,8)

$$Hk = Ka \times H \times \left(1 - \frac{Ko}{H}\right)$$

Hk = Kurak aylarda ihtiyacı karşılamak için gereken; yağış dışındaki su miktarı (m^3)

Ka = Kurak ay sayısı (Ankara için 3 – temmuz, ağustos, eylül)

H = Aylık ortalama ihtiyaç (m^3)

Ko = Kurak aylardaki çatıdan toplanabilen ortalama su miktarı (m^3)

A = Toplam su toplama alanı (m^2)

$$Ko = \frac{R_{\text{tem}} + R_{\text{agu}} + R_{\text{eyl}}}{3} \times A \times \frac{Cr}{1000} = \frac{16 + 12,4 + 18,8}{3} \times A \times \frac{0,8}{1000}$$

$$= 15,73 \times A \times 0,0008 = 15,73 \times 250 \times 0,0008 = 3,146 \text{ m}^3 \text{ 'dür.}$$

$$Hk = Ka \times H \times \left(1 - \frac{Ko}{H}\right) = 3 \times 5,33 \times \left(1 - \frac{3,146}{5,33}\right) = 3 \times 5,33 \times 0,4098 = 6,552 \text{ m}^3$$

$$Hs = Sa \times H \times \left(1 - \frac{So}{H}\right)$$

Hs = Sulak aylarda ihtiyacı karşıladıktan sonra artan su miktarı (m^3)

Sa = Sulak ay sayısı (Ankara için 3 -nisan 50mm., mayıs 49.7 mm. , aralık 42.6 mm.)

H = Aylık ortalama ihtiyaç (m^3)

So = Sulak aylardaki çatıdan toplanabilen ortalama su miktarı (m^3)

A = Toplam su toplama alanı (m^2)

$$So = \frac{R_{\text{nis}} + R_{\text{may}} + R_{\text{ara}}}{3} \times A \times \frac{Cr}{1000} = \frac{50 + 49,7 + 42,6}{3} \times A \times \frac{0,8}{1000}$$

$$= 47,3 \times A \times 0,0008 = 47,3 \times 250 \times 0,0008 = 9,46 \text{ m}^3 \text{ 'dür.}$$

$$Hs = Sa \times H \times \left(1 - \frac{So}{H}\right) = 3 \times 5,33 \times \left(1 - \frac{9,46}{5,33}\right)$$

$$= 3 \times 5,33 \times 0,774 = 12,376 \text{ m}^3 \text{ 'dür.}$$

$H_k < H_s$ olduğuna göre kurak aylarda ihtiyacı karşılamak için gereken yağış dışındaki su miktarı, sulak aylarda ihtiyacı karşıladıktan sonra artan su miktarından az demektir. Böylece depo boyutunu belirlemek için ihtiyaç ile kurak aylarda ihtiyacı karşılamak için gereken yağış dışındaki su miktarı toplanarak depo boyutu belirlenmelidir. Belirlenen depo boyutuna %20 oranında olası ihtiyaç artışlarını karşılamak için tolerans katsayısı eklemek gerekir.

$$V = (H + H_k) \times 1,2$$

$$V = \text{Gerekli depo boyutu (m}^3\text{)}$$

$$H_{ks} = H_k \text{ ve } H_s \text{ değerlerinin karşılaştırılmasındaki küçük değer (m}^3\text{)}$$

$$V = (H + H_k) \times 1,2 = (5,33 + 6,552) \times 1,2 = 14,25 \text{ m}^3$$

14,25 m³ depo imal edilmediği için 15m³'lük depo kullanılması gerekir.

Projenin maliyet hesabının yapılabilmesi için en önemli bileşen olan depo boyutunun ve toplanan suyun hangi amaçla kullanılacağına bilinmesi gereklidir. Hesaplamalar sonucu ortaya çıkan 15 m³'lük polietilen deponun maliyeti 2 000 TL'dir. Toplanan su bahçe sulama, ürün yıkama gibi işlemlerde kullanılacak ise filtre işlemine ihtiyaç yoktur. Toplanan su duş, kullanım suyu, üretimsel süreçler için kullanılacak ise filtreye ihtiyaç vardır. Bu tür süreçler için günlük 1 ton su filtreleyebilen endüstriyel filtreleme sisteminin fiyatı 1000 TL'dir.

Çizelge 5.7. Pilot proje 2 için hesaplama sonrası veriler

Yıllık toplanabilen su (m ³)	80,4
İşletmenin yıllık ortalama su ihtiyacı (m ³)	63,96
Kullanılması gereken depo boyutu (m ³)	15
İşletme tüketimin yağmur suyundan karşılanma oranı	% 100
Yıllık su tasarrufu (TL)	479,7
Maliyet (Filtresiz) (TL)	2 000
Maliyet (Filtreli) (TL)	3 000

5.6.3. Saç şekillendirme sektöründe en fazla personeli olan işletme için su hasadı hesaplaması

Örnekleme gurubundaki işletmelerden saç şekillendirme sektöründe faaliyet gösteren ve en fazla personele sahip işletmede (MGS Galvaniz) mavi yaka ve beyaz yaka toplam 60 çalışan bulunmaktadır. İşletmede su personel ihtiyaçlarının karşılanması yanı sıra galvaniz soğutma işleminde kullanılmaktadır. Personelin duş imkanı bulunmaktadır. Aylık toplam su kullanımı 80 m^3 ve çatı alanı 1000 m^2 'dir. Çatısı sandviç paneldir, oluk sistemi suyu bir noktada toplamaya elverişli değildir ve 5 m^3 su deposu bulunmaktadır. İşletme içerisinde daha büyük su deposu koyabilecek boş alanı mevcut değildir. Ancak işletme bahçesine depo yerleştirmeye elverişlidir. Seçilen işletmeye dair künye Çizelge 5.8.'de görülmektedir.

Çizelge 5.8. Pilot uygulama 3'ün bilgileri

Sektör	Saç Şekillendirme
Çalışan Sayısı	60
Su toplama alanı (m^2)	1 000
Aylık Toplam Su Tüketimi (m^3)	80
Mevcut Depo Boyutu	5
Aylık Kişi Başı Su Tüketimi (m^3)	1,33
Duş İmkânı	Var
Çatı Materyali	Sandviç Panel
Soğutma suyu kullanan makine sayısı	7
Oluk Sistemi	Oldukça Elverişli
Depo Koyacak Yeri	Var

$$S = R \times A \times Cr$$

S = Depolanacak yıllık ortalama su miktarı (Litre)

R = Yıllık Ortalama Yağış Miktarı (mm)

A = Toplam su toplama alanı (m^2)

Cr = Kayıp Katsayısı

Formülü ile hesaplanan her ay için toplanabilen su miktarı Çizelge 5.9.'da verilmiştir.

Çizelge 5.9. Pilot proje 3 için aylık ve yıllık toplanabilen su miktarları

Aylar	Toplanabilen Su (Litre)	Su İhtiyacı (Litre)
Ocak	31 360	80 000
Şubat	26 880	80 000
Mart	28 880	80 000
Nisan	40 000	80 000
Mayıs	39 760	80 000
Haziran	28 080	80 000
Temmuz	12 800	80 000
Ağustos	9 920	80 000
Eylül	15 040	80 000
Ekim	26 000	80 000
Kasım	28 800	80 000
Aralık	34 080	80 000
Yıllık Toplam (Litre)	321 600	960 000
Yıllık Toplam (m ³)	321,6	960

Yıllık toplam 960 m³ su tüketimi olan bir işletmenin 321,6 m³ su kullanımı yağmur suyundan karşılanabilmektedir. Toplam tüketimin %33,5'i yağmur suyundan sağlanabilmektedir ve yıllık olarak

$$T = St \times F$$

T = Yılda tasarruf edilen tutar (TL)

St = Çatı alanından toplanabilen toplam yağmur suyu (m³)

F = Ostim için suyun atık su bedeli dahil m³ fiyatı (TL)

$$T = St \times F = 321.6 \times 7.5 = 2412 \text{ TL tasarruf sağlanabilir.}$$

Gerekli depo boyutunu belirlemek için aylık depolanabilecek en fazla su miktarını baz almak gerekir. Çünkü aylık ortalama ihtiyaç aylık depolanabilecek en fazla su

miktarından daha fazladır. Ayrıca gerekli depo boyutuna %20 olası yağış artışlarından yararlanmak için tolerans katsayısı eklemek gerekmektedir.

$$V = S_{max} \times 1.2$$

V = Gerekli depo boyutu (m³)

S_{max} = Aylık depolanabilecek en fazla ortalama su miktarı (m³)

$$V = S_{max} \times 1.2 = 40\ 000 \times 1.2 = 48\ 000 \text{ litre} = 48 \text{ m}^3$$

48 m³ boyutunda depo üretilmediği için 50 m³ depo kullanmak gerekir.

Maliyet Hesabı; projenin maliyet hesabının yapılabilmesi için en önemli bileşen olan depo boyutunun ve toplanan suyun hangi amaçla kullanılacağına bilinmesi gereklidir. Hesaplamalar sonucu ortaya çıkan 50 m³'lük polietilen deponun maliyeti 10 000 TL'dir. Toplanan su bahçe sulama, ürün yıkama gibi işlemlerde kullanılacak ise filtre işlemine ihtiyaç yoktur. Toplanan su duş, kullanım suyu, üretimsel süreçler için kullanılacak ise filtreye ihtiyaç vardır. Bu tür süreçler için günlük 1 – 2 ton su filtreleyebilen endüstriyel filtreleme sisteminin fiyatı 2000 TL'dir.

Çizelge 5.10. Pilot proje 3 için hesaplama sonrası veriler

Yıllık toplanabilen su (m ³)	321.6
İşletmenin yıllık ortalama su ihtiyacı (m ³)	960
Kullanılması gereken depo boyutu (m ³)	50
İşletme tüketimin yağmur suyundan karşılanma oranı	%33.5
Yıllık su tasarrufu (TL)	2 412
Maliyet (Filtresiz) (TL)	10 000
Maliyet (Filtreli) (TL)	12 000

5.6.4. Saç şekillendirme sektöründe en az personeli olan işletme için su hasadı hesaplaması

Örnekleme gurubundaki saç şekillendirme sektöründe faaliyet gösteren ve en az personele sahip işletmede toplam 2 çalışan bulunmaktadır. İşletmede su personel ihtiyaçlarının karşılanmasında kullanılmaktadır. Personelin duş imkanı bulunmamaktadır. Aylık toplam su kullanımı 5,33 m³ ve çatı alanı 300m² 'dir. Çatısı saç ve sandviç paneldir, oluk sistemi suyu bir noktada toplamaya elverişlidir vesu deposu bulunmamaktadır. İşletme içerisinde daha büyük su deposu koyabilecek boş alanı mevcuttur. Seçilen işletmeye dair künye Çizelge 5.11.'de görülmektedir.

Çizelge 5.11. Pilot uygulama 4'ün bilgileri

Sektör	Saç Şekillendirme
Çalışan Sayısı	2
Su toplama alanı (m ²)	300
Aylık Toplam Su Tüketimi (m ³)	5,33
Mevcut Depo Boyutu	Yok
Aylık Kişi Başı Su Tüketimi (m ³)	2,66
Duş İmkânı	Yok
Çatı Materyali	Sandviç Panel
Soğutma suyu kullanan makine	Yok
Oluk Sistemi	Elverişli
Depo Koyacak Yeri	Var

$$S = R \times A \times Cr$$

S = Depolanacak yıllık ortalama su miktarı (Litre)

R = Yıllık Ortalama Yağış Miktarı (mm)

A = Toplam su toplama alanı (m²)

Cr = Kayıp Katsayısı

Formülü ile hesaplanan her ay için toplanabilen su miktarı Çizelge 5.12.'de verilmiştir.

Çizelge 5.12. Pilot proje 4 için aylık ve yıllık toplanabilen su miktarları

Aylar	Toplanabilen Su (Litre)	Su İhtiyacı (Litre)
Ocak	9 408	5 330
Şubat	8 064	5 330
Mart	8 664	5 330
Nisan	12 000	5 330
Mayıs	11 928	5 330
Haziran	8 424	5 330
Temmuz	3 840	5 330
Ağustos	2 976	5 330
Eylül	4 512	5 330
Ekim	7 800	5 330
Kasım	8 640	5 330
Aralık	10 224	5 330
Yıllık Toplam (Litre)	96 480	63 960
Yıllık Toplam (m ³)	96,48	63,96

Yıllık toplam 63,96 m³su tüketimi olan işletmenin su kullanımının tamamı yağmur suyundan karşılanabilmektedir. Yıllık olarak;

$$T = St \times F$$

T = Yılda tasarruf edilen tutar (TL)

St = Çatı alanından toplanabilen toplam yağmur suyu (m³)

F = Ostim için suyun atık su bedeli dahil m³ fiyatı (TL)

$$T = St \times F = 63,96 \times 7,5 = 479,7 \text{ TL tasarruf sağlanabilir.}$$

Gerekli depo boyutunu belirlemek için aylık depolanabilecek en fazla su miktarını baz almak gerekir çünkü aylık ortalama ihtiyaç aylık depolanabilecek en fazla su

miktarından daha fazladır. Ayrıca gerekli depo boyutuna %20 olası yağış artışlarından yararlanmak için tolerans katsayısı eklemek gerekmektedir.

$$V = S_{max} \times 1.2$$

V = Gerekli depo boyutu (m³)

S_{max} = Aylık depolanabilecek en fazla ortalama su miktarı (m³)

$$V = S_{max} \times 1,2 = 12\ 000 \times 1,2 = 14\ 400 \text{ litre} = 14,4 \text{ m}^3$$

14 m³ boyutunda depo üretilmediği için 15 m³ depo kullanmak gerekir.

Maliyet Hesabı projenin maliyet hesabının yapılabilmesi için en önemli bileşen olan depo boyutunun ve toplanan suyun hangi amaçla kullanılacağına bilinmesi gereklidir. Hesaplamalar sonucu ortaya çıkan 15 m³'lük polietilen deponun maliyeti 2 000 TL'dir. Toplanan su bahçe sulama, ürün yıkama gibi işlemlerde kullanılacak ise filtre işlemine ihtiyaç yoktur. Toplanan su duş, kullanım suyu, üretimsel süreçler için kullanılacak ise filtreye ihtiyaç vardır. Bu tür süreçler için günlük 1 – 2 ton su filtreleyebilen endüstriyel filtreleme sisteminin fiyatı 2000 TL'dir.

