

T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI

UYDU GÖRÜNTÜLERİ VE YAPAY ZEKÂ TEKNİKLERİYLE SU MİKTARININ VE KALİTE PARAMETRELERİNİN TESPİTİ

Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Hakkında

Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) 4 Temmuz 2011 tarihli 645 sayılı KHK ile kurulmuş olup başlıca görevleri aşağıda yer almaktadır:

- Su kaynaklarının korunması, iyileştirilmesi ve kullanılmasına ilişkin politikaların belirlenmesi amacıyla çalışmalar yapmak,
- Su kaynaklarının kıyı suları dahil olmak üzere koruma-kullanma dengesi gözetilerek, sucul çevrenin ekolojik ve kimyasal kalitesinin korunması ve geliştirilmesini sağlamak amacıyla havza bazında nehir havza yönetim planları hazırlamak, hazırlatmak, bütüncül nehir havzaları yönetimi ile ilgili mevzuat çalışmalarını yürütmek,
- Havza bazında kirliliğin önlenmesi ile ilgili tedbirleri ilgili kurum ve kuruluşlarla birlikte belirlemek, değerlendirmek, güncellemek ve uygulamaların takibini yapmak,
- Yer üstü ve yer altı sularının kalite ve miktarının korunmasına yönelik hedef, ilke ve alıcı ortam standartlarını ilgili kurum ve kuruluşlarla birlikte belirlemek, su kalitesini izlemek veya izletmek,

Yukarıda yer alan görevler çerçevesinde ülkemiz su kaynaklarını hem miktar hem de kalite açısından korumak, geliştirmek, kontrol etmek ve sürdürülebilir şekilde kullanmak için katılımcı ve bütüncül bir yaklaşımla havza bazında suyu yönetme vizyonu ile Su Yönetimi Genel Müdürlüğü faaliyetlerini sürdürmektedir.

Bununla beraber ülkemizdeki kıyı ve geçiş suları dahil su havzalarının havza koruma eylem ve yönetim planlarını hazırlayarak bütüncül bir yaklaşımla su yönetiminin altyapısını oluşturmak, ülkemizin ulusal ve uluslararası su yönetim politikasının geliştirilmesi için gerekli koordinasyonu yapmak, havza bazında su kalite standartlarını oluşturmak, su kalitesinin denetimi için etkin bir izleme sistemi kurulmasını sağlamak, su ile alakalı verileri tek elde toplamak ve değerlendirmek, havza bazında taşkın ve kuraklık yönetim planları ile taşkın risk ve zarar haritalarını hazırlamak, iklim değişikliği senaryolarının Ülkemiz su kaynaklarına etkisini belirleme konularında da çalışmalar yürütmektedir.

Proje Amacı ve Kapsamı

Belirlenen durgun sularda su yüzey alanı ve içme-kullanma sularında kalite parametreleri tespiti çalışmalarına destek olmaktadır.

Sakarya, Kocaeli ve Adana illerinde yer alan durgun sularda su yüzey alanı ve içme-kullanma sularında kalite parametrelerinin takip edilmesi amacıyla analiz, takip ve raporlama süreçlerini içeren bir yazılım çözümünü kapsamaktadır.

1. Mevcut Durum

Su kaynaklarının miktar ve kalitesinin tespitinde birden çok kurum ve kuruluş görev almaktadır. Bu kapsamda;

Durgun suların miktarının tespitine ilişkin çalışmalar çoğunlukla Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü ve ilgili yerel idareler tarafından yürütülmektedir. Yapılan izlemelerde; yersel/yerinde ölçümler gerçekleştirilmekle birlikte otomatik gözlem istasyonları da kullanılmaktadır. Yersel ölçümler kapsamında belirli aralıklarla durgun suların içerisinde yer alan su seviye cetvelleri okunarak kot-alan-hacim eğrisi veya batimetri yardımıyla seviye verisinden hacim verisine geçiş yapılmaktadır. Otomatik gözlem istasyonları da benzer bir yapıda çalışmakta olup seviye ölçümü süreçleri cihazlar tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Su seviyesi cetveli bulunmayan veya kullanılmayan durumlarda ise durgun sulardaki giriş-çıkış değerleri üzerinden bütçe hesabı yapılarak hacim farklılığı veya seviye bilgisi ortaya konulabilmektedir.

