

KİŞİYE ÖZEL AKILLI TAHLİYE MODELİ

İsmail Rakıp Karas¹, Ümit Atıla², Muhammed Kamil Turan¹

¹Karabük Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, ²Gazi Üniversitesi MYO
ismail.karas@karabuk.edu.tr, umitatila@gazi.edu.tr, kamilturan@karabuk.edu.tr

ÖZET

Günümüzün modern şehirlerinde çok katlı, karmaşık ve geniş alanlara yayılmış binaların sayısı her geçen gün artmaktadır. Onlarca kat, yüzlerce koridor, oda ve geçitlerden oluşan bu binalar, hem karmaşık yapıları, hem de barındırdıkları nüfus itibarı ile adeta birer küçük şehir gibidirler. Binaların büyüklüğü ve karmaşıklığına bağlı olarak çözülmeyi bekleyen bir çok yeni problem karşımıza çıkmaktadır. Meydana gelebilecek acil durumlarda, binaların hızlı ve sorunsuz bir şekilde tahliyesi bu problemlerin en başta gelenidir. Yangınlar ise iç mekanlarda oluşabilecek ya da etkileyebilecek olağanüstü durumlardan en başta gelenidir. Bu tür olaylarda panik, izdiham, yığılma, birbirini çiğneme, çıkışlara ulaşamama gibi durumların oluşması sık sık karşılaşılan bir durumdur. Bu bildiride, olay esnasında meydana gelen çevresel (duman, yangın vb.) ve insan kaynaklı (yaş, engellilik vb.) etkenleri dinamik olarak göz önüne alan ve etkileşimli ve gerçek zamanlı bir şekilde ağ analizini gerçekleştirerek kişiye özel tahliye güzergahını üreten, bir Akıllı Tahliye Modeli projesinden bahsedilecektir. Modelin tasarlanmasında Zeki Denetim Teknikleri (İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları) kullanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: 3B, Akıllı Tahliye Modeli, Zeki Denetim Sistemleri, Yapay Sinir Ağları, Afet Yönetimi, En Kısa Yol, Ağ Analizi, Dijkstra, Konumsal Veritabanı

ABSTRACT

The number of buildings, which are very tall, complex and located on wider areas, has been increasing in today's modern cities. Having dozens of floors, hundreds of corridors, and rooms, and passages, these buildings are almost like a city in terms of their complexity and number of people accommodated. Due to size and complexity of buildings, there are many new problems to be addressed. Evacuation of the buildings quickly and seamlessly is the leading problem in case of emergency. Fire, power outage, terrorism (explosions, bomb threat, hostage-taking incidents), chemical spills, earthquake, flood, etc., are some of the extraordinary occasions that may be encountered or affect indoors. In such kind of cases, formation of panic, crowd, congestion, crush, unable to reach exit, etc. are frequently encountered. In the scope of the project planned to be carried out, development of Intelligent Evacuation Model, which dynamically takes into account environmental (smoke, fire, etc.) and human-induced (age, disability, etc.) factors and generates personalized evacuation route by performing network analysis interactively and in real-time, is aimed. Intelligent Control Techniques (Feed-Forward Artificial Neural Networks) will be used in the design of the model.

Keywords: 3D, Intelligent Evacuation Model, Intelligent Control Techniques, Artificial Neural Networks, Disaster Management, Network Analysis, Shortest Path, Dijkstra, Geo-Database

Giriş

Günümüzün modern şehirlerinde çok katlı, karmaşık ve geniş alanlara yayılmış binaların sayısı her geçen gün artmaktadır. Onlarca kat, yüzlerce koridor, oda ve geçitlerden oluşan bu binalar, hem karmaşık yapıları, hem de barındırdıkları nüfus itibarı ile adeta birer küçük şehir gibidirler. Dolayısı ile binaların büyüklüğü ve karmaşıklığına bağlı olarak çözülmeyi bekleyen bir çok yeni problem karşımıza çıkmaktadır. Meydana gelebilecek acil durumlarda, binaların hızlı ve sorunsuz bir şekilde tahliyesi bu problemlerin en başta gelenidir. Yangın, güç kesintisi, terörizm, kimyasal sızıntılar, su basması gibi olaylar, iç mekanlarda oluşabilecek ya da etkileyebilecek olağanüstü durumlardan bazılarıdır. Bu tür olaylarda panik, izdiham, yığılma, birbirini çiğneme, çıkışlara ulaşamama gibi durumların oluşması sık sık karşılaşılan bir durumdur.

Bu bildiride, halen devam etmekte olan bir TÜBİTAK projesi kapsamında hedeflenen ve bir kısmı tamamlanmış olan çalışmalar anlatılacaktır. Gerçekleştirilmesi planlanan proje kapsamında,

olay esnasında meydana gelen çevresel (duman, yangın vb.) ve insan kaynaklı (yaş, engellilik vb.) etkenleri dinamik olarak göz önüne alan, etkileşimli ve gerçek zamanlı bir şekilde ağ analizini gerçekleştirerek kişiye özel tahliye güzergahını üreten, bir Akıllı Tahliye Modelinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Modelin tasarlanmasında Zeki Denetim Teknikleri (İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları) kullanılmaktadır. Geliştirilen modelin uygulanabilmesi için ayrıca, afetzedeleri cep telefonlarını kullanarak sesli ve üç boyutlu (3B) görüntülü yönlendirmek amacıyla; sunucu-istemci mimarisinde gerçek zamanlı olarak çalışan; RFID (Radio Frequency Identification) tabanlı bir mobil Konum Belirleme ve Navigasyon Sisteminin tasarımı hedeflenmektedir.

Projenin uygulanması için bütünleşik bir bina kompleksinden oluşan belirli bir çalışma alanı seçilmiştir. Konum Belirleme ve Navigasyon Sistemi tasarımı, köprü ve geçitlerle birbirine bağlı ve oldukça karmaşık bir yapıya sahip olan bu çalışma alanında kurulacaktır. Ardından, geliştirilen Akıllı Tahliye Modeli çeşitli senaryolar altında söz konusu çalışma alanına uygulanacak ve test edilecektir. Bina kompleksinin kritik noktalarında sensörler olduğu varsayılarak yapılacak

testlerde, konum belirleme sistemi yoluyla elde edilecek nüfus yoğunluğu bilgisi, mobil cihaz/cep telefonlarınca sisteme gönderilen kişisel bilgiler (yaş cinsiyet vb.) ve sanal sensör/dedektörlerden gelen veriler (duman, yangın vb.) birer parametre olarak Akıllı Tahliye Modelinin girdisi olacaktır. Bu parametrelere göre üretilen tahliye güzergahlarına bağlı olarak kişiler reel olarak yönlendirilecek, tahliyeleri sağlanacaktır.

Geliştirilmekte olan Akıllı Tahliye modeli projesi ve uygulamasının aşamaları aşağıdaki gibi planlanmaktadır.