Çizelge 5.13. Pilot proje 4 için hesaplama sonrası veriler

Yıllık toplanabilen su (m ³)	96,48
İşletmenin yıllık ortalama su ihtiyacı (m ³)	63,96
Kullanılması gereken depo boyutu (m ³)	15
İşletme tüketimin yağmur suyundan karşılama oranı	% 100
Yıllık su tasarrufu (TL)	479,7
Maliyet (Filtresiz) (TL)	2 000
Maliyet (Filtreli) (TL)	4 000

5.6.5. OSTİM ortalaması için su hasadı hesaplaması

Örneklem gurubundaki işletmelerin ortalama personel sayısı 13,9'dur. Aylık toplam su kullanımları ortalaması 24,25 m³ ve çatı alanları ortalaması 510,9m² 'dir. Çatılar su toplamaya elverişli muhtelif çatılardan oluşmaktadır. OSTİM ortalamasının bilgileri Çizelge 5.14.'de verilmiştir.

Çizelge 5.14. OSTİM ortalamasının bilgileri

Sektör	Ostim ortalaması
Çalışan Sayısı	13,9
Su toplama alanı (m ²)	510,9
Aylık Toplam Su Tüketimi (m ³)	24,25
Mevcut Depo Boyutu	1-20
Aylık Kişi Başı Su Tüketimi (m ³)	1,78
Duş İmkânı	Evet 53,85 – Hayır 46,15
Çatı Materyali	Muhtelif
Soğutma suyu kullanan makine sayısı	1-7
Oluk Sistemi	Elverişli %76,93 – Elverişli değil %23,07
Depo Koyacak Yeri	Mevcut %53,85 – Mevcut değil %46,15

$$S = R \times A \times Cr$$

S = Depolanacak yıllık ortalama su miktarı (Litre)

R = Yıllık Ortalama Yağış Miktarı (mm)

A = Toplam su toplama alanı (m²)

Cr = Kayıp Katsayısı

Formülü ile hesaplanan her ay için toplanabilen su miktarı Çizelge 5.15.'te verilmiştir.

Çizelge 5.15. OSTİM ortalaması için aylık ve yıllık toplanabilen su miktarları

Aylar	Toplanabilen Su (Litre)	Su İhtiyacı (Litre)
Ocak	16 021,8	24 250
Şubat	13 732,9	24 250
Mart	14 754,7	24 250
Nisan	20 436	24 250
Mayıs	20 313,3	24 250

Çizelge 5.15. (Devam)OSTİM ortalaması için aylık ve yıllık toplanabilen su miktarları

Aylar	Toplanabilen Su (Litre)	Su İhtiyacı (Litre)
Haziran	14 346	24 250
Temmuz	6539,5	24 250
Ağustos	5 068,1	24 250
Eylül	7 683,9	24 250
Ekim	13 283,4	24 250
Kasım	14 713,9	24 250
Aralık	17 411,4	24 250
Yıllık Toplam (Litre)	164 305,4	291 000
Yıllık Toplam (m ³)	164,3	291

Yıllık toplam 291 m³su tüketimi olan OSTİM ortalamasının 164,3 m³ su kullanımı yağmur suyundan karşılanabilmektedir. Toplam tüketimin %56,46'sı yağmur suyundan sağlanabilmektedir ve yıllık olarak

$$T = St \times F$$

T = Yılda tasarruf edilen tutar (TL)

St = Çatı alanından toplanabilen toplam yağmur suyu (m³)

F = Ostim için suyun atık su bedeli dahil m³ fiyatı (TL)

$$T = St \times F = 164,3 \times 7,5 = 1232,25 \text{ TL tasarruf sağlanabilir.}$$

Gerekli depo boyutunu belirlemek için aylık depolanabilecek en fazla su miktarını baz almak gerekir. Çünkü aylık ortalama ihtiyaç aylık depolanabilecek en fazla su miktarından daha fazladır. Ayrıca gerekli depo boyutuna %20 olası yağış artışlarından yararlanmak için tolerans katsayısı eklemek gerekmektedir.

$$V = S_{max} \times 1,2$$

V = Gerekli depo boyutu (m³)

S_{max} = Aylık depolanabilecek en fazla ortalama su miktarı (m³)

$$V = S_{max} \times 1,2 = 20\,436 \times 1,2 = 24\,523,2 \text{ litre} = 24,5 \text{ m}^3$$

24,5 m³ boyutunda depo üretilmediği için 30 m³ depo kullanmak gerekir.

Maliyet Hesabı projenin maliyet hesabının yapılabilmesi için en önemli bileşen olan depo boyutunun ve toplanan suyun hangi amaçla kullanılacağına bilinmesi gereklidir. Hesaplamalar sonucu ortaya çıkan 30 m³'lük polietilen deponun maliyeti 6 000 TL'dir. Toplanan su bahçe sulama, ürün yıkama gibi işlemlerde kullanılacak ise filtre işlemine ihtiyaç yoktur. Toplanan su duş, kullanım suyu, üretimsel süreçler için kullanılacak ise filtreye ihtiyaç vardır. Bu tür süreçler için günlük 1 – 2 ton su filtreleyebilen endüstriyel filtreleme sisteminin fiyatı 2000 TL'dir.

Çizelge 5.16. OSTİM ortalaması için hesaplama sonrası veriler

Yıllık toplanabilen su (m ³)	164,3
Ostim ortalamasının yıllık ortalama su ihtiyacı (m ³)	291
Kullanılması gereken depo boyutu (m ³)	30
Ostim ortalamasının tüketiminin yağmur suyundan karşılanma oranı	%56,46
Yıllık su tasarrufu (TL)	1232,25
Maliyet (Filtresiz) (TL)	6 000
Maliyet (Filtreli) (TL)	8 000

Örnekleme grubundaki diğer işletmelerin projelendirme hesap çizelgesi Çizelge 5.17. 'de verilmiştir.

Çizelge 5.17. Örneklem gurubundaki tüm işletmelerin hesaplaması sonrası verileri

Sıra	Firma Adı	Sektör	Kullanılması gereken depo boyutu (m ³)	İşletme tüketimin yağmur suyundan karşılanma oranı (%)	Yıllık su tasarrufu (TL)	Maliyet (Filtreli) (TL)	Maliyet (Filtresiz) (TL)	Yıllık toplanabilen su (m ³)	İşletmenin yıllık ortalama su ihtiyacı (m ³)
1	Koçmak ltd. şti.	Talaşlı İmalat	60	100	1800	17000	12000	256	240
2	Sagesan Savunma Sanayi Araç Gereçleri ltd. şti.	Talaşlı İmalat	15	40	720	4000	2000	96	240
3	Afyon Makine A.Ş.	Talaşlı İmalat	30	90	1080	6000	5000	144	160
4	Akkayalar Konveyör Makina San. Tic. Ltd. Şti	Talaşlı İmalat	50	35	2400	12000	10000	320	912
5	Bayraktar Makine	Talaşlı İmalat	15	36	600	4000	2000	80	224
6	Baykallar Metal	Saç Şekillendirme	60	100	1800	17000	12000	240	240
7	Osko yapı ltd. şti	Saç Şekillendirme	20	40	960	5000	3000	128	320
8	Şafak Gurup Metal	Saç Şekillendirme	40	53	1920	9000	7000	256	480
9	Tofa Isıtma Havalandırma	Saç Şekillendirme	5	100	420	1850	850	128	56
10	Garanti inş. ltd. şti.	Saç Şekillendirme	5	20	240	1850	850	32	160
11	Baysal Damper	Saç Şekillendirme	10	100	480	2350	1350	112	64
12	Özşahin inşaat malzemeleri paz. tic. san. a.ş.	Kimyasal Konular	20	40	960	5000	3000	128	320
13	Öner Kauçuk	Plastik işleme	50	67	2400	12000	10000	320	480

Çizelge 5.17.(Devam) Örneklem gurubundaki tüm işletmelerin hesaplaması sonrası verileri

Sıra	Firma Adı	Sektör	Kullanılması gereken depo boyutu (m ³)	İşletme tüketimin yağmur suyundan karşılanma oranı (%)	Yıllık su tasarrufu (TL)	Maliyet (Filtreli) (TL)	Maliyet (Filtresiz) (TL)	Yıllık toplanabilen su (m ³)	İşletmenin yıllık ortalama su ihtiyacı (m ³)
14	Yılmazlar Makina	Talaşlı İmalat	20	44	960	5000	3000	128	288
15	Gündem Makina	Talaşlı İmalat	30	48	1440	6000	5000	192	400
16	Sistemak Makina	Talaşlı İmalat	5	100	600	1850	850	204,8	80
17	Seydişehir alüminyum metal paz. tic. a.ş.	Saç Şekillendirme	15	40	720	4000	2000	96	240
18	Tarmaksan Torna Freze	Talaşlı İmalat	5	30	180	1850	850	24	80
19	Mesa Mak. Makina	Talaşlı İmalat	10	27	480	2350	1350	64	240
20	Ulusal Alüminyum	Saç Şekillendirme	5	100	360	1850	850	112	48
21	Düpaş Ltd. Şti.	Kimyasal Konular	40	40	1680	9000	7000	224	560
22	Özgün otomotiv	Diğer	20	70	840	5000	3000	112	160
23	Özbaşkent Metal	Saç Şekillendirme	20	100	1200	5000	3000	320	160
24	MGS Galvaniz	Saç Şekillendirme	50	33	2400	12000	10000	320	960
25	Ünal paslanmaz	Saç Şekillendirme	15	100	480	4000	2000	64	64
26	Tamer İmalat	Saç Şekillendirme	20	100	1200	5000	3000	320	160

Çizelge 5.17.(Devam) Örneklem gurubundaki tüm işletmelerin hesaplaması sonrası verileri

Sıra	Firma Adı	Sektör	Kullanılması gereken depo boyutu (m ³)	İşletme tüketimin yağmur suyundan karşılanma oranı (%)	Yıllık su tasarrufu (TL)	Maliyet (Filtreli) (TL)	Maliyet (Filtresiz) (TL)	Yıllık toplanabilen su (m ³)	İşletmenin yıllık ortalama su ihtiyacı (m ³)
27	Gürbüz inşaat iskele san. tic. ltd. şti	Saç Şekillendirme	5	100	360	1850	850	128	48
28	Timsan Teknik Makine san. ltd. şti.	Saç Şekillendirme	100	50	4800	25000	20000	640	1280
29	Horpa hortum ltd. şti.	Talaşlı İmalat	20	40	960	3000	5000	128	320
30	Elizan Metal	Saç Şekillendirme	15	40	720	4000	2000	96	240
31	Boyraz Metal	Saç Şekillendirme	30	56	1344	6000	5000	179,2	320
32	Emka İnşaat Tahhüt	Saç Şekillendirme	40	75	1440	9000	7000	192	256
33	Age İnşaat ve tic. a.ş.	Saç Şekillendirme	30	33	1200	6000	5000	160	480
34	Yimka tic. şti.	Kimyasal Konular	30	20	1200	6000	5000	160	800
35	GMM makina	Talaşlı İmalat	15	100	960	4000	2000	256	128
36	Özdekan Kauçuk	Plastik işleme	20	53	960	5000	3000	128	240
37	Nesil Makina	Talaşlı İmalat	15	100	480	4000	2000	80	64
38	Şahin Makina	Talaşlı İmalat	15	24	720	4000	2000	96	400
39	Fermanoğlu İnşaat	Talaşlı İmalat	10	100	600	2350	1350	256	80

Çizelge 5.17.(Devam) Örneklem gurubundaki tüm işletmelerin hesaplaması sonrası verileri

Sıra	Firma Adı	Sektör	Kullanılması gereken depo boyutu (m ³)	İşletme tüketimin yağmur suyundan karşılanma oranı (%)	Yıllık su tasarrufu (TL)	Maliyet (Filtreli) (TL)	Maliyet (Filtresiz) (TL)	Yıllık toplanabilen su (m ³)	İşletmenin yıllık ortalama su ihtiyacı (m ³)
40	Ankara Bakır Metal	Saç Şekillendirme	10	50	480	2350	1350	64	128
41	Aydın Doğrama Atölyesi	Talaşlı İmalat	15	80	480	4000	2000	64	80
42	Kalıpsan	Saç Şekillendirme	40	27	1920	9000	7000	256	960
43	Canoğlu Lazer	Saç Şekillendirme	15	30	720	4000	2000	96	320
44	Büyükburç Yapı İnş	Saç Şekillendirme	15	100	480	4000	2000	96	64
45	Hansu Plastik	Plastik işleme	15	60	720	4000	2000	96	160
46	DGT Metal ltd.	Talaşlı İmalat	15	100	480	4000	2000	96	64
47	Barkom Grup Karotlu Sondaj ve Enjeksiyon	Talaşlı İmalat	40	100	1200	9000	7000	192	160
48	Tuna Plastik	Plastik işleme	10	22	480	2350	1350	64	288
49	Başak-Eren	Plastik işleme	5	53	192	1850	850	25,6	48
50	Kent Plastik	Plastik işleme	40	80	1440	9000	7000	192	240
51	Özşahin Boya	Kimyasal Konular	20	32	960	5000	3000	128	400
52	Alfa Test Ekipmanları Ltd. Şti.	Talaşlı İmalat	40	27	1584	9000	7000	211,2	787,2

6. BULGULAR

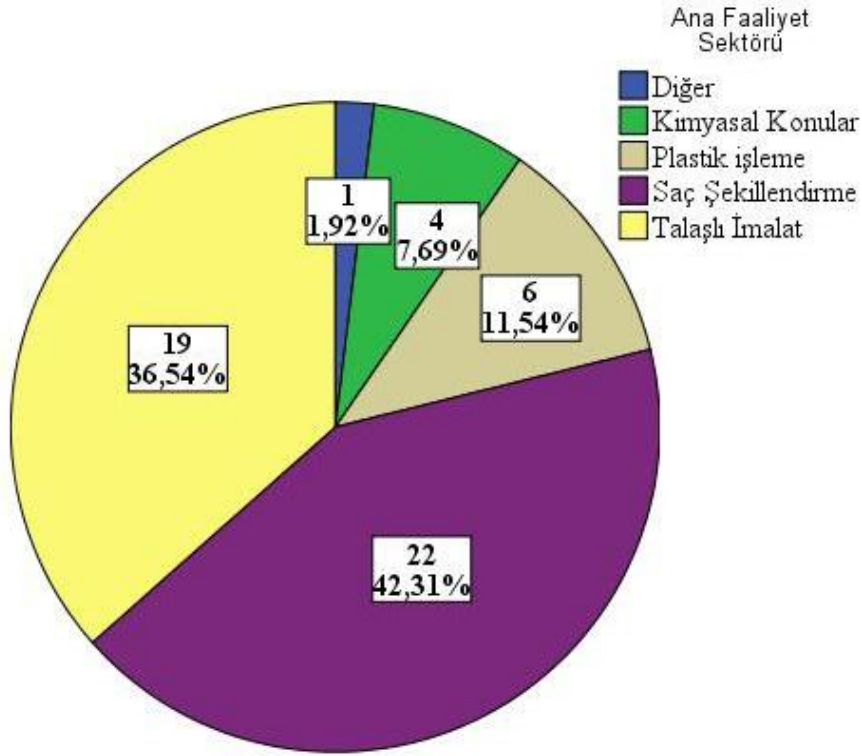
6.1. Örneklem Grubu

Ostim'in özelliklerine uygun olarak Ostim bölgesini temsil edecek şekilde bir örneklem gurubu oluşturularak oluşturulan guruba Ek-1 de belirtilen "Alternatif Su Kaynaklarının Endüstriyel Kullanıma Kazandırılması Anketi" uygulanmıştır.52 firma ile yapılan anket çalışması sırasında işletmelere "*Hangi ana sektörde faaliyet gösteriyorsunuz?*" sorusu yöneltilmiştir. Alınan cevaplar Çizelge 6.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.1. Örneklem grubunun ana faaliyet sektörü dağılımı

Ana Faaliyet Sektörü	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Diğer	1	%1,9	%1,9	%1,9
Kimyasal Konular	4	%7,7	%7,7	%9,6
Plastik işleme	6	%11,5	%11,5	%21,2
Saç Şekillendirme	22	%42,3	%42,3	%63,5
Talaşlı İmalat	19	%36,5	%36,5	%100,0
Toplam	52	%100,0	%100,0	

Örneklem gurubu incelendiğinde toplam 52 işletmenin 42,31'i saç şekillendirme, %36,54'ü talaşlı imalat, %11,54'ü plastik işleme, %7,69'u kimyasal konularda, 1,92'lik kısım ise bu ana faaliyet alanlarının dışında faaliyet göstermektedir, bu dağılım Şekil6.1.'de verilmiştir.



