

ISSN: 1305-7820



İSTANBUL TİCARET
ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

Yıl: 14 Sayı: 28 Güz 2015

Istanbul Commerce University

Journal of Science

İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ
ISTANBUL COMMERCE UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE

Yıl: 14 Sayı: 28 Güz 2015

Sahibi

İstanbul Ticaret Üniversitesi Adına, Rektör Prof. Dr. Nazım EKREN

Yayın Kurulu

Prof. Dr. İbrahim BAZ	İstanbul Ticaret Üniversitesi
Prof. Dr. Muammer KALYON	İstanbul Ticaret Üniversitesi
Prof. Dr. Doğan KAYA	İstanbul Ticaret Üniversitesi
Prof. Dr. Hüner ŞENCAN	İstanbul Ticaret Üniversitesi
Doç. Dr. Necip ŞİMŞEK	İstanbul Ticaret Üniversitesi

Editör

Doç. Dr. Necip ŞİMŞEK İstanbul Ticaret Üniversitesi

Yayın Sekreteri

Uzm. Öğr. Gör. Fatma Nur AKI

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Selma DEMİREL

Hakemli bir dergi olan İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, yılda iki kez; bahar ve güz aylarında yayımlanır. Dergimizde Türkçe, İngilizce, Fransızca ve Almanca dillerinde yazılmış temel ve uygulamalı bilim dallarında yapılmış özgün araştırma makaleleri, derleme yazıları ve kısa bildirilere yer verilmektedir.

Bu dergide yayımlanan makalelerin telif hakları İstanbul Ticaret Üniversitesi'ne aittir. Bu yayımlarla ilgili olarak Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndan doğan her türlü hak saklıdır. Tanıtım için yapılacak alıntılar dışında üniversitenin yazılı izni olmadan çoğaltılamaz. Bu dergide yayımlanan makalelerdeki görüşler yazarlarına aittir. Üniversite bu görüşler nedeniyle herhangi bir sorumluluk kabul etmez.

Adres

İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi
Küçükyağ E-5 Kavşağı İnönü Cad. No: 4
Küçükyağ 34840 İstanbul
Tel: 0 216 444 0 413 (3141)
e-posta: fendergi@ticaret.edu.tr

Tasarım: Medya Atölyesi

Baskı: Modernist Creative Design

Tel: 0216 550 59 48

Baskı Tarihi: Nisan/2016

Yayın Türü: Bölgesel Süreli

ISSN: 1305-7820

Değerli İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Okurları,

Dergimizin 14. yılında 28 sayımız olan Güz 2015 baskısını gecikmeli de olsa siz değerli okurlarımızla paylaşmaktan onur duymaktayız.

Dergimizin bu sayısında Endüstri Mühendisliği, Tekstil Mühendisliği ve Matematik alanlarından 5 makaleyi siz okurlarımızın istifadesine sunmaktan mutluyuz.

Dergimizin bu sayısında, üniversitemiz içinden ve dışından çalışmalarını bizim aracılığımızla okuyucularla paylaşan yazarlarımıza, makalelerin hakemlik süreçlerine itinalı çalışmaları ile katkıda bulunan değerli akademisyenlere ve derginin hazırlanmasında emeği geçen çalışma arkadaşlarımıza teşekkürlerimizi sunarız.

Dergimizin bu sayısının fen bilimleri alanında değindiği konulara farklı ve güncel bakış açıları kazandırmasını temenni eder, bir sonraki sayımızda okuyucularımızla buluşmayı dileriz.

Doç. Dr. Necip ŞİMŞEK
Fen Bilimleri Dergisi Editörü

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALELERİ

Endüstri Mühendisliği

Çoklu Regresyon Yöntemi ile Tedarik Zinciri Performansı ve Uygulama Derecesinin İşletme Karlılığı Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi

An Analyses for the Effect of Supply Chain Performance and Utilization Degree on The Firm Profitability Using Multivariate Regression

Coşkun ÖZCAN, Berk AYVAZ 01

Personel Seçim Problemi İçin Doğrusal Fiziki Programlama Yaklaşımı
A Linear Physical Programming Approach to Personnel Selection Problem

Mehmet Ali ILGIN, Eda DEĞİRMENCİ, Selin DEMİRTEPE 15

Acil Servis Hizmetlerinde Uygun Ambulans Yerinin Belirlenmesi ve Kocaeli İli İzmit İlçesinde Bir Uygulama

Determination of Suitable Locations in Emergency Ambulance Service and an Application in İzmit-Kocaeli

Bahadır GÜLSÜN, Betül YILMAZ..... 29

Tekstil Mühendisliği

Kitin ve Kitosanın Tekstil ve Biyomühendislikte Uygulamaları

Bioengineering Applications of Chitin and Chitosan

Hilal OLCAY..... 63

Matematik

Traveling Wave Solutions of Some Nonlinear Partial Differential Equations by Using Extended - Expansion Method

(G'/G)-Açılım Metodu Kullanılarak Bazı Lineer Olmayan Kısmi Diferansiyel Denklemlerin Yürüyen Dalga Çözümleri

Asıf YOKUŞ, Doğan KAYA 85

Araştırma Makalesi

ÇOKLU REGRESYON YÖNTEMİ İLE TEDARİK ZİNCİRİ PERFORMANSI VE UYGULAMA DERESESİNİN İŞLETME KARLILIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Coşkun ÖZCAN¹

Berk AYVAZ²

ÖZ

Bilgi çağını yaşadığımız günümüzde işletmelerin rekabet koşulları da zorlaşmıştır. İşletmeler varlıklarını geleceğe taşıyıp büyüebilmek, karlılık oranlarını artırabilmek için operasyonel faaliyetleri içinde gereksiz iş süreçleri elimine ederek bütünlük bir yapı tasarlamalıdır. Bugün geldiğimiz nokta, tedarik zinciri uygulamaları olarak karşımıza çıkmaktadır. İşletmelerin rekabet gücünü ve karlılığını tedarik zinciri yönetimleri belirlemektedir. Bu çalışma ile ülkemizde faaliyet gösteren bilişim şirketlerinde tedarik zinciri uygulamalarının sağladığı faydanın karlılığa olan etkisi irdelenmiştir. Değerlendirmede dikkate alınacak ölçüt anket yöntemi olarak belirlenmiş, daha sonra korelasyon ve regresyon analizleri uygulanmıştır.

Anahtar kelimeler: *Tedarik zinciri yönetimi, çoklu regresyon, işletme karlılığı.*

AN ANALYSES FOR THE EFFECT OF SUPPLY CHAIN PERFORMANCE AND UTILIZATION DEGREE ON THE FIRM PROFITABILITY USING MULTIVARIATE REGRESSION

ABSTRACT

Nowadays where we live in the information age, the competition conditions for the companies are steadily getting harder. Therefore, the companies should design an integrated structure by eliminating the unnecessary working processes in their operational activities, in order to increase their profitability ratio, so that growing and transferring their assets into the future. In the present days, this appears as implementations of supply chain management. The supply chain managements specify competition power and profitability ratio of the companies. In this study, the effect of the supply chain implementations on profitability in the IT companies has been searched. The survey management will be taken into the consideration as a criteria for the assessment of this study.

Keywords: *Supply chain management, multivariate regression, firm profitability.*

Makale Gönderim Tarihi: 08.05.2015

Kabul Tarihi: 27.05.2015

¹ *İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Küçükyalı, 34840, İstanbul*

² *Corresponding Author/Sorumlu Yazar: İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mühendislik ve Tasarım Fakültesi, Küçükyalı, 34840, İstanbul, bayvaz@ticaret.edu.tr*

1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında hızla değişen ekonomik ve sosyal koşullara işletmeler faaliyet konuları açısından aynı hızda refleks göstermek zorundadır. İletişim olanaklarının yaygınlaşması, bilgiye ulaşmanın kolaylığı, ikame ürün çeşitliliğinin artması tüketicilere alternatif seçenekler sunmaktadır. Bu sebeplerden ötürü tüketici davranışları da değişmiştir. Globalleşmenin etkisiyle işletmeler sert rekabet koşullarıyla karşı karşıya kalmış, kapalı ekonomilerde veya monopol, oligopol piyasa zamanlarında olduğu gibi rahat manevra kabiliyeti, fiyat belirleme olanakları kalmamıştır. Artık küresel ekonomik konjonktürle uyumlu kalitede üretim yapmak ve fiyat belirlemek elzem bir durumdur.

İşletmelerin ana kuruluş amacı kar elde etmek ise genel fiyat ve kalite baskısı altında nispi olarak operasyonel faaliyetlerinde kendine özgü marifetle maliyetlerini elimine ederek rakibi karşısında avantaj sağlayabilir. Günümüz sert rekabet koşullarında firmalar mevcut müşterilerini kaybetmemek yeni müşteriler kazanmak, satış fiyatlarını, mevcut karlılık oranını korumak için fiyat artışı yapmak yerine maliyetleri düşürmek üzerine odaklanmaktadır. Bu noktada ise son yıllarda gittikçe önem kazanan tedarik zinciri yönetimi sistemleri ortaya çıkmıştır

Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyoneller Konseyi'ne (CSCMP - The Council of Supply Chain Management Professionals) göre, zincir içerisinde yer alan tüm şirketlerin uzun vadeli performanslarını artırmak amacıyla söz konusu şirketlere ait işletme fonksiyonları ve planlarının zincirdeki tüm şirketleri kapsayacak şekilde sistematik ve senkronize şekilde koordine etmektir. İyi dengelenmiş bir faaliyetler bütünü olduğu düşünülen tedarik zinciri yönetimi; ileri teknoloji üzerinde tüm bileşenleri daha iyi planlayıp, kontrol ederek en iyi ürün ve hizmet ile müşteri memnuniyeti ve sağlar işletme performansına olumlu katkı yapar (Yıldızöz, 2006).

Tedarik Zinciri Yönetimi kavramları taranması sonucu tedarik zincirindeki gelişmelere bağlı olarak dinamik bir şekilde kendini yenileyen gelişmeler tespit edilmiş, Tez konumuz ile doğrudan ilgisi olmayan "Yalın Tedarik Zinciri Yönetimi", Çevik Tedarik Zinciri Yönetimi", "Tersine Tedarik Zinciri Yönetimi" ve Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi" alt başlıkları da bulunmaktadır.

"Tedarik Zinciri Yönetimi" anlayışına geçme süreci ise işletme yönetimi ve lojistik kavramının gelişiminde rol oynayan yine ABD'de de üretim odaklı olan iş anlayışı ve pazar yapısı "satış ve pazarlama odaklı bir yönelim göstermesiyle başlamıştır. Son 30 yıldır hizmet anlayışı hızla gelişirken müşteri odaklılık ve pazar merkezli hareketler değer kazanmıştır. Üreticiler en yakın tedarikçilerle stratejik çözüm ortaklıkları kurdukça Tedarik Zinciri Yönetimi kavramı ortaya çıkmaya başlamıştır (Ungan, 2011).

Literatürde tedarik zinciri yönetimi uygulamalarının işletme performansı ve karlılığına yönelik yapılan çeşitli birçok çalışma mevcuttur. Erdem (2013) çalışmasında tedarik zinciri yönetimi uygulamaları benimsenmesinin, tedarik zinciri ve işletme performansına etkisini ele almış tedarik zinciri yönetiminin müşteri değeri yaratan işletme performansına katkısını savunmuştur. Ciravoğlu (2006) çalışmasında tedarik zinciri uygulamaları ve performans üzerine etkilerinin analizini irdelemiş, tedarik zinciri uygulamalarının işletme performansı ile müşteri, tedarikçi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu SPSS programında korelasyon ve regresyon analizi ile göstermiştir. Ecevit (2002) Tedarik zinciri yönetimin işletmelerin rekabet gücüne etkisini rakip firmalara karşı avantaj sağladığını faktör analizi ile ortaya çıkarmış, rekabet gücü sağladığını göstermiştir. Özdemir (2004) çalışmasında tedarik zinciri yönetiminin gelişimi süreçleri ve yararlarını tarihsel süreçlerinden günümüzde geldiği noktayı ve işletmenin verimliliğine sağlamış olduğu yararları aktarmıştır. Erk (2009) çalışmasında müşteri için değer yaratma, müşteri sadakati oluşum süreci ve şirket performansına etkileri üzerine analizleri Ki-kare yöntemi uygulanmış, hizmet kalitesi ile müşteri sadakati arasındaki doğru ilişkiyi göstermiştir. Yüksel (2002) çalışmasında tedarik zinciri yönetiminde bilgi sistemlerinin kullanılmasının başarısını zincir dahilinde doğru zamanlı bilgi paylaşılması ve teknolojik altyapının etkin kullanılmasıyla gerçekleştirilebileceği değerlendirilmiştir. Gülen (2005) lojistik hizmetlerde dış kaynak kullanımının yaygınlaşması ve tedarikçi işletmelerde gelişim stratejileri üçüncü parti lojistik sağlayıcı (3PL) işletmelerin sağladığı hizmetler, firmalar bazında örneklendirilerek hizmet alan firmalara sağladığı yararlar açıklanmış, ortaya çıkan katma değer gösterilmiştir. Demirtaş (2008) çalışmasında tedarik zinciri yönetiminde, tahminleme ve planlama işbirliğinin rekabet gücüne etkisi ve tekstil sektöründe anket yöntemiyle bir uygulama yapılmış işletmelerin tedarik zinciri yönetiminin rekabet gücüne etkisi açısından planlama alanında işbirliğine gitmelerinin daha anlamlı olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır. Susuz (2005) çalışmasında analitik hiyerarşi prosesi (AHP) tekniği kullanılarak optimum tedarikçi seçimi yapılması için işletmeleri açısından birçok değişkenin dikkate alınarak yapılması gerekliliği sonucuna varmıştır. Ada (2010), firmaların tedarik yönetimi ve toplam kalite yönetimi uygulamalarındaki etkinliklerinin ölçülmesi ve bu etkinliklerinin ürün yenilikçiliği, finansal ve pazar performansı ve örgütsel performans gibi performans göstergeleri üzerindeki etkilerini değerlendirmiş, anket yöntemi uygulamış ve müşteri ilişkileri ve bilgi alışverişinin sürekliliği ve kalitesi ile ürün yenilikçiliği arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varmıştır. Ünüvar (2009), çalışmasında tedarik zinciri yönetim uygulamalarının örgütsel yapıya etkisini irdelemiş, anket yöntemi uygulamış, keşifsel faktör analiz sonuçları itibarıyla örgütsel yapıyla bağlantılanma nedeni TZY uygulamalarının bir değer yaratma süreci olarak ele alınmasından, örgütsel yapının örgütsel faaliyetlerin gerçekleştirildiği bir düzenleme olmasından ve bundan dolayı TZY uygulamalarının değer yaratması için ne tür örgütsel düzenlemelerin yapılması gerektiğinin belirlenmesi zaruretinden kaynaklandığı görüşünü savunmuştur. Gök (2005), Kurumsal kaynak planlama (KKP) sistemlerinin firma performansına etkileri üzerine bir saha araştırması çalışmasında özellikle teknolojik yenilikler şirketlerin

büyüme ve karlılıkları için hayati önem taşımakta olduğunu ve uluslararası rekabetçilik açısından incelendiğinde de ulusal ekonomilerin refahında ciddi bir rol oynadığı görüşünü savunmuştur. Göksu ve Eren (2010) çalışmalarında tedarik zinciri yönetiminin rekabet öncelikleri ve örgütsel performansa etkilerini anket yönetimi uygulayarak doğrusal regresyon ve korelasyonlar eşliğinde sunup, tedarik zinciri yönetimi ile örgütsel performansın ve rekabet önceliklerinin pozitif bir şekilde ilişkili olarak bulunmaları bu kavramların birbirini etkilediklerini dolayısıyla işletme yönetiminde dikkat edilmesi gereken hususlar olduklarını savunmuşlardır. Tekin Vd. (2005) lojistik sektörüne dönük çalışmalarında bilişim teknolojileri kullanımının işletme performansına etkileri anket yöntemi uygulanmış, araştırmaya katılan işletmeler, bilişim teknolojilerini kullanım amaçlarına ulaşma düzeyi açısından değerlendirildiğinde hizmet kalitesini artırma ve müşteri isteklerine hızlı cevap verebilme amacına ulaştıkları sonucunu almışlardır.

Bülbül vd. (2014) çalışmalarında tedarik zinciri ve işletme performansına bilişim teknolojilerinin etkisi irdelenmiş, anket yöntemi uygulanmış veriler doğrusal faktör analiz yöntemi ile analiz edilmiş, araştırmada, alıcı tedarikçi performansı ile işletme performansı arasında pozitif ilişki bulunmuştur. İşletmeler teslimat, maliyet ve kalitelerini geliştirerek pazarda rekabet üstünlüğü elde edebilecekleri ve üstün performansa sahip olabilecekleri sonucuna varmışlardır. Erciş ve Can (2013) tedarik zinciri yönetiminin inovasyon stratejileri etkisi incelenmiş, İstanbul Sanayi Odasının 2009 verilerine dayanarak oluşturduğu ilk 500 firmaya anket uygulaması yapılmıştır. Elde edilen verilere frekans dağılımı, ortalama ve standart sapma, yapısal eşitlik modelleme analizleri uygulanmıştır. Analizler sonucunda tedarik zinciri yönetiminin inovasyon stratejilerini etkilediği görülmüştür.

Bilginer vd. (2008) lojistik faaliyetlerin süreçsel etkinliğine etki eden faktörlerin değerlendirilmesi üzerine yapılan ampirik çalışmalarında üretim işletmelerinde lojistik faaliyetlerin süreçsel etkinliğine etki eden faktörlerin değerlendirilmesi, faktörler arasındaki ilişkilerin ortaya koyularak örgütsel performansa etkileri incelenmeye çalışılmıştır. Babacan (2003) lojistik sektörünün ülkemizdeki gelişimi ve rekabet vizyonu çalışmasında lojistik sektörünün yükselen başarıları, gelişme potansiyeli ve rekabet vizyonu, yönetici görüşlerini de kapsayan bir çerçeveden ele almıştır. Başkol (2014) tedarik zinciri ilişkilerinde başarı faktörü olacak güven unsur adlı kavramsal çalışmasında tedarik zinciri üyeleri arasında güvenin işlemsel maliyetlerin azalması, ilişkilerin geliştirilmesi ve rekabetçi avantajın sağlanması gibi konularda sağladığı faydalar da incelenmiştir. Kahya ve Aydın (2014) tedarik zinciri yönetiminde bilgi sistemleri ve deri hazır giyim sektöründe bir yazılım önerisi çalışmasında betimsel araştırma yönteminden vaka incelemesi uygulanmıştır, gelen malzemelerin giriş, kullanılan malzemelerin çıkış işlemlerini yapabilecek, tüm malzemelerin stok bilgilerine kolaylıkla ulaşılması hedeflenmiştir.

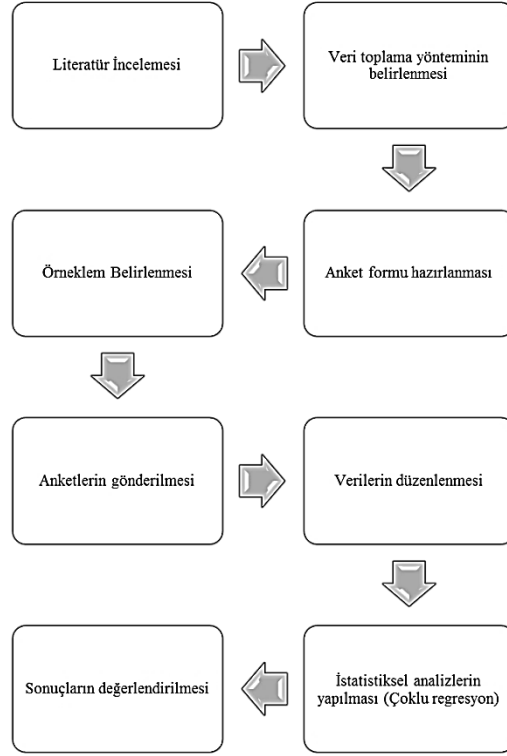
Akman ve Atakan (2006) otomotiv yan sanayii sektöründe, tedarik zinciri yönetiminde bulanık (AHP) yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performansının ölçülmüş, bulanık mantığa dayanan bir çerçeve ve metodoloji sunmuşlardır. Kriterlere göre tedarikçilerin sayısal değerler ile değerlendirilmesi yerine çok kötü, kötü, orta, iyi, daha iyi, mükemmel gibi dilsel değişkenler kullanılmıştır. Tedarikçi performansının değerlendirilmesi daha kolay ve daha doğru sonuçlara ulaşmışlardır. Yangınlar ve Sarı (2014) yeşil lojistik uygulamaları ve işletme performansı üzerine bir literatür araştırması çalışmasında yeşil lojistik uygulamalarının iş tatmini ve toplumun yaşam kalitesini arttırdığı ve müşteri memnuniyeti sağlanarak şirketlere değer yaratıldığı kanısına varmışlardır.

