

HÜRMETÇİ SAZLIĞI SULAK ALANININ HİDROJEOLÖJİK YAPISININ MATEMATİKSEL MODELENMESİ

ANKARA /Aralık 2018



HAZIRLAYAN

Hakan ÇELİK

Hidrojeoloji Yüksek Mühendisi

LIYAS MÜHENDİSLİK, DANIŞMANLIK ve EĞİTİM San. ve Tic.
Ltd. Şti.

Ata Mah. 1065 Cadde 1104 Sokak No:1/1 Çankaya – ANKARA

+90.312.4815503

info@liyas.com.tr

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

1. GİRİS	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.2. Çalışma Metodolojisi	1
2. ALANIN TANITIMI	1
3. HİDROLOJİK ÖZELLİKLER	3
3.1. Topoğrafya	3
3.2. Akarsular	5
3.3. Kaynaklar	5
3.4. Kuyular	7
3.5. Kanallar	9
4. HİDROJEOLOJİK ÖZELLİKLER	10
4.1. Jeolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri	10
4.1.1. Neojen 11	
4.1.2. Kuvaterner	11
4.1.3. Volkanik Kayaçlar	11
4.2. Yeraltı Suyu Taşıyan Formasyonlar	11
4.3. Yeraltı Suyu Akım Yönü	13
5. HÜRMETÇİ SAZLIĞI İÇİN OLUŞTURULAN KAVRAMSAL MODEL	14
5.1. Beslenme Boşalım	14
6. MATEMATİKSEL MODEL ÇALIŞMASI	15
6.1. MODFLOW Model Programı	15
6.2. Model Kurgusu	16
6.2.1. Model Alanı Sınırları	16
6.2.2. Grid Tasarımı	17
6.2.3. Hidrojeolojik Birimler	19
6.2.4. Yeraltısu Beslenimi	20
6.2.5. Kaynaklar	21
6.2.6. Kuyular	21
6.2.7. Yeraltısu Seviyesi Başlangıç Koşulu	22
6.3. Model Çalışmaları	22
6.3.1. Alt Bölgelerin Belirlenmesi	22
6.3.2. Kontrol Noktaları	23
6.3.3. Açılacak kuyular arası minimum mesafe	24
6.3.4. Model Sonuçları	26
6.3.5. Öngörülen Varsayımlar	32
7. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME	33
8. KAYNAKLAR	38

Şekiller Dizini

Şekil 1. Yer bulduru haritası	2
Şekil 2. Faaliyet alanı ve yakın çevresi topografyası	4
Şekil 3. Çalışma sahasının arazi yükseklik profili	4
Şekil 4. Hürmetçi Sazlığı tampon alanı içerisinde bulunan kaynaklar	5
Şekil 5. Hürmetçi Sazlığı tampon alanı içerisinde bulunan sondaj kuyuları	8
Şekil 6. Tampon bölge içerisinde bulunan sulama kanallarının dağılımı	10
Şekil 7. Tampon alan için oluşturulmuş hidrojeoloji haritası	10

Şekil 8. Hidrolojik döngünün bölgesel ölçekte şematik olarak gösterimi (Değirmenci ve Diğerleri, 2011).....	12
Şekil 9. Hürmetçi Sazlığı tampon alanı içerisindeki yeraltısuyu seviyeleri ve akım yönü	14
Şekil 10. Hürmetçi Sazlığı Sulak Alanı tampon bölgesi	16
Şekil 11. Matematiksel model sınırları	17
Şekil 12. Model hesaplamalarına altlık oluşturacak grid tasarımının iki boyutlu görünümü	18
Şekil 13. Model hesaplamalarına altlık oluşturacak grid tasarımının üç boyutlu görünümü	18
Şekil 14. Hidrolik iletkenlik katsayısının model grid tasarım alanı içerisindeki dağılımı	20
Şekil 15. Hürmetçi Sazlığı su toplama alanından beslenme miktarları	21
Şekil 16. Hürmetçi Sazlığı tampon bölgesi içerisinde tanımlanmış alt bölgeler.....	22
Şekil 17. Tampon bölge içerisinde belirlenmiş bölgelerin ve kontrol noktalarının model çalışması için grid ağı içerisindeki dağılımı.....	24
Şekil 18. Aynı akiferi delen üç kuyu için ortak düşüm konisi. Herbir kuyu değişik debi ile çekim yaptığından, pompaj seviyeleri de farklıdır.....	25
Şekil 19. 1 nolu alt alandan toplamda 600 l/s yeraltısuyu alınması durumunda oluşacak yeraltısuyu dağılımı etkisi.....	27
Şekil 20. 2 nolu alt alandan toplamda 800 l/s yeraltısuyu alınması durumunda oluşacak yeraltısuyu dağılımı etkisi.....	28
Şekil 21. 3 nolu alt alandan toplamda 800 l/s yeraltısuyu alınması durumunda oluşacak yeraltısuyu dağılımı etkisi.....	29
Şekil 22. 4 nolu alt alandan toplamda 400 l/s yeraltısuyu alınması durumunda oluşacak yeraltısuyu dağılımı etkisi.....	30
Şekil 23. 5 nolu alt bölgeden toplamda 100 l/s yeraltısuyu alınması durumunda oluşacak yeraltısuyu dağılımı etkisi.....	31
Şekil 24. Tüm alt alanlardan belirlenen miktarlarda yeraltısuyu alınması durumunda oluşacak yeraltısuyu dağılımı etkisi.....	32

Tablolar Dizini

Tablo 1. Ardıçlı Kaynağına ait ortalama debi ölçümleri (Veriler DSI'den temin edilmiştir).....	6
Tablo 2. Hürmetçi Sazlığı tampon alanı içerisinde bulunan sondaj kuyularına ilişkin bilgiler	8
Tablo 3. Araştırma kuyularının yıllık ortalama seviye ölçümleri (m)	13
Tablo 4. Yeraltısuyu beslenme-boşalım bilançosu (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2011).....	15
Tablo 5. Hidrolik iletkenlik ve permeabilite katsayılarının farklı hidrojeolojik birimlerde alabileceği değer aralıkları (Zaslavsky ve Irmay, 1968).	19
Tablo 6. Tampon alan içerisinde yer alan hidrojeolojik birimlerde açılacak kuyular için etki yarı çapları	26

Fotoğraflar Dizini

Fotoğraf 1. Dokuzpınar Kaynağı.....	6
Fotoğraf 2. Vanvanlı Kaynağı	7
Fotoğraf 3. Hürmetçi Sazlığı sulak alanı içerisinde bulunan açık kanallar	9

1. GİRİS

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, Hürmetçi Sazlığı Sulak Alanı tampon bölgesinin hidrojeolojik yapısının matematiksel modeli oluşturularak, önümüzdeki dönemde alandan alınacak yeraltısuyunun sulak alan yeraltısuyu sistemine oluşturabileceği etki değerlendirilmiştir. Çalışma alanı sınırı Hürmetçi Sazlığı Sulak Alanının tampon bölgesidir.

1.2. Çalışma Metodolojisi

Çalışma aşağıdaki süreç ile gerçekleştirilmiştir.

- Daha önce yapılmış olan hidrolojik ve hidrojeolojik çalışmalar derlenmiş ve değerlendirilmiştir.
- Sahada bir arazi çalışması gerçekleştirilerek alana özgü jeolojik ve hidrojeolojik özellikler sahada doğrulanmıştır.
- Mevcut bilgiler doğrultusunda alanın kavramsal hidrojeolojik modeli oluşturulmuştur.
- Oluşturulan kavramsal modele ait hidrolojik ve hidrojeolojik unsurlar MODFLOW tabanlı yeraltısuyu matematiksel model yazılımına tanımlanmıştır.
- Tampon bölge, hidrojeolojik özelliklere uygun olarak 4 bölgeye ayrılmış ve belirlenen her bir bölgeden alınabilecek optimum yeraltısuyu miktarı belirlenmiştir.
- Oluşturulan matematiksel model ile, önerilen miktarların belirlenen bölgelerden çekilmesi durumunda oluşacak yeraltısuyu dağılımı ortaya konmuştur.

2. ALANIN TANITIMI

Hürmetçi Sazlığı Kayseri ili, Hacılar ve İncesu ilçeleri sınırları içerisinde kalmaktadır. Kayseri ilinin 13 km güney batısındadır. Hürmetçi Sazlığının güneyinde Erciyes Dağı, güney batısında ise Sultan Sazlığı yer almaktadır. Hürmetçi Sazlığının Türkiye'deki ve Kayseri'deki yeri Şekil 1'de sunulmuştur.

Hürmetçi Sazlığı, eski yöresel adıyla Karasaz, sazlık, bataklık ve ıslak çayırlar gibi önemli sulak alan ekosistemlerinden oluşmaktadır. Mülga Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 2004 yılında Ramsar kriterlerini taşımasından dolayı "Ulusal Öneme Sahip Sulak Alan" olarak tanımlanmıştır.



