

DOI: 10.26650/JGEOG2023-1254965

COĞRAFYA DERGİSİ
JOURNAL OF GEOGRAPHY
 2023, (47)

<https://iupress.istanbul.edu.tr/en/journal/jgeography/home>


Akçay Havzası Aşağı Çığırının (Antalya/Finike) Kuraklık Özelliği ve Su Hasadı Yapılabilecek Potansiyel Alanların Belirlenmesi

Drought Features of the Akçay Lower Catchment Area (Antalya/Finike) and Identifying Potential Areas for Water Harvesting in the Basin

Neslihan AÇIKGÖZ¹ , Ebru AKKÖPRÜ² 

¹Yüksek Lisans, Akdeniz Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi/Coğrafya Bölümü, Antalya, Türkiye

²Doç. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi/Coğrafya Bölümü, Antalya, Türkiye

ORCID: N.A. 0000-0002-5299-0849; E.A. 0000-0001-8751-7771

ÖZ

Akçay havzası aşağı çığırının (Finike/Antalya) kuraklık özelliği ve bu alanda su hasadı yapılabilecek potansiyel alanların belirlenmesi başlıklı bu çalışmada, kuraklık ve su hasadı konuları üzerinde durulmuştur. Bölgenin kuraklık özelliğini belirlerken kuraklık indeksleri arasında yaygın olarak kullanılan standartlaştırılmış yağış indeksi (SYİ) kullanılmıştır. Ardından su toplama sistemlerinden bahsedilmiştir. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden analitik hiyerarşi prosesleri (AHP) ve mekansal analizlerde kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), su hasadı yapılabilecek potansiyel alanların belirlenmesinde kullanılan yöntemlerdir. Finike Meteoroloji İstasyonu 1973-2021 yılları arası verileri ile yapılmış standartlaştırılmış yağış indisinin yıllık ortalama kuraklık analizi sonuçlarına göre son 3 yıldır kurak dönemlerin, daha önceki kurak dönemlere göre daha şiddetli olmasıdır. İnceleme alanının coğrafi ve meteorolojik özellikleri dikkate alınarak 6 kriter belirlenmiştir. Bunlar: Arazi kullanımı, nehir mesafesi durumu, jeoloji, eğim, yağış ve sıcaklıktır. Kriterlerin ağırlıkları AHP ile belirlenmiş ve en fazla önemin yağış olduğu, bunu sırasıyla eğim, nehir mesafesi, jeoloji, sıcaklık ve arazi kullanımının takip ettiği görülmüştür. Kriterlere ağırlıklı çakıştırma analizi yapılarak su hasadı için %23 kuvvetle uygun alan bulunduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kuraklık, Yağmur Suyu Hasadı, AHP, SPI, Finike, Akçay

ABSTRACT

This study focuses on drought and water harvesting issues. The standardized precipitation index (SPI) was used to determine the drought characteristics of the region. To identify potential areas for water harvesting, this study employed analytical hierarchy processes (AHP) from multicriteria decision-making methods and geographic information systems. The results of the drought analysis of SPI made with the data of the Finike Meteorology Station from 1973 to 2021 showed that the dry periods for the last 3 years have been more severe than the previous ones. The study determined six criteria based on the geographical and meteorological characteristics of the area: land use, river distance, geology, slope, precipitation, and temperature. The AHP was used to determine the weights of the criteria, and the results showed that precipitation was the most important criterion, followed by slope, river distance, geology, temperature, and land use. Weighted overlay analysis was performed on the criteria, and it was found that there was a suitable area with 23% strength for water harvesting.

Keywords: Drought, Rainwater Harvesting, Analytical Hierarchy Processes, Standardized Precipitation Index, Finike, Akçay

Submitted/Başvuru: 22.02.2023 • Revision Requested/Revizyon Talebi: 16.06.2023 • Last Revision Received/Son Revizyon: 10.07.2023 • Accepted/Kabul: 20.07.2023



Corresponding author/Sorumlu yazar: Ebru AKKÖPRÜ / ebruakkopru@yahoo.com

Citation/Atf: Acikgoz, N., Akkopru, E. (2023). Akçay Havzası aşağı çığırının (Antalya/Finike) kuraklık özelliği ve su hasadı yapılabilecek potansiyel alanların belirlenmesi. Coğrafya Dergisi. *Coğrafya Dergisi*, 47, 85-100. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2023-1254965>



EXTENDED ABSTRACT

Drought is a natural disaster that develops slowly but has a huge impact. The distribution of water resources and precipitation is uneven worldwide, and water is a cycle. Turkey is located in a semiarid/semihumid climatic region, and if a drought disaster occurs, different regions can be affected in various ways. Taking measures before a crisis occurs can delay or reduce the severity of disasters. Therefore, it is essential to harvest rainwater in suitable areas. Water harvesting techniques reduce the effects of water scarcity and drought by collecting rainwater in arid regions (Kuzucu, 2019: 577). The process of accumulating or storing rainwater falling on the surface in arid and semiarid areas with little or no precipitation is known as “water harvesting” (Oweis, et al., 2001: 3; Kuzucu 2013: 6). Water harvesting is a method that has been in use for 40–50 years in many arid regions worldwide. This method is particularly useful in deserts and dry areas with annual precipitation of 50–80 mm (Köksal, 2000; Kuzucu 2013: 3).

To ensure maximum efficiency in water harvesting projects, suitable areas are identified using multicriteria decision methods, remote sensing, and geographic information systems. By conserving water, it is possible to achieve positive effects such as reducing the severity of drought or delaying its onset.

Long-range meteorology bulletin, monthly, annual, and average data of precipitation and temperature parameters of Finike Meteorology Station, located in the lower part of the Akçay basin, were obtained from the GDM in 4 region.

A location map that denotes the study area’s boundaries and location along with topography, slope, hydrology, soil, and land use maps was obtained from General Directorate of Maps (GDM). A temperature distribution map was created using the Lapse rate formula in the ArcGIS 10.5 program, and precipitation distribution maps were created using Kriging analysis.

The standardized precipitation index (SPI) is the most used index to determine drought conditions in any region (Türkeş, 2012: 15). Using the method developed by Mckee et al., (1993), the SPI value is calculated by converting the precipitation value into a numerical value (Arslan et al., 2016: 190). This index can be calculated for different periods, such as 1, 3, 6, 9, 12, and 48 months. To accurately calculate SPI values, at least 30 years of data are necessary (Mckee et al., 1993; Arslan et al., 2016: 191). To ensure accuracy, 51 years of data (1970–2021) were used in this study, and the “SPI SL 6.exe” program was used for calculation.

The analytical hierarchy process (AHP) method is the most used method for eligibility analysis (Güler and Yomralıoğlu, 2017; Uyan, 2017; Gürkan et al., 2021; Ödeker and Bayar, 2021; Akıncı et al., 2015; Ertunç and Çay, 2020; Akıncı et al., 2012; Yalçın and Yüce, 2018). Herein, six criteria were first determined using the AHP method: slope, land use, geology, stream distance, rainfall, and temperature. To evaluate the importance of these criteria, 15 comparative matrices were created, and 10 experts were asked to complete a questionnaire using Saaty’s 1–9 scale. The geometric averages of the completed questionnaires were used to calculate consistency and weight ratios. The “Super Decisions” program was utilized to determine the weights of each criterion. These weights were then used in the reclassification process of the maps using the ArcGIS 10.5 program. The resulting “Reclassified” maps were overlapped with the “Weighted Overlay” analysis to identify suitable potential areas using spatial analysis.

This study utilized various methods and techniques. The standardized precipitation index was used to examine drought, and an annual average drought analysis was conducted for the basin. Suitability analysis methods were employed to identify potential areas for water harvesting. The analytical hierarchy process, a multicriteria decision-making method, played a crucial role in this study. This method helped determine the criteria and their weights, creating a vector of priorities. Criteria classification was done using the obtained weight values and geographic information systems, and a map showing suitable areas was generated using the weighted overlay method.

Based on data from the Finike Meteorology Station, the annual average drought analysis of the standardized precipitation index between 1973 and 2021 showed that the area was neither completely dry nor completely humid. However, the last three years had more severe dry periods compared to previous years.

Geographic information systems were used to determine potential areas for water harvesting and conduct spatial analysis. However, it is important to note that these systems require additional methods, such as analytical hierarchy, to support them. Herein, criteria were determined, expert opinions were used to determine their weights, classification was performed, and then weighted overlapping analysis was applied. This led to the identification of strong suitable areas, moderately suitable areas, low-level suitable areas, and unsuitable areas in the Akçay basin for water harvesting.

1. GİRİŞ

Yerkürenin yapısı ve canlıların yaşamlarını devam ettirebilmesi için suyun önemi büyüktür. Kuraklık, yağışların uzunca yıllar boyunca gözlemlenen oranından daha da az yeryüzüne düşmesi olarak bilinmektedir. Su kaynakları su ihtiyacını karşılayamaz hale geldiğinde kuraklık ortaya çıkmaktadır. Bazen yalnızca bir mevsim sürüp, sadece az bir alanı etkilerken, iklim kayıtları kuraklığın bazı durumlarda uzunca yıllar devam edebileceğini ve çok geniş alanları etkileyebileceğini göstermektedir (Turan, 2018: 64). Kuraklık yavaş gelişen fakat etkisi çok büyük olan bir doğal afettir. Su kaynakları ve yağışların, Dünya'nın her yerine eşit oranda dağılmamış olduğu ve suyun bir döngü halinde olduğu bilinmektedir. Dünya'daki toplam su miktarı 1,4 milyar km³'tür. Bu suların %97,5'i okyanuslarda ve denizlerde tuzlu su olarak, %2,5'i ise nehir ve göllerde tatlı su olarak bulunmaktadır (Korkmaz vd., 2018: 52). Türkiye, yarı kurak/ yarı nemli iklim bölgesinde yer almaktadır. Herhangi bir kuraklık afeti yaşanacak olursa her bölge farklı boyutlarda etkilenecek potansiyele sahiptir.

İnsanlığın her geçen gün suya duyduğu ihtiyaçla, su kaynakları arasındaki fark büyük oranda açılmaktadır. İmalatta, sağlıkta, tarımda, tüketimde ve temizlikte olduğu gibi birçok alanda su kullanılmaktadır. Nüfusun artmasıyla birlikte suya duyulan ihtiyaç sürekli artmakta ancak kaynaklar ise azalmaktadır. Küresel iklim değişikliği nedeniyle yağışların azalmasına bağlı olarak yer altı sularının azalması, göllerin kuruması ve akarsuların denize ulaşmadan kaybolması gelecekte ciddi oranda su kıtlığı yaşanacağına göstergeleridir.

