

TEDARİK ZİNCİRİ TASARIMINDA CBS'NİN KARAR DESTEK SİSTEMİ OLARAK KULLANIMI

Mevlüt YILDIZ¹, Mehmet ERBAŞ²

¹Yüksek Lisans Öğrencisi, Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü, Tedarik ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı, mevlutyldz1@gmail.com

²Dr., Kara Harp Okulu, Anabilim Dalı Başkanlığı, merbas@kho.edu.tr

ÖZET

Her geçen gün biraz daha artan rekabet koşulları karşısında varlığını devam ettirebilmek için tedarik zincirini çok iyi yönetmek gerekmektedir. Bir tedarik zinciri, tesisler, satın alma, üretim ve malzemelerin müşterilere dağıtım faaliyetlerinden oluşan bir sistemdir. Tedarik zinciri ağı ise; tedarikçi, nakliyecisi, üretici, dağıtım merkezleri, perakendeci ve tüketici ile ortaya çıkan tedarik zincirini oluşturan sistemler, alt sistemler, operasyonlar, aktiviteler ve bunların birbirleriyle olan ilişkilerini içeren karmaşık bir bütündür.

Tedarik zincirini yönetmek çok karmaşık olduğu için, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) uygulanarak tedarik zincirinin yönetimi basit bir hale getirilebilir. Kuruluşlarda ortaya çıkan sorunların büyük bir kısmının konumsal bir yönü bulunmaktadır. Bu nedenle çoğu kuruluşlar için konumsal bilgilerin analizi oldukça önemlidir. CBS, tedarik zincirinde konum (üreticilerin, müşterilerin, tedarikçilerin, dağıtım merkezlerinin) belirlemenin yanı sıra araç rotalama için de kullanılan etkili bir araçtır.

Araç rotalama, ekonomik, sosyal ve çevresel yönlerinin önemi ile, birçok özel ve kamu sektörünün karşılaştığı yaygın ve masraflı bir problemdir. Araç rotalama problemleri, literatürde NP zor problemler olarak ele alınmaktadır. Taşıma faaliyetlerinin tedarik zincirinin hemen her aşamasında kullanılıyor olması ve taşıma maliyetlerinin lojistik maliyetlerin %30'undan fazlasını oluşturmasından dolayı toplam maliyetler üzerinde önemli bir yekün tutmaktadır. Yapılan literatür taramasında, araç rotalama problemlerinin matematiksel, tesis-rotalama, matematiksel-CBS birlikte ele alındığı, sadece CBS ile yapılan çalışmaların çok fazla olmadığı tespit edilmiştir. Bu sebeple, bu çalışmada, bir ekmek fabrikasından 41 adet dağıtım noktasına ekmek dağıtımı, bir karar destek sistemi olan CBS'eki ağ analizi ile ele alınmıştır.

Anahtar Sözcükler: Araç Rotalama, Coğrafi Bilgi Sistemi(CBS), Karar Destek Sistemi, Konumsal Analiz, Tedarik Zinciri Tasarımı

ABSTRACT

USING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM AS DECISION SUPPORT SYSTEM IN THE SUPPLY CHAIN DESIGN

Everyday, in the face of continuously increasing competition conditions to continue to exist, it is necessary to manage the supply chain very well. Supply chain is a system including facilities, purchasing, production and distribution of materials to customers. On the other hand, the supply chain network is a complex system comprises of suppliers, shippers, manufacturers, distribution centers, retailers and consumers that make up the supply chain associated with the systems, sub-systems, operations, activities, and their relationships with each other as whole.

Since managing the supply chain is very complex, it can be simplified by applying GIS. Establishment of a large part of the problems arising in the spatial aspect is located. Therefore, it is very important to analyse the spatial information for most organizations. GIS is an effective tool for position in the supply chain (manufacturers, customers, suppliers, distribution centers) as well as to determine used vehicle routing.