Şekil 1. Yer bulduru haritası

3. HİDROLOJİK ÖZELLİKLER

3.1. Topoğrafya

Erciyes Dağı, Kayseri il merkezinin güneyindedir. Erciyes Dağı, göğsünde ve eteklerinde birçok tali volkan tepelerinin bulunduğu sönmüş bir küme volkandır ve 3.916 metre yüksekliği ile İç Anadolu Bölgesinin en yüksek dağıdır. Erciyes Dağı eskiden bir yanardağ iken şimdi tamamen sönmüştür. Yaz, kış tepesi karlarla örtülü olan Erciyes Dağının kaidesi 1100 km²'lik bir sahayı kapsamaktadır.

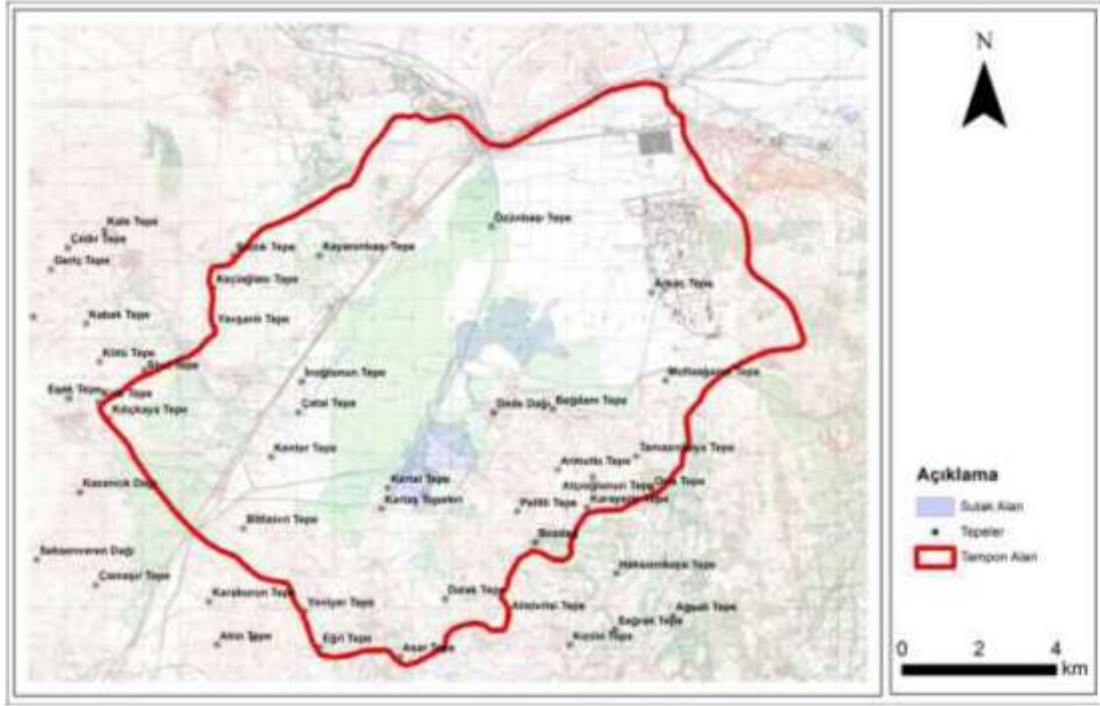
Orta Anadolu'nun yukarı Kızılırmak bölümünde yer alan Kayseri il toprakları, Kuzeydoğu güneybatı doğrultulu kırıklı-kıvrımlı yapıda ve birbirine koşut üç dağ sırası ile bunların arasındaki platolar ve çöküntü havzalarıyla biçimlenmiştir. Türkiye'nin en yüksek dağlarından olan Erciyes Dağı da yakın zamana değin gelen volkanik püskürmelerle çevresindeki platoların yapısını etkilemiştir.

Diğer önemli dağlar, Aladağ (3.735 m), Dumanlı Dağları (3.024 m), Binboğa Dağı (2.856 m), Hınzır Dağı (2.500 m), Bakırdağ (2.462 m), Tahtalı Dağı (2.100 m), Soğanlı Dağı (2.100 m), Rostan Dağı (2.100 m), Beydağı (2.054 m), Kızılıviran Dağı (1.950 m), Aygörmüş Dağı (1.950 m), Hodul Dağı (1.937 m) ve Koramaz (1.900 m) Dağı'dır.

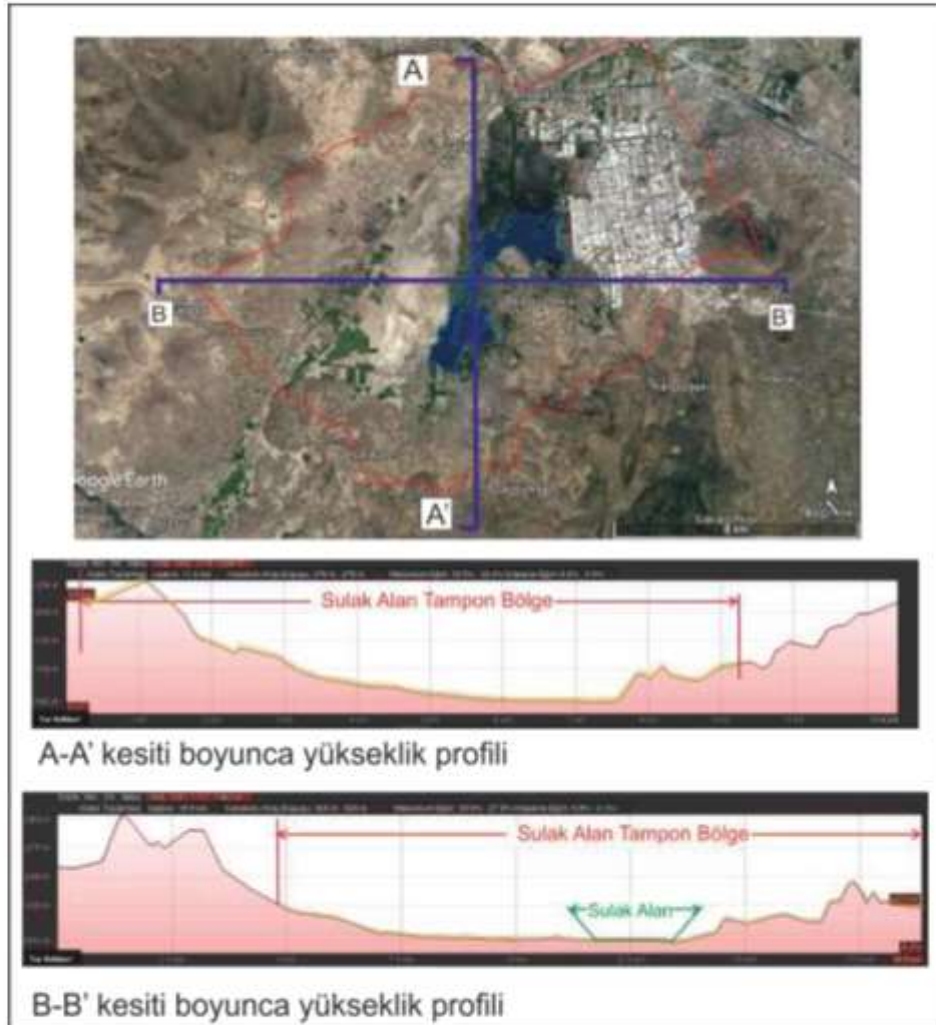
İlin önemli ovaları Develi Ovası (1.050 km²), Sarımsaklı Ovası (300 km²), Karasaz Ovası (80 km²) ve Palas Ovasıdır (50 km²).

İnceleme alanındaki önemli yükseltiler; kuzeyde Yavşanlı Tepe (1268 m.), Sivri Tepe (1420 m.), Çatal Tepe (0 m.), İnoğlunun Tepe (1058 m.), Kenter Tepe (1044 m.), Kayanınbaşı Tepe (1142 m.), Sazlık Tepe (1433 m.), Keçiağlası Tepe (0 m.); kuzeybatıda Kötü Tepe (1386 m.), Uzungüney Tepe (1334 m.), Taşlıkili Tepe (1362 m.), Çıldır Tepe (1708 m.), Kale Tepe, Geriç Tepe (1639 m.), Karidil Tepe (1622 m.), Kabak Tepe (1478 m.); batıda Eşek Tepe (1283 m.), Kale Tepe (1387 m.), Kılıçkaya Tepe (1833 m.), Yarımada Tepe (1377 m.), Kazancık Dağı (1494 m.), Kurt Dağı (1524 m.); güneybatıda Sivri Tepe (1321 m.), Seksenveren Dağı, Çamaşır Tepe (1167 m.), Siltaş Tepe (1346 m.); güneyde Asar Tepe (1289 m.), Kartal Tepe (1061 m.), Akin Tepe (1183 m.), Eğri Tepe (1170 m.), Yeniyer Tepe (1177 m.), Kartaş Tepeleri (1077 m.), Bitlisivri Tepe (0 m.), Karaburun Tepe (1128 m.), Ahmetpaşaoğlu Tepe (0 m.); güneydoğuda Ağşak Tepe (1539 m.), Sağrak Tepe (1511 m.), Kızılın Tepe (1484 m.), Alisivrisi Tepe (1385 m.), Dalak Tepe (1142 m.), Haksızınkaya Tepe (1469 m.), Bozdağ (1359 m.), Pelitli Tepe (0 m.), Karayerin Tepe (1221 m.); doğuda Beğdam Tepe (1120 m.), Dede Dağı (1077 m.), Orta Tepe (1337 m.), Tamazınkaya Tepe (1227 m.), Atçioğlunun Tepe (1183 m.), Armutlu Tepe (1117 m.); kuzey doğuda Mullağanın Tepe (1076 m.), Arkaç Tepe (1043 m.), Özünbaşı Tepe (1033 m.)'dir (Şekil 2).