1. Çalışmaya Konu Olan Bina Kompleksine Ait 3B Bina ve 3B Topolojik Yol Ağı Modellerinin ve 3B Konumsal Veritabanının Üretilmesi
2. Zeki denetim teknikleri kullanılarak Akıllı Tahliye Modelinin geliştirilmesi
3. RFID Tabanlı Konum Belirleme Sisteminin Tasarlanması ve Çalışma Alanına Kurulması
4. Fotoğraf Serilerinin Çekimi, Düzenlenmesi ve 3B Konumsal Veri Tabanı ile Entegrasyonu
5. Görsel, Metinsel ve Sözel Yönergelerin Üretilmesi
6. Sunucu- İstemci Mimarisinin ve İletişim Altyapısının Kurulması, İlgili Yazılımların Geliştirilmesi
7. Çalışma Alanına Kurulacak Sistemin Farklı Yöntem ve Senaryolara Göre Test Edilmesi, Test Sonuçlarına Göre İyileştirilmesi
8. Elde Edilen Sonuçların Rapor Haline Dönüştürülmesi

Bu bildiriye ilk iki aşamanın detaylarından bahsedilecektir. Diğer maddeler başka yayınların konusu olacaktır.

3B Bina ve 3B Topolojik Yol Ağı Modellerinin ve Konumsal Veri Tabanının Otomatik Olarak Üretilmesi

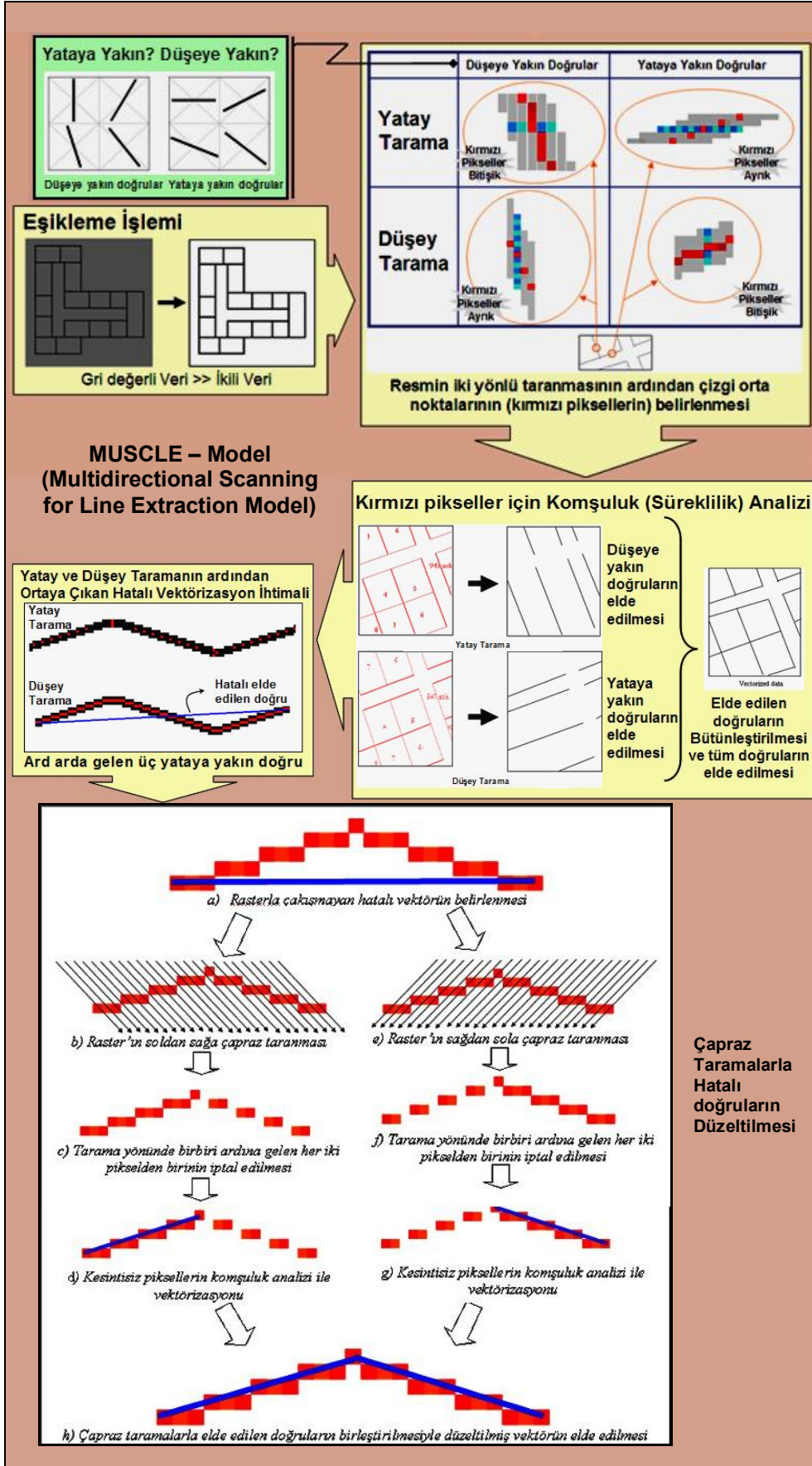
Proje kapsamında geliştirilmesi hedeflenen sistem, Ağ Analizi ve Navigasyon uygulamalarında çalışma alanındaki bina kompleksine ait Üç Boyutlu (3B) Veri Modellerini kullanacaktır. Bu modeller 3B Bina Modeli ve 3B Yol Ağı Modelidir. Dolayısı ile öncelikle projeye konu olan bina kompleksi için bu modellerin üretilmesi gerekecektir. 3B Bina Modelinin ve 3B Topolojik Yol Ağı Modelinin üretilmesinde Karaş (2007) tarafından geliştirilen “Çok Yönlü Tarama ile Çizgilerin Edilmesi - Multidirectional Scanning for Line Extraction” (MUSCLE Model) yöntemi

kullanılacaktır. Söz konusu yöntem bir sayısal görüntü işleme algoritması olup, genel anlamıyla raster görüntülerdeki doğruların vektörize edilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Bununla birlikte, aşağıda detayları görüleceği üzere raster formatındaki kat planlarından 3B modellerin üretiminde de bu yöntem başarıyla ve çok etkin bir şekilde kullanılabilir.