Şekil 6.1. Örnekleme grubunun ana faaliyet sektörü dağılımı

Ostim bölge müdürlüğünden alınan bu bilgilerde her ne kadar sektörler kesin bir çizgiyle ayrılmış gibi görülse de aslında birçok işletme yakın iki sektörde birden üretim yapmaktadır. Örneğin hem saç şekillendirme hem de talaşlı imalat yapan firma sayısı oldukça yüksektir. Bunun yanında iş makinesi, tarım makinesi gibi kompleks makine üretimi yapan firmalar talaşlı imalat ve saç şekillendirmenin yanı sıra bir kısım da plastik işleme ile üretilen ürüne gereken plastik kısımların imalatını yapmaktadır. Ayrıca bazı işletmeler ürünlerini oluşturmak için bu ana sektörlerde bulunan sektörlerin hepsinde işlem yaptıklarını yalnız toplam yapılan iş itibari ile bakıldığında ana listedeki sektörlerin hiçbirine tam olarak uyum sağlamadıklarını beyan etmişlerdir. Örneğin kent mobilyaları ve çocuk oyun parkı yapan işletmeler ürünlerinde ahşap, metal, saç ve plastik gibi her türlü maddeyi kullandıklarını, kullandıkları maddelerin tamamının hammadde olarak gelip işletmede şekillendirildiğini bildirmiş ancak oluşan ürün itibari ile bu ana sektörlerin iş çıktıları bakımından hiç birine uymadığını belirtmişlerdir. Hal böyle olunca örnekleme grubu oluşturmak için yapılan anketlerde birkaç sektörde birden üretim yapan işletmelerin

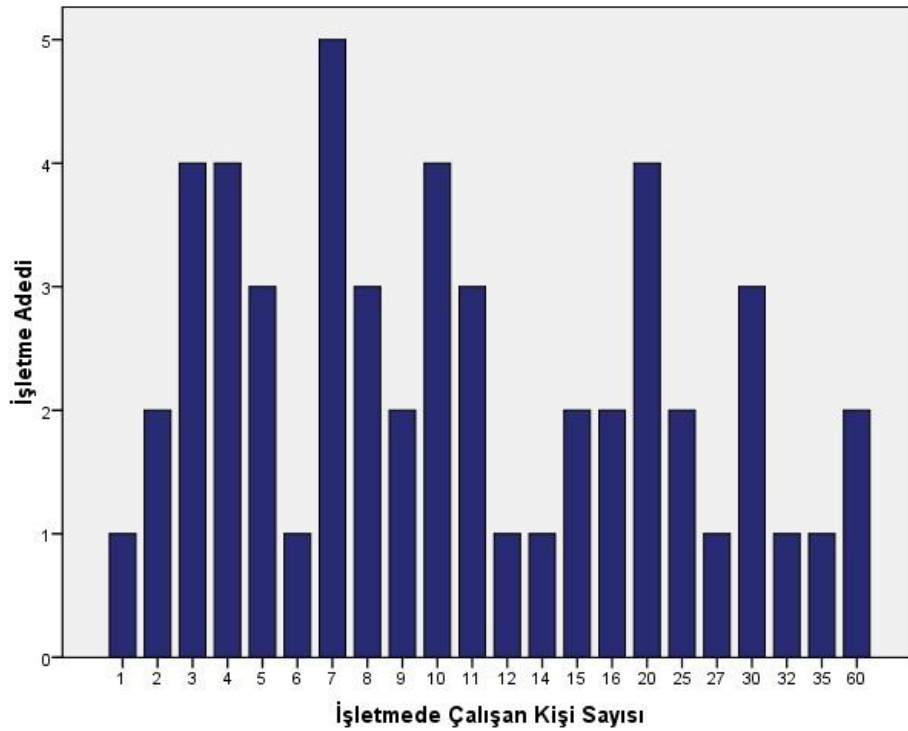
beyanına dayanarak daha ağırlıklı üretim yaptığı sektöre kaydedilmişlerdir. Hiçbir ana faaliyet sektörünü kabul etmeyen firmalar ise diğer başlığı altında değerlendirilmiştir. Ayrıca örneklem gurubu oluşturmada işletme büyüklüğü ve işletmede çalışan personel sayısı da dikkate alınmıştır.

İşletmelere “*Hangi alt sektörde faaliyet gösteriyorsunuz?*” sorusu yöneltilmiş ve verilen cevaplar Şekil 6.2.’de gösterilmiştir. Alt sektörlerin de Ostim’in yapısını temsil edecek şekilde seçilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 6.2. İşletmede çalışan personel sayısı

Çalışan Sayısı (Kişi)	Frekans (Adet)	Yüzde (%)
1-10 Kişi	29	55,7
11-20 Kişi	13	25
21-30 Kişi	6	11,5
31-40 Kişi	2	3,9
41-50 Kişi	0	0
51-60 Kişi	2	3,9
Toplam	52	100,0

Örneklem gurubundaki 52 işletmenin toplam çalışan sayısı 1 ile 60 arasında değişmektedir. Örneklem gurubunun toplam çalışan sayısı 726, işletme başına çalışan ortalaması ise 13,9'dur. İşletmelerin %55,7'si 1 ile 10 adasında çalışana sahip iken %13'ü 11 ile 20 arasında çalışana, %3,9'u 31-40 çalışana ve %3,9'u 51-60 çalışana sahiptir.



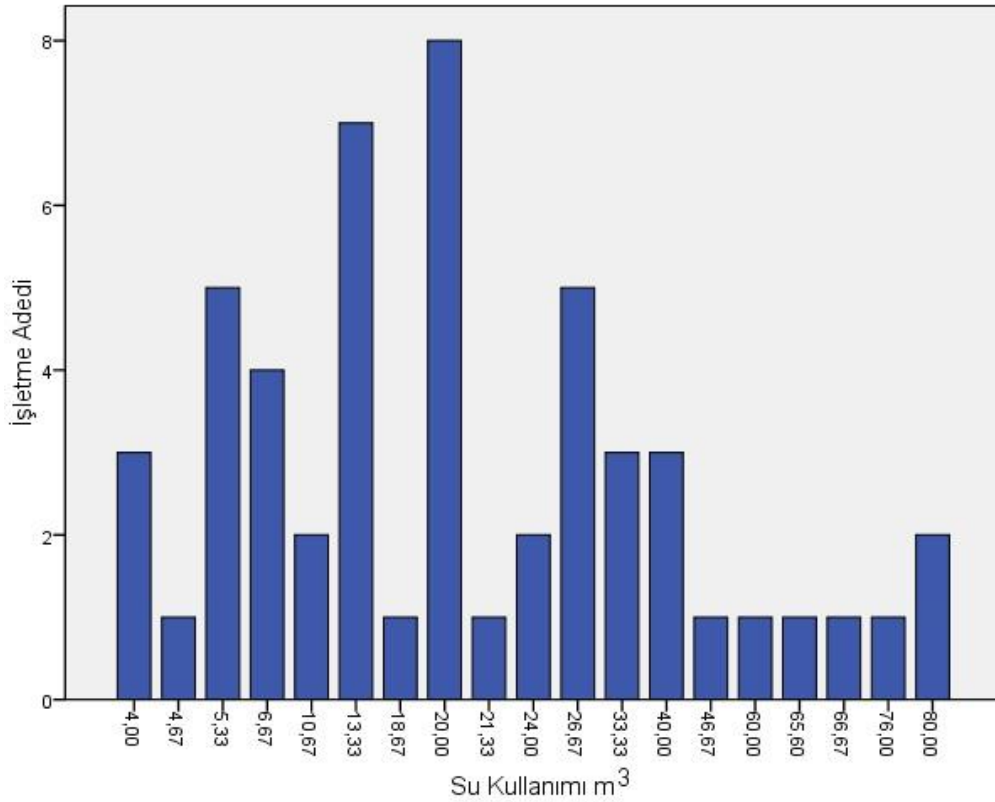
Şekil 6.3. İşletmelerde çalışan kişi sayıları grafiği

6.2. Örneklem Gurubunun Su İhtiyacı

Örneklem gurubuna seçilen işletmelere “*Aylık tahmini su faturanız ne kadardır?*” sorusu yöneltilmiştir. Alınan cevaplar Çizelge 6.3.’te verilmiştir.

Çizelge 6.3. İşletmelerin su giderleri

Su tutarı (TL)	Su Kullanımı (m ³)	Frekans (Adet)	Yüzde (%)
30	4	3	5,8
35	4,66	1	1,9
40	5,33	5	9,6
50	6,66	4	7,7
80	10,66	2	3,8
100	13,33	7	13,5
140	18,66	1	1,9
150	20	8	15,4
160	21,33	1	1,9
180	24	2	3,8
200	26,66	5	9,6
250	33,33	3	5,8
300	40	3	5,8
350	46,66	1	1,9
450	60	1	1,9
492	65,6	1	1,9
500	66,66	1	1,9
570	76	1	1,9
600	80	2	3,8
Toplam		52	100,0



Şekil 6.4. Aylık su kullanım oranları

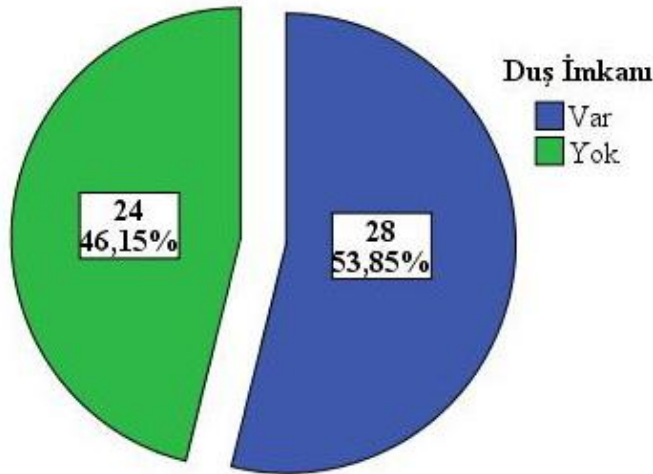
Örneklem gurubundan alınan verilere göre işletmelerin su faturaları 30TL ile 600 TL arasında değiştiği görülmüştür. Bu tutarlar ASKİ'den alınan su tarifi fiyatlandırmasına göre hesaplandığında Şekil 6.4.'de görüldüğü gibi 4 m³ ile 80 m³ arasında değişiklik gösterdiği görülmektedir. Bu değişimde işletme büyüklüğü, çalışan sayısı, çalışanların işletmede duş alıp almadığı ve suyun hangi amaçla kullanıldığı etkili olmaktadır. Ortalama aylık su kullanımı ise işletme başına 25,14m³, çalışan başına 1,80 m³'ür. İşletmelerin %28,8'inin su faturaları 30TL ile 99TL (4 m³–10,67 m³) arasında iken, %46,1'inin su faturaları 100TL ile 200 TL (13 m³–26 m³) arasında bulunduğu görülmüştür. İşletmelerin su kullanımları ortalaması 24,25 m³'dür.

İşletmelere “Çalışanlar işletmede duş alıyorlar mı?” sorusu yöneltilmiş ve alınan cevaplar Çizelge 6.4.'de listelenmiştir.

Çizelge 6.4. Çalışanların işletmede duş imkanları

	Frekans (İşletme adedi)	Yüzde (%)
Evet alıyorlar	28	53,85
Hayır almıyorlar	24	46,15
Toplam	52	100,0

İşletmelerin %53,85'ine tekabül eden yirmi sekizinde duş imkânı bulunmaktadır ve çalışanlar gerektiğinde işletmede duş alabilmektedir. İşletmelerin %46,15'e tekabül eden yirmi dördünde ise duş imkânı bulunmamaktadır.



Şekil 6.5. Çalışanların işletmedeki duş imkânları

Çalışanların duş imkânlarının bulunduğu ancak çalışanlar tarafından bu imkânların genellikle kullanılmadığı görülmüştür. Bunun nedeni ise sıcak su imkânlarının çoğu işletmede olmaması ve soğuk çalışma ortamında çalışanların duş almak istememesi gösterilmektedir.

Örneklem grubundaki işletmelere “İşletme suyu hangi amaçla kullanıyor?” sorusu yöneltilmiştir, alınan cevapların dağılımı Çizelge 6.5.’de verilmiştir.