Şekil 3'de çalışma sahasını oluşturan topoğrafyanın Kuzey-Güney yönlü A-A' kesiti ve Batı Doğu yönlü B-B' kesiti verilmiştir. Kuzey-Güney yönlü A-A' kesiti boyunca arazide; minimum yükseklik 1042 m, ortalama yükseklik 1118 m, maksimum yükseklik 1277 m, ortalama eğim ise %6.8 ve %-4.0 olarak ölçülmüştür. Batı-Doğu yönlü B-B' kesiti boyunca ise arazide; minimum yükseklik 1031 m, ortalama yükseklik 1117 m, maksimum yükseklik 1363 m, ortalama eğim ise %5.8 ve %-4.3 olarak ölçülmüştür.



Şekil 2. Faaliyet alanı ve yakın çevresi topografyası



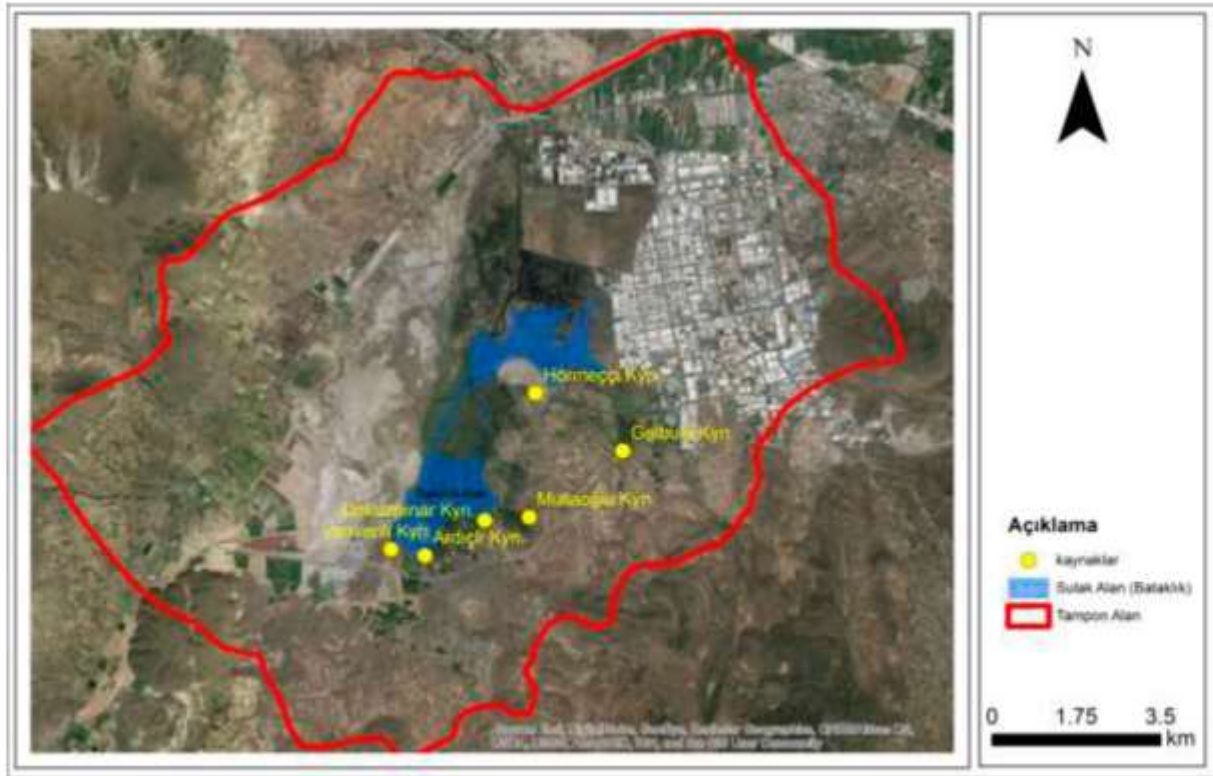
Şekil 3. Çalışma sahasının arazi yükseklik profili

3.2. Akarsular

Hürmetçi Sazlığı beslenme sahasında ve ova alanında devamlı akış gösteren akarsu bulunmadığı gibi önemli bir drenaj sistemi gelişmemiştir.

3.3. Kaynaklar

Hürmetçi Sazlığını oluşturan Karasaz ovası kaynakları yaklaşık 15 km'lik bir zon boyunca çeşitli noktalardan çıkmaktadır. Kaynakların yerinde ölçümü yapılmakla birlikte, zon halinde bir boşalım söz konusu olduğundan ve kesit oluşturulmasındaki güçlükler nedeniyle yerinde yapılan ölçümler gerçek boşalım miktarını tam olarak yansıtmamaktadır. Söz konusu kaynakların yerleri Şekil 4'de gösterilmiş olup, kaynaklar ile ilgili ayrıntılı bilgiler aşağıda verilmiştir.



Şekil 4. Hürmetçi Sazlığı tampon alanı içerisinde bulunan kaynaklar

Gelbula Kaynağı: Karasaz kaynak zonunun en doğusunda ve Kayseri İline en yakın olanıdır. Ademoğlu Çiftliğinin bulunduğu yerden çıkmaktadır. Kaynağın Aralık-1995 - Ekim-1998 yılları arasındaki ölçümleri mevcuttur. 1998 Ekim ayından sonra kesit oluşturulamadığı için ölçümü yapılamamıştır. Bu süre içerisinde ortalama debi 64.59 l/s, minimum debi 20 l/s, maksimum debi 151 l/s olarak ölçülmüştür.

Dokuzpınarlar Kaynağı: Mullaoğlu Çiftliği yakınındadır. Dokuzpınarlar adı verilen bu sahada farklı noktalardan kaynak çıkışları mevcuttur (Fotoğraf 1). Köye en yakın olan ve yol kenarındaki kaynağın Ekim-1997'den itibaren ölçümü yapılmaktadır. Minimum debi 0.00 l/s. Maksimum debi 52 l/s, ortalama debi ise 23 l/s'dir. Bu kaynakla birlikte civardaki diğer kaynaklar yaklaşık 500 m mansapta birleşmekte, ancak birleşme noktasından sonra kesit oluşturulamadığı için ölçümü yapılamamaktadır. Bu nedenle Dokuzpınarlar civarındaki boşalım miktar kesin olarak bilinmemektedir.



Figure 1: A large, rectangular, light-colored object, possibly a piece of equipment or a container, lying on a wooden surface.

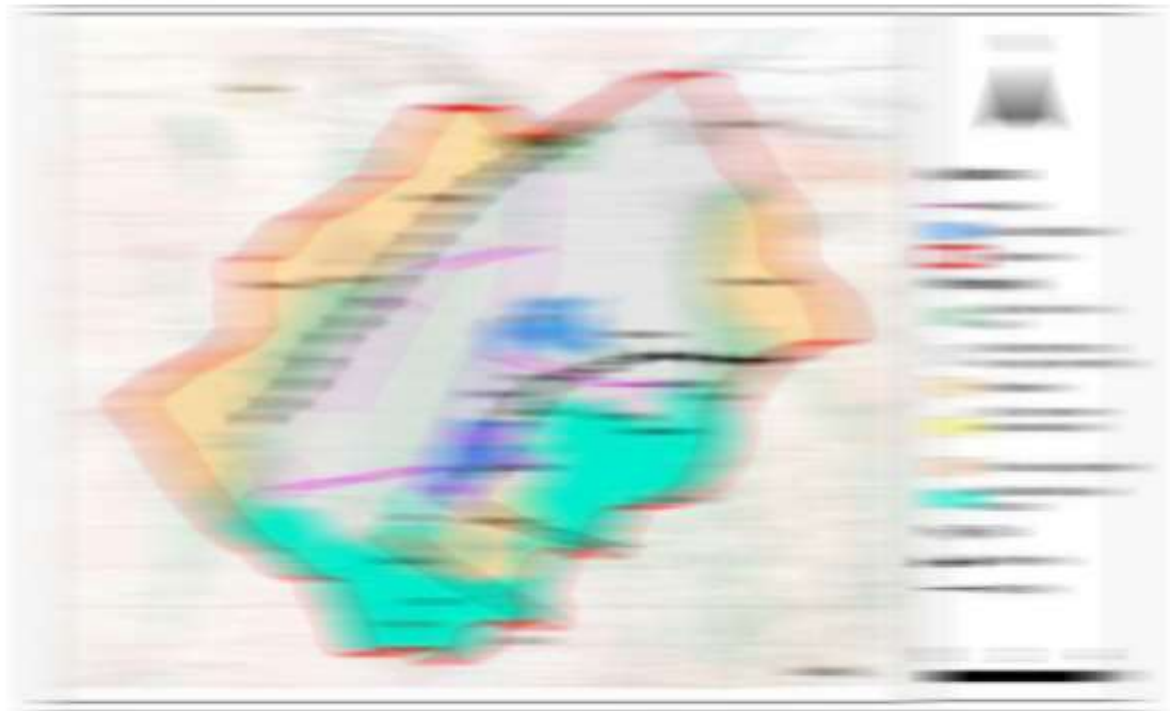
The following table provides a detailed description of the object shown in Figure 1. The object is a large, rectangular, light-colored container or piece of equipment, possibly made of metal or plastic. It has a dark, rectangular area on its side, which could be a label or a specific feature. The object is lying on a wooden surface, and the background is blurred, suggesting an outdoor or industrial setting.