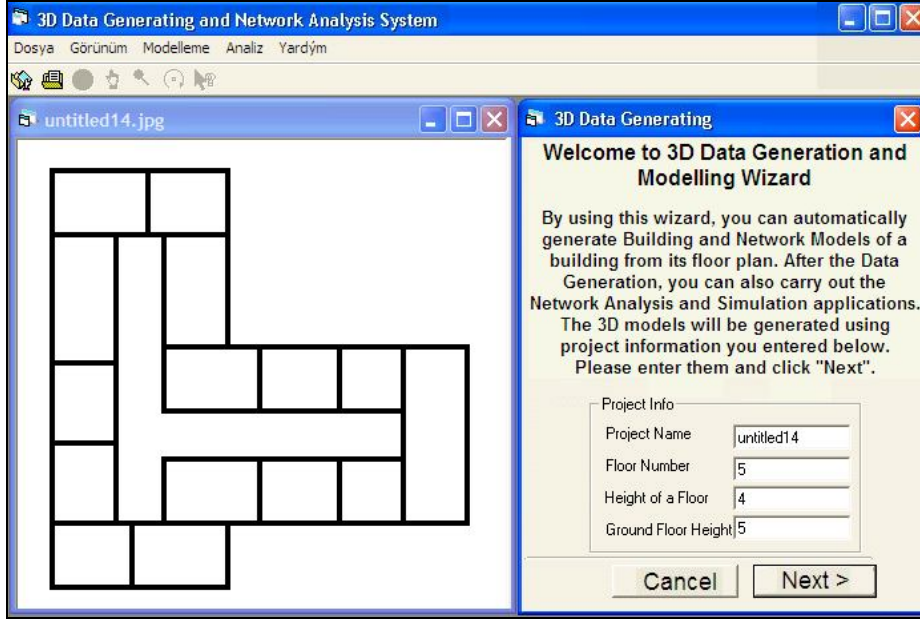
Klasik yöntemlerden farklı olarak geliştirilen MUSCLE Model vektörizasyon algoritması sayesinde, çizgi izleme-zincir kodlama ve vektör azaltma işlemlerine gerek kalmadan, sadece komşuluk analizi ile çizgileri elde etmek mümkün olmaktadır (Karaş vd., 2008). Bu yöntemde, görüntü önce yatay sonra düşey olarak, piksel piksel taramakta, çizgilerin orta pikselleri belirlenmektedir. Orta pikseller yatay taramadan sonra düşeye yakın doğrularda, düşey taramadan sonra ise yataya yakın doğrularda süreklilik sağlamaktadır. Bu durum bir avantaj sağlamakta, komşuluk analizi yapıldığında yatay taramanın ardından düşeye yakın, düşey taramanın ardından da yataya yakın doğrular elde edilebilmektedir. Bu işlemlerin ardından belirlenen hatalı doğrular çapraz tarama işlemi ile düzeltilmektedir. Yöntemin ayrıntıları Şekil 1’de görülmektedir.

MUSCLE Model yöntemi esas alınarak Karaş (2007) tarafından geliştirilmiş olan 3B Veri Üretim Yazılımı, kat planlarından 3B Bina ve Ağ modellerinin otomatik olarak üretilmesini mümkün kılmaktadır. Raster formatındaki veriyi işleyen söz konusu yazılım, önce kat planını vektörize etmekte, daha sonra kat sayısına bağlı olarak 3B Bina Modelini oluşturmaktadır. Ardından, kullanıcı etkileşimli arayüzü sayesinde kattaki yolları esas alarak 3B Ağ Modelini üretmektedir. Ağ modeli oluşturulurken öncelikle ana omurga olan koridorlara ait hat ve düğümler, ardından oda düğümleri elde edilmektedir. Oda düğümleri koridora bağlandıktan sonra merdiven/asansör düğümleri belirlenmekte ve katsayısına bağlı olarak 3B Ağ Modeli üretilmektedir. Söz konusu yazılım ayrıca, katları arasında plan farkı bulunan binalara ait 3B modellerin kullanıcı tarafından manuel olarak tasarlanmasına da imkan sağlamaktadır. Elde edilen veriler üzerinde yapılan topolojik düzeltmelerin ardından bir Konumsal Veri Tabanı (Geo-Database) oluşturulmakta, üretilen veriler, otomatik olarak bu veritabanında vektör formatında bir araya getirilmektedir. Söz konusu yazılıma ait bir ara yüz Şekil 2’de, 3B Modellerin üretim süreci ve 3B Konumsal Veritabanının oluşturulması aşamaları ise Şekil 3’de görülmektedir.

Proje kapsamında ayrıca, üretilen 3B modellerin, bir OGS standardı olan CityGML formatına dönüştürülmesi böylece üretilen verilerin başka platformda da rahatlıkla kullanılabilmesi hedeflenmektedir.



Şekil 1. MUSCLE Model'in Aşamaları



Şekil 2. 3B veri üretim ve modelleme yazılımının ara yüzü

Zeki Denetim Teknikleri Kullanılarak Akıllı Tahliye Modelinin Geliştirilmesi

Projenin temelini oluşturan bu aşamada, dinamik bir ortamda kişiye özel dinamik ağların üretilmesini sağlayacak olan Akıllı Tahliye Modeli geliştirilmektedir. Binadaki acil durumlarda, ortamın fiziksel şartlarını ve tahliye edilecek olan kişinin özelliklerini birer parametre olarak alacak olan model, tahliye işlemi esnasında sürekli olarak çalışacak ve bu parametrelerdeki değişime bağlı olarak kişiye özel tahliye güzergahını dinamik olarak yenileyecektir. Afettede böylece, tahliye işlemi esnasında meydana gelen gerçek zamanlı yeni olaylardan korunmuş olacak ve güvenli bir şekilde çıkışlara ulaşacaktır. Söz konusu model İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları kullanarak geliştirilecektir. Modelin ayrıntıları ve geliştirme aşamaları aşağıda verilmiştir.

3B Ağ Modelindeki Yolların Kullanılabilir Durumunun İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağı ile Tespit Edilmesi

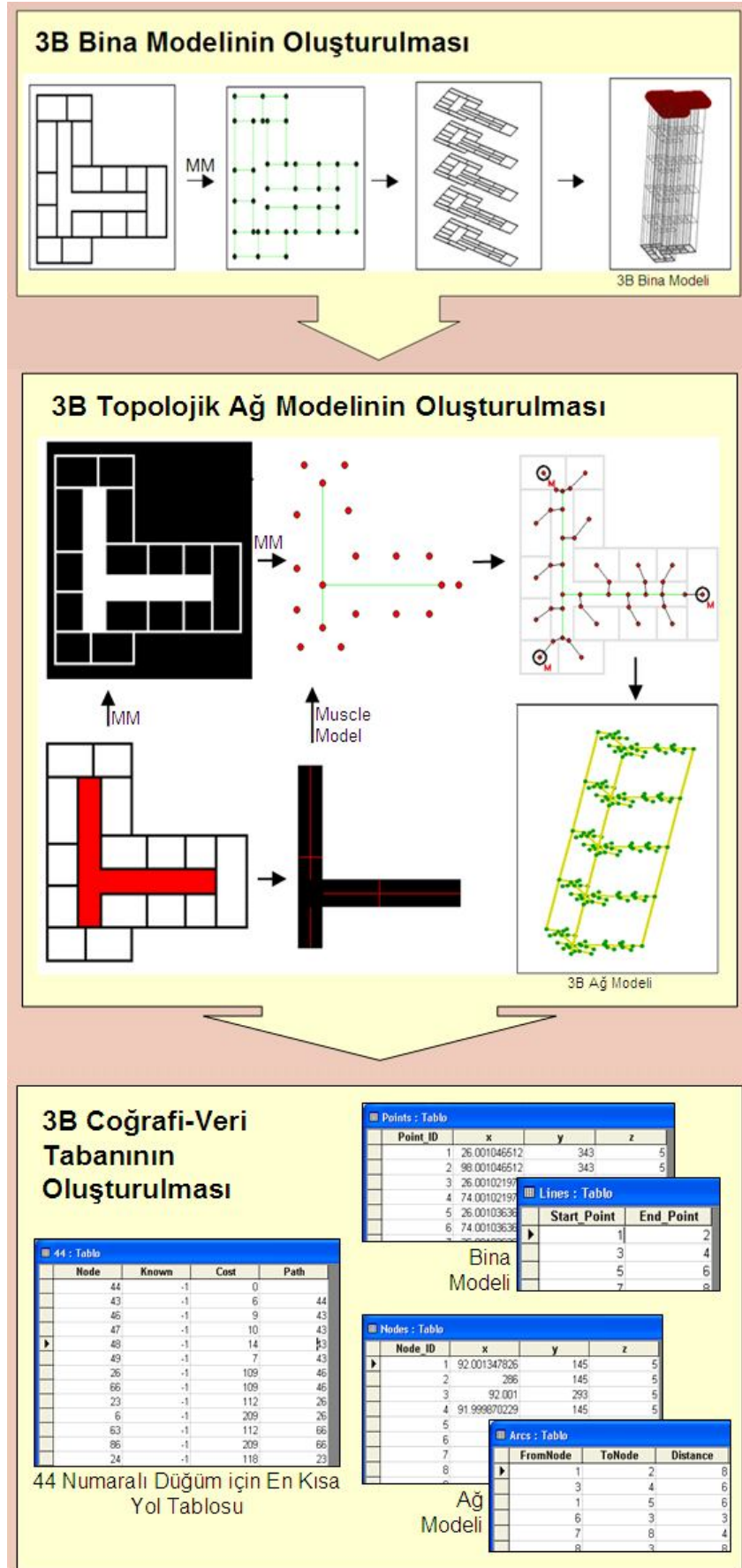
Geliştirilecek modelin amacı binada meydana gelebilecek acil durumlarda ortamın fiziksel şartlarını ve tahliye edilecek olan kişinin özelliklerini birer parametre olarak almak ve kişinin bulunduğu konumun kullanılabilirliğine dönük bir tahminde bulunmaktır. Bu sebeple çok katlı algılayıcıya sahip olan ileri beslemeli yayılım algoritmasının kullanılması uygun görülmüştür. Bu algoritmada girişlerle çıkışlar arasındaki hata farkı bulunarak,

