



COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Akıllı Şehir Rehberlik Uygulamaları Projesi

AKILLI ŞEHİR YÖNETİM PLATFORMU UYGULAMASI

AKILLI ŞEHİR UYGULAMA REHBERLİK KILAVUZU

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı © 2024

Tüm hakları saklıdır. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın izni olmadan bu belgenin hiçbir kısmı elektronik ya da mekanik yollarla (fotokopi, kayıtların ya da bilgilerin arşivlenmesi, vs.) çoğaltılamaz.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı © 2024

AKILLI ŞEHİR YÖNETİM PLATFORMU UYGULAMASI

Bu kılavuz, akıllı Şehir uygulamalarından olan “Akıllı Şehir Yönetim Platformu Uygulaması” yapmak isteyen kurum ve kuruluşlara, projenin geliştirme ve uygulama aşamalarında destekleyici rehber doküman olması amacıyla hazırlanmıştır.

Kılavuzda uygulamaya yönelik bir vaka üzerinden aşamalı ve detaylı olarak açıklama yapılmıştır.

Rehberlik kılavuzu ile uygulamanın projelendirilmesine ve fizibilite çalışmalarının yapılmasına destek olunması hedeflenmektedir.

1. Uygulamanın Tanımı

Akıllı Şehir Yönetim Platformu, bir Şehir veya bölgenin yönetimini ve hizmetlerini iyileştirmek için kullanılan bir teknoloji tabanlı çözümdür. Bu platformlar, genellikle büyük veri analitiği, sensörler, internet bağlantılı cihazlar ve diğer akıllı teknolojileri entegre ederek Şehirlerin daha verimli, sürdürülebilir ve kullanıcı dostu hale gelmesini sağlamaktadır.

Akıllı Şehir Yönetim Platformu, çeşitli Şehir hizmetlerinin (ulaşım, enerji, su yönetimi, atık yönetimi, güvenlik vb.) daha iyi koordinasyonunu ve yönetimini mümkün kılmaktadır. Bu tür platformlar sayesinde Şehir yöneticileri ve hizmet sağlayıcıları, Şehirdeki günlük işleyişı izleyebilir, verileri analiz edebilir, trendleri tanımlayabilmekte ve daha bilinçli kararlar alabilmektedir.

Akıllı Şehir Yönetim Platformları, Şehirlerin kaynaklarını daha verimli kullanmasına yardımcı olarak yaşam kalitesini artırmakta ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada önemli bir rol oynamaktadır. Bu tür platformlar, teknolojinin Şehir yönetimine entegre edilmesi ile Şehirlerin gelecekteki ihtiyaçlarına uygun ve uyumlu hale gelmesini sağlamaktadır. Ancak, bu tür uygulamaların veri güvenliği ve gizliliği gibi bazı önemli konuları da göz önünde bulundurmak önemlidir.

1.1. Projenin Adı, Uygulama Yeri ve Süresi

- Akıllı Şehir Yönetim Platformu projesinin hazırlık aşamasında ilk olarak projenin adı belirlenir.
- Proje adı belli olduktan sonra projenin uygulama alanı, büyüklüğü ve yapısı belirlenerek projenin ne kadar sürede biteceği planlanır.
- Proje uygulamaya alınmadan önce projenin tanıtıcı özeti olan Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartları kapsamındaki Proje Fişı hazırlanır.

Örnek Vaka	
Proje Adı	Akıllı Şehir Yönetim Platformu Uygulaması Projesi
Uygulama Alanı	1000 Ha yerleşim alanı – 200.000 kişi
Proje Süresi	-

Akıllı Şehir Proje Fişi, Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartları kapsamında hazırlanmış olup dokuman www.akillisehirler.gov.tr adresinde yayınlanan Akıllı Şehir Bilgi Paylaşım Portalı'ndan erişilebilmektedir.

1.2. Proje Teknik Bileşenleri

Akıllı Şehir Yönetim Platformuna ait teknik bileşenler şunlardan oluşmaktadır:

- Sensörler ve Veri Toplama Sistemi
- Veri Depolama ve Yönetim Altyapısı
- Veri Analitiği ve Yapay Zekâ
- Görselleştirme ve Veri Sunum Araçları
- Ulaşım ve Altyapı Yönetimi
- Enerji ve Su Yönetimi
- Güvenlik ve Acil Durum Yönetimi
- Mobil Uygulamalar ve İnternet Portalları
- Veri Güvenliği ve Gizlilik

1.3. Proje Girdileri

Akıllı Şehir Yönetim Platformuna ait proje girdileri aşağıda sıralanmıştır:

- Sensör verileri
- Kamera verileri
- Mobil cihaz verileri
- Hava ve çevresel veriler
- Trafik ve ulaşım verileri
- Enerji tüketimi verileri

- Sosyal medya ve internet verileri
- Güvenlik verileri
- Tarihi verileri
- İşletme verileri
- Sosyal veriler
- Ekonomik veriler
- Halk sağlığı verileri
- Eğitim ve kültürel veriler
- Altyapı ve şebeke verileri

1.4. Beklenen Çıktılar

Akıllı Şehir Yönetim Platformuna ait beklenen çıktılar şu şekildedir:

- Akıllı Şehir Yönetim Platformu, şehirdeki çeşitli sensörlerden ve diğer veri kaynaklarından elde edilen verileri analiz ederek gerçek zamanlı raporlar üretebilir. Bu raporlar, şehir yöneticilerine trafik akışı, hava kalitesi, enerji tüketimi, su kullanımı gibi önemli verilerle ilgili bilgi sağlayabilir.
- Platformun trafik sıkışıklığını azaltmak ve trafik akışını düzenlemek için trafik ışıklarını senkronize etmek, trafik yoğunluğunu tahmin etmek ve alternatif rota önerileri sunmak gibi sonuçları olabilir.
- Akıllı Şehir Yönetim Platformu, enerji ve su tüketimini izleyebilir, enerji tasarrufu sağlamak için aydınlatma ve diğer altyapıları yönetebilir ve su kaynaklarının etkin kullanımını destekleyebilir.
- Platform, çöp konteynerlerinin doluluk durumunu izleyerek atık toplama süreçlerini optimize edebilir ve böylece atık yönetiminde verimlilik sağlayabilir.
- Akıllı Şehir Yönetim Platformu, yangın, deprem, sel gibi acil durumları izlemek ve yönetmek için altyapı sağlayabilir. Ayrıca güvenlik kameraları izlenerek suç oranları takibinin yapılması ve güvenlik önlemlerinin artırılması sağlanabilir.
- Platform, toplu taşıma güzergâhlarını ve sefer saatlerini optimize ederek vatandaşların daha verimli ve konforlu bir ulaşım deneyimi yaşamalarına yardımcı olabilir.
- Eğitim ve sağlık kurumları arasında veri paylaşımı sağlayarak hizmetlerin koordinasyonunu artırabilir ve bu alanda çeşitli iyileştirmeler sunabilir.
- Platform, vatandaşların şikâyetlerini ve geri bildirimlerini toplayarak şehir yöneticileriyle daha etkin bir iletişim kurmalarına olanak tanıyabilir.

1.5. Projenin performans göstergeleri

Akıllı Şehir Yönetim Platformu uygulamasının performans göstergeleri, projenin başarı seviyesini ölçmek için kullanılan ölçülebilir ve belirli hedeflerdir. Bu performans göstergeleri, Akıllı Şehir Yönetim

Platformu projesinin amaçlarına ulaşıp ulaşmadığını değerlendirmek, etkinliğini ve verimliliğini ölçmek için kullanılır.

Performans göstergeleri

- Platform sayesinde elde edilen enerji tasarrufu miktarı
- Trafik akışının iyileştirilmesi
- Hava ve su kalitesindeki olası iyileşmeler
- Geri dönüşüm oranlarını ve atık yönetimindeki verimlilik artışı
- Toplu taşıma kullanımındaki artışı veya seyahat sürelerindeki azalma
- Acil durum müdahale süreleri ve vatandaşların acil durumlarla ilgili bilgi alışverişine erişimi
- Vatandaşların memnuniyet seviyeleri
- Platformun veri güvenliği ve gizlilik konusundaki başarısı
- ISO 37120 göstergeleri

2. Proje Kapsamı ve Gerekçe

2.1. Proje Kapsamı

Akıllı şehirler yönetim mekanizması kapsamında, birbiriyle ilişkili ancak farklı amaçları olan üç farklı uygulamadan bahsetmek mümkündür. Bu uygulamaların tümünün tek bir yönetim platformu içerisinde çözülebilmektedir. Bu platformun amacı, Akıllı Şehre İlişkin Veri Paylaşımı, Açık Veri Altyapısı ve Paylaşımı, Paylaşım Platformları gibi farklı alanlarda hizmet sunmaktır.

Akıllı Şehre İlişkin Veri Paylaşım Platformu, Nesnelerin İnterneti yönetim platformu olarak işlev görmektedir. Bu platform, akıllı şehir uygulamalarının gerçekleştirilebilmesi için standartlara uygun bir şekilde uygulamalar, sistemler, sensörler ve veri tabanları gibi unsurları entegre etmektedir.

Açık Veri Altyapısı ve Paylaşımı, telif hakkı, patent veya diğer kontrol mekanizmaları olmaksızın herkesin erişebileceği ve kullanabileceği verilerin sunulduğu platformları ifade etmektedir. Bu platformlar, hukuki, finansal veya teknik engeller olmaksızın herkesin özgürce erişebileceği veri paylaşımını sağlamaktadır.

Paylaşım Platformları ise akıllı şehir Çözümleri ve şehircilik hizmetleri hakkında bilgilendirme ve tanıtım yaparak veri ve hizmet paylaşımını sağlayan platformlardır. Bu platformlar, vatandaşlara, kurumlara ve sektöre yönelik verilerin ve hizmetlerin paylaşılmasını sağlamaktadır.

Bu üç platform aslında farklı uygulama alanlarına hizmet etmekte olup yalnızca mantıksal olarak birbirlerinden ayrılmış durumdadır. Ancak, verinin merkezileştirilmesi, tek bir yerden yönetilmesi ve standartlaştırılması için bu farklı uygulama alanları tek bir platform altında birleştirilmelidir.

Akıllı Şehir Yönetim Platformu'nun amaçları aşağıda verilmektedir:

Akıllı Şehre İlişkin Veri Paylaşım Platformu ile akıllı şehir uygulamaları ve bu uygulamalarda yer alan varlıklar ile sağlanan bilginin standart bir yapıya göre yönetilmesi sağlanacaktır. Bu platform, entegrasyon, arayüz ve verinin anlamlandırılması gibi prosedürleri standart, bütüncül, çevik ve güvenli bir şekilde gerçekleştirerek bilgi alışverişini ve birlikte çalışabilirliği artıracaktır.

Ayrıca, yerli Bilgi ve İletişim Teknolojilerine yönelik farkındalığı artıracak ve Ulusal Veri Paylaşım platformu ile Akıllı Şehre İlişkin Veri Paylaşım platformu arasında standart ve güvenli bir karşılıklı veri alışverişi sağlanması hedeflenmektedir.

Açık Veri Altyapısı ve Paylaşım Platformu, sayesinde birlikte geliştirme ortamı oluşturulacaktır. Böylelikle akıllı şehir çözümlerinin kolaylaştırılması sağlanacaktır. Entegre sistemlerin ve Nesnelerin İnterneti cihazlarının harita üzerinde gösterilmesi sayesinde dijitalleşme sağlanacak, kurumlar arası iş birliği teşvik edilecek ve mükerrerlikler önlenecektir.

Ayrıca, afet yönetimi için kesintisiz hizmet sağlanmasını destekleyecek olan bu platform, kurumlar arası koordinasyon ve haberleşmeyi kolaylaştırarak verinin tek bir merkezden yönetilmesi için entegrasyon modelleri geliştirmeyi amaçlamaktadır.

2.2. Proje Gerekçesi

Akıllı Şehir Yönetim Platformu, modern şehirlerin planlama, yönetim ve operasyonlarını optimize etmek ve iyileştirmek için kullanılan bir bütünleşik teknoloji platformudur. Bu platform, şehir yönetiminin verimliliğini artırmak, sürdürülebilirliği sağlamak, hizmet kalitesini yükseltmek ve vatandaşların yaşam kalitesini artırmak amacıyla çeşitli alanları kapsamaktadır. Bu alanlar aşağıda sıralanmıştır:

- **Şehirlerin Hızlı Büyümesi:** Dünya genelinde şehirleşme hızla artmaktadır ve büyük nüfus yoğunluğuna sahip şehirler, karmaşık hizmet ihtiyaçlarına yol açmaktadır. Akıllı Şehir Yönetim Platformu, bu hızlı büyüyen şehirlerdeki altyapı ve hizmetlerin etkin bir şekilde yönetilmesine yardımcı olur.
- **Verimlilik ve Tasarruf:** Akıllı Şehir Yönetim Platformu, enerji, su ve diğer kaynakların daha etkin bir şekilde kullanılmasına ve israfın azaltılmasına olanak tanımaktadır. Bu da şehirlerin daha sürdürülebilir ve çevre dostu olmasına yardımcı olurken maliyetleri de azaltabilir.

- Trafik Sıkışıklığı ve Ulaşım Sorunları: Şehirlerdeki trafik sıkışıklığı, uzun seyahat süreleri ve ulaşım sorunları, vatandaşların günlük yaşamını olumsuz etkilemektedir. Akıllı Şehir Yönetim Platformu, trafik yönetimini optimize ederek ve toplu taşıma sistemlerini geliştirerek bu sorunları hafifletmeye yardımcı olabilir.
- Çevre ve Hava Kalitesi: Şehirlerdeki hava kirliliği ve çevre sorunları, sağlık sorunlarına neden olabilir. Akıllı Şehir Yönetim Platformu, çevresel verileri izleyerek ve analiz ederek çevre kalitesini iyileştirmek için stratejiler belirleyebilir.
- Güvenlik ve Acil Durum Yönetimi: Akıllı Şehir Yönetim Platformu, güvenlik kameraları ve sensörlerle şehir güvenliğini izlemek ve acil durum yönetimini iyileştirmek için kullanılabilir. Bu, şehirdeki yaşam kalitesini artırırken vatandaşların güvenliğini sağlamaya da yardımcı olur.
- Yenilik ve Teknolojik Gelişmelerin Kullanımı: Akıllı Şehir Yönetim Platformu, yeni teknolojilerin (IoT, büyük veri analitiği, yapay zekâ vb.) şehir yönetimine entegrasyonunu sağlamaktadır. Bu da şehir yönetiminin daha verimli, etkili ve hızlı olmasına imkân verir.
- Vatandaş Memnuniyeti ve Katılımı: Platform vatandaşlara daha iyi hizmet sunma ve katılımı artırma potansiyeline sahiptir. Vatandaşların ihtiyaçlarına daha hızlı ve doğru yanıtlar vermek, vatandaş memnuniyetini artırabilir.

2.3. Mevcut Durum

Proje konusu ile ilgili dünyada mevcut durumun tespiti

- Akıllı Şehir Yönetim Platformuna yönelik dünyadaki güncel trendler incelenir.
- Bu trenlere bağlı güncel teknoloji, yazılım, otomasyon, ekipman, yapı, ürün vs. incelenir.

Proje konusu ile ilgili Türkiye’de mevcut durumun tespiti

- Türkiye’deki mevcut Akıllı Şehir Yönetim Platformuna yönelik alt ve üst yapı uygulamaları incelenir.
- Proje için gerek duyulan alanlarda hizmet alınabilecek firmalar belirlenir.

Daha önce yapılan çalışmaların başarı-başarısızlık durumlarının tespiti

- Bu uygulamaları gerçekleştiren kurum ve firmalarla bilgi-tecrübe-fikir alış verişi yapılır.
- Başarılı süreçler arasında kıyaslama yapılarak bölge için en uygun teknoloji, yapı, ekipman, otomasyon, yöntem ve ürün belirlenir.
- Süreç içerisindeki karşılaşılan olumlu ve olumsuz durumlara dair bilgi notları hazırlanır ve bilgi havuzuna eklenir.

Türkiye’de önceden planlanan Akıllı Şehirler Yönetişim Mekanizması uygulamalarının hayata geçirilememesi ve temel başarısızlık faktörleri aşağıdaki maddeler halinde genel olarak sıralanmıştır:

- **Bağlantısız Sensör ve Saha Ekipmanları**

Akıllı şehir uygulama sistemleri ve bunlara bağlı envanter, sensörler, saha ekipmanları ve veri tabanları arasındaki iletişimsizlik, merkezi bir yönetim yaklaşımını engellemektedir. Bu durum, akıllı şehir uygulamalarının bütünleşik bir şekilde yönetilmesini zorlaştırmaktadır.

