

Grup Asansör Sistemlerinin Simülasyonu

Cebrail Çiflikli^{*1}

Emre Öner Tartan²

ÖZ

Türkiye’de asansör sistemleri üzerine ulusal AR-GE çalışmalarının yetersiz kaldığı resmi kurumlar ve sektör tarafından vurgulanmaktadır. Bunun yanı sıra aynı durum akademik alanda da gözlemlenebilmektedir. AR-GE çalışmalarının artırılması gerekliliği donanımsal alanda olduğu kadar yazılım alanında geçerlidir. Bu çalışmada grup asansör sistemleri için trafik analiz özelliklerine sahip görsel bir asansör simülör modeli açıklanmış ve hedeflenen modüler yapıdaki sistem için altyapı oluşturacak temel bir yazılım Matlab ortamında geliştirilerek sunulmuştur. Geliştirilen simülör yazılımı trafik akışını kullanıcı tarafından eklenen asansör dağıtım yöntemine göre veya statik trafik koşulunda başlangıç durumu için kullanıcı tarafından girilen asansör dağıtım sonucuna göre işletmektedir. Bu çalışmada, simülörün çalışması genetik algoritma tabanlı asansör dağıtım yöntemleri kullanılarak gözlemlenmiştir. İlerideki çalışmalarda geliştirilerek, hedeflenen nihai modele evrilmesi amaçlanan yazılım tasarım, analiz ve yeni asansör dağıtım yöntemlerinin geliştirilmesinde kullanışlı bir araç olarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Grup asansör sistemleri, asansör simülasyonu, modelleme ve simülasyon, asansör trafik akışı

Simulation of Elevator Group Systems

ABSTRACT

The lack of national research and development studies on elevator systems are emphasized by both sector and state institutions in Turkey. Moreover, the same situation is also observed in the academic field. The need to increase the research and development studies should also be considered in software as well as in hardware. In this study the model of a visual elevator simulator with traffic analysis properties for elevator group systems is described and a software developed in Matlab environment to form the basis for this modular structure has been presented. The developed simulator software operates the traffic flow according to the dispatch method added by the user or according to the manual dispatching for static traffic with initial conditions. The operation of the simulator is observed using genetic algorithm based elevator dispatching methods. The software aimed to evolve to the final objective model by improvements in future studies, can be utilized as an useful tool for design, analysis and developing new elevator dispatching methods.

Keywords: Elevator group systems, elevator simulation, modeling and simulation, elevator traffic flow

* İletişim Yazarı

Geliş/Received : 17.02.2017

Kabul/Accepted : 17.04.2018

¹ Prof. Dr., Kayseri Üniversitesi, Kayseri Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Kayseri - cebrailc@baskent.edu.tr

² Öğr. Gör., Başkent Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojisi Bölümü, Ankara - onertartan@baskent.edu.tr

1. GİRİŞ

Dünyada on yıllardır artan nüfus ve kentleşmeyle birlikte yüksek yapılaşmaya eğilimin artması asansör sistemlerinin de giderek daha fazla yaygınlaşmasına yol açmıştır. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından Sektör Raporu'nda açıklanan verilere göre ülkemizdeki asansör sayısı yaklaşık 500.000'dir [1]. Yine bu raporda Türk asansör sektörünün en önemli ve en temel sorununun sektör AR-GE alt yapısının güçlendirilmesine yönelik çalışmaların azlığı veya tamamen yetersizliği olduğu ifade edilmiştir. 2016 yılında düzenlenen Asansör Sempozyumu sonuç bildirisinde de sektörün önemli ölçüde dışa bağımlı olduğu belirtilmiş ve sektörde sahip olunan bilgi ve deney/birikiminin uygulamaya ve katma değere dönüştürülmesi için sistem tasarımında ulaşılan seviyenin geliştirilerek yaygın kullanımının sağlanması, AR-GE'ye önem verilerek yerli malzeme üretim ve kullanımının teşvik edilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır [2]. Bu gereklilikler hem donanım hem yazılım alanında geçerlidir. Ülkemizde inşaat şirketleri ve ulusal asansör şirketleri, binalarda asansör planlaması ve trafik analizi için, araştırmacılar ise akademik çalışmalar ve AR-GE çalışmaları için, geleneksel asansör dağıtım yöntemlerini içeren görsel bir simülasyon ve kapsamlı trafik analizi aracı olan yurtdışı kaynaklı ticari bir ürün olan "Elevate" yazılımını kullanma ihtiyacı duymaktadırlar [3]. Sektörün önde gelen uluslararası asansör şirketleri ise kendi AR-GE departmanlarıncı geliştirilmiş, kendi asansör dağıtım yöntemlerini içeren ve ticari rekabet kaygıları ile paylaşımına sunmadıkları simülasyonları kullanmaktadır. Dolayısıyla, trafik analizi özelliklerine sahip görsel bir asansör simülasyonu ihtiyacı teknolojik olarak dışa bağımlılığı beraberinde getirmektedir. Böyle bir yazılımın geliştirilmesi 2016 Asansör Sempozyumu sonuç bildirisinde vurgulanan dışa bağımlılığın azaltılması, ulusal sistem tasarımında seviyenin geliştirilmesi ve AR-GE ile yerli ürün ortaya çıkarılması gerekliliklerinin hepsine hizmet edebilir. Bu çalışmada, trafik analizi özelliklerine sahip görsel asansör simülasyonu modeli açıklanmakta ve hedeflenen modüler bu yapının çekirdeğini oluşturmak üzere geliştirilen bir yazılım sunulmaktadır.

2. ASANSÖR TRAFİK ANALİZİ

Artık çoğu yüksek binada yolcuların hizmet talebi birden çok asansör barındıran asansör grup sistemleri ile karşılanmaktadır. Yüksek binaların yaygınlaşması ile artan nüfus ve iş yoğunluğuna paralel olarak asansör sistemlerinden de daha etkin bir işlevsellik beklenir hâle gelmiştir. Birden çok asansörü içeren asansör grup asansör kontrol sisteminin (GAKS) etkin olabilmesi için bir takım optimizasyon problemlerine çözümler getirebilmesi gerekir. Hizmet kalitesi açısından yolcuların beklentileri bekleme zamanı, hareket zamanı ve yolculuk zamanının mümkün olduğunca kısa olma-



sıdır. Sistem tarafında ise belirli bir zaman diliminde hizmet sunulabilen yolcu sayısı (idare kapasitesi), asansörlerin hareket zamanı ve bununla ilintili enerjinin optimize edilmesi istenir. Asansör dağıtım yöntemi kat çağrılarında hangi asansörlerin hizmet edeceğini belirler. Bu nedenle asansör dağıtım yöntemi bir grup asansör kontrol sistemi performansında belirleyici unsurdur. Bahsedilen parametreleri optimize edebilen bir asansör dağıtım algoritması ile etkin bir asansör grup kontrol sistemi mümkün olabilir. İlgilenilen bu parametreler aşağıdaki gibi açıklanabilir:

- Yolcu bekleme zamanı: yolcunun çağrıyı yapması ile asansörün yolcunun bulunduğu kata ulaşması arasındaki süre,
- Yolcu hareket süresi: yolcunun asansöre girmesi ile ineceği kata ulaşması arasında geçen süre,
- Yolcu yolculuk süresi: yolcunun çağrıyı yapması ile ineceği kata ulaşması arasındaki süre yolcu bekleme zamanı ve yolcu hareket süresi toplamına eşit
- Asansör hareket süresi: asansörün hizmet ettiği toplam süre.