Su kalitesi izleme çalışmaları, SYGM tarafından hazırlanan izleme programları kapsamında; havzalarda belirlenen izleme noktaları, parametreler ve izleme sıklıklarına göre yapılmaktadır. İzleme çalışmalarında parametrelerin bir kısmı yerinde ölçüm, bir kısmı ise laboratuvar ortamlarında yapılarak kayıt altına alınmaktadır. Yerinde ölçüm kapsamında; örnekleme noktalarında çözünmüş oksijen (mg/l), oksijen doygunluğu (%), pH, su sıcaklığı (°C), iletkenlik (us/cm), tuzluluk, Secchi disk derinliği gibi fiziko-kimyasal parametrelerin ölçümü arazi çalışması esnasında anlık olarak yapılmaktadır. Anlık tayini yapılamayan ve özel cihazlar ile laboratuvar ortamlarında ölçümü yapılabilen parametreler (fosfor, biyolojik oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, yağ ve gres vb.) için su örnekleri özel kaplara konulur ve içlerine uygun sabitleyici kimyasallar eklendikten sonra laboratuvar ortamında analizler gerçekleşir. Söz konusu izleme çalışmaları, altyapı, personel ve bütçe yetersizliği sebebiyle Ülkemiz genelinde düzenli olarak gerçekleştirilememektedir.

2. Çalışma Alanı ve Veri Toplama Çalışmaları

Çalışma alanı Kocaeli, Sakarya ve Adana illerini kapsamaktadır. Kocaeli ve Sakarya illerinde “İçme-Kullanma Suyu Güvenliği Planlarının Hazırlanması Projesi” kapsamında 2024 yılında Kocaeli’nde 5 içme-kullanma suyunda (Yuvacık Barajı, Kandıra Namazgah Barajı, Denizli Göleti, Cumaköy Göleti, İhsaniye Barajı) 3 dönem izleme yapılacaktır. Bu izlemelerin yanında mevcut durumda İSU Yuvacık Barajı’nda 2 haftada bir izleme yapılmaktadır. Sakarya’da 2 içme-kullanma suyunda (Akçay Barajı ve Sapanca Gölü), 3 dönem izleme yapılacaktır. Bu izlemelerin yanında mevcut durumda SASKİ Sapanca Gölü’nde aylık izleme yapılmaktadır. Bu örneklemeelerde göl seviyeleri (batimetri), genel kimyasal, fiziko-kimyasal parametreler ölçülmektedir. Adana’da “Seyhan Havzasında Su Kalitesinin İzlenmesi ve Nehir Havza Yönetim Planının Hazırlanması İşi” kapsamında 2024 yılında 37 göle ait 58 noktada 4 dönem boyunca 232 sahada örnekleme yapılmıştır. Bu örneklemeelerde göl seviyeleri (batimetri), genel kimyasal, fizikokimyasal parametreler, belirli ve öncelikli kirleticiler ölçülmüştür.

Elde edilen veriler ile Kocaeli, Sakarya ve Adana illerindeki durgun sular uydu görüntüleri ve yapay zekâ yardımıyla tespit edilecek ve su yüzey alanı değişimleri ortaya konulacaktır. İçme-kullanma sularındaki (Kocaeli (Yuvacık Barajı, Kandıra Namazgah Barajı, Denizli Göleti, Cumaköy Göleti, İhsaniye Barajı), Sakarya (Sapanca Gölü), Adana (Çatalan Barajı)) miktar değişimleri tespit edilecektir. İçme-kullanma sularındaki (Yuvacık Barajı, Sapanca Gölü, Çatalan Barajı) kalite parametreleri (klorofil-a, sıcaklık, renk, bulanıklık) değişimleri tespit edilecektir.

