



**“SOMALİ'DE UYGULANAN SU HASADI  
TEKNİKLERİ: MEVCUT DURUM, SORUNLAR  
VE ÖNERİLER”**

**Abdirahman Hassan BASHIR**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**“SOMALİ'DE UYGULANAN SU HASADI TEKNİKLERİ: MEVCUT DURUM,  
SORUNLAR VE ÖNERİLER”**

Abdirahman Hassan BASHIR  
0000-0002-6191-1567

Prof. Dr. Ali Osman DEMİR  
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2022

**Her Hakkı Saklıdır**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

“SOMALİ'DE UYGULANAN SU HASADI TEKNİKLERİ: MEVCUT DURUM,  
SORUNLAR VE ÖNERİLER”

**Abdirahman Hassan BASHIR**

Bursa Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Prof. Dr. Ali Osman DEMİR

Su hasadı teknikleri, Somali'de bitkisel ve hayvansal üretim ve evsel kullanım amacı için suya erişimi iyileştirebilir. Ayrıca, yeraltı suyu beslemesini arttırarak, su kıtlığını azaltarak, teknik ve sosyo-ekonomik faktörleri ve sürdürülebilir üretimi arttırarak ve toprak erozyonunu azaltarak ülkedeki olası sel risklerini azaltabilir ve su israfını önleyebilir. Bu araştırma, Somali'de uygulanan su hasadı tekniklerine odaklanmakta ve potansiyel su hasadı tekniklerini önermek için mevcut durumu ele almaktadır. Çalışmada amaca ulaşmak için Somali'de özellikle Afgoye ve Jamame ilçeleri başta olmak üzere uygulanan su hasadı teknikleri mevcut durum, sorunlar ve öneriler ile ilgili bilgi toplamak amacıyla anketler yapılmıştır. Bu çalışmada betimsel istatistik yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan popülasyon, sunulacak bilgi ve durumların ortaya konulması ve bir çözüm bulunmasını sağlamak için seçilmiştir. Ankete toplam 138 kişi katılmış, bunların çoğu lise mezunu, yaşları 32 ile 38 arasında ve katılımcıların yüzde 60,1'i erkektir. Çalışma sonuçlarına göre, çiftçilerin geçmişte kullanılan eski su hasadı tekniğine odaklandıkları görülmüştür. Burada normal sığ ve tuzlu sığ kuyuların kullanılması, Somali'nin Jamame ve Afgooye bölgelerinde yaşayan insanların büyük su kıtlığı sorunları ile karşılaşmalarına neden olmuştur. Elde edilen bulgulara göre, ülkede su hasadı tekniklerine ilişkin bilgilere ulaşmada bazı zorluklar olduğu, barajların siltle dolmasına kayıtsız kalındığı ve bu durumun, daha sonra her yıl baraj kapasitesinin azalmasına neden olduğu görülmektedir. Bu sorunların çözümü, ilgili kişilerin su hasadı teknikleri hakkında bilgi sahibi olmaları ve bunu kendi başlarına yapabilecek düzeye gelmeleri için eğitim almaları ve uygulama yapmalarıdır.

**Anahtar koğuşlar:** Su Kıtlığı, Sürdürülebilir Tarım, Su Hasat Teknikleri, Somali.

**2022, vi + 60 sayfa**

## **ABSTRACT**

### **MSc Thesis**

**“WATER HARVESTING TECHNIQUES APPLIED IN SOMALIA: CURRENT SITUATION, PROBLEMS AND SUGGESTIONS”**

**Abdirahman Hassan BASHIR**

Bursa Uludag University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biosystems Engineering

**Supervisor:** Prof. Dr. Ali Osman DEMİR

Water harvesting techniques can improve good access to water for crop and livestock production and domestic purpose of the family in Somalia. It can also mitigate all flood risks and reduce water waste in urban areas in the country by increasing groundwater recharge, reducing water scarcity; this research focuses on the Water Harvesting Techniques applied in Somalia and addresses the current problem to suggest the potential system of water harvesting techniques. The climate of Somalia is mainly arid to semi-arid. The inter-Tropical Convergence Zone's north and south movements determine Somalia's climate (ITCZ). The instrument of this study is a questionnaire that is used to gather information on questions related to the research. The design used in this research is called descriptive statistics which allows you to do research efficiently so it was chosen in this study to ensure the information and situation are presented to the population and find a solution. Most farmers focused on the old water harvesting techniques used in the past, which is a normal shallow well and salty shallow wells resulting in water scarcity. 138 people took part in the survey, most of them were the level of high school graduates and likely between the ages of 32 and 38 and 60.1 percent of respondents were men. The findings of this research study show that there are some challenges in the country including little technique or knowledge of water harvesting techniques and no one cares about the dam when the silt fills up in the dam. The solution to these problems is that people have to be learned knowledge of the water harvesting techniques and give training and demonstration to be experts who can do it on their own.

**Key words:** Water Scarcity, Sustainable Agriculture, Water Harvesting Techniques, Somali

**2022, vi + 60 pages**

## TEŞEKKÜR

Öncelikle bizi yaratan ve mezun olmamı kolaylaştıran Yüce Allah'a Őükrediyorum, bu yüzden hamd Allah'a mahsustur.

Bu çalışmanın başından sonuna kadar yardım ve desteklerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ali Osman DEMİR'e emekleri ve teşvikleri için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Eđitimini tamamlayana kadar bana gelir sağladığı için Yurtdışı Türkler ve Akraba Topuluklar Başkanlığı'na (YTB) ayrıca teşekkür ederim.

Son olarak, benim için dua eden annem Fadumo Jim'ale'ye ve yokluđuma katlanan ve eđitimim boyunca manevi desteklerini esirgemeyen sevgili eřlerim Berlin ve Furkan'a teşekkür ederim.

Abdirahman Hassan BASHIR

29/07/2022

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ABSTRACT .....	vii
TEŞEKKÜR .....	viii
İÇİNDEKİLER .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xi
1. GİRİŞ .....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	4
2.1 Su Hasadı Tekniklerinin Tarihi .....	4
2.2 Dünya'daki Mevcut Su Hasadı Teknikleri .....	7
2.3 Su Hasadı Teknikleri İle İlgili Çalışmalar .....	11
2.4 Su Hasadı Tekniklerinin Sınıflandırılması .....	13
2.5 Su Hasadı Tekniklerinin Önemi .....	17
2.6 Somali'de Mevcut Su Hasadı Tekniklerinin Kullanımı .....	18
2.7 Somali İklimi .....	25
2.8 Somali'deki Mevcut Su Hasadı Teknikleri .....	27
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	29
3.1 Materyal .....	29
3.1.1 Çalışma Alanı .....	29
3.1.2 Anket Formu .....	32
3.2 Yöntem .....	32
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	34
4.1. Demografik Sorular .....	34
4.3 Su Hasadı Tekniklerinin Güncel Sorunu .....	43
4.4. Su Hasat Tekniklerinin Yönetimi ve Faaliyeti .....	46
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	50
KAYNAKLAR .....	56
ÖZGEÇMİŞ .....	61

1.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 3.1. Somali'nin aşağı Shabelle ve Juba bölgelerinin.....	29
Şekil 3.2. Kum Barajı Su Hasat Tekniklerinin Hazırlanması.....	31
Şekil 3.3. Somali'de uygulana mevcut su hasadı teknikler.....	31



## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 2.1.	Akış Eğrisi Numaraları.....	20
Çizelge 2.2.	katsayılar su toplama alanı.....	23
Çizelge 2.3.	Çatı eğim Faktörü .....	24
Çizelge 2.4.	gerekli su hasadı.....	25
Çizelge 2.5.	Somali İklim bölgesi.....	26
Çizelge 4.1.	Katılımcıların medeni hali.....	34
Çizelge 4.2.	Aile kişi sayısı.....	34
Çizelge 4.3.	Yaş durumu.....	34
Çizelge 4.4.	Cinsiyet durumu.....	35
Çizelge 4.5.	Eğitim düzeyi.....	35
Çizelge 4.6.	Bölgede kullanılan mevcut su hasadı teknikleri.....	36
Çizelge 4.7.	Uygulanan su hasadı tekniklerinin sürekliliği.....	36
Çizelge 4.8.	Bölgede su hasadı teknikleri ihtiyacı.....	36
Çizelge 4.10.	Su hasadı sisteminin ana bileşenlerinin tekni.....	37
Çizelge 4.11.	Yağmur suyu hasat tekniklerinin faydaları.....	38
Çizelge 4.12.	Bölgede kullanılan geleneksel su hasadı teknikleri.....	38
Çizelge 4.13.	Baraj özel mülkiyetli su hasadı ile halka açık olanların .....	38
Çizelge 4.14.	Tava veya baraj inşaatı için gerekli ekipmanların temini.....	39
Çizelge 4.15.	Su hasadı tekniklerinin avantajları .....	39
Çizelge 4.16.	Yağmur suyu hasadı tekniklerinin kullanım yeterliliği.....	40
Çizelge 4.17.	Su hasadı teknikleri ihtiyacın türü.....	40
Çizelge 4.18.	Su Hasadı tekniklerini uygulanma sıklığı.....	40
Çizelge 4.19.	Ailenin günlük su ihtiyacı.....	41
Çizelge 4.20.	Su hasadı teknolojilerinin su kullanılabilirliğini artırma niyetleri	41
Çizelge 4.21.	Bölgede su hasadı tekniklerini.....	47
Çizelge 4.22.	Su Hasadı tekniklerinin önemi ve amaçları.....	42
Çizelge 4.23.	Su hasadı tekniklerinin kullanılma süresi.....	43
Çizelge 4.24.	Su hasadı tasarımıyla ilgili teknik sorunlar.....	43
Çizelge 4.25.	Su hasadı tekniklerini etkileyen iklim faktörleri.....	44
Çizelge 4.26.	Su hasadı tekniklerini etkileyen sorunlar.....	44
Çizelge 4.27.	Bölgede su hasadı tekniklerinin geliştirilmemesinin nedenleri.....	44
Çizelge 4.28.	Yağış olmadığında veya düşük olduğunda yapılanlar.....	45
Çizelge 4.29.	Somali'nin su hasadı teknikleri ile ilgilenmeyişinin nedenleri.....	45
Çizelge 4.30.	Bölgede şu anda uygulanan su hasadı sistemleri.....	46
Çizelge 4.31.	Yapıldıktan sonra su hasadı sisteminin yönetimi/bakımı.....	46
Çizelge 4.32.	Yapıldıktan sonra su hasadı sisteminin problem yönetimi.....	47
Çizelge 4.33.	Sosyo-ekonomik sorun olarak su hasadı bileşeninin güvenliği....	47
Çizelge 4.34.	Sulama sistemi açısından su ve toprak koruması.....	48
Çizelge 4.35.	Modern ve geleneksel su hasadı uygulama teknikleri konusunda.	48
Çizelge 4.36.	Ülke için su hasadı tekniklerinin uygulanmasının önemi.....	49
Çizelge 4.37.	Su hasadı tekniklerinin oynadı rol.....	49

## 1.GİRİŞ

Su, tartışmasız en önemli doğal kaynaklardan biridir. Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından 23 Ekim 2000'de onaylanan Avrupa Birliği (AB) Su Çerçeve Direktifi'nin birinci paragrafında belirtildiği üzere su, başka hiçbir şey gibi ticari bir ürün değil, daha çok korunması gereken bir kaynaktır. Avrupa Birliği 2000 yılında suyun önemini vurgulamış ve şu şekilde ifade etmiştir: "Su hayattır; onsuz, dünyada yaşam düşünülemez. Suyu temin etmek oldukça önemlidir, fakat mevcut suyun kalitesi çok daha önemlidir 2000 yılında Birleşmiş Milletler tarafından oluşturulan Binyıl Kalkınma Hedefleri (BKH) adlı bir karar ortaya konmuş ve 2015 yılına kadar ulaşılması ve sürdürülebilir suya kavuşulması beklenen sekiz hedef-belirlenmiştir. 1990 ve 2010 yılları arasında, 2 milyardan fazla kişiye ek su kaynakları sağlanmış ve bu da içme suyu için Binyıl Kalkınma Hedefi'nin karşılanmasında öncülük etmiştir (Mbua, 2013).

Aynı rapora göre, Sahra Altı Afrika dünyanın geri kalanına kıyasla en düşük içme suyuna sahip bölgedir. Sahra Altı Afrika'nın kentsel nüfusu suyun yaklaşık %82'sini, dünyanın diğer kentsel nüfusları suyun %95'ini alırken, diğer yandan Sahra Altı Afrika'nın kırsal nüfusu suyun %44've dünyadaki kırsal nüfusun geri kalanı suyun %72'sini almıştır (Sturm ve Ark., (2009).

Su hasadı, suyu tutma, toplama ve depolama tekniği olupçeşitli amaçlar için kullanılır (Burdass, 1975). Su hasadı teknikleri, bitkisel üretim için sulama suyuna kolay erişimi iyileştirebilir ve ayrıca herhangi bir ülkede kentsel ve kırsal alanlardaki tüm taşkınları azaltabilir ve yeraltı suyu beslenmesini arttırabilir. İnsanların uzun yıllar boyunca kullanabileceği, her birinin kendi tekniğine sahip olduğu sınıflandırma açısından üç ana ve yaygın su hasadı tekniği vardır. Bunlar yağmur suyu hasadı, taşkın suyu hasadı ve yeraltı suyu hasadı teknikleridir (Prinz ve Singh, 2000).

Somali'de uygulanan su hasadı tekniklerinin sorunları su kıtlığı ve bilgi eksikliğidir. Böylece Somali'deki su kıtlığı, suyla ilgili faktörlerin son derece kritik ve akut hale gelmesi nedeniyle iyi bilinmektedir. Somali'nin tarımsal üretimi %85'in üzerinde suya bağlıdır ve sanayileşme, kentleşme ve yüksek nüfus oranı gibi diğer tüketim suları da %25'in üzerinde suya bağlıdır. Ancak Somali, çok az yağış alan ve üretim için yeterli olmayan bir çöl bölgesinde yer almaktadır. Su sektörü, esas olarak kırsal ekonominin büyük ölçüde bağımlı olduğu gelişmekte olan ülkelerde yoksulluğun ortadan kaldırılmasıyla bütünsel olarak

ilişkilidir. Üçüncü dünya ülkelerine göre, su kıtlığının endüstriyi, tarım sektörlerini, kentsel ve kırsal alanları etkileyerek artması, su kıtlığının temel sosyo-ekonomik kaynakları etkilemesi sonucunda ortaya çıkmıştır. Bir yandan çevrenin uzun vadeli sürdürülebilirliği nedeniyle Binyıl Kalkınma Hedeflerine (BKH) ulaşılmasını sağlayan su kıtlığı sorunlarının tamamen çözülmesi, diğer yandan su kaynaklarının yönetimi, farklı sektörler ve toplum ihtiyaçlarının kontrol edilmesindeki temel sorunların çözülmesi gerekir. Bu nedenle, sürdürülebilir sosyo-ekonomik büyümenin yanı sıra daha yeşil bir geçim kaynağı elde etmek için suyun mevcudiyeti de esastır. Bu faktör, Entegre Su Kaynakları Yönetimi (ISKY) ilkesini içermesi gereken genel su çerçevesi içindeki sorunları veya endişeleri kapsamlı bir şekilde içermektedir (Lasage ve Verburg, 2015).

Somali'de uygulanan su hasat tekniklerinin sorunları bazı alanların yağış deseninden kaynaklanmaktadır. Çünkü bu alanlardaki tarımsal yetiştiricilik tamamen yağışa bağlıdır. Bu nedenle bitkisel üretim elde etmek için iki mevsimlik sistemleri kullanmak her zaman mümkün değildir. Diğer bir ifadeyle ek su kaynağı tarım için vazgeçilmezdir. Ayrıca, Somali'de özellikle Jamame ve Afgoye bölgelerinde uygulanan Su Hasat Tekniklerinin diğer sorunları da yağışları her zaman taşkına çeviren öngörülemeyen iklimden kaynaklanmaktadır. Öte yandan, ülkenin çatı su hasadı sistemlerinin düzgün bir şekilde uygulanmasını engelleyen veya aksatan birçok faktör vardır ve bunlar; çatı tipleri, hane halkının düşük geliri, evin büyüklüğü ve depolama sistemi ve malzemelerdir. Somalililer, su hasadı teknolojisine erişmekte zorlanmakta ve genellikle hayvancılık, çiftçilik ve ev içi kullanımı açısından çatı su hasadını kullanmaktadırlar. Ancak, tüm Somali'ye büyük fayda sağlayan bu modern yöntemlerin nasıl kullanılacağı tam olarak bilinmemektedir. Sulamaya yönelik diğer su toplama tekniklerini kullandıklarında yeterli su alamadıklarını gördükleri için, su hasadı teknikleri vasıtasıyla sulamanın başarıya ulaşabileceğine inanmadıklarından genellikle üretim ve geçim için yeterli olmayan çatı yağmur suyu toplama sistemini kullanmışlardır (Oduor ve Gadain, 2007).

Bir nehir havzasındaki doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi ve özel çıkar gruplarının katılımı da dâhil olmak üzere havza planlaması ve su kaynaklarının entegrasyonu, ülkedeki su kıtlığının önüne geçmek için su kaynaklarının yüksek düzeyde tutulmasının planlanması yöntemidir (Tripathi ve ark., 2014).

Bazı sosyo-ekonomik faktörler su dağıtımını üzerinde çok fazla baskı oluşturmaktadır. Uzmanlar, kamuoyuna göre önemli bir rol oynayabilecek insanlar arasında su dağıtımının alternatiflerini ve taleplerini elde etmek için sudaki sorunu çözmeye çalışmışlardır. Bu nedenle Çin, Brezilya ve Hindistan gibi bazı ülkelerde hızlı nüfus artışı sorun olarak görülmüş ve bu su kaynaklarına çok fazla talep gösterilmiştir.

Nüfus artışı fazla olursa su talebi de artar, böylece ilgilenilmez ve su kaynaklarına daha fazla dikkat edilmezse, ülke üzerinde olumsuz etkisi görülecektir. Ancak Binyıl kalkınma hedeflerine ulaşmak için bazı gelişmekte olan ülkelerin etkili su kaynakları yönetimine sahip olması gerektiği belirtilmektedir. Su Kaynakları Yönetiminin (IWRM) uygulanması, kaynağın sürdürülebilir kullanılmasının bir yoludur. Bu fikri keşfettikten sonra birçok ülke su kaynaklarını korumak için bu sisteme odaklanmıştır, sistem su ile ilgili sağlık tehlikelerini azaltmak ve sulama açısından tarımsal üretimi artırmak için uygundur. Aynı zamanda taşkın ve kuraklık riskini en aza indirmiştir (Rahman ve Ark., 2012).

Somali'de su hasadı tekniklerinin yapılması istendiğinde, kabul almak için su hasadı konusunda hangi insanla tanıştığınızı göz önünde bulundurmanız gerekir. Buna toprak sahibi, çiftçiler, siyasi destek, mali destekçiler ve hükümet dâhildir. Somali'de su hasadı teknikleri fikri, üretim mevsimi boyunca Somali mahsulü için yeterli suyun mevcudiyetine işaret etmektedir ve su hasadı tekniklerinin kümülatif yıllık depolanması, özellikle yağmur suyu ve akış suyu, hem büyük hem de küçük ölçekli çiftçilerin üretim sistemini sürdürmek için yeterlidir (Oduor ve Gadain, 2007). Bu araştırmanın temel amacı, Somali'de su kıtlığı sorunlarının nedenlerini belirlemek ve tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini sağlamak için uygulanan mevcut su hasadı tekniklerini incelemek, sorunlarını ve uygun çözüm önerilerini ortaya koymak ve su hasadı tekniklerinin avantajını hem hükümete hem de uygulamacılara belgelemek, anlatmak, yaygınlaştırmak ve böylece uzun süreli kullanıma yönelik verimli su elde etmek için su hasadı tekniklerini teşvik etmektir.