Vehicle routing, with economic, social and environmental aspect, is a common and costly problem for many private and public sectors. Vehicle routing problems, are discussed in the literature as NP-hard problem. Transport activities being used in almost every stage of the supply chain and transport costs of logistics cost account for more than 30% of the total costs due to occupy a significant sum. In the literature, the vehicle routing problem mathematically, plant-routing, mathematical-GIS taken together, only that there is a lot of work with GIS have been identified. Therefore, with this work, in a bread factory which has 41 distribution points of bread distribution, a decision support system with GIS ArcMap Network analysis is discussed.

Keywords: Vehicle Routing, Geographical Information System(GIS), Decision Support System, Spatial Analysis, Supply Chain Design

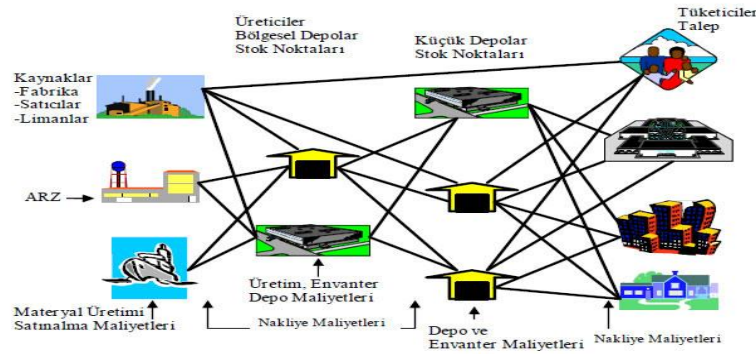
1.GİRİŞ

Her geçen gün biraz daha artan rekabet koşulları karşısında varlığını devam ettirebilmek için günümüzün modern yönetim anlayışı olarak niteleyebileceğimiz tedarik zincirini çok iyi yönetmek gerekmektedir. Organizasyonlar arasında artık tedarik zincirleri rekabet etmektedir. Tedarik zincirini iyi yöneten, rakipleri karşısında bir adım önde demektir. Bunu sağlamak için karmaşık bir yapısı olan tedarik zincirini basitleştirmek gerekmektedir. Tedarik zinciri içinde en çok icra edilen faaliyetlerden bir tanesi olan araç rotalama optimize edildiğinde tedarik zincirinin önemli bir problem sahası basitleştirilmiş demektir. Bunun için bilgi teknolojilerinden azami düzeyde faydalanmak kaçınılmaz bir hale gelmiştir. Önemi ve kullanımı her geçen gün biraz daha artan CBS, taşıma yöntemleri içinde en pahalı ikinci yöntem olan karayolu taşımacılığında araç rotalama problemlerinin çözümünde bir karar destek sistemi olarak etkin ve verimli bir şekilde kullanılabilir.

Çalışmanın ikinci bölümünde tedarik zinciri/tedarik zinciri yönetimi/tedarik zinciri ağ tasarımı, üçüncü bölümde CBS ile ilgili genel bilgiler, dördüncü bölümünde CBS ile araç rotalama, beşinci bölümde problemin anlatımı ile araç rotalama probleminin CBS ile çözümü, son bölümde ise ulaşılan sonuçlar ve geleceğe dönük çalışmalar belirtilmiştir.

2. TEDARİK ZİNCİRİ

Bir tedarik zinciri, Şekil 1'de de belirtildiği gibi, tesisler, satın alma, üretim ve malzemelerin müşterilere dağıtım faaliyetlerinden oluşan bir sistemdir. Tedarik zinciri yönetimi, üreticiler, distribütörler, tedarikçiler ve müşterilerden oluşan, maliyeti azaltmayı, işi artırmayı ve müşteri hizmetini geliştirmeyi amaçlayan, malzemelerin, bilginin, finansal akışın planlaması ve yönetim sürecidir. (Kumar ve Agrawal,2011). Tedarik zinciri ağı ise; tedarikçi, nakliyeciyi, üretici, dağıtım merkezleri, perakendeci ve tüketici ile ortaya çıkan tedarik zincirini oluşturan sistemler, alt sistemler, operasyonlar, aktiviteler ve bunların birbirleriyle olan ilişkilerini içeren karmaşık bir bütündür.