3. Teknik İsterler

- a) 2. başlık altında verilen durgun sularda su yüzey alanı ve içme-kullanma sularında kalite parametreleri için İDARE’ye bağlı Bilgi Teknolojileri Genel Müdürlüğü (BTGM) tarafından temin edilecek olan Sentinel-2 uydu görüntüleri kullanılacaktır. İhtiyaç duyulması halinde literatürde yer alan ücretsiz erişim sağlanabilen diğer uydu görüntülerinden de (Landsat, MODIS vb.) faydalanılacaktır. İlave ücretsiz uydu görüntülerinin kullanılması durumunda söz konusu uydu

görüntüleri verilerinin otomatik indirilmesi ve analiz edilmesine ilişkin sistemin kurulması YÜKLENİCİ (Proje Yürütücüsü Kuruluş) tarafından gerçekleştirilecektir.

b) Durgun sular ile içme-kullanma sularındaki miktar, kalite ve batimetri verileri İDARE tarafından paylaşılacaktır.

- Durgun suların yüzey alanlarının tespitine ilişkin eğitim verisi maksadıyla mevcut uydu görüntülerinin yanı sıra ücretsiz ve herkesin erişimine açık veri tabanları (Kaggle-Satellite Images of Water Bodies) kullanılacaktır.

c) Belirlenen durgun sularda su yüzey alanı ve içme-kullanma sularında kalite parametrelerinin değişiminin tespiti sürecinde kullanılacak metodoloji belirlenerek İDARE onayına sunulacaktır.

d) Uydu görüntüleri ve yapay zekâ ile çalışma alanındaki durgun suların tespiti, su yüzey alanı değişiminin tespit edilmesi ve analiz edilmesi iş paketi kapsamında talep edilen süreçler aşağıda tarif edilmektedir:

- Uydu görüntüleri ve yapay zekâ kullanılarak verilen bir havza/alt havza veya poligon içerisinde yer alan durgun suların yüzey alanları tespit edilecektir. Bu işlem belirli aralıklarla (her uydu görüntüsü alındığında) gerçekleştirilecek olup dinamik olarak su kütlelerinin tespit edilmesine ihtiyaç duyulmamaktadır.
- Tespit edilen su kütleleri içerisinde seçilen bir durgun suya ilişkin geçmişten günümüze yüzey alanı değişim analizi gerçekleştirilecektir (Kot-Alan-Hacim eğrisi veya batimetri verisi bulunan durgun su kütlelerinde hacim değeri üzerinden işlemler gerçekleştirilecektir).
- Durgun sular ve içme-kullanma sularına ilişkin belirlenecek kritik su yüzey alanı (veya hacminin) eşik değerin altına düşmesi durumunda uyarı verilmesi sağlanacaktır.
- Uyarı sistemi, veri doğruluğu ve güvenilirliği açısından periyodik olarak test edilecek ve iyileştirilecektir.
- Karar vericilere sunulmak üzere raporlama yapılacaktır. Durgun sular ve içme-kullanma sularının su yüzey alanı (hacim) değişimi; istatistiksel, grafiksel ve harita olarak sunulacaktır. İlaveten, İDARE tarafından sağlanacak ilişkili bilgiler özet olarak sunulacaktır.

e) Uydu görüntüleri ve yapay zekâ ile su kalitesi parametrelerinin zamana bağlı değişiminin tespit edilmesi ve değerlendirme esaslarına ilişkin iş paketi kapsamında talep edilen süreçler aşağıda tarif edilmektedir:

- Aşağıda listelenen su kalitesi parametreleri, uydu görüntüleri ve yapay zekâ algoritmaları aracılığıyla öncelikli olarak tespit edilecektir.
 - Klorofil-a,
 - Su sıcaklığı,
 - Renk,
 - Bulanıklık

Bu parametreler, uydu görüntüleri ile doğrudan tespit edilebilen parametrelerdir. İlaveten, literatür çalışması yapılacak olup farklı bir parametre bulunması durumunda, ilgili parametreler de çalışmalara dahil edilecektir. Ancak, uydu görüntüleri ile doğrudan tespit edilemeyen su kalitesi parametrelerinin (Secchi disk derinliği, çözünmüş oksijen, biyolojik oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, amonyum, nitrat, reaktif fosfor, toplam azot, toplam fosfor, pH, iletkenlik, askıda katı madde) tespiti için, diğer parametrelerle yapay zekâ algoritmaları kullanılarak ilişkilendirme yapılacaktır.