## **2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI**

Bu başlık altında, Somali ülkesinde çoğu bölgede yaygın olarak uygulanan su hasadı tekniklerinin mevcut uygulamalarına ve her zaman karşılaştıkları temel sorunlara, ancak geleneksel veya modern yöntemin suyu belirleyen faktörlerine odaklanılmaktadır. Su Hasat Teknikleri, amacı su kıtlığını önlemek ve taşkın suyu riskini azaltmak olan toplama, taşıma ve depolama, sistemlerinin bir bütünüdür. Burada su hasadı tekniklerinin kapsamlı bir özeti sunulmaktadır.

### **2.1 Su Hasadı Tekniklerinin Tarihi**

İnsanoğlu, su kıtlığı nedeniyle binlerce yıl önce su kaynaklarını yönetmek için kullandığı çöl çevre bölgelerinde hayatta kalma mücadelesi vermiştir (Evenari ve ark. 1981). Geçim için kabul edilen su hasadı teknikleri, su hasadının tarım, hayvanlar ve ev tüketimi için su kaynaklarını artırmaya yardımcı olabileceği anlaşıldığından, artık daha fazla ilgi görmektedir (Boers ve ark., 1982).

Su Hasadı teknikleri (SHT), suyun sürdürülebilirliğini sağlamak için dünyanın birçok yerinde yaklaşık bin yıldır uygulanmaktadır. Ancak, teknoloji ve malzeme mevcudiyetinin, uzman ve bilgi eksikliğinin düşük veya yetersiz olması nedeniyle avantajları çok düşük olan eski veya geleneksel yöntemler kullanılmıştır (Bhattacharya, 2015).

Araştırmacılar, İsrail'in Negev Çölü'ndeki Fenikelilerin tarihsel olarak 3000 ile 4000 yıl önce su hasadı teknikleri yöntemini kullandıklarını keşfetmişlerdir (Zohar ve Ark., 1988).

Ürdün su hasadı teknikleri yaklaşık 9000 yıl önce kullanılmış ve sözde Mezopotamya ülkeleri özellikle güney kısımları 6500 yıl önce kullanmaya başlamışlardır (Bruins, Evenari ve Nessler, 1986). Meksika, su toplama tekniklerinden ve sulama sisteminden büyük ölçüde yararlanmış ve bunu 3 000 yıl önce kullanmıştır (Rango ve Havstad, 2011).

Ancak yağmur suyu hasadı teknikleri, Arap Yarımadası, Mezopotamya, Levant ve Kuzey Afrika'daki Bedeviler gibi, yaptıklarından yararlanan ve yerel üniversitelerden akademisyenler ve yetkililer yardımıyla bunu geliştiren eski halklar tarafından da kullanılmıştır (Rango ve Havstad, 2011).

Geddes'in tanımına göre su hasadı teknikleri, akış veya akarsu akışı ile sulama amacıyla suyun tutulması ve depolanmasıdır, ayrıca su hasadı, birçok amaç için kullanılan yerleşim

alanlarından doğal yağışların yakalanmasıdır( Geddes,1975). Başka bir tanım Currier Myers tarafından alıntılanmıştır ve su hasadı tekniklerinin yağmurdan veya eriyen kardan gelen akışı yakalamak için değiştirilmiş bir alandan su hasadı uygulaması olduğu belirtilmiştir. Myers, su hasadı tekniklerinin ne olduğunu kendisi tanımlamış; su hasadının farklı kaynaklardan gelen akışın toplaması ve depolaması yöntemi olduğunu ve birçok amaç için kullanıldığını, bu nedenle kullanılan yöntemlerin büyük ölçüde yerel durumlara bağlı olduğunu ve çok çeşitli seçenekleri kapsadığını belirtmiştir (Mokadem ve ark., 2018).

Genel olarak, su hasadı teknikleri havza ve toplama açısından arazi yüzeyinden ve çatı yüzeyinden su kullanarak toplama ve depolama teknik yönteminin bir eylemini ifade eder. Bu su hasadı teknikleri yöntemi veya sistemi, kurak ve yarı-kurak iklim bölgelerinde yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu bölgenin insanları, yetersiz yağış nedeniyle her zaman su sıkıntısıyla karşı karşıyadır ve belirli bir süre boyunca aldıkları yağış yoğunluğunun suya ihtiyaç duyan ürünlerin ve otlakların büyüme dönemleri ile örtüşmediği durumlarda meydana gelir. Ancak, iklimi kurak veya yarı-kurak olan ülkeler özellikle her zaman bitkisel üretimlerini aksatan veya bazen taşkın riskiyle karşı karşıya kalan düzensiz yağış desenleriyle karşı karşıya kalırlar (Prinz, 1996).

Su hasadı teknikleri her geçen gün yavaş yavaş gelişmektedir, ancak dünyanın çoğu yerinde tanınmamakta ve hala dünyada ortak bir adı bulunmamaktadır. Bazı ülkelerde su hasadı teknik uygulamasına yerel özelliklerine göre bir isim verilmektedir. Standartlaştırılmış veya uluslararası düzeyde anlaşılabilir olarak bilinen ortak bir sınıflandırma ve terminoloji olmadığından her ülkenin kullandığı dilinin farklılaşması nedeniyle farklı adlar verilmiştir (Nasr, 1999)

**Katara veya Khattara Su Toplama Teknikleri:** Katara, Fas ülkesinde, özellikle kurak ve yarı- kurak bir bölgede bulunabilen bir su hasadı tekniğidir. Binlerce yıldır kullanılmaktadır ve en yaygın su toplama teknolojisidir. Katara sistemi, ek su sahipliğine göre bakım ve ekonomik sorumluluk kültürüne dayalı ortak paylaşım hedeflerine sahip yüz kişi tarafından kullanılan bir kültür teknik yöntemidir (Oshima, 2018).

**Teraslama Su Toplama Teknikleri:** Tunus'ta teraslar eski su toplama teknikleridir. Bunlar, dağ yamaçlarından su akışını durdurarak erozyonu önleyen, kayalardan oluşan basit tutucu yapılardır. Teraslama, çeşitli amaçlarla kullanılan akan suyu toplamak için

tasarlanmıştır. Bu su tutma yöntemi, akan suyun topraktan mineralleri taşınması ve sonunda toprak erozyonuna yol açması nedeniyle, çiftçilere akan suyu yakalamalarında yardımcı olan popüler bir yöntemdir. Bu teraslama yöntemi çok hızlı geçen çok fazla suyu toplayabilecek ve daha sonra onları amaçları için yeniden kullanabilecektir (Oshima, 2018)

**Birkat Su Toplama Teknikleri:** Birkatlar, ağırlıklı olarak Umman ve Etiyopya'da bulunan yeraltı yapılarıdır. Yerleşim yerlerine su verilmesinde önemli rol oynamışlardır. Birincil amaçları, yağmur suyunu ve mansaptaki akışı toplamaktır (Gould ve Nissen, 1999).

**Tank Su Toplama Teknikleri:** Tankalar (kundi), evlerde veya avlularda bulunan yeraltı su depolama yapılarıdır. Bu öncelikle Hindistan'ın Rajasthan bölgesinde kullanılmaktadır. Çatıdan yakalanan yağmur suyu avludaki silindirik bir tankta toplanmaktadır. Başlıca kullanımları, su kıtlığı zamanlarında topluluğa su sağlamaktır. Aylarca su depolayabilir, su sıkıntısı olduğunda evlerin suyundan tasarruf sağlar. Nüfus artışının bir sonucu olarak, yetersiz su kaynağı olacak, Su teknolojisindeki ilerlemeler nedeniyle tanklar yirminci yüzyılda daha az yaygın hale gelmiştir (Gould ve Nissen, 1999).

**Khadin veya Dhora Su Hasadı Teknikleri:** Khadi, Khadin ve Dhora, akarsu akışını yakalamak için kullanılan yağmur suyu hasadı için eğime dik olarak tasarlanmış bir bent inşaatıdır. Yüzey alanından su toplar ve daha sonra başta tarım ve hayvancılık olmak üzere farklı amaçlarla kullanılır. Çünkü suyun hemen toplanabileceği ve yıl boyunca yağmur suyunu depolayabileceği rezervuarlar olarak tasarlanmıştır (Gould ve Nissen, 1999).

**Tencere ve Kavanozlarda Su Hasadı Teknikleri:** Tencere çatı su toplama sistemleri yağmur suyunun toplanması ve Sahra Altı Afrika'nın kırsal alanlarında evsel kullanılması için depolamaya yönelik olarak tasarlanmıştır. Yerel halk tarafından kil toprak ve metalden yapılan ve yağmur suyu toplamak için kullanılan el yapımı kavanoz adı verilen başka bir çömlek türü daha vardır (Gould ve Nissen, 1999).

**Shuijiao Su Hasadı Teknikleri:** Shuijiao, maksimum 30 m<sup>3</sup> kapasiteye sahip olabilen bir yeraltı tankıdır. Çin'in özellikle Gansu ve Shanxi bölgelerinde yüzyıllardır kullanılmaktadır ve birçok insan evsel su kaynakları için ona bağımlıdır (Gould ve Nissen, 1999).

## 2.2 Dünya'daki Mevcut Su Hasadı Teknikleri

Arap ülkelerine göre su hasadı, kurak ve yarı-kurak bölgelerde tarım, hayvanlar ve insanların kullanımı amacıyla yüzeyden su toplama, depolama ve koruma yöntemi olarak tanımlanmaktadır. Ancak yüzey suyu ve yeraltı suyu olarak iki şekilde yapılabilmektedir. Genel olarak su hasadı teknik sistemi üç ana bölümde ele alınmaktadır: 1) Havadaki su 2) Arazi yüzey akışı ve 3) Yeraltı suyu hasadı teknikleri.

**1)Havadaki su sis hasadı:** Atmosferik su hasadı, dünyadaki birçok ülke tarafından kullanılan modern bir yöntemdir. Bu yöntem çok basittir ancak öncelikle atmosferik durumu belirlemek için bilgi ve teknoloji gerektirir. Diğer yağmur suyu ve yeraltı suyu hasat tekniklerine benzer. Bu hava su hasadı süreci, rüzgârın hızına, bağıl neme ve rüzgârın yönüne bağlıdır, bu nedenle bu faktörler atmosferik su hasadının mevcudiyetini belirlemiştir (Kandeal ve Ark,. (2022).

Atmosferik su toplama teknikleri genellikle teknolojinin türüne ve iklim koşullarına bağlıdır, bu nedenle bu yöntemi kullanan ülkeler su kıtlığını önleyen Yemen, Peru, Suudi Arabistan, Nepal, Kenya ve Çin'dir ( Lasage ve Verburg, 2015).

**2) Arazi akışı veya yüzey akışı:** Bu tür yüzey akışı veya arazi akışı, hem hayvancılık hem de tarımsal üretim için kullanılan akan sudan tatlı su hasatlarından biridir. Akış veya arazi yüzey akışı, çok fazla sağanak olduğunda, yağmur ve eriyen kar suları bol olduğunda meydana gelebilir, böylece toprak, suyun yüzeyden akmasına neden olabilecek nemi infiltre edemez, böylece insanlar çeşitli yöntemler kullanarak topladıkları su akışından yararlanırlar. Yüzey akışı, geçirimsiz olan herhangi bir arazi alanından hemen geçer. Bu akışı, genellikle hasat etmek için ek tekniklere ihtiyaç vardır, ancak bu yüzey akışlı hasat teknikleri yöntemi, toprak tipine ve topografyaya bağlıdır (Brikké ve Bredero, 2003).

**3) Yeraltı suyu hasadı:** Yeraltı suyu hasadı, suyun ne kadar süre kullanılabilirdiğine bakılmaksızın, asıl amacı insanlara su sağlamak olan eski bir sistemdir. Bu tür teknikler yaygın olarak kullanılmaktadır. Pakistan, Kuzey Afrika, İran ve İspanya gibi ülkelerde Qanat sistemi ve yeraltı suyu baraj sistemi kullanılmaktadır. Her iki sistem de boyut ve kapasite olarak birbirinden farklıdır (Prinz, 2002).

**ABD ve Avrupa'da Su Hasadı:** ABD ve Avrupa'ya göre, ülkenin doğal ve yapay su kaynaklarının tahrip edilmesini önlemek için ülkede özel konutlar için kullanılan suyun

birincil kaynağı su hasadı teknikleridir. Örneğin, su hasadı sistemleri Amerika Birleşik Devletleri'nde yaygındır ve yaklaşık 100 000 kişi tarafından kullanılmaktadır (Lye 1996). Öte yandan, çoğu ülkenin sudan sorumlu bir konseyi vardır. Almanya şu anda özellikle kentsel alanlarda su hasadı tekniklerine yatırım yapmaktadır. Almanya'da su hasadı her zaman belediye meclisi tarafından teşvik edilir ve yerel yönetim su kıtlığını önlemek için fazla su israfını azaltmak amaçları doğrultusunda su hasadı yapmak için evlere depolama tankları temin ederek aileye yardım etmekte ve yeraltı suyunun beslenmesini sağlamaktadır (Ghimire ve Johnston, 2015; Farreny ve Ark., 2011).

**Avustralya'da Su Hasadı:** Avustralya, iklimi kurak ve yarı-kurak olan kuru ve kırsal alanlarda tarım, hayvanlar ve ev içi kullanım için su hasadı tekniklerinin kullanımının yayılmasını veya dağıtımını her zaman desteklemektedir ve birçok hanenin (küçük yerleşim yerleri) su temini su hasadına bağlıdır. Çünkü büyük su hasadı sistemleri kullanılmaktadır, Almanya ve Brezilya da dâhil olmak üzere bazı ülkeler, bu teknolojinin sakinleri için sürdürülebilir su elde etmeye yönelik bir eğitim sisteminin ayrılmaz bir parçası olduğunu düşünmektedirler (Yuen ve Ark., 2001)

**Asya'da Su Hasadı:** Asya'da su hasadı birincil tekniktir, örneğin Hindistan, sekiz bin yıldır kullanımda oldukları için Güney Asya ülkelerine göre iyi bir su hasadı teknikleri seviyesine ulaşan ilk ülkedir (Johansson, 2012). Hindistan hükümeti, suyun mevcudiyetini artırmak için sübvansiyonlar açısından su hasadı tekniklerinin kullanımını teşvik etmeye başlamıştır. Sonunda insanlar, su mevcudiyeti yaklaşık 479 m<sup>3</sup> arttıkça teknik yöntemin kullanımını takdir etmişler, eskiden 1341 m<sup>3</sup> civarında su alırken, daha sonra 1820 m<sup>3</sup> su elde etmeye başladıklarında bu yöntemin avantajını fark etmişler ve şimdi Hindistan'ın birçok yerinde su hasadı teknikleri kullanılmaktadır. Özellikle Eylül ayında yağışlı mevsimlere göre kontrol baraj rezervuarlarında hasat edilen maksimum akış suyu hacmi sırasıyla 22 550 m<sup>3</sup> ve 121 170 m<sup>3</sup> olmuştur (Tripathi ve Ark., 2014).

**Sri Lanka:** Sri Lanka başta olmak üzere birçok Uzak Doğu Asya ülkesinde su hasadı teknikleri kullanılmaktadır. Sri Lanka'da son beş yüzyılın birincil su temini, su hasadına bağlıdır. Hükümet ve Dünya Bankası, Sri Lanka halkının güvenilir miktarda suya sahip olması gerektiği anlamına gelen bir topluluk su temini ve sanitasyon projesi başlatmaya karar vermiş, böylece su toplama teknikleriyle insanlarına güvenli içme suyuna erişim sağlayabileceklerini düşünmüşlerdir. Ülkedeki su kıtlığı sorunları çözülmüş, tarım ve evsel

kullanımı için yağmur suyu hasadı kullanılmıştır. Ancak, geleneksel yöntem olan ağaç gövdesi yöntemini ve su toplama için Muz ve hindistancevizi yapraklarını kullanmışlardır. Su hasadı tekniği geliştirildikten sonra geleneksel yöntemi yeni tekniklere dönüştürerek çok daha farklı araştırmalar yapılmaktadır (Ariyananda, 2003). Bununla birlikte, Sri Lanka su toplama teknikleri geliştirmiş ve tankın hacmini bağımsız bir Ferro çimento tankına ve ayrıca bir Çin biyogaz çürütücü tankına yükseltilmiştir (Ariyananda, 1999).

**Çin:** Ülkede florür kısıtlaması nedeniyle su hasadı teknikleri açısından birçok kısıtlama olmasına ve yağış şiddetinin 300 ile 500 mm arasında çok fazla görülmesi nedeniyle su hasadı teknik yöntemi kullanılması tercih edilmiş, bu da büyük bir fayda olarak görülmüştür. Ülkeye ve halkına özellikle Hebei eyaletinde su toplamak ve insanların yeterli ve ucuz su elde etmesine yardımcı olmak için birçok yöntem ve teknik geliştirilmiş olsa da, sonunda teknoloji popüler hale gelmiş ve ülkenin diğer bölgelerine yayılmıştır (Thomas, 1998).

**Bangladeş:** Ülkede, su hasadı teknik yöntemi yoğun bir şekilde kullanılmaktadır ve ülke su hasadına oldukça bağımlıdır. Bu sistemi kullananların yüzdesi, özellikle kıyı alanlarında yüzde 35 civarındadır, çünkü kıyı sakinleri tuzlu su nedeniyle doğrudan tatlı suya sahip değildir. Kuyularında tuzlu su daha bol olduğu için insanlar doğrudan su hasadı tekniklerini kullanmışlardır (Ferdausi & Bolkland, 2000). Ülke her yıl 2413 mm (95 inç) seviyesine ulaşan yüksek yağış almaktadır, Bangladeş'in yüzde ellisi arsenik kirliliğinden mustarıptır ve insanlar su hasadı tekniklerini uygulamak zorunda kalmışlardır (Sultana, 2010).

Sayıları arttıkça Bangladeş'teki insanlar ister kentsel ister kırsal olsun, ülkelerinde var olan su kıtlığına dayanabilmeleri için mücadele etmektedirler, böylece her biri su kıtlığını çözmek için su almanın birincil yolunu anlamışlardır. Ülkede bu yüzden su toplama teknikleri kurulmuş, son zamanlarda yerel halk özellikle su sıkıntısı olan bölgelerde yaşayanlar hala su toplama yöntemini kullanmakta, böylece bu klanların yüzde elli ikisi hayatlarını su hasadı tekniklerini kullanarak sürdürmektedir (Rahman ve ark., 2012).

**Afrika Su Hasadı Teknikleri:** Afrika su hasadı teknikleri çok eskidir ve uzun süredir geliştirilmemiştir. Afrikalılar başlangıçta günlük hayatlarını kuyular açarak yönetmeyi düşündüler, Afrika'daki mevcut kaynaklar özellikle su, Afrikalılar için yeterli değil çünkü bazı bölgeler su kaynaklarına uzak, bu da insanların kaynaklar için rekabet etmesine neden olmuştur. Afrika kıtası üretimleri için yeterli olmayan 100 mm'den az yağış olan kurak ve

yarı-kurak alanların % 40'ına sahiptir. Bu yüzden nihayet su arayışında bu uzun mesafeyi değiştirmeyi düşünmüşler, ayrıca kıtadaki mevcut su kıtlığı nedeniyle yağmur suyunu hasat etmek için başka teknik çözümler bulmayı da düşünmüşlerdir. Son yıllarda Afrika kıtası, su hasadı teknikleri bilgisinde kademeli bir gelişme göstermiştir (Rockström ve Falkenmark, 2015).