Bu çalışmada amaç; işletmelerin kalite ve fiyat baskısı altında, rekabet edebilmesi ve karlılığını artırabilmesi için bilişim sektörüne yönelik bir model önermektir. Çalışmada anket yöntemi ile sektörel araştırma yapılmış, korelasyon ve regresyon analizleri uygulanarak değerlendirilmiştir.

2. METODOLOJİ

Bu çalışmada tedarik zinciri yönetim uygulamalarının ve tedarik zinciri performansının işletme karlılığına olan katkısı ele alınmıştır. Bu bölümde çalışma kapsamında incelenen tedarik zinciri uygulamaları ve performansının işletme karlılığına olan etkisi ile ilgili ilk aşamada araştırma hipotezleri oluşturulmuştur.

Araştırmada veri toplama yöntemlerinden anket yolu ile veri toplama tercih edilmiştir. Daha sonra tedarik zinciri performansı, tedarik zinciri uygulamaları ve işletme karlılığını belirlemek için anket soruları hazırlanmıştır. Sorular hazırlanırken literatür ve bilişim sektöründeki uzmanların görüşlerine başvurulmuştur. Hazırlanan ankette deneklere tedarik zinciri performansı ile ilgili on dört, tedarik zinciri uygulama derecesine ilişkin on bir ve işletme karlılığı ile ilgili on beş soru yöneltilmiştir. Anket sorularına ilişkin cevaplar beşli likert ölçeğine göre tasarlanmıştır. Oluşturulan anket tedarik zinciri uygulayan tüm firmalara gönderilmektense zaman ve maliyet kısıtları göz önünde bulundurularak belirli bir sektör içinde önde gelen kuruluşlara gönderilecektir. Bir başka deyişle ana küleden belirli kıstaslara göre örneklem seçilecektir. Anketler firmalarda incelenen konu ile ilgili olan uzman kişilere gönderilecektir. Anketi cevaplama beklenen hedef katılımcılar, tedarik zinciri bölüm yöneticileri, lojistik ve satın alma birim yöneticileri, dış ticaret ve satış pazarlama birimleri hedef kitle olarak düşünülmüştür. Anketler belirlenen kişilere internetten e-posta yolu ile ulaştırılacaktır. Katılımcılardan yine e-posta yolu ile toplanan anketler ilk olarak veri düzenleme işlemine tabi tutularak SPSS 17 paket programı ile çoklu regresyon ve korelasyon testlerine tabi tutularak gerekli analizler yapıp, sonuçlar yorumlanacaktır. Çalışma dâhilinde araştırma metodolojisinde izlenen yol Şekil 1’de belirtilmiştir.



Şekil 1. Çalışma Metodolojisi

2.1. Korelasyon Analizi

Korelasyon analizinde, neden-sonuca dayalı olmadan sadece iki değişken arasındaki ilişkinin yönü ve şiddeti hesaplanır. Doğrusal ilişkileri ortaya çıkaran korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında değer alır. Katsayı pozitif ise, değişkenlerden biri artarken diğeri de artıyor; negatif ise, değişkenlerden biri artarken diğeri azalıyor olarak yorumlanabilir. İki değişken arasındaki ilişkinin kuvveti Tablo 1'e göre değerlendirilebilir (Nakip, 2003).

Tablo 1. Korelasyon Katsayıları İlişki Dereceleri

Korelasyon Katsayısı	Korelasyon Katsayısının Gücü
0,00 - 0,25	Çok zayıf düzeyde ilişki
0,26 - 0,49	Zayıf düzeyde ilişki
0,50 - 0,69	Orta düzeyde ilişki
0,70 - 0,89	Yüksek düzeyde ilişki
0,90 - 1,00	Çok yüksek düzeyde ilişki

2.2. Regresyon Analizi

Değişkenler arası ilişkilerin test edilmesinde regresyon analizinden yararlanılmıştır. Regresyon analizi, bağımlı değişkenin bir veya birden fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkinin matematiksel bir eşitlik ile açıklanma yöntemidir. (Büyüköztürk, 2011:91).

Diğer bir ifadeyle regresyon; üzerinde durulan değişkenlerden birinin bağımlı (y), diğerinin (x) bağımsız olması durumunda y'nin x'in bir fonksiyonu olarak ifade edildiği ilişkidir. Değişkenler arası neden sonuç ilişkisinin bulunmasını sağlar. Regresyon tek değişkenli ve çok değişkenli olmak üzere ikiye ayrılır. Tek değişkenli regresyon analizi bir bağımlı değişken ile bir bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi inceler. Çoklu regresyon analizi ise içinde bir adet bağımlı değişken ve birden fazla bağımsız değişkenin bulunduğu regresyon modelini ifade eder. Regresyon katsayısının önem testi ve güven sınırlarının tahmininde t dağılışı kullanılır ve t dağılışı ile yapılan test tahminlerindeki benzer işlem takip edilir.

$$\beta_{\text{üs}} = b + t_{\alpha/2 (n-2)} S_b \quad \text{ve} \quad \beta_{\text{as}} = b - t_{\alpha/2 (n-2)} S_b$$

Bu çalışmada, korelasyon ve çoklu regresyon analizi kullanılacaktır. Çoklu regresyon analizi, bir bağımlı değişkene etki edecek çok sayıda bağımsız değişkeni analize dahil ederek çoklu regresyon modeli uygulanmasıdır. Bu bağımlı değişkenler genellikle birden fazla sebebin sonucudur. Çok fazla sayıda değişken bir araya gelerek bir diğer değişkeni etkileyebilmektedir. Bu değişkenler aynı zamanda kendi aralarında da birbirlerini etkileyebilmektedir. Bu sebeple, bu tür birden fazla değişkenin kullanılması gereken durumlarda tekli regresyon analizi yapılması yerine birden fazla bağımsız değişken kullanılarak yapılan regresyon analizine "çoklu regresyon analizi (multiple regression analysis)" adı verilmektedir.

X_i 'ler bağımsız değişkenleri ve Y de bağımlı değişkeni göstermek üzere, en genel çoklu regresyon denklemi aşağıdaki gibi gösterilir.

$$Y = b_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + \dots + b_k X_k + u$$

3. UYGULAMA

Bu çalışmada bilişim sektöründe tedarik zinciri yönetim uygulamalarının işletme performans ve karlılığına olan katkısı ele alınmıştır. Bu aşamada çalışma kapsamında incelenen tedarik zinciri uygulamaları ve performansının işletme karlılığına olan etkisi ile ilgili oluşturulan araştırma hipotezlerinin test edilmesi ve araştırma amaçlarına ulaşılması için gerekli verilerin toplanma yöntemi, veri toplama aracı örneklemin seçimi ve analiz teknikleri hakkında bilgilere yer verilecektir.

Araştırma kapsamında ilk olarak tedarik zinciri performansı, tedarik zinciri uygulamaları ve işletme karlılığını belirlemek için anket soruları hazırlanmıştır. Sorular hazırlanırken literatür ve bilişim sektöründeki uzmanların görüşlerine başvurulmuştur. Hazırlanan ankette deneklere tedarik zinciri performansı ile ilgili on dört, tedarik zinciri uygulama derecesine ilişkin on bir ve işletme karlılığı ile ilgili on beş soru yöneltilmiştir. Cevaplar beşli Likert ölçeğine göre tasarlanmıştır. Geliştirilen anket, zaman ve maliyet tasarrufu sağlamak amacıyla bilişim sektörünün önde gelen elli işletmedeki konu ile ilgili uzman kişilere e-posta yoluyla gönderilmiştir. Anketi cevaplaması beklenen hedef katılımcılar, tedarik zinciri bölüm yöneticileri, lojistik ve satın alma birim yöneticileri, dış ticaret ve satış pazarlama birimleri hedef kitle olarak düşünülmüştür.

Cevaplanan toplam anket sayısı otuz bir olarak gerçekleşmiştir. Maliyet ve zaman kısıtı sebebiyle anket çalışmalarına son verilmiş otuz bir anketin yapılacak analizler için yeterli olduğu sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak ana kütle örnekleminde hedeflenen sektörü temsil eden entegretör, distribütör bazında %60 olarak gerçekleşmiştir. Anket sonuçlarının değerlendirilmesinde veri SPSS 17 paket programından yararlanılmıştır. Çalışma dahilinde araştırma metodolojisinde izlenen yol Şekil 1’de belirtilmiştir.

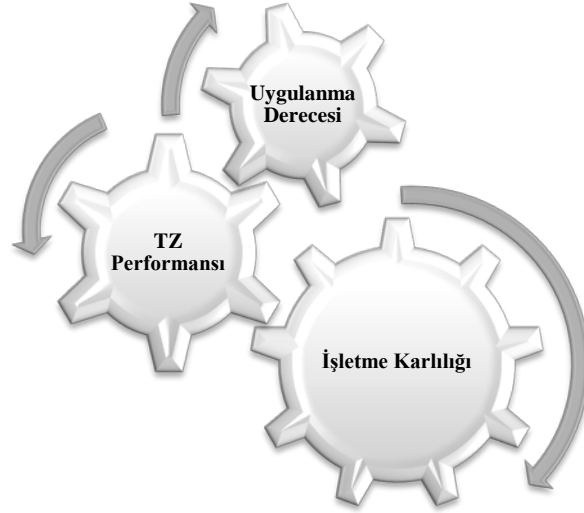
Anket sonuçları itibariyle on bir kategoride oluşan ölçüt, üç ana başlıkta toplanmış ve Tablo 2’de ifade edilen yapı ortaya çıkarılmıştır.

Tablo 2. Ölçeklerin güvenilirlik katsayıları

Ölçekler	Madde Sayısı	Cronbach Alpha Katsayısı
Uygulanma Derecesi	11	0,910
İşletme Performansı	14	0,865
İşletme Karlılığı	15	0,828

Tablo 2’de ölçeklerin güvenilirlik katsayıları gösterilmiştir. Tablo 2.’de görüldüğü üzere tüm ölçekler için alfa katsayıları 0,70’den büyüktür. Değerler incelendiğinde ölçeklerin içsel tutarlılığının yüksek olduğu görülmektedir. Ölçeklerin alfa katsayıları 0,828 ile 0,910 aralığında değerler almıştır. Bu sonuç ölçeklerin güvenilir olduğunu ve ölçülmek istenilen özelliğin büyük olasılıkla doğru biçimde ölçüldüğünü göstermektedir.

Değişkenlerin analizinde literatürde en çok tercih edilen enter metodu kullanılmıştır. Çoklu regresyon analizinde tedarik zinciri performansını temsil etmek için ankette tedarik zinciri performansını ölçmeye yönelik sorulan on dört sorunun ortalaması alınmıştır. Aynı şekilde tedarik zinciri uygulama derecesini temsilen ankette sorulan on bir ve işletme karlılığını temsilen ankette sorulan on beş sorunun ortalama değerleri alınmıştır.



Şekil 2. Tedarik zinciri yönetimi uygulanma sonucu

Buna göre çoklu regresyon analizinde tedarik zinciri performansı ve uygulama derecesi bağımsız değişkenler, işletme karlılığı ise bağımlı değişken olarak ele alınarak (bkz. Şekil 2) SPSS 17 paket programında gerekli analizler gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4. Model Özeti

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Standart Hata
1	0,874 ^a	0,764	0,746	0,27104

Buna göre Tablo 4'te bağımsız değişkenler olan uygulanma derecesi (X_1) ve işletme performansı (X_2) ile bağımlı değişken olan işletme karlılığının (Y) aralarındaki korelasyonun 0.874, determinasyon katsayısı ise $R^2=0.764$ olduğu görülmektedir. Korelasyon katsayısı $R=0,874$ bağımsız değişkenler olan tedarik zinciri performansı ve uygulama derecesi ile işletme karlılığı arasında Tablo 1'e göre Yüksek düzeyde pozitif yönde bir ilişki olduğunu göstermektedir. Determinasyon katsayısı $R^2=0.764$ ise uygulanma derecesi ile işletme performansındaki değişimin, işletme karlılığındaki artışın %76,4'ünü açıkladığı göstermektedir. Geri kalan kısım ise başka faktörler tarafından açıklanmaktadır.

Tablo 5. Varyans Analizi Tablosu

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kareler	F	Sig.
Regresyon	6,412	2	3,206	43,641	0,000 ^a
Artıklar	1,984	27	0,073		
Total	8,396	29			

Çoklu regresyon analizlerinin anlamlılığı varyans analizi (ANOVA) ile test edilmektedir (Aydın, 2014). Tablo 6' da ANOVA tablosu özeti aşağıdaki gibi verilmiştir. Varyans analizi ile değişkenlerin ortalamaları arasında fark olup olmadığı ile ilgili hipotez test edilmeye çalışılacaktır.

$$H_0 = \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 = \beta_j \neq 0 \text{ (En az bir tanesi sıfırdan farklı)}$$

F=43,641 ve Sig. = 0,00 değerine göre H_0 sıfır hipotezi red edilir. Bu durumda % 95 güven aralığında H_1 hipotezi kabul edilir. Buna göre işletme karlılığı, tedarik zinciri performansı ve uygulama derecesi arasında bir ilişki olduğu söylenebilir.

Tablo 6'da katsayılar tablosu özeti aşağıda verilmiştir. Bu tablo kullanılarak regresyon analizi formülü elde edilir. Parametrelere ait t istatistik değerlerinden modele dahil edilen her bir değişkenin ayrı ayrı (% 5 anlamlılık düzeyinde) anlamlı olmadığı görülmektedir.

Tablo 6. Regresyon Modeli Katsayı Değerleri

Model	Standartlaştırılmamış katsayılar		t	Sig.
	B	Std. Hata		
Sabit	0,609	0,415	1,467	0,154
Uygulama derecesi X_1	0,349	0,158	2,206	0,036
Tedarik zinciri performansı X_2	0,513	0,115	4,448	0,000

T testleri ile değişkenlerin anlamlı olup olmadığı bakılmakta, ANOVA tablosundaki F testi ile de modelin bütününlüğünün anlamlı olup olmadığı sonucuna varılmaktadır. Buna göre sabit sayının anlamlı olmadığı, uygulama derecesi ve tedarik zinciri performansının anlamlı olduğu görülmektedir. Yapılan regresyon analizi sonucu elde edilen denklem şu şekildedir;

$$\text{İşletme Karlılığı} = 0,609 + 0,349 \text{ Uygulama derecesi} + 0,513 \text{ Tedarik zinciri performansı}$$

Bu formül yardımıyla uygulama derecesi ve tedarik zinciri performansı değerlerini kullanarak işletme karlılığı tahmin edebilir.

Tablo 7'deki korelasyon tablosundan değişkenler arasındaki etkileşimler görülebilir. Korelasyon katsayılarını görmek amacıyla çift kuyruk pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Analiz sonuçları İşletme Karlılığı ile Uygulama derecesi arasında $R=0,769$ değerinde pozitif yönde yüksek bir ilişki olduğunu, İşletme Karlılığı ile Tedarik zinciri performansı arasında da $R=0,849$ düzeyinde pozitif yönde yüksek bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Tablo 7. Korelasyon Analiz Sonucu

		Uygulama Derecesi	İşletme Performansı	İşletme Karlılığı
Uygulama Derecesi	Pearson Correlation	1	0,742**	0,769**
	Sig. (2-tailed)		0,000	0,000
	N	31	30	31
Tedarik zinciri performansı	Pearson Correlation	0,742**	1	0,849**
	Sig. (2-tailed)	0,000		0,000
	N	31	30	31
İşletme Karlılığı	Pearson Correlation	0,769**	0,849**	1
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	
	N	31	30	31

4. SONUÇ

Günümüzde işletmeler, artan sert rekabet koşullarında piyasa tutunabilmek ve kar elde edebilmek için maliyetlerini kontrol altında tutmalıdırlar. Teknolojik gelişmeler, ekonomik değişimlerin yarattığı ölçüde yapısal değişiklikler ortaya çıkarmakta üretim taşıma pazarlama süreçlerini yeniden tasarlanması gerekliliğinin önemini artırmıştır. Tüketicinin ihtiyaçları ile işletmenin kaynakları arasında bir uyum olması gerekir. İşletmeye olan uygunluk, işletmenin kaynaklarının o pazar bölümündeki rekabete dayanabilme gücünü artırır (Akat, 2001). Böylece işletmelerde çalışan insan kaynağının uygunluğu, teknoloji ile müşteri arasındaki değişimlere tepki verecek uygunlukta hız, yaratıcılık, gelecek hakkında öngörüde bulunabilme sürekli gelişime adapte olma zorunluluğu getirmiştir.

Bu sebeple tedarik zinciri yönetiminin benimsenmesi ve uygulamaya alınması, mevcut tedarik zinciri yönetimi sistemlerinin geliştirilmesi firmanın rekabet gücünü artırmasında en önemli potansiyellerden biridir. Tedarik zinciri uygulamaları ürün stratejisinde olduğu gibi, tüm işletme stratejisi için önem taşımaktadır. Yapılan bu çalışma neticesinde tedarik zinciri uygulamalarının müşteri memnuniyetine, işletme performansı ve işletme karlılığı ile doğrudan ilişki olduğu gözlenmiştir. Yani, benimsenme derecesi ile işletme performansı, işletme karlılığını etkilemektedir. Bir başka ifade ile benimsenme derecesi ile işletme performansının, işletme karlılığı arasında bir ilişki bulunmaktadır. Bundan sonraki çalışmalarda kullanılan yöntem, farklı sektörler için ve ölçüt parametreleri değiştirilerek uygulanabilir. Sektörlere kendini görmesi açısından yararlı olacaktır.

Gelecek, minimum maliyet ile müşteri memnuniyetini ön planda tutan ve karını devam ettirebilen firmaların olacaktır. Rekabet ise işletmeler arasında değil, tedarik zincirleri arasında yaşanacaktır.

KAYNAKÇA

- Ada, E., (2010), “Tedarik Zincirinde Toplam Kalite Yönetimi”, Kadir Has Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Akat, Ö., (2001), Uluslararası Pazarlama Karması ve Yönetimi, Bursa, Ekin Kitapevi.
- Akman, G., Alkan, A., (2006), “Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayiinde Bir Uygulama”, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 5(9), 23-46.
- Arslantürk, Z., (1997), Sosyal Bilimler İçin Araştırma Metot ve Teknikleri, İstanbul, Marmara Üniversitesi İlahiyat Vakfı Yayınları.
- Aydın, D., (2014), Uygulamalı Regresyon Analizi-Kavramlar ve R Hesaplamaları, Nobel Yayınları, Ankara.
- Babacan, M., (2003), Lojistik Sektörünün Ülkemizdeki Gelişimi ve Rekabet Vizyonu, Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ege Akademik Bakış, 3 (1-2), 8-15.
- Başkol, M., (2014), “Tedarik Zinciri İlişkilerinde Başarı Faktörü Olarak Güven Unsuru: Kavramsal Bir Çalışma” Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 10(21), 129-146.
- Bilginer, vd., (2008), “Lojistik Faaliyetlerin Süreçsel Etkinliğine Etki Eden Faktörlerin Değerlendirilmesi Üzerine Ampirik Bir Çalışma”, Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, 22, 277-296.
- Bülbül, H., Özçiftçi, V., Özoğlu, B., (2014), “Tedarik Zinciri ve İşletme Performansına Bilişim Teknolojilerinin Etkisi” Niğde Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 1, 95-106.
- Büyüköztürk, Ş., (2011), Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı, Ankara, Pegem Akademi.
- Bollen, A., (1998), Structural Equations With Latent Variables, New York, USA John Wiley, Sons Inc.
- Ciravoğlu, G., (2006), “Tedarik Zinciri Yönetim Uygulamaları ve Performans Üzerine Etkilerinin Analizi”, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Demirtaş, M., (2008), “Tedarik Zinciri Yönetiminde Tahminleme ve Planlama İşbirliğinin Rekabet Gücüne Etkisi: Tekstil Sektöründe Bir Uygulama”, Afyon Kocatepe Üniversitesi, İşletme Anabilim Dalı Doktora Tezi.
- Gülen, K., (2005), “Lojistik Hizmetlerde Dış Kaynak Kullanımının Yaygınlaşması ve Tedarikçi İşletmelerde Gelişim Stratejileri”, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8, 29-48.

