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

# HARRAN OVASI YERALTI SUYU POTANSİYELİ VE KALİTESİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ DESTEKLİ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ

**Veysel ASLAN**

**DOKTORA TEZİ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DİYARBAKIR**
**ARALIK – 2018**

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

# HARRAN OVASI YERALTI SUYU POTANSİYELİ VE KALİTESİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ DESTEKLİ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ

**Veysel ASLAN**

**DOKTORA TEZİ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DİYARBAKIR**
**ARALIK – 2019**

**T.C**

**DİCLE UNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ**

**DİYARBAKIR**

Veysel ASLAN tarafından yapılan "Harran Ovası Yeraltı Suyu Potansiyeli ve Kalitesinin Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Modellenmesi" konulu bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği/oy çokluğuyla İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesinin

| Ünvanı | Adı Soyadı |
|---|---|
| Başkan: | Prof. Dr. Tamer BAĞATUR |
| Üye : | Prof.Dr. M.İrfan YEŞİLNACAR |
| Üye : | Doç.Dr. Nizamettin HAMİDİ |
| Üye : | Dr.Öğr. Üyesi Recep ÇELİK |
| Üye : | Dr.Öğr. Üyesi M.Yaşar SEPETÇİOĞLU |

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 13/12/2018

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım

...../...../2019

Prof.Dr. Sevtap SÜMER EKER

ENSTİTÜ MÜDÜRÜ V.

( MÜHÜR )

## TEŞEKKÜR

"Harran Ovası Yerltısuyu Potansiyeli ve Kalitesinin Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Modellenmesi" adlı üç aşamalı doktora tezi çalışmamda ve bunların planlanıp yürütülmesinde değerli bilgi ve deneyimlerinden istifade ettiğim, destek ve yakın alakasını gördüğüm doktora tez danışmanım Sayın Dr. Öğretim Üyesi Recep ÇELİK hocama teşekkürlerimi bir borç bilirim. Doktora tez çalışmaları ve altı aylık raporların sunumları esnasında yardım ve desteklerinden istifade ettiğim tez izleme ve takip komitesi üyeleri Sayın Prof. Dr. Tamer BAGATUR, Sayın Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Yaşar SEPETÇİOĞLU, Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünden Sayın Prof. Dr. Mehmet İrfan YEŞİLNACAR hocalarıma yakın ilgi, alaka ve katkılarından dolayı teşekkür ederim. Bununla birlikte çalışmalarımda CBS programının kullanımında ve gerekse diğer alanlarda yardımını esirgemeyen Jeoloji Mühendisi Abdunnur UÇAR ve Şanlıurfa AFAD'da görevli Harita Teknikeri İbrahim Halil İRCAN arkadaşlarıma teşekkür ediyorum. Ayrıca Şanlıurfa DSİ XVI. Bölge müdürlüğünde çalışan İnşaat Teknikeri İmam Bakır TURAN ve Yahya AYAZ beylere de desteklerinden dolayı şükranlarımı sunarım.

# İÇİNDEKİLER

**Sayfa**


**TEŞEKKÜR** ..... **I**
**İÇİNDEKİLER** ..... **II**
**ÖZET** ..... **IV**
**ABSTRACT** ..... **VI**
**ÇİZELGE LİSTESİ** ..... **VIII**
**ŞEKİL LİSTESİ** ..... **XII**
**KISALTMA VE SİMGELER** ..... **XIII**
**1. GİRİŞ** ..... **1**
**2. KAYNAK ÖZETLERİ** ..... **5**
2.1. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ..... 5
2.1.1. CBS' nin Yararlı Olduğu Alanlar ..... 6
2.1.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Yazılım ve Donanım ..... 7
2.1.3. Cografi Bilgi Sistem'inde ArcGis ArcMap ile Çalışma Yöntemi ..... 11
2.1.3.1. DEM (Digital Elevation Model veya Sayısal Yükseklik Modeli) ..... 11
2.1.3.2. Fill Sinks (Boşlukları Ya da Çukurlukları Doldurma) ..... 12
2.1.3.3. Akıs Yönleri (Flow Direction) ..... 12
2.1.3.4. Akış Birikimi (Flow Accumulation) ..... 13
2.1.3.5. Nehir tanımlama (stream definition) ..... 13
2.1.3.6. Su Toplama Alanlarının Olusturulması (Stream Segmentation) ..... 13
2.1.3.7. Su Toplama Alanının Belirlenmesi ..... 13
2.1.3.8. Model Builder ile oluşması ..... 13
**3. MATERYAL VE METOT** ..... **17**
3.1. Materyal ..... 17
3.1.1. Çalışma Alanı ..... 17
3.1.2. Örnek Alınan Kuyular ..... 18
3.1.3. Jeolojik Özellikleri ..... 19
3.1.4. Jeomorfolojik Özellikleri ..... 20
3.1.5. Hidrojeolojik Özellikleri ..... 20

3.1.6. İklim ve Meteorolojik Özellikleri ..... 21
3.2. Metod ..... 22
3.2.1. Yeraltısuyu Potansiyeli İndeksinin (YSPI) Belirlenmesi ..... 22
3.2.2. Yeraltısuyu Haritaları Oluşturularak YSPI ile Karşılaştırma ..... 26
3.2.3. Yeraltısu Kaliyesi ve Kirlenme Potansiyeli Değerlendirme Metodu ..... 26
**4. BULGULAR VE TARTIŞMA ..... 27**
4.1. Yeraltısuyu Potansiyelinin Belirlemesine Yönelik Kriterler ..... 27
4.1.1. Yeraltısuyu Haritasının Oluşturulması ..... 27
4.1.2. Hidrojeoloji Haritanın Oluşturulması ..... 35
4.1.3. Jeomorfoloji ve Drenaj Yoğunluk Haritasının Oluşturulması ..... 40
4.1.4. Yağış Haritasının Oluşturulması ..... 57
4.1.5. Havzaya Ait Jeoloji Haritası ..... 59
4.1.6. Havzaya Ait Toprak Haritası ..... 60
4.1.7. YSPI Değerlendirmesi ile İlgili Parametreler ..... 61
4.2. Yeraltı Suyu Kalitesi ve Kirlenme Potansiyelinin Belirlenmesi ..... 72
4.2.1. EC (Elektriksel iletkenlik) ve TDS (Toplam çözünmüş katı madde) ..... 76
4.2.2. PH Durumu ..... 79
4.2.3. Nitrat($NO_3$) ..... 82
4.2.4. Sertlik ..... 85
4.2.5. SulamaSuyuSınıflamalarında SAR ..... 89
**5. SONUÇ VE ÖNERİLER ..... 95**
5.1. Yeraltısu Potansiyeli İndeksi ve DurumuDeğerlendirilmesi ..... 95
5.1.1. YPSI Sonuçlarının Sahadaki Kuyu Verileri İle Doğruluk Kontrolu ..... 96
5.2. Yeraltısu Kalitesi Durumu ..... 98
**6. KAYNAKLAR ..... 103**
ÖZGEÇMİŞ ..... 111

# ÖZET

HARRAN OVASI YERALTI SUYU POTANSİYELİ VE KALİTESİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ DESTEKLİ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ

DOKTORA TEZİ
Veysel ASLAN

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2018

Harran Ovası Yeraltısuyu Potansiyeli ve Kalitesinin ilcelenmesi ile ilgili çalışmamda iki önemli değişken söz konusu olmuştur. Bu değişkenler yeraltı su potansiyeli modellenmesi ve su kalitesinin (kirlilik) ortaya çıkarılmasıdır. Bu çalışmalar CBS destekli Çok Kriterli Değerlendirme Sistemi (Multi-Criteria Decision System) yöntemi ile incelenmiştir. Çalışmada yeraltısuyu potansiyelinin ortaya çıkarılması ile ilgili çoğunlukla Şanlıurfa Devlet Su İşleri'nin (DSİ) yapmış olduğu yeraltısuyu seviye varyasyonlarının gösterildiği kuyu verileri, arazi yapısı, jeoloji, jeomorfoloji, eğim, arazi kullanımı, toprak, yağış, fay yoğunluğu ve drenaj yoğunluğu parametreler kullanılarak Çoklu Değerlendirme Yöntemi ile Harran Ovası'nın Yeraltısu potansiyeli İndeksi (YPSI) elde edilmiştir. YPSI değerlerine göre Havzanın %38'inin; orta seviyede, %31'lik kısmının; iyi seviyede, %29 kısmının; kötü seviyede, %1,6 lık kısmının; çok iyi seviyede, geriye kalan çok az bir kısmınında çok kötü seviyede yeraltı su potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca YSPI değerleri ile Sondaj kuyu verileri karşılaştırılarak potansiyel değerlerinin birbirleriyle örtüştüğü görülmüştür.

Çalışmamızın ikinci bölümü olan Harran Ovası Yeraltı suyu kalitesi ile alakalı veriler Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünden Yeşilnacar'ın (2006) yaptığı su kalitesi çalışmasından alınarak CBS programının oluşturduğu imkânlardan yararlanılmıştır. Harran Ovasında 24 kuyuda yapılan ölçümlerde, pH, EC, nitrat, sertlik ve sulama suyu sınıflamasından Sodyum tehlikesi (SAR) parametreleri kullanılarak su kalitesi (kirlilik) değerleri CBS ortamına aktarılıp ovanın yeraltı su kalitesine ait veriler elde edilmiştir.

Türkiye'nin yeraltı suyu kirlenme nedenlerinden biri, evsel atıklar ve herhangi bir işleme tabi tutulmayan katı ve sıvıların toprağa doğrudan verilmesidir. Deterjan gibi parçalanması daha uzun zaman alan bileşikler yeraltı sularına karışarak içme sularında çok ciddi problemler oluşturabilmektedir. Yeraltı suyu kalitesinin bozulmasına neden olan tarımsal faaliyetler ise; ilaç atıkları olan pestisitin yanı sıra kimyasal gübre ve hayvansal atıkların yağışla birlikte toprağa karışım olayıdır. Harran Ovası içme ve sulama suyu ihtiyacının büyük bir kısmını yeraltı suyu kaynaklarından karşılamaktadır. Yeraltı suyunun plansız ve programsız olarak kullanılması, ekolojik ve ekonomik açıdan çok önemli problemler oluşturabilmektedir.

Kirlenmeye yönelik sorunlar karşısında önlemler alınması ve yeni politikalar oluşturulması için öncelikli olarak su kullanmının kayıt altına alınmasının yanısıra konuya ait planların yenilenmesi, en önemlisi de devamlılık arzetmesi gerekmektedir. Buna bağlı olarak CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi), yeraltı ve yerüstü su kaynakları, yerkürenin geniş arazi örtüsü, tarımsal faaliyetlerde meydana gelen değişimlerin takibi ve kayıt altına alınmasında daha büyük kolaylıklar ve yararlar sağlamaktadır. Harran Ovası genel olarak tarımsal faaliyetlerin çoğunlukta olduğu bir bölge olmasından dolayı nitrat kirliliğinin bu bölgelerde istenilenden fazla olduğu yapılmış olan haritalardan kolaylıkla görülmektedir. Sonuçlara göre ovada nitrat değerlerinin istenilen sınır değerlerinin üzerinde olmasına sebep olan kriterin tarım amaçlı kullanılan gübreler olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Harran Ovası, Yeraltısu Potansiyeli, Yeraltısu kalitesi, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), Tematik Haritalar, Yeraltı su seviyesi, Çoklu Değerlendirme Modeli

## ABSTRACT

MODELING OF HARRAN PLAIN GROUNDWATER POTENTIAL AND QUALITY WITH GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM SUPPORTED MULTIPLE CRITERIA DECISION MAKING METHOD

PhD THESIS

Veysel ASLA**N**

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

UNIVERSITY OF DICLE

2018

There are two important variables in of Harran Plain Groundwater Potential and Quality. These variables are groundwater potential modeling and water quality (pollution). These studies were investigated with Multi-Criteria Decision System (MCDM). In this study, the well data about the groundwater potential of Şanlıurfa State Water Works, showing the groundwater level variations which land structure, geology, geomorphology, slope, land use, soil, precipitation, fault intensity and drainage density parameters Groundwater Potential Index (GWPI) of Harran Plain was obtained by using Multiple Assessment Method. According to the ground water potential index, 38% of the basin; medium level, 31%; good level, 29%; bad level, 1.6% of the portion; very good level, very few of them had been found to have very poor groundwater potential. Also by comparing the drilling well data with index water potential index values were overlap with each other. The data related to Harran Plain groundwater quality second part of our study were taken from the water quality study of Yesilnacar (2006) from Harran University Environmental Engineering Department and the opportunities created by GIS program were utilized. Evaluations in 24 wells on the Harran Plain, water quality (pollution) values were transferred to GIS environment by using sodium, pH, EC, nitrate, hardness and irrigation water classification parameters and data related to groundwater quality were obtained. Accordingly, it is concluded that the Harran Plain has high quality waters.

One of the reasons Turkey's groundwater contamination, municipal waste and solid and liquid is introduced directly into the soil not subjected to any treatment. Compounds that take longer to break down, such as detergents, can cause serious problems in drinking water by mixing with groundwater. Agricultural activities causing the deterioration of groundwater quality are; pesticide, which is a drug waste, as well as chemical fertilizer and animal wastes. Harran Plain meets most of the need for drinking and irrigation water from groundwater sources. The use of groundwater unplaned and unscheduled can create very important ecological and economic problems. In order to take measures against pollution problems and to establish new policies, it is necessary to record the water usage as a priority and to renew the plans of the subject and, most importantly, to show continuity. Accordingly, GIS (Geographic Information System), ground water and surface water resources, vast land cover of the globe, provides greater benefits and benefits in tracking and recording changes in agricultural activities. Since the Harran Plain is a region where agricultural activities are predominant, nitrate pollution can easily be seen from the maps which have been made more than the desired in these regions. According to the results, it can be said that the criteria that cause nitrate values above the desired limit values in the plain are fertilizers used for agriculture.

**Key Words:** Groundwater quality, Geographic Information System (GIS), Thematic maps, Groundwater level, Water quality

# ÇİZELGE LİSTESİ


| Çizelge No | | Sayfa |
|---|---|---|
| **Çizelge 3.1.** | Harran Ovası elementlerinden sızan su miktarı | 21 |
| **Çizelge 3.2.** | Kullanılan Parametreler ve Ağırlıkları | 23 |
| **Çizelge 3.3.** | Harran Ovası YSPI parametrler ikili karşılaştırma tablosu | 24 |
| **Çizelge 3.4.** | Harran Ovası YSPI Standartize Matris Tablosu (W: ağırlık oranı) | 25 |
| **Çizelge 4.1.** | Şanlıurfa Hidrojeoloji Kuyu Verileri 1-93 Arası | 37 |
| **Çizelge 4.2.** | Şanlıurfa Hidrojeoloji Kuyu Verileri 1 | 38 |
| **Çizelge 4.3.** | Jeomorfoloji sınır değerleri | 56 |
| **Çizelge 4.4.** | Su kalite değerlendirmesi amaclı kuyu lokasyon verileri | 74 |
| **Çizelge 4.6.** | Kuyulara ait elektriksel iletkenlik (EC) değerleri | 77 |
| **Çizelge 4.7.** | Sulama suyunun tuzluluk sınıflaması (Çullu, 2011) | 78 |
| **Çizelge 4.8.** | Sulama suyunun tuzluluk sınıflaması reclassify değerleme Çizelgesi | 78 |
| **Çizelge 4.9.** | Kuyulara ait hidrojen potansi (pH) değerleri | 80 |
| **Çizelge 4.10.** | pH insani tüketim amaçlı suların ulusal ve uluslararası satandartlar | 80 |
| **Çizelge 4.11.** | Sulama suyunun pH sınıflaması reclassify değerleme Çizelgesi | 81 |
| **Çizelge 4.13.** | Nitrat insani tüketim amaçlı suların ulusal ve uluslararası satandardı | 84 |
| **Çizelge 4.14.** | Nitrat sınıflaması reclassify değerleme Çizelgesi | 84 |
| **Çizelge 4.15.** | Kuyulara ait Sertlik değerleri | 87 |
| **Çizelge 4.17.** | Sertik sınıflaması reclassify değerleme Çizelgesi | 88 |
| **Çizelge 4.18.** | Yüzde SAR'ın aylık değişimi | 91 |
| **Çizelge 4.19.** | Sulama suları (SAR) sınıflaması reclassify değerleme Çizelgesi | 92 |
| **Çizelge 5.1.** | Harran Ovası YPSI değerlerine göre tanımlanması | 96 |
| **Çizelge 5.2.** | YSPI haritası ile sahada açılana kuyularla veri kontrolü | 97 |

## ŞEKİL LİSTESİ


| Şekil No | | Sayfa |
|---|---|---|
| **Şekil 2.1.** | Boşlukların doldurulması ( GÜREŞCİ, SEYREK 2012). | 12 |
| **Şekil 2.2.** | Harran Ovası Çalışma Alanının ModelBuilder ile Havza Oluşturulması | 16 |
| **Şekil 3.1.** | Harran Ovası Çalışma Alanı Lokasyon Haritası | 18 |
| **Şekil 3.2.** | Üç boyutlu Genel Vaziyet Planında Harran ovasının Görünümü (DSİ 2012) | 18 |
| **Şekil 4.1.** | Harran Ovası Çalışma Alanı Kuyu Lokasyon Haritası | 28 |
| **Şekil 4.2.** | Harran ovası çalışma alanı Statik Su seviyesi oluşturma penceresi | 29 |
| **Şekil 4.3.** | Harran Ovası Çalışma Alanı Statik Su Seviyessi Tematik Haritası (SSS) | 29 |
| **Şekil 4.4.** | Harran Ovası Çalışma Alanı Dinamik Su Seviyessi Tematik Haritası (DSS) | 30 |
| **Şekil 4.5.** | Harran Ovası Çalışma Alanı Kuyu Verimi Tematik Haritası | 31 |
| **Şekil 4.6.** | Harran Ovası (Reclass_SSS) Statik Su Seviyessi Tematik Haritası | 32 |
| **Şekil 4.7.** | Harran Ovası Sınıflandırılmış Dinamik Su Seviyesi Tematik Haritası | 32 |
| **Şekil 4.8.** | Harran Ovası Çalışma Alanı Sınıflandırılmış Kuyu Verimi Tematik Haritası | 33 |
| **Şekil 4.9.** | Sınıflandırılmış Ağırlıklı Çakıştırma Veri Girişi Penceresi | 34 |
| **Şekil 4.10.** | Harran Ovası Yeraltısuyu Tematik Haritası | 34 |
| **Şekil 4.11.** | Şanlıurfa Hidrojeoloji Haritası (DSİ, 2012) | 36 |
| **Şekil 4.12.** | Harran havzası hidrojeoloji haritası kuyu lokasyon haritası | 39 |
| **Şekil 4.13.** | Harran Ovası Çalışma Alanı Hidrojeoloji Haritası | 40 |
| **Şekil 4.14.** | Çalışma alanı kabartı haritası | 41 |
| **Şekil 4.15.** | Çalışma alanı abartılı kabartı haritası | 42 |
| **Şekil 4.16.** | Boşlukların doldurulması için fill komutunun kullanılması | 43 |
| **Şekil 4.17.** | Flow direction ile boşlukların doldurulması işlem penceresi | 43 |
| **Şekil 4.18.** | Akış Yönü (Flow Direction) Hesaplanması | 44 |
| **Şekil 4.19.** | Akış Birikimi (Flow Accumulation) hesaplaması | 45 |
| **Şekil 4.20.** | Akış Birikimi (Flow Accumulation) haritası | 45 |
| **Şekil 4.21.** | Stream Order veri giriş penceresi | 46 |
| **Şekil 4.22.** | Stream Order tematik haritası | 46 |
| **Şekil 4.23.** | Nehir tanımlama (stream to feature) veri giriş penceresi | 47 |
| **Şekil 4.24.** | Nehir tanımlama (stream to feature) tematik haritası | 47 |
| **Şekil 4.25.** | Akarsu kaynak verilerine ait semboloji bölümü penceresi | 48 |
| **Şekil 4.26.** | Harran havzası akarsu kaynakları tematik haritası | 48 |

**Şekil 4.27.** Nehir (7, 8 ve 9 kodlu) tematik haritası 49
**Şekil 4.28.** Nehir (7, 8 ve 9 kodlu) semboloji düzenleme penceresi 50
**Şekil 4.29.** Harran havzası nehir (7, 8 ve 9 kodlu) tematik haritası 50
**Şekil 4.30.** Harran havzası nehir (7, 8 ve 9 kodlu) verilerde seçim ekranı 51
**Şekil 4.31.** Harran havzası 7 kolu nehir verilerde seçim ekranı 51
**Şekil 4.32.** Nehir verilerine ait merge işlemi sonrası oluşan durum ekranı 52
**Şekil 4.33.** Harran havzası izohips oluşturma amaçlı veri giriş penceresi 53
**Şekil 4.34.** Harran havzası 10 metre aralıklı izohips haritası 53
**Şekil 4.35.** Harran havzası sınır değerler aralıklı izohips verisi girme penceresi 54
**Şekil 4.36.** Harran havzası 400, 600, 750 ve 1000 kodlarından geçen izohips eğrileri 55
**Şekil 4.37.** Jeomorfoloji haritası oluşturma amaçlı sınır çizimi 56
**Şekil 4.38.** Harran havzası jeomorfoloji tematik haritası 57
**Şekil 4.39.** Dönüşüm penceresinden koordinatların elde edilmesi 58
**Şekil 4.40.** Şanlıurfa ve ilçelerine ait lokasyon ve yağış verileri 58
**Şekil 4.41.** Harran ovası yağış haritası 59
**Şekil 4.42.** Harran Ovası Çalışma Alanı Jeoloji Değişim Haritası 60
**Şekil 4.43.** Harran Ovası Çalışma Alanı Toprak Değişim Haritası 61
**Şekil 4.44.** Harran Ovası Çalışma Alanı Arazi Yapısı Sınıfladırılması (Rec_AraziYapı) 62
**Şekil 4.45.** Harran Ovası Çalışma Alanı Arazi Kullanımı Rec. Sınıflandırılması 63
**Şekil 4.46.** Harran Ovası Çalışma Alanı Jeoloji Sınıflandırılması (Rec_Jeoloji) 64
**Şekil 4.47.** Harran Ovası Çalışma Alanı Toprak Sınıflandırılması (3 kötü-9 çok iyi) 65
**Şekil 4.48.** Harran Ovası Çalışma Alanı Jeomorfoloji Rec. Sınıflandırılması 66
**Şekil 4.49.** Harran Ovası Çalışma Alanı Yağış Sınıflandırılması (4:düşük, 5:orta, 6:iyi) 67
**Şekil 4.50.** Harran Ovası Çalışma Alanı Fay Yoğunluğu Sınıflandırılması 68
**Şekil 4.51.** Harran Ovası Çalışma Alanı Drenaj Yoğunluğu Sınıfladırılması 69
**Şekil 4.52.** Harran Ovası Çalışma Alanı Eğim Sınıfladırılması 70
**Şekil 4.53.** Harran Ovası Çalışma Alanı akifer Sınıflandırılması 71
**Şekil 4.54.** Harran ovası çalışma alanı sınırı ve kuyu lokasyonları uydu görüntüsü 72
**Şekil 4.55.** Harran Ovası Çalışma Alanı Elektriksel İletkenlik tematik Haritası 77
**Şekil 4.56.** Harran ovası EC sınıflandırılmış (Reclassify) tematik haritası 79
**Şekil 4.57.** Harran ovası çalışma alanı pH tematik haritası 81

**Şekil 4.58.** Harran ovası EC sınıflandırılmış (Reclassify) tematik haritası 82
**Şekil 4.59.** Harran ovası nitrat (NO3) tematik haritası 84
**Şekil 4.60.** Harran ovası sınıflandırılmış (reclassify) nitrat(NO3 ) haritası 85
**Şekil 4.61.** Harran ovası ortalama sertlik tematik haritası 88
**Şekil 4.62.** Harran Ovası Sınıflandırılmış (Reclassify) Sertlik Haritası 89
**Şekil 4.63.** Harran ovası SAR tematik haritası 91
**Şekil 4.64.** Harran ovası Sınıflandırılmış (Reclassify) SAR tematik haritası 92
**Şekil 4.65.** Harran Ovası Su Kalitesi Ağırlıklı Çakıştırma Penceresi 93
**Şekil 4.66.** Harran ovası yeraltısuyu su kalitesi durum haritası 93
**Şekil.5.2.** Harran Ovası Yeraltısuyu Su Kalitesi Durum Haritası 99

## KISALTMA VE SİMGELER

| | |
|---|---|
| CBS | :Coğrafi Bilgi Sistemi |
| GIS | :Geografic Information System |
| WHO | :World Health Organization (Dünya sağlık örgütü) |
| UA | :Uzaktan Algılama |
| YSS | :Yeraltı Su Seviyesi |
| WQI | :Water Quality Indeks |
| YSPI | :Yeraltısu Potansiyeli Indeksi |
| SSS | :Statik Su Seviyesi |
| UA | :Uzaktan Algılama |
| DEM | :Digital Elevation Model |
| AFAD | :Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı |
| DSİ | :Devlet Su İşleri |
| SYM | :Sayısal Yükseklik Modeli |
| m | :Metre |
| % | :Yüzde |
| KHGM | :Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü |
| mS | :Milisiemens |
| μ S | :Mikrosiemens |
| TDS | :Total Dissolved Solid (Toplam Çözünmüş Katı) |
| g/m3 | :Metreküp başına bir gram |
| mg/l | :Litre başına bir miligram |

NaCl :Sodyum Klorür

VKİ :Vücut kitle indeksi

NO3 :Nitrat

NH3 :Amoyak

NO2 :Nitrit

°C :Santigrat Derece

Grid :Izgara, Şebeke

Cl :lor

SO4 :Sülfat

Ca :Kalsiyum

Na :Sodyum

K :Potasyum

PO4 :Fosfor

NH4 :Amonyum

IDW :Inverse Distance Weighting

UTM :Universal Transversal Merkator

EC :Electrical Conductivity

pH :Hydrogen Potential (Hidrojen Potansiyeli)

GL :Groundeater Level

AC :Alternating Current (Alternatif akım)

DSS :Dinamik Su Seviyesi

KUV :Kuyu Verimi

## 1. GİRİŞ

21. yüzyılın başlangıcında, sınırlı su ve toprak kaynaklarının olduğu bir yerde insanlar ve çevre tarafından paylaşılması gereken bir dünya üzerinde insani refah için endişe vardır. Yeraltı suyunun dünyanın dört bir yanındaki topluluklar için önemli bir tatlı su kaynağı olduğu ve bu kırılgan doğal kaynağın aşırı tüketilmeye ve kimyasal kirlenmeye karşı hassas olduğu ve iklimsel değişkenlikle sınırlandığı yaygın olarak kabul edilmektedir. Dünyanın dört bir yanındaki ülkeler, sürdürülebilir yeraltı suyu yönetiminin zorluklarıyla karşı karşıyadırlar (Morris ve ark., 2003). Bu görev, insan davranışının yanı sıra bilim ve teknolojinin zorluklarıyla kuşatılmıştır. En uygun yeraltı suyu yönetimi yaklaşımları konusunda bilim adamları, sosyal hizmet uzmanları, politikacılar arasında çok fazla tartışma vardır.

Dünya'nın artan nüfusuna karşılılık, suyun kirlenmesi ve iklimin değişmesi sebebiyle içilen ve kullanılabilen su miktarında azalma olmaktadır (Öztürk ve Çelik, 2008). Dünyada su birikintilerinin %0,61'lik miktarı yeraltı suyudur (Plummer ve ark., 2007). Son 10 yıl zarfında takriben 80 ülkede nüfusun %40'ının su taleplerinin arzlardan daha fazla olmasının yanı sıra su kaynaklarının su ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalacağı belirtilmektedir (Bennet, 2000).

Mevzu bahis talebin doğal sonucu olarak yeraltı suyundaki aşırı tüketimler, rezervlerin hızlı bir şekilde boşalmasına neden olmaktadır (İleri ve ark., 2007). Bununla birlikte şehirleşmeye ilaveten endüstriyel ve tarımsal gelişmelerin meydana getirdiği çok sayıda potansiyel kirleticilerden dolayı yeraltı suları ciddi bir şekilde tehdit altında olan bir kaynaktır (Elçi, 2009). İnsan faaliyetleri ve nüfus artışının genişlemesi, su kaynaklarına olan talebi artırmaktadır.

Yeraltısu kaynakları, insan topluluklarının talebi nedeniyle kullanımını artırmaktadır. Dünya akiferlerinin % 20'sinin aşırı tüketildiği tahmin edilmektedir (Wwap, 2015). Yeraltı sularının tüketiminin artırılmasına ek olarak, nüfus artışı da yeraltı suyu kirliliğini artırmaktadır. İnsan faaliyetlerinin yaygınlaşması yeraltısuyu kalitesini ve kullanılabilirliğini değiştirir (Howard, 2002).

Yeraltısuyu savunmasızlık kavramı, doğal ortamın, kirleticilere karşı yeraltısularına bir miktar koruma sağlayabileceğini varsayar (Odling ve ark., 2015). Akifer korumasızlığı jeolojik karakteristiklere (kaya bileşimi, dokusu ve yapısı) bağlı olarak değişebilir; hidrojeolojik süreçler (beslenme, su tablası derinliği); arazi kullanımı / arazi örtüsü ile ilgili mevcut kirleticiler ve insan faaliyetleri (Green ve ark., 2011).

Serbest akışlı akiferlerde, bu potansiyel jeolojik ünitenin hızlı bir şekilde beslenmesinden dolayı daha yüksektir. Güvenlik açığı, yeraltı su kaynaklarının doğal ve insan yapımı faaliyetlere göre kirlenme potansiyelini belirtir (Al Hallaq ve ark., 2012). Yeraltısuyu olağanüstü doğal bir olaydır. Yüzey sularından farklı olarak, yeraltısuyu kolayca gözlenemez. Sonuç olarak, yeraltı suyu, doğada gizemli ve hatta doğaüstü olarak kabul edilirdi. Bu gizem algısı, yeraltısuyu mülkiyetine ve kullanımına ilişkin yasal kararları tarihsel olarak etkilemiştir (Acton, 1843).

Yeraltısularına duyarlılığın değerlendirilmesi, yönetim tedbirlerinin benimsenmesi için dünya çapında çok kullanılan bir araçtır (Fuest ve ark., 1998). Güvenlik açığını (duyarlılık) haritalama, doğal akifer özelliklerinin ve insan kaynaklı basınçların yeraltı suyu kaynaklarının kalitesini nasıl etkileyebileceğini tanımladığından, yeraltısuyu kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi için mekânsal temeli sağlar (Foster ve ark., 2013).

Çalışma alanı olan Harran Ovası, 3700 $km^2$ drenaj alanı, 1500 $km^2$ ova alanı 141.500 ha sulama alanıyla Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)'nin en büyük sulama sahasına ve Ortadoğu'nun en büyük yeraltısuyu rezervine sahiptir. Bölgenin, evsel atıklar ve atık suların deşarjının yapıldığı ovada var olan çevresel problemlerin yanı sıra 1995 yılında yüzey sulamasının başlamasıyla birlikte, yoğun tarımsal faaliyetler sonucunda aşırı sulama yetersiz drenaj nedeniyle ovada önemli oranda tuzlanma problemleri başlamıştır. Yeraltısu seviyesi ovanın bazı kesimlerinde 0.0–2.0 m düzeyine erişmiştir. Bu yaşamsal öneme sahip sorunların, yeraltısuyu kalitesine etkisini belirlemek amacıyla 2006 su yılı boyunca ovada seçilen 24 örnekleme kuyusunda her ay izleme, ölçüm ve analizler yapılmış ve sorunun boyutları ortaya konmaya çalışılmıştır (Yeşilnacar, 2007).

Coğrafi bilgi sitemi (CBS) kullanılarak; Havza'nın yeraltısuyu statik su seviyesi, dinamik su seviyesi ile potansiyel yeraltısu verim haritaları, jeoloji haritası, jeomorfoloji haritası, arazi yapısı, arazi kullanımı, yağış haritası, fay yoğunluğu haritası, drenaj yoğunluğu haritası, eğim haritası ve toprak haritası oluşturulmuştur. Bu çalışmalar için Coğrafi Bilgi Sistemi olarak Arc GIS 10.2 programı kullanılmıştır.

Bu çalışmada öncelikli olarak yeraltı sularının akışıyla beslenen havzada önceden belirlenen seçilmiş kuyuların verileri kullanılarak, Harran ovası yeraltısu potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Su kaynaklarının kirlenme ve istismar şartlarının potansiyelinin değerlendirilmesi, daha iyi muhafaza ve koruma stratejileri oluşturulabilir (Nobre ve ark., 2007). Ayrıca çalışmamızda yeraltısu kalitesi ve kirlenme potansiyelinin belirlenmesine yönelik olarak CBS kullanılarak elektriksel iletkenlik, hidrojen potansiyeli, nitrat, sertlik ve sulama suyu sınıflamasında kullanılan SAR değerleri kullanılarak kirlilik değerlendirmesi yapılmıştır.

# 2. KAYNAK ÖZETLERİ

## 2.1. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)

Coğrafi Bilgi Sistemini kısa adıyla CBS'yi, yeryüzü ile ilgili bilgileri belirli bir amaç için toplama, depolama, güncelleştirme, kontrol etme, analiz etme ve görüntüleme gibi işlemlere imkân tanıyan bir bilgisayar sistemi olarak açıklamak mümkündür. CBS Yeryüzü ile alakalı bilgiler genel itibariyle coğrafi koordinatları kaynak olarak aldığından, harita sitemi olarak da algılanmaktadır. Diğer bir ifadeyle CBS'de, konumsal bilgi sistemlerinde mevcut olan bilgiler, yalnızca konumsal olarak bilinen bilgileri içermeyip, aynı zamanda bu konumsal bilgileri veya sembolojileri açıklayan öznitelik bilgilerini tanımlar.

CBS, öğrencilerin düşünme, veri çözümlemesini doğrulayabilme, sorun çözme, coğrafi bilgiye erişebilme, coğrafi sorgulama maharetinin gelişmesine imkan sağlayan bir vasıta olarak görülmelidir (Şimşek, 2008). Diğer bir tabirle CBS, mekâna ait çeşitli bilgilerin bilgisayar ortamına aktarılarak değerlendirilmesi ve sayısallaştırılması olarak ifade edilmektedir (Turoğlu, 2000).

Coğrafi bilgi sistemi (CBS), mekânsal verileri depolamak, analiz etmek ve göstermek için güçlü bir araç olarak ortaya çıkmış ve bu verileri mühendislik ve çevre alanları dahil olmak üzere birçok alanda karar vermede kullanılmıştır (Stafford, 1991. Civil engineering applications of remote sensing and geographic information systems. New York: ASCE).

Veri tabanı idari sistemlerinin bilgi paylaşımındaki ehemmiyeti, haritaya dayalı uygulamalarla fazlasıyla meydana gelmektedir. Bundan dolayı esas dayanağı belli ölçeklerde harita olan CBS, harita destekli uygulamalardan azami derecede yararlanmayı ve analiz etmeyi sağlamaktadır.

Haritada mevcut olan bilgiler grafiksel olarak ifade edilebildiğinden konuma dayalı grafik ve grafik olma kalitesini ortaya koyan bilgilerin bütünlük içinde aynı sistem içinde toplanıp analiz edilmesi amacıyla CBS'nin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bilgilerin belli bir sistemde toplanıp, depolanması, modellenmesi, analiz edilmesi, mevcut bilgilere hızlı ve güvenle ulaşımı sağlayacağından sistemin etkinliği ve güvenilirliği oldukça fazla olacaktır.

### 2.1.1. CBS' nin Yararlı Olduğu Alanlar

CBS, coğrafi yapıya sahip olan sorunları çözmeyi hedef edinir ve basit soruların yanı sıra karmaşık yapıda bulunan sorulara da çözüm arayabilmektedir:

- Herhangi bir yatırım için en uygun yerin bulunmasında
- A bölgesinde veya noktasında nelerin var olduğunu
- Verilerimizin dağılım yöntemini ve şekillerinin nasıl olduğunu göstermede
- A bölgesinde B nesnesinden kaç tane olduğuna dair bilgi vermede
- Herhangi bir karar alındığında etkilenen alanların bilgilendirilmesinde
- Yeni yapılacak okullar, belirli yürüme mesafelerine göre yapılması gereken yerleri bildirmede

Bilgilerin artışıyla beraber bunları kontrol etmek ve yorumlamak da tabi ki zorlaşmaktadır. Bundan dolayı CBS nokta, çizgi ve alan kavramlarına dayandığından, kuruluşların coğrafi verilere bağlı bilgilerinde karar vermelerine destek olmayı hedeflemektedir. Dolayısıyla CBS hem kuvvetli bir veri tabanı yönetimi, kaliteli çizim ve coğrafi analiz yeteneği hem de karar vermede destek mekanizması özelliklerinin tamamını içinde bulundurmaktadır. Buda CBS'yi diğer sistemlerden daha önemli hale getirir. Değişik alanlarda farklı amaçlar için kullanılmakla birlikte çoğunlukla CBS üç amaca ulaşmayı hedeflemektedir:

- Harita ve coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak üretkenliği arttırmaya yardımcı olmak,
- Coğrafi veri tabanında idareyi geliştirmek,
- Karar vermede coğrafi verileri kullanacak olanlara daha iyi strateji yolları ortaya koymak.

Genelde günümüzde tüm CBS sistemlerinin yapılarında bulundurduğu karakteristikler şöyle özetlenebilir:

- Konumla alakalı veya alakasız verilerle ilgilenmeyi amaç edinir.

- Geniş veri tabanı kullanmayı uygun görür.
- Kendine has CBS fonksiyonları vardır.
- Seçme, transfer etme, sorgulama, analiz etme ve sunma işlemi yapar.
- Modelleme ve analitik kabiliyetleri bünyesinde bulundurur.
- Her şekilde kararları destekleme potansiyeline sahiptir.
- Çeşitli isteklere göre değişim özellikleri olan kaliteli çıktı oluşturma imkanları vardır.

Genel olarak günümüzde bütün CBS sistemlerinin yapılarında bulundurduğu karakteristikler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Konumla ilgili olan veya olmayan verilerle ilgilenir.
- Geniş veri tabanı kullanır.
- Özel CBS fonksiyonları vardır: Seçme, transfer etme, sorgulama, analiz etme ve sunma.
- Modelleme ve analitik kabiliyetleri bulunmaktadır.
- Her türlü kararları destekleme potansiyeli vardır.
- Farklı isteklere göre değişen özelliklere sahip kaliteli çıktı sunma imkanına sahiptir.

### 2.1.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Yazılım ve Donanım

CBS çalışmaları genellikle uygulayıcıları tarafından planlı bir şekilde gerçekleştirilirler. Ancak, tüm bu uygulamaların yanında veri biriktirme, depolama, işleme ve görüntüleme ihtiyaçlarını hızlı ve hatasız bir şekilde yerine getirecek olan bir yazılım ve donanım ihtiyacı da vardır. Teknoloji ile yönlendirilen CBS uygulamaları için dünyada 3 milyar dolara varan bir sektör olduğu göz önüne alınırsa, bu büyük sektör içinde bugün dünyada 300'e yakın CBS donanım ve yazılım satıcısı vardır.

Bunlardan bir kısmı sistemin özelliklerine göre sıralanmıştır. Bilgisayar teknolojisi sistemlerindeki örnekler; ArcInfo, Qgis, Genasys, GlobalMapper, MapInfo, Surfer, Span gibi programlardır. Akifer biçimlenmesinden dolayı yeraltı su kirliliği CBS çalışmasıyla tahlil

edilmiştir. Tahlil sonunda risk haritaları yapılarak tedbirlerin alınmasıyla alakalı yapılması gerekenler belirtilmiştir (Sağnak ve Tamgaç, 2004).

Güney Amerika'nın Meksika ülkesindeki çalışmada yeraltısu kalitesi, tarım alanlarında kullanılan su yönünden incelenmiş ve çalışma alanı çeşitli bölgelere ayrılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yardımıyla birçok harita yapılmıştır. Sonuç olarak CBS ile elde edilen bilgilerin Meksika'daki tarımsal ve çevre ile ilgili planlama çalışmalarına yardımcı olacağı belirtilmiştir (Delgado ve ark., 2010).

Asya kıtasında Hindistan'ın Salem bölgesinde yapılan bir çalışmada yeraltısuyu kirliliği incelenmiştir. Yeraltısu kalitesi (kirlilik) ile alakalı yapılan incelemede CBS kullanılarak jeoistatistik model oluşturulmuştur. 1999'dan 2009 yılına kadar açılan kuyularından alınan numunelerle çok sayıda kimyasal parametrelerin tahlili gerçekleştirilmiştir. Kimyasal analiz sonuçları Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün içme suları standartlarıyla mukayese edilmiştir (Subramani ve Krishnamurthi, 2014).

Afrika kıtasında bulunan Nijerya ülkesinin güneybatısında olan Akure şehrinde yapılan çalışmada yeraltı su potansiyeli için CBS programı kullanılmıştır. Jeomorfoloji, jeoloji ve jeoelektrik değerlendirmesi yapılarak elde edilen haritalarla çok düşük, düşük, orta ve yüksek gibi sınıflamalarla yeraltı su potansiyeli kısımlara ayrılmıştır (Ojo ve ark., 2015).

Uzakdoğu'da bulunan Tayvan'ın Hualien Nehri'nde yapılan incelemede CBS kullanılarak yeraltısu potansiyeli irdelenmiştir. Çökeltileri (Sediment) taşıma kapasitesi fazla olan Hualian Nehri'nden inceleme amaçlı tarım alanında kullanılan su alınmış ve çalışmada beş değişik unsur göz önüne alınıp yeraltı su potansiyeli tespit edilmeye çalışılmıştır.

Bunlar; litoloji, arazi kullanımı, toprak örtüsü, drenaj ve eğim gibi özellikler olup çalışma alanının %1,2'sinin mükemmel yeraltısuyu beslenim potansiyeli olduğunun neticesine ulaşılmıştır. İyi, orta ve düşük yeraltısuyu beslenim potansiyeli tanımlanarak iyi olan kısmın %11,6 olduğu, orta olan kısmın % 11,7 ve düşük olanın kısmın da % 29,9 olduğu belirtilmiştir. En tesirli yeraltısuyu beslenme potansiyelinin Huatung Vadisi'nde olduğu neticesine varılmıştır (Hsin-Fu ve ark., 2016).

Fallahzadeh ve ark. (2016)' da yaptıkları çalışmada İran'ın Yezid ili yeraltı sularının nitrat ve nitrit karışımını CBS programı kullanarak ortaya çıkarmışlardır. Fallahzadeh ve ark. Çalışmaları boyunca USEPA'nın izin verdiği sınır değerlerini kaynak olarak almışlardır. Nitrat için 10 mg/L ve nitrit için 1 mg/L. İki ayrı enterpolasyon metodu kullanmışlar ve neticede sırasıyla nitrat karışımını ortalama 17,62 ve 3,08 mg/L, nitrit karışımını da sırasıyla 0,011 ve 0,003 mg/L olarak ortaya çıkarmışlardır.

Avrupa kıtasındaki Yunanistan'ının Tirnavas bölgesindeki bir diğer çalışmada da Coğrafi Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama metodu yardımı ile yeraltısuyu potansiyeli modellemesi yapılmıştır. CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) ve UA (Uzaktan Algılama) birleşimiyle 419,4 km²'lik bir alan olan Tirnavos bölgesinde yeraltısuyu potansiyeli gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın neticesinde Yunanistan'ın merkezinde bulunan Teselya'dan Pinios ve Titarisios nehirlerinin geçtiği kısımlarda aşırı tarımsal çalışmalardan dolayı yeraltı sularının oldukça kötüye kullanımının görüldüğü belirtilmiştir. Yeraltısuyu'nun muhtemel mevcudiyeti için yağış, litoloji, tabaka yoğunluğu, eğim, drenaj yoğunluğu ve yeraltısuyu derinlik parametreleri kullanılarak çok yüksek ve çok düşük olmak üzere beş sınıfa ayrılan bir harita oluşturulmuştur. Elde edilen harita yardımı ile yeraltı suyunun kötüye kullanımının engellenmesi ve idaresi için yerel yönetimlerin kullanımına takdim edilmiştir (Oikonomidis ve ark., 2015). Ahmadi ve Sedghamiz (2007), İran'nın güneyindeki Fars şehrinin güneydoğusundaki Darab ovasında 39 kuyuda on iki sene süresince jeoistatistiksel metotlar ile yeraltısuyu seviyesindeki mekânsal ve zamansal analiz verilerini kullanarak yeraltısu seviyesini izlemişlerdir. Bunun yanı sıra Zhang ve ark. (2009), jeoistatistiksel metotlarla yeraltısuyu derinliklerinde zamansal ve mekânsal değişimleri irdelemek için hem kurak hem de yarı kurak bölgede 51 kuyuda altı sene zarfında kayit altındaki yeraltısu verilerini kullanmışlardır.

Hudak (2001), ve Hudak and Sanmanee (2003), Texas yeraltısuyu kalitesi ile alakalı olarak değişik çalışmalar yapmışlardır. Vinten and Dunn (2001) kuyu suları kalitesinin (kirlilik) giderek değişmesinde arazi kullanım tesirini incelemişlerdir. CBS programını

kullanarak Hindistan'da bulunan Panvel Havzasının yeraltısuyu kalitesine ilişkin harita oluşturmuşlar.

Çalışma alanının genel itibariyle Deccan bazalt kaya türleri ile kaplı olduğunu ve havzanın aldığı aşırı yağışa rağmen, belli özel alanlarda su kalitesi sorunları ve su kıtlığı problemleriyle karşılaştıklarını belirtmişlerdir. Nihayetinde, Coğrafi Bilgi Sistemi yönteminin başarılı bir şekilde Panvel havzasının yeraltısuyu kalitesinin haritalanmasına elverişli olduğunu belirtmişlerdir (Anbazhagan veArchana, 2004).