- Su kalitesi parametrelerinde ilgili mevzuat kapsamında belirlenen sınır değerleri ile belirlenen eşik değerleri aşması durumunda sistemin otomatik olarak uyarı vermesi sağlanacaktır.
 - Uyarı sistemi, veri doğruluğu ve güvenilirliği açısından periyodik olarak test edilecek ve iyileştirilecektir.
 - Kullanıcıların su kalite parametrelerindeki değişiklikleri görebilmesi için görselleştirme araçları geliştirilmesi, zaman serisi grafikleri ile su kalite parametrelerinde belirli dönemlerde meydana gelen değişimlerin gösterilmesi sağlanacaktır.
 - Karar vericilere sunulmak üzere raporlama yapılacaktır. Su kalite parametreleri ve değişimleri; istatistiksel, grafiksel ve harita olarak sunulacaktır. Parametrelere ilişkin genel bir değerlendirme yapılarak mevcut durumu sunulacaktır.
- f) Geliştirilecek modelin doğruluk değerlendirmesi için aşağıdaki kriterler esas alınacaktır.

Su miktarı için;

- I. Su yüzey alanının tespiti için başarı oranı kriteri minimum 0.8 olacaktır.

Su kalite parametreleri için;

- I. Yapay zekâ kullanılarak uydu verileri ile tahmin edilen parametre değerleri ile ölçüm değerleri arasındaki başarı oranı (R^2) değerlendirilecektir. Her bir parametre için başarı oranının (R^2) en az 0,60 olacaktır.
- II. Başarı oranının (R^2), istatistiksel olarak anlamlı olması için $p < 0,05$ seviyesinde anlamlılık gösterecektir.

4. Yazılım ve Donanım İsterleri

- a) Uygulama, İDARE'nin sistemlerinde (sunucularında) barındırılmalıdır.
- b) Tüm alan adları "tarimorman.gov.tr" alt alan adında (subdomain) barındırılacak, harici başka alan adı kaydı yapılmayacaktır.
- c) Uygulama, şifreleme katmanı (HTTPS/TLS) kullanarak 443 sayılı port üzerinde sunulacaktır. Harici başka bir port üzerinden çalıştırılmayacaktır.
- d) Uygulama, İDARE sistemlerinde yer alan güvenlik cihazı (web application firewall) üzerinden geçecek şekilde ayarlanacak ve SSL offloading ayarları Bakanlıkça burada gerçekleştirilecektir. Farklı bir SSL sertifikası kullanılmayacaktır.
- e) İlgili mevzuatta (KVKK, TCK, 5651 sayılı Kanun, Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu, Dijital Dönüşüm Ofisi Bilgi ve İletişimi Güvenliği Rehberi vb.) yer alan siber güvenlik kapsamında her türlü teknik tedbire yönelik önlemler alınarak, sunulan hizmetlerin ulusal ve uluslararası standartlar ile sektörün en iyi uygulamalarına (NIST SSDF, SSDLC, OWASP 10 vb.) uygun olarak icra edildiğine ilişkin YÜKLENİCİ taahhütname sunacaktır.
- f) Erişim yapılan ve geliştirilen tüm sistemlere ilişkin her türlü teknik ve kişisel bilgi, amacı dışında hiçbir şekilde kullanılmayacak, üçüncü şahıslara verilmeyecek, dağıtılmayacak ve yayınlanmayacaktır. Bu çerçevede İDARE'nin sahip olduğu Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi TS ISO 27001 sertifikasyonunun gereklilikleri yerine getirilecektir. YÜKLENİCİ personelinin hizmet kapsamında çalışacak olanlar, İDARE ile "Gizlilik Taahhütnamesi" imzalayacaktır.
- g) YÜKLENİCİ, sistemlerde gerçekleştirilen her türlü işleme ilişkin erişim kontrolleri uygulayacak ve iz kayıtları (log) tutulacaktır.
- h) YÜKLENİCİ, İDARE tarafından bildirilen güvenlik açıklıklarını proje süresince ivedilikle giderecek, kritik açıklıklar konusunda İDARE'ye bildirimde bulunacaktır.
- i) İDARE tarafından yapılacak olan sızma testi çalışmaları YÜKLENİCİ ile koordineli bir şekilde