ağırlıklar ve eşik değerleri bu hata sinyaliyle güncellenmektedir.

İleri beslemeli bir ağda sinir hücreleri katmanlara ayrılmıştır. İşaretler, giriş katmanından çıkış katmanına doğru tek yönlü bağlantılarla iletilir. Sinir hücreleri bir katmandan diğer bir katmana bağlantı kurarlarken, aynı katman içerisinde bağlantıları bulunmaz. İleri beslemeli yapay sinir ağlarında gecikmeler yoktur, işlem girişlerden çıkışlara doğru ilerler. Çıkış değerleri öğreticiden alınan istenen çıkış değeriyle karşılaştırılıp bir hata sinyali elde edilerek ağ ağırlıkları güncellenerek eğitilirler.

Yapay sinir ağının eğitilmesi sırasında hem giriş değerleri hem de üretmesi gereken çıkış değerleri verilerek danışmanlı öğrenme kullanılacaktır. Yapılan eğitim denemelerinde çok katmanlı algılayıcının katmanlarında lineer (doğrusal), sigmoid ve hiperbolik tanjant aktivasyon fonksiyonları kullanılacak ve daha iyi sonuç üreten lineer ve sigmoid fonksiyonlar tercih edilecektir. Eğitim işlemi tamamlandıktan sonra test setinde olan veya olmayan tüm sorgulamalarda ağ üzerindeki ağırlıklarda herhangi bir değişiklik olmayacaktır.

Bu çalışmada kullanılacak ileri beslemeli ağ yapısının giriş nöron sayısına kesin olarak projenin gerçekleştirim sürecinde karar verilecek olmakla birlikte, insan kaynaklı ve çevresel etkenlere ait parametrelerin sayısı şu an için 20 olarak belirlenmiştir ve bu parametreler aşağıda listelenmiştir. İleri beslemeli ağın iki adet gizli katmanındaki nöron sayıları için ise 10 ila 20 arasında değişen değerler seçilmiştir.



Şekil 3. 3B Modellerin üretim süreci ve 3B Konumsal Veritabanının oluşturulması

Yapay sinir ağının giriş katmanında yer alacak olan muhtemel kullanıcı özellikleri (insan kaynaklı etkenler):

- Yaş: Bu parametere kullanıcının tahliye işlemi sırasında birtakım fiziksel aktiviteleri (hızlı hareket etme, adrenalin kontrolü vb.) gerçekleştirebilme durumunu hesaba katabilmek için kullanılacaktır. Örneğin hızlı hareket edilmesi gereken bir durumda 55 yaş üzeri kişiler için ilgili bağlantı devre dışı bırakılacaktır. İlgili parametre 10-35, 35-55 veya 55 üzeri değerlerinden oluşacaktır.
- Cinsiyet: Cinsiyet parametresine bağlı olarak kullanıcıların yönlendirilebileceği bağlantılar belirlenecektir.
- Vücut Yapısı: Bu parametre kullanıcının tahliye işlemi sırasında birtakım fiziksel aktiviteleri gerçekleştirebilme durumunu kestirebilmek amacıyla kullanılacaktır. Normal, Atletik, Şişman seçeneklerinden oluşacaktır.
- Kalp Rahatsızlığı: Bu parametre adrenalin ve kondisyon gerektirebilecek durumlarda kullanıcının gerçekleştirebilme durumunu hesaba katmak amacıyla kullanılacaktır. Adrenalin ve kondisyon gerektiren durumlardan korunurlar.
- Eklem-Kas Rahatsızlığı: Bu parametre özellikle hızlı hareket edebilme ile ilgilidir. Bu tür rahatsızlığı olan kullanıcılar hızlı hareket gerektirecek durumlardan korunurlar.
- Solunum Yolu Rahatsızlığı: Bu parametre duman yoğunluğu bulunan bir bağlantıyı, bu dezavantaja sahip kullanıcıların kullanımına kapatmak amacıyla kullanılacaktır. Solunum yolu hassaslığı bulunan bir kişi düşük derecede bir duman yoğunluğunda dahi ilgili bağlantıya yönlendirilmezler.
- Tekerlekli Sandalye Kullanımı: Bu parametre tekerlekli sandalyede olan kullanıcıların özellikle fiziksel aktiviteleri gerçekleştirebilme konusunda tahminde bulunmak için kullanılacaktır. Tekerlekli sandalyede olan bir kişi insan yoğunluğu bulunan veya merdiven tipindeki bağlantılara yönlendirilmezler.
- Görme Engeli: Bu parametre görme engelli kullanıcıların fiziksel aktiviteleri gerçekleştirebilme konusunda tahminde bulunmak için kullanılacaktır.
- Asansör Fobisi: Bu parametre asansör fobisi olan kişilerin asansörü mümkün olduğunca az kullanarak binadan tahliye edilebilmesini sağlamak amacıyla kullanılacaktır.
- Karanlık Fobisi: Bu parametre karanlık fobisi olan kişilerin karanlık ortamlara mümkün olduğunca az girerek binadan tahliye edilebilmesini sağlamak amacıyla kullanılacaktır.
- Yangından Koruyucu Kıyafet: Bu parametre özellikle bina tahliye sürecine itfaiyeci olarak katılanların belli ölçüde yangın olan bağlantıları kullanabilmesini sağlamak amacıyla

kullanılacaktır.