S. S. Asadi, Padmaja Vuppala ve M. Anji Reddy Hindista, Hyderabad' da Oluşturulan mekânsal ve öznitelik veri tabanı, pH, klorürler, sülfatlar, nitratlar, toplam sertlik, florürler ve Su Kalitesi İndeksi (WQI) gibi seçilmiş su kalitesi parametrelerini uzaysal dağılım haritalarının üretilmesi için entegre edilen uydu görüntüleri üzerine yerleştirmişlerdir. Su kalitesi verileri (öznitelik) ARC / INFO'daki örnekleme lokasyonuna (mekânsal) bağlıdır ve mekânsal dağılımı gösteren haritalar, çalışma alanının çeşitli yerlerinde yeraltısuyundaki parametrelerin konsantrasyonlarındaki değişimi kolayca belirlemek için hazırlamışlardır.

Çelik (2015), Türkiye sınırlarındaki Yukarı Dicle Havzası'nda yaptığı çalışmada CBS programını kullanarak yeraltısuyu potansiyelini tetkik etmiştir. Dicle Havzası, Diyarbakır ve Batman illeri arasındadır. Çalışma süresince nüfus artışının, tarıma dayalı yeraltısuyunun aşırı kullanımının iklim değişimine bağlı olarak yağışlardaki düzensizliğin, havzanın yeraltısuyu potansiyeli üzerindeki olumsuz etkisine bakarak statik su seviyesindeki değişimleri takip etmiştir.

Sayiter, (2015), Sivas Tavra Bölgesinde içme suyu havzası ile alakalı yeraltısuyu durumunun tespit edilmesi gayesiyle yeraltısu seviye haritalarını oluşturmak için; bölgede mevcut ve aktif olarak kullanılabilecek durumda olan yirmi iki (22) adet kuyu ile ilgili verileri kullanmışlardır.

Oluşturacakları haritaların projeksiyon ve datum ayarlamaları için; çalışma alanına ilişkin 1/25000 ölçekli UTM koordinat sistemli (ED 1950, UTM37N) sayısal yükseklik modelini kaynak olarak almışlardır. Arazi çalışmalarında elde edilen her bir kuyuya ilişkin

koordinat, kot ve statik su seviyesi verilerinin CBS programında işlenmesi, analiz edilmesi, görüntülenmesi ve haritalandırılması için ArcGIS 9.3.1 yazılımı kullanmışlardır.

### 2.1.3. Coğrafi Bilgi Sistem'inde ArcGis ArcMap ile Çalışma Yöntemi

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)'nin en önemli özelliği; bilgiyi yönetme sistemi olarak konumsal verilerin düzenlenmesine olanak tanımasıdır. CBS, fazla sayıdaki çoklu ilişkiler içeren konumsal verilerin ortak platformda toplanmasına, sorgulanmasına, analiz edilmesine ve sunulmasına imkân tanımaktadır. Bu destek yalnızca grafik ve grafik olmayan verileri kapsamaz aynı zamanda farklı idareler/kurumlar arasındaki verilerin paylaşımını da destekler.

Akarsu havzaları gibi çeşitli kurumların mesuliyetinin var olan çalışmalarda, değişik ölçek ve doğrulukta konuma dayalı ve sözel veriyi ortak bir veri tabanında saklamak, işlemek ve uygulamada CBS'nin kullanılması kaçınılmazdır (Yomralıoğlu, 2000). Özellikle şehirlerin içme suyu ihtiyaçlarını sağlayan akarsu havzaları için, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) önemli bir ihtiyaçtır. İçme ve kullanma suyu havzaları yönetimi için CBS kullanımın ihtiyaca gereksinimi olan birçok analiz ve düzenlemede de olması zaruridir.

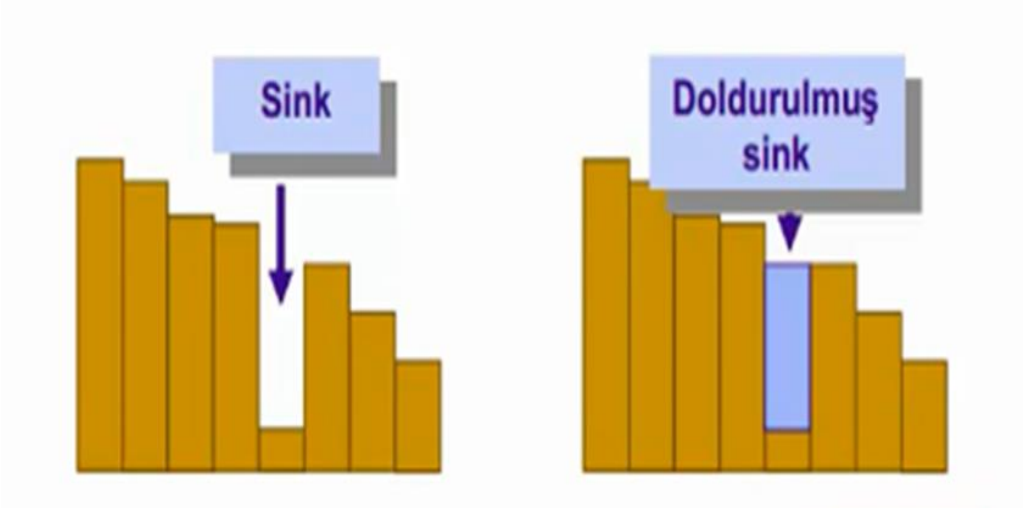
#### 2.1.3.1. DEM (Digital Elevation Model veya Sayısal Yükseklik Modeli)

Topografyanın sayısal gösterimi SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) şeklinde isimlendirilmektedir. SYM' den havzanın topografik verilerinin otomatikman alınması, topografik haritalara uygulanan geleneksel metotlarla daha hızlı, daha az öznel ve daha fazla çoğaltılabilen imkânlar sağlamaktadır (Tribe, 1992).

Bu metodla meydana getirilen sayısal (dijital) sonuçlar, CBS ile kolayca oluşturulma ve tahlil edilebilme imkânlarını sağlar. Bu teknoloji imkânı CBS yardımıyla oluşturulmaktadır. Yükselen bir biçimde kullanımı ve SYM' lerin kalitesinin yanında sahip olduğu uygulama potansiyeli ile hidrolojik, hidrolik, su kaynakları ve çevre araştırmalarıyla genişletmiştir (Moore ve ark.1991).

### 2.1.3.2. Fill Sinks (Boşlukları Ya da Çukurlukları Doldurma)

Fill Sinks fonksiyonu (DEM Manipulation menu) DEM yüzeyinde olan çukurlukları (boşluk) doldurmakta kullanılır. Sink, çevresi çok yüksek hücrelerle kuşatılmış olan bölgedir. Bazı çukurluk (sink)'ler doğal oluşumlardır; ancak 30 metre çözünürlükteki bir DEM haritasında hücrelerin % 1'inde (yüzde biri) yapay çukurluk (sink) mümkündür. Herhangi bir yüzeyde hidroloji analizi yapılmadan bu sink'leri kaldırmak önemlidir. Bir sink'e doğru akış gösteren sular engellenir ve drenaj yönü bu hücrede durur. 7,5 dakikalık bir DEM'deki sink'lerin çoğu 2,6 ve 4,8 metre derinliğindedir (Tarbotan, 2001). Bundan daha derin olan sink'ler genelde gerçektir.




**Şekil 2.1.** Boşlukların Doldurulması ( GÜREŞCİ, SEYREK 2012).

### 2.1.3.3. Akış Yönleri (Flow Direction)

Arazinin yapısına bağlı olarak su damlalarının yeryüzüne değdikten sonra izledikleri yolları belirlemek için kullanılan bir araçtır. Bu işlemin sonucunda elde edilen haritaya dikkatli bakıldığında yükseltiler, düzlükler ve çukurlar ayrılabilmektedir.

Diğer bir tabirle Akış Yönü: Akış Yönü fonksiyonu, giriş olarak bir su şebekesini alır ve ilgili akış yönü şebekesini hesaplar. Akış yönü şebekesinin hücrelerindeki değerler, o hücreden en dik iniş yönünü gösterir (Bostancı, 2013).

#### 2.1.3.4. Akış Birikimi (Flow Accumulation)

Akış Birikimi: Akış Birikimi işlevi, giriş olarak bir akış yönü şebekesini alır. Giriş şebekesindeki her bir hücre için, bir hücrenin üst akışında birikmiş hücre sayısını içeren ilişkili akış biriktirme şebekesini (Grid) hesaplar.

Akış yönünden sonra elde edilen akış birikimine ait raster haritasında akım yönleri hesaplanarak düşük eğimlerdeki nehir yataklarına benzer birikimler gözlenir. Bu islemeler uygulanırken program işlemleri hücre bazında uygulanır (Bostancı, 2013).

#### 2.1.3.5. Nehir Tanımlama (Stream Definition)

Nehir Tanımlama işlemi akış toplamı çalışmasıyla yavaş yavaş belirginleşmeye başlamış nehir yataklarını tanımlamıştır. Bu çalışma SYM haritası üzerinde işlem görmüştür. Nehir Tanımlaması: Nehir Tanımlama işlevi, giriş olarak bir nehir biriktirme şebekesi alır ve kullanıcı tanımlı bir eşik için bir nehir şebekesi meydana getirir. Bu eşik, hücre sayısı (varsayılan % 1) veya kilometre kareler içerisinde drenaj alanı olarak tanımlanır (Bostancı, 2013).

#### 2.1.3.6. Su Toplama Alanlarının Oluşturulması (Stream Segmentation)

Toplama alanlarının oluşturulması aracı; DEM haritasından oluşturulan akış birikimi haritasına bağlı olarak her nehir yatağı için alt su havzaları oluşturulur. Bunlar büyük su havzalarını oluşturan ufak su havzalarıdır.

#### 2.1.3.7. Su Toplama Alanının Belirlenmesi

Drenaj hatları ve havza çıkış noktaları belirlendikten sonra yapılan çalışmalar görsel yorum istemektedir. Bu yüzden bundan sonraki adımlar manuel yapılır. Alt su havzalarını birleştiren drenaj hatları belirlenerek bu hatların döküldüğü noktalar programda tespit edilir.

#### 2.1.3.8. Model Builder İle Oluşması

ModelBuilder, geoprocessing iş akışlarını oluşturan görsel bir programlama dilidir. Geoprocessing modelleri, mekânsal analiz ve veri yönetimi süreçlerini otomatik hale getirir ve belgelendirir. Temsili bir model olan ModelBuilder, geoprocessing modellerini oluşturur

ve modifiye eder ki bir işlemin çıktısını başka bir işlemin girdisi olarak kullanan süreçlerin ve geoprocessing işlem araçlarının zincirlerini bir araya getiren bir şema olarak gösterir.

Coğrafi işlem araçlarını, harita katmanlarını, veri kümelerini ve diğer veri türlerini ekleyerek ve bunları bir sürece bağlayarak bir model oluşturur.

- Bir çalışma alanındaki her özellik sınıfını, raster'i, dosyayı veya tabloyu yinelemeli olarak işler.
- Çalışma akışı sırasının anlaşılmasını kolay bir şema olarak görselleştirir.
- Seçilen bir aşamaya kadar adım adım bir model çalıştırır veya tüm modeli çalıştırır.
- Modeli başkalarıyla paylaşabilen bir geoprocessing aracı haline getirir veya Python komut dosyası ve diğer modellerde kullanılabilir.

**Model Builder Sırasıyla Aşağıdaki Araçları Çalıştırır:**

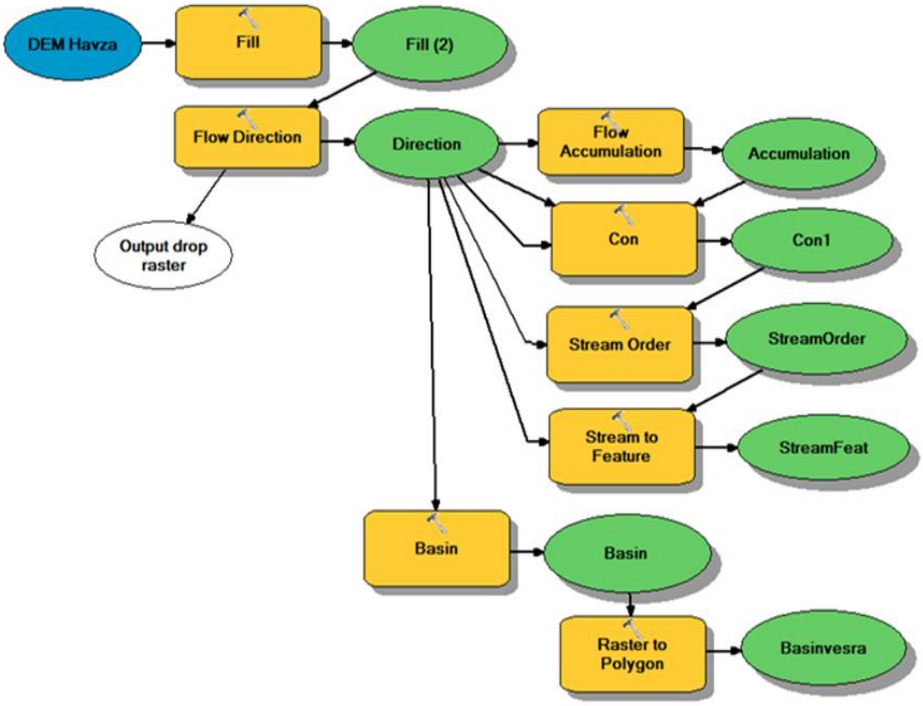
Öncelikle ArcMap programı çalıştırılır. Add data'dan çalışma havzasının DEM haritası Tabble of contents kısmına çağrılır. Sonra ekranda Model Builder açılır ve bu sayfadan da havzanın DEM haritası Model Builder'e çağrılır. Sonra da;

- Arc Toolbox—Spetial Analist Tools – Hydrology - Fill oluştur (DEM harita katmanından daha kaliteli Fill haritasını oluşturur).
- Arc Toolbox—Spetial Analist Tools – Hydrology – Flow Direction oluştur (Akarsu yada Yeraltı suyunun akış yönünü oluşturur).
- Arc Toolbox—Spetial Analist Tools – Hydrology – Flow Accumulation oluştur (Akarsu yada Yeraltı suyunun akış toplamını oluşturur).
- Arc Toolbox—Spetial Analist Tools–Conditional – Con oluştur(Akarsu yada Yeraltı suyunun varsa boşluklarını göster).
- Arc Toolbox-Spetial Analist Tools–Hydrology – Stream Order oluştur(Akış Düzenini oluştur).
- Arc Toolbox—Spetial Analist Tools – Hydrology – Stream To Feature oluştur (Akış özelliğini oluştur).

- Arc Toolbox-Spetial Analist Tools–Hydrology–Basin oluştur(Oluşan haritayı bölümlere ayır).
- Arc Toolbox—Conversion Tools – From Raster – Raster To Polygon oluştor (Watershed yani üzerinde çalışılan havzayı oluştur).
- Günümüzde teknoloji devamlı olarak gelisi yanında, yeni metodlar ve sistemler de türemektedir.

Bu gelişmelerin neticesinde gereksinimi olan gerçek bilgiye kolayca ve daha hızlı şekilde ulaşılabilmekte, anı zamanda elde edilen bilgiler aktif olarak değerlendirilebilmektedir. Teknoloji ve bilimde oluşan gelişmeler bilgi adına yeni bir çağ meydana getirmiştir. Konuma dayalı faaliyetlerin sağlandığı sektörlerde oluşan gelişme ile beraber yenilikler neticesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) ortaya çıkmasına sebep olmuştur (Yomralıoğlu, 2000). Topografyanın sayısal dijital görüntüsü Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) şeklinde adlandırılmaktadır. SYM'den oluşturulan havza harita verilerinin elde edilmesi topografik haritalara geleneksel olarak uygulanan metotlar daha hızlı, az öznel ve istenilenden fazla çoğaltılabilir imkanlar sağlamaktadır (Tribe, 1992).

Bu yöntemle oluşturulan sayısal veriler, CBS ile kolay bir şekilde elde etme ve analiz edilebilme imkânlarını sağlar. Bu teknoloji imkânları CBS ile sağlanmaktadır. SYM'lerin kalitesi, sahip olduğu uygulama, artan bir şekilde kullanımı, hidrolojik, hidrolik, su kaynakları ve çevre araştırmalarıyla potansiyelini genişletmiştir (Moore ve ark.1991).




**Şekil 2.2.** Harran Ovası Çalışma Alanının ModelBuilder ile Havza Oluşturulması

# 3. MATERYAL VE METOT

## 3.1. Materyal

Çalışma alanına ait arazi yapısı, jeoloji, jeomorfoloji, eğim, arazi kullanımı, toprak, yağış, fay yoğunluğu ve drenaj yoğunluğu karakteristikleri dikkate alınarak Yer altı Su Potansiyeli İndeksi (YSPI) ortaya çıkarılarak Harran ovasının büyük bir bölümünde farklı sivil ve resmi kuruluşların açmış bulunduğu sondaj kuyu bulguları ile doğruluk değerlendirmesi yapılmıştır.

Yeraltı suyu kirlenme kapasitesini belirlemek için; potansiyel hidrojen (pH), elektriksel iletkenlik (EC), nitrat, sertlik ve sulama suyu sınıflandırmasında kullanılan sodyum tehlikesi (SAR) yöntemleri kullanılarak Harran ovasının yeraltısuyu kirlenme durumunu değerlendirmesi yapılmıştır.

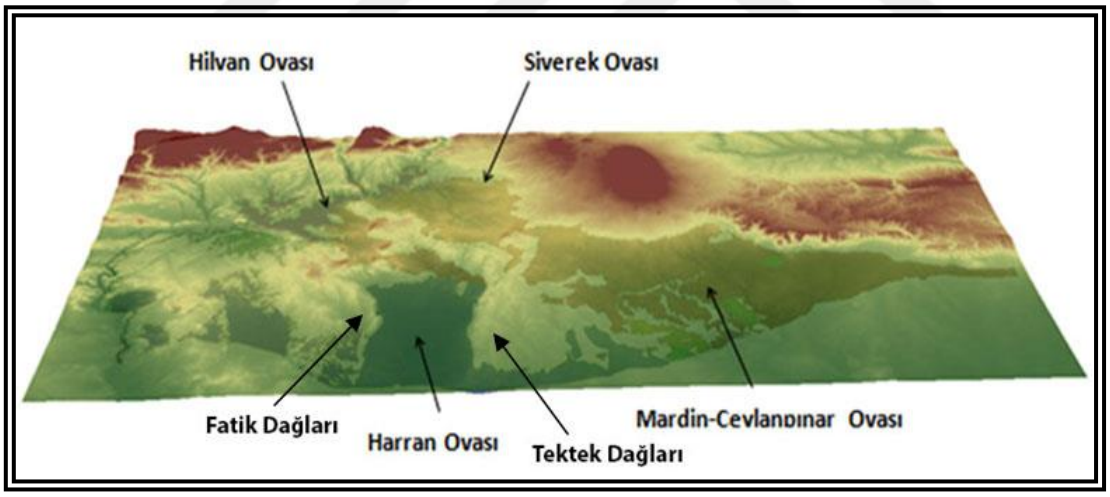
### 3.1.1. Çalışma Alanı

Çalışma sahası, Güneydoğu Anadolu Bölgesi içerisinde yer alan Şanlıurfa Vilayetinin güneydoğusunda yer alır (Şekil 3.1). Harran ovasının kuzeyinden güney yönüne doğru ilerlerken sınırın bitiminde Suriye Devleti yer almakta olup çalışılan bölge ve özellikleri Suriye'nin de içlerine doğru devam edecek şekilde uzanır.

Üzerinde çalışılan bölge 36° 43′ K - 37° 20′ K enlemiyle, 38° 30′ D - 39° 30′ D boylamları arasında yer almaktadır. Ovanın yaklaşık yükseklik kotu kuzey yönünde 500 m, güney istikametinde Türkiye ile Suriye'nin hududu çevresinde 350 metreye kadar iner. Harran Ovası, kuzey istikametinde Urfa Mardin şehirleri arası karayolu dolaylarında başlar, güney yönünde Suriye toprakları içerisine doğru uzanır. Doğu istikametinde Ceylanpınar Havzası'ndan Tektek Dağları ve batı yönünde ise Suruç Havzasını Harran ovasından ayıran Urfa Dağları ile sınırlanır. Kuzey istikameti de çoğunlukla engebeli olup tepelikler yer alır. Bunun yanı sıra, doğu batı istikametinde tam bir sınırlama vardır. Doğuda Tektek Dağları 600-700 m, batıda Fatik Dağları 800 m civarına çıkarken Kuzey tarafta ise 850 m'ye ulaşan tepeler ovayı içerisine alır (DSİ, 1972).




**Şekil 3.1.** Harran Ovası Çalışma Alanı Lokasyon Haritası




**Şekil 3.2.** Üç Boyutlu Genel Vaziyet Planında Harran Ovasının Görünümü (DSİ 2012)

### 3.1.2. Örnek Alınan Kuyular

Çalışmamızda Harran Ovası yeraltısuyu Potansiyelinin CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) ile belirlenmesi için, DSİ, Özel İdare ve sondaj firmalarına ait sulama veya kullanım amaçlı 2007-2010 yılları arasında açılmış 280 adet sondaj kuyusu verisinin tasnifi yönünde çalışmalar yapılmıştır. Bu sondaj kuyularından çalışma alanı içinde yer alan 220 kuyudan benzer koordinatlar ayıklandıktan sonra 194 tanesi çalışma için değerlendirmeğe alınmıştır.

Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. İrfan YEŞİLNACAR tarafından hazırlanan Harran Ovası Yeraltı Suyu Kalitesi ve Kirlenme Potansiyelinin Belirlenmesi ile ilgili çalışmada 2006 yılı boyunca (2005 Ekim – 2006 Eylül) 24 adet kuyuda çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda kuyulardan alınan numuneler üzerinde arazide ve laboratuvarda deneyler yapılmış ve kirlilik yönünden kalite değerlendirilmesi parametreleri ortaya çıkarılmıştır. Bu veriler üzerinde CBS programı yardımıyla sınıflandırma ve analiz çalışmaları yapılarak su kalitesi yorumlanmıştır.

### 3.1.3. Jeolojik Özellikleri

Harran Ovasında, Eosen hatta Miyosen sonrasında Karacadağ volkanizmasının etkisi ile bazı faylanma, çökme olayları yaşamıştır. Harran Ovası'nın kuzeyde daha fazla atıma sahip olması güneyde Suriye sınırında ise daha az atıma sahip olması tektonik olayların güney kısmı etkilemediği sonucunu vermektedir. Miyosen sonralarına kadar devam eden bu olaylar sonucu havzanın mevcut şekli ortaya çıkmıştır. Miyosen sonlarında deniz çekilmiş ve bir erozyon safhası meydana gelmiştir. Daha sonra sığ bir denizel veya bir göl ortamı oluşmuştur. Bu grabende değişik zaman ve seviyelerde karasal göller oluşmuş ve bu göllerde buharlaşma sonucu jips tabakaları da oluşmuştur. Ovanın güneybatısında yaklaşık 5 000 ha'lık bir alanda yüzeyde jips oluşumları had safhada olup burada yer alan toprak çok miktarda kalsiyum sülfat içermektedir.

Tektonik olaylar sonrası oluşan erozyon safhasında Harran grabeninde, ova kenarlarından ova ortalarına doğru büyük boyutlu malzemeden küçük boyutlu malzemeye doğru bir dizilim yani, istif oluşmuştur. Dolayısıyla, genellikle ova kenarlarında iri ebatlı silt, kum, çakıl malzemelerinden oluşmuş birimler mevcut iken içerlere doğru gidildikçe kil ağırlıklı malzeme hâkim olmaktadır. Ova ortalarında oluşan bu killi birikim içinde çeşitli nedenlerle mercek halinde iri ebatlı (silt, kum, çakıl) geçirimli birimler de bulunmaktadır. Bu geçirimli birimler ova boyunca bütün olmayıp birbirlerinden bağımsız mercekler şeklinde oluşmuştur (DSİ, 1972).

### 3.1.4. Jeomorfolojik Özellikleri

Harran Ovası Şanlıurfa vilayeti hudutlarında yer alan, 36° 42’ K ile 37° 12’ K enlem ve 38° 48’ D ile 39° 12’ D boylamları içerisinde bulunmaktadır. Kuzeyden güneye doğru ilerleyen çöküntü denilen bir grabende yer alan (Tardu ve ark., 1987) ovanın yüzölçümü, jeomorfolojik hudutları ele alınırsa neredeyse 1700 km²’dir. Ovanın geniş tarafı yaklaşık 32 km, uzunlamasına ele alındığında 53 km kadardır.

Deniz seviyesine göre yüksekliği umumiyetle ovanın güney ve orta kısımlarına doğru gidildikçe azalırken; güneye doğru 360 m yüksekliklere kadar ve kuzey yönüne ilerlerken aşamalı bir şekilde artarak 500 m yükseltiye çıktığı gözlemlenebilir.

### 3.1.5. Hidrojeolojik Özellikleri

Akifer beslenmesi yağışlarla, kanallardan ve rezervuarlardan sızarak doğada oluşur ve sulamadan akışa dönüşür. Alınlıklarını gömmüş alüvyonel fanlar gibi jeomorfik özellikler, eski akarsu kanalları ve birbirine bağlı derin çatlaklar yeraltı suyu birikiminin göstergeleridir.

Bu özellikler, yüksek geçirgenlik ve su tutma kapasiteleri nedeniyle doğal beslenme bölgeleridir, ayrıca, permeabilite (geçirgenlik) ne kadar yüksek olursa drenaj yoğunluğu o kadar düşer ve drenaj yoğunluğunun da yüzeyden daha yüksek aktığı anlamına gelmektedir. Arazi iletilebilirliğinin drenaj yoğunluğu karesiyle ters orantılı olduğu gözlemlenmiştir.

Das ve Kader (1996) drenaj yoğunluğu (01.15-14.76 km / km²), akıntı frekansı (0,95-12,11), çatallanma oranı (2-10) ve granitik litolojinin kombine etkisinin yüksek yüzey akışını ve düşük infiltrasyonu (sızma) desteklediğini gözlemlemişlerdir. Harran Ovasında yeraltısuyu taşıyan formasyon olarak, sadece Eosen yaşlı kalkerler mevcuttur. Eosen yaşlı kalkerler bir antiklinal oluşturmuşlarsa da, yeraltısuyu doygun bir zon meydana getirmedikçe yeraltından içe akışlar, doğuda Harran Ovasına batıda ise Suruç Ovasına boşalacaktır (DSİ, 2012). Çizelge 3.1’de Havza içerinde yer alan jeolojik formasyonlara ait alanlar ve bu formasyonlara yeraltısuyunun sızma miktarları görülmektedir.

**Çizelge 3.1.** Harran Ovası Elementlerinden Sızan Su Miktarı

| Formasyonlar | Alan (km²) | Sızma(mm) | Toplam sızma (hm³/yıl) |
|---|---|---|---|
| Pleyistosen Bazalt | 483 | 216 | 104.328 |
| Pliyosen Kil | 1834 | 257 | 471.338 |
| Miyosen Killi Kireçtaşı | 572.1 | 160 | 91.536 |
| Eosen Kireçtaşı | 2292.3 | 257 | 589.121 |
| Toplam | 5181.4 | 890 | 1256.323 |

### 3.1.6. İklim ve Meteorolojik Özellikleri

Şanlıurfa'nın iklim değişimleri üzerinde tesirli olan atmosfer koşulları Türkiye genelinde de olduğu gibi yaz ve kış mevsimlerinde değişik hava kütlelerinin tesirinde kalmaktadır. Yaz mevsiminde tropikal hava kütlelerinin tesiriyle yurdumuzda hava sıcak olurken, kışında kutupsal hava kütlelerinin güneye doğru sokulmasına bağlı olarak soğuk dönem yaşanmaktadır.

Şanlıurfa özellikle yaz döneminde Basra Alçak Basınç alanın etkisi altında kalmakta ve yazları kurak geçmektedir. Yağışlar genellikle kış aylarında düşmekte olup, yaz döneminde ise kuraklık hâkim olmaktadır. Şanlıurfa İli'nin iklim özellikleri incelenirken, lokal farklılıklara neden olan topoğrafik şartlarında ortaya konulması gerekmektedir.

İnceleme alanı Türkiye'nin deniz seviyesine göre en düşük yüzey şekillerinden olan Güneydoğu Anadolu Düzlükleri üstünde bulunmaktadır. Toroslar'ın güneyinde bulunan Güneydoğu Anadolu Düzlükleri, gerçekte yükseltisi yaklaşık 500 m. olan bir platolar alanıdır. Çalışma sahasının jeomorfolojisi pek çok faktöre etki etmenin yanında iklim koşullarına da tesir etmektedir.

Çalışma alanının düzlük ve az da olsa eğimli olması nedeniyle yaz ve kış boyunca tesirini gösteren hava kütlelerinin kolaylıkla sokulabilmesine neden olmuştur. Bundan dolayı özellikle yaz süresince Basra Alçak Basınç merkezinin tesirinde artan sıcak hava kütleleri Şanlıurfa İl'inin her tarafında kuraklık tesiri meydana getirmiştir (Çağlak ve ark., 2016).

## 3.2. Metot

### 3.2.1. Yeraltısuyu Potansiyeli İndeksinin (YSPI) Belirlenmesi

Çok Kriterli Değerlendirme Sistemi (Multi-Criteria Decision System) değerlendirme işleminde; Arazi yapısı, Jeoloji, Jeomorfoloji, Eğim, Arazi Kullanımı, Toprak, Yağış, Fay yoğunluğu, Drenaj yoğunluğu, Akifer durumu (hidrojeolojik durum) ile toplamda 10 tane parametre kullanılmıştır. Bu parametrelerin ağırlıkları AHP(Analitik Hiyerarşik Proses) ile belirlenmiştir (Çizelge 3.2). AHP de değerlendirmeler 1-9 arasında değişmektedir. Genellikle 1-3-5-7-9 olarak tanımlanır. 1: çok önemsiz iken 9: "son derece önemli" temsil etmektedir. Aradaki değerler ise 3:çok kötü, 5; orta, 7: iyi dereceleri tanımlamaktadır. Aradaki çift rakamlar ise iki tek rakam arasındaki yaklaşık değeri temsil eder. Yeraltısu potansiyeli İndeksi tanımlamasında 9 beslemeyi en çok sağlayan parametre iken, 1 en az yeraltısu potansiyelini besleyen değer olarak tanımlanır, aradaki değerler de bu mantık çerçevesinde konumlanır. Öncelikle her bir parametrenin ikili karşılaştırma tablosu (Çizelge 3.3) ile parametreler arasındaki ilişki oransal olarak belirlenir. Daha sonra idealize edilmiş matris yöntemi ile her bir parametrenin çoklu Değerlendirme metodunda ağırlık oranları belirlenmiştir(Çizelge 3.4).

Yukarıda belirtilen 10 parametrelerin öncelikle shape dosyaları elde edilmiş, ardından CBS Conversion menüsü ile Raster formatına dönüştürülmüştür. Burada her bir parametrenin alt birimleri de sınıflandırılmış, AHP tekniğine göre ağırlıkları 1-9 arasında derecelendirilmiştir. Bütün dosyalar aynı derecelendirme sisteminde AHP (Analitik Hiyerarşik Durumunu Değerlendirme İşlemi) ile ağırlıkları belirlenerek Arctoolbox- Spetial Analyst Tools – Overlay – Weighted Sum metoduyla çakıştırılıp Yeraltısu Potansiyeli İndeksi(YPİ) çıkarılmıştır. YPİ değerine göre nihai harita sınıflandırılarak Harran Ovasının yeraltısu potansiyeli belirlenmiş olur. Bu YPİ haritası doktora çalışmamızın nihai hedeflerinden olan en önemli haritadır.

**Çizelge 3.2.** Kullanılan Parametreler Ve Ağırlıkları

| Sembol | Parametre | Derecesi | Açıklama |
|---|---|---|---|
| **K1** | Arazi Yapısı | 4 | Makul Artı |
| **K2** | Jeoloji | 6 | Güçlü Artı |
| **K3** | Fay Yoğunluk | 5 | Fazla Önemli |
| **K4** | Jeomorfoloji | 8 | Çok Çok Güçlü |
| **K5** | Arazi Kullanımı | 6 | Güçlü Artı |
| **K6** | Toprak Yapısı | 7 | Çok Fazla Önemli |
| **K7** | Yağış | 7 | Çok Fazla Önemli |
| **K8** | Drenaj Yoğunluk | 5 | Fazla Önemli |
| **K9** | Slope(Eğim) | 8 | Çok Çok Güçlü |
| **K10** | Hidrojeoloji(Akifer) | 9 | Son Derece Önemli |

**Çizelge 3.3.** Harran Ovası YSPI Parametrler İkili Karşılaştırma Tablosu

| | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 | K9 | K10 | Satır T |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K1 | 1,00 | 0,67 | 0,80 | 0,50 | 0,67 | 0,57 | 0,57 | 0,80 | 0,50 | 0,44 | 6,08 |
| K2 | 1,50 | 1,00 | 1,20 | 0,75 | 1,00 | 0,86 | 0,86 | 1,20 | 0,75 | 0,67 | 9,11 |
| K3 | 1,25 | 0,83 | 1,00 | 0,63 | 0,83 | 0,71 | 0,71 | 1,00 | 0,63 | 0,50 | 7,60 |
| K4 | 2,00 | 1,33 | 1,60 | 1,00 | 1,33 | 1,14 | 1,14 | 1,60 | 1,00 | 0,89 | 12,15 |
| K5 | 1,50 | 1,00 | 1,20 | 0,75 | 1,00 | 0,86 | 0,86 | 1,20 | 0,75 | 0,67 | 9,11 |
| K6 | 1,75 | 1,17 | 1,40 | 088 | 1,17 | 1,00 | 1,00 | 1,40 | 0,88 | 0,78 | 10,63 |
| K7 | 1,75 | 1,17 | 1,40 | 0,88 | 1,17 | 1,00 | 1,00 | 1,40 | 0,88 | 0,78 | 10,63 |
| K8 | 1,25 | 0,83 | 1,00 | 0,63 | 0,83 | 0,71 | 0,71 | 1,00 | 0,63 | 0,56 | 7,60 |
| K9 | 2,00 | 1,33 | 1,60 | 1,00 | 1,33 | 1,14 | 1,14 | 1,60 | 1,00 | 0,89 | 12,15 |
| K10 | 2,25 | 1,50 | 1,80 | 1,13 | 1,50 | 1,29 | 1,29 | 1,80 | 1,13 | 1,00 | 13,67 |
| SütunT | 16,25 | 10,83 | 13,00 | 8,13 | 10,83 | 9,25 | 9,25 | 13,00 | 8,13 | 7,22 | 98,74 |

**Çizelge 3.4.** Harran Ovası YSPI Standartize Matris Tablosu (W: ağırlık oranı)

| | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 | K9 | K10 | W |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| K2 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| K3 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| K4 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| K5 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| K6 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 |
| K7 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 |
| K8 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| K9 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| K10 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 |

### 3.2.2. Yeraltısuyu Haritaları Oluşturularak YSPI İle Karşılaştırma

Çalışmamızda iki ayrı veri kullanılıp yer altı su haritaları oluşturularak YSPI verileri ile karşılaştırılıp değerlendirme yapılacaktır. Birinci haritamıza ait verimiz DSİ (Şanlıurfa XV. Devlet Su İşleri), Özel İdare ve özel sondaj şirketleri tarafından, sulama veya kullanma amaçlı 2007-2010 yılları arasında açılmış 194 adet kuyu verisidir. Değer haritamızda kullanacağımız verimiz ise DSİ Şanlıurfa İl Müdürlüğü çalışması olan kuyu lokasyonları ve verilerini içinde barındıran hidrojeoloji haritasından istifade edilerek elde edilen veridir.

### 3.2.3. Yeraltısu Kaliyesi Ve Kirlenme Potansiyeli Değerlendirme Metodu

**Ç**alışmamızda, Harran Ovası Yeraltı suyu kalitesi ile alakalı veriler kısmen Yeşilnacar'ın (2006) yaptığı su kalitesi çalışmasından, kısmen de sahadan alınarak CBS programının oluşturduğu imkânlardan yararlanılmıştır. Harran Ovasında 24 kuyuda yapılan ölçümlerde, pH, EC, nitrat, sertlik ve sulama suyu sınıflamasından Sodyum tehlikesi (SAR) parametreleri kullanılarak su kalitesi (kirlilik) değerleri CBS ortamına aktarılıp ovanın yeraltı su kalitesine ait veriler elde edilmiştir.

# 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

## 4.1. Yeraltısuyu Potansiyelinin Belirlemesine Yönelik Kriterler

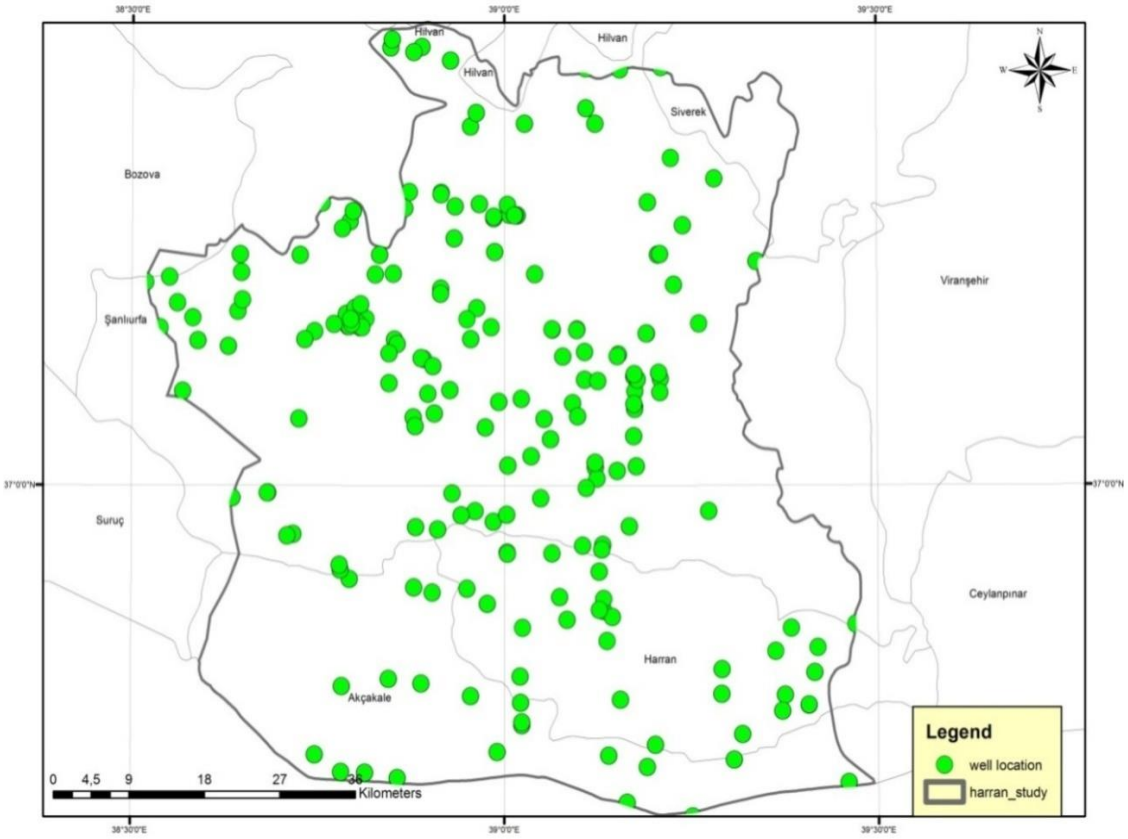
Çalışmamızda Yeraltısuyu Haritasının oluşturulması ve Hidrojeoloji Haritasının oluşturulması çalışmalarının overlay yöntemiyle birlikte değerlendirmesiyle akifer haritası elde edilmiş olup akifer haritası onuncu kriter olarak YPSI kriterinde değerlendirilecektir.

### 4.1.1. Yeraltısuyu Haritasının Oluşturulması

Çalışmamızda Harran Ovası yeraltısuyu Potansiyeli CBS (Coğrafik Bilgi Sistemleri) programı yardımıyla tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu haritaların oluşturulmasında, DSİ (Şanlıurfa XV. Devlet Su İşleri), Özel İdare ve özel sondaj şirketleri tarafından, sulama veya kullanma amaçlı 2007-2010 yılları arasında açılmış toplamda 280 adet kuyu verisi üzerinde çalışmalar yapılmış çalışma alanı içerisinde kalan yaklaşık 220 kuyudan koordinatları benzer olanlar ayıklandıktan sonra bu kuyu verilerinden 194 tanesi çalışmada değerlendirmeğe alınmıştır (Şekil 4.1). Çalışmamızda Harran Ovası yeraltısuyu Potansiyeli CBS programı (Coğrafik Bilgi Sistemleri) kullanılarak belirlenmiştir.

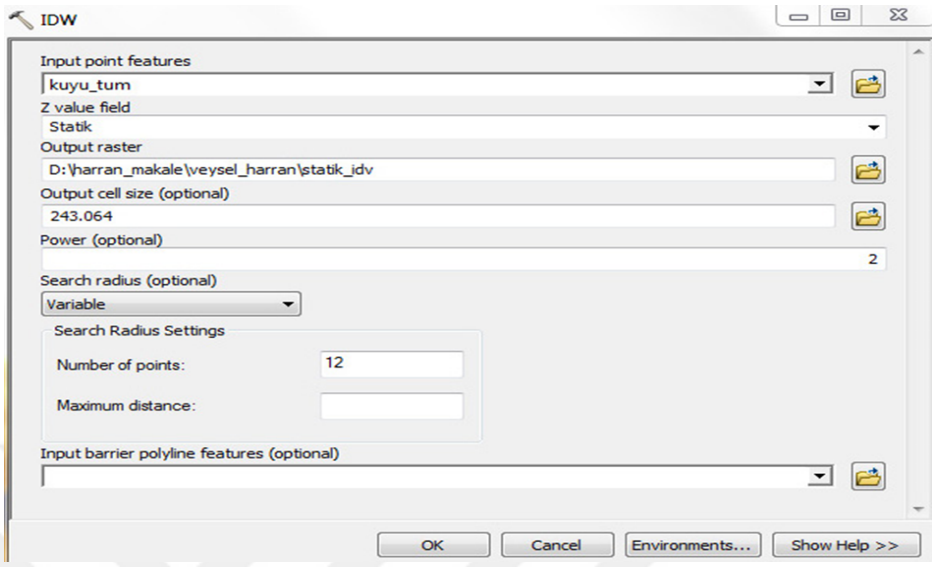
Çalışmada takip edilen prosedürler :

- ✓ Öncelikli olarak; kuyu verileri tasnif edilip daha sonra, kuyu derinliği, statik su seviyesi, dinamik su seviyesi, Kuyu pompa verimlilik değeri, kuyuların açılış zamanı gibi veriler elde edilmiştir. Sonra da excel Çizelgesine işlenmiştir.
- ✓ Haritada oluşturulurken projeksiyon olarak “UTM Datum 1950 Zone 37 ” kullanılmıştır.
- ✓ Kuyu verileri, ArcGis ortamına ArcMap’te Add Data / Display XY Data… yöntemi ile eklenerek CBS programında sayısal harita tabakasına dönüştürülmüştür (Şekil 4.1).

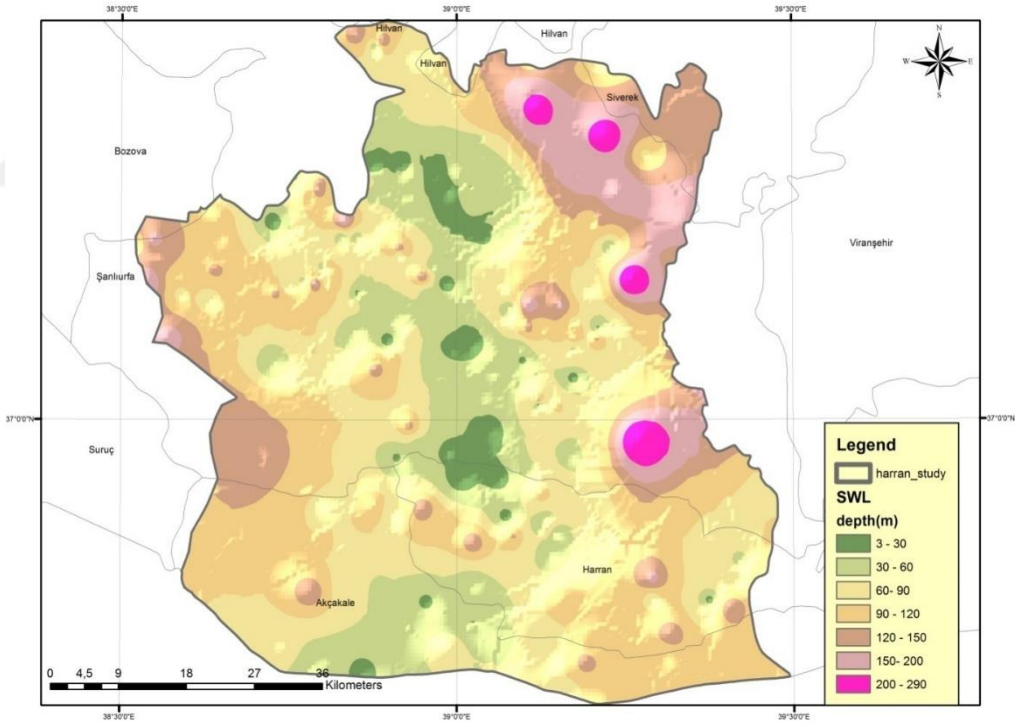



**Şekil 4.1.** Harran Ovası Çalışma Alanı Kuyu Lokasyon Haritası

- CBS modeli olarak, CBS programında, Spatial Analyst tools / İnterpolation / IDW metodu (Şekil 4.2) kullanılmıştır. Bu metotla çalışma bölgesindeki veri değerleri kullanılarak bilinmeyen bölgelerin verileri de ağırlıklı ortalama yöntemi ile elde edilebilinir. Dolayısıyla havza sınırı içerisinde verisi bulunmayan kısımlar da bu haritalarla oluşturulmuştur.
- Açılmış olan kuyuların verileri kullanılarak ayrı ayrı tematik haritalar Spatial Analyst / İnterpolation / IDW yöntemi ile 7 sınıfa ayrılmış Statik Su Seviyesi (SSS) haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.3).