Yağış olmayan veya çok az olan kurak ve yarı kurak alanlarda yeryüzüne düşen yağmur sularının yerinde biriktirilmesi veya depolanması işlemi "su hasadı" olarak tanımlanır (Oweis, vd., 2001:3; Kuzucu 2013:6). Su hasadı 4500 yıl kadar önceki Akdeniz medeniyetleri zamanında kullanılan ve 40–50 yıldan beri de dünyanın birçok kurak bölgesinde uygulanmakta olan bir yöntemdir. Bu yöntem özellikle yıllık yağışı 50–80 mm olan çöllerde ve çok kurak alanlarda kullanılmaktadır (Köksal, 2000; Kuzucu 2013:3). Su hasadı, genel anlamda tanımlanacak olursa çatılardan, toprak yüzeylerinden veya havzalardan basit teknikler ile yağmur sularının tutulması, depolanması olarak açıklanmaktadır (Örs, vd., 2011:66). Su hasadı, yeryüzü ve yeraltı su kaynaklarının bulunmadığı alanlarda güvenilir, sağlıklı, temiz su avantajını sunmaktadır. Bu doğrultuda, yağışın yetersiz olduğu çayır alanlarında ve ekilebilir tarım arazilerinde verimliliği yükseltmek, ekolojik düzenin bozulmamasını

sağlamak, ağaçlandırma ile çölleşmeyle mücadele etmek, meyve ve diğer ağaçların yetiştirilmesi; hayvanlar için içme suyu ihtiyacı ve evsel su ihtiyacının giderilmesi konuları da su hasadı yönteminin uygulanma nedeni olarak sayılabilir. Su hasadı tekniğinde su depolama alanları çatı, bahçe, meydanlar ve caddeler, küçük toprak yüzeyleri, az eğimli bölgeler ve mevsimlik akarsuları besleyen büyük havzalardır. Su depolama ortamı ise yeraltında su tutma ve toprak yüzeyinde su tutma olarak iki kategoriye ayrılır. Yeraltında yapılan su hasadında sediment, toprak ve sarnıçlar kullanılırken, yeryüzünde yapılan su hasadında yine sarnıçlar, rezervuarlar, su tankları ve havuz kullanılmaktadır (Pamuk Mengü ve Akkuzu, 2008:79). Su hasadı, H.J.Geddes (1965) tarafından tarım sektöründe kullanılmıştır. Nehirlerde, derelerde veya akış halinde olan herhangi bir suyun ikinci kez kullanılabilmesini göstermek için uygulanan bir teknik olarak gelişmiştir. Bu yöntem su hasadı terimiyle kullanılmamış olsa da çok eski tarihlerden beri kullanılan bir yöntem olarak bilinmektedir (Pekin Timur vd., 2012: 170; Suresh, 2000: 951).

Su hasadı konusunda çok kriterli karar verme yöntemleri, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri analizleri gibi farklı araştırma yöntemleri kullanılmaktadır. Su hasadı araştırmalarında ana hedef daha fazla oranda su tasarrufu yapılarak, birçok alanda bu suyun kullanımının sağlanması ve kuraklık şiddetinin azaltılıp afetin etkisini azaltmaktır. Mevcut çalışmada da Akçay havzası aşağı çığırının kuraklık özelliğinin açıklanması ve o bölgede yağmur suyunun depolanması (su hasadı) için potansiyel alanların belirlenmesi amaçlanmaktadır.

1.1. Araştırma Alanının Yeri ve Sınırları

Araştırma sahası olan Akçay havzası aşağı çığırı, Batı Akdeniz Bölümü'nün Akdeniz Bölgesinde, idari olarak Antalya ili sınırları içerisinde 36°18' Kuzey enlemi ve 30°09' Doğu boylamında yer alan Finike ilçesinde bulunmaktadır. Havza, il merkezinin 83 km batısında yer almaktadır. Akçay havzası aşağı çığırının doğusunda Kumluca, batısında Demre ve Kaş, kuzeyinde Elmalı ilçeleri, güneyinde ise Akdeniz yer almaktadır. (**Şekil 1**).

Uzunluğu 33 km olan ve Finike'nin Başgöz Köyü'nden doğan Akçay, Yazır Köyü'nden bir kol ile beslendikten sonra Gökçe ve Tocak dağlarından gelen çayı kendi bünyesine alarak Finike ovasını sulamaktadır. Akçay Çayı doğduğu köyün de adını aldığı Başgöz Çayı olarak da tanınmaktadır ve Turunçova çevresinde bulunan Tekke Pınarlarının da dahil olmasıyla genişleyip Finike Ovasını geçerek Finike'den Akdeniz'e ulaşır (**Şekil 1**). Finike Ovası içerisinde geniş bir yatağa sahiptir ve ova

içinde genellikle çakıllı ve kumlu bir yapı gösterir (TC. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019).

Yoğun yağış alan, Batı Akdeniz’de bulunan Alakır ve Akçay akarsularının hem akış özellikleri hem de akış gösterdikleri alanda yerleşim ve tarım alanlarının bulunması dolayısıyla su hasadı gibi önemli bir konunun bu alanda çalışılmasının daha etkili ve doğru olacağı düşünülmüştür. Çalışma alanının “Akçay havzasının aşağı çığırı” olarak sınırlandırılmasının nedeni ise aşağı çığırının Finike ilçe sınırları içerisinde kalmasıdır. Bu durum ile araştırmanın daha spesifik ve detaylı olması amaçlanmıştır. Böylece daha hassas verilerin üretileceği kanısına varılmıştır.

gibi parametrelerin aylık, yıllık, ortalama verileri elde edilmiştir. Elde edilen veriler ile “MS Excel programı” üzerinden meteorolojik verilerin tablo ve grafikleri oluşturulmuştur.

HGM (Harita Genel Müdürlüğü)’den elde edilen 1/25.000’lik haritalar ile “ArcGIS 10.5 programı” üzerinden lokasyon, eğim, hidrografiya, toprak ve arazi kullanım haritaları yapılmıştır. Alanın iklimi hakkında bilgi veren sıcaklık dağılışı haritası için aynı program üzerinden Lapse rate formülü ile Kriging analiz yöntemi, yağış dağılışı haritası için Schreiber formülü ile Kriging analiz yöntemi kullanılarak sıcaklık ve yağış dağılışı haritaları oluşturulmuştur.

Tablo 1: Çalışmada kullanılan materyal ve yöntem adımları tablosu.
Table 1: Table of materials and method steps used in the study.

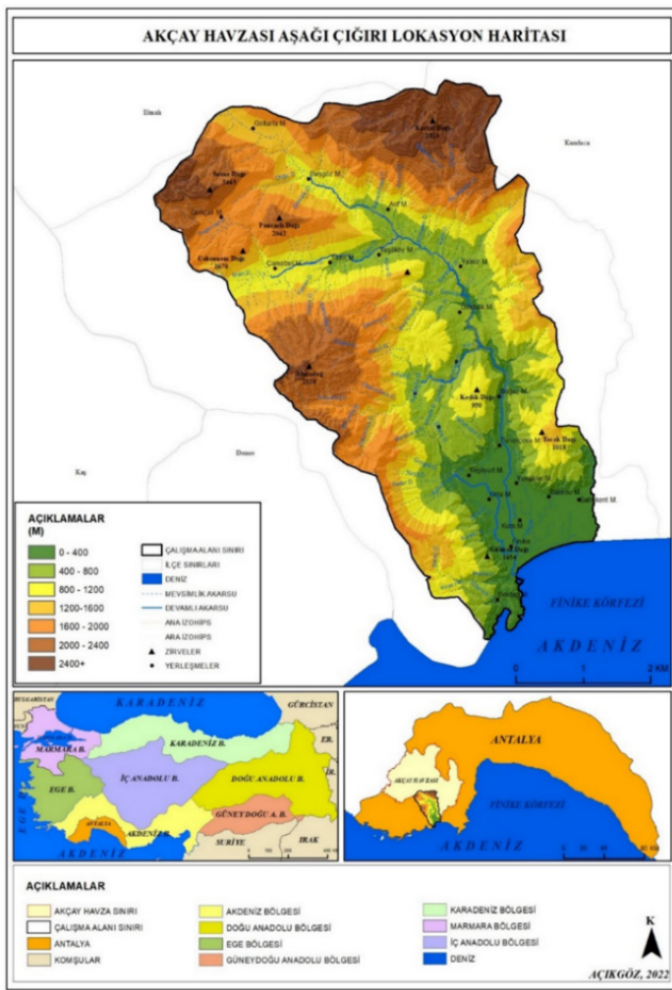
Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ)	Anolitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)	Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)
“SPI SL 6.exe” programı kullanılarak çalışma alanının kuraklık analizi yapılmıştır.	“Super Decisions” programı kullanılarak belirlenen kriterlerin ağırlık oranları hesaplanmıştır.	“ArcGIS 10.5” programı kullanılarak haritaların reclassify işlemi yapılmıştır. Daha sonra yine aynı program üzerinden mekansal analiz için Ağırlık Bindirme (Weighted Overlay) işlemi uygulanmıştır.

Akçay havzasının aşağı çığırının kuraklık özelliğinin belirlenmesinde Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ) yöntemi kullanılmıştır. Herhangi bir bölgenin kuraklık özelliğinin belirlenmesinde kullanılan en yaygın indisin SYİ olduğu bilinmektedir (Türkeş, 2012: 15). Mckee vd., (1993) tarafından geliştirilen yöntemde SYİ değeri yağış değerinin sayısal bir değere dönüştürülmesi ile hesaplanmaktadır (Arslan vd., 2016: 190).

Burada; X_i , belli bir periyot için toplam yağışı (mm), X_{ort} , aynı periyot için ortalama toplam yağışı (mm), σ ise standart sapmayı göstermektedir.

$$SYİ = \frac{X_i - X_{ort}}{\sigma}$$

Standartlaştırılmış yağış indisi değerleri farklı periyotlar (1, 3, 6, 9, 12, 48 gibi) için hesaplanabilirler. Ancak yağış verileri 12 ay ve daha kısa dilimlerde normal dağılıma uymayabilirler. Bu nedenle çalışılan konuda 48 aylık dilim dikkate alınmıştır ve her bir veri seti Gamma fonksiyonuna uydurulmuştur. Standartlaştırılmış yağış indisi değerlerinin doğru bir şekilde hesaplanabilmesi için en az 30 yıllık veriye ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir (Mckee vd., 1993; Arslan vd., 2016: 191).



Şekil 1: Akçay havzası aşağı çığırı lokasyon haritası
Figure 11: Akçay basin downstream location map

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma alanının iklim özellikleri incelenirken Akçay havzasının aşağı çığırında bulunan Finike Meteoroloji İstasyonunun uzun yıllık meteoroloji bülteni, yağış ve sıcaklık

Bu nedenle bu çalışmada 51 yıllık veri (1970-2021) kullanılmış ve hesaplamalar da “SPI SL 6.exe” programı kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen değerler “MS Excel” programı ile grafik haline getirilmiştir.

