

SİSTEM ANALİZİ

1. PLANLAMA

1.1. MEVCUT ADIMLARIN ALT ADIMLARININ BELİRLENMESİ VE AÇIKLANMASI

1.1.1. BİLGİLERİN TOPLANMASI

1.1.1.1. BELGE İNCELEMESİ

Bu proje kapsamında geliştirilecek olan "Süpermarket Ortamında Yapay Zekâ ile Hırsızlık Tespiti" sisteminin analiz ve tasarım sürecine başlamadan önce, problemi doğru anlamak, gereksinimleri netleştirmek ve uygun teknik yaklaşımı belirlemek amacıyla çeşitli dijital dokümanlar incelenmiştir.

Bu kapsamda öncelikle ders kapsamında öğretim görevlisi tarafından paylaşılan "Sistem Analizi ve Tasarımı" taslak dokümanı incelenmiştir. Bu dokümanlar aracılığıyla sistem analizinde izlenmesi gereken başlık yapısı, hazırlanması beklenen çıktılar ve raporun kapsamı anlaşılmıştır.

Belge incelenmesi kapsamında ayrıca proje tanım dokümanı (ProjePlanlama.docx) değerlendirilmiştir. Bu belge üzerinden sistemin bir ders projesi olarak MVP (Minimum Viable Product) düzeyinde ele alınacağı, kapsamın başlangıç için yalnızca "person" ve "bottle" nesneleri ile sınırlandırılacağı ve yaratılan şüpheli olayın "ürünün kişiye yakın bir konumdayken uzun süre boyunca kaybolması" kuralı ile tanımlanacağı netleştirilmiştir. Böylece sistemin gereksiz karmaşıklıktan ve yoğunluktan kaçınarak uygulanabilir ve gösterilebilir bir yapıda tasarlanması hedeflenmiştir.

Teknik altyapının belirlenmesi amacıyla, bu proje için gerekli olan görüntü işleme ve hedef takip algoritmaları seçenekleri incelenip değerlendirilmiştir. Bu inceleme sonucunda, bu proje özelinde en optimize ve proje yapısına en uygun olan kütüphaneler seçilmiştir. Bu değerlendirme ve araştırma sonucunda ise kullanılacak olan yazılım araç ve kütüphaneleri netleştirilip dokümantasyonları da detaylı incelenmiştir. Bu kapsamda; gerçek zamanlı nesne tespiti için yapay zekâ destekli ve CNN (Convolutional Neural Network) tabanlı YOLOv8 kullanımı, nesnelerin zaman içinde kimliklendirilerek takip edilebilmesi için ByteTrack algoritması, görüntü alma ve işleme süreçleri için OpenCV kütüphanesi, masaüstü kullanıcı arayüzü geliştirmek için PyQt5 kütüphanesi ve olay kayıtlarının tutulması için SQLite veri tabanı kullanımı uygun görülmüş, bu sistemler hakkında temel dokümanlar incelenmiştir. Bu inceleme sayesinde, sistemin hangi bileşenlerden oluşacağı ve bu bileşenlerin genel görevleri belirgin hâle getirilmiştir.

Gerçekleştirilen belge incelemesi sonucunda; sistemin genel amacı, kapsam sınırları, kullanılacak teknolojiler ve modüler mimarı yaklaşımı netleşmiş, bir sonraki adım olan gereksinim belirleme ve tasarım çalışmalarına temel oluşturacak ön bilgiler elde edilmiştir. Bu çalışma, proje sürecinin planlı ve bilinçli bir şekilde ilerlemesine katkı sağlamıştır.

Sistemin uyması gereken yasal ve etik gereksinimleri önceden değerlendirmek amacıyla kişisel verilerin korunmasına ilişkin mevzuat (KVKK) ve kullanılan açık kaynak kütüphanelerin lisans koşulları hakkında genel inceleme yapılmıştır.

1.1.1.2. YÜZ YÜZE GÖRÜŞME

Bu projede, sistem gereksinimlerinin belirlenmesi amacıyla yüz yüze görüşme yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda, perakende sektöründe faaliyet gösteren bir süpermarkette (A101) önceden görev yapmış ve mağaza içi işleyiş hakkında deneyim ve bilgi sahibi bir çalışan ile birebir görüşme gerçekleştirilmiştir. Görüşme sırasında mağazada karşılaşılan ürün kayıpları, bu tarz durumlarda izlenen süreçler ve mevcut uygulamaların güçlü ve zayıf yönleri hakkında bilgi alınmıştır.

Yapılan görüşmelerde özellikle ürünlerin müşteriler tarafından kasaya gelmeden kaybolması durumları, personelin bu tür durumları nasıl fark ettiği ve mevcut sistemlerin bu konuda ne derece yeterli olduğu üzerinde durulmuştur.

1.1.1.3. PAYDAŞ GÖRÜŞMESİ

Geliştirilecek sistemden doğrudan ve dolaylı yoldan etkilenecek paydaşlar belirlenmiş ve bu paydaşların beklentileri analiz edilmiştir. Paydaşlar, iç paydaşlar ve dış paydaşlar olmak üzere iki grupta ele alınmıştır.

İç paydaşlar arasında projeyi geliştiren kişi ve ders kapsamında yönlendirici ve değerlendirici rol üstlenen öğretim görevlisi yer almaktadır. Öğretim görevlisi, karar verici ve değerlendirici rolünde değerlendirilmiş ve sistemin kapsamı, teslim şartları ve beklenen çıktılar konusunda yönlendirici olmuştur.

Dış paydaşlar arasında ise perakende sektöründe görev yapan ve mağaza içi işleyiş hakkında deneyim sahibi bir market çalışanı, sistemin potansiyel kullanıcıları olarak güvenlik personeli ve mağaza çalışanları ile sistemin dolaylı olarak etkilediği müşteriler bulunmaktadır. Yüz yüze görüşme kapsamında market çalışanından alınan geri bildirimler, mağaza ortamında yaşanan ürün kayıplarının niteliği ve mevcut süreçlerin zorlukları hakkında önemli bilgiler sağlamıştır.

Paydaş görüşmeleri sonucunda, sistemden beklenen temel gereksinimler; gerçek zamanlı çalışma, kullanıcı dostu bir arayüz sunulması, şüpheli olayların açık şekilde gösterilmesi ve bu olayların kayıt altına alınabilmesi olarak belirlenmiştir.

Bu paydaş analizleri, sistem gereksinimlerinin belirlenmesinde ve tasarım kararlarının şekillendirilmesinde önemli bir girdi sağlamış ve projenin gerçek ihtiyaçlara göre yapılandırılmasına katkıda bulunmuştur.

1.1.1.4. MEVCUT SİSTEMİN TAKİP EDİLMESİ (GÖZLEM)

Mevcut mağaza işleyişini ve ürün kaybı durumlarında izlenen sürecin anlaşılabilmesi amacıyla gözlem yöntemi kullanılmıştır. Perakende sektöründe çalışan kullanıcı temsilcisinden alınan bilgiler doğrultusunda, mağaza ortamında güvenlik kameralarının çoğunlukla geriye dönük inceleme amacıyla kullanıldığı ve anlık otomatik olarak bir uyarı mekanizmasının bulunmadığı gözlemlenmiştir.

Yapılan gözlemler sonucunda, ürün kaybı şüphesi oluştuğunda sürecin büyük ölçüde manuel takip edildiği ve bunun zaman kaybına yol açtığı görülmüştür. Bu durum, geliştirilecek sistemin gerçek zamanlı çalışarak şüpheli olayları anında tespit etmesi ve kullanıcıyı bilgilendirmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

1.1.2. FİZİBİLİTE VE RİSK DEĞERLENDİRME RAPORU

1.1.2.1. MANTIKSAL FİZİBİLİTE

Bu projede ele alınan temel problem, perakende mağazalarında yaşanan ürün kayıplarının çoğunlukla manuel süreçlerle ve geriye dönük kamera kaydı incelemeleriyle tespit edilmeye çalışılmasıdır. Bu yaklaşım hem zaman alıcı olmakta hem de olayların geç fark edilmesine neden olmaktadır.

Önerilen çözüm, kamera görüntülerini gerçek zamanlı olarak analiz eden ve kişi ile ürün etkileşimlerini izleyerek şüpheli durumları otomatik şekilde tespit eden bir sistem geliştirilmesidir. Bu yaklaşımın, mevcut manuel sürece kıyasla daha hızlı ve etkili bir ön uyarı mekanizması sağlayacağı değerlendirilmiştir.

Projenin MVP (Minimum Viable Product) kapsamında yalnızca "person" ve "bottle" nesneleri üzerine odaklanması, çözümün temel mantığını göstermek açısından yeterli ve tutarlı görülmüştür. Böylece sistem, gereksiz karmaşıklığa girmeden ana problemi hedef alan uygulanabilir bir yapı sunmaktadır.

1.1.2.2. TEKNİK FİZİBİLİTE

Sistem; Python programlama dili kullanılarak geliştirilecek olup, gerçek zamanlı nesne takibi için YOLOv8, nesne takibi için ByteTrack, görüntü işleme için OpenCV, kullanıcı arayüzü için PyQt5 ve veri yönetimi için SQLite teknolojilerinden yararlanacaktır.

Bu teknolojilerin tamamı açık kaynaklıdır ve mevcut bilgisayar altyapısı üzerinde çalışabilecek niteliktedir. Sistem mimarisinin modüler yapıda tasarlanması sayesinde, bileşenler arası entegrasyonun teknik olarak mümkün ve yönetilebilir olduğu görülmüştür.

Yapılan ön değerlendirmelerde, sistemin gerçek zamanlı çalışabilmesi için gerekli işlem gücünün mevcut donanım ile karşılanabildiği ve MVP (Minimum Viable Product) kapsamındaki hedefler için yeterli performansın sağlanabileceği öngörülmüştür.

Bu değerlendirmeler sonucunda, önerilen çözümün mevcut yazılım ve donanım imkanlarıyla teknik olarak uygulanabilir olduğu kanaatine varılmıştır.

1.1.2.3. TEKNOLOJİK FİZİBİLİTE

Bu projede kullanılacak teknolojiler, güncellik, erişilebilirlik, öğrenilebilirlik ve açık kaynak olma kriterleri doğrultusunda seçilmiştir. Geniş kütüphane desteği, öğrenme ve geliştirme kaynağının çokluğu, hızlı prototipleme imkânı ve yapay zekâ uygulamalarındaki yaygın kullanımı nedeniyle programlama dili olarak Python tercih edilmiştir.

Gerçek zamanlı ve yapay zekâ altyapısıyla çalışması, alternatiflerine göre performans değerlerinin daha yüksek olması nedeniyle nesne takibi için derin öğrenme tabanlı YOLOv8 modeli; açık kaynak ve Python ile uyumlu olması, algılanan nesneler için kimlik kararlığı sağlayabilen ve YOLOv8 modeliyle entegre çalışabilmesi nedeniyle gerçek zamanlı çoklu nesne takibi yapabilen ByteTrack algoritması; görüntü işleme süreçlerinde yaygın kullanılması, geliştirici sayısının çokluğu nedeniyle OpenCV; masaüstü arayüz geliştirme için öğrenilmesi ve entegrasyonu basit olduğu için PyQt5 ve veri yönetimi için hafif ve gömülü bir çözüm olan SQLite kullanılması planlanmıştır.

Seçilen teknolojilerin tamamı açık kaynaklıdır ve lisans maliyeti bulunmamaktadır. Ayrıca bu teknolojilerin geniş kullanıcı topluluklarına ve dokümantasyonlara sahip olması, geliştirme sürecinde karşılaşılabilecek sorunların çözümünü kolaylaştırmaktadır.

1.1.2.4. OPERASYONEL FİZİBİLİTE

Önerilen sistemin mağaza ortamındaki günlük işleyişe uyumu operasyonel açıdan değerlendirilmiştir. Mevcut durumda ürün kaybı şüphesi oluştuğunda süreç büyük ölçüde personelin manuel kontrolüne dayanmaktadır. Geliştirilen sistem ise bu sürece gerçek zamanlı otomatik bir destek mekanizması eklemeyi amaçlamaktadır.

Sistemin masaüstü tabanlı ve basit bir kullanıcı arayüzüne sahip olması, güvenlik personeli veya mağaza çalışanları tarafından kısa sürede öğrenilerek kullanılabilmesini mümkün kılmaktadır.

Bu değerlendirmeler sonucunda, sistemin mevcut operasyonel yapıya uyum sağlayabileceği, kullanıcılar tarafından kabul edilebilir olduğu ve manuel süreçleri destekleyerek operasyonel verimliliği artırabileceği öngörülmektedir.

1.1.2.5. EKONOMİK FİZİBİLİTE

Bu projede önerilen sistemin ekonomik açıdan uygulanabilirliği ön değerlendirme düzeyinde ele alınmıştır. Sistem, açık kaynaklı yazılım bileşenleri kullanılarak geliştirildiği için herhangi bir lisans maliyeti oluşturmamaktadır. Donanım tarafında ise temel gereksinim bir kamera ve bir bilgisayar olup, bu proje kapsamında mevcut kaynaklar kullanılmıştır.

Bu nedenlerle sistemin başlangıç maliyetinin düşük olduğu ve küçük ölçekli uygulamalar için erişilebilir bir çözüm sunduğu değerlendirilmiştir. İşletme maliyetleri arasında bakıldığında, bu projedeki sistemin yerel olarak çalışması nedeniyle ek bir sunucu veya bulut hizmeti gideri öngörülmemektedir.

Sağlayacağı fayda açısından sistemin, ürün kayıplarının önceden belirlenmesi sayesinde maddi kayıpların azaltılmasına yardımcı olabileceği, manuel kontrol ihtiyacını azaltarak personel zamanından tasarruf sağlayabileceği ve ürün kayıp bedellerinin personellere ödetilmesine karşı personellerin maddi kayıplarının azaltılmasına yardımcı olabileceği öngörülmektedir.

Bu değerlendirmeler sonucunda, önerilen çözümün maliyet-fayda dengesi açısından ekonomik olarak uygulanabilir olduğu kanaatine varılmıştır.

1.1.2.6. YASAL FİZİBİLİTE

Bu projede önerilen sistemin yasal açıdan uygulanabilirliği ön değerlendirme düzeyinde incelenmiştir. Sistem, güvenlik kamerası görüntüleri üzerinden kişi ve ürün algılaması yaptığı için kişisel verilerin korunmasına ilişkin mevzuat kapsamında değerlendirilmektedir.