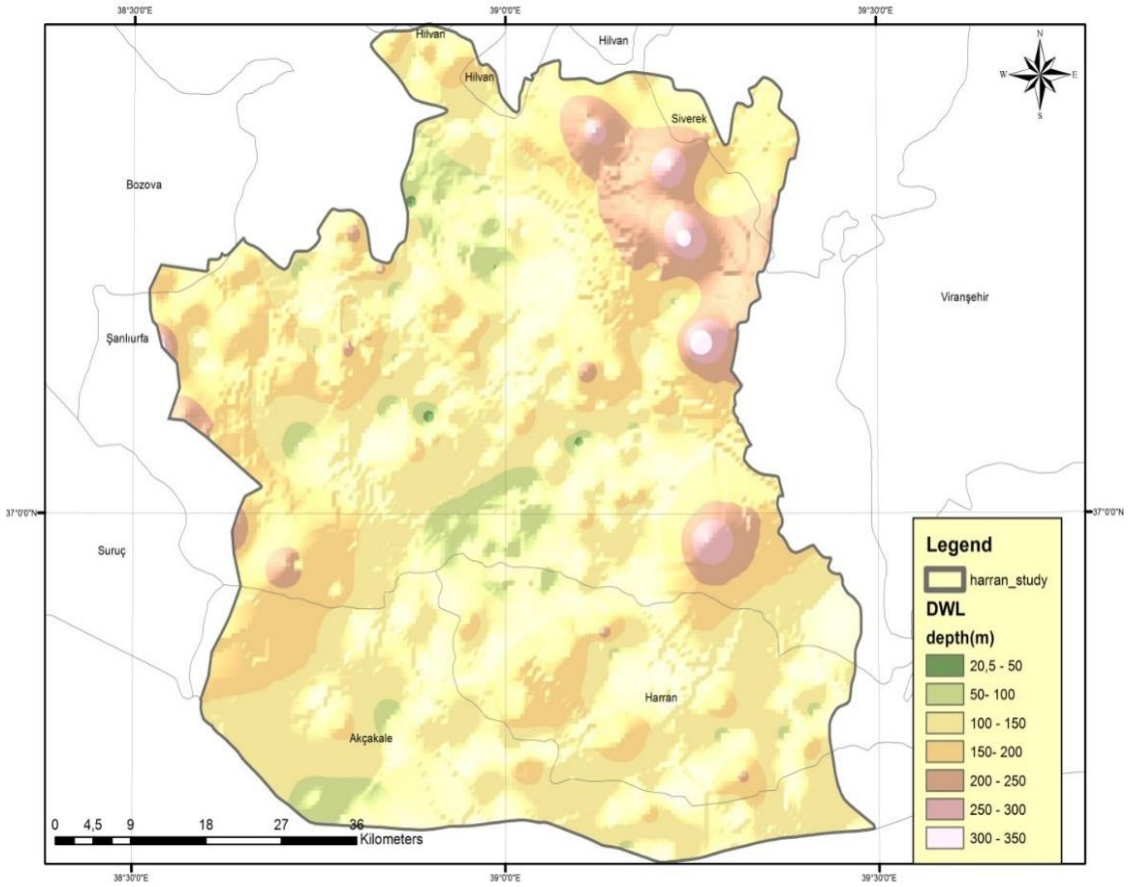



**Şekil 4.2.** Harran Ovası Çalışma Alanı Statik Su Seviyesi Oluşturma Penceresi



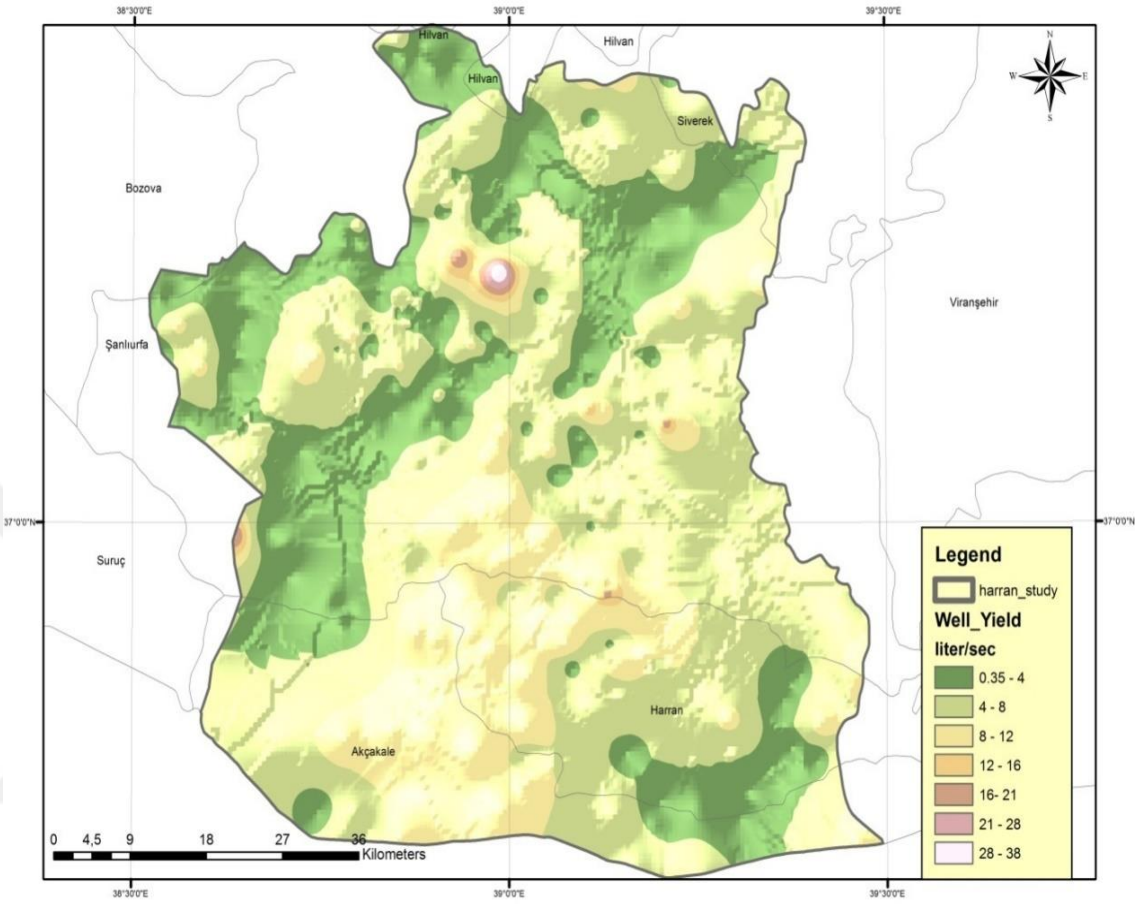

**Şekil 4.3.** Harran Ovası Çalışma Alanı Statik Su Seviyesi Tematik Haritası (SSS)

- Spatial Analyst/Interpolatıon/IDW yöntemi ile dinamik veri kullanılarak Dinamik Su Seviyesi (DSS) haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.4).




**Şekil 4.4.** Harran Ovası Çalışma Alanı Dinamik Su Seviyessi Tematik Haritası (DSS)

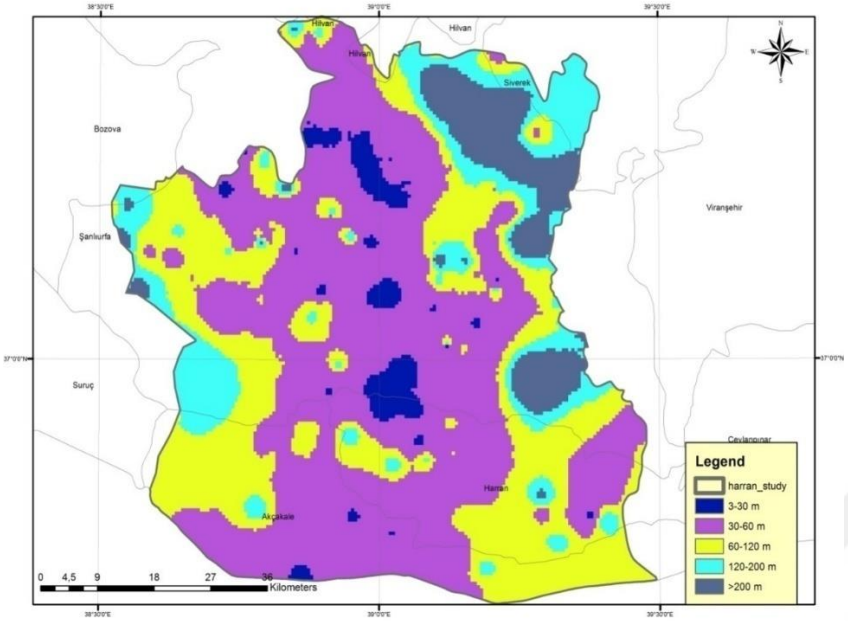
- Pompa Verimlilik haritası Spatial Analyst/Interpolatıon/ IDW yöntemi ile verim ile ilgili veri kullanılarak kuyu verimi tematik haritası oluşturulmuştur (Şekil.4.5).




**Şekil 4.5.** Harran Ovası Çalışma Alanı Kuyu Verimi Tematik Haritası

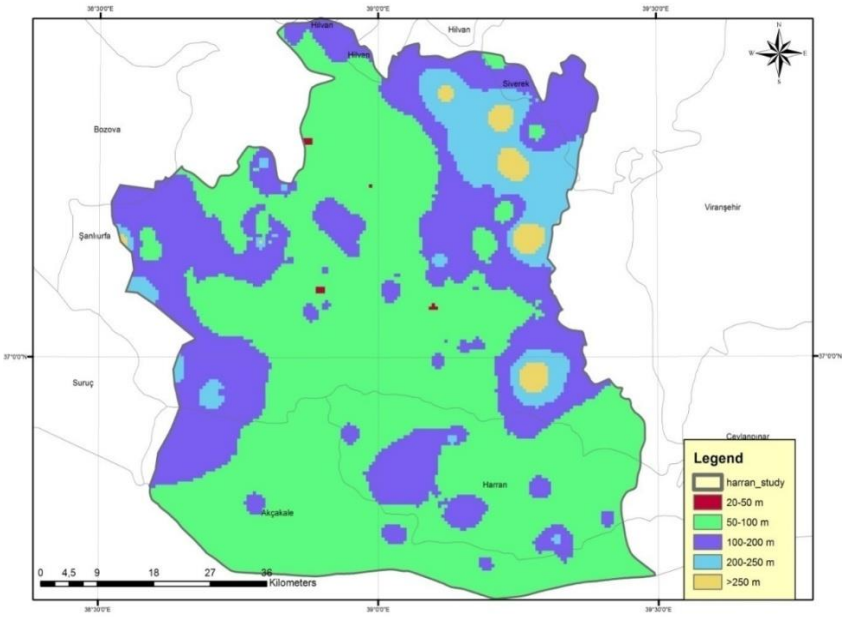
Yeniden Sınıflandırma (Reclass) Haritası;

- Elde edilen veriler Spatial Analyst Tools / Reclass / Reclassify ile yeniden sınıflandırılarak 5 (beş) sınıf halinde raster haritaya dönüştürüldü. Bu yeniden sınıflandırma işlemin (reclass) yapılmasının amacı havza ile ilgili değerlendirmelerin önem derecesine göre analiz edilebilmesidir.
- ArcToolbox/Spatial Analyst Tools/Reclass/Reclassify yöntemiyle oluşturulan Statik Su Seviyesi (SSS) haritası (Şekil 4.6).



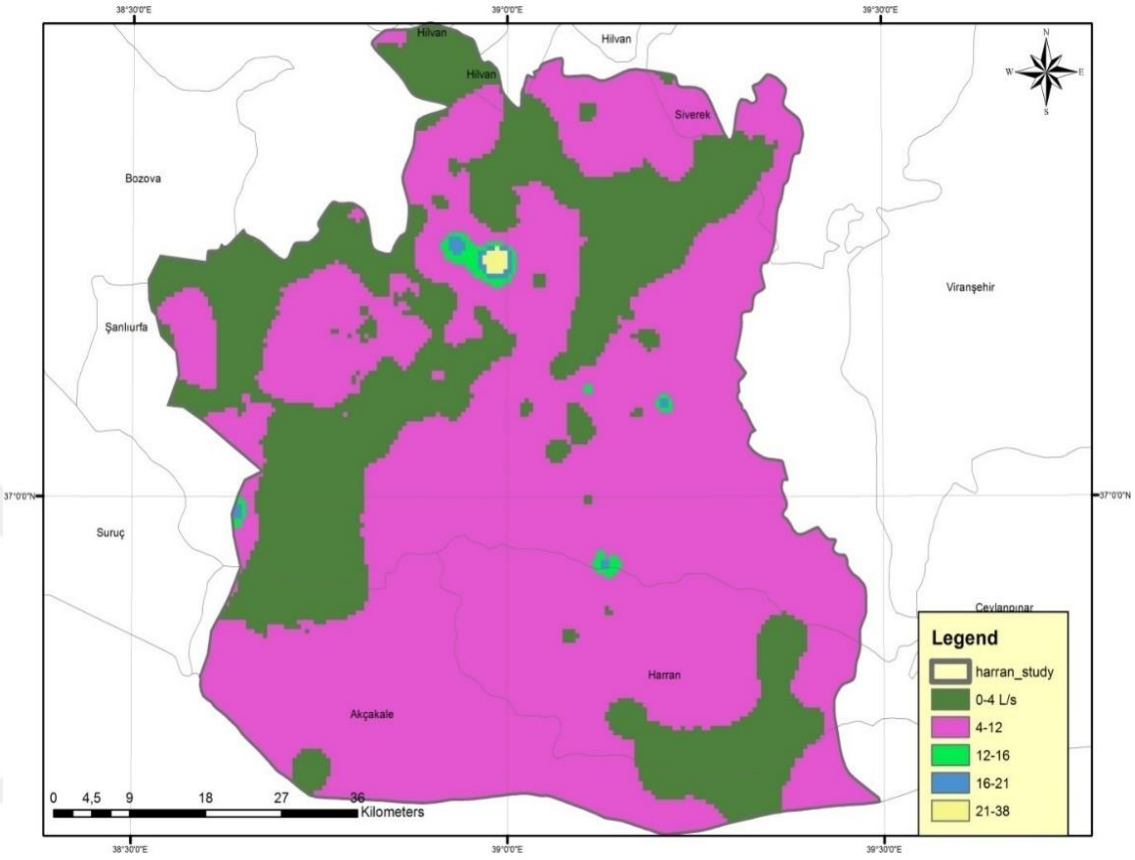

**Şekil 4.6.** Harran Ovası (Reclass_SSS) Statik Su Seviyesi Tematik Haritası

ArcToolbox/Spatial Analyst Tools/Reclass/Reclassify yöntemiyle oluşturulan Dinamik Su Seviyesi (DSS) haritası (Şekil 4.7).



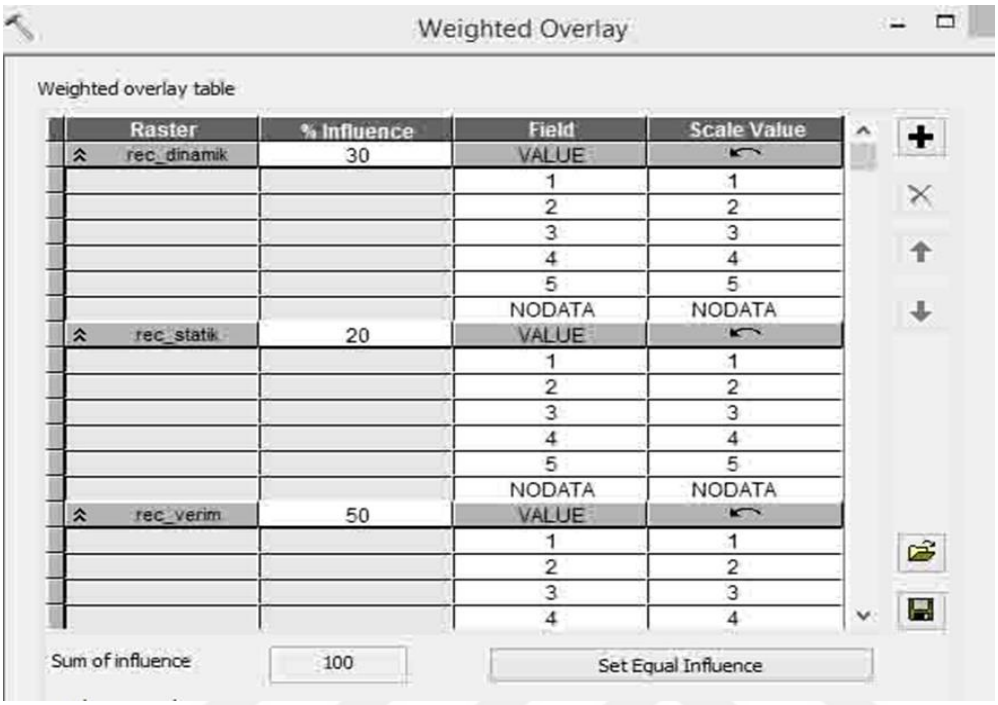

**Şekil 4.7.** Harran Ovası Sınıflandırılmış Dinamik Su Seviyesi Tematik Haritası

ArcToolbox/Spatial Analyst Tools/Reclass/Reclassify yöntemiyle oluşturulan Kuyu Verimlilik haritası (Şekil 4.8).

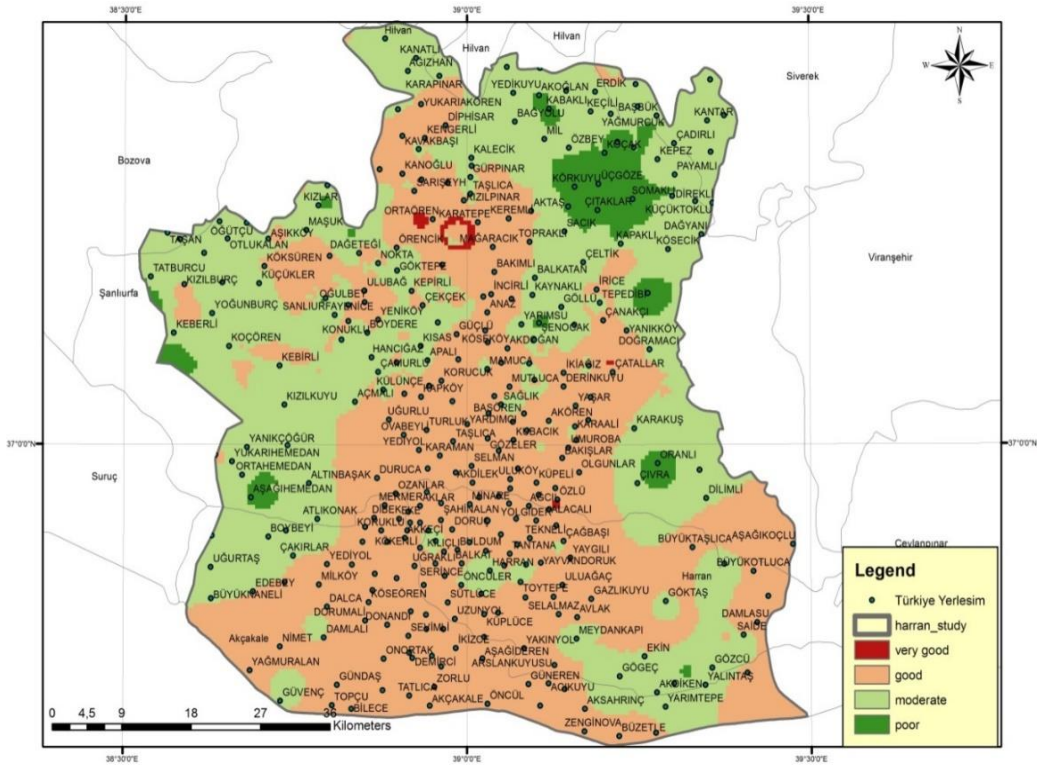



**Şekil 4.8.** Harran Ovası Çalışma Alanı Sınıflandırılmış Kuyu Verimi Tematik Haritası

Havzanın büyük kısmında pompa verimliliği 4-12 litre/sn dir (Şekil.4.8). Diğer taraftan Statik Su Seviyesi değeri 30-60 metre arasında gözükürken, Dinamik Su seviyesi 50-100 metre arasında görünmektedir. Çalışmada işletme açısından %50 pompa verimlilik, %30 Dinamik Su seviyesi (DSS), %20 de Statik Su Seviyesi (SSS) ağırlıklı çakıştırma yönemi (Weighted Overlay) ile (Şekil 4.9) çakıştırılarak işletme açısından yeraltısuyu haritası elde edilmiştir (Şekil 4.10).




**Şekil 4.9.** Sınıflandırılmış Ağırlıklı Çakıştırma Veri Girişi Penceresi



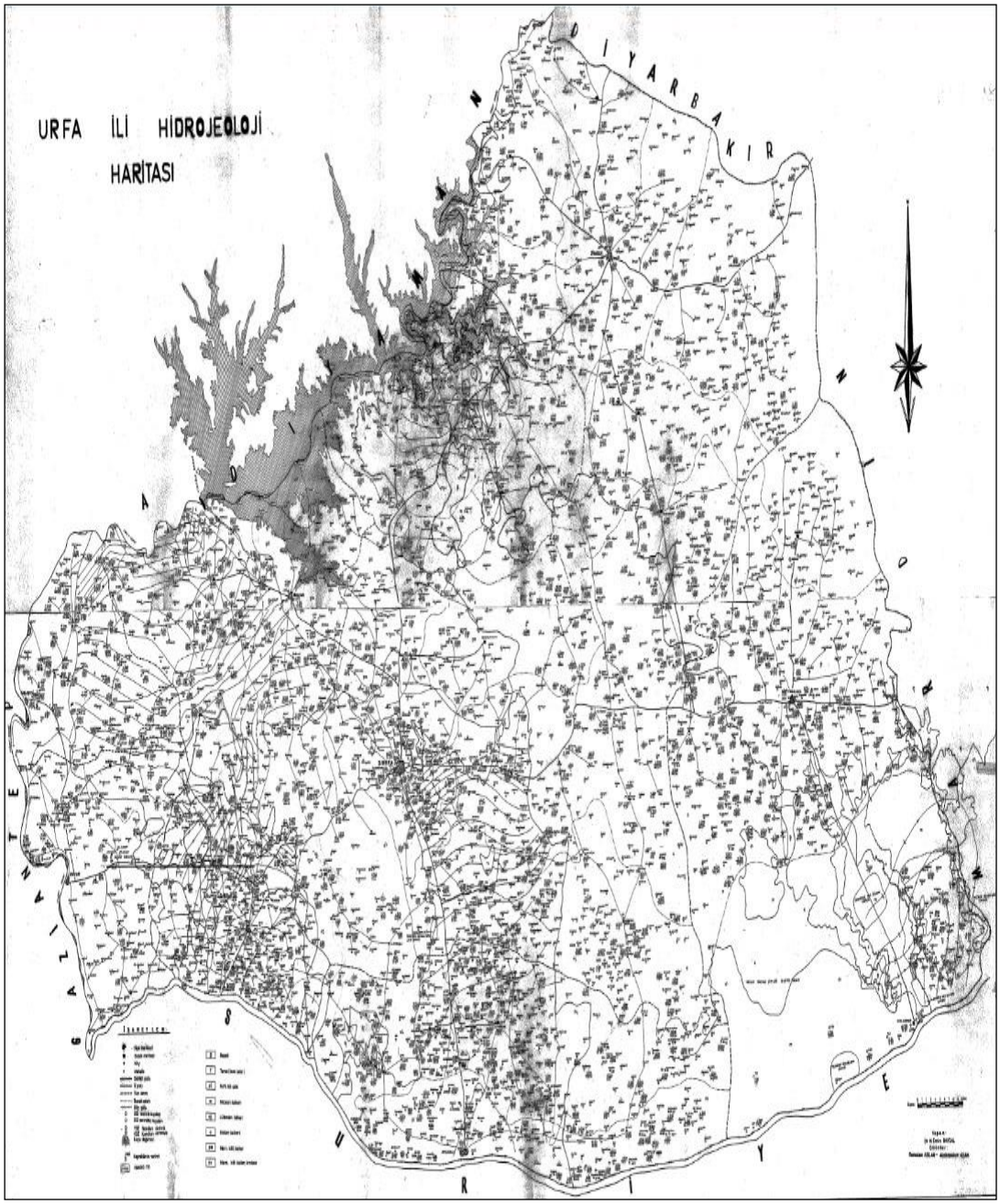

**Şekil 4.10.** Harran Ovası Yeraltısuyu Tematik Haritası

- Buna göre havzanın merkez ve güney kısımları yeraltı su potansiyeli açısından “good (iyi)” seviyededir.
- Kuzeyde çok az olarak lokal olarak “very good (çok iyi)” yeraltı potansiyeli gözükürken,
- Havzanın Kuzey-batının bir kısmı ile Doğu ve Batı kısımları genel olarak “moderate (orta)” düzeydedir.
- Diğer taraftan özellikle Kuzey batıda Körkuyu, Koçak, Somak ile Batıda Oranlı bölgeleri yeraltısu işletmesi açısından “poor (kötü)” gözükmektedir.

### 4.1.2. Hidrojeoloji Haritanın Oluşturulması

DSİ Şanlıurfa İl Müdürlüğü çalışması olan kuyu lokasyonları ve verilerini içinde barındıran hidrojeoloji haritasından istifade edilerek ikinci bir yeraltı su haritası elde edilerek bu iki çalışmanın çakıştırılması ile akifer haritası elde edilecek ve YSPI değerlendirmesine tabi tutulacaktır. Netcad programında DSİ hidrojeoloji haritası (Şekil 4.11) sayısallaştırılarak Harran Ovası Havza çalışmalarının yapıldığı sınır içerisine düşen toplam 186 adet kuyu lokasyonu işaretlenip bu kuyulara ait sayısal koordinat değerleri elde edildi.

Kuyulara ait Koordinatlar, statik seviyeler ve rakım değerlerinin bir arada olduğu Excel Çizelgesi oluşturuldu. Kuyulara ait rakım değerlerinin elde edilmesi için; ArcGis programında kuyu lokasyonları ve dem verisi açık halde iken Arctoolbax / Spatial Analyst tools / Extract Multi Values To Point yöntemi ile kuyu noktalarına ait rakım değerleri elde edilmiştir. Rakım değerleri ve rakım değerinden statik su seviyesi değerinin düşülmesi ile elde edilen akifer tabakası seviyesi değerleri Excel Çizelgesine işlenmiştir (Çizelge 1 ve 2).




**Şekil 4.11.** Şanlıurfa Hidrojeoloji Haritası (DSİ, 2012)

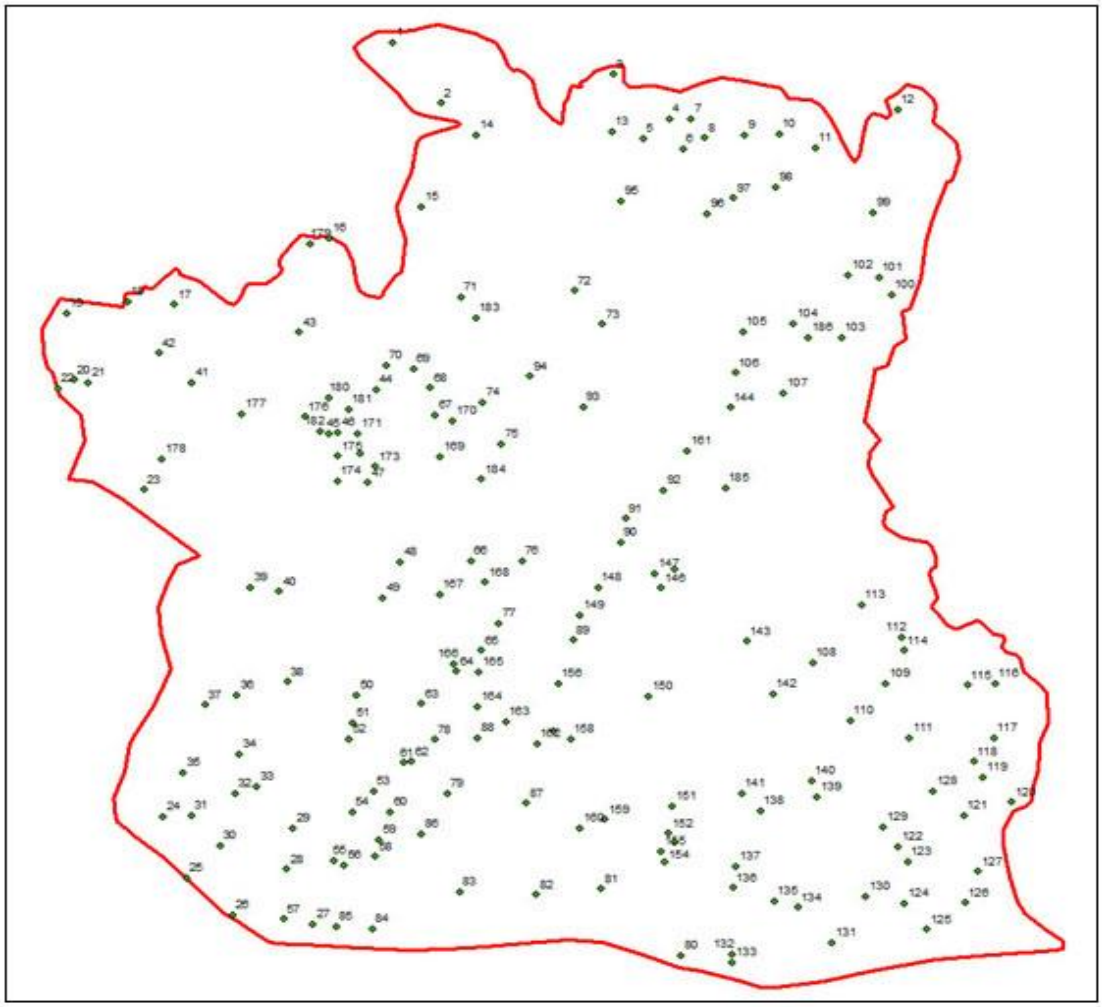
**Çizelge 4.1.** Şanlıurfa Hidrojeoloji Kuyu Verileri 1-93 Arası

| NNo | Y | X | Statik Su Sv | Rakım | Akifer | NNo | Y | X | Statik Su Sv | Rakım | Akifer | NNo | Y | X | Statik Su Sv | Rakım | Akifer |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 487106 | 4144736 | 19 | 817 | 798 | 32 | 473730 | 4076060 | 90 | 472 | 382 | 63 | 489575 | 4084245 | 34 | 388 | 354 |
| 2 | 491180 | 4139162 | 19 | 725 | 706 | 33 | 475565 | 4076681 | 64 | 466 | 402 | 64 | 492504 | 4087204 | 28 | 382 | 354 |
| 3 | 505782 | 4141831 | 160 | 773 | 613 | 34 | 474077 | 4079672 | 78 | 515 | 437 | 65 | 494601 | 4089114 | 24 | 379 | 355 |
| 4 | 510546 | 4137718 | 80 | 693 | 613 | 35 | 469331 | 4077950 | 71 | 507 | 436 | 66 | 493743 | 4097343 | 88 | 399 | 311 |
| 5 | 508324 | 4135920 | 97 | 724 | 627 | 36 | 473919 | 4085045 | 75 | 531 | 456 | 67 | 490691 | 4110679 | 40 | 462 | 422 |
| 6 | 511707 | 4135021 | 70 | 679 | 609 | 37 | 471193 | 4084146 | 87 | 552 | 465 | 68 | 490298 | 4113131 | 12 | 488 | 476 |
| 7 | 512444 | 4137743 | 101 | 713 | 612 | 38 | 478161 | 4086264 | 25 | 499 | 474 | 69 | 488870 | 4114874 | 31 | 500 | 469 |
| 8 | 513596 | 4136008 | 95 | 681 | 586 | 39 | 475034 | 4094889 | 25 | 552 | 527 | 70 | 486548 | 4115218 | 30 | 533 | 503 |
| 9 | 516970 | 4136229 | 73 | 693 | 620 | 40 | 477465 | 4094505 | 40 | 502 | 462 | 71 | 492904 | 4121418 | 11 | 695 | 684 |
| 10 | 519872 | 4136392 | 120 | 701 | 581 | 41 | 470062 | 4113613 | 15 | 766 | 751 | 72 | 502533 | 4122030 | 30 | 550 | 520 |
| 11 | 522937 | 4135074 | 95 | 699 | 604 | 42 | 467275 | 4116298 | 19 | 901 | 882 | 73 | 504884 | 4118974 | 27 | 543 | 516 |
| 12 | 529935 | 4138594 | 190 | 835 | 645 | 43 | 479211 | 4118213 | 32 | 689 | 657 | 74 | 494767 | 4111812 | 23 | 478 | 455 |
| 13 | 505706 | 4136561 | 97 | 691 | 594 | 44 | 485708 | 4112988 | 6 | 490 | 484 | 75 | 496332 | 4108024 | 37 | 441 | 404 |
| 14 | 494216 | 4136266 | 70 | 686 | 616 | 45 | 481740 | 4108967 | 25 | 520 | 495 | 76 | 498075 | 4097280 | 46 | 389 | 343 |
| 15 | 489570 | 4129712 | 161 | 806 | 645 | 46 | 482442 | 4109028 | 19 | 489 | 470 | 77 | 496094 | 4091614 | 25 | 382 | 357 |
| 16 | 481695 | 4126867 | 9 | 722 | 713 | 47 | 484977 | 4104456 | 61 | 534 | 473 | 78 | 490651 | 4080975 | 82 | 385 | 303 |
| 17 | 468589 | 4120768 | 80 | 737 | 657 | 48 | 487740 | 4097204 | 60 | 429 | 369 | 79 | 491731 | 4076011 | 26 | 369 | 343 |
| 18 | 464626 | 4121033 | 78 | 827 | 749 | 49 | 486277 | 4093909 | 73 | 531 | 458 | 80 | 511590 | 4061241 | 14 | 374 | 360 |
| 19 | 459457 | 4119935 | 80 | 759 | 679 | 50 | 484042 | 4085015 | 41 | 488 | 447 | 81 | 504766 | 4067327 | 25 | 360 | 335 |
| 20 | 460091 | 4113880 | 63 | 694 | 631 | 51 | 483755 | 4082480 | 16 | 475 | 459 | 82 | 499310 | 4066771 | 47 | 352 | 305 |
| 21 | 461288 | 4113578 | 93 | 702 | 609 | 52 | 483443 | 4081049 | 28 | 423 | 395 | 83 | 492785 | 4067078 | 15 | 372 | 357 |
| 22 | 458708 | 4113048 | 42 | 747 | 705 | 53 | 485463 | 4076281 | 48 | 394 | 346 | 84 | 485387 | 4063684 | 11 | 365 | 354 |
| 23 | 466008 | 4103834 | 47 | 620 | 573 | 54 | 483661 | 4074375 | 32 | 424 | 392 | 85 | 482310 | 4063883 | 12 | 365 | 353 |
| 24 | 467631 | 4073946 | 70 | 461 | 391 | 55 | 482169 | 4069895 | 28 | 400 | 372 | 86 | 489521 | 4072367 | 34 | 379 | 345 |
| 25 | 469611 | 4068283 | 35 | 376 | 341 | 56 | 482984 | 4069462 | 60 | 404 | 344 | 87 | 498449 | 4075146 | 33 | 360 | 327 |
| 26 | 473500 | 4064897 | 47 | 390 | 343 | 57 | 477878 | 4064573 | 50 | 388 | 338 | 88 | 494342 | 4081088 | 37 | 373 | 336 |
| 27 | 480314 | 4064088 | 10 | 376 | 366 | 58 | 485611 | 4070277 | 34 | 393 | 359 | 89 | 502422 | 4090072 | 22 | 379 | 357 |
| 28 | 478152 | 4069108 | 34 | 405 | 371 | 59 | 485985 | 4071775 | 36 | 390 | 354 | 90 | 506423 | 4099012 | 37 | 394 | 357 |
| 29 | 478641 | 4072853 | 37 | 424 | 387 | 60 | 486918 | 4074322 | 28 | 391 | 363 | 91 | 506852 | 4101171 | 65 | 404 | 339 |
| 30 | 472478 | 4071285 | 47 | 442 | 395 | 61 | 488014 | 4078847 | 45 | 384 | 339 | 92 | 510059 | 4103743 | 90 | 422 | 332 |
| 31 | 470010 | 4074023 | 69 | 460 | 391 | 62 | 488680 | 4078951 | 15 | 380 | 365 | 93 | 503267 | 4111396 | 15 | 473 | 458 |

**Çizelge 4.2.** Şanlıurfa Hidrojeoloji Kuyu Verileri 1

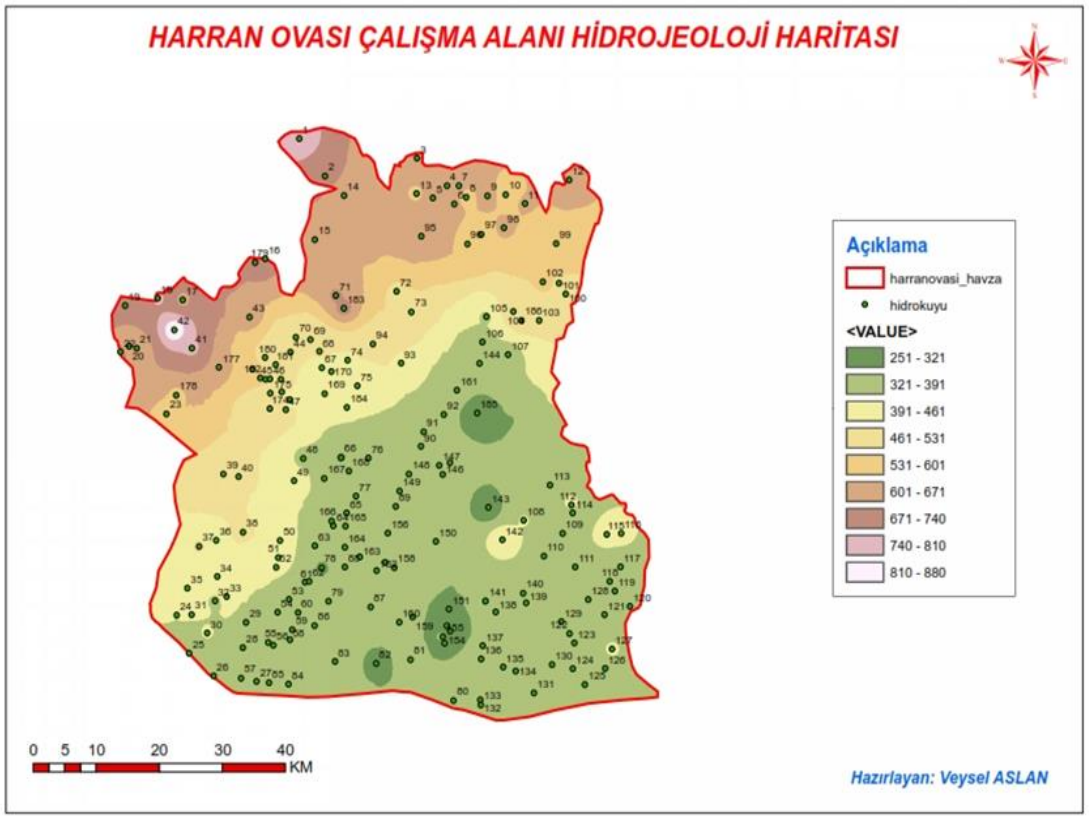
| NNo | Y | X | Statik Su Sv | Rakım | Akifer | NNo | Y | X | Statik Su Sv | Rakım | Akifer | NNo | Y | X | Statik Su Sv | Rakım | Akifer |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 94 | 498785 | 4114199 | 32 | 513 | 481 | 125 | 532429 | 4063610 | 58 | 420 | 362 | 156 | 501153 | 4086127 | 24 | 372 | 348 |
| 95 | 506465 | 4130226 | 100 | 773 | 673 | 126 | 535658 | 4066031 | 70 | 429 | 359 | 157 | 500737 | 4081778 | 19 | 366 | 347 |
| 96 | 513796 | 4129075 | 37 | 630 | 593 | 127 | 536738 | 4068909 | 43 | 444 | 401 | 158 | 502193 | 4080988 | 30 | 365 | 335 |
| 97 | 515993 | 4130503 | 90 | 655 | 565 | 128 | 532970 | 4076248 | 104 | 488 | 384 | 159 | 505085 | 4073675 | 33 | 355 | 322 |
| 98 | 519588 | 4131490 | 80 | 691 | 611 | 129 | 528723 | 4072979 | 110 | 480 | 370 | 160 | 502973 | 4072884 | 17 | 358 | 341 |
| 99 | 527871 | 4129154 | 118 | 709 | 591 | 130 | 527237 | 4066594 | 64 | 433 | 369 | 161 | 512109 | 4107350 | 112 | 479 | 367 |
| 100 | 529384 | 4121648 | 170 | 680 | 510 | 131 | 524346 | 4062385 | 49 | 420 | 371 | 162 | 499364 | 4080572 | 10 | 383 | 373 |
| 101 | 528340 | 4123240 | 176 | 704 | 528 | 132 | 515836 | 4061339 | 46 | 402 | 356 | 163 | 496693 | 4082577 | 14 | 370 | 356 |
| 102 | 525763 | 4123448 | 150 | 702 | 552 | 133 | 515917 | 4060600 | 39 | 395 | 356 | 164 | 494341 | 4084003 | 10 | 375 | 365 |
| 103 | 525188 | 4117705 | 176 | 639 | 463 | 134 | 521456 | 4065634 | 56 | 421 | 365 | 165 | 494435 | 4087154 | 11 | 375 | 364 |
| 104 | 521082 | 4119032 | 178 | 699 | 521 | 135 | 519473 | 4066225 | 74 | 425 | 351 | 166 | 492231 | 4087922 | 33 | 381 | 348 |
| 105 | 516806 | 4118283 | 207 | 589 | 382 | 136 | 515961 | 4067409 | 80 | 429 | 349 | 167 | 491068 | 4094250 | 19 | 402 | 383 |
| 106 | 516178 | 4114510 | 170 | 518 | 348 | 137 | 516215 | 4069398 | 95 | 419 | 324 | 168 | 494959 | 4095357 | 35 | 400 | 365 |
| 107 | 520244 | 4112645 | 215 | 548 | 333 | 138 | 518297 | 4074426 | 120 | 459 | 339 | 169 | 491129 | 4106826 | 10 | 438 | 428 |
| 108 | 522714 | 4088029 | 168 | 561 | 393 | 139 | 523129 | 4075754 | 115 | 509 | 394 | 170 | 492186 | 4110135 | 26 | 457 | 431 |
| 109 | 528900 | 4086068 | 143 | 532 | 389 | 140 | 522647 | 4077190 | 131 | 505 | 374 | 171 | 484176 | 4108981 | 7 | 466 | 459 |
| 110 | 525943 | 4082694 | 155 | 510 | 355 | 141 | 516683 | 4076041 | 100 | 419 | 319 | 172 | 484315 | 4107110 | 10 | 474 | 464 |
| 111 | 530897 | 4081095 | 125 | 513 | 388 | 142 | 519334 | 4085137 | 118 | 568 | 450 | 173 | 485622 | 4105942 | 21 | 455 | 434 |
| 112 | 530295 | 4090312 | 135 | 540 | 405 | 143 | 517123 | 4089964 | 230 | 489 | 259 | 174 | 482417 | 4104619 | 84 | 577 | 493 |
| 113 | 526901 | 4093263 | 198 | 580 | 382 | 144 | 515727 | 4111346 | 124 | 495 | 371 | 175 | 482492 | 4106903 | 104 | 589 | 485 |
| 114 | 530496 | 4089114 | 163 | 516 | 353 | 145 | 511039 | 4096576 | 51 | 393 | 342 | 176 | 479650 | 4110490 | 28 | 635 | 607 |
| 115 | 535904 | 4085938 | 133 | 542 | 409 | 146 | 509886 | 4094838 | 20 | 383 | 363 | 177 | 474336 | 4110765 | 28 | 699 | 671 |
| 116 | 538211 | 4086073 | 115 | 518 | 403 | 147 | 509332 | 4096171 | 44 | 385 | 341 | 178 | 467564 | 4106610 | 84 | 673 | 589 |
| 117 | 538106 | 4081114 | 119 | 489 | 370 | 148 | 504511 | 4094887 | 11 | 385 | 374 | 179 | 480070 | 4126324 | 18 | 729 | 711 |
| 118 | 536399 | 4078945 | 123 | 478 | 355 | 149 | 503020 | 4092364 | 10 | 381 | 371 | 180 | 481658 | 4112218 | 10 | 510 | 500 |
| 119 | 537194 | 4077517 | 115 | 468 | 353 | 150 | 508800 | 4084907 | 30 | 371 | 341 | 181 | 483359 | 4111161 | 12 | 480 | 468 |
| 120 | 539591 | 4075257 | 118 | 454 | 336 | 151 | 510854 | 4074847 | 54 | 373 | 319 | 182 | 480925 | 4109160 | 15 | 625 | 610 |
| 121 | 535559 | 4074009 | 101 | 461 | 360 | 152 | 510509 | 4072376 | 45 | 372 | 327 | 183 | 494177 | 4119524 | 15 | 718 | 703 |
| 122 | 529991 | 4071187 | 80 | 448 | 368 | 153 | 511053 | 4071561 | 96 | 373 | 277 | 184 | 494652 | 4104787 | 24 | 421 | 397 |
| 123 | 530775 | 4069821 | 76 | 450 | 374 | 154 | 510177 | 4069758 | 54 | 363 | 309 | 185 | 515330 | 4103967 | 190 | 441 | 251 |
| 124 | 530515 | 4065992 | 55 | 415 | 360 | 155 | 509882 | 4070727 | 43 | 374 | 331 | 186 | 522355 | 4117718 | 176 | 678 | 502 |

Kuyu verileri ArcGis ortamına Add Data / Display XY Data. Yöntemi ile eklenerek kuyulara ait shp dosyası oluşturuldu (Şekil 4.12).