- Gaz Maskesi: Bu parametre gaz maskesine sahip kişilerin zehirli gaz veya duman olan bir bağlantıyı sorunsuz bir şekilde kullanabilmesini sağlamak amacıyla kullanılacaktır.
- Aydınlatıcı: Bu parametre elektrik kesintisinin olduğu ve ışığın az olduğu veya hiç olmadığı bağlantıları kullanabilme durumunu kontrol edebilmek amacıyla kullanılacaktır.

Giriş katmanında yer alacak muhtemel çevresel etkenler:

- Yangın Yoğunluğu: İlgili bağlantıdaki yangın durumunu kontrol edebilmek için kullanılacaktır. Yangın yoğunluğu “Yok, Az, Orta, Çok” seçenekleriyle belirlenir.
- Zehirli Gaz-Duman Yoğunluğu: İlgili bağlantıdaki duman yoğunluğu durumunu kontrol edebilmek için kullanılacaktır. Zehirli Gaz-Duman yoğunluğu “Yok, Az, Orta, Çok” seçenekleriyle belirlenir.
- Elektrik Kesintisi : İlgili bağlantıdaki elektrik kesintisi durumunu kontrol edebilmek için kullanılacaktır.
- İnsan Yoğunluğu : İlgili bağlantıdaki insan yoğunluğunu kontrol edebilmek için kullanılacaktır. “Yok, Az, Orta, Çok” seçenekleriyle belirlenir. İnsan Yoğunluğu parametresi, akıllı tahliye modelinin entegre edileceği mobil tabanlı navigasyon sistemi kullanıcılarının, popülasyon bakımından uygun bağlantılara yönlendirilmesini sağlayacaktır. Konum belirleme sistemi tarafından elde edilen ve sisteme gönderilen verilerle bölgedeki mobil cihazların/insanların sayısı belirlenecek ve bu sayıya bağlı olarak ilgili parametre yukarıdaki değerlerden birini alacaktır. Ardından Akıllı Tahliye Modeli kişiye özel tahliye yönergesini üretirken, insanları izdiham olmayacak şekilde (farklı güzergahlar vererek, bekleterek, vb.) yönlendirecektir.
- Işık Miktarı: İlgili bağlantıdaki ışık yoğunluğunu kontrol edebilmek için kullanılacaktır. Işık yoğunluğu “Yok, Az, Orta, Çok” seçenekleriyle belirlenir.
- Merdivene Alternatif Rampa: İlgili bağlantı tipi merdiven ise bu bağlantının tekerlekli sandalye kullanıcıları için alternatif rampaya sahip olma durumunu kontrol eder.
- Bağlantı Tipi: Bağlantının tipini belirler. Muhtemel bağlantı tipleri koridor, merdiven veya asansör olarak belirlenmiştir.

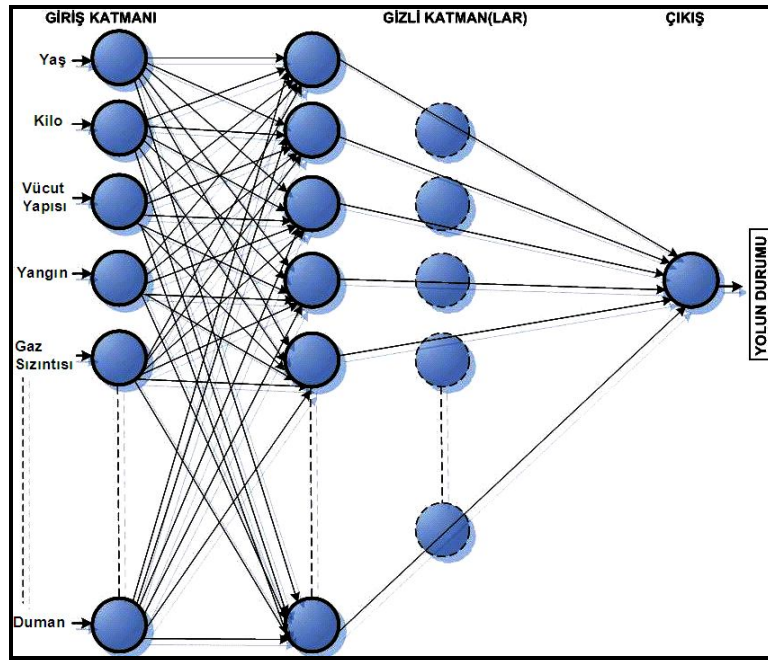
Bütünleşik Akıllı Tahliye Sistemi kapsamında gerçekleştirilecek tahliye süreci esnasında yukarıda detayları verilen dinamik model sürekli olarak çalıştırılacak ve kişileri anlık olarak yönlendirecektir. Söz konusu parametrelerden nüfus yoğunluğu

yukarıda da belirtildiği üzere, konum belirleme sistemi yoluyla elde edilecektir.

Yaş, cinsiyet, engellilik gibi insan kaynaklı etkenler ise kimlik belirten ve kişisel bilgileri de içinde tutan kişisel mobil cihazlar tarafından sisteme gönderilecektir. Günümüzde cep telefonları ve mobil cihazlar neredeyse insanların ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Yakın gelecekte bu cihazların kimlik ve kişisel bilgileri taşıyan bir yapıya kavuşacağı tahmin edilmekte, nitekim bu yöndeki bazı örnek uygulamalar göze çarpmaktadır (Örn: Kredi kartı gibi kullanılabilen cep telefonları).

Sensör ve dedektörlerle elde edilmesi gereken çevresel parametreler ise, projeye konu olan afetlerin

yapay olarak gerçekleştirilmesi pratikte mümkün olmayacağından, model tarafından simülasyonlar şeklinde üretilecek ve farklı senaryolar için farklı kombinasyonlarla giriş katmanına girdi olarak sokulacaktır. Ağın çıkış katmanında ise ilgili yol parçasının ilgili kişi için kullanılabilirliği hesaplanacaktır. Böylece ilgili yol “KULLANILABİLİR” veya “KULLANILAMAZ” şeklinde bir sonuca varılacaktır. Bu yüzden çıkış katmanında kullanılan nöron sayısı 1’dir. 3B ağ modelindeki yolların kullanılabilme durumunu tespit edecek olan ileri beslemeli yapay sinir ağının yapısı Şekil 4’de görülmektedir.



Şekil 4. Akıllı Tahliye Modelinde Kullanılacak İleri Beslemeli Ağ Mimarisi

3B Dinamik Ağlarda Optimum Güzergah Yönlendirmesi Yapan Ağ Analizi Modülünün Geliştirilmesi

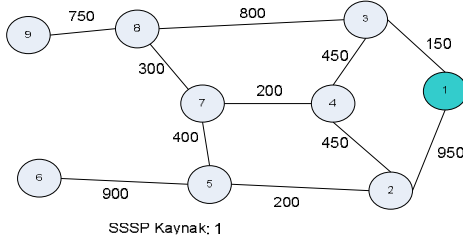
Dinamik Maliyet Kavramı

Zamana bağımlı dinamik graflarda gerçek zamanlı olarak gelişebilen dinamik olaylar sonucu graf üzerindeki herhangi bir düğüm veya kenar ortadan kalkabilir veya graf yapısına yenileri eklenebilir. Grafın kenarlarına ait maliyetler de zamana bağlı olarak değişebilir. Örneğin bir binanın acil olarak boşaltılması durumunda binanın herhangi bir katında gaz sızıntısının ve yoğun dumanın bulunması o kattaki koridorun kullanılamaması, dolayısıyla graf üzerindeki ilgili kenarın graf yapısından çıkartılarak tahliye güzergahının yeniden değerlendirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarır.