Türkiye'de yürürlükte olan 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) çerçevesinde, kamera ile izleme faaliyetlerinin belirli şartlara bağlı olduğu bilinmektedir. Bu proje kapsamında geliştirilen sistem, otomasyon olarak yüz tanıma veya kimlik tespiti yapmamakta, kişileri yalnızca anonim olarak "person" sınıfı altında algılamaktadır. Ayrıca eğitim amaçlı bir MVP niteliğinde olup gerçek ortamda kullanılmamaktadır.

Gerçek bir uygulamada sistemin devreye alınması durumunda, aydınlatma yükümlülüğü, veri güvenliği önlemleri ve saklama sürelerinin belirlenmesi gibi KVKK gerekliliklerinin yerine getirilmesi gerekecektir. Bu çerçevede, sistemin uygun önlemler alındığı takdirde yasal açıdan uygulanabilir olduğu değerlendirilmiştir.

Bunun yanında, projede kullanılan yazılım bileşenlerinin açık kaynak lisanslara sahip olması nedeniyle lisans açısından önemli bir yasal engel öngörülmemektedir.

1.1.2.7. ETİK FİZİBİLİTE

Bu projede önerilen sistemin etik açıdan uygunluğu ön değerlendirme düzeyinde incelenmiştir. Sistem, bireylerin kimliğini tespit etmeye yönelik yüz tanıma gibi işlemler yapmamakta, kişileri yalnızca anonim olarak "person" sınıfı altında algılamaktadır. Bu yaklaşım, kullanıcı mahremiyetinin korunmasını hedeflemektedir.

Sistemin ürettiği çıktılar doğrudan bir yaptırım mekanizması olarak değil, güvenlik personeline destek sağlayan bir karar destek aracı olarak tasarlanmıştır. Böylece olası yanlış alarmların doğrudan kişiler üzerinde olumsuz etki oluşturmalarının önüne geçilmesi amaçlanmıştır.

Ayrıca sistemin eğitim amaçlı bir MVP çalışması olması ve sınırlı kapsamda geliştirilmesi, etik risklerin kontrol altında tutulmasını sağlamaktadır. Gerçek bir uygulamada kullanıcıların bilgilendirilmesi ve şeffaflık ilkelerinin gözetilmesi gerektiği kabul edilmektedir.

Bu değerlendirmeler doğrultusunda, sistemin temel etik ilkelere uygun olduğu ve gerekli önlemler alındığı sürece etik açıdan uygulanabilir olduğu kanaatine varılmıştır.

1.1.2.8. ZAMAN FİZİBİLİTESİ

Bu projede önerilen sistemin belirlenen süre içerisinde tamamlanabilirliği zaman açısından değerlendirilmiştir. Projenin tek bir geliştirici tarafından yürütülmesi ve kapsamının MVP düzeyinde sınırlandırılması, zaman planlaması açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Proje süreci; analiz ve araştırma, prototip geliştirme, arayüz entegrasyonu, test ve iyileştirme ile dokümantasyon aşamalarına ayrılmıştır. Açık kaynaklı araçların kullanılması ve mevcut geliştirme ortamının hazır olması, geliştirme sürecini hızlandırmaktadır.

Ön değerlendirme kapsamında analiz ve araştırma için yaklaşık 1 hafta, prototip geliştirme ve entegrasyon için 2,5 hafta, test, iyileştirme ve dokümantasyon için 1,5 hafta olmak üzere toplamda tahmini 5 haftalık bir sürenin yeterli olacağı öngörülmektedir. Bu sürenin, gerçekçi ve ders takvimi ile uyumlu olduğu öngörülmektedir.

1.1.2.9. ÇEVRESEL FİZİBİLİTE

Bu projede önerilen sistemin çevresel etkileri ön değerlendirme düzeyinde incelenmiştir. Sistem, mevcut bir bilgisayar ve temel bir kamera donanımı üzerinde çalışacak şekilde tasarlandığından dolayı ilave donanım ihtiyacı ve buna bağlı çevresel etki oluşturmamaktadır.

Sistemin yerel olarak çalışması sayesinde ek sunucu veya bulut altyapısı gerektirmemesi, enerji tüketimini sınırlı tutmaktadır. Ayrıca olay kayıtlarının ve raporların dijital ortamda saklanması, kâğıt kullanımını gerektirmeyerek dolaylı olarak çevresel fayda sağlamaktadır.

Bu değerlendirmeler sonucunda, önerilen sistemin çevre üzerinde önemli bir olumsuz etki oluşturmadığı ve mevcut kaynakların verimli kullanımı açısından çevresel olarak uygulanabilir olduğu kanaatine varılmıştır.

1.1.2.10. PAZAR (MARKET) FİZİBİLİTESİ

Bu projede önerilen sistemin pazar açısından uygulanabilirliği ön değerlendirme düzeyinde ele alınmıştır. Perakende sektöründe ürün kayıpları yaygın bir problem olup, mağazalar genellikle güvenlik kameralarını olay sonrası inceleme amacıyla kullanmaktadır. Bu durum, gerçek zamanlı uyarı üretebilen akıllı video analiz sistemlerine yönelik bir ihtiyacın bulunduğunu göstermektedir.

Uluslararası pazarda, yapay zekâ destekli video analiz çözümleri ile ürün kaybını önlemeye yönelik daha gelişmiş sistemlerin bulunduğu bilinmektedir. Ancak bu çözümler çoğunlukla yüksek maliyetli, karmaşık altyapı gerektiren ve büyük ölçekli işletmelere yönelik ürünlerdir. Türkiye pazarında ise maliyet, yasal düzenlemeler ve operasyonel riskler nedeniyle bu tür sistemlerin yaygın kullanımının sınırlı olduğu değerlendirilmektedir.

Bu proje kapsamında geliştirilen sistem; düşük maliyetli, sınır kapsamlı ve eğitim amaçlı bir MVP olarak tasarlanmıştır. Hedef kullanıcı kitlesi; küçük ve orta ölçekli mağazalar ile güvenlik personelidir. Sistem, mevcut kamera altyapısı üzerinde çalışabilen, karar destek niteliğinde bir çözüm sunmayı amaçlamaktadır.

Bu değerlendirmeler doğrultusunda, önerilen yaklaşımın gerçek hayatta bir ihtiyaca karşılık geldiği, ancak ticari bir ürün hâline gelebilmesi için fazlaca iyileştirme yapılması, AR-

GE çalışmalarının artırılması, yasal uyumluluk ve entegrasyon gibi konularda daha ileri çalışmalar yapılması gerektiği kanaatine varılmıştır.

1.1.3. MEVCUT SİSTEMİN ADIMLARI

1.1.3.1. HAZIRLIK

Bu aşamada, mevcut sistemin incelemesine başlamadan önce gerekli ön hazırlık çalışmaları yapılmıştır. Proje kapsamında analiz faaliyetleri tek bir geliştirici tarafından yürütüleceğinden dolayı roller analist ve geliştirici olarak belirlenmiştir.

İncelenecek mevcut sistem; mağazalarda kullanılan kamera kayıtları, güvenlik personelinin manuel kontrol süreçleri ve olay sonrası incelemelere dayalı yaklaşımlar olarak tanımlanmıştır. Bu süreçlerin anlaşılması amacıyla literatür incelemesi, paydaş görüşmeleri ve gözlem yöntemlerinin kullanılmasına karar verilmiştir.

Ayrıca analiz sürecinde kullanılacak araçlar ve yöntemler belirlenmiş, mevcut sistemin güçlü ve zayıf yönlerinin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Bu hazırlıklar doğrultusunda mevcut sistemin adımlarının sistematik biçimde incelenmesine geçilmiştir.

1.1.3.2. YERLEŞTİRME

Bu aşamada, mevcut sistemin incelemesi için analiz çalışmalarına uygun bir ortamın planlanması ve hazırlanması hedeflenmiştir. Proje kapsamında gerçek bir mağaza altyapısına doğrudan erişim bulunmadığından, analiz faaliyetlerinin simülasyon ve örnek senaryolar üzerinden yürütülmesine karar verilmiştir.

Mevcut güvenlik yaklaşımını temsil edecek şekilde kamera tabanlı bir test ortamının kullanılacağı öngörülmüş, analiz sürecinde yararlanılacak araçlar ve çalışma ortamı ön değerlendirme düzeyinde belirlenmiştir. Böylece mevcut sistemin işleyişinin incelenmesi için gerekli ortamın nasıl olacağı planlanmıştır.

1.1.3.3. DEĞERLENDİRME

Bu aşamada mevcut sistemin işleyişine ilişkin elde edilen bulguların değerlendirilmesi ve raporlanması hedeflenmiştir. Mevcut güvenlik yaklaşımının performansının; olaylara müdahale süresi, manuel kontrol yükü ve geriye dönük incelemeye dayalı olması gibi ölçütler üzerinden analiz edilmesi planlanmıştır.

Toplanan veriler doğrultusunda mevcut sistemin güçlü yönlerinin ve zayıf yönlerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Ayrıca iyileştirme fırsatları belirlenerek, yeni geliştirilecek sistem için gereksinimlerin şekillendirilmesi hedeflenmiştir.

1.1.4. GİRDİ VE ÇIKTILARIN BELİRLENMESİ

1.1.4.1. İNSAN İŞGÜCÜ

Bu aşamada önerilen sistemin çalışması için gerekli insan işgücü, ön değerlendirme düzeyinde belirlenmiştir. Teknik personel olarak sistemin analizini ve geliştirilmesini yürütecek bir geliştirici/analist rolü öngörülmüştür.

Operasyonel personel olarak ise sistemi günlük kullanımda takip edecek güvenlik personeli veya mağaza çalışanları ile, sistem çıktılarından sorumlu olacak bir yönetici rolü tanımlanmıştır. Bu kullanıcıların, sistem üzerinden üretilen uyarıları ve raporları değerlendirerek gerekli aksiyonları alması planlanmıştır.

Projenin MVP kapsamında ve eğitim amaçlı olması nedeniyle roller basitleştirilmiş ve sınırlı sayıda personel ile sistemin işletilebileceği varsayılmıştır.

1.1.4.2. MALZEME

Bu aşamada önerilen sistemin çalışması için gerekli donanım ve yazılım kaynakları ön değerlendirme düzeyinde belirlenmiştir. Donanım tarafında, sistemin yerel bir bilgisayar üzerinde çalışacağı ve görüntü kaynağı olarak temel bir kamera kullanılacağı öngörülmüştür. MVP kapsamında ek sunucu, ağ altyapısı veya yedekleme sistemlerine ihtiyaç duyulmayacağı varsayılmıştır.

Yazılım tarafında ise Python programlama dili, masaüstü arayüz için PyQt5 kütüphanesi, görüntü işleme için OpenCV, nesne tespiti için YOLOv8, nesne takibi için ByteTrack ve veri yönetimi için SQLite kullanılması planlanmıştır. Geliştirme ortamı olarak Visual Studio Code IDE'nin kullanılacağı öngörülmüştür.

Bu kaynakların açık kaynaklı ve kolay erişilebilir olması, sistemin düşük maliyetle geliştirilebilir olmasını mümkün kılmaktadır.

1.1.4.3. FİNANSAL

Bu aşamada önerilen sistem için gerekli finansal kaynaklar ön değerlendirme düzeyinde belirlenmiştir. MVP kapsamında geliştirilecek sistemde, açık kaynaklı yazılım

bileşenlerinin kullanılması planlandığından dolayı herhangi bir lisans maliyeti öngörülmemektedir.

Donanım tarafında sistemin mevcut bir bilgisayar ve temel bir kamera üzerinde çalışacağı varsayıldığından dolayı ilave yüksek maliyetli bir yatırım gereksinimi bulunmamaktadır. Sunucu, bulut altyapısı veya harici hizmet kullanımının planlanmaması, işletme giderlerini sınırlı düzeyde tutmaktadır.

Geliştirme faaliyetlerinin ders kapsamında yürütülmesi nedeniyle personel maliyeti hesaplama dahil edilmemiştir. Bu ön değerlendirme doğrultusunda, sistemin düşük maliyetli bir çözüm olarak geliştirilebileceği ve finansal açıdan uygulanabilir olduğu öngörülmüştür.

1.1.5. MALİYETLERİN BELİRLENMESİ

1.1.5.1. PARA

Bu aşamada önerilen sistem için öngörülen parasal maliyetler ön değerlendirme düzeyinde belirlenmiştir. Doğrudan maliyetler kapsamında, sistemin mevcut bir bilgisayar ve temel bir kamera üzerinde çalışacağı varsayılacağından dolayı donanım maliyetinin düşük olacağı öngörülmüştür. Yazılım tarafında ise açık kaynaklı araçların kullanılması planlandığından herhangi bir lisans maliyeti bulunmamaktadır.

Sunucu, bulut hizmeti veya üçüncü taraf kullanımının öngörülmemesi, ek hizmet giderlerini ortadan kaldırmaktadır. Bu nedenle sistem için yüksek tutarlı bir başlangıç yatırımı gerekmemektedir.

Dolaylı maliyetler açısından bakıldığında ise, MVP kapsamındaki bu çalışma için bakım, destek veya dış kaynak hizmeti gereksinimi öngörülmemektedir. Bu ön değerlendirme doğrultusunda, önerilen sistemin parasal açıdan düşük maliyetli ve gerçekleştirilebilir bir çözüm olduğu kanaatine varılmıştır.

1.1.5.2. ZAMAN

Bu aşamada önerilen sistem için öngörülen geliştirme ve operasyonel süreler ön değerlendirme düzeyinde belirlenmiştir. Geliştirme sürecinin; sistem analizi ve tasarım, kodlama ve entegrasyon, test ve iyileştirme ile dokümantasyon aşamalarından oluşacağı öngörülmüştür.

Ön değerlendirme kapsamında, sistem analizi ve tasarım için yaklaşık 1 hafta, kodlama ve entegrasyon için 2,5 hafta, test, iyileştirme ve dokümantasyon için 1,5 hafta olmak üzere toplamda yaklaşık 5 haftalık bir sürenin yeterli olacağı tahmin edilmiştir.

Operasyonel zaman açısından ise sistemin günlük kullanımda gerçek zamanlı çalışacağı, bakım ve güncelleme faaliyetlerinin periyodik yürütüleceği öngörülmüştür. Bu değerlendirme doğrultusunda, önerilen sistemin zaman açısından uygulanabilir olduğu kanaatine varılmıştır.

1.1.5.3. İNSAN

Bu aşamada sistem için öngörülen insan kaynağı maliyeti ön değerlendirme düzeyinde ele alınmıştır. MVP kapsamında geliştirilecek bu çalışma, analiz ve geliştirme faaliyetlerinin tek bir geliştirici tarafından yürütülmesi varsayımıyla planlanmıştır.

Gerçek bir saha uygulaması ve 7/24 operasyon öngörülmediğinden dolayı ayrı bir operasyon ekibi, kullanıcı destek birimi veya acil müdahale ekibi ihtiyacı bu çalışma kapsamında değerlendirmeye alınmamıştır. Bu nedenle insan kaynağına bağlı maliyetlerin, MVP düzeyinde sınırlı olacağı öngörülmüştür.