Yer uygunluk analizi çalışmalarında ise literatür taraması sonucunda en fazla Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yönteminin kullanıldığı tespit edilmiştir (Güler ve Yomralıoğlu, 2017; Uyan, 2017; Gürkan vd., 2021; Ödeker ve Bayar, 2021; Akıncı vd., 2015; Ertunç ve Çay, 2020; Akıncı vd., 2012; Yalçın ve Yüce, 2018). Bu yöntemle öncelikle amaç veya hedefler belirlenir sonrasında kriterler belirlenir ve daha sonra gerekirse alternatifler belirlenir ve hiyerarşik yapı oluşturulur (Tablo 3.2). Oluşturulan her bir kriter ile ilgili değişen önem derecelerinin belirlenmesinde karar vericiye ihtiyaç duyan bir teknik olmasından kaynaklı olarak önceden belirlenen kriterlerinin karar verici (uzman) tarafından göreceli önemlerinin belirlenmesine ve daha sonra her bir kritere göre karar alternatiflerinin belirlenmesini sağlamaktadır. Her bir kriter uzman görüşü tarafından değerlendirildikten sonra kriterlerin göreceli önem derecelerini gösteren ikili karşılaştırma matrisi üstünlüklerin belirlenmesi amacıyla uygulanır, tutarlılık oranları hesaplanır ve o anketin kullanılabilir olup olmadığı tespit edilir. Tutarlılık oranı kabul edilebilir düzeyde ise kriterlerin öncelik sıralaması belirlenmektedir. Böylece en yüksek değeri elde eden kriterden, en düşük değeri elde eden kritere doğru bir sıralama oluşturulmaktadır (Esen, 2008:499; Önder ve Önder, 2013:198; Yılmaz, 2010: 210; Ömürbek ve Şimşek, 2014: 308).

Bu yöntem ile yapılacak analiz için çalışma alanına uygun 6 kriter belirlenmiştir. Belirlenen kriterler; “eğim, arazi kullanımı, jeoloji, akarsu mesafe, yağış miktarı ve sıcaklık” olmuştur. Kriterlerin 15 adet karşılaştırmalı matrisi oluşturulmuş ve 10 uzman görüşten Saaty’nin 1 ve 9 ölçeğinde önem derecesine göre anketi doldurmaları istenmiştir. Doldurulan anketin geometrik ortalamaları alınmıştır (Tablo 1).

Ağırlıkların hesaplanmasının ardından anketin tutarlılık oranı hesaplanmıştır. Tutarlılık 0.10 dan küçük bir değer çıkarsa geçerli anket olduğu anlaşılmaktadır (Saaty, 1977). Yapılan çalışmanın da tutarlılık oranı 0.09 şeklinde hesaplanmış ve geçerli olduğu tespit edilmiştir. Tutarlılık formülü aşağıdaki gibidir.

$$\text{Tutarlılık Oranı}(CR) = \frac{\text{Tutarlılık Göstergesi}(CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1})}{\text{Rassalılık Göstergesi}(RI)}$$

Tutarlılık oranı, tutarlılık oranının (CI) rassal indis değerine (RI) bölünmesiyle hesaplanır. Rassal indis (RI) değeri 1’den 9’a ölçeklendirilmiş rastlantısal ters matris ile yapılmaktadır (Saaty, 1980; Alkay, 2014: 141). Matris geneline bakıldığında her satırı için, sütunlardaki kriterler, toplam sütun ağırlığına bölünmüş ve normalize edilmiştir. Oluşturulan bu matrisin her satırının ortalaması alınarak ağırlıklara göre öncelikler vektörü oluşturulmuştur. Öncelikler vektörü ikili karşılaştırma matrisi ile çarpılarak öncelikler matrisi elde edilmiştir. Öncelikler matrisinde her satır toplamı öncelikler vektörüne bölünerek “λ_{max}” değerine ulaşılmıştır.

Tablo 2: Geometrik ortalaması alınmış kriter tablosu.

Table 2: Geometric averaged criteria table.

Kriterler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Arazi Kullanımı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Akarsu Mesafe
Arazi Kullanımı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Eğim
Arazi Kullanımı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jeoloji
Arazi Kullanımı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sıcaklık
Arazi Kullanımı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yağış Miktarı
Akarsu Mesafe	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Eğim
Akarsu Mesafe	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jeoloji
Akarsu Mesafe	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sıcaklık
Akarsu Mesafe	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yağış Miktarı
Eğim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jeoloji
Eğim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sıcaklık
Eğim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yağış Miktarı
Jeoloji	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sıcaklık
Jeoloji	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yağış Miktarı
Sıcaklık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yağış Miktarı

Formülde bulunan “n” değeri kriter sayısına karşılık gelirken, rastgele değer indeksi kriter sayısına göre oluşturulmaktadır (Ödeker ve Bakar, 2021: 128).

Anketin kriter ağırlıkları ve öncelik vektörü **tablo 2**'teki gibidir.

Table 3: Kriter ağırlıkları tablosu.
Table 3: Table of criterion weights.

Kriter Ağırlıkları	
1. Yağış Miktarı	0.45
2. Eğim	0.18
3. Akarsu Mesafe	0.17
4. Jeoloji	0.10
5. Sıcaklık	0.06
6. Arazi Kullanımı	0.04

Çalışmanın ağırlık ve tutarlılık hesaplamalarında “Super Decisions” programı kullanılmıştır. Elde edilen kriter ağırlıkları, ArcGIS 10.5 programı aracılığı ile haritaların yeniden sınıflandırılması işleminde kullanılmıştır. Yeniden sınıflandırılmış (Reclassify) haritalar daha sonra Ağırlıklı Bindirme (Weighted Overlay) analizi ile çakıştırılarak uygun potansiyel alanların mekânsal analizinin yapılması için altlık oluşturulmuştur. AHP analizi için izlenen tüm adımlar sırasıyla **tablo 3**'teki gibidir.

3. BULGULAR

3.1. Akçay Çayı Havzası Aşağı Çığırının Standartlaştırılmış Yağış İndisine Göre Kuraklık Analizi

Standartlaştırılmış yağış indisi, bir bölgedeki yağışın belirli bir zamanda ortalamadan çıkarılıp standart sapmaya bölünmesi ile analiz edilmesidir. En az 30 yıllık yağışlar ele alınarak, bu yağışların 1, 3, 6, 12, 24, 48 aylık vb. zaman periyodlarında toplam yağışlar üzerinden yapılan işlemlerle veriye ulaşılması amaçlanır (McKee vd., 1993; İrcan ve Duman, 2021:7).

Standartlaştırılmış yağış indisi değerleri, yağış ile düzenli olarak artan veya azalan bir eğilim sergiler. Seçilen zaman dilimi içerisinde SYİ değerlerinin sonucuna bakılarak, kurak dönemler ve nemli dönemler mevcuttur. SYİ değerleri göz önüne alınarak yapılan kuraklık analizinde indeksin devamlı olarak negatif değerde olduğu dönem kurak dönem olarak açıklanmaktadır. Yapılan analizlerde değerlerin sıfırın altına ilk düştüğü dönem kuraklığın başlangıcı olarak belirlenirken, analiz pozitif değere ulaştığı ay kuraklığın sonu olarak açıklanmaktadır (**Tablo 4**) (Özgün, vd., 2020: 878).

1973-2021 yılları arasında Finike istasyonu verilerine göre standartlaştırılmış yağış indisi analizi yapılmıştır (**Şekil 2**). Elde

Table 4: Çalışmada uygulanan AHP ve uygunluk analizi adımlarının tablosu.
Table 4: Table of AHP and fitness analysis steps applied in the study.

Akçay Havzası Aşağı Çığırında Su Hasadı Yapılabilecek Potansiyel Alanların Belirlenmesi					
Kriterler					
1. Eğim	2. Arazi Kullanımı	3. Jeoloji	4. Akarsu Mesafe	5. Yağış Miktarı	6. Sıcaklık
Alternatifler					
1.1. Tam Düzlük	2.1. Tarım Alanı	3.1. Alüvyon	4.1. 0-50m	5.1. 741-1000mm	6.1. 6-10 °C
1.2. Dalgalı Düzlük	2.2. Bağ ve Meyvelik Alan	3.2. Kıltaşı	4.2. 50-100m	5.2. 1000-1250mm	6.2. 10-12 °C
1.3. Az Eğimli Yamaç	2.3. Yerleşim Alanı	3.3. Konglomera, Kum ve Kıltaşı	4.3. 100-200m	5.3. 1250-1500mm	6.3. 12-14 °C
1.4. Eğimli ve Dik Yamaç	2.4. Çayır ve Merahık Alan	3.4. Kireçtaşı	4.4. 200-300m	5.4. 1500-1750mm	6.4. 14-16 °C
1.5. Çok Dik Yamaç	2.5. Ormanlık Alan	3.5. Talus	4.5. 300m ve üzeri	5.5. 1750mm ve üzeri	6.5. 16 °C ve üzeri
1. İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması, uzman görüşü tarafından doldurulması, hesaplamalarının yapılması					
2. Analitik hiyerarşi süreci ve kriter ağırlıklarının hesaplanması					
3. CBS ile yeniden sınıflandırma (Reclassify) ve Çakıştırma analizi (Weighted Overlay)					
4. Akçay Havzası Aşağı Çığırında Su Hasadı Yapılabilecek Potansiyel Alanlar Haritası					

edilen verilerde 1973 yılından 2021 yılına kadar kurak dönemler ve nemli dönemler yaşanmış olup, dönem dönem dalgalanmalar görülmüştür. 1973 de -1,55 değerinde şiddetli kurak dönem yaşanmışken, 1976-1977 yılına kadar giderek azalan kurak dönemler yaşanmıştır.

1978'de 0,35 ile 1979'da -0,0 değeri ile normal civarı dönemler yaşanmıştır. Kurak dönemlerden sonra 1978 ile normal civarı dönemler 1986 yılına kadar sürmüştür. 1983'te 1,18 değer ile orta nemli dönem yaşanmıştır.

Daha sonra 1987 yılı itibariyle 1998 yılına kadar negatif değerlerde dönemler yaşanmış olup 1992 yılında -2,03 değeri ile olağanüstü kurak dönem yaşanmıştır. Bu tarihler aralığında en az negatif değere sahip yıl ise 1998 yılı olarak belirlenerek -0,18 ile normal civarı dönem olarak açıklanmaktadır.

Tablo 5: SYİ metoduna göre indeks değerleri ve sınıflandırma tablosu.
Table 5: Index values and classification table by SPI method.