**Şekil 4.12.** Harran Havzası Hidrojeoloji Haritası Kuyu Lokasyon Haritası

Arctoolbax/Spatial Analyst Tools/İnterpolation/IDW yöntemi kullanılarak Akifer haritası oluşturuldu (Şekil 4.13).




**Şekil 4.13.** Harran Ovası Çalışma Alanı Hidrojeoloji Haritası

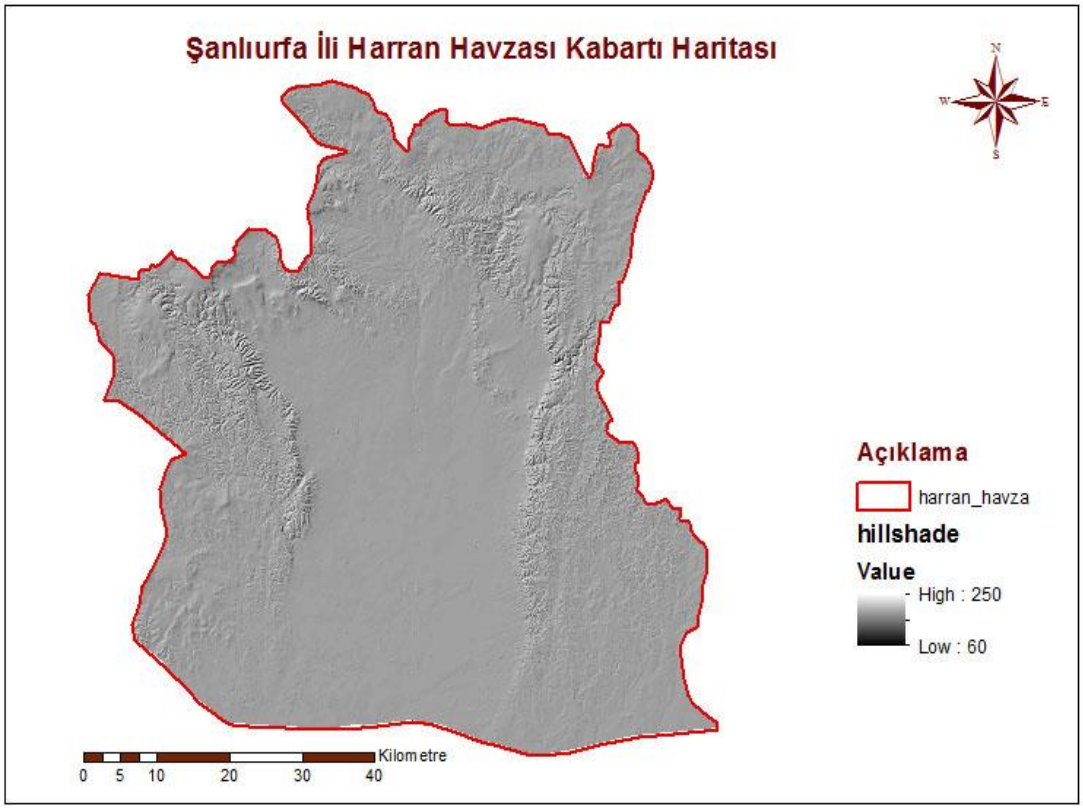
### 4.1.3. Jeomorfoloji ve Drenaj Yoğunluk Haritasının Oluşturulması

Jeomorfoloji Haritaları, Bir bölgedeki şekillenme süreci yani iç ve dış güçlerin etkisiyle oluşan yer şekilleri hakkında bilgi veren haritalardır. Bir haritadaki faylar, vadi türleri, birikinti konileri, sekiler, ovalar ve daha birçok yer şekli taranarak gösterilir. Yer şekillerinin kolay ayırt edilmesi amacıyla bu haritalar renklendirilir.

#### 4.1.3.1. Kabartı Haritası (Hillshade) Oluşturulması

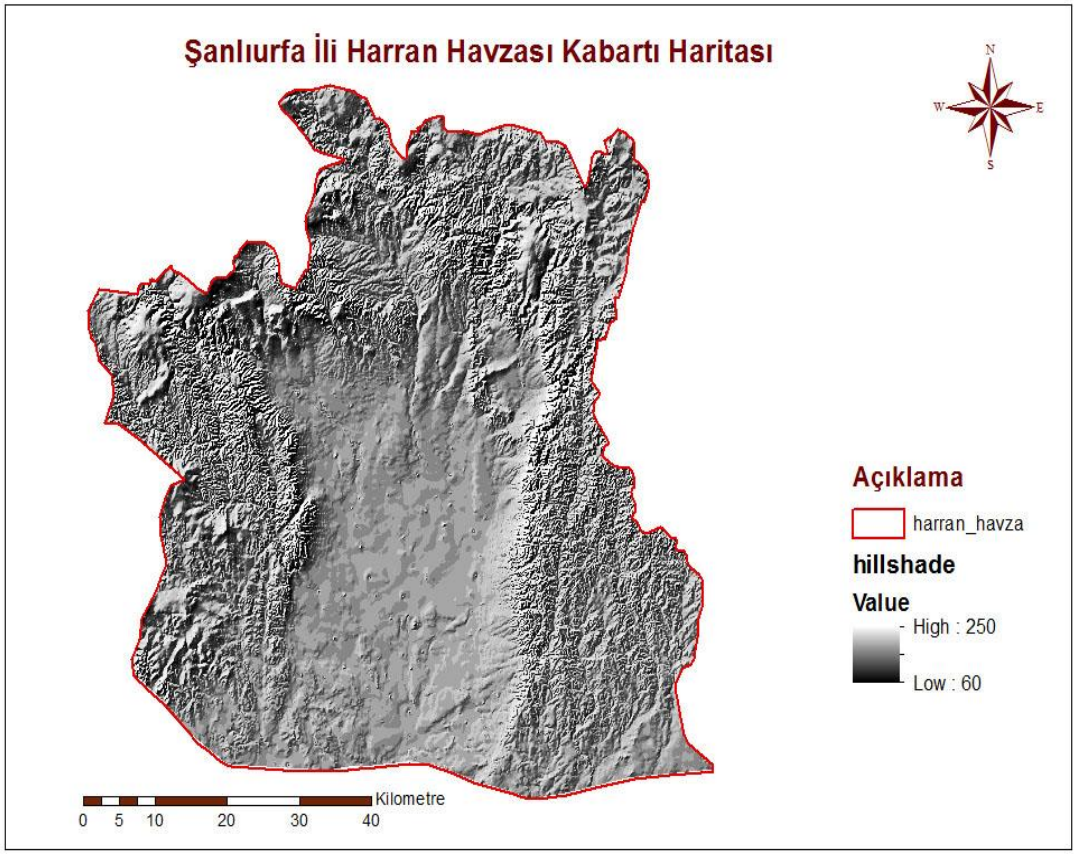
Şanlıurfa Afet Acil Durum Müdürlüğü (AFAD)'den hazır olarak alınan Şanlıurfa iline ait sayısal DEM haritası kullanılarak Arctoolbax / 3D Analyst Tools / Raster Surface / Hillshade menüsüne tıklandıktan sonra ekrana gelen Hillshade penceresinde aşağıdaki gibi boşluklar doldurulduu ve Environments… düğmesine tıklanarak ekrana gelen Environment Setting penceresinde Processing Extent / Extend / Same As Layer Harran_Havza seçeneği seçilir tekrar Environment Setting penceresinde Raster Analysis / Mask / Harran_Havza

seçildikten sonra tamam tuşuna tıklanarak havza içi için kabartı haritası oluşturuldu (Şekil 4.14).




**Şekil 4.14.** Çalışma Alanı Kabartı Haritası

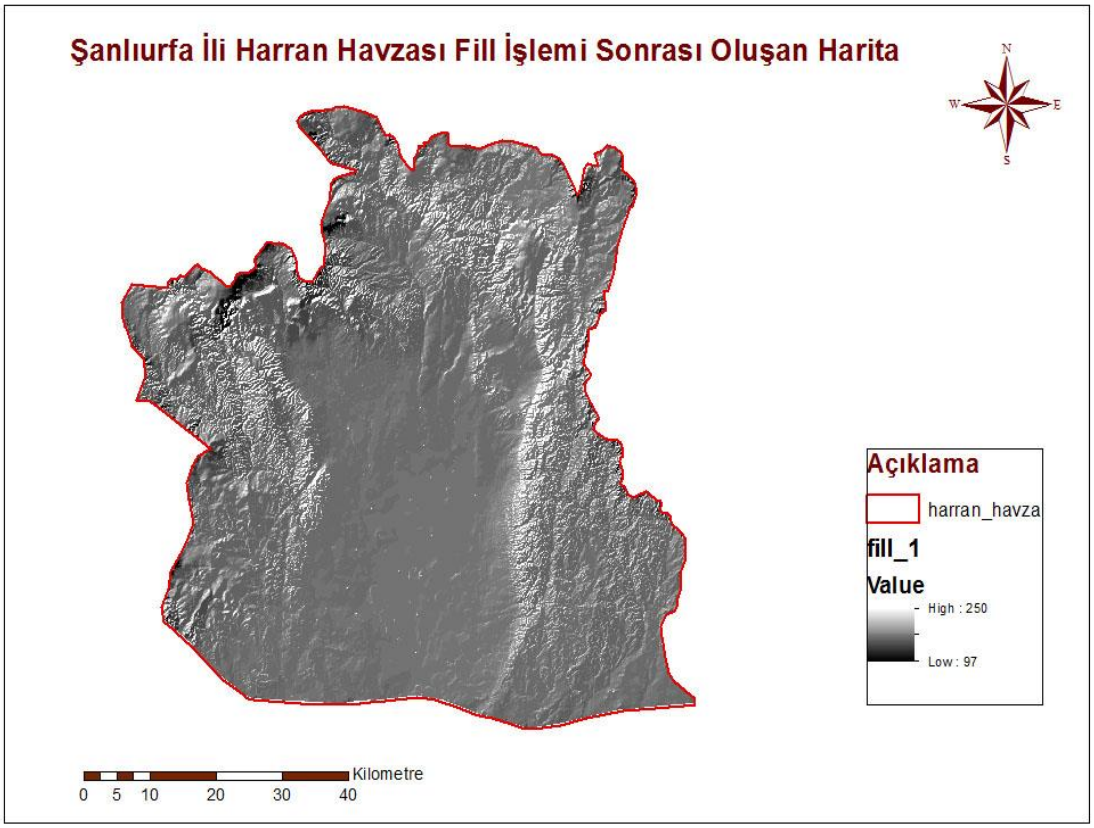
Havza için oluşturulan Kabartı Haritasını biraz daha belirgin hale getirmek için ArcMap programında Table Of Contents penceresinde oluşan hillshade sağ tıklanarak properties / sybmbology / Stretch bölümündeki Type / Histogram Equalize seçilip tamam tıklanarak aşağıdaki görüntü oluşturulmuştur (Şekil 4.15).




**Şekil 4.15.** Çalışma Alanı Abartılı Kabartı Haritası

### 4.1.3.2. Boşlukların Doldurulması İçin Fill Komutunun Kullanılması

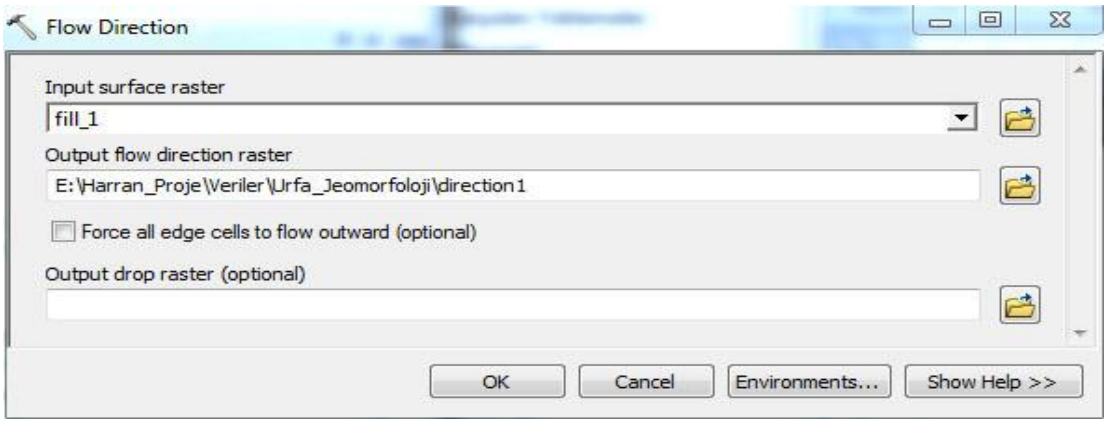
Arctoolbax / Spatial Analyst Tools / Hidrology / Fill ile açılan aşağıdaki diyalog kutusunda input surface raster kısmına hillshade output surface raster kısmına kayıt yerine gidilip dosya adı fill_1 yazıldıktan sonra OK düğmesi tıklanarak işlem tamamlandı. Bu işlem ile arada var olan boşluklar doldurulmuş oldu. Bu işlemler sonrası oluşan görüntü aşağıdaki şekilde oluştu (Şekil 4.16).



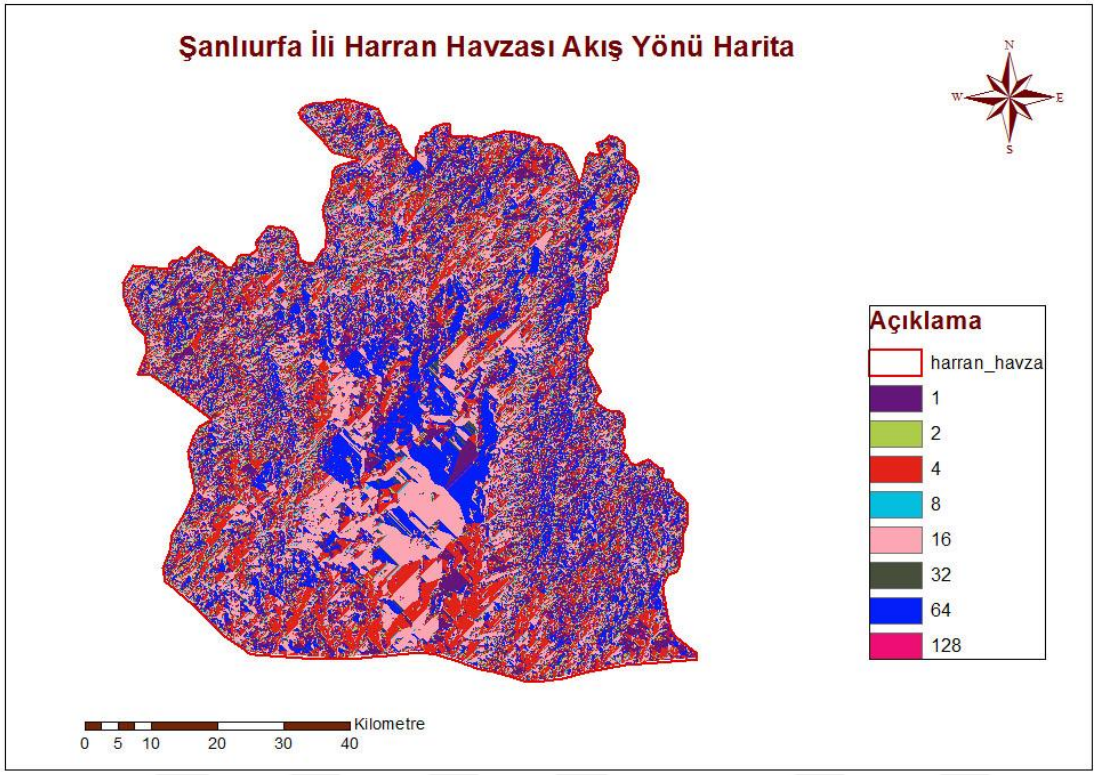

**Şekil 4.16.** Boşlukların Doldurulması İçin Fill Komutunun Kullanılması

### 4.1.3.3. Akış Yönü (Flow Direction) Hesaplanması

Arctoolbax / Spatial Analyst Tools / Hidrology / Flow Direction ile açılan diyalog kutusunda (Şekil 4.17) input surface raster kısmında fill dosyası seçilip, dosya ismi direction1 girildikten sonra akış yönü haritası aşağıdaki şekilde oluştu (Şekil 4.18).



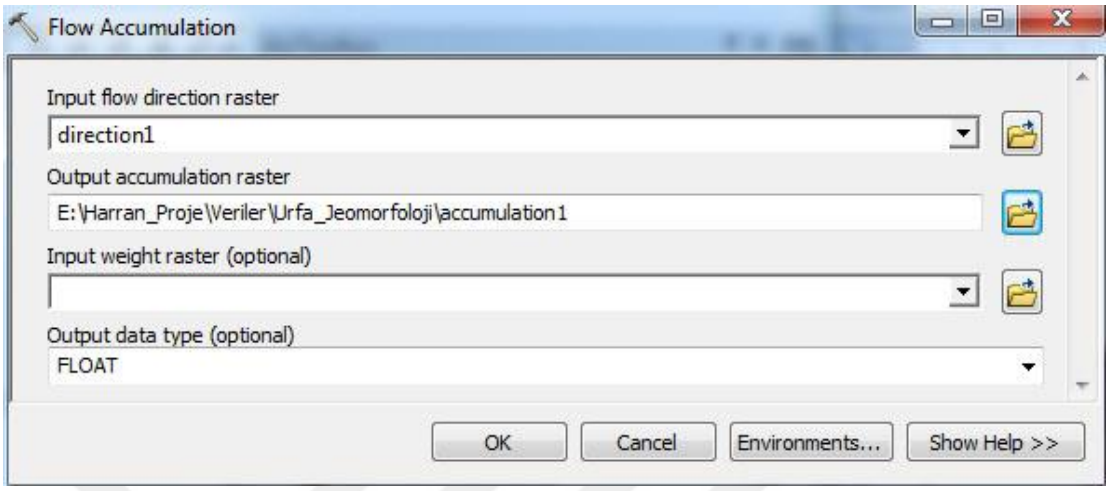

**Şekil 4.17.** Flow Direction İle Boşlukların Doldurulması İşlem Penceresi



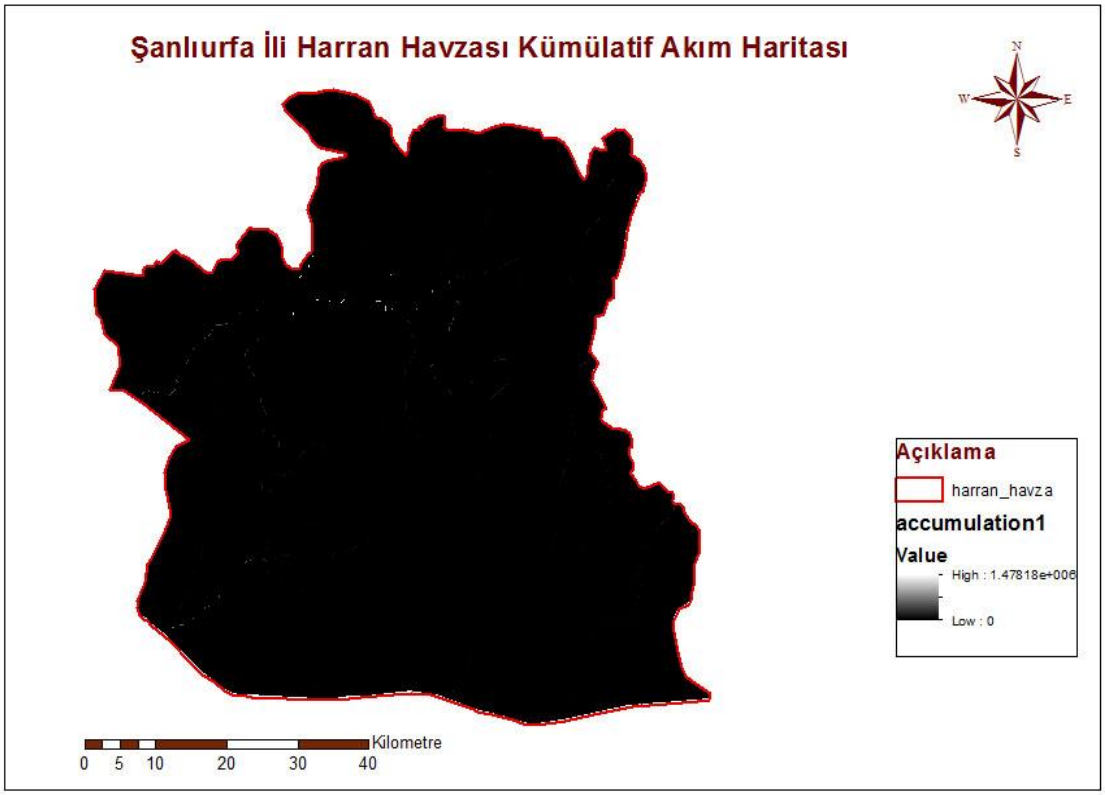

**Şekil 4.18.** Akış Yönü (Flow Direction) Hesaplanması

### 4.1.3.4. Akış Birikimi (Flow Accumulation) hesaplaması

Bu bölümde akış birikimi hesaplaması işlemi yapılacaktır. Bir hücrenin su toplama alanında yer alan hücre sayısı hesaplanır. Böylece su toplama alanı ve nehir kolları belirlenmeye başlar.Arctoolbax / Spatial Analyst Tools / Hidrology / Flow Accumulation ile açılan diyalog kutusuna input flow direction raster kısmında direction1 dosyası seçilip dosya adı accumulation1 girildikten sonra (Şekil 4.19) ok tıklanarak, Kümülatif Akım haritası aşağıdaki şekilde oluştu (Şekil 4.20).




**Şekil 4.19.** Akış Birikimi (Flow Accumulation) Hesaplaması

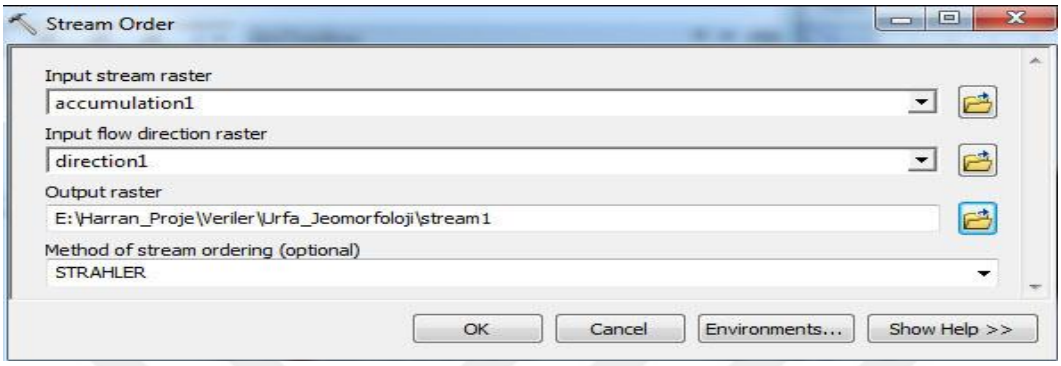



**Şekil 4.20.** Akış Birikimi (Flow Accumulation) Haritası

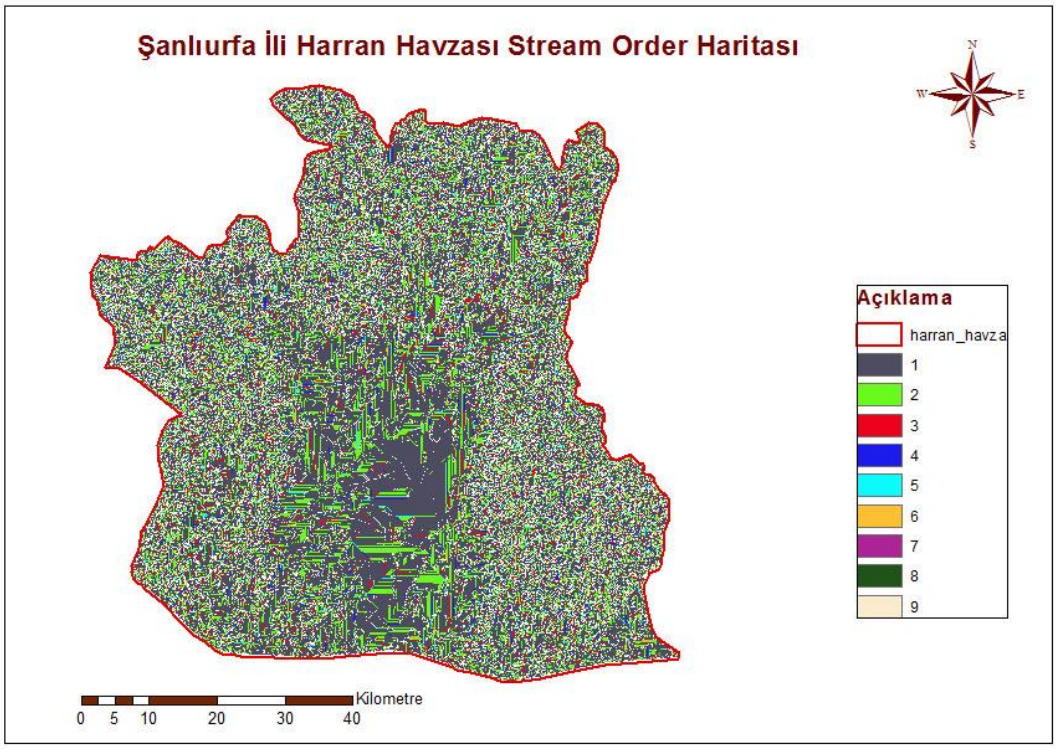
### 4.1.3.5. Stream Order

Arctoolbax/Spatial Analyst Tools/Hidrology/Stream Order ile açılan diyalog kutusunda input stream raster kısmına accumulation1, input flow direction raster kısmına

direction dosyası seçilip kayıt yeri (dosya ismi stream) seçildikten sonra (Şekil 4.21) ok düğmesine tıklanarak Stream Order haritası aşağıdaki şekilde oluşturulmuş oldu (Şekil 22).




**Şekil 4.21.** Stream Order Veri Giriş Penceresi

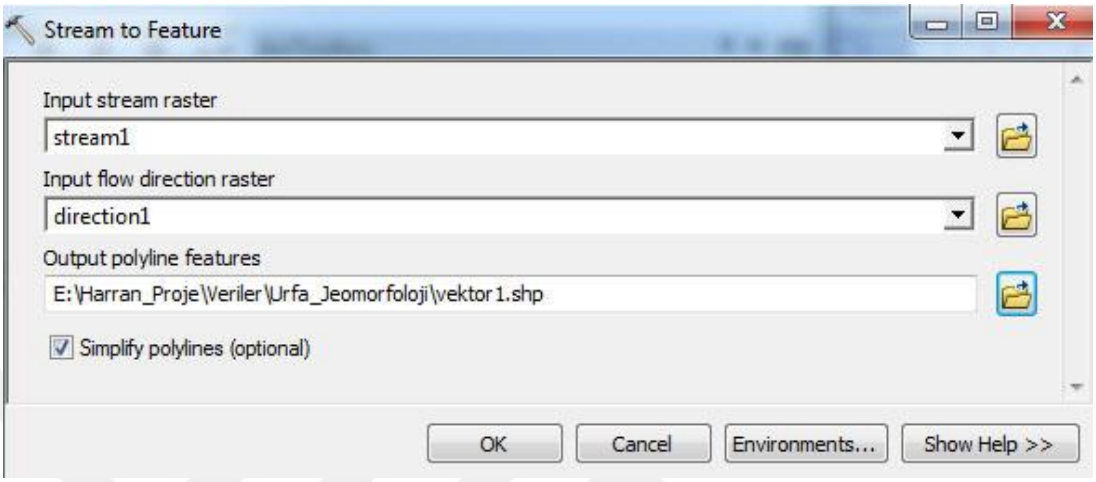



**Şekil 4.22.** Stream Order Tematik Haritası

### 4.1.3.6. Nehir tanımlama (Stream to Feature) İşlemi

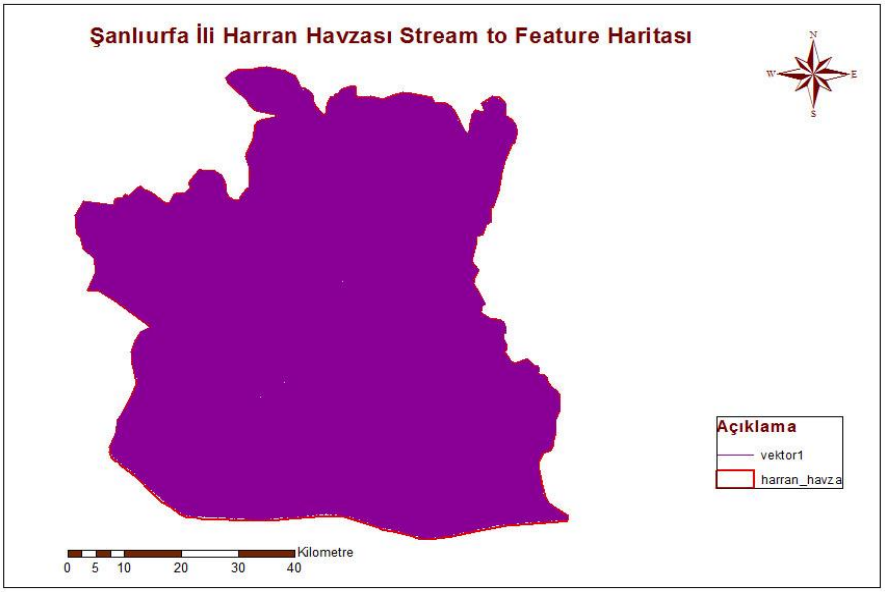
Bu bölümde Nehir tanımlama işleminin yapılması anlatılacak. Arctoolbax / Spatial Analyst Tools / Hidrology / Stream to Feature ile açılan diyalog kutusunda input stream raster kısmına stream1, input flow direction raster kısmına direction1 dosyaları seçilip kayıt adı

vektor1 girildikten sonra (Şekil 4.23) ok düğmesine tıklanarak Stream to Feature haritası aşağıdaki şekilde oluşturulmuş oldu (Şekil 4.24).




**Şekil 4.23.** Nehir Tanımlama (Stream To Feature) Veri Giriş Penceresi

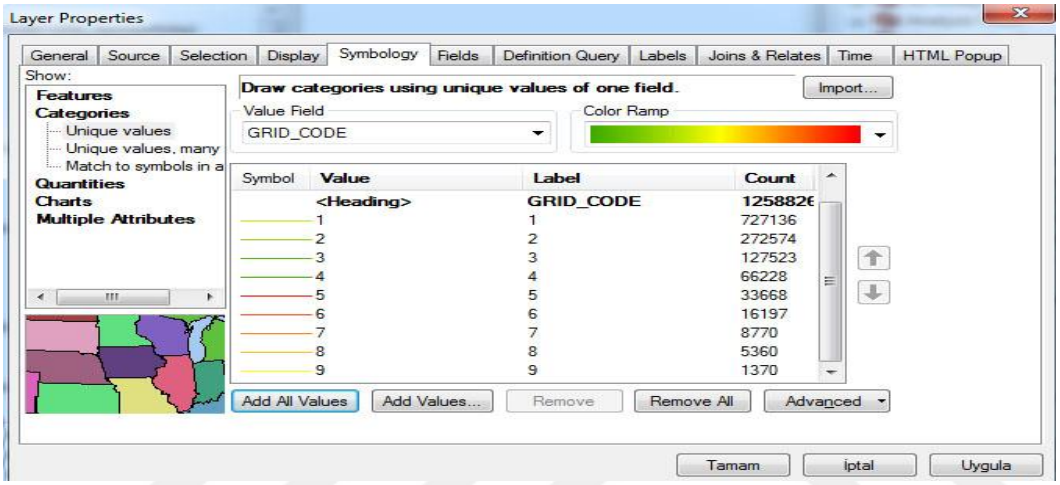
Stream to Feature haritası çok yoğun bir çizgi ağından oluştuğu için tek renk gibi görülüyor. Resim büyütüldükçe tek bir renk olmadığı oldukça fazla çizgi ağlarından oluştuğu anlaşılmaktadır. Bazı küçük değerli akarsu verileri silindiğinde daha önemli olan akarsular ortaya çıkacaktır.



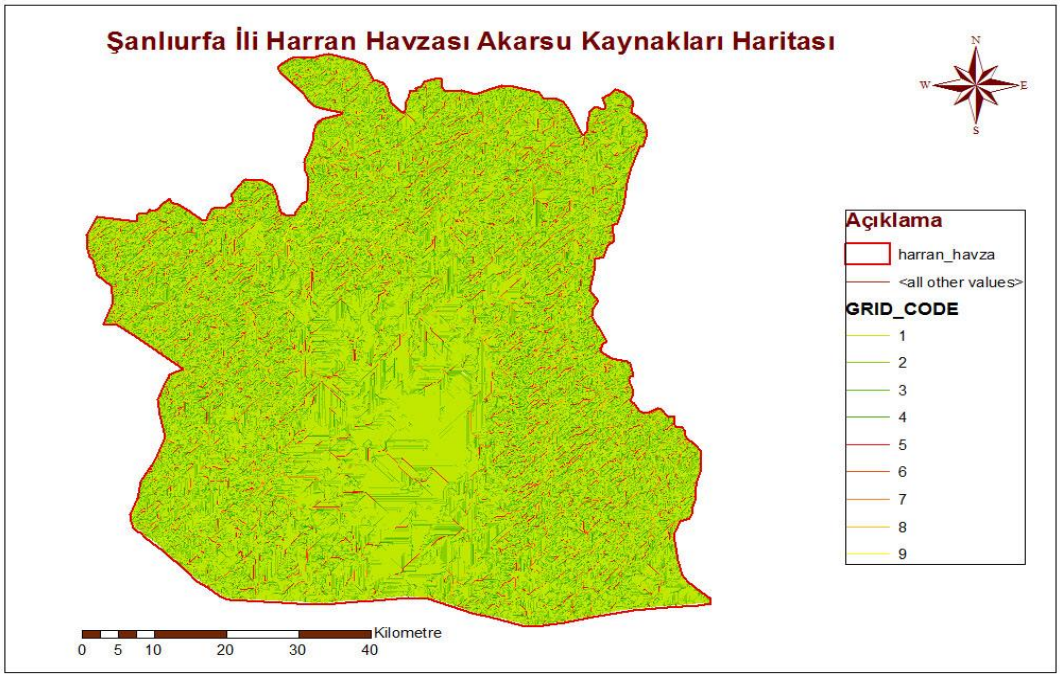

**Şekil 4.24.** Nehir Tanımlama (Stream To Feature) Tematik Haritası

### Akarsu Kaynaklarının Ayarlarının Yapılması

TOC'de Vektor/properties/sembology bölümünden Categories/Unique Values/Values Field de grid code – Add All Values tıklandığında 9 sınıf halinde sınıflama olduğu görülür (Şekil 4.25). Tamam düğmesine tıklandığında akarsu ağının yeni görüntüsü aşağıdaki gibi oluşur (Şekil 4.26).




**Şekil 4.25.** Akarsu Kaynak Verilerine Ait Semboloji Bölümü Penceresi

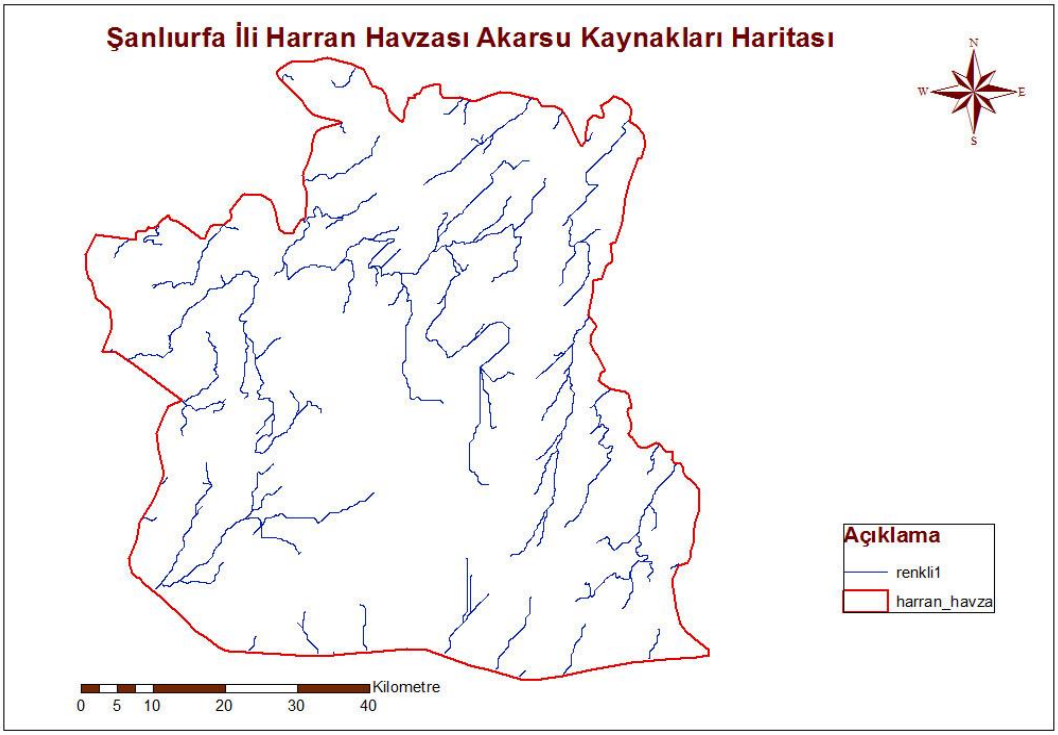



**Şekil 4.26.** Harran Havzası Akarsu Kaynakları Tematik Haritası

Bölgedeki tüm akarsular göründüğü için hem sayfa geç açılıyor hem de anlamlı bir görüntü elde edilemiyor. Bu işlemi küçük değerlere sahip akarsu verilerini silerek yapacak akarsuyun daha belirgin hale gelmesini sağlayacağız. Bu işlem için yapılan çalışmalar;

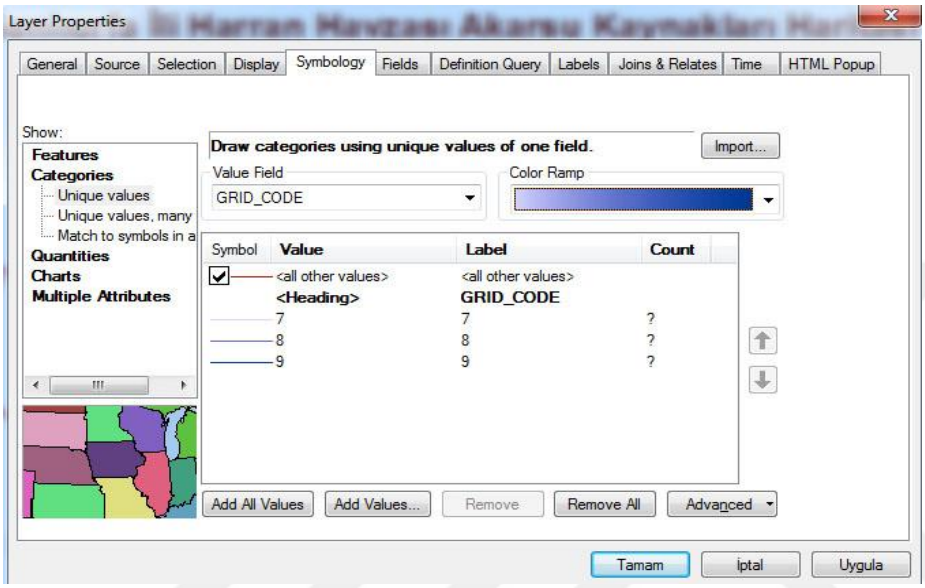
- Table Off Contents bölümünde Vektor / open attribute table
- Table Options / Select By Attributes… işlemi sonrası açılan Select By Attributes penceresindeki SELECT ekranına "Grid Code">6 yazıldıktan sonra Apply butonuna tıklanır. Kot değeri 6 dan büyük akarsular seçilmiş olur.
- Table Off Contents bölümünde Vektor / data / export data ile seçili olan 6'dan büyük kodlu akarsular yeni bir shp sayısal dosyası olarak arşivlenmiş olur.
- Yeni katman çalışmaya yüklensin mi manasında olan soldaki iletiye Evet denilir. Vektör1 çeki kaldırılarak pasif hale dönüştürülür.

Kodu 7, 8 ve 9 olan akarsular daha belirgin hale gelerek aşağıdaki şekilde görünür (şekil 4.27).

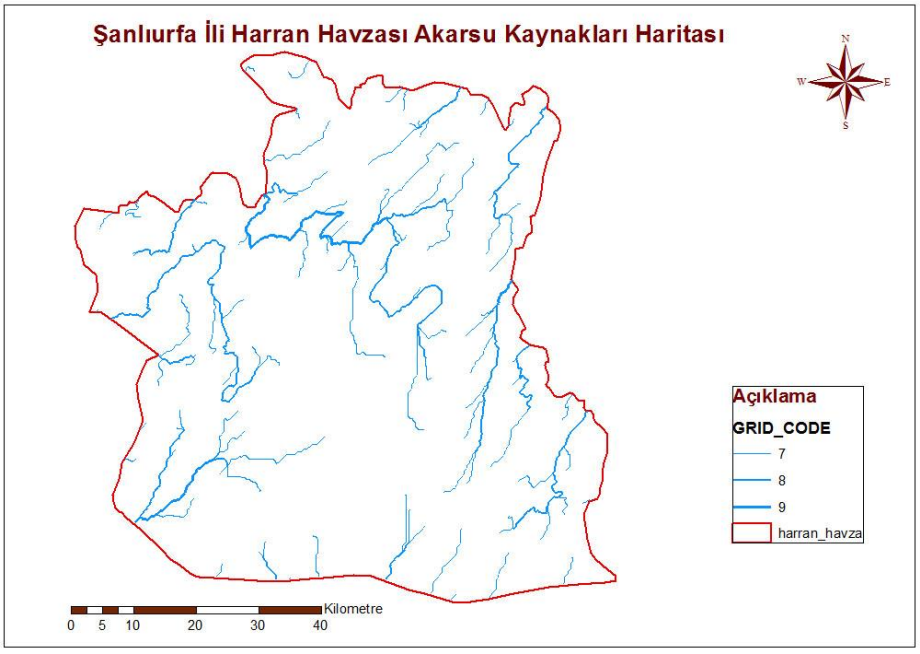



**Şekil 4.27.** Nehir (7, 8 ve 9 Kodlu) Tematik Haritası

Table Off Contents bölümünde Vektor / properties / Symbology / bölümünde aşağıdaki yapılan işlem (Şekil 4.28) sonucunda yeni görüntü aşağıdaki şekilde ve dere kalınlığına göre oluşmuş olur (Şekil 4.29).