1.1.6. MEVCUT SİSTEMİN UYGUNLUĞU

1.1.6.1. TEKNİK UYGUNLUK DEĞERLENDİRMESİ

Bu aşamada mevcut sistemin teknik açıdan uygunluğu ön değerlendirme düzeyinde analiz edilmiştir. Mevcut yaklaşımın performans yeterliliği, olayların çoğunlukla geriye dönük incelenmesine dayanması ve gerçek zamanlı analiz kapasitesinin sınırlı olması açısından değerlendirilmiştir.

Kullanılan teknolojilerin güncelliği incelendiğinde, geleneksel kamera kayıt sistemlerinin yaygın olmakla birlikte ileri seviye yapay zekâ destekli analiz yeteneklerine sınırlı ölçüde sahip olduğu görülmektedir. Entegrasyon kapasitesi açısından ise mevcut sistemlerin yeni yazılım çözümleri ile entegre edilebilir altyapıya sahip olduğu, ancak bunun için ek yazılım ve yapılandırma gereksinimleri bulunduğu öngörülmektedir.

Bu değerlendirme doğrultusunda, mevcut sistemin temel güvenlik ihtiyaçlarını karşıladığı, ancak performans, güncellik ve entegrasyon açısından yeni bir çözümle desteklenmeye açık olduğu sonucuna varılmıştır.

1.1.6.2. GÜVENLİK UYGUNLUĞU

Bu aşamada mevcut sistemin güvenlik seviyesinin kurumsal ve endüstri standartlarına uygunluğu ön değerlendirme düzeyinde analiz edilmiştir. Mevcut yaklaşımın, kamera kayıtlarının saklanması ve erişim kontrolü gibi temel güvenlik önlemlerini sağladığı, ancak

veri gizliliği, yetkilendirme ve kayıtların korunması konularında ileri seviye güvenlik mekanizmalarına sınırlı ölçüde sahip olduğu değerlendirilmiştir.

Bu kapsamda mevcut sistemin temel güvenlik ihtiyaçlarını karşıladığı, ancak kurumsal standartlar açısından daha gelişmiş güvenlik önlemleriyle desteklenmeye açık olduğu sonucuna varılmıştır.

1.1.6.3. İŞ SÜREÇLERİ UYGUNLUĞU

Bu aşamada mevcut sistemin iş süreçlerini ne ölçüde desteklediği ön değerlendirme düzeyinde analiz edilmiştir. Mevcut yaklaşımın, olayların geriye dönük incelenmesine dayalı olması nedeniyle süreç desteğinin sınırlı olduğu, kullanıcıların aktif olarak kamera kayıtlarını incelemesi gerektiği değerlendirilmiştir.

Kullanıcı deneyimi açısından mevcut sistemin temel izleme ve kayıt işlevlerini sağladığı, ancak raporlama ve analitik yeteneklerinin sınırlı olduğu görülmektedir. Süreçlerin esnekliği ve değişen ihtiyaçlara adaptasyonu ise büyük ölçüde manuel müdahalelere bağlıdır.

Bu değerlendirme doğrultusunda, mevcut sistemin temel iş süreçlerini desteklediği, ancak kullanıcı deneyimi, raporlama/analitik ve adaptasyon açısından daha gelişmiş çözümlerle iyileştirilmeye açık olduğu sonucuna varılmıştır.

1.1.6.4. STRATEJİK UYGUNLUK

Bu aşamada mevcut sistemin kurumsal hedeflerle uyumu ve stratejik açıdan uygunluğu ön değerlendirme düzeyinde analiz edilmiştir. Mevcut yaklaşımın temel güvenlik ihtiyacını karşıladığı, ancak rekabet avantajı yaratma ve yenilikçi teknolojilerin kullanımını destekleme açısından sınırlı kaldığı değerlendirilmiştir.

Yenilik ve gelişim desteği açısından, mevcut sistemin ağırlıklı olarak pasif izleme yaklaşımına dayandığı, ileri seviye analitik ve karar destek yetenekleri sunmadığı görülmektedir. Bu durumun, kurumun dijitalleşme ve süreç iyileştirme hedefleriyle sınırlı ölçüde örtüştüğü öngörülmüştür.

Değer yaratma ve yatırımın geri dönüşü (ROI) açısından bakıldığında ise mevcut sistemin kayıpları dolaylı olarak azaltabildiği, ancak ölçülebilir ve proaktif bir katkı sunma kapasitesinin sınırlı olduğu değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda, mevcut yaklaşımın stratejik hedefleri desteklemekle birlikte, daha yenilikçi çözümlerle güçlendirilmeye açık olduğu sonucuna varılmıştır.

1.2. PROBLEMLERİN VE İYİLEŞMELERİN BELİRLENMESİ

1.2.1. İŞLEVSELLİK

Bu aşamada mevcut sistemlerin ve süreçlerin işlevselliği ön değerlendirme düzeyinde analiz edilmiştir. Mevcut yaklaşımın ağırlıklı olarak kamera kayıtlarının geriye dönük incelenmesine dayanması, olayların anlık olarak tespit edilememesine ve müdahalelerin gecikmesine neden olabilmektedir.

Sistemlerin büyük ölçüde manuel kontrol gerektirmesi, güvenlik personellerine bağımlılığı artırmakta, çalışan personellerin iş yükünü artırmakta ve insan hatasına açık bir yapı oluşturmaktadır. Ayrıca mevcut sistemlerde otomatik uyarı mekanizmalarının, gelişmiş analitik yeteneklerin ve süreçleri destekleyen karar destek fonksiyonlarının sınırlı olduğu değerlendirilmiştir.

Bu doğrultuda, mevcut sistemlerin işlevsellik açısından temel izleme ihtiyacını karşıladığı, ancak verimlilik ve doğruluk bakımından iyileştirmeye açık önemli eksiklikler barındırdığı sonucuna varılmıştır.

1.2.1.1. İNSAN BAĞIMLILIĞI

Mevcut sistemlerde güvenlik süreçlerinin büyük ölçüde manuel yürütülmesi, insan bağımlılığını artırmakta ve operasyonların verimliliğini düşürmektedir. Kamera görüntülerinin sürekli olarak personeller tarafından izlenilmesi zorunda olması ve olayların insan gözlemleriyle tespit edilmesi, dikkat dağınıklığı ve yorgunluk gibi faktörler nedeniyle hataya açık bir yapı oluşturmaktadır.

Otomasyon eksikliği, tekrar eden kontrol adımlarının manuel yapılmasına, zaman kaybına ve personellerin iş yükünün ağırlaşmasına neden olmaktadır. Ayrıca kontrol noktalarının sistematik olarak izlenememesi, insan hatasına açık işlemleri artırmakta ve güvenlik süreçlerinin tutarlılığını olumsuz etkilemektedir.

Bu nedenle mevcut yaklaşımın insan bağımlılığı yüksek, otomasyon seviyesi düşük bir yapıya sahip olduğu ve bu durumun önemli bir iyileştirme alanı oluşturduğu değerlendirilmiştir.

1.2.1.2. VERİ KONTROLLERİ

Mevcut sistemlerde veri girişine yönelik doğrulama mekanizmalarının sınırlı olduğu, format kontrolü, zorunlu alan denetimi ve tutarlılık kontrollerinin yeterince uygulanmadığı

değerlendirilmiştir. Bu durum, hatalı veya eksik verilerin sisteme girmesine ve analiz sonuçlarının güvenilirliğinin azalmasına yol açmaktadır.

Ayrıca verilerin bütünlüğünü sağlamaya yönelik çoğaltma ve senkronizasyon kontrollerinin yetersiz olması, farklı kaynaklardan gelen kayıtlar arasında uyumsuzluklara neden olabilmektedir. Bu tür veri bütünlüğü problemleri, raporlama ve karar destek süreçlerini olumsuz etkilemektedir.

Bu kapsamda mevcut yaklaşımın veri kontrolleri açısından zayıf olduğu ve doğrulama ile bütünlük mekanizmalarının güçlendirilmesine ihtiyaç duyulduğu sonucuna varılmıştır.

1.2.1.3. DİNAMİKLİK

Mevcut sistemlerin değişen ihtiyaçlara ve yeni gereksinimlere hızlı uyum sağlayamadığı değerlendirilmiştir. Güvenlik süreçlerinin büyük ölçüde sabit iş akışlarına ve geleneksel yaklaşımlara dayanması, sistemin esnekliğini azaltmakta ve güncellenmesini zorlaştırmaktadır.

Kullanılan mimarilerin ve süreçlerin yeniliklere kapalı olması, yeni teknolojilerin entegrasyonunu ve süreç iyileştirmelerini yavaşlatmaktadır. Bu durum, sistemin gelişen tehditlere ve operasyonel beklentilere zamanında cevap verememesine yol açmaktadır.

Bu kapsamda mevcut yaklaşımın dinamiklik açısından zayıf olduğu ve değişime hızlı uyum sağlayabilecek daha esnek yapılara ihtiyaç duyulduğu sonucuna varılmıştır.

1.2.1.4. GÜVENİLİRLİK

Mevcut sistemlerde beklenmeyen sistem hataları ve kesintiler karşısında sürekliliği sağlayacak mekanizmaların yetersiz olduğu değerlendirilmiştir. Güvenlik süreçlerinin büyük ölçüde manuel yürütülmesi ve merkezî bir izleme altyapısının bulunmaması, arıza durumlarında müdahale süresini uzatmakta ve hizmetin kesintiye uğramasına neden olabilmektedir.

Ayrıca yedekleme ve kurtarma mekanizmalarının sınırlı olması ya da düzenli olarak test edilmemesi, veri kaybı riskini artırmakta ve sistemin güvenilirliğini olumsuz etkilemektedir. Bu durum, operasyonların sürekliliği açısından önemli bir zayıflık oluşturmaktadır.

Bu kapsamda mevcut yaklaşımın güvenilirlik açısından yeterli olmadığı ve kesintilere karşı daha dayanıklı yapılara ihtiyaç duyulduğu sonucuna varılmıştır.

1.2.2. TEKNİK VE İNSAN İŞGÜCÜ

Bu bölüm, proje kapsamındaki sistem için gerekli görülmediği için değerlendirme dışı bırakılmıştır.

1.2.2.1. MALZEME VE TEÇHİZAT

1.2.2.2. VERİ

1.2.2.3. İNSAN

1.2.2.4. MEKÂN

1.2.2.5. EĞİTİM VE BİLGİ DÜZEYİ

1.2.3. MALİYET VE ZAMAN

Mevcut güvenlik süreçlerinde insan gücüne dayalı yapı ve manuel iş akışları, operasyonel maliyetlerin artmasına ve süreçlerin zaman açısından verimsiz işlemesine neden olmaktadır. Güvenlik olaylarının tespiti, değerlendirilmesi ve raporlanması süreçlerinde yaşanan gecikmeler hem zaman yönetimini zorlaştırmakta hem de kaynakların etkin kullanılmasını engellemektedir. Bu nedenle mevcut yapının maliyet ve zaman açısından iyileştirmeye açık olduğu değerlendirilmiştir.

1.2.3.1. GİDERLER VE GELİRLER

Mevcut güvenlik süreçlerinde hırsızlık ve ürün kayıplarının sanılandan çok daha yaygın olması, işletmeler için önemli bir maliyet unsuru oluşturmaktadır. Bu tür kayıpların çoğu zaman çalışanlara yansıtılması, personel memnuniyetini düşürmekte, fazladan psikolojik yük olmakta ve dolaylı iş gücü verim kayıplarına yol açmaktadır. Buna rağmen mevcut manuel güvenlik önlemlerinin bu kayıpları yeterli düzeyde azaltamaması, beklenen faydanın sınırlı kalmasına neden olmaktadır.

Ayrıca güvenliğin büyük ölçüde insan gücüne dayanması, sürekli personel ihtiyacı doğurarak operasyonel giderleri artırmaktadır. Bu durum, yüksek giderlere karşılık elde edilen faydanın düşük kalmasına ve maliyet-fayda dengesizliğine yol açmaktadır. Sonuç olarak mevcut yapıda yatırımın geri dönüş süresinin uzadığı ve gelir potansiyelinin yeterince değerlendirilemediği görülmektedir.

1.2.3.2. ZAMAN

Mevcut güvenlik süreçlerinde olayların tespiti ve değerlendirilmesinin büyük ölçüde manuel yapılması, süreçlerin uzamasına ve iş akışında aksamalara neden olmaktadır. Kamera kayıtlarının sonradan izlenmesi ve kararların insan değerlendirmesine bağlı olması, zaman kaybı oluşturan temel faktörler arasında yer almaktadır.

Ayrıca olaylara ilişkin onay ve işlem süreçlerinde birden fazla adımın bulunması, müdahale sürelerine uzatmakta ve zamana duyarlı durumlarda gecikmelere yol açmaktadır. Bu durum, mevcut yapının zaman yönetimi açısından verimsiz olduğunu göstermektedir.

1.2.3.3. VERİMLİLİK

Mevcut güvenlik süreçlerinde otomasyon seviyesinin düşük olması, iş akışında dar boğazların oluşmasına ve süreçlerin yavaş ilerlemesine neden olmaktadır. Olayların manuel olarak izlenmesi ve değerlendirilmesi, personelin zamanını almakta ve tekrar eden işlemler nedeniyle kaynakların verimsiz kullanılmasına yol açmaktadır.

Bu durum, güvenlik faaliyetlerinin genel performansını düşürmekte ve mevcut yapının verimlilik açısından iyileştirmeye açık olduğunu göstermektedir.

1.2.3.4. GERİ DÖNÜŞ SÜRESİ

Mevcut güvenlik süreçlerinde kullanıcı geri bildirimlerinin toplanması ve tespit edilen hataların düzeltilmesi uzun zaman almakta, bu durum da memnuniyet seviyesinin düşmesine neden olmaktadır. Olayların manuel olarak incelenmesi ve sonuçların geç değerlendirilmesi, sorunlara hızlı müdahaleyi zorlaştırmaktadır.

Bu nedenle mevcut yapıda geri dönüş süresinin uzun olduğu ve kullanıcı beklentilerini karşılamakta yetersiz kaldığı değerlendirilmiştir.

1.3. PROJE KAPSAMI VE SINIRLARININ BELİRLENMESİ

Bu bölümde proje kapsamında ele alınacak işlevler, bileşenler ve çalışma sınırları netleştirilmiştir. Projenin hangi ihtiyaçlara odaklanacağı ve hangi unsurların kapsam dışında bırakılacağı belirlenerek, proje sürecinde beklentilerin ve önceliklerin doğru şekilde yönetilmesi hedeflenmiştir. Böylece geliştirme sürecinde kapsam kayması önlenmiş, değerlendirme ölçütlerinin daha açık ve anlaşılır hâle gelmesi amaçlanmıştır.