Çizelge 6.5. Örneklem gurubunun su kullanım amacı

Su Kullanım Amacı	Frekans	Yüzde
• Sadece personelin temizlik ve temel ihtiyaçları (kullanımda)	33	%63,46
• İmal Süreçlerinde ve • Personelin temizlik ve temel ihtiyaçları (kullanımda)	16	%30,77
• İmal Edilen Üründe ve • Personelin temizlik ve temel ihtiyaçları (kullanımda)	2	%3,85
• Bahçe Sulamada ve • Personelin temizlik ve temel ihtiyaçları (kullanımda)	1	%1,92
Toplam	52	%100,0

Ostim bölgesindeki çoğu işletme metal işleme ve saç şekillendirme sektörlerinde faaliyet gösterdiği için işletmelerin büyük çoğunluğu suyu üretilen üründe doğrudan kullanmamaktadırlar. Örneklem gurubunun su kullanım amaçları Çizelge 6.5.'de verilmiştir. Çizelge 6.5.'de görüldüğü üzere örneklem gurubunun %63,46'sı sadece personelin temizlik ihtiyaçları için, %30,77'si personelin temizlik ihtiyaçları ve imal edilen üründe kullanılmamak üzere üretim süreçlerinde soğutma suyu olarak kullanılmaktadır. Örneklem gurubunun sadece %3,85'i suyu personel ihtiyaçları dışında imal edilen üründe de kullanılmaktadır.

İşletmeler içerisinde sadece %7,69'luk bir orana tekabül eden kimyasal konularda faaliyet gösteren işletmeler için su diğer ana sektörler göre daha önemli bir yer tutar (hammadde ve depo, bidon yıkama suyu). İşletmelerin su kullanım amaçlarına baktığımızda (Çizelge 6.5.) ise tüm işletmeler arasında sadece %3,85'lik orana sahip işletmelerin üretilen üründe hammadde olarak su kullandığı görülmektedir. Diğer %96,15'lik kısım ise suyu imal ettikleri üründe, ürünlerde hammadde olarak kullanmamaktadırlar. Tüm işletmeler içinde %30,77 orana sahip işletmelerde imal süreçlerinde su kullanılmaktadır.

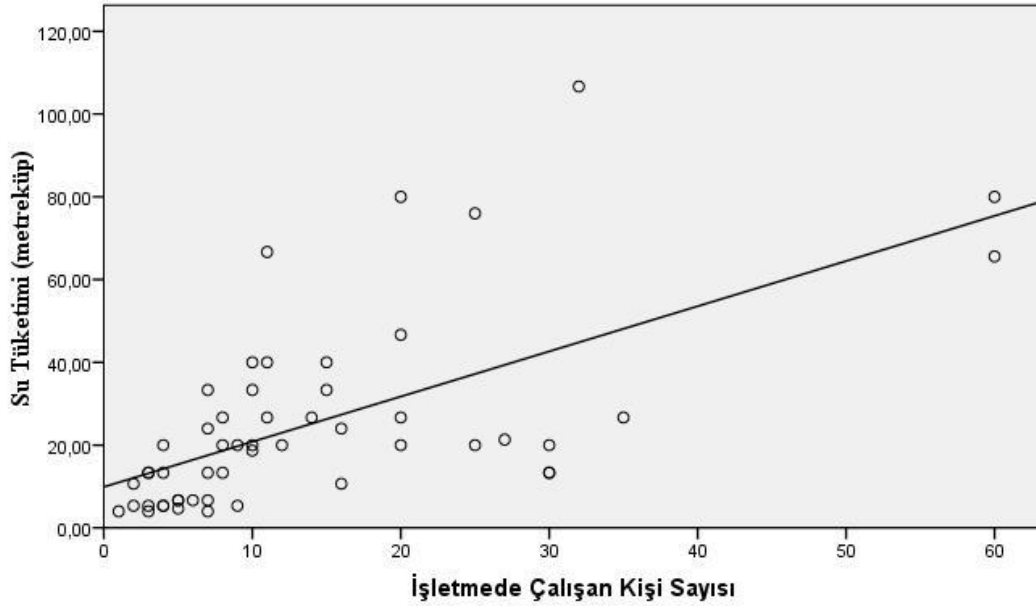
İşletmelere “*Makinelerde hangi amaçla su kullanılıyor?*” sorusu yöneltilmiştir. İşletmelerin verdiği cevaplar Çizelge 6.6.da verilmiştir.

Çizelge 6.6. Makinelerde hangi amaçla su kullanılıyor?

	Frekans (Adet)	Yüzde (%)
Kullanılmıyor	36	69,3
De-iyonize suyu	1	1,9
Galvaniz Soğutma	1	1,9
Makine Soğutma	13	25
Ürün kutusu yıkama	1	1,9
Toplam	52	100,0

Çizelge6.6.'da görüldüğü üzere işletmelerin %25'i CNC ve torna tezgâhlarında soğutma suyu, %1,92'si de-iyonize suyu, %1,92'si galvaniz soğutma suyu, %1,92'si ise ürün kutusu yıkama suyu olarak toplamda %30,7'lik bir kısım işletme imal süreçlerinde su kullanmaktadır.

İşletmelerin tümü Çizelge 6.6.'da görülen su kullanım nedenlerinin dışında suyu; çay vb. sıcak içecek için, içme suyu olarak, yaz aylarında ise çevre ve küçük bahçe sulamada da kullanmaktadır. OSTİM yapısı itibari ile metal ve sac işleme alanında faaliyet gösteren işletmelerin çoğunlukta olduğu (%78,85) bir bölgedir. Bu yüzden su üretilen ürüne doğrudan katılmamaktadır. Bazı makinelerde soğutma suyu olarak kullanılmaktadır. Ancak soğutma için su kullanan makine sayısı oldukça azdır günümüz makinelerinin çoğunluğu soğutma işlemini soğutma yağı ile yapmaktadır. Soğutma yağı ve soğutma suyu kapalı devre olarak makine içerisinde dolanmaktadır ve makinenin iş yoğunluğuna bağlı olarak haftalık, on beş günlük veya aylık periyotlarla değiştirilmektedir. Ancak soğutma yağını oluşturmak için 1/3 oranında su ve bor elementi kullanılmaktadır bu nedendir ki soğutma işlemi için bor yağı kullanan işletmelerin bir kısmı imal süreçlerinde su kullandıklarını belirtmişlerdir.



Şekil 6.6. İşletmede çalışan kişi sayısı ile su tüketimi arasındaki ilişki

Talaşlı imalat sektöründe faaliyet gösterip, çalışan sayıları eşit ve benzer ürünler üreten iki firma soğutma suyu kullanımı açısından karşılaştırılmıştır. Dört çalışanı olan 1. firma tezgâhlarında soğutma yağı kullanmaktadır ve toplam su tüketimi $12,34 \text{ m}^3$ 'dür. Dört çalışanı olan ikinci firmanın ise su kullanan tezgâh sayısı 2'dir ve toplam su tüketimi $18,51 \text{ m}^3$ 'dür. Benzer firmaların su tüketimleri arasındaki fark iki adet soğutma suyu kullanan makinenin su kullanımı verir, bu da $6,17 \text{ m}^3$ 'dür. Makine başına aylık su kullanımı $3,085 \text{ m}^3$ 'dür.

Çizelge 6.7. Tezgahların su kullanımı

Sektör	Çalışan Sayısı (Kişi)	Toplam Su Kullanımı (m^3)	Su Kullanan Tezgah Sayısı
Talaşlı İmalat	4	12,34	0
Talaşlı İmalat	4	18,51	2

İşletmelerin su kullanımları kıyaslanarak kişi başına günlük kullanım oranları çıkartılmıştır. Tezgâhlarında soğutma suyu kullanan işletmelerde tezgahların kullandığı soğutma suyu miktarı toplam kullanımdan düşülerek tüm çalışanların

kullandığı su miktarı bulunmuştur. Çizelge 6.8.'de görüldüğü üzere işletmede duş imkanı bulunmayan işletmelerde aylık kişi başı kullanım $0,08 - 5,33\text{m}^3$ arasında iken duş imkanı bulunan işletmelerde aylık kişi başı kullanım $0,35 - 6,06\text{m}^3$ arasındadır. Ortalama kullanımlar ise duş imkânı bulunmayan işletmelerde $1,63\text{m}^3$ iken duş imkanı bulunan işletmelerde $1,78\text{m}^3$ 'dür. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere işletmelerde duş imkanları sadece bazı sektörlerde zorunluluk olduğu için kurulmuş ancak sağlıklı kullanım imkanı sağlanmadığı için kullanılmamaktadır.

Çizelge 6.8. Personelin aylık kullanım oranları

Personel kullanımı	Kullanım Aralığı (m^3)	Ortalama Kullanım (m^3)
Duş imkânı bulunan işletmeler	0,35 - 6,06	1,78
Duş imkânı bulunmayan işletmeler	0,08 - 5,33	1,63

Örneklem gurubundaki işletmelere “*Şu anda kullandığımız su kaynağı nedir? ve bu soruya bağlı olarak hangi alternatif su kaynağını kullanıyorsunuz?*” soruları yöneltilmiştir ve işletmelerin verdiği cevaplar Çizelge 6.9.'de ve Çizelge 6.10'da verilmiştir.

Çizelge 6.9. İşletmelerin kullandıkları su kaynakları

Kullanılan su kaynağı	Frekans (İşletme Adedi)	Yüzde (%)
Sadece şebeke suyu	48	92,31
Şebeke suyu ve alternatif su kaynağı	3	5,77
Şebeke suyu ve sondaj su	1	1,92
Toplam	52	100

Alternatif su kaynağı kullandığını söyleyen işletmelere “*Hangi alternatif su kaynağını kullanıyorsunuz?*” sorusu yöneltilmiştir ve alınan cevaplar Çizelge 6.10.'da verilmiştir.

Çizelge 6.10. Hangi alternatif su kaynağını kullanıyorsunuz?

Alternatif su kaynağı	Frekans (İşletme adedi)	Yüzde (%)
Çatı yağmur suyu hasadı	3	100

İşletmelerin kullandıkları su kaynakları incelendiğinde (Çizelge 6.9.) işletmelerin %92,31'i sadece şebeke suyu kullanırken %1,92'si şebeke suyunun yanı sıra sondaj suyu, %5,77'si ise şebeke suyu ile birlikte çatı yağmur suyu hasadı tekniği ile depolanmış yağmur suyu kullanmaktadırlar.

Örnekleme grubundaki işletmelere “*Şu anda kullandığınız su kaynağını içme suyu olarak kullanıyor musunuz?*” sorusu yöneltilmiştir, alınan cevaplar Çizelge 6.11.’de verilmiştir.

Çizelge 6.11. Kullandığınız su kaynağı içme suyu olarak kullanılıyor mu?

	Frekans (İşletme adedi)	Yüzde (%)
Evet	20	38,46
Hayır	26	50
Bazen	6	11,54
Toplam	52	100

İşletmelerin %38,46'sı içme suyu kaynağı olarak şebeke suyu kullanırken %50'si şebeke suyunu içme suyu olarak kullanmamaktadır. İşletmelerin %11,54'ü ise şebeke suyunu arada sırada içme suyu olarak kullandıkları görülmüştür.

Örnekleme grubundaki işletmelere “*İşletmenin genel giderleri içerisinde su giderinin payı nedir?*” sorusu yöneltilmiştir, verilen cevaplar Çizelge 6.12.’de verilmiştir.

Çizelge 6.12. İşletmenin genel giderleri içerisinde su giderinin payı nedir?

	Frekans (İşletme adedi)	Yüzde (%)
Hiç önemi yok	9	17,31
Önemsiz	21	40,38
Orta derece önemli	5	9,62
Önemli	15	28,85
Çok önemli	2	3,85
Toplam	52	100

İşletme genel giderleri içerisindeki su giderinin payı Çizelge 6.12.'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere işletmelerin %3,85'i için su giderleri işletme giderleri açısından çok önemli bir pay tutarken %28,85'i için önemli, %9,62'si için orta derecede önemli, %40,38'i için önemsiz, %17,31'i için hiç önemli değildir.

İşletmelere “Yıl boyunca suya en çok ihtiyaç duyulan aylar hangileridir? (Neden?)” sorusu yöneltilmiş ve verilen cevaplar Çizelge 6.13.'de ve Çizelge 6.14'de verilmiştir.

Çizelge 6.13. Yıl boyunca suya en çok ihtiyaç duyulan aylar

	Frekans (İşletme adedi)	Yüzde (%)
Su ihtiyacı değişmiyor	16	30,77
Haziran, temmuz, ağustos	36	69,23
Toplam	52	100

Çizelge 6.14. Su ihtiyacının artış nedeni

	Frekans (işletme adedi)	Yüzde (%)
Su ihtiyacı değişmiyor	16	30,7
Araç yıkama	1	1,9
Üretim artışı	1	1,9
Kullanım suyu ihtiyacının artışı	4	7,7
Sıcaklar	30	57,7
Total	52	100,0

Örneklem gurubundaki işletmelerin %32,77'si aylara göre su ihtiyaçlarının değişmediğini belirtirken, işletmelerin %69,23'ü yaz aylarında su ihtiyaçlarının arttığını belirtmişlerdir. Bu ihtiyaç artışının sadece %1,92'si üretim artışı nedeniyle olurken su ihtiyacı artan işletmelerden geriye kalan %98,08'lik kısmı ise sıcaklar, araç yıkama ve kişisel kullanım suyundaki artışlar nedeniyle olmaktadır.

6.3. Örneklem Gurubundaki İşletmelerin İncelenmesi

6.3.1. Çatı izdüşümü alanı bakımından incelenmesi

İşletmelere “İşletmenin üzerinde çatı bulunan bölümünün alanı ne kadardır?” sorusu yöneltilmiştir ve alınan cevaplar Çizelge 6.15'te gösterilmiştir.