Şekil 1. Tedarik Zinciri(URL-1)

Tedarik Zinciri Yönetimi, kuruluş/şirketler arasındaki iş akışlarının düzenli bir şekilde kontrolü ve koordinasyonunu sağlayan, maliyetleri indirme ile kalite ve faaliyetlerin hızlanması için kullanılan bir modeldir. En uygun tesis yer seçimi, tesislerin sayısı/kapasitesi ve tesisler arasındaki akış miktarlarının belirlenmesi gibi konular tedarik zinciri ağ tasarımıyla alınması gereken kararlardır.(Pishvae et al., 2011: 637). Genellikle ağ tasarımıyla amaç, tedarik zinciri toplam maliyetlerinin minimizasyonu ve/veya müşteri hizmet düzeyinin maksimizasyonudur (Xu, Liu and Wang, 2008: 2022).

Tedarik zinciri tasarımı yerel düzeyde olabileceği gibi global düzeyde de olabilir. Tedarik zinciri tasarımıdaki karar değişkenlerinden bir tanesi de ister yerel düzeyde isterse global düzeyde olsun, transfer ücretleri, buna bağlı olarak amaçlardan bir tanesi de taşıma ücretlerini minimize etmektir (Meixell ve Gargeya,2005).

Tesis yer seçimi stratejik bir karar olup sadece tedarik zincirinin tasarımı esnasında bir kere ele alınır. Ancak taşıma faaliyetleri, tedarik zincirinde operasyonel seviyede olsa da tedarik zincirinin her aşamasında uygulanmaktadır. Değişik taşıma türlerine göre maliyetler Çizelge 1'de gösterilmiştir. Taşıma maliyetleri incelendiğinde kara yolu taşımacılığının en pahalı ikinci taşıma türü olduğu anlaşılmaktadır. Taşıma faaliyetlerinin yoğunluğuna göre taşıma maliyetleri artabilmektedir. Dolayısıyla taşıma faaliyetlerinin optimum hale getirilmesi büyük önem arz etmektedir. Taşıma faaliyetleri, ancak araç rotalamasının optimum hale getirilmesi ile mümkün olmaktadır.

Çizelge 1 Taşıma Türlerine Göre Maliyet Bileşenleri (URL-2)

Taşıma Türü	Maliyet(cent/Ton-Mil)
Demiryolu	2,50
Karayolu	25,08
Suyolu	0,73
Boru yolu	1,40
Havayolu	58,75

Tedarik zinciri tasarım sorunları çözmek için optimizasyon modelleri, özellikle doğrusal olmayan optimizasyon modelleri, yaygın olarak kullanılmıştır. Shen, Z. (2007). Bununla birlikte, kuruluşlarda ortaya çıkan sorunların büyük bir kısmının konumsal bir yönü bulunmaktadır. Bu nedenle çoğu kuruluşlar için konumsal bilgilerin analizi oldukça önemlidir. (Temiz ve Tecim (2009). Bu durumda, Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS), konumsal ve konumsal olmayan veriler arasındaki ilişkiyi analiz etme konusunda oldukça güçlü bir karar destek sistemi olarak ortaya çıkmaktadır. (Morova vd., 2011)

Tedarik zinciri yönetiminde dikkate alınması gereken temel problem, araç rotalamasının, yani- iki konum arasındaki en kısa yolu bulma veya kısa yoldan herhangi bir problem durumunda alternatif bir yol bulma- nasıl yapılacağı problemidir. CBS, tedarik zincirinde konum (üreticilerin, müşterilerin, tedarikçilerin, dağıtım merkezlerinin) belirlemenin yanı sıra araç rotalama için kullanılan etkili bir araçtır. Tedarik zincirini yönetmek çok karmaşık olduğu için, CBS uygulayarak tedarik zincirinin yönetimi basit hale getirilebilir.