- Gök, M. Ş., (2005), “ERP Sistemlerinin Firma Performansına Etkileri Üzerine Bir Saha Araştırması” V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 25-27 Kasım 2005, 399-404.
- Göksu, N., Eren, A., (2010), “Tedarik Zinciri Yönetiminin Rekabet Öncelikleri ve Örgütsel Performansa Etkileri: Türkiye’de Bir Alan Çalışması”, Karamanoğlu M. Bey Üniversitesi, Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 12, 85-94.
- Ecevit, Z., (2002), “Tedarik Zinciri Uygulamalarının İşletmenin Rekabet Gücü Üzerine Etkisi”, Celal Bayar Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Erciş A., Can, P., (2013), “Tedarik Zinciri Yönetiminin İnovasyon Stratejilerine Etkisi Üzerine Bir Araştırma”, Karabük Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3(2), 95-122.
- Erdem, G., (2013), “Tedarik Zinciri Yönetimi Uygulamalarının Benimsenmesinin, Tedarik Zinciri ve İşletme Performansına Etkisi”, Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Erk, Ç., (2009), “Müşteri İçin Değer Yaratma, Müşteri Sadakati Oluşum Süreci ve Şirket Performansı Etkileri Üzerine Analizi”, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Hoyle, R., Panter, A., (1995), “Writing About Structural Equation Models, Structural Equation Modelling Concepts”, Issues, and applications, In Hoyle, Rick H. (Ed), London, UK. Sage Publications Inc.
- Kahya, S. Ö., Aydın, S. (2014), Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilgi Sistemleri ve Deri Hazır Giyim Sektörüne Bir Yazılım Önerisi, *Tekstil ve Mühendis*, 21: 96, 27-36.
- Kurtuluş, K., (1998), Pazarlama Araştırmaları, İstanbul, Avcıol Basım Yayın.
- Malhotra, K., Varun G., (1998), “An Assessment of Survey Research in Pom: From Constructsto Theory”, *Journal of Operations Management*, Vol. 16, 407-425.
- Nakip, M., (2003), “Pazarlama Araştırmaları, Teknikler ve (SPSS Destekli) Uygulamalar, Ankara Seçkin Yayınevi.
- Özdemir, İ., (2004), “Tedarik Zinciri Yönetimin Süreçleri ve Yararları”, *Erciyes Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 23, 87-96.
- Susuz, Z., (2005), “Analitik Hiyerarşi Prosesine Dayalı Optimum Tedarikçi Seçim Modeli”, Çukurova Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Tanyaş, M., (2011), “Tedarik Zinciri Yönetimi Eğitim Notları”, Mars Lojistik Logiclup, İstanbul.
- Tekin, M., Zerenler, M., Bilge A., (2005), “Bilişim Teknolojileri Kullanımının İşletme Performansına Etkisi: Lojistik Sektöründe Bir Uygulama”, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8, 115-129.

Tüzün, V. , (2006), Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimi Eğitimi, Seminer Notları, İstanbul.

Ungan, C., (2011), “En İyi Tedarik Zinciri Uygulamaları ve Bir Saha Çalışması”, Süleyman Demirel Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 2, 307-322.

Ünüvar, M., (2009), Tedarik Zinciri Uygulamalarının Örgütsel Yapıya Etkisi Üzerine Bir Araştırma” Ege Akademik Bakış Dergisi, 9, 559-592.

Yangınlar, G., Sarı, K., (2014), III. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, 15-17 Mayıs 2014 Trabzon, 178-187.

Yıldızöz, H., (2006), “Tedarik Zinciri Yönetimi ve Bir Uygulama”, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Yüksel, H., (2002), “Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilgi Sistemlerinin Önemi”, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3, 261-279

Araştırma Makalesi

PERSONEL SEÇİM PROBLEMİ İÇİN DOĞRUSAL FİZİKİ PROGRAMLAMA YAKLAŞIMI

Mehmet Ali İLGİN¹ Eda DEĞİRMENCİ Selin DEMİRTEPE

ÖZ

Son yıllarda teknoloji ve rekabetin hızla gelişmesiyle birlikte personel seçim süreci önem kazanmıştır. Bu sürecin objektif ve sistematik bir şekilde yürütülmesi için literatürde çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerde seçim sürecinde kullanılan kriterlerin ağırlıkları doğrudan karar vericiler tarafından belirlenmekte ve bu ağırlıkların tutarlılığı çok düşük olabilmektedir. Bu çalışmada personel seçimi için doğrusal fiziki programlama kullanılmış ve karar vericilerin personel seçiminde kullanılan kriterler (tecrübe, dil seviyesi vb.) için tercihlerini fiziki olarak anlamlı bir şekilde ifade etmelerine olanak sağlanmıştır. Kriter ağırlıkları karar vericilerin tercihlerine göre doğrusal fiziki programlamaya özgü bir algoritma tarafından belirlenmiş ve böylece karar vericiler ağırlık belirleme sürecinde doğrudan yer almamıştır. Yöntemin daha iyi anlaşılabilmesi için özel bir hastanede yapılan personel seçim uygulaması sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Doğrusal fiziki programlama, hastane, personel seçimi.

A LINEAR PHYSICAL PROGRAMMING APPROACH TO PERSONNEL SELECTION PROBLEM

ABSTRACT

Personnel selection process has gained importance in recent years due to rapidly developing technology and competition. Various methodologies have been developed in the literature for the objective and systematic implementation of the personnel selection process. In those methodologies, weights of the selection criteria are determined directly by decision makers and the consistency of those weights could be very low. In this study, linear physical programming is employed for personnel selection and decision makers are allowed to express their preferences over the personnel selection criteria (experience, language level etc.) in a physically meaningful way. Criteria weights are determined by an algorithm peculiar to linear physical programming and thus decision makers are not included directly in the weight assignment process. A personnel selection application carried out in a private hospital is presented for a better understanding of the methodology.

Keywords: Linear physical programming, hospital, personnel selection.

Makale Gönderim Tarihi: 14.08.2015

Kabul Tarihi: 19.01.2016

¹ *Celal Bayar Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, mehmetali.ilgin@gmail.com*

1. GİRİŞ

Günümüzün küresel ve yenilikçi iş dünyasında bir işletmenin verimliliğini ve rekabet gücünü belirleyen en önemli faktör işgücünün bilgi ve birikimidir. Bir işletmenin işgücü dışında kullandığı tüm üretim faktörlerinin bir başka işletme tarafından kopyalanması mümkündür. Diğer bir deyişle teknoloji, sermaye ve hammadde gibi üretim faktörleri bir yerden alınıp başka bir yerde çok hızlı bir şekilde çoğaltılabilmektedir. Buna karşın, işgücünün bu şekilde çoğaltılması mümkün değildir (Acar, 2000). Bu nedenle insan kaynaklarının etkin bir şekilde yönetilmesi işletmeler için hayati bir öneme sahiptir.

Doğru işe doğru insanı seçmek olarak tanımlanabilecek “personel seçimi”, insan kaynakları yönetiminin en önemli faaliyetlerinden biridir (Dagdeviren, 2007). Objektif kriterlere dayanan ve işletmenin hedefleri göz önüne alınarak gerçekleştirilen bir personel seçim süreci sonucunda işe alınan çalışanın işletmenin verimliliğine olan katkısı daha yüksek olacaktır. Buna karşın, subjektif değerlendirmelerin ağırlıkta olduğu ve sadece yöneticilerin kişisel görüş ve deneyimlerine dayalı olarak gerçekleştirilen personel seçim süreci hem işe alınan kişi ve hem de işletme için bir dizi sorunlara yol açacaktır. İş kazası sayısında artış, iş ile işçi arasındaki uyumsuzluk, personelin çalışma arkadaşlarıyla yaşadığı problemler ve işletme verimindeki düşüş bu sorunlar içinde en önemli olanlardır (Yıldız ve Aksoy, 2015).

İşletmelerin yukarıda belirtilen sorunları yaşamaması için literatürde pek çok yöntem önerilmiştir. Personel seçim sürecinin çok sayıda kriterin aynı anda göz önüne alınmasını gerektirmesinden dolayı, bu yöntemlerin çoğunda çok kriterli karar verme teknikleri kullanılmıştır. Analitik Hiyerarşi Süreci (Adıgüzel, 2009; Yıldız ve Aksoy, 2015), Analitik Ağ Süreci (Dagdeviren ve Yüksel, 2007), Topsis (Kelemenis ve Askounis, 2010; Dursun ve Karsak, 2010), Promethee (Dereli vd., 2010) ve Moora (Tepe ve Görener, 2014) gibi çok kriterli karar verme tekniklerine dayalı personel seçim yöntemleri geliştirilmiştir. Birden fazla çok kriterli karar verme yöntemini entegre eden yaklaşımlar da bulunmaktadır. Bu doğrultuda, Dematel-Analitik Ağ Süreci (Aksakal ve Dağdeviren, 2010), Moora-AHP (Tepe ve Görener, 2014), Topsis-AHP (Koyuncu ve Özcan, 2014) yöntemleri bir arada kullanılarak personel seçim süreci desteklenmiştir.

Literatürde yer alan ve yukarıda örnekleri sunulan çok kriterli karar verme tekniklerine dayalı yöntemlerin en önemli dezavantajı karar vericinin personel seçiminde kullanılan kriterler için ağırlık belirleme yöntemidir. Kimi çalışmalarda ağırlıklar yüzdesel değerler olarak doğrudan karar vericiden istenirken kimi çalışmalarda ise analitik hiyerarşi süreci tekniği kullanılmakta ve karar vericinin yaptığı kriterler arası karşılaştırmalara göre kriter ağırlıkları belirlenmektedir. Bu karşılaştırmalarda kullanılan 1-9 skalası karar verici için somut bir anlam ifade etmediğinden yapılan karşılaştırmaların ve bu karşılaştırmalar sonucunda elde edilen kriter ağırlıklarının tutarlılığı çok düşük olabilmektedir.

Bu çalışmada, doğrusal fiziki programlama yöntemi kullanılarak karar vericilerin personel seçiminde kullanılan kriterler (yaş, eğitim düzeyi vb.) için tercihlerini fiziki olarak anlamlı bir şekilde ifade etmelerine olanak sağlanmıştır. Karar vericilerin kriterler için belirttiği değerler göz önüne alınarak kriter ağırlıkları doğrusal fiziki programlamaya özgü bir algoritma kullanılarak hesaplanmıştır. Böylece, daha önce önerilen yöntemlerde tutarlılıkla ilgili sorunlara yol açan ve karar vericileri soyut karşılaştırmalar yapmaya iten ağırlık belirleme süreci ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca, doğrusal fiziki programlama yönteminin personel seçim sürecinde kullanımına ilişkin olarak İzmir’de faaliyet gösteren özel bir hastanede yapılan uygulama sunulmuştur.

2. DOĞRUSAL FİZİKİ PROGRAMLAMA

Analitik hiyerarşi süreci ve amaç programlama gibi çok kriterli karar verme tekniklerinde temel zorluk fayda fonksiyonunun formülasyonu içinde ağırlıkların karar verici tarafından belirlenmesidir. Doğrusal Fiziki Programlama (Messac vd., 1996) bu zorluğu, karar vericiye her bir kriter için tercihlerini 4 adet sınıf fonksiyonu kullanarak ifade etme olanağı sağlayarak ortadan kaldırmaktadır. Karar verici tarafından her bir kriter için belirlenen tercih değerlerine göre doğrusal fiziki programlamaya özgü bir algoritma tarafından kriter ağırlıkları belirlenmektedir. Böylece karar verici ağırlık belirleme sürecinde doğrudan yer almamaktadır.

Doğrusal fiziki programlamada, karar verici her bir kriter için aşağıda verilen 4 sınıf fonksiyonundan birini kullanabilir:

- Küçük olan daha iyi (Sınıf 1S)
- Büyük olan daha iyi (Sınıf 2S)
- Değer daha iyi (Sınıf 3S)
- Aralık daha iyi (Sınıf 4S)

Bu sınıf fonksiyonlarına ilişkin grafikler Şekil 1’de sunulmaktadır. Bu grafiklerde, yatay eksen de değerlendirilen kritere ilişkin değerler (g_p) yer almaktadır. Dikey eksen ise bu kriter için minimize edilmek istenen fonksiyonu (sınıf fonksiyonu) (z_p) içermektedir. Sınıf fonksiyonunun küçük değerler alması istenir ve ideal değeri sıfırdır. Herhangi bir alternatif değerlendirilirken yatay eksenindeki tercih aralıkları p . kritere ilişkin değerleri kategorize etmek için kullanılır. Bu aralıklar 2S sınıfı için aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

- $g_p \leq t_{p5}^-$ (Kabul edilemez aralık)
- $t_{p5}^- \leq g_p \leq t_{p4}^-$ (Hiç istenmeyen aralık)
- $t_{p4}^- \leq g_p \leq t_{p3}^-$ (İstenmeyen aralık)
- $t_{p3}^- \leq g_p \leq t_{p2}^-$ (Tolere edilebilir aralık)

- $t_{p2}^- \leq g_p \leq t_{p1}^-$ (İstenen aralık)
- $g_p \geq t_{p1}^-$ (İdeal aralık)

Karar verici p . kriter için tercihlerini t_{p5}^- 'den t_{p1}^- 'e kadar olan değerleri belirleyerek ifade eder. Örneğin, değerlendirilen kriter “kar” ise t_{p5}^- 'den t_{p1}^- 'e kadar olan değerleri içeren tercih vektörü karar verici tarafından Türk Lirası (TL) cinsinden şu şekilde belirlenebilir: (1000,2000,3000,4500,6000). Bu tercih vektörüne göre, 800 TL kar sunan bir alternatif “kabul edilemez aralıkta” yer alacaktır. Buna karşın, 5000 TL kar sunan bir alternatif ise “istenen aralıkta” yer alacaktır.

Doğrusal fiziki programlama yöntemi uygulanırken aşağıda verilen dört adım izlenir:

1. Karar verici alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan her bir kriter için Şekil 1'de verilen sınıf fonksiyonlarından birini belirler.
2. Her bir kriter için karar verici, çekicilik derecelerinin farklı aralıklarını (hedef değerleri) tanımlar. Şekil 1'de verilen fonksiyonların yatay eksenlerinde görüldüğü gibi bu değerlerden sınıf 1S'te 5 tane, sınıf 2S'te 5 tane, sınıf 3S'te 9 tane ve sınıf 4S'te 10 tane bulunmaktadır.
3. Aşağıda adımları verilen doğrusal fiziki programlama ağırlık algoritması kullanılarak ağırlıklar belirlenir (Messac vd., 1996).

- I. Başlama:
 $\beta = 1.1; w_{p1}^+ = 0, w_{p1}^- = 0; \tilde{z}^2$
= küçük pozitif bir sayı (örneğin, 0.1)
 $p = 0; s = 1, n_{SC} = \text{kriter sayısı}$
- II. $p = p+1$
- III. $s = s+1$
Sırayla aşağıdaki parametreleri değerlendir:
 $\tilde{z}^s, \tilde{t}_{ps}^+, \tilde{t}_{ps}^-, w_{ps}^+, w_{ps}^-, \tilde{w}_{ps}^+, \tilde{w}_{ps}^-, \tilde{w}_{min}$
Eğer \tilde{w}_{min} seçilmiş küçük pozitif bir değerden (örneğin 0.01) daha az ise β 'yi arttır ve II. adıma git.
- IV. Eğer $s \neq 5$ ise III. Adıma git.
- V. Eğer $p \neq n_{SC}$ ise II. Adıma git.

Burada; p kriter indisini, s aralık indisini, w_{ps}^+ ve w_{ps}^- p . kriterin s . aralıktaki sırasıyla pozitif ve negatif ağırlıklarını, \tilde{z}^s s . aralık boyunca sınıf fonksiyonunun değerindeki değişimi, \tilde{t}_{ps}^+ ve \tilde{t}_{ps}^- p . kriterin sırasıyla pozitif ve negatif taraflarındaki s . aralıkların uzunluklarını, \tilde{w}_{ps}^+ ve \tilde{w}_{ps}^- sırasıyla pozitif and negatif normalize edilmiş ağırlıkları, \tilde{w}_{\min} , \tilde{w}_{ps}^+ ve \tilde{w}_{ps}^- değerlerinin minimumunu ifade etmektedir. β hesaplamada kullanılan konveksite ile ilgili bir parametredir.

Pozitif ve negatif ağırlıklar aşağıdaki denklemler kullanılarak hesaplanmaktadır:

$$w_{ps}^+ = \frac{\tilde{z}^s}{\tilde{t}_{ps}^+} \quad (1)$$

$$w_{ps}^- = \frac{\tilde{z}^s}{\tilde{t}_{ps}^-} \quad (2)$$

Yukarıdaki iki denklemde geçen \tilde{z}^s , \tilde{t}_{ps}^+ ve \tilde{t}_{ps}^- değerleri aşağıda verilen denklemler kullanılarak hesaplanmaktadır:

$$\tilde{z}^s = \beta(n_{sc} - 1)\tilde{z}^{s-1} \quad (3)$$

$$\tilde{t}_{ps}^+ = t_{ps}^+ - t_{p(s-1)}^+ \quad (4)$$

$$\tilde{t}_{ps}^- = t_{ps}^- - t_{p(s-1)}^- \quad (5)$$

Denklem 1 ve 2 kullanılarak elde edilen pozitif ve negatif ağırlıklar aşağıdaki denklemler yoluyla normalize edilerek, pozitif ve negatif normalize ağırlıklar elde edilir:

$$\tilde{w}_{ps}^+ = \frac{w_{ps}^+}{\sum_{s=2}^5 w_{ps}^+} \quad (6)$$

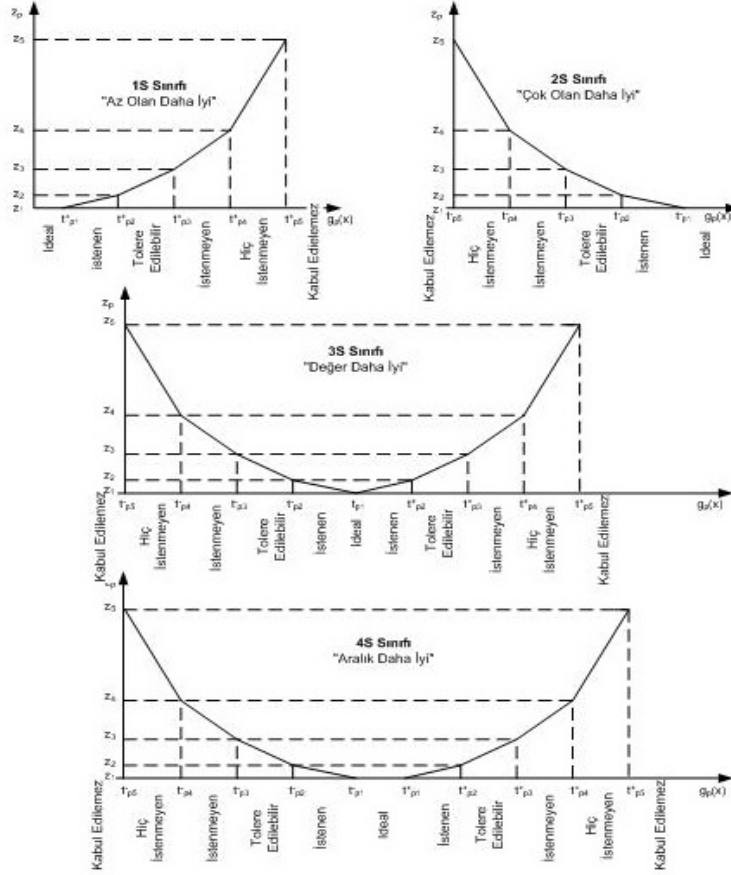
$$\tilde{w}_{ps}^- = \frac{w_{ps}^-}{\sum_{s=2}^5 w_{ps}^-} \quad (7)$$

4. Her bir alternatif için toplam sapma değeri (J) hesaplanır. Bir alternatif için toplam sapma değeri tüm kriterler ($p=1,2,\dots,n_{sc}$) ve bu kriterlere ilişkin tüm aralıklar ($s=2,3,4,5$) boyunca sapma değerlerinin ağırlıklandırılmış toplamı olarak aşağıdaki denklemlerle hesaplanır:

$$J = \sum_{p=1}^{n_{sc}} \sum_{s=2}^5 (\tilde{w}_{ps}^- \cdot d_{ps}^- + \tilde{w}_{ps}^+ \cdot d_{ps}^+) \quad (8)$$

Burada, d_{ps}^- ve d_{ps}^+ değerlendirilen alternatifin p . kriter için hedef değerlerden sapmalarını ifade etmektedir. En küçük toplam sapma değerine sahip olan alternatif en iyi alternatif olarak önerilir.