The object is shown from a perspective that highlights its length and width. The dark area on the side is a prominent feature, and the overall appearance is that of a sturdy, industrial-grade container or piece of equipment.

The following table provides a detailed description of the object shown in Figure 1.

Object ID	Description	Material	Dimensions (L x W x H)	Weight (kg)	Color
001	Large rectangular container	Aluminum	1200 x 600 x 150	150	Light Gray
002	Dark rectangular panel	Steel	600 x 150 x 10	10	Black
003	Small rectangular component	Plastic	200 x 100 x 50	5	White
004	Medium rectangular component	Aluminum	400 x 200 x 100	20	Light Gray
005	Small rectangular component	Steel	100 x 50 x 20	2	Black
006	Medium rectangular component	Aluminum	300 x 150 x 80	15	Light Gray
007	Small rectangular component	Plastic	150 x 75 x 40	3	White
008	Medium rectangular component	Aluminum	250 x 125 x 60	12	Light Gray
009	Small rectangular component	Steel	80 x 40 x 15	1	Black
010	Medium rectangular component	Aluminum	200 x 100 x 50	10	Light Gray





4.1.1. Neojen

Karasaz ovasının kuzey yamaçlarında yer almaktadır. Neojen'in tabanını ve paleotopoğrafyasını etüt sahasının dışında Erkilet doğusunda görülen aglomeralar teşkil eder. Aglomeralar üzerine gelen çökeller kumtaşları ve konglomeralardır (n1). Neojenin üst kesimlerinde ise kalker, marn ve tüfler hakimdir (n2). Bu birimler özellikle kuzeyde Boğazköprü ve civarında gözlenmektedir.

4.1.2. Kuvaterner

Ova alanında yer alan Kuvaterner genellikle yamaç molozu (k1) , kil, kum, çakıl (k2) ve kil' den (k3) ibaret olup, taneleri genellikle volkanik kökenlidir. Alüvyon malzeme ova kenarlarında nispeten daha iridir. Karasaz ovasındaki kil kalınlığı ortalama 100 m civarındadır.

4.1.3. Volkanik Kayaçlar

Erciyes Dağındaki volkanik faaliyet, diğer Anadolu volkanlarında olduğu gibi Miyosen sonlarında başlamış ve tarihsel çağlara dek süregelmiştir. Erciyes Dağı Tuz Gölü ve Ecemiş fayı ile sınırlanmış bir çöküntü alanında yer alır ve Erciyes Dağı volkanik masifi Erkilet yöresiyle birlikte 1500 km²'lik bir alanı kaplar.

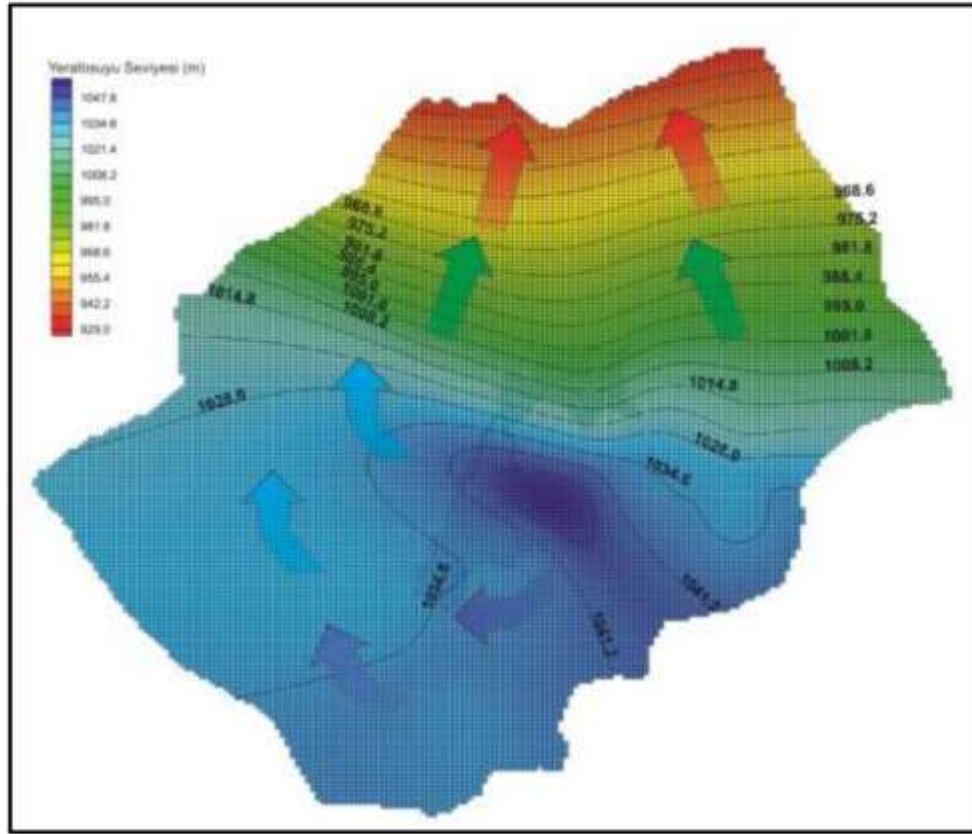
Kaynaklar civarında yaygın birim bazaltik-andezitik lav akıntılardır ve kaynaklar bu birimlerden çıkmaktadır. Ayrıca etüt sahasının doğusunda yer alan ve son volkanik faaliyetlerinden olan Cora Çukuru volkanik bir bacadır. Her ne kadar basenden yüksek görünse de bulunduğu yer andezitik akıntıların üzerindedir. Patlama sonrası oluşan kraterin çapı 1 km'dir. Ürünleri piroklastik karakterde (tuf, lapilli, karnabahar bomba vb.) olup, kraterden 2.5 km. uzaklığa kadar yayılmıştır.

4.2. Yeraltı Suyu Taşıyan Formasyonlar

Karasaz Ovası güneydoğusunda Erciyes Dağı ve kuzey batısında da Susuzdağı ile çevrilmiş bir drenaj alanına sahiptir. Ovanın beslenme alanı yüksek heterojeniteye sahip volkanik birimlerden oluşan Erciyes dağı ve etekleridir.

Volkanik arazilerde volkanik kökenli kaya türlerinin kalınlığı ve devamlılığı, sedimanter arazilerde olduğu gibi geniş yayımlı ve sürekli bir şekilde gözlenmemektedir. Farklı fazlarda farklı türde (fasiyelerde) malzeme üreten volkanik faaliyetler, görece kısa süreli olmakta, farklı malzemeler farklı zamanlarda farklı kalınlıklarda birimler oluşturabilmektedir. Bu nedenle, volkanik alanlarda ileri düzeyde heterojen bir yapı sunan hidrostratigrafi volkanizmadan türeyen malzemenin türüne, çıkış hızına, faaliyet süresi ve mesafesine, malzemenin üzerinde aktığı bölgenin taban morfolojisine ve benzeri koşullara bağlı olarak değişmektedir.

İleri düzeyde heterojen bir hidrostratigrafik yapıya sahip olan Hürmetçi Sazlığı Sulak Alanı tampon bölgesi içerisinde akifer sisteminin bulunduğu bölgede, Erciyes Dağı'na düşen kar örtüsünün erimesiyle derin dolaşımli olarak beslenen basınçlı bir akifer sistemi mevcuttur. Proje alanında gerçekleştirilen jeolojik ve hidrojeolojik amaçlı çalışmalar sonucunda bölgede yüzeylenen ve farklı derinliklere ve yayılıma sahip volkanitleri oluşturan andezitik ile bazaltik lav akıntıları, piroklastikler, bazalt, tuf ve ignimbritlerin ana akifer birimlerini oluşturdukları ortaya konmuştur.