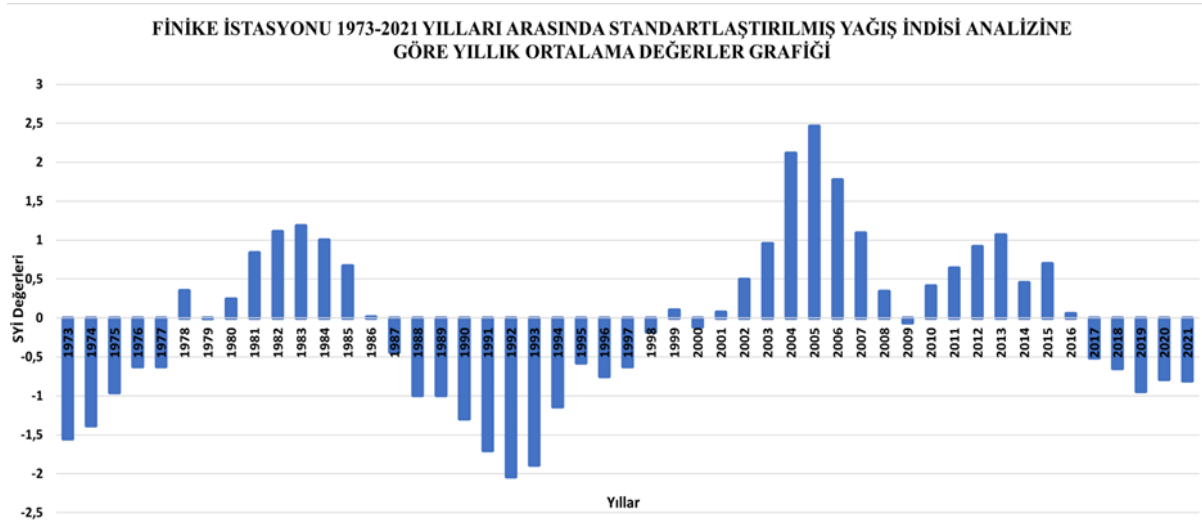
SYİ Değeri	Sınıflandırma
2.0 ve fazla	Olağanüstü Nemli
1.60 ile 1.99	Aşırı Nemli
1.30 ile 1.59	Çok Nemli
0.80 ile 1.29	Orta Nemli
0.51 ile 0.79	Hafif Nemli
0.50 ile -0.50	Normal Civarı Nemli
-0.51 ile -0.79	Hafif Kurak
-0.80 ile -1.29	Orta Kurak
-1.30 ile -1.59	Şiddetli Kurak
-1.60 ile -1.99	Çok Şiddetli Kurak
-2 ve düşük	Olağanüstü Kurak

1999 yılı 0,10, 2000 yılı -0,11, 2001 yılı 0,07, 2002 yılı 0,49 değerler ile normal civarı dönem yaşanmıştır. 2003-2008 yılları arasında pozitif değerler gözlemlenerek, en yüksek değer 2005 yılında 2,46 ile olağanüstü nemli dönem olarak tespit edilmiştir. 2009 yılında tekrar negatif döneme dönse de -0,06 değeri ile normal civarı dönem yaşanmıştır.

Daha sonra 2010- 2016 yılları arası yine pozitif dönem olarak ilerlemiştir. Bu dönem içerisinde en yüksek nemlilik oranına sahip yıl ise 2013 yılıdır. 1,06 değeri ile orta nemli dönem olarak değerlendirilmektedir. En düşük nemlilik oranına sahip yıl ise 0,06 değeri ile 2016 yılı, normal civarı olarak belirlenmiştir. 2017 yılından 2021 yılına kadar ise negatif değerler görülmüştür. En yüksek negatif değer -0,94 ile 2019 yılı, orta kurak dönem olarak adlandırılır. En az negatif değere sahip yıl ise 2017 yılında gözlemlenmiş olup, -0,51 ile hafif kurak olarak adlandırılmaktadır. Ölçülen ve değerlendirilen son yıl ise 2021'de -0,80 ile negatif değer görülmüş olup orta kurak dönem olarak değerlendirilmiştir.

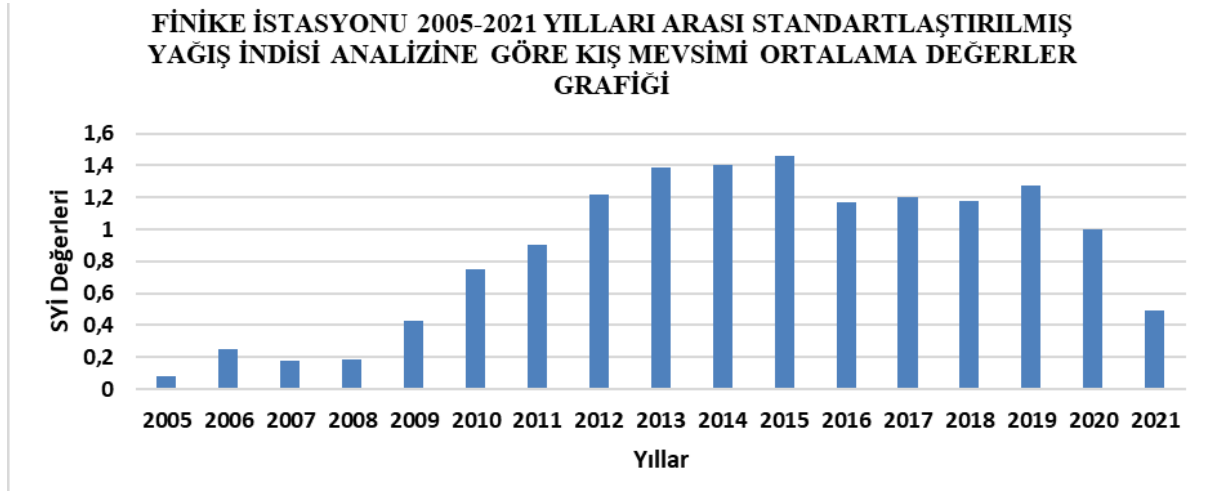
Şekil 3'te 2005-2021 yılları arasında standartlaştırılmış yağış indisi analizinin kış mevsimi ortalamaları verilmiştir. Bu tabloya göre verilen değerlerde eksiye inilerek kurak dönemler görülmemiştir.

2005 yılında 0,08; 2006 yılında 0,25; 2007 yılında; 0,18; 2008 yılında 0,19; 2009 yılında 0,43 değerler ile normal civarı kuraklık durumu var iken, 2010 yılında 0,75 ile hafif nemli bir yıl olduğu analiz edilmiştir. 2011 yılında 0,90; 2012 yılında 1,22 ile orta nemli; 2013 yılında 1,39; 2014 yılında 1,40; 2015 yılında



Şekil 2: Finike Meteoroloji İstasyonu 1973-2021 yılları arası standartlaştırılmış yağış indisi analizine göre yıllık ortalama kuraklık durumu grafiği

Figure 2: Annual average drought situation graph according to standardized precipitation index analysis of Finike Meteorology Station between 1973-2021.



Şekil 3: Finike Meteoroloji İstasyonu 2005-2021 yılları arası standartlaştırılmış yağış indisi analizine göre kış mevsimi ortalama kuraklık durumu grafiği

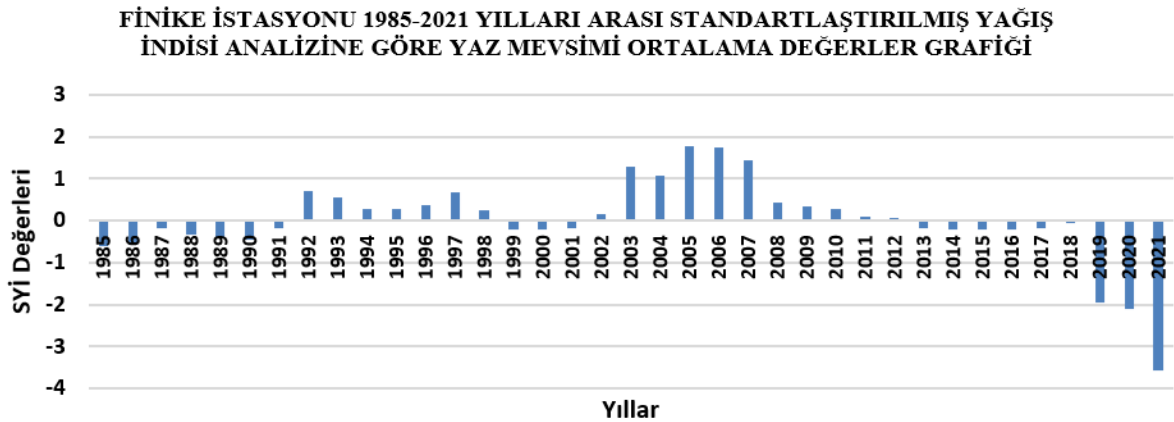
Figure 3: Winter season average drought situation graph according to the standardized precipitation index analysis of Finike Meteorology Station between 2005-2021

1,46 ile çok nemli; 2016 yılında 1,17; 2017 yılında 1,20; 2018 yılında 1,18; 2019 yılında 1,27; 2020 yılında 1 kuraklık değeri ile orta nemli dönemler yaşanmışken 2021 yılında ise 0,49 ile normal civarı kuraklık durumu saptanmıştır.

Şekil 4'te 1985- 2021 yılları arasındaki standartlaştırılmış yağış indisi analizinin yaz mevsimi ortalamaları verilmiştir. Tabloya bakıldığında eksi değerler ve artı değerler, iniş çıkış durumu söz konusudur. 1985 yılında -0,65; 1986 yılında -0,59 ile hafif kurak dönemler yaşanmıştır. 1987 yılında -0,16; 1988 yılında -0,31; 1989 yılında -0,39; 1990 yılında -0,46; 1991 yılında -0,17 ile normal civarı dönemler yaşanmıştır. 1992 yılında 0,70; 1993 yılında 0,54 ile hafif nemli bir dönem, 1994

yılında 0,26; 1995 yılında 0,27; 1996 yılında 0,37 ile normal civarı dönemler yaşanmıştır.

1997 yılında 0,66 ile hafif nemli; 1998 yılında 0,24; 1999 yılında -0,21; 2000 yılında -0,19; 2001 yılında -0,18; 2002 yılında 0,14 kuraklık değerleri ile normal civarı kuraklık durumu analiz edilmiştir. 2003 yılında 1,28 ile hafif nemli bir dönem, 2004 yılında ise 1,08 ile orta nemli dönem yaşanmıştır. 2005 yılında 1,76; 2006 yılında 1,74 değer ile aşırı nemli bir dönem yaşanmıştır. 2007 yılında 1,44 ile çok nemli; 2008 yılında 0,42; 2009 yılında 0,34; 2010 yılında 0,29; 2011 yılında 0,10; 2012 yılında 0,07; 2013 yılında -0,19; 2014 yılında 0,20; 2015 yılında 0,20; 2016 yılında -0,22; 2017 yılında -0,19; 2018 yılında -0,05



Şekil 4: Finike Meteoroloji İstasyonu 1985- 2021 yılları arası standartlaştırılmış yağış indisi analizine göre yaz mevsimi ortalama kuraklık durumu grafiği

Figure 4: Summer season average drought situation graph according to the standardized precipitation index analysis of Finike Meteorology Station between 1985 and 2021

ile normal civarı durum seyrederken, 2019 -1,95 ile çok şiddetli kurak dönem yaşanmıştır. 2020 yılında -2,10; 2021 yılında ise -3,57 ile olağanüstü kurak dönemler yaşanmıştır.