**Sudan:** Bitki büyümesi ve verimi üzerindeki etki ve değişkenliği göz önünde bulundurarak yağmur suyu hasat tekniklerinin kullanımı hakkında kapsamlı yazılar yazılmıştır. Çeşitli özel su hasadı yöntemleri, normal yağışlara kıyasla bitki verimini arttırdığı için ülke üretiminde faydalıdır. Tek bir bitki yerine bir karışım ürün sistemi kullanıldığında daha da faydalıdır, çünkü su hasadı teknik süreci, suyun toprak tarafından iyi bir şekilde tutulmasını sağlayarak ve çeşitli yağmur suyu hasadı kullanarak toprak nem içeriğini artırarak, tüm bu ürün sistemlerinin verimliliğini artırabilir. Teraslama, kontur ve yamuk kesitli seddeler gibi mikro su toplama yöntemleri kullanılmaktadır (Naggar ve ark., 2003).

**Gana:** Gana'nın Gence bölgesindeki su toplama sistemi, kuyuların veya sondaj kuyularının bir süre sonra suyun tükendiğini gözlemledikten sonra, bu yöntemi toplumun yararına kullanmaya odaklanmıştır. Bazen nehirler ve göller veya barajlarda depolanan tüm sular, insanların su kaynaklarına karşı dikkatli olmalarını gerektiren kötü sanitasyon nedeniyle kirlenir ve su kirliliğini önlemek ve WHO yönergelerine göre kullanılabilir su elde etmek için yağmur suyu hasadı yapmaya başlanır. Tanklarda ve açık havada su depolamak söz konusu olduğunda, genellikle su içeriğini veya kimyasalları değiştirmede için suyu tankta tutmak en iyisidir. Bölge halkı ile yapılan veri toplamaya göre, yağmur suyu hasadı işlemi halk için faydalıdır ve diğer kaynaklardan normal su temini her aile için yağmur suyu hasadı sisteminden daha fazladır. Her ailenin ihtiyacını karşılamak için 30 m<sup>3</sup> su alması gerekmektedir (Andoh ve ark., 2018; Linderhof ve ark., 2022).

**Botsvana:** Botsvana yarı-kurak bir ülkedir, bu nedenle yağış 250 mm ile 650 mm arasındadır ve ülkenin buharlaşması 2000 mm'ye kadar çıkmaktadır, ancak ülkeye yaklaşık altı ay yağmur yağmaktadır. Ülke genelinde su kıtlığını azaltmak için toplam 15000 sondaj kuyusu açılmıştır, açılan kuyular veya sondajlar çok derin ve çok az miktarda su olduğu ve maliyetleri yüksek olduğu için güvenilir bir kaynak haline gelmiştir. Bunun sonucunda, yağmur suyu hasadı ülkenin bağımlı olduğu ana su kaynağı haline gelmiştir. Bundan sonra Botsvana hükümeti su kıtlığını azaltmak için uzak bölgelerde yaşayan

insanlar için bir yağmur suyu hasadı projesi başlatmayı planlamıştır. Proje başarılı olmuş ve su kıtlığının azaltılmasında bireysel düzeyde önemli rol oynayan çatı hasadı sistemi başta olmak üzere yaklaşık 300 000 kişiye yağmur suyu hasadı sağlanmıştır (Selabe ve Minyoi, 2018).

### **2.3 Su Hasadı Teknikleri İle İlgili Çalışmalar**

Afrika'da, dünyanın diğer kıtalarıyla karşılaştırıldığında, suyun hasat edilmesi gerekmektedir. Çünkü Afrika halkı çoğunlukla iklimin kurak ve yarı-kurak olduğu Sahra altı bölgelerde yaşamakta ve ancak Afrika'nın nüfusu çok yüksektir ve hızlı su bulma çabası olmadan artmaktadır. Su hasadı teknik yöntemini uygulayan Afrika ülkelerinin çoğu kendine has yöntem ve isimlere sahipken, özellikle kuzeydekiler geleneksel olarak ilk su hasadı teknikleriyle başlamışlar, onlar (Roma İmparatorluğu) akarsulardan su toplayıp ürünlerini sulamışlar ve aynı zamanda hayvanları için kullanmışlardır (Prinz, 1996).

Su hasadı sistemi kamu ihtiyaçları açısından çok iyidir. Ancak en büyük sorun su hasadı teknikleri konusunda beceri eksikliğidir. Yağmur suyu toplama alanlarının inşasında teknik beceriler yetersiz, motivasyon ve destek eksiktir. Çünkü kolaylaştırıcılar insanların beklediği gibi yağmur suyu toplama alanına özel soruların cevaplarını dikkate almamaktadırlar. Öte yandan, dış yardımla yatırım yapılmadığı sürece SHT'nin kendileri için yapabileceğine henüz inanmayanlar vardır. İster devletten, isterse STK'lar tarafından olsun yardım olmadan uygulamayı geliştirmek mümkün olmayacaktır. Çiftçiler ile yayım işçileri arasındaki bağlantı çok eksiktir, bu nedenle su hasadı ihmal edilmiştir. Ayrıca, bölgede yaşayan insanları çevreleyen birçok engel vardır. Bu kısıtlamaların bir kısmı yararlanıcılardan, diğerleri ise mesleki eğitim programlarının sağlanmasında insanların bulunmaması ve su toplama alanlarının tamir edilmesinin düşük maliyetli olması gibi, eğitimcilerden kaynaklanmaktadır. Öte yandan, hasat edilen suyun neden olduğu başka bir zorluk daha vardır, su hasadı işlemi yapıldığında, insanlara zarar verebilecek çok çeşitli hayvanları kendine çeker ve bazı hastalıklara neden olan böceklerin artışına neden olur. Bu hayvanların bir kısmı su arar, diğerleri ise suda doğar. Sorunlara rağmen insanlar, su kıtlığını önemli ölçüde çözdüğü ve o bölgenin gıda güvenliğini iyileştirdiği düşünülen yağmur suyu toplama tekniklerini giderek daha fazla kullanmaktadır. Böylece insanlar, mısır ve fasulye gibi çok suya ihtiyaç duyan mahsulleri bırakıp yerine daha fazla suya

ihtiyaç duymayan ürünleri yetiştirdikleri için iklime uyum sağlamışlardır (Grum ve Ark., 2016).

İbrahim (2012)'in yağmur suyu hasat tekniklerinin incelenmesinde, Kenya'nın Yatta Bölgesi'nde köylülerin, yağmur suyunu çatıdan toplayıp tanklarda depolama yöntemini tercih ederken, çiftçilerin de yağmur suyu hasadını toprak barajlara depolama yönteminin çok su tasarrufu sağladığı için tercih ettiği belirlenmiştir. Bazı çiftçiler, erişimin kolay olması nedeniyle akarsudan su toplamak için su hasadını kullanmaktadırlar. Çoğu çiftçi, geçmişte başka su kıtlıkları görmüş olduklarından ve su toplama teknikleri hakkında iyi bir deneyime veya bilgiye sahip olmasalar da, bölgelerinde var olan su kıtlığının farkındadırlar. İnsanların bu yönteme uyum sağlayamamalarının nedeni, su hasadı teknikleri konusundaki sınırlı teknik becerileri, aynı zamanda, yöntemin iyi anlaşılması ve sosyal seferberliğe ihtiyaç duyulurken, geçmiş yıllarda kullanılan deneyimli bilgi yeterliliğine de güvenmemeleridir. Yetişkin çiftçiler genellikle bu yöntemi tercih etmekte ve radyo aracılığıyla tarımsal bilgileri yayan farklı (tarım yayım görevlileri) ve STK'lardan bilgi almak ve çiftçilere su hasadı teknikleri ve becerileri konusunda eğitim vermekte, ancak aralarındaki çatışmanın (çiftçiler) su almanın yolunu kapattığı doğrulanmıştır. Su toplama sistemi her zaman iklim değişikliğinden etkilenmiştir. 1980'lerde yaygın kuraklık ve su kıtlığı yaşanmıştır. Bu nedenle bazı insanlar yaklaşık %33,3 su toplama teknolojisi ile mücadele ederken, diğer %26,6'sı su aramaya gitmiştir. Çoğunluk, kum barajı su toplama tekniklerinin bu yönteminin ülkedeki su kıtlığını önlemenin bir yolu olduğuna inanırken, bazı azınlıklar bu yöntemin tava su toplama tekniğinin, su kıtlıklarında önemli bir rol oynayabilecek yeni bir yöntem olduğuna inanmaktadır. Ülkedeki kurak mevsim ayları temmuz, ağustos, eylül ve ekim olduğundan iklim değişikliğinin su mevcudiyetini etkileyebileceğine inanılmaktadır.

Somalililerin, su toplama tekniklerinin faydalarını bildiğini, ama bunun nasıl yapılacağı konusunda eğitilmeleri gerektiğini belirtmektedir. Çoğu insan bunun farkında olmasa da, kolayca elde edilebilir. Teknik yardım mevcutsa, eyalet veya federal hükümet açısından çiftçilere ve sıradan insanlara herhangi bir katılım veya yardım yoktur ve STK'lar bu tekniği uygular. Kullanılan teknoloji aynı olmadığı için her teknik benzersizdir. Çiftçiler ve çobanlar, özellikle gürültünün ve zararın olmadığı bir yerde birçok koşul aramakta ve bazı yerlerde her birinin sudan yeterince yararlanabileceği tüm insanların karşılıklı anlayışının olduğu bir yer istemektedirler. Somali'de halk arasındaki sorunları çözebilecek

bir hükümet bulunmamaktadır. Kuru Alanlarda İklim Adaptasyonu ve Gıda Güvenliği için Yerli Yağmur Suyu Hasadı Teknikleri, Tanzania Bahi Bölgesi Örneği, özellikle yağmur suyu hasadı olmak üzere su hasadı tekniklerini kullanılmaktadır, böylece bu fikir Afrika Teknoloji Politika Çalışmaları Ağı tarafından tüm ülke için çok faydalı olarak görülmektedir. Özellikle su kıtlığı ve üretimi açısından, tarım sektörleri geliştirme stratejisi açısından su mevcudiyetini iyileştirmek için toplumun üretim yöntemini öğrenmesi veya kullanması ileriye dönük bir adım olarak görülüyor, ancak suyun nasıl hasat edileceği hakkında beceri ve bilgi eksikliği bulunmaktadır (Kibassa, 2013).

#### **2.4 Su Hasadı Tekniklerinin Sınıflandırılması**

Su hasadı sistemi uzun yıllardır çeşitli şekillerde kullanılmıştır. Şu anda bu teknolojiyi kullanan çoğu kullanıcı tarafından paylaşılan üç su hasadı tekniği vardır: a) Yağmur suyu hasadı, b) Taşkın suyu hasadı ve c) Yeraltı suyu hasadı teknikleri.

**a) Yağmur Suyu Hasadı Teknikleri:** Yağmur suyu hasadı, yağmur suyunun tutulması, toplanması, depolanması ve korunmasını içeren teknik bir süreç olarak kabul edilir (Boers ve Ben-Asher, 1982). Somali'de yağmur suyu hasadı tekniklerinin sınıflandırılması, çok hızlı bir şekilde gerekli ana ihtiyaçlara göre farklı bir yol izler, çoğunlukla üç tip yağmur su hasadı teknikleri sistemine odaklanılmaktadır. Somali'de kullanan yağmur suyu hasat teknikleri (YSHT) sistemi üç şekilde sınıflandırılır, (1) çatı yağmur suyu hasadı (2) site yağmur suyu hasadı ve (3) mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği.

**1) Çatı Yağmur Suyu Hasadı Teknikleri:** Bu yağmur suyu hasadı yöntemi genellikle taze su hasat etmek için kullanılır. Ülkedeki tüm kentsel ve kırsal alanlarda halen kullanılan popüler bir yöntemdir. Bu yöntemin amacı, içme suyu için temiz su elde etmektir ve çatı toplama alanının ve su deposunun büyüklüğüne bağlı olarak her aile tarafından uygulanmaktadır. Genellikle çatı, oluklar, borular ve su depoları gibi birleştirici nesne veya malzemeler şeklinde uygulanır ( Alim ve Ark., 2020).

Yağmur suyunun hasadı çatı malzemelerinin türüne bağlıdır, çünkü çoğu insan, finansal uygunluk açısından her birinin karşılayabileceği farklı malzemeler kullanır. Bu nedenle Somali'de kullanılan mevcut çatı malzemesi galvanizli oluklu demir, kiremit, arduazdır. Somali çim çatı (sazdan çatı), oluklu plastik çatı ve galvanizli çatı kaplama levhası (GI); su depolama için çoğu plastik su deposu, ferrocement veya çimento su deposu, fiberglas su

deposu ve tuğla su deposu kullanılmaktadır. Bu malzemeler dayanıklı ve uygun fiyatlıdır (Tasawwar ve ark., 2019).

**2) Yerinde Yağmur Suyu Hasadı Teknikleri:** Yerinde yağmur suyu hasadı teknikleri, yağıştan akan suyu yakalayan ve daha sonra kullanılmak üzere farklı konumlarda veya yerlerde depolayan teknik sistemdir. Yerinde yağmur suyu hasadı adı verilen bu teknik sistem, çoğunlukla geleneksel ve koruyucu toprak işleme gibi birçok çiftlik faaliyetini gerçekleştirebileceğiniz mahsul üretimi için kullanır. Böylece bu sistem genellikle toprağı korumanın bir yoludur ve her zaman toprağı koruyucu bir yapı ve koruma önlemi sağlar. Ancak bu tür bir yöntem toprak örtüsünün çok az olduğu veya hiç olmadığı topraklarda bile etkilidir. Bu işlem, toprağı suyu emmek için bozan doğrudan güneş ışığına ve rüzgârlara karşı koruyarak toprağı korumasını sağlar bu sistem bilinen toprak koruma uygulamaları her zaman teraslama, seddeler ve konturlama vb içerir (Assayed ve Ark., (2013).

Yerinde yağmur suyu hasadı teknikleri, özellikle toprağı iyi su tutma kapasitesine sahip olduğu alanlarda, çiftçilerin kullanmak istediğı yağmur suyunu tutmak ve depolamak için tasarlanmıştır. Çünkü eğer toprak iyi su tutma özelliğine sahipse, hasat ettiğiniz yağmur suyu uzun süre tasarruf edilecek, bu tür yağmur suyu hasadı teknikleri, tarla bitkisinin amacına ve boyutuna bağılı olarak 2m veya 3m uzunluğunda sedde ve bariyerler şeklinde inşa edilir. Yerinde sisteme göre yağmur yağdığında, yağmur suları akışa neden olmayacak şekilde depolanır. Bu teknik sistemde depolamadan sonra herhangi bir taşma olmadığı anlamına gelir. Bu sistem genellikle toprak erozyonuna neden olan yüzey akışlarını ve çiftçilerin üretimini azaltan başka bir riski önler. Bu teknik sistem toprak suyu koruma sistemi olarak bilinir (Gowing ve Ark., 1999).

**3) Mikro Havza Yağmur Suyu Hasadı Teknikleri:** Mikro havza yağmur suyu hasadı, her zaman yeterli su kaynağının olmadığı bir yerde kullanılan bir tür teknik uygulamadır. Bu sistemde toprak yüzeylerinin su toplama alanı akan yağmur suyunun bitki su temini için toplanmasını içerir (Moges, 2004). Bu sistem çoğunlukla bitkiler için sıklıkla kullanılan küçük toplama alanları ile ilgilidir. Sulama yöntemi olarak kullanılmaktadır. Çiftçilere sulama suyu sağlamanın kolay bir yoludur, böylece önce suyun bitkinin kök bölgesi etrafındaki bir alana getirilmesi gerekir. Bu mikro havza yöntemi uzun süredir

kullanılmaktadır. Ancak, Dünya ülkelerine baktığımızda büyüklükleri farklı ama yöntem ve tekniklerin kullanımları aynıdır (Ojasvi ve Ark., 1999).

**B) Taşkın Suyu Hasadı Teknikleri:** Bu yöntem, taşkın suyunu yakalamanın, depolamanın ve taşkın sulama amaçlı kullanmanın en kolay yoludur. Bu yöntemde taşkın suyu hasadı teknikleri (TSHT) denir, ancak bu tür taşkın suyu hasadı, taşkın suyu hasadı ve akarsu yatağı yöntemi olarak iki tipe ayrılır (Prinz ve Singh, 2000).

1) Taşkın suyu akarsu yatağı yöntemi, ilk olarak akarsu yatağının içini aşırı derecede suyla doldurduğunda gerçekleşebilir ve suyun akmasına ve taşkın ovasına yayılmasına neden olan sızma olarak akarsu kanallarının her yerinin ıslanarak durgunlaşmasına neden olabilir. Kanal yatağının suyu taşkın olduğundan bu forma dere yatağı denir (Prinz ve Singh, 2000).

2) Taşkın suyu hasadı, tarla bitkilerini nehirde veya sel yönlendirme kanallarından (vadi yatağı) yönlendirmek için kullanılan bir akan su şeklidir, bu teknik yapıya sel suyu yönlendirme teknikleri denir (Prinz ve Singh, 2000).

**C) Yeraltı Suyu Hasadı Teknikleri:** Yeraltı suyu hasadı, verimli kullanım için yerden su çıkarmanın tüm tarihi (eski) ve modern yollarını ifade eder. Aynı zamanda, yukarıda bahsedilen diğer su hasadı teknik türleri için bir depolama mekanizması olarak kullanılmıştır ve bu sistemlerin çoğu belirli bir taşıyıcı türü gerektirir. Böylece su topraktan elde edildikten sonra bitkisel üretim için kullanılır. Geleneksel yeraltı suyu hasadı teknik yöntemleri halen kullanılmaktadır (Ayob ve Rahmat, 2017).

**Sarnıçlar:** Sarnıç insanların doğal kuyulardan su elde ettikleri, milattan 3000 yıl önce insanların kalıcı bir kuyu kazmayı bilmediği ve düşünmediği bir dönemde, Filistin'de keşfedilen ve başlatılmış bir kuyudur (Wahlin 1997). İlk başta farklı insanlar bu yeraltı suyu hasadı teknikleri yöntemini farklı şekillerde kullanmışlardır. O zamanlar çoğu insan hayvanları için su arayan çobanlardan oluşmaktadır. Kısa bir süre su elde etmek için kuyu kazmayı düşünmüşler ve daha sonra bir süre kalıcı su kaynağı olarak değiştirmişler ve bu yöntemin bazı insanlar için yıl boyunca herhangi bir zamanda su almak için uygun bir seçenek olduğunu fark etmişlerdir. Örneğin, Ortadoğu'daki Sarnıçların kazılması, Tunç Çağı tarihinde 1200'den 2200'e kadar olan tarihlerde kullanılmaktadır (Ali ve ark., 2009).

**Akifer:** Her zaman iyi bir havzaya sahip olan ve farklı su toplama seviyeleri söz konusu olduğunda en iyi kaynak olduğu için insanların yeraltı suyu toplama teknikleri ile suyu elde

etmek için kullanabilecekleri suyu yüzeye iletebilen değişik büyüklüklerde kayalardan oluşan bir ortamdır. Aynı zamanda farklı yapıya sahiptir ve içinde açık gözenekler ve yakalanan delikler vardır, böylece su akifer içinde kolayca hareket edebilir, ancak akiferler çakıl, silt, kum ve kilden oluşur (Parimalarenganayaki, 2021).