Şekil 9. Hürmetçi Sazlığı tampon alanı içerisindeki yeraltı suyu seviyeleri ve akım yönü

5. HÜRMETÇİ SAZLIĞI İÇİN OLUŞTURULAN KAVRAMSAL MODEL

Kavramsal model ve yapılan izotop çalışmalarında, volkanik kayalarda açılan kuyulardan alınan yeraltı suyu numunelerinde yapılan izotop analiz sonuçlarına göre yeraltı suyunun 1250 m üstü yükseltilerden beslendiği tespit edilmiştir. Buna göre akifer sisteminin beslenimi üç bileşene sahip olup bileşenleri Erciyes dağı'nın 1250 m üstü yükseltilerine düşen kar erimesinden; 1050–1250 m yükseltileri arasındaki beslenme alanlarda düşen yağışın süzülmesi (ova kotu 1050 mm'dir) ve Sarımsaklı ovasından derin volkanik kayaç akifer sistemine yan akım olarak gerçekleşmektedir. Boşalım bileşenleri ise, Erciyes dağına düşen kardan ve ovaya düşen yağıştan buharlaşma–terleme, volkanik kayaç akifer sisteminden kuyular ile çekim ve yan Karasazlık alt sistemine boşalım şeklinde gerçekleşmektedir. Karasazlık alt sistemine boşalan yeraltı suyunun bir kısmı Boğazköprüsü üzerinden sığ alüvyon akiferden taban akımı olarak Sarımsaklı Deresi'ne (Ambar Suyu) boşalan akım ile birleşerek Kızılırmak Irmağına, bir kısmı ise Karasazlıktan buharlaşma–terleme yoluyla boşalmaktadır.

5.1. Beslenme Boşalım²

Hidrolojik Bütçe hesaplamaları;

Sisteme Giren Su = Sistemden Çıkan Su + Sistemde Depolanma Değişimi

temel yaklaşımı üzerinden hesaplanır.

Buna yaklaşım ile; Hürmetçi Sazlığı Sulak Alanının tampon bölgesini oluşturan Karasaz ovası için beslenme boşalım hesaplamaları Hürmetçi Sazlığı Sulak Alanı Yönetim Planı çalışmaları kapsamında (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2011) gerçekleştirilmiştir. Bu

² Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2011, Hürmetçi Sazlığı Sulak Alanı Yönetim Planı

1. General Information:

2. Statement of the Problem:

3. Statement of Objectives:

Sl. No.	Particulars	Amount	Total
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
	Total		...

4. Statement of Assumptions:

5. Statement of Constraints:

6. Statement of Methodology:

7. Statement of Results:

8. Statement of Conclusions:

9. Statement of Recommendations:

10. References:

11. Appendix:

6.2. Model Kurgusu

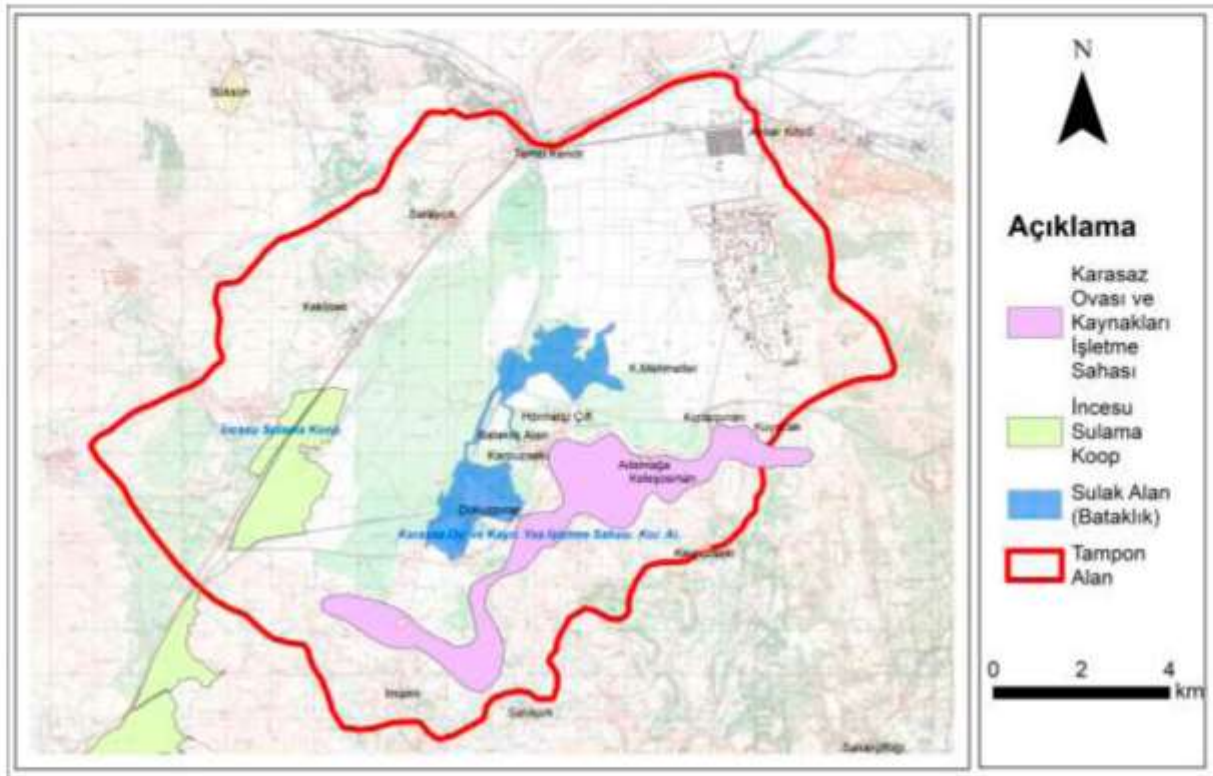
6.2.1. Model Alanı Sınırları

Oluşturulacak matematiksel model Hürmetçi Sazlığı Sulak Alanının tampon bölgesi ile sınırlıdır (Şekil 10 ve Şekil 11). Bu alan Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından 2011 yılında gerçekleştirilen Hürmetçi Sazlığı Sulak Alanı Yönetim Planı çalışmasında belirlenen alan olarak aynen alınmıştır olup yaklaşık 157 km²'dir.

Örenşehir, Saraycık, Karpuzsekisi, Dokuzpınar yerleşimleri tamamen, Boğazköprü, Anbar, Tınaztepe ve Bahçelievler yerleşimleri ise kısmen bu tampon alan içerisinde kalmaktadır.

Model alanı içerisinde Karasaz Ovası ve Kaynakları YAS işletme Sahası ve İncesu Sulama Kooperatifi'nin 2nci ve 3ncü kısımları bulunmaktadır.

Tampon alanın yaklaşık 31 km²'lik kısmı (yaklaşık %20'si) ağırlıklı olarak sanayi tesislerinin yer aldığı kısmi kentsel alanlardan oluşmaktadır.



Şekil 10. Hürmetçi Sazlığı Sulak Alanı tampon bölgesi



Şekil 11. Matematiksel model sınırları

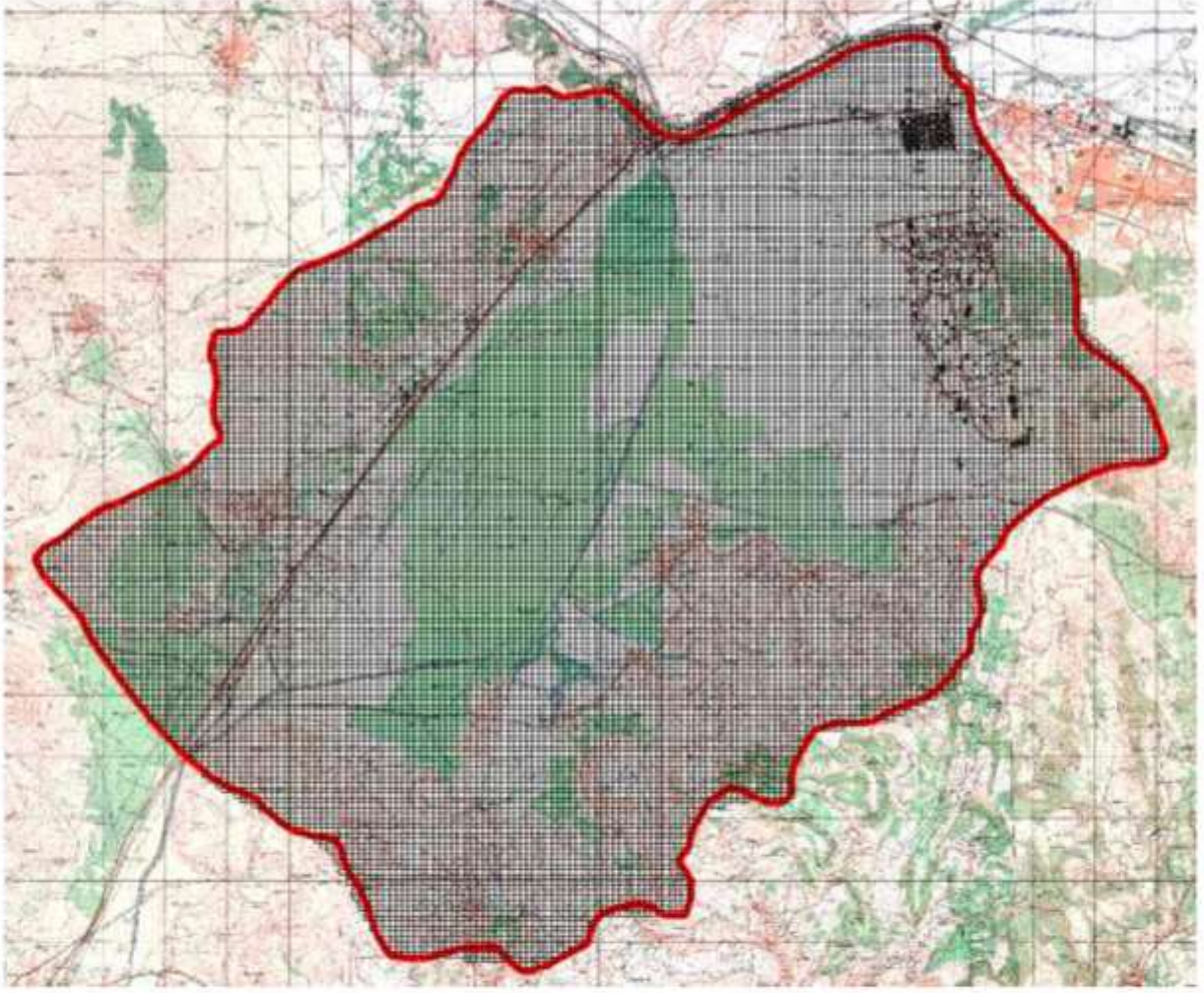
6.2.2. Grid Tasarımı

Model alanı 200 satır ve 200 sütundan oluşan 3 boyutlu sonlu farklar hücrelerine bölünmüştür. Hücre boyutları yatayda yaklaşık 100 m x 80 m şeklinde boyutlandırılmış, dikeyde ise kalınlık yaklaşık 750 m olarak alınmıştır.