gerçekleştirilecektir. Sızma testi çalışmaları neticesinde tespit edilecek zafiyet ve risklere yönelik iyileştirme çalışmaları YÜKLENİCİ tarafından gerçekleştirilecek, İDARE tarafından da doğrulama testleri yapılarak kontroller sağlanacaktır.

- j) Geliştirilen uygulamanın kodları kodlama sürecinin başından itibaren sadece İDARE versiyon kontrol sisteminde (Team Foundation Server / Azure DevOps Server) barındırılacak, CI/CD (Sürekli Entegrasyon / Sürekli Dağıtım) süreçleri tamamlanacak ve detayları İDARE ile paylaşılacaktır. (Paket uygulamalarda uygulanabilir olup olmadığı değerlendirilmelidir.)
- k) Projenin kabul aşamasında gerçekleştirilen dağıtım işleminin İDARE versiyon kontrol sisteminde yer alan güncel kodlar ile gerçekleştirildiği ve kodun hatasız çalışıyor olduğunu belirten YÜKLENİCİ tarafından ıslak imza ile imzalanmış taahhütname İDARE'ye teslim edilecektir.
- l) Web uygulaması geliştirme sürecinde İDARE tarafından sunulacak ve ihtiyaç halinde eğitimi verilecek olan .NET tabanlı yazılım geliştirme altyapısı (framework) veya İDARE tarafından onaylanacak .NET tabanlı yazılım geliştirme altyapısı kullanılacaktır.
- m) Veri tabanı yönetim sistemi olarak İDARE'nin sunduğu MSSQL veya Postgre veri tabanı yönetim sistemi kullanılacaktır.
- n) YÜKLENİCİ, İDARE personeli kullanıcıların yetkilendirme işlemlerini İDARE Active Directory sistemi üzerinden gerçekleştirmek için gerekli altyapıyı sağlayacaktır. YÜKLENİCİ, tüm kullanıcı girişlerinde çok adımlı doğrulama (multi-factor authentication) sağlamış olmalıdır.
- o) Uygulamanın erişmesi ve sunması gereken web servislerde, İDARE'nin sunduğu servis altyapısının kullanılması sağlanacaktır.
- p) Lisansa tabi tüm dış bağımlılıklar için yararlanıcı olarak İDARE tanımlanacaktır. Tüm lisanslara ilişkin süre, kısıt, miktar, vb. hususlar Bilgi Teknolojileri Genel Müdürlüğüne iletilecektir.
- q) Hazırlanan uygulamalarda iz kayıtları izlenebilecek ve raporlanabilecektir. Asgari üç tür iz kaydı bulunmalıdır:
 - Hata kayıtları: Sistem üzerinde oluşan hataları, hatalı linkleri veya yönlendirmeleri tutmalıdır. Bu iz kayıtları oluşma anında sistem yöneticisine e-posta ile iletilmelidir.
 - Kullanıcı işlem kayıtları: Tüm ekranlarda kullanıcıların yaptıkları işlemleri ve değişiklikleri; işlemi yapan kullanıcı, işlem açıklaması, işlem tarihi, eski veri, güncellenen/yeni veri detayları ile birlikte kayıt altına alınmalıdır.
 - Sisteme giriş/çıkış kayıtları: Tüm kullanıcılar için işlemi yapan kişi, işlem tarihi, işlemin başarılı/başarısız olma durumu bilgileri ile kayıt altına alınmalıdır.
- r) Ekranlar, raporlar ve hata mesajlarının varsayılan dili Türkçe olacaktır. Tüm sıralamalar, karşılaştırmalar, sorgulamalar varsayılan olarak Türkçe alfabeğe göre yapılacaktır.
- s) Tarih ve saat bilgisi, veri tabanı yönetim sisteminin tarih ve saat formatına uygun olarak veri tabanında saklanacaktır.
- t) Ekranlar, tüm cihazlara uygun olarak çalışacak duyarlı web tasarımı (responsive web design) şeklinde olacaktır.
- u) Web uygulamaları, web tarayıcılarının güncel kararlı sürümlerini destekleyecek ve güncel sürümlerde sorunsuz çalışacaktır.
- v) Uygulamanın ekranlarındaki veri girişlerinde (mümkün olan her alanda hazır listelerden faydalanma, gerekli yerlerde istenilen veri alanlarına ilk değer atama, tarih, saat, unvan gibi değerlerin ilgili alanlara otomatik olarak girilmesi, sık kullanılan alanlarda otomatik doldurma işlevinin kullanılması, hazır listelerde liste elemanına girilen harflerle kısa sürede ulaşma gibi veri girişi sırasında) kullanıcı hatalarını en aza indireyecek ve kullanım kolaylığı sağlayacak