1.3.1. KAPSAM TANIMI

Bu proje kapsamında, market ortamında kamera görüntüleri üzerinden kişi ve ürünlerin tespit edilmesi, seçilen ürün türlerinin izlenmesi ve şüpheli kayıp durumlarının belirlenmesine yönelik bir yazılım sisteminin geliştirilmesi ele alınmaktadır. Sistem, gerçek zamanlı görüntü işleme, nesne tespiti ve takip mekanizmaları ile çalışarak, kullanıcıya görsel arayüz üzerinden anlık izleme ve bilgilendirme sağlamayı hedeflemektedir.

Proje kapsamında ayrıca olayların kayıt altına alınması, temel raporlama çıktılarının üretilmesi ve sistemin yerel ortamda çalışabilir bir prototip olarak sunulması amaçlanmaktadır. Geliştirilen çözüm, akademik amaçlı bir uygulama olup, temel işlevlerin gösterildiği bir minimum uygulanabilir ürün (MVP) niteliğindedir.

1.3.2. DIŞLAMA (SCOPE-EXCLUSION) KRİTERLERİ

Bu proje kapsamında aşağıdaki unsurlar bilinçli olarak kapsam dışında bırakılmıştır:

- Birden fazla kamera arasında kişi takibi ve kamera(lar) arası entegrasyon,
- Yüz tanıma, kimlik tespiti veya biyometrik doğrulama işlemleri,
- Ödeme sistemleri, kasa entegrasyonu ve satış altyapıları ile doğrudan entegrasyon,
- Tüm ürün gruplarını kapsayan geniş ölçekli ürün tanıma sistemleri,
- Bulut tabanlı dağıtım, merkezî sunucu mimarisi ve yüksek ölçeklenebilirlik çözümleri,
- Kurumsal seviyede güvenlik, yetkilendirme ve üretim ortamına yönelik optimizasyonlar.

Bu proje, akademik amaçlı bir prototip geliştirmeyi hedeflediğinden dolayı yukarıdaki unsurlar çalışma kapsamı dışında bırakılmış ve temel işlevlerin gösterilmesine odaklanılmıştır.

1.3.3. VARSAYIMLAR VE KISITLAR

Varsayımlar

Bu proje kapsamında aşağıdaki varsayımlar kabul edilmiştir:

- Sistem, sabit bir kamera açısından alınan görüntüler üzerinden çalışacaktır.
- Kamera görüntülerinin yeterli aydınlatma ve çözünürlükte olduğu varsayılmaktadır.

- Kullanılan nesne tespit ve takip modellerinin (YOLO ve ByteTrack) temel senaryolarda yeterli doğruluk sağlayacağı kabul edilmiştir.
- Sistem, yerel bir bilgisayar ortamında çalıştırılacak ve tek kullanıcı tarafından kullanılacaktır.
- Kullanıcıların sistemi temel düzeyde kullanabilecek teknik bilgiye sahip olduğu varsayılmaktadır.

Kısıtlar

Projenin aşağıdaki kısıtlar altında yürütülmesi öngörülmüştür:

- Proje süresinin ve akademik takvimin sınırlı olması,
- Donanım kaynaklarının (kamera, işlem gücü) yerel ortamla sınırlı olması,
- Projenin tek bir kişi tarafından geliştirilmesi,
- Geliştirilen sistemin prototip/MVP düzeyinde olması,
- Gerçek bir market ortamında uzun süreli saha testlerinin yapılamaması.

Bu varsayımlar ve kısıtlar, projenin kapsamını ve geliştirilen çözümün sınırlarını belirleyen temel unsurlar olarak kabul edilmiştir.

1.4. KAYNAK VE ZAMAN PLANLAMASI

Bu bölümde, projenin gerçekleştirilmesi için gerekli insan kaynağı, donanım ve yazılım kaynakları ile proje süresinin planlanması ele alınmıştır. Amaç, projenin mevcut kısıtlar altında gerçekçi ve yönetilebilir bir şekilde yürütülmesini sağlamak, kaynakların etkin kullanımını ve zamanın verimli planlanmasını ortaya koymaktır.

1.4.1. İNSAN KAYNAKLARI PLANLAMASI

Bu proje, tek bir kişi tarafından geliştirilen akademik bir çalışma olarak planlanmıştır. Bu kapsamda yazılım geliştirme, sistem tasarımı, test ve dokümantasyon faaliyetlerinin tamamı proje geliştiricisi tarafından yürütülecektir.

Projede ihtiyaç duyulan temel uzmanlık alanları; Python programlama, görüntü işleme, makine öğrenmesi tabanlı nesne tespiti, grafik arayüz geliştirme ve temel veri tabanı kullanımıdır. Çalışma sürecinde bu alanlarda mevcut bilgi birikiminin yeterli olduğu, gerektiğinde çevrimiçi kaynaklar ve dokümantasyonlar aracılığıyla destek alınacağı varsayılmıştır.

İnsan kaynağı temin stratejisi kapsamında ek personel öngörülmemekte, proje faaliyetlerinin bireysel çalışma ile yürütülmesi planlanmaktadır.

1.4.2. MALZEME VE EKİPMAN PLANLAMASI

Bu proje kapsamında ihtiyaç duyulan temel donanım; yerel ortamda çalışabilecek bir kişisel bilgisayar ve görüntü kaynağı olarak kullanılacak bir kamera (dahili veya harici) ile sınırlıdır. Mevcut bilgisayar donanımının, gerçek zamanlı görüntü işleme ve nesne tespiti işlemlerini gerçekleştirebilecek yeterlilikte olduğu varsayılmaktadır.

Yazılım tarafında Python programlama dili, açık kaynaklı kütüphaneler (OpenCV, YOLO, ByteTrack) ve grafik arayüz geliştirme için PyQt gibi araçların kullanılması planlanmaktadır. Projede tercih edilen yazılımlar ve kütüphaneler açık kaynaklı olup ek bir lisans maliyeti yaratmamaktadır.

Geliştirme sürecinde Visual Studio Code editörü ve temel sürüm kontrol araçlarının kullanılması yeterli görülmüş, ilave özel donanım veya ticari yazılım ihtiyacı planlanmamıştır.

1.4.3. ZAMAN ÇİZELGESİ (TAKVİM) OLUŞTURMA

Proje süreci, sistem analizi ve tasarım, geliştirme, test ve dokümantasyon olmak üzere temel iş paketlerine ayrılarak planlanmıştır. Her bir aşama için başlangıç ve bitiş zamanları belirlenmiş ve aşamalar arasında mantıksal bir sıralama oluşturulmuştur.

Zaman planlamasında, akademik takvim ve proje teslim tarihleri dikkate alınarak geliştirme sürecinin haftalara bölünmesi öngörülmüştür. Olası gecikmelere karşı sınırlı bir rezerv zaman bırakılmış ve kritik adımların tamamlanması önceliklendirilmiştir.

Bu yaklaşım ile projenin belirlenen süre içerisinde tamamlanması ve süreç boyunca ilerlemenin düzenli olarak takip edilmesi hedeflenmiştir.

1.5. KALİTE VE PERFORMANS KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu bölümde geliştirilen sistemden beklenen kalite düzeyi ve performans hedefleri tanımlanmıştır. Amaç, sistemin işlevlerini doğru ve tutarlı şekilde yerine getirmesini, kullanıcı açısından kullanılabilir olmasını ve kabul edilebilir bir performans seviyesinde çalışmasını sağlayacak ölçütleri ortaya koymaktır. Bu kriterler, sistemin değerlendirilmesi ve doğrulanması için temel referans olarak kullanılacaktır.

1.5.1. KALİTE KRİTERLERİ

1.5.1.1. İŞLEVSEL KALİTE

Geliştirilecek sistemin, kamera görüntüleri üzerinden kişi ve ürün tespiti yapabilmesi, seçilen ürünlerin takibini gerçekleştirmesi ve tanımlanan koşullar altında şüpheli kayıp durumlarını doğru şekilde belirleyebilmesi beklenmektedir. Sistem, bu işlevleri tutarlı biçimde yerine getirerek yanlış veya çelişkili sonuçlar üretmemelidir.

Ayrıca olayların kayıt altına alınması, kullanıcıya görsel arayüz üzerinden doğru ve güncel bilgilerin sunulması ve temel raporlama çıktılarının eksiksiz olarak oluşturulması işlevsel kalite kapsamında değerlendirilmiştir.

1.5.1.2. KULLANILABİLİRLİK

Geliştirilecek sistemin kullanıcı arayüzünün sezgisel ve kolay anlaşılabilir olması, kullanıcıların kısa sürede sistemi öğrenerek etkin şekilde kullanabilmesi hedeflenmektedir. Temel işlevlere kolay erişim sağlanması, ekran düzeninin sade olması ve kullanıcıyı yönlendiren bilgilendirmelerin bulunması kullanılabilirlik açısından önemli kriterlerdir.

Ayrıca kullanıcı hatalarına karşı sistemin toleranslı olması, hatalı işlemler karşısında açıklayıcı uyarılar vermesi ve sistemin kararlı bir şekilde çalışmaya devam etmesi beklenmektedir. Bu sayede kullanıcı deneyiminin artırılması ve kullanım sırasında oluşabilecek hataların en aza indirilmesi amaçlanmıştır.

1.5.1.3. GÜVENİLİRLİK

Geliştirilecek sistemin kararlı bir şekilde çalışması, beklenmeyen hatalar karşısında mümkün olan en kısa sürede toparlanabilmesi ve kullanım sırasında veri kaybına yol açmaması hedeflenmektedir. Sistem, uzun süreli çalışmalarda performansını korumalı ve kritik işlevlerini kesintisiz olarak sürdürebilmelidir.

Ayrıca oluşabilecek hataların kullanıcıya açık şekilde bildirilmesi ve sistemin yeniden başlatılması durumunda kayıtlı verilerin korunması, güvenilirlik kapsamında değerlendirilmiştir.

1.6. RİSK VE GÜVENLİK PLANLAMASI

Bu bölümde, projenin geliştirilmesi ve işletilmesi sürecinde karşılaşılabilecek muhtemel teknik, operasyonel ve güvenlik riskleri ele alınmıştır. Olası risklerin önceden belirlenmesi, etkilerinin değerlendirilmesi ve bu risklere karşı alınabilecek önemlerin tanımlanması

amaçlanmıştır. Ayrıca sistemde işlenen verilerin gizliliği ve bütünlüğünü korumaya yönelik temel bilgi ve siber güvenlik yaklaşımları bu bölüm kapsamında değerlendirilmiştir.

1.6.1. RİSK TESPİTİ VE DEĞERLENDİRMESİ

Bu bölümde, projenin geliştirme ve kullanım süreci boyunca karşılaşılabilecek olası risklerin sistematik olarak belirlenmesi ve bu risklerin proje üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Risklerin erken aşamada tespit edilmesi, gerekli önlemlerin zamanında alınmasını ve projenin planlanan hedefler doğrultusunda ilerlemesini sağlamaya yöneliktir.

Bu kapsamda teknik, insan kaynağı, zaman, maliyet ve güvenlik ile ilgili riskler ele alınmış; her bir riskin gerçekleşme olasılığı ve yaratacağı etki dikkate alınarak genel bir risk değerlendirilmesi yapılması hedeflenmiştir.

1.6.1.1. RİSK LİSTESİ OLUŞTURMA

Bu proje kapsamında karşılaşılabilecek muhtemel başlıca riskler aşağıda listelenmiştir:

- **Model doğruluğu riski:** Nesne tespit ve takip algoritmalarının bazı senaryolarda düşük doğruluk üretmesi ve yanlış/eksik tespitler yapması.
- **Performans riski:** Gerçek zamanlı çalışmada sistemin gecikme (lag) yaşaması veya donanımın yetersiz kalması.
- **Donanım riski:** Kamera veya bilgisayar kaynaklı arızalar nedeniyle sistemin çalışmaması.
- **Veri kaybı riski:** Olay kayıtlarının veya çıktıların beklenmeyen durumlarda kaybolması.
- **Aydınlatma ve ortam koşulları riski:** Düşük ışık, kalabalık sahneler veya kamera açısının tespiti olumsuz etkilemesi.
- **Yanlış alarm riski:** Şüpheli olmayan durumların hatalı şekilde olay olarak işaretlenmesi.
- **Zaman kısıtı riski:** Akademik takvim nedeniyle geliştirme ve test süresinin sınırlı olması.
- **İnsan kaynağı riski:** Projenin tek bir kişi tarafından geliştirilmesi nedeniyle iş yükünün artması.
- **Güvenlik ve gizlilik riski:** Kamera verilerinin ve kayıtlarının yetkisiz erişime karşı korunamaması.
- **Yasal uyum riski:** Kişisel verilerin işlenmesi konusunda mevzuata (KVKK) uyum sağlanamaması.

Bu riskler, projenin ilerleyen aşamalarında olasılık ve etki düzeylerine göre değerlendirilecek ve gerekli önlemler belirlenecektir.

1.6.1.2. OLASILIK X ETKİ ANALİZİ (RİSK MATRİSİ)

Bu bölümde, belirlenen her bir risk için gerçekleşme olasılığı ve proje üzerindeki etkisi düşük, orta ve yüksek olarak değerlendirilmiştir. Yapılan analiz sonucunda risklerin öncelik düzeyleri belirlenerek, hangi risklere karşı daha fazla odaklanılması gerektiği ortaya konmuştur.

Genel değerlendirmeye göre; model doğruluğu, performans sorunları, yanlış alarm üretimi ve zaman kısıtı riskleri **yüksek olasılık** ve **yüksek etki** grubunda yer almaktadır. Donanım arızaları ve veri kaybı riskleri **orta olasılık - yüksek etki**, aydınlatma koşulları ve insan kaynağına bağlı riskler ise **orta olasılık - orta etki** düzeyinde değerlendirilmiştir. Güvenlik ve yasal uyum riskleri **düşük olasılıklı** olmakla birlikte, gerçekleştirmeleri durumunda **yüksek etki** yaratabilecek riskler olarak ele alınmıştır.

Bu analiz, kritik risklerin belirlenmesi ve önleyici aksiyonların planlanması için temel oluşturulmuştur.

1.6.1.3. KRİTİK RİSKLERİN BELİRLENMESİ

Olasılık x etki analizi sonucunda, gerçekleşme ihtimali yüksek olan ve proje üzerinde ciddi olumsuz etkiler yaratabilecek riskler **kritik risk** olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda özellikle model doğruluğunun düşük olması, sistem performansının yetersiz kalması, yanlış üretimi ve zaman kısıtları kritik riskler arasında değerlendirilmiştir.