Makina mühendisliği alanında özellikle tasarım konusunda doğrusal fiziki programlamayı kullanan çok sayıda çalışma mevcuttur. Endüstri mühendisliği alanında yapılan çalışmalar ise tedarik zinciri yönetimi, tersine lojistik, üretim planlama, güvenilirlik, bakım ve kalite konularında yoğunlaşmıştır. Personel seçimi ve insan kaynakları yönetimi konularında doğrusal fiziki programlama kullanılarak yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Doğrusal fiziki programlama uygulamaları hakkında daha fazla bilgi edinmek için Ilgin ve Gupta, 2012 tarafından yapılan literatür taraması incelenebilir.



Şekil 1. Doğrusal Fiziki Programlamada Kullanılan Sınıf Fonksiyonları

3. BİR HASTANEDE PERSONEL SEÇİM SÜRECİNDE DOĞRUSAL FİZİKSEL PROGRAMLAMA KULLANIMI

Çalışmanın gerçekleştirildiği hastane İzmir'de hizmet vermekte olup 25 adet tıbbi birimi bulunmaktadır. Hastanenin tıbbi birimleri için ihtiyaç duyduğu personellerin seçimi için bu çalışmada doğrusal fiziki programlamaya dayalı bir yaklaşım geliştirilmiştir. Bu yaklaşım hastanenin ihtiyaç duyduğu tüm personel tipleri

(pratisyen doktor, uzman doktor ve hemşire) için uygulanmış olup bu çalışmada örnek olması açısından uzman doktor personeli için izlenen adımlar açıklanacaktır.

İlk olarak hastanede çalışmak üzere başvuruda bulunan uzman doktorların değerlendirileceği kriterler hastane yönetimi ile yapılan görüşmeler sonucunda aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

- Tecrübe
- Talep edilen maaş
- İngilizce seviyesi
- Hastane ile ikamet edilen yer arası mesafe
- Disiplin, kınama ve uyarı cezalarının sayısı
- Günde bakılabilecek hasta sayısı

Değerlendirme kriterleri arasında yer alan tecrübe, doktorun uzmanlığını aldığı alanda çalıştığı yıl sayısı olarak değerlendirilmiştir. Doktorun tecrübesinin yüksek olması istenmektedir. Talep edilen maaş ise doktor ile yapılan görüşmede Türk Lirası (TL) olarak talep ettiği aylık ücrettir ve hastane yönetimi için bu ücretin düşük olması tercih sebebidir. Doğrusal fiziki programlamada sapmalara dayalı karşılaştırmaların daha doğru yapılabilmesi için Tablo 1’de görülebileceği gibi maaş aralıkları seviyelendirilmiştir. Her 100 TL için bir seviye artış yapılmıştır. Örneğin 2500 TL isteyen bir doktor için maaş seviyesi 0 iken 2800 TL isteyen bir doktor için 3 olacaktır. Yabancı hastaların varlığından dolayı İngilizce seviyesi hastane yönetimi tarafından dikkate alınan bir diğer kriterdir ve İngilizce seviyesi, 12 en iyi olmak üzere yapılan İngilizce testinin sonuçlarına göre 12 puan üzerinden değerlendirilmektedir. Hastaların durumlarında oluşabilecek tehlikeli değişimlere günün her saati en kısa sürede müdahalede bulunulabilmesi için, hastane yönetimi doktorların hastaneye olabildiğince yakın bir konumda ikamet etmelerini de önemli bir kriter olarak düşünmektedir. Hastane ile ikamet edilen yer arası mesafe kilometre (km) olarak değerlendirilmiştir.

Doktorun hastalarla, hastane yönetimiyle ve hastanedeki diğer çalışanlarla sorun yaşamaması ve hastanenin hastalar gözündeki imajını zedelememek için alınan disiplin, kınama ve uyarı cezalarının sayısının olabildiğince az olması istenmektedir. Müşteri memnuniyetini arttırmak ve doktordan daha fazla faydalanabilmek için hastane yönetimi bir doktorun günde bakabileceği hasta sayısının olabildiğince yüksek olmasını istemektedir. Doğrusal fiziki programlamada sapmalara dayalı karşılaştırmaların daha doğru yapılabilmesi için Tablo 2’de görülebileceği gibi bakılabilecek hasta sayısı seviyelendirilmiştir. 20 hasta 0. seviye olmak üzere her iki hasta için seviye bir arttırılmıştır. Örneğin günde 30 hastaya bakabilen bir doktor için seviye 5 iken 36 hastaya bakabilen bir doktor için 8 olacaktır. Hasta sayısının 35 (tek sayı) olması durumunda ise seviye 7.5 olarak alınacaktır.

Tablo 1. Uzman Doktor için Maaş Aralığı Seviyeleri

Maaş Aralığı	Seviyelendirme
2500-2900	0-4
3000-3400	5-9
3500-3900	10-14
4000-4400	15-19
4500-4900	20-24
5000 ve daha fazla	25 ve daha fazla

Tablo 2. Uzman Doktor için Hasta Sayısı Seviyeleri

Hasta Sayısı	Seviyelendirme
20-28	0-4
30-38	5-9
40-48	10-14
50-58	15-19
60-68	20-24
70 ve daha fazla	25 ve daha fazla

Bu bilgilere göre hastane yönetiminin belirlediği kriterlerden üçü (Talep edilen maaş, Hastane ile İkametgah Adresi Arası Mesafe ve Alınan Disiplin, Kınama ve Uyarı Cezalarının Sayısı) Sınıf 1S (küçük olan daha iyi) ve diğer üçü de (Tecrübe, İngilizce Seviyesi ve Günde Bakılabilecek Hasta Sayısı) Sınıf 2S (büyük olan daha iyi) olarak değerlendirilmiştir.

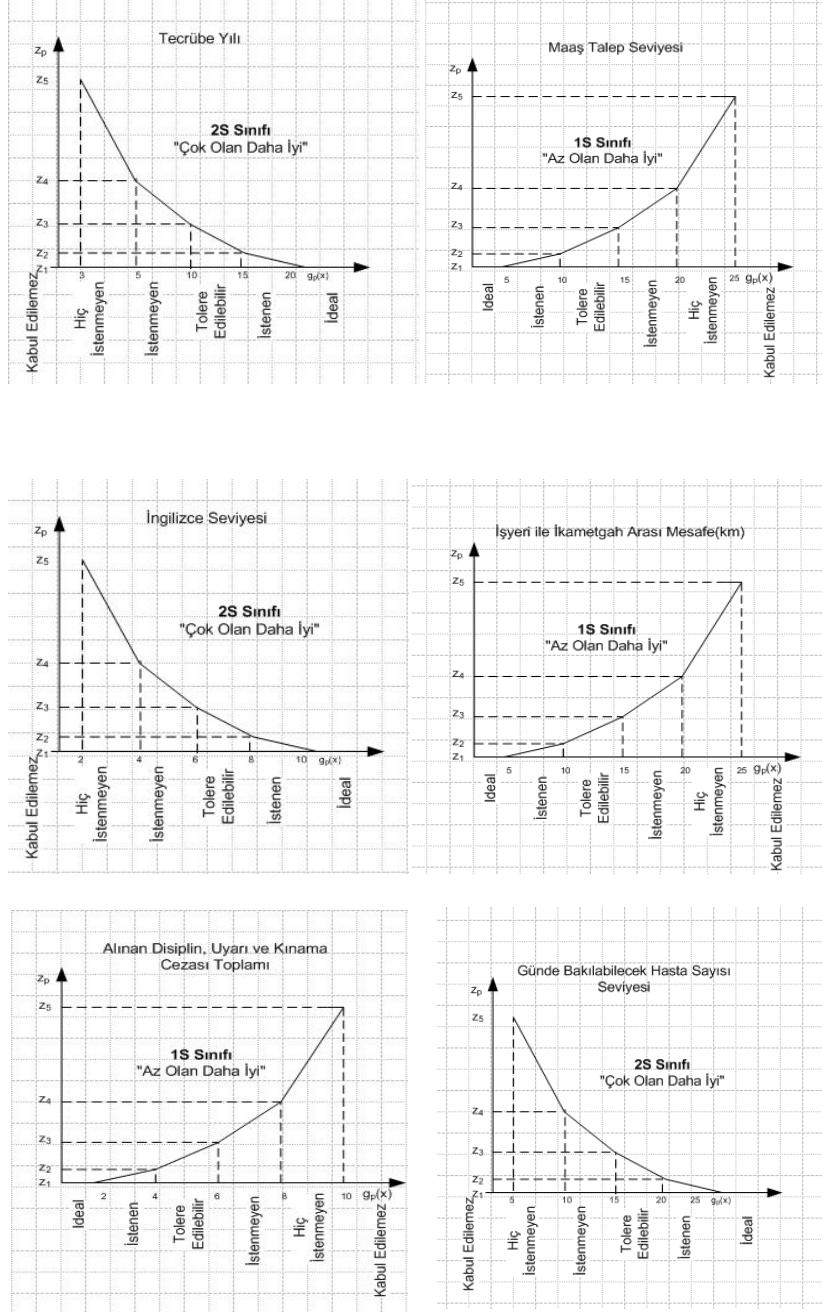
Kriterlerin belirlenmesinden sonra hastane yönetiminden kriterlere ilişkin tercihlerini belirtmesi istenmiş ve bu tercihler Tablo 3'te sunulmuştur. Bu tercihlere göre doğrusal fiziki programlamada dikkate alınacak hedef değerler Tablo 4'te gösterildiği şekilde belirlenmiştir. Her bir kriter için oluşturulan sınıf fonksiyonları Şekil 2'de sunulmuştur.

Tablo 3. Uzman Doktor İçin Seçim Kriterleri ve Değerleri

Kriterler	Kabul Edilemez	Hiç İstenmeyen	İstenmeyen	Tolere Edilebilir	İstenen	İdeal
Tecrübe (g_1)	3 ve daha az	3-5	5-10	10-15	15-20	20 ve daha fazla
Maaş Talep Seviyesi (g_2)	25 ve daha fazla	20-25	15-20	10-15	5-10	5 ve daha az
İngilizce Seviyesi (g_3)	2 ve daha az	2-4	4-6	6-8	8-10	10 ve daha fazla
Hastane ile İkametgah Adresi Arası Mesafe (g_4)	25 ve daha fazla	20-25	15-20	10-15	5-10	5 ve daha az
Disiplin, Kınama ve Uyarı Cezalarının Sayısı (g_5)	10 ve daha fazla	8-10	6-8	4-6	2-4	2 ve daha az
Günde Bakılabilecek Hasta Sayısı Seviyesi (g_6)	5 ve daha az	5-10	10-15	15-20	20-25	25 ve daha fazla

Tablo 4. Doğrusal Fiziki Programlama için Hedef Değerler

Kriterler (Sınıf 1S)	t_{p1}^+	t_{p2}^+	t_{p3}^+	t_{p4}^+	t_{p5}^+
Maaş Talep Seviyesi (g_2)	5	10	15	20	25
Hastane ile İkametgah Adresi Arası Mesafe (g_4)	5	10	15	20	25
Disiplin, Kınama ve Uyarı Cezalarının Sayısı (g_5)	2	4	6	8	10
Kriterler (Sınıf 2S)	t_{p1}^-	t_{p2}^-	t_{p3}^-	t_{p4}^-	t_{p5}^-
Tecrübe (g_1)	20	15	10	5	3
İngilizce Seviyesi (g_3)	10	8	6	4	2
Günde Bakılabilecek Hasta Sayısı Seviyesi (g_6)	25	20	15	10	5



Şekil 2. Uzman Doktor Seçiminde Kullanılan Kriterlere İlişkin Sınıf Fonksiyonları

Uzman doktor kadrosu için yapılan başvurular ön değerlendirmeye tabi tutulmuş ve bu değerlendirme sonunda seçilen beş aday ile görüşme yapılmıştır. Bu görüşmeler sonucunda adayların seçim kriterleri için sahip olduğu değerler belirlenmiş ve Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5. Uzman Doktor Adaylarına Ait Kriter Değerleri

Kriterler	Doktor 1	Doktor 2	Doktor 3	Doktor 4	Doktor 5
Tecrübe Yılı	7	3	15	5	30
Maaş Talebi	4000	3200	5000	4500	5000
İngilizce Seviyesi	8	7	9	10	10
Hastane ile İkametgah Adresi Arası Mesafe	22	25	19	18	8
Disiplin, Kınama ve Uyarı Cezalarının Sayısı	1	0	0	0	0
Günde Bakabileceği Hasta Sayısı	50	35	45	40	60

Tablo 5’te verilen maaş talebi ve günde bakabileceği hasta sayısı kriterlerine ilişkin değerler Tablo 1 ve Tablo 2 kullanılarak seviyelendirilmiştir. Daha sonra, çalışmanın ikinci bölümünde sunulan doğrusal fiziki programlama ağırlık algoritması C++ kullanılarak kodlanmış ve Tablo 6’da gösterilen normalize edilmiş ağırlıklar bulunmuştur. Alternatiflere ilişkin denklem 8’de verilen toplam sapma değerlerini bulmak üzere her bir alternatif için bir Lingo modeli oluşturulmuştur. Bu modeller ağırlık algoritması ile bulunan normalize edilmiş ağırlıklar ve Tablo 5’te verilen aday doktorların her bir kriterden aldıkları değerlerle beslenmiştir. Modellerin çözümü sonucunda elde edilen toplam sapma değerleri Tablo 7’de verilmiştir. Bu tabloya göre uzman doktor adaylarından toplam sapması en küçük olan 5. adayın uzman doktor kadrosuna alınması önerilmiştir.

Tablo 6. Normalize Edilmiş Ağırlıklar

Kriterler	\tilde{W}_{p2}^+	\tilde{W}_{p3}^+	\tilde{W}_{p4}^+	\tilde{W}_{p5}^+	\tilde{W}_{p2}^-	\tilde{W}_{p3}^-	\tilde{W}_{p4}^-	\tilde{W}_{p5}^-
g_2	0.093914	0.112697	0.247934	0.545455	-	-	-	-
g_4	0.093914	0.112697	0.247934	0.545455	-	-	-	-
g_5	0.093914	0.112697	0.247934	0.545455	-	-	-	-
g_1	-	-	-	-	0.092593	0.018519	0.222222	0.666667
g_3	-	-	-	-	0.037037	0.074074	0.222222	0.666667
g_6	-	-	-	-	0.037037	0.074074	0.222222	0.666667

Tablo 7. Uzman Doktor Adaylarının Toplam Sapma Değerleri

Adaylar	Toplam Sapma Değerleri
Doktor 1	10.11132
Doktor 2	18.74096
Doktor 3	11.69089
Doktor 4	10.49454
Doktor 5	6.762937

4. SONUÇLAR

Personel seçim süreci, gerek işletmelerin ve gerekse bu işletmelerde çalışmak isteyen kişilerin geleceği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu sürecin doğru yönetilmesi durumunda işletmelerin verimlilikleri ve rekabet güçleri artmaktadır. Çalışanlar ise daha üretken ve mutlu olmakta ve işleme olan bağlılıkları olumlu yönde etkilenmektedir.

Personel seçim sürecinin çok kriterli yapısı nedeniyle bu çalışmada bir çok kriterli karar verme yöntemi olan doğrusal fiziki programlama kullanılmıştır. Bu yöntem İzmir’de faaliyet gösteren özel bir hastanede uzman doktor seçim sürecine uygulanmıştır. İlk olarak uzman doktor seçim sürecinde dikkate alınması gereken kriterler ve her bir kriter için uygun değer aralıkları üst yönetimin istekleri doğrultusunda belirlenmiştir. Daha sonra, oluşturulan doğrusal fiziki programlama modeli çözülerek sapması en küçük olan alternatif belirlenmiş ve işe alınacak uzman doktor olarak önerilmiştir.

Çalışmada incelenen doğrusal fiziki programlama yaklaşımı diğer sektörlerde de personel seçimi için kullanılabilir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, bu çalışmada önerilen yaklaşım, bilgisayar ortamında kullanıcı dostu ara yüzler oluşturularak, hastanelerin insan kaynakları uzmanları tarafından sadece veri girişi yapılarak kullanılabilir hale getirilebilir.

KAYNAKÇA

Acar, N., (2000), İnsan Kaynakları Yönetimi, Ankara, Milli Produktivite Merkezi.

Adıgüzel, O., (2009), "Personel Seçiminin Analitik Hiyerararşi Prosesi Yöntemiyle Gerçekleştirilmesi", Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 24, 243-252.

Aksakal, E., Dağdeviren, M., (2010), "Anp ve Dematel Yöntemleri İle Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım", Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 25, 905-913.

Dağdeviren, M., (2007), "Bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile personel seçimi ve bir uygulama", Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 22, 791-799.

Dagdeviren, M., Yüksel, İ., (2007), "Personnel selection using analytic network process", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6, 99-118.

Dereli, T., Durmusoglu, A., Seckiner, S. U., and Avlanmaz, N., (2010), "A fuzzy approach for personnel selection process", *Turkish Journal of Fuzzy Systems*, 1, 126-140.

Dursun, M., Karsak, E. E., (2010), "A fuzzy MCDM approach for personnel selection", *Expert Systems with Applications*, 37, 4324-4330.

Ilgin, M. A., Gupta, S. M., (2012), "Physical Programming: A Review of the State of the Art", *Studies in Informatics and Control*, 21, 349-366.

Kelemenis, A., Askounis, D., (2010), "A new TOPSIS-based multi-criteria approach to personnel selection", *Expert Systems with Applications*, 37, 4999-5008.

Koyuncu, O., Özcan, M., (2014), "Personel Seçim Sürecinde Analitik Hiyerarşi Süreci ve TOPSIS Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama", *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32, 195-218.

Messac, A., Gupta, S., Akbulut, B., (1996), "Linear physical programming: A new approach to multiple objective optimization", *Transactions on Operational Research*, 8, 39-59.

Tepe, S., Görener, A., (2014), "Analitik Hiyerarşi Süreci ve Moora Yöntemlerinin Personel Seçiminde Uygulanması", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 13, 1-14.

Yıldız, M. S., Aksoy, S., (2015), "Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Personel Seçimi Üzerine Bir Çalışma", *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15, 59-83.

Araştırma Makalesi

ACİL SERVİS HİZMETLERİNDE UYGUN AMBULANS YERİNİN BELİRLENMESİ VE KOCAELİ İLİ İZMİT İLÇESİNDE BİR UYGULAMA

Bahadır GÜLSÜN¹

Betül YILMAZ²

ÖZ

Acil durumlarda, doğal afetlerde, kazalarda Acil Servis Hizmetlerinin yeterliliği, zamanında olay yerinde bulunması insan hayatını kurtarmak söz konusu olduğu için büyük önem taşımaktadır. Acil Servis Hizmetlerinden biri olan ambulans hizmeti, olayı yaşayan insanlara en kısa sürede ulaşılması ve de gerekli durumlarda hastanelere en kısa sürede ulaştırılmasını amaçladığı için ambulans hizmetinin bulunduğu nokta büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada ambulans hizmetinin daha iyi şekilde hizmet etmesi için Kocaeli ilinin İzmit ilçesinde uygun ambulans noktaları hesaplanmıştır. Bunun için Google Maps aracılığıyla elde edilen mahalle koordinatları, hastane-mahalle arası mesafe ve mahalle-mahalle arası mesafe bilgileri tesis yeri seçimi metotları olan “Sezgisel Metot” ile “Euclidean Mesafe” metotlarında kullanılarak sonuca ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Acil Servis Hizmetleri, Uygun Ambulans Yeri, Sezgisel Metot, Euclidean Mesafe, İzmit.*

DETERMINATION OF SUITABLE LOCATIONS IN EMERGENCY AMBULANCE SERVICE AND AN APPLICATION IN İZMİT-KOCAELİ

ABSTRACT

Emergency Services have a very important role in natural disasters, emergency cases and accidents. Because of that, Emergency Services deal with human life and saving human life. Ambulance Service is one of the Emergency Services. Places where the ambulance services have great importance. Because, The purpose of the ambulance service to arrive people as soon as possible and to transport people to the hospital in shortest time.