Bunların yanında sistem performansını değerlendirmede ilgilenilen diğer başlıca parametreler

- Asansör durak sayısı,
- Hizmet alabilen yolcu sayısıdır.

Bu parametreler farklı trafik koşulları altında incelenmek istenir. Trafik akışı bina tipine ve günün saatlerine göre yolcu hareketi belirli bir trafik örüntüsü sergileyebilmektedir. Bu örüntüler şu şekilde sınıflandırılabilir [4]:

- Yukarı yönlü trafik: ana girişten yukarıya doğru tüm veya büyük bir bölüm trafiğin etkin olduğu hâl,
- Aşağı yönlü trafik: yolcuların büyük bir yoğunluğunun ana girişten asansörü terk ettiği trafik akışının olduğu hâl; öğle zamanı periyodunda az olarak görülür ve çalışma saatlerinin sonunda ortaya çıkar,
- İki yönlü trafik: belirli kata ve bu kattan başka katlara trafik akışının görüldüğü hâl; bu kat ana giriş olabilir,
- Tesadüfî veya dengeli katlar arası trafik: saptanan çağrılarının sezilebilen modelinin olmadığı ve insanların bina içinde hareket etmelerinden dolayı gün içinde görülen hâl.

Bu trafik örüntüleri özellikle ofis ve iş merkezlerinin olduğu binalarda gözlemlenebilir. Bu binalarda yukarı yönlü trafik sabah mesai başlangıç saatlerinde, aşağı yönlü

trafik ise mesai bitiş saatlerinde olmaktadır. Yüksek katlı konut tipindeki binalarda ise aynı zaman dilimlerinde trafik yönü tam tersidir. Sabah ve öğle arası ile öğlen ve akşam arası rastgele katlar arası trafik söz konusudur. Trafik örüntülerini belirleyen temel etmenler giren trafik, çıkan trafik ve katlar arası trafik bileşenlerinin yoğunlukları ile gelen yolcu oranıdır. Basit bir örnek olarak trafik bileşenlerinden sadece giren trafik %100, diğerleri %0 ise bu saf yukarı tepe trafik örüntüsü oluşturacaktır. Trafik analiz aracı özelliklerine sahip bir simülatörde, trafik bileşenleri ile trafik örüntüleri oluşturarak yukarıdaki performans parametrelerini farklı koşullar altında gözlemlenebilmesine imkân tanır.

3. MEVCUT ÇALIŞMALAR

Simülatörler akademik çalışmalarda önerilen simülatörler ve sektörde asansör şirketleri tarafından kullanılan simülatörler olarak iki grupta değerlendirilebilir. Literatürde de yer alan ancak asansör şirketleri tarafından desteklediği için ticari yönü de bulunan çalışmalar ikinci grupta yer almıştır. Bu akademik çalışmalar sonucunda geliştirilen simülatörler sadece proje kapsamında destek veren asansör şirketleri tarafından kullanılmaktadır.

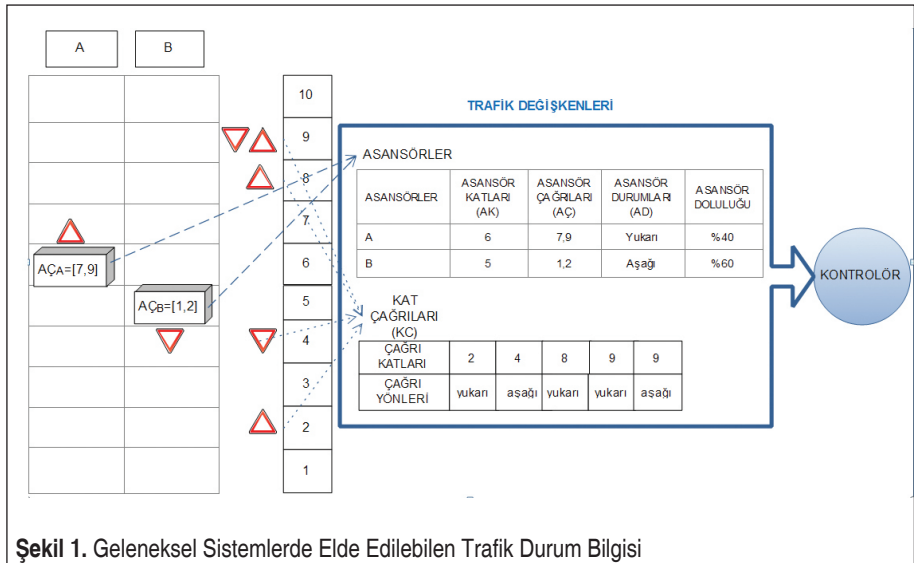
Birinci grupta değerlendirilebilecek bir çalışmada, Adak ve arkadaşları tarafından enerji verimliliği ve servis kalitesi ile ilgilenen bir simülatör tasarlanmıştır [5]. Bu çalışma trafik akışını görselleştiren bir yapıya sahip değildir. Yazarlar, bir alışveriş merkezi trafik verisini kullanarak öncelikle enerji verimliliği ile ilgilenmişler ve aynı zamanda girilen trafik verisine göre simülatörün bekleme zamanını da hesapladığını belirtmişlerdir. Ancak trafik oluşumu, diğer trafik parametrelerinin hesaplanması ve asansör dağıtımı ile ilgili bir bilgi mevcut değildir. Chu ve arkadaşları hastanelerdeki asansör sistemlerinin performans değerlendirmesini yapmak üzere görsel simülasyon tabanlı bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir [6]. Asansör dağıtımı için en yakın asansör seçilmiş ve sonuçlara göre hastanelerde kullanılabilecek bir bölgelere ayırma modeli önerilmiştir. Bu simülatörler yazarların başka çalışmalarında ve diğer akademik çalışmalarda bir daha kullanılmamış, paylaşımına sunulmamış veya ticari bir ürüne dönüşmemiştir.

İkinci gruptaki çalışmalar, uluslararası asansör şirketlerinin, trafik analizi ve grup asansör kontrol sistemi araştırmalarında kullandıkları, kendi AR-GE ekipleri veya destek oldukları proje ekipleri tarafından geliştirilen asansör trafik simülatörlerini içermektedir. Bunlardan ALTS (Advanced Lift Traffic Simulator) Kone için geliştirilmiş olan bir simülatördür. Başlangıçta pazarlama ve gösterim amaçlı olarak kullanılması düşünülmüş iken geliştirme süreci sonunda yeni kontrol sistemleri geliştirmede bir araştırma aracı haline gelmiştir [7]. BTS (Building Traffic Simulator) yeni özellikler

eklenerek ALTS'den daha kapsamlı hale getirilmiş bir simülatördür [8]. Yine benzer bir çalışma ise İspanyol asansör şirketi olan Mac Puar için geliştirilen bir simülatörü tanıtmaktadır [9]. Şu anda dünya genelinde yaygın olarak kullanılan ve ticari bir ürün olan yazılım ise Peters tarafından geliştirilmiş olan Elevate yazılımıdır [3]. Akademik çalışmalar [10] ile başlatılan bir geliştirme sürecinin ürünü olan bu yazılım ticarileşerek dünya genelinde sektörel yaygınlığa ulaşmıştır. Bu yazılım, asansör şirketlerinin simülatörlerini sadece kendi kullanımları için geliştirmiş olmaları, açık kodlu ve ticari bir rakibi olmaması nedeniyle bu alandaki görsel, trafik analiz özelliklerine sahip simülasyon yazılımı ihtiyacında başvurulan çözüm haline gelmiştir.