- **Birbirleriyle Haberleşmeyen Nesnelerin İnterneti Cihazları**

Nesnelerin İnterneti cihazlarının iletişim standartları belirlenmemiş ve küresel standartlara uyumsuz şekilde çalışması, verinin anlamlı bir şekilde işlenmesini ve entegrasyonunu imkânsız kılmaktadır. Bu durum, atıl ve kullanılmayan tek başına çalışan uygulamaların yaygınlaşmasına ve sensörlerin etkisiz hale gelmesine yol açmaktadır.

- **Üretici Bağımlı Protokoller, Sistemler ve Cihazlar**

Sensör ve yazılım üreticilerinin sunmuş olduğu akıllı şehir uygulamaları, şirket politikaları gereği marka bağımlı ve dönüştürülemez hale gelmektedir. Bu durum, güncel teknolojilerin takibini, satın alma ve projelerin gerçekleştirilmesini hem mali açıdan zorlaştırmakta hem de entegrasyon ve merkezi yönetim konularında firma ve ürün bağımlılığını artırmaktadır. Bu da karar vericilerin seçeneklerini kısıtlamaktadır.

- **Sadece Mevcut İhtiyaçlara Yönelik Çözümler**

Akıllı şehir uygulamalarında, çeşitli ihtiyaçların belirlenip sadece bu ihtiyaçlara yönelik sistemlerin seçilmesi, son kullanıcılar, merkezi yönetim ve diğer paydaşlar için sağlanan faydaları tek bir odak noktasında birleştirmektedir.

- **Gelecekte Doğabilecek İhtiyaçların Göz ardı Edilmesi**

Günümüzde, hızla değişen teknoloji ve büyüyen dünyada, ölçeklenebilir ve teknolojiye uyumlu sistemlerin seçimi büyük önem taşımaktadır.

- **Kullanıcılardan Gelen Geri Bildirilere İstinaden Gerekli Düzenlemelerin Yapılmaması**

Üreticiye bağımlı sistem ve ürünlerin bir arada sunulduğu projelerde, son kullanıcı ihtiyaçları ve ihtiyaçlara yönelik ürün geliştirme konusu genellikle ihmal edilmektedir. Ancak, Akıllı Şehir Yönetişim Mekanizması uygulamalarıyla birlikte, güncel kullanıcı ve karar verici ihtiyaçlarının sürekli olarak toplanması ve hızlı bir şekilde bu ihtiyaçlara cevap verilmesi mümkün olacaktır. Bu sayede, ihtiyaçlara yönelik geliştirmeler sürekli olarak yapılabilecektir.

- **Verinin ve İletişim Protokollerinin Standart Hale Getirilmemesi**

Veri paylaşımı ve Nesnelerin İnterneti yönetim platformu, akıllı şehir uygulama alanlarındaki veri ve iletişim protokollerinin standartlaştırılmasında önemli bir rol oynayacaktır. Bu durum, tercih edilen ve yaygın olarak kullanılan bir yapı oluşturarak akıllı şehir uygulamalarında veri entegrasyonunu kolaylaştıracaktır.

Literatür Araştırması

Literatür araştırması, bu projeyi uygulayacak kurum ve kuruluşlara mevcut durum hakkında bilgi vermek ve konu hakkında fikir sahibi olmalarını sağlamak amacıyla hazırlanmıştır.

Akıllı şehir çalışmaları, dünyanın birçok şehrinde, şehir bazında hazırlanan stratejilere dayanarak yürütülmektedir. New York, Seul, Barselona, Berlin, Londra, Manchester, Toronto, Sao Paulo, Dublin ve Chicago gibi önemli şehirler, akıllı şehir stratejilerine sahip örnek şehirler arasında yer almaktadır [3].

Dünyadaki çeşitli şehir modelleri incelendiğinde, iki farklı uygulama yaklaşımının benimsendiği görülmektedir. Bazı şehirler, teknoloji alanında öncü olma veya teknolojik bir cazibe merkezi haline gelme hedefleri doğrultusunda sıfırdan inşa edilmektedir. Diğer şehirler ise mevcut altyapıların güncellenmesi ve iyileştirilmesi yolunu tercih etmektedir. Aşağıda, bu kapsamda bazı örnekler verilmiştir:

Güney Kore

Songdo City, Güney Kore'de bulunan ve dünyanın ilk özel ekonomi bölgesi olarak inşa edilen akıllı şehir örneğidir. Şehir genelinde, yollara, binalara ve toplu taşıma araçlarına yerleştirilmiş sensörler ve Nesnelerin İnterneti teknolojileri kullanılarak kapsamlı bir akıllı altyapı oluşturulmuştur [5].

Amerika Birleşik Devletleri

Amerika Birleşik Devletleri'nin akıllı şehir alanındaki ilk çalışmaları, 2015 yılında Federal Hükümet tarafından başlatılan Akıllı Şehirler Girişimi ile başlamıştır. Bu girişim kapsamında, geniş bir Nesnelerin İnterneti uygulama yelpazesini içeren pek çok konuya yönelik 160 milyon dolarlık fon sağlanmıştır. Ayrıca, Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü tarafından akıllı şehir uygulamalarının geliştirilmesi, internete bağlı araç pilot projeleri ve Nesnelerin İnterneti uygulamalarının test ortamının oluşturulması gibi programları teşvik eden Küresel Şehir Takımları Yarışması gibi çeşitli destekleyici faaliyetler bulunmaktadır [4].

Federal Hükümetin Ağ ve Bilgi Teknolojileri Araştırma ve Geliştirme Programı tarafından da akıllı şehir teknolojisi için Federal Ajans yatırımlarını ve iş birliğini koordine etmek amacıyla Akıllı Şehirler ve

Topluluklar Çerçevesi adlı bir rehber yayınlanmıştır. Bu çerçeve, akıllı şehirler alanında yönlendirici bir rol oynamaktadır [4].

Singapur

Şehir devleti olan Singapur, akıllı şehir teknolojisi geliştirme konusunda çok avantajlıdır. Singapur, akıllı şehir çalışmaları çerçevesinde önemli adımlar atmıştır. 2014 yılında, ulusal çapta bir sensör ağı sistemi geliştirilmesi, konuşlandırılması ve iletişim altyapısının desteklenmesi için 1,6 milyar dolarlık bir yatırım yapılmış ve Akıllı Millet Girişimi uygulamaya konmuştur. Bu girişim kapsamında, devlet okullarında Wi-Fi kapsamının yaygınlaştırılması, veri depolama kapasitesinin optimize edilmesi ve kamu görevlilerine üç ila beş yıl süreyle dizüstü bilgisayar sağlanması gibi önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Toplamda 2,8 milyar dolarlık bir yatırım bu girişime ayrılmıştır [2].

Singapur'un akıllı şehir teknolojisi, yeşil enerji projelerinden şehir genelinde otonom otobüs sistemi geliştirilmesine kadar şehirle ilgili birçok alanı kapsamaktadır. Ayrıca, önemli bir girişim olan Sanal Singapur, adanın dijital üç boyutlu bir modeli olarak hizmet vermektedir. Sanal Singapur, belediye veri kaynakları, nüfus sayımı bilgileri ve coğrafi bilgi sistemleri gibi verileri içeren bir gösterge paneli sunmaktadır. Ayrıca, etkileşimli simülasyonlar aracılığıyla yeni binaların hava akışını veya otobüs güzergâhlarının değişikliklerinin Singapur genelinde seyahat sürelerini nasıl etkileyeceğini gösteren çeşitli kentsel planlama ve yönetim uygulamalarını da içermektedir [2].

Türkiye'de akıllı şehirlerle ilgili ilk politika, Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları 2003-2023 Strateji Belgesi'nde yer alan "Yaşam Kalitesinin Yükseltilmesi" hedefi altında Akıllı Ulaşım bileşenine odaklanmaktadır. Bu politika, "Çağdaş ve Güvenli Ulaştırma Sistemleri Geliştirme Yeteneği Kazanma" amacı doğrultusunda belirlenmiş olan eylemleri içermektedir. Bu eylemler arasında, karayolu ulaşımı için akıllı araçlar ve akıllı yol sistemlerinin geliştirilmesi için çalışmalar yapma ve ulaştırma ve turizm altyapıları için yangın ve güvenlik sistemlerinin geliştirilmesi yer almaktadır [3].

2019 yılı Temmuz ayında yayımlanan On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı'na dayanarak akıllı şehir konusundaki politikaları bütüncül ve önceliklendirilmiş bir şekilde ele almıştır. Bu plan, "99. Türkiye'de hazırlanan Ulusal Akıllı Şehir Stratejisi ve Eylem Planı ile yerel yönetimlerin akıllı şehir olma yolundaki hedeflerine yön verilmektedir" vizyonuyla tanımlanmıştır. Bunun yanında, akıllı şehir alanını doğrudan ilgilendiren politika ve tedbirler aşağıda sıralanmıştır [1]:

- 683. Yerel yönetimlerin akıllı şehir stratejilerini ve izleyecekleri yol haritalarını hazırlamaları teşvik edilecek, akıllı şehir projelerinin ulusal katmanda önceliklendirilen alanlar ve kabiliyetler

dikkate alınarak seçilmesi ve hayata geçirilmesi sağlanacak, akıllı şehir uygulamalarına yönelik yerli üretimin geliştirilmesi desteklenecektir.

- 683.1. Yerel yönetimlere akıllı şehir stratejilerini ve izleyecekleri yol haritalarını hazırlamalarına yönelik Ulusal Akıllı Şehir Stratejisi ve Eylem Planı esas alınarak rehberlik sağlanacaktır.
- 683.2. Akıllı şehir projeleri, büyükşehir belediyeleri ve 51 il belediyesi öncelikli olmak üzere akıllı şehir olgunluk değerlendirmesi ve kaynak tahsis kısıtları göz önünde bulundurularak önceliklendirilecektir.
- 683.3. Akıllı şehir uygulamalarında yerli teknoloji uygulamalarının desteklenmesinin yöntemleri analiz edilecek, ihale süreçlerinde esas alınacak yerli üretim oranı başta olmak üzere kriterler belirlenecektir.
- 683.4. Akıllı şehir ekosistemi analiz edilerek girişimciler, sistem geliştiriciler ve teknoloji sağlayıcılar gibi sektörün tüm paydaşları oluşturulacak dijital platformda buluşturulacaktır.

Akıllı şehirler alanı Türkiye’de çok sayıda paydaşın yer aldığı bir ekosistem ve karmaşık bir yönetim modeliyle ele alınmıştır. Bu durum, dağınık bir mevzuat yapısıyla yönetilmektedir. Bu bağlamda, akıllı şehirler konusunda mevzuatla desteklenen ortak bir ulusal stratejik vizyon oluşturma ihtiyacı vardır. Bu ortak stratejik vizyon, akıllı şehir çalışmalarının koordinasyonunu sağlamanın yanı sıra bu alandaki politikaların uygulanması için gereken Akıllı Şehir Yönetişim Mekanizması ve bu mekanizmada yer alan paydaş organizasyonların sürdürülebilirliğini sağlayacaktır [3].

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı bünyesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü ve Akıllı Şehirler ve Coğrafi Teknolojiler Dairesi Başkanlığı'nın kurulmasıyla, akıllı şehirler konusu Türkiye’de kurumsal bir yapı ve politika çerçevesinde irdelenmeye başlamıştır. Bu alanda ulusal ortak stratejik bir vizyon oluşturmak ve yön vermek amacıyla Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı liderliğinde 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı Projesi 10 Nisan 2018’de başlatılmıştır. Aynı zamanda Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri altyapısının kurulması ve geliştirilmesi çalışmaları da sürdürülmektedir [3].

Bu çerçevede, mevzuat, yönetim, koordinasyon, organizasyonel yapılanma, politika ve strateji belirleme, teknik altyapı ve teknoloji standartlarının belirlenmesi, farkındalık ve insan kaynağı kapasitesinin geliştirilmesi, izleme, değerlendirme ve raporlama gibi konular Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı Projesi ile birlikte, Coğrafi Bilgi Stratejisi ve Eylem Planı Projesi de 2018 yılında başlatılmıştır.

Akıllı şehircilikle ilgili araştırmalar yaparak strateji önerilerinde bulunma görevi, Yerel Yönetim Politikaları Kurulu'nun yetki ve sorumlulukları arasında yer almakta olup bu konu Cumhurbaşkanlığı himayesinde güçlü bir siyasi liderlikle desteklenmektedir [3].

2.4. İhtiyaç Analizi

Projeye duyulan ihtiyacı ortaya koyan verilerin incelenmesi

Akıllı şehir uygulamalarının ve sistemlerinin tek bir merkezi yapı altında yönetilmesi gerekmektedir. Farklı tipte sistemler, varlıklar ve verilerin entegrasyonunu sağlamak için akıllı şehir odak ve uygulama alanlarına uygun ortak dil ve modellerle yönetilecek bir Nesnelerin İnterneti Yönetim, Açık Veri ve Paylaşım Platformu ihtiyaç duyulmaktadır. Bu platform, uygulamaların yeteneklerini, verilerin anlamlı ve kapsamlı bir şekilde işlenmesini ve raporlanmasını sağlayarak farklı senaryolarda iletişim ve karar alma imkânı sunacaktır. Oluşturulacak platform, veri tutarlılığını, güvenliğini ve anlamlandırılmasını sağlayacaktır.

Akıllı şehir uygulamalarına ait verinin standartlara uygun bir şekilde karşılıklı değişimi için merkezi bir Açık Veri Platformu ve altyapısının geliştirilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması önemlidir. Sensörler ve sistemlerden elde edilen verinin merkezi bir şekilde toplanması ve güvenli bir şekilde paylaşılması, tüm paydaşların ihtiyaçlarını karşılamak için entegrasyonun gerekliliğini ortaya koymaktadır. Farklı sistemler ve sensörlerin çeşitliliği ve farklı amaçlara hizmet etmesi, entegrasyon sürecini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, veri ve veri paylaşım standartlarının belirlenmesi ve iletişim standartlarının oluşturulması, planlanan Açık Veri Platformu ve altyapısı için kritik öneme sahiptir. Bu çalışmaların, 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı kapsamında Açık Veri Platformu'nun merkezi yönetime de hizmet edecek şekilde kanuni ve teknik altyapısının birlikte yürütülmesi gerekmektedir.

Açık Veri Platformu, akıllı şehir uygulama geliştiricilerinin çalışmalarını platforma uyumlu hale getirme imkânı sunacaktır. Veri gizliliği ve paylaşımı göz önünde bulundurularak oluşturulacak platform, ileri düzeyde geliştirilmiş yetkilendirme kapsamına sahip olmalı ve esnek bir geliştirme ortamına açık olmalıdır.

Açık Veri Paylaşım Platformu'nun tek bir paket halinde sunulmaması, uygulama geliştiricilere ve son kullanıcılara esnek ve geliştirilebilir bir ortam sağlaması önemlidir. Bu durum, çalışabilirlik ve sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşımaktadır.

Nesnelerin İnterneti Yönetim Platformu'nun uygulanmasıyla, şehirdeki çeşitli akıllı şehir uygulamaları, akıllı sistemler ve sensörler gibi tüm cihazlar, kameralar da dahil olmak üzere şehir yönetimi tarafından verimli ve entegre bir şekilde yönetilebilecektir. Sahadaki Nesnelerin İnterneti cihazlarından elde edilen

veriler, anlamlı bir şekilde analiz edilerek, karar verme mekanizmalarına ve geleceğe yönelik tahminlere ve planlamalara destek sağlayabilecektir. Ayrıca, Nesnelerin İnterneti Yönetim Platformu sayesinde, iletişim kurmayan cihazlar dahi birbirleriyle iletişim kurabilecek ve şehir yönetimi tarafından belirlenen tüm olaylara, kritik ve acil durumlar dâhil olmak üzere otomatik müdahale sağlanabilecektir. Uygulama geliştiricilere, platform üzerinden sağlanacak olan akış şemaları, operatörler tarafından kolayca güncellenebilecek şekilde tasarlanacak ve olayların yönetiminde kullanılabilir. Bu sayede vatandaşlara daha kaliteli, verimli ve ihtiyaçlarına doğrudan ulaşan hizmetler sunulabilecektir.