3.2. Akçay Çayı Havzası Aşağı Çığırında Su Hasadı Yapılacak Alanları Belirleme Analizi

3.2.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir ve birden fazla nicel veya nitel kriterin karmaşık problemlerine çözüm sunmak amacıyla oluşturulmuştur. İlk olarak 1970'li yılların başında, Thomas L. Saaty tarafından Wharton School of Business'da karmaşık çok kriterli karar verme problemlerinin çözümü için geliştirilmiştir. Uygulaması kolay olan analitik hiyerarşi tekniğinin kritik öneme sahip noktası, sayısal olarak belirlenebilecek objektif yargılar ile sübjektif nitelikli yargıları bir arada bulundurulabilmesidir (Önder ve Önder, 2013: 198; Ömürbek ve Şimşek, 2014: 308).

Mevcut çalışmada da öncelikli olarak amaç belirlenmiştir. Temel amaç Akçay havzası aşağı çığırının (Finike/ Antalya) su hasadı yapılabilecek potansiyel alanlarının belirlenmesidir. Amaç belirlendikten sonra problemin çözümü odaklı olarak hiyerarşik tablo oluşturulmuştur (**Tablo 5**).

Oluşturulan hiyerarşik tabloya amaç ve alt kriterler eklenir. Birçok literatürden de elde edilen bilgiler dahilinde havzalarda yapılan su hasadı çalışmalarında en fazla tercih edilen coğrafi

faktörlerin eğim, arazi kullanımı, jeoloji, akarsuyun su hasadı yapılacak olan alana mesafesi, yağış miktarı ve sıcaklık faktörü olduğu belirlenmiştir (Michael Ward, vd., 2021; Ammar Adham, vd., 2016; Şanlısoy, 2002; Imzahim A. Alwan, vd., 2020; Shaho Khorsheed NOORI, 2021; Centre for Development and Environment, 2013).

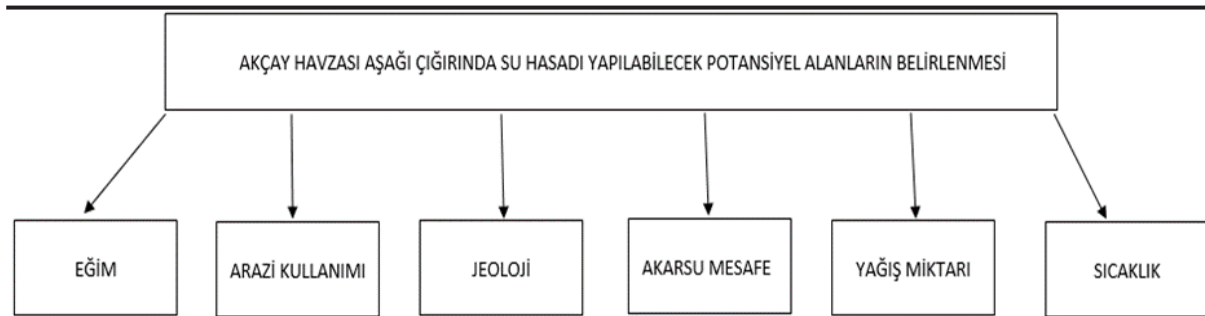
İnceleme alanı için 6 kriter belirlenmiş olup, 15 tane ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur (**Şekil 5**).

Oluşturulan karşılaştırma matrisi 2 Profesör, 2 Doçent, 2 Doktor Öğretim Üyesi, 1 Öğretim Görevlisi, 2 Araştırma görevlisi ve 1 konuyu çalışan yüksek lisans öğrencisi tarafından cevaplanarak toplamda 10 uzman görüşü yardımıyla 1 ve 9 arasında ölçeklendirilerek önem dereceleri karşılaştırılmış olup, uzman görüşlerin geometrik ortalamaları alınmıştır (**Tablo 6**) (**Şekil 5**).

Akçay havzasının aşağı çığırında su hasadı yapılabilecek potansiyel alanların belirlenmesi amacıyla oluşturulan karşılaştırma matrisi ile akarsu mesafe faktörünün 5 ölçeğinde arazi kullanım faktörüne göre daha önemli, eğim faktörünün 6 ölçeğinde arazi kullanım faktörüne göre daha önemli, jeoloji faktörünün 3 ölçeğinde arazi kullanım faktörüne göre daha önemli, sıcaklık faktörünün 4 ölçeğinde arazi kullanım faktörüne göre daha önemli, yağış miktarı faktörünün 7 ölçeğinde arazi kullanım faktörüne göre daha önemli, eğim faktörünün ve akarsu mesafe faktörünün 1 ölçeğinde eşit olduğu, akarsu mesafe faktörünün 3 ölçeğinde jeolojiye göre daha önemli olduğu, akarsu mesafe

Tablo 6: AHP analizi için kullanılan kriterler.

Table 6: Criteria used for AHP analysis.



Tablo 7. Saaty'nin Ölçek Açıklama Tablosu (Saaty, 1990; Altunay, 2018: 26).

Table 7. Saaty's scale explanation table (Saaty, 1990; Altunay, 2018: 26).

Sayısal Değerler	Tanım	Açıklama
1	Eşit	Hedef için her iki kriterin de eşit önemde olması durumu.
3	Kısmen Önemli	Tecrübe ve yargılara göre bir kriterin diğerine göre güçlü şekilde desteklenmesi durumu.
5	Önemli	Tecrübe yargılara göre bir kriterin diğerine göre güçlü şekilde desteklenmesi durumu.
7	Çok Önemli	Kriterlerden birisinin güçlü bir şekilde tercih edilmesi ve bu durumun pratikte kanıtlanmış olması.
9	Kuvvetli Derecede Önemli	Bir kriterin diğerine göre güçlü olduğuna ilişkin güçlü kanıtlar olması durumu.
2, 4, 6, 8	İki bitişik yargı arasındaki ara değerler (uzlaşma değeri)	Tercih değerlerinin birbirine yakın olduğu uzlaşma gerektiren durumlarda kullanılır.

Network	Judgments	Ratings
1. Choose	2. Node comparisons with respect to Akçay Havzası Aşağı ~	
Node Cluster	Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct	
Choose Node	Comparisons wrt "Akçay Havzası Aşağı Çığırında Su Hasadı Yapılabilecek Potansiyel Alanların Belirlenmesi" node in "Kriterler" cluster	
Akçay Havzası ~		
Cluster: 1. Amaç		
Choose Cluster		
Kriterler		
	1. Arazi Kul~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 2. Akarsu Me~
	2. Arazi Kul~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 3. Eğitim
	3. Arazi Kul~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 4. Jeoloji
	4. Arazi Kul~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 5. Sıcaklık
	5. Arazi Kul~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 6. Yağış Mik~
	6. Akarsu Me~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 3. Eğitim
	7. Akarsu Me~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 4. Jeoloji
	8. Akarsu Me~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 5. Sıcaklık
	9. Akarsu Me~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 6. Yağış Mik~
	10. Eğitim	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 4. Jeoloji
	11. Eğitim	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 5. Sıcaklık
	12. Eğitim	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 6. Yağış Mik~
	13. Jeoloji	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 5. Sıcaklık
	14. Jeoloji	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 6. Yağış Mik~
	15. Sıcaklık	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 6. Yağış Mik~

Şekil 5: Kriterlerin karşılaştırma matrisi ve geometrik ortalamaları
Figure 5: Comparison matrix and geometric mean of criteria

faktörünün 4 ölçeğinde sıcaklık faktöründen daha önemli olduğu, yağış miktarı faktörünün 5 ölçeğinde akarsu mesafe faktörüne göre daha önemli olduğu, eğitim faktörünün 4 ölçeğinde jeoloji faktörüne göre daha önemli olduğu, eğitim faktörünün 3 ölçeğinde sıcaklık faktörüne göre daha önemli olduğu, yağış miktarı faktörünün 4 ölçeğinde eğitim faktörüne göre daha önemli olduğu, jeoloji faktörünün 4 ölçeğinde sıcaklık faktörüne karşı daha önemli olduğu, yağış miktarı faktörünün 4 ölçeğinde jeoloji faktörüne karşı daha önemli olduğu, yağış miktarının 6 ölçeğinde sıcaklık faktörüne karşı daha önemli olduğu uzman görüşlerinin geometrik ortalaması alınarak tespit edilmiştir.

Oluşturulan karşılaştırmalı matris sonucunda ise kriterlerin ağırlıkları "Super Desicions" programı ile hesaplanmıştır.

3. Results		
Normal	Hybrid	
Inconsistency: 0.09		
1. Arazi ~		0.04
2. Akarsu~		0.17
3. Eğitim		0.18
4. Jeoloji		0.10
5. Sıcaklık~		0.06
6. Yağış ~		0.45

Şekil 6: Kriter ağırlıkları
Figure 6: Criterion weights

Hesaplanan kriter ağırlıkları ise 0.45 ağırlığı ile yağış miktarı faktörü en fazla değeri alan kriterdir. Yağış miktarı faktörünü takiben 0.18 ağırlık ile eğitim faktörü gelmekte ve daha sonra 0.17 ağırlık değeri ile akarsu mesafe faktörü, daha sonra 0.10 ağırlığı ile jeoloji faktörü, daha sonra 0.06 ağırlığı ile sıcaklık faktörü, en az ağırlığa sahip faktör ise 0.04 ağırlığı ile arazi kullanım faktörü olduğu saptanmıştır (Şekil 6).

3.2.2. Ağırlıklı Çakıştırma Analizi

Ağırlıklı çakıştırma analizi (Weighted Overlay) herhangi bir projenin uygun yer seçiminde öncelikli olarak kullanılan analiz çeşitlerinden bir tanesidir. Bu analiz yöntemi kullanılırken coğrafi bilgi sistemlerinin, mekânsal uygunluğunu tespit etmemizi sağlayan araçlarından birisi olan ArcGIS-Arc Map 10.5 programından yararlanılmıştır. İlk olarak kriterlerin her birinin altlık haritaları olan; arazi kullanım haritası, eğitim haritası, jeoloji haritası, drenaj yoğunluğu haritası, yağış dağılım haritası ve sıcaklık dağılım haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan bu haritalar vektör haritalara dönüştürülmek için **3D Analyst Tools'undan, Raster Reclass Tool'una** ulaşarak reclassify ile sınıflandırılmıştır (Şekil 7-12). Sınıflandırılırken her bir kriterin alternatifleri 1-5 arasında puanlanılmışlardır. Uygun olan alternatif değerleri için 5, ara değerler de uygunluk durumuna göre 4,3,2

Tablo 8: Ağırlıklı çakıştırma yönteminde kullanılan kriterlerin alternatifleri ve ağırlık dereceleri.**Table 8:** Alternatives and weight grades of the criteria used in the weighted overlay method.