Araç rotalama problemleri, literatürde NP zor problemler olarak ele alınmaktadır. Araç rotalama problemleri genel olarak; kapasite kısıtlı, zaman pencereli olarak sınıflandırılmaktadır. Yapılan literatür taramasında, araç rotalama problemlerinin matematiksel, tesis-rotalama, matematiksel-CBS birlikte ele alındığı, sadece CBS ile yapılan çalışmaların çok fazla olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, taşıma faaliyetlerinin tedarik zincirinin hemen her aşamasında kullanılıyor olması ve taşıma maliyetlerinin lojistik maliyetlerin %30'undan fazlasını oluşturmasından dolayı toplam maliyetler üzerinde önemli bir yekün tutmaktadır. Bununla birlikte, optimum rotaların tespitinde matematiksel yöntemlerin CBS'ye oranla uzun süreceği, ayrıca herhangi bir nedenle rota üzerinde herhangi bir yolun kapalı olmasından dolayı matematiksel yöntemleri uygulamanın bir etkisinin olmayacağı açıktır. Bu sebeple, bu çalışmada, CBS'nin sağladığı kolaylıklardan istifade etmek maksadıyla sadece CBS ağ analizi ile araç rotalama probleminin nasıl yapıldığı ele alınmıştır.

Bu çalışmada, bir ekmek fabrikasından 41 adet dağıtım noktasına ekmek dağıtımı, bir karar destek sistemi olan CBS'nin ArcGIS 10.2 ile ele alınmıştır.

3. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

CBS'yi anlayabilmek için önce bilgi sisteminin ne demek olduğunu anlamak gereklidir. Bilgi sistemi; verilerin sistemli şekilde toplanıp depolanması, işlenmesi ve anlamlı hale dönüştürülmesi, bu sayede verilerin karar verme sürecinde kullanılmak üzere bilgiye dönüştürülmesini sağlayan sistemlerdir. Bilgi sisteminin temel fonksiyonları; karar vermeyi kolaylaştırmak, karar sürecini kısaltmak ve etkin karar verme işlevine katkıda bulunmaktadır. Bu kapsamda CBS, mekandaki konumu belirlenmiş verilerin kapsanması, yönetimi, işlenmesi, analiz edilmesi, modellenmesi ve görüntülenebilmesi işlemlerini kapsayan insan, yazılım, veriler ve yönetim bileşenlerinden oluşan bir sistemdir. (Şekil 2) CBS teknolojisi ile, coğrafi referanslı bilgileri toplamak, depolamak, işlemek, analiz etmek, sorgulamak ve yönetmek mümkündür. CBS sayesinde, bilgi akışı hızlanmakta, iş verimliliği artmakta, analizler etkili ve doğru bir şekilde yapılabilmekte ve işgücü ve zaman kaybı önlenebilir hale gelmektedir.



Şekil 2. CBS Bileşenleri(URL-3)

4. CBS İLE ARAÇ ROTALAMA PROBLEMİ

Araç rotalama, ekonomik, sosyal ve çevresel yönlerinin önemi ile, birçok özel ve kamu sektörünün karşılaştığı yaygın ve masraflı bir problemdir. Karar destek sistemlerinin doğal bileşeni olan CBS, toplama, organize etme, araç rotalama problemleri gibi uygulamaların büyük çeşitli mekansal verilerin görüntülenmesi için önemli bir araçtır. (Santos vd.,2011)

Bosona vd.(2013), İsveç'te entegre yemek dağıtım ağını değerlendirmek için, 11 üretici, 149 müşteri, 1 dağıtım merkezi verileri ile, coğrafi bilgi sistemleri araçları ve konumlama analizi teknikleri kullanılarak, konumlama ve rotalama analizi yapılmıştır. Konumlama analizi, bir tane entegre olmayan dağıtım merkezi(senaryo 1) ve üç tane çeşitli entegre dağıtım sistemi(senaryo 2,3,4) düşünülerek yapılmıştır.

Tavares vd.,2009, atık toplama ve taşıma için, coğrafi bilgi sistemlerinin 3D yol modelini kullanarak, yakıt tüketimini minimum hale getirmek için sürüş rotasını optimize etmeye çalışmışlardır. Bu durum iki ayrı olaya uygulanmıştır: Cape Verde'nin başkenti Praia kentinde atık toplama araçlarını rotalamada ve Santiago Adası'nın bir yakma tesisine farklı belediyelerden gelen atık taşımaları rotalamada. Praia şehir bölgesi için 3D modeli yakıt tüketiminde %8 tasarruf vermiştir. Santiago Adası için ise benzer toplam seyahat mesafesi için %12 yakıt azalması meydana gelmiştir.