Akıllı şehir yönetim uygulamalarının hayata geçirilmesiyle birlikte, verinin açık bir şekilde paylaşılması ve kullanılması, şehircilik hizmetlerinin daha kaliteli, etkili ve verimli bir şekilde sunulmasını sağlayacaktır. Ayrıca, planlanan açık veri havuzu, bugüne kadar uygulanamayan akıllı şehir uygulamalarının gerçekleştirilmesine ve bilimsel çalışmalara akademik faydalar sağlayacaktır.

Projenin uygulanması için, akıllı şehirler uygulamalarının metodolojisinin belirlenmesi ve tüm paydaşların projeye katılımının sağlanması önemli bir aşamadır. Çalıştaylar, anketler ve çalışma grupları gibi etkinlikler, bu metodolojiye dâhil edilmesi gereken adımlardandır.

Veri gizliliği ve paylaşımı konusunda yasal bir altyapının oluşturulması, bahsedilen faydaların kanuni bir çerçevede gerçekleştirilmesine olanak sağlayacaktır.

Proje ile ilgili beklentiler ve paydaşlara sağlanan faydalar ile çözüm getirilen problem ve sıkıntıların tespiti

Akıllı Şehir Yönetim Platformu projesinde bazı temel beklenti ve faydalar şunlar olabilir:

- Daha etkin ve verimli bir şekilde altyapı, hizmetler ve şehir yönetimi sağlanması
- Trafik sıkışıklığının azalması ve ulaşım sürelerinin kısılması
- Vatandaşların zaman ve enerji tasarrufu yapmasını sağlanması
- Enerji verimliliğini artırması ve doğal kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlanması
- Çevresel sorunlara duyarlı bir şehir yönetimi ve sürdürülebilir politikaların benimsenmesine olanak tanınması
- Vatandaşların güvenliğini artırması ve acil durumlara daha hızlı ve etkili bir şekilde başa çıkılmasını sağlanması
- Yeni teknolojileri şehir yönetimine entegre ederek teknolojik ilerlemeyi ve yeniliği teşvik etmesi
- Şehirleri daha çağdaş ve rekabetçi hale getirmesi

- Vatandaşların hizmetlere daha kolay erişmesine ve şehir yönetimine daha aktif katılımına olanak tanınması
- Vatandaşların ihtiyaçlarına daha hızlı ve doğru yanıtlar verilmesini sağlaması, vatandaş memnuniyetini artırması
- Şehirlerin ekonomik büyümesini ve istihdam olanaklarını artırması
- İnovasyonu teşvik etmesi, teknolojiye dayalı şehir hizmetleri ve iş modelleri oluşturması
- Şehir yöneticilerinin daha veri tabanlı ve akılcı kararlar almasını sağlaması

Yukarıda özetlenen beklentiler göz önünde bulundurulduğunda Akıllı Şehir Yönetim Platformu projesi için hedefler tespit edilmiştir:

- a) Veri toplama, yönetim ve şehrin farklı departmanları ve iştirakleriyle veri paylaşımının entegre bir şekilde gerçekleştirilmesi,
- b) Veri tanımları, güvenlik seviyeleri, bilgi depolama ve iletişim standartlarının oluşturulması,
- c) Şehir yönetimi ve hizmet alan paydaşların taleplerine uygun bir şekilde cevap verebilen bütünleşik ve entegre yönetim platformunun kurulması.

Akıllı Şehir Yönetim Platformu projesinin paydaşlara sağladığı faydaların yanı sıra, projenin çözüm getirdiği problem ve sıkıntılar da bulunmaktadır.

Akıllı trafik yönetimi ve ulaşım optimizasyonu sayesinde trafik sıkışıklığı azalabilir, trafik akışı düzenlenebilir ve seyahat süreleri kısaltılabilir. Çevresel verileri izleyerek ve analiz ederek çevre kirliliğini azaltma ve hava kalitesini iyileştirme potansiyeline sahiptir. Enerji ve su tüketimini izleme ve yönetme imkânı sağlayarak enerji verimliliğini artırabilir ve kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlar. Güvenlik kameraları ve sensörlerle şehir güvenliğini izlemek ve acil durum yönetimini iyileştirmek için kullanılabilir. Bu da vatandaşların güvenliğini artırır ve acil durumlarda daha hızlı ve etkili bir şekilde başa çıkılmasına yardımcı olur. Toplu taşıma güzergâhlarını ve sefer saatlerini optimize ederek vatandaşların daha verimli ve konforlu bir ulaşım deneyimi yaşamalarına yardımcı olur. Altyapı ve şebeke yönetimini izlemek ve sorunları tespit etmek için sensör ve izleme sistemlerini kullanabilir. Vatandaşların hizmetlere daha kolay erişmesine ve şehir yönetimine daha aktif katılımına olanak tanır. Vatandaşların ihtiyaçlarına daha hızlı ve doğru yanıtlar vermek, vatandaş memnuniyetini artırır. Çevreye duyarlı politikaların benimsenmesini ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmayı destekler. Yeni teknolojilerin şehir yönetimine entegre edilmesini sağlar ve teknolojik ilerlemeyi teşvik eder.

Projenin başarılı olmasını sağlayacak güçlü yönlerin ve başarısızlığa neden olabilecek zayıf yönlerin tespiti

- Güçlü Yönler
 - Akılcı karar alınmasını sağlaması
 - Teknolojik ilerleme ve yeniliği teşvik etmesi
 - Verimli kaynak kullanımını teşvik etmesi
 - Toplum ve vatandaş odaklılığını desteklemesi
 - Trafik ve ulaşımda iyileşme sağlaması
 - Güvenlik kameraları ve sensörlerle şehir güvenliğini izlemek ve acil durum yönetimini iyileştirmek için kullanılması
- Zayıf Yönler
 - Yüksek maliyet
 - Entegrasyon zorlukları
 - Veri Güvenliği ve Gizlilik Endişeleri
 - Teknik Yetersizlikler
 - Vatandaş Kabulü ve Farkındalık
 - Veri Uyumluluğu ve Standartlaştırma

2.5. Talep Analizi

Proje ile üretilecek ürünlere ve/veya sunulacak hizmetlere yönelik mevcut talebin tespiti

- Nüfus, tüketim alışkanlıkları, dikkate alınarak talep miktarları belirlenir.

Akıllı şehir kavramının temel hedefi, şehir sakinlerinin yaşam kalitesini yükselterek mutlu, kolay ve kaliteli bir hayat sürmelerini sağlamaktır. Şehirdeki vatandaşların mutluluğu arttıkça, şehrin ekonomik verimliliği ve refah düzeyi de doğru orantılı olarak artacaktır.

Bu amacın gerçekleştirilmesinde, Akıllı şehir yönetim uygulamalarının hayata geçirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Akıllı şehir yönetim uygulamaları, aşağıdaki taleplerin karşılanmasını hedefleyerek bu amacı gerçekleştirmeye yönelik bir çözüm sunmaktadır:

- Tüm akıllı şehir Uygulamalarının harita üzerinde katmanlı olarak anlık çalışma durumlarının gösterilmesi,
- Entegre sistemler aracılığıyla operatör müdahalesini azaltarak karar destek mekanizmalarının geliştirilmesi,
- İhbara gerek kalmaksızın sistemlerin otomatik olarak işletilmesi,

- Tüm sistemlerin tek bir ara yüzden izlenerek anlık müdahale imkânının sağlanması,
- Marka ve model bağımsız sistemlerin birlikte işletilebilirliğinin sağlanması,
- Teknik personelin müdahalelerinin izlenmesi ve yapılan işlemlerin kaydedilmesi,
- Anlık saha bilgileri dayalı olarak iş akış senaryolarının oluşturulması,
- Mobil cihazlar aracılığıyla sistemlere erişim ve kullanım imkânının sağlanması,
- Olay, arıza tipi, sayısı, konum, müdahale eden kişi, tarih gibi raporlamaların alınabilmesi,
- Veri analizleri oluşturma, detaylı çapraz raporlamalar ve dinamik grafiklerin oluşturulabilmesi,
- Hızlı müdahale imkânıyla sistem bileşenlerine ve olaylara karşı aksiyon alınması,
- Vatandaşa yönelik servislerin sunulması ve vatandaşın akıllı şehir uygulamalarına katkı sağlaması,
- Uygulama geliştiricilere belirli standartlarda web servisleriyle uygulama geliştirme ortamı sunulması.

Talebin gelecekteki gelişim potansiyeli ve talep için gelecek öngörülerin tespiti

- Geleceğe yönelik nüfus, ekonomi ve teknoloji öngörülerini dikkate alınarak hesaplamalar yapılır.

Akıllı Şehir Yönetimi, bilgi teknolojilerinin temelinde veri kullanımına dayanmaktadır. Bu çerçevede, veri işleme ve analiz altyapısının geliştirilmesiyle, BT yönetim hizmetlerinin merkezileştirilmesi ve otomatikleştirilmesi, Nesnelerin İnterneti ve analitiklerin kullanımıyla iş çevikliğinin artırılması hedeflenmektedir. Veri entegrasyonu ve açık veri platformu, akıllı şehir uygulamalarında maliyet, güvenlik, sürdürülebilirlik, çeviklik, süreklilik ve yedeklilik gibi konuları önemli ölçüde geliştirecektir.

Akıllı şehir Uygulamaları, çok fazla bileşenin ve sistemin entegrasyonu ile hayata geçirilmektedir. Nesnelerin İnterneti, adreslenebilir nesneler arasında kurulan bir ağdır ve bu ağdaki nesneler belirli bir protokol üzerinden iletişim kurmaktadır. Akıllı şehirlerde, cihazlar arasında doğrudan iletişim sağlayan Makineler Arası Bağlantı (M2M), Nesnelerin İnterneti yazılım uygulamalarının optimize edildiği Nesnelerin İnterneti Envanter Optimizasyonu ve Nesnelerin İnterneti uygulamalarındaki bağlantı katmanlarının yönetimini sağlayan Nesnelerin İnterneti Yönetim Platformları gibi uygulamaların kullanımı yaygınlaştırılarak akıllı şehir varlıkları arasındaki bağlantılar geliştirilecektir.

Ayrıca, akıllı şehirlerde geleceğin bilgi teknolojilerini etkileyecek yeni teknolojiler ve yaklaşımlar da önemli bir yer tutmaktadır. Bu teknolojiler arasında artırılmış analiz, yapay zekâ, blok zincir, yeni nesil baskı, robotlar, biyoteknoloji, mikro/nano/opto-elektronik ve kuantum bilgisayarlar gibi alanlar bulunmaktadır. Bu teknolojilerin akıllı şehirlerde kullanılmasıyla tahmini analiz ve paylaşımlar gerçekleştirilebilecek, makine öğrenmesiyle faaliyetler otomatikleştirilebilecek ve programlanabilir malzemelerin kullanımıyla akıllı şehir dönüşümü hız kazanacaktır.

3. Teknik Analiz ve Alternatif Teknolojilerin Değerlendirilmesi

Fiziki/Mekânsal Büyüklük

- Fiziki/mekânsal büyüklük projenin gerçekleşeceği şehir, kent, mahalle, bölge, yaşam alanına bağlıdır.

Kapasitenin Belirlenmesi

- Veri Toplama Altyapısı
- Veri Kalitesi
- Veri Analitiği ve Yeteneği
- Veri Entegrasyonu
- Veri Ölçeklenebilirliği
- Veri Erişilebilirliği ve Paylaşımı
- Veri Doğrulanabilirliği ve İtibarlı Kaynaklar

Yapısal Proje Gereksinimleri

Akıllı Şehir Yönetim Platformu uygulaması için yapısal proje gereksinimleri aşağıda fazlara bölünmüş şekilde verilmektedir. Her fazın açık girdi ve çıktıları ile tanımlı faaliyetleri olduğu Şekil 1 ile gösterilmektedir.



Şekil 1. Proje Yaşam Döngüsü [3]

Hazırlık Fazı

- Şartname incelemeleri yapılmalıdır.
- Sistem analizleri gerçekleştirilmelidir.
- Analizler sonucunda tasarım dokümanları hazırlanmalıdır.
- Proje idari dokümanları hazırlanmalıdır.
- Proje paydaşlarının belirlenmesi ve atanması gerçekleştirilmelidir.

- İş programı çıkarılmalıdır.

Planlama Fazı

- Tasarımlar tamamlanmalıdır.
- İş programı onaya sunulmalıdır.

Yürütme Fazı

- Yazılım süreçleri yürütülmelidir.
 - Dizaynın şartnameye göre yapılması
 - Yeni ürünlerin entegrasyonu
 - Eski sistemin entegrasyonu
- Kalite süreçleri yürütülmeli ve dokümantasyonunun yapılması sağlanmalıdır.

İzleme ve Kontrol Fazı

- İzleme ve kontrol fazında, çalışmaların şartname ve kurumun talepleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirildiği ve elde edilen çıktıların kabul edilebilir standartlara sahip olduğunun tespit edilmesi önemlidir. Bu, projenin ilerlemesinin düzenli bir şekilde takip edilmesini ve yapılan çalışmaların istenen sonuçları sağlamasını sağlar. Ayrıca, yapılan tespitlerle potansiyel sorunların önüne geçilerek, projenin başarıya ulaşmasına katkı sağlanır.

Kapatma Fazı

- Projenin kapatma fazında, tüm görevlerin başarıyla tamamlandığının ve entegrasyonların yapılarak sistemin düzenli çalıştığı tespit edilir.

Yazılım ve Donanım Gereksinimleri

Proje kapsamında ihtiyaca göre kurulacak çeşitli sistemlerde kullanılacak teknolojik gereksinimler aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- Büyük Veri

Günümüzde bilgi toplumunun etkilerini her alanda gözlemlemek mümkündür. Akıllı telefonlarımızın yanı sıra evlerde bilgisayarlar ve şirketlerde bilgi teknolojileri birimleri gibi unsurlarla karşılaşılmaktadır. Ancak, bilgisayarların hayatımıza girmesinden yaklaşık yarım asır sonra, bilgi miktarı toplanmaya ve anlamlı bir şekilde işlenmeye başlamıştır. Günümüzde bilgi miktarı ve erişim hızı artmıştır. Bu niceliksel değişiklik, niteliksel değişikliği de beraberinde

getirmiştir. İlk olarak astronomi ve genetik alanlarında başlayan veri toplama süreci, anlamlı bir bütün oluşturacak şekilde gerçekleşmiştir. Büyük Veri kavramı da ilk olarak bu alanlarda kullanılmış, daha sonra ise hemen her alana yayılmıştır. Günümüzde Büyük Veri, hayatın her alanında kendini göstermektedir [6].

Büyük Veri; sosyal medya paylaşımları, ağ günlükleri, bloglar, fotoğraf ve video dosyaları, log dosyaları gibi çeşitli kaynaklardan elde edilen verilerin anlamlı ve işlenebilir hale getirilmiş halidir. Daha önceleri yapısal olmayan veriler, ilişkisel veri tabanlarında tutulan yapısal verilere göre önemsiz kabul edilmiştir. Ancak Büyük Veri kavramıyla birlikte, bu yapısal olmayan veri yığınının aslında büyük bir değer potansiyeline sahip olduğu anlaşılmıştır. Büyük Veri; web sunucularının logları, internet istatistikleri, sosyal medya yayınları, bloglar, mikrobloglar, hava durumu sensörleri ve GSM operatörlerinden elde edilen arama kayıtları gibi birçok bilgi kaynağını içermektedir. Doğru analiz yöntemleriyle değerlendirildiğinde, şirketlerin stratejik kararlarını daha doğru bir şekilde almasına, risklerini daha iyi yönetmesine ve inovasyon yapmasına olanak tanımaktadır [6].

Çoğu şirket, mevcut veri ambarları ve veri madenciliği yöntemleriyle elde ettikleri verilere dayanarak kararlar almaya devam etmektedir. Ancak, tüketici eğilimlerini dinamik bir şekilde öngörebilmek ve bu doğrultuda hareket edebilmek için Büyük Veri analizine ihtiyaç vardır. Büyük Veri; geleneksel veritabanı araçları ve algoritmalarıyla zor bir şekilde işlenebilen, oluşturulması, depolanması, akışı ve analizi gibi birçok konuyu içeren bir terimdir. Veri hacmi, klasik veritabanı sistemlerinin kaldıramayacağı kadar büyüktür ve verinin hızla artması bir bilgisayar veya veri depolama biriminin sınırlarını zorlamaktadır. Dünya genelinde günlük olarak üretilen veri miktarı 2012 yılı itibarıyla 2.5 Kentilyon bayttır. Bu boyutta veri işleme ve transferi işlemlerine Büyük Veri (Big Data) denmektedir [6].