**Kuyu:** Kuyular insan tüketimi için en popüler su kaynağıdır ve artık birçok yerde kullanılmaktadır. Dünyada açılan ilk kuyu MÖ 8100-7500 yıllarına rastlamaktadır. Yeraltı suyu hasadı, hem tarım hem de hayvancılık için ayrıca insan amaçlı su elde etmek için yüzeyin teknik olarak kazılmasıdır, bu tür kuyuların sondajı toprağa ve araziye bağlı olarak boyut olarak değişir, bazı kuyular kısa, diğerleri uzundur (Yosef ve Asmamaw, 2015).

**Birleşik Su Hasadı Teknikleri:** Yağmur suyu hasadı geçmişte birçok farklı kişi tarafından kullanılmış bir yöntemdir. Su hasadı geleneksel bir uygulamadır, dolayısıyla su hasadı sistemi toplama sistemi, taşıma sistemi ve depolama sistemi olmak üzere üç ana bileşenden oluşmaktadır (Verbist ve Ark., 2009).

**Toplama Sistemi:** Toplama, yağış ve taşkından sonra farklı yerlerden su toplamak için kullanılan sistemdir, ancak havzalar arazi yüzeyi toplama ve çatı yüzeyi toplama olarak iki teknik sisteme ayrılır (Shakya ve Thanju, 2013).

Arazi yüzeyi hasadı, asfalt alan (teraslı, yollar ve avlu) gibi bina sistemlerinden yağmur suyu hasadı için diğer yöntemlere kıyasla çok para harcamadan ve daha fazla deneyim gerektirmeden böylece çok fazla su hasadı yapmanın çok basit bir yoludur. Çıplak toprak, otlak alan, meralar, ekili alan, sıkıştırılmış yüzeyli kayalık alanlar, doğal yamaçlar ve ekilmemiş alanlar gibi asfaltsız alanlar da, toprak yüzeyindeki taşkın suyunun akışının bir akarsuya yatağına aktığı bir hasat yeri ayarlamak veya oluşturmak için kullanılır (Gould, 2015). Çatı toplama sistemi, depolama sistemine bağlanan galvanizli sac ve oluklu sac gibi farklı bileşenler aracılığıyla çatının tepesinden yağmur suyunu toplamak için kullanılan yaygın bir yöntemdir (Shakya ve Thanju, 2013).

**Taşıma Sistemi:** Suyu toplama alanından depolama alanına taşımak için tasarlanmış veya kullanılan bu su iletim sistemi malzemesi, bileşenleri farklı bir malzeme veya sistem olabilir, galvanizli demir (GI) veya polivinil klorür (PVC) gibi toplama sistemine bağlıdır. Çatı toplama sistemine, evlerdeki taşıma sistemi, suyu yeraltı depolarına taşıyan kanallar ve hendeklerden oluşabilir (Shakya ve Thanju, 2013).

**Depolama Sistemi:** Hasat edilen suyun depolanabilmesinin genellikle tank ve yeraltı depolama gibi iki yolu vardır. Ancak bu depolama sistemi su hasadı teknikleri sırasında suyun son depolanmasıdır. Böylece su birçok farklı amaç için kullanılmaktadır ve hasat edilecek su miktarı plastik depolama suyu ve betonarme beton depolama suyu, barajlar ve rezervuarlar gibi depoların boyutuna ve şekline bağlıdır (Shakya ve Thanju, 2013).

## 2.5 Su Hasadı Tekniklerinin Önemi

1. İnsanlara su sağlar.
2. Su kıtlığını azaltır.
3. Sulama amaçlı kullanılabilir.
4. Evsel amaçlı kullanılabilir.
5. Hayvan içme suyu olarak kullanılabilir.
6. Kuyulara ve yeraltı suyuna bağımlılığı azaltır.
7. Yağmur suyu nispeten temiz ve masrafsız bir su kaynağıdır. Yağmur suyu klor olmadığı için peyzaj bitki örtüsü için faydalıdır.
8. Yeraltı suyu ve yüzey suyu gibi diğer su kaynaklarını desteklemek için kullanılabilir.
9. Su mevcudiyeti için kullanılan maliyetleri azaltır.
10. İnsanlara iyi bir depolama kaynağı sağlayabilir.
11. Hem sosyal hem de çevresel açıdan faydalıdır.
12. Teknoloji olarak düşük maliyetli ve bakımı kolaydır.
13. Taşkın ve toprak erozyonu azalır.
14. Tamamen ücretsizdir; tek maliyet, toplama ve kullanımla ilgili maliyetlerdir.
15. Yağmur sularının güvenli alanlara taşıdığı alüvyon, gübre ve pestisit bulaşmasını azaltır.

## 2.6 Somali'de Mevcut Su Hasadı Tekniklerinin Kullanımı

**Havza Tasarımı:** Bir su toplama sistemi tasarlanırken, su ihtiyacının belirlenmesini sağlayacak bir toplama alanı ve ne kadar suya ihtiyaç duyulduğunun bir ölçüsü vardır. Havzanın büyüklüğünü hesaplayan formül, ihtiyaç duyulan ve gelecekteki suyu ve su mevcudiyeti beklentisini belirlemek ve üretimi planlamak içindir. Sulanan alanları bilmek veya belirlemek istenildiğinde kullanılabilir bir formül vardır ve ancak bu ölçümün önemi ekili alanların havzasının belirlenmesini sağlamaktadır.

Hesaplama için aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır (Oduor ve Gadain 2007)

$$CA = \frac{CWA - P}{P * Cr * Ef} \quad (2.1)$$

Burada CA = Ekili alanların su toplama oranları,

CWA = Bitki su ihtiyacı (mm),

P = Yağış (mm).

Cr = Eğim değerleri, toprak türü, arazi örtüsü, önceki nem, yağış deseni ve zaman olmadığında, düşük eğimli uzun havza alanları için akış katsayısının 0.25 olduğu varsayılmaktadır.

Ef = Verimlilik faktörü anlamına gelir (uzun eğimler için 0,5 olarak alınır)

Mısır için özel olarak bitki su ihtiyacı 475 mm'dir. Aşağı Juba bölgesinin Jamame yöresinde tasarlanan yağış miktarı 300 mm olan mısırı üretmek için CA oranı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$CA = \frac{475 - 300}{300 * 0.25 * 0.5} = 4.7$$

Bu yöntemin temeli akış başladıktan sonra gerçek toprak tutmasının maksimum tutma kapasitesine oranı ile akışın gerçek yağış oranına eşit olmasına dayanmaktadır. Bu açıklamaya göre, yöntem, akış başladıktan sonra fiili toprak tutmanın maksimum tutma kapasitesine oranına ve akışın fiili yağış oranına eşit olmasına dayanmaktadır, Böylece Q akış, P = yağıştır, Ia= ilk tutulma ve S = potansiyel maksimum depolamadır. Akış başlamadan önce, ilk tutulma, durdurma, çöküntü depolaması, yüzeyde tutma, buharlaşma ve sızma nedeniyle oluşan tüm su kayıplarını karşılar. Maksimum tutma kapasitesi, toprak katmanında tutulabilecek teorik bir su miktarıdır. İlk tutulmanın, miktarı genellikle ikinci hipoteze dayalı olarak maksimum tutma kapasitesinin %20'sine ayarlanır. Mevcut maksimum depolama miktarının CN (Eğri Numarası) (Çizelge 2.1) değeri, milimetre cinsinden ölçülen önceki toprak nemindeki dalgalanmaları gösteren S ile ilgilidir. CN ise 0 (akış yok) ile 100 (tam akış) arasında değişen boyutsuz bir sayıdır (tüm etkili yağışlar yüzey akışı haline gelir). S ve CN arasındaki ilişki, toprak tipi, toprak infiltrasyon kabiliyeti, arazi kullanımı ve toprak nemi gibi pratik amaçlar için yalnızca matematiksel bir fonksiyondur ve tümü CN parametresini etkiler. SCS yöntemi, arazinin farklı toprak infiltrasyon kapasitesi seviyelerini bilmek için doymuş infiltrasyon ve iletim oranlarına dayalı olarak A, B, C ve D gibi dört hidrolojik toprak sınıfını ifade eder (Çizelge 2.1). Bu

ölçüm, bitki üretimini büyötmeye yönelik yeterli su sağlamak için suyun mevcudiyetini tahmin edilmesine yardımcı olur (Oduor ve Gadain 2007).

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a + S)} \quad (2.2)$$

Burada Q = yağmur suyunun birikmiş ortalama yıllıkakışı (mm),

P = ortalama yıllık yağış derinliğidir (mm).

I<sub>a</sub> = müdahalenin yüzey depolamasını ve infiltrasyonu açıklayan mm cinsinden ilk tutulmadır (I<sub>a</sub> = 0.2S ve sızma P < I<sub>a</sub> olduğunda Q = 0) .

S = başlatılan akışın sonundaki potansiyel maksimum depolamadır.

Toprak koruma eğrisi numarası yöntemi (SCS-CN), memba havzasının alanı tarafından üretilen akışı çarparak büyüklüğü tahmin etmek için kullanılır. Hidrolojik ve bitki modellerinde, SCS-CN, toprak yönetimi ve yüzey koşullarının akış, erozyon ve su dengesi üzerindeki etkisini analiz etmek için kullanılır.

**Çizelge 2.1** Yüzey Akış Eğrisi Numaraları (Oduor ve Gadain, 2007)

<b>Arazi Kullanımının Tanımı (Yerleşim Yerleri)</b>	<b>Hidrolojik Toprak Grupları</b>			
	A	B	C	D
Asfalt otoparklar, çatılar, araba yolları	98	98	98	98
<b>Sokaklar ve yollar</b>				
Kaldırımlar ve fırtına kanalizasyonlarıyla döşeli	98	98	98	98
Kirli	72	82	87	89
Çakıl	76	85	98	91
<b>Arazi Kullanımının Tanımı (Tarım arazileri, otlaklar, çayır-mera, ağaçlık vs.)</b>				
<b>Ekili (tarımsal ürün) arazi</b>				
Koruma tedavisi olmadan (teras yok)	72	81	88	91
Koruma tedavisi ile (teraslar, konturlar)	62	71	78	81
<b>Otlak ve mera</b>				
Kötü (<%50 toprak örtüsü veya yoğun otlatma)	68	79	86	89
İyi (%50–75 toprak örtüsü; yoğun otlatmamış)	39	61	74	80
<b>Arazi kullanımının tanımı</b>				
Otlak (çim, otlatma yok, saman için biçilmiş)	30	58	71	78
Fırça (iyi, >%75 toprak örtüsü)	30	48	65	73
<b>Oduklar ve ormanlar</b>				
Yoksul (aşırı otlatma veya yanarak yok edilen küçük ağaçlar/fırçalar)	45	66	77	83
Orta (otlatma ama yanmamış; hafif çalı)	36	60	73	79
İyi (otlatma yok; fırça yeri kaplıyor)	30	55	70	77
<b>Açık alanlar (çimlikler, parklar, golf sahaları, mezarlıklar vb.)</b>				
(çim, alanın %50-75'ini kaplar)	49	69	79	84
İyi (çimen alanın %75'ini kaplar)	39	61	74	80
Ticaret ve iş bölgeleri (%85) Geçirimsiz)	89	92	94	96
Endüstriyel Bölgeler (%72 geçirimsiz)	81	88	91	93
<b>Yerleşim bölgeleri</b>				
0.05 ha arazi, yaklaşık %65 geçirimsiz	77	85	90	92
0.1 ha arazi, yaklaşık %38 geçirimsiz	61	75	83	87
0.2 ha arazi, yaklaşık 25% geçirimsiz	54	70	80	85
0.4 ha arazi, yaklaşık 20% geçirimsiz	51	68	79	84

Toprak koruma eğrisi numarası yöntemi (SCS-CN), yukarı su havzasının alanı tarafından üretilen akış miktarını çarparak büyüklüğü tahmin etmek için kullanılır. Hidrolojik ve bitki modellerinde, SCS-CN, toprak yönetiminin veya yüzey koşullarının akış, erozyon ve su dengesi üzerindeki etkilerini değerlendirmek için kullanılır. Akışı hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılır, diğer yandan yapısal dayanım, siltasyon, inşaat maliyeti ve depolama boyutu gibi dikkat edilmesi gereken birkaç parametere vardır, bunların tümü

depolama rezervuarları geliştirirken dikkate alınması gereken faktörlerdir. Akışın belirlenmesinden sonra, optimal gölet derinliğini, ihtiyaç duyulacak havza alanlarını, belirli bir konumdaki su birikintilerinin teorik miktarını ve aile başına bazı rezervuarları hesaplamak için bir sistem kurulmuştur (Oduor ve Gadain 2007).

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (2.3)$$

Burada CN= Yukarıdaki çizelgede gösterilen boyutsuz eğri numarasıdır (Çizelge 2. 2).

Böylece bu işlemi yaptıktan sonra nihayet bulunacak hedef sonuç bu formül aracılığıyla bu rezervuar hacmi gibi olacaktır ( $Q \cdot A \cdot 10^4 / 1000$ ). A, B, C, D hidrolojik toprak grupları çizelgesi, toprak ıslaklığının hala mevcut olduğu ve daha fazla gün sürdüğü toprak süzülme potansiyelini ifade etmektedir (Oduor ve Gadain 2007).

- 1) Grup A: Bu tür toprakların infiltrasyon kapasitesi yüksektir (düşük akış). Kum, tınlı kum veya kumlu tın tüm kum türleridir. Nemli iken infiltrasyon hızı 0,75 cm/saatten fazladır.
- 2) Grup B: Bu grubun infiltrasyonu orta düzeydedir (orta akış). Silt tın, genellikle tın olarak bilinir, bu nedenle bu tür topraklar siltten oluşur, bu nedenle toprak nemliyken infiltrasyon hızı 0,375 ile 0,75 cm/saat arasında olacaktır.
- 3) Grup C: Grubun infiltrasyonu minimum veya düşük (orta ila yüksek akış). Toprak bünyesi kumlu killi tındır, böylece toprak ıslandığında infiltrasyon hızı 0,125 ile 0,375 cm/sa arasında değişir.
- 4) Grup D: Bu grubun infiltrasyon hızı düşüktür (yüksek akış), bu topraklar siltli killi tın, siltli kil, kumlu kil, kil tın ve kildir böylece infiltrasyon hızı 0 ile 0.125 cm/saat arasındadır (Oduor ve Gadain 2007).

**Çiftlik İçin Temel Gölet Gereksinimi:** Su toplama teknikleri tarım veya hayvancılık olup olmadıklarına göre birçok kişiye yardımcı olacaktır. Çoğu Somalili çiftçi çoban insanlardır, bu nedenle bu teknik, evsel su hasat teknikleri de dâhil olmak üzere farklı amaçlar için fayda sağlayarak onlara yardımcı olacaktır. Örneğin su toplama işleminde küçük bir arsa varsa veya birbirlerini anlayan bir grup söz konusu ise bu yöntemden aşağıdaki şekillerde faydalanılabilir. Öncelikle gölet yapılmak istenen arazinin büyüklüğünün bilinmesi gerekir. Böylece yüzey alanı ölçümleri uzunluk (m) ve genişlik (m) çarpılarak elde

edilmektedir. Arazinin büyüklüğü belirlendikten sonra, gölette ne kadar suyun yeterli olduğu kolayca belirlenebilir (Oduor ve Gadain 2007).

Yüzey alanı = Uzunluk x Genişlik; böylece metrekare cinsinden bir yüzey alanı elde edilir.

Hacim = Yüzey alanı x Derinlik

Gölet'in geleneksel hacim-alan ilişkisini bilmek gerekirse, çiftlik göletinin daha yaklaşık olarak, 0.4 ile çarpılabilir.

$V = D \times A \times 0.4$ ; o zaman metreküp cinsinden hacim elde edilir (Oduor ve Gadain 2007).

Su hasadı tekniklerinin uygulanması sırasında Somali'deki her ilçenin aldığı yağış miktarına bağlı olarak arazi seviyesi de eğim eşitliği ve sızan sular açısından da dikkate alınmaktadır. Bu yüzden Somali'deki su hasadı tekniğinin mevcut durumuna da odaklanılmaktadır.

Özellikle su sıkıntısı ve kıtlığının ve su israfının olduğu bölgelerde, bu nedenle Afgoye ve Jamame ilçelerinde, su kaybı ve israfı yaygındır ve insanlara su hasadı için yardım edilmesi gerekmektedir. Örneğin, bu ilçeler 400 mm yağış almakta ve sızma yaklaşık 50 mm, buharlaşma 1900 mm'dir. Bu ilçelerden her birinin yağmur, buharlaşma ve sızmalarının aynı olduğu için çiftçilere doğrulanması gereken göletlerin derinliğinin ne olabileceği aşağıdaki gibi belirlenir (Oduor ve Gadain 2007):

#### **Önerilen Gölet Derinliğinin Hesabı:**

$$D = E - P + S + 1 \quad (2.4)$$

E = buharlaşma 1900 mm.

P = ortalama yıllık yağış 300 mm.

S = sızma 50 mm (20 şiddetli yağmura göre 2,5 mm/gün).

D = Önerilen gölet derinliği. Böylece şu eşitlikle hesaplama yapılır.

Önerilen gölet derinliği (D) =

$$1.9m - 0.3m + 0.05m + 1 = 2.65m. \quad D = 2.65m.$$

Bu bölgedeki çiftçilerin, 2.65 derinlikte gölet yapmaları tavsiye edilir, böylece sızma ve buharlaşma ile su kaybedildikten sonra kalan su çiftçinin kullanması için (1) m derinliğinde olacaktır (Oduor ve Gadain 2007).

**Çizelge 2. 3.** Su toplama alanı yüzey akış katsayıları

Su toplama alanı türü	Yüzey akış katsayı
Kiremit (Çatı)	0.8 – 0.9
Oluklu saclar (Çatı)	0.7- 0.9
Yüzde 10'dan az eğimli toprak (yerde)	0.0 – 0.3
Kayalık doğal havzalar ve su toplama (taş)	0.2 – 0.5

Somali'nin iki ilçesinde, su havzası alanı, daha önce hesaplanan derinlik 2,65m aşağıdaki formülde bulunan Q'ya D değerleri yerine konularak hesaplanabilir. Su hasadı teknikleri de bu bölgelerin yıllık ortalama yüzey akışının yaklaşık 0.02 m olduğunu göstermektedir.

**Gerekli gölet su toplama havza alanı:**

$$RWA = D * \frac{(1000)}{Q} * 0.0001 \quad (2.5)$$

RWA = Gerekli gölet su toplama alanı (ha)

$$D = 2.65$$

İstenen net havuz hacmi 1000 m<sup>3</sup>

$$Q = 0.02 \text{ m}$$

0.0001 = Hektar m<sup>2</sup> için dönüşüm faktörü

$$RWA = 2.65 \frac{1000}{0.02} * 0.0001 = 13.25$$

Bulunan havza alanı 13.25ha

Tüm havza alanı 200 ha ise, belirli bir havzadaki gölet sayısı, akış hacminin brüt havuz kapasitesine veya gerekli havza alanına (ha) bölünmesiyle hesaplanır, böylece gölet sayısı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\text{Gölet sayısı} = \frac{TWA}{RWA} \quad (2.6)$$

TWA = Toplam havza alanı (ha).