Akay vd.,2009, yangın sahasına en kısa sürede ulaşımı sağlayacak optimum güzergahın belirlenmesi amacı ile ağ analizi kullanılarak CBS tabanlı bir karar destekleme sistemi uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu sistem, Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı 14 Orman İşletme Şefliği ve 6 ayrı yangın hareket merkezi dikkate alınarak 6 ayrı potansiyel yangın sahası için uygulanmıştır.

Morova vd., 2013, Isparta kent merkezine ait sayısal yol haritasının network topolojisi oluşturularak çeşitli senaryolara göre ambulanslar için optimum yol güzergahları belirlenmiştir. Tüm bu sorgulama ve analizler sonucunda gerekli görülen bölgelerde yeni 112 ambulans istasyon noktaları oluşturulması önerilmiştir.

Varol vd., 2010, Yenihan Orman İşletme Şefliğinde yangın çıkan alanlara en hızlı ulaşımı sağlayacak olan güzergâhların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için Bartın Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde konuşlanan yangın hareket merkezi ile Yenihan Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yangınların çıkmış olduğu sahalarda ulaşım zamanını minimize eden güzergâhlar belirlenmiştir.



5. PROBLEMİN TANIMI VE UYGULAMA

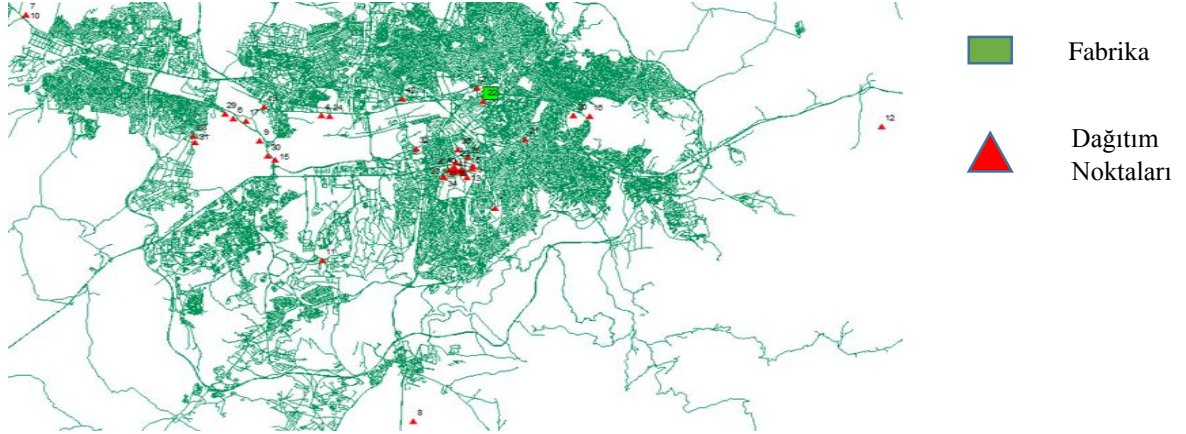
Çalışmanın konusu, Ankara'da ekmek üreten bir ekmek fabrikasından beş adet araçla 41 adet dağıtım noktasına ekmek dağıtımı konusu ele alınmıştır. Çalışmada ilk olarak yol katmanı hazırlanmış ve çizgi katmanı olarak kıymetlendirilmiştir. Analizler Intel (R) Core (TM) i5-4200 CPU @ 2.50 GHz işlemci ve 8,00 GB RAM özellikli bir bilgisayarda yapılmıştır. Uygulamada ESRI firmasının ArcGIS 10.2 yazılımı ve Network Analiz modülü kullanılmıştır.

Ele alınan problemde, fabrikadan dağıtım yapan 3 farklı kapasiteli araç bulunmaktadır. Araçların tip ve kapasiteleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. Problemde birinci tip araçtan 1 adet, ikinci ve üçüncü tip araçtan 2'şer adet olmak üzere toplam beş araç ile problem çözülmüştür. Her bir aracın 50 km/sa. hızla gittiği, en fazla 100 km. yol kat ettiği, 180 dk. içinde ekmek fabrikasına dönüş yaptığı, araç kapasitesine göre büyükten küçüğe doğru 10, 10, 9 dağıtım noktasına uğrayabileceği varsayımı altında problem ele alınmıştır.