Ayrıca veri kaybı ve güvenlik ihlali riskleri, gerçekleşme olasılıkları görece düşük olsa da meydana gelmeleri durumunda proje çıktıları üzerinde **yüksek etki** yaratabilecekleri için **kritik riskler** arasında ele alınmıştır. Bu riskler için önleyici ve azaltıcı önlemlerin öncelikli olarak planlanması gerektiği sonucuna varılmıştır.

1.6.2. RİSK AZALTMA VE ÖNLEYİCİ TEDBİRLER

1.6.2.1. PROAKTİF ÖNLEMLER

Kritik riskleri ortaya çıkmadan önce azaltmak amacıyla çeşitli proaktif önlemler planlanmıştır. Bu kapsamda nesne tespit ve takip modellerinin farklı senaryolarda test

edilmesi, doğruluk oranlarını artırmaya yönelik ayarların yapılması ve uygun eşik değerlerinin belirlenmesi hedeflenmektedir.

Sistem performans riskine karşı, kodun modüler yapıda geliştirilmesi, gereksiz işlemlerin azaltılması ve donanım kaynaklarının etkin kullanılması planlanmıştır. Ayrıca düzenli ara testler ile erken aşamada tespit edilmesi ve giderilmesi amaçlanmıştır.

Veri kaybı riskini azaltmak için olay kayıtlarının güvenli şekilde saklanması ve gerektiğinde yedeklenmesi, güvenlik ve gizlilik risklerine karşı ise temel erişim kontrollerinin uygulanması proaktif önlemler arasında yer almaktadır. Bu yaklaşımlar ile kritik risklerin proje üzerindeki olası etkilerinin en aza indirilmesi hedeflenmiştir.

1.6.2.2. ALTERNATİF PLANLAR

Belirlenen risklerin gerçekleşmesi durumunda devreye alınacak alternatif planlar tanımlanmıştır. Nesne tespit ve takip modellerinin beklenen doğruluğu sağlayamaması hâlinde, model parametrelerinin yeniden ayarlanması veya daha basit fakat kararlı bir yapı ile çalışmaya devam edilmesi alternatif olarak planlanmıştır.

Performans sorunları yaşanması durumunda, sistemin bazı gelişmiş özelliklerinin geçici olarak devre dışı bırakılması ve daha düşük çözünürlük veya kare hızı ile çalıştırılması öngörülmüştür. Donanım kaynaklı arızalarda farklı bir kamera veya yedek bir çalışma ortamı ile sistemin tekrar çalışır hâle getirilmesi planlanmıştır. Donanım kaynaklı yetersizliklerde ise daha yüksek çözünürlüklü ve kaliteli bir kamera veya daha yüksek performansa sahip bir ana bilgisayar kullanılması planlanmıştır.

Zaman kısıtlarının kritik hâle gelmesi durumunda, öncelikli işlemlere odaklanılarak sistemin temel özellikleriyle teslim edilmesi, ek geliştirmelerin ise ileri bir aşamaya bırakılması alternatif plan olarak belirlenmiştir.

1.6.2.3. SORUMLULUK VE İZLEME MEKANİZMALARI

Bu projede risklerin takibi ve yönetimi, proje geliştiricisi tarafından yürütülecektir. Tüm teknik ve operasyonel risklerden tek sorumlu kişi olarak proje geliştiricisi belirlenmiş olup, risklerin düzenli olarak gözden geçirilmesi ve gerekli durumlarda aksiyon alınması hedeflenmiştir.

Risklerin izlenmesi, geliştirme sürecinde yapılan rutin değerlendirmeler ve test sonuçlarının incelenmesi yoluyla gerçekleştirilecektir.

1.6.3. BİLGİ GÜVENLİĞİ ve SİBER GÜVENLİK

Bu proje kapsamında işlenen kamera görüntüleri ve olay kayıtlarının gizliliğinin ve bütünlüğünün korunması temel hedef olarak belirlenmiştir. Sistem üzerinde tutulan verilerin yalnızca yetkili kullanıcı(lar) tarafından erişilebilir olması ve yetkisiz kullanımlara karşı korunması amaçlanmaktadır.

Bu doğrultuda, uygulamaya erişimde temel yetkilendirme mekanizmalarının uygulanması, dosya ve veri tabanı erişimlerinin işletim sistemi seviyesinde sınırlandırılması ve kritik çıktıların güvenli dizinlerde saklanması planlanmıştır. Ayrıca verilerin iletimi sırasında harici bir ağ paylaşımı öngörülmediğinden, sistem yerel ortamda çalışacak şekilde tasarlanmıştır.

Olası siber saldırıları ve ihlal senaryolarına karşı, kullanılan kütüphanelerin güncel tutulması, güvenilir açık kaynak bileşenlerin tercih edilmesi ve sistemde gereksiz servislerin çalıştırılmaması önleyici tedbirler arasında yer almaktadır. Bu yaklaşımlar ile sistemin temel bilgi güvenliği seviyesinin sağlanması hedeflenmiştir.

1.7. YASAL, DÜZENLEYİCİ VE STANDART GEREKSİNİMLERİN İNCELENMESİ

1.7.1. MEVZUAT VE DÜZENLEYİCİ GEREKSİNİMLER

1.7.1.1. ULUSAL VE ULUSLARARASI KANUNLAR

Bu bölümde, geliştirilen yapay zekâ destekli market içi izleme sisteminin yürürlükteki yasal düzenlemelere uygunluğu değerlendirilmiştir. Sistem kapsamında kamera görüntülerinin işlenmesi nedeniyle Türkiye'de KVKK ve Avrupa Birliği genelinde GDPR hükümleri dikkate alınmıştır. Kişisel verilerin yalnızca güvenlik amacıyla kullanılması, yetkisiz erişimlere karşı korunması ve gerekli durumlarda anonimleştirilmesi esas alınmıştır. Projenin, ilgili mevzuatlara aykırı bir kullanım öngörmediği ve yasal çerçevede uygulanabilir olduğu değerlendirilmiştir.

1.7.1.2. LİSANS VE TELİF HAKLARI

Bu bölümde, projede kullanılan yazılım kütüphaneleri ve araçların lisans durumları değerlendirilmiştir. Sistem geliştirilirken Python programlama dili ile birlikte açık kaynaklı kütüphaneler (YOLO, ByteTrack, OpenCV, PyQt) kullanılmıştır. Bu araçların büyük çoğunluğu açık kaynak lisansına sahip olup, eğitim ve araştırma amaçlı kullanım için uygundur. Proje

kapsamında herhangi bir ticari lisans ihlali oluşturacak yazılım kullanılmadığı ve telif haklarına aykırı bir durum bulunmadığı öngörülmektedir.

1.7.1.3. DENETİM VE RAPORLAMA ZORUNLULUKLARI

Bu bölümde, sistemin işletilmesi sırasında gerekli olabilecek denetim ve raporlama gereksinimleri ele alınmaktadır. Geliştirilen sistem, şüpheli olayları tarih ve saat bilgisi ile kayıt altına alarak raporlayabilmekte ve gerektiğinde dışa aktarım (CSV vs.) yapabilmektedir. Bu sayede hem kurum içi denetimler hem de olası resmî incelemeler için gerekli kayıtların tutulması sağlanmaktadır. Projenin eğitim amaçlı bir çalışma olması nedeniyle zorunlu bir dış denetim bulunmamakla birlikte, sistemin ileride gerçek ortamda kullanılması durumunda ilgili mevzuata uygun periyodik raporlama yapılabilecek şekilde tasarlanabileceği öngörülmektedir.

2. ÇÖZÜMLEME

Yeni bir sistemin geliştirilmesinden önce, mevcut yapının değerlendirilip geliştirilme ihtiyaçlarının ortaya konulduğu sistematik aşamadır.

2.1. HEDEFLERİN BELİRLENMESİ

Yeni sistemden ne beklendiğinin net şekilde tanımlanmasıdır.

2.1.1.1. KAZANIMLAR

Bu bölümde geliştirilecek akıllı hırsızlık tespit sisteminin sağlayacağı kazanımlar özetlenmektedir.

İnsan kazanımları kapsamında, manuel izleme ve kontrol ihtiyacının azalmasıyla çalışanların iş yükü hafifletilecek, insan hataları minimize edilecek ve personelin daha verimli alanlara yönlendirilmesi sağlanacaktır. **Zaman kazanımları** açısından, şüpheli olayların gerçek zamanlı olarak tespit edilmesi sayesinde olaylara müdahale süresi kısılacak ve raporlama süreçleri otomatikleşecektir. **Para kazanımları** kapsamında, ürün kayıplarının azaltılmasıyla doğrudan mali kayıplar düşürülecek, ayrıca operasyonel maliyetlerde tasarruf sağlanacaktır. **Teçhizat ve malzeme kazanımları** olarak mevcut kamera altyapısının yazılımsal olarak daha verimli kullanılması hedeflenmekte, ek donanım ihtiyacı minimumda tutulmaktadır.

Sürdürülebilirlik kazanımları açısından ise, dijital kayıt ve otomasyon sayesinde kâğıt kullanımı azalacak, sistem uzun vadede ölçeklenebilir ve sürdürülebilir bir yapı sunacaktır.

2.1.2. YENİ SİSTEMDEN FARKLAR

Geliştirilecek sistem, mevcut manuel izleme ve olay sonrası incelemeye dayalı yaklaşımdan farklı olarak, gerçek zamanlı analiz ve otomatik karar destek mekanizmaları sunmaktadır. Bu sayede süreçler daha hızlı, tutarlı ve ölçülebilir bir hâle getirilecektir.

2.1.2.1. TEKNOLOJİK FARKLAR

Bu bölümde yeni sistemin mevcut uygulamalara göre sunduğu teknolojik üstünlükler açıklanmaktadır. Geliştirilecek çözüm; kamera görüntülerini yapay zekâ destekli nesne tespiti ve takip algoritmaları ile analiz ederek, şüpheli davranışları gerçek zamanlı olarak belirleyebilmektedir.

Güncel derin öğrenme tabanlı modellerin kullanılması sayesinde sistem;

- Yüksek doğrulukta nesne algılama,
- Sürekli kişi ve nesne takibi,
- Ölçeklenebilir mimari,
- Gerçek zamanlı uyarı ve kayıt mekanizmaları

gibi gelişmiş özellikler sunmaktadır.

Ayrıca sistem, modüler yapısı sayesinde farklı kamera kaynaklarıyla entegre olabilmekte ve ileride eklenecek yeni yapay zekâ modellerine uyum sağlayabilecek bir altyapı sunmaktadır.

2.2. HEDEF UYGUNLUĞUNUN ONAYLANMASI

2.2.1. MEVCUT SİSTEM İLE KARŞILAŞTIRILMASI

2.2.1.1. FONKSİYONEL KARŞILAŞTIRMA

Bu bölümde, geliştirilen sistemin mevcut uygulamalarla fonksiyonel açıdan karşılaştırılması yapılmaktadır. Mevcut durumda marketlerde hırsızlık tespiti çoğunlukla personel gözlemi ve kamera kayıtlarının olay sonrası izlenmesine dayanmaktadır. Bu yaklaşım, gerçek zamanlı müdahaleyi kısıtlamakta ve insan gücünü esas almaktadır.

Önerilen sistem ise kamera görüntülerini yapay zekâ destekli nesne algılama ve takip algoritmaları ile analiz ederek;

- Şüpheli nesne kaybolmalarını otomatik tespit edebilmekte,
- Olay anında uyarı üretebilmekte,
- Olayları zaman, nesne ID'lerini kaydedebilmekte,
- Kullanıcı arayüzü üzerinden anlık izleme ve geçmiş olay sorgulama imkânı sunmaktadır.

Fonksiyonel karşılaştırma sonucunda yeni sistemin; hız, doğruluk, izlenebilirlik ve otomasyon açısından mevcut manuel yaklaşımlara göre belirgin üstünlük sağladığı görülmektedir. Ayrıca sistem, entegrasyon kabiliyeti sayesinde farklı kamera kaynaklarıyla çalışabilecek esneklikte tasarlanmıştır.

2.2.1.2. EKONOMİK KARŞILAŞTIRMA

Bu bölümde önerilen yapay zekâ tabanlı ürün kayıp tespit sisteminin, mevcut manuel ve kamera kayıtlarına dayalı kontrol süreçleri ile ekonomik açıdan karşılaştırılması yapılmıştır.

Mevcut durumda ürün kayıpları doğrudan maddi zarara yol açmakta ve bu durum hem işletme maliyetlerini artırmakta hem de çalışanlar üzerinde ek yük oluşturmaktadır.

Önerilen sistem ile kayıpların erken tespiti sayesinde operasyonel zararların azaltılması ve güvenlik personeline duyulan ihtiyacın düşürülmesi hedeflenmektedir. Açık kaynaklı yazılımlar kullanılması nedeniyle lisans maliyetleri hesaplanmamakta, böylece sistemin maliyet-fayda dengesi mevcut yaklaşımlara göre daha avantajlı hâle gelmektedir.

2.2.2. YÖNETİCİLERİN ONAYI

Bu bölümde, önerilen yapay zekâ tabanlı ürün kayıp tespit sisteminin yönetim kademesine sunulması ve karar sürecinin desteklenmesi ele alınmaktadır. Sistem; hedefleri, beklenen kazanımları, maliyet-fayda dengesi ve operasyonel etkileriyle birlikte yöneticilere anlaşılır bir şekilde raporlanacaktır.

Hazırlanan sunumlarda, mevcut durum ile önerilen sistem karşılaştırılacak, ürün kayıplarının azaltılması, güvenlik süreçlerinin iyileştirilmesi ve çalışan üzerindeki yükün hafifletilmesi gibi somut faydalar vurgulanacaktır. Ayrıca sistemin pilot uygulama sonuçları ve örnek senaryolar üzerinden elde edilen çıktılar paylaşılacaktır.

Bu kapsamda, yöneticilerin karar vermesini kolaylaştırmak amacıyla temel performans göstergeleri (tespit doğruluğu, gecikme süresi, şüpheli olay sayısı gibi) ve görsel raporlar kullanılacak, gerekli görülen durumlarda sistem üzerinde iyileştirmeler yapılmak üzere geri bildirimler alınacaktır.

Sonuç olarak, yönetim onayı süreci; sistemin kurumsal hedeflerle uyumunun değerlendirilmesi, uygulanabilirliğinin teyit edilmesi ve yaygınlaştırma kararının alınması için kritik bir adım olarak ele alınmaktadır.