Dinamik Ağ Yönlendirme Algoritması

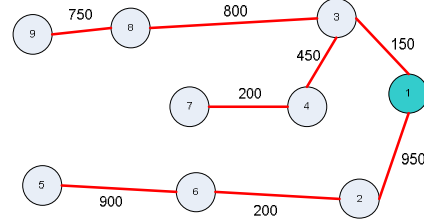
Dinamik bir olay sonucu graf üzerinde temel olarak üç durum gerçekleşebilir. Bunlar; kenar maliyetlerinin artması, azalması veya yeni bir kenarın graf yapısına eklenmesidir. Diğer tüm olaylar bu durumlar ile modellenebilir. Graf yapısına yeni bir $e(v,w)$ kenarı eklemek bu kenarın maliyetini $c(e)$ sonsuzdan c değerine azaltmaktır. Yine graf yapısından bir $e(v,w)$ kenarının silinmesi bu kenara ait maliyeti sonsuza artırmaktır. Graf yapısından bir v düğümünün silinmesi v düğümüne giden tüm kenarların silinmesidir. Graf yapısına yeni bir düğüm eklemek yeni eklenen düğümün grafın kalanı ile hiç bir kenar bağlantısı olmamasından dolayı önemsizdir. Dinamik ağlarda yönlendirme işleminin gerçekleştirilebilmesi için Single Source Shortest Path (SSSP) probleminin dinamik graf üzerinde çözülmesi gerekmektedir. Graf üzerindeki tüm maliyetlerin pozitif olduğu varsayılırsa $c(e) > 0$, bu problem geliştirilmiş bir Dijkstra algoritması ile çözülebilir.

Eğer ağı yapısı bazı olaylar sonucu değişirse ağı yapısındaki değişiklik sonucu değiştirmese bile tüm algoritma baştan çalıştırılmalıdır. Aynı şekilde ağıdaki maliyetler değişirse algoritma yine çalıştırılmalıdır. 1996 yılında Ramalingam ve Reys SSSP probleminin dinamik ağılar için çözümüne yönelik incremental (artımsal) bir algoritma geliştirmişlerdir. Buna göre, graf yapısındaki her değişiklikten sonra algoritmanın baştan çalıştırılması yerine, SSSP problemi bir kez çözüldükten sonra yalnızca dinamik olay sonucu etkilenen graf bölümüne ait kısmın baştan çözülmesi daha etkili sonuçlar vermektedir (Ramalingam ve Reys, 1996). SSP probleminin giriş parametreleri bir $G(V,E)$ grafı, bir maliyet matrisi $c : E \rightarrow R^+$ ve bir varış düğümü v olarak belirtilebilir. v düğümünden tüm $w \in V$ olan düğümlere en kısa yolların $dist(w)$ hesaplanması gerekmektedir. Dijkstra algoritması bu problemi çözmektedir. Fakat üzerinde durulan G grafı zamanla değişebilen bir yapıya sahiptir. Burada hedeflenen çözüm ise SSSP problemini tüm graf için



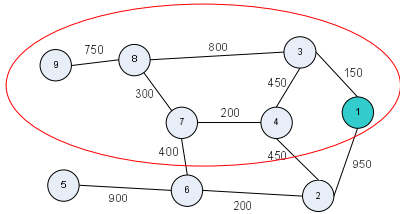
Şekil 5. SSSP uygulanan örnek graf

tekrar çözmeden değişiklikleri işleme koyabilen incremental (artımsal) bir yapı oluşturmaktır. v düğümünden her $w \in V$ için w düğümüne olan her bir en kısa yolun farklı olduğu kabulü ile elde edilen en kısa yollar G grafının bir yayılan ağacını oluşturur. Bu yayılan ağaç (YA) v düğümünden w düğümüne $e \in E$ kenarlarından oluşan en azından bir tane kısa yolu içermelidir. Bu sebeple, sadece $dist(u) = dist(t) + c(e)$ ise $e=(t,u) \in YA$ olur. Bir düğüme aynı maliyete sahip iki farklı yoldan gidilebilir. Bu durumda elde edilen en kısa yollar bir yayılan ağaç değil çevrimsiz yönlü graf oluştururlar. Algoritma, kenar maliyetini güncellemek için ilk önce dinamik olay sonucu v düğümüne olan mesafeleri etkilenen düğümlerin alt kümesini hesaplar. Daha sonra mesafeler bu düğümler üzerinde çalıştırılan Dijkstra algoritması ile güncellenir (Ramalingam ve Reys,1996). Şekil 5'de verilen örnek graf üzerinde bakıldığında 1 nolu düğüm kaynak düğümdür. Buna göre elde edilen en az yayılan ağaçlar Şekil 6'de görüldüğü gibi olur.



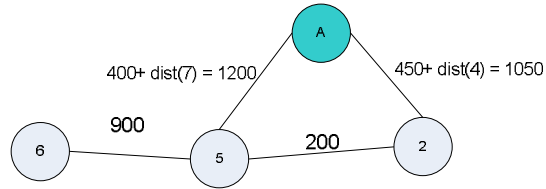
Şekil 6. En az yayılan ağaç

Ortaya çıkan en az yayılan ağaç: Bir kenara $e=(t,u)$ ait maliyetin $c(e)$ artırılmasının veya bu kenarın silinmesinin SSSP algoritmasının sonucuna etki edebilmesi için ilgili kenarın mevcut en kısa yolun bir parçası yani yayılan ağacın bir elemanı $e \in YA$ olması gerekmektedir. Bu durumda, Şekil 7'da görüldüğü gibi en kısa yollarında etkilenen kenarı bulunduran bütün düğümler bu durumdan etkilenir. Diğer düğümler bu durumdan etkilenmezler. Etkilenen düğümlere olan en kısa yolları tekrar hesaplamak



Şekil 7. Etkilenen ve etkilenmeyen düğümler

amacıyla graf Şekil 8'de olduğu gibi basite indirgenir. Bunun için, dinamik olarak gerçekleşen olay sonucu etkilenmeyen bütün düğümler tek bir düğüm gibi düşünülür. Etkilenen bir x düğümünden etkilenmeyen y düğümüne olan her kenar $e=(x,y)$ yeni bir ağırlık alır : $c'(e) = c(e) + dist(y)$. SSSP problemi basitleştirilen graf için tekrar çözülür. Örneğin, $e=(1,2)$ kenarının silinmesi durumunda; Etkilenen kenarlar $v2, v6, v5$, Etkilenmeyen kenarlar: $v1, v3, v4, v7, v8, v9$.