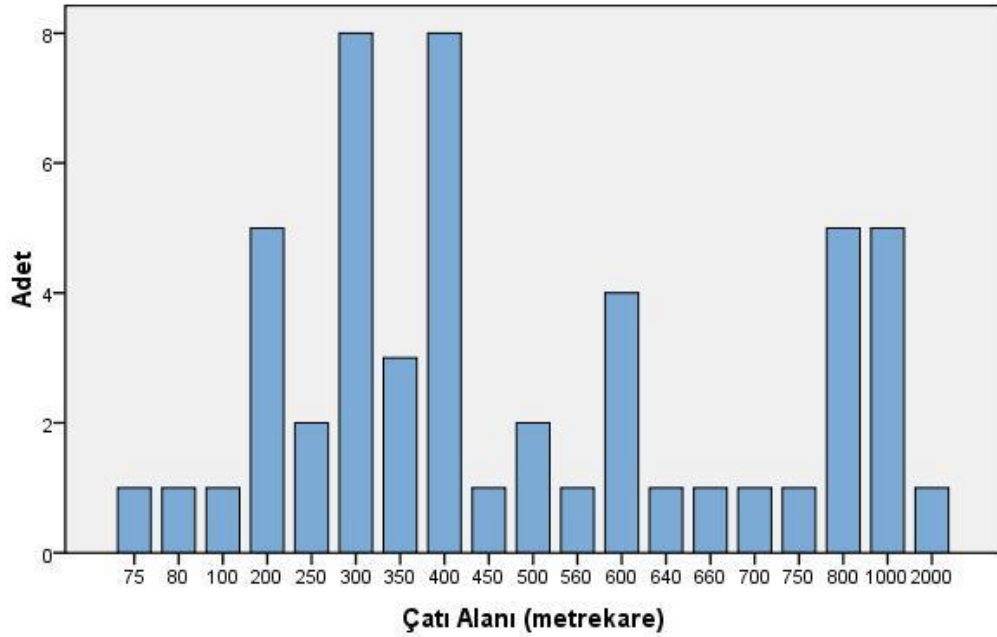
Çizelge 6.15. İşletmelerin üzerinde çatı bulunan alanları

Üzerinde Çatı Bulunan Alan (m ²)	Frekans (İşletme Adedi)	Yüzde (%)
75	1	1,9
80	1	1,9
100	1	1,9
200	5	9,6

Çizelge 6.15. (Devam) İşletmelerin üzerinde çatı bulunan alanları

Üzerinde Çatı Bulunan Alan (m ²)	Frekans (İşletme Adedi)	Yüzde (%)
250	2	3,8
300	8	15,4
350	3	5,8
400	8	15,4
450	1	1,9
500	2	3,8
560	1	1,9
600	4	7,7
640	1	1,9
660	1	1,9
700	1	1,9
750	1	1,9
800	5	9,6
1000	5	9,6
2000	1	1,9
Toplam	52	100,0

Örneklem gurubunun ankete verdiği cevaplar incelendiğinde işletme büyüklüklerine göre su toplama alanlarının değişiklik gösterdiği görülmüştür. Yapılan araştırma sonucunda işletmelerin su toplama alanı olarak kullanılabilir bölgelerinin tamamı işletme çatılarından oluşmakta ve üzerinde çatı bulunan işletme alanları 75m² ile 2000 m² arasında değişmektedir. Su toplama alanlarının (çatı bulunan alanlar) 300 m² ve 400 m² ‘de yoğunluk gösterdiği görülmüştür.



Şekil 6.7. Örneklem gurubunun su toplama alanları m²

Örneklem gurubunun su toplama alanları ortalaması alındığında 510,9 m² su toplama alanı ortalaması olduğu görülmektedir. Su toplama alanı olarak çatı alanı değil üzerinde çatı bulunan işletme alanı hesaba katılmıştır.

Su toplama miktarı

$$S = R \times A \times Cr$$

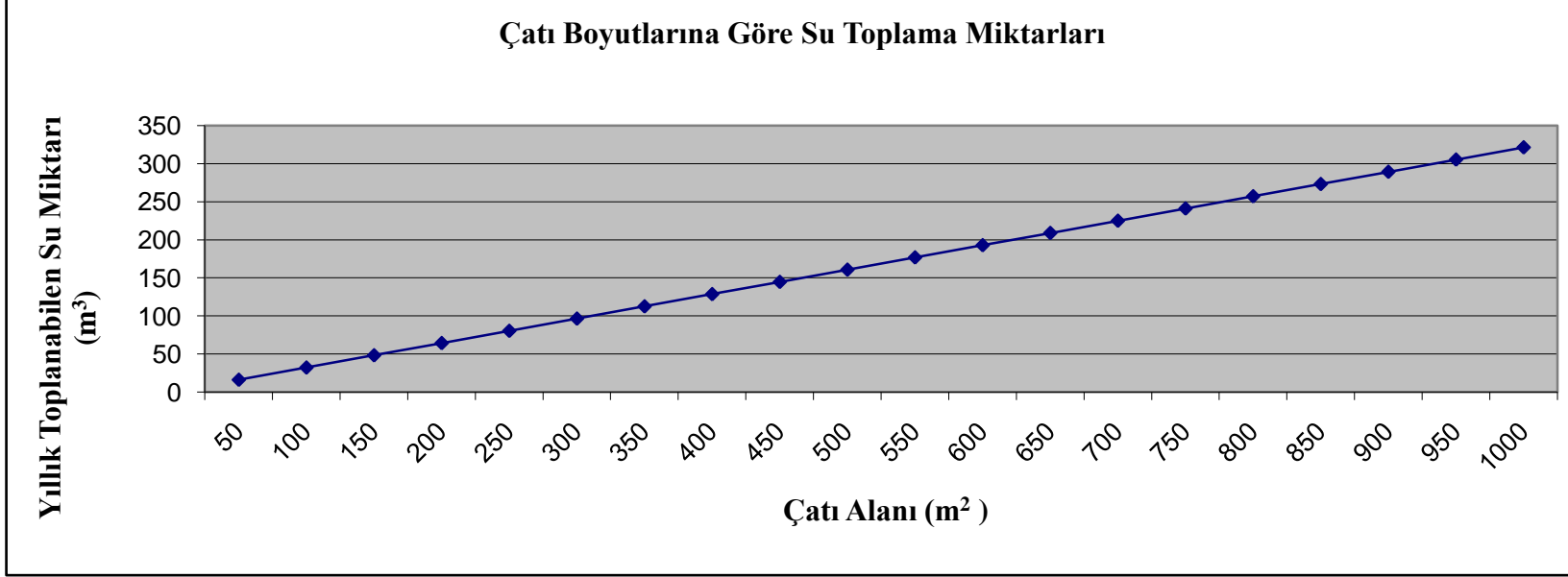
S = Depolanacak yıllık ortalama su miktarı (Litre)

R = Yıllık Ortalama Yağış Miktarı (mm)

A = Toplam su toplama alanı (m²)

Cr = Kayıp Katsayısı Formülü ile hesaplanır [Worm ve Hattum, 2006].

Formülden daha net sonuç alabilmek için; formül ilk olarak Ankara yağış verileri ile aylar bazında işletilmiş ayların toplamı yıl toplamı olarak yazılmıştır. Daha sonra yıl bazında hesap yapılarak aylar toplamı ile karşılaştırılmış birkaç litre sapma ile sonuçların çok yakın olduğu yalnız aylar bazında yapılan işlemin daha detaylı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Çatı alanına göre su toplama miktarlarının temel grafiği Şekil 6.8.'de, çatı alanına göre su toplama miktarları Çizelge 6.16'da verilmiştir.



Şekil 6.8. Çatı alanlarına göre toplanan yıllık su miktarları

Çizelge 6.16. Çatı alanlarına göre aylık ve yıllık su toplama miktarları

Aylar Çatı Alanı (m ²)	Ocak (Litre)	Şubat (Litre)	Mart (Litre)	Nisan (Litre)	Mayıs (Litre)	Haziran (Litre)	Temmuz (Litre)	Ağustos (Litre)	Eylül (Litre)	Ekim (Litre)	Kasım (Litre)	Aralık (Litre)	Yıl Toplamı (Litre)	Yıl Toplamı (m ³)
50	1568	1344	1444	2000	1988	1404	640	496	752	1300	1440	1704	16080	16,08
100	3136	2688	2888	4000	3976	2808	1280	992	1504	2600	2880	3408	32160	32,16
150	4704	4032	4332	6000	5964	4212	1920	1488	2256	3900	4320	5112	48240	48,24
200	6272	5376	5776	8000	7952	5616	2560	1984	3008	5200	5760	6816	64320	64,32
250	7840	6720	7220	10000	9940	7020	3200	2480	3760	6500	7200	8520	80400	80,4
300	9408	8064	8664	12000	11928	8424	3840	2976	4512	7800	8640	10224	96480	96,48
350	10976	9408	10108	14000	13916	9828	4480	3472	5264	9100	10080	11928	112560	112,56
400	12544	10752	11552	16000	15904	11232	5120	3968	6016	10400	11520	13632	128640	128,64
450	14112	12096	12996	18000	17892	12636	5760	4464	6768	11700	12960	15336	144720	144,72
500	15680	13440	14440	20000	19880	14040	6400	4960	7520	13000	14400	17040	160800	160,8
550	17248	14784	15884	22000	21868	15444	7040	5456	8272	14300	15840	18744	176880	176,88
600	18816	16128	17328	24000	23856	16848	7680	5952	9024	15600	17280	20448	192960	192,96
650	20384	17472	18772	26000	25844	18252	8320	6448	9776	16900	18720	22152	209040	209,04
700	21952	18816	20216	28000	27832	19656	8960	6944	10528	18200	20160	23856	225120	225,12
750	23520	20160	21660	30000	29820	21060	9600	7440	11280	19500	21600	25560	241200	241,2
800	25088	21504	23104	32000	31808	22464	10240	7936	12032	20800	23040	27264	257280	257,28
850	26656	22848	24548	34000	33796	23868	10880	8432	12784	22100	24480	28968	273360	273,36
900	28224	24192	25992	36000	35784	25272	11520	8928	13536	23400	25920	30672	289440	289,44
950	29792	25536	27436	38000	37772	26676	12160	9424	14288	24700	27360	32376	305520	305,52
1000	31360	26880	28880	40000	39760	28080	12800	9920	15040	26000	28800	34080	321600	321,6

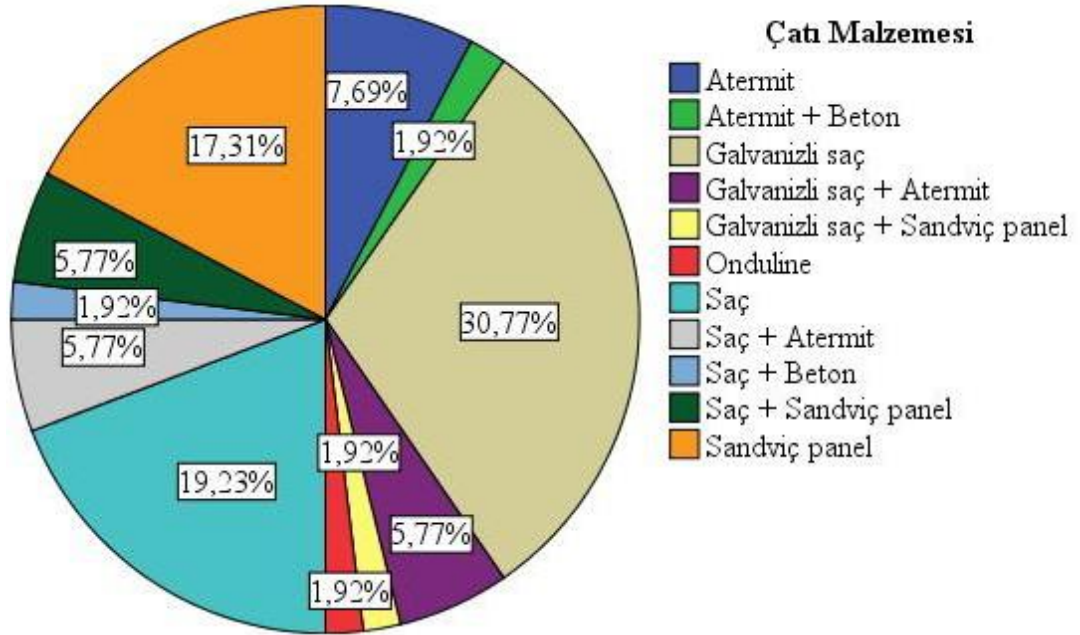
6.3.2. Çatı materyali bakımından incelenmesi

Örneklem gurubundaki işletmelere “İşletmenin çatısı hangi malzemeden yapılmıştır?” sorusu yöneltilmiştir verilen cevaplar Çizelge 6.17.’de verilmiştir.

Çizelge 6.17. İşletmelerin çatı materyalleri

Çatı Malzemesi	Frekans (İşletme adedi)	Yüzde (%)	Kümülatif Yüzde (%)
Atermit	4	7,7	7,7
Atermit, ve beton	1	1,9	9,6
Galvanizli saç	16	30,8	40,4
Galvanizli saç ve atermit	3	5,8	46,2
Galvanizli saç ve sandviç panel	1	1,9	48,1
Onduline	1	1,9	50,0
Saç	10	19,2	69,2
Saç ve atermit	3	5,8	75,0
Saç ve beton	1	1,9	76,9
Saç ve sandviç panel	3	5,8	82,7
Sandviç panel	9	17,3	100,0
Toplam	52	100,0	

Çatı materyalleri bakımından incelendiğinde İşletmelerin çoğunda galvanizli saç, saç, atermit, aliminyum sandviç panel ve bu malzemelerin karışımının kullandığı görülmektedir. İşletmelerin çatı malzemeleri olarak kullandığı galvenizli saç, atermit, saç ve aliminyum sandviç panel materyalleri yağmur suyu toplama bölgesine sağlıklı bir şekilde yönlendirebilecek materyallerdir. İşletme sahiplerinin bu malzemeleri uzun ömürlü ve dayanıklı materyaller olduğu için seçtikleri bilinmektedir. Çatı yağmur suyu hasadı sistemi uygulamak için yeterli materyallerdir. Örneklem gurubunun çatı materyali dağılımı Şekil 6.9.’da verilmiştir.