Temel Parametreler	Parametre Faktörleri	Ağırlık Sınıfları	Ağırlık Değerleri
Litoloji	Alüvyon (KUVATERNER)	Kuvvetli Önemli	5
	Kiltaş (TRIAS)	Çok Önemli	4
	Konglomera-Kum-Kireçtaşı (MİOSEN)	Biraz Önemli	3
	Kireçtaşı (MESOZOİK)	Önemli	2
	Talus (KUVATERNER)	Önemsiz	1
Eğim (%)	0-20 (Tam Düzlük Alan)	Kuvvetli Önemli	5
	20-40 (Dalgalı Düzlük Alan)	Çok Önemli	4
	40-60 (Az Eğimli Yamaç)	Biraz Önemli	3
	60-80 (Eğimli ve Dik Yamaç)	Önemli	2
	80+ (Çok Dik Yamaç)	Önemsiz	1
Yağış (mm)	741-1000 mm	Kuvvetli Önemli	5
	1000-1250 mm	Çok Önemli	4
	1250-1500 mm	Biraz Önemli	3
	1500-1750 mm	Önemli	2
	1750+ mm	Önemsiz	1
Sıcaklık	6-10 °C	Kuvvetli Önemli	5
	10-12 °C	Çok Önemli	4
	12-14 °C	Biraz Önemli	3
	14-16 °C	Önemli	2
	16 + °C	Önemsiz	1
Arazi Kullanım	Tarım Alanı	Kuvvetli Önemli	5
	Bağcılık ve Meyvecilik	Çok Önemli	4
	Yerleşim Alanı	Biraz Önemli	3
	Çayır ve Meralık Alanlar	Önemli	2
	Orman	Önemsiz	1
Akarsu Mesafe	Kayalık Alanlar	Derecelendirilmedi	0
	0-50 m	Kuvvetli Önemli	5
	50-100 m	Çok Önemli	4
	100-200 m	Biraz Önemli	3
	200-300m	Önemli	2
	300+ m	Önemsiz	1

şeklinde puanlanmış ve uygun olmayan alternatif değerleri için 1 puanlaması yapılmıştır (Tablo 7).

5: Kuvvetli derecede önemli

4: Çok önemli

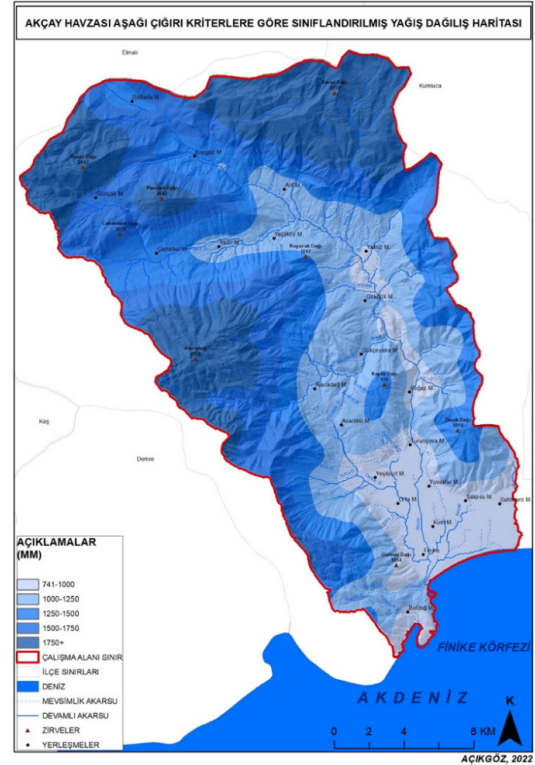
3: Biraz önemli

2: Önemli

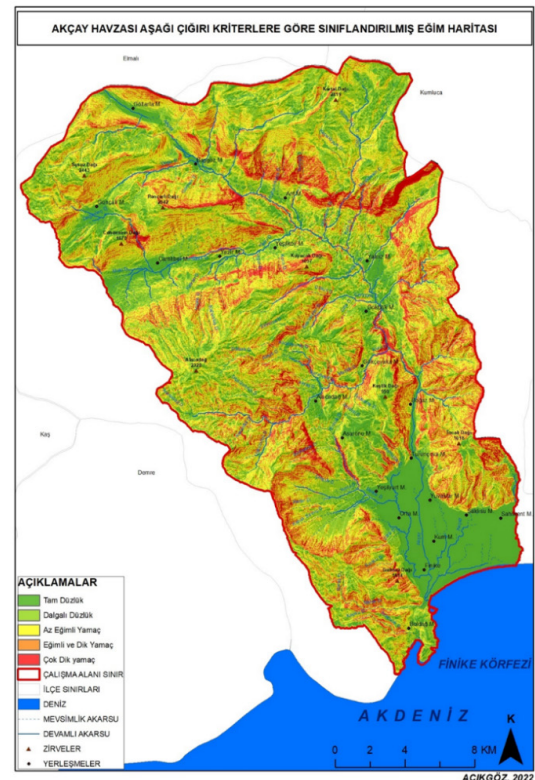
1: Önemsiz

Sınıflandırılmış yağış haritasında;

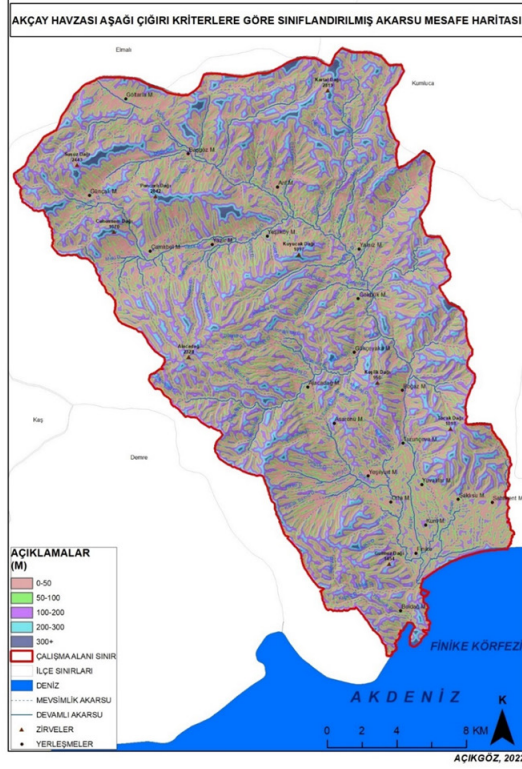
Finike ovasından itibaren Yalnız Mahallesi kadar ortalama 741-1000 mm arası yağış görülmektedir. Asarönü Mahallesi, Alacadağ Mahallesi, Gökçeyaka Mahallesi, Gökçük Mahallesi, Yeşilköy Mahallesi, Arif Mahallesi ve Yazır Mahallesi ortalama 1000-1250



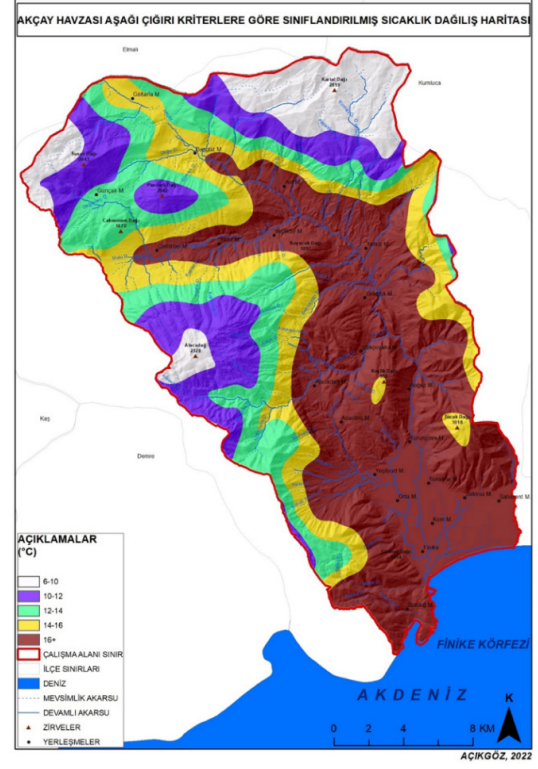
Şekil 7: Çalışma alanı yağış dağılışı haritası
Figure 7: Study area precipitation distribution map



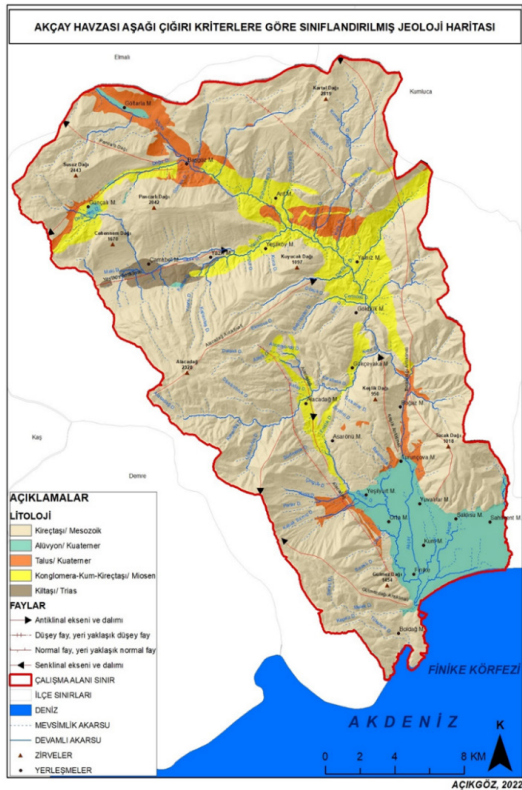
Şekil 8: Çalışma alanı eğim haritası
Figure 8: Study area slope map



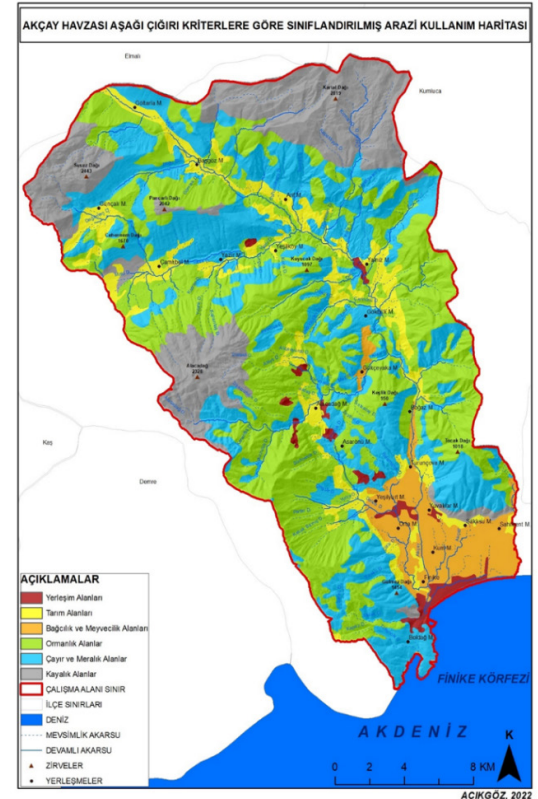
Şekil 9: Çalışma alanı akarsu mesafe haritası
Figure 9: Study area stream distance map



Şekil 11: Çalışma alanı sıcaklık dağılım haritası
Figure 11: Study area temperature distribution map



Şekil 10: Çalışma alanı jeoloji haritası
Figure 10: Study area geology map



Şekil 12: Çalışma alanı arazi kullanım haritası
Figure 12: Study area land use map

mm yağış alan bölgelerdir. Tocak Dağı, Çamlıbel Mahallesi, Göltarla Mahallesi ve Başgöz Mahallesi 1250-1500 mm yağış alan bölgelerdir. Cehennem Dağı ve Günçalı Mahallesi 1500-1750 mm yağış alan bölgelerdir. Son olarak da Alacadağ, Susuz Dağı ve Kartal Dağı 1750 mm ve üzeri yağış alan bölgelerdir (**Şekil 7**).