Günümüzde, hızla büyüyen veri miktarını tutabilme konusunda geleneksel veritabanları yetersiz kalmaktadır. İlişkisel veritabanları genellikle gigabayt seviyesinde veri saklayabilirken, büyük veri petabayt seviyelerinde veriyi barındırma kapasitesine sahiptir. Ancak, Büyük Veri yalnızca toplu işleme (batch processing) işlemleri için uygun olup geleneksel ilişkisel veritabanlarının ACID (Atomik, Tutarlı, İzole, Dayanıklı) tabanlı işlem özelliklerinin tamamına sahip değildir. İlişkisel veritabanları, okuma, yazma, güncelleme ve silme işlemlerini ACID destekleyecek şekilde çeşitli kilitleme mekanizmalarıyla korumakta, böylece tutarsızlık önlenmektedir. Büyük Veri ise genellikle bir kez yazılan ve daha sonra tekrar tekrar okunan durumlarda kullanılmakta ve farklı veri kümeleri arasında sabit ilişkilerin (Relations) önemsiz olduğu durumları kapsamaktadır. Bu ölçekteki veri, RFID sensörlerinden sosyal medyaya ve hastanelere kadar birçok alanda üretilmektedir. DNA dizilişleri, hava durumu sensörleri gibi kaynaklar da dahil olmak üzere, bu ölçekteki verinin işlendiği ve saklandığı birçok alanda Büyük Veri'nin bir gereksinim olduğu açıktır [6].

- Büyük Veri İçerisindeki Veri Bileşenleri

Büyük Veri platformunun oluşturulmasında beş temel bileşen bulunmaktadır. Bunlar çeşitlilik (variety), hız (velocity), hacim (volume), doğrulama (veracity) ve değer (value) olmak üzere 5V olarak ifade edilmektedir [6].

1. Çeşitlilik (variety): Veri çeşitliliği büyük bir öneme sahiptir, çünkü üretilen verilerin çoğu yapısal olmayan formattadır ve her yeni teknoloji farklı veri formatları üretebilmektedir. Örneğin, telefonlar, tabletler, bütünleşik devreler gibi çeşitli kaynaklardan gelen veri tipleriyle ilgilenmek gerekmektedir. Ayrıca, bu verilerin farklı dillerde veya Unicode olmayan karakterlerle kodlanabileceği düşünüldüğünde, bu verilerin birbirleriyle entegre olması ve dönüştürülebilmesi önemlidir [6].
2. Hız (velocity): Büyük Veri, hızla üretilen bir veri akışına sahiptir ve bu akış hızı giderek artmaktadır. Verinin hızlı bir şekilde üretilmesi, bu veriye ihtiyaç duyan işlemlerin ve çeşitliliğinin de aynı hızda artmasına yol açmaktadır [6].
3. Veri hacmi (volume): Kurumlar, büyük veri hacmiyle başa çıkmak için veri arşivleme, işleme, bütünleştirme ve depolama gibi teknolojileri nasıl kullanacaklarını planlamalıdır. Son yıllarda dünya genelinde bilişim harcamaları yıllık %5 artarken, üretilen veri miktarı %40 artmaktadır [6].
4. Doğrulama (verification): Bu bilgi yoğunluğu içerisinde, verinin akışı sırasında güvenilir olması da önemli bir bileşendir. Verinin doğru katmandan geçtiğinin ve gerekli güvenlik düzeyinde izlendiğinin sağlanması, doğru kişiler tarafından erişilebilir veya gizli tutulması gerekmektedir. Bu, verinin güvenilirliğini ve bütünlüğünü korumak için gereklidir [6].
5. Değer (value): En önemli bileşen ise verinin değer yaratmasıdır. Büyük Veri'nin üretim ve işleme aşamalarından sonra kurum için gerçek bir artı değer sağlaması gerekmektedir. Anlık olarak karar verme süreçlerine etki etmesi ve doğru kararı hızla sunabilmesi oldukça önemlidir. Örneğin, sağlık konusunda stratejik kararlar alan bir devlet kurumu, hastalık, ilaç ve doktor dağılımlarını bölgesel ayrıntılarla anlık olarak görebilmelidir. Hava Kuvvetleri, tüm uçuş envanterindeki araçların anlık konumlarını ve durumlarını izleyebilmeli ve geriye dönük bakım geçmişlerini takip edebilmelidir. Bir banka, kredi vereceği kişinin demografik bilgilerinin yanı sıra yemek yeme, tatil yapma alışkanlıklarını dahi izleyebilmeli ve gerekirse sosyal medya aktivitelerini gözlemleyebilmelidir [6].

o Büyük Veri Kullanımının Artmasının Nedenleri

1980'lerde ürün odaklı yaklaşımın hüküm sürdüğü dönemde, şirketlerin temel amacı belirli bir ürünü üretmek ve müşteriye ulaştırmaktı. Bu dönemde ERP (Enterprise Resource Planning) sistemleri önem kazanmıştır. ERP sistemlerinin geliştirilmesindeki asıl hedef, müşteriye, kurulum merkezini, tedarikçileri ve üretimi tek bir platformda birleştirmektir. Ancak bu

sistemde doayunluk noktasına gelindiğinde insanlar Şu soruyu sormaya başlamıştır: "Benim işin gerŐekten doayru mŐŐteri kim?" [6]

CRM (Customer Relationship Management - MŐŐteri İlişkileri Yönetimi) sistemlerinin ortaya ŐıkıŐı, bu soruyla başlamıştır. CRM'in asıl odaklandığı nokta, doayru ürünü/hizmeti, doayru mŐŐteriye, doayru fiyatla, doayru kanalla, doayru yerde ve zamanda sunmaktır. Bu nedenle, artık mŐŐteriye göre ürün belirleme dönemi başlamıştır, ürünün önceliği ise azalmıŐtır. Son 10 yılda önemi giderek artan bu metodoloji, mŐŐteri odaklı yaklaşımın vazgeŐilmez bir parŐası haline gelmiştir [6].

Veri miktarının hızla artmasının nedenleri arasında, sosyal medya etkileŐimlerdeki hacmin büyümesi, konuma duyarlı cihazların sayısının artması ve "akıllı sensörler" aracılığıyla fiziksel dünya hakkında bilgi yakalayıp ileten cihazların sayısının artması ön plana Çıkmaktadır. Bunlara ek olarak, video ve medya kaynakları da veri miktarındaki artışın bir diayrer önemli etkenleridir [6].

- Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin İnterneti, fiziksel nesnelerin birbirleriyle veya geniş ölŐekli sistemlerle iletişim kurabildiği bir aaydır. Her bir nesne, benzersiz bir tanımlayıcıya (unique identifier) sahip olarak internet altyapısı üzerinden baaylanabilmekte ve bu da küçük bileşenlerin bir araya gelerek daha büyük ve deayrerli sistemler oluŐturmasına imkân tanımaktadır [7].

Amerikan Federal Ticaret Komisyonu'na göre, Nesnelerin İnterneti, "günlük hayatta kullandığımız nesnelerin internete baaylanarak veri alışverişi yapabilme yeteneğidir" [8]. Bu tanıma göre nesne kavramı oldukça geniş bir anlam taşımakta ve izleme cihazları, sensörler, biyoŐipler veya erişim düzenekleri gibi her türlü cihazı içermektedir. Bir cihazın "akıllı" olarak kabul edilmesi ve nesne olarak nitelendirilmesi için tekil bir isme (unique id) sahip olması, baaylanabilir olması ve bir sensöre sahip olması gerekmektedir. Bu özellikler sayesinde akıllı nesne, herhangi bir yerden erişilebilir ve kontrol edilebilir hale gelmektedir [9]. Bununla birlikte, günümüzde yaygın olarak kullanılan IP adreslerinin sınırlı olması sebebiyle nesnelerin tekil bir isme sahip olması imkânsızdır. Ancak, IPv6'nın kullanımıyla nesneler gerŐekten benzersiz bir şekilde adreslenebilir hale gelecektir.

Akıllı trafik sistemlerinden örnek vermek gerekirse, insanların konum bilgilerini merkezi bir sisteme iletmeleri, trafik hareketliliğinin analiz edilerek trafik yoğunluayru, akış hızı ve tahmini varıŐ süreleri gibi bilgilerin belirlenmesine olanak saaylamaktadır. Bu bilgiler sayesinde yeni yola Çıkan kişiler, trafik durumuna baayru olarak alternatif rotaları seayrebilmektedir. Bu şekilde, trafik yönetimi daha etkili bir şekilde gerŐekleŐtirilebilmektedir [3].

Bir diayrer örneayre baktığımızda ise; bir otelde, her odadaki karbon monoksit seviyesi sensörler aracılığıyla ölçülerek yönetim sistemiyle paylaşılmaktadır. Yönetim sistemi, belirlenen kritik seviyeler aŐıldığında elektrik ve gaz vanalarını kapatırken, yangın musluklarını aaylabilmektedir.

Ayrıca, yönetim sistemi, sürekli olarak gelen verileri analiz ederek odalardaki karbon monoksit seviyesinin günün farklı saatlerinde nasıl değiştiğini belirleyebilmekte ve bu saatlerde pencerelerin kapalı tutulmasını önermektedir [3].

"Nesnelerin İnterneti" teriminin Türkçe karşılığı TBD 32. Ulusal Bilişim Kurultayı'nda Prof. Dr. Aydın Köksal tarafından olumlu bir şekilde değerlendirilmiştir, ancak "Nesneler İnterneti" ifadesini de önermiştir.

o Nesnelerin İnterneti Uygulama Alanları

Bilgi işleme ve iletişim sistemleri, bilginin işlenmesi ve paylaşımına olanak sağlayan altyapı, telekomünikasyon ve yazılımsal uygulamaları kapsamaktadır. Nesnelerin İnterneti uygulamalarının başarılı bir şekilde geliştirilmesi için bu sistemlerin uyumlu çalışması hayati önem taşımaktadır. Bu uyum sayesinde Nesnelerin İnterneti uygulamaları birçok alanda kullanılabilir hale gelmekte ve insanların yaşamında kolaylıklar sağlamaktadır [10].

Bu doğrultuda Nesnelerin İnterneti'nin sağladığı kolaylıklardan bazıları aşağıda verilmektedir [10]:

1. Enerji tüketiminde isteğe bağlı kullanımının sağlanması,
2. Askeri alandaki uygulamalarda kolaylık sağlanması,
3. Yapılacak işin tek bir yerden değil de istenilen yerden, istenildiği şekilde ve istenildiği zamanda yapılabilmesi.

Nesnelerin İnterneti'nin kullanıldığı birçok alandan bazıları aşağıda sıralanmıştır [10]:

1. Akıllı ev uygulamaları
2. Akıllı şehir uygulamaları
3. Bilimsel çalışma uygulamaları
4. Bilişim sektörü uygulamaları
5. Enerji uygulamaları
6. Günlük kullanım uygulamaları
7. Güvenlik uygulamaları
8. İmalat/üretim uygulamaları
9. İnşaat uygulamaları
10. Kamu sektörü uygulamaları

11. Sağlık uygulamaları
12. Servis Sağlayıcı uygulamaları
13. Tarımsal üretim uygulamaları
14. Taşımacılık uygulamaları
15. Ticaret uygulamaları

Nesnelerin İnterneti teknolojileriyle birlikte birçok uygulamada ilerleme kaydedilmiştir. Bu uygulamalar arasında akıllı araçlar, çevrimiçi haritalar, internet erişimi, ses-video içeriği, konum tabanlı bilgi sunumu, hırsızlık önleme uyarı sistemleri, acil durumlarda yardım çağırma gibi özellikler yer almaktadır [10].

Akıllı evlerde güvenlik sistemleri, ışıklandırma, klima kontrolü gibi birçok bileşen mobil cihazlar aracılığıyla izlenebilmekte ve uzaktan kontrol edilebilir hale gelmektedir. Buzdolapları, fırınlar, ısıtma sistemleri gibi ev eşyaları internete bağlanabilmekte, bu da ev sahiplerine cihazların durumunu izleme, açma-kapatma yetkilendirme ve farklı koşullarda bildirim alma gibi imkânlar sağlamaktadır. Ayrıca, yaşlı ve engelli bireylerin yaşamını kolaylaştırmaya yönelik Nesnelerin İnterneti uygulamaları da mevcuttur [10].

Akıllı şehir uygulamaları için Nesnelerin İnterneti tarafından gerçekleştirilebilecek çeşitli uygulamalar arasında; su kalitesi kontrolü, köprü sağlamlık kontrolleri, yangın söndürme sistemleri, hava kirliliği kontrolü, çöp konteynerlerinin doluluk kontrolleri, otoparkların araç park etme kontrolü, radyasyon seviyesi kontrolü, gürültü seviyesi kontrolü, şehir trafik yoğunluğu kontrolü, su sistemlerinin sağlamlık kontrolleri ve insan yoğunluğu tespiti gibi örnekler yer almaktadır [10].

IDC (International Data Corporation) verileri incelendiğinde, 2025 yılında dünya genelinde 41.6 milyar IoT cihazın (Nesne) bulunacağı öngörülmektedir. Nesnelerin İnterneti uygulamaları, bu cihazların tek tek erişilebilir olmasını sağlayarak birçok sensör verisinin birleştirilmesini ve değer üretilmesini hedeflemektedir. Fiziksel ortamlardan gelen yüksek miktardaki sensör verileri (data), analiz edilerek bilgiye (information) dönüştürülmekte ve operatörlere veya ilgili kişilere iletilmektedir. Ayrıca, bu verilerin sistemler yardımıyla işlenerek bir faaliyet gerçekleştirilmesi de sağlanmaktadır. Bu bağlamda, Nesnelerin İnterneti ve Büyük Veri kavramları birbiriyle iç içe geçmiştir [10].

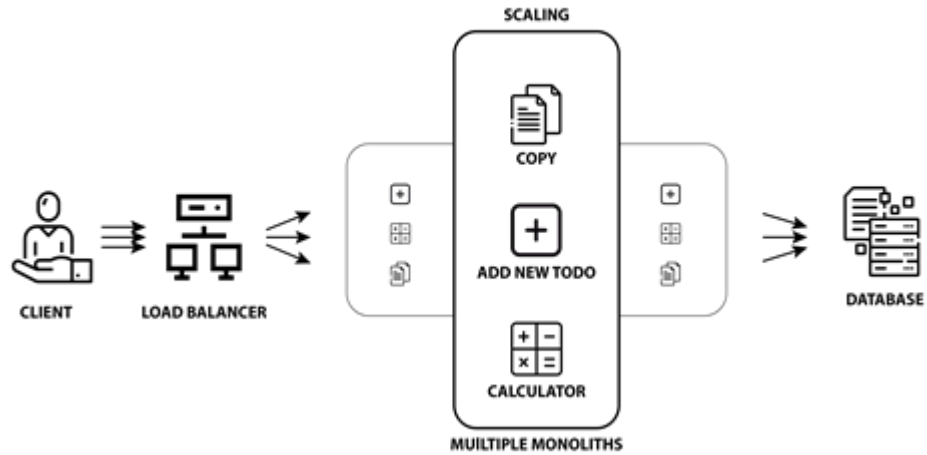
- Monolitik (Monolithic) Yazılım Mimarisi

Monolitik yazılım mimarisi, kendine yeten (self-contained) ve tek parça halinde tasarlanan bir yapıya sahiptir. Bileşenler (components) birbirine bağımlıdır ve standart bir şekilde oluşturulmaktadır [11].

Günümüzde kurumsal projeler genellikle Servis Yönelimli Mimari (Service Oriented Architecture) ile geliştirilmektedir. Bu mimaride, tüm bileşenler tek bir çatı altında yer almaktadır. SOA, yönetilebilirlik (manageability), bakım (maintenance) ve birlikte çalışabilirlik (interoperability) gibi kavramları dikkate alarak geliştirilmiştir. Şirketlerin bilgi işlem yaklaşımlarında pazarlama odaklı bir yönelim görülmektedir ve bu da sürekli entegrasyon ihtiyacını beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, Monolitik mimariye sahip SOA'lar istemsizce büyümektedir [12].