In this paper, Suitable points for ambulance services were calculated in town of İzmit in Kocaeli for better service of ambulance service. Datas, which are coordinates of hometowns, distances between hometowns and hospitals, distances between hospitals and hospitals, were provided by Google Maps. Datas were used with “Intuitive Method” and “Euclidean Distance” to achieve result.

Keywords: *Emergency Services, Suitable Points for Ambulance Services, Intuitive Method, Euclidean Distance, İzmit.*

Makale Gönderim Tarihi: 02.08.2015

Kabul Tarihi: 06.04.2016

1 Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Endüstri mühendisliği Bölümü 34349 Beşiktaş İstanbul, bahadir@yildiz.edu.tr
2 Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Endüstri mühendisliği Bölümü 34349 Beşiktaş İstanbul, bt.ylmz20@gmail.com

1. GİRİŞ

Hemen müdahale ya da reaksiyon gerektiren, beklenmeyen ve ciddi olay ya da durumlar “Acil Durum” olarak tanımlanmaktadır (Oxford, 2003). İş kazaları, ev kazaları, yangınlar, sağlık sorunları, doğal afetler v.b. olaylar acil durumlara örnek olarak gösterilebilir. Meydana gelen acil durum ve olaylarda gerekli müdahale ve yardımın zamanında ve etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Müdahale ve yardım gerçekleştirilirken Acil Durum Hizmetleri bir bütün halinde, koordine olarak hareket etmektedirler. Acil Durum Hizmetleri genel olarak ülkeler tarafından itfaiye, polis ve ambulans üçgeninde koordine edilmiştir (Morova ve vd., 2011).

İnsan hayatının önemi dolayısıyla Acil Durum Hizmetleri(ADH) müdahale ve yardımı gerçekleştirirken mümkün olduğunca en kısa sürede ve en uygun hizmetle görev vermelilerdir. Yapılan araştırmalar sonucunda kaza ve yaralanmalarda meydana gelen ölümlerin % 10,0'unun ilk 3-5 dakikada, % 54,0-60,0'inin ilk 30 dakikada meydana geldiği tespit edilmiştir. Dünyanın bir çok ülkesinde oluşan olayların sonucunda ağır tablolarla karşılaşmamak için süre önemli bir etken olduğundan dolayı ADH tek bir numara üzerinden yürütülmekte ve koordine edilmektedir. Ancak ülkemizde henüz böyle bir uygulama mevcut değildir ve her bir ADH birimleri kendi hatları üzerinden hizmet vermektedir. Bu birimlerden birisi de ambulans hizmetidir (Öztürk vd., 2013).

Tarihte ilk ambulans benzeri araç, 1487 yılında Malaga kuşatması sırasında İspanyol ordusuna kullanılmıştır. Tarihte bilinen ilk ambulans ise, 1792 yılında Napolyon'un özel cerrahi Baron Dominique Jean Larrey tarafından yapılmıştır. Larrey'in ambulansı, savaş alanında yaralanan kişileri daha fazla kayba yol açmadan bölgeden uzaklaştırmayı amaçlamıştır. Sıradan arabalarla taşınan yaralıların kan kaybının daha fazla olduğu ve yaralarının daha da derinleştiği görülmüş, bunun üzerine Larrey Fransız Ordusu'nun baş cerrahi Pierre François Percy ile birlikte, özel bir "ambulans birliği" oluşturmuştur (Öztürk vd., 2013).

Ambulans servislerinin, acil tıbbın tarihsel gelişim içindeki organizasyonel yapısı incelendiğinde o ülkedeki yerel koşullara özgü bazı temel farklılıkların ortaya çıktığı görülmektedir. 1960 yılı sonlarına doğru ABD ve Fransa'da ambulanslarda paramedik ve hekimlerin görev almaya başlaması ile birlikte daha hızlı ve kaliteli ADH sunulmaya başlanmıştır. Benzer şekilde Kanada ve Avustralya gibi ülkelerde, itfaiye, polis ve ambulans ekiplerinin yerel bir merkezden yönetildiği, sağlık, güvenlik, yangın, patlama, saldırı gibi her türlü acil çağrının özel eğitilmiş personeller tarafından karşılanarak, gerekli ekiplerin olay yerine yönlendirildiği bir sistem mevcuttur. Ambulans hizmetleri geliştikçe, hasta taşınması sırasında acil bakım da verilmeye başlanmış ve hastalara verilen bakımın kalitesinin, olay yerinde başlatılan ve taşıma sırasında sürdürülen acil bakım ile arttığının farkına varılmasıyla hastane öncesi acil bakımın önemi anlaşılmıştır (Öztürk vd., 2013).

Türkiye'de Acil Sağlık Hizmetleri(ASH)'nin düzenlenmesinin ilk adımı 1985 yılında Ankara Numune Hastanesi bünyesinde başlatılan Hızır Acil Servisi (HAS) ile atılmıştır. 1994 yılında Devlet Hastanelerinin acil servislerinde "077 Hızır Acil

Servisler" kurularak ambulans ile hizmet vermeye başlamıştır. 1994 yılının Mart ayından itibaren Ankara, İstanbul ve İzmir illerinden başlayarak diğer illerde de Acil Yardım ve Kurtarma Komuta Kontrol Merkezleri kurulması uygun görülmüş, şimdiki komuta kontrol merkezlerinin temelleri atılmış ve mevcut sistem yeniden organize edilerek hizmete sunulmuştur (Öztürk vd., 2013).

1996 yılından itibaren İstanbul, Ankara, İzmir, Adana ve Antalya illerinde günümüzde hizmet veren 112 Acil Sağlık Komuta Kontrol Merkezleri ve 112 Acil Sağlık İstasyonları'nın pilot uygulamaları başlatılmıştır (Öztürk vd., 2013). Artık günümüzde tüm illerde İl Sağlık Müdürlüğü'ne bağlı çalışan 112 Acil Sağlık İstasyonları temel hizmet birimleri olan komuta kontrol merkezleri, istasyonlar ve sağlık kuruluşları gibi destek hizmet birimlerinden oluşmaktadır.

ASH ortaya çıkışı, tarihçesi ve gelişiminden yola çıkarak diyebiliriz ki; ASH istasyonlarının en iyi hizmeti verebilmeleri, vakalara en kısa sürede ve zamanında ulaşabilmeleri için en stratejik ve de uygun şekilde konumlandırılmaları gerekmektedir.

Bu çalışmada Kocaeli ili kapsamında ASH ambulansları için uygun istasyon noktaları belirlenecektir. En uygun noktalar belirlenirken Kocaeli 112 İl Ambulans Servisi Başhekimliği'nden temin edilen 2013 ve 2014 yıllarına ait adrese dayalı gelen çağrı verileri ile <http://www.kocaelinufusvatandaslik.gov.tr/> adresinden temin edilen 2013 ve 2014 yıllarına ait ilçe nüfus verileri birlikte dikkate alınmışlardır. Dikkate alınan verilerle uygun yer seçimi için "Sezgisel Metot" ile "Euclidean Mesafe" metotları uygulanacaktır. Metotlardan elde edilen sonuçlara dayandırılarak bir sonuca varılacaktır.

2. TESİS YERİ SEÇİMİ VE METOTLARI

2.1. Tesis Yeri Seçimi Önemi

Tesis yeri seçimi yapılırken analizlerde tesis yeri ile ilgili bütün maliyetlerin minimize edilmesine dikkat edilir. Örneğin; A noktası için lojistik masrafı yüksektir, ancak B noktasında düşükse ve elektrik masrafı A noktasına göre düşüktür. Toplam maliyetin hangi noktada olacağına bakılır. Dikkat edilmesi gereken bir başka husus, maliyetler düşünülürken kısa dönemli olarak değil uzun dönemli olarak ele alınmalıdır ve bu doğrultuda düşünülmelidir.

Yanlış tesis yeri seçimi, işletme için kaynaklara uzaklık, lojistik maliyetinde artış, satışların az olması gibi etmenlerle işletmenin maliyetlerini arttıracaktır ve işletmenin rekabet gücünü olumsuz etkileyecektir (Özden ve Ercan, 2009).

Tesis yeri seçimi, işletmenin kurulması ve projelerinin hazırlanması sırasında önemli bir karar niteliği taşımaktadır. Karar vermeden önce detaylı incelemeler yapılması gerekir. Zira bu karar işletmenin gelecekteki faaliyetlerinde maliyetini, karlılığını ve çalışmasını şekillendiren bir etkidir. Kuruluş yerini sonradan değiştirmek çok zor ve pahalı bir iştir. Bu nedenle kuruluş yeri tespit edilirken

çeşitli alternatifler içerisinde en düşük maliyetli ve en yüksek karı sağlayan yerin seçilmesi gerekir (Aytekin ve Kaygın, 2005).

Tesis yeri seçimini, oluşturulacak tesisin; depo, hastane, imalat yapan bir işletme, market, banka v.b. tesisler olması durumuna göre farklı kriterler etkiler.

2.1.1. Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Başlıca Kriterler

Tesis yeri seçimini etkileyen başlıca kriterler şu şekildedir; hammadde kaynakları, işgücü, pazarlara yakınlık, ulaşım ve haberleşme, devlet politikaları ve kararları, coğrafik etmenler, doğal kaynaklara yakınlık(Chand, 2015; Gülsün, 2014).

2.1.1.1 Hammadde Kaynakları

İşletme tarafından kullanılacak hammadde büyük hacimli ise tesis yerinin hammaddeye yakın bölgede seçilmesi tercih edilir. Hammaddeye yakın olmak endüstriler ve işletmeler açısından en büyük ve en önemli ekonomik kriter olarak görülebilmektedir. Örneğin; çimento fabrikalarının tebeşir tepelerine yakın olmaları, lastik fabrikalarının sulara yakın bölgelerde olmaları gibi. Bu sayede, büyük hacimli hammaddelerin uzak mesafe taşınmasının önüne geçilmiş olunur (Chand, 2015).

2.1.1.2. İşgücü

Seçilmesi planlanan tesis yerine mümkün olduğunda yakın bölgelerde yapılacak iş için uygun vasıfta ve sayıda işgücü istenmektedir ve tercih edilmektedir. İşgücünü oluşturan kişilerin işe bakış açıları, eğitimleri ve çalışma istekleri de önemli faktörlerdir. Eğer seçilmesi planlanan tesis yeri merkezden uzakta gerekli imkanların da dağlanması gereklidir(ulaşım, konaklama, okul, sağlık hizmeti vb.).

İşgücü imkanlarının fiziksel olarak mevcut olduğu bölgelerde bu kriteri etkileyen bir başka alt kriter ise demografik yapıdır. Tesisin yerinin seçilmesi planlanan yerdeki insanların tesise olan bakış açısı, tesisi bölgelerinde isteyip istememeleri, destekleyip desteklememeleri gibi düşünceler tesisin yerleştirilmesi planlanan yerdeki hayatını önemli derecede etkilemektedir (Chand, 2015).

2.1.1.3. Pazarlara Yakınlık

Tesisin hitap edilecek pazara yakın olması ürünün satış maliyetinin düşmesinde ve dolayısıyla tasarruf sağlamanın büyük bir öneme sahiptir. Aynı zamanda pazara yakın olan bir işletmede ürün müşteriye ve pazara hızlı bir şekilde ulaşacaktır. Ürünün hızlı şekilde ulaşması hem zaman ve taşıma maliyetini düşürme açısından hem de müşteri memnuniyeti ve dolayısıyla işletme prestijini artırma açısından önemli bir avantaj sağlayacaktır. Birçok işletmenin pazara yakınlık avantajından dolayı tesis yeri olarak Marmara Bölgesi'nde yoğunlaşması örnek verilebilir (Chand, 2015).

2.1.1.4. Ulaşım ve Haberleşme

Tesis yerinin ulaşım kollarına (havaalanı, karayolları, demiryolu, denizyolu) mümkün olduğunca yakın olması tercih edilmelidir. Transport tercihi yapılırken işletme tarafından minimum taşıma maliyetine sahip olan genellikle tercih edilmelidir. Bu sayede lojistik maliyetlerinde tasarruf edilebilir. Bu kriter de taşınan maddenin özelliği ve büyüklüğü bu kararı belirlerken büyük bir etmen olarak yön verici olmaktadır.

Bir sürecin hammadde evresinden ürünün oluştuğu ve kullanıcıya ulaştığı evreleri de kapsayarak tüm evreler bir bütün ve koordinasyon içinde olmalıdır. Bu koordinasyon da ancak haberleşmenin güçlü olması ile sağlanmaktadır. Tesis yeri seçimi yapılırken haberleşmenin güçlü olabilmesi adına telefon, internet gibi haberleşme ağ altyapılarının mevcut ve kuvvetli olduğu yerler tercih edilmelidir (Chand, 2015).

2.1.1.5. Devlet Politikaları ve Kararları

Devlet her yıl Resmi Gazete’ de yatırımları teşvik tebliğleri yayımlamaktadır. Buna ilaveten yatırımlarla ilgili kararları da vardır. Bu kararlar ve teşvikler doğrultusunda tesis yeri seçimi yapılması işletmeye ekonomik açıdan avantajlar sağlamaktadır. Örneğin; endüstrilerin bir arada bulunması, ortak bir altyapıdan ve kaynaklardan yararlanılması, pazarın bir arada tutulması için devlet organize sanayi bölgeleri oluşturmaktadır(Chand, 2015).

2.1.1.6. Coğrafi Etmenler

Tesis yeri seçimi yapılırken tesisin hangi coğrafi şartlarda bulundurulması gerektiği analiz edilmelidir. Seçilmesi planlanan yerin toprak yapısı, iklim kuşağı, hava şartları, topografik yapısı başlıca coğrafi etmenlerdir. Örneğin; kurulması planlanan tesisin geniş bir alana az katlı yapılması planlanıyorsa engebesiz bir toprağa sahip olan alanın tercih edilmesi, tesis içindeki teçhizatın sıcaktan etkilenmemesi gerekiyorsa daha soğuk iklime sahip bölgelerin tercih edilmesi, tesis yerleşimi yapılacak bölgenin ileride oluşabilecek hasarları/kayıpları önleyebilmesi adına tesis yerleşiminde bölgenin deprem bölgesi olup olmadığına da dikkat etmesi gereklidir (Chand, 2015).

2.1.1.7. Doğal Kaynaklara Yakınlık

Kimi endüstrilerde üretilecek ürünün içeriği doğal kaynaklardan karşılanmaktadır. Bu sebepten dolayı işletmeye gerekli olan doğal kaynağa mümkün olduğunca yakın bir yere tesis yeri seçiminin yapılması işletme maliyetlerinin azalması açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır. Örneğin; kimya, şeker ve kağıt endüstrilerinde üretim aşamasında su önemli bir kaynaktır. Bundan dolayı kimya, şeker ve kağıt tesisleri doğal su kaynaklarına yakın yerlerde tesis yeri seçimi yapmaktadırlar.

2.2. Tesis Yeri Seçimi Metotları

2.2.1. Temel Tesis yerleştirme Metotları

Tesis yerleştirme metotları, tesislerin yeri ve müşterilerin bu tesislere nasıl atanacağı konusu ile ilgilidir. Bu metotlarda maliyet olarak transport maliyeti göz önüne alınır. Ve de tesislerin kapasitelerinin sınırsız olduğu ve tüm müşteri isteklerini karşılayabilecekleri kabul edilmektedir (Gülsün, 2014).

2.2.1.1. Tek Tesisli Yerleştirme

Sık karşılaşılan bir durumdur. Mevcutta olan tesislere yeni bir tesis ekleneceği zaman, diğerlerinin yerleşimi sabit kalır. Sadece yeni tesise, mevcutta olan yerlerin içinde verilecek en iyi yerin neresi olacağı araştırılır.

Çözüm prosedürü şöyledir; (Gülsün, 2014).

1-) Toplam transport maliyeti matrisi veya talep maliyeti matrisi oluşturulur. Matris, talebi atama maliyeti ile müşterinin toplam maliyetinin çarpılması sonucu elde edilen elemanlardan oluşmaktadır. Sütun kısmında bölgeler, satır kısmında müşteriler yer almaktadır.

2-) Oluşturulan matriste her bir sütunun toplamı hesaplanır. Hesaplanan bu toplamlar müşterilerin her bir bölgeye atanma maliyetlerinin toplamını göstermektedir.

3-) Toplam maliyetler içerisinde minimum toplam maliyete sahip olan bölge saptanır. Bu bölge yeni tesis yeri olarak ifade edilir.

2.2.1.2. Çok Tesisli Yerleştirme

Bu metot Tek Tesisli Yerleştirme yöntemine göre daha karmaşıktır. Burada mevcut sistem içerisinde birden çok yeni tesis yeri seçimi yapılmaktadır.

Tesislerin kapasiteleri sınırsız kabul edildiği için taleplerin bölünüp, farklı tesislere atanması durumu yoktur. Müşteriler transport maliyeti kendileri için en az olan bölgeye atanmalıdır. Bunun için iki aşamada gidilir; (Gülsün, 2014).

1-) Sütun toplamlarından elde edilen maliyetlerden minimum olan seçilerek tesisin yerleştirileceği yeni bölge seçilir.

2-) İkinci aşamada ise seçilen bölgede atama maliyeti minimum olacak şekilde müşteriler bu tesislere atanır.

2.2.1.3. Sezgisel Metot

Tek bir tesis olması durumunda, tüm müşterilerin atama maliyetinin minimum olduğu yere tesis yerleştirilmelidir. Birden fazla tesis olması durumunda ise, maksimum kazanç sağlayan yere tesis yerleştirilecek şekilde tek seferde tek tesis yerleştirilir. Her bir bölgeye yerleştirilen tesis önceki yerleştirmeyi geliştirici şekilde olmalıdır. Eğer önceki yerleştirmeyi geliştirmiyorsa, başka tesise gerek yoktur denilir.

Bu metotla tesislerin yerleştirileceği yerler ve müşterilerin atanmalarının belirlenmesine ek olarak uygun tesis sayısını da belirlememizi sağlamaktadır.

Metodun çözüm prosedürü şöyledir; (Gülsün, 2014).

1-) Toplam maliyet tablosu hesaplanır (Müşteri taleplerinin atanma maliyetleriyle çarpılmasıyla). Sütun kısmında bölgeler, satır kısmında müşteriler yer almaktadır.

2-) Her bir sütunun toplamı hesaplanır. Bu toplam değer tüm müşteri talepleri bu bölgeye atanırsa oluşacak maliyeti ifade eder.

3-) Maksimum maliyetli bölge saptanır ve ilk tesis bu bölgeye atanır. Bu aşamada bölgelere eğer tesis atanmış ise “atanmış bölge”, tesis atanmamış ise “atanmamış bölge denir”.

4-) Atanmış bölgelerin atanmamış bölgelere taşınmasıyla elde edilen kazançlar hesaplanır. Kazanç tablosu transport maliyetindeki pozitif bir değişimden oluşur. Eğer pozitif bir değişim yoksa “-“ işareti konulur.

5-) Oluşan kazanç tablosundaki her bir sütunun toplamı hesaplanır. Maksimum kazancı belirlenen bölgeye atama yapılır. Kazanca faydalı olan müşteriler atanmamış yeni bölgeye aktarılır. Yeni bir atama için 4. adıma dönülür.

6-) Atama için başka tesis kalmayana kadar işlem devam eder ve minimum maliyet hesaplanır.