RWA = Gerekli gölet su toplama havza alanı (ha) 1000, istenen net havuz hacmidir (m<sup>3</sup>)

$$\text{Gölet sayısı} = \frac{200}{13.25} = 15 \text{ Yani gölet sayısı 15 olacaktır.}$$

**Kişi Başına Günlük Temel Su İhtiyacı:** Yağış, yüzey alanı (çatı veya arazi) ve çatı eğimi gibi çatı toplama sistemlerini kurarken dikkate alınması gereken faktörler vardır. Yıllık yağış miktarı 200 mm'yi geçen bölgelerde çatıdan su toplanması ve hasadı tavsiye edilir. Oluşturulan akış miktarı çatı yüzeyi tarafından belirlenir. Daha yüksek bir pürüzsüz yüzey varsa akış katsayısı daha büyük olacaktır. 0,8-0,9 arasında değişen katsayılara sahip oluklu galvanizli demir saclar, özellikle kentsel alanlarda Somali'deki çatı yapılarında kullanılmaktadır. Çoğu insan, biraz daha ucuz olan ve herkesin karşılayabileceği oluklu galvanizli saclar kullanır. Somali halkının kullandığı bu çatı tipi bir yükselmeye sahiptir ve Çizelge 2.3'e göre 4:12 civarında çatı eğiminde çalışır ve çatı eğim faktörü 1.0541 alı nır (Oduor ve Gadain 2007).

$$\text{Çatı eğim Faktörü Formülü} = R^2 + R^2 \sqrt{r} \frac{r}{12} \quad (2.7)$$

$$\text{Çatı eğim Faktörü} = = 4^2 + 12^2 = 160 \sqrt{160} \frac{12.65}{12} = 1.054$$

**Çizelge 2. 4.** Çatı eğim faktörü

Çatı eğimi	Açı	Yüzdesi	Çatı eğimi faktörü
1/12	4.764°	8.333	1.0035
2/12	9.462°	16.667	1.0138
3/12	14.036°	25	1.0308
4/12	18.435°	33.33	1.0541
5/12	22.62°	41.67	1.0833
6/12	26.565°	50	1.1180
7/12	30.256°	58.33	1.1577
8/12	33.69°	66.67	1.2019
9/12	36.87°	75	1.2500
10/12	39.806°	83.33	1.3017
11/12	42.51°	91.67	1.3566
12/12	45°	100	1.4142

Evin çatısındaki oluktan (oluklu demir levhalar) taşan yağmur suyu, akışa neden olmak için sadece 5 mm'ye ihtiyaç duyan tarım arazilerine kıyasla daha düşük kanal değerleri gerektirir. Alınan yıllık yağış miktarı çatının boyutuna göre belirlenir. Tank kapasitesini hesaplamak için kullanılan yağış, çatı eğimi ve akış katsayısı, örneğin, galvanizli demir (GI) levhalardan oluşan bir çatıya sahip olan suyun tank hacmi, alan büyüklüğü 60 m<sup>2</sup> olan çatı ve yıllık 300 mm yağış miktarı ile aşağıdaki gibi tahmin edilmektedir (Oduor ve Gadain, 2007).

Tank büyüklüğünün hesaplanmasında aşağıdaki yöntemle göre kişi başına düşen temel su ihtiyacı günlük 20 litre olarak olduğu varsayılmaktadır. Tank kapasitesi, kişi başına düşen temel su ihtiyacı değeri ile hanedeki kişi sayısı ve kurak gün sayısı çarpılarak hesaplanır. Örneğin, yüz seksen (180) kuru gün olan bir alanda sekiz (8) kişilik bir evin su kapasitesi hacmi aşağıdaki gibi formülle hesaplanır (Oduor and Gadain, 2007). Toplam Eysel Su Deposu Hacmi = Kişi başına gerekli olan litre temel su ihtiyacı \* Kişi Sayısı \* Kurak gün sayısı. Toplam Kullanım suyu deposu hacmi = 20 x 8 x 180 = 28800 L veya 28.8 m<sup>3</sup>.

**Formül:** Kapasite gerekli su hasadı formülü aşağıdakilerin çarpılmasıyla elde edilir,

Alan \* Çatı eğim faktörü \* Yüzey akış katsayısı \* Yağış derinliği = 60 x 1.05 x 0.85 x 300 mm = 16065 m<sup>3</sup>

**Çizelge 2. 5** Gerekli su hasadı

Yağış mm $\Rightarrow$	100	200	300	400	500	600	700
$\Downarrow$ Çatı alanları (m <sup>2</sup> )	Milimetre cinsinden hasat edilen yağmur suyu						
20	1.785	3.57	5.355	7.14	8.925	10.71	12.495
30	2.6775	5.355	8.0325	10.71	13.3875	16.065	18.7425
40	3.57	7.14	10.71	14.28	17.85	21.42	24.99
50	4.4625	8.925	13.3875	17.85	22.3125	26.775	31.2375
60	5.355	10.71	16.065	21.42	26.775	32.13	37.485
70	6.2475	12.495	18.7425	24.99	31.2375	37.485	43.7325
80	7.14	14.28	21.42	28.56	35.7	42.84	49.98
90	8.0325	16.065	24.0975	32.13	40.1625	48.195	56.2275
100	8.925	17.85	26.775	35.7	44.625	53.55	62.475

## 2.7 Somali İklimi

Tesis edilen gölette depolanan suyu etkileyen dalgalı iklime sahip Somali havası her zaman sıcaktır. Somali'nin 25 ile 35 °C arasındaki sıcaklığı suyun buharlaşmasına neden olmakta, bu nedenle iklimin su üzerindeki gelecekteki etkisi hakkında önemli bir algı elde etmek için bu araştırma, gelecekte çözüm elde etmek için Somali'de uygulanan su hasadı tekniklerinin sorunlarını ele almaya ve potansiyel su hasadı teknikleri sistemi önerisine odaklanmaktadır. Somali'nin iklimi esas olarak kurak ile yarı-kuraktır.

Yağış, ekosistemin tanımlayıcı özelliğidir ve hem mekânsal hem de zamansal büyük farklılıklar gösterir. Inter-tropikal Yakınsama Bölgesi'nin kuzey ve güney hareketleri, Somali'nin (ITCZ) iklimini değiştirmektedir. Somali'nin çoğu bölgesinde yılda iki yağış

dönemi için tasarlanan ITCZ, böylece yıl boyunca hareket ederek hareketin rüzgâr yönünü değiştirmesine neden olmaktadır. Rüzgâr kuzeydoğudan esiyorsa ITCZ güneye ITCZ kuzeydoğudan geldiğinde ise rüzgâr güneye eserek yön değiştirmektedir. ITCZ geçtikçe, bunların tersi hareket meydana getirmektedir. Ancak Somali diline göre yerel bir adı olan Somali ülkesinin yılda dört mevsimi vardır (Muchiri, 2007).

- 1) Kış mevsimi (Aralık'tan Mart'a kadar sürer) kuzeydoğu musonları tüm hızıyla devam eder ve hava kuru ve sıcaktır.
- 2) Bahar (Nisan - Haziran'da sürer ) yağışlı ve sıcak hava ile karakterize edilen geçiş zamanı.
- 3) Yaz (Temmuz'dan Eylül'e kadar sürer). Muson mevsimi hâkimdir, kıyıya yakın serin sıcaklıklar ve yağış sağlar, ancak iç kısımlarda yağmur yoktur.
- 4) Sonbahar mevsimi (Ekim-Kasım). Daha az yağış almasına rağmen bahar mevsimi gibidir (Muchiri, 2007).

**Çizelge 2. 6** Somali İklim bölgesi

İklim bölgesi	Nem mevsimi (aylar)	Yıllık yağış (mm)	Bitki örtüsü
Alt-nemli	600 - 1200mm	4 - 6mm	Çalılar, ormanlık ve otlak
Yarı-kurak	400 - 600mm	3 - 4mm	Ovalama, çalılar ve otlak
Kurak bölge	100 - 400mm	1 - 3mm	Biraz çalı ve biraz otlak
Çöl alanı	≤ 100mm	0 – 1mm	Çok az veya hiç bitki örtüsü

**Alt-Nemli Bölge:** Nemli altı ve ıslak altı nemli bölgelerdeki kurak dönem boyunca sulama esastır. Yıllık yağış yıllık evapotranspirasyondan daha fazla olduğu için, yağıştan sonra her yıl taşkın meydana gelir. Mısır, sorgum ve darı gibi ürünler yağışlı mevsimlerde aşırı derecede ıslanabilir (Muchiri, 2007).

**Yarı-Kurak Alan:** Tutarlı yüksek kaliteli verim sağlamak için yarı-kurak yerlerde sulama gereklidir. Sorgum ve darı gibi kuraklığa dayanıklı ürünler ek olarak çıktı verebilirken, ürünün bozulmasına neden olabilecek tutarsız yağış riski yine de olacaktır (Muchiri, 2007).

**Kurak Bölge:** Kuru yerlerde ürünün büyümesi için sulama kritik öneme sahiptir. Bu bölgelerde yağışlı mevsim nadiren 3 ay sürer. Suyun yağışlı mevsimlerde kök bölgesinde

tutulması ve daha sonra bitkiler tarafından alınması durumunda bile başarılı bir verim hala kesin değildir. Ayrıca kurak alanların yağışları tahmin edilememektedir. Çünkü bir yıl çok yağmur olabilir bu yüzden gelecek yıl çok az olabilir. Ayrıca yağış genellikle yoğun yağışlarla sağlanır ve akış nedeniyle önemli kayba neden olur (Muchiri, 2007).

**Çöl Alanı:** Çöl, yıllık ortalama 4 inçten (100 mm) daha az yağış ve km<sup>2</sup> başına 20 kişiden az nüfus yoğunluğuna sahiptir. Somali'nin çöl bölgesi, bitki örtüsünün az olduğu veya hiç olmadığı, kalıcı sakinleri olmayan çorak bir arazidir. Kuruluk nedeniyle üretime uygun değildir (Muchiri, 2007).

## 2.8 Somali'deki Mevcut Su Hasadı Teknikleri

Somali'de, farklı su hasadı teknikleri kullanılmaktadır. Hasat edilen su, hayvancılık, tarım alanlarını sulama ve ev ihtiyaçları için kullanılmaktadır. Bu nedenle her biri istenen amaca bağlıdır. Somalililer tarafından kullanılan bazı teknikler arasında kum/yer altı barajı, sığ kuyular, çimentolu su deposu, plastik tank, bitki ve hayvan su hasadı ve koruma teknikleri yer almaktadır (Oduor ve Gadain, 2007).

**A. Kum/Yeraltı Baraj Su Hasadı Teknikleri:** Bu teknik Somali'de ülkenin her bölgesinde uzun süredir yaygın olarak kullanılmaktadır. Halen kullanılmakta olması da, ülkeye büyük fayda sağladığını ve amacına ne kadar uygun olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda ülke genelinde halen kullanılmakta olan çeşitli anahtar teknolojilere de atıfta bulunmaktadır. Ancak, insanlar su israfını ve aşırı silt birikimini önleyerek su miktarını kontrol etmek için kumlu nehirlerin nasıl ele alınacağını öğrenmekte ve uygun teknikleri kullanmaktadırlar (Oduor ve Gadain, 2007).

**B. Sığ Kuyulardan Su Hasadı Teknikleri:** Bu su hasadı teknikleri Somali'de yeni değil çok eski zamanlardan beri kullanılmaktadır. Sığ kuyuların yaygın kullanımı Somali'de evsel amaçlar, hayvanlar ve bitki sulaması için kullanılan su hasadı tekniklerinin uzun bir geçmişine işaret etmektedir. Kurak mevsimde haftada iki kez kuyudan su getirmek için develer kullanılmıştır (Oduor ve Gadain, 2007).

**C. Evsel Yağmur Suyu Hasadı Teknikleri:** Sadece evsel kullanım için kullanılan iki kategoride evsel su hasadı tekniği vardır. Yağışlar doğrudan çatıdan toplanır, ancak Çimento su deposu (Berkad) ve Plastik su deposu (Cag) gibi farklı farklı depolama yapılarında biriktirilir (Oduor ve Gadain, 2007).

**Çimento su deposu (Berkad):** Bu tür bir yöntem, geleneksel su hasadı tekniğinin biraz daha ileri düzeyidir. Bu, su hasadı sisteminden büyük miktarda suyun sızmasını önleyecek bir taş yapma fikriyle çimentonun keşfi ile başlamıştır (Oduor ve Gadain, 2007).

**Plastik su deposu:** Bu, Somali halkının öğrendiği, Somali'de var olan son su hasadı teknikleridir. Genellikle pahalıdır, ancak bazen insanları su hasadı sistemlerini yapmaya teşvik eden STK'lar tarafından malzemelerin elde edilmesinde yardımcı olunmaktadır ve bu tür su hasadı Somali'nin kentsel alanlarında en çok kullanılan bir yöntemdir (Oduor ve Gadain, 2007).

**D. Bitkisel Üretim İçin Su Hasadı ve Koruma Teknikleri:** Su hasadı veya su koruma teknolojileri, boşaltılan suyu yakalar ve gelecekte kullanılmak üzere saklar ve toprak nemini korur. Bu teknikler akan derelere dayanır ve toprak baraj ve göletlerden yararlanır. Bunlar, güney-orta ve güney bölgelerinin yanı sıra kuzeybatı bölgelerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Juba ve Shabelle nehirlerinden gelen sel suları öncelikle güneydeki kanallara akmakta ve Somali'de üretime fayda sağlamaktadır (Oduor ve Gadain, 2007).

**E. Hayvansal Üretim ve Su Hasadı Teknikleri:** Bunlar, taşkın suyu veya yeraltı suyu kullanan hayvancılık üretim ve koruma sistemleridir. Akan su, doğal göletler, yapay göletler ve barajların yanı sıra insan yapımı rezervuarlarda tutulur ve depolanır. Bu işlemlerde su hasadı hayvanların içme suyu olarak kullanılmaktadır (Oduor ve Gadain, 2007)

### 3.MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1 Çalışma Alanı

Somali Afrika'da, Afrika Boynuzunda Afrika'nın doğu kıyısında, kuzeyden Aden Körfezi'nin, doğudan ve güneyden Hint Okyanusu'nun çevrelediği bölgede bulunmaktadır (Şekil 3.1). Somali ülkesi yaklaşık 637 657 kilometrekarelik bir alana ve Afrika'nın en uzun kıyı şeridine sahip ülkesidir. Uzunluğu 3333 kilometre olan Afrika kıtasının yaylalardan ve bazı bölümleri ovalardan oluşan ve Cibuti, Etiyopya ve Kenya ile sınırlarını paylaşan bir ülkesidir (shire, 2020).

Somali topraklarının %30'u çöl, %45'i mera, %14'ü orman, %11'i tarım arazisi olmak üzere dört bölüme ayrılmıştır (FAO 1995). Somali'de su hasadı teknikleri uygulanmak istenirken kabul alabilmek için su hasadı konusunda kimlerle iletişime geçileceği göz önünde bulundurulmalıdır: Arazi sahibi, çiftçi, siyasi destek, mali destekçi ve devlet. Somali'de su hasadı tekniklerinin uygulanması fikri, üretim mevsimi boyunca Somali ürünü için yeterli suyun mevcudiyetine işaret etmektedir.



Şekil 3. 1. Somali'nin aşağı Shabelle ve Juba bölgelerinin (VOA, 2019)

Jamame ve Afgooye bölgelerinin su hasadı tekniklerinin kümülatif yıllık depolaması, özellikle yağmur suyu akışı, hem büyük hem de küçük ölçekli çiftçilerin üretim sistemini sürdürmek için yeterli olmalıdır (SWALIM, 2006). Bu araştırma, Somali'nin Aşağı Shabelle bölgesindeki Afgooye ilçesi ve Somali'nin Aşağı Juba bölgesindeki Jamaame

ilçesi olmak üzere iki farklı bölgedeki iki ilçeye odaklanmaktadır (Şekil 3.1).Afgooye, tarımsal üretimin bağlı olduğu Somali'nin başkenti Mogadişu'daki faaliyetlerle her zaman yakından bağlantılı bir ilçedir.

Yağmurlar genellikle, yağışlı mevsimin en uzun dönemi olan ve birkaç hafta boyunca çok az yağış alan veya hiç yağış almayan ilkbaharda düşer. bazen şiddetli yağışlar can ve verim kaybına neden olur, bu nedenle su toplama teknikleri ülke için çok önemlidir. Normalde Afgooye ilçesinde yıllık yağış miktarı 456,14 mm'dir. Afgooye, nüfusu yaklaşık 211 712 olan hem nehir hem de yağmurla beslenen bir mera ve tarım bölgesidir ve 215 195 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplayan Aşağı Shabelle bölgesindeki en büyük ilçelerden biridir (Abdi-Soojeede, 2018).

Jamaame bölgesi, Somali'nin başkenti Mogadişu'dan uzak olan Aşağı Juba bölgesinde yer almaktadır. Jamaame'nin bu bölgesi tarım ve hayvancılık üretimi ile ünlüdür. Bu ilçede yaşayan insan sayısı 129149 kişi olup, tarım ve hayvancılıkla uğraşmaktadırlar. Bu nedenle insanlar genellikle üretimlerini büyük ölçüde etkileyen su kıtlığı ile karşı karşıyadır. Bu bölgedeki çiftçiler, tarlaları yağmurla beslenen bir alan olduğu için yılda bir kez ekim yapmaktadırlar. Jamaame bölgesi, Somali'nin başkenti Mogadişu'nun güneyinde yer almaktadır ve aralarında 363 km mesafe vardır (Basnyat, 2007).

Somali'de uygulayan mevcut su hasadı teknikleri, yerel ve uluslararası STK'ların yardımıyla uzun süredir var olan geleneksel yöntemdir. çünkü kimse bunu sık sık yapamamakta bilgi farkındalık ve harcamalar gerektirmekte ayrıca aynı amaca sahip gruplara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu teknoloji insanlar tarafından yüzey akış suyunu toplamak veya yağmur suyunu yönlendirmek ve ardından çeşitli sistemlerle tasarlanan farklı yerlerde depolamak için kullanılmıştır.

### **3.1.2 Anket Formu**

Bu araştırmada Somali'de uygulanan su hasadı teknikleri hakkında bilgi toplamak ve bilgi sağlamak için araç olarak anket uygulanmıştır. Anket özellikle Somali'de Afgoye ve Jamame ilçelerinde Mevcut Durum, Sorunlar ve Öneriler ile ilgili soruları içermektedir.



**Şekil 3.2.** Su hasadı için hazırlanan kum barajına ilişkin görüntüler. Kerlinger (2003), anket yöntemiyle katılımcılardan veri toplamak için yaygın olarak kullanılan ve orada neler olup bittiğini veya var olduğunu bilmek isteyen araştırmacılar tarafından kullanılan etkili bir araç olduğunu belirtmiştir. Uygulanan anket dört bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm yanıtlayanlarla ilgili, diğer üç bölüm ise araştırmayla ilgili bir dizi soruyu içermektedir.



**Şekil 3. 3.** Somali'de uygulana mevcut su hasadı teknikleri (Kum Barajı Su Hasat Teknikleri (Weadapt, 2009).

### 3.2 Yöntem

Bu araştırmada, Ogula (2005) ve Polit 1993 tarafından önerilen Tanımlayıcı İstatistik Desen olarak ifade edilen betimsel araştırma deseni kullanılmıştır. Kullanılan tasarım, verimli bir şekilde araştırma yapılmasını sağlayan tanımlayıcı istatistikler olarak adlandırıldığından, bu çalışmada bilgi sağlamak için seçilmiştir. Betimsel araştırma, neler olup bittiğini ve nasıl çözülebileceğini araştırmaya yönelik planlı bir yaklaşım için bir tasarım çözümüdür. Araştırma, bölgenin genel durumunu analiz etmek için yüzde, sıklık ve kümülatif yüzde gibi farklı ölçeklere odaklanmıştır. Ayrıca Somali'de Uygulanan Su Hasadı Tekniklerini Mevcut Durum, Sorunlar ve Öneriler belirlemek için sayı tablosu kullanılmaktadır.