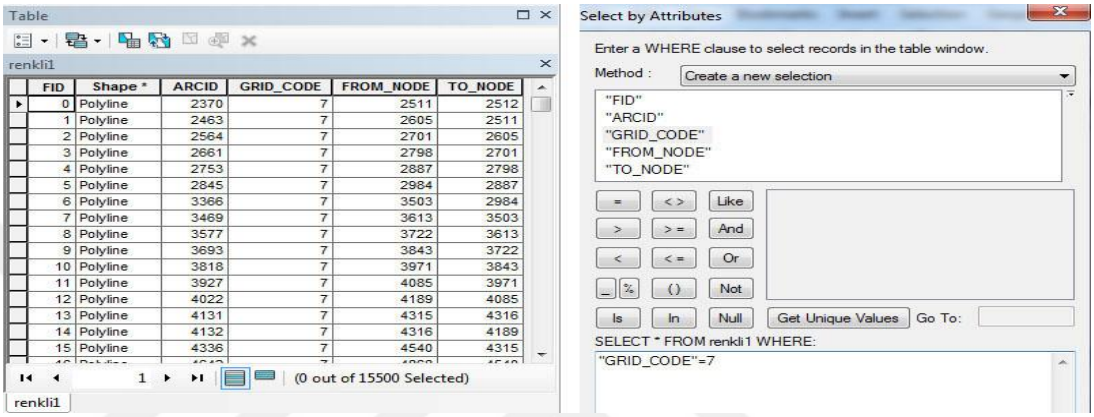

**Şekil 4.28.** Nehir (7, 8 ve 9 Kodlu) Semboloji Düzenleme Penceresi




**Şekil 4.29.** Harran Havzası Nehir (7, 8 Ve 9 Kodlu) Tematik Haritası

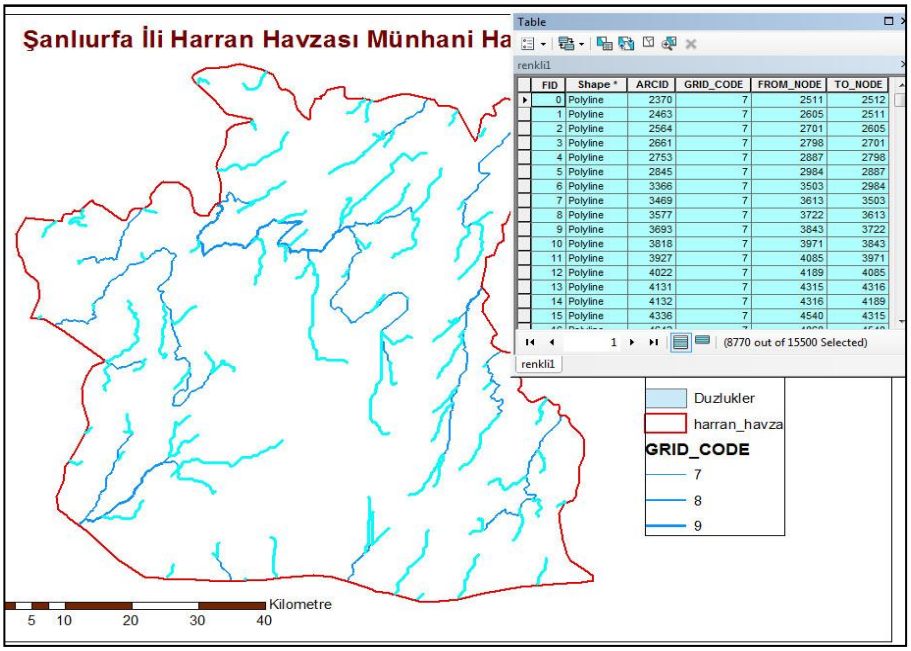
### Ayrık halde Olan Akarsuların Merge İle Birleştirilmesi

TOC'de Renkli1 katmanı / Open Attributa Table tıklandıktan sonra gelen pencerede 7, 8 ve 9 kodku toplam 15500 adet ayrık çizgi var karmaşıklığı çözmek ve tek katman haline getirmek için Merge işlemi yapılmıştır (Şekil 4.30).



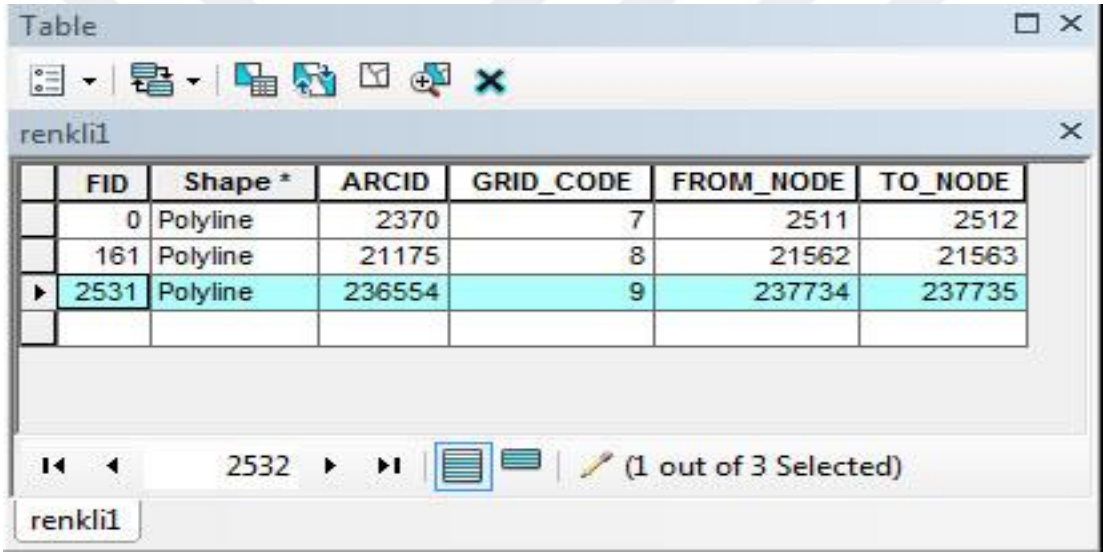

**Şekil 4.30.** Harran Havzası Nehir (7, 8 Ve 9 Kodlu) Verilerde Seçim Ekranı

TOC'de renkli1 / Table sonrasında açılan Table penceresindeki Table Options / Select By Attributes sonrası gelen pencerede "GRID_CODE"=7 Apply işlemi sonrasında 8770 adet akarsuya ait çizgi seçilmiş oldu (Şekil 4.31).




**Şekil 4.31.** Harran Havzası 7 Kolu Nehir Verilerde Seçim Ekranı

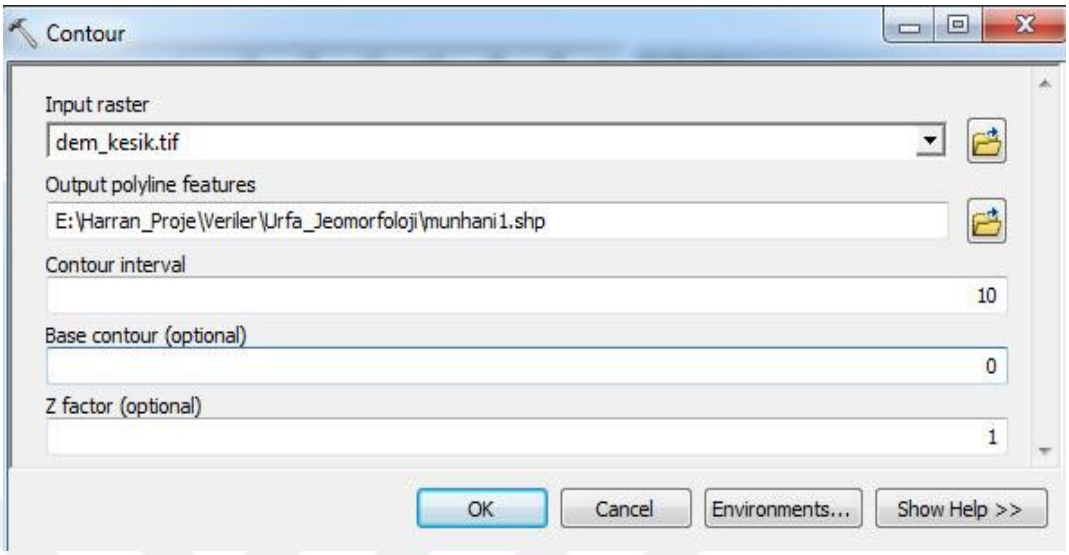
- Merge ile birleştirme işlemini yapabilmek için Editör Toolbar düğmesi sonrasında Start Editing menüsüne tıklanması gerekir.
- Daha önceki seçme işlemi olan 7 kodlu akarsuların birleştirilmesi amacıyla Editor sekmesinde / Merge menüsüne tıklanır.
- Gelen pencerede OK tıklanır.
- Aynı çalışmalar 8 ve 9 kodlu akarsular için de yapıldığında aşağıdaki şekilde sadeleşmiş bir akarsu yapısı oluşmuş olur (Şekil 4.32).



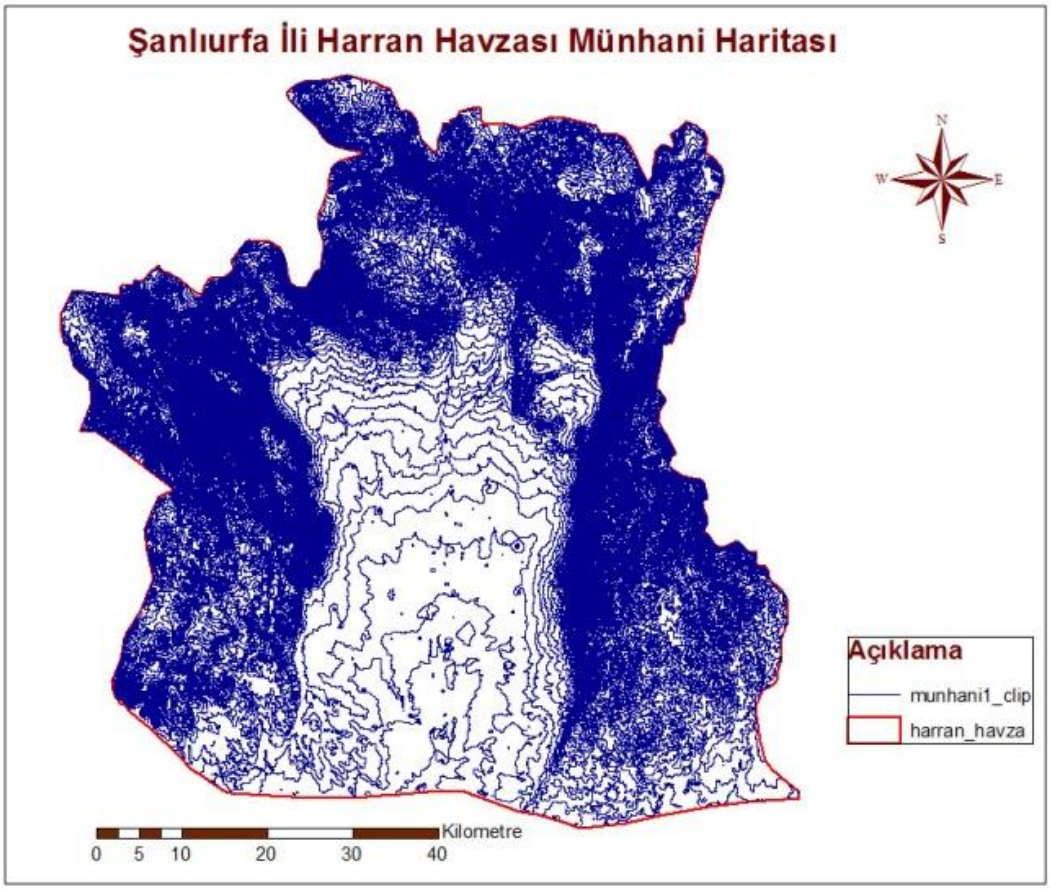

**Şekil 4.32.** Nehir Verilerine Ait Merge İşlemi Sonrası Oluşan Durum Ekranı

### 4.1.3.7. İzohips Haritasının Oluşturulması

Arctoolbax /3D Analyst Tools / Raster Surface / Contour ile açılan diyalog kutusunda input raster kısmına dem dosyası seçilip output polyline feature ile belirtilen alanda kayıt yeri gösterilip dosya ismi münhani girilerek contuer interval olarak değer aralığı 10 girildikten sonra environment düğmesine tıklanıp maskeleme işlemi yapılarak (Şekil 4.33) Harran havzasının 10 metre aralıklı eş yükseklik eğrileri oluşmuş olur (Şekil 4.34).



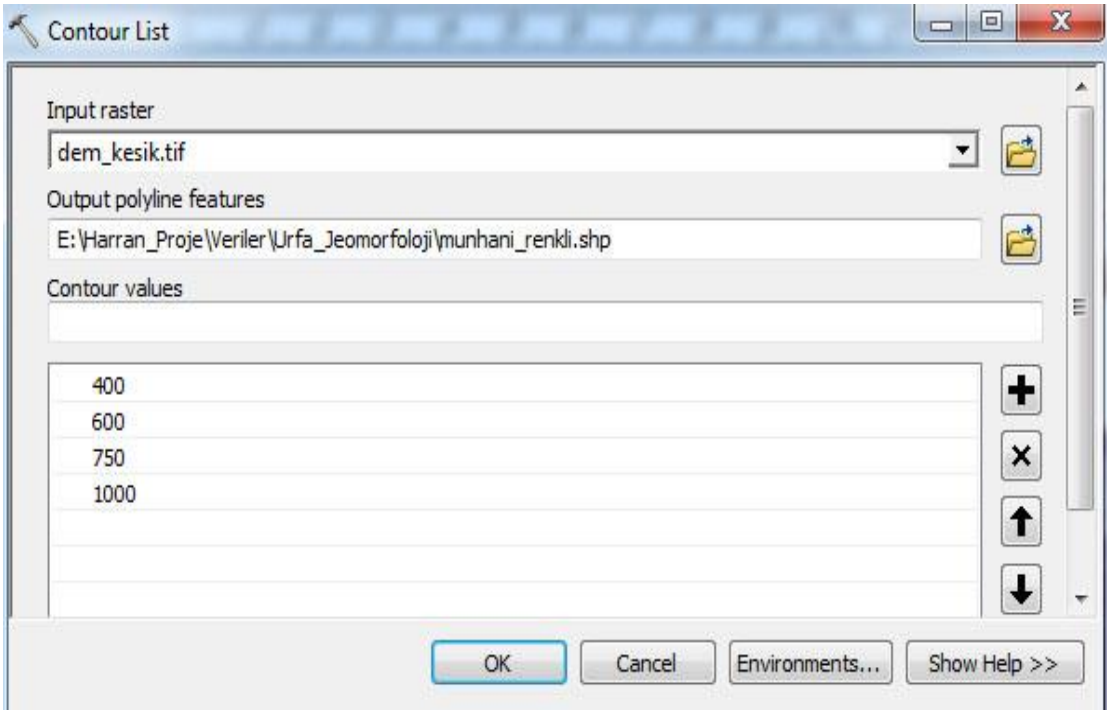

**Şekil 4.33.** Harran Havzası İzohips Oluşturma Amaçlı Veri Giriş Penceresi



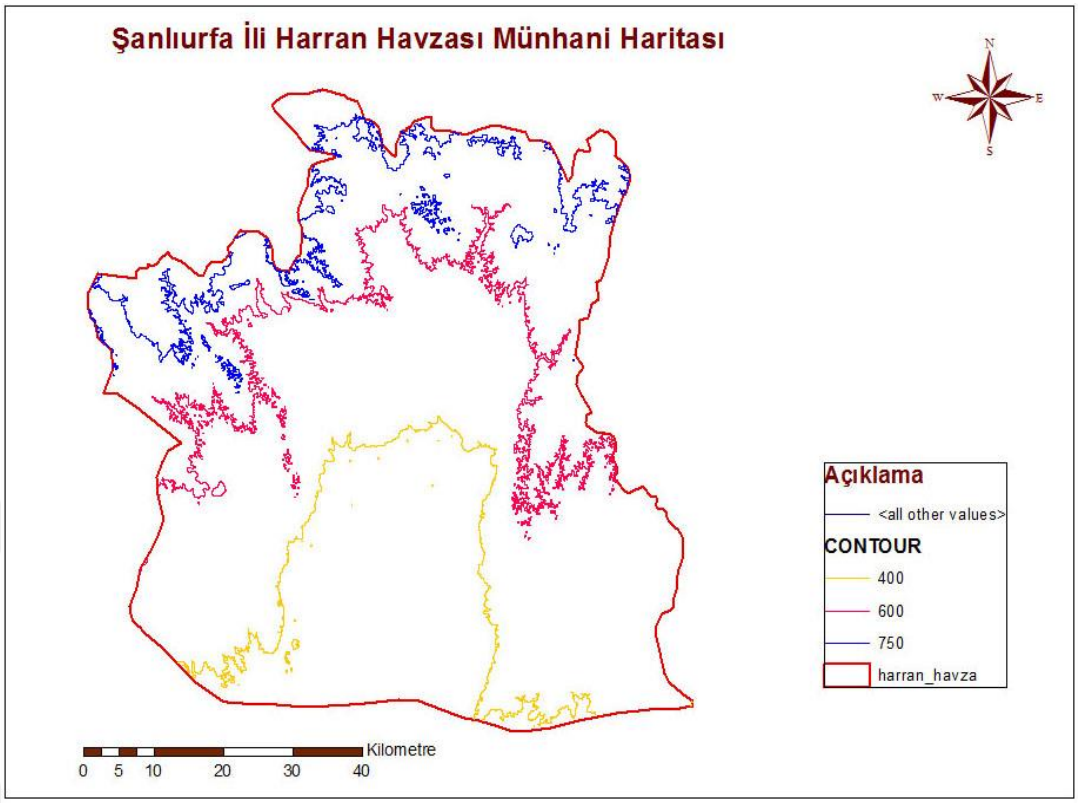

Şekil 4.34. Harran Havzası 10 Metre Aralıklı İzohips Haritası

#### 4.1.3.8. Jeomorfoloji Haritasının Oluşturulması

Arctoolbax / 3D Analyst Tools / Raster Surface / Contour List ile açılan diyalog kutusunda input raster kısmına dem dosyası seçilip output polyline feature ile belirtilen alanda kayıt yeri gösterilip dosya ismi renk girilerek contuer values + 400, 600, 750, 1000 değerleri eklenerek (Şekil 4.35) oluşturulmuş olan münhani haritası üzerinde farklı renklerde 4 münhaniye dönüştürüldü (Şekil 4.36). Bu işlemin yapılmasının amacı jeomorfoloji haritasını oluşturmaktır.




**Şekil 4.35.** Harran Havzası Sınır Değerler Aralıklı İzohips Verisi Girme Penceresi




**Şekil 4.36.** Harran Havzası 400, 600, 750 ve 1000 Kodlarından Geçen İzohips Eğrileri

Havza içerisinde 3 farklı sınır oluşmuş oldu. Havzada en yüksek kotumuz 920 civarında olup, 750 olan sınır çizgisinin üst tarafı 750 – 1000 arası, en içteki 400 kodlu sarı sınır içindeki bölüm 400 aşağısı koda sahip alanlardır. Bu şekilde yaptığımız çalışmanın amacı düzlük, ova, plato, tepe ve dağların sayısallaştırma süreçlerinde bu sınırları kullanarak trace komutu ile sınırlarda fare ile gezinerek hızlı bir şekilde sayısallaştırma işlemlerini yapabilmektir. Bu sınırlar gezilerek sayısallaştırma işlemi yapılacaktır.

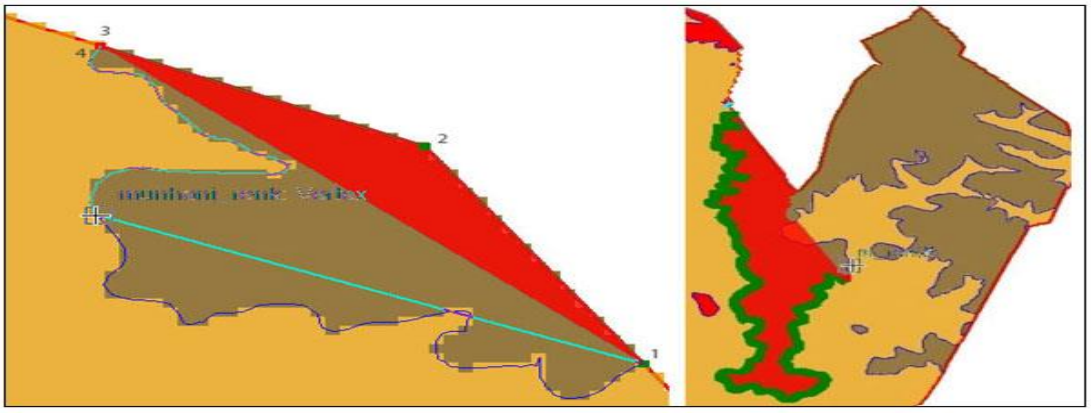
Çalışmamızın bu kısmında düzlük, ova, plato ve tepe sayısallaştırma işlemlerinin yapılması için Catalog penceresinde Katman. mdb isminde geodatabase oluşturuldu. Katman. mdb dosyasına bağlı Düzlükler, Ova, Plato ve Tepe katmanları için Feature Class oluşturuldu. Havza yükseklik verileri dikkate alınarak (Çizelge 4.1) editor toolbardan start editing ile öncelikle tepe katmanı verilerini işlemek için istediğimiz Tepe katmanı seçilir. Construction Tools'ta Polygon seçili hale getirilir. Editör araç çubuğundaki Straight Segment düğmesine tıklanır. Sınır içerisindeki başlangıç noktası (kırmızı nokta) tıklandıktan

sonra Editör araç çubuğundaki Trace düğmesi tıklanarak sınır üzerinde hareket edilerek başlangıç noktasının üstünde veya aşağısında çift tıklanarak otomatik olarak noktalar (node) eklenip sınır oluşturulmasına yönelik bir metot ile çalışmalar yapılmıştır.

**Çizelge 4.3.**Jeomorfoloji Sınır Değerleri

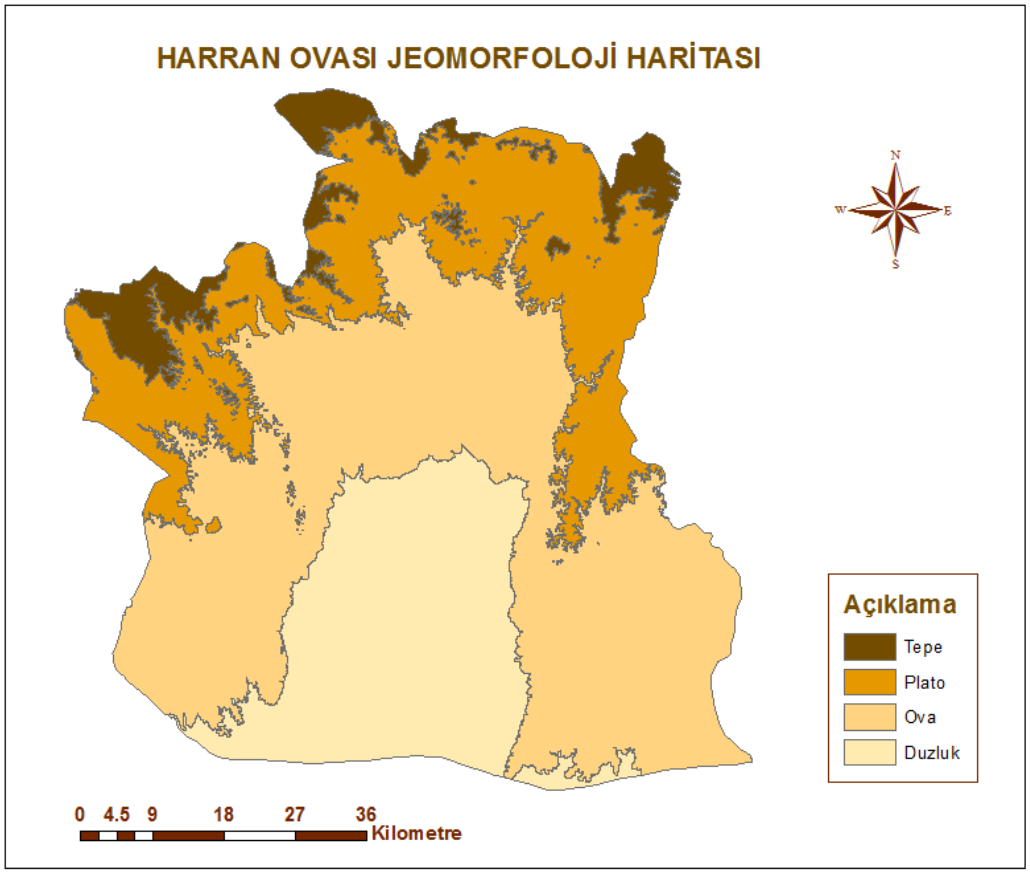
| | |
|---|---|
| 312-400 | Düzlük |
| 400-600 | Ova |
| 600-750 | Plato |
| 750-1000 | Tepeler |

Sonraki süreçte diğer sınırları çizmek için sadece sınıra tıklanarak sınır boyunca hareket ettirilir başlangıç noktasına ulaşılınca, başlangıç noktasına veya aşağısında bir yerde çift tıklanır (Şekil 4.37). Sınırlar bu şekilde çizilip tamamlandığında tepe verisi katmanı için sayısallaştırma işlemi yapılmış olur.




**Şekil 4.37.** Jeomorfoloji Haritası Oluşturma Amaçlı Sınır Çizimi

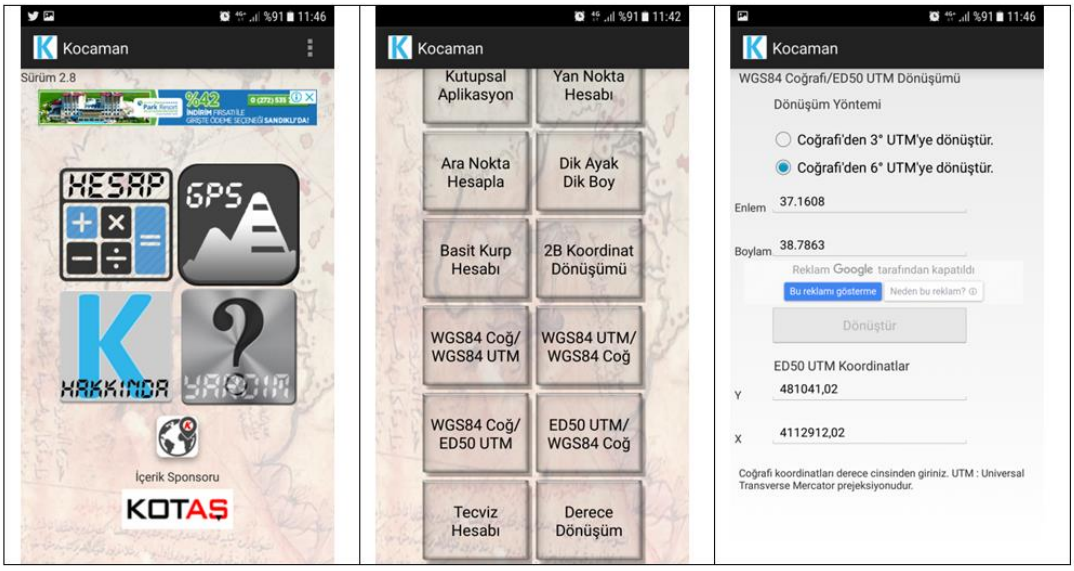
Aynı işlemler plato, ova ve düzlük katmanları için de yapılıp işlemler tamamlandığında Harran Ovası Jeomorfoloji Haritası oluşturulmuş olur (Şekil 4.38).




**Şekil 4.38.** Harran Havzası Jeomorfoloji Tematik Haritası

### 4.1.4. Yağış Haritasının Oluşturulması

Şanlıurfa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden 1929-2017 yılları tüm meteorolojik veriler alınarak ilçe bazında yıllık yağış ortalamaları, enlem, boylam değerleri kullanıldı. İlçelere ait istasyon lokasyon verileri coğrafi koordinat sisteminde olduğundan arcgis ortamında istasyonlara ait yağış verileri kullanılacağından bu verileri Kartezyen koordinata dönüştürebileceğimiz "Kocaman" ismindeki programı kullanıldı. Kocaman programındaki hesap bölümüne tıklandıktan sonra açılan pencereden WGS84/ED50 UTM tıklanarak dönüşüm penceresindeki enlem, boylam değerleri girilerek Dönüştür düğmesine tıklandığında ED50 UTM koordinatları elde edildi (Şekil 4.39). İlçelerdeki İstasyonlara ait koordinatlar elde edilerek, Şanlıurfa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden alınan yıllık yağış ortalamaları, coğrafi koordinatlar (enlem, boylam) ve Kartezyen koordinatları (X, Y) verilerinin tamamının içerisinde olduğu Excel Çizelgesi oluşturuldu (Şekil 4.40).




**Şekil 4.39.** Dönüşüm Penceresinden Koordinatların Elde Edilmesi

| | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ilce | Enlem | Boylam | Y | X | Yagis |
| 2 | Şanlıurfa | 37.1608 | 38.7863 | 481041 | 4112912 | 456.3 |
| 3 | Akçakale | 36.7276 | 38.9473 | 495309 | 4064835 | 248.75 |
| 4 | Birecik | 37.0139 | 37.9715 | 408518 | 4097088 | 333.37 |
| 5 | Bozova | 37.3666 | 38.5166 | 457211 | 4135831 | 396 |
| 6 | Bozova2 | 37.3651 | 38.5134 | 456927 | 4135666 | 374.48 |
| 7 | Halfeti | 36.8406 | 40.0307 | 399498 | 4123388 | 451.8 |
| 8 | Halfeti2 | 37.25 | 37.8666 | 406522 | 4120899 | 318.64 |
| 9 | Ceylanpınar | 37.2283 | 37.9461 | 591915 | 4077865 | 230.44 |
| 10 | Hilvan | 37.5806 | 38.9508 | 495671 | 4159464 | 411.29 |
| 11 | Siverek | 37.7522 | 39.3291 | 529006 | 4178552 | 535.03 |
| 12 | Viranşehir | 37.2278 | 39.749 | 566459 | 4120586 | 413.24 |

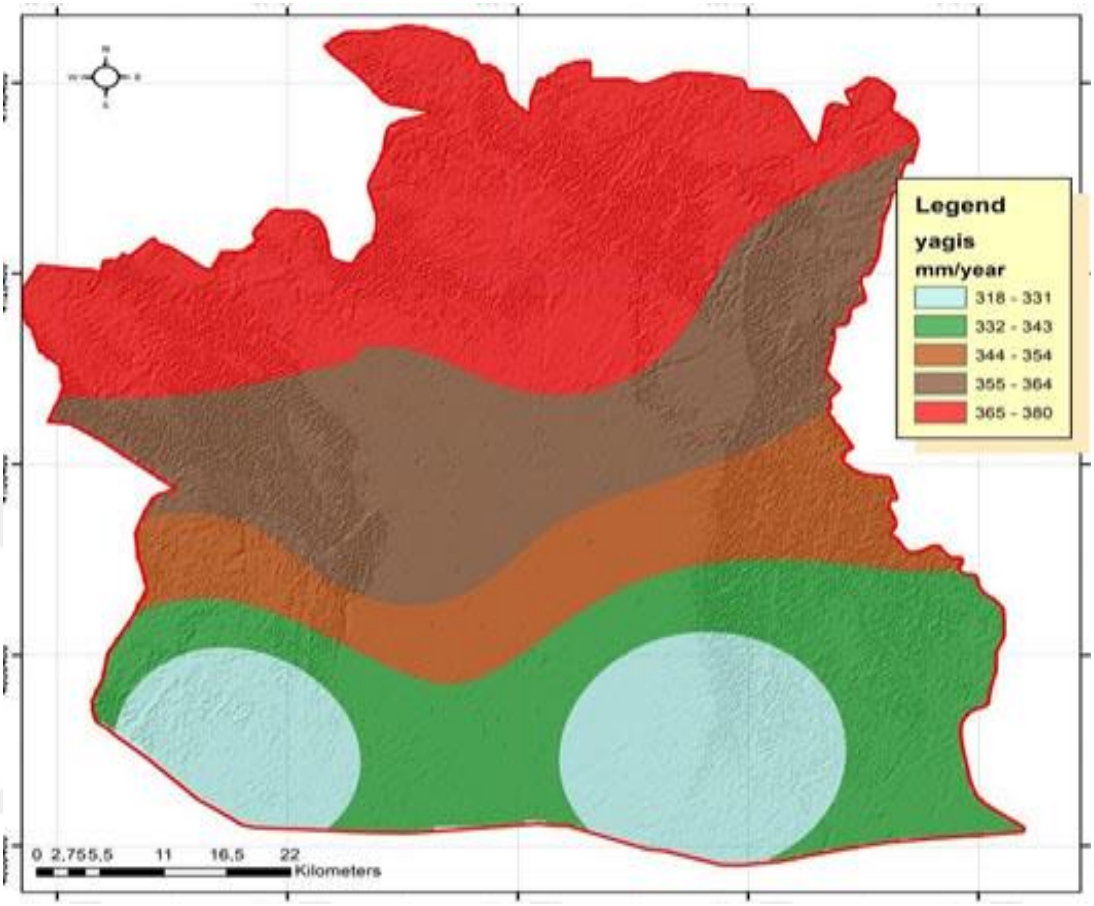
Şekil 1. Şanlıurfa Yağış Verileri

ArcGis programında AddData ile Excel veri sayfasını ekleyerek display XY data.. ile istasyonlara ait noktaların görüntüleme sayfasına gelmesi sağlandı.

Data/Export data ile veri yagis.shp ismindeki dosyaya dönüştürüldü.

**Şekil 4.40.** Şanlıurfa Ve İlçelerine Ait Lokasyon Ve Yağış Verileri

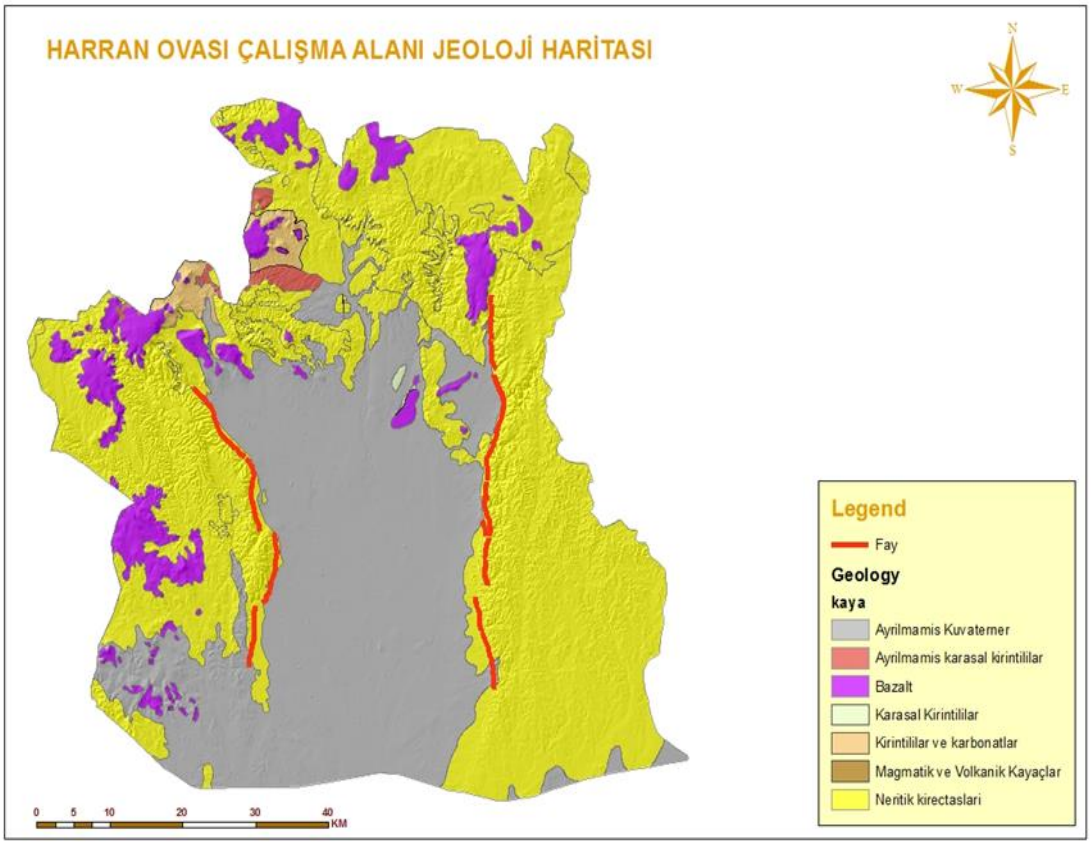
Şanlıurfa Meteoroloji Müdürlüğünden Harran Ovası' na ait yağış verileriyle CBS ArcGIS ArcMap ortamına Add data aracılığıyla çağrılır. Arc Toolbax / Spatial Analyst Tools / Interpolation / IDW yöntemiyle IDW diyalog penceresi açılır. Pencerede Input Point Features kısmına yagis sütunu seçimi yapılır, Z Value Field bölümüne Yağış girilir, Output Raster (Adres) kısmına Harran Yağış adında dosya ismi yazılarak ok tuşuna basılır ve istenilen Harran ovası yağış haritası oluşur (Şekil 4.41).




**Şekil 4.41.** Harran Ovası Yağış Haritası

### 4.1.5. Havzaya Ait Jeoloji Haritası

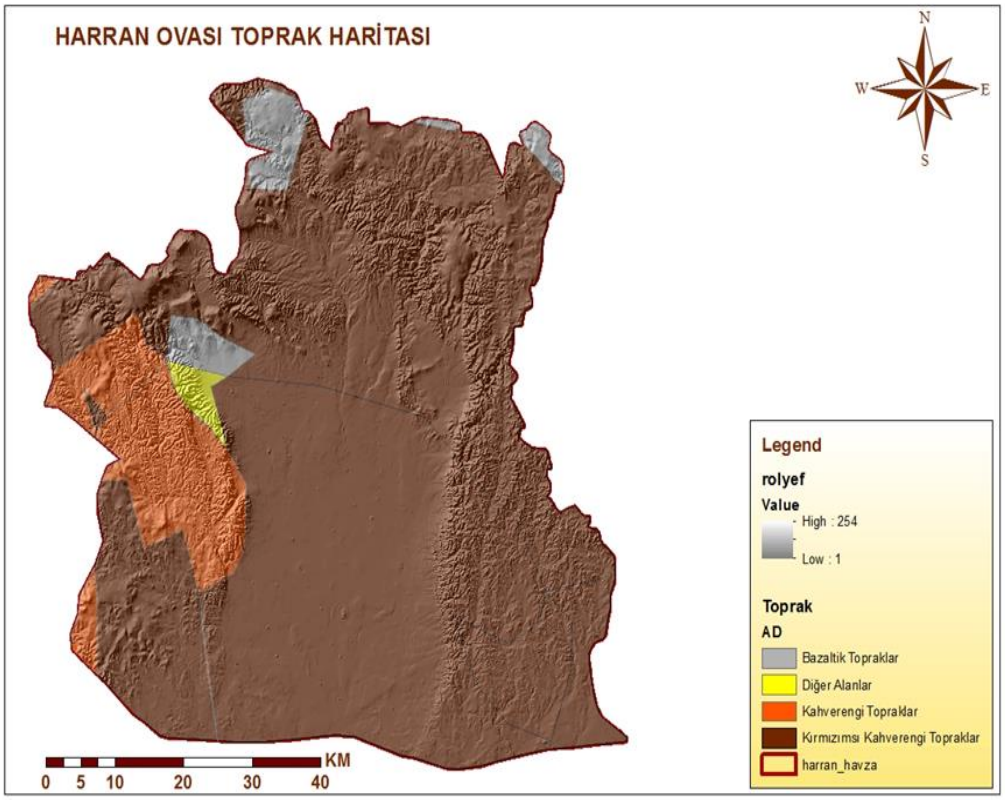
Şanlıurfa iline ait jeolojik veriler ve Haran Ovasına ait sınır verisi add data ile ArcMap çalışma ekrana açıldıktan sonra Tools / Raster / Raster Processing / Clip yöntemi ile havzaya ait jeoloji haritası elde edilmiş olur. Ayrıca Şanlıurfa AFAD'dan alınan DEM haritasından oluşturulan kabartı haritası ve fay haritası da Add data ile çalışma alanına eklendikten sonra havzaya ait kabartılı jeoloji haritası elde edilmiş oldu ( Şekil.4.42).




**Şekil 4.42.** Harran Ovası Çalışma Alanı Jeoloji Değişim Haritası

### 4.1.6. Havzaya Ait Toprak Haritası

Şanlıurfa iline ait toprak haritası verileri ve Haran Ovasına ait sınır verisi add data ile ArcMap çalışma ekranına açıldıktan sonra Tools / Raster / Raster Processing / Clip yöntemi ile havzaya ait toprak haritası elde edilmiş olur. Ayrıca DEM haritasından oluşturulan kabartı haritası Add data ile çalışma alanına eklendikten sonra havzaya ait kabartılı toprak haritası elde edilmiş oldu (Şekil 4.43).




**Şekil 4.43.** Harran Ovası Çalışma Alanı Toprak Değişim Haritası

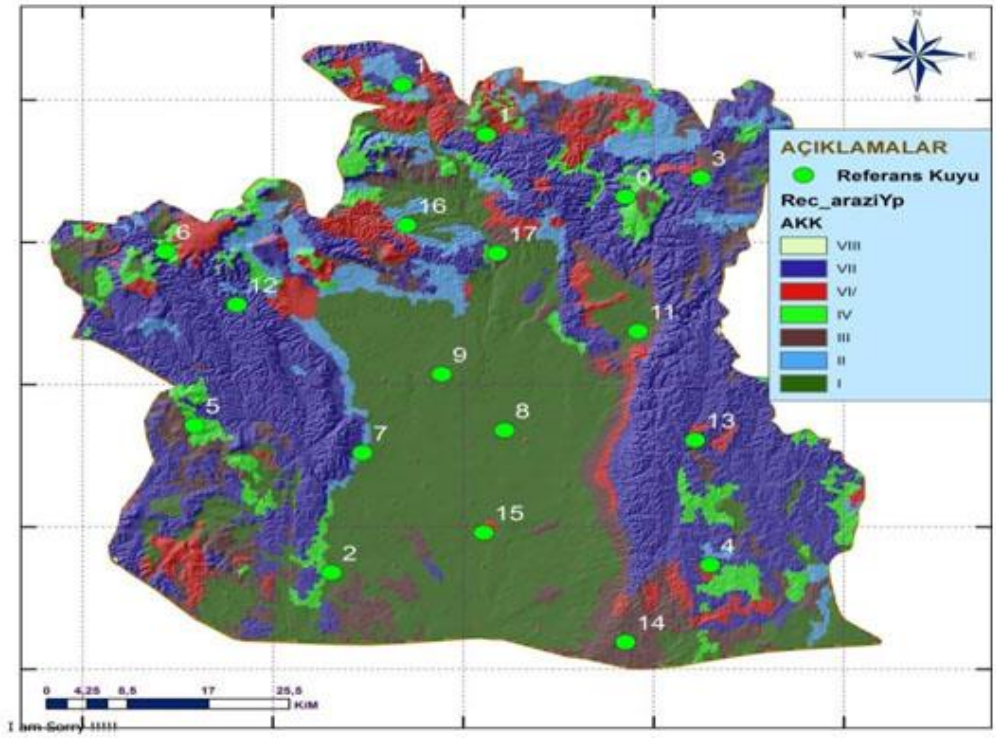
### 4.1.7. YSPI Değerlendirmesi ile İlgili Parametreler

Parametreler ile ilgili önceki bölümde elde edilen veriler kullanarak, reclass yöntemi ile sınıflandırılmış raster haritalar elde edilerek bu haritaların ağırlıklı değerleri ile nihai Yeraltısu Potansiyeli İndeksi (YSPI) elde edilmiştir. Toplamda on (10) tane parametre (arazi yapısı, arazi kullanımı, jeoloji, toprak sınıflandırılması, jeomorfoloji, yağış, fay yoğunluğu, drenaj yoğunluğu, eğim ve akifer sınıflandırılması) kullanılarak yeraltı suyu potansiyeli değerlendirilecektir.

#### 4.1.7.1. Arazi Yapısı

Haritada da görüldüğü gibi arazi yapısı beş grupta sınıflandırılmıştır. Mavi renkte olan yani çalışma alanının kuzey, kuzey batı, kuzey doğu, güney batı ve güney doğunun pek çok kısmında çok zayıf yaklaşık havzanın %36'sı, kırmızı grupta havzanın pek çok yerine dağılmış durumda zayıf bu da %8'e tekabül etmektedir. Açık yeşil olan grupta orta

seviyede rezerve sahip durumda olup kırmızı grupta olduğu gibi birçok alana yayılmış biçimde ve yüzde oranı %6 olarak belirlenmiştir. Kahverengi grupta orta seviyede olup havzanın %11'ne denk gelmektedir. Açık mavi olan kısım ise iyi rezerve sahip olup kapsadığı alan %6 olarak ortaya çıkmıştır. Yeşil olan grubun çok iyi rezerve sahip olduğu havzanın merkezinden güney sınırına kadar devem ettiği gibi diğer kısımlarda azda olsa mevcut olup çevrelediği alan %32 olarak ortaya çıkmıştır. Sunuş olarak Harran havzasının büyük kısmı yeraltısuyu potansiyeli açısından oldukça yeterli bir potansiyele sahiptir (Şekil4.44).

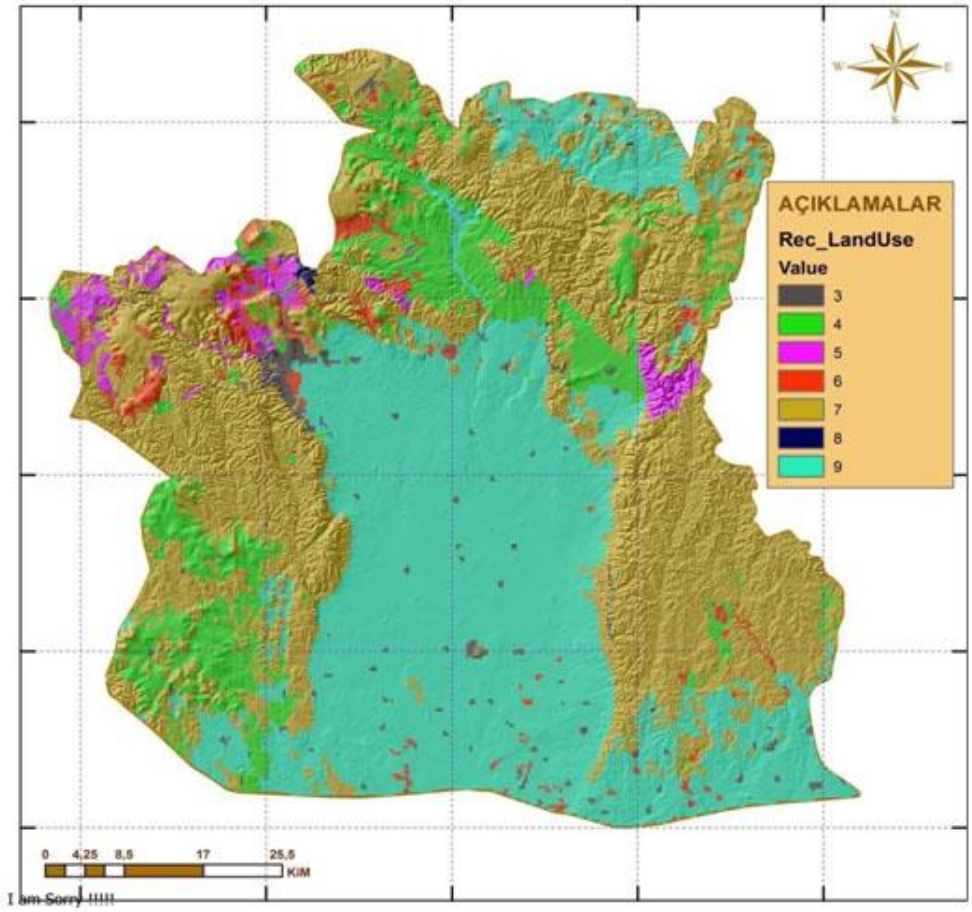



**Şekil 4.44.** Harran Ovası Çalışma Alanı Arazi Yapısı Sınıflandırılması (Rec_AraziYapı)

### 4.1.7.2. Arazi Kullanımı

Şekil 4.45' de oluşturulmuş olan arazi kullanım (land use) haritasının açıklama kısmında 9 ile nitelendirilen ve açık mavi ile gösterilen grup havzanın büyük bölümünde mevcuttur. Bu alanlarda ekilebilir karışık tarım alanları ve su yolları bulunmaktadır ve yeraltısuyu potansiyeli için çok iyi denilebilir. Açık kahverengi ve koyu mavi (7 ve 8 gruplar) olan alanlar su potansiyeli açısından çok iyiye yakındır ve buralarda meralar,

üzüm bağları, çayırlık ile havzada bulunan yeşil alanlar bulunmaktadır. 6 ve 5 ile değerlendirilen kırmızı ve mor alanlar da iyi diye nitelendirilebilir ki buralarda meyve bahçeleri mevcuttur. 4 ve 3 ile nitelendirilen yeşil ve gri renkteki alanlar zayıf ve çok zayıf diye söylenebilir (kayalık ve kurak alanlar gibi).