Şekil 8. Basitleştirilmiş graf

Bir $e=(t,u)$ kenarına ait $c(e)$ maliyetinin azaltılması veya yeni bir kenarın eklenmesi işleminde eğer (e) yeni kenarı v düğümünden w düğümüne mesafesi daha kısa bir yol sunuyorsa yani $dist_{yeni}(w) < dist_{eski}(w)$ ise bu durumda w düğümü etkilenir. Yeni

eklenen e kenarı bu yeni kısa yolun bir parçası olmak zorundadır. Yeni kısa yolun uzunluğu, eğer $dist(u,w)$ u ve w arasındaki en kısa yol ise $dist_{yeni}(w) = dist(t) + c(e) + dist(u,w)$ olarak belirlenir. Algoritma Dijkstra algoritmasına çok benzer çalışmaktadır. Dijkstra

algoritmasında bir x düğümünün komşu tüm v_i düğümleri eğer $\text{dist}(x) + c(x, v_i) < \text{dist}(v_i)$ durumu varsa ayarlanır böylece $\text{dist}(v_i)$ en kısa mesafe olmuş olur. Algoritmanın artımsal (incremental) uygulamasında ise eğer $e=(t, u)$ kenarı G grafına eklenmiş ise veya mevcut kenarın maliyeti azaltılmış ise $\text{dist}(t) + c(t, u) < \text{dist}(u)$ veya $\text{dist}(u) + c(t, u) < \text{dist}(t)$ şartları kontrol edilmelidir. Bu durum sağlanırsa Dijkstra algoritması etkilenen düğüm ile işleyişine devam eder. Aksi durumda eklenen kenar en kısa yolu değiştirmez.

Akıllı Tahliye Modelinin İşlem Akışı

Bina içerisinde acil durum anında mahsur kalan bir kişinin çıkışa ulaşabilmek için sistemden talepte bulunması ile birlikte;

Çalışma alanına ait 3B bina ağ modelini temsil eden $G(V, E)$ grafının her $e \in E$ kenarının o anki fiziki şartlarını belirten durumları (yangın, gaz sızıntısı, duman, su baskını, hasarlı alan vb.) ve sistemi kullanan kişinin bireysel özellikleri (yaş, kilo, boy, vücut yapısı vb.) Yapay Sınır Ağına (YSA) giriş parametreleri olarak gönderilir. YSA, graf üzerindeki her bir $e \in E$ kenarları için bu kenarların kullanılabilirliğine dair bir ağırlık değeri döndürür.

Bu ağırlık değeri sistem tarafından değerlendirilir ve ilgili kenarların kullanılıp kullanılmayacağına karar verilir. Sonuçta YSA tarafından kullanılabilir olarak belirtilen V' kenar kümesi arasından v hedef düğümünden her $w \in V'$ için w düğümüne olan her bir en kısa yolun farklı olduğu kabulü ile elde edilen en kısa yollar G grafının bir yayılan ağacını (YA) oluşturur. Bu YA yalnızca YSA tarafından kullanıcı için kullanılması uygun olarak belirtilen yollardan oluşturulur. Elde edilen YA üzerindeki binaya ait çıkışa veya uygun çıkışlardan birine olan en kısa yol belirlenir.

Tahliye talebinde bulunan kişinin belirtilen güzergahta harekete başlamasıyla birlikte $G(E, V)$ grafi üzerindeki her $e \in E$ kenarında bulunan sanal sensörlerden gelen çevresel durum bilgileri belirli zaman aralıklarıyla kontrol edilmeye başlanır. Herhangi bir veya daha fazla e kenarına ait sensör verilerinde bir değişiklik olduğunda bu kenarların her biri için yeni çevresel durum bilgileri ve kişinin bireysel bilgileri YSA'ya tekrardan gönderilir.

YSA'dan ilgili her kenar için bir durum bilgisi döner.

Dinamik olarak durumu değişen ağlarda yönlendirme işleminin yapılmasıyla ilgili artımsal (incremental) algoritma çalıştırılır ve buna göre G grafına yeni bir kenar eklenir veya graftan kenar çıkartılır.

Güncellenmiş G grafi üzerinde güzergah tespit edilir ve 3. adıma dönlür.

3 ve 5. adımlar arası işlemler kullanıcı hedef düğümüne varana kadar devam ettirilir. Burada YSA'nın üstlendiği görev, durumu değişen her bir kenar için

ilgili kenarın kullanılabilirliğine dair tekrar kestirimde bulunarak bir sonuç döndürmektir. Akıllı tahliye modelinin işlem akış diagramı Şekil 9'da görüldüğü gibidir.

Sonuçlar

Bilindiği üzere, dünyadaki ve Türkiye'deki nüfus hareketleri kırsal alanlardan kentlere doğru gerçekleşmektedir. Ülkemizde nüfusu 1 milyonun üzerinde olan 8 metropolitan kentte toplam 27,5 milyon kişinin yaşadığına dikkat çekilmekte, 2020 yılında metropolitan kent sayısının 12'yi bulacağı tahmin edilmektedir (Demir ve Çabuk, 2010).

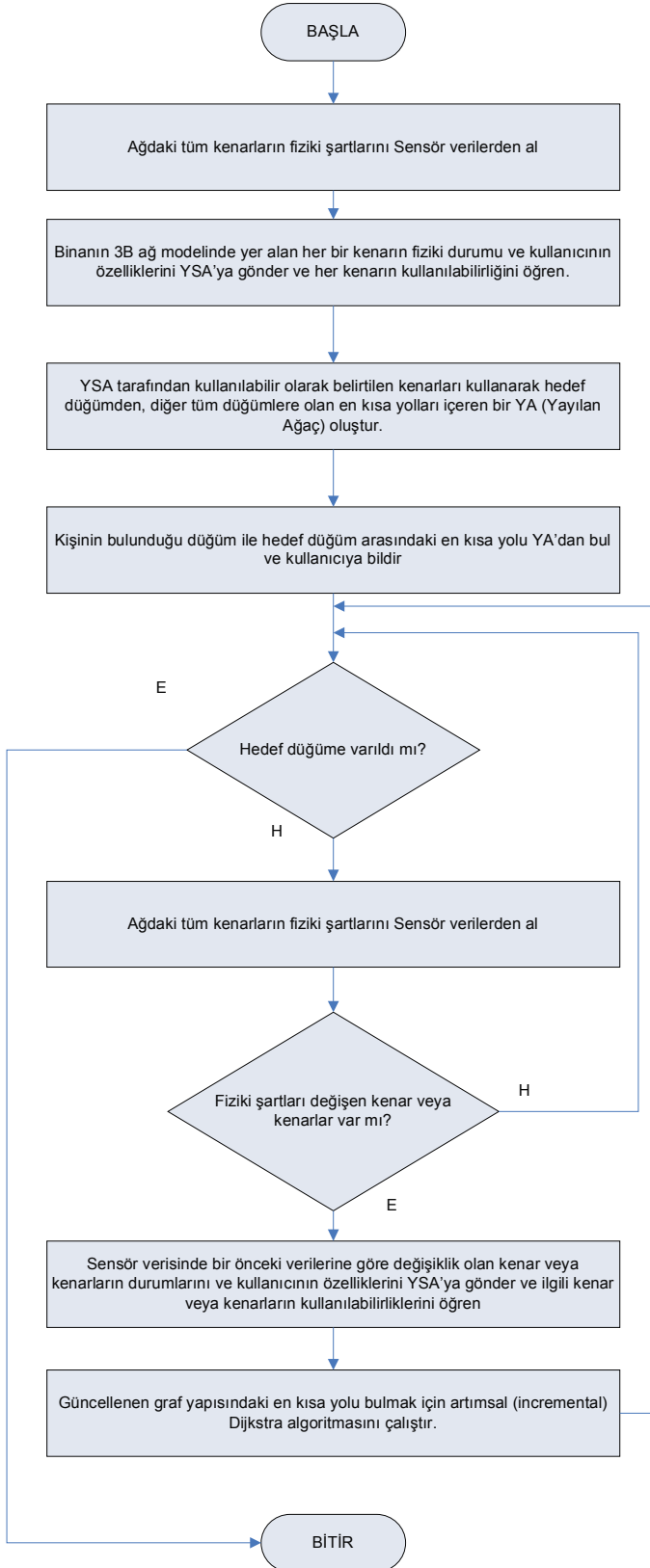
Kentleşmesi bu denli yüksek olan ülkemizde çok katlı ve karmaşık binaların sayısı da aynı hızla artmaktadır. Her geçen gün bir biri ardına inşa edilen yeni gökdelenler, geniş alanlara yayılmış büyük yapılar ve çok amaçlı dev kompleksler kentlerimizin silüetini değiştirmektedir. Örneğin son yıllarda sayıları giderek artan alışveriş merkezleri (AVM), özellikle büyükşehirlerde toplumsal yaşamın bir parçası haline gelmektedir. 2005'te 106 olan AVM sayısı, 2012 yılında 400'lü rakamlara ulaşmıştır (Arslan ve Bakır, 2010).