Özetle, Monolitik mimari tek parça bir yapıyı ifade ederken, SOA ise tüm bileşenlerin tek bir çatı altında bulunduğu ve sürekli büyüme eğilimi gösteren bir yapıyı temsil etmektedir.

- Monolitik (Monolithic) Mimari'nin Getirdiği Bazı Dezavantajlar [12]



Şekil 2. Monolitik Mimari [12]

Şekil 2'de, ölçeklendirilebilirlik için bir yük dengeleyiciyle desteklenmiş kendi kendine yeten bir monolitik yapı gösterilmektedir. Ancak bu yaklaşımın dezavantajı, ölçeklenmesi gerekmeyen bileşenlerin de dâhil olduğu tüm monolitik yapının kopyasının başka bir ortamda depolanması ve çalıştırılması gerekliliğidir [12].

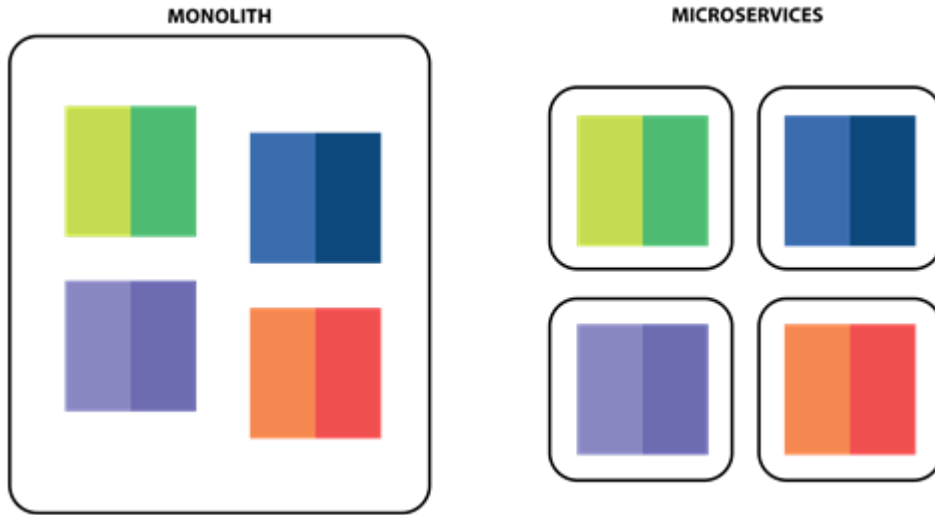
Diğer dezavantajlardan ise aşağıda bahsedilmektedir [12]:

Tüm bileşenlerin aynı uygulama çalışma ortamı ve programlama dili kullanılarak geliştirilmesi gerekliliği, monolitik yapıda ortaya çıkan bir kısıtlamadır. Bu durum, bir bileşen üzerinde yapılan değişikliklerin tüm monolitik yapıda yeniden uygulanmasını ve sistemin yeniden başlatılmasını gerektirmesi anlamına gelmektedir. Ayrıca, versiyon yönetimi zorlaşmakta ve bileşenler arasındaki bağımlılıklar nedeniyle bir bileşenin değiştirilmesi diğer bileşenleri olumsuz etkileyebilmektedir. Bu durumlar sürekli kurulumu zorlaştırmaktadır.

Monolitik mimaride, bileşenler arasındaki bağımlılık nedeniyle herhangi bir bileşende yapılan değişikliklerin diğer bileşenleri etkileme potansiyeli en büyük dezavantajlardandır. Örneğin, belediye otobüslerinde kullanılan ekran servisini geliştirirken, otobüs içindeki ekranlara yeni özellikler eklemek istenirse, diğer servislerden birinde hata oluşması durumunda tüm sistem etkilenebilmektedir. Ayrıca, yazılım ekipleri arasındaki iletişim ve koordinasyon becerilerinin yüksek olması gerekmekte, farklı özellikler ekledikçe kod tabanının karmaşıklaşması ve mikro düzeyde kurulum yapılamaması gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, ölçeklendirme ve mikro kurulum sağlamaktan daha fazlasını içeren monolitik mimariyle ilgili zorluklar mevcuttur.

Bu durumda her biri bağımsız olarak gerçekleşen bir yaklaşım daha iyi olabilir. Bu sebeple, geleneksel SOA yerine yenilikçi bir yaklaşım olan Mikroservisler ön plana çıkmaktadır. Mikroservisler, geleneksel SOA'nın getirdiği karmaşıklığı azaltarak ve yönetimini kolaylaştırarak bu hedefe ulaşmayı sağlamaktadır [12].

- Mikroservis Yazılım Mimarisi



Şekil 3. Mikroservis - Monolitik Karşılaştırma

- Mikroservis Mimarisi'nin Getirdiği Avantajlar ve Dezavantajlar

Mikroservis mimarisi, sürekli büyüyen ve plansız bir şekilde gelişen monolitik yapıdaki servislerin neden olduğu karmaşıklığı ve yönetim zorluklarını çözmeye odaklanmaktadır. Bu yaklaşım, geleneksel SOA'nın yerini almak için bir alternatif olarak düşünülmemelidir. Tam tersine, yenilikçi SOA yaklaşımıyla birlikte kullanılarak karmaşıklığı azaltmayı ve yönetimi kolaylaştırmayı amaçlayan bir kavramdır [12].

Mikroservis mimarisinin avantajları şunlardır [13]:

1. Servislerin farklı dillerde ve farklı yazılım kütüphanelerinde geliştirilebilmesi,

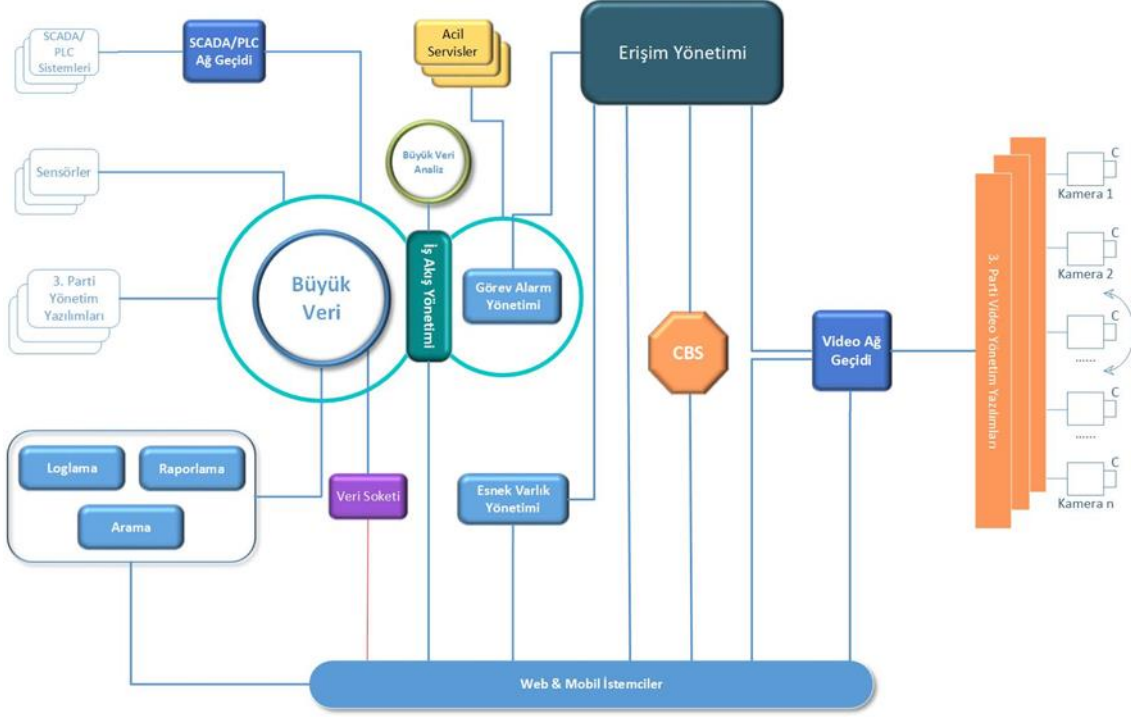
2. Her bir servisin birbirinden bağımsız olarak değiştirilebilmesi, kolay test edilebilmesi ve derlenebilmesi,
3. Sürekli kuruluma olanak sağlaması ve hızlı kurulumlar gerçekleştirilebilmesi,
4. Her bir servisin ölçeklendirme açısından bağımsız olarak yönetilebilmesi,
5. Servislerin bağımsız olmasının kod tabanını basit ve bakımını kolay hale getirmesi,
6. Versiyonlama işlemlerinin kolaylıkla gerçekleştirilebilmesi,
7. Yeni özelliklerin kolaylıkla sistem üzerine entegre edilebilmesi.

Mikroservis mimarisinin dezavantajları şunlardır [13]:

1. Servislerin birbirinden bağımsız olması sebebiyle aynı iş objelerini kullanmaları durumunun kod tekrarına yol açabilmesi,
2. Servislerin farklı platformlarda ve ortamlarda çalışabilmesinin yönetim ve izleme maliyetlerini artırabilmesi,
3. Birden çok veritabanı ve veri aktarımının yönetimi karmaşık hale getirmesi.

Yukarıdaki maddelerin zaten çözümü ve yönetimi otomasyon araçlarıyla mümkün olabilmektedir. Ayrıca, Mikroservis yaklaşımının getirdiği avantajlar göz önüne alındığında, bu dezavantajlar göz ardı edilebilir. Yönetim tarafında ise DevOps kavramıyla kolayca ele alınabilir. Veri aktarımı (transaction) yönetimi için ise DTC (Distributed Transaction Manager - Dağıtık İşlem Yöneticisi) gibi çözümler bulunmaktadır.

Akıllı Şehir Yönetim Platformu, Mikroservis Mimarisine dayanan ve Büyük Veri ve Nesnelerin İnterneti sistemlerine entegre olabilen bir platform olmalıdır. Şekil 4'te görülen Akıllı Şehir Yönetim Platformu Mimarisi Topolojisi, bu gereklilikleri karşılamak için tasarlanmıştır.



Şekil 4. Akıllı Şehir Yönetim Platformu

Alternatif teknolojiler nelerdir? Karşılaştırma yapınız.

- **Konteyner Orkestrası Yönetimi (Container Orchestrator)**

Mikroservis mimarisinde, konteyner orkestrası yönetimi üzerinde geliştirme yapılması gerekmektedir. Her bir mikroservis, konteyner yapılarında mevcuttur. Konteyner orkestrası yönetimi, bu konteynerlerin kaynak ihtiyacına göre ölçeklenebilir hale gelmelerini sağlamaktadır. Aynı zamanda, kaynak limitlerine veya belirlenen ihtiyaçlara göre mikroservislerin çoğalıp azalmasını kontrol ederek sistemin dağıtık bir yapıya sahip olmasını sağlamaktadır. Mikroservislerin çalışmaması durumunda, yeni mikroservisler oluşturularak yedeklilik sağlamaktadır. Konteyner orkestrası yönetimi için çeşitli araçlar mevcuttur. Bu araçların bulut sistemlerinde (cloud) ve yerleşik sistemlerde (on-premise) kullanılabilir şekilde olması önemlidir. Ayrıca, bu araçların hem sanal makinelerde hem de fiziksel (bare-metal) makinelerde sorunsuz bir şekilde çalışabilmesi gerekmektedir. Mevcut araçların bu gereksinimleri karşılayıp karşılamadığı araştırılmalı ve test edilmelidir. Eğer mevcut araçlar gereksinimleri karşılamıyorsa, platform içinde konteyner orkestrası yönetimi metodolojisinin geliştirilmesi gerekmektedir [15].

- **Kullanıcı Ara Yüzü Web ve Mobil İstemciler**

Bugünün trendine göre, tüm kullanıcı arayüzleri web tabanlıdır. Platformda bulunan mikroservislerin ön yüzlerinin tasarımı için Dashboard, Harita, Video, İzleme, Raporlama, Görev Yönetimi gibi sayfa şablonlarının oluşturulması gerekmektedir. Her bir mikroservis geliştirme sürecinde yapılan güncellemeler, kullanıcı ara yüzü kodlamasına canlı olarak yansıtılmalıdır. Kullanıcı arayüzü duyarlı bir

önyüz frameworkü kullanılarak geliştirilmelidir, bu nedenle mobil cihazlarda da sorunsuz bir şekilde çalışmaktadır. Mobil cihazlar için ayrı bir kod tabanı kullanmak yerine, framework'ün doğal olarak duyarlı yapısı sayesinde sadece küçük değişiklikler yapılması yeterlidir [16].

- **Erişim Yönetimi Sunucusu Mikroservisi**

Platforma erişebilen kullanıcıların bilgileri, kullanıcı grupları, varlıklar, varlık grupları, kullanıcı yetkileri ve kullanıcı yetki gruplarının CRUD (Create, Read, Update, Delete) işlemlerini gerçekleştirebilen bir mikroservis geliştirilmesi gerekmektedir. Bu mikroservis, bir ara yüz (interface) vasıtasıyla diğer mikroservisler tarafından erişilebilir olmalıdır. Bu sayede diğer mikroservisler, Erişim Yönetimi Sunucusunu kullanarak bu işlemlere ve bilgilere erişebilecektir. Ara yüzün iletişim standardı olarak OpenAPI tercih edilmelidir. Bu şekilde, kullanıcılar ve erişim haklarıyla ilgili işlemler standart bir ara yüz üzerinden gerçekleştirilebilecektir [16].

- **Büyük Veri (Big Data) Mikroservisi**

Apache Kafka, günümüzde Büyük Veri kavramıyla özdeşleşmiş olan bir platformdur. Dağıtık bir veri akışı sağlayarak bir standart haline gelmiştir. Kafka, yüksek derecede dayanıklı, ölçeklenebilir ve esnek bir mimariye sahiptir. Yüksek performansıyla, neredeyse gerçek zamanlı veri transferini 10 ms'den daha kısa bir gecikme süresiyle sağlamaktadır.

Büyük Veri projeleri için hayati öneme sahip olan bu yapı, konteyner tabanlı ve hatta mikroservislerin birden fazla Büyük Veri konteyneriyle çalışabilme yeteneğine sahip olmalıdır. Büyük Veri platformu dışından gelen veriler, data blending mekanizmasıyla işlenmeli ve tekrarlayan verilerin oluşmasının önüne geçilmelidir. Bu şekilde, verilerin entegrasyonu ve tutarlılığı sağlanacaktır [16].

- **Büyük Veri (Big Data) Analiz Mikroservisleri**

Platform, analiz yapma yeteneğine sahip olmalıdır. Bunun için, Hadoop, Spark gibi Apache Kafka Büyük Veri ailesinden analiz araçlarına sahip olması gerekmektedir. Büyük Veri analizlerinin gerçekleştirilebilmesi için geniş miktarda veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, platformun analiz araçlarına ek olarak Kestirici Analitik için üçüncü parti yapay zekâ araçlarını da kullanabilme yeteneğine sahip olması önemlidir [16].

- **Büyük Veri (Big Data) Raporlama Arama Loglama Mikroservisleri**

Büyük Veri üzerinde raporlama, arama ve loglama işlemlerini gerçekleştirebilecek araçların platforma eklenmesi gerekmektedir. Bunun için ELK (Elasticsearch, Logstash, Kibana) araçlarının kullanılması önerilmektedir. Bu araçlar, kullanıcı ara yüzünde kullanıcılara sunulacak şekilde entegre edilmelidir. Platformun esnek bir yapıya sahip olacağı düşünüldüğünde, bu araçların esnek yapısı web framework'lerine uyumlu olmalıdır. Kullanıcı ara yüzünde, raporlama, arama ve loglama için gerekli

sayfa tasarımları gerçekleştirilmelidir. Mikroservislerin ve dış ortamdan gelen verilerin son aşamada raporlama, arama ve loglama mikroservislerinde tamamlanacağı düşünüldüğünde, bu veri yapılarının standart bir şekilde mikroservislerin kullanımında bulunması gerekmektedir [16].

- **Veri Soketi Mikroservisi**

Platform, web tabanlı bir kullanıcı ara yüzüne sahiptir. Büyük Veri'den alınan verilerin kullanıcı ara yüzüne anında yansıtılabilmesi için Websocket gibi web teknolojileri kullanılmalıdır. Platformda Büyük Veri tüketiminin maksimum performansta gerçekleşmesi önemlidir. Bu nedenle, native programlama dillerinden biri kullanılmalıdır. Ayrıca, bu mikroservis konteyner orkestrası yönetimiyle uyumlu bir şekilde çalışmalıdır. Yani, mikroservisin kaynak sınırlarına ulaşıldığında konteyner orkestrası yönetimi tarafından çoğaltılması durumunda, tüketilen verilerin çoğaltılmaması gerekmektedir [16].