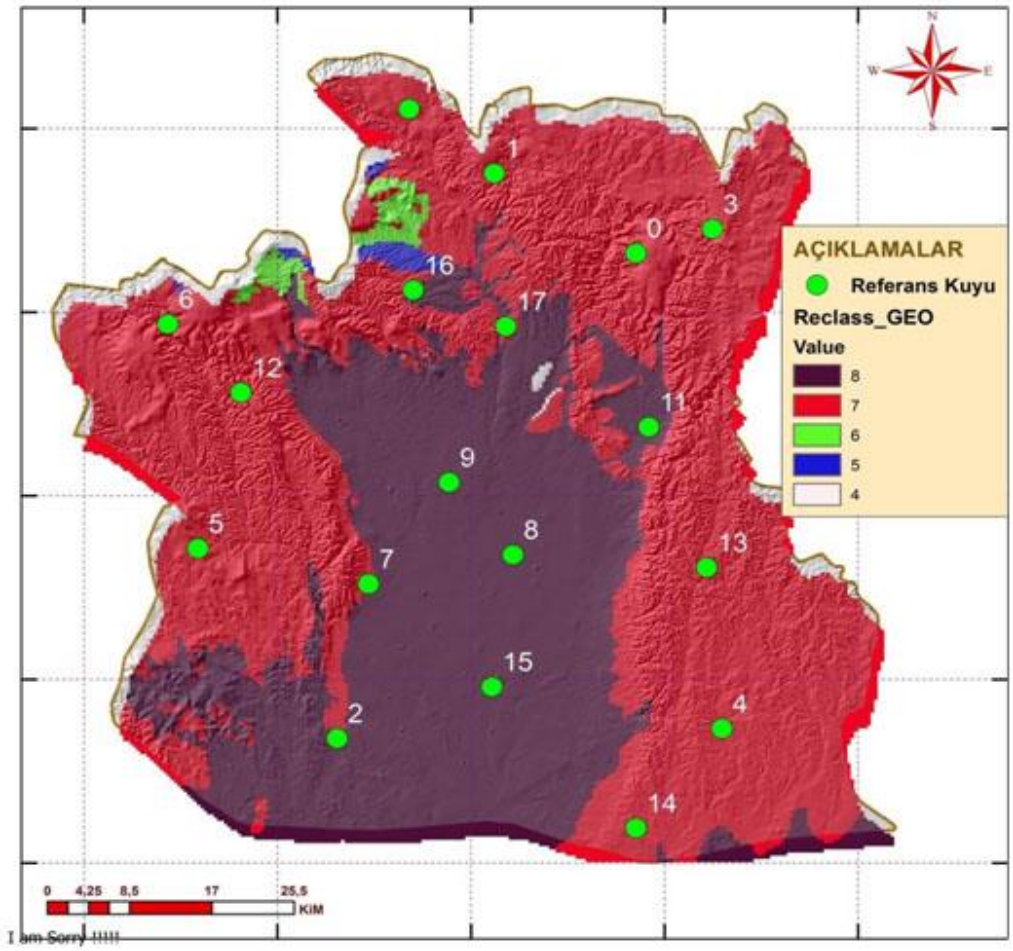



**Şekil 4.45.** Harran Ovası Çalışma Alanı Arazi Kullanımı Rec. Sınıflandırılması

### 4.1.7.3. Jeoloji

Sınıflandırılmış olan jeoloji haritasının 8 değeri ile puanlandırılan mor renkteki jeolojik birim bu da havzanın yaklaşık %39'luk alanını kapsar ki bu bölge su potansiyeli oluşturma yönünden iyi olarak sınıflandırılabilir. %62'lik alanı kaplayan kırmızı bölge ortanın üzerinde ve 7 değerinde, 6 olarak değerlendirilen ve havzanın çok azını çevreleyen yeşil alan orta değerde su potansiyeli oluşturabilir özellikte bir birimdir. 5 değerinde olan mavi alan ise su potansiyeli oluşturma yönünden zayıf olarak değerlendirilebilir. Göz

önüne alınan 16 gözlem kuyusunun bulunduğu bu çalışma alanının genel değerlendirilmesi için su potansiyeli yönünden iyiye yakın olduğu söylenebilir (Şekil4.46).

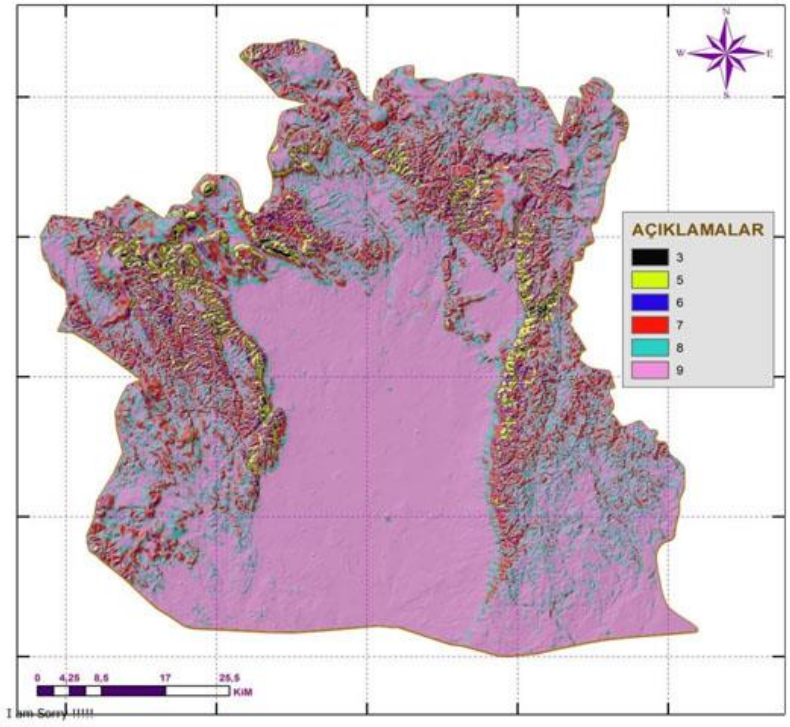



**Şekil 4.46.** Harran Ovası Çalışma Alanı Jeoloji Sınıflandırılması (Rec_Jeoloji)

### 4.1.7.4. Toprak Sınıflandırılması

Toprak haritasının su potansiyeli yönünden sınıflandırılmasında 9 değerli mor renkli alan hemen hemen havzanın her yerinde mevcuttur ve çok iyi diye değerlendirilebilir ki bu değer %56' ya denk düşmektedir. Parlement mavili 8 puanlık yani iyi diye sınıflandırılan kısımlar kuzeyden kuzey batı ve kuzey doğuya doğru yaygın vaziyettedir. Bu kısım da Harran havzasının %18'ine tekabüle etmektedir. Kırmızı olan sınıflandırma da parlement mavisinde olduğu gibi havzanın birçok alanına yayılmış olup 7 puanla değerlendirilmiştir ki bu alanda havzanın 17'sini oluşturmaktadır. Mavi olan bölge yani 6 puanlık bir

değerlendirmeyle sınıflandırılmış kısım olan havzada su potansiyeli yönünden çok az değerde olup zayıf bölgedir. Bu birimin kapsadığı alan da yaklaşık %4'tür. Çok zayıf olan sarı renkli alan da kısmen havzanın pek çok kısmında mevcut olup çevrelediği alan %2'dir. Harran Ovasının sınıflandırılmış toprak haritasını değerlendirirken yeraltısuyu parametreleri açısından iyi olduğunu söyleyebiliriz (Şekil4.47).

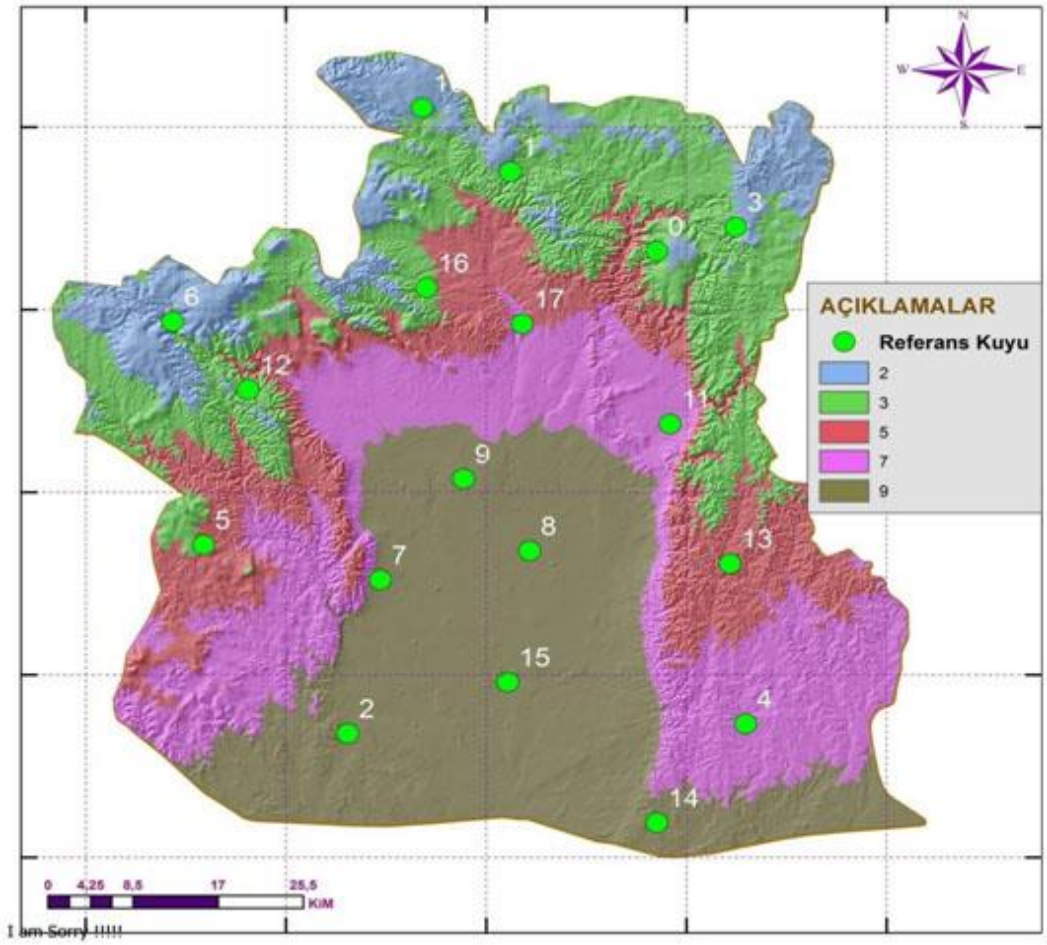



**Şekil 4.47.** Harran Ovası Çalışma Alanı Toprak Sınıflandırılması (3 kötü-9 çok iyi)

### 4.1.7.5. Jeomorfoloji

Harran ovası gruplandırılmış jeomorfoloji haritasında 9 puanlı açık kahverengi olan bölge, havzanın merkezinden güney sınırının tamamını kapsayacak şekilde yayılmıştır ki bu su potansiyeli yönünden çok iyi diye değerlendirilebilir ve kapsadığı alan ise %31'dır. Mor renk olarak sınıflandırılmış ve 7 puanla değer bulan kısımlar ise havzanın merkezinden, güneydoğu ve güneybatıya yayılmış vaziyette olup su potansiyeli yönünden iyi olarak nitelendirilmiş ve kapsadığı alan yaklaşık olarak çalışma alanının %23'üne denk gelmektedir. Kırmızı renk olarak görüntülenen alanda değerlendirme puanı 6 olan ve orta düzeyde değer verilen havzanın birçok yerine yayılmış olan alan takriben çalışma alanının

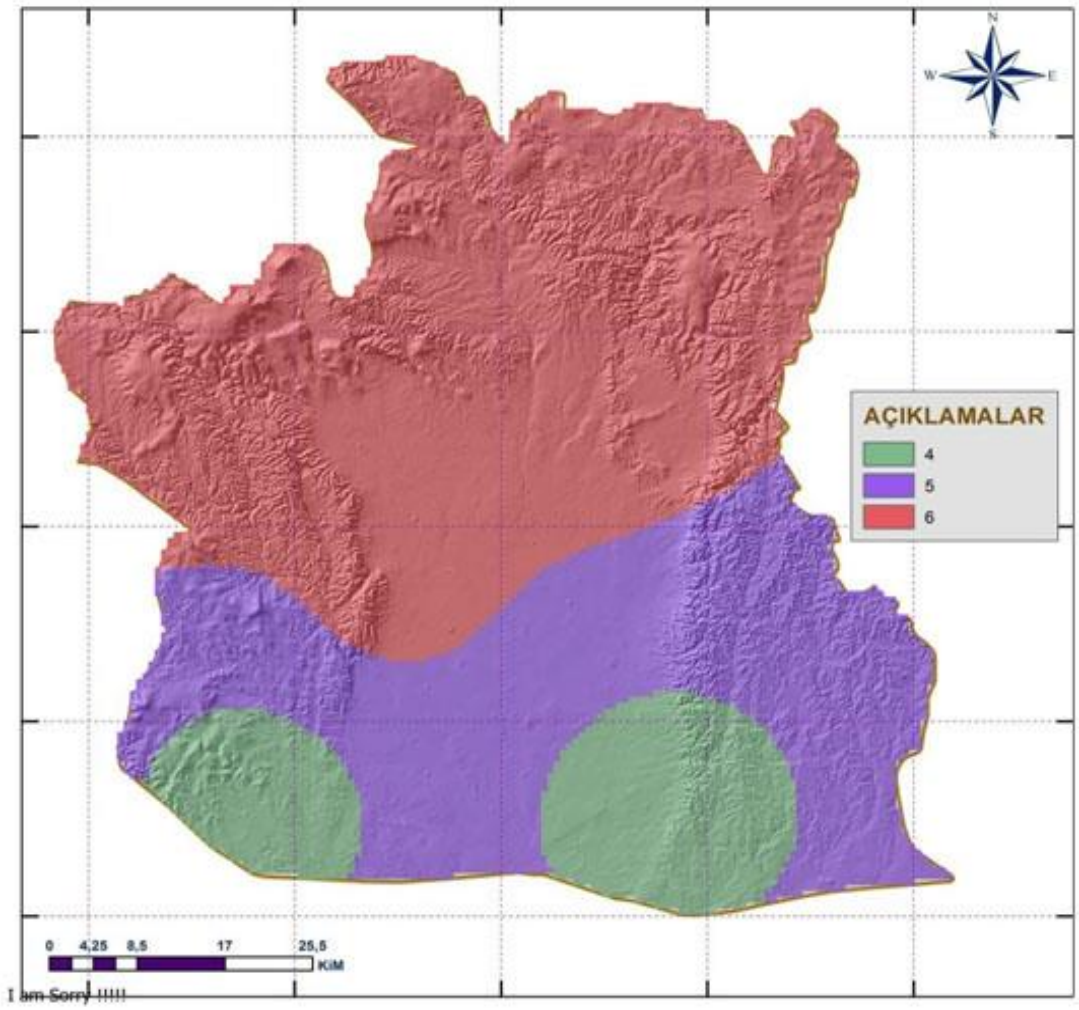
%17'ine denk gelmektedir. Öte taraftan 3 puanlık zayıf diye adlandırılan yeşil alan ve 2 puanlık çok zayıf olan mavi alan da havzanın kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatı alanlarına yayılmış durumdadırlar. Bunların sırasıyla yüzde değerlendirmeleri %19 ve %10'dur. Harran havzasının sınıflandırılmış jeomorfoloji haritasının değerlendirilmesi yüzde olarak %50'nin üzerinde ve nispeten iyi olduğu söylenebilir (Şekil 4.48).




**Şekil 4.48.** Harran Ovası Çalışma Alanı Jeomorfoloji Rec. Sınıflandırılması

#### 4.1.7.6. Yağış

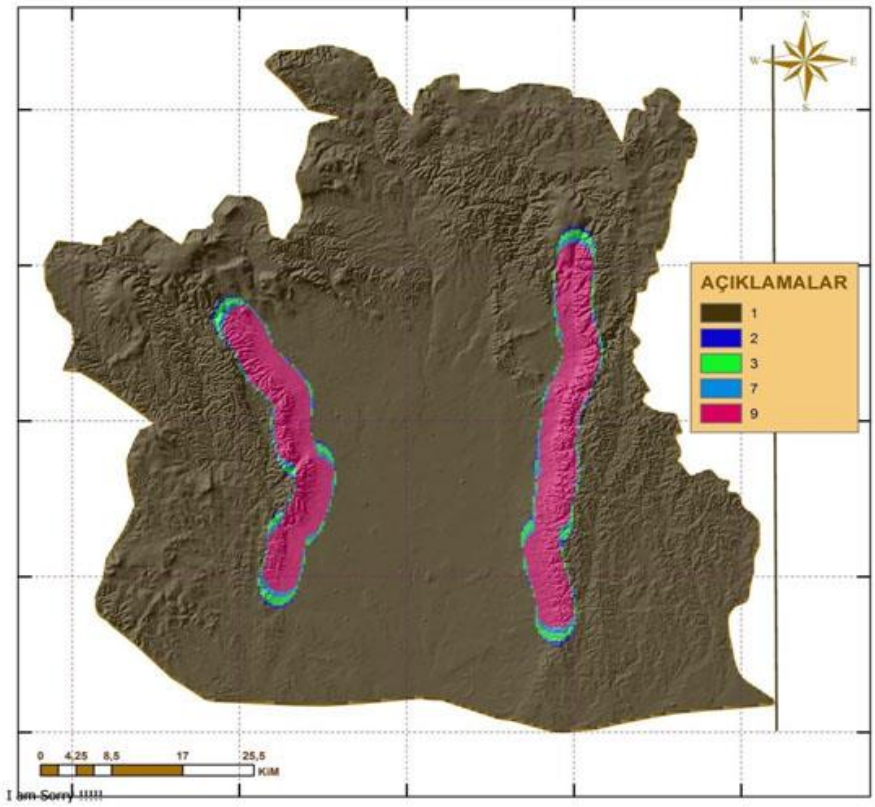
Yağış haritasının sınıflandırılmış kısımlarına bakılınca özellikle çalışma bölgesinin kuzeyinden merkezine kadar olan kısmında yer alan kırmızı renkli alan orta düzeyde yağışın olduğu bölgeyi göstermekte olup takriben yıllık yağış ortalamasının 361–381 olduğu bölgedir. Mavi ve yeşil bölgede yani havzanın merkezinden güney sınırına kadar olan kısımlarda ise yağış ortalamasının çok az olduğu, yağış ortalamasının 318–330 arasında olduğu bölgedir (Şekil 4.49). Bu değerler gösteriyor ki; Harran havzası Türkiye genelinde en az yağış alan bölgedir denebilir.




**Şekil 4.49.** Harran Ovası Çalışma Alanı Yağış Sınıflandırılması (4:düşük, 5:orta, 6:iyi)

### 4.1.7.7. Fay Yoğunluğu

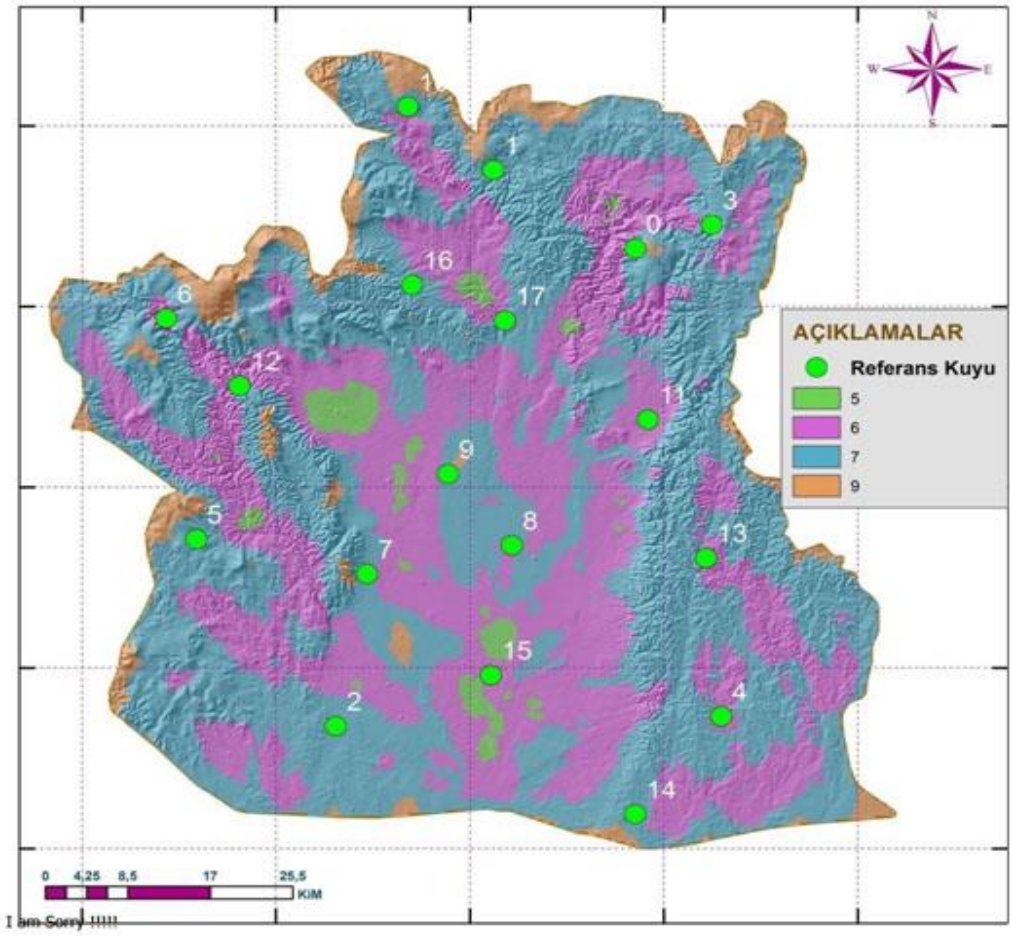
Fay hatları yoğunluğunun fazla olduğu yerler, yeraltına deşarjın fazla olduğu yerlerdir. Fay yoğunluğundan uzaklaşıldıkça deşarj açısından kötüye doğru gidiş söz konusu olacaktır (Şekil 4.50). Fay hattının yoğunlukta olduğu kısımlar çalışma alanının kuzeydoğu, güneydoğu ile kuzeybatı, güneybatı cephesinde yer almaktadır (Şekil 4.47). Fay hattının geçtiği 9 puanla en iyi su potansiyeli değerine sahip olan mor renkli bölge ve 7 puanla değerlendirilmiş açık mavi renkte olan bölge iyi derecede su potansiyeli değerine sahiptir. Aynı zamanda Karaali kaplıcaları da bu zon üzerindedir. Siyah, mavi ve yeşil olarak görünen bölgelerde fay yoğunluğu hemen hemen yok denilecek kadar azdır. Haritada 1: çok çok kötü, 9 çok çok iyi değerini ifade eder. Fay yoğunluğunun fazla olduğu kısım 3826 en az olduğu alan da 47377 ye denk gelmektedir (Bu değerler harita sınıflandırıldıktan sonra elde edilmiştir).




**Şekil 4.50.** Harran Ovası Çalışma Alanı Fay Yoğunluğu Sınıflandırılması

### 4.1.7.8. Drenaj Yoğunluğu

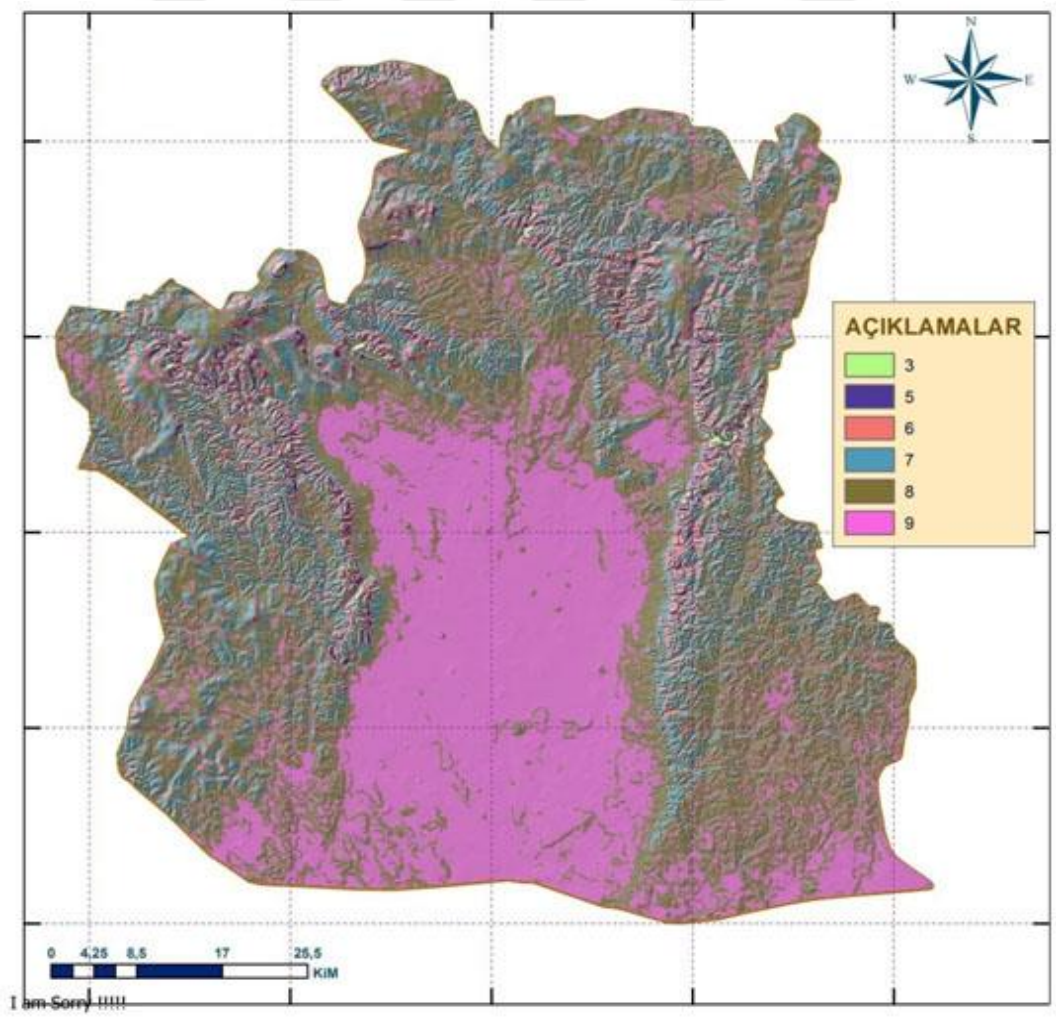
Drenaj yoğunluğunun fazla olduğu yerlerde akış fazladır. Bu sebeple yeraltısu beslenmesi açısından drenaj yoğunluğunun en az olduğu yerler en yüksek puana sahiptir. Havzanın Drenaj yoğunluk haritası sınıflandırıldıktan sonra 4 grup şeklinde değerlendirme yapılmıştır. Drenajı en az olan bölge 9 ve drenajı en iyi olan bölge 5 olarak görülmektedir (Şekil 4.51). Yeşil olan bölge 881 değeri ile drenaj yönünden en zayıf bölgedir. Mor olan alan 16353 ile orta düzeyde, mavi olan alan 23249 ile iyi düzeyde ve kahverengi olan alan da 2285 ile drenaj yönünden çok iyi olarak değerlendirilmiştir. Çalışma alanındaki drenaj yoğunluğunun genel değerlendirilmesi yapılacak olunursa, haritadan da anlaşılacağı gibi normalin üstündedir diye söylenebilir.




**Şekil 4.51.** Harran Ovası Çalışma Alanı Drenaj Yoğunluğu Sınıflandırılması

### 4.1.7.9. Eğim

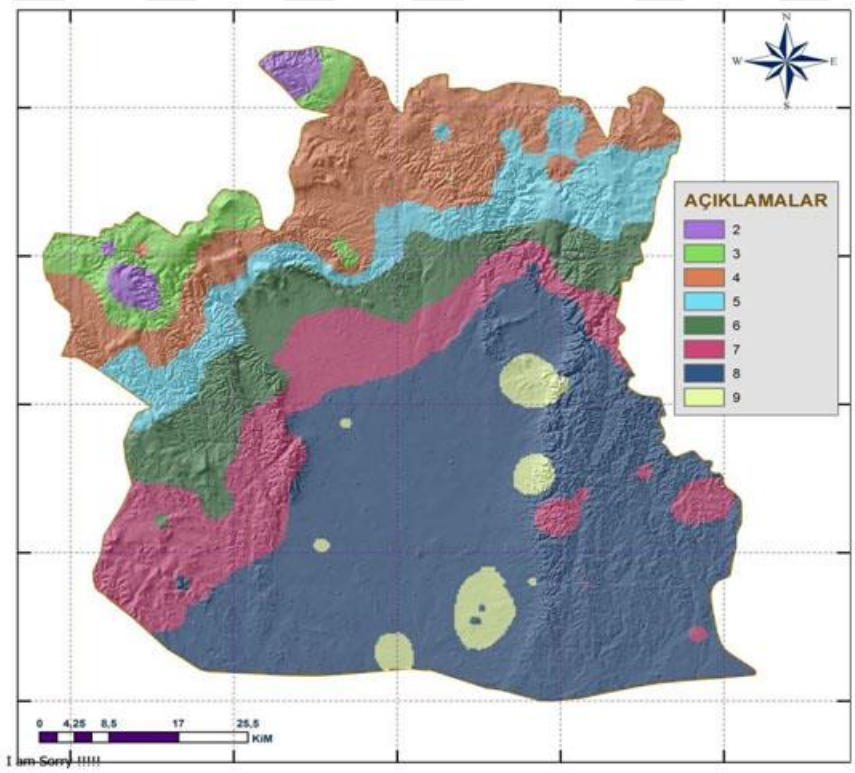
Çalışma alanındaki eğim 6 sınıfa ayrılmıştır. Arazinin eğiminin az olduğu alanlarda beslenme daha fazladır. Dolayısıyla haritada pembe renkle gösterilen alanda eğim çok az olduğundan su birikmesi daha fazla olacağı değerlendirmesine göre en az eğimli alan çok iyi ve 9 ile değerlendirilmiştir. Açık kahverengi ile gösterilen kısımda çok iyi ki bunun da değeri 8 dir. Açık mavi bölgenin değeri 7, turuncu renkli olan bölgenin değeri 6'dir. Havzanın mavi renkli olan bölümü zayıf ve değeri 5, açık yeşil olan bölümü ise çok zayıf ve değeri 3 olarak değerlendirilmiştir. Genel bir değerlendirme yapılacak olursa; Çalışma alanının olduğu kısım çoğunlukla eğimi düşük olan bir bölgedir(Şekil 4.52).




**Şekil 4.52.** Harran Ovası Çalışma Alanı Eğim Sınıflandırılması

### 4.1.7.10. Akifer Sınıflandırılması

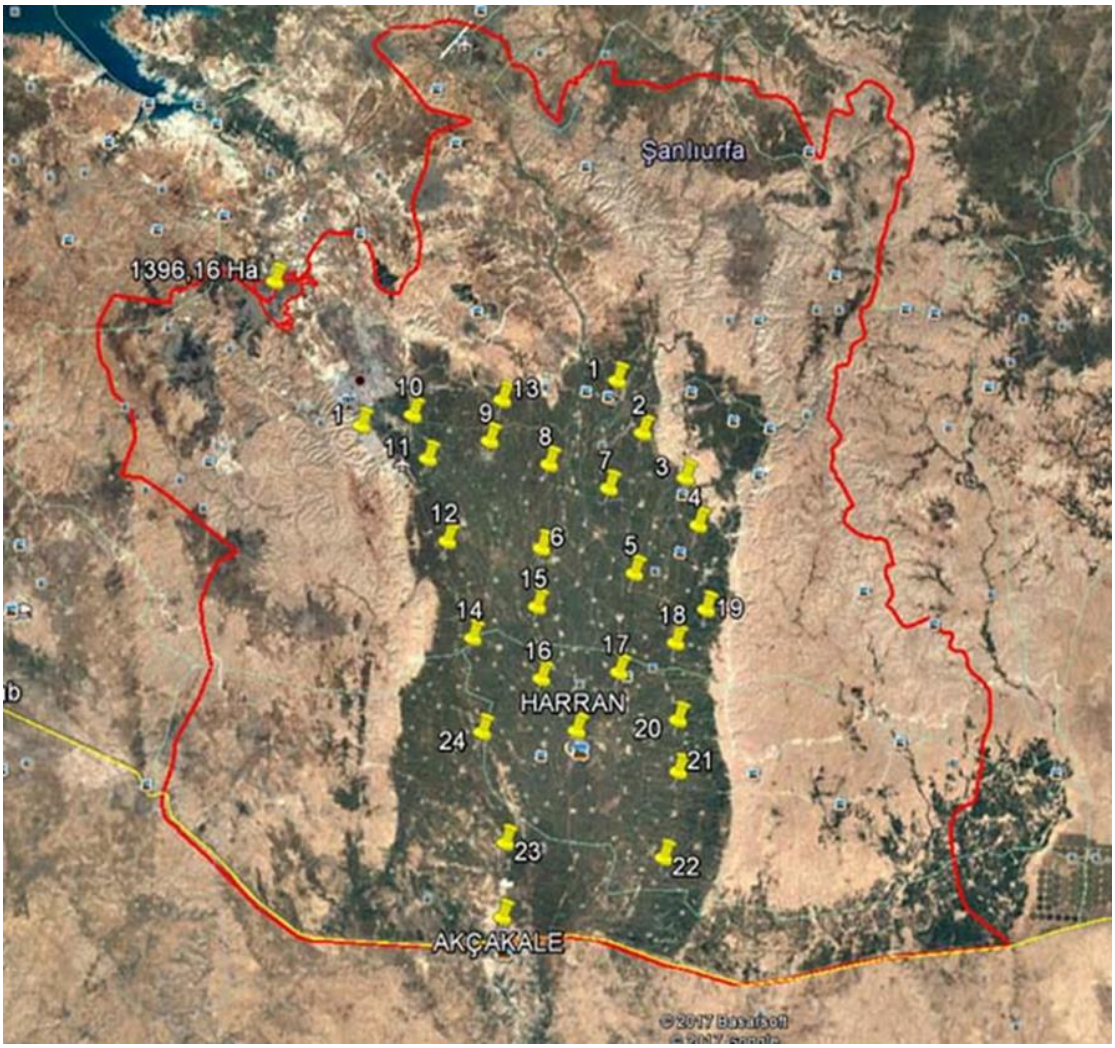
Yeraltısuyunun oluşumu ve hareketi boşluk, geçirimlilik, akiferin yapısı (eğilimi), yatay dağıtımı, beslenme alanı ve kullanımıyla kontrol edilir. Harran havzasının akifer sınıflandırılmasında da 8 sınıf mevcuttur. En iyi akifer yüzeye en yakın ve 9 olarak en kötü akifer de yüzeyden en uzak ve 2 olarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.50). Sarı renkte olan bölgeler akiferin çok iyi olduğu ve değerinin 9 olduğu bölgedir. Mavi renkte olan bölge de akiferin çok iyi olduğu ve değerinin 8 olduğu bölgedir. Bunun manası; bu bölgelerde porozite, geçirimlilik, dağılım ve beslenme miktarı çok iyidir. Kırmızı renkte olan bölge iyi durumda olup değerinin 7 olduğu, yeşil renkte olan bölge de iyi durumda olup değerinin 6 olduğu bölgedir. Açık mavi renkte olan bölge orta düzeyde olup değerinin 5 ve turuncu renkte olan bölge de orta düzeyde olup değerinin 4 olduğu bölgedir. Açık yeşil renkte olan bölge zayıf düzeyde olup değerinin 3 olduğu ve mor olan bölge de çok zayıf olup değerinin 2 olduğu bölgedir (Şekil 4.53).




**Şekil 4.53.** Harran Ovası Çalışma Alanı akifer Sınıflandırılması

### 4.2. Yeraltı Suyu Kalitesi ve Kirlenme Potansiyelinin Belirlenmesi

Harran Ovasında yapılan daha önce yapılan çalışmalardan (Yeşilnacar ve Güllüoğlu 2008; Atasoy ve Yeşilnacar, 2010; Yeşilnacar ve Yenigün 2011; Yeşilnacar ve Şahinkaya 2012; Kahraman ve ark. 2016) tarafından yapılan çalışmalardan ve sahada kontrol edilen kuyulardan elde edilen 24 adet kuyuda (Şekil 4.54) çalışmalar yapılmış, araziden alınan numuneler üzerinde laboratuvarda deneyler yapılmış ve su kalitesi ve kirlilik özellikleri değerlendirilmesi yapılmıştır.




**Şekil 4.54.** Harran Ovası Çalışma Alanı Sınırı Ve Kuyu Lokasyonları Uydu Görüntüsü

Bir yıl boyunca kuyulardan alınan yer altı su seviyesi, sıcaklık, pH, EC, Na, K, Cl, SO4, nitrat, amonyum, nitrit, fosfor, bulanıklık ve sertlik değerleri elde edilmesine rağmen çalışmamızda bu verilerden EC, PH, Nitrat, Sertlik ve Sulama Suyu sınıflamasında kullanılan SAR verisi kullanılmıştır.

Kuyu Koordinatlarının elde edilebilmesi için yapılan çalışmada; Google Earth programı kullanılarak kuyuların olduğu yerleşim yerlerinin koordinatları alınarak netcad programı ile gerekli dönüşüm çalışmaları ile kuyu noktalarına ait koordinatlar belirlenerek kalite değerlendirmesinde kullanılacak veriler ile birlikte excel Çizelgesi oluşturulmuştur (Çizelge 4.4). Netcad programında kuyulara ait veriler ArcGis ortamına ArcMap'te Add data / Display XY Data….yöntemi ile kuyular sayısal halde gerçek yerlerine yerleştirilerek shp dosyasına dönüştürülmüştür.

**Çizelge 4.4.** Su kalite değerlendirmesi amaclı kuyu lokasyon verileri

| K No | Y | X | Mahalle | İlçesi | K No | Y | X | Mahalle | İlçesi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 505985 | 4113851 | Çamlıdere | Haliliye | 13 | 495000 | 4112066 | Çekçek | Haliliye |
| 2 | 508420 | 4109073 | Karabayır | Haliliye | 14 | 492187 | 4090291 | Ozanlar | Eyyubiye |
| 3 | 512512 | 4104943 | İkiağız | Haliliye | 15 | 498337 | 4093173 | Keçikıran | Eyyubiye |
| 4 | 513756 | 4100631 | Yaşar | Eyyubiye | 16 | 498740 | 4086582 | Doruç | Harran |
| 5 | 507641 | 4096221 | Vergili | Eyyubiye | 17 | 506183 | 4087180 | Yardımlı | Harran |
| 6 | 498765 | 4098501 | Yardımcı | Eyyubiye | 18 | 511612 | 4089882 | Özlü | Eyyubiye |
| 7 | 505199 | 4103990 | Mutluca | Haliliye | 19 | 514505 | 4092931 | Olgunlar | Eyyubiye |
| 8 | 499488 | 4106187 | Günbalı | Eyyubiye | 20 | 511819 | 4082824 | Yaygılı | Harran |
| 9 | 493798 | 4108317 | Kısas | Haliliye | 21 | 511850 | 4078082 | Çepkenli | Harran |
| 10 | 486452 | 4110687 | Konuklu | Haliliye | 22 | 510465 | 4070179 | Altılı | Harran |
| 11 | 487903 | 4106689 | Hancağız | Eyyubiye | 23 | 495332 | 4071530 | Bolatlar | Akçakale |
| 12 | 489764 | 4099154 | Uğurlu | Eyyubiye | 24 | 493090 | 4081668 | Uğraklı | Akçakale |

**Çizelge 4.5.** Yeraltı Suyu Kalitesinin Ölçülmesi İle İlgili Değerlenme Kriter Çizelgesi

| | **Weight sum ağırlık oranı** | | **Reclassify Puanı** |
|---|---|---|---|
| EC | 7 | <250 | 9 |
| | | 250-500 | 8 |
| | | 500-750 | 7 |
| | | 750-1500 | 5 |
| | | 1500-3000 | 3 |
| | | >3000 | 1 |
| pH | 5 | <6,5 | 3 |
| | | 6,5-8,5 | 9 |
| Nitrat | 9 | <22 | 9 |
| | | 22-44 | 6 |
| | | 44-89 | 3 |
| | | >89 | 1 |
| Sertlik | 8 | 0-75 | 9 |
| | | 75-150 | 6 |
| | | 150-300 | 3 |
| | | >300 | 1 |
| SAR | 7 | 0-5 | 9 |
| | | 5-10 | 7 |
| | | 10-18 | 6 |
| | | 18-26 | 3 |
| | | >26 | 1 |

Su kalitesi ile ilgili parametrelerin değerlendirilmesinde kullanılacak olan weight sum ağırlık oranı ve reclassify puanları Çizelge 4.5' de görüldüğü şekilde oluşturulmuş yeniden sınıflandırılmalar bu değerler kullanılarak yapılmıştır.

### 4.2.1. EC (Elektriksel iletkenlik) ve TDS (Toplam çözünmüş katı madde)

Elektriksel iletkenlik bir maddenin elektrik akımını iletme yeteneğidir. Birimi ohm-metre'nin tersi olup SI sisteminde metre başına siemens (S/m)'dir. Elektriksel iletkenlik belirli bir sıcaklıkta, birim uzunluk ve birim kesit alanındaki sıvının cisim veya kütlesinin iletkenliğidir. Yeraltısuyu literatüründe elektriksel iletkenlik normalde miliohm'un tersi milimho veya mikroohm'un tersi olan ve mikromho cinsinden rapor edilir. SI sisteminde1 milimho 1 milisiemens (mS) ve 1 mikromho da 1 mikrosiemens (μS) olarak ifade edilmektedir (FREEZE and CHERRY, 1979).

Saf suyun elektriksel iletkenliği çok düşük olup $25^{o}C$' demikrosiemens'in onda birinden daha azdır (HEM,1970). Yüklü iyonik türlerin çözeltide bulunması çözeltiye iletkenlik kazandırır. Doğal sularda değişik miktar ve oranlarda çok çeşitli iyonik ve yüksüz tür bulunduğundan, iyon konsantrasyonlarının veya toplam çözünmüş maddenin sağlıklı bir şekilde bulunmasında iletkenlik tanımlamaları kullanılamaz. Ancak, spesifik iletkenlik değerleri toplam çözünmüş katıyı (TDS) pratikte genel olarak verebilen faydalı bir parametredir. İletkenlik ve TDS arasında dönüşüm için aşağıdaki ilişki kullanılmaktadır (HEM,1970):

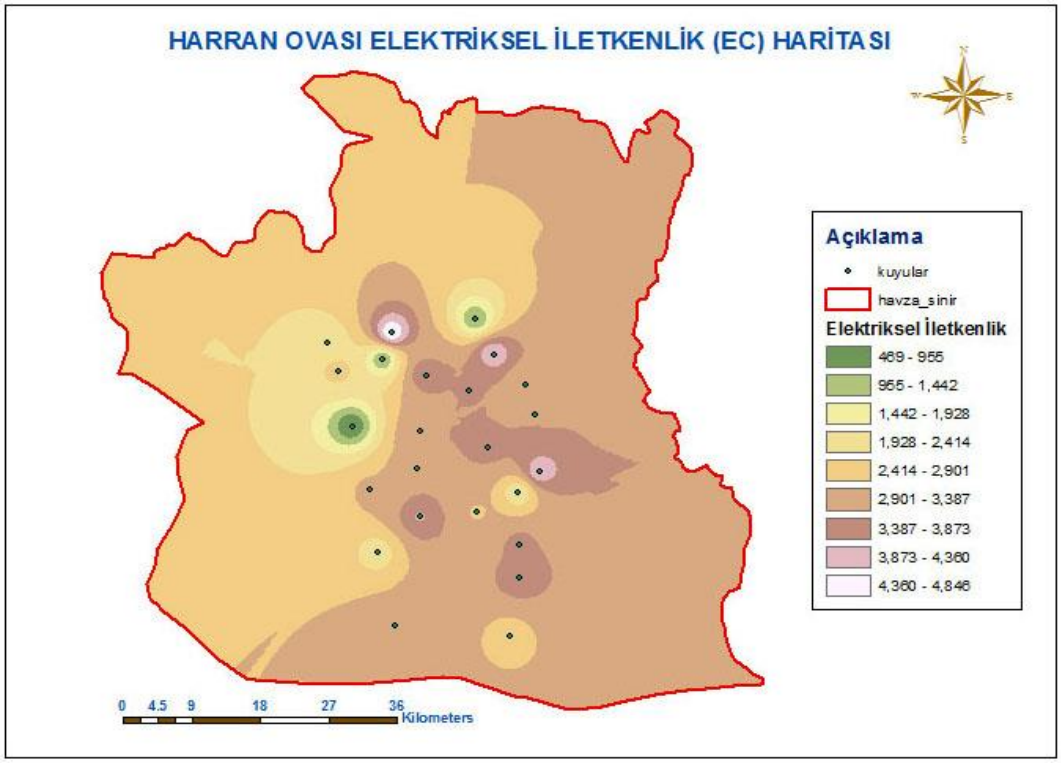
$$TDS=AC$$

Burada C mikrosiemens veya mikromho cinsinden iletkenlik; A da dönüşüm faktörüdür. TDS $g/m^3$ veya mg/l cinsinden ifade edilir. Çözeltinin iyonik bileşimine bağlı olarak çoğu yeraltı sularında A değeri 0,55 ile 0,75 arasında değişmektedir.