Şekil 6.9. İşletmelerin çatı malzemeleri kullanım oranları



Resim 6.1. OSTİM'den çatı örneği [İncebel, 2012]

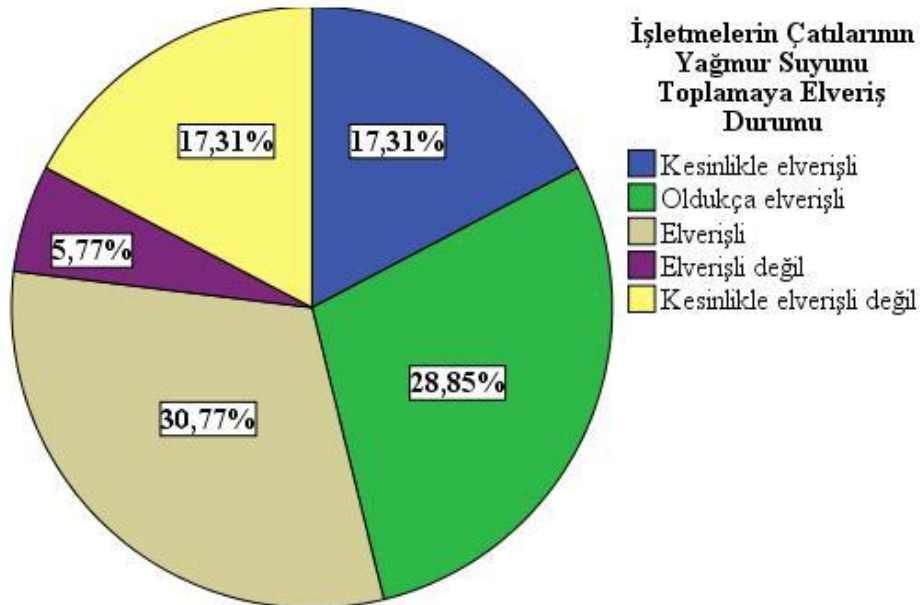
1.1.1. Oluk sistemi bakımından incelenmesi

Örnekleme grubundaki işletmelere “İşletmenin çatısı yağmur suyunu bir veya birkaç noktada toplamaya elverişli mi? (Oluk sistemi mevcut mu veya oluk sistemi monte edilebilir mi?)” sorusu yöneltilmiş alınan cevaplar Çizelge 6.18.’de verilmiştir.

Çizelge 6.18. İşletmenin çatısı yağmur suyunu bir veya birkaç noktada toplamaya elverişli mi?

	Frekans (İşletme adedi)	Yüzde (%)
Kesinlikle elverişli değil	9	17,3
Elverişli değil	3	5,8
Elverişli	16	30,8
Oldukça elverişli	15	28,8
Kesinlikle elverişli	9	17,3
Toplam	52	100,0

Örneklem gurubunun ankete verdiği cevaplar incelendiğinde işletmelerin %17,31'i kesinlikle elverişli, %28,85'i oldukça elverişli, %30,77'si elverişli cevabını verdiği görülmektedir. Toplamda %76,93'ünün yağmur suyunu belirli bir noktaya ulaştırabilecek sağlıklı oluk sistemine sahip olduğu görülmektedir. %23,07'lik kısım ise hiç oluk sistemine sahip olmayan veya pas ve korozyon nedeniyle oluk sistemine güvenmeyen işletmelerdir. Şekil6.10.'da işletmelerin oluk sistemi ile ilgili sorulara verdiği cevapların dağılımı görülmektedir.



Şekil 6.10. Örneklem gurubunun oluk sistemi dağılımı



Resim 6.2. OSTİM’den oluk örneği [İncebel, 2012]

6.3.3. İşletmelerin su depolama alanları bakımından incelenmesi

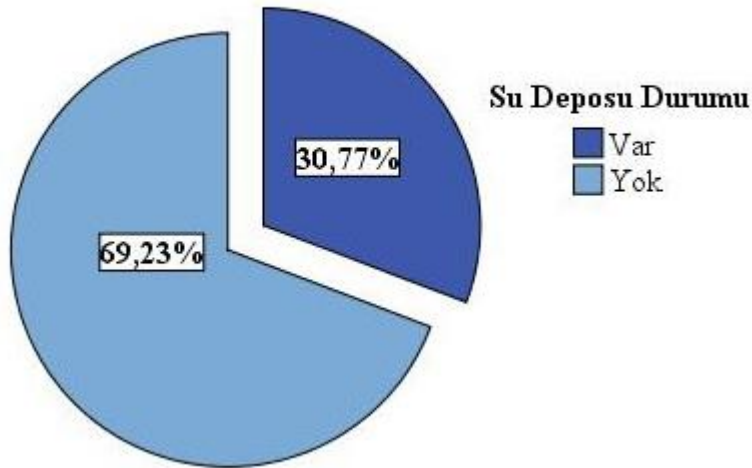
İşletmelere “*İşletmede su deposu mevcut mu?*” sorusu yöneltilmiş ve alınan cevaplar Çizelge 6.19’da verilmiştir.

Çizelge 6.19. İşletmede su deposu mevcut mu?

	Frekans (İşletme adedi)	Yüzde (%)
Evet mevcut	16	30,8
Hayır, mevcut değil	36	69,2
Toplam	52	100,0

Örneklem gurubundaki işletmelerin %30,77’sinde su kesintileri sırasında üretimin aksamaması için 1 – 20 m³ arasında değişen boyutlarda su deposu bulunmaktadır (Şekil 6.11.). Geriye kalan %69,23’lük kısmın ise su deposu bulunmamaktadır.

Yapılan araştırma göstermiştir ki örneklem gurubundaki işletmelerin tümü şebeke suyu kullanmaktadır, işletmelerin 7,69'luk kısmı ise şebeke suyuna ilaveten sondaj suyu ve çatı yağmur suyu hasadı gibi alternatif su kaynakları kullandığı görülmüştür.



Şekil 6.11. Örneklem gurubunun su deposu bulundurma oranları

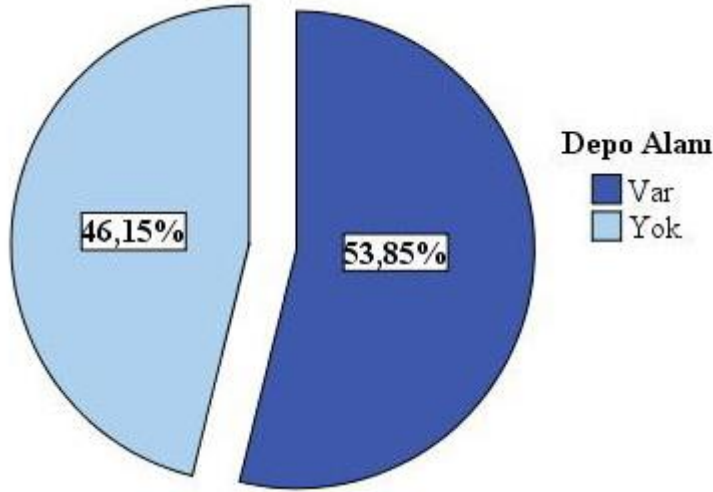
Yapılan anket sırasında; işletmelerin önceki sorularda verdiği bilgiler ışığında işletmeler için gereken su deposu boyutu hesaplanarak işletmelere “İşletmedem³ su deposu koyacak boş alan mevcut mu?” sorusu yöneltilmiştir. Verilen cevaplar Çizelge 6.20.’de verilmiştir.

Çizelge 6.20. İşletmede su deposu koyacak alan mevcut mu?

	Frekans (işletme adedi)	Yüzde (%)
Evet mevcut	28	53,8
Hayır, mevcut değil	24	46,2
Toplam	52	100,0

Örneklem gurubu üzerinde yapılan araştırmada işletmelerin %53,85’inin işletme içerisinde su deposu yerleştirebilecekleri boş alanları bulunmaktadır. İşletmelerin

%46,15'inin ise su deposu yerleştirebilecekleri bir alanları bulunmamaktadır (Şekil 6.12.).



Şekil 6.12. Su deposu bulunmayan işletmelerin su deposu yerleştirebilecekleri mevcut alan oranları

6.3.4. İşletmelerin çalışan sayısı bakımından incelenmesi

İşletmelere “İşletmede istihdam edilen çalışan sayısı nedir?” (Mavi yakalı ve Beyaz yakalı personel toplamı)” sorusu yöneltmiştir ve alınan cevaplar Çizelge 6.21.’de listelenmiştir.

Çizelge 6.21. İşletmede çalışan personel sayısı

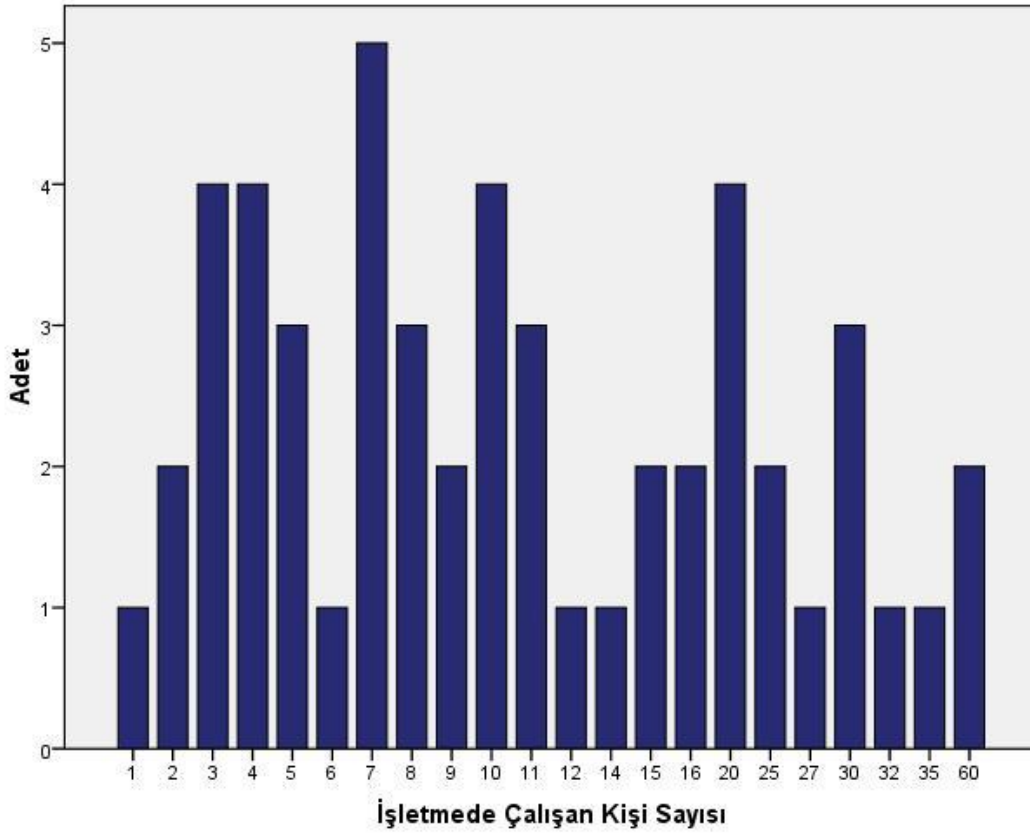
Çalışan Sayısı	Frekans (İşletme Adedi)	Yüzde (%)
1	1	1,9
2	2	3,8
3	4	7,7
4	4	7,7
5	3	5,8
6	1	1,9
7	5	9,6

Çizelge 6.21. (Devam) İşletmede çalışan personel sayısı

Çalışan Sayısı	Frekans (İşletme Adedi)	Yüzde (%)
8	3	5,8
9	2	3,8
10	4	7,7
11	3	5,8
12	1	1,9
14	1	1,9
15	2	3,8
16	2	3,8
20	4	7,7
25	2	3,8
27	1	1,9
30	3	5,8
32	1	1,9
35	1	1,9
60	2	3,8
Toplam	52	100,0

OSTİM bölgesindeki tüm işletmeler KOBİ olarak tanımlanan işletmelerdir. KOBİ olarak nitelendirilen işletmelerin tanımını KOSGEB "imalat sanayinde, hisselerinin %25'in fazlası büyük işletmelerin elinde olmayan, 1'den 250'ye kadar işçi çalıştıran şirketler" şeklinde yapmaktadır [Resmi Gazete, KOSGEB, 2005].

Örneklem gurubundaki 52 işletmenin toplam çalışan sayısı 1 ile 60 arasında değişmektedir. Örneklem gurubunun toplam çalışan sayısı 726, işletme başına ortalama çalışan sayısı ise 13,9'dur. İşletmelerin %48,1'i 1 ile 9 adasında çalışana sahip iken %32,7'si 10 ile 20 arasında çalışana sahiptir. İşletmelerin %84,6'sı 26'dan az çalışana sahiptir. Örneklem gurubunun çalışan sayısı grafiği Şekil 6.13.'te verilmiştir.



Şekil 6.13. İşletmelerin çalışan sayıları grafiği

6.4. OSTİM'in Yağmur Suyu Hasadına Bakışı

İşletmelere “*Daha önce su hasadı tekniğini duydunuz mu?*” sorusu yöneltilmiştir ve verilen cevaplar Çizelge 6.22.’de gösterilmiştir.

Çizelge 6.22. Daha önce su hasadı tekniğini duydunuz mu?

	Frekans (İşletme Adedi)	Yüzde (%)	Kümülatif Yüzde (%)
Evet	4	7,7	7,7
Hayır	48	92,3	100,0
Toplam	52	100,0	

Örnekleme grubundaki işletmelerden %92,3'ü daha önce yağmur suyu hasadı sistemini duymamış ve kullanmamaktadır. Örnekleme grubundaki işletmelerin %7,7'si yağmur suyu hasadı sistemini duymuştur.

Tüm işletmelere kullandıkları su kaynakları hakkında soru sorulmuştur ve alternatif su kaynağı kullandığını söyleyen işletmelere “*Hangi alternatif su kaynağını kullanıyorsunuz?*” sorusu yöneltilmiştir. Verilen cevaplar Çizelge 6.23.'de verilmiştir.

Çizelge 6.23. Hangi alternatif su kaynağını kullanıyorsunuz?

Kullanılan alternatif su kaynağı	Frekans (İşletme adedi)	Yüzde (%)
Çatı yağmur suyu hasadı	3	100

Örnekleme grubundaki tüm işletmeler içerisinde 3 işletme çatı yağmur suyu hasadı sistemini muhtelif boyutlarda kullanmaktadır ve kullananların tamamı yağmur suyundan memnundur.

İşletmelere “*Sizce su hasadı tekniği ile depolanan yağmur suyunun kalitesi kullanım suyu olarak nasıldır? (Olumsuz ise nedeni)*” sorusu yöneltilmiştir. Verilen cevaplar Çizelge 6.24.'de verilmiştir.

Çizelge 6.24. Sizce su hasadı tekniği ile depolanan yağmur suyunun kalitesi kullanım suyu olarak nasıldır?

Cevap	Frekans(İşletme Adedi)	Yüzde(%)
Çok iyi	17	32,7
İyi	10	19,2
Orta	10	19,2
Kötü	14	26,9
Çok kötü	1	1,9
Toplam	52	100,0

Örneklem gurubundaki işletmelerin %32,7'si yağmur suyunun kalitesinin kullanım suyu olarak çok iyi olduğunu düşünürken, %19,2'si iyi olduğunu, %19,2'si orta derece iyi olduğunu, %26,9'u kötü ve %1,9'u çok kötü olduğunu düşünmektedir.