2.2.2. Sabit Maliyetli Yer Seçimi Metotları

Mevcut durum metotları ile tesisin belirlenen bölgeye yerleştirilmesinin uygun olmadığı durumlar vardır. Bu durumlarda bölgede bazı değişikliklerin yapılması, düzenlemeye gidilmesi söz konusudur. Yapılan değişiklik ve düzenlemeler ek maliyetler oluşturmaktadır. Oluşan bu ek maliyet bir seferlik maliyettir ve sabit maliyet olarak adlandırılır. Sabit maliyetin değeri yerleşimin olacağı bölgeye göre farklılıklar göstermektedir. Ayrıca yapılan çevresel düzenlemeler de sabit maliyet olarak kabul edilmektedir.

Sabit maliyetli yer seçimi metotları ile yerleşim bölgesi seçerek, oluşan tüm maliyetleri minimize ederek müşterilerin atanması hedeflenir. Maliyetlerin zaman aralıkları tanımlanmalıdır ve de talepler ile tüm maliyetler için aynı zaman birimi kullanılmalıdır. Sabit maliyet bir seferlik maliyet olarak tanımlandığı için tesisin tüm ömrüne dağıtılır (Gülsün, 2014).

2.2.2.1. Sabit Maliyetli Problemlerin Çözümü İçin Sezgisel Metot

Metodun prosedür adımları şu şekildedir; (Gülsün, 2014).

1-) Talep maliyet tablosu oluşturulur. Yerleştirme için tek tesis varsa, tüm talepler o bölgeye atanır. Transport maliyetini oluşturan her bir sütunun toplamı hesaplanır. Her sütuna denk gelen sabit maliyet de transport maliyeti ile toplanarak toplam maliyet hesaplanır. Hesaplanan toplam maliyetler arasından minimumu saptanır ve tüm müşteriler bu bölgeye atanır. Tek tesis varsa prosedür uygun sonuçla son bulur.

2-) Birden fazla tesis varsa, her bir müşteri için en küçük değere sahip iki maliyet değeri arasındaki fark alınır. Bu fark, minimum artıştır ve müşteri minimum maliyetli yere atandığında elde edeceği tasarruftur. Böylece “minimum tasarruf tablosu” oluşturulur. Bu tablo, her müşterinin minimum artışının minimum maliyetin yerine yazılmasıyla elde edilir.

3-) Minimum tasarruf tablosunda her sütundaki tasarruf değerleri toplanır ve elde edilen her toplamdan o sütunun altındaki sabit maliyet değeri çıkarılır. Böylece her bölgeye ait “net tasarruf” hesaplanmış olunur. Net tasarrufu maksimum olan bölge saptanır ve talebi tatmin etmek için tüm müşteriler atanır.

4-) Atama yapılmış bölgedeki müşterilerin atama yapılmamış müşterilere kaydırılması ile elde edilecek tasarruflar hesaplanır. Tasarrufun olmadığı bölgeye “-” işareti konulur.

5-) Oluşan yeni tabloda tüm sütunların toplamı alınır. Hesaplanan her bir sütun toplamından sabit maliyeti çıkarılır ve yeni net tasarruf elde edilmiş olunur. Eğer hesaplanan yeni net tasarruf değeri önceki net tasarruf değerinden büyük çıkarsa işlem sonlandırılır ve maksimum tasarrufu veren bölgelere atama yapılarak tesis yeri seçimi gerçekleştirilir, küçükse 4. adıma geri dönülür.

2.2.2.2. Atama Yapılmayan Yerleşim Bölgeleri için Metot

Bazı müşterilerin belirli bölgelere atanmadığı durumlar söz konusu olabilmektedir. Maliyet tablosunda müşterilerin atanamayacağı bölgeler “*” işareti ile belirtilmektedir. Bu işaretin olduğu yere tablodaki diğer maliyet değerlerinden de fazla olan büyük bir maliyet değeri atanır ve sabit maliyetli problemlerin çözümünde olan prosedürler uygulanır (Gülsün, 2014).

2.2.3. Sürekli Tesis Yerleştirme Metotları

Anlatılan önceki iki metotta, yeni tesis için uygun önceden belirlenmiş birkaç bölge ve belirlenmiş bu bölgeler arasından maliyeti minimize eden bir ya da birkaç bölgenin seçilmesi hususu üzerinde durulmuştur. Ancak başka bir problem çeşidi ise, tesisin yerleştirileceği bölgede seçim yapılırken faktörler bazında bir sınırlandırmanın olmaması ve tesisin bu bölgeye yerleştirilmesidir.

Bu başlık altında iki tip problem çeşidi incelenmektedir;

1-) Tek Tesis Yer Seçimi

2-) Çoklu Tesis Yer Seçimi

Bu problem tiplerinde talep noktaları ve ya müşteriler ve (x,y) koordinatları, müşterilerden tesislere olan sefer sayıları bilgileri mevcuttur (Gülsün, 2014).

2.2.3.1. Tek Tesis Yer Seçimi

2.2.3.1.1. Dik Açılı Mesafe

Söz konusu problem, yeni tesise uygun yerin belirlenmesidir. Maliyet, kat edilen mesafe ile doğrudan orantılıdır. Böylece, yeni tesisin koordinatları (a,b) olarak verilir ve minimize edilecek amaç fonksiyonu; (Gülsün, 2014).

$$c = \sum_{i=1}^n t_i [|x_i - a| + |y_i - b|] \quad (1)$$

şeklinde olacaktır. n , mevcut bölgelerin sayısını ifade etmektedir. t_i taşınan miktarı ifade etmektedir. Problemin prosedürü şu şekildedir; (Gülsün, 2014)

- 1-) Yeni tesisin apsis değerini bulmak için müşterilerin apsis değerleri küçükten büyüğe olacak şekilde sıralanmaktadır.
- 2-) Sıralanan sefer sayılarının kümülatif değerleri de sıralamanın yanına yazılmaktadır.
- 3-) Kümülatif sefer değerlerinin sonuncu değeri saptanmaktadır ve bu değer yarısı alınmaktadır.
- 4-) Elde edilen değer kümülatif sefer değerleri sıralamasında hangi aralığa denk geldiği saptanmaktadır ve karşılık geldiği apsis değeri yeni tesisin apsis değerini yani a değerini vermektedir.

Bu prosedürün aynısı ordinat değeri yani b değeri için de yapılmaktadır ve b değeri hesaplanmaktadır. Böylece yeni tesisin koordinat değerleriyle birlikte yeri bulunmaktadır.

2.2.3.1.2. Kuadratik Maliyet

Bu hesaplamada maliyet mesafenin karesiyle ilişkilendirilmiştir. Minimize edilecek amaç fonksiyonu; (Gülsün, 2014)

$$c = \sum_{i=1}^n t_i ((x_i - a)^2 + (y_i - b)^2) \quad (2)$$

şeklindedir. Amaç fonksiyonunun a ve b ye göre türevlerinin alınıp sıfıra eşitlenmesi durumunda aşağıdaki çözüm elde edilecektir; (Gülsün, 2014)

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n t_i x_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \quad (3)$$

ve

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n t_i y_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \quad (4)$$

Hesaplanan (a,b) koordinat değerine ait yeni tesis yeri tüm müşterilere hizmet veren tek noktadır. Yani tek seferde tek tesis yeri seçimi yapılmaktadır.

2.2.3.2. Çoklu Tesis Yer Seçimi

Çoklu tesis yeri seçiminde tek tesisi yer seçiminden farklı olarak birden fazla yeni tesisin yeri seçilmektedir.

2.2.3.2.1. Dik Açılı Mesafe

Prosedürü şu şekildedir(2 yeni tesis yeri seçimi üzerinden yola çıkılara (Gülsün, 2014;Tompkins vd., 2003)

1-) Birinci tesisin apsis değerini bulmak için müşterilerin apsis değerleri küçükten büyüğe olacak şekilde sıralanmaktadır.

2-) Sıralanan sefer sayılarının kümülatif değerleri de sıralamanın yanına yazılmaktadır.

3-) Kümülatif sefer değerlerinin sonuncu değeri saptanmaktadır ve bu değerin yarısı alınmaktadır.

4-) Elde edilen değer kümülatif sefer değerleri sıralamasında hangi aralığa denk geldiği saptanmaktadır ve karşılık geldiği apsis değeri yeni tesisin apsis değerini vermektedir.

5-) İkinci tesisin apsis değerini bulmak için ise birinci tesisin bulunan apsis değeri de sıralamaya dahil edilerek prosedür tekrarlanır ve ikinci tesisin apsis değeri hesaplanır.

6-) Elde edilen ikinci tesisin apsis değeri de dahil edilerek birinci tesisin apsis değerini bulmak işlemi tekrar edilir. Çıkan değer bir önceki apsis değeri aynı ise işlem sonlandırılır ve çıkan değer kabul edilir. Tam tersi olursa çıkan yeni değer ile beraber ikinci tesisin apsis değeri hesaplanır. Aynı şekilde, çıkan değer önceki değerin aynısı ise işlem sonlandırılır ve çıkan değer kabul edilir.

7-) Bir önceki apsis değeri ile bir sonraki apsis değeri aynı çıkana kadar her iki tesis için döngüye devam edilir.

8-) Önceki 7 adımlık prosedürün aynısı iki tesisin ordinat değerleri için de tekrarlanır. Böylece yeni tesislerin koordinat değerlerine ulaşılır.

2.2.3.2.2. Euclidean Mesafe

Bu yöntemde maliyet Euclidean mesafesi ile orantılı olarak ilişkilendirilir ve minimize edilmesi amaçlanan fonksiyon şu şekildedir; (Gülsün, 2014).

$$c = \sum_{i=1}^n t_i [(x_i - a)^2 + (y_i - b)^2]^{1/2} \quad (5)$$

Euclidean mesafe yönteminin prosedürü şu şekildedir; (Gülsün, 2014).

1-) Mevcut müşterilerin (x,y) değerleri ile her bir müşterinin birbirine olan uzaklıkları hesaplanır.

2-) Hesaplanan mesafe değerleri her bir müşterinin talebi ile çarpılarak maliyet tablosu elde edilmektedir.

3-) Elde edilen maliyet tablosunda minimum maliyet değeri saptanır. Bu değere karşılık gelen müşteriler birleştirilir. Her bir koordinat değeri için

$$(x, y) = \frac{(\text{birinci müşterinin talebi} \times \text{koordinat değeri}) + (\text{ikinci müşterinin talebi} \times \text{koordinat değeri})}{(\text{birinci müşterinin talebi} + \text{ikinci müşterinin talebi})} \quad (6)$$

formülü kullanılır.

4-) Birleştirilen müşterilerin koordinat, talep ve maliyet değerleri maliyet tablosundan çıkarılır. Birleşimden elde edilen yeni noktanın değerleri tabloya ilave edilir.

5-) Döngü 3. adıma döner ve tekrarlanır.

6-) Mevcut müşterilere kaç adet hizmet noktası açılması isteniyorsa istenilen nokta sayısına ulaşılan kadar birleştirme işlemine devam edilerek yeni tesislerin yerleri hesaplanmış olunur.

2.2.4. Karar Verme Metotları

Alternatif yerler arasında bir seçim yapmayı amaçlayan tesis yerleşim problemleri, aslında bir çeşit karar verme problemi olması nedeniyle, matematiksel modellerin yanı sıra, çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinin de uygulama alanına girmektedir (Ağdaş, 2014).

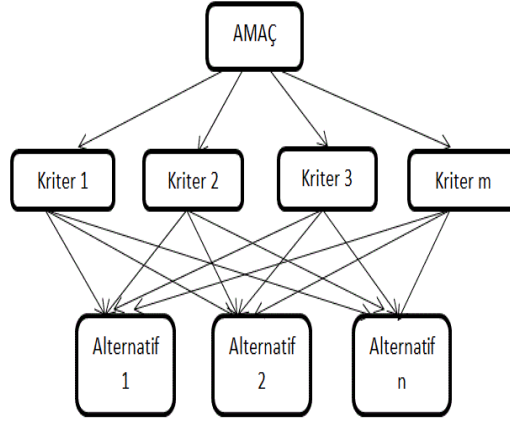
Karar verme metotları için “Çok Kriterli Karar Verme” metotlarından faydalanılır. İşletmeler, karar vericiler ve planlamacılar tarafından en çok tercih edilen Çok Kriterli Karar Verme metotları; AHP ve TOPSİS’ tir (Ağdaş, 2014).

2.2.4.1. AHP

AHP, ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert ikilisi tarafından ortaya atılmış (Gülenç ve Bilgin, 2010) ve Prof. L. Saaty tarafından 1970’lerde geliştirilen bir çok kriterli karar verme metodudur(Wikipedia, 2015). AHP, kişileri nasıl karar vermeleri gerektiği konusunda bir yöntem kullanmaya zorunlu kılmak yerine, onlara kendi karar verme mekanizmalarını tanıma imkanı sağlayarak daha iyi kararların alınmasını sağlayan bir yöntemdir (Gülenç ve Bilgin, 2010).

AHP (Analytic Hierarchy Process), bir karar verme aşamasında sonlu sayıdaki seçenekleri, birden fazla ölçüte göre, varsa niteliksel olanlarıyla birlikte değerlendiren ve en önemli seçeneği belirleyen, yani seçenekleri önem derecelerine göre sıralayan niceliksel bir tekniktir (Kaya, 2014). AHP tekniğinin prosedürü şu şekildedir (Cebeci ve Kılınç, 2007);

- 1-) Sürecin amacı belirlenir ve bu amacı etkileyen kriterler saptanır.
- 2-) Faktörlerden yola çıkılarak gerçekleştirilecek alternatifler belirlenir.



Şekil 2.1-AHP Yapısı

3-) Meydana gelen hiyerarşik oluşumdan yola çıkarak her bir kriter için alternatiflerin değerlendirilmesi yapılır.

Çizelge 2.1- Alternatif Önem Dereceleri ve Açıklaması(Kaya, 2014)

Önem Derecesi	Tanımı	Açıklaması
1	Eşit Derecede Önemli	Her iki faaliyet de amaca eşit katkıda bulunur
3	Orta Derecede Önemli	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre biraz daha fazla tercih edilir.
5	Güçlü Derecede Önemde	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre çok daha fazla tercih edilir.
7	Çok Güçlü Derecede Önemde	Bir faaliyet diğerine göre çok güçlü şekilde tercih edilir. Uygulamada üstünlüğü ispatlanmıştır.
9	Son Derece Önemli	Bir faaliyet diğerine göre mümkün olan en yüksek derecede tercih edilir.
2,4,6,8	Ara Değerler	

4-) Her bir kriterin ve önem derecelerini belirlemek için de ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu kriterlerin önemleri belirlenmiş olur. Aynı işlem alternatiflerin de önemlerinin belirlenmesi için alternatifler için tekrarlanır.

5-) İkili karşılaştırma matrisindeki her bir sütunun elemanları, o sütunun toplamına bölünür. Böylece A_w olarak adlandırılan ve her sütundaki değerler toplamı 1'e eşit olan bir 'Normalleştirilmiş İkili Karşılaştırma Matrisi' elde edilir.

$$a_{w11} = \frac{a_{11}}{\sum_{i=1}^m a_{i1}} \quad (7)$$

6-) Elde edilen A_w matrisinde, her bir satırda yer alan elemanların aritmetik ortalaması alınır. Bu aritmetik ortalama (1 x m) boyutlu matrisin ilgili satırını oluşturacaktır. Bunun sonucu olarak, m boyutlu ω öncelik vektörü elde edilir:

$$\omega = [\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m]^T \quad (8)$$

7-) Yapılan ikili karşılaştırmaların tutarlılık derecesi hesaplanmalıdır. tutarlılık derecesi kabul edilebilir limitin altında ise, değerlendirmeler yenilenmeli, oluşturulan yapı ve süreçler gözden geçirilmeli ve bu aşamaya kadar yürütülen çalışmalar tekrar edilmelidir.

8-) Tutarlılık kontrolleri yapıldıktan sonra karar seçeneklerinin öncelik sıralamasını geliştirmek için ölçüt öncelikleri ve karar seçeneklerinin her bir ölçüte göre görece önceliklerinin birleştirilmesi ile öncelik matrisi oluşturulur. Her bir karar seçeneği için öncelik, bu ölçütlere göre karar seçeneğinin önceliğinin ölçütün önceliğiyle çarpılması ve çarpım sonuçlarını toplanması ile elde edilir.

2.2.4.2. TOPSIS

TOPSIS, ilk olarak Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında ortaya atılmıştır ve daha sonrasında Yoon, Hwang, Lai ve Liu tarafından geliştirilmiştir (Wikipedia, 2014).

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yönetimde, alternatif seçeneklerin belirli kriterler doğrultusunda ve kriterlerin alabileceği maksimum ve minimum değerler arasında karşılaştırılır (Kaya, 2014). Amaç Pozitif ideal çözüme en yakın olan ama aynı zamanda negatif ideal çözüme en uzak olan seçeneği bulmaktır. TOPSIS yönteminin prosedür şu şekildedir; (Kaya, 2014)

1-) Satırlarda alternatiflerin, sütunlarda kriterlerin bulunduğu bir karar matrisi oluşturulur.

2-) Karar matrisi üzerinde "Vektörel Normalizasyon" uygulanarak normalize karar matrisi oluşturulur.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (\text{vekrörel normalizasyon formülü}) \quad (9)$$

3-) Normalize edilen matristen öncelik faktörlerine bağlı olarak ağırlık değerleri belirenir. Sonrasında normalize edilmiş olan matrisin her bir sütunu ağırlık değerleri ile çarpılır.

4-) Pozitif (A^*) ve negatif (A^-) ideal çözümler hesaplanır. Pozitif ideal çözüm seti ağırlıklandırılmış ölçütlerin en büyük değeri seçilerek elde edilir. Negatif ideal çözüm seti ağırlıklandırılmış ölçütlerin en küçük değeri seçilerek elde edilir;

$$A^* = \{(\max v_{ij} | j \in J), (\min v_{ij} | j \in J')\} \quad (10)$$

$$A^- = \{(\min v_{ij} | j \in J), (\max v_{ij} | j \in J')\} \quad (11)$$

5-) Her bir alternatfin pozitif ideal çözüme olan uzaklığı (S_i^*) ve negatif ideal (S_i^-) çözüme olan uzaklığı hesaplanır.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (12)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (13)$$

6-) Pozitif ideal çözüme olan uzaklık ve negatif ideal çözüme olan uzaklık değerleri kullanılarak her bir alternatif için göreceli yakınlık değeri (C_i^*) hesaplanır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (14)$$

7-) C_i^* değeri $[0,1]$ aralığındadır ve 1 değeri pozitif ideal çözümde bulunduğunu, 0 değeri de negatif ideal çözümde bulunduğunu gösterir. Bulunan göreceli yakınlık değerine göre alternatiflerin sıralaması yapılır.

2.2.5. Bilgisayar Programları

Tesis yeri seçimi ve tesis planlamalarında işletmeler, karar vericiler ve planlamacılar tarafından en çok tercih edilen bilgisayar programları; ALDEP, CRAFT ve CORELAP' tır (Gülsün, 2014).

2.2.5.1. CORELAP

CORELAP (Computerized Relationship Layout Planning), bir kurulum aşaması programıdır. Her departman için toplam yakınlık derecesi hesaplayarak bir yerleşim planı oluşturur. Toplam yakınlık derecesi bir departman ile diğerleri arasındaki sayısal yakınlık değerlerinin ($A = 6, E = 5, I = 4, O = 3, U = 2, X = 1$) toplamıdır (Türkmen ve Oğulata, 2008).

A kodu departmanlar arasındaki ilişkinin çok önemli olduğunu, mutlaka yan yana yerleştirilmeleri gerektiğini gösterir. E, I, O kodları önem sıralarındaki azalışa göre departmanlar arasındaki ilişkiyi gösterir. U kodu departman çifti arasında herhangi bir özel ilişkinin bulunmadığını gösterirken, X kodu departman çiftinin kesinlikle yan yana gelmemesi gerektiğini ifade eder (Gülsün, 2014).