Kuyulara ait yıllık ortalama EC değişim değerleri Çizelge 4.6'ya eklenmiş olup, IDW yöntemi kullanılarak oluşturulan Ortalama Elektriksel İletkenlik (EC) Değişim Haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.55).

**Çizelge 4.6.** Kuyulara Ait Elektriksel İletkenlik (Ec) Değerleri

| K. No | EC Değ. | K. No | EC Değ. | K. No | EC Değ. | K. No | EC Değ. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 908 | 7 | 716 | 13 | 469 | 19 | 779 |
| 2 | 790 | 8 | 757 | 14 | 796 | 20 | 1,358 |
| 3 | 738 | 9 | 2,270 | 15 | 1,048 | 21 | 3,410 |
| 4 | 905 | 10 | 1,155 | 16 | 2,542 | 22 | 4,584 |
| 5 | 1,384 | 11 | 985 | 17 | 4,848 | 23 | 1,519 |
| 6 | 604 | 12 | 3,442 | 18 | 2,154 | 24 | 2,828 |




**Şekil 4.55.** Harran Ovası Çalışma Alanı Elektriksel İletkenlik Tematik Haritası

Çizelge 4.7' de sulama suyunun tuzluluk sınıflaması (çullu, 2011) ile ilgili değerleme Çizelgesi da dikkate alınarak kalite sınıflamasında dikkate alınacak olan veri değer aralıkları

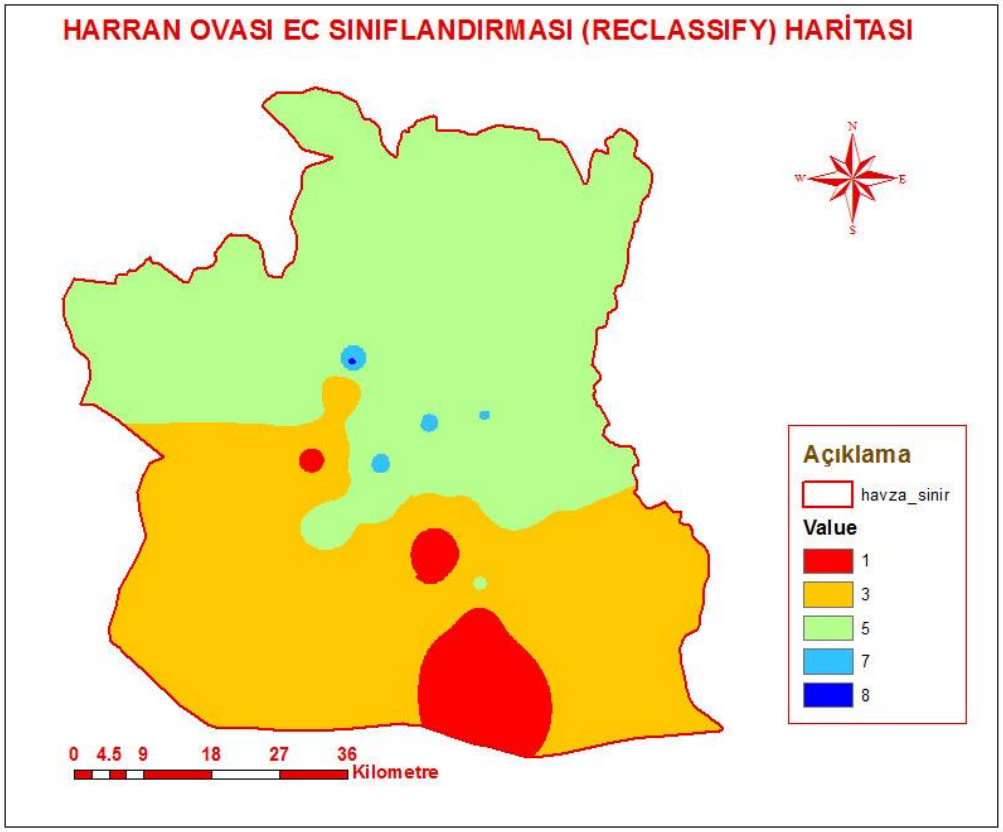
için ağırlık oranı ve reclassify puanı (Çizelge 4.8) oluşturularak yeniden sınıflandırma işlemine tabi tutulmuş ve EC haritası 4 sınıflı bir haritaya dönüştürülmüştür (Şekil 4.56).

**Çizelge 4.7.** Sulama Suyunun Tuzluluk Sınıflaması (Çullu, 2011)

| **Tuzluluk Tehlikesi** | **EC** |
|---|---|
| Tehlikesiz | <750 |
| Hafif | 750 - 1500 |
| Orta | 1500 - 3000 |
| Şiddetli | > 3000 |

**Çizelge 4.8.** Sulama Suyunun Tuzluluk Sınıflaması Reclassify Değerleme Çizelgesi

| **Weight sum ağırlık oranı** | **Değer Aralığı** | **Reclassify Puanı** |
|---|---|---|
| 7 | <250 | 9 |
| | 250-500 | 8 |
| | 500-750 | 7 |
| | 750-1500 | 5 |
| | 1500-3000 | 3 |
| | >3000 | 1 |




**Şekil 4.56.** Harran Ovası Ec Sınıflandırılmış (Reclassify) Tematik Haritası

EC değerlerinin ova genelinde alansal dağılımına bakıldığında Harran ve Akçakale arasında elektriksel iletkenliğin (EC) yüksek olduğu, diğer bir anlatımla da güneye doğru eğimin azaldığı bölgelerde yüksek EC değeri görülmüştür. Önceki çalışmalarda bu alanlarda toprak tuzluluğunun azla olduğunu rapor etmektedir.

### 4.2.2. PH Durumu

pH bir çözeltinin asit veya baz olma özelliğinin şiddetini gösteren bir kısaltmadır ve çözeltide bulunan $H^+$ iyonu konsantrasyonunun bir ifade şeklidir. Doğal suların pH değeri genellikle 4-9 arasında olup bu suların büyük bir kısmı karbonat ve bikarbonatlar nedeniyle hafifçe bazik niteliktedir (ŞENGÜL ve MÜEZZİNOĞLU, 1995; SAWYER et al, 2003).

Kuyulara ait yıllık ortalama pH değerleri Çizelge 4.9'de yer almakta olup IDW yöntemi kullanılarak yıllık ortalama PH değişim haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.57).

**Çizelge 4.9.** Kuyulara Ait Hidrojen Potansi (Ph) Değerleri

| K. No | pH Değ. | K. No | pH Değ. | K. No | pH Değ. | K. No | pH Değ. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6.97 | 7 | 7.39 | 13 | 7.63 | 19 | 7.53 |
| 2 | 7.54 | 8 | 7.45 | 14 | 7.31 | 20 | 7.40 |
| 3 | 7.30 | 9 | 6.97 | 15 | 7.37 | 21 | 7.42 |
| 4 | 7.38 | 10 | 7.15 | 16 | 7.47 | 22 | 7.26 |
| 5 | 7.41 | 11 | 7.23 | 17 | 7.29 | 23 | 7.37 |
| 6 | 7.38 | 12 | 6.88 | 18 | 7.13 | 24 | 7.17 |

**Çizelge 4.10.** pH İnsani Tüketim Amaçlı Suların Ulusal Ve Uluslararası Satandartlar

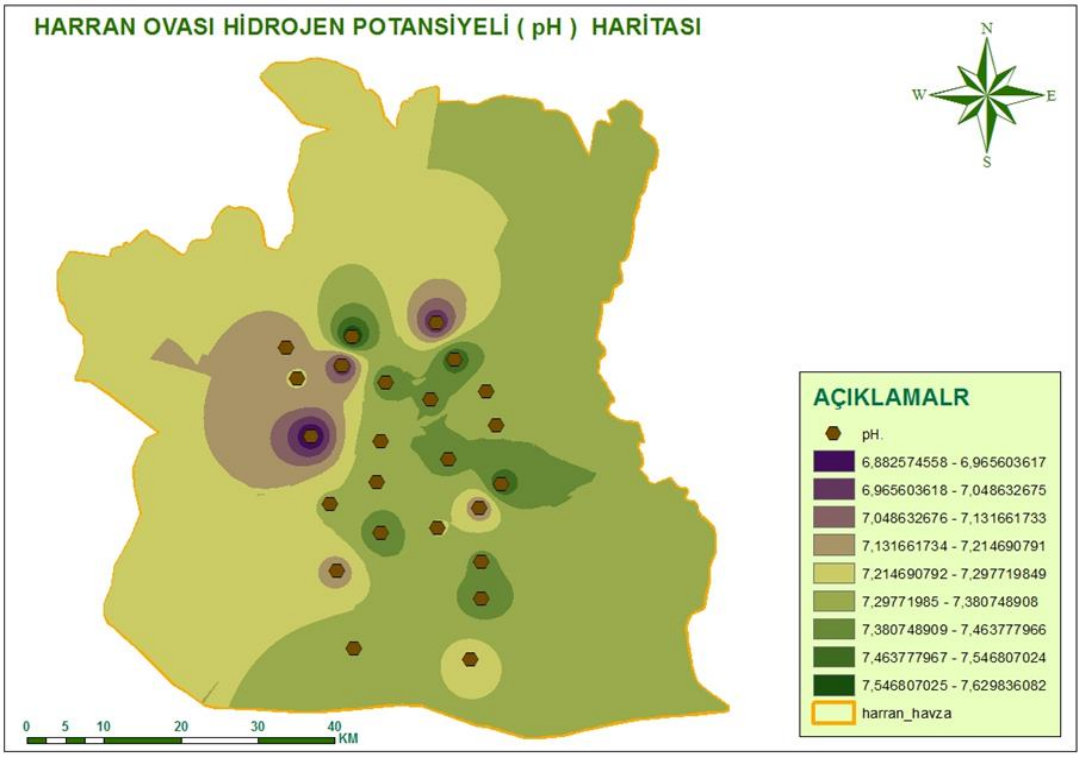
| | ANONİM (2004c) | | | | TS 266 (TSE, 2005) | | WHO (1993) | EU (1998) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | I | II | III | IV | GL | AC | MAC | MAC |
| | 6.5-8,5 | 6.5-8,5 | 6.0-9.0 | 6.0-9.0 dışında | 6.5□pH□9.5 | | 6.5-9.5 | 6.5□pH□9.5 |

GL: Tavsiye edilen değer, MAC: Max. Tavsiye edilen değer

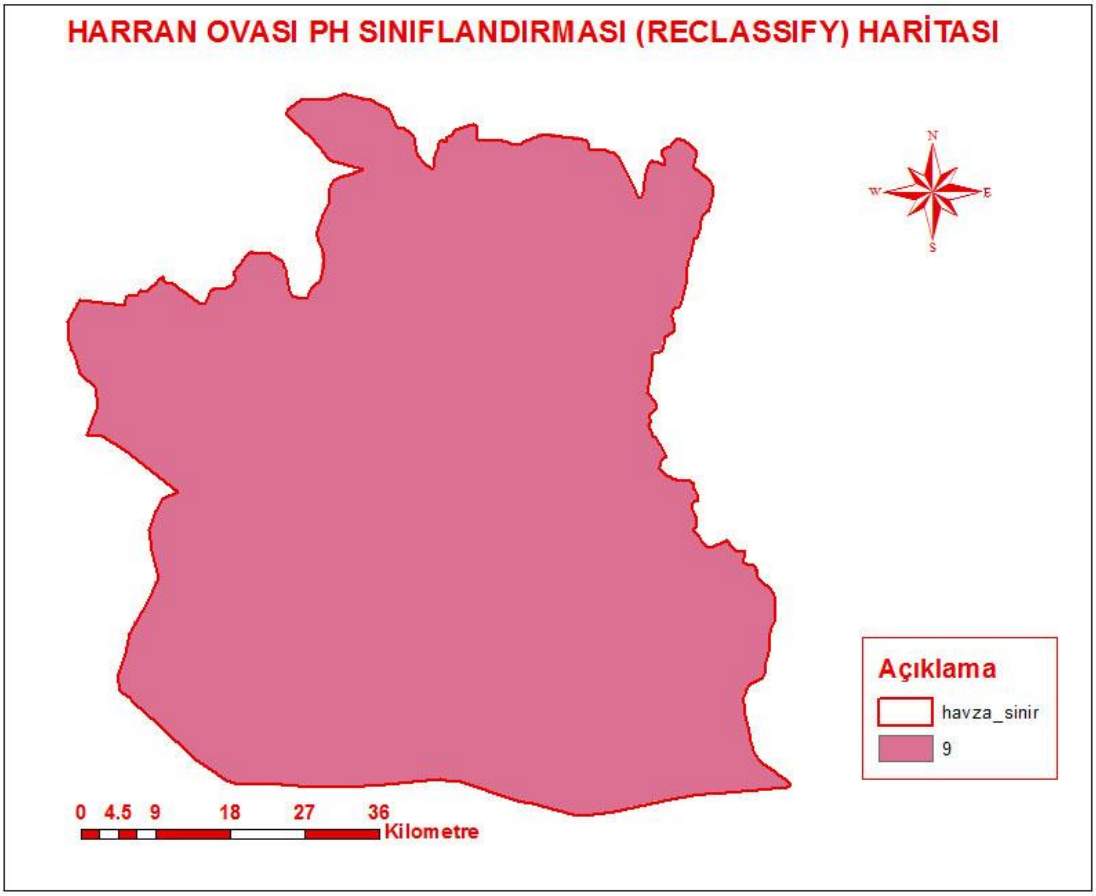
İnsani tüketim amaçlı sular için ulusal ve uluslar arası standartlar (Çizelge 4.10) dikkate alınarak su kalitesi ile ilgili parametrelerin değerlendirilmesinde kullanılacak olan weight sum ağırlık oranı ve reclassify puanları (Çizelge 4.11) oluşturulmuştur. Daha sonra veriler yeniden sınıflandırma işlemine tabi tutulmuş ve pH haritası değerlerin tamamı 6,5-8,5 arasında olduğundan tek sınıflı bir harita olarak oluşturulabilmiştir (Şekil 4.58).

**Çizelge 4.11.** Sulama Suyunun Ph Sınıflaması Reclassify Değerleme Çizelgesi

| Weight sum ağırlık oranı | Değer Aralığı | Reclassify Puanı |
|---|---|---|
| 5 | <6,5 | 3 |
| | 6,5-8,5 | 9 |




**Şekil 4.57.** Harran Ovası Çalışma Alanı Ph Tematik Haritası




**Şekil 4.58.** Harran Ovası EC Sınıflandırılmış (Reclassify) Tematik Haritası

### 4.2.3. Nitrat($NO_3$)

Yer altı sularında, en problemli, en yaygın ve büyük miktarda bulunan potansiyel kirleticilerden biri nitrattır (KEENEY, 1986). Yeraltısularında nitratın kaynağı başlıca dört kategoride sayılabilir. Bunlar doğal kaynaklar, atıklar, gübreleme ve sulu tarımdır (CANTER, 1997). Nitrat pek çok doğal su ortamlarında makul konsantrasyonlarda bulunur, ancak gerek atıksuların deşarjı ve gerekse gübre kullanımına bağlı olarak nitrat konsantrasyonu yeraltı sularında yüksek değerlere çıkarak bir kirletici halini alabileceği bilinmektedir. Nitrat iyonları çocuklarda ve hamile kadınlarda önemli sağlık riskleri taşıdığı de bilinmekte olması gereken bir gerçektir.

Bu durum muhtemelen çocukların midelerinde nitratların nitritlere indirgenmesine bağlıdır. Nitratlar, bebeklerde hemoglobinle birleşebilir ve böylece hücrelere oksijen

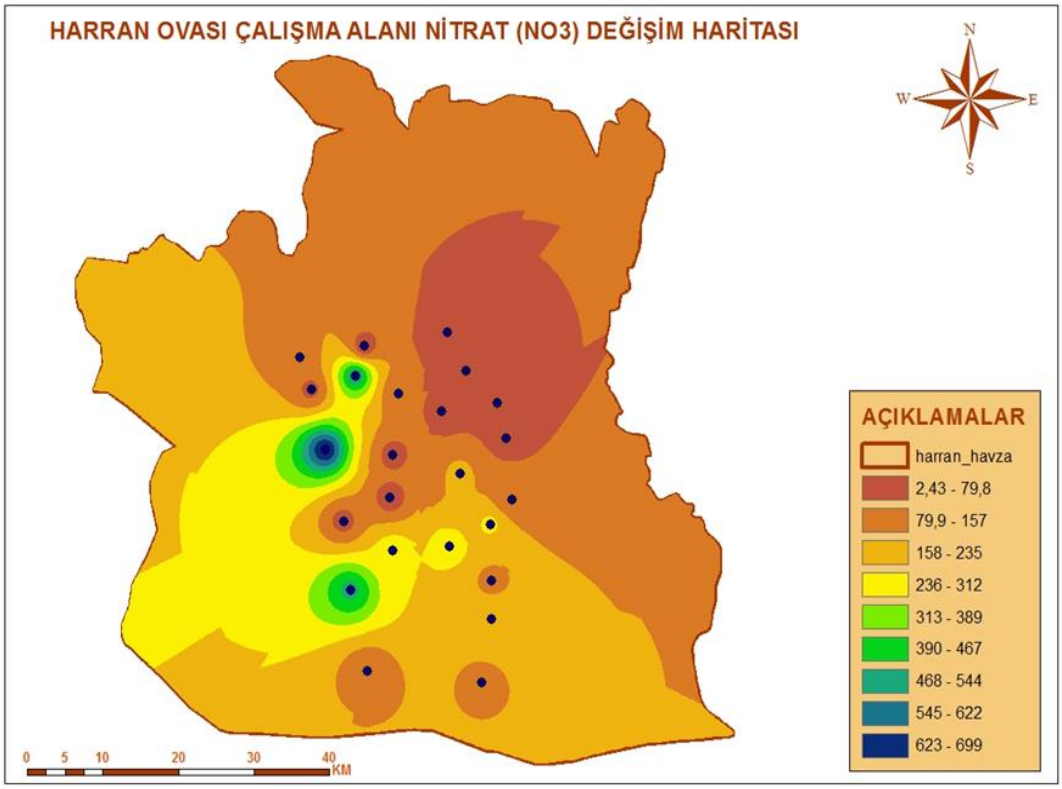
taşınımını olumsuz etkileyebilir (mavi bebek sendromu olarak ta bilinen mavimsi bir deri renginin ortaya çıkmasına neden olur).

Azot gübrelerinin yaygın kullanımı yeşil sebzelerde yüksek nitrat düzeylerine neden olabilir. Belli koşullar altında nitrat çok daha zehirli olan nitrite, ve hatta nihai olarak kanserojenik etki yapan nitrosamine de dönüşebilir (etki başlıca bağırsaklarda görülür) (RICHARD, 1980). İnsan atıkları da alıcı ortamlarda azotta önemli artışlara sebebiyet verirler. Hatta gübreler, hayvan atıkları, kentsel ve endüstriyel atıklar yeraltı suyunda nitrat kirliliğinin önemli kaynağı olarak düşünülürler (WHO,1978).

Kuyulara ait yıllık ortalama nitrat değişim değerleri (Çizelge 4.12) kullanılarak IDW yöntemi yıllık ortalama nitrat değişim tematik haritası elde edilmiştir (Şekil 4.59).

Çizelge 4.12. Kuyulara Ait Nitrat Değerleri

| K. No | Nitrat D. | K. No | Nitrat D. | K. No | Nitrat D. | K. No | Nitrat D. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 7 | 47 | 13 | 31 | 19 | 82 |
| 2 | 29 | 8 | 88 | 14 | 45 | 20 | 129 |
| 3 | 51 | 9 | 526 | 15 | 27 | 21 | 222 |
| 4 | 38 | 10 | 113 | 16 | 273 | 22 | 137 |
| 5 | 180 | 11 | 52 | 17 | 284 | 23 | 95 |
| 6 | 45 | 12 | 699 | 18 | 252 | 24 | 491 |




**Şekil 4.59.** Harran Ovası Nitrat ($NO_3$) Tematik Haritası

**Çizelge 4.13.** Nitrat İnsani Tüketim Amaçlı Suların Ulusal Ve Uluslararası Satandardı

| | **ANONİM (2004c)** | | | | **TS 266 (TSE, 2005)** | | **WHO (1993)** | **EU (1998)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nitrat** | **I** | **II** | **III** | **IV** | **GL** | **MAC** | **MAC** | **MAC** |
| **Mg/lt** | 2 | 4 | 9 | 89 | 25 | 50 | 50 | 50 |

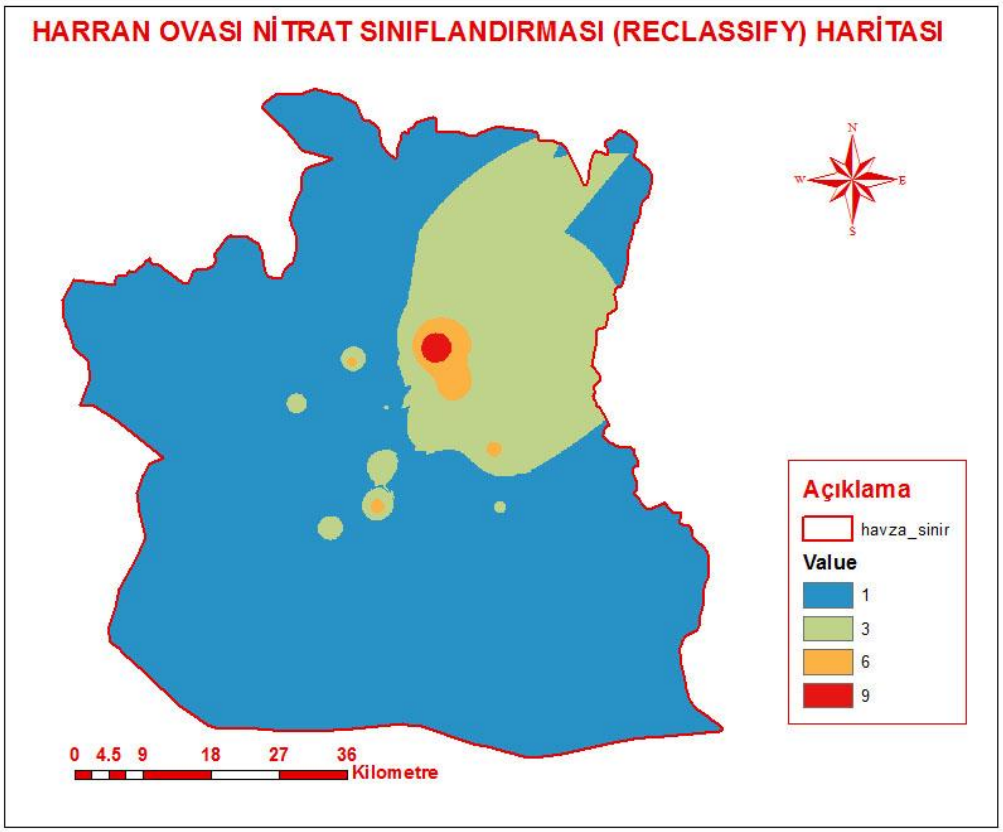
GL: Tavsiye edilen değer, MAC: Max. Tavsiye edilen değer

İnsani tüketim amaçlı sular için ulusal ve uluslar arası standartlar (Çizelge 4.13) dikkate alınarak su kalitesi ile ilgili parametrelerin değerlendirilmesinde kullanılacak olan weight sum ağırlık oranı ve reclassify puanları (Çizelge 4.14) oluşturulup yeniden sınıflandırma işlemine tabi tutulmuş ve nitrat haritası 4 sınıf halinde oluşturulmuştur (Şekil 4.54).

**Çizelge 4.14.**Nitrat SINIFLAMASI RECLASSİFY DEĞERLEME ÇİZELGESİ

| Weight sum ağırlık oranı | Değer Aralığı | Reclassify Puanı |
|---|---|---|
| 9 | <22 | 9 |
| | 22-44 | 6 |
| | 44-89 | 3 |
| | >89 | 1 |

Nitratın ova genelinde alansal dağılımına bakıldığında Şanlıurfa-Harran aksında en yüksek düzeyde olduğu görülür. Nitratın, yoğun olarak bulunduğu kesimlerde gübreleme ve arazi kullanım durumuna özellikle dikkat edilmelidir. Nitrat sınır değeri max 50 olarak belirlenmiştir.




**Şekil 4.60.** Harran Ovası Sınıflandırılmış (Reclassify) Nitrat($No_3$) Haritası

### 4.2.4. Sertlik

Sert sularsa bunun köpürmesini engelleyen ve temizlik için çok sabun kullanımını

gerektiren sular olarak tanımlanır. Bu sular sıcak halde nakledildikleri boruların iç çeperlerinde veya kazanların içinde çökelti (kazantaşı) teşkil ederek ısı transferini güçleştirir, boru içi akımın hidrolik koşullarını kötüleştirir.

Hidrosferde suların sertliği lokal olarak değişim gösterir. Kural olarak yüzeysel sular, yeraltısularından daha yumuşaktır. Genellikle suyun sertlik derecesi, yağmur suyundan başlayarak izlediği yol boyunca temasta bulunduğu jeolojik yapıyla yakından ilgilidir.

Suyun nitel ve nicel anlamda kaliteli olması, insan, hayvan, tarım, endüstri ve çevre açısından hayati bir öneme sahiptir. Suyun kalitesi, önceleri, insanlar tarafından nitel gözlemler sayesinde (tat, koku, sıcaklık, renk vb.) kabul edilmişti.

Gelişen teknolojiyle birlikte bugün doğadaki suyun kalitesi, fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreleri tanımlanmış alt ve üst sınırlarının konulmasıyla mümkün olabileceği gösterilmiştir.

Türkiye de yaygın olarak kullanılan "içme suyu standardı veya sınıfı" terimi, Avrupa Birliğine giriş sürecinde tüm kurum ve kuruluşlar tarafından "the quality of water intended for human consumption" teriminin bir çevirisi şeklinde "İnsani Tüketim Amaçlı Sular"olarak ifade edilmektedir.

Bu bağlamda, bu çalışmada, suyun kalitesi insani tüketim amaçlı ve tarımsal kullanım amacına göre ulusal ve uluslar arası standartlara göre belirlenmiştir. Ayrıca, suyun hidrokimyasal fasiyesi de belirlenmiştir.

Kuyulara ait yıllık ortalama sertlik değişim değerleri Çizelge 4.15' de yer almakta olup IDW yöntemi kullanılarak yıllık ortalama sertlik değişim tematik haritası elde edilmiştir (Şekil 4.61).

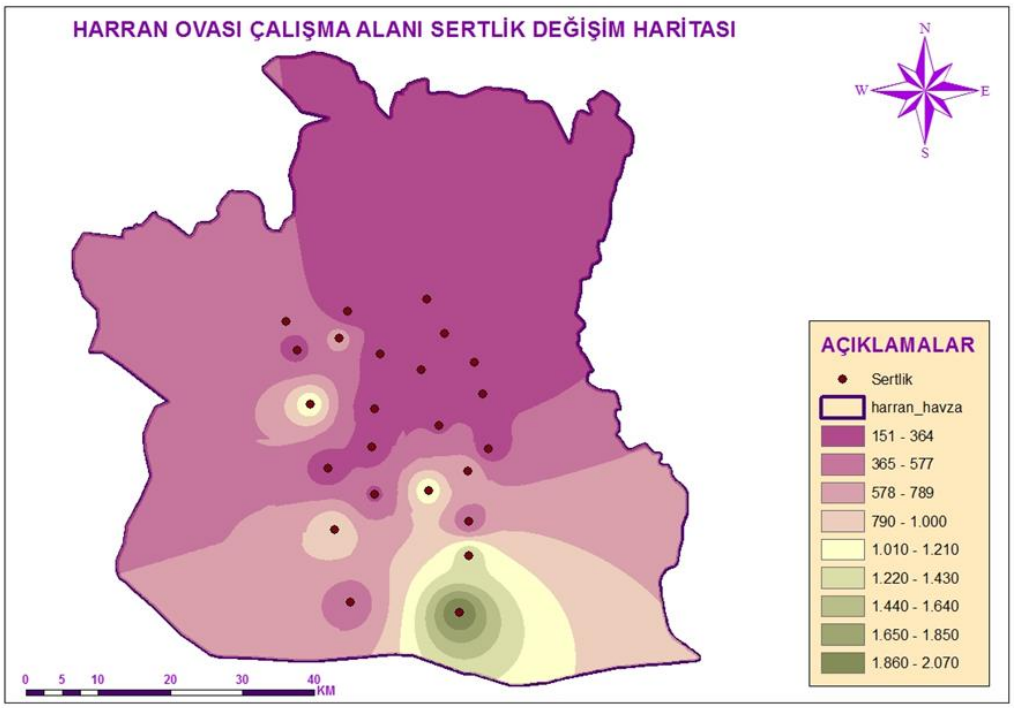
**Çizelge 4.15.** Kuyulara Ait Sertlik Değerleri

| Kuyu No | Sertlik | Kuyu No | Sertlik | Kuyu No | Sertlik | Kuyu | Sertlik |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 358 | 7 | 201 | 13 | 151 | 19 | 231 |
| 2 | 165 | 8 | 220 | 14 | 220 | 20 | 373 |
| 3 | 248 | 9 | 706 | 15 | 242 | 21 | 1371 |
| 4 | 302 | 10 | 378 | 16 | 327 | 22 | 2066 |
| 5 | 347 | 11 | 302 | 17 | 1180 | 23 | 440 |
| 6 | 214 | 12 | 1179 | 18 | 746 | 24 | 1016 |

**Çizelge 4.16.** Suların Sertliklerine Göre Sınıflanması (Yeşilnacar, 2007)

| Mg $CaCO_3$/L | Sertlik Derecesi |
|---|---|
| 0-75 | Yumuşak |
| 75-150 | Orta sertlikte |
| 150-300 | Sert |
| >300 | Çok sert |

Çizelge 4.16'da yer alan suların sertliklerine göre sınıflanması (Yeşilnacar, 2007) dikkate alınarak su kalitesi ile ilgili parametrelerin değerlendirilmesinde kullanılacak olan weight sum ağırlık oranı ve reclassify puanları (Çizelge 4.17) oluşturulup yeniden sınıflandırma işlemine tabi tutulmuş ve nitrat haritası 4 sınıf halinde oluşturulmuştur (Şekil 4.62).

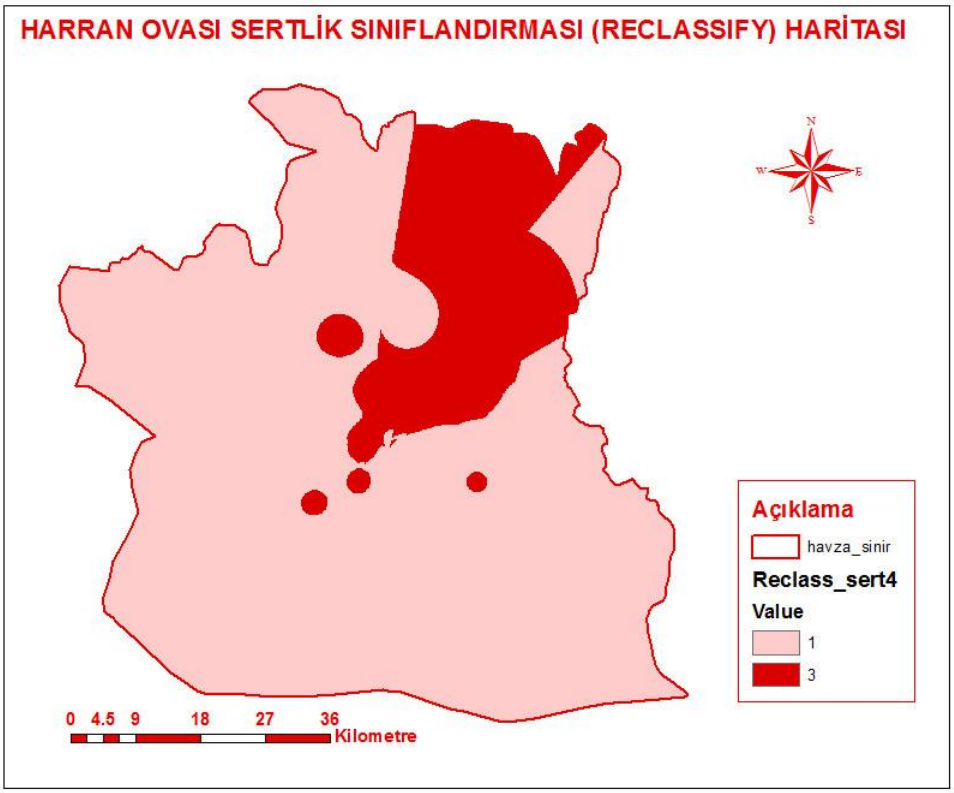



**Şekil 4.61.** Harran Ovası Ortalama Sertlik Tematik Haritası

**Çizelge 4.17.**Sertik Sınıflaması Reclassify Değerleme Çizelgesi

| Weight sum ağırlık oranı | Değer Aralığı | Reclassify Puanı |
|---|---|---|
| 8 | 0-75 | 9 |
| | 75-150 | 6 |
| | 150-300 | 3 |
| | >300 | 1 |

Bu haritada Ovanın sertlik dağılımı elde edilmiştir. Buna göre %48 i yumuşak, %32 si orta sert, %20 si de sert su sınıfındadır. Genel olarak ovanın kuzeyde kalan kısımları yumuşak su özelliğindedir. Orta ve güney kısımları orta sert, güneyde Suriye komşuluğundaki alanlar ise sert su özelliği taşımaktadır.




**Şekil 4.62.** Harran Ovası Sınıflandırılmış (Reclassify) Sertlik Haritası

### 4.2.5. Sulama Suyu Sınıflamalarında SAR

Sulamada kullanılan suların içinde çözünmüş fazla miktarda iyonlar, bitkilere ve tarım toprağına fiziksel ve kimyasal yollarla etkiyerek, verimi düşürür. Bu iyonların fiziksel etkisi, bitki yapısındaki hücrelerde osmotik basıncı azaltarak suyun dal ve yapraklara erişmesini engeller; kimyasal yolla ise, bitki metabolizmasını bozarlar. Tuzlu sulardaki $Na^{+}$, zemindeki $Ca^{+2}$iyonları ile yer değiştirmesi sonucu toprağın geçirgenliği ve havalanması azalır; böylece, dolaylı olarak bitkilerin gelişmesi yavaşlar. Bitkilerin sudaki tuzlara karşı dirençleri farklı olduğundan, sulama için kullanılan suların tuz derişiminin kesin üst sınırını vermek güçtür. Bitki gelişmesi ile su kalitesi arasındaki ilgi yanında, toprağın akaçlaması da önemli bir yer tutar. Geçirgenliği fazla, akaçlaması iyi tarım topraklarında, su tuzlu da olsa bitkilerin gelişmesini engellemez. Tersine, geçirgenliği ve akaçlaması fena zeminlerde, su az tuzlu olsa bile, bitki köklerinde tuz birikmeleri meydana gelerek bitkilerin gelişmesi güçleşir. Toplam tuz derişiminden çok, suda bulunan sodyum ve bor gibi bazı iyonların miktarı

bitkilerin gelişmesini etkiler. Böylece, bitkilerin gelişmesini su kalitesinden başka, toprağın cinsi, geçirgenliği, akaçlaması, iklim koşulları, kullanılan su miktarı, bitki türü, sulama şekilleri ve uygulanan yetiştirme yöntemleri de etkiler (ŞAHİNCİ, 1991). Sulama sularının sınıflamasında en yaygın olanları ve bu çalışmada kullanılanları aşağıda sunulmuştur.

Sodyum Tehlikesi (Sodium Adsorption Ratio=SAR) (RICHARDS, 1954)

Sulama sularında sodyum miktarı önemli bir yer tutar. Toprağın yapısını bozarak, geçirgenliğini azaltan ve sulamadan sonra zeminin üst seviyelerinde soğrulan sodyum, toprak yüzeyinde kaymak şeklinde sert bir kabuğun oluşmasına neden olur ve bitki köklerinin havalanması engellenir; ayrıca, sodyum, bitkiler için zehirli bir ortam oluşturur. Cinsine bakılmaksızın, sodyumca doygun topraklarda bitkiler çok az gelişir veya yetişmezler. Sudaki sodyum miktarı % olarak şöyle bulunur:

$$\%Na=(rNa+rK)100/(rCa+rMg+rNa+rK)(r:meq/l)$$

Bu bağıntıyerine, daha kullanışlı olan eşitlik şöyledir:

$$SAR=Na/((rCa+rMg)/2)^{1/2}$$

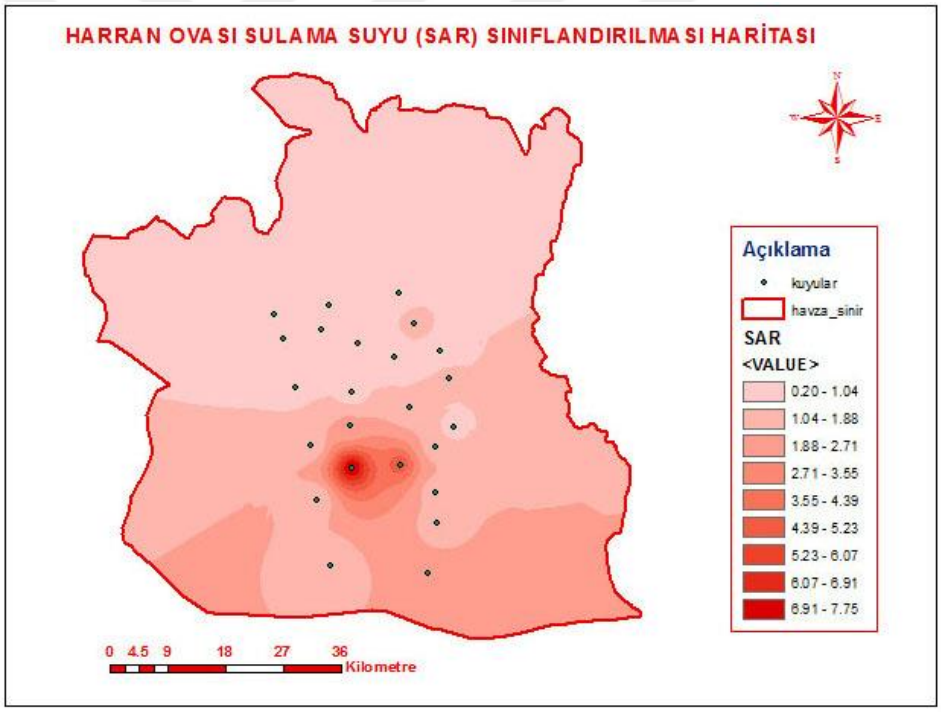
SAR'a göre sulama suları aşağıdaki şekilde sınıflanır:

| SAR(%) | |
|---|---|
| Çok iyi özellikte sulama suları... | 10'danaz |
| İyi özellikte sulama suları..... | 10-18 |
| Orta özellikte sulama suları..... | 18-26 |
| Fena özellikte sulama suları….. | 26'danfazla |

Kuyulara ait yıllık ortalama sulama suyu sınıflama verilerinden SAR değerleri Çizelge 4.18’ da yer almakta olup IDW yöntemi kullanılarak yıllık ortalama SAR değişim tematik haritası elde edilmiştir (Şekil 4.63).

**Çizelge 4.18.** Yüzde SAR'ın Aylık DeğişimiAQ

| Kuyu No | SAR | Kuyu No | SAR | Kuyu No | SAR | Kuyu No | SAR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.71 | 7 | 0.62 | 13 | 0.20 | 19 | 0.60 |
| 2 | 1.39 | 8 | 0.20 | 14 | 1.01 | 20 | 1.37 |
| 3 | 0.86 | 9 | 0.27 | 15 | 2.02 | 21 | 1.60 |
| 4 | 1.09 | 10 | 0.36 | 16 | 7.76 | 22 | 1.98 |
| 5 | 1.04 | 11 | 0.28 | 17 | 4.88 | 23 | 1.08 |
| 6 | 0.38 | 12 | 0.75 | 18 | 1.49 | 24 | 1.04 |

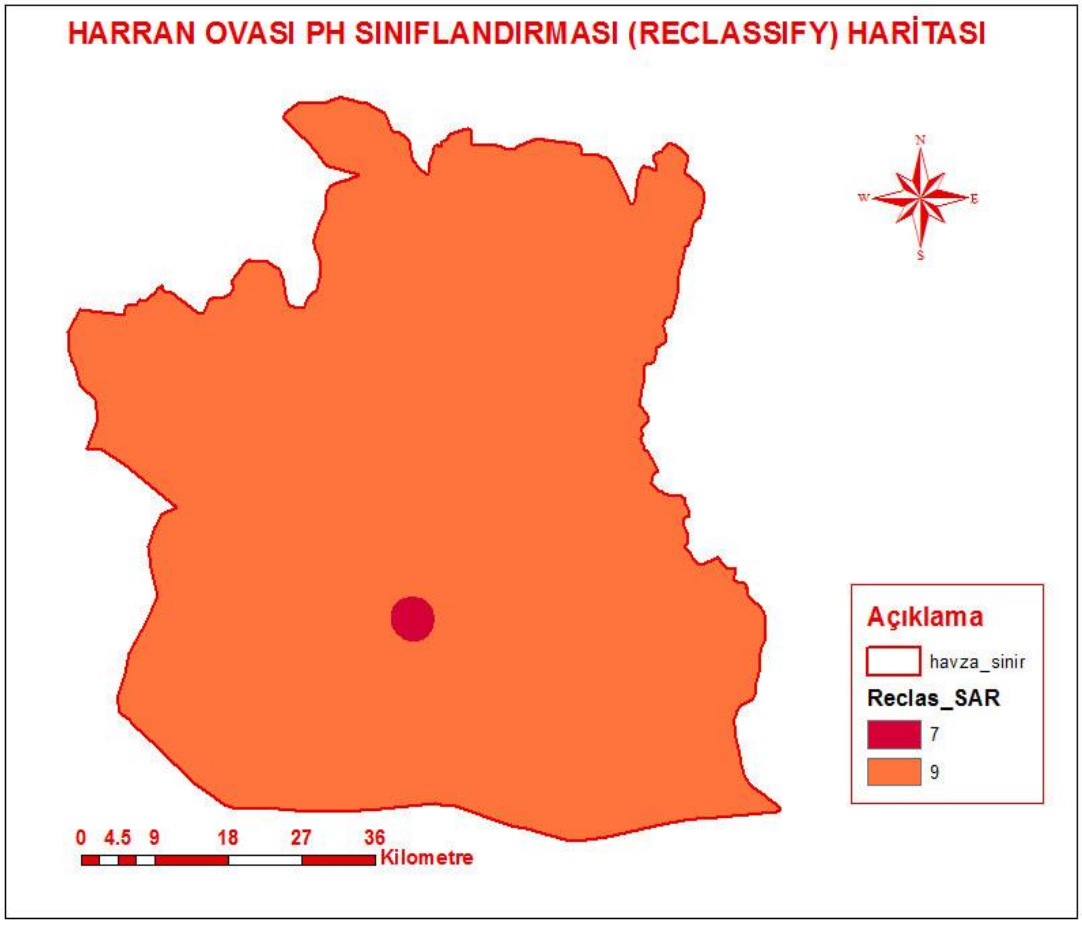



**Şekil 4.63.** Harran Ovası SAR Tematik Haritası

Su kalitesi ile ilgili parametrelerin değerlendirilmesinde kullanılacak olan weight sum ağırlık oranı ve reclassify puanları Çizelge 4.19' da oluşturulup yeniden sınıflandırma işlemine tabi tutulmuş ve SAR sınıflama haritası 2 sınıf halinde oluşturulmuştur (Şekil 4.64).