Çalışma sadece sulak alan tampon bölge sınırlarını kapsadığından, bu sınırlar dışında kalan gridler etkisizleştirilmiştir (deactivated). Bu şekilde oluşturulmuş olan grid ağı içerisindeki etkin (activated) hücre sayısı 19228, etkin olmayan (deactivated) hücre sayısı ise 20772'dir.

Model hesaplamalarına altlık oluşturacak grid tasarımının iki boyutlu görünümü Şekil 12'de, üç boyutlu görünümü ise Şekil 13'de verilmiştir.

Model çalışmasının yüzeyi topoğrafik kota bağlı olarak değişmektedir. Yüzey topoğrafyasının taban kotu 1027 m en yüksek kotu ise 1588 m'dir.



Şekil 12. Model hesaplamalarına altlık oluşturacak grid tasarımının iki boyutlu görünümü



Şekil 13. Model hesaplamalarına altlık oluşturacak grid tasarımının üç boyutlu görünümü

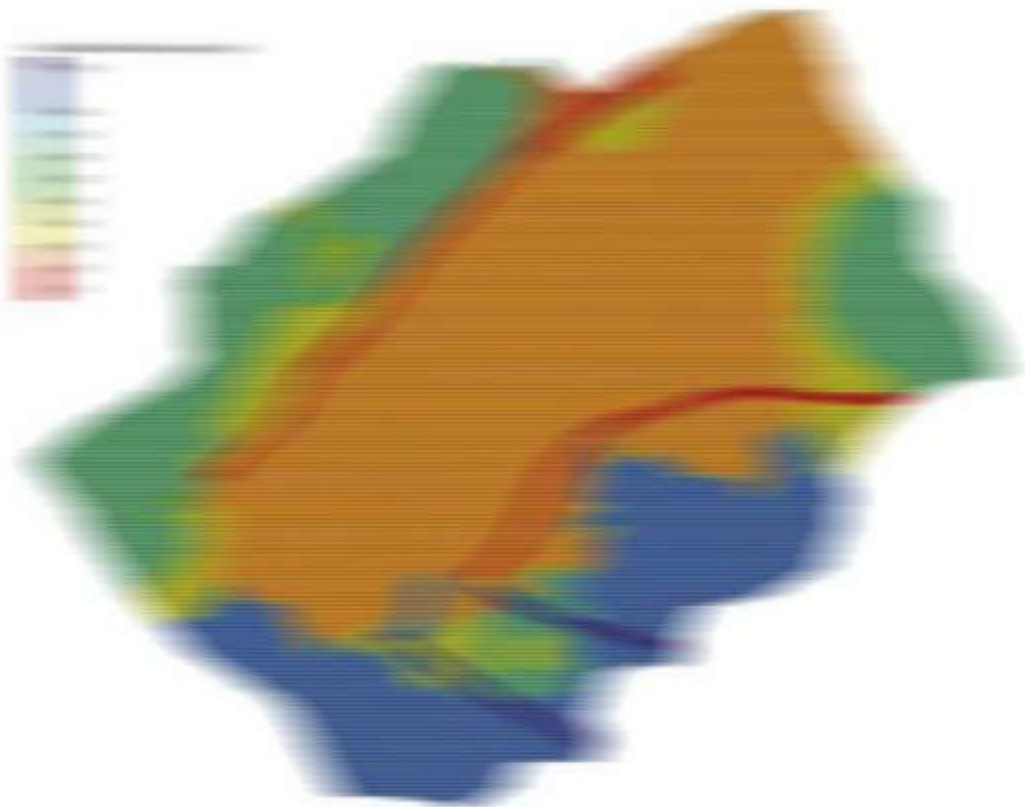


Figure 1: Land use and land cover map of the study area.

2.1. STUDY AREA

The study area is located in the central part of the country, covering an area of approximately 1000 km². It is characterized by a diverse topography and climate, ranging from semi-arid to sub-humid. The region is primarily agricultural, with significant areas of forest and urban development.

The study area is bounded by the following coordinates: latitude 10°N to 12°N and longitude 10°E to 12°E. The region is characterized by a diverse topography and climate, ranging from semi-arid to sub-humid. The region is primarily agricultural, with significant areas of forest and urban development.

The study area is bounded by the following coordinates: latitude 10°N to 12°N and longitude 10°E to 12°E. The region is characterized by a diverse topography and climate, ranging from semi-arid to sub-humid. The region is primarily agricultural, with significant areas of forest and urban development.

The study area is bounded by the following coordinates: latitude 10°N to 12°N and longitude 10°E to 12°E. The region is characterized by a diverse topography and climate, ranging from semi-arid to sub-humid. The region is primarily agricultural, with significant areas of forest and urban development.



[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]



[Illegible text]

[Illegible text]

[Illegible text]

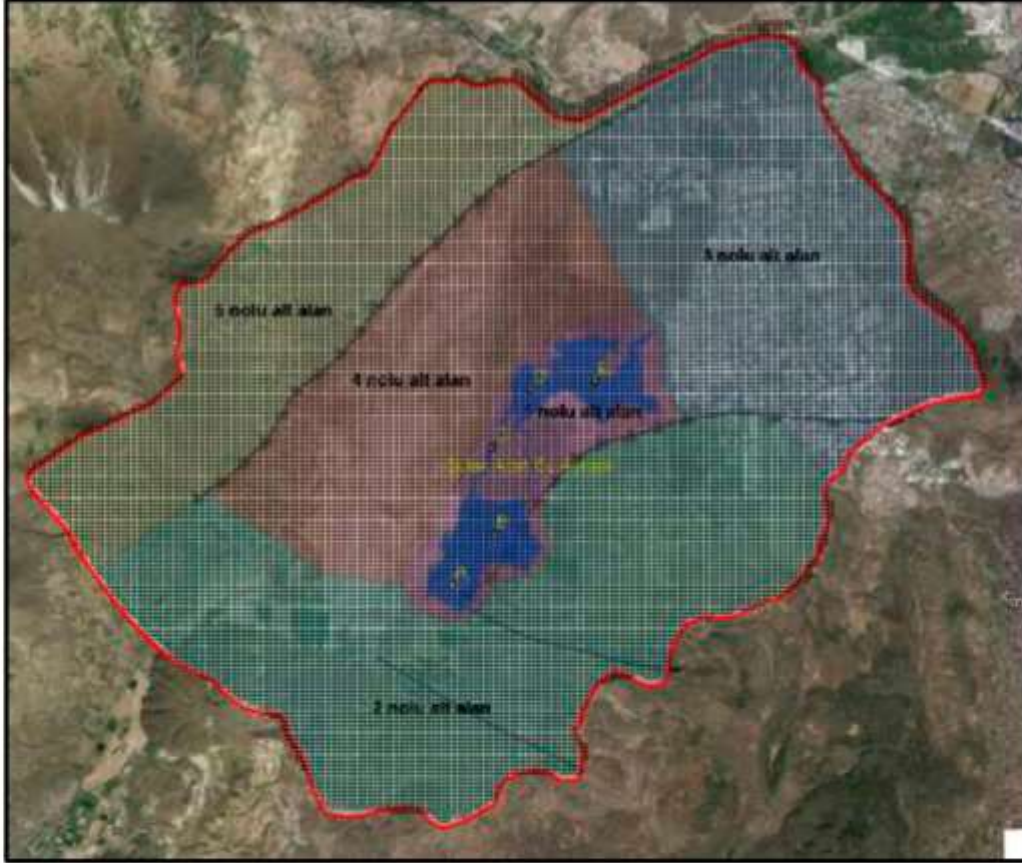
[Illegible text]

[Illegible text]

[Illegible text]

[Illegible text]

Sulak alan aynası model çalışması için oluşturulan ve oldukça sık bir şekilde oluşturulmuş olan grid ağı içerisinde pek çok sayıda hücre ile temsil edilmektedir. Tüm hücrelerde oluşan seviye değişimlerinin ortaya konması oldukça fazla sayısal rakam içeren tablolar oluşturacağından, sulak alan su aynasının bulunduğu bölgeyi temsil edici olarak A, B, C, D ve E kontrol noktaları belirlenmiştir (Şekil 17). Bu noktalarda belirlenecek seviye değişimlerinin su aynasının bulunduğu bölgede oluşacak değişimleri yansıttığı varsayılmıştır.