Yukarıdaki değerlerle hesaplanan toplam yakınlık derecelerinden en yüksek değere sahip olan ortaya yerleştirilir. Diğerlerinin yerleşimini yapmak için yerleştirme derecelerine bakılarak yapılır. Yerleşim değeri ise yerleşimin diğer yerleşimlerle olan yakınlık derecelerinin değerinin toplamıdır. Yerleşim gerçekleştirildikten sonra aşağıdaki formül ile CORELAP yerleşim değeri hesaplanır. CORELAP en kısa yol uzunluğunu tercih eder.

$$ORELAP \text{ Yerleşim Değeri} = \quad (15)$$

$$\sum_{\text{bütün departmanlar}} \frac{(\text{Yakınlık Derecesi } x \text{ En Kısa Yolun Uzunluğu})}{\text{En Kısa Yolun Uzunluğu}}$$

2.2.5.2. ALDEP

ALDEP (Automated Layout Design Program), CORELAP' la aynı temel veri girişine ve amaç fonksiyonuna sahiptir. ALDEP ve CORELAP arasındaki temel işleyiş farkı, CORELAP yerleşim planına konulacak ilk departmanı seçtikten sonra eşitlik durumlarında toplam yakınlık derecesini kullanır, ALDEP ise ilk departmanı seçer ve eşitlik durumlarında rastgele karar verir. Bu iki program arasındaki temel felsefe farkı ise, CORELAP tek bir en iyi yerleşim planı oluştururken, ALDEP birçok yerleşim planı oluşturup, bunların birbirlerine göre oranlarını çıkartıp, seçimi yerleşim planı yapan kişiye bırakmaktadır (Türkmen ve Oğulata, 2008).

2.2.5.3. CRAFT

CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique), yerleşim geliştirme programı olarak ifade edilir. Verilen ilk yerleşim üzerinde değişiklikler yaparak uygun yerleşim tipini bulmayı amaçlar. Uygunu bulmayı çalışırken taşıma maliyetini (mesafe x taşınan miktar) azaltmaya odaklanır. Değişiklikleri ise bitişik olan tesisler ve eşit alan sahip olan tesisler üzerinden yapmaktadır (Gülsün, 2014, Dileep, 2001)

CRAFT' da ilk yerleşim baz alınarak çözüm yapıldığı için geliştirme algoritmasını ne kadar iyi olması demek sonucun da o derece iyi olacağı anlamına gelmektedir. Dolayısıyla başlangıçta farklı birkaç yerleşimden yola çıkmak bizi uygun sonuca daha da yaklaştıracaktır (Gülsün, 2014).

3. KOCAELİ İLİ İZMİT İLÇESİNDE UYGUN AMBULANS İSTASYONLARI UYGULAMASI

3.1. Materyal ve Metot

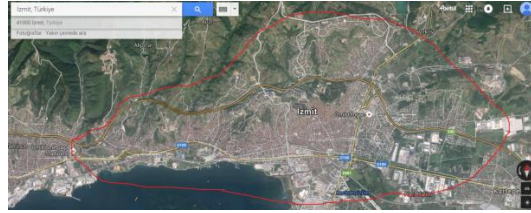
Yapılan uygun ambulans istasyonları belirleme çalışmasında, Kocaeli iline bağlı İzmit ilçesinde bulunan mahallelere her iki mahalleye bir ambulans istasyonu düşecek şekilde “hangi ikili mahallelere, hangi koordinatlara ambulans istasyonu konulmalıdır?” ve “hangi mahalle hangi hastanenin sorumluluğu altında?” sorularının cevaplanması amaçlanmaktadır.

Yapılan çalışma ile ilgili veriler aşağıda belirtildiği şekildedir;

- İzmit ilçesinde bulunan mahalleler (www.kocaelinufusvatandaslik.gov.tr adresinden temin edilmiştir),(Kocaeli İl Vatandaşlık Müdürlüğü, 2015).
- İzmit ilçesinde bulunan hastaneler (www.kocaeli.bel.tr adresinden temin edilmiştir).(Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, 2015)
- Mahallelerden son iki yılda gelen ambulans talepleri (Kocaeli 112 Acil Servis Komuta Merkezi'nden temin edilmiştir).
- Mahallelere ait koordinatlar (Google maps' ten temin edilmiştir).
- Mahallelerin hastanelere olan mesafeleri (Google maps' ten temin edilmiştir).

3.2. Veri Toplama ve Hesaplamalar

Çalışma harita üzerinde gösterilen yukarıda da belirtildiği üzere Kocaeli ilinin İzmit ilçesine ait mahalleler ile yapılmıştır.



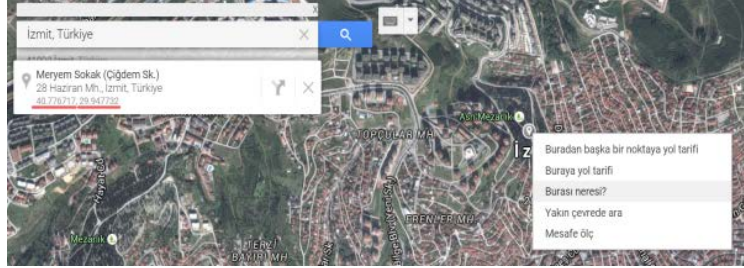
Şekil 3.1-İzmit İlçesinin Google Maps'ten Görünümü

Çalışma yapılan mahallelerin isimleri ise şu şekildedir;

28 Haziran Mah., Akarca Akçakoca, Alikahya Atatürk, Alikahya Cumhuriyet, Alikahya Fatih, Ayazma, Bekirdere, Cedit, Cumhuriyet, Çukurbağ, Doğan, Erenler, Fatih, Fevzi Çakmak, Gültepe, Gündoğdu, Hacı Hasan, Hacı Hızır, Hatipköy, Kadıköy, Karabaş, Karadenizliler, Kemalpaşa, Kocatepe, Kozluk, Körfez, Kuruçeşme Fatih, Malta, Mehmet Ali Paşa, Orhan, Ömerağa, Sanayi, Serdar, Şirintepe, Tavşantepe, Tepecik, Tepeköy, Terzibayırı, Topçular, Turgut, Tüysüzler, Veliahmet, Yahya Kaptan, Yenidoğan, Yenimahalle, Yenişehir, Yeşilova, Zabitan.

3.2.1. Uygun Ambulans Noktalarının Belirlenmesi (Euclidean Mesafe)

Yapılan çalışma için gerekli olan koordinat bilgileri Google maps' ten şekilde gösterildiği gibi elde edilip hesaplamalarda kullanılmak üzere Excel uygulamasına aktarılmıştır.



Şekil 3.2- Google Maps'ten Mahallelerin Koordinatlarının Tespiti

Çizelge 3.1-Mahallelerin (x,y) Koordinatları

	KOORDİNAT (x)	KOORDİNAT (y)
28 Haziran Mah.	40.774.041	29.949.276
Akarca	40.774.214	29.990.876
Akçakoca	40.767.476	29.919.741
Alikahya Atatürk	40.773.676	30.008.740
Alikahya Cumhuriyet	40.775.654	29.984.692
Alikahya Fatih	40.770.512	29.987.535
Ayazma	40.803.019	29.948.035
Bekirdere	40.773.986	29.955.053
Cedit	40.767.416	29.935.563
Cumhuriyet	40.760.826	29.876.347
Çukurbağ	40.767.746	29.931.722
Doğan	40.766.098	29.875.780
Erenler	40.773.600	29.942.801
Fatih	40.753.195	29.795.474
Fevzi Çakmak	40.778.765	29.992.188
Gültepe	40.771.096	29.911.430
Gündoğdu	40.794.297	29.953.717
Hacı Hasan	40.766.037	29.923.308
Hacı Hızır	40.770.220	29.928.009
Hatıpköy	40.775.744	29.880.642
Kadıköy	40.768.477	29.945.166
Karabaş	40.762.536	29.935.632
Karadenizliler	40.749.970	29.964.334
Kemalpaşa	40.761.876	29.922.291

Kocatepe	40.770.710	29.868.945
Kozluk	40.764.396	29.913.744
Körfez	40.762.691	29.944.589
Kuruçeşme Fatih	40.768.552	29.866.683
Malta	40.794.123	29.946.216
Mehmet Ali Paşa	40.767.424	29.952.200
Orhan	40.777.517	29.929.065
Ömerağa	40.763.709	29.928.579
Sanayi	40.750.564	29.948.656
Serdar	40.764.113	29.891.862
Şirintepe	40.761.979	29.860.366
Tavşantepe	40.777.743	29.961.907
Tepecik	40.763.157	29.925.122
Tepeköy	40.801.194	29.981.205
Terzibayırı	40.772.402	29.932.642
Topçular	40.776.778	29.940.316
Turgut	40.770.179	29.916.120
Tüysüzler	40.783.589	29.919.738
Velialmet	40.770.505	29.924.365
Yahya Kaptan	40.767.539	29.975.259
Yenidoğan	40.767.078	29.903.525
Yenimahalle	40.764.230	29.883.176
Yenişehir	40.767.925	29.964.211
Yeşilova	40.789.807	29.964.239
Zabitan	40.768.020	29.908.167

Elde edilen koordinat verilerinden yola çıkarak, uzaklık hesaplama formülü ile her bir mahalle arasındaki mesafe hesaplanmıştır.

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (16)$$

Excel uygulamasında iki nokta arası mesafeyi hesaplamak için “=KAREKÖK()” işlevi kullanılmıştır. Yapılan mesafe hesaplamaları sonucu 49X49 luk mahalleler arası uzaklıkların gösterildiği bir matris elde edildi.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2	Mahalle	28 Haziran Mah.	Akarca	Alipaşa	Alipaşa Atar	Alipaşa Cur	Alipaşa Fatih	Ayazma	Bekiridere	Cedit	Cumhuriyet	Çukurbâğ	Doğan
3	28 Haziran Mah.	41.800,36	30.255,83	59.483,32	35.452,73	38.423,41	29.004,58	5.777,26	15.229,48	74.116,63	18.648,59	75.923,97	
4	Akarca	71.453,40	17.872,10	8.209,45	4.988,69	51.624,43	55.823,75	55.229,17	115.508,85	58.504,56	135.581,80		
5	Alipaşa	89.224,70	89.224,70										
6	Alipaşa Atar	24.129,23	24.129,23										
7	Alipaşa Cur	5.875,61	5.875,61										
8	Alipaşa Fatih	51.136,18	51.136,18										
9	Ayazma	11.136,18	11.136,18										
10	Bekiridere	29.889,17	29.889,17										
11	Cedit	20.587,57	20.587,57										
12	Cumhuriyet	59.581,56	59.581,56										
13	Çukurbâğ	15.805,71	15.805,71										
14	Doğan	5.920,46	5.920,46										
15	Ermirler	12.530,51	12.530,51										
16	Fatih	81.330,96	81.330,96										
17	Fevzi Çakma	137.095,16	137.095,16										
18	Göztepe	35.998,65	35.998,65										

Şekil 3.3-İki Mahalle Arası Mesafenin Hesaplanması

	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL	EM	EN	EO	EP	EQ	ER	ES	ET	EU	EV	EW	EX	EY	EZ	FA	FB	FC	FD	FE	FF	FG	FH	FI	FJ	FK	FL	FM	FN	FO	FP	FQ	FR	FS	FT	FU	FV	FW	FX	FY	FZ	GA	GB	GC	GD	GE	GF	GG	GH	GI	GJ	GK	GL	GM	GN	GO	GP	GQ	GR	GS	GT	GU	GV	GW	GX	GY	GZ	HA	HB	HC	HD	HE	HF	HG	HH	HI	HJ	HK	HL	HM	HN	HO	HP	HQ	HR	HS	HT	HU	HV	HW	HX	HY	HZ	IA	IB	IC	ID	IE	IF	IG	IH	II	IJ	IK	IL	IM	IN	IO	IP	IQ	IR	IS	IT	IU	IV	IW	IX	IY	IZ	JA	JB	JC	JD	JE	JF	JG	JH	JI	JJ	JK	JL	JM	JN	JO	JP	JQ	JR	JS	JT	JU	JV	JW	JX	JY	JZ	KA	KB	KC	KD	KE	KF	KG	KH	KI	KJ	KL	KM	KN	KO	KP	KQ	KR	KS	KT	KU	KV	KW	KX	KY	KZ	LA	LB	LC	LD	LE	LF	LG	LH	LI	LJ	LK	LL	LM	LN	LO	LP	LQ	LR	LS	LT	LU	LV	LW	LX	LY	LZ	MA	MB	MC	MD	ME	MF	MG	MH	MI	MJ	MK	ML	MM	MN	MO	MP	MQ	MR	MS	MT	MU	MV	MW	MX	MY	MZ	NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH	NI	NJ	NK	NL	NM	NN	NO	NP	NQ	NR	NS	NT	NU	NV	NW	NX	NY	NZ	OA	OB	OC	OD	OE	OF	OG	OH	OI	OJ	OK	OL	OM	ON	OO	OP	OQ	OR	OS	OT	OU	OV	OW	OX	OY	OZ	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	PM	PN	PO	PP	PQ	PR	PS	PT	PU	PV	PW	PX	PY	PZ	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG	QH	QI	QJ	QK	QL	QM	QN	QO	QP	QQ	QR	QS	QT	QU	QV	QW	QX	QY	QZ	RA	RB	RC	RD	RE	RF	RG	RH	RI	RJ	RK	RL	RM	RN	RO	RP	RQ	RR	RS	RT	RU	RV	RW	RX	RY	RZ	SA	SB	SC	SD	SE	SF	SG	SH	SI	SJ	SK	SL	SM	SN	SO	SP	SQ	SR	SS	ST	SU	SV	SW	SX	SY	SZ	TA	TB	TC	TD	TE	TF	TG	TH	TI	TJ	TK	TL	TM	TN	TO	TP	TQ	TR	TS	TT	TU	TV	TW	TX	TY	TZ	UA	UB	UC	UD	UE	UF	UG	UH	UI	UJ	UK	UL	UM	UN	UO	UP	UQ	UR	US	UT	UY	UV	UW	UX	UY	UZ	VA	VB	VC	VD	VE	VF	VG	VH	VI	VJ	VK	VL	VM	VN	VO	VP	VQ	VR	VS	VT	VU	VV	VW	VX	VY	VZ	WA	WB	WC	WD	WE	WF	WG	WH	WI	WJ	WK	WL	WM	WN	WO	WP	WQ	WR	WS	WT	WU	VV	VW	VX	VY	VZ	XA	XB	XC	XD	XE	XF	XG	XH	XI	XJ	XK	XL	XM	XN	XO	XP	XQ	XR	XS	XT	XU	XV	XW	XX	XY	XZ	YA	YB	YC	YD	YE	YF	YG	YH	YI	YJ	YK	YL	YM	YN	YO	YP	YQ	YR	YS	YT	YU	YV	YW	YX	YZ	ZA	ZB	ZC	ZD	ZE	ZF	ZG	ZH	ZI	ZJ	ZK	ZL	ZM	ZN	ZO	ZP	ZQ	ZR	ZS	ZT	ZU	ZV	ZW	ZX	ZY	ZZ
--	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Şekil 3.4-Mesafe Hesaplanmasının Excel Formülasyonu

Çalışmada her mahallenin 2013 ve 2014 yıllarında talep ettikleri ambulans sayıları ağırlık olarak tanımlanmıştır. Diğer taraftan faktör ağırlıkları yönteminde veya AHP temelli çözüm yöntemlerinde olduğu gibi nitel özelliklerin illere göre derecelendirilerek modelde ağırlık olarak kullanımları da mümkündür. Dolayısı ile önerilmekte olan konum belirleme problemi modeli sıklıkla kullanılan diğer yöntemlerin avantajlarını da içermektedir. Bura da amaç ambulansların hastaneye en kısa zamanda varabilecekleri noktaları tespit etmek olup önerilen model bölge için bir başlangıç çalışması olduğundan merkezden taşıma problemi olarak kurulmakla birlikte uygun kısıtların oluşturulması ile gerçek yol uzunlukları ile de kullanılabilir.

Her mahallenin 2013 ve 2014 yıllarında talep ettikleri ambulans sayıları Kocaeli 112 Acil Servis Komuta Merkezi tarafından temin edilen Excel dosyasından filtreleme yapılarak bulunmuş, Excel uygulamasına tablo olarak aktarılmıştır.

Şekil 3.5-Veri Tabanından Mahallelerin Filtre Edilmesi

Çizelge 3.2-Mahallelerin 2013-2014 Yıllarındaki Toplam Ambulans Talebi

	TALEP		
28 Haziran Mah.	119	Kocatepe	19
Akarca	27	Kozluk	245
Akçakoca	68	Körfez	42
Alikahya Atatürk	7	Kuruçeşme Fatih	16
Alikahya Cumhuriyet	2	Malta	10
Alikahya Fatih	6	Mehmet Ali Paşa	74
Ayazma	14	Orhan	77
Bekirdere	63	Ömerağa	58
Cedit	242	Sanayi	32
Cumhuriyet	18	Serdar	136
Çukurbağ	77	Şirintepe	26
Doğan	21	Tavşantepe	36
Erenler	251	Tepecik	40
Fatih	70	Tepeköy	12
Fevzi Çakmak	1	Terzibayırı	98
Gültepe	117	Topçular	236
Gündoğdu	71	Turgut	192
Hacı Hasan	45	Tüysüzler	37
Hacı Hızır	99	Veli Ahmet	70
Hatipköy	9	Yahya Kaptan	46
Kadıköy	328	Yenidoğan	90
Karabaş	200	Yenimahalle	93
Karadenizliler	1	Yenişehir	61
Kemalpaşa	17	Yeşilova	30
		Zabitan	49

Hesaplanan mahalleler arası uzaklıklar ve mahallelerin talepleri ile “MESAFE X TALEP” işlemi yapılarak “MALİYET TABLOSU” oluşturuldu.

STDSAPMA.S								
=B10*AY10								
	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	Mahalle	28 Haziran Mal Akarca	Akçakoca	Alıkahya Atatür	Alıkahya Cum	Alıkahya Fatil	Ayazma	
3	28 Haziran Mah.		41.600,36	30.255,83	59.465,12	35.452,71	38.421,41	29.004,56
4	Akarca	41.600,36		71.453,40	17.872,10	6.349,45	4.986,69	51.624,41
5	Akçakoca	30.255,83	71.453,40		89.214,70	65.463,82	67.861,95	45.429,67
6	Alıkahya Atati	59.465,12	17.872,10	89.214,70		24.129,21	21.439,75	67.424,84
7	Alıkahya Cum	35.452,71	6.349,45	65.463,82	24.129,21		5.875,61	45.744,71
8	Alıkahya Fatih	38.421,41	4.986,69	67.861,95	21.439,75	5.875,61		51.156,18
9	Ayazma	29.004,56	51.624,41	45.429,67	67.424,84	45.744,71	51.156,18	
10	Bekirdere	5.777,26	35.823,73	35.907,07	53.687,89	29.685,90	32.667,25	29.869,17
11	Cedit	15.229,48	55.729,17	15.822,11	73.444,27	49.814,89	52.064,13	37.724,32
12	Cumhuriyet	74.116,63	115.308,85	43.900,59	133.015,15	109.354,97	111.609,09	83.183,04
13	Çukurbağ	18.648,59	59.506,56	11.984,04	77.245,95	53.557,05	55.881,50	38.862,56
14	Doğan	73.923,97	115.381,80	43.982,59	133.175,78	109.330,42	111.842,14	81.141,51
15	Erenler	6.490,00	48.078,92	23.859,32	65.939,04	41.941,33	44.840,46	29.880,97

Şekil 3.6-Mahalleler İçin Maliyet Tablosu

STDSAPMA.S												
=B10*AY10												
	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	
1												
2	Tüysüzler	Vellahmet	Yahya Kaptan	Yenidoğan	Yenimahalle	Yenişehir	Yeşilova	Zabtan	TALEP	Mahalle	28 Haziran Mah.	
3	31.042,84	25.190,71	26.784,18	46.277,83	66.824,14	16.138,78	21.736,10	41.547,59	119			
4	71.753,09	66.614,34	16.983,71	87.642,00	108.161,78	27.396,60	30.865,38	82.940,61	27	Akarca	1.123.209,71	
5	16.113,00	5.527,77	55.518,04	16.220,88	36.708,80	44.472,27	49.787,00	11.586,78	68	Akçakoca	2.057.396,67	
6	89.552,35	84.434,57	34.038,80	105.421,68	125.918,80	44.898,84	47.334,43	100.731,91	7	Alıkahya Atatürk	416.255,84	
7	65.436,89	60.546,34	12.443,26	81.618,81	102.156,77	21.890,84	24.872,33	76.904,83	2	Alıkahya Cumhuriyet	70.905,43	
8	69.046,66	63.170,00	12.630,87	84.080,15	104.547,90	23.467,03	30.248,98	79.407,11	6	Alıkahya Fatih	230.528,47	
9	34.325,58	40.217,27	44.721,10	57.209,23	75.572,99	38.642,62	20.907,57	33.050,80	14	Ayazma	406.063,86	
10	36.597,36	30.884,80	21.209,58	51.988,99	72.536,08	10.982,02	18.294,44	47.264,05	63	Bekirdere	=B10*AY10	
11	22.627,34	11.616,24	39.696,19	32.039,78	52.483,79	28.652,52	36.382,27	27.402,66	242	Cedit	3.685.533,63	
12	48.999,32	48.983,79	99.139,54	27.887,83	7.630,36	88.150,32	92.546,76	32.623,09	18	Cumhuriyet	1.334.099,39	
13	19.864,97	7.857,32	43.537,49	28.204,91	48.673,16	32.489,49	39.294,31	23.556,59	77	Çukurbağ	1.435.941,50	
14	47.310,05	48.794,46	99.489,44	27.762,30	7.628,25	88.449,87	91.581,17	32.443,98	21	Doğan	1.552.403,36	
15	25.133,29	18.693,99	33.019,05	39.813,82	60.356,75	22.149,35	26.874,80	35.080,63	253	Erenler	1.628.990,12	

Şekil 3.7-Maliyet Tablosunun Excel Formülasyonu

Oluşturulan maliyet tablosu üzerinden “Euclidean Mesafe” yöntemi kullanılarak mahalleler ikili birleştirilmiştir. Bu sayede her ikili mahalleler için uygun ambulans istasyon noktaları belirlenmiş olundu. İşlemin prosedürü şu şekilde ilerlemiştir;

- Mevcut maliyet tablosu üzerinde “=min()” işlevi kullanılarak tablo içindeki minimum maliyete sahip olan mahalle ikili bulunur.
- Bulunan mahallelere uygun ambulans noktasını hesaplayabilmek için

$$x = \frac{(x_1 * talep_1) + (x_2 * talep_2)}{(talep_1 + talep_2)} \quad (17)$$

$$y = \frac{(y_1 * talep_1) + (y_2 * talep_2)}{(talep_1 + talep_2)} \quad (18)$$

formülleri kullanılır ve uygun noktanın koordinatlarına ulaşılır.