**Çizelge 4.19.**Sulama Suları (SAR) Sınıflaması Reclassify Değerleme Çizelgesi

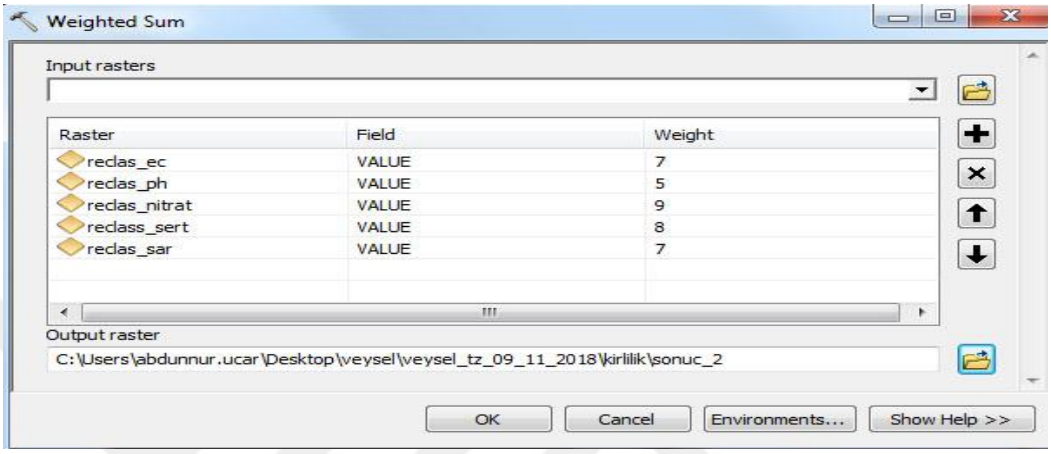
| Weight sum ağırlık oranı | Değer Aralığı | Reclassify Puanı |
|---|---|---|
| 9 | 0-5 | 9 |
| | 5-10 | 7 |
| | 10-18 | 6 |
| | 18-26 | 3 |
| | >26 | 1 |



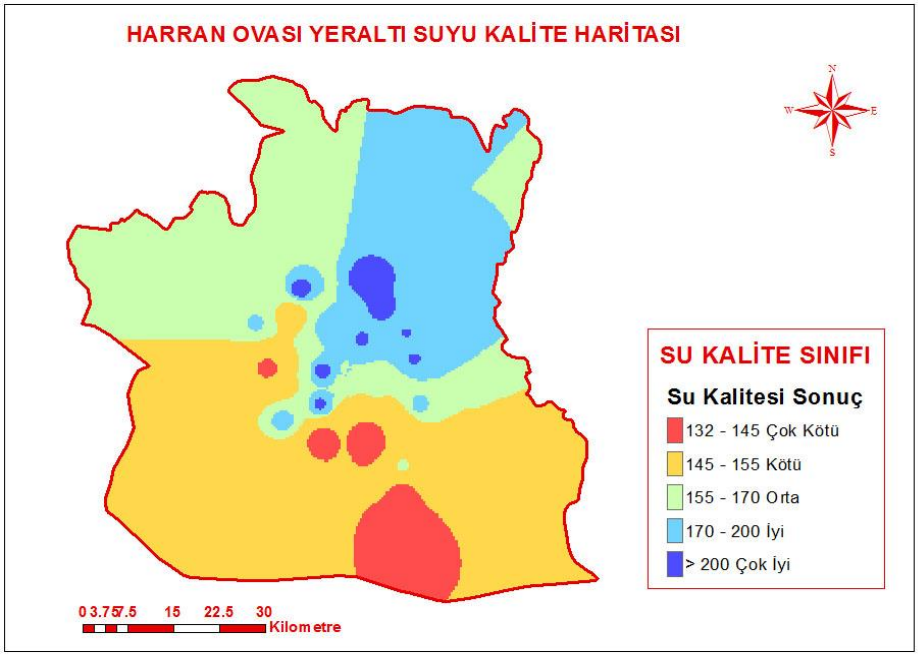

**Şekil 4.64.** Harran Ovası Sınıflandırılmış (Reclassify) Sar Tematik Haritası

Kirlilik analizi için üzerinde çalışılan parametreler; elektriksel iletkenlik (EC), hidrojen potansiyeli (PH), nitrat, sertlik ve sulama suyu sınıflamasında kullanılan SAR değerleridir.

Ağırlıklı çakıştırma yöntemi kullanılarak kirlilik analizi yapılmıştır. Spatial Analyst Tools / Overlay / Weighted Sum ile ağırlıklı çakıştırma yöntemi kullanarak toplam 5 adet parametre kullanılarak su analizi yapılmıştır.



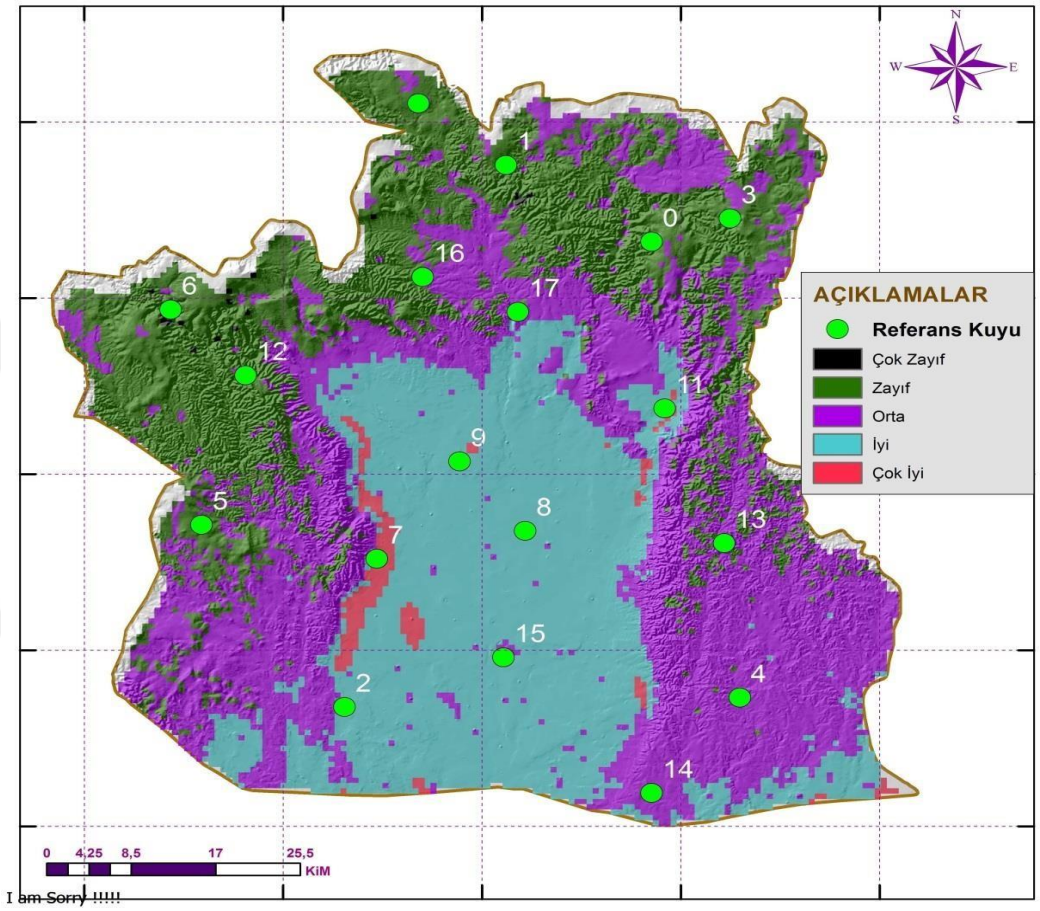

**Şekil 4.65.** Harran Ovası Su Kalitesi Ağırlıklı Çakıştırma Penceresi




**Şekil 4.66.** Harran Ovası Yeraltısuyu Su Kalitesi Durum Haritası

# 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

## 5.1. Yeraltısu Potansiyeli İndeksi ve Durumu Değerlendirilmesi




**Şekil 5.1.** Harran Ovası Çalışma Alanı Yeraltısu Potansiyel Haritası

Çok Kriterli Değerlendirme Sistemi (Multi - Criteria Decision System) Çoklu değerlendirme işlemi ile 10 tane parametre: Arazi Yapısı, Arazi Kullanımı, Jeoloji, Toprak, Jeomorfoloji, Yağış, Fay yoğunluğu, Drenaj yoğunluğu, Eğim ve Akifer kullanılmıştır. Yukarıda belirtilen 10 madde AHP (Analitik Hiyerarşik Durumunu Değerlendirme İşlemi) ile ağırlıkları belirlenerek Arctoolbox- SpatialAnalyst Tools – Overlay – WeightedSum metoduyla çakıştırılıp oluşturuldu (Şekil 5.1). Bu tematik haritada YPSI değeri 370-617 arasında değişmektedir. Çizelge 5.1 de YPSI değerlerine göre sınıflandırma aralıkları ve havza bazında toplam oranını açıklamaktadır. Buna göre Havzasının yaklaşık 5,14 $km^2$ lik alanı çok zayıf ( %0,1), 1501 $km^2$ lik alanı: zayıf(%29), 1963 $km^2$ lik alanı: Orta (%38),

1589,5 $km^2$ lik alanı: İyi (%31), 77,12 $km^2$, lik alanı: çok iyi(%1,50) Yeraltısu Potansiyeline sahiptir. Şekil 5.1. de görüldüğü üzere; Harran Havzasının merkezi ve kısmen güneye doğru olan yerlerde yeraltısuyu potansiyeli iyi seviyededir. Kuzey kısımlarında çoğunlukla orta seviyededir.

**Çizelge 5.1**. Harran Ovası YPSI Değerlerine Göre Tanımlanması

| YPSI DEĞERİ | TANIMI | Oranı (%) | Alanı (km2) |
|---|---|---|---|
| 307-440 | Çok Kötü | 0,10 | 5,14 |
| 340-445 | Kötü | 29,20 | 1501,17 |
| 445-530 | Orta | 38,20 | 1963,86 |
| 530-580 | İyi | 30,90 | 1588,57 |
| 580-617 | Çok İyi | 1,50 | 77,12 |

### 5.1.1. YPSI Sonuçlarının Sahadaki Kuyu Verileri İle Doğruluk Kontrolü

Normal şartlar altında sahada kuyulardan güncel veri temin etmek oldukça masraflıdır. Doğru bir metodla Çoklu Değerlendirme yöntemi ile bir sahanın yer altısu Potansiyelini belirlemek daha ekonomiktir.

Bunun için parametreleri ve ağırlıklarını doğru belirlemek lazımdır. Belirlenen metod ve elde edilen sonuçları sahada kontrol ederek daha önceden açılmış olan kuyulardan sadece 18 tanesinin verileri kullanılarak ArcGIS ArcMap' te, yukarıda bahsedilen metodla üretilen haritalar kontrol edilmiştir.

**Çizelge 5.2.** YSPI Haritası İle Sahada Açılana Kuyularla Veri Kontrolü

| Ref. No | Sıra_ No | İlçesi | X | Y | Z | Der | SSV | DSV | Verim | YSPI | Değerl | Uyum |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 9 | Merkez | 517053 | 4126396 | 693 | 290 | 175 | 235 | 1,5 | 396 | Zayıf | Uyumlu |
| 1 | 32 | Merkez | 502400 | 4135099 | 760 | - | 110 | 165 | 1,5 | 435 | Zayıf | Uyumlu |
| 2 | 41 | Merkez | 486164 | 4073547 | 393 | 110 | 70 | 80 | 10 | 568 | İyi | Uyumlu |
| 3 | 44 | Akçakale | 524961 | 4129044 | 725 | - | 85 | 132 | 1 | 428 | Zayıf | Uyumlu |
| 4 | 49 | Merkez | 525951 | 4074609 | 480 | 205 | 160 | 180 | 10 | 574 | İyi | Uyumlu |
| 5 | 65 | Merkez | 471773 | 4094228 | 609 | 254 | 120 | 175 | 2 | 435 | Zayıf | Uyumlu |
| 6 | 70 | Merkez | 468680 | 4118684 | 713 | 180 | 90 | 150 | 1,5 | 380 | Zayıf | Uyumlu |
| 7 | 109 | Merkez | 489424 | 4090377 | 388 | 200 | 60 | 100 | 6 | 576 | İyi | Uyumlu |
| 8 | 110 | Merkez | 504327 | 4093563 | 384 | 170 | 3 | 64 | 10 | 561 | İyi | Uyumlu |
| 9 | 113 | Merkez | 497742 | 4101438 | 422 | 220 | 40 | 110 | 10 | 577 | İyi | Uyumlu |
| 10 | 139 | Merkez | 493394 | 4142126 | 798 | 250 | 60 | 180 | 1 | 419 | Zayıf | Uyumlu |
| 11 | 174 | Merkez | 518388 | 4107470 | 466 | 220 | 50 | 150 | 5 | 556 | İyi | Uyumlu |
| 12 | 180 | Merkez | 476215 | 4111228 | 695 | 250 | 130 | 200 | 10 | 431 | Zayıf | Uyumsuz |
| 13 | 196 | Merkez | 524371 | 4092163 | 11 | 30 | 80 | 300 | 5 | 462 | Orta | Uyumlu |
| 14 | 206 | Akçakale | 517047 | 4063762 | 22 | 60 | 30 | 160 | 4 | 509 | Orta | Uyumlu |
| 15 | 210 | Merkez | 502164 | 4079184 | 82 | 80 | 40 | 170 | 10 | 561 | İyi | Uyumlu |
| 16 | 244 | Merkez | 494024 | 4122396 | 661 | 180 | 50 | 100 | 9 | 454 | Orta | Uyumsuz |
| 17 | 252 | Merkez | 503607 | 4118421 | 524 | 150 | 25 | 120 | 3 | 435 | Zayıf | Uyumlu |

Çizelge 5.2’ de görüldüğü gibi 18 adet kuyu verisinden 16 tanesi değerlendirme aralığında çıkmış ve sonuçlarla uyumludur. Sadece 1 tanesi yani 16 nolu kuyu ise kısmen uyumlu çıkmıştır. Bunun da nedeni lokasyon bölgesinde muhtemel olarak jeolojik ve topoğrafik durumla alakalı olabilir. Sonuç olarak yapılan Çok Kriterli Değerlendirme Yöntemi ile elde edilen sonuçlar havza için gerekli olan sonuçları vermiştir.

### 5.2.Yeraltısu Kalitesi Durumu

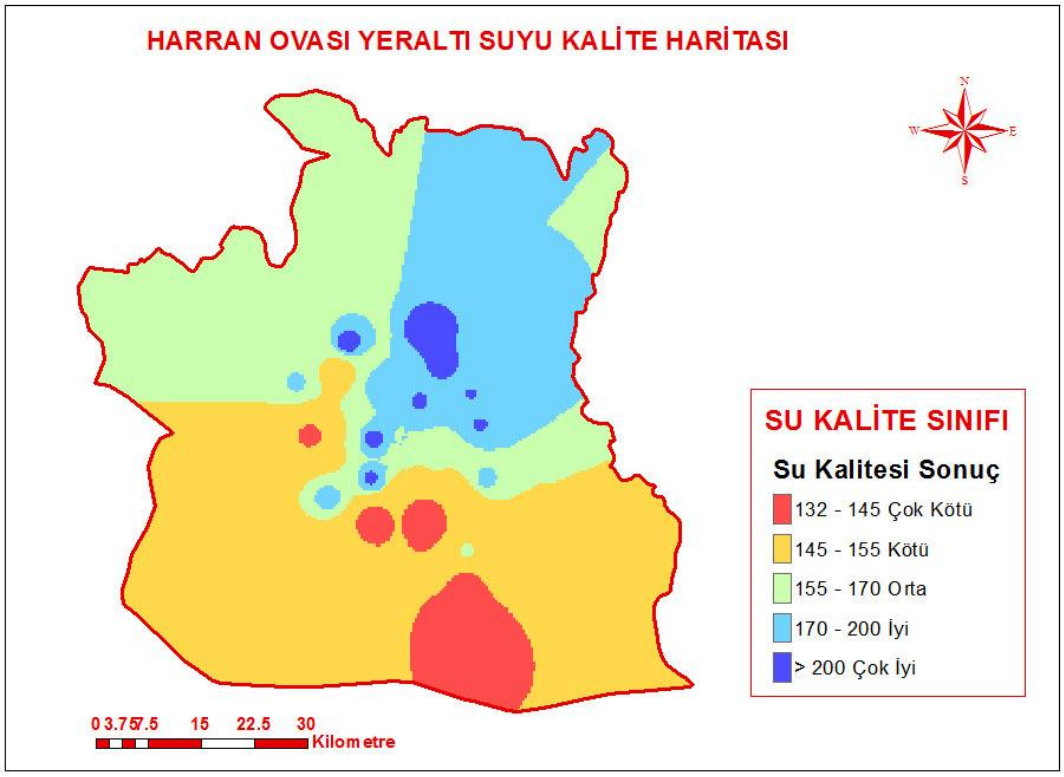
Kirlilik analizi için değerlendirmeye alınan parametreler, Sodyum, Klorür, Sülfat, Nitrat, Nitrit, Bulanıklık ve sertlik değerleridir. Ağırlıklı çakıştırma yöntemi kullanılarak kirlilik analizi yapılmıştır.

Spatial Analyst Tools / Overlay / Weighted Sum ile ağırlıklı çakıştırma yöntemi kullanarak toplam 5 adet parametre kullanılarak su kalitesi analizi yapıldı.

EC: 7, Ph: 5, Nitrat: 9, Sertlik: 8 ve Sulama Suyu SAR değeri: 7 etki ağırlıkları ile oluşan su kalitesi durum haritası Şekil 5.2’ de gösterilmiştir. Bu haritada görüldüğü gibi Ovanın güney kısımları su kalitesi açısından kötü-çok kötü gözükmektedir.

Bunun temel nedeni Ova da yağmur sularının akışı yönünün güneye doğru olmasından kaynaklanmasıdır. Harran Ovasında vahşi sulama neticesinde ortaya çıkan taban suyu problemi, tuzluluk, nitrit ve pestisit kirliliği sızma ile yeraltısuyuna iletilmektedir.

Bu gibi yanlış ve ölçüsüz tarımsal faaliyetlerin kimyasal neticeleri Ovanın güneyine deşarj olması bu bölgenin yeraltısu kalitesi açısından riskli duruma getirmektedir.




**Şekil.5.2.** Harran Ovası Yeraltısuyu Su Kalitesi Durum Haritası

**Diğer Sonuçlar Ve Öneriler**

- Şekil 4,19 da Harran Ovasının Hidrojeoljik haritası elde edilmiştir. Bu haritada akifer derinlği sınıflandırılmıştır. Haritanın merkezden güneye doğru akifer kotu 321-391 m. arasında değişmektedir. Yerleşim yerlerinde ise akifer kotu 251-321 m. arasında değişmektedir. Özellikle kuzeye doğru gidildikçe kuyu derinliği artmaktadır.
- CBS ile jeomorfoloji haritası üretilirken bir takım veriler gereklidir. Bunlar; kuyular, kontour (münhani), fay hattı, çalışma alanı, akarsu, alüvyon, DEM haritası, eğim, hillshade (kabartı haritası) ve varsa heyelan gibi veriler gereklidir. Harita oluşumunda da çalışma alanına göre dağ, tepe, plato, ova ve çukurluklar gibi yer şekilleri oluşturulur. Harran Ovası ve çevresindeki ana jeomorfolojik birimleri dağ, tepe, plato ve ova meydana getirir. Ovanın merkezi ise daha çok şekiller, yamaç dökütüleri ve birikinti yelpazeleri üzerinde gelişim göstermiştir.
- Statik Su Seviyesi (SSS); Bir kuyudan veya akiferden pompaj veya serbest akış yoluyla

su alınmadığında suyun sabit kaldığı seviyedir. Bu genellikle, yeryüzünden kuyudaki su seviyesine olan mesafedir. Dinamik Su Seviyesi (DSS) ise Pompaj belli bir debiyle devam ederken, suyun kuyuda sabit kaldığı seviyedir.

- Şekil 4.89. da SSS 3- 30 m derinlikte olan güney ve merkeze yakın yerlerde çok sığ (çok az kısımda), 30 – 60 m lik derinliklerde çalışma alanının pek çok yerinde normal derinlikte, 60 -120 m' lik yerlerde derin (Mavi alanlar), 120 m ve üzeri ise çok derin olarak değerlendirilebilir. DSS ise 20 – 50 m arasında bulunan derinlik sığ, 50 – 100 m derinlik normal 100 – 200 m arasında olan kuyular da çok derin olduğu söylenebilir.
- Harran ovası çalışma alanı toprak haritası; bölgenin toprak özellikleri ve dağılışları hakkında bilgi veren haritadır. Bu haritadan, yetiştirilecek ürünlerin belirlenmesi, buna bağlı olarak topraklardan daha iyi verim alınabilmesi gibi birçok konuda yararlanılır. pH, EC, Organik Madde, Kireç, Potasyum, Fosfor, Kalsiyum, Magnezyum, Sodyum, Bakır, Demir, Çinko, Mangan analizleri yapılıp analiz sonuçlarına göre çalışma alanının genel toprak durum raporu oluşturulur ve yetiştirilecek bitkiler için bitki besleme tavsiye programları hazırlanır. Harran Ovası hudutlarında bulunan 192 tane kuyunun yeraltısu seviyeleri ArcGIS ArcMap programıyla tahlilden geçirilmiş olup;
- 1980'lerden bu güne kadar gelen kurak devreler, yüzey sularına ilave olarak yeraltı sularının da giderek kötü etkilenmesi, ayrıca dünya nüfusunun artması, Ova da kaçak olarak açılan kuyular, tarım arazilerinin gelişi güzel sulanması ve benzeri esas sebeplerden; yukarıda anlatılan gözlem ve araştırmalar da göz önünde bulundurularak, hem çalışma alanı için yapılan grafiklerden hem de haritalardan bazı kuyular dışında açıkça su seviyesinin düşüşü görülebilmektedir.
- Harran Ovasındaki ekolojik, iklimsel ve izinsiz kuyuların açılması neticesinde oluşan yer altısu seviyelerindeki azalmalar nedeniyle ovada yıl içeresinde su kaybı meydana gelmekte ve su seviyesi oranlarında düşüşler açıkça görülmektedir. Ülkemizde su seviyesinin giderek azalan bir kaynak olması sebebiyle su kaynakları kullanımı idaresine ivedi bir şekilde müdahale edilmelidir. Su ve toprak işletimi ile idaresi yönünden devlet politikası oluşturulmalı, ülkenin yer yerinde devamlılık sağlayan bir havza idaresi desteğiyle kurum ve kuruluşlar arası irtibat kurulmalı, milli olan veri tabanı meydana

getirilmeli ve bilgi irtibatı sağlanmalıdır. Konuya ilişkin halen inşası süren yeraltı sularının CBS programı desteğinde takibi ve Harran Ovası ve benzeri projeler hızlandırılarak neticelendirilmelidir.

- Yapılan haritalarda Harran Ovasında bir yıllık yeraltı sularının elektrik iletkenlik (EC) değerlerinin ölçümü sonunda kuzeyde ve merkezde tatlı (<1500 tatlı) çalışma alanının yaklaşık %69, güneye doğru olan kısmında ise suyun acı olduğu (1500 – 15000 acı) görülmektedir ki bu değer tahminen %21'e tekabül etmektedir ve yine güneyde İki kuyuda tuzlu olduğu görülmektedir. Yani elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin ova genelinde alansal dağılımına bakıldığında Harran ve Akçakale arasında yüksek olduğu, diğer bir anlatımla güneye doğru eğimin azaldığı bölgelerde EC yüksek görülür. Bu ölçümlerden anlaşılıyor ki yeraltı suyu tuzluluğu açısından izlenen dönemler için önemli bir problem teşkil etmektedir. Önceki çalışmalarda da bu alanlarda toprak tuzluluğunun fazla olduğunu rapor etmektedir (Şekil4.9.).
- CBS ile elde edilen haritada; Nitrat ($NO_3$) değeri ovanın kuzey, kuzey doğusu ve güney doğusunun bir kısmında (<20 düşük) çok iyi, batı ve güneyinde (20 – 50 iyi) iyi sadece ovanın güneybatıya giden kısmının belli bir alanında (>50 yüksek) yüksek olduğu görülmektedir (TS Standartlarına göre) (Şekil 4.18.).
- Harran ovası çalışma alanının yeraltı suyu sertlik durumu: CBS programıyla alan için yapılan haritalardaki değerler yine kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatı kısımlarında sertlik durumu (<75 yumuşak) yumuşak, güney ve Suriye sınırına olan kısımların büyük bölümünde orta sertlikte (75 – 150 orta sert), özellikle güney sınırı ve merkeze yakın olan kısmında da sert (150 – 300 sert) olduğu söylenebilir (TS standartları 0 – 75 yumuşak, 75- 150 orta sert, 150 -300 sert, >300 çok sert) Şekil4.26.).
- Bu haritada Ovanın sertlik dağılımı elde edilmiştir. Buna göre %48 i yumuşak, %32 si orta sert, %20 si de sert su sınıfındadır. Genel olarak ovanın kuzeyde kalan kısımları yumuşak su özelliğindedir. Orta ve güney kısımları orta sert, güneyde Suriye komşuluğundaki alanlar ise sert su özelliği taşımaktadır (Şekil4.48.).

**Özellikle Yeraltı Sularının Korunması İçin Gecikmeden Şu Önlemlere Başvurulmalıdır;**

- Sulama sistemlerini damla-sulama vb. gibi modern yöntemler kullanılarak yenilenmesi gerekmektedir. Bu yöntemle çok daha az bir su kullanılarak aynı çapta alanın sulanması gerçekleşecektir.
- Yetkililerden izin alınmadan kaçak kuyuların açılmasına fırsat verilmemelidir. Bu ruhsatsız kuyular için gerekli işlemler yapılmasının yanı sıra kayıt altına da alınmalı, icabında kapatılmalıdır.
- Ruhsatlandırılan kuyularda bilinçli ve ekonomik su tüketimi yetkililerce takip edilmelidir.
- İçme amaçlı, diğer farklı amaçlarla suların kullanımında olduğu gibi arazilerin sulanmasında yararlanılan yeraltı sularının da ücretlendirilmesi gerekmektedir.
- Tarımsal alanların sulanmasında kullanılan yeraltı suyunun ücretlendirilmesi durumunda, bilinçsiz ve gereksiz yere çok su sarfiyatına sebep olan karıkla sulama ve salma sulama denilen kontrolsüz sulama azalacak belki de ortadan kalkmış olacaktır.
- Vatandaşlar suyu tutumlu kullanmaya yönlendirilmeli, bunu teşvik edecek adımlar atılmalı, gerekirse bu konuda eğitim çalışmaları verilmelidir.
- Havzaların tamamında modern hidrojeolojik çalışmalar hızlandırılmalıdır. Yeraltı suyunun ücretlendirilmesi durumunda ki mutlaka ücretlendirilmesi gerekmektedir, böylece bilinçsiz ve gereksiz yere çok su sarfiyatına neden olan karıkla sulama ve salma sulama denilen kontrolsüz sulama azalacak ve belki de ortadan kalkacaktır.

## 6. KAYNAKLAR

Acton, B. 1843. Bak W Origin of hydrochemical facies of groundwater in the Atlantic Coastal Plain, 1960 Rept. *21st Session, Int. Sci. Cong. P,87–95. Copenhagen.*

Ahmadi, S.H.,Sedghamiz, A., 2007. Geostatistical analysis of spatial and temporal variations of groundwater level***. Environment al Monitoring and Assessment,*** 129: 277-294.

Al Hallaq, A. H. Elaısh, B.S.A. 2012. Assessment of aquifer vulnerability to contamination in Khanyounis Governorate, Gaza Strip—Palestine, usingthe DRASTIC model within GIS environment. ***Arabian Journal of Geosciences,*** 25(1):833-847.

Aller, L.,Bennett, T., Lehr, J.H., Petty, R.H., Hackett, G. 1987. DRASTIC: at andardised system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic settings. USEPA Report 600/2-87/035, Robert S. Kerr Environmental Research Laboratory, Ada, Oklahoma.

Al-Zabet, T., 2002. Evaluation of aquifer vulnerability to contamination potential using the DRASTIC method. ***Environment al Geology,*** 43(1-2): 203-208.

Anbazhagan, S.,Archana, M.,N., 2004, "Geographic information system and groundwater quality mapping in Panvel Basin", ***Environment al Geology,*** 45 (6): 753–761.

Atabey, E. 2005. Tıbbi Jeoloji. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 88, s,194 Ankara.

Atalay, İ. Mortan, K. 2006, Türkiye Bölgesel Coğrafyası, İstanbul: İnkılap Yayınevi. Avcı, B. 2009. Hidroloji Uygulamaları Kitabı" Birsen Yayınları, s.289, İstanbul.

Atasoy, A. D., & Yesilnacar, M. I. (2010). Groundwater pollution due to agricultural practices in a semi-arid area. Water recycling and water management. ***Nova Science Publishers, Inc***., New York, 1-20.

Atasoy, A. D., & Yesilnacar, M. I. (2010). Effect of high sulfate concentration on the corrosivity: a case study from groundwater in Harran Plain, Turkey. ***Environmental monitoring and assessment,*** 166(1-4), 595-607.

Aydemir, S., 2001. Palygorskite – influenced vertisols and vertic like soils in the Harran Plain in the South eastern Turkey. PhD. Thesis, Texas A and M University, Soil and Crop Sciences Department, College Station, USA. 77843,

Bennett, 2000. A.J.,Environment al consequences of increasing production: some current perspectives. ***Agric. Ecosys. Environ,*** 82 (1): 89–95.

Bostancı, A. (2013). Havza veri tabanı yönetiminde ArcGIS Model Buılder Uygulaması Tekirdağ merkez ilçe örneği (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).

Canter, L.W. 1997. Nitrates in Groundwater. Lewis, Publishers, Boca Raton p.145-182

Cook, W.J.,Collins, S., Flynn, M.K., Guttman, M., Cohen, W. and Budiansky, S. 1994, 25 break throughs that are changing the way we live and work. ***U.S.News and World Report,*** 2 May,46-60.

Çağlak, S. Özlü. T. ve ŞAHİN K. 2016. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi***, The Journal of International Social Research ,*** 9:1307-9581.

Çelik, R. 2015. Temporal changes in the groundwater level in the Upper Tigris Basin, Turkey, determined by a GIS technique. ***Journal of African Earth Sciences***, 107:134-143.

Delgado, C.,Pacheco, J., Cabrera, A., Batllori, E., Orellana, R., Bautista, F. 2010. Quality of groundwater for irrigation in tropical karst environment: The case of Yucatan, Mexico.***Agricultural Water Management,*** 97(10): 1423-1433.

Demirci, A., Taş, H.İ. & Özel, A. 2007. Türkiye'de Ortaöğretim Coğrafya Derslerinde Teknoloji Kullanımı. ***Marmara Coğrafya Dergisi,*** 15:37-54.

Dinç, U., 1998. Sulu Tarım Alanlarında Tuzlulaşma ve Alkalileşme. Toprak Tuzlulaşması. TEMA Yayınları, s. 8-14, İstanbul.

DSİ (Devlet Su İşleri), 1972. "Harran Ovası Hidrojeolojik Etüdü", pp. 49, DSI printing office, Ankara.

DSİ 2012.DSİ XV. Bölge Müdürlüğü Arşivi, Şanlıurfa

Ekinci, D., 2004. Gülüç Çayı Havzasının Uygulamalı Jeomorfolojisi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Ekinci, D., 2011. Safranbolu ve Çevresinin Jeomorfoloji Özellikleri. II. Baskı, İstanbul: Titiz Yayınevi.

Elçi, A. 2009. Yeraltı Suyu Kalite Verisi İle Optimize Edilmiş Yeraltı Suyu Kirlenebilirlik Haritaların Oluşturulması: Tahtalı Havzası Örneği. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 2-6 Kasım 2009, İzmir.

Erginal, A. E. ve Cürebal, İ., 2007. Soldere Havzasının Jeomorfolojik Özelliklerine Morfometrik Yaklaşım: Jeomorfik İndisler ile Bir Uygulama, ***Selçuk Üniversitesi Konya, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,*** 17(1):203 –210.

Erguvanlı, K, Yüzer, E. 1987. Yeraltısuları Jeolojisi. İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, s.234-268, İstanbul.

Erguvanlı**,** K**.,** Yüzer**,** E**.** 1987. Yeraltısuları Jeolojisi (Hidrojeoloji). İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları**,** Yayın No:23, s.339. İstanbul.

(FAO), http://www.fao.org/nr/ aquastat, 2012.

Fallahzadeh, R.A.,Almodaresi, S.A., Dashti, M.M., Sadeghnia, M., Taghavi, M., Eslami, H., Khosravi, R., Minaee, R.P., Fattahi, A. 2016. Zoning of nitrite and nitrat econcentration in groundwater using Geografic Information System (GIS), casestudy: drinking water wells in Yazdcity. ***Journal of Geoscienceand Environment Protection,*** 4(3): 91-96.

Foster, S.; Hırata, R., Andreo, B., 2013. The aquifer pollution vulner ability concept: aid or impediment in promoting groundwater protection, ***Hydrogeology Journal,*** 21(7):1389- 1392.

Freeze, R. A. And Cherry, J. A.,Groundwater. Prentice Hall. Inc., New Jersey, , p.604 U.S.A, 1979.

Fuest, S.; Berlekamp, J.; Kleın, M.; Matthıes, M. 1998. Risk hazard mapping of groundwater contamination using long-term monitoring data of shallow drinking water wells. ***Journal of Hazardous Materials,*** 61(1):197-202.

Green, T. R.; Tanıguchı, M.; Kooı, H.; Gurdak, J. J.; Allen, D. M.; Hıscock, K. Howard, K. W. F., 2002. Urban groundwater issues - an introduction in Current problems of hydrology in urban areas, urban agglomerates and industrial centres. Netherlands: Springer.p.1-16.

Hsin-Fu Y.,Youg-Sin, C., Hung-I, L., Cheng-Haw, L. 2016. Mapping groundwater recharge potential zoneusing a GIS approach in Hualian River, Taiwan. ***Sustainable Environment Research,*** 26(1): 33-43.

Hudak, P.F., 2001. Water hardness and sodium trends in Texas aquifers. ***Environment al Monitoring and Assessment,*** 68(2):177–185.

Hudak, P. F.,and Sanmanee, S. 2003. Spatial patterns of nitrate, chloride, sulfate, and fluoride concentrations in the woodbine aquifer of North-Central Texas. ***Environmental Monitoring and Assessment,*** 82(3): 311–320

İleri, B., Gündüz, O., Elçi, A., Şimşek, C., Alpaslan, M.N. 2007. Tahtalı Havzası Yeraltı Suyu Kalitesinin Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Değerlendirilmesi, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi Yaşam Çevre Teknoloji Bildiriler Kitabı, 24-27 Ekim 2007. s. 880-888. İzmir.

Kahraman, N., Atasoy, A. D., & Yeşilnacar, M. İ. (2016). Harran Ovası Serbest Akiferinde Yaz ve Kış Dönemleri Nitrat Kirliliğinin Araştırılması (2014-2015). ***Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi,*** 1(2), 1-8.

Keeney, D., 1986. Sources of Nitrate to Ground Water, ***CRC Critical Reviews in Environmental Control,*** 16(3):257-304.

Keller, E.A. and Pinter, N., 2002. Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape. 2nd Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River.

KHGM, 1995. Araştırma Raporları 1990. Köy hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Şanlıurfa.

Laftouhi, NE, Vanclooster, M, Jalal, M, Witam, O, Aboufirassi, M, Bahir, M and Persoons, E. 2003.Groundwater nitratepollution in the Essaouira Basin, ***Morocco. C.R. Geoscience,*** 335(3): 307-317.

Larsen, S., 1965. The İnfluence Of Calcium Chloride Concentration on the Determination of Lime and Potential Of Soil. ***J. Soil Sci***. 16:275-278.

Lee, J.,Snyder, P.K., Fisher, P.F., 1992. Modeling The Effect of Data Errors on Feature Extraction from Digital Elevation Models, ***Photogrammetric Engineering and Remote Sensing***, 58-1461.

Mcneely, R. N.,Neımanıs, V. P., Dawyer, L., 1979. Water Quality Sources Book, a Guide to Water Quality Parameters. Minister of Supplyand Services Canada, p24.

Millen, A. M., Norton, G. R., Majane, O. H., Maseko, M. J., Brooksbank, R., Michel, F. S., ... & Woodiwiss, A. J. (2013). Insulin resistance and the relationship between urinary Na+/K+ and ambulatory blood pressure in a community of African ancestry**. *American journal of hypertension***, 26(5), 708-716.

Nobre, R. C., Rotunno Fılho, O. C., Mansur, W. J., Nobre, M. M., Cosenza, C. A., 2007. Groundwater vulnerability and risk mapping using GIS, modeling and a fuzzy logictool. ***Journal of Contaminant Hydrology,*** 94(3):277-292.

Moore, I.D.,Grayson, R.B., Ladson, A.R. 1991. Digital Terrain Modeling: a Review of Hydrological, Geomorphological and Biological Applications, ***Hydrological Pocesses,*** 5(1):3- 30.

Morris B L, Lawrence A R L, Chilton P J C, Adams B, Calow R C and Klinck B A Groundwater and its Susceptibility to Degradation: A Global Assessment of the Problem and Options for Management, 2003 Early Warning and Assessment Report Series RS. 03- 3 (Nairobi: United Nations Environment Programme)

M., Treıdel, H.; Aurelı, A. 2011. Beneath the surface of global change: impacts of climate change on groundwater. ***Journal of Hydrology,*** 405(3): 532-560.

Odlıng, N. E.,Serrano, R. P. Husseın, M. E. A., Rıva, M., 2015 Guadagnını, A. Detecting the vulnerability of groundwater in semi-confined aquifers using barometric response functions. ***Journal of Hydrology,*** 520:143-156.

Oikonomidis, D.,Dimogianni, S., Kazakis, N., Voudouris, K., 2015. A GIS / Remote Sensing – based methodology for groundwater potentiality assessment in Tirnavos area, Greece. ***Journal of Hydrology,*** *525:197-208.*

Ojo, J.S., Olorunfemi, M.O., Akintorinwa, O.J., Bayode, S., Omosuyi, G.O., Akinluyi, F.O. 2015. GIS ıntegrated geomorphological, geological and geoelectrical assessment of the groundwater potential of akure metropolis, south west Nigeria. ***Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering,*** 5(14):85-101.

Özdemir, H. ve Bayrakdar, C., 2007. 16 Kasım 2007 Tuzla Deresi Taşkınının Nedenleri Üzerine Bir Araştırma Silivri - İstanbul. ***Türk Coğrafya Dergisi,*** 49(1):123-140.

Özşahin, E. (2013). İstanbul İlinin Anadolu Yakasının Jeomorfolojik Özellikleri, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul.

Öztürk, M., Çelik, R. 2008. Diyarbakır Ovasının Yeraltı Su Seviye Haritalarının Coğrafik Bilgi Sistemi (CBS) İle Tespiti, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi Bildiriler Kitabı, 20-22 Mart 2008, s.25-135. Ankara.

Plummer C.C., Carlson D.H., Mc Geary D. 2007. Physical Geology. Eleventh Edition. McGraw Hill, s.617, Buston.

Richard, Y., Leprince, A., Martin, G., & Leblanc, C. (1981). Denitrification of water for human consumption. In ***Water Pollution Research and Development*** (pp. 173-191).

Sağnak, C.,Tamgaç, S. 2004. Yeraltısularında formasyondan kaynaklanan kirlilik ve Konya – Çumra - Karapınar Ovası Arc GIS 9.0 uygulaması. I. Yeraltı Suları Ulusal Sempozyumu, 23-24 Aralık 2004, s,63-73. Konya.

Sayiter Y., 2015. Dr. Lecturer at the Department of Environment al Engineering, Cumhuriyet University, Sivas. His research interests include waste sludge, ***Waste Water Treatment And Sorption,*** 23(03): 172–182

Schenk, A. F., 1996. Automatic Generation of DEM's, Digital Photogrammetry: An Adden Dumto the Manual of Photogrammetry,s.6-145, USA.

Selinus O, Alloway B, Centeno JA, Finkelman RB, Fuge R, Lindh U, Smedley P. ***Medical Geology.*** Elsevier, 2005, p.115-594.

Stafford D.B., 1991. Civil engineering applications of remote sensing and geographic information systems. s.1-13, ***ASCE***, New York.

Subramani, T. And Krishnamurthi, P. 2014. Geostatical modelling for groundwater pollution in Salemby using GIS. ***International Journal of Engineering Researchand Applications***, 4(6): 165-172.

Şahinci, A., 1991. Doğal Suların Jeokimyası, Reform Matbaası, s.548, İzmir.

Şimşek, N., 2008. Sosyal bilgiler dersinde coğrafi bilgi sistemleri (CBS) teknolojisinin kullanılması. ***Kastamonu Eğitim Dergisi,*** 16(1):191-198.

Tarboton, D. G. and D. P. Ames, 2001. Advances in the Mapping of Flow Networks from Digital levation Data, World Water and Environment al Resources Congress, Orlando, Florida, May 20-24, ***ASCE.***

Tardu, T., 1987. Akçakale Grabeninin Yapısal - Stratigrafik Özelikleri ve Petrol Potansiyeli, Türkiye 7. Petrol Kongresi, TMMOB Petrol Mühendisleri Odası- TPJD, Petrol Jeologları Derneği, s.36-40, Ankara.

Taş, H.İ., (2006). Farklı CBS Eğitim Metodları ve Programları. İstanbul, ***Marmara Coğrafya Dergisi,*** 13(2):49-65.

Tribe, A. 1992. Automated Recognition of Valley Heads from Digital Elevation Models. ***Earth Surface Processes and Landfroms,*** 16(1):33-49.

Turoğlu, H. 2000. Coğrafi bilgi sistemlerinin temel esasları. İstanbul: Acar Matbaası.

TÜİK, Türkiye İstatistik Yıllığı, 2011, Ankara

Uffe, J.,Genotypic Variation in Dry Matter accumulation and content of N, K and Cl in miscanthus in Denmark, 1996.

Vinten AJA, Dunn SM 2001. Assessing the effects of land use on temporal change in well water quality in a designated nitrate vulnerable zone., ***The Science Of The Total Environment*** 265(2001) 253-268. Elsevier Science BV.

WHO (World Health Organization), 1978. Nitrate, Nitrites And Nitrosocom pounds. Env. Health Criteria-5.WHO, Geneva.

WWAP. The United Nations World Water Development Report 2015: water for a sustainable world. Paris: United Nations World Water Assessment Programme, UNESCO, 2015.

Yesilnacar, M. I., & Gulluoglu, M. S. (2008). Hydrochemical characteristics and the effects of irrigation on groundwater quality in Harran Plain, GAP Project, ***Turkey. Environmental Geology***, 54(1), 183-196.

Yesilnacar, M. I., & Sahinkaya, E. (2012). Artificial neural network prediction of sulfate and SAR in an unconfined aquifer in southeastern Turkey. ***Environmental Earth Sciences, 67(4), 1111-1119.***

Yesilnacar, M. I., & Yenigun, I. (2011). Effect of irrigation on a deep aquifer: a case study from the semi-arid Harran Plain, GAP Project, Turkey. ***Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 70(2), 213-221.***

Yeşilnacar, M.İ., Demir, F., Uyanık, S., Yılmaz, G., Demir, T., 2007. Harran Ovası Yeraltı Suyu Kalitesi ve Kirlenme Potansiyelinin Belirlenmesi Çevre, Atmosfer, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Grubu, TUBİTAK Proje No: 104Y188, *(ÇAYDAG)*

Yomralıoğlu, T., 2000, Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar. Seçil Ofset, İstanbul.

Zhang H, Wang G, Shanzhen Y, Jiang Q (2009) Geostatistical analysis of spatial and temporal variations of groundwaters depth in ShuleRiver. In: Qiu R, Zhao E (eds.), Prooceedings of the 2009 WASE International Gonference on Information Engineering, 10-11 July 2009, Taiyuan, 2:453-457.

# ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Şanlıurfa'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Şanlıurfa'da tamamladı. 1988 yılında Dicle Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde başladığı lisans eğitimini 1992 yılında tamamladı ve 1994 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. 1996 yılında yüksek lisans eğitimini tamamlayarak 2014 yılında doktora eğitimine başladı. 1995 yılından itibaren Harran Üniversitesi Hilvan Meslek Yüksek Okulunda Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır.

# DİCLE ÜNİVERSİTESİ
# FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
# TEZ İNTİHAL FORMU

| | |
|---|---|
| **ÖĞRENCİ BİLGİLERİ** | |
| **ADI VE SOYADI** | VEYSEL ASLAN |
| **ÖĞRENCİ NO** | 14806503 |
| **EĞİTİM – ÖĞRETİM YILI** | 2018-2019 |
| **YARIYIL** | ☒ Güz ☐ Bahar |
| **ANABİLİM DALI** | |
| **PROGRAM** | Doktora |
| **TEZ KONUSU** | Harran Ovası Yeraltı Suyu Potansiyeli ve Kalitesinin Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Modellenmesi |
| **İNTİHAL RAPORU BİLGİLERİ** | |
| **RAPOR TÜRÜ** | Tez Savunma Sınavı Sonrası |
| **SAYFA SAYISI** | 111 |
| **BENZERLİK ORANI** | % 24 |
| **RAPORLAMA TARİHİ** | 04./01/ 2019 |

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın kapak sayfası, giriş, ana bölümler, sonuç ve tartışma kısımlarından oluşan toplam 131 sayfalık kısmına ilişkin, 04/01/2019 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından *Turnitin* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 24'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

☐ Kabul/Onay sayfaları hariç,
☐ Kaynakça hariç
☐ Alıntılar hariç/dâhil
☐ Diğer

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Programlarda Tez Çalışması İntihal Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

**(Öğrencinin Adı Soyadı)**

**Veysel ASLAN**

(İMZA/TARİH) 11.01.2019

Dr. Öğr.Üyesi Recep ÇELİK
**Tez Danışmanı**
(İMZA/TARİH) 11/01/2019

Doç .Dr. A. Halim KARAŞİN
**Anabilim Dalı Başkanı**
(İMZA/TARİH) 11.01.2019

**Formdaki bilgiler bilgisayar ortamında doldurulmalıdır. El yazısı ile doldurulan formlar geçersiz sayılmaktadır.**