4. GELENEKSEL ASANSÖR SİSTEMLERİ

Geleneksel asansör sistemlerinde yolcular gidecekleri yönü asansörün yanında bulunan çağrı butonu ile belirtirler. Bu butona basılması sonucu oluşan kat çağrısı ile sistem yolcunun bulunduğu katı ve gitmek istediği yön bilgisini elde eder. Asansöre binen yolcu kat numaralarını içeren panel üzerinden gitmek istediği kat numarasının butonuna basarak bir kabin (asansör) çağrısı oluşturur. Sistem kabin çağrısı ile asansör içerisindeki yolcuların gidecekleri hedef kat bilgisini elde eder. Bu bilgilerin yanında asansörlerin buldukları katlar ve asansör durumları sistem tarafından izlenmektedir. Asansörün durumu yukarı gidiyor, aşağı gidiyor veya duruyor olabilir. Dolayısıyla asansörün bir yönü olabilir veya duruyor ise bir yöne sahip değildir. Geleneksel asansör kontrol sistemlerinde bir trafik durumuna ilişkin elde edilebilen bilgiler Şekil 1'de

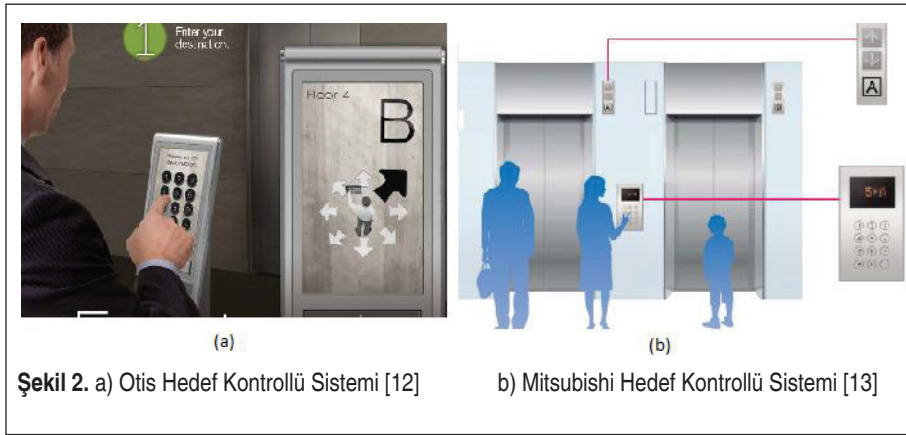


gösterilmiştir. Simülâtör geliştirilirken asansör grup kontrol çalışmalarındaki temel kabulleri esas alınmaktadır [11]. Buna göre;

- Bir asansör yolcunun inmek istediği kattan geçerken mutlaka durmak zorundadır,
- Asansör içindeki yolcuların inmek istediği katlarda önce hareket yönünde olacak şekilde sıralı olarak durulur. Yukarı yönde hareket kat numarası artan sırayla, aşağı yöne kat numarası azalan sırayladır,
- Bir asansöre atanmış hareket yönüne ters çağrılar; aşağı çağrılar en yukarıdan başlanarak ve yukarı çağrılar en aşağıdan başlanarak hizmet edilir.

5. HEDEF KONTROLLÜ ASANSÖR SİSTEMLERİ

Hedef kontrollü sistemlerde yolcu gitmek istediği yön bilgisi yerine doğrudan gitmek istediği kat bilgisini girerek bir çağrı oluşturur. Bunun için katlarda yön butonları yerine kat numaralarını girebildiği bir panel bulunur. Kabin içerisinde ise zaten bütün yolcuların hedef kat bilgisi kabine girmeden elde edildiğinden kabin çağrısı oluşturmak için bir buton yoktur. Sistem tarafında çağrının hedef trafik durumu ile ilgili belirsizlik azalmıştır. Yakın zamanda plazalar için hedef kontrollü sistemlerde geliştirilen özel çözümlerden birisi de çalışanların RFID teknolojisi ile kartlarını kullandıkları sistemlerdir. Bu sistemde kullanıcılar buton paneli yerine manyetik kart ile hedef kat bilgisini girmiş olurlar. Şekil 2.a'da Otis'e [12] ve Şekil 2.b'de Mitsubishi'ye [13] ait hedef kontrollü sistem örneği görülmektedir. Hedef kontrollü sistemler Fujitec, Schindler, Toshiba, Hyundai, Hitachi ve ThyssenKrupp gibi uluslararası asansör şirketleri tarafından kullanılmakla birlikte ülkemizde ulusal AR-GE çalışmalarında henüz ağırlık verilmeyen bir alandır.



Şekil 2. a) Otis Hedef Kontrollü Sistemi [12]

b) Mitsubishi Hedef Kontrollü Sistemi [13]



6. ÖNERİLEN SİMÜLATÖR MODELİ

Bu kısımda öncelikle bir asansör simülatörü modeli açıklanmıştır. Sonrasında gerçekleştirilmek istenen bu nihai model için çekirdek oluşturacak statik model sunulmuştur. Geleneksel asansör sisteminde kontrolör tarafından bilgisi elde edilebilen trafik değişkenleri Şekil 1’de gösterilmiştir. Hedef kontrollü sistemlerde ek olarak hedef kat bilgisi de elde edilir. Bir grup asansör sisteminde bir t anındaki trafik durumu ise $T(YÇ(t), YH(t), AÇ(t), AD(t), AK(t))$ ile ifade edilebilir. Burada,

- $YÇ$: yolcuların kat çağrılarının geldiği katları,
- YH : yolcuların hedef katlarını,
- $AÇ$: asansör (kabin) çağrılarını,
- AD : asansör durumlarını,
- AK : asansör kapasitesinin doluluğunu temsil etmektedir.