2.3. ÇÖZÜM YÖNTEMLERİNİN ARAŞTIRILMASI

2.3.1. SİSTEM GELİŞTİRME YAŞAM DÖNGÜSÜ

2.3.1.1. GELENEKSEL YAKLAŞIMLAR (WATERFALL)

Bu bölümde Şelale (Waterfall), V-Model, Spiral ve Artırımlı Model gibi geleneksel yazılım geliştirme yaklaşımları değerlendirilmiştir.

Geleneksel yaklaşımlar, gereksinimlerin baştan net olarak tanımlandığı ve geliştirme sürecinin ardışık adımlarla ilerlediği yapılardır. Ancak bu projede kullanılan yapay zekâ tabanlı nesne algılama ve tespit algoritmaları, deneme-yanılma, parametre ayarlama ve performans iyileştirmeleri gerektirdiğinden dolayı süreç boyunca değişiklik ihtiyacı doğmaktadır.

Bu nedenle, gereksinimlerin baştan tamamen sabitlenmesini bekleyen ve değişime sınırlı esneklik sunan geleneksel yaklaşımlar, geliştirilen sistemin doğasıyla tam uyumlu görülmemiştir.

2.3.1.2. ÇEVİK YAKLAŞIMLAR (AGİLE)

Bu projede çevik yaklaşımlar kapsamında Scrum, Kanban ve Extreme Programming (XP) gibi yöntemler değerlendirilmiştir.

Geliştirilen yapay zekâ tabanlı nesne algılama ve tespit sistemi, süreç boyunca deneme-yanılma, parametre ayarlama ve sürekli iyileştirme gerektirdiğinden dolayı değişime hızlı uyum sağlayabilen çevik yaklaşımlar proje için daha uygun görülmüştür.

Proje, küçük ve çalışır parçalar hâlinde ilerletilmiş; her adımda sistem test edilerek elde edilen çıktılarına göre yeni geliştirmeler yapılmıştır. Bu sayede erken aşamada çalışan bir prototip (MVP) elde edilmiş ve süreç boyunca fonksiyonlar kademeli olarak geliştirilmiştir.

2.3.1.3. MODERN YAKLAŞIMLAR

Bu projede modern yazılım geliştirme yaklaşımları kapsamında mikroservis mimarisi, modüler tasarım ve API tabanlı iletişim anlayışı değerlendirilmiştir.

Geliştirilen sistemde nesne algılama, takip, kullanıcı arayüzü, kayıt ve raporlama gibi bileşenler birbirinden ayrılarak modüler bir yapı oluşturulmuştur. Bu yapı, her bileşenin bağımsız geliştirilmesine ve ileride genişletilmesine olanak sağlamaktadır.

Sistem yerel ortamda çalışacak şekilde tasarlandığından dolayı bulut tabanlı geliştirme zorunlu görülmemiş; ancak mimari yapı, ileride bulut ortamına taşınabilecek şekilde esnek bırakılmıştır. Low-code/no-code gibi platformlar ise performans ve algoritmik kontrol gereksinimleri nedeniyle tercih edilmemiştir.

2.3.1.4. HİBRİT YAKLAŞIMLAR

Bu projede hibrit yaklaşımlar kapsamında Lean Startup ve Çevik (Agile) yaklaşımların birlikte kullanıldığı bir yöntem benimsenmiştir.

Öncelikle sistemin temel mimarisi ve hedefleri belirlenmiş, ardından Minimum Viable Product (MVP) yaklaşımıyla sistemin çalışır ilk sürümü geliştirilmiştir. Bu ilk sürüm; kamera entegrasyonu, nesne algılama ve temel arayüz fonksiyonları içeren bir prototip olarak ele alınmıştır.

MVP sonrasında, çevik yaklaşım doğrultusunda sistem küçük adımlarla geliştirilmiş; elde edilen sonuçlara göre algoritma ayarları, takip mekanizması ve kullanıcı arayüzü sürekli iyileştirilmiştir. Bu sayede hem başlangıçta yön belirlenmiş hem de süreç boyunca değişen ihtiyaçlara hızlı uyum sağlanmıştır.

2.4. UYGUN YÖNTEMİN SEÇİMİ

Bu aşama, önerilen sistem için en uygun geliştirme ve uygulama yönteminin belirlenmesini içerir. Amaç, projenin hedeflerine, kaynaklarına ve kısıtlarına en iyi şekilde hizmet edecek yaklaşımı seçmektir.

2.4.1. MEVCUT SİSTEM İLE KARŞILAŞTIRILMASI VE DOĞRULANMASI

Mevcut durumda market ortamlarında ürün kaybı tespiti; ağırlıklı olarak çalışan gözlemi, kasa-stok karşılaştırmaları ve kamera kayıtlarının olay sonrasında manuel olarak incelenmesi yoluyla yapılmaktadır. Bu yaklaşım, insan hatasına açık olup gerçek zamanlı

müdahale imkânı sunmamaktadır. Ayrıca kamera kayıtlarının sürekli izlenmesi hem zaman alıcı hem de maliyetlidir.

Önerilen sistem ise, yapay zekâ tabanlı nesne tespiti (YOLOv8) ve takip (ByteTrack) algoritmaları kullanarak ürün ve kişi hareketlerini gerçek zamanlı olarak analiz etmekte ve şüpheli durumları anında tespit edebilmektedir. Bu sayede kayıplara daha erken müdahale edilmesi ve manuel izleme ihtiyacının azaltılması hedeflenmektedir.

Yapılan prototip çalışmaları sonucunda sistemin kamera görüntüsü üzerinden "bottle" sınıfındaki ürünleri başarıyla algılayabildiği, kişi ile etkileşimini takip edebildiği ve belirlenen kurallara göre şüpheli olay üretebildiği doğrulanmıştır. Bu durum, önerilen yöntemin mevcut duruma kıyasla daha etkin ve otomasyona dayalı bir çözüm sunduğunu göstermektedir.

2.4.2. PAYDAŞ ANALİZİ VE BEKLENTİLERİ

Bu projeden doğrudan veya dolaylı olarak etkilenen başlıca paydaşlar; mağaza yönetimi, mağaza çalışanları, güvenlik personeli, teknik/IT sorumluları ve müşterilerdir.

Mağaza yönetimi; ürün kayıplarının azaltılmasını, şüpheli olayların kayıt altına alınmasını ve raporlanmasını beklemektedir. Çalışanlar, manuel takip yükünün azalmasını ve ürün kayıplarından doğan sorumluluğun düşmesini istemektedir. Güvenlik personeli, anlık uyarılarla hızlı müdahale edebilmeyi beklerken; IT sorumluları, sistemin kurulumu ve bakımının kolay, modüler ve sürdürülebilir olmasını önemsemektedir.

Müşteriler açısından ise sistemin güvenliği artırırken mahremiyeti ihlal etmemesi ve rahatsız edici olmaması temel beklentidir. Dolaylı paydaş olarak yasal otoriteler için KVKK'ya uygunluk kritik bir gereksinimdir.

Seçilen hibrit geliştirme yaklaşımı, bu paydaşların beklentilerini süreç boyunca düzenli geri bildirimlerle değerlendirmeye ve sistemi ihtiyaçlara göre kademeli olarak iyileştirmeye imkân tanıdığı için uygun bir yöntem olarak değerlendirmiştir.

2.4.3. MEVCUT SİSTEMİN KAPSAMLI DEĞERLENDİRMESİ

Mevcut sistem, market ortamlarında ağırlıklı olarak klasik kamera kayıtları ve insan gözlemine dayalı bir yapıdan oluşmaktadır. Bu yapı, olayların genellikle sonradan fark

edilmesine imkân tanımakta, gerçek zamanlı analiz ve otomatik uyarı mekanizması sunmamaktadır.

İşlevsel açıdan mevcut sistem, şüpheli durumları otomatik olarak tespit edememekte ve tamamen personele bağlı çalışmaktadır. Teknik altyapı olarak kamera donanımı bulunsa da bu görüntülerin yapay zekâ ile analiz edilmesini sağlayan bir yazılım mimarisi mevcut değildir.

Operasyonel verimlilik açısından kamera kayıtlarının manuel incelenmesi zaman almakta, çalışan iş yükünü artırmakta ve insan hatasına açık bir süreç oluşturmaktadır. Bu durum, kayıpların geç fark edilmesine ve müdahalenin gecikmesine neden olmaktadır.

Maliyet ve performans boyutunda ise ürün kayıpları doğrudan finansal zarara dönüşmekte, mevcut sistem bu kayıpları önleyici rol üstlenememektedir. Veri yönetimi açısından kayıtlar bulunsa da yapılandırılmış olay kayıtları ve analiz edilebilir veriler üretilmemektedir.

Yapılan bu kapsamlı değerlendirme sonucunda, mevcut sistemin proaktif, otomatik ve gerçek zamanlı bir kayıp önleme mekanizması sunmadığı görülmüş; bu nedenle yapay zekâ tabanlı yeni bir çözümün gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

2.4.4. ALTERNATİF ÇÖZÜM SENARYOLARI VE PROJE YÖNTEMLERİNİN DEĞERLENDİRMESİ

Mevcut problemi çözmek amacıyla farklı çözüm senaryoları ve proje yaklaşımları değerlendirilmiştir. İlk olarak, manuel takip ve kamera kayıtlarının sonradan incelenmesine dayalı yaklaşım ele alınmış; ancak bu yöntemin insan hatasına açık olması ve gerçek zamanlı müdahale imkânı sunmaması nedeniyle yetersiz olduğu görülmüştür.

İkinci olarak, basit hareket algılama veya kural tabanlı sistemler değerlendirilmiş; fakat bu tür çözümlerin karmaşık mağaza ortamlarında yüksek yanlış alarm üretme riski taşıdığı ve kişi-ürün etkileşimini doğru şekilde modelleyemediği belirlenmiştir.

RFID veya etiket tabanlı çözümler ise daha güvenilir sonuçlar sunsa da ek donanım gereksinimi, maliyet artışı ve her ürüne fiziksel müdahale ihtiyacı nedeniyle proje kapsamı için uygun bulunmamıştır.

Bu alternatiflere kıyasla, yapay zekâ tabanlı görüntü işleme yaklaşımı, mevcut kamera altyapısını kullanabilmesi, gerçek zamanlı analiz yapabilmesi ve kişi-ürün ilişkisini modelleyebilmesi açısından daha esnek ve ölçeklenebilir bir çözüm olarak değerlendirilmiştir.

Proje yönetimi açısından ise geleneksel Waterfall yaklaşımının değişikliklere kapalı yapısı ve çevik yöntemlerin sürekli geri bildirim avantajı dikkate alınarak, MVP odaklı hibrit bir yaklaşımın proje için en uygun yöntem olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sayede önce çalışır

bir prototip geliştirilmiş, ardından çevik iyileştirmelerle sistem kademeli olarak olgunlaştırılmıştır.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, yapay zekâ tabanlı çözüm senaryosu ve hibrit geliştirme yöntemi; esneklik, uygulanabilirlik, maliyet ve proje kapsamına uyum açısından diğer alternatiflere göre daha uygun bulunmuştur.

2.4.5. YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Değerlendirilen yöntemler; manuel takip ve kayıt incelemesine dayalı yaklaşım, kural tabanlı basit görüntü işleme yöntemleri, donanım odaklı (RFID/etiket) çözümler ve yapay zekâ tabanlı görüntü analizine dayalı yaklaşımlar olarak karşılaştırılmıştır.

Manuel yöntemler, düşük kurulum maliyetine sahip olsa da insan hatasına açık olması, gerçek zamanlı müdahale sunmaması ve yüksek iş gücü gerektirmesi nedeniyle yetersiz bulunmuştur. Kural tabanlı yöntemler, basit senaryolarda uygulanabilir olsa da karmaşık mağaza ortamlarında yüksek yanlış alarm üretme riski taşımaktadır. RFID tabanlı çözümler ise daha güvenilir sonuçlar sunmasına rağmen ek donanım gereksinimi ve maliyet artışı nedeniyle proje kapsamına uygun görülmemiştir.

Bu yöntemlere kıyasla yapay zekâ tabanlı yaklaşım, mevcut kamera altyapısını kullanabilmesi, kişi-ürün etkileşimini modelleyebilmesi ve gerçek zamanlı analiz yapabilmesi sayesinde hem teknik hem de operasyonel açıdan üstün bir çözüm sunmaktadır. Ayrıca yazılım tabanlı olması, sistemin kolayca güncellenebilmesine ve yeni gereksinimlere uyarlanabilmesine imkân tanımaktadır.

Proje yöntemi açısından bakıldığında, Waterfall yaklaşımı değişikliklere kapalı yapısı nedeniyle; tam çevik yaklaşım ise proje başlangıcında yön kaybı oluşturma riski nedeniyle sınırlı bulunmuştur. Bu nedenle, önce çalışır bir MVP ortaya koyan ve sonrasında çevik geliştirme ile ilerleyen hibrit yaklaşım, esneklik ve kontrol dengesini sağlaması açısından tercih edilmiştir.

Yapılan karşılaştırmalar sonucunda, yapay zekâ tabanlı çözüm ve hibrit geliştirme yöntemi; doğruluk, esneklik, ölçeklenebilirlik ve operasyonel fayda kriterleri açısından diğer yöntemlere göre daha uygun bulunmuştur.

2.4.6. MALİYET VE ZAMAN ANALİZLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Seçilen yapay zekâ tabanlı çözüm ve hibrit geliştirme yöntemi, proje için maliyet ve zaman açısından uygun bulunmuştur. Sistem, mevcut kamera altyapısını kullanmakta ve YOLOv8 ile ByteTrack gibi açık kaynaklı kütüphanelere dayandığı için ek lisans maliyeti

gerektirmemektedir. Bu durum, çözümün donanım ve yazılım maliyetlerini düşük seviyede tutmaktadır.

Alternatif olarak değerlendirilen RFID veya etiket tabanlı çözümler, ek donanım yatırımı ve kurulum gereksinimi nedeniyle maliyet açısından daha yüksek bulunmuştur. Manuel ve kural tabanlı yaklaşımlar ise düşük maliyetli olsa da uzun vadede iş gücü kaybı ve verimsizlik nedeniyle dolaylı maliyetler oluşturmaktadır.

Zaman açısından bakıldığında, hibrit yaklaşım kapsamında önce çalışan bir MVP geliştirilmiş, ardından çevik iterasyonlarla sistem iyileştirilmiştir. Bu sayede temel fonksiyonların kısa sürede ortaya konması ve proje süresinin kontrol altında tutulması sağlanmıştır.

Yapılan değerlendirme sonucunda, seçilen çözümün hem bütçe kısıtlarıyla uyumlu olduğu hem de proje takvimi içerisinde geliştirilebilir nitelikte olduğu görülmüş; maliyet–zaman dengesi açısından uygulanabilir bir seçenek olduğu sonucuna varılmıştır.