Şekil 17. Tampon bölge içerisinde belirlenmiş bölgelerin ve kontrol noktalarının model çalışması için grid ağı içerisindeki dağılımı

6.3.3. Açılacak kuyular arası minimum mesafe

Bir yeraltısuyu sisteminde birden fazla pompaj kuyusunun sıkça işletilmesi sonucu pompaj konileri girişecektir. Şekil 18’de çoklu kuyu sahasındaki kuyu girişimi gösterilmiştir. Bu nedenle kuyu yerlerinin belirlenmesinde kuyu girişimini hesaba katmak gereklidir. Kuyular birbirine çok yakın olarak bulunursa, kuyunun girişim miktarı normalden fazla olacak ve beklenenden daha fazla bir yeraltısuyu seviyesi düşümü meydana getirecektir

[Illegible text]



[Illegible text]

[Illegible text]

[Illegible text]

[Illegible text]

[Illegible text]

[Illegible text]

[Illegible text]

[Illegible text]

[Illegible text]

[Faint header text]

[Faint section header]

[Faint header 1]	[Faint header 2]	[Faint header 3]	[Faint header 4]
[Faint data 1.1]	[Faint data 1.2]	[Faint data 1.3]	[Faint data 1.4]
[Faint data 2.1]	[Faint data 2.2]	[Faint data 2.3]	[Faint data 2.4]
[Faint data 3.1]	[Faint data 3.2]	[Faint data 3.3]	[Faint data 3.4]
[Faint data 4.1]	[Faint data 4.2]	[Faint data 4.3]	[Faint data 4.4]
[Faint data 5.1]	[Faint data 5.2]	[Faint data 5.3]	[Faint data 5.4]
[Faint data 6.1]	[Faint data 6.2]	[Faint data 6.3]	[Faint data 6.4]
[Faint data 7.1]	[Faint data 7.2]	[Faint data 7.3]	[Faint data 7.4]
[Faint data 8.1]	[Faint data 8.2]	[Faint data 8.3]	[Faint data 8.4]

[Faint paragraph of text]

[Faint section header]

[Faint paragraph of text]

[Faint paragraph of text]

[Faint paragraph of text]

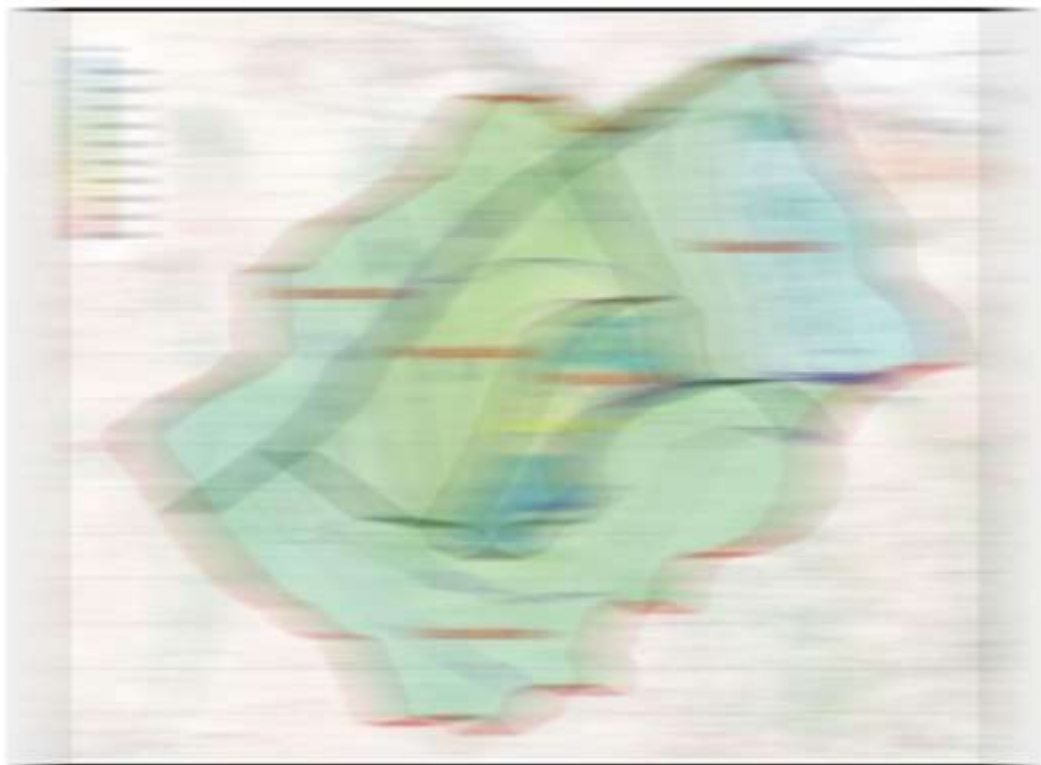
[Faint paragraph of text]

[Faint paragraph of text]

[Faint footer text]



[Blurred text block]



[Blurred text block]

[Illegible text]



[Illegible text]

[Illegible text]

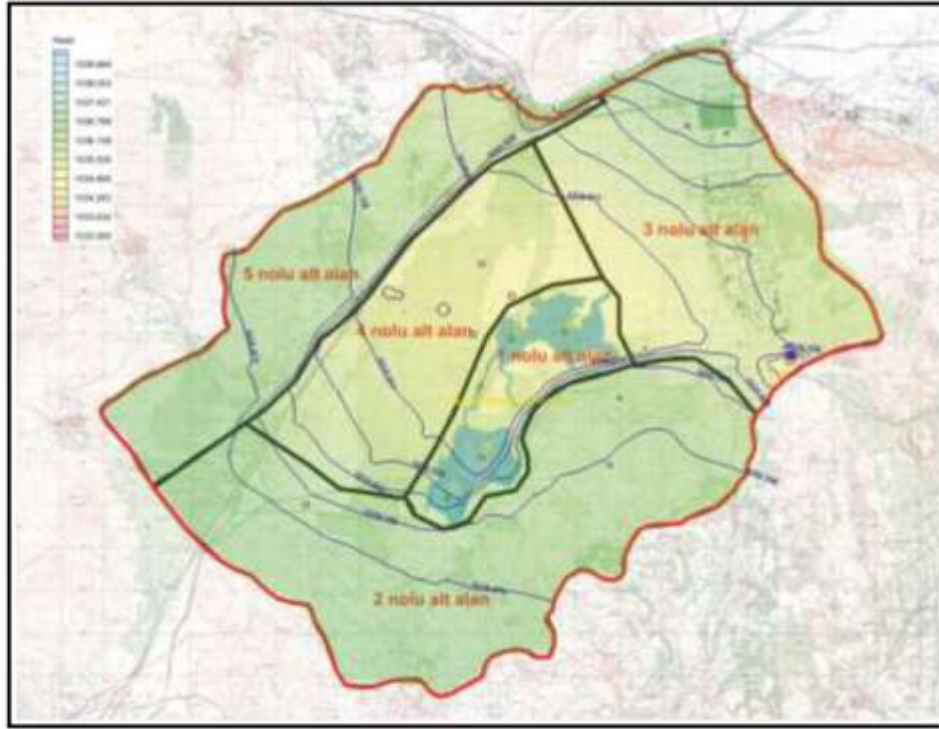


[Illegible text]



çalıştırıldığında, tampon bölge su aynasında yeraltısuyu değişimi maksimum 1.624 m, minimum 0.587 m olarak ortaya çıkmaktadır. Belirtilen debiler ile tüm bölgelerden aynı anda yapılacak yeraltısuyu çekiminin birleşik etkisi Şekil 24’de gösterilmiştir.

Hesaplanmış olan 1.624 m seviye değişiminin tolere edilebilir seviyede olduğu öngörülmektedir. Ayrıca, 4 bölgeden de aynı anda ve sürekli olarak yeraltısuyu kullanımının sıklıkla karşılaşılabilecek bir durum olmayacağı varsayıldığında, pratikte seviye değişiminin bu miktarlara ulaşmasının çok mümkün olmayacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 24. Tüm alt alanlardan belirlenen miktarlarda yeraltısuyu alınması durumunda oluşacak yeraltısuyu dağılımı etkisi

6.3.5. Öngörülen Varsayımlar

Doğal hidrojeolojik sistem, gerçek yapısında kendine özgü heterojenleler ve süreksizler içerir. Matematiksel model ile bu karmaşık yapı basitleştirilerek benzetilmektedir. Dolayısıyla tüm heterojenliklerin ve süreksizliklerin %100 oranında matematiksel modele aktarılması mümkün değildir. Önemli olan gerçek sistemin kabul edilebilir doğrulukta temsil edilmesidir.