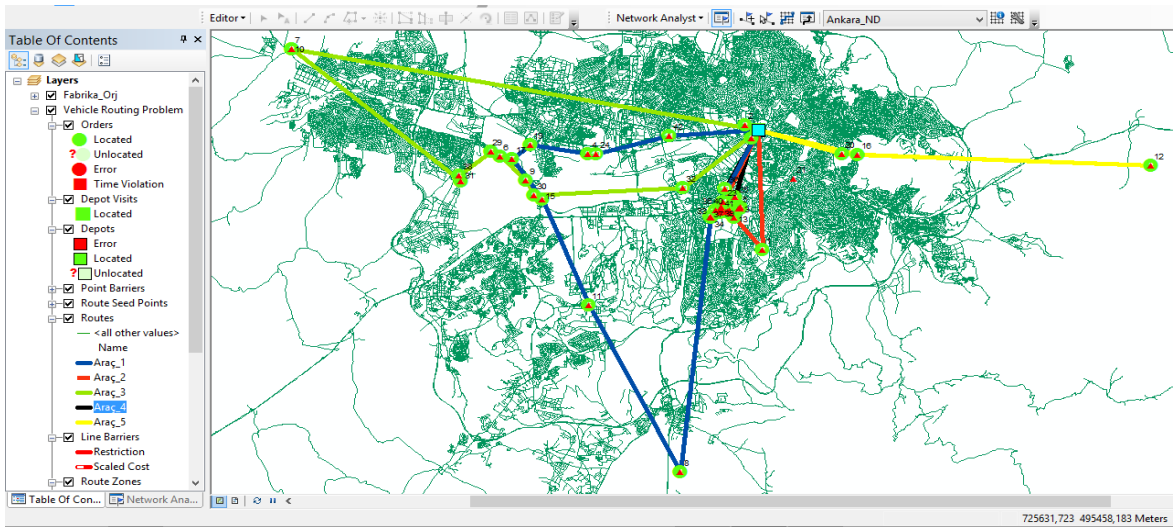
Çizelge 2 Araç Kapasiteleri

Araç Tipi	Araç Kapasitesi(Adet)
1	6192
2,4	5760
3,5	5040

Çalışmayla ilgili ekmek fabrikası ve dağıtım noktalarının haritadaki yerleri Şekil 3'de, çalışma sonucunda ortaya çıkan araç rotaları Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Ekmek Fabrikası ve dağıtım noktalarının haritada gösterimi



Şekil 4 Araçlara ait rota güzergahları

Elde edilen sonuçlar, Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3 Elde Edilen Sonuçlar

Araç Nu.	Araç Kapasitesi (Adet)	Toplam Talep Miktarı(Adet)	Rotası	Toplam Süre(Dakika)	Toplam Mesafe(Metre)
1	6192	5666	Fabrika-34-33-8-11-15-17-19-4-24-42-Fabrika	155,32	74434,79
2	5760	3088	Fabrika-1-13-14-27-41-40-39-37-35-23- -Fabrika	68,23	23530,59
3	5040	4453	Fabrika-7-10-31-38-29-6-9-30-32- Fabrika	123,85	69880,09
4	5760	2965	Fabrika-2-22-25-3-18-5-28-26-36-Fabrika	63,87	17393,40
5	5040	3653	Fabrika-20-12-16- Fabrika	94,382	57818,69