2.4.7. RİSKLERİN, FIRSATLARIN VE ETKİLERİN KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRMESİ

Mevcut sistemin devam etmesi durumunda; ürün kayıplarının geç fark edilmesi, insan hatasına dayalı süreçlerin sürmesi ve operasyonel verimsizliklerin devam etmesi önemli riskler olarak değerlendirilmiştir. Bu durum, finansal kayıpların artmasına ve otomasyon ile veri temelli iyileştirme fırsatlarının kaçırılmasına neden olmaktadır.

Önerilen yapay zekâ tabanlı sisteme geçiş ise bazı riskler barındırmaktadır. Bunlar arasında, model doğruluğunun başlangıçta sınırlı olması, yanlış alarm üretme ihtimali, kullanıcıların yeni sisteme adaptasyon süreci ve kişisel verilerin korunmasına ilişkin yasal hassasiyetler yer almaktadır. Ancak bu risklerin, eşik ayarları, iteratif iyileştirme ve KVKK uyumlu tasarım yaklaşımlarıyla yönetilebilir olduğu değerlendirilmiştir.

Yeni sistemin sunduğu fırsatlar ise; şüpheli durumların gerçek zamanlı tespiti, ürün kayıplarının azaltılması, çalışan iş yükünün hafifletilmesi ve yapılandırılmış veri birikimi sayesinde sistemin sürekli geliştirilebilmesidir. Ayrıca kurum açısından teknolojik yetkinlik kazanımı ve yenilikçi bir güvenlik yaklaşımı oluşturulması önemli bir avantajdır.

Yapılan karşılaştırmalı değerlendirme sonucunda, mevcut durumun devamının taşıdığı risklerin ve kaçırılan fırsatların, yeni sisteme geçişle ortaya çıkabilecek yönetilebilir risklere kıyasla daha yüksek etkiye sahip olduğu görülmüş; bu nedenle yeni sistemin sağlayacağı faydaların risklere göre daha ağır bastığı sonucuna varılmıştır.

2.4.8. DOĞRULAMA METODOLOJİSİ VE KABUL KRİTERLERİNİN TANIMLANMASI

Bu bölümde, geliştirilen yapay zekâ tabanlı ürün kaybı tespit sisteminin hedeflenen çıktıları karşılayıp karşılamadığını doğrulamak amacıyla izlenecek yöntemler ve kabul kriterleri tanımlanmıştır.

Doğrulama sürecinde; geçmiş kamera kayıtları ve senaryo bazlı test videoları kullanılarak sistemin şüpheli davranışları doğru tespit edip etmediği ölçülecektir. Fonksiyonel doğrulama kapsamında, sistemin gerçek zamanlı izleme yapması, şüpheli durumları işaretlemesi ve ilgili uyarıları üretmesi test edilecektir.

Teknik doğrulama aşamasında; yapay zekâ modelinin doğruluk oranı, yanlış pozitif ve yanlış negatif değerleri, sistemin gecikme süresi ve kesintisiz çalışma performansı ölçülecektir. Ayrıca entegrasyon testleri ile kamera altyapısı ve kullanıcı arayüzü arasındaki veri akışının doğru çalıştığı doğrulanacaktır.

Kullanıcı kabul testleri kapsamında mağaza personeli ve yetkili kullanıcılar ile senaryo bazlı denemeler yapılacak; sistemin kullanım kolaylığı, uyarıların anlaşılabilirliği ve operasyonel faydası değerlendirilecektir. Kullanıcı geri bildirimleri doğrultusunda gerekli iyileştirmeler yapılacaktır.

Sistem aşağıdaki kabul kriterlerini sağlaması durumunda başarılı kabul edilecektir:

- Şüpheli durumları en az %75 doğruluk oranı ile tespit edebilmesi,
- Yanlış alarm oranının kabul edilebilir seviyede olması,
- Gerçek zamanlı çalışmada anlamlı bir gecikme oluşturmaması,
- Kullanıcıların sistemi günlük operasyonlarda etkin şekilde kullanabilmesi,
- Veri güvenliği ve KVKK gereksinimlerine uygun çalışması.

Bu kriterlerin sağlanmasıyla birlikte sistemin hedeflenen amaçlara ulaştığı ve operasyonel kullanıma hazır olduğu doğrulanmış olacaktır.

2.4.9. YÖNETİCİLERİN ONAYI

2.4.10. KARAR SÜRECİ

2.4.10.1. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan analizler ve karşılaştırmalar sonucunda, mevcut sistemin ürün hırsızlıklarını önlemede yetersiz kaldığı, manuel kontrollerin yüksek insan bağımlılığı içerdiği ve operasyonel kayıplara yol açtığı tespit edilmiştir. Buna karşılık önerilen yapay zekâ destekli izleme ve tespit sisteminin, kayıpları azaltma, süreçleri otomatikleştirme ve daha güvenilir bir kontrol mekanizması sağlama açısından önemli avantajlar sunduğu görülmüştür.

Maliyet, zaman, risk ve yöntem değerlendirmeleri birlikte ele alındığında, önerilen çözümün uygulanabilir ve kurum için katma değer sağlayan en uygun seçenek olduğu sonucuna varılmıştır. Bu doğrultuda, yeni sistemin hayata geçirilmesi nihai karar olarak belirlenmiştir.

Uygulama sürecinde sistemin öncelikle pilot bir mağazada devreye alınması, performansının izlenmesi ve elde edilen sonuçlara göre yaygınlaştırılması önerilmektedir. Ayrıca kullanıcı eğitimlerinin verilmesi, sistem performansının düzenli olarak ölçülmesi ve geri bildirimler doğrultusunda iyileştirmelerin yapılması, çözümün başarısını artıracaktır.

Sonuç olarak, önerilen sistemin devreye alınmasıyla birlikte ürün kayıplarının azaltılması, operasyonel verimliliğin artırılması ve uzun vadede maliyet avantajı sağlanması beklenmektedir.

2.5. YENİ PROJE PLANLAMA

2.5.1.1. PLANLAMA RAPORLARININ HAZIRLANMASI

2.5.1.2. FİZİBİLİTE

Bu bölümde, marketlerde ürün hırsızlığını tespit etmeye yönelik yapay zekâ destekli sistemin uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda sistemin; mevcut kamera altyapısı üzerine entegre edilebilecek şekilde tasarlanabildiği ve nesne tespiti ile takip algoritmaları kullanılarak teknik olarak gerçekleştirilebilir olduğu görülmüştür.

Finansal açıdan, sistemin geliştirme ve donanım maliyetlerinin, hırsızlık kaynaklı kayıpların azaltılmasıyla orta vadede dengelenebileceği öngörülmektedir. Zaman açısından, prototip ve pilot uygulamanın proje süresi içinde tamamlanabilir olduğu değerlendirilmiştir.

Yasal açıdan, sistemin KVKK kapsamında kişisel verilerin korunmasına uygun şekilde çalışacak biçimde tasarlanması mümkün olup, gerekli önlemler alındığında hukuki bir engel bulunmamaktadır. Operasyonel olarak ise sistemin mevcut market iş süreçlerini bozmayacak şekilde çalışacağı ve personel yükünü azaltacağı öngörülmektedir.

Sonuç olarak, önerilen çözümün teknik, finansal, zamansal ve yasal açılardan uygulanabilir olduğu ve projenin hayata geçirilmesinin fizibil olduğu değerlendirilmiştir.

3. TASARIM

3.1. UYGULAMA, İZLEME VE DEĞERLENDİRME

3.1.1. YAZILIMIN UYGULANMASI

3.1.1.1. PROJE EKİBİNİN ATANMASI

3.1.1.2. ZAMAN PLANLAMASI

Bu projede zaman planlaması, sistem geliştirme yaşam döngüsü fazlarına göre yapılandırılmıştır. Proje süreci aşağıdaki temel aşamalardan oluşmaktadır:

- **Analiz ve Gereksinim Belirleme:** Market ortamındaki mevcut durumun incelenmesi ve yapay zekâ tabanlı hırsızlık tespit sistemi için ihtiyaçların netleştirilmesi.
- **Tasarım:** Sistem mimarisi, veri akışı ve kullanılacak yapay zekâ yaklaşımının belirlenmesi.
- **Geliştirme:** Görüntü işleme, nesne tespiti ve takip algoritmalarının kodlanması ve sistem bileşenlerinin oluşturulması.
- **Test ve Doğrulama:** Model performansının ve sistemin doğruluğunun test edilmesi.
- **Pilot ve Değerlendirme:** Sistem çıktılarının gözlemlenmesi ve gerekli iyileştirmelerin yapılması.
- **Dokümantasyon ve Sunum:** Proje çıktılarının raporlanması ve teslim sürecinin tamamlanması.

Bu fazlar ardışık ve gerektiğinde yinelemeli şekilde planlanarak, projenin kontrollü ve zamanında ilerlemesi hedeflenmiştir.

3.1.1.3. UYGULAMANIN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Bu aşamada, tasarlanan yapay zekâ tabanlı hırsızlık tespit sistemi yazılıma dönüştürülür. Sistem; kamera görüntülerinin alınması, nesne tespiti ve kişi takibi yapılması, şüpheli davranışların analiz edilmesi ve uyarı üretilmesi adımlarını kapsayacak şekilde modüler olarak geliştirilir.

Geliştirme sürecinde Python tabanlı bir yapı kullanılarak, görüntü işleme ve derin öğrenme kütüphaneleri ile yapay zekâ modelleri entegre edilir. Kodlama sırasında okunabilirlik, modülerlik ve yeniden kullanılabilirlik esas alınır.

Uygulama; veri akışı, model çıktıları ve kullanıcı arayüzü bileşenleriyle bütünleşik hale getirilerek çalışır duruma getirilir. Geliştirme tamamlandığında sistem, test ortamında çalıştırılmaya hazır hale getirilir ve sonraki aşamalara aktarılır.

3.1.1.4. TEST VE UYGUNLUK KONTROLLERİ

Bu aşamada geliştirilen yapay zekâ tabanlı hırsızlık tespit sisteminin, belirlenen gereksinimlere uygunluğu ve güvenilirliği doğrulanır. Sistem bileşenleri için birim testler, modüller arası etkileşim için entegrasyon testleri ve tüm sistemin birlikte çalışmasını değerlendirmek için sistem testleri gerçekleştirilir.

Gerçek veya simüle edilmiş kamera görüntüleri kullanılarak nesne tespiti, kişi takibi ve şüpheli davranış algılama doğruluğu ölçülür. Yanlış alarm oranı, gecikme süresi ve sistemin farklı senaryolardaki tepkisi test edilir.

Test sonuçları analiz edilerek tespit edilen hatalar giderilir ve sistemin fonksiyonel gereksinimleri karşıladığı doğrulanır. Bu kontroller sonucunda sistemin kullanıcıya sunulmaya ve gerçek ortamda kullanılmaya hazır olduğu güvence altına alınır.

4. GERÇEKLEŞTİRME AŞAMASI

Gerçekleştirme, sistem geliştirme yaşam döngüsünün (SDLC) kritik aşamalarından biridir ve yeni sistemin operasyonel hale getirilmesi sürecini kapsar. Bu aşama, geliştirilen sistemin test edilmesi, onaylanması ve üretime alınması süreçlerini içerir.

4.0. SİSTEM GERÇEKLEŞTİRME

4.1. SONUÇLANDIRMA

Sonuçlandırma süreci, sistem geliştirme projelerinin son aşamasında yapılan kritik faaliyetleri kapsar. Bu süreç, sistemin tam olarak hazır olduğunu garantileyen kapsamlı bir değerlendirme ve onay sürecidir.

4.1.1. ESKİ SİSTEMDEN YENİ SİSTEME GEÇİŞ

Bu aşamada, market ortamında hâlihazırda kullanılan manuel izleme ve klasik kamera takip yaklaşımından, yapay zekâ tabanlı hırsızlık tespit sistemine kademeli bir geçiş planlanır. Geçiş sürecinde sistem, mevcut altyapı ile paralel olarak çalıştırılarak performansı gerçek ortamda gözlemlenir.

İlk etapta pilot mağaza veya sınırlı kamera grubunda kurulum yapılır ve sistemin doğruluğu, gecikme süresi ve yanlış alarm oranları izlenir. Bu süreçte mevcut yöntem devre dışı bırakılmaz, yeni sistem destekleyici olarak kullanılır.

Pilot uygulamadan elde edilen sonuçlara göre gerekli iyileştirmeler yapıldıktan sonra sistem tüm mağaza geneline yaygınlaştırılır. Böylece operasyonel riskler azaltılır, personelin sisteme adaptasyonu sağlanır ve geçiş süreci kesintisiz bir şekilde tamamlanır.

4.1.2. UYGUNLUK TESTLERİ

Uygunluk testleri kapsamında, geliştirilen yapay zekâ tabanlı hırsızlık tespit sisteminin belirlenen fonksiyonel ve performans gereksinimlerini karşılayıp karşılamadığı doğrulanır. Bu aşamada testler iki ana başlık altında gerçekleştirilir: sistem testleri ve kullanıcı kabul testleri.

Sistem testlerinde; nesne tespiti doğruluğu, kişi takibi başarımı, gerçek zamanlı çalışma kapasitesi, gecikme süresi ve yanlış alarm oranları ölçülerek sistemin teknik gereksinimlere uygunluğu değerlendirilir. Farklı senaryolar (ürün alma, rafa geri koyma, kasadan geçme, ürün gizleme vb.) üzerinde testler yapılarak sistemin tutarlılığı gözlemlenir.

Kullanıcı kabul testlerinde ise mağaza personeli ve yetkililerin sistemi gerçek kullanım ortamında deneyimlemesi sağlanır. Üretilen uyarıların anlaşılabilirliği, arayüzün kullanılabilirliği ve operasyonel sürece katkısı değerlendirilir. Bu testler sonucunda kullanıcı geri bildirimleri alınarak sistemin kabul edilebilirliği doğrulanır.

Testlerin başarıyla tamamlanması, sistemin üretim ortamına alınması için temel kriter olarak kabul edilir.

4.1.3. ONAY

Bu aşamada, uygunluk testleri ve kullanıcı kabul testleri sonucunda elde edilen bulgular değerlendirilerek sistemin üretim ortamına alınmasına karar verilir. Yapay zekâ tabanlı hırsızlık tespit sisteminin fonksiyonel gereksinimleri karşıladığı, teknik olarak stabil çalıştığı ve operasyonel sürece uygun olduğu doğrulanır.

Onay süreci kapsamında; test raporları, performans sonuçları ve kullanıcı geri bildirimleri proje paydaşlarına sunulur. Mağaza yönetimi ve proje sorumluları tarafından

sistemin kabulü gerçekleştirilir veya gerekli görülmesi halinde iyileştirme talepleri ile revizyon süreci başlatılır.