- **İş Akış Yönetimi Mikroservisi**

Platformda, çok çekirdekli mimariye sahip işlemcilerin daha verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayan ve yerel (native) olarak çalışabilen bir akış tabanlı programlama aracı bulunmalıdır. Mevcut blok diyagram programlama araçlarının çoğu çok çekirdekli mimariyi desteklememektedir. İş Akış Yönetim Mikroservisi ise sahadaki Nesnelerin İnterneti cihazlarının verilerini güvenli bir şekilde işleyerek, yakın gerçek zamanlı (near real-time) olarak işleme kapasitesine sahiptir. Özellikle kritik saha kurulumlarında, doğal afetler, yangın, deprem gibi acil durumlarda, sahadaki cihaz verilerinin en hızlı şekilde işlenmesi gerekmektedir. Herhangi bir gecikme, can ve mal kaybına neden olabilir. İş Akış Yönetim Mikroservisi, bu gecikmeyi en aza indirmeyi amaçlamaktadır.

Platformda, hazır blokların kaydedilebildiği, yeni blokların oluşturulabileceği ve alt akışlar olarak kaydedilebileceği, akışların birbirinden bağımsız çalışabileceği bir sistem bulunmalıdır. Ayrıca, bu sistem, bulunduğu donanımın tüm işlemci çekirdeklerini etkin bir şekilde kullanabilmelidir. Akış çıktıları JSON formatında alınabilir ve aynı şekilde JSON olarak oluşturulan bir akış sisteme yüklenebilir olmalıdır.

Platformda, İş Akış Yönetim Mikroservisi ile sistemin kapatılıp açılmadan programlama yapılabilmesine olanak tanıyan bir yapı bulunmalıdır. Bu yapı, Nesnelerin İnterneti cihazları veya üçüncü parti yazılımların girdilerinin kolayca entegre edilebildiği ve bu girdilere dayanarak çeşitli fonksiyonların çalıştırılabildiği akışları desteklemelidir. Bu akışlar, Büyük Veri, derin öğrenme, makine öğrenmesi, yapay zekâ gibi motorlara veri gönderebilmeli ve sonuçları kullanıcının istediği şekilde yorumlayarak karar almasını sağlayabilmelidir.

Bu yapı, multi-threading yapısına sahip olmalıdır, böylece bir işlemin diğer işlemi beklemesi gerekmeden akışlar paralel olarak çalışabilecektir [16].

- **Görev Alarm Yönetim Mikroservisi**

Platformda, dış sistemlerden gelen alarmların görev atamalarını ve süreçlerini yönetebilen, aynı zamanda iş emirlerinin dinamik şablonlar oluşturarak gerçek zamanlı veri akışlarıyla otomatik olarak ilerlemesini sağlayabilen bir mikroservis bulunmalıdır. Bu mikroservis, her kullanıcı için kullanıcı ara yüzünde yetkilendirilebilen her bir öğeyle birlikte dinamik olarak oluşturulabilen bir kullanıcı ara yüzü sunmalıdır. Ayrıca, yönetim ara yüzü kullanılarak her bir öğenin sistemi yeniden başlatmadan kullanıcının ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilmesi mümkün olmalıdır.

Veri tabanı bağımlılığını ortadan kaldırmak için bir veri tabanı ağ geçidi (database gateway) gerekmektedir. Bu ağ geçidi, veri tabanından bağımsız olarak, kullanıcı ara yüzü için CRUD (Create, Read, Update, Delete) işlemleri için tek bir API ara yüzü sağlayacaktır.

Görev Alarm Yönetim sistemi, kullanıcı ara yüzünde bulunan tüm öğelerin esnek bir şekilde değiştirilebilmesini sağlamalıdır. Kullanıcının bu değişiklikleri kolayca yapabilmesi için bir alan yönetimi yazılımı da mevcut olmalıdır. Görev Alarm Yönetim Mikroservisi, kullanıcı ara yüzüne duyarlı ve esnek bir web framework kullanarak bu alan değişikliklerini kolaylıkla uygulayabilmelidir. Herhangi bir alanın değiştirilmesi durumunda, kullanıcı ara yüzünde herhangi bir kod değişikliğine ihtiyaç duyulmamalıdır.

Operatörün, alarmları nasıl işleyeceğine dair yönergeleri (atama, durum güncelleme, doldurulması gereken zorunlu alanlar vb.) içeren sorgu akışları, operatörün ekranına sunulmalıdır. Operatör, sorguları tamamladıkça, ilgili görev veya alarmın tüm detayları işleyişe göre doldurulacak ve iş veya alarmın tamamlanması sağlanacaktır [16].

- **Esnek Varlık Yönetim Mikroservisi**

Platformda, varlıkların fiziksel ve elektriksel ilişkilerini takip etmek için OpenDCIM standardına uygun bir Esnek Varlık Yönetim Mikroservisi bulunmalıdır. Bu mikroservis, Nesne Yönelim mimarisi yaklaşımına dayanarak geliştirilmiştir. Varlıklar, "Konteyner" ve "Cihaz" olarak iki ana başlık altında sınıflandırılmaktadır. Konteyner varlıkları, diğer konteyner veya cihazları fiziksel olarak içerebilen varlıkları tanımlarken, cihaz varlıkları ise bir konteynerin içinde bulunabilen ve/veya başka bir cihazla fiziksel/elektriksel bağlantı kurabilen cihazları tanımlamaktadır.

Varlık ilişkileri, Nesne Yönelimi mimarisinden ilham alınarak Konteyner ve Cihaz kategorileri altında sınıf elemanları olarak temsil edilmektedir. Her bir varlık türü için bir sınıf elemanı oluşturulmakta, bu sınıf elemanı ilgili varlık türüne ait özniteliklerin ve varsayılan değerlerin bulunduğu bir yapıdır. Bu sınıf, ilgili varlık türündeki varlıklarla ilişkilendirilmekte, varsayılan değerler düzenlenmekte ve varlık için bir obje oluşturulmaktadır. Bu obje elemanları, Esnek Varlık Yönetim Mikroservisi tarafından ilişkileri ve değerleri tutan ve kullanıcıya sunulan öğelerdir. Esnek Varlık Yönetim Mikroservisi, ilgili CRUD (Create,

Read, Update, Delete) işlemlerini gerçekleştirmek ve yazılımsal olarak yönetilebilmek için bir mikroservistir.

Esnek Varlık Yönetim Mikroservisi, mimari olarak REST API yaklaşımını benimsemelidir. Veri tabanı seçimi yapılırken, modern, esnek ve ölçeklenebilir bir yapıya sahip, açık kaynaklı GraphQL tabanlı bir veri tabanı tercih edilmelidir. Veri tabanı yapılandırma uç noktaları kullanılarak Esnek Varlık Yönetim Mikroservisi tarafından kullanılacak özel veri tabanı dosyaları oluşturulacaktır. Bu dosyalar, Sınıf (Class), Obje (Object), Şablon (Template) ve Sahiplik (HasA) veri tabanı dosyalarını içermektedir. Kullanıcı, Esnek Varlık Yönetim Mikroservisi için gerekli mantıksal ilişkileri ve öznitelikleri bu dosyalarda tutabilecektir. Mikroservis, nesnel arasında fiziksel ve elektriksel ilişkileri tanımlayabilecek, düzenleyebilecek, silebilecektir. Nesnel özel özelliklerle tek bir şekilde ele alınabilecek ve bu özelliklerin tekrar kullanılabilmesi için şablonlar halinde veri tabanında saklanabilecektir [16].

- **Coğrafi Bilgi Sistemi Mikroservisi**

Platform, kullanıcı arayüzünde gösterilecek harita bileşeninin alt hizmetlerine ihtiyaç duymaktadır. Varlıkların harita üzerinde gösterilmesi için gerçek dünya koordinatları kullanılacaktır. Bu gereksinimleri karşılamak için Geoserver (coğrafi bilgi sistemi sunucusu) kullanılacaktır. Geoserver, farklı harita altlıklarının kullanılmasını sağlayacaktır. Platformda, başlangıçta OpenStreetMap verileri kullanılacaktır. Bu veriler, platform üzerinde ortak bir veritabanında tutulacak ve Geoserver tarafından vektör ve resim verilerine dönüştürülecektir. Resim verilerinin, kullanıcı arayüzünde gösterilmesi için OpenLayers kütüphanesinden yararlanılacaktır. Varlıkların ve alarmların gösterilmesi için semboloji mikroservisi de bulunmalıdır.

Platformda ayrıca, alan güvenliği için önemli olan bölge yönetim mikroservisi de bulunmalıdır. Bu mikroservis, geometrik verilerin veya veri gruplarının mantıksal ve/veya fiziksel alanlarda yönetilmesini ve analiz edilmesini sağlamaktadır. Bölge yönetim mikroservisi, bölge verilerinin CRUD işlemlerini gerçekleştirebilen bir veritabanı üzerinde çalışmasını sağlamalı ve yazılımsal olarak yönetilebilir olmalıdır. Rest API mimarisi üzerine kurulan bölge yönetim mikroservisi, geometrik işlemler için açık kaynaklı Geo-Uzamsal Kuruluşu (OSGeo) tarafından oluşturulan PostGIS eklentisini kullanmalıdır. Bölge yönetim mikroservisi, gelen isteklere yanıt vererek veritabanını yönetme görevini üstlenmektedir [16].

- **Video Ağ Geçidi Mikroservisi**

Platformda IP kameraların kamera görüntülerini, arşiv görüntülerini kullanıcı ara yüzünde göstermek için Video Ağ Geçidi Mikroservisi gereklidir. Video Ağ Geçidi, Video Management Software (VMS) üreticilerinin Yazılım Geliştirme Kitleri (SDK) aracılığıyla platforma bağlı kamera görüntülerini yönetmeyi amaçlamaktadır. Farklı marka ve modeldeki VMS'lerin aynı anda çalışması durumunda karşılaşılan zorlukları gidermek için Video Ağ Geçidi Mikroservisi, birden çok farklı marka ve modeldeki

VMS'e bağılı IP kameraların yönetimini tek bir kullanıcı ara yüzünden sağlamaktadır. Bu entegrasyonlar sırasında SDK'ların farklı olması ve farklı tekniklerin ve kütüphanelerin kullanılması durumunda ortaya çıkan zorlukları aşmak için platformun ONVIF standardını da desteklemesi gerekmektedir. Canlı IP kamera görüntülerinin kullanıcı ara yüzüne gecikme olmadan yansıtılması için platformun WebRTC standardını da desteklemesi gerekmektedir [16].

- **PLC/SCADA Ağ Geçidi Mikroservisi**

Platformda farklı marka ve model PLC/SCADA cihazları için bir gateway mikroservisi gereklidir. Akıllı Şehir Yönetim Platformunda çeşitli marka ve model PLC/SCADA cihazları kullanılacak ve bu cihazlar arasında farklı iletişim standartları ve modelleri bulunacaktır. Bu farklılıkları yönetmek ve diğer mikroservislerin tek bir arayüz üzerinden bu cihazları yönetmesini ve izlemesini sağlamak için bir gateway mikroservisi bulunmalıdır. Platform, endüstride kullanılan PLC/SCADA iletişim protokol standartlarını desteklemelidir [16].

Teknoloji seçiminin dayandığı kriterler nelerdir? Açıklayınız.

- 1) *Teknoloji yeni mi.*
- 2) *Teknoloji yerli mi*
- 3) *Teknoloji yerli değilse yerlileştirilebilir mi*
- 4) *Güvenlik*
- 5) *Kullanıcı Deneyimi ve Erişilebilirlik*
- 6) *Teknik Yetenek ve Destek*
- 7) *Geleceğe Uygunluk*
- 8) *Ölçeklenebilirlik*
- 9) *Entegrasyon kolaylığı ve Uyumluluk*
- 10) *Maliyet*

Teknik tasarım süreçlerini (süreç tasarımı, makine-donanım, inşaat işleri, arazi düzenleme, yerleşim düzeni vb.) açıklayınız.

1. Kurulun karar vermesi
2. Şartname hazırlanması
3. Şartnameye uygun "Akıllı Şehir Yönetim Platformu" belirlenmesi
4. Proje kapsamında kullanılacak donanım ve cihazlara karar verilmesi

5. Kullanılacak olan bu donanım ve cihazların "Akıllı Şehir Yönetim Platformu"na entegrasyonunun gerçekleştirilmesi
6. Demo ve test ortamı oluşturularak canlı testlerin (Beta test) gerçekleştirilmesi
7. "Akıllı Şehir Yönetim Platformunun canlı saha kullanımına geçirilmesi ve bakım aşamasına geçilmesi

4. Finansal Analiz

Tablo 1. Fiyatlandırma

Versiyon	Açıklama	Adet	Yaklaşık Fiyat
-	56 Operatör Destekleyen Akıllı Şehir Yönetim Platformu	1	\$ 170.000
-	169 Adet Bağlantı Noktası	1	\$ 115.000
-	169 Adet İş Akış Çizimi ve Güncellemesi	1	\$ 23.000
Yaklaşık Maliyet:			\$ 308.000
NOT: yukarıda belirtilen adetler ve fiyatlar 56 Adet Operatör, 169 Bağlantı Noktası ve 169 Adet İş Akış Çizimi & Güncellemesi için verilmiş ortalama sayılar olup adetlerdeki değişikliklere itina ile fiyatlandırma değişebilmektedir.			

- Akıllı Şehir Yönetim Platformu Projesi, bölgenin akıllı bir şekilde yönetilmesini sağlamak için tasarlanmaktadır. Bu proje kapsamında, Platform ve komuta kontrol merkezi kurulması gerekmektedir. Bu platform ve merkezde, sunucular, istemciler, monitörler, videowall'lar ve sensörler yer alacaktır. Böylece, şehirdeki çeşitli veriler ve sistemler izlenebilecek ve yönetilebilecektir.
- Akıllı şehir uygulamaları sürekli olarak gelişmekte ve yeni talepler ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle, projenin ileriye dönük esneklik gösterebilmesi ve sürekli iletişim halinde olabilecek muhataplarla çalışılması önemlidir. Bu bağlamda, Akıllı Şehir Yönetim Platformu'nun, yerli ve millik oranı yüksek ürün olması gerekmektedir. Aynı zamanda, yazılım ara yüzlerinin tamamen Türkçe olması da önemli bir kriterdir.
- Akıllı Şehir Yönetim Platformu, kullanıcıların kolay erişim sağlaması için web tabanlı olarak tasarlanmalıdır. Bu yaklaşım, idarenin operatör iş istasyonlarındaki işletim sistemi güncellemelerinden kaynaklı yazılım uyumsuzlukları gibi sorunları önlemeye yardımcı olacaktır. Ayrıca, web tabanlı olması sayesinde Akıllı Şehir Yönetim Platformu'nun merkezi bir yerden güncellenmesi mümkün olacak ve bu da işletme maliyetini önemli ölçüde azaltacaktır.
- Akıllı Şehir Yönetim Platformları, bölgenin akıllı hale getirilmesinde kullanılacak sensörlerin izlenmesi ve operatörlere sunumu oldukça önemlidir. Operatörlerin bu sensörleri kolaylıkla görüntüleyip yönetebilmesi gerekmektedir. Bu kolay yönetim için sensörlerin Coğrafi Bilgi

Sistemi (CBS) üzerinde gösterilmesi gerekmektedir. Bu çerçevede, CBS sunucusunun açık kaynak kodlu harita altlıklarını kullanması bütçeyi etkilemeyecektir.