**Hedef nüfus:** Bu nüfus hem büyük hem de küçük ölçekli çiftçilerden oluşur, böylece toplam nüfus hem Jamaame hem de Afgooye bölgelerinden 213 çiftçiden oluşmaktadır.

**Basit boyut ve basit işlem:** Bu araştırmanın basit boyutu, hem Jamaame hem de Afgooye bölgelerinden yerel nüfustan seçilen 138 kişidir. Katılımcılar iki bölgedendir, yani 88 katılımcı Somali'nin Aşağı Shabelle'nin Afgooye bölgesinden, diğer 50 katılımcı ise Somali Aşağı Juba'nın Jamame bölgesindedir.

Araştırma veri toplama yöntemini tahmin etmeye yardımcı olan Sloven istatistik hata ölçüm yöntemini kullanırken yanıtlayıcıyı seçmenin en iyi ve yaygın yolu olan Sloven

formülü olarak bilinen yanıtlayanların basit boyutu formülü 0.05 ölçeğinde bilimsel bir hata yöntemine sahiptir.

**Örnek Boyutu:** Araştırmaya ilişkin örnek boyutu aşağıdaki eşitlikle bulunmuştur:

$$n = \frac{N}{1+N (e)^2} \quad (3.1)$$

Burada n = Örnek boyutu

1 = Varyasyon

N = Nüfus sayısı

e = Hata standardı veya önem düzeyidir.

$$n = \frac{213}{1 + 213 (0.05)^2} = 138$$

Bu olasılık örnekleme prosedürü, sorumlu hedef popülasyon için kullanılır, ancak genel hedef kitleden yanıtlayıcı sayısını seçmek için kullanılan olasılık örnekleme, araştırma çalışmasının yürütüldüğü bölgedeki yerel temsilciler olacak örneklem, rastgele örnekleme teknikleridir. Çalışma sırasında rastgele örneklem tekniği her zaman araştırma yerlerinde doğru bilgileri sağlamak için veri toplama yöntemi kullanılmış, bu nedenle tüm katılımcılara kapalı uçlu sorular anketi uygulanmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Demografik Sorular

Bu tablolar, bu çalışmaya katılanların genel durumunu ve ayrıca araştırma çalışmasının yapıldığı alanlardaki durumu yüzde bazında açıklamaktadır.

#### 1. Medeni haliniz

**Çizelge 4.1.** Katılımcıların medeni hali

Medeni hal	Frekans	Yüzde
Bekâr	27	19.6
Evli	111	80.4
Toplam	138	100.0

Bu çizelge, yanıtlayanların %19,6'sının bekâr ve %80,4'ünün evli olduğunu göstermektedir. Elde edilen bu verilere göre, bu anket çalışmasına katılanların büyük bir çoğunluğunun evli olduğunu göstermiştir.

#### 2. Aile kaç kişiden oluşur?

**Çizelge 4.2.** Aile kişi sayısı

Aile kişi sayısı	Frekans	Yüzde
Sekiz kişiden az veya çok olan aile	54	39.1
İki kişilik ev halkı	14	10.1
Sekiz kişilik aile	70	50.7
Toplam	138	100.0

Bu çizelgeye göre, ankete katılanların % 50,7'si sekiz kişilik ailelerdir, % 39,1'i sekiz kişiden fazla veya az olan ailelerden ve %10,1'i ise iki kişilik hanelerden oluşmaktadır.

#### 3. Yaşınız nedir?

**Çizelge 4.3.** Yaş durumu

Yaş durumu	Frekans	Yüzde
18 -24	5	3.6
25-31	10	7.2
32-38	58	42.0
39-45	37	26.8
46-52	23	16.7
53'ün üzeri	5	3.6
Toplam	138	100.0

Ankete katılanların yaşı 32-38 olanlar, diğerlerine göre, % 42 ile en yüksek orana sahiptir.

Diğer katılımcıların yaşları şu şekildedir: 18-24 yaş arası %3.6, 25-31 yaş arası %10, 39-45 yaş arası %26.8, 46 – 52 yaş arası %16.7 ve yanıtlayıcıların %3.6'sı 53 yaş üstünden oluşturmuştur. Buna göre, katılımcıların çoğunluğu gençlerden oluşmaktadır. Ayrıca orta yaş ve yaşlı katılımı da söz konusudur.

#### 4. Ailenizin günde kaç litre suya ihtiyacı var?

**Çizelge 4.4.** Ailenin günlük su ihtiyacı

Soru 14	Frekans	Yüzde
10 - 20L	11	8.0
20 - 30l	18	13.0
30 - 40L	35	25.4
40 - 50L	42	30.4
50L'nin üstünde	32	23.2
Toplam	138	100.0

Nüfusun %8,0'ı her gün 10 - 20 litre, nüfusun %13.0'ı 20 -30 litre, nüfusun %25.4'ü 30 - 40, %30,4'ü 40 - 50 litre suya ihtiyaç duyar ve insanların %23,2'si de 50L'den fazla su alması gerekmektedir.

#### 5. Cinsiyetiniz nedir?

**Çizelge 4.5.** Cinsiyet durumu

Cinsiyet durumu	Frekans	Yüzde
Erkek	83	60.1
Kadın	55	39.9
Toplam	138	100.0

Bu cinsiyet yanıtlayıcı çizelgesi, yanıtlayanların %60'ının erkek ve %40'ının ise kadın olduğunu göstermektedir. Bu ankete katılan erkeklerin kadınlardan daha fazla olduğunu göstermektedir.

#### 6. Eğitim düzeyiniz nedir?

**Çizelge 4.6.** Eğitim düzeyi

Eğitim düzeyi	Frekans	Yüzde
Sınıf sekiz veya daha az	16	11.6
Lise veya dengi	56	40.6
Lisans	57	41.3
Yüksek lisans ve üzeri	9	6.5
Toplam	138	100.0

Katılımcıların %11,6'sının eğitim düzeyi ilk ve orta okul, %40,6'sı lise, %41,3'ü lisans ve %6,5'i lisansüstü eğitilidir. Ankete katılanların eğitimleri tablosu, anket sorularına ilişkin bir araştırma çalışmasına katılanların lise ve üniversite geçmişine sahip olduğunu göstermektedir. Ancak bu katılımcılar, Tarım Bakanlığı ve Su Bakanlığı için çalışan kişilerden, diğer kişiler ise çiftçi ve hayvancılıkla uğraşan kişilerden oluşmaktadır.

#### **4.2. Kullanılan Su Hasadı Tekniklerinin Mevcut Durumu**

##### **1. Bölgenizde kullanılan mevcut su hasadı teknikleri hangileridir?**

**Çizelge 4.7.** Bölgede kullanılan mevcut su hasadı teknikleri

Soru 1	Frekans	Yüzde
Gölet ve baraj suyu hasat teknikleri	33	23.9
Kuyular ve yeraltı rezervuarları	45	32.6
Doğal depresyon veya doğal su yolu	38	27.5
Taşkın saptırma	9	6.5
Çatı suyu hasadı	13	9.4
Toplam	138	100.

Katılımcılara göre kullanılan su hasadı tekniklerinin %32,6'sı kuyular ve yeraltı rezervuarları, %27.5'i doğal depresyon veya doğal su yolu, %23.9'u su birikintisi/toprak barajı ve teraslama, %9.4'ü çatı suyu hasadı ve % 6'sı ise taşkın saptırmadır. Anket katılımcılarının cevaplarına göre su hasadı tekniklerinden en yaygın olanı kuyular ve yeraltı rezervuarlarıdır.

## 2. Her yıl su hasadı tekniklerini uyguluyor musunuz?

**Çizelge 4.8.** Uygulanan su hasadı tekniklerinin sürekliliği

Soru 2	Frekans	Yüzde
Evet	104	75.4
Hayır	34	24.6
Toplam	138	100.0

Katılımcılara göre uygulanan su hasadı teknikleri oranı %75,4 olup, bu katılımcıların %24,6'sının anılan teknolojileri kullanmadığı anlamına gelmektedir.

## 3. Bölgenizde su hasadı tekniklerine ihtiyaç var mıdır

**Çizelge 4.9.** Bölgede su hasadı teknikleri ihtiyacı

Soru 3	Frekans	Yüzde
Evet	129	93.5
Hayır	9	6.5
Toplam	138	100.0

Ankete katılanların %93,5'ini oluşturan çoğunluk su hasadı tekniklerine büyük ihtiyaç olduğunu, ancak %6.5'i bu uygulamaya gerek olmadığını belirtmişlerdir. Bu nedenle, ankete katılanların geri bildirimlerine göre su hasadı tekniklerine ihtiyaç olduğu güçlü bir biçimde ortaya konulmuştur.

## 4. Yeterli depolama sistemleri için su hasadı teknikleri kullanıldığında tercih ettiğiniz yöntem hangisidir?

**Çizelge 4.10.** Yeterli depolama sistemleri için tercih edilen yöntem

Soru 4	frekans	Yüzde
Ferrocement Su Deposu	20	14.5
Toplama Tankları	62	44.9
Yeraltı Suyu Barajları veya Kum Barajı	17	12.3
Yağmur Suyu Varilleri	17	12.3
Plastik tank	16	11.6
Diğerleri	6	4.3
Total	138	100.0

En yaygın olarak, katılımcıların % 44,9'u su deposu olarak toplama tankını kullanmaktadır. %14,5'i Ferrocement Su Deposu, %12,3'ü Yağmur Suyu Varilleri, %11,6'sı plastik tank, %12,3'ü Yeraltı Suyu Barajları veya Kum Barajları ve %4,3'ü depolama için diğerlerini kullanmaktadır.

## 5. İnsanlar su hasadı sisteminin ana bileşenlerinin teknik malzemesini nasıl elde ediyor?

**Çizelge 4.11.** Su hasadı sisteminin ana bileşenlerinin teknik malzemesinin elde edilmesi

Soru 5	Frekans	Yüzde
Sivil toplum kuruluşlarından	83	60.1
Hükümetten	24	17.4
Bir aile olarak	21	15.2
Grupça	10	7.2
Total	138	100.0

Katılımcılar materyallerinin %60,1'ini STK'lardan, %17,4'ünü Devletten, %15,2'si aile olarak ve %7,2'si Grup olarak temin etmektedirler. Sonuç olarak, su hasadı tekniklerinin malzeme bileşenleri genellikle bağışta bulunan kuruluşlardan gelmektedir.

## 6. Yağmur Suyu Hasadı Tekniklerini kullanmayı hiç denediniz mi?

**Çizelge 4.12.** Yağmur suyu hasat tekniklerinin faydaları

Soru 6	Frekans	Yüzde
Evet	135	97.8
Hayır	3	2.2
Total	138	100.0

Katılımcıların %97,8'i su hasadı tekniklerinin faydalarını biliyorken, %2,2'si bunu düşünmüyor. Bu nedenle, çoğu insanın suya erişim için faydalı olduğunu bildikleri için bu yöntemi denediği açıktır.

## 7. Bölgenizde kullanılan geleneksel Su Hasadı Teknikleri nelerdir?

**Çizelge 4.13.** Bölgede kullanılan geleneksel su hasadı teknikleri

Soru 7	Frekans	Yüzde
Doğal su birikintisi	46	33.3
Normal sığ kuyu ve tuzlu sığ kuyular	67	48.6
Göller	25	18.1
Toplam	138	100.0

Katılımcıların %33'ü doğal gölet, %48,6'sı Normal sığ kuyu ve tuzlu sığ kuyu ve %18,1'i Gölleri kullanılmaktadır ancak bu, eskilerin normal sığ kuyu ve tuzlu sığ kuyularından geçmişte en çok kullanılan su hasadı tekniğine odaklandıklarını göstermektedir.

## 8. Sence baraj özel mülkiyetli suyu hasadı halka açık olandan daha mı iyidir?

**Çizelge 4.12.** Baraj özel mülkiyetli su hasadı ile halka açık olanların karşılaştırması

Soru 8	Frekans	Yüzde
Kesinlikle katılmıyorum	70	50.7
Katılmıyorum	27	19.6
Kararsız	20	14.5
Katılıyorum	13	9.4
Kesinlikle katılıyorum	8	5.8
Toplam	138	100.0

Çizelge, ankete katılanların %50,7'sinin bireysel baraj suyu hasadı tekniklerine katılmadığını, %19,6'sının katıldığını ve %14,5'inin tarafsız olduğunu göstermektedir. Ancak ankete katılanların %9,4'ü bireysel baraj suyu hasadı teknikleri konusunda hem fikir ve ankete katılanların %5.8'i bu yöntem katılmaktadır. Araştırma çalışmasına katılan kişilerin çoğu, özel baraj suyu hasadı sisteminin toplumdaki su mevcudiyetine katkıda bulunmadığını açıkça belirtmiştir.

## 9. Bölgenizde tava veya baraj inşaatı için gerekli ekipmanları temin edebiliyor musunuz?

**Çizelge 4.13.** Tava veya baraj inşaatı için gerekli ekipmanların temin edilmesi

Soru 9	Frekans	Yüzde
Evet	131	94.9
Hayır	7	5.1
Total	138	100.0

Bu çizelge insanların %94,9'unun su hasadı teknikleri için gerekli ekipman veya araçları elde ettiğini, %5.1'inin ise malzemeleri alamadığını göstermektedir. Bu, su hasadı tekniklerini yapmak için ekipmanın her zaman kullanılabilir olduğunu gösterir.

**10. Nüfusun çeşitli kesimlerine göre su Hasadı Tekniklerinin avantajlarını kim biliyor?**

**Çizelge 4.14.** Su hasadı tekniklerinin avantajları

Soru 10	Frekans	Yüzde
Sadece çiftçiler biliyor	54	39.1
Sadece çobanlar biliyor	15	10.9
Sadece Eğitimli kişiler biliyor	10	7.2
Çoğu insan biliyor	59	42.8
Total	138	100.0

Ankete katılanların %42.8'i bu tekniği biliyor, %39,1'ini çiftçi, %10,9'unu çobanlar %7.2'sini eğitimli insanlar bu su hasadı tekniklerini biliyor. Bu, çoğu insanın bildiğini, çünkü her insanın her zaman suya ihtiyacı olduğunu göstermektedir.

**11. Köyünüzdeki insanların üretimleri için her zaman yeterli yağmur suyu hasadı tekniklerini kullandığını düşünüyor musunuz?**

**Çizelge 4.15.** Yağmur suyu hasadı tekniklerinin kullanım yeterliliği

Soru 11	Frekans	Yüzde
Kesinlikle katılmıyorum	32	23.2
Katılmıyorum	63	45.7
Kararsız	29	21.0
Katılıyorum	11	8.0
Kesinlikle katılıyorum	3	2.2
Toplam	138	100.0

Çizelge, bu köylerdeki insanların üretimleri için her zaman yeterli su toplama tekniklerine sahip olduklarını göstermektedir. Ankete katılan çiftçilerin %23,2'si kesinlikle katılmıyorum, %45,7'si köylülere katılmıyorum ve %21,0'ı orta düzeydedir. Öte yandan, Ankete katılanlar %8 Katılıyorum ve %2,2 Kesinlikle Katılıyorum Köydeki insanların üretimleri için su toplama tekniklerine her zaman yeterli erişimi vardır. Bu, su kıtlığının Somali'nin Jamame ve Afgooye bölgelerinde yaşayan insanların karşılaştığı en büyük tarımsal zorluklardan biri olduğunu gösteriyor.

## 12. Bölgenizin ne tür su hasadı tekniklerine ihtiyacı olduğunu düşünüyorsunuz?

**Çizelge 4.16.** Su hasadı teknikleri ihtiyacın türü

Soru 12	Frekans	Yüzde
Evsel veya Geçim Amaçlı	45	32.6
Hayvansal üretim için	35	25.4
Tarımsal üretim için	58	42.0
Total	138	100.0

Bu tablo nüfusun tarım için %42, hayvancılık için %25,4 ve ev içi kullanım için %32,6 su hasadı tekniklerine ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Bu açıklama, ülkede bu teknolojinin çok düşük olması nedeniyle, insanların sulama sistemi için teknik su hasadı geliştirmesi gerektiğini göstermektedir.

## 13. Su Hasadı tekniklerini ne sıklıkla uyguluyorsunuz?

**Çizelge 4.17.** Su Hasadı tekniklerini uygulanma sıklığı

Soru 13	Frekans	Yüzde
Her mevsim (yılda iki mevsim)	52	37.7
Her yıl (yılda bir mevsim)	86	62.3
Total	138	100.0

Ankete katılanlara göre, insanlar su hasadı tekniklerini farklı zamanlarda uygulamaktadır, insanların %37,7'si her mevsim, %62,3'ü ise bu yöntemi her yıl gerçekleştirmektedir. Bu çalışma, ilkbaharda çok yağmur yağdığı için insanların bu su hasadı tekniklerini yılda bir kez yaptıklarını ve bu çizelgede gösterildiği gibi insanların çok fazla su hasat ettikleri görülmektedir.

## 14. Ailenizin günde kaç litre suya ihtiyacı var?

**Çizelge 4.18.** Ailenin günlük su ihtiyacı

Soru 14	Frekans	Yüzde	Kümülatif Yüzde
10 - 20L	11	8.0	8.0
20 - 30l	18	13.0	21.0
30 - 40L	35	25.4	46.4
40 - 50L	42	30.4	76.8
50L'nin üstünde	32	23.2	100.0
Toplam	138	100.0	

Nüfusun %8,0'ı her gün 10 - 20 litre, nüfusun %13,0'ı 20 -30 litre, nüfusun %25,4'ü 30 - 40, %30,4'ü 40 - 50 litre suya ihtiyaç duyar ve insanların %23,2'si de 50L'den fazla su alması gerekmektedir.

**15. Çiftçilerin su hasadı teknolojilerini uygulayarak su kullanılabilirliğini artırma niyetleri var mı?**

**Çizelge 4.19.** Su hasadı teknolojilerinin su kullanılabilirliğini artırma niyetleri

Soru 15	Frekans	Yüzde	Kümülatif Yüzde
Evet	128	92.8	92.8
Hayır	10	7.2	100.0
Toplam	138	100.0	

Bu çizelge bize insanların %92,8'inin bu su hasadı tekniklerini uygulamak istediğini, %7,2 gibi az sayıda insanın ise bu yönetime ihtiyaç duymadığını belirtmektedir. Bu araştırmaya göre, insanların bölgelerinde su sıkıntısı çektikleri için büyük oranda su hasadı tekniklerini uygulamakla ilgilenmektedirler.

**16. Bölgenizde Su Hasadı Tekniklerini kullanan haneler hangilerini kullanmaktadırlar?**

**Çizelge 4.20.** Bölgede su hasadı tekniklerini kullanan haneler ve kullandıkları teknikler

Soru 16	Frekans	Yüzde	Kümülatif Yüzde
Akarsu hasadı veya sel suyu hasadı	30	21.7	21.7
Yeraltı suyu hasadı	85	61.6	83.3
Çatı yağmur suyu hasadı	23	16.7	100.0
Total	138	100.0	

Ankete katılanlara göre insanların %21,7'si akarsu hasadı veya taşkın suyu hasadını kullanıyor, %16,7'si insanların çatı yağmur suyu hasadı ve %61,6'si yeraltı suyu hasadı tekniklerini kullanılmaktadır. Bu çizelge, çoğu insanın çatı üstü yağmur suyu hasadı tekniklerini aşırı kullandığını, diğer teknik su hasadı yöntemlerinin ise daha az kullanışlı olduğunu kanıtıyor.