Simülâtörde i . asansörün t anındaki durumu $AD_i(t)$ ’dir ve bu değer 1 ise asansörün yukarıya gidiyor olduğunu, -1 ise aşağıya gidiyor olduğunu ve 0 ise durmuş olduğunu temsil eder. Simülasyon başlangıcında bir asansör duruyor veya hareket halinde (aktif kabin çağrılarında sahip) olabilir. Sistem trafik durumunun tam bilgisine sahip değildir. YH kontrolör tarafında bilinmediğinden, asansör dağıtımında kabine atanan kat çağrılarının yönlerinin bilgisi ile birlikte $AÇ$ ve AD kullanılır. Bir asansörün izleyeceği rota, daha önce verilen genel kabuller çerçevesinde asansör dağıtım sonuçlarına göre belirlenir. Simülasyon sürecinde kat çağrısı yapan yolcuların asansöre binmesiyle kat çağrıları $YÇ$ ’den silinir ve asansör çağrı listesi $AÇ$ ’ye eklenir. Simülasyon, kullanıcının tanımlayacağı simülasyon süresi sona erinceye kadar sürecektir. Sadece başlangıç koşulları incelenmek isteniyorsa, simülasyon bekleyen hiçbir kat çağrısı kalmayınca ve bütün asansörler durağan ve boş duruma geçinceye kadar çalışacaktır.

Simülâtörde kullanılan dağıtım yöntemleri belirlenen güncelleme periyodu ile yinelenmeli bir şekilde çağrılacaktır. Bunun için simülâtör koşucusu ve seçilen dağıtım yöntemi, zamanlayıcı ile senkronize bir şekilde trafik durumu-asansör dağıtım sonucu bilgilerini karşılıklı göndereceklerdir. Buna göre her periyod sonundaki trafik durumu yeniden değerlendirilerek asansörlerin uygunluk değeri yeniden hesaplanır ve her çağrıya o andaki en uygun asansör atanır. Bunun dışında, yöntemin çağırılması yönünden statik bir yaklaşım ile kullanıcının incelemek istediği sabit bir dağıtım için başlangıçta yapılan bir atamaya göre simülâtör çalıştırılabilecektir. Ayrıca, kullanıcı kendi yöntemini tanımladığı ve bilinen trafik durumuna göre atanan asansör numaralarını döndüren bir fonksiyon olarak tanımlayarak trafiği simüle edebilecektir. Bu yapı Siikonen ve arkadaşları [8] tarafından sunulan yapıya benzemekle birlikte statik durumlar üzerinde farklı yaklaşımları gözlemek imkânı da verecektir.

Tablo 1. Simülasyon Parametreleri

Bina Parametreleri	Asansör Parametreleri	Yolcu Parametreleri	Trafik Parametreleri
Kat sayısı	Kapı açılış zamanı	Yolcu ağırlığı	Giren trafik
Giriş katları	Kapı kapanış zamanı	Yolcu transfer zamanı	Çıkan trafik
Kat yükseklikleri	Kapasite	Yolcu giriş zamanı	Katlar arası trafik
Popülasyon dağılımı	Kapasite çarpanı	Yolcu çıkış zamanı	Hedef dağılımı
	Hız		Geliş dağılımı
	İvme		Geliş oranı
	İvmelenme (ivme değişimi)		

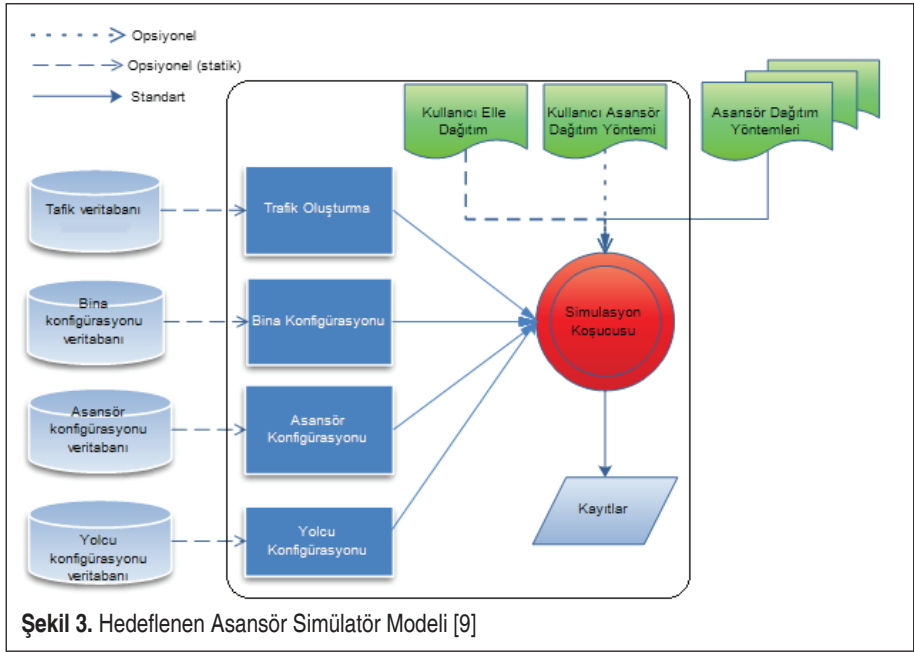
Simülasyon başlangıcından önce tanımlanması gereken güncelleme periyodu ve simülasyon süresi gibi simülasyon parametrelerinin yanı sıra tanımlanması gereken diğer parametreler bina, asansör, yolcu ve trafik parametreleri olarak Tablo 1’de verildiği gibi sınıflandırılabilir [3, 7, 8].

Simülatör çalışırken trafik durumunu ifade eden kat çağrılarının geldiği katlar, yolcu hedef katları, asansör (kabin) çağrıları, asansör durumlarını ve asansör doluluğu görsel olarak kullanıcıya sunulacaktır. Simülasyon sonunda ise trafik akışı, bina ve asansör konfigürasyonu kayıt edilebilir. Bu üç veri daha sonra opsiyonel olarak simülasyonlarda giriş olarak şöyle değerlendirilebilir:

- Aynı trafik akışı, bina, yolcu ve asansör konfigürasyonu ile farklı asansör dağıtım yöntemlerini karşılaştırmada,
- Aynı bina, yolcu ve asansör konfigürasyonu için farklı trafik akışının test edilmesinde,

Tablo 2. Simülasyon Sonuç Parametreleri

Simülasyon Performans Parametreleri
Yolcu bekleme zamanı
Yolcu hareket süresi
Yolcu yolculuk süresi
Asansör hareket süresi
Asansör durak sayısı
Asansörün hizmet ettiği çağrı ve yolcu sayısı



- Aynı trafik akışı, bina ve yolcu konfigürasyonu için oluşturulacak farklı asansör konfigürasyonlarının test edilmesinde.

Kullanıcı kayıtlı veri kullanmayacak ise trafik akışını ve bina, asansör, yolcu konfigürasyonlarını tanımlar veya standart olarak sunulanları kullanabilir. Simülasyon sonunda hizmet kalitesini ve sistem performansını gösteren trafik akış parametreleri kayıt edilecektir. Bu parametreler Tablo 2’de verilmiştir.