İşletmelere “*Sizce su hasadı tekniği ile sağlanan yağmur suyunun kalitesi içme suyu olarak nasıldır? (Olumsuz ise nedeni)*” sorusu yöneltilmiştir. Verilen cevaplar Çizelge 6.25.'de verilmiştir.

Çizelge 6.25. Sizce su hasadı tekniği ile sağlanan yağmur suyunun kalitesi içme suyu olarak nasıldır?

	Frekans(İşletme adedi)	Yüzde(%)
Çok iyi	7	13,5
İyi	8	15,4
Orta	7	13,5
Kötü	14	26,9
Çok kötü	16	30,8
Toplam	52	100,0

Örneklem gurubundaki işletmelerin 13,5'i yağmur suyunun kalitesinin içme suyu olarak çok iyi olduğunu düşünürken, %15,4'ü iyi olduğunu, %13,5'i orta derece iyi olduğunu, %26,9'u kötü ve %30,8'i çok kötü olduğunu düşünmektedir.

İşletmelere “*Suyun tasarruflu ve çevreye duyarlı kullanımı için getirilecek önerilere nasıl bakarsınız?*” sorusu yöneltilmiş ve verilen cevaplar Çizelge 6.26.'da verilmiştir.

Çizelge 6.26. Suyun tasarruflu ve çevreye duyarlı kullanımı için getirilecek önerilere nasıl bakarsınız?

	Frekans (İşletme adedi)	Yüzde (%)
Çok memnun olurum	22	42,3
Memnun olurum	26	50,0
Kararsızım	4	7,7
Memnun kalmam	0	0
Hiç memnun kalmam	0	0
Toplam	52	100,0

Örnekleme grubundaki işletmelerden %42,3'ü suyun tasarruflu ve çevreye duyarlı kullanımı için getirilecek önlemlerden çok memnun kalacağını belirtirken, %50'si memnun olurum, %7,7'si bu konuda kararsız olduğunu belirtmişlerdir.

İşletmelere “Suyun tasarruflu ve çevre duyarlı kullanımı için bir bedel ödeyebilir misiniz?” sorusu yöneltilmiştir. Verilen cevaplar Çizelge 6.27.'de verilmiştir.

Çizelge 6.27. Suyun tasarruflu ve çevre duyarlı kullanımı için bir bedel ödeyebilir misiniz?

	Frekans (İşletme adedi)	Yüzde (%)
Her türlü bedel ödeyebilirim	6	11,5
Bir miktar bedel ödeyebilirim	27	51,9
Karlı olacaksa bedel ödeyebilirim	3	5,8
Kararsızım	11	21,2
Kesinlikle ödeyemem	5	9,6
Toplam	52	100,0

Örnekleme grubundaki işletmelerin %11,5'i suyun tasarruflu ve çevreye duyarlı kullanımı için her türlü bedel ödeyebileceğini belirtirken, %51,9'u bir miktar bedel

ödeyebileceğini, %5,8'i karlı olacaksa bedel ödeyebileceğini, %21,2'si bu konuda kararsız olduğunu, %9,6'sı kesinlikle bir bedel ödeyemeyeceğini belirtmişlerdir.

İşletmelere “*Alternatif su kaynağı kullanmak ister misiniz?*” sorusu yöneltilmiştir. Verilen cevaplar Çizelge 6.28.'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.28. Alternatif su kaynağı kullanmak ister misiniz?

	Frekans (İşletme adedi)	Yüzde (%)
Evet	5	9,6
Belki	13	25,0
Hayır	34	65,4
Toplam	52	100,0

İşletmelerin %9,6'sı alternatif bir su kaynağı kullanmak istediklerini belirtirken %25'i belki, %65,4'ü hayır cevabı vermiştir.

İşletmelere “*Su hasadını uygulamak ister misiniz?*” sorusu yöneltilmiştir. Verilen cevaplar Çizelge 6.29.'da gösterilmiştir.

Çizelge 6.29. Su hasadını uygulamak ister misiniz?

	Frekans (İşletme adedi)	Yüzde (%)
Evet	7	13,5
Belki	18	34,6
Hayır	27	51,9
Toplam	52	100,0

İşletmelerin %13,5'i su hasadı sistemini uygulamak isterken, %34,6'sı belki, %51,9'u hayır cevabını vermiştir.

İşletmelere “*Bulduğunuz yerde su kaynaklarının tasarruflu kullanımına yönelik önlem alınıyor mu, bilgilendirme yapılıyor mu?*” sorusu yöneltilmiştir. Alınan cevaplar Çizelge 6.30.’da verilmiştir.

Çizelge 6.30. Bulduğunuz yerde su kaynaklarının tasarruflu kullanımına yönelik önlem alınıyor mu, bilgilendirme yapılıyor mu?

	Frekans (İşletme adedi)	Yüzde (%)
Sıkça Yapılıyor	0	0
Yapılıyor	0	0
Nadiren yapılıyor	0	0
Kesinlikle yapılmıyor	52	100,0
Toplam	52	

İşletmelerin tamamı “Bulduğunuz yerde su kaynaklarının tasarruflu kullanımına yönelik önlem alınıyor mu, bilgilendirme yapılıyor mu?” sorusuna kesinlikle yapılmıyor cevabını vermişlerdir.

İşletmelere “*OSTİM su tasarrufu ile ilgili önlem almalı ve bunun maliyetine her işletme katılmalıdır*” çoktanseçmeli önermesi yöneltilmiştir ve işletmelerin verdiği cevaplar Çizelge 6.31.’de listelenmiştir.

Çizelge 6.31. OSTİM su tasarrufu ile ilgili önlem almalıdır

	Frekans (İşletme adedi)	Yüzde (%)
Kesinlikle katılıyorum	12	23,1
Katılıyorum	17	32,7
Bilmiyorum	13	25,0
Katılmıyorum	7	13,5
Kesinlikle katılmıyorum	3	5,8
Toplam	52	100,0

İşletmeler “OSTİM su tasarrufu ile ilgili önlem almalı ve bunun maliyetine her işletme katılmalıdır” önermesine işletmelerin %23,1’i kesinlikle katılıyorum, %32,7’si katılıyorum, %25’i bilmiyorum, %13,5 katılmıyorum, %5,8’i ise kesinlikle katılmıyorum cevabını vermiştir.

Örnekleme grubundaki işletmelere “Yapılacak yağmur hasadı uygulaması çok önemli sonuçlar verecektir” önermesi yöneltilmiştir. İşletmelerin çoktan seçmeli soruya verdikleri cevaplar Çizelge 6.32’de listelenmiştir.

Çizelge 6.32. Yapılacak yağmur hasadı uygulaması çok önemli sonuçlar verecektir

	Frekans(İşletme adedi)	Yüzde(%)
Kesinlikle inanıyorum	7	13,5
İnanıyorum	19	36,5
Bilmiyorum	8	15,4
İnanmıyorum	13	25,0
Kesinlikle inanmıyorum	5	9,6
Toplam	52	100,0

“Yapılacak yağmur hasadı uygulaması çok önemli sonuçlar verecektir” önermesine işletmelerin %13,5’i kesinlikle inanıyorum, %36,5’i inanıyorum, %15,4’ü bilmiyorum, %25’i inanmıyorum, %9,6’sı kesinlikle inanmıyorum cevabını vermişlerdir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Su, insanın temel ihtiyaçlarını karşılamının yanında gelişmenin de kaynağıdır. Sürekli bir döngü içinde yenilenebilen bir kaynak olmasına rağmen; endüstriyel kirlilik, nüfus artışı, su kaynaklarının bilinçsizce kullanılması ve kirletilmesi, yanlış tarımsal uygulamalar, su kaynaklarına ve su havzalarına zarar veren yanlış ve hızlı kentleşme ve iklim şartlarındaki değişimler nedeniyle çağımızda birçok ülke su fakiri haline gelmiştir. Bu tablo içinde Türkiye bölge ülkelere nazaran daha iyi durumda görünmekle birlikte kişi başına düşen su miktarı ile dünya ülkelerinin gerisinde kalmaktadır. Bu nedenle ülkemizin sahip olduğu su kaynaklarının tüm talepleri esas alan planlı, etkili ve sürdürülebilir kullanımını gerektirmektedir.

Yapılan araştırma sonucunda OSTİM’ de faaliyet gösteren işletmelerin %93,7’lik kısmının yağmur suyu hasadı tekniği hakkında bilgi sahibi olmadığı, bilgi sahibi olan %6,3’lük kısımdan ise bir işletme hariç diğerler işletmelerin bu sistemi kullandığı ve çok memnun olduğu görülmektedir.

Örnekleme grubundaki tüm işletmeler için projelendirme hesaplamaları yapılmış ve bu işletmelerin su ihtiyaçlarının en az %20’sinin en fazla tamamının yağmur suyundan karşılanabileceği görülmüştür.

Örnekleme grubundaki tüm işletmeler için çatı yağmur suyu hasadı planlaması yapılmış ve tüm işletmelerin su giderlerinin yağmur suyundan karşılanma oranı ortalamasının %61,63 olduğu görülmüştür.

Örnekleme grubundaki 52 işletmenin çatı alanlarından yılda toplanabilecek su miktarı toplamı ise 8500,8 m³’dür. Bu sayı tüm OSTİM için düşünüldüğünde yılda 850 080 m³ yağmur suyu toplanabileceğini ve yılda 6 375 600 TL tasarruf sağlanabileceği görülmektedir.

Çatı yağmur suyu hasadı sistemi; yarı-kurak bir bölge olan Ankara'da bulunan OSTİM sanayi bölgesi geneli için dahi %61,63 tasarruf oranı sağlayacağından bu sistemin diğer şehirlerde özellikle de yıllık yağış miktarı daha yüksek şehir ve bölgelerde daha yüksek bir verimle kullanılabilceği ortadadır.

TUIK verilerine göre 50 ve daha fazla çalışanı bulunan işletmeler 2010 yılında 1,6 milyar m³ su çekmiştir. Bu sistem tüm Türkiye'de kullanıldığında çalışan sayısı 50'nin altında bulunan işletmeler ile birlikte 986 000 000 m³ 'den fazla su tasarrufu sağlanabilecektir.

İşletme sahiplerinin su hasadı projelendirmelerini yapabilmeleri için Endüstriyel Çatı Yağmur Suyu Hasadı bilgisayar programı hazırlanarak ve internet üzerinden yayınlarak bu sistemin yaygınlaşmasına katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

Ayrıca görülmüştür ki düzensiz yağış rejimine sahip bölgelerde büyük boyutlu su toplama alanlarından elde edilecek yağmur suyu için literatürdeki temel depo boyutu hesaplama yöntemleri yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden Ankara bölgesi için karşılaştırmalı hesaplama yöntemi düşünülmüş ve tez içerisinde ve tezin konusu olan Endüstriyel Çatı Yağmur Suyu Hasadı bilgisayar programında kullanılmıştır.

ÖNERİLER

Gerek sanayi sektöründe gerekse evsel kullanımda yağmur suyu ulaşılabilecek en temiz su kaynakları arasında bulunmaktadır. Gelecek yıllarda nüfus ve hayat standardı artışına paralel olarak Türkiye'nin su sıkıntısı çeken ülkeler arasına gireceği öngörülmektedir. Bu nedenlerdir ki alternatif su kaynaklarının kullanımı için bilgilendirme çalışmaları yapılarak mevcut tatlı su rezervinin korunması gerekmektedir.

Hayatın kaynağı olan mevcut tatlı su kaynaklarımızın korumu için yasal düzenlemelerin ve gerekli teşviklerin yapılması gerekmektedir. Yapılan anket

alışması sırasında görülmüştür ki sistemi kendi çabaları ile kurmak isteyen işletme sayısı oldukça azdır. Bu nedenledir ki özellikle sanayi bölgelerinde toplu su hasadı yapılandırması çalışmaların yapılması gerekirse teşvik sisteminin getirilmesi gerekmektedir. Örneklem gurubundaki işletmelerin %55,8'i yapılacak çatı yağmur suyu hasadı uygulamasının tüm OSTİM'i kapsayacak şekilde uygulanması gerekliliğini ve bu uygulamaya katılmaktan memnun olacaklarını belirmişlerdir. Tüm işletmelerin %92,3'ünün suyun tasarruflu ve çevreye duyarlı kullanımı için alınacak önlemlerden memnun olacağı görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aküzüm, A., Selenay, F., ve Çakmak, B., 2010. “Sulama Yönetimi ve Sürdürülebilir Su Kullanımı”, **1. Sulama ve Tarımsal Yapılar Yapılar Sempozyumu 27-29 Mayıs Kahramanmaraş**, 262-278, (2009)
- Bruggeman, A., Oweis, T.,. “Water Harvesting : Improving Water Productivity in the Drier Environments of West Asia and North Africa” **International Workshop on Watershed Management in Dry Areas: Challenges and Opportunities Watershed Management in Dry Ares,4-6 Januray**,Djerba (Tunisia), 35.36, (2005)
- Coombes, P., J., Dunstan, H., Spinks, A., Evnas, C., Harrison, T.,. “ Key Messages from a Decade of Water Quality Research into Roof Collected Rainwater Supplies”, **Ist National HYDROPOLIS Conference Burswood Convention Centre Perth, Western**,Australia, 5., (2006)
- Çakmak, B., Kendirli, B.,. “Tarımda Atık Su Kullanımı“, **Ziraat Mühendisliği Dergisi, Zir. Yük. Müh. Birliği Yayını**,332 Ankara: 31-37, (2001)
- Çanga, M.,. “Toprak Koruma Stratejileri”, **Ankara Üniversitesi**, 40,(1999)
- Doğan, O.,. “Toprak ve Su Kaynaklarımız ve Geleceği”**TEMA 22 Kasım 2011**:36., (2011)
- Elke. M.,. “Design Manual: Rainwater Harvesting and Storage”, **Bren School of Environmental Science and Management**, University of California,Santa Barbara, 5.6., (2008)
- Evsahibioğlu, A.N., Çakmak, B., Aküzüm, A.,. 2010. “Su Yönetimi, Su Kullanım Stratejileri ve Sınırtaşan Sular”, **TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi**, Ankara, 125, (2010)
- Frasier G. W.,. “Harvesting Water for Agricultural , Wildlife and Domestic Uses” **Journal ol Soil and Water Conservation**, 35 (3):125,(1980)
- İncebel. C. “Alternatif Su Kaynaklarının Endüstriyel Kullanıma Kazandırılması İçin Çatı Yağmur Suyu Hasadı (OSTİM Örneği)”, Gazi Üniversitesi, (2012)
- Kanber, R., Baştuğ, R., Büyüktaş, D., Ünlü, M. Kapur, B.,. “Küresel İklim Değişikliğinin Su Kaynakları ve Tarımsal Sulamaya Etkileri”, **Türkiye Ziraat Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi**,Ankara, 93, (2010)
- Kanber, R., Ünlü, M., Kapur, B., Koç, D.L. , Tekin, S. “Tarımsal Kuraklık ve Yeni Sulama Teknolojileri”, **Türktarım Dergisi Ocak-Şubat, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Dergisi**,179: Ankara, 14-18,(2008)