kontroller geliştirilecektir.

- w) Ekranlarda, veri bütünlüğünü koruyacak denetimler bulunacak ve tutarsız veri girişi engellenecektir.
- x) Uygulamada kullanılacak menü, dosya, alan, değişken ve tablo ismi gibi her türlü isim anlamlı ve sistematik olarak verilecektir.
- y) Uygulamada hata oluştuğu durumlarda, hata mesajları üretilecek, üretilen mesajlarda bir kod numarası bulunacak, açıklaması Türkçe ve anlaşılır olacaktır. Hata mesajları kritik ve kişisel veri içermeyecek şekilde oluşturulacaktır.
- z) Uygulamada ihtiyaç duyulan raporlar geliştirilecek, bu raporlar pdf, jpeg, png, xml, word ve excel formatında alınabilecektir. Kullanıcı, hazırlanan raporları ekranda sayfa sayfa (okuma modu) görebilecek, sayfalar arasında ileri geri gidilebilecektir.
- aa) Yapay zekâ geliştirmeleri için Python programlama dili kullanılacaktır.
- bb) Geliştirilecek çözümün çalışacağı donanım ve altyapı özellikleri YÜKLENİCİ tarafından belirlenecek ve sözleşmenin imzalanma tarihinden sonra 3 ay içinde İDARE'ye iletilecektir.
- cc) Proje takvimine uygun olarak mevcutta var olan gerekli donanım, geliştirme ortamı ve altyapı İDARE tarafından sağlanacaktır. YÜKLENİCİ, İDARE onayı ile uzaktan çalışabilecektir.
- dd) Geliştirilecek çözümün, İDARE'nin mevcut GPU altyapısıyla uyumlu olması ve altyapının sürdürülebilirlik ile gelecekteki ihtiyaçlara göre kolayca güncellenebilir olacak şekilde tasarlanmalıdır.
- ee) Geliştirilecek çözümün, Uluslararası Yazılım Geliştirme standartlarına uygun olması, açık kaynaklı teknolojiler kullanılarak geliştirilmesi ve herhangi bir lisans bağımlılığı içermemesi, İDARE'nin mevcut lisanslarını kullanabiliyor olması gerekmektedir.
- ff) Geliştirilecek çözümün uygulanmasında kullanılacak olan veri seti Bilgi Teknolojileri Genel Müdürlüğü'nün sunucularında depolanacak ve söz konusu sunuculardan faydalanılacak olup veri boyutu yaklaşık 1Tb olacaktır.