7. GELİŞTİRİLEN YAZILIM

Bu çalışmada sunulan yazılım, önceki bölümde açıklanan yapı baz alınarak, bir alt-yapı oluşturacak ve modüler biçimde Şekil 3’teki hedeflenen nihai modele evrilecek bir şekilde tasarlanmıştır. Nihai modeldeki amaçlardan biri trafik oluşturma, bina konfigürasyonu, asansör konfigürasyonu gibi modüllerin, temel parametrelerin yanı sıra hedef kat olasılık dağılımı ve popülasyon dağılımı gibi parametreleri içerecek şekilde detaylandırılmasıdır. Belirli bir dağıtım yöntemi için kullanılan bu konfigürasyonların, daha sonra karşılaştırma amacıyla denenecek başka asansör dağıtım yöntemleri için kaydedilmesi bir diğer amaçtır. Bu çalışmada bu konfigürasyonlar tek bir modül içinden yapılmakta ve kullanıcı, bina kat sayısı, asansör sayısı, çağrılarının geldiği katlar gibi temel parametreleri girebilmektedir. Geleneksel asansör dağıtım yöntemle-

rinin mevcut yazılıma eklenmesi ve dinamik trafik koşullarını simüle edebilmek ise üçüncü amaçtır. Dolayısıyla bu çalışmada sunulan versiyonu ile yazılım Şekil 3'te çerçeve içinde belirtilen işlevleri yerine getirmekte, ancak modüler yapısı nedeniyle belirtilen amaçlara doğrultusunda dönüşüme uygundur. Yazılımda Tablo 1'de verilen parametreler için bazı kabuller ile basitleştirilmeler yapılmıştır. Buna göre;

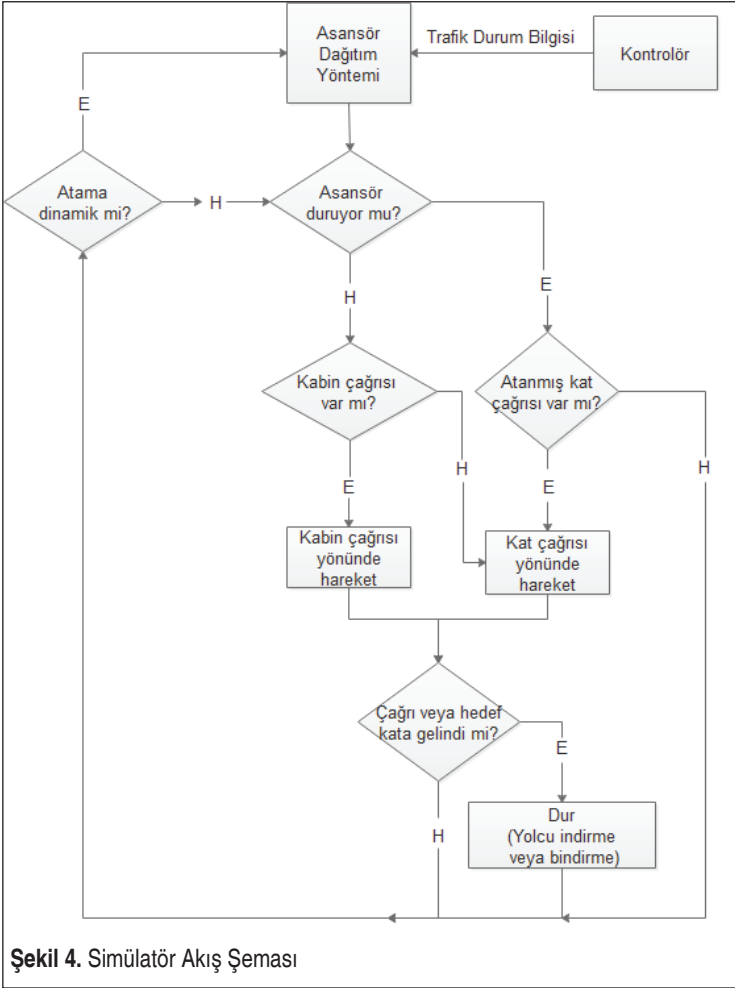
- Tek bir giriş katı olduğu (park katı gibi diğer giriş katları olmadığı),
- Kat yüksekliklerinin eşit olduğu,
- Asansörlerin sabit hıza sahip olduğu ve dolayısıyla kat arası hareket süresinin sabit olduğu (ivme ve ivme değişiminin olmadığı) kabul edilmiştir.

Geliştirilen yazılım trafik oluşturma yönünden statiktir. Kullanıcının incelemek istediği sabit bir dağıtım için başlangıçta yapılan bir atamaya göre simülatör çalıştırılabilecektir. Ayrıca kullanıcı kendi yöntemini tanımladığı ve bilinen trafik durumuna göre atanan asansör numaralarını döndüren bir fonksiyon olarak tanımlayarak trafiği simüle edebilecektir. Bu asansör şirketlerinin dağıtım yöntemlerinin etkinliğini göstermek için sunduğu örnek senaryoları [14] oluşturup farklı yaklaşımlar denemek ve karşılaştırma yapabilmek açısından kullanışlı olabilecektir. Bunun için rastgele başlangıç koşulları yerine kullanıcı başlangıçta şu parametreleri tanımlamalıdır:

- Asansörlerin bulunduğu katlar,
- Asansör hareket durumları,
- Asansör çağrıları,
- Yolcu çağrıları,
- Kat çağrılarının hedef katları,
- Asansör dolulukları.

Kullanıcı incelemek istediği asansör dağıtımını, uzunluğu kat çağrısı sayısı kadar olan bir vektör ile belirtir. Her vektör elemanı karşı düştüğü çağrıya atanan asansör numarasını temsil eder. Bunun yanında yukarıda verilen trafik parametrelerini kabul eden ve sonuç olarak kat çağrılarına atanan asansör numaraları vektörünü veren bir fonksiyon olarak tanımlayarak kendi asansör dağıtım yöntemini kullanabilir. Simülatör verilen atama sonuçlarına göre trafik akışını işletecektir. Simülatörün basitleştirilmiş akış şeması Şekil 4'te verilmiştir.

Simülatör görsel arayüzünde, dağıtım sonuca göre kat çağrıları kendilerine atanan asansörler ile aynı rengi almaktadır. Eliptik şekiller ise kabin içerisinden girilmiş olan kabin hedef katlarını (kabin çağrılarını) göstermektedir. Sonuç tablosunda hizmet edilmiş kat çağrısı listesinde yukarı yönlü kat çağrıları ilk kısımda, aşağı yönlü kat çağrıları ikinci kısımda yer almaktadır.



Şekil 4. Simülasyon Akış Şeması

Tablo 3. Örnek Senaryo Kat Çağrıları

Kat Çağrısı	Yön	Hedef Kat
7	Aşağı	1
9	Yukarı	16
11	Aşağı	2
12	Yukarı	20
13	Aşağı	6
15	Aşağı	9

Tablo 4. Örnek Senaryo Asansör Durumları

Kabin	Kabin Katı	Yön	Hedef Kat
Kabin1	5	Aşağı	7
Kabin2	17	Yukarı	8
Kabin3	4	Aşağı	18,20
Kabin4	19	Yukarı	1,6

7.1 Örnek Senaryo Gösterimi

Simülasyonun işleyişini göstermek üzere, daha önceki asansör dağıtım yöntemi geliştirilmesi ile ilgili çalışmalarda örnek olarak verilen 20 katlı bir bina ve 4 asansör için oluşturulmuş bir senaryo sunulmuştur. Senaryoya ilişkin kat çağrıları Tablo 3'te ve asansör durumları Tablo 4'te verilmiştir.