Kantaroglu, Ö., “Yüksek Performanslı Binalarda Su Stratejileri” *Tesisat Mühendisliği dergisi*, Sayı 123 Mayıs-Haziran 2011:34-38, (2011)

Kantaroglu, Ö., “Yağmur Suyu Hasadı Plan ve Hesaplama Prensipleri”, *IX.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 1147-1150, (2010)

Konukçu F., İstanbulluoğlu A., Kocaman İ., “Küresel Su Krizi, Geleceği Ve Alınacak Önlemler: Yenilenemeyen Su Kaynaklarının Opsiyonu”, *TİKDEK 2007 İSTANBUL*, 436,(2007)

Karakaya, N., Gönenç, E. İ., “Alternatif Su Kaynakları” *Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Müh. Fak., Çevre Mühendisliği Bölümü, İGEM Portal*, Çorlu/Tekirdağ, 1-8, (2008)

Lawson, S., Tucker, L. A., Otto-Wack, H., Hall, R., Sojka, B., Crawford, E., Crawford, D., Band, C., “Virginia Rainwater Harvesting Manual”, *Cabell Brand Center, Second Edition*, Virginia, 34, (2009)

Moges, Y., “Tropical Forestry Water Harvesting Techniques: Training and Construction Manual Consultancy Sub-report” ,53., (2004)

Oweis, T., Hachum, A., Bruggeman, A., “Indigenous Water - Harvesting System in West Asia and North Africa”, *Mosul University, Mosul (Iraq) ICARDA, Aleppo (Syria)*. ISBN 92-9127-147X:4-20. 74, (2004)

Oweis, T., Hachum, A., “Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems in West Asia and North Africa”, *Mosul University Mosul (Iraq), Journal of Agricultural Investment*, 67-71, (2005)

Oweis, T., Prinz, D., Hachum, A., “Water Harvesting: Indigenous Knowledge for the Future of the Drier Environments”, *International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA)*, ISBN: 92-9127-116-0: Aleppo (Syria) 1-22, (2001)

Örs, İ., Safi, S., Ünlükara, A., Yürekli, K., “Su Hasadı Teknikleri Yapıları ve Etkileri” *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, ISBN: 1308-3945, E-ISSN: 1308-027X, 67-70, (2011)

Pamukmengü G., Akkuzu E., “Küresel Su Krizi ve Su Hasadı Teknikleri” *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* , 5,(1):75-85, (2008)

Prinz, D., “Water Harvesting for Afforestation in Dry Areas”, *Proceedings, 10th International Conference on Rainwater Catchment Systems, 10-14 Sept. 2001*, Mannheim, 195 – 198, (2001)

Sivanappan, R. K.,. “Rain Water Harvesting, Conservation and Management Strategies for Urban and Rural Sectors” *National Seminar on Rainwater Harvesting and Water Management 11-12 Novamber*,Nagpur, 4, (2006).

Şahin, N. İ., Manioğlu, G.,. “Binalarda Yağmur Suyunun Kullanılması” , *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 531-541, (2011).

TÜSİAD.,. “Türkiye’de Su Yönetimi, Sorunlar ve Önerileri”, *Yayın No:T/2008-9/469*, 191-192, (2008).

TWDB, (Texas Water Development Board) “Texas Guide to Rainwater Harvesting” *Second Edition*, Austin, 8.,13.,(1997).

TWDB, (Texas Water Development Board) “TheTexas Manual on Rainwater Harvesting”,*Third Edition*, Austin 5-9,(2005).

UNEP-IETC.,.”Sourcebook of Alternative Technologies for Freshwater Augmentation in Some Asian Countries”, *IETC Technical Publication Series 8b*, <http://www.unep.or.jp/ietc/publications/techpublications/techpub-8e/index.asp#1>, (1998)

UN/WWAP, “THE 1st UN WORLD WATER DEVELOPMENT REPORT: Water for People, Water for Life”, *Executive Summary* 10, (2003).

Uzunoğlu, H., Boran, Ş.,. “Dünya Su Forumunun Ardından”, *İzmir Ticaret Odası AR-GE Bülten Sektörel*, Nisan 2009,11, (2009).

Waterfall, P. H.,. “Harvesting Rainwater for Landspace”, *University of Arizona Cooperative Extension. Retrieved October 27, 2008*, 7. , (2004)

Worm J., Hattum V. T.,. “Rainwater Harvesting for Domestic Use”, *Agromisa Foundation and CTA*, Wageningen, Agrodok 43: 27-30, (2006)

Yalçın, H.,. “Anadolu Desenleri Portfolyosu”, (2011)

Yeşilyurt, E. B., Kurt, L., Akaydın, G.,. “A Study on Flora of Hacıkadın Valley (Ankara/Turkey)”, *Biological Diversity and Conservation, ISSN 1308-5301 Print ; ISSN 1308-8084 Online*,27-28, (2008)

internet“Ostim Bölge Müdürlüğü”
www.ostim.org.tr(2011)

internet“Meteoroloji Genel Müdürlüğü”
<http://www.dmi.gov.tr>(2011)

internet“Ankara Su ve Kanalizasyon İşleri”
<http://www.aski.gov.tr>(2011)

internet“Resmi Gazete”
<http://www.resmigazete.gov.tr/> Resmi Gazete, 25997, Karar Sayısı 2005/9617 (2012)

internet“Küçük ve Orta Boyutlu Sanayileri Geliştirme Birliği (KOSGEB)”
<http://www.kosgeb.gov.tr/> (2012)

internet”Rainharvesting Systems Ltd.”
<http://www.rainharvesting.co.uk/>(2012)

internet“Atlantis Water Management For
Life”<http://atlantiswatermanagement.com/applications/application5.html> (2012)

internet“Wateraid United Kingdom”
<http://www.wateraid.org> (2012)

EKLER

Ek-1 Alternatif Su Kaynaklarının Endüstriyel Kullanıma Kazandırılması Anketi

1-Firmanın tam adını nedir?

2- Hangi Ana Sektörde Faaliyet Gösteriyorsunuz?

- Saç Şekillendirme
- Talaşlı İmalat
- Plastik İşleme
- Kimyasal Konular
- Diğer

3- Hangi Alt Sektörde Faaliyet Gösteriyorsunuz? (birden fazla işaretleyebilirsiniz)

- Ambalaj, Kağıt, Baskı ve Kırtasiye
- Elektrik ve Elektronik
- Gıda ve Endüstriyel Mutfak
- İş Makineleri
- Kent Mobilyaları ve Peysaj
- Kimyasallar, Boya ve Temizlik Maddeleri
- Makine ve Makine Ekipmanları
- Metal ve Metal İşleme
- Otomotiv
- Plastik ve Kauçuk
- Sağlık Ekipmanları
- Teknik Malzeme, Tezgah ve Ekipman
- Teknoloji ve Bilişim
- Tekstil ve Deri
- Yapı ve İnşaat
- Diğer

4- İşletme suyu hangi amaçla kullanıyor?

- Üretimde
 - İmal edilen üründe kullanılıyor.
 - İmal süreçlerinde kullanılıyor.
- Makinelerde hangi amaçla kullanılıyor?

Suyu kullanan makine sayısı kaç?

Ek-1 (Devam) Alternatif Su Kaynaklarının Endüstriyel Kullanıma Kazandırılması Anketi

- Kullanımda (Personelin temizlik ve temel ihtiyaçları için kullanılıyor ise)
Çalışanlar işletmede duş alıyorlar mı?
 Evet Hayır
- Bahçe sulamada.

5-Şu anda kullandığınız su kaynağı nedir?

- Şebeke Suyu
 Sondaj Suyu
Sondaj suyu için kullanılan yakıtın tahmini maliyeti nedir?
 TL
- Alternatif Su Kaynakları
Hangi alternatif su kaynağını kullanıyorsunuz?

6-Şu anda kullandığınız su kaynağını içme suyu olarak kullanıyor musunuz?

- Evet Hayır Bazen

7- Aylık tahmini su faturanız ne kadardır?

TL

8- İşletmenin genel giderleri içerisinde su giderinin payı nedir?

- Hiç Önemi Yok Önemsiz Orta Önemli Çok Önemli

9- İşletmede istihdam edilen çalışan sayısı nedir?

(Mavi vakalı ve Bevaz vakalı personel toplamı)

Kişi

10- İşletmenin üzerinde çatı bulunan bölümünün alanı ne kadardır?

11- İşletmenin şu anki çalışma kapasitesi nedir?

- %20'den az.
 %20-%40
 %40-%60
 %60-%80
 %80'den fazla

12- Yıl boyunca suya en çok ihtiyaç duyulan aylar hangileridir? (Neden?)

- Ocak
 Şubat
 Mart
 Nisan
 Mayıs

Haziran

Ek-1 (Devam) Alternatif Su Kaynaklarının Endüstriyel Kullanıma Kazandırılması Anketi

Temmuz

Ağustos

Eylül

Ekim

Kasım

Aralık

Yıl içinde su ihtiyacı değişmemektedir.

Aylara göre su ihtiyacı değişiyor ise nedeni nedir?

13- Kullandığınız su kaynağı ile ilgili problemlerinizi var mı, varsa aşağıya yazınız?

14- Kullandığınız su kaynağının kalitesi ile ilgili problemlerinizi var mı?

15- Alternatif bir su kaynağı kullanmak ister misiniz?

Evet Hayır Belki

16- Daha önce su hasadı tekniğini duydunuz mu?

Evet Hayır

17- Sizce su hasadı tekniği ile depolanan yağmur suyunun kalitesi kullanım suyu olarak nasıldır? (Olumsuz ise nedeni)

Çok Kötü Kötü Orta İyi Çok İyi

18- Sizce su hasadı tekniği ile sağlanan yağmur suyunun kalitesi içme suyu olarak nasıldır? (Olumsuz ise nedeni)

Çok Kötü Kötü Orta İyi Çok İyi
(Olumsuz ise nedeni)

Ek-1 (Devam) Alternatif Su Kaynaklarının Endüstriyel Kullanıma Kazandırılması Anketi

19- Suyun tasarruflu ve çevreye duyarlı kullanımı için getirilecek önerilere nasıl bakarsınız?

- Hiç Memnun kalmam
- Memnun Kalmam
- Kararsızım
- Memnun olurum
- Çok Memnun olurum

20- Suyun tasarruflu ve çevre duyarlı kullanımı için bir bedel ödeyebilir misiniz?

- Kesinlikle Ödeyemem
- Bir Miktar Bedel Ödeyebilirim
- Karlı Olacaksa Bedel Ödeyebilirim
- Kararsızım
- Her türlü Bedel Ödeyebilirim

21- Su hasadını uygulamak ister misiniz?

- Evet Hayır Belki

22- İşletmenin çatısı yağmur suyunu bir veya birkaç noktada toplamaya elverişli mi? (Oluk sistemi mevcut mu veya oluk sistemi monte edilebilir mi?)

- Kesinlikle Elverişli Değil
- Elverişli Değil
- Elverişli
- Oldukça Elverişli
- Kesinlikle Elverişli

23- İşletmenin çatısı hangi malzemeden yapılmıştır?

24- İşletmede su deposu mevcut mu?

- Evet Hayır (Evet ise Boyutu Nedir m³)

25- İşletmede m³ su deposu koyacak boş alan mevcut mu?

- Evet Hayır

26- Bulduğunuz yerde su kaynaklarının tasarruflu kullanımına yönelik önlem alınıyor mu, bilgilendirme yapılıyor mu?

- Kesinlikle Yapılmıyor
- Nadiren Yapılıyor

- Yapılıyor
- Sıkça Yapılıyor

Ek-1 (Devam) Alternatif Su Kaynaklarının Endüstriyel Kullanıma Kazandırılması Anketi

27-Su için ödediğiniz tutar sizin için ne kadar önemli

- Çok önemli
- Önemli
- Yanıtsız
- Önemi yok
- Hiç önemi yok

28-OSTİM su tasarrufu ile ilgili önlem almalı ve bunun maliyetine her işletme katılmalıdır.

- Kesinlikle katılmıyorum
- Katılmıyorum
- Bilmiyorum
- Katılıyorum
- Kesinlikle katılıyorum

29-Yapılacak yağmur hasadı uygulaması çok önemli sonuçlar verecektir.

- Kesinlikle inanmıyorum
- İnanmıyorum
- Bilmiyorum
- İnanıyorum
- Kesinlikle inanıyorum.

30- Küresel iklim değişikliği çerçevesinde suyun geleceğinin nasıl olacağını düşünüyorsunuz?

31-İşletmenizde su tasarrufu için her hangi bir uygulama mevcut mu?

İşletme Harcaması	m ³	Toplanabilen Su	m ³
Gerekli Depo	m ³	Tahmini Maliyet	tl

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : İNCEBEL Cihan
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 01.08.1983 Eskişehir
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0 (505) 540 36 34
 e-mail : cihanin@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Bölümü	2008
Lise	Eskişehir / Anadolu Meslek Lisesi / Bilgisayar Donanım Bölümü	2002

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2011-HALEN	AHMET KILIÇARSLAN İÖO / İST.Teknoloji ve Tasarım Öğretmeni	
2010-2011	SÜPHAN İÖO/AĞRI	Teknoloji ve Tasarım Öğretmeni
2008-2010	DOĞANSU KIZ YİBO /AĞRI	Teknoloji ve Tasarım Öğretmeni
2007-2009	VİDEONET FOTOĞRAF HİZ./İST.	Fotoğrafçı
2005-2007	WEB MALİBU İNT. HİZ. /İST.	Web Tasarımcısı
2005	PC FACTORY / SEVILLA	Bilgisayar Teknisyeni
2004	ANKA DANIŞMANLIK / ESK.	Veri Giriş Uzmanı
2002	ALPATA BİLGİSAYAR/ ESK	Bilgisayar Teknisyeni

Yabancı Dil

İngilizce, İspanyolca

Hobiler

Fotoğraf, Bilgisayar teknolojileri, Dağcılık