5. Diğer İsterler

- a) Geliştirilecek çözümün uzun vadeli kullanımı için İDARE tarafından belirlenen personele teorik ve uygulamalı 1 tane eğitim sağlanacaktır. Proje kapsamında planlanan eğitimler;
 - Proje Kapsamında Geliştirilecek Modelin Kullanımı Eğitimi:
 - Eğitimde, proje kapsamında geliştirilen modelin çalıştırılması, çıktıların değerlendirilmesi, sistemin etkin kullanımı ve uzaktan algılama teknikleri ile görüntü işleme yöntemlerini ele alınacaktır.
 - Katılımcılara modelin uygulanması ve kullanılmasına yönelik pratik bilgiler sunulacaktır.
 - Eğitime en fazla 20 kişi katılım sağlayacaktır.
 - Eğitim süresi 10 (on) gün olup, eğitimler T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'na ait toplantı salonlarında gerçekleştirilecektir.

Eğitimlerin içeriği ve uygulanma şekli proje sürecinde İDARE tarafından detaylandırılacaktır. Eğitim materyalleri, kullanıcı rehberleri ve teknik belgeler hazırlanıp İDARE'ye teslim edilecektir.

6. Dokümanlar

Proje kapsamında aşağıda belirtilen raporlar hazırlanacak ve İDARE ile proje planında belirtilen tarihlerde paylaşılacaktır. İDARE gerekli görmesi durumunda ek raporlar talep edebilecektir.

a) Üst Düzey Sistem Tasarımı Dokümanı

Geliştirilecek sistemin genel yapısı ve işleyişi tanımlanmalı, sistem mimarisi detaylı şekilde açıklanmalıdır. Ana bileşenlerin işlevleri ve bunlar arasındaki etkileşimler belirlenmeli, veri akışı ve süreçler netleştirilmelidir. Performans, ölçeklenebilirlik ve güvenlik gibi teknik gereksinimler ele alınmalı ve riskler ile varsayımlar ortaya konulmalıdır. Bu doküman, sistemin başarılı şekilde tasarlanıp uygulanabilmesi için yol gösterici bir rehber olmalıdır.

b) Analiz ve Tasarım Dokümanı

Sistemin mevcut durumu analiz edilmeli ve ihtiyaç duyulan özellikler belirlenmelidir. Teknik gereksinimlerden tasarım ilkelerine kadar olan süreç açık bir şekilde sunulmalı, kullanıcı deneyimini iyileştirmek için arayüz tasarımı yapılmalıdır. Ayrıca, veri tabanı yapısı ve sistemin mimari çözümü detaylandırılmalıdır.

c) Veri Analiz Raporu

Bu raporda, analiz edilen veri setleri ve kullanılan yöntemler açıklanmalı, veri setinin temel özellikleri tanımlanmalıdır. Bulgular, grafikler ve tablolarla görselleştirilmeli ve analizden elde edilen sonuçlar yorumlanmalıdır. Stratejik kararlar için öneriler geliştirilmeli ve sonraki adımlar belirlenmelidir. Rapor, veri temelli karar alma süreçlerine rehberlik etmelidir.

d) Test Raporları

Test süreçleri ve sonuçları detaylı şekilde sunulmalıdır. Test amaçları ve kapsamı netleştirilmeli, uygulanan test senaryoları ve kullanılan yöntemler, performans ve hedeflenen çıktılarla uyum açıklanmalıdır.

e) Kullanıcı Dokümanları

Geliştirilen yazılım çözümü içerisinde yer alan uydu görüntülerinin indirilmesi, işlenmesi, analizi, raporlanması süreçlerine ilişkin kullanım kılavuzlarının, teknik el kitabının ve eğitim dokümanının hazırlanması gerekmektedir. Ayrıca, kullanılan yapay zekâ yöntemlerinin avantajları ve dezavantajları, literatürdeki kullanım alanları ve diğer gerekli bilgilerin doküman olarak derlenmesi ve sunulması gerekmektedir.

f) Diğer Raporlar

- Kodlama altyapısının detaylı anlatımı (kullanılan dil ve versiyonu, kullanılan tasarım desenleri, yazılım mimarisi) raporlanacaktır.
- Dış bağımlılıklar (ücretli/ücretsiz kullanılan kütüphaneler) raporlanacaktır.