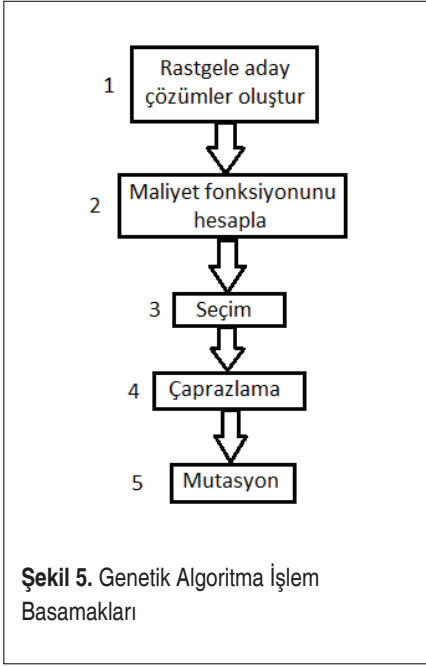
Bu senaryo için daha önceki çalışmalarda kullanılan genetik algoritma tabanlı üç farklı yöntemin verdiği asansör dağıtım sonuçlarına göre trafik akışının işletilmesi gözlemlenmiştir [15, 16, 17]. Bu yöntemler bekleme zamanını minimize etmeyi amaçlamaktadır. Şekil 1'de gösterilen trafik bilgisi kullanılarak farklı bekleme zamanı kestirimleri kullanılan bu üç yöntemde bekleyen kat çağrılarına hangi asansörlerin atanacağını temsil eden, Tablo 5'te gösterilen numara dizileri başlangıçta rastgele oluşturulmaktadır. Şekil 5'teki 2 ila 5 adımları tekrarlanarak bu aday çözümler maliyet fonksiyonuna göre optimal çözümlere yakınsamaktadır. Sonuçta kullanılan bekleme zamanı kestirimini en aza indirilen asansör dağıtım sonuçları elde edilmektedir. Bu senaryoda yolcu kapasitesi kısıtı eklenmemiştir.

GA1 [15] yönteminin dağıtımı ve simülasyon sonucu Şekil 6 ve Şekil 7'de, GA2 [16] yönteminin dağıtımı ve simülasyon sonucu Şekil 8 ve Şekil 9'da, GA3 [17] yönteminin dağıtımı ve simülasyon sonucu Şekil 10 ve Şekil 11'de gösterilmiştir. Simülasyon sonunda bütün yolcular hedef katlarında asansörleri terk etmiş, aktif kat çağrısı kalmamış ve asansörler boş konuma geçmiştir. Simülasyon sona erdiğinde hizmet edilmiş kat çağrılarına ilişkin;

- Hizmet edilmiş kat çağrıları,
- Hizmet edilmiş kat çağrılarının bekleme zamanları,

Tablo 5. Kat Çağrılarına Atanan Asansörler

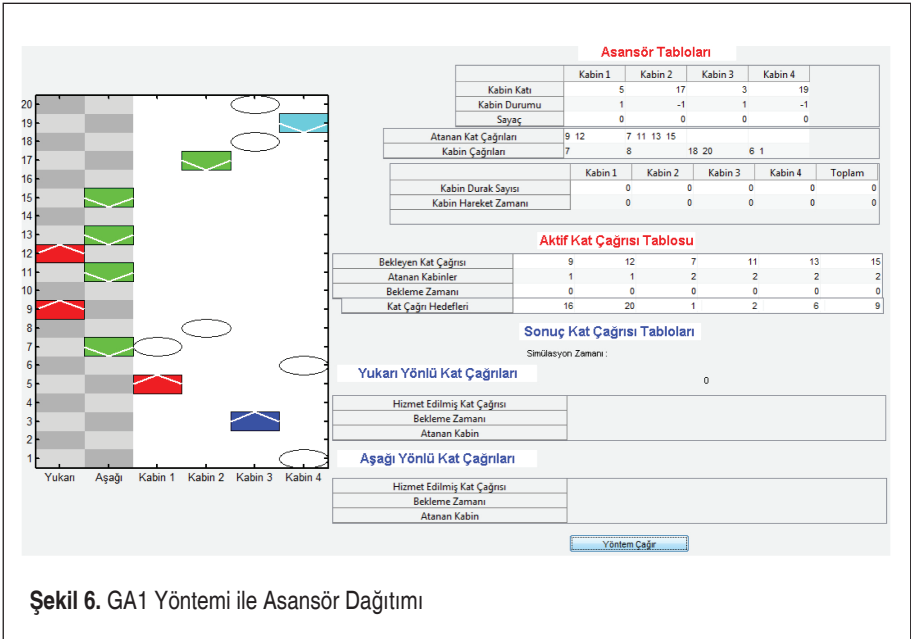
Kat Çağrıları	9 Yukarı	12 Yukarı	7 Aşağı	11 Aşağı	13 Aşağı	15 Aşağı
Atanan Asansör	3	1	4	2	4	2



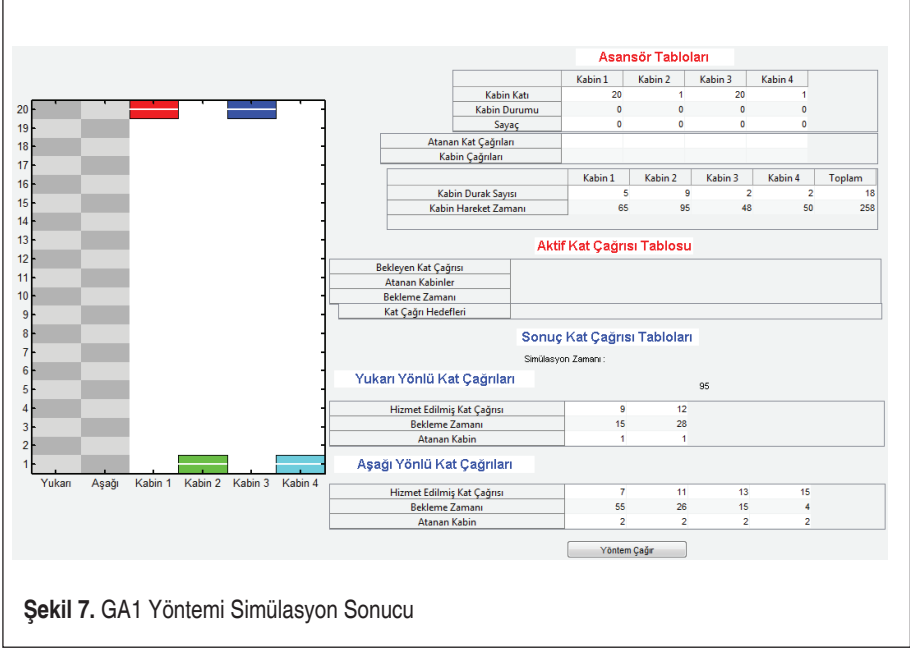
- Hizmet edilmiş kat çağrılarında hizmet etmiş olan asansörler,

- asansörlere ilişkin;
- (Nihai) asansör katları,
- Asansörlerin hareket süresi,
- Asansörlerin durak sayısı sonuçları gösterilmektedir.