- Proje kapsamında kullanılacak farklı donanımlar, CBS altyapısı, işletim sistemleri ve veri tabanı lisansları gibi unsurlar düşünülmelidir. Bunu için açık kaynak kodlu yazılımlar tercih edilmelidir. Bu kullanımlar sonucunda ortaya çıkacak maliyetlerin ayrıca göz önünde bulundurulmasına gerek kalmayacaktır.
- Akıllı şehir projelerinde harici bileşenlerin kullanımı yaygındır. Bu harici bileşenlerin uyumluluğunun sağlanması için projelendirme aşamasında Akıllı Şehir Yönetim Platformuna uyumluluk listesi eklenmeli ve sürekli kontrol edilmeli ve doğrulanmalıdır. Proje sahibi ile Akıllı Şehir Yönetim Platformu sağlayıcısı arasında koordinasyon sağlanarak harici bileşenlerin seçimi konusunda ortak karar alınmalıdır. Bu yaklaşım, ileride harici bileşen üreticileri nedeniyle oluşabilecek entegrasyon ve destek problemlerinin önüne geçmede önemli bir rol teşkil etmektedir.
- Akıllı Şehir Yönetim Platformu'nun desteklediği protokoller, üreticiler ve ürünlerin ekstra maliyetlere yol açmaması için üretici seçimi aşamasında Akıllı Şehir Yönetim Platformu sağlayıcısıyla görüşülmelidir. Bu görüşmeler sonucunda, uygun ürün ve modellerin seçiminin yapılması sağlanmalıdır.
- Akıllı Şehir Yönetim Platformu'na diğer üreticilerin ürünlerini entegre edebilmek için, entegrasyon sürecinde kullanılacak ürünlere ait SDK veya API'lar gerekecektir. Bu SDK ve API'lar için bazı üreticiler ekstra lisans ücreti talep edebilir. Bu nedenle, lisans maliyetleri üretici seçimi yapılmadan önce belirlenmeli ve dikkate alınmalıdır. Bu tür maliyetlerin önüne geçmek için önceden açık kaynak kodlu çözümlere yönelmek önemlidir.
- Akıllı Şehir Yönetim Platformları, dinamik bir yapıya sahip olmalıdır. Her şehrin ihtiyaçlarının farklılık gösterebileceği düşünüldüğünde, özel gereksinimlere uyum sağlanabilmesi adına o şehre özel geliştirmeler yapılması gerekebilir. Bu nedenle, proje ihtiyaçlarına özel geliştirmelerin belirlenmesi, bakım ve onarım süreçlerinin sağlıklı bir şekilde ilerlemesi için yazılımda yapılacak geliştirmeler önceden belirlenmelidir.
- Akıllı şehir yönetiminde, Akıllı Şehir Yönetim Platformu dışında farklı üreticilerin yazılım ve donanımlarına da ihtiyaç duyulacaktır. Bu ürünlerin belirlenmesi aşamasında, üretici firmalarla yapılan görüşmelerde ürünlerin bakım ve yükseltme ücretleri de ayrıca ele alınmalıdır.
- Akıllı Şehir Yönetim Platformu'nun sağlıklı ve düzgün çalışabilmesi için sahada network, kablolama, konumlandırma, koordinasyon gibi bazı fiziksel şartların önceden sağlanması gerekmektedir. Yazılımın uç noktada sorunsuz bir şekilde işleyebilmesi için bu fiziksel şartlar idare tarafından veya idarenin belirlediği entegratör firma tarafından sağlanmalıdır. Entegratör

firma ile Akıllı Şehir Yönetim Platformu arasında koordinasyon sağlamalı ve platform sağlayıcısının ihtiyaç duyacağı fiziksel altyapıyı temin etmelidir.

- Oluşturulması planlanan Akıllı Şehir Yönetim Platformu ve diğer üreticilerin yazılım ve donanımları sahada zaman zaman hata ve problemlere neden olabilecektir. Bu hataların giderilmesi için gerekli hizmet düzeyi (SLA) koşulları, anlaşma öncesinde platform sağlayıcı ve üreticilerle ayrıca görüşülerek kararlaştırılmalıdır.
- Bir projenin başarıyla ilerleyebilmesi için öncelikle detaylı bir planlama ve tasarım süreci gereklidir. Bu plan ve tasarım adımları mutlaka belgelenmelidir. Projeye özgü plan ve tasarım dokümanları, teklif kabulü ve geliştirmelerin başlaması aşamasında yetkililerle paylaşılmalıdır.
- Farklı sistemlerle yapılacak entegrasyonlarda, entegre edilen sistemlerin veri paylaşımını kısıtlayabilecek güncellemeler veya yazılım versiyonları gibi sorunlar çıkabilmektedir. Böyle durumlarda, koordinasyon sorumluluğu proje sahibinde ve/veya projeyi gerçekleştiren entegratörde olmalıdır.
- Tercih edilecek platform, sürekli gelişen teknolojiye uyum sağlayacak esnek bir mimari yapıda olmalıdır. Bu kapsamda, mevcut yapıda meydana gelebilecek değişikliklerden dolayı Akıllı Şehir Yönetim Platformu'nda yapılması gereken olası değişiklikler dikkate alınmalıdır.
- Her geçen gün artan siber güvenlik tehditleri, Akıllı Şehir Yönetim Platformu için sağlam ve kesintisiz bir çalışma ortamının korunmasını önemli hale getirmektedir. Platformun güvenliğinin yanı sıra, siber saldırılara karşı da gerekli önlemler ve geliştirmeler alınmalıdır. Bu nedenle, platformun planlama aşamasında siber ve sistem güvenliği için gerekli adımların belirlenmesi gerekmektedir.
- Kurulması planlanan Akıllı Şehir Yönetim Platformu'nun sahada başarılı bir şekilde çalışabilmesi ve etkin kullanımı için operatörlere yönelik eğitimler sağlanmalıdır.
- Devreye alma, operatör eğitimleri, program yönetim ofisi ve proje desteği hizmetleri gibi giderlerin ayrıca bütçelenmesi gerekmektedir. Bu şekilde, projenin tüm süreçlerine ilişkin maliyetlerin detaylı bir şekilde öngörülmesi sağlanmalıdır.

5. Ekonomik Analiz

21. yüzyılda, kent nüfusunun sürekli artması, enerji, sağlık, eğitim, gıda ve su gibi temel kamu hizmetlerine olan talebin de artmasına neden olmaktadır. Kent nüfusundaki artış ve göç gibi faktörler, kaynakların ekonomik, verimli ve adil bir şekilde dağıtılmasına ilişkin beklentileri yerel aktörlerin gündemine taşımaktadır. Son yıllarda, desantralizasyon süreçleri, küreselleşmenin kentlerde yarattığı değişim, toplumsal hareketlerin yükseldiği kentsel mekânlar ve bilgi iletişim teknolojilerinin günlük

hayat üzerindeki etkisi, yerel sorunlarla ilgili kent aktörlerinin çeşitlenmesine ve kentsel sorunların karmaşıklığının artmasına yol açmıştır.

Kentsel sorunların çözümü ve hizmetlerin dağıtımı konusunda, aktörler arası iş birlikleri, yatay ilişkiler, ağlar ve ortaklıklar giderek daha önemli hale gelmektedir.

Dünya nüfusundaki artışın neden olduğu meydan okumaları etkin bir şekilde ele almak amacıyla, Birleşmiş Milletler (BM) tarafından 2015 yılında düzenlenen Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi kabul edilmiştir. Bu gündem, 193 ülkenin imzasıyla desteklenmiştir. Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi, tüm dünyada daha sürdürülebilir bir kalkınma sağlamak amacıyla 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi'nin belirlendiği bir perspektifi kapsamaktadır (Şekil 5) [14].



Şekil 5. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri [14]

Tablo 2 ile gösterilen 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (SKH), çeşitli konuları kapsayarak ekonomik büyüme ve istihdamın güçlendirilmesini, şehirlerin ve yerleşim alanlarının iyileştirilmesini, sanayileşmenin sağlanmasını, ekosistemlerin korunmasını, enerjinin sürdürülebilir biçimde üretilmesini ve tüketilmesini, iklim değişikliğinin önlenmesini, sürdürülebilir üretim ve tüketimin geliştirilmesini ve insan haklarının güçlendirilmesini hedeflemektedir [14].

Tablo 2. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Maddeleri [14]

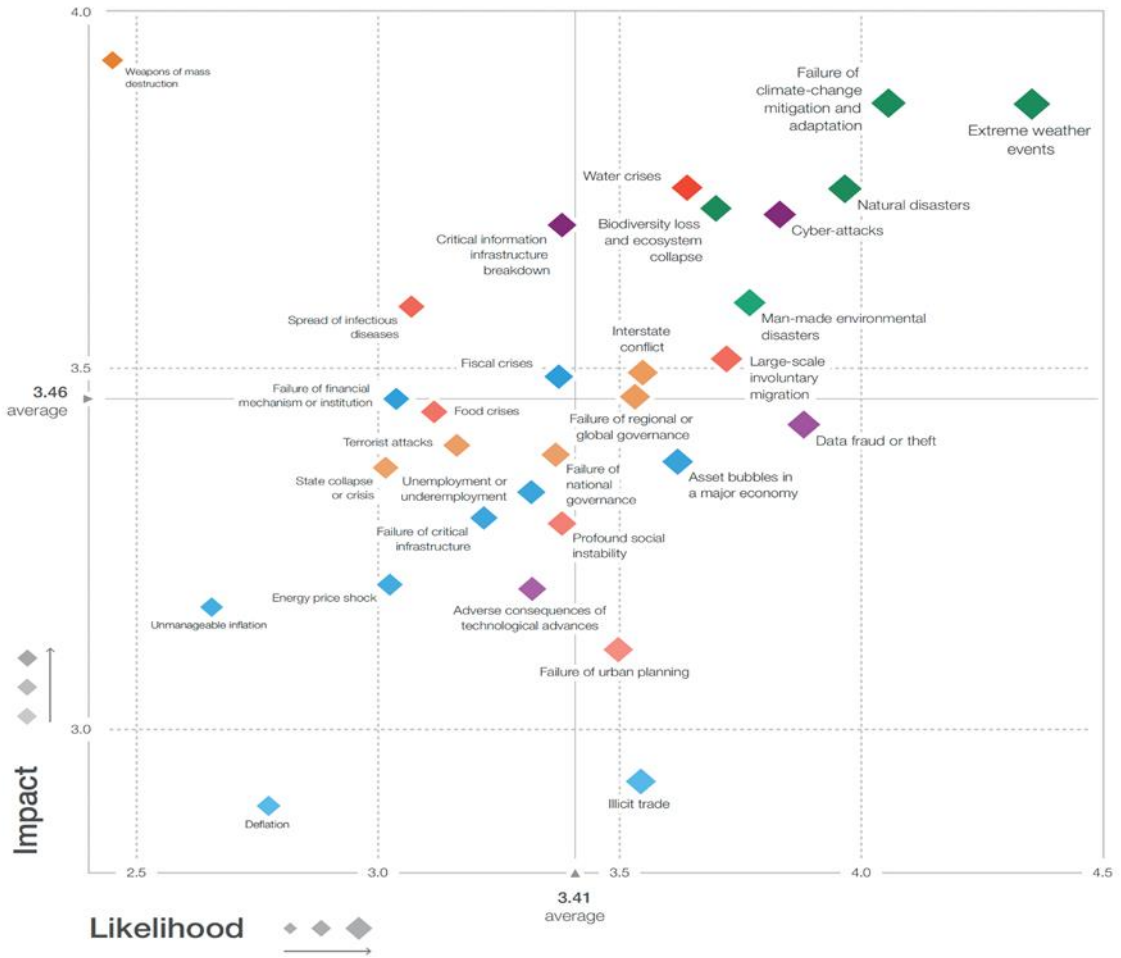
HEDEF NO	BAŞLIK	DETAY
----------	--------	-------

Hedef 1	Fakirliğe son	Yoksulluğun tüm biçimlerinin her yerde ortadan kaldırılması
Hedef 2	Açlığa son	Açlığın sona erdirilmesi, gıda güvenliği ve daha iyi beslenme güvencesinin sağlanması; sürdürülebilir tarımın desteklenmesi
Hedef 3	Sağlıklı Hayat	Sağlıklı yaşamların güvence altına alınması ve her yaşta esenliğin desteklenmesi
Hedef 4	Kaliteli eğitim	Kapsayıcı ve eşitlikçi, nitelikli eğitimin güvence altına alınması ve herkes için yaşam boyu öğrenimin desteklenmesi
Hedef 5	Cinsiyet eşitliği	Toplumsal cinsiyet eşitliğinin sağlanması ve tüm kadınların ve kız çocuklarının güçlenmesi
Hedef 6	Temiz su ve hijyen	Herkes için suyun ve sıhhi koşulların erişilebilirliği ve sürdürülebilir yönetiminin güvence altına alınması
Hedef 7	Yenilenebilir ve uygun fiyatlı enerji	Herkesin uygun fiyatlı, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişiminin güvence altına alınması
Hedef 8	İyi iş yeri ve güçlü ekonomiler	Kesintisiz, kapsayıcı ve sürdürülebilir ekonomik büyümenin, tam ve üretken istihdamın ve herkes için insana yakışır işlerin desteklenmesi
Hedef 9	Yenilikçilik ve iyi altyapı	Dayanıklı altyapıların inşası, kapsayıcı ve sürdürülebilir sanayileşmenin desteklenmesi ve yenilikçiliğin güçlendirilmesi
Hedef 10	Eşitsizlik azaltılmalıdır	Ülkeler içinde ve arasında eşitsizliklerin azaltılması
Hedef 11	Sürdürülebilir şehirler ve topluluklar	Şehirlerin ve insan yerleşimlerinin kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir kılınması
Hedef 12	Kaynakların sorumlu bir biçimde kullanılması	Sürdürülebilir tüketim ve üretim kalıplarının güvence altına alınması
Hedef 13	İklim konusunda faaliyete geçme	İklim değişikliği ve etkileri ile mücadele konusunda acilen eyleme geçilmesi
Hedef 14	Sürdürülebilir okyanuslar	Sürdürülebilir kalkınma için okyanuslar, denizler ve deniz kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımı
Hedef 15	Sürdürülebilir toprak kullanımı	Karasal ekosistemlerin sürdürülebilir kullanımının korunması, geliştirilmesi ve desteklenmesi, ormanların sürdürülebilir yönetimi, çölleşme ile mücadele, karasal bozulmanın durdurulması ve iyileştirilmesi ve biyoçeşitlilik kaybının engellenmesi
Hedef 16	Barış ve adalet	Sürdürülebilir kalkınma için barışçıl ve kapsayıcı toplumların desteklenmesi, herkes için adalet erişiminin sağlanması ve her düzeyde etkili, hesap verebilir ve kapsayıcı kurumların inşası

Hedef 17	Sürdürülebilir gelişme için ortaklıklar	Uygulama araçlarının güçlendirilmesi ve Sürdürülebilir Kalkınma için Küresel Ortaklığın canlandırılması
-----------------	---	---

Dünya Ekonomik Forumu'nun 2019 yılında düzenlediği dünya risk haritasına göre (Şekil 6), dünya giderek artan sayıda karmaşık sorunlarla karşı karşıyadır. Küresel büyümenin yavaşladığı, kalıcı ekonomik eşitsizliklerin devam ettiği, iklim değişikliği ve jeopolitik gerilimler gibi birbirine bağlı risklerin ortaya çıktığı görülmektedir. Aynı zamanda, şehir yönetimlerinin bu küresel sorunları ele almak için daha önce hiç olmadığı kadar iş birliği ve çok paydaşlı yaklaşıma ihtiyaç duyduğu açıktır.

Bu bağlamda, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin (SKH) birbirleriyle sıkı bir ilişkiye sahip olduğu ve bir SKH'nin diğerlerini etkileyebileceği belirlenmiştir. Dolayısıyla, SKH'lerin bir bütün olarak ve makro bir perspektifle değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, bazı SKH'lerin diğer SKH'leri güçlü bir şekilde etkileyebileceği gözlemlenmektedir.



Şekil 6. Dünya Risk Haritası

Bu tespit, COVID-19 pandemisinin 2019 yılında dünyayı etkisi altına alması ve özellikle Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi 3 (Sağlıklı Hayat) ile yakından ilişkili olmasıyla net bir şekilde doğrulanmaktadır. Pandemi, büyük şehirler başta olmak üzere birçok şehrin hiç karşılaşmadığı zorluklarla karşı karşıya kalmasına neden olmuştur. Dolayısıyla, sağlıklı bir yaşamı güvence altına almak ve her yaşta refahı desteklemek, şehir yönetimlerinin en büyük hedeflerinden biri haline gelmiştir.

COVID-19, özellikle Akıllı Şehir Yönetim Platformları gibi iyi tasarlanmış ve etkili akıllı şehir altyapı çözümlerine gereksinim duyulduğunu kanıtlamıştır. Stratejik olarak tasarlanmış akıllı şehirler, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin 2030 vizyonuna ulaşmak için güçlü bir harekete geçirme aracı ve önemli bir güç kaynağıdır. Akıllı şehirler, akıllı platformlar temelinde Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini bütünsel bir şekilde ele alırken, bilgiye adil erişimin sağlanmasıyla toplumsal ilerlemeyi ve verimliliği artırarak daha sürdürülebilir bir dünya inşa etme fırsatı sunmaktadır.