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bir tedarik zinciri tasarımında çıkça karar verilmesi gereken problem sahalarından bir tanesi, lojistik maliyetlerin %30 gibi önemli bir kısmını teşkil eden taşıma faaliyetleridir. Taşıma faaliyetlerinin optimizasyonu, tedarik zinciri toplam maliyetlerinin minimize edilmesine oldukça önemli bir oranda katkı sağlar. Bu ise, araç rotalama planlarının optimize edilmesiyle mümkündür. CBS, karmaşık olan tedarik zincirini basitleştirmede kullanılan bir karar destek sistemi olup, tedarik zinciri tasarımında araç rotalama konusunda da kullanılabilen çok etkili bir araçtır. Çalışmada CBS'nin çok esnek bir kullanımı olduğu ve kullanımının kolaylık getirdiği belirlenmiştir. Bir ekmek fabrikasından 41 adet noktaya ekmek dağıtımında optimal araç rotalaması için yapılan çalışmada, halen uygulanmakta olan sistemin bütün kısıtları aynen kullanılarak yapılan araç rotalama probleminde, ekmek dağıtımı için 7 araç yerine 5 aracın yeterli olabileceği, mevcut durumda toplam 518 km. yol kat edilirken, yapılan çalışmada toplam 243 km. yol kat edildiği dolayısıyla %50'den fazla bir tasarruf sağlanabileceği tespit edilmiştir. Ayrıca gidiş-dönüş için toplam 3 saatlik kısıtlamanın

sağlandığı gözlemlenmiştir. Bununla beraber, şayet gidiş dönüş için 3 saatlik kısıtlama olmaması durumunda daha fazla dağıtım noktasına uğrayarak araç kapasitesinin maksimum seviyede kullanılabileceği değerlendirilmektedir. Gelecek çalışmalarda, bu çalışma matematiksel olarak da ele alınarak her iki çalışmada belirlenen araç rotalarının aynı olup olmadığının bir karşılaştırması yapılabilir.

KAYNAKLAR

Akay, A., Yenilmez, N., Dursun, Ş., 2009, CBS Tabanlı Karar Destekleme Sistemi ile Yangın Sahasına En Kısa Sürede Ulaşımı Sağlayan Optimum Güzergahın Belirlenmesi. Orman Yangınlarıyla Mücadele Sempozyumu, 7-10.

ASLANTAŞ, T., 2005, Tedarik Zinciri Yönetiminde Dağıtım Ağlarının Tasarımı ve Optimizasyonu: Malzeme ihtiyaç kısıtı altında stratejik bir üretim-dağıtım modeli.

Bosona, T., Nordmark, I., Gebresenbet, G., Ljungberg, D., 2013, GIS-Based Analysis of Integrated Food Distribution Network in Local Food Supply Chain. International Journal of Business and Management, 8(17), p13.

Kumar, S., Agrawal, S., 2011, GIS As A Decision Support For Supply Chain Management. In Geospatial World Forum.

Meixell, M. J., Gargeya, V. B., 2005, Global supply chain design: A literature review and critique. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 41(6), 531-550.

Morova, N., Şener, E., TERZİ, S., 2011, Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Isparta İli 112 Ambulans İstasyonlarının Hizmet Alanlarının Sorgulanması ve Optimum Yol Güzergahlarının Belirlenmesi. International Technological Science, Vol. 3, No 3, December 2011 pp. 1-13

Santos, L., Coutinho-Rodrigues, J., Antunes, C. H., 2011, A web spatial decision support system for vehicle routing using Google Maps. *Decision Support Systems*, 51(1), 1-9.

Shen, Z., 2007, Integrated supply chain design models: a survey and future research directions. Journal of Industrial and Management Optimization, 3(1), 1.

Tavares, G., Zsigraiova, Z., Semiao, V., Carvalho, M. D. G., 2009, Optimisation of MSW collection routes for minimum fuel consumption using 3D GIS modelling. Waste Management, 29(3), 1176-1185.

Temiz, N., Tecim, V., 2009, Geographical Information Systems as a decision support system in forest management. SDU Journal of Science (e-Journal), 4(2), 213-223.

URL-1, 2014, <http://www.turkiye-rehberi.net/tedarik-zinciri-y%C3%B6netimi-ve-kobi'ler>(16.08.2014)

URL-2, 2014, <http://www.infotekas.com.tr/tedarik-zinciri-yonetiminde-dagitim-sistemi/>(17.08.2014)

URL-3, 2014, <http://www.mutasyon.net/makaleoku.asp?id=253>,(19.08.2014)

Varol, T., ÖZEL, H. B., MACAROĞLU, K.,2010, Network Analizinin Orman Yangınlarında Kullanım Olanakları (Yenihan Orman İşletme Şefliği Örnek Çalışması). III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010,Cilt: III Sayfa: 1262-1269