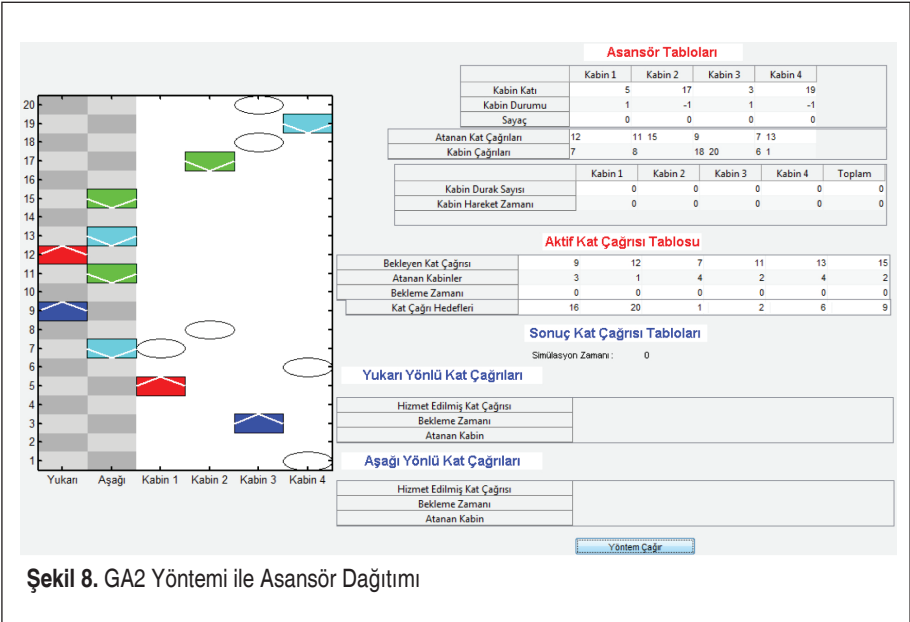
Sonuç olarak, simülatörün işlevselliğini göstermek için üç farklı asansör dağıtım yöntemi kullanılmıştır. Burada denenen yöntemlerin performansı bu çalışmanın çerçevesinin dışında olup, vurgulanmak istenen simülatörün kullanıcı tanımlı farklı yöntemler ile birlikte kullanılabilir olmasıdır. Simülatör kullanılan dağıtım yönteminin içeriğinden bağımsızdır. Simülatör atama sonuçlarına göre trafik



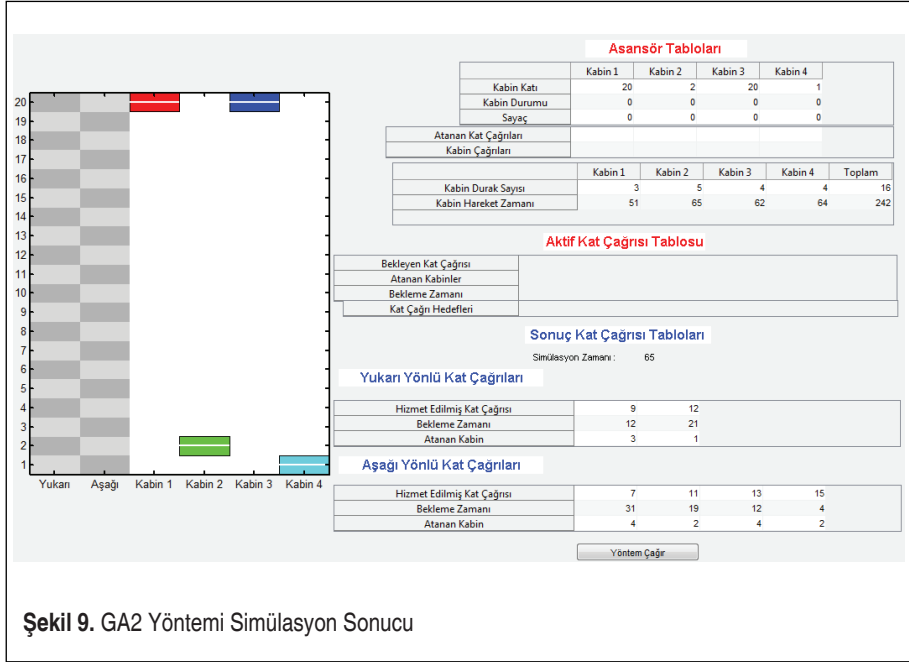
Şekil 6. GA1 Yöntemi ile Asansör Dağıtımı