Akıllı şehir konseptini başarılı bir şekilde uygulayan bazı şehirlerin, diğer şehirlere kıyasla önemli avantajlara sahip oldukları çok nettir. Bu şehirler, daha önce Akıllı Şehir Yönetim Platformu çözümlerine yatırım yapmış ve Nesnelerin İnterneti (IoT), sensörler ve diğer bağlı cihazlar gibi altyapılar aracılığıyla veri paylaşım kültürünü ve alışkanlığını geliştirmiştir. Örneğin, Viyana şehrinde WienBot adı verilen bir chatbot, şehir sakinlerinin önemli şehir hizmetlerine erişimini kolaylaştırmakta ve ihtiyaç sahibi kişilere geniş bir paydaş desteğiyle ulaşmayı sağlamaktadır.

Sonuç olarak, akıllı şehir uygulamalarının bütünsel bir şekilde ele alınması gerekliliği, etkili bir Akıllı Şehir Yönetim Platformu'nun önemini vurgulamaktadır. Akıllı Şehir Yönetim Platformu, aynı zamanda akıllı şehir çözüm sağlayıcılarının daha kapsamlı çözümler sunmak için birbirleriyle daha bütünleşik bir işbirliği içinde çalışmalarını sağlamada da önemli bir rol oynamaktadır.

Türkiye'deki şehirler incelendiğinde, çeşitli sistemlerin ve kuruluşların bir arada çalışabilmesi ve farklı veri kümelerinin birlikte kullanılabilmesi için verinin açık olması gerekmektedir. Ancak, mevcut durumda her şehirde farklı çözümler kullanılmakta ve bu çözümler arasında kopukluklar bulunmaktadır. Örneğin, ulaşım için farklı ulaşım kartları, trafik için ayrı sinyalizasyon sistemleri, güvenlik için farklı kimlik kartları, pasaportlar, biyometrik sistemler ve belediyecilik için farklı akıllı duraklar gibi çözümler kullanılmaktadır. Bu durum, çözüm ve hizmetlerin birlikte çalışabilirliğini olumsuz etkilemektedir. Türkiye'deki şehirlerde, bu tür kullanımları destekleyen tek bir platformun olmaması ve çözümlerin dağınık olması, akıllı şehir vizyonunu gerçekleştirmek için önemli bir engeldir.

Bu bağlamda, açık veri ve verinin anonimleştirme altyapısının oluşturulması, akıllı şehir vizyonunu hayata geçirmek için kritik bir adımdır. Özellikle "veri" ve "birlikte çalışabilirlik" konularını vurgulayan bir Akıllı Şehir Yönetim Platformu, Türkiye'deki şehirlerin akıllı şehir olgunluk seviyesini yükseltecek ve

Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşma konusunda önemli bir katkı sağlayabilecek kritik bir akıllı şehir altyapısıdır.

Dünya genelinde uygulanan akıllı platformlar, ekonomik perspektiften ele alındığında belirli etkiler göstermektedir. Bunlar arasında, (1) açık veri politikaları ve uygulamaları ile asimetrik bilginin azaltılması, (2) şehir üretkenliğinin geliştirilmesi ve (3) fırsatların görünür hale getirilerek girişimciliğin teşvik edilmesi ön plana çıkmaktadır. Örneğin, Seul'de olduğu gibi bir Akıllı Şehir Yönetim Platformu, bir açık veri pazarı platformu aracılığıyla kamusal bilgilerin açık API formatında erişilebilir hale gelmesini sağlayarak, bu bilgilerin tüm paydaşlar tarafından kullanılmasını mümkün kılar. Bu sayede, şehirlerimizin ekonomik gelişimi desteklenebilir ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) kapsamında özellikle SKH1 (Yoksulluğa Son), SKH8 (İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme) ve SKH9 (Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı) gibi hedeflerin gerçekleştirilmesine yönelik adımlar atılabilir.

6. Sosyal Etkinin Analizi

Dünyanın farklı bölgelerinde bulunan ve akıllı şehir olarak nitelendirilen şehirler, yeşil enerji, sanal kentler, yapay zekâ ve Nesnelerin İnterneti gibi teknoloji odaklı ve veriye dayalı projeler geliştirmekte ve hayata geçirmektedir. Ancak akıllı şehirler, sadece teknoloji kullanımıyla sınırlı olmayan bir yaklaşımı temsil etmektedir. Aynı zamanda, toplumun hizmetlere erişimini iyileştirmek, yaşam kalitesini artırmak, iyi yönetişimi sağlamak, ekonomik gelişmeyi teşvik etmek, eğitim fırsatlarını sunmak ve sosyal eşitliği sağlamak gibi hedeflerle birlikte kentleri geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Akıllı Şehir Yönetim Platformunun sosyal etkisi, özellikle Sağlık ve Kaliteli Yaşam (SKH3) ve Eşitsizliklerin Azaltılması (SKH10) odaklarında büyük önem taşımaktadır. Bu platform, akıllı şehirlerin yaşam kalitesini artırmak için sosyal toplum faaliyetlerini, kamu hizmetlerini (örneğin acil durum yönetimi), konut ve sağlık gibi yaşamsal konuları içermektedir. Türkiye'deki şehirlerin sağlıklı ve kaliteli bir yaşam sunma vizyonunu desteklemek adına Akıllı Şehir Yönetim Platformunu büyük katkı sağlamaktadır. Benzer şekilde, Barselona gibi diğer dünya şehirlerinde olduğu gibi, bu platform aracılığıyla yaşlılara akıllı mobil cihazlar ve internet hizmeti sunularak bağlantılı bir toplum oluşturulması, yaşlıların sosyal izolasyonunun azaltılması, zihinsel ve fiziksel sağlıklarının iyileştirilmesi ve güvenliklerinin sağlanması hedeflenmektedir.

7. Çevresel Etkinin Analizi

Akıllı Şehir Yönetim Platformu, çevresel etkilerin odaklandığı bir perspektifle ele alındığında, bir şehirde sağlanan su, temizlik, katı atık yönetimi gibi çevresel hizmetleri ve gelişime açık alanları içine almaktadır. Bu şekilde, teknolojiyi kullanarak kaynak verimliliğini en üst düzeye çekme vizyonu

desteklenmektedir. Akıllı Şehir Yönetim Platformunu, şehirlerimize SKH6 (Temiz Su ve Sanitasyon), SKH7 (Erişilebilir ve Temiz Enerji), SKH11 (Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar), SKH12 (Sorumlu Üretim ve Tüketim) ve SKH13 (İklim Değişikliğiyle Mücadele) gibi birçok Sürdürülebilir Kalkınma Hedefine ulaşma yolunda destek sağlayabilir.

8. Risk Analizi

Akıllı Şehir Yönetim Platformu, büyük projelerin genellikle karşılaşılabileceği çeşitli riskleri beraberinde getirebilmektedir. Bu riskler, Tablo 3'te belirtilmiştir.

Tablo 3. Öngörülen Risk Tablosu

Risk faktörü	Gerçekleşme olasılığı	Etki
Teknolojinin dışına çıkılması	Düşük - orta. Proje kapsamında kullanılacak donanımların standartlar dışına çıkması.	Yüksek. Akıllı Şehir Yönetim Platformuna entegrasyonda standart dışına çıkmış donanımların entegrasyon kapsamında API ya da SDK'inin olmaması durumunda entegrasyon sağlanamaz.
Donanım kurulumlarının zamanlama kayması	Orta. Kurulumların zamanında tamamlanmaması.	Yüksek. Beta Testleri ve Production (üretim) ortamına geçişi gecikecektir.
İletişim altyapısı tamamlanmasındaki gecikmeler	Orta. Fiber altyapısının zamanında tamamlanmaması.	Yüksek. Kurulacak sistemin teknolojik olarak yüksek bant genişliğine ihtiyaç duyması sebebiyle iletişim altyapısının zamanında tamamlanmaması proje takvimini geciktirecektir.

9. Genel Değerlendirme ve Sonuç

Bir şehrin akıllı hale getirilmesi, hem yöneticilere hem de sakinlere birçok fırsat sunarak çeşitli sorunları çözecektir. Bu çalışma, şehirdeki tüm sorunları ayrıntılı bir şekilde ele almış ve yasal gereklilikleri de dikkate almıştır.

Sonuç olarak, yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlar ve dikkat edilmesi gereken konular aşağıdaki başlıklar altında özetlenebilir:

Paydaş Koordinasyonu

Akıllı şehir projeleri, çok fazla ve çeşitli paydaştan oluşan en karmaşık projelerdendir. Bu projelerde, üçüncü taraf ürün ve yazılım sağlayıcıları, farklı alt sistemlerin teknik ve proje ekipleri, kullanıcı birimler, son kullanıcılar, saha çalışanları gibi birçok paydaş bulunmaktadır. Bu nedenle, bu paydaşların etkili bir şekilde yönetilmesi, proje başarısını ve zamanında tamamlanmasını sağlamak için önemlidir. İletişim eksikliği ve koordinasyon sorunları, projenin gecikmesine ve sorunlar yaşanmasına neden olabilir.

Altyapı Çalışmalarının Tamamlanmış Olması

Akıllı şehir yazılım platformunun hızlı bir şekilde devreye alınabilmesi, altyapı çalışmalarının tamamlanmasına bağlıdır. Bu çalışmalar, sahadaki üçüncü taraf sistemlerin ve donanımların, network yapılandırmalarının, sunucu ve depolama birimlerinin ayarlarının tamamlanmasını içermektedir. Altyapı çalışmalarının tamamlanmış olduğu bir projede, akıllı şehir yazılım platformu hızlı bir şekilde kullanıma hazır hale getirilebilmektedir.

Esnek ve Ölçeklenebilir Sistem

Esneklik ve ölçeklenebilirlik, akıllı şehir projelerinin temel gereksinimlerindedir. Yazılım platformunun esnek ve ölçeklenebilir olması, gelecekte ortaya çıkabilecek talepleri hızlı ve sorunsuz bir şekilde karşılayabilme yeteneğini sağlamaktadır. Sisteme sonradan modüller, süreçler ve kurallar eklemek, ekranlarda değişiklikler yapmak mümkün olmalıdır. Aynı şekilde, binlerce sensör, cihaz ve sistem sonradan entegre edilebilir ve sorunsuz bir şekilde iş görebilir olmalıdır. Bu noktada, cihaz ve sensör sayısı ile marka ve model çeşitliliği konusunda herhangi bir sınırlama olmamalıdır.

Büyük Veri Yönetimi

Büyük Veri yönetimi, akıllı şehir projelerinde önemli bir faktördür. Sahada bulunan binlerce sensörden ve çeşitli uygulamalardan gelen milyonlarca veri, akıllı şehir yazılım platformunun veri havuzuna kayıpsız bir şekilde aktarılmalıdır. Veri havuzunda toplanan verilerin etkin bir şekilde yönetilmesi, analiz edilmesi ve raporlar oluşturulması önem taşımaktadır. Bu durumun sağlanması için tüm sistemlerin birbirleriyle etkileşim halinde olması gerekmektedir.

Marka/ Bağımsızlık

Akıllı şehir projelerinde sıkça karşılaşılan bir sorun, yazılım platformlarının sınırlı marka ve model desteğine sahip olmasıdır. Bu tür kısıtlamalar, proje sahiplerinin özgürlüğünü sınırlamakla kalmaz, aynı zamanda finansal olarak da zarara yol açabilir. Özellikle mevcut sistemlere sahip olan taraflar, bu tür kısıtlamalar nedeniyle mevcut sistemlerini tamamen değiştirmek zorunda kalarak yüklü bir maliyetle karşı karşıya kalabilmektedir. Bu durumda, projenin maliyetleri artar ve zaman kaybı yaşanabilir.

Marka/model bağımsızlık, projelerin esnekliğini ve maliyet etkinliğini sağlamak adına son derece önemlidir.

Pratik Yazılım Mimarisi

Pratik yazılım mimarisi, akıllı şehir projeleri için teknik açıdan büyük öneme sahip olan bir detaydır. Geçmişte kullanılan monolitik mimarilere kıyasla, pratik yazılım mimarisi daha esnek ve verimli bir yaklaşım sunmaktadır. Monolitik mimarilerde, küçük bir hatayı düzeltmek için bile tüm sistemin yeniden başlatılması gerekmektedir, bu da operasyon süresini ve kullanılabilirliği olumsuz etkilemektedir. Ayrıca, monolitik mimarilerde sistem yedeklemesi ve kaynak kullanımı zorlu bir süreç olmakla birlikte operasyon süresini uzatabilmektedir.

Ancak mikroservis mimarisi, akıllı şehir projelerinde daha tercih edilen bir yaklaşımdır. Bu mimaride, sistem bileşenleri birbirinden bağımsızdır. Bir hatayı düzeltmek için tüm sistemi durdurmak gerekmemekte, değişiklikler operasyon devam ederken bile yapılabilmektedir. Sistem yedekliliği ve kaynak kullanımı otomatik bir şekilde gerçekleştirilmekte ve sonradan eklenen modüller diğer bileşenleri etkilememektedir.

Sonuç olarak, akıllı şehir projelerinde pratik bir yazılım mimarisine dikkat etmek ve önerilen çözümün teknik yeterliliğini sağlamak önemlidir. Bu şekilde, projeler daha esnek, verimli ve sorunsuz bir şekilde işlerlik kazanabilir.

10. Kaynakça

- [1] T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2019). 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı
- [2] T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Akıllı İnsan Uygulamaları. https://www.akillisehirler.gov.tr/wp-content/uploads/KapasiteGelistirme/Uygulama_Sunum/PDF/Sunum%20-%20Ak%C4%B1l%C4%B1%20%C4%B0nsan.pdf Erişim tarihi: 22.12.2023
- [3] TÜBİTAK - TÜSSİDE. (Ocak 2021). Esenler Belediyesi Akıllı Şehir Uygulamaları Fizibilite Projesi. Akıllı Durak Uygulaması Ön Fizibilite Raporu.
- [4] <https://www.akillisehir.com/idet/4/797/dunyada-akilli-sehir-genel-gorunumu>
- [5] <https://www.kobi-efor.com.tr/dosya/akilli-sehirler-h16061.html#:~:text=Singapur%2C%20Ak%C4%B1l%C4%B1%20%C5%9Eehir%20%C3%A7al%C4%B1>

[B1%C5%9Fmalar%C4%B1%20kapsam%C4%B1nda,Songdo%20City'e%20evsahipli%C4%9Fi%20yap%C4%B1yor.](#)

- [6] Dülger, Ümit. (2015). Stratejik Büyük Veri Yönetiminin Yatırımlar Üzerindeki Etkileri. Yüksek Lisans Tezi - The Effects Of Strategic Big Data Management On Investments.
- [7] [https://aeyazilim.com/Arge/IoT_\(Internet_of_Things\)](https://aeyazilim.com/Arge/IoT_(Internet_of_Things))
- [8] <https://www.enocta.com/blog/e-ogrenmede-iot-ve-big-data-buyuk-veri-kullanimi#:~:text=IoT%20Nas%C4%B1%20%C3%87al%C4%B1%C5%9F%C4%B1r%3F,g%C3%B6nde rip%20almas%C4%B1%20kabiliyeti%22%20olarak%20tan%C4%B1mlam%C4%B1%C5%9Ft%C4%B1r.>
- [9] <https://www.dehakoleji.com/iot-2703/>
- [10] Gündüz, M. Z., & Daş, R. (2018). Nesnelerin interneti: Gelişimi, bileşenleri ve uygulama alanları. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 24(2), 327-335.4
- [11] <https://cevap-bul.com/mikroservis-mi-monolitik-mi/>
- [12] <https://www.gokhan-gokalp.com/monolithic-ve-microservice-architecturea-genel-bir-bakis/>
- [13] <https://gokhana.medium.com/microservice-mimarisi-nedir-microservice-mimarisine-giri%C5%9F-948e30cf65b1>
- [14] <https://turkiye.un.org/tr/sdgs>
- [15] <https://bulutistan.com/blog/konteyner-container-teknolojisi-nedir-yazilim-gelistirmede-konteyner-kullaniminin-avantajlari/>
- [16] <https://gokhana.medium.com/microservice-mimarisi-ile-yaz%C4%B1l%C4%B1m-tasar%C4%B1m%C4%B1-1f6e54e09202>