Benzer şekilde büyük kentlerin her biri, gökdelenlerden oluşan iş ve finans merkezleri ile donatılmaktadır. Bir başka örnek de Sağlık Kampüsleri projesidir. Proje kapsamında 9 farklı kentte 10 büyük sağlık tesis ve kampüsün kurulması planlanmaktadır. Örneğin planlanan Etlik Entegre Sağlık Kampüsünün, dünyanın en büyük hastane projesi olma özelliği taşıdığı ve 1 milyon 400 bin metrekarelik alan üzerinde 9 dal hastanesinin bulunacağı belirtilmektedir. Toplam 3056 yatak kapasitesine sahip olacak bütünlük tesisler arasında Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kongre Merkezleri ve Ticari Alanlar ile Yüksek Teknoloji Merkezi ve Ar-Ge Merkezi de yer alacaktır. Yapılan planlamaya göre Türkiye genelindeki benzer 10 tesis, toplam 10 binin üzerinde yatak kapasitesine sahip olacaktır (Gürkan, 2012).

Örnekleri çoğaltmak mümkündür: Onlarca yeni üniversite kurulmuştur ve bir çok şehirde muhtelif üniversite kampüslerinin inşaatları devam etmektedir. Bazıları uluslararası olan pek çok havaalanı projesi yapılmakta ya da yapımı planlanmaktadır. Kültür turizmi gelişmekte, kongre ve fuar merkezlerinin sayısı hızla artmaktadır. Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın 9. Kalkınma Planı (2007 – 2013) kapsamında hazırladığı Turizm Stratejisi - 2023 Çalışması'na göre her ilde bir kongre ve fuar merkezi ile, ilave tesislerin (otel vb) kurulması hedeflenmektedir (Türkiye Turizm Stratejisi, 2007).

Özetle, önümüzdeki yıllarda ülkemiz genelindeki çok katlı ve karmaşık binaların sayısında çok hızlı bir artış yaşanacağı ve bu gelişmelerin yapılarda güvenlik, tahliye sistemleri ve binaların sürdürülebilirliği gibi konuların gündeme gelmesine sebep olacağı açıktır. Dolayısı ile mevcut ve gelecekte yapılacak olan söz

konusu türden binalar için bu konularda şimdiden gerekli tedbirlerinin alınması ve hazırlık yapılması büyük önem arz etmektedir.



Şekil 9. Akıllı Tahliye Modelinin İş Akış Diagramı

Bu çalışmada, halen devam etmekte olan bir Akıllı Tahliye Modeli projesi hakkında bilgi verilmiştir. Yapılan araştırmalarda, 3B Ağ Analizi ve Navigasyon tabanlı Akıllı Tahliye Modelleri üzerine son on yılda yoğunlaştığı ve iç mekanlara yönelik olarak pratikte kullanılabilir olacak tam anlamıyla etkin bir yöntem henüz ulaşılamadığı görülmektedir. Bununla birlikte ulusal literatürde yapılan incelemelerde de, bu konularda uygulamaya dönük veya teorik, kapsamlı bir bilimsel çalışmaya rastlanmamıştır. Projenin tamamlanması ile, test sonuçları üzerinde yapılacak analiz ve değerlendirmelerin ardından, geliştirilen Akıllı Dinamik Tahliye Sisteminin artı ve eksileri ortaya konularak, henüz dünyada da geliştirme çalışmaları devam eden bu türden araştırmalara ve literatüre ciddi katkılar yapılacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma için maddi destek sağlayan Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumuna (Proje no: 112Y050) teşekkürü bir borç biliriz.

Kaynaklar

Arslan, M., Bakır, O., (2010), "Tüketicilerin İlgilenim Düzeylerine Göre Alışveriş Merkezlerini Tercih Etme Nedenleri ve Sadakate Etkisi", Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi, CİLT 18, SAYI 1, S. 227-259

Demir K., Çabuk, S., (2010), "Türkiye'de Metropolitan Kentlerin Nüfus Gelişimi", Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı: 28, 193-215 s.

Dijkstra, E. W., , "A note on two problems in connexion with graphs", Numerische Mathematik, 1, 269-271. (1959)

Gürkan, M., (2012), "Yüksek teknolojiyle çalışacak yeni entegre sağlık kampüsleri geliyor", BThaber Bilgi Toplumu Teknolojileri Gazetesi, Sayı: 859, Sayfa: 30, 20-26 Şubat

Karaş, İ., R., "Objelerin Topolojik İlişkilerinin 3B CBS ve Ağ Analizi Kapsamında Değerlendirilmesi", (Doktora Tezi), YTÜ, (2007)

Karas, IR, Bayram, B, Batuk, F, Akay, AE, Baz, I, "Multidirectional Scanning Model, MUSCLE, to Vectorize Raster Images with Straight Lines", Sensors, ISSN: 14248220, Volume: 8, Issue: 4, Pages: 2673-2694, (2008)

Ramalingam, G. and Repts, T. , 1996. An incremental algorithm for a generalization of the shortest path problem. Journal of Algorithms, 21:267-305

Sabah Gazetesi Ekonomi Sayfası, 09.09.2011, <http://www.sabah.com.tr/Ekonomi/2011/09/09/finans-merkezi-kuruluyor>

"Türkiye Turizm Stratejisi - 2023 ve Türkiye Turizm Stratejisi Eylem Planı: 2007-2013", Kültür ve Turizm Bakanlığı, Ankara, 2007