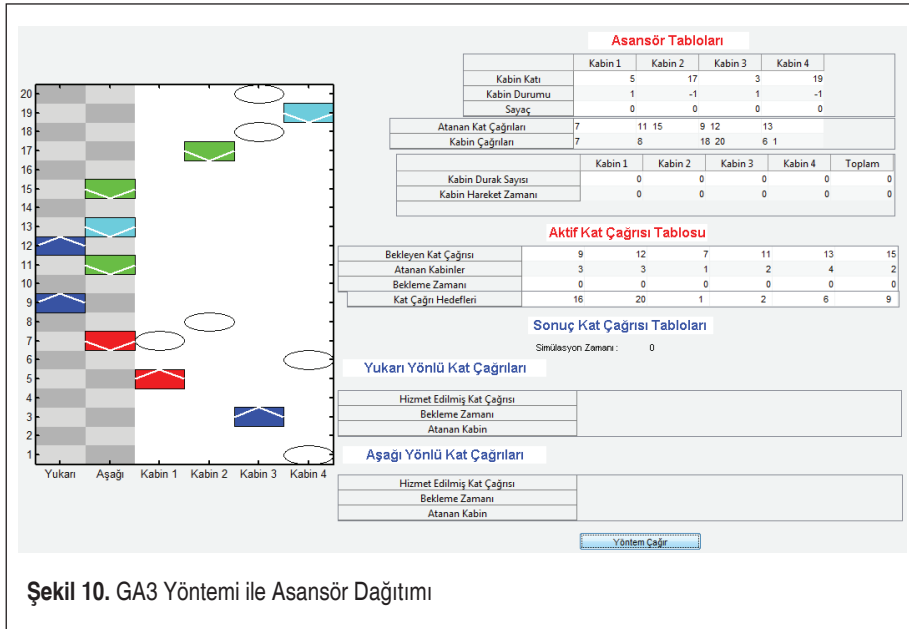
Şekil 7. GA1 Yöntemi Simülasyon Sonucu



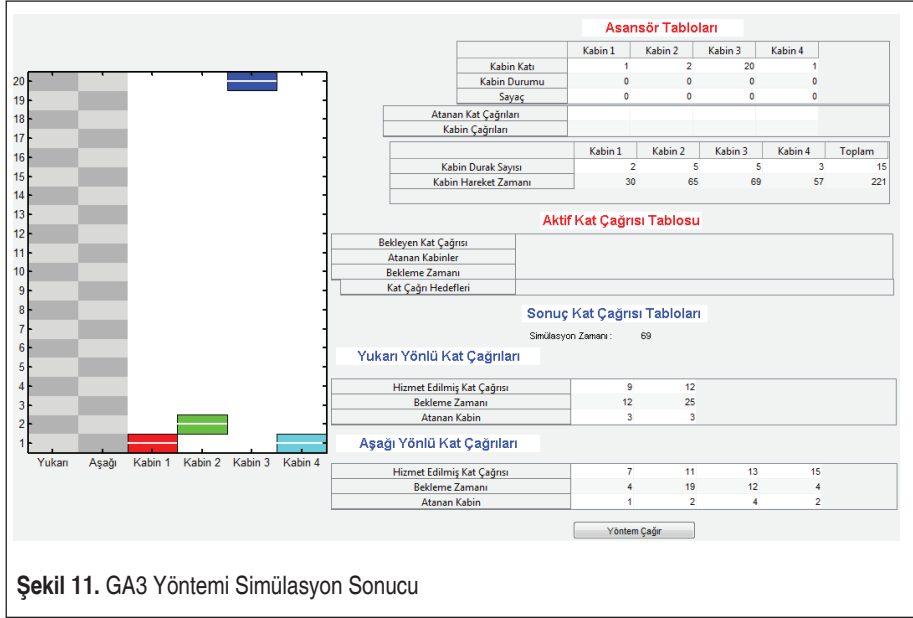
Şekil 8. GA2 Yöntemi ile Asansör Dağıtımı



Şekil 9. GA2 Yöntemi Simülasyon Sonucu



Şekil 10. GA3 Yöntemi ile Asansör Dağıtım



Şekil 11. GA3 Yöntemi Simülasyon Sonucu

akışını görsel bir şekilde işletmekte ve sonuçta yukarıdaki trafik parametrelerinin tabibini yapmaktadır. Dolayısıyla, kullanıcı kendi geliştireceği sezgisel optimizasyon tabanlı bir dağıtım yöntemini veya mevcut bir başka yöntemi, bekleyen çağrılara atanan asansör numaralarını veren bir fonksiyon olarak yazılıma ekleyip simüle edebilir.

8. SONUÇ

Asansör sistemleri üzerine ulusal AR-GE çalışmalarının yetersiz kaldığı resmi kurumlar ve sektör tarafından vurgulanmaktadır. Ayrıca akademik alanda da bu durum gözlemlenebilmektedir. AR-GE çalışmalarının donanımsal alanda olduğu kadar yazılım alanında da artırılması gerekmektedir. Bu çalışmada grup asansör sistemleri için trafik analiz özelliklerine sahip görsel bir asansör simülatör modeli açıklanmış ve modüler yapıdaki bu sistem için altyapı oluşturacak temel bir yazılım geliştirilmiştir.

Geliştirilen simülatöre, farklı asansör dağıtım yöntemleri uyarlanabilmektedir. Simülatör asansör dağıtım yönteminden bağımsız olarak, verilen dağıtım sonucuna göre trafik akışını işletip, bekleme zamanı gibi hizmet kalitesine ilişkin ve asansör hareket süresi gibi enerji performansına ilişkin parametreler sunabilmektedir. Simülatörden, hizmet kalitesi veya enerji optimizasyonu temel alınarak, tasarım, analiz ve yeni asansör dağıtım yöntemlerinin geliştirilmesinde yararlanılabilir. Eklenerek hedef kontrollü asansör dağıtım yöntemleri ile geleneksel sistemlerin yanı sıra hedef



kontrollü sistemler için de kullanılabilir. Hedef kontrollü sistemler ile kullanımı için giriş parametrelerine hedef kat bilgisi eklenmelidir.

İlerleyen çalışmalarda bu yazılımın açıklanan hedef modele doğru evrilmesi için standart olarak geleneksel asansör dağıtım yöntemlerinin eklenmesi ve kullanıcının kendi yöntemi ile karşılaştırma imkânı sunması amaçlanmaktadır. Ayrıca, dinamik trafik oluşturulmasında trafik konfigürasyonu özelliklerinin geliştirilmesi ve grafik özelliklerinin eklenmesi hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

1. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. 2016. Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı.
2. TMMOB. 2017. "Asansör Sempozyumu 2016 Sonuç Bildirisi," www1.mmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=49095&tipi=2&sube=11#.WKakAm-LSUk, son erişim tarihi: 12.02.2017.
3. Peters Research. "Elevate", www.peters-research.com/index.php/elevate/about-elevate, son erişim tarihi: 12.02.2017.
4. **Barney, G. C.** 2015. Elevator Traffic Handbook, Spon Press, London.
5. **Adak, M. F., Duru, N., Duru, H. T.** 2013. "Elevator Simulator Design and Estimating Energy Consumption of an Elevator," Energy Build., vol. 65, p. 272–280.
6. **Chu, C. K., Lin, C. K. Y., Lam, S. S.** 2003. "Hospital Lift System Simulator: A Performance Evaluator-Predictor," European Journal of Operational Research, vol. 146, no. 1, p. 156–180.
7. **Siikonen, M. L.** 1997. Planning and Control Models for Elevators in High-Rise Buildings, Research Report A68, Helsinki University of Technology, Systems Analysis Laboratory.
8. **Siikonen, M. L., Susi, T., Hakonen, H.** 2001. "Passenger Traffic Flow Simulation in Tall Buildings," Elevator World Magazine, August, p. 117-123.
9. **Cortes, P., Munuzuri, J., Onieva, L.** 2006. "Design and Analysis of a Tool for Planning and Simulating Dynamic Vertical Transport", Simulation, vol. 82, no. 4, p. 255-274.
10. **Peters, R. D.** 1998. "Simulation for Control System Design and Traffic Analysis," Elevator Technology 9, Proceedings of ELEVCON'98, Zürich, Switzerland, IAEE Publications, p. 226-235.
11. **Closs, G. D.** 1970. "The Computer Control of Passenger Traffic in Large Lift Systems," PhD Thesis, University of Manchester Institute of Science and Technology.
12. Otis. 2017. "Compass System," www.otisworldwide.com/pdf/10265_CompassPlus_v6.pdf, son erişim tarihi: 12.02.2017.



13. Mitsubishi Electric. 2017. "Destination Oriented Allocation System," www.mitsubishielectric.com/elevator/innovations/control_system.html#2011, son erişim tarihi: 12.02.2017.
14. Mitsubishi Electric. 2013. "Technologies," www.mitsubishielectric.com/elevator/innovations/control_system.html#, son erişim tarihi: 12.02.2017.
15. **Gharieb, W.** 2005. "Optimal Elevator Group Control Using Genetic Algorithms," 1st Int. Conf. on Advanced Control Circuits & Systems, Cairo-Egypt.
16. **Tartan, E. O., Erdem, H., Berkol, A.** 2014. "Optimization of Waiting and Journey Time in Group Elevator System Using Genetic Algorithm," Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA) Proceedings, Alberobello-Italy.
17. **Tartan, E. O., Çiflikli, C.** 2016. "A Genetic Algorithm Based Elevator Dispatching Method for Waiting Time Optimization," 14th IFAC Symposium on Control in Transportation Systems (CTS), 18-20 May 2016, İstanbul, Turkey.