Sınıflandırılmış eğim haritasında;

Finike ovasının bulunduğu alan, Yalnız Mahallesi'nin güneyi, Çamlıbel Mahallesi, Günçalı Mahallesi, Başgöz Mahallesi ve Göltarla Mahallesi tam düzlük olarak sınıflandırılan alanlardır. Bolcağm bir kısmı, Yeşilyurt Mahallesi'nin batısı, Asarönü Mahallesi, Gökçeyaka Mahallesi'nin bir kısmı, Gökbük, Yeşilköy, Yazır ve Arif Mahalleleri dalgalı düzlük ve az eğimli yamaç olarak sınıflandırılan alanlardır. Tocak Dağı, Gülmez Dağı, Keşlik Dağı, Alacadağ, Kuyucak Dağı, Cehennem Dağı, Susuz Dağı ve Kartal Dağı tam düzlük, dalgalı düzlük, az eğimli yamaç, eğimli ve dik yamaç, çok dik yamaç sınıflarının hepsinin de yer yer görüldüğü alanlardır (**Şekil 8**).

Sınıflandırılmış akarsu mesafe haritasında;

Finike ovası ve çevresinde, akarsu vadisi ve çevresinde, eğimin az olduğu alanlarda 0-50 m, 50-100 m ve yer yer de 100-200 metre uzaklıkta alanlar görülmektedir. Eğimin fazla olduğu engebeli ve yüksek alanlarda ise 200-300 m uzaklıkta, 300 m ve üzeri uzaklıkta alanlar görülmektedir (**Şekil 9**).

Sınıflandırılmış jeoloji haritasında;

Finike ovasının Kuvaterner yaşlı alüvyonlarla kaplı olduğu, Günçalı Mahallesinde ve Göltarla Mahallesinde yer yer Kuvaterner yaşlı alüvyonların görüldüğü tespit edilmiştir. Çamlıbel Mahallesi Trias yaşlı kil taşlarından oluşmaktadır. Asarönü Mahallesi'nin batısı, Alacadağ Mahallesi, Gökçeyaka Mahallesi, Yalnız Mahallesi, Yeşilköy Mahallesi, Arif Mahallesi ve Günçalı Mahallesinde Miyosen yaşlı konglomera, kum ve kireçtaşları mevcuttur. Çalışma alanının büyük çoğunluğu Mesozoik yaşlı kireçtaşlarından oluşmaktadır. Göltarla, Başgöz, Günçalı Mahallelerinde, Yeşilyurt Mahallesi'nin batısında, Turunçova ve Arif Mahallelerinin güney doğusunda yer yer Kuvaterner yaşlı Talus'lar görülmektedir (**Şekil 10**).

Sınıflandırılmış sıcaklık haritasında;

Akçay havzası aşağı çığırında bulunan yerleşim alanlarının büyük çoğunluğunda sıcaklıklar 16 °C ve üzeri sıcaklığa sahip, Keşlik Dağı ve Tocak Dağı 14-16 °C, Cehennem Dağı 12-14 °C, Pancarlı Dağı ve Susuz Dağı 10-12 °C, Alacadağ ve Kartal Dağı ise 6-10 °C sıcaklıklara sahiptir (**Şekil 11**).

Sınıflandırılmış arazi kullanım haritasında;

Çalışma alanının büyük çoğunluğu alan olarak ormanlık ile kaplıdır, daha sonraki büyük çoğunluğu çayır ve meralık alan kaplamaktadır. Finike ovası bağcılık, meyvecilik ve yer yer de tarım alanlarıyla kaplıdır. Alanın kuzeyi tarım alanlarıyla yoğunlaşmış olarak bulunmakta güneyi ise hem bağcılık, meyvecilik hem de tarım alanlarıyla yoğunlaşmış durumdadır. Elbette bağcılık, meyvecilik ve tarım alanlarının bulunduğu bölgelerde yoğunlaşan su hasadının pozitif etkileri fazladır. Elde edilen yağmur suları tarım arazilerinde kullanılarak tekrar dönüştürülür ve aslında amaçlanmak istenen tasarruf elde edilmiş olur (**Şekil 12**).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tüm yapılan analizler sonucunda Akçay havzası aşağı çığırı su hasadı yapılabilecek potansiyel alanlar haritası oluşmuştur (**Şekil 14**). Bunun yanı sıra Çalışma alanında su hasadı yapılabilecek potansiyel alanların yüzde (%) ve hektar (hm²) cinsinden kapladığı yüzeyler hesaplanmıştır (**Tablo 8**), (**Tablo 9**), (**Şekil 13**). Elde edilen sonuçlara göre kuvvetli derecede uygun alanlar % 23, orta derecede uygun alanlar %51, düşük derecede uygun alanlar %11 ve uygun olmayan alanlar %15 olarak 4 sınıfta incelenmektedir (**Tablo 8**).

Tablo 9: Su hasadı yapılacak alanların % cinsinden kapladığı hektar alan tablosu.

Table 9: Table of hectare area occupied by water harvesting areas in %.

Akçay Havzası Aşağı Çığırı Su Hasadı Yapılabilecek Potansiyel Alanların % Cinsinden Kapladığı Hektar Alan

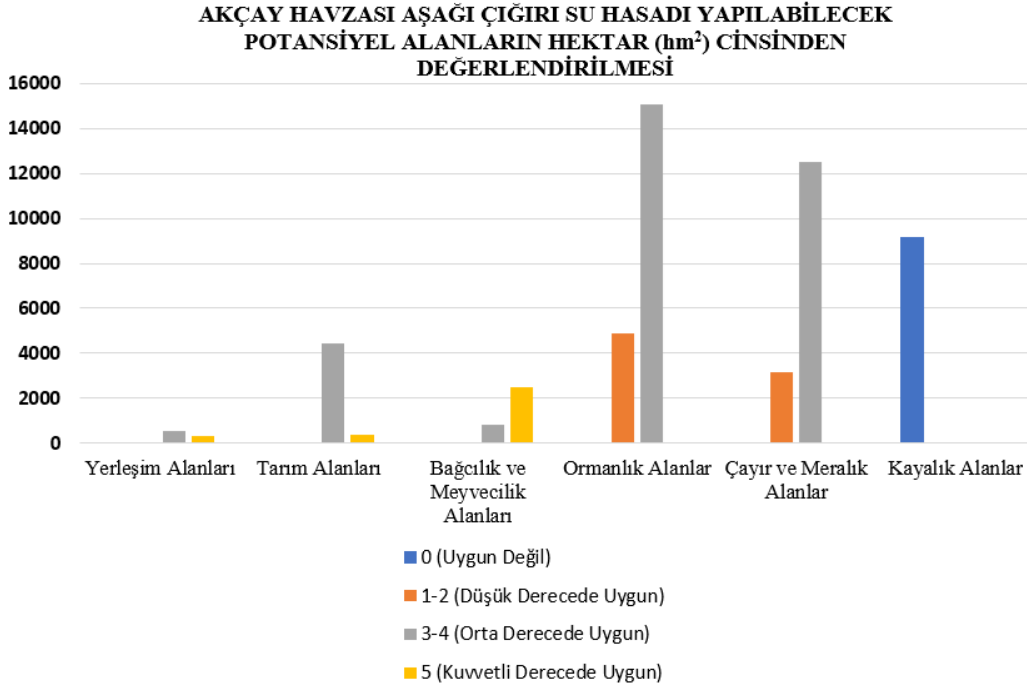
Alanlar	Kapladığı Alanlar (%)
0 (Uygun Olmayan Alan)	15
1-2 (Düşük Derecede Uygun Alan)	11
3-4 (Orta Derecede Uygun Alan)	51
5 (Kuvvetli Derecede Uygun Alan)	23

Tablo 10: Akçay havzası aşağı çığırı su hasadı yapılacak alanların hektar (hm²) cinsinden değerlendirilmesi.

Table 10: Evaluation of the areas to be harvested in Akçay basin lower pile water harvest in hectares (hm²).

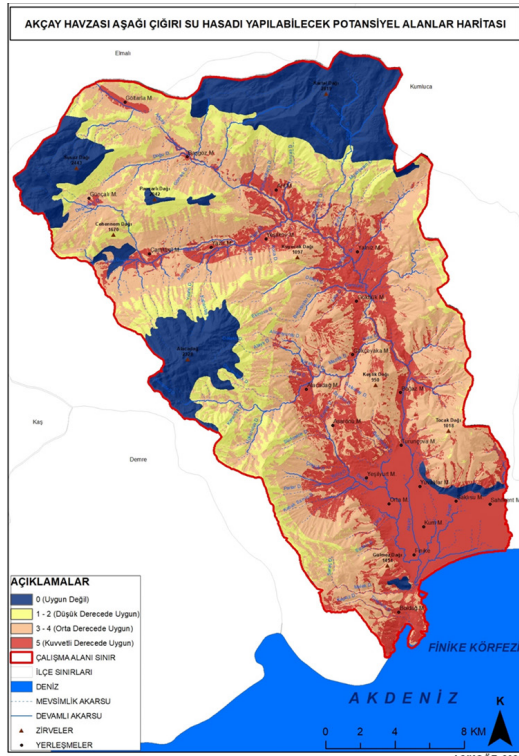
Akçay Havzası Aşağı Çığırı Su Hasadı Yapılabilecek Potansiyel Alanların Hektar (Hm²) Cinsinden Değerlendirilmesi

	Yerleşim Alanları	Tarım Alanları	Bağcılık ve Meyvecilik Alanları	Ormanlık Alanlar	Çayır ve Meralık Alanlar	Kayalık Alanlar
0 (Uygun Değil)	0	0	0	0	0	9191,63
1-2 (Düşük Derecede Uygun)	3,83	23,66	0	4887,25	3158,65	0
3-4 (Orta Derecede Uygun)	560,84	4425,13	848,6	15071,08	12502,8	0
5 (Kuvvetli Derecede Uygun)	308,67	386	2490,12	0,09	0,04	0



Şekil 13: Akçay havzası aşağı çığırı su hasadı yapılabilecek potansiyel alanların hektar (hm²) cinsinden değerlendirildiği grafik

Figure 13: Graph where the potential areas where water can be harvested from the lower part of the Akçay basin are evaluated in terms of hectares (hm²)



Şekil 14: Akçay havzası aşağı çığırı su hasadı yapılabilecek potansiyel alanlar haritası

Figure 14: Map of potential areas where water harvesting can be done downstream of the Akçay basin

Sahilkent, Saklısu, Yuvalılar, Turunçova, Yeşilyurt, Kum, Finike merkez, Boldağ ve Orta mahalle Finike ovasında bulunan mahallelerdir. Bu yerleşmeler su hasadı yapmak için kuvvetli derecede uygun potansiyel alanlar olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra Finike ovasında bulunmayan Asarönü, Gökçeyaka, Gökçük, Boğaz, Yalnız, Yeşilköy, Yazır, Arif, Başgöz, Göltarla, Günçalı ve Alacadağ Mahalleleri de su hasadı yapılabilecek potansiyel alanlardan kuvvetli derecede uygun alanlar sınıfında yer almaktadır. Az eğimin bulunduğu dalgalı düzlük olan, vadi yamaçları ise orta derecede su hasadı potansiyel alanlarını oluşturmaktadır. Susuz Dağı, Kartal Dağı, Pancarlı Dağı, Alacadağ su hasadı yapılmasının mümkün olmadığı alanlar sınıfında yer almaktadır. Saklısu'nun kuzeyinde bulunan alan ve Gülmez Dağının güneyinde bulunan alan da su hasadı yapılmasının mümkün olmadığı alanlar sınıfında yer almaktadır. Kayalık alanlar ve çok dik yamaçlar su hasadının yapılmasının mümkün olmadığı alanlar sınıfına girmektedir. Az eğimli ve dik yamaç olarak sınıflandırılan alanlar ise düşük derecede su hasadı yapılması mümkün olan alanlar sınıfında yer almaktadır.