## 17. Bölgenizde Su Hasadı tekniklerinin önemi ve amaçları nelerdir?

**Çizelge 4.21.** Su Hasadı tekniklerinin önemi ve amaçları

Soru 17	Frekans	Yüzde
Yapay besleme teknikleri ile yeraltı suyunun yeniden doldurulması	19	13.8
Yağmur suyunu hasadı etmek ve sadece evsel amaçla kullanmak	29	21.0
Taşkın ve akıntıyı azaltmak veya hafifletmek ve toprak nemini iyileştirmek ve toprak erozyonunu azaltmak	24	17.4
Hayvan, tarım ve evsel amaçlı	66	47.8
Toplam	138	100.0

Ankete katılanlara göre su hasadı teknikleri birçok amaç için kullanılmaktadır. %13,8'i yapay besleme teknikleri ile yeraltı suyunun yeniden şarj edilmesi, %21'i yağmur suyunu hasat etmek ve sadece evsel amaçla kullanmak, %17,4'ü toprak nemini iyileştirmek, erozyonu ve taşkınları azaltmak, % 47,8 hayvan, tarım ve aile amaçlı kullanılmaktadır. Bu anket çalışmasından, insanların su hasadı tekniklerini hayvan, tarım ve evsel amaçlı kullandığı anlaşılmaktadır.

## 18. Su hasadı tekniklerini ne zamandan beri kullanıyorsunuz?

**Çizelge 4.22.** Su hasadı tekniklerinin kullanılma süresi

Soru 18	Frekans	Yüzde	Kümülatif Yüzde
Son 10 yılda	85	61.6	61.6
20 yıl boyunca	25	18.1	79.7
20 yıldan fazla	21	15.2	94.9
Onu hiç kullanmadım	7	5.1	100.0
Total	138	100.0	

Katılımcılara göre bu teknik son 10 yılda yaygın olarak kullanılmaktadır, dolayısıyla su hasadı tekniğinin %61,6'sı son on yılda, %18.1'i son 20 yılda, %15.2'si 20 yıldan fazla süre kullanmıştır, %5.1'si hiç kullanmamıştır. Bu çizelgeden görüldüğü gibi, insanların bu su hasadı tekniklerini son 10 yılda büyük oranda kullandıkları ve ondan önceki dönemde bunu tam olarak anlamadıkları tespit edilmektedir.

### 4.3 Su Hasadı Tekniklerinin Güncel Sorunu

Aşağıdaki sorular, araştırma çalışması yürüttüğüm alanlarda, özellikle kullandıkları hasat teknikleri ve karşılaştıkları zorluklarda var olan su hasadı tekniklerinin mevcut sorunlarına odaklanmaktadır.

#### 1. Su hasadı tasarımıyla ilgili teknik sorunlarımız nelerdir.

**Çizelge 4.23.** Su hasadı tasarımıyla ilgili teknik sorunlar

Soru 1	Frekans	Yüzde
Su hasadı alanının veya çatı yüzeyinin boyutu	8	5.8
Depolama rezervuarı veya tank sorunu	46	33.3
Teslimat sistemleri (oluklar), su taşımaya yönelik sorunlar	15	10.9
Zayıf hasat verimliliği	69	50.0
Toplam	138	100.0

Ankete katılanların %5,8'i hasat alanının veya çatı yüzeyinin büyüklüğünden, %33,3'ü depolama rezervuarı veya tank sorunundan, %10,9'u suyu taşımak için dağıtım sistemlerinden (oluklardan) ve %50'si zayıf hasat verimliliğinden şikâyet etmektedir. Bu çizelgeden, insanların çoğunun, suyun nasıl hasat edileceğine ilişkin bilgilerinin zayıf hasat verimliliğinden mustarip olduğu anlaşılmaktadır.

#### 2. Su hasadı tekniklerini etkileyen iklim faktörleri nelerdir?

**Çizelge 4.24.** Su hasadı tekniklerini etkileyen iklim faktörleri

Soru 2	Frekans	Yüzde
Yağış yoğunluğu ve dağılımı	11	8.0
Rüzgâr hızı	39	28.3
Topografya	19	13.8
Sıcaklık	69	50.0
Toplam	138	100.0

Ankete katılanlara ait su hasadı tekniklerinin %50'si sıcaklık, % 28'i rüzgar, %13,8'i topografya, % 8.0'i yağış şiddeti ve dağılımından etkilenmektedir. Ülkedeki iklim çok sıcak olduğu için bu çizelge bize sıcaklığın su hasadı tekniklerini büyük ölçüde etkilediğini göstermektedir.

### 3. Su hasadı teknikleri sırasında hangi sorunlardan şikâyet ediyorsunuz veya karşılaşıyorsunuz?

**Çizelge 4.25.** Su hasadı tekniklerini etkileyen sorunlar

Soru 3	Frekans	Yüzde	Kümülatif Yüzde
Yağış miktarı ile sınırlı	23	16.7	16.7
Malzeme kullanılabilirliği	21	15.2	31.9
Yüksek maliyet	80	58.0	89.9
Hepsi	14	10.1	100.0
Toplam	138	100.0	

Anket katılımcılarına göre, su hasadı tekniğini kullananların %16,7'si yağış miktarının sınırlı olmasından, %15,2'si malzeme mevcudiyetinden, %58'i ilk yüksek maliyetten ve %10,1'i ise hepsinden şikâyetçidir. Bu çizelgeden, insanların %58,0'inin ilk yüksek maliyetten şikâyet ettikleri görülmektedir.

### 5. Bölgede su hasadı tekniklerinin geliştirilmemesinin nedenleri neler olabilir?

**6. Çizelge 4.26.** Bölgede su hasadı tekniklerinin geliştirilmemesinin nedenleri

Soru 4	Frekans	Yüzde
Devlet ve kurumların desteğinin olmaması	5	3.6
Uzman personel olmayışı	77	55.8
Bilgi ve anlayış eksikliği	48	34.8
Gelir seviyesindeki düşüklük Ya da Ekonomik yetersizlikler	8	5.8
Toplam	138	100.0

Ankete katılanlara göre, o bölgede su hasadına yönelik sorunlar farklıdır. Sorunların %3,6'sı karşılıklı iş yapma anlayışı, %55,8'i teknik uzmanın olmaması, %34,8'i bu teknik uygulamalarda bilgi ve anlama eksikliği ve %5,8'i gelir şansından kaynaklanmaktadır. Bu çizelge bize insanların teknik su hasadı sürecini iyileştirmeleri gerektiğini, ancak su elde etmenin yolu hakkında hiçbir bilgiye sahip olmadıklarını, dolayısıyla insanların karşılaştığı temel sorunun bilgi ve anlayış eksikliği olduğunu ve ayrıca teknik uzmanların eksikliği olduğunu göstermektedir.

## 5. Çiftlikte ve tüm ilçede yağış olmadığında veya düşük olduğunda insanlar ne yapar?

**Çizelge 4.27.** Yağış olmadığında veya düşük olduğunda yapılanlar

Soru 5	Frekans	Yüzde
Kuyu/kuyular açılır	103	74.6
Nehir kullanırlar	21	15.2
Tahliye edecekler	11	8.0
Hasat edilmiş su kullanıyorlar	3	2.2
Toplam	138	100.0

Bu çalışmanın tablosu, yaygın su kıtlığı durumunda, insanların %74,6'sının derin kuyu kazdığını, %15,2'sinin su kaynağı olarak nehirleri kullandığını, %2,2'sinin daha önce hasat edip depoladığı suyu kullandığını ve %8 Bazı kişiler bölgeden su buldukları yerlere tahliye edilmiştir. Öyle görünüyor ki, su sıkıntısı olduğunda insanlar nehirden su getiriyor ve çok derin kuyular kullanıyorlar, bu yüzden kaynak boşaldıktan sonra su bulabilecekleri her yere koşuyorlar çünkü su rezervleri yok ya da su hasadı teknikleri

## 6. Somali'nin su hasadı teknikleri ile ilgilenmediğine ilişkin nedenler nelerdir?

**Çizelge 4.28.** Somali'nin su hasadı teknikleri ile ilgilenmeyişinin nedenleri

Soru 6	Frekans	Yüzde
klan veya kabile sorunu ve güvensizlik	11	8.0
Hükümetin insanlara doğrudan veya dolaylı olarak yağmur suyu hasadı tekniklerini öğreten bir politikası yoktur.	16	11.6
Tesisleri yoktur	18	13.0
İyi bilinmiyor	93	67.4
Toplam	138	100.0

Katılımcılara göre, insanların su hasadı teknikleriyle pek ilgilenmemelerinin nedenleri, %8 klan sorunu ve güvensizlik, %11,6 hükümetin insanları yağmur suyunun nasıl hasat edeceği konusunda doğrudan ve dolaylı olarak eğitecek bir politikasının olmaması, 13 tesis yetersizliği ve %67.4 ise iyi bilinmemesidir.

## 7. Bölgeniz için şu anda ne tür su hasadı sistemi uygundur?

**Çizelge 4.29.** Bölgede şu anda uygulanan su hasadı sistemleri

Soru 7	Frekans	Yüzde
Ev içi kullanım sistemi	22	15.9
Hayvansal üretim kullanım sistemi	8	5.8
Bitkisel üretim kullanım sistemi	104	75.4
Hepsi	4	2.9
Toplam	138	100.0

Her bölgeye uygun birçok su hasadı teknik sistemi olduğu için ankete katılanların % 15.9'u evsel kullanım sistemi, % 5.8'i hayvansal üretim teknik sistemi, % 75,4'ü tarımsal üretim teknik sistemi ve % 2.9'u tüm teknik su hasadı sisteminin bu alana uygun olduğunu belirtmiştir. Bu çizelge bize insanların su hasadı tekniklerine ihtiyaç duyduğunu, özellikle de çiftçilerin tarımsal üretimleri için su elde etmelerine yardımcı olduğu sistemi öne çıkarmaktadır.

### 4.4. Su Hasat Tekniklerinin Yönetimi ve Faaliyeti

#### 1. Yapıldıktan sonra su hasadı sistemini kim yönetir/bakımını yapar?

**Çizelge 4.30.** Yapıldıktan sonra su hasadı sisteminin yönetimi/bakımı

Soru 1	Frekans	Yüzde
Yerel hükümet	2	1.4
STK'lar veya diğer şirketler	82	59.4
Çiftçiler ve paylaşılan grup	40	29.0
Sahibi ve işçiler	14	10.1
Toplam	138	100.0

Ankete katılanlara göre, su hasadı teknik sisteminin %1,4'ü yerel yönetim, 59,4'ü STK, 29.0'u çiftçiler ve ortaklar, 10.1'i mal sahibi ve personel tarafından yönetilmekte ve bakılmaktadır. Bu çizelgeden, bakım faaliyetlerinin çoğu, çiftçilerin su hasat alanlarını ıslah etmek için ücretsiz ve gönüllü olarak STK'lar tarafından yapılmaktadır.

## 2. Su hasadı teknikleri sonrası problem yönetimi nedir?

**Çizelge 4.31.** Yapıldıktan sonra su hasadı sisteminin problem yönetimi

Soru 2	Frekans	Yüzde
Silt birikimi	68	49.3
Filtre yönetimi	35	25.4
Bileşen değiştirme	26	18.8
Depolama rezervuarlarının temizlenmesi	9	6.5
Toplam	138	100.0

Ankete katılanlara göre, su hasadı teknik sistemleri yapıldıktan sonra çiftçilerin her zaman karşılaştıkları birçok sorun vardır. Bu karşılaşılan sorunlar şunlardır; %49.3 toprak erozyonunun neden olduğu silt birikimi, %25,4 filtreleme yönetimi, %18,8 kısmi dönüştürme, %6,5 depolama platformlarının temizliği. Çiftçilerin sıklıkla şikâyet ettiği şey, barajın silt birikmesi nedeniyle her yıl boyut kapasitesinin düşmesidir. Sonunda barajın tüm deliği dolmakta ve ardından tüm alanı siltle kaplanmakta ve suyun hasat edilemediği bir yer haline gelmesine neden olmaktadır.

## 3. Sosyo-ekonomik sorun olarak su hasadı bileşeninin güvenliği nedir?

**Çizelge 4.32.** Sosyo-ekonomik sorun olarak su hasadı bileşeninin güvenliği

Soru 3	Frekans	Yüzde
Bileşenlerin çalınması veya kaybolması ve kırılması	15	10.9
Dayanıklı değil	79	57.2
Çok pahalı veya limit	23	16.7
Hepsi	21	15.2
Toplam	138	100.0

Ankete katılanlara göre, çiftçilerin %10,9'u çalınan veya kaybolan ve kırılan bileşenlerle karşı karşıya kalınması, %57,2'si dayanıklı olmaması, %16,7'si çok pahalı veya limit olması ve %15,2'si hepsinin olmasıdır. Su hasadı teknikleri söz konusu olduğunda çiftçiler için en büyük zorluk, yaptıkları sistemi onu kullanırken dayanıklı olmaması ve ilk yapıldığında pahalı olmasıdır.

#### 4. Sulama sistemi açısından su ve toprak korumasını nasıl yapıyorsunuz?

**Çizelge 4.33.** Sulama sistemi açısından su ve toprak koruması

Soru 4	Frekans	Yüzde
Gece ve sabah saatlerinde bitki için Sulama.	53	38.4
Damla sulamanın kullanılması	14	10.1
Malçlama ve diğer olası tarımsal uygulamalar	65	47.1
Toprak-işlemesiz uygulama	6	4.3
Toplam	138	100.0

Ankete katılanlara göre, çiftçiler üretimlerini sürdürmek ve zarar görmesini önlemek için toprağı ve suyu korumaya yönelik çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Kullandıkları yöntemler arasında %38,4 bitkiyi gece ve sabah sulama, %10,1 damla sulama yapılması, % 47,1 malçlama ve diğer olası tarımsal uygulama, % 4,3 toprak-işlemesiz tarım yer almaktadır. Çiftçiler, toprak ve su koruma yöntemlerinde kendi kendine yetmedikleri için başka yöntemler olmasına rağmen genellikle malçlama ve diğer olası tarımsal uygulamaları kullanmakta, öte yandan halen toprak-işlemesiz yöntemi kullanan çok az çiftçi bulunmaktadır.

#### 5. Modern ve geleneksel su hasadı uygulama teknikleri konusunda eğitim alıyorsunuz musunuz?

**Çizelge 4.34.** Modern ve geleneksel su hasadı uygulama teknikleri konusunda eğitim

Soru 8	Frekans	Yüzde	Kümülatif Yüzde
Evet	37	26.8	26.8
Hayır	101	73.2	100.0
Toplam	138	100.0	

Çiftçilerin çoğu, bu tabloda gösterildiği gibi su hasadı teknikleri konusunda herhangi bir bilgi ve eğitime sahip değildir, bu nedenle %26,8'i eğitim almakta, %73,2'si herhangi bir eğitim almamaktadır. Çoğu insanın suyun nasıl hasat edileceği konusunda herhangi bir eğitimi yoktur, bu yüzden ülkede yaygın olarak kullanılmamaktadır. Çiftçiler, su mevcudiyetlerini artırmak için suya erişimde önemli bir rol oynayabilecek cesareti göstermemektedir.

## 6. Ülkeniz için su hasadı tekniklerinin uygulanmasının daha önemli olduğunu düşünüyor musunuz?

**Çizelge 4.35.** Ülke için su hasadı tekniklerinin uygulanmasının önemi

Soru 6	Frekans	Yüzde	Kümülatif Yüzde
Evet	130	94.2	94.2
Hayır	8	5.8	100.0
Toplam	138	100.0	

Ankete katılanlara göre, çiftçiler her zaman su hasadı teknikleriyle suya erişmenin önemli olduğunu düşünüyorlar. Bu çizelge bize, insanların %94,2'sinin teknik uygulamanın çevrede nasıl önemli bir rol oynayabileceğini, %5,8'inin ise böyle düşünmediğini göstermektedir. Çiftçiler genellikle bu su hasadı tekniklerini uygulamak istemekte, ancak insanların bu yöneme bir desteği yok gibi görünmekte ve yine de bu yöntemin su elde etmek için bölgede bulunmasının çok önemli olduğunu bilinmektedir.

## 7. Bölgesinde su hasadı teknikleri ne tür önemli bir rol oynayabilir?

**Çizelge 4.36.** Su hasadı tekniklerinin oynadığı rol

Soru 7	Frekans	Yüzde
Su kıtlığını azaltmak	105	76.1
Yüzey akış ve taşkınları önlemek ve su israfını ve risklerini azaltmak	15	10.9
Teknik ve sosyo-ekonomik faktörleri artırmak	14	10.1
Üretimi sürdürmek ve toprak erozyonunu azaltmak	4	2.9
Toplam	138	100.0

Ankete katılanlara göre, su hasadı tekniklerinin insanlar ve çevre için daha önemli olduğu, %76.1 su kıtlığını azalttığı, %10,9 yüzey akış ve taşkınları önlediği ve su israfını ve riskleri azalttığı, %10,1 teknik ve sosyo-ekonomik faktörleri artırdığı, %2,9 sürdürülebilir üretimi desteklediği ve toprak erozyonunu azalttığı görülmektedir. Bu nedenle, çoğu insan bu su hasadı yöntemini kullanmakta ve başka bir sorun görmemekte, çünkü asıl ihtiyaçları her zaman üstesinden gelinmesi gereken suyu elde etmektir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Somali'de Uygulanan Su Hasadı Teknikleri ve Somali'nin Afgoye ve Jamame ilçeleri başta olmak üzere Mevcut Durum, Sorunlar ve Öneriler ile ilgili sorular hakkında bilgi toplamak amacıyla bir anket formu kullanılmıştır. Kullanılan yöntem betimleyici istatistikler denilmektedir. Üç bölüme ayrılan soru sorma yöntemi kullanılmış ve her biri insanların ne tür bir sistem kullandıkları, hangi mevcut problemle karşı karşıya oldukları ve depolama sisteminin yönetimine ve bakımına nasıl katkıda buldukları gibi orada var olan durumu açıklamaya yönelik soruları içermektedir. Amaç, verimli araştırma yapmak için bu çalışmada seçilen bilgi ve durumun nüfusa sunulmasını sağlamak ve çözüm bulmaktır.

Ülke iç savaşa sürüklenmiş ve insanlar kaçmıştır. Şimdi insanlar son 10 yıldan beri su hasadı tekniklerini kullanmakla birlikte, konuyu tam olarak anlamamışlardır. Ayrıca insanlar baraj suyu hasadını bir kişinin tek başına yapmada yetersiz kalacağına işaret etmektedirler. Ankete katılanların %50,7'si bireysel baraj suyu toplama tekniklerine kesinlikle katılmıyorum, %19,6'sı katılmıyorum ve %14,5'i tarafsızdır. Ancak, ankete katılanların %9,4'ü bireysel baraj suyu hasadı tekniklerine katılıyor ve ankete katılanların %5,8'i bu yöntem her halükarda kesinlikle katılmıyorum cevabını vermiştir. Araştırma çalışmasına katılan kişilerin çoğu, özel baraj suyu hasadı sisteminin su toplama sistemine herhangi bir katkı sağlamadığını açıkça belirtmişlerdir.

Çiftçiler, üretimlerini sürdürmek ve zararı önlemek için toprağı ve suyu korumak için gece ve sabah sulama, damla sulama gibi çeşitli yöntemler kullanmaktadırlar. Çiftçiler toprak ve su koruma yöntemlerinde kendi kendine yeterli olmadıklarından, toprak ve su koruma yöntemlerinde genellikle % 47.1 oranında malçlama ve diğer olası tarımsal uygulamaları kullanırken, %4,3 oranında toprak işlemez yöntemini kullanan çok az çiftçi bulunmaktadır.