Söz konusu basitleştirme beraberinde varsayımlarda getirmektedir. Uygulanan matematiksel model çalışmasında;

- Sulak alanın su varlığını sığ yeraltısuyu dolaşım sisteminin oluşturduğu, yüzeylenen jeolojik birimlerin hidrojeolojik özelliklerinin, modellenen sığ derinlik boyunca değişmediği,
- Tablo 4’de verilmiş olan yeraltısuyu beslenme-boşalım bilançosunda verilmiş olan değerlerin gerçek değerleri yansıttığı,
- Yeraltısuyu akışının Darcy yasasına uyduğu,

- Jeolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri homojen, izotropik, sınırlı akifer özelliğinde olduğu, hidrojeolojik özelliklerin jeolojik birimin alansal yayılımdaki tüm noktalarında aynı olduğu,
- Sondaj kuyuları akiferin tüm kalınlığı boyunca delindiği,
- Kuyuların sıfır yarıçapa sahip olduğu, bu nedenle kuyuda su depolanmadığı,
- Kuyuların sabit bir pompalama oranı ile 24 saat boyunca çalıştığı,
- Kuyu çevresindeki yük kaybının ihmal edildiği,
- Akiferlerin radyal boyutta sonsuz yayılımda olduğu,
- Yeraltı suyu akışının yatay yönde olduğu, dikey yönde akışın ihmal edildiği,
- Kaynakların sabit debi ile boşaldığı,

varsayılmıştır. . Elde edilen matematiksel model sonuçları dengeli akım koşullarına ulaşıldığı andaki durumu yansıtır.

Başlangıç ($t=0$) anındaki hidrolik yük dağılımları ve yeraltısuyu akım yönü Karasaz Ovası Kaynakları Karst Hidrojeoloji Etüt çalışması (DSİ, 2002) kapsamında açılmış olan kuyularda ölçüm yapılmış son dönem olan 2013 yılında yapılan seviye ölçümlerinin tampon alan içerisinde interpolasyonu ile hesaplanmıştır.

Varsayımların değiştirilmesi ve özellikler başlangıç koşullarındaki hidrolik yük dağılımının değişmesi model sonuçlarını önemli oranda etkileyecektir.

7. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, Hürmetçi Sazlığı Sulak Alanı tampon bölgesinin hidrojeolojik yapısının matematiksel modeli oluşturularak, önümüzdeki dönemde alandan alınacak yeraltısuyunun sulak alan yeraltısuyu sistemine oluşturabileceği etki değerlendirilmiştir. Çalışma alanı sınırlı Hürmetçi Sazlığı Sulak Alanının tampon bölgesidir.

Doğal hidrojeolojik sistem, gerçek yapısında kendine özgü heterojenler ve süreksizler içerir. Matematiksel model ile bu karmaşık yapı basitleştirilerek benzetilmektedir. Dolayısıyla tüm heterojenliklerin ve süreksizliklerin %100 oranında matematiksel modele aktarılması mümkün değildir. Önemli olan gerçek sistemin kabul edilebilir doğrulukta temsil edilmesidir. Söz konusu basitleştirme beraberinde varsayımlarda getirmektedir. Bu çalışma için kabul edilen varsayımlar rapor içerisinde açıklanmıştır. Varsayımların değiştirilmesi ve özellikler başlangıç koşullarındaki hidrolik yük dağılımının değişmesi model sonuçlarını önemli oranda etkileyecektir.

Hürmetçi Sazlığı Sulak Alanının yeraltısuyu beslenme boşalım ilişkileri değerlendirilerek hidrolojik ve hidrojeolojik yapıyı açıklayan bir kavramsal model oluşturulmuştur. Oluşturulan kavramsal modelin geçerliliğini test etmek, yeraltısuyu akım dinamiğini ortaya koymak ve sulak alan tampon bölgesi içerisinde belirlenen alt bölgelerde gelecekteki yeraltısuyu kullanımının olası etkilerini ortaya koyabilmek amacıyla tanımlanan hidrojeolojik sistemin matematiksel modeli oluşturulmuştur. Model sınır koşulları, hidrojeolojik yapıyı ifade eden kavramsal modele uygun bir biçimde kurgulanmıştır. Yeraltısuyu akımı USGS-MODFLOW-2005 model programı kullanılarak modellenmiştir. Veri ara yüzü olarak MODEL MUSE programından yararlanılmıştır.

[Redacted header information]

[Redacted paragraph of text]

[Redacted paragraph of text]

[Redacted section header]

- [Redacted list item 1]
- [Redacted list item 2]
- [Redacted list item 3]
- [Redacted list item 4]
- [Redacted list item 5]
- [Redacted list item 6]
- [Redacted list item 7]
- [Redacted list item 8]
- [Redacted list item 9]
- [Redacted list item 10]

[Redacted section header]

- [Redacted list item 11]
- [Redacted list item 12]
- [Redacted list item 13]
- [Redacted list item 14]
- [Redacted list item 15]
- [Redacted list item 16]
- [Redacted list item 17]
- [Redacted list item 18]
- [Redacted list item 19]
- [Redacted list item 20]
- [Redacted list item 21]
- [Redacted list item 22]
- [Redacted list item 23]
- [Redacted list item 24]
- [Redacted list item 25]
- [Redacted list item 26]
- [Redacted list item 27]
- [Redacted list item 28]
- [Redacted list item 29]
- [Redacted list item 30]

[The page contains several paragraphs of text that are extremely blurry and illegible. The text is organized into sections with horizontal lines, but the specific words and sentences cannot be discerned.]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

8. KAYNAKLAR

- Barit Maden Türk A.Ş., 2012, Karbondioksit Üretim Sahaları Performans Artırma Projesi Hidrolojik, Hidrojeolojik ve Ekolojik Değerlendirme Raporu (Hürmetçi Çiftliği Köyü Mevkii/Kayseri), Yüklenici: Ekoiz Çevre Ve Sosyal Planlama Araştırma Eğitim ve Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., Ankara
- Bear. Jacob. Zaslavsky. D. and Irmay. S.. 1968. Physical principles of water percolation and seepage: Paris. United Nations Educational, Scintilic, and Cultural Organization (UNESCO). 465 p.
- Değirmenci, M., Ekmekçi, M., Atmaca, E., Altın, A., 2008, Kayseri Kenti İçme Suyu Havzasındaki Akiferlerin Özelliklerinin İzotop Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi, III. Hidrolojide İzotop Teknikleri Sempozyumu 13-17 Ekim 2008/İstanbul, Çevre Ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
- Değirmenci, M., Ekmekçi, M., Tezcan, L., Atmaca, E., Namkhai, O., Yazıcı, M., Sözüdoğru, O., Aykar, E., Akpınar, H., 2011, Kayseri Kent İçme Suyu Akiferlerinin Özellikleri, Kirlenme Riskleri ve Havza Koruma Alanlarının Belirlenmesi, TÜBİTAK Projesi: Proje No: 107Y170
- DSİ, 1969, Kayseri - Sarımsaklı Ovasının Plânlama Kademesinde Hidrojeolojik Etüt Raporu, No: II.4/64, Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı
- DSİ, 2002, Kayseri, Karasaz Ovası Kaynakları Karst Hidrojeoloji Etüt Raporu, DSİ Jeoteknik ve Yeraltısuları Daire Başkanlığı, Ankara.
- DSİ, Hacılar İncesu Uzun Yıllar Meteorolojik Verileri (bu çalışma kapsamında DSİ'den temin edilmiş verilerdir)
- DSİ, Hürmetçi Sazlığı Çevresindeki Kaynaklara ait debiler (bu çalışma kapsamında DSİ'den temin edilmiş verilerdir)
- DSİ, Karasaz Ovası Ekolojik Etkilenme Tampon Bölge Sınırının Değiştirilmesine İlişkin Rapor (bu çalışma kapsamında DSİ'den temin edilmiş verilerdir)
- DSİ, Karasaz Ovası Kaynakları Karst Hidrojeoloji Etüt çalışması (DSİ, 2002) kapsamında açılmış olan kuyulara ait seviye ölçümleri (bu çalışma kapsamında DSİ'den temin edilmiş verilerdir)
- DSİ, Kızılırmak Havzası Master Planı Hazırlanması İş - Hidrojeoloji Etüt Raporu- 3 Bölüm: 15-2 Orta Kızılırmak Yüzey Suyu Alt Havzası (bu çalışma kapsamında DSİ'den temin edilmiş verilerdir)
- Kyrieleis, W., Sichardt, W., 1930, Grundwasserabsenkung bei Fundierungsarbeiten, Springer, Berlin
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2011, Hürmetçi Sazlığı Sulak Alanı Yönetim Planı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Orman ve Su İşleri 7. Bölge Müdürlüğü, Kayseri Şube Müdürlüğü, Hazırlayan: Ortadoğu Ormancılık Proje Etüt ve Müşavirlik Ticaret A.Ş. (ODOPEM)
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2017, Hürmetçi Sazlığı Sulak Alan Revize Yönetim Planı (2018-2022), VII. Bölge Müdürlüğü Kayseri Şube Müdürlüğü, Yüklenici Firma, Nartus Enerji Çevre Yatırımları Müş. Mad. San. Dış Tic. Ltd. Şti.