Finike Meteoroloji İstasyonu verilerine göre 1973-2021 yılları arası standartlaştırılmış yağış indisinin yıllık ortalama kuraklık analizi sonuçlarında da görüldüğü gibi ne tamamen kurak ne de tamamen nemlilikten söz edilmesi mümkün değildir.

Fark edilen bir şey vardır ki o da son 3 yıldır kurak dönemlerin, daha önceki kurak dönemlere göre daha şiddetli olmasıdır.

Çalışmada kullanılan coğrafi bilgi sistemleri, su hasadı için potansiyel alanların belirlenmesi ve mekânsal analizinin yapılması noktasında inanılmaz büyük bir öneme sahiptir fakat tek başına değil de onu destekleyici analitik hiyerarşi gibi yöntemlere de ihtiyaç duyulmaktadır. Kriterler belirlenmiş ve uzman görüşünden faydalanılmıştır. Sonrasında kriter ağırlıkları belirlenerek, sınıflandırma işleminin yapılması ve daha sonra ağırlıklı çakıştırma analizinin uygulanması sonucunda da Akçay havzasında su hasadı yapılabilecek kuvvetli derecede uygun alanların, orta derecede uygun alanların, düşük derecede uygun alanların ve uygun olmayan alanlarının mevcut olduğu anlaşılmıştır.

Sahilkent Mahallesi, Saklısu Mahallesi, Yuvalılar Mahallesi, Turunçova Mahallesi, Yeşilyurt Mahallesi, Kum Mahallesi, Finike merkez, Boldağ Mahallesi, Orta Mahalle, Asarönü Mahallesi, Gökçeyaka Mahallesi, Gökbük Mahallesi, Boğaz Mahallesi, Yalnız Mahallesi, Yeşilköy Mahallesi, Yazır Mahallesi, Arif Mahallesi, Başgöz Mahallesi, Göltarla Mahallesi, Günçalı Mahallesi ve Alacadağ Mahallesi su hasadı yapmak için kuvvetli derecede uygun potansiyel alanlar olarak belirlenmiş, yer yer de orta derecede su hasadı yapılabilir potansiyel alanlar olarak belirlenmiştir. Kayalık alanlar ve dik yamaçlar ise su hasadı yapılmasının mümkün olmadığı alanlar olarak belirlenmiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Çalışma Konsepti/Tasarım- E.A., N.A.; Veri Toplama- E.A., N.A. ; Veri Analizi/Yorumlama- E.A., N.A.; Yazı Taslağı- E.A., N.A. ; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- E.A.; Son Onay ve Sorumluluk- E.A., N.A.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Conception/Design of Study- E.A., N.A.; Data Acquisition- E.A., N.A.; Data Analysis/Interpretation- E.A., N.A.; Drafting Manuscript- E.A., N.A. ; Critical Revision of Manuscript- E.A.; Final Approval and Accountability- E.A., N.A.

Conflict of Interest: The authors have no conflict of interest to declare.

Grant Support: The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKÇA/REFERENCES

- Akkuzu, G. P. (2008). "Küresel Su Krizi ve Su Hasadı Teknikleri." Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 75-85.
- Alkay, E. (2014). *Şehir Planlamada Analiz ve Değerlendirme Teknikleri*. İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Altunay, K. (2018). Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Proje Seçimi: Kobi Projelerinin Ön Değerlendirmesine Yönelik Uygulama. *Yüksek Lisans Tezi*. Ankara: Yüksek Öğretim Kurumu.

- Ammar Adham, M. R. (2016: 108-120). Identification of suitable sites for rainwater harvesting structures in arid and semi-arid regions: A review. *International Soil and Water Conservation Research*.
- Aslıhan Korkmaz, B. E. (2018). İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü. *I. Uluslararası İçmesuyu Ve Atıksu Sempozyumu*, (s. 49-60). Afyonkarahisar.
- Bayar, B. Ö. (2021). CBS Teknolojileri ve AHP ile Bağ Alanları için Uygun Yer Seçimi: Denizli İli Örneği. *Ege Coğrafya Dergisi 30/1*, s. 125-141.
- Burak Gürkan, B. Ö. (2021). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Ortamında Analitik Hiyerarşi Prosesiyle (AHP) Organik Gübre Üretim Tesisi Uygunluk Analizi: Tekirdağ İli Örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 18/4*, s. 718-729.
- Centre for Development and Environment, CDE. (2013). *Water Harvesting Guidelines to Good Practice*. Centre for Development and Environment (CDE) and Institute of Geography, University of Bern; Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN), Amsterdam; MetaMeta, Wageningen; The International Fund for Agricultural Development (IFAD), Rome.
- Çay, E. E. (2020). Havaalanı Yer Seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Kullanımı. *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi 8/2*, s. 200-210.
- Esen, H. Ö. (2008). *Uygulamalı Yöneylem Araştırması, Yöneticiler için Bilgisayar Destekli Karar Modelleri*. İstanbul: Çağlayan Kitabevi.
- Güler Önder, E. Ö. (2013). Yoğun Bakım Hemşirelerinin İş Tatminine Etki Eden Faktörlerin Önem Derecelerinin Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi İle Belirlenmesi. *KSÜ İİBF Dergisi, Cilt 3/ No 2*, 195-216.
- Gülnaziye Özgün, B. V. (2020). Standart Yağış İndeksi(SPI) Metodu Kullanılarak Kuraklık Analizi ve Bursa Doğancı Barajı ile İlişkilendirilmesi. *Academic Platform*, 879.
- Halil Akıncı, A. Y. (2012, Ekim 16-19). AHP Yöntemi ile Tarıma Uygun Alanların Belirlenmesi. *IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*. Zonguldak.
- Halil Akıncı, A. Y. (2015). *Büyük Barajların Tarım Arazileri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi ve Artvin'de CBS ve AHP Yöntemi Kullanılarak Alternatif Tarım Arazilerinin Belirlenmesi*. Ankara: TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 15. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı.
- Imzahim A. Alwan, N. A. (2020). Potential Water Harvesting Sites Identification Using Spatial Multi-Criteria Evaluation in Maysan Province, Iraq. *International Journal of Geo-Information*.
- İnci Örs, S. S. (2011). «Su Hasadı Teknikleri, Yapıları ve Etkileri.» *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 65-71.
- Köksal, H. (2000). Yüzeysel akış suyu kazanım teknikleri. *Teknik Bülten*.
- Kuzucu, M. (2013). Yarı Kurak Alanlarda Mikro Havza Su Hasadı Tekniğinin Genç Antep Fıstığı Ağaçlarının Gelişimi, Toprak ve Su Korunumuna Etkileri. *Doktora Tezi*. Adana.
- McKee, T. D. (1993). The Relation of Drought Frequency and Duration to Time Scales. *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*, s. 179-184.

- McKee, T. D. (1993). The Relation of Drought Frequency and Duration to Time Scales. *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*, s. 179-184.
- Michael Ward, C. P. (2021). Using AHP and Spatial Analysis to Determine Water Surface Storage Suitability in Cambodia. *Water*,13/3.
- Mustafa Recep İrcan, N. D. (2021). Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ) Yöntemi ile Şanlıurfa İli Kuraklık Analizi. *Coğrafya Dergisi*, s. 7.
- NOORI, S. K. (2021). “Site Suitability in Water Harvesting Management Using Remote Sensing Data and GIs Techniques: A Case Study of Sulaimaniyah Province, Iraq. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Yüksek Öğretim Kurumu.
- Onur Arslan, A. B. (2016). Standartlaştırılmış Yağış İndisi Yöntemiyle Kızılırmak Havzasının Meteorolojik Kuraklık Analizi. *Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi Cilt:5/Sayı:2*, s. 188-194.
- Saaty, T. (1990). How to Make a Decision: the Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operation Research*, s. 9-26.
- Saaty, T. L. (1977). A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15, s. 234-281.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. California: McGraw-Hill International Book Company.
- Saaty, T. L. (1990). *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority, Setting, Resource Allocation*. Pittsburgh: : RWS Publications.
- Suresh, R. (2002). *Soil and water conservation engineering*. Standard Publishers Distributors: New Delhi, India.
- Şanlısoy, A. (2002). İstanbul'daki Su Toplama Havzalarında Yaşanan Sorunlar, Nedenleri ve Çözüm Önerileri. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Yüksek Öğretim Kurumu.
- Şimşek, N. Ö. (2014: 308). Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci Yöntemleri ile Online Alışveriş Site Seçimi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi/22* .
- TC. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2019). *Batı Akdeniz Havzası Taşkın Yönetim Planı*. Ankara: Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.
- Theib Oweis, D. P. (2001). *Water harvesting: indigenous knowledge for the future of the drier environments*. ICARDA, Aleppo, Syria, 40 pp. Aleppo, Syria: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas.
- Turan, E. S. (2018). Türkiye'nin İklim Değişikliğine Bağlı Kuraklık Durumu. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 63-69.
- Türkeş, M. (2012). Türkiye’de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1-32.
- Umut Pekin Timur, S. E. (2012). “Kentsel Alanlar ve Yerleşelerde Su Hasadı Teknikleri; Planlama ve Tasarım.” *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 170-174.
- Uyan, M. (2017). Güneş enerjisi santrali kurulabilecek alanların AHP yöntemi kullanılarak CBS destekli haritalanması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi /23 (4)*, s. 343-351.
- Yılmaz, M. (2010). Analitik Hiyerarşi Süreci AHS ve Bir Uygulama: Lider bir Kütüphane Müdürü Seçimi. *Türk Kütüphaneciliği*, 24/2, s. 206-234.
- Yomralıoğlu, D. G. (2017). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Düzenli Deponi Yer Seçimi: İstanbul İli Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, s. 262-269.
- Yüce, C. Y. (2018). Burdur İlindeki Mevcut Güneş Enerjisi Santrallerinin (GES) Mekansal Uygunluğunun Değerlendirilmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 10(2)*, s. 132-140.