Bu çalışmaya katılanlar yaş, medeni durum, cinsiyet, eğitim ve ikametgâh açısından karışık ve çeşitlidir. Diğer katılımcıların yaşları 18-24 yaş arası %3,6 25-31 yaş arası %10, 39-45 yaş arası %26,8, 46-52 yaş arası %16,7 ve 53 yaş üstü %3,6'dır. Yani katılımcıların çoğunluğu orta yaşlıdır. Kişilerin medeni durumu %19,6'sı bekâr, %80,4'ü ise evlidir. Dolayısıyla bu anket çalışmasına katılanların çoğunluğu evlidir.

Bu çalışmaya katılanların çoğunluğu 32 ile 38 yaşları arasında ve erkeklerden oluşmaktadır. Eğitim açısından ise, muhtemelen lise veya benzeri bir eğitimidir, çünkü liseden mezun olduktan sonra Somalililer hemen evlenmekte ve eğitimlerine devam edememektedir. Bu katılımcılar, bir kısmı Tarım ve Su Bakanlığı için çalışan kişilerden, diğerleri ise çiftçi ve hayvancılıkla uğraşan kişilerden oluşmaktadır.

Kullanılan su hasadı teknikleri % 32,6 kuyu ve yeraltı rezervuarları, % 27,5 doğal çöküntü veya doğal su yolu, % 23.9 su birikintisi/toprak barajı ve teraslama, % 9,4 çatı suyu toplama ve % 6,5 taşkın hasadı yöntemlerinden oluşmaktadır. Bu çalışma, Somali'de uygulanan su hasadı tekniklerinin mevcut sorunlarını tespit etmek ve uzun süreli kullanım için verimli su hasadı çözümü elde etmek ve Somali halkına su hasadı teknikleri hakkında tavsiyelerde bulunmak için yapılmıştır.

Her iki ilçenin de su hasadı tekniklerine olan ihtiyacı, ihtiyaç düzeylerini yüzde olarak belirten yanıtlayıcıların geri bildirimleriyle güçlü bir şekilde ortaya konmuştur, Böylece katılımcıların %93,5'i su hasadı tekniklerine büyük ihtiyaç olduğunu belirtirken, %6,5'i bu uygulamaya gerek olmadığını belirtmiştir.

Çiftçiler çoğunlukla yağmur suyu hasadı tekniklerini kullanmamakta, bunun yerine geçmişte kullanılan eski su hasadı tekniğine odaklanmaktadır. Bu durum, normal sığ kuyulara ve tuzlu sığ kuyulara sahip olan Jamame'de ve Afgooye bölgelerinde yaşayan insanların büyük zorluklarla karşılaşmalarına ve su kıtlığına neden olmaktadır.

Her iki ilçenin de yaşayanların bir kısmı su hasadı tekniğini yılda iki kez uygulamaktadır, %62,3'ü ise ilkbaharda yağın şiddetli yağışların diğer mevsimlere göre daha fazla olması nedeniyle yılda bir kez kullanmaktadır.

Ülkede, çok düşük teknolojiye sahip bu su hasadı yöntemleri % 42 tarım, % 25,4 hayvancılık ve % 32,6 ev içi su tüketimi için kullanılmaktadır. İnsanlar yeni tekniklere sahip su hasadı sistemlerini geliştirmemiş veya bir mevsimde kullanıp, diğer mevsimlerde kullanmamaktadırlar, çünkü az bilgi sahibidirler. Öte yandan, su hasadı tekniklerinin malzeme bileşenleri genellikle bağışçı kuruluşlardan gelmektedir, bu da üstesinden gelinmesi gereken bir sorun ve zorluktur.

Bu çalışmanın bulguları, ülkede su hasadı tekniklerini daha az verimli hale getiren bazı zorlukların olduğunu göstermektedir. İnsanların yeni tekniklere sahip su hasadı sürecini

iyileştirmeleri gerekmekte, ancak suyu elde etmenin yolu hakkında yeterli bilgileri bulunmamaktadır. Bu nedenle insanların karşılaştığı temel sorun bilgi ve anlayış eksikliği ve ayrıca teknik uzman yetersizliğidir. İnsanların çoğunun suyun nasıl hasat edileceğine ilişkin bilgilerinin yetersiz ve artırılması gereken zayıf hasat verimliliğinden mustarip olduğu anlaşılmaktadır. Su hasadı konusunda çok az veya hiç bilgi bulunmamaktadır. Ayrıca, çevrede su hasadı tekniklerini uygulayan az sayıda insanın da alüvyon barajı siltasyonla dolduğunda konuya ilgisiz kaldığı, bu sorunun barajın her yıl kapasitesinin küçültmesine neden olduğu görülmektedir. Böylece, önce barajın tüm dip savağını dolduran silt, daha sonra tüm alanı kaplayarak suyun hasat edilemediği bir yer haline getirmiştir. Bunun sonucunda su hasadı teknikleri ihmal edilmiş ve etkileri bölgede su kıtlığının yaygınlaşmasına neden olmuştur.

Kullanılan mevcut su hasadı teknikleri çoğunlukla kuyu kazılması biçimindedir. Ancak yağmur suyu toplama teknik sürecine odaklanılmamaktadır. İnsanların bireysel olarak veya gruplar halinde herkesin istediği şekilde uygulayabileceği ve su temini için tüm Somalililerin erişiminin sağlanmasında önemli bir rol oynayabilecek birçok teknik vardır. Araştırma sırasında belirlenen mevcut su hasadı tekniklerinin problemlerine ilişkin çözüm önerileri şu şekilde özetlenebilir:

Öncelikle yerel halk su hasadı tekniklerinin faydaları ve etkinliği konusunda eğitilmelidir.

Ayrıca, insanların en azından ülkedeki su kıtlığını azaltmaya yönelik teknolojileri kullanabilen ve öğretebilen teknisyenlere gereksinimleri bulunmaktadır. Bunun için Somali hükümetinin bu su hasadı tekniklerini genişletmek ve yaymak için inisiyatif alması gerekmektedir.

İnsanlar hala eski su hasadı tekniklerini kullanmaktadırlar. İnsanları en son plastik ve beton baraj teknolojisini elde etmek için yeni bir güncelleme sisteminde eğitilmelerine ve kaynak teminine gereksinimleri bulunmaktadır.

İnsanlar, uzun süre kullanılabilir sürdürülebilir bir sistem kuramadıklarından şikâyet etmektedirler, bu nedenle, su hasadı tekniklerini teşvik etmek için insanlara iyi bir tasarım sisteminin nasıl kurulacağını öğrenmeleri için yardım edilmelidir.

Kurumların ve hükümetin, tarım, hayvancılık ve evsel su hasadı teknikleri gibi ülkede kullanılan en önemli üç su hasadı tekniğini oluşturmalarına yardım etmesini

önerilmektedir. Ayrıca, her birinin su kıtlığı ve taşkın riskini azaltan uygun tasarım ve sisteme ihtiyacı olduğu belirtilebilir.

İnsanların bir grup çiftçi halinde birlikte çalışmaları ve uzun vadeli tedarik sağlamak için barajlarını her zaman çalıştıran ve yöneten sürdürülebilir kum barajları inşa etmeleri ve diğer sıradan insanların da bireysel olarak yönetilen kendi başlarına çatı suyu hasat teknikleri oluşturmaya teşvik edilmelidir.

Temiz ve uzun ömürlü su elde etmek için ekonomilerinde önemli bir rol oynayan, sulama amaçlı kullanıldığında su ve toprağın korunmasında rol oynayan su hasadından sonra insanların su depolama plastik tankına sahip olmaları önerilmektedir.



## KAYNAKLAR

- Abdi-Soojeede, M. I. (2018). Crop production challenges faced by farmers in Somalia: A case study of Afgoye district farmers. *Agricultural Sciences*, 9(08), 1032.
- Ali, A., Oweis, T., Salkini, A. B., & El-Naggar, S. (2009). Rainwater cisterns: traditional technologies for dry areas. *International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria*.
- Alim, M. A., Rahman, A., Tao, Z., Samali, B., Khan, M. M., & Shirin, S. (2020). Suitability of roof harvested rainwater for potential potable water production: A scoping review. *Journal of cleaner production*, 248, 119226.
- Andoh, C., Gupta, S., & Khare, D. (2018). Status of rainwater harvesting (RWH) in Ghana. *Current World Environment*, 13(1), 172.
- Ariyananda, T. (1999). Rainwater harvesting for domestic use in Sri Lanka. In *IWA World Water Congress, Morocco*.
- Ariyananda, T. (2004). Rainwater harvesting in Sri Lanka: lessons learned. In *IWA World Water Congress, Morocco*.
- Assayed, A., Hatokay, Z., Al-Zoubi, R., Azzam, S., Qbailat, M., Al-Ulawayan, A., ... & Maroni, R. (2013). On-site rainwater harvesting to achieve household water security among rural and peri-urban communities in Jordan. *Resources, Conservation and Recycling*, 73, 72-77.
- Ayob, S., & Rahmat, S. N. (2017). Rainwater harvesting (RWH) and groundwater potential as alternatives water resources in Malaysia: A review. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 103, p. 04020). EDP Sciences.
- Balint Z. Atlas of the Juba and Shabelle Rivers in Somalia. FAO Somalia Water and Land Information Management project; 2010.
- Basnyat, D. B. (2007), Water Resources of Somalia. *Technical Report No W-11, FAO-SWALIM, Nairobi, Kenya*
- Bhattacharya, S. (2015). Traditional water harvesting structures and sustainable water management in India: A socio-hydrological review. *International Letters of Natural Sciences*, 37.
- Boers, T. M., & Ben-Asher, J. (1982). A review of rainwater harvesting. *Agricultural water management*, 5(2), 145-158.
- Brikké, F., & Bredero, M. (2003). Linking technology choice with operation and maintenance. *WHO Press*, 142
- Burdass, W. J. (1975). Water harvesting for livestock in Western Australia. *Proc. Water Harvesting Syrup., Phoenix, AZ, ARS W-22~ USDA*, 8-26.
- Elmi Mohamed, A., & Iman, H. M. (2010). Hydropolitics in the Horn of Africa: Conflicts and Required Cooperation in the Juba and Shabelle River Basins.
- Faillace C. Brief Note on the Occurrence of High Fluoride Content in Groundwater of

Somalia. *Geol Rom.* 1998;34:51–7.

Farreny, R., Gabarrell, X., & Rieradevall, J. (2011). Cost-efficiency of rainwater harvesting strategies in dense Mediterranean neighbourhoods. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(7), 686-694.

Ghimire, S. R., & Johnston, J. M. (2015). Traditional knowledge of rainwater harvesting compared to five modern case studies. In *World Environmental and Water Resources Congress 2015* (pp. 182-193).

Gould, J., & Nissen-Petersen, E. (1999). *Rainwater catchment systems for domestic supply*. Intermediate Technology.

Gowing, J. W., Mahoo, H. F., Mzirai, O. B., & Hatibu, N. (1999). Review of rainwater harvesting techniques and evidence for their use in semi-arid Tanzania. *Tanzania Journal of Agricultural Sciences*, 2(2).

Grum, B., Hessel, R., Kessler, A., Woldearegay, K., Yazew, E., Ritsema, C., & Geissen, V. (2016). A decision support approach for the selection and implementation of water harvesting techniques in arid and semi-arid regions. *Agricultural Water Management*, 173, 35-47.

Henry, J. (1979). Present and future irrigated agriculture in the Shabelle and Juba rivers.

Houghton-Carr, H. A., Print, C. R., Fry, M. J., Gadain, H., & Muchiri, P. (2011). An assessment of the surface water resources of the Juba-Shabelle basin in southern Somalia. *Hydrological sciences journal*, 56(5), 759-774.

IBRAHIM, I. A. (2012). Investigation of rainwater harvesting techniques in Yatta District, Kenya (Doctoral dissertation, Master thesis, Nairobi: Jomo Kenyatta University of Agriculture And Technology).

Kandeal, A. W., Joseph, A., Elsharkawy, M., Elkadeem, M. R., Hamada, M. A., Khalil, A., ... & Sharshir, S. W. (2022). Research progress on recent technologies of water harvesting from atmospheric air: A detailed review. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 52, 102000.

Kelbessa, E., & Darbyshire, I. (2018). Six new species of *Barleria* L.(Acanthaceae) from northeast tropical Africa. *Kew bulletin*, 73(1), 1-23.

Kibassa, D. (2013). Indigenous Rain Water Harvesting Practices for Climate Adaptation in Food Security in Dry Areas: The Case of Bahi District.

Lasage, R., & Verburg, P. H. (2015). Evaluation of small scale water harvesting techniques for semi-arid environments. *Journal of Arid Environments*, 118, 48-57.

Linderhof, V., Cervi, W. R., van Oosten, C., Duku, C., Witte, E., Derkyi, M., ... & Kwadwo, S. A. (2022). *Rainwater harvesting for irrigation for climate-resilient and circular food systems: The case of Ghana's Bono East Region* (No. WCDI-22-204). Wageningen Centre for Development Innovation.

Mbua, R. L. (2013). Water Supply in Buea, Cameroon: Analysis and the Possibility of Rainwater Harvesting to stabilize the water demand Wasserversorgung in Buea, Kamerun: Analyse und Perspektiven der Regenwasserbewirtschaftung zur Stabilisierung des

Wasserbedarfs.

Mohamed, A. E. (2012). Managing shared river basins in the Horn of Africa: Ethiopian planned water projects on the Juba and Shabelle rivers and effects on downstream uses in Somalia. *River Basin Management VII*, 172, 139.

Mohamed, A. E. (2013). Managing shared basins in the Horn of Africa—Ethiopian projects on the Juba and Shabelle rivers and downstream effects in Somalia. *Natural Resources and Conservation*, 1(2), 35-49.

Mohammedein, M. A. R. (2017). *Effect of Different Water Harvesting Techniques on Growth and Yield of Pearl millet (Pennisetum glaucum) Intercropped with Cowpea (Vigna sinensis) in North Darfur* (Doctoral dissertation, Sudan University of Science and Technology).

Mokadem, N., Redhaounia, B., Besser, H., Ayadi, Y., Khelifi, F., Hamad, A., Hamed, Y., & Bouri, S. (2018). Impact of climate change on groundwater and the extinction of ancient “Foggara” and springs systems in arid lands in North Africa: a case study in Gafsa basin (Central of Tunisia). *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 3(1), 1–14

Muchiri, P.W. (2007). Climate of Somalia. Technical Report No W-01, FAO-SWALIM, Nairobi, Kenya.

Naggar, O. M., Mohammed, A. A., Raheem, E. M., Tom, M. M., Alseid, Z. M., ve Magid, I. M. (2003). Optimum Investment of Rainwater Harvesting Techniques. In *Conference on Water Harvesting and the Future Development in Sudan, Khartoum*.

Nasr, M. (1999). *Assessing desertification and water harvesting in the Middle East and North Africa: Policy implications* (No. 10). ZEF Discussion Papers on Development Policy.

Oduor, A.R., ve Gadain, H. M. (2007). Potential of Rainwater Harvesting in Somalia, A Planning, Design, Implementation and Monitoring Framework, Technical Report, FAO-SWALIM, Nairobi, Kenya.

Ojasvi, P. R., Goyal, R. K., & Gupta, J. P. (1999). The micro-catchment water harvesting technique for the plantation of jujube in an agroforestry system under arid conditions. *Agricultural Water Management*, 41(3), 139-147.

Oshima, K. (2018). Khattara and Water User Organizations in Morocco. *Conservation of Natural and Cultural Heritage in Kenya*, May, 108–124.

Parimalarenganayaki, S. (2021). Managed aquifer recharge in the Gulf Countries: A review and selection criteria. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 46(1), 1-15.

Prinz, D. (1996). Water harvesting—past and future. In *Sustainability of irrigated agriculture* (pp. 137-168). Springer, Dordrecht.

Prinz, D. (2002). The role of water harvesting in alleviating water scarcity in arid areas. In *Keynote Lecture, Proceedings, International Conference on Water Resources Management in Arid Regions* (pp. 23-27).

Prinz, D., & Singh, A. (2000). Technological potential for improvements of water

harvesting. *Gutachten für die World Commission on Dams, technical papers*, 126.

Rahman, A., Keane, J., & Imteaz, M. A. (2012). Rainwater harvesting in Greater Sydney: Water savings, reliability and economic benefits. *Resources, Conservation and Recycling*, 61, 16-21.

Rango, A., ve Havstad, K. (2011). Review of water-harvesting techniques to benefit forage growth and livestock on arid and semiarid rangelands. In *Water Conservation*. IntechOpen.

Rockström, J., ve Falkenmark, M. (2015). Agriculture: increase water harvesting in Africa. *Nature*, 519(7543), 283-285.

Selabe, M., & Minyoi, M. K. (2018). Perceived barriers to rainwater harvesting as a source of water supply in Botswana: case of Gaborone city. *Botswana Journal of Technology*, 23(1), 86-96.

Shakya, B., & Thanju, J. P. (2013). Technical guidelines for installation of rainwater harvesting system and its operation. *Hydro Nepal: Journal of Water, Energy and Environment*, 12, 45-51.

shire, m. a. (2020). *the role of geography in somalia-ethiopia relations* (doctoral dissertation, city university).

Sturm, M., Zimmermann, M., Schütz, K., Urban, W., & Hartung, H. (2009). Rainwater harvesting as an alternative water resource in rural sites in central northern Namibia. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 34(13-16), 776-785.

Sultana, F. (2010). *Sustainable water supply: Rainwater harvesting for multistoried residential apartments in Dhaka, Bangladesh* (Doctoral dissertation, Texas A & M University).

Tasawwar, S., Kassaye, R. B., & Schaldach, R. (2019). Traditional Ecological Knowledge (TEK): Rainwater Harvesting Methods—A Review. *RUVIVAL publication series*, 32-47.

Thomas, T. (1998). Domestic water supply using rainwater harvesting. *Building Research and Information*, 26(2), 94–101.

Tripathi, S. K., Raha, P., & Tripathi, R. (2014). Assessment of Rainwater Harvesting Capacity of Check Dam Reservoirs in Barkachha, a Part of Central Vindhyan Plateau of Mirzapur District, Uttar Pradesh, India. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 7(1), 121.

UN. National adaptation for program of action on climate change. Federal Republic of Somalia Ministry of National Resources; 2013. 93 p

Verbist, K., Cornelis, W. M., Gabriels, D., Alaerts, K., & Soto, G. (2009). Using an inverse modelling approach to evaluate the water retention in a simple water harvesting technique. *Hydrology and Earth System Sciences*, 13(10), 1979-1992.

VOA, (2019). <https://www.voanews.com/a/somalia-military-executes-6-militants-without-trial/4724579.html>

Weadapt, (2009) <https://www.weadapt.org/placemarks/maps/view/341m>

Wolf AT, Natharius JA, Danielson JJ, Ward BS, Fender JK. International river basins of

the world. *Int J Water Resour Dev.* 1999;15(4):387–427.

Yosef, B. A., & Asmamaw, D. K. (2015). Rainwater harvesting: An option for dry land agriculture in arid and semi-arid Ethiopia. *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering*, 7(2), 17-28.

Yuen, E., Anda, M., Mathew, K., & Ho, G. (2001). Water harvesting techniques for small communities in arid areas. *Water science and technology*, 44(6), 189-195.

Zohar, Y., Aronson, J. A., & Lovenstein, H. (1988). Cultivation of multipurpose trees in rain water harvesting systems in the arid zone of Israel. *The Commonwealth Forestry Review*, 339-349.