Tüm onayların alınmasıyla birlikte sistemin resmî olarak devreye alınmasına ve pilot/üretim kullanımına geçilmesine karar verilir.

5. İZLEME VE DEĞERLENDİRME

5.1. İZLEME

Bu projede izleme süreci, geliştirilen görüntü işleme tabanlı sistemin gerçek zamanlı olarak sağlıklı çalışıp çalışmadığının takip edilmesini kapsar. Sistem; kamera akışlarının sürekliliği, nesne tespit doğruluk oranları, takip performansı (ByteTrack), işlem gecikmeleri ve sistem çalışma durumu gibi metrikler üzerinden izlenecektir.

Ayrıca tespit edilen şüpheli olaylar ve sistem hataları loglanarak kayıt altına alınacak, böylece olası aksaklıklar erken aşamada tespit edilip müdahale edilebilecektir.

5.2. DEĞERLENDİRME

Bu projede değerlendirme süreci, izleme aşamasında toplanan verilerin analiz edilmesiyle sistemin hedeflenen performansa ne ölçüde ulaştığının belirlenmesini kapsar. Nesne tespit doğruluğu, yanlış alarm oranları, takip başarısı, gecikme süreleri ve sistem kararlılığı temel değerlendirme ölçütleri olarak ele alınacaktır.

Ayrıca mağaza personelinin alınan geri bildirimler doğrultusunda sistemin kullanım kolaylığı ve operasyonel katkısı değerlendirilecektir. Elde edilen sonuçlara göre model ayarlarının iyileştirilmesi, eşik değerlerinin güncellenmesi ve sistem bileşenlerinde optimizasyon yapılması planlanacaktır. Bu değerlendirme süreci, sistemin sürekli geliştirilmesini ve sahadaki etkinliğinin artırılmasını amaçlar.

6. BAKIM AŞAMASI

Bu çalışma bir prototip/MVP kapsamında geliştirildiğinden dolayı bu süreçler proje kapsamı dışında bırakılmıştır.

6.1. PERFORMANS İZLEME VE DEĞERLENDİRME

6.1.1. SİSTEM BAŞARIM ÖLÇÜTLERİNİN SÜREKLİ İZLENMESİ

Yanıt süresi, işlemci ve bellek kullanımının dakika dakika takip edilmesi, anlık veri toplama sistemlerinin kurulması

6.1.2. KULLANICI DENEYİMİ ÖLÇÜTLERİNİN TAKİBİ

Sayfa yükleme sürelerinin, hata oranlarının ve kullanıcı memnuniyet anketlerinin düzenli analizi

6.1.3. SİSTEM KAYNAKLARININ KULLANIM ÇÖZÜMLEMESİ

Donanım kaynaklarının ne kadar verimli kullanıldığının hesaplanması, gereksiz kaynak tüketiminin tespit edilmesi

6.1.4. BAŞARIM EĞİLİMLERİNİN ÇÖZÜMLENMESİ

Geçmiş verilerle karşılaştırma yaparak sistem performansındaki değişimlerin grafiksel olarak takip edilmesi

6.1.5. DARBOĞAZ NOKTALARININ TESPİTİ

Sistemde yavaşlamaya neden olan kritik noktaların belirlenmesi ve öncelik sırasına göre listelenmesi

6.1.6. HİZMET SEVİYESİ ANLAŞMASI UYUMLULUĞU KONTROLÜ

Müşterilerle yapılan performans sözleşmelerinin karşılanıp karşılanmadığının kontrolü

6.2. HATA TESPİTİ VE DÜZELTME

6.2.1. SİSTEM GÜNLÜKLERİNİN DÜZENLİ İNCELENMESİ

Hata kayıtlarının günlük olarak gözden geçirilmesi, anormal durumların belirlenmesi

6.2.2. HATA RAPORLARININ ÇÖZÜMLENMESİ

Kullanıcılardan gelen hata bildirimlerinin kategorilere ayrılması ve önem derecesine göre sıralanması

6.2.3. KRİTİK HATALARIN ACİL MÜDAHALE İLE ÇÖZÜLMESİ

Sistemi durduran veya güvenlik açığı oluşturan hataların 24 saat içinde giderilmesi

6.2.4. KÜÇÜK HATALARIN PLANLI BAKIM DÖNEMLERİNDE GİDERİLMESİ

Sistemin çalışmasını engelmeyen hataların haftalık bakım pencerelerinde çözülmesi

6.2.5. KÖK NEDEN ÇÖZÜMLEMESİNİN YAPILMASI

Hatanın gerçek nedeninin bulunması için detaylı araştırma yapılması, benzer hataların önlenmesi

6.2.6. HATA TEKRARINI ÖNLEYİCİ TEDBİRLERİN ALINMASI

Aynı hatanın tekrar oluşmaması için sistem yapılandırması ve kod değişiklikleri yapılması

6.2.7. HATA TAKİP SİSTEMLERİNİN KULLANILMASI

Her hatanın kayıt altına alınması, çözüm sürecinin takip edilmesi ve raporlama yapılması

6.3. VERİ YEDEKLEME VE GÜVENLİK

6.3.1. OTOMATİK YEDEKLEME SİSTEMLERİNİN KONTROLÜ

Günlük, haftalık ve aylık yedekleme işlemlerinin başarıyla çalışıp çalışmadığının kontrolü

6.3.2. YEDEKLEME STRATEJİLERİNİN TEST EDİLMESİ

Yedeklenen verilerin gerçekten geri yüklenebilir olup olmadığının düzenli test edilmesi

6.3.3. VERİ GERİ YÜKLEME TESTLERİNİN YAPILMASI

Farklı senaryolar için veri kurtarma işlemlerinin denenmesi ve sürelerin ölçülmesi

6.3.4. GÜVENLİK AÇIKLARININ TARANMASI

Sistem zafiyetlerinin otomatik araçlarla tespit edilmesi, güvenlik boşluklarının kapatılması

6.3.5. SIZMA TESTLERİNİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Sistemin dışarıdan saldırılara karşı dayanıklılığının test edilmesi

6.3.6. ERIŞİM KONTROLLERİNİN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ

Kullanıcı yetkilerinin gözden geçirilmesi, gereksiz yetkilerin kaldırılması

6.3.7. GÜVENLİK YAMALARININ UYGULANMASI

İşletim sistemi ve yazılım güncellemelerinin zamanında yapılması

6.3.8. ŞİFRELEME PROTOKOLLERİNİN GÜNCELLENMESİ

Veri koruma yöntemlerinin en güncel standartlara uygun hale getirilmesi

6.4. KOD YENİDEN YAPILANDIRMA VE EN İYİLEME

6.4.1. KODUN YENİDEN YAPILANDIRILMASI

Mevcut program kodunun daha anlaşılır ve sürdürülebilir hale getirilmesi

6.4.2. GEREKSİZ KOD PARÇALARININ TEMİZLENMESİ

Kullanılmayan fonksiyonların, değişkenlerin ve kod bloklarının silinmesi

6.4.3. ALGORİTMALARIN EN İYİLENMESİ

Program mantığının daha hızlı çalışacak şekilde yeniden yazılması

6.4.4. KOD KALİTESİ ÖLÇÜTLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Kod okunabilirliği, test edilebilirlik ve bakım kolaylığının artırılması

6.4.5. TASARIM KALIPLARININ UYGULANMASI

Yazılım geliştirme alanında kabul görmüş çözüm yöntemlerinin kodda kullanılması

6.4.6. KOD KUSURLARININ GİDERİLMESİ

Kötü programlama alışkanlıklarının tespit edilip düzeltilmesi

6.4.7. TEKNİK BORCUN AZALTILMASI

Gelecekte sorun çıkarabilecek geçici çözümlerin kalıcı hale getirilmesi

6.5. VERİ TABANI BAKIMI

6.5.1. DİZİNLERİN YENİDEN OLUŞTURULMASI VE EN İYİLENMESİ

Veri tabanı arama hızını artıran yapıların güncellenmesi ve optimize edilmesi

6.5.2. VERİ TABANI PARÇALANMASININ GİDERİLMESİ

Dağınık haldeki veri bloklarının düzenlenmesi, disk kullanımının optimize edilmesi

6.5.3. ESKİ KAYITLARIN ARŞİVLENMESİ

Aktif olarak kullanılmayan verilerin ayrı bir depolama alanına taşınması

6.5.4. VERİ BÜTÜNLÜĞÜ KONTROLLERİNİN YAPILMASI

Verilerin tutarlılığının kontrol edilmesi, bozuk kayıtların tespit edilmesi

6.5.5. VERİ TABANI İSTATİSTİKLERİNİN GÜNCELLENMESİ

Sorgu planlayıcının doğru kararlar verebilmesi için güncel bilgilerin sağlanması

6.5.6. SAKLI YORDAMLARIN EN İYİLENMESİ

Veri tabanında çalışan program parçalarının performansının artırılması

6.5.7. VERİ TABANI BOYUTUNUN KONTROL EDİLMESİ

Depolama alanı kullanımının takip edilmesi, gerektiğinde alan genişletme işlemlerinin yapılması

6.6. SİSTEM KAYNAKLARININ EN İYİLENMESİ

6.6.1. BELLEK SIZINTILARININ TESPİTİ VE DÜZELTİLMESİ

Programların kullandığı belleği geri vermemesi sorunlarının çözülmesi

6.6.2. DİSK ALANININ TEMİZLENMESİ

Gereksiz dosyaların silinmesi, boş alan oluşturmak için temizlik işlemlerinin yapılması

6.6.3. GEÇİCİ DOSYALARIN SİLİNMESİ

Sistem tarafından oluşturulan ve artık ihtiyaç duyulmayan dosyaların kaldırılması

6.6.4. GÜNLÜK DOSYALARININ DÖNDÜRÜLMESİ

Sürekli büyüyen log dosyalarının belirli boyutlarda tutulması için otomatik arşivleme

6.6.5. AĞ TRAFİĞİNİN ÇÖZÜMLENMESİ

Veri akışının incelenmesi, gereksiz ağ kullanımının tespit edilmesi

6.6.6. ÖNBELLEK MEKANİZMALARININ EN İYİLENMESİ

Sık kullanılan verilerin bellekte tutulması sisteminin iyileştirilmesi

6.6.7. YÜK DENGELEME AYARLARININ GÖZDEN GEÇİRİLMESİ

Sistem yükünün sunucular arasında eşit dağılımının sağlanması

6.7. LİSANS YÖNETİMİ

6.7.1. YAZILIM LİSANSLARININ ENVANTERİNİN TUTULMASI

Kullanılan tüm yazılımların lisans bilgilerinin kayıt altında tutulması

6.7.2. LİSANS YENİLEME TARİHLERİNİN TAKİBİ

Süre dolacak lisansların önceden tespit edilmesi ve yenileme işlemlerinin planlanması

6.7.3. LİSANS UYUMLULUĞUNUN SAĞLANMASI

Yasal gerekliliklere uygun olarak yazılım kullanımının denetlenmesi

6.7.4. KULLANILMAYAN LİSANSLARIN TESPİT EDİLMESİ

Gereksiz yere ödenen lisans ücretlerinin belirlenmesi ve iptal edilmesi

6.7.5. LİSANS MALİYETLERİNİN EN İYİLENMESİ

Daha uygun fiyatlı alternatiflerin araştırılması ve maliyet azaltma çalışmaları

6.7.6. AÇIK KAYNAK BİLEŞENLERİN LİSANS KONTROLÜ

Ücretsiz yazılımların kullanım şartlarına uygunluğun kontrol edilmesi

6.8. BELGELENDİRME GÜNCELLEME

6.8.1. SİSTEM DEĞİŞİKLİKLERİNİN BELGELERE İŞLENMESİ

Yapılan her değişikliğin teknik dokümanlarda güncellenmesi

6.8.2. UYGULAMA PROGRAMLAMA ARAYÜZÜ BELGELERİNİN GÜNCELLENMESİ

Sistem entegrasyonu için gerekli teknik bilgilerin güncel tutulması

6.8.3. KULLANICI KILAVUZLARININ GÖZDEN GEÇİRİLMESİ

Son kullanıcılar için hazırlanan yardım belgelerinin güncellenmesi

6.8.4. TEKNİK BELGELENDİRMENİN GÜNCEL TUTULMASI

Sistem mimarisi, kurulum ve yapılandırma belgelerinin revize edilmesi

6.8.5. SORUN GİDERME REHBERLERİNİN GÜNCELLENMESİ

Yaygın sorunların çözüm yöntemlerinin dokümanlara eklenmesi

6.8.6. MİMARİ ŞEMALARININ REVİZE EDİLMESİ

Sistem bileşenlerinin görsel temsillerinin güncel hale getirilmesi

7. SÜREÇ YÖNETİMİ VE KOORDİNASYON

Bu çalışma bir prototip/MVP kapsamında geliştirildiğinden dolayı bu süreçler proje kapsamı dışında bırakılmıştır.

7.1. İLETİŞİM VE KOORDİNASYON

7.1.1. PAYDAŞ İLETİŞİM MATRİSİ

Her paydaş grubuna hangi bilgilerin, ne sıklıkla verileceğinin planlanması

7.1.2. DÜZENLİ DURUM TOPLANTILARI

Proje ilerlemesinin takip edilmesi için periyodik toplantıların düzenlenmesi

7.1.3. YÜKSELTME PROSEDÜRLERİ

Sorunların hangi seviyede kime iletileceğinin önceden belirlenmesi

7.1.4. İLETİŞİM ŞABLONLARI

Standart bilgilendirme formatlarının hazırlanması, tutarlı iletişimin sağlanması

7.1.5. ZAMAN ÇİZELGESİ KOORDİNASYONU

Farklı ekiplerin çalışmalarının birbiriyle uyumlu hale getirilmesi

7.1.6. EKİPLER ARASI İŞ BİRLİĞİ

Farklı departmanların ortak çalışması için gerekli süreçlerin kurulması

7.2. KALİTE GÜVENCESİ

7.2.1. KOD İNCELEME SÜREÇLERİ

Yazılan kodların deneyimli programcılar tarafından kontrol edilmesi

7.2.2. KALİTE KAPILARININ TANIMI

Her aşamada geçilmesi gereken minimum kalite kriterlerinin belirlenmesi

7.2.3. TEST STANDARTLARI

Test süreçlerinin nasıl yapılacağının standartlaştırılması

7.2.4. KALİTE ÖLÇÜTLERİNİN TAKİBİ

Proje boyunca kalite seviyesinin sürekli izlenmesi

7.2.5. HATA YÖNETİMİ

Tespit edilen hataların nasıl kategorilendirileceği ve çözüleceğinin planlanması