- Her bulunan mahalle ikilisinin bilgileri mevcut maliyet tablosu, talep tablosu ve mahalleler arası mesafeyi gösteren tablodan çıkarılır. Böylece geri kalan mahalleler rahatlıkla ikili olarak gruplandırılır ve de uygun ambulans noktaları hesaplanır.
- Prosedürün Excel uygulamasındaki görünümü ise şu şekildedir;

STDSAPMAS $=\text{MIN}(J1617:N1621)$

Mahalle	Fatih	Hatipköy	Serdar	Turgut	Yenişehir	Talep
1617 Fatih		88302,47	97004,38	121835,60	169376,71	70
1618 Hatipköy	88302,47		16160,71	35911,80	83931,99	99
1619 Serdar	97004,38	16160,71		25004,94	72449,36	136
1620 Turgut	121835,60	35911,80	25004,94		48343,79	192
1621 Yenişehir	169376,71	83931,99	72449,36	48343,79		61

Mahalle	Fatih	Hatipköy	Serdar	Turgut	Yenişehir
Fatih		6167173,06	6790306,43	8528492,04	1185609,84
Hatipköy	8722144,76		159910,33	3555268,65	8309464,92
Serdar	1318295,35	2197856,62		3400671,56	9851112,38
Turgut	23192435,31	6895066,48	4800948,08		9243826,24
Yenişehir	10332101,43	5119973,33	4419430,70	2936771,37	

KOORDİNAT (x) KOORDİNAT (y)	
Fatih	40753195 29795474
Hatipköy	40775744 29880642
Serdar	40764113 29891862
Turgut	40770179 29916120
Yenişehir	40767925 29964211

min. Maliyet: $=\text{MIN}(I617:N61)$

Serdar mahallesi ile Hatipköy mahallesi birleştirilir (L23)

x= 40769012,87
y= 29887135,28

Şekil 3.8 Maliyet Tablosunda Minimum Değerin Bulunması

STDSAPMAS $=((G1618*J1625)+(G1619*J1626))/(G1618+G1619)$

Mahalle	Fatih	Hatipköy	Serdar	Turgut	Yenişehir	Talep
1617 Fatih		88302,47	97004,38	121835,60	169376,71	70
1618 Hatipköy	88302,47		16160,71	35911,80	83931,99	99
1619 Serdar	97004,38	16160,71		25004,94	72449,36	136
1620 Turgut	121835,60	35911,80	25004,94		48343,79	192
1621 Yenişehir	169376,71	83931,99	72449,36	48343,79		61

Mahalle	Fatih	Hatipköy	Serdar	Turgut	Yenişehir
Fatih		6167173,06	6790306,43	8528492,04	1185609,84
Hatipköy	8722144,76		159910,33	3555268,65	8309464,92
Serdar	1318295,35	2197856,62		3400671,56	9851112,38
Turgut	23192435,31	6895066,48	4800948,08		9243826,24
Yenişehir	10332101,43	5119973,33	4419430,70	2936771,37	

KOORDİNAT (x) KOORDİNAT (y)	
Fatih	40753195 29795474
Hatipköy	40775744 29880642
Serdar	40764113 29891862
Turgut	40770179 29916120
Yenişehir	40767925 29964211

min. Maliyet: 159910,33

Serdar mahallesi ile Hatipköy mahallesi birleştirilir (L23)

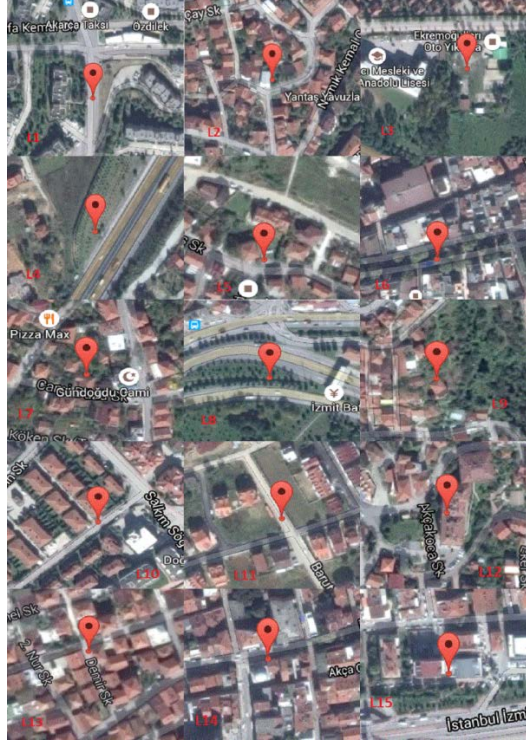
x= $=((G1618*J1625)$
y= 29887135,28

Şekil 3.9 Uygun Nokta Koordinatının Hesaplanması

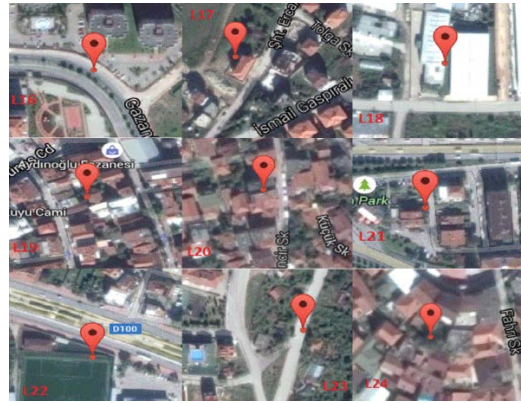
İterasyonlar sonucu elde edilen mahalle ikilileri ve uygun ambulans noktaları şu şekildedir;

Çizelge 3.3 Uygun Ambulans Noktalarının (x,y) Koordinatları

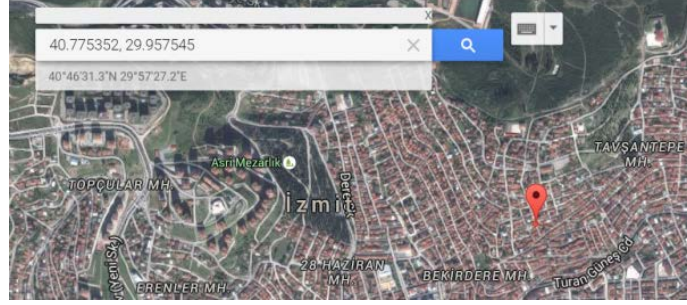
	KOORDİNATLAR	
	X	Y
L1(FevziÇakmak Mh., Akarca Mh.)	40774376,54	29990922,86
L2(Zabitan Mh., Gültepe Mh.)	40768081,52	29908232,26
L3(Alikahya Fatih Mh., Alikahya Cumhuriyet Mh.)	40771797,5	29986824,25
L4(Kocatepe Mh., Kuruçeşme Fatih Mh.)	40769723,49	29867910,94
L5(Erenler Mh., Kadıköy Mh.)	40773422,67	29942882,87
L6(Tepecik Mh., Kemalpaşa Mh.)	40762774,95	29924277,67
L7(Gündoğdu Mh., Malta Mh.)	40794283,3	29953126,37
L8(Doğan Mh., Cumhuriyet Mh.)	40763664,77	29876041,69
L9(Veliahmet Mh., Hacıhızır Mh.)	40770393,48	29925790,91
L10(Yahyakaptan Mh., Alikahya Atatürk Mh.)	40768349,55	29979681,02
L11(Yeşilova Mh., Tepeköy Mh.)	40793060,43	29969086,43
L12(Hacıhasan Mh., Akçakoca Mh.)	40766740,97	29921562,99
L13(Bekirdere Mh., Tavşantepe Mh.)	40775352,18	29957545,36
L14(Çukurbağ Mh., Ömerağa Mh.)	40766011,59	29930371,67
L15(Karabaş Mh., Körfez Mh.)	40762553,59	29936648,74
L16(Ayazma Mh., Topçular Mh.)	40778247,5	29940748,26
L17(Orhan Mh., Tüysüzler Mh.)	40779487,74	29926037,82
L18(Karadenizliler Mh., Sanayi Mh.)	40750051,93	29962171,52
L19(28 Haziran Mh., M.Ali Paşa Mh.)	40771503,91	29950397,12
L20(Cedit Mh., Terzibayırı Mh.)	40768853,14	29934721,06
L21(Şirintepe Mh., Yeni Mh.)	40763738,18	29878192,3
L22(Kozluk Mh., Yenidoğan Mh.)	40765116,54	29910998,6
L23(Serdar Mh., Hatıpköy Mh.)	40769012,87	29887135,28
L24(Turgut Mh., Yenişehir Mh.)	40769635,55	29927715,06
Fatih Mh.	40753195	29795474



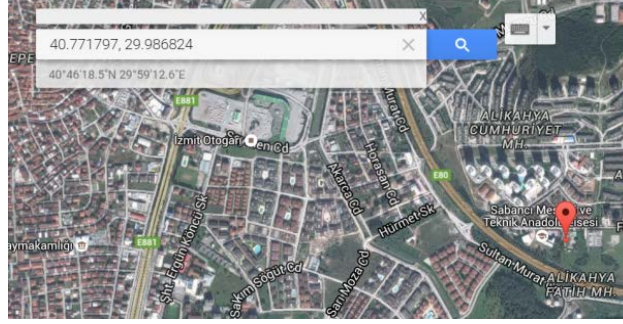
Şekil 3.10 Uygun Ambulans Noktalarının Google Maps'te Gösterimi



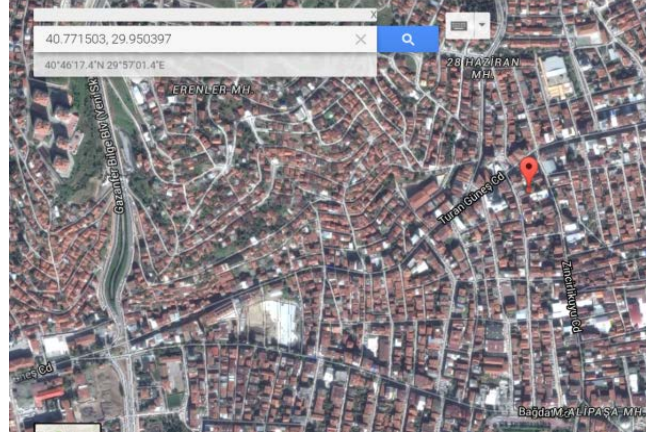
Şekil 3.11 Uygun Ambulans Noktalarının Google Maps'te Gösterimi



Şekil 3.12 Tavşantepe Mh. ile Bekirdere Mh. İçin Uygun Ambulans Noktası



Şekil 3.13 Alikahya Cumhuriyet Mh. ile Alikahya Fatih Mh. İçin uygun Ambulans Noktası



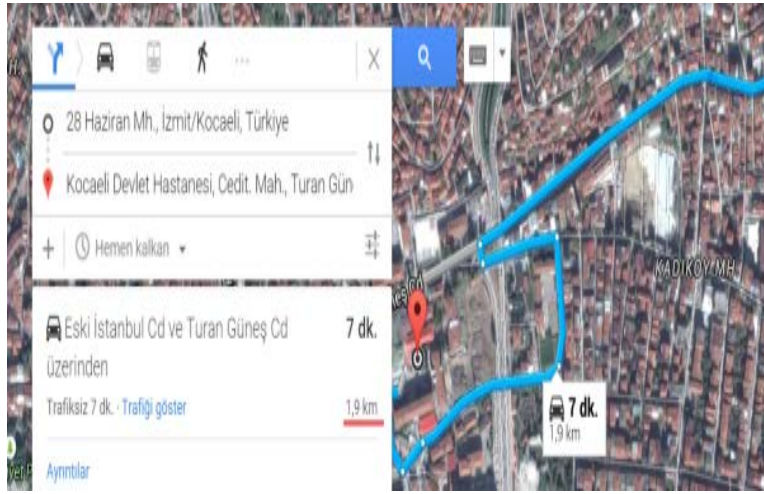
Şekil 3.14 M. Ali Paşa Mh. ile 28 Haziran Mh. İçin Uygun Ambulans Noktası

Tespit edilen uygun ambulans yerleri Şekil 3.9’da gösterildiği gibi yol üzerine denk gelip yerleşimin direkt yapılması sağlanabilir. Ancak Şekil 3.10’da ve Şekil 3.11’de gösterildiği gibi tespit edilen yerler özel mülk gibi yerler, uygun yerleşimin direkt yapılamayacağı yerler de mevcuttur. Bu tip durumlarda tespit edilen ancak özel

mülke denk gelen ya da konumlandırılmanın mümkün olmayacağı uygun yere kamu tarafından kullanıma izin verilen mümkün oldukça en yakın yere yerleşim yapılmalıdır.

3.2.2. Mahallelerin İlgili Hastanelere Atanmasının Hesaplanması (Sezgisel Metot)

Yapılan çalışma için gerekli olan her bir hastanenin her bir mahalleye olan uzaklığı Google Maps' ten yararlanılarak bulundu. Elde edilen değerler Excel uygulamasına hesaplamalarda kullanılmaz üzere aktarıldı.



Şekil 3.15 Mahalleler ve Hastaneler Arası Mesafenin Tespiti

Çizelge 3.4 Mahalleler ve Hastaneler Arası Mesafe

	Kocaeli Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi	Izmit Seka Devlet Hastanesi	Izmit Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi	Kocaeli Devlet Hastanesi	Özel Acıbadem Kocaeli Hastanesi	Özel Konak Hastanesi	Özel Cihan Hastanesi	Özel Kocaeli Akademi Tıp Merkezi	Özel Kocaeli Tıp Merkezi
28 Haziran Mah.	9	6,1	5	1,9	6,7	1,9	1,4	3,3	1,3
Akarca	12,5	9,8	1,6	5,6	10,6	3	3,3	2,8	4,7
Akçakoca	8,9	3	8,6	2,4	3,7	5,8	6,1	6,5	5,1
Alıkhaya Atatürk	14,3	11,3	3,1	7,9	12	4,8	5,1	4,2	6,5
Alıkhaya Cumhuriyet	11,6	9,8	1,7	6,4	10,5	2,9	3,2	2,7	4,6
Alıkhaya Fatih	12,1	9,2	2,6	5,2	9,9	2,6	2,9	2,1	4,8
Ayazma	6,5	9,4	6,8	7,5	10,2	7,8	7,6	9,1	6,9
Bekirdere	9,2	7,2	4,3	2,3	8	1,5	0,9	3,4	2,6
Cedit	9,2	5,2	6,6	0,45	6	3	2,5	3,8	1,3
Cumhuriyet	12,2	2,1	12,8	9,3	2,8	8	8,4	8,7	6,8
Çukurbag	9,6	3,7	7	0,9	4,4	3,1	2,9	4,3	1,7
Doğan	12,6	2,5	13,1	9,7	2,9	8,4	8,8	9,1	8,7
Erenler	8,3	6,3	5,8	6,5	6,9	2,7	2,2	3,8	2
Fatih	8,8	3,7	9	5,6	4,4	7,4	6,5	8,1	5,9
Fevzi Çakmak	12,2	10,5	1	6,3	11,3	3,5	4	3,2	5,4
Gültepe	8,6	1,9	8,8	5,4	2,6	6,1	6,5	6,8	5,4
Gündoğdu	6,6	7,9	4,5	6	8,7	5,2	4,6	6,8	5,4
Hacı Hasan	9,5	2,8	10,4	2,1	3,6	4,5	4,9	6,4	3,7
Hacı Hızır	9,2	4,2	8,9	1,9	4,9	4,4	3,9	5,2	2,7
Hatipköy	11,6	4,4	15	11,5	4,7	10,3	10,6	11	10,6
Kadıköy	9,6	2,1	5,7	0,95	5,9	1,8	1,6	2,9	0,55
Karabağ	10,2	3,7	6,8	1,6	4,5	2,9	3,2	3,7	2
Karadenizliler	14,5	8,7	6,5	4,3	9,5	3,2	3,5	2,7	4,4
Kemalpaşa	10,9	3,1	8,8	2,6	3,9	3,9	4,3	4,7	2,5
Kocatepe	13,5	3,5	14,1	10,6	3,8	9,3	9,7	6,4	9,6
Kozluk	9,7	1,9	9,4	4	2,6	4,7	5	5,4	4
Körfez	10	4,6	7,6	1,5	5,9	2,9	3,2	3,6	1,5
Kuruçayma Fatih	13,3	3,2	13,9	10,4	3,6	9,1	9,5	9,8	9,4
Malta	5,6	7,5	5,2	5,6	8,2	5	4,5	7	5
Mehmet Ali Paşa	10	6,2	5,1	2,4	6,9	1,2	1	2,3	1,6
Orhan	7,2	4,4	6,9	2,9	5,1	4,9	4,4	5,8	3,2
Ömerağa	10,1	3,7	7,3	1,1	4,4	3,3	3,7	4,2	1,6
Sanayi	11	6	7,6	2,5	9,3	3,9	4,3	3,8	2,5
Serdar	10,8	0,75	11,4	4,7	3,7	6,6	7	7,3	5,9
Şirintepe	17	7	17,6	14,1	9,9	12,8	13,2	13,5	11,9
Tavaşantepe	9,9	8	3,6	3	8,7	2,4	1,1	4,2	2,4
Tepecik	10,9	3,1	9	1,7	3,9	3,6	4,3	4,5	1,9
Tepeköy	7,1	10,8	4,9	8,8	11,6	5,8	5,6	7,2	7,8
Terzibayırı	9,9	5	8,7	1,2	5,7	3,3	3,2	4,5	2
Topçular	7,7	5,8	7,4	1,6	6,6	3,6	3,1	4,5	2,4
Turgut	9,1	2,4	9,2	3,1	3,2	6,1	6,5	6,8	2,4
Tüysüzler	7,3	4,3	7,4	4	4,9	5,7	5,2	6,9	4,5
Veliahmet	8,6	3,4	8,3	2	4,3	4,4	4	5,3	1,2
Yahya Kaptan	12,5	8	3	4,2	8,8	1,2	1,4	1	5
Yenidoğan	10,5	0,9	11,2	7,6	1,6	6,4	6,7	7	3,6
Yenimahalle	11,7	1,6	12,3	8,8	2	7,5	7,9	8,2	4,8
Yenişehir	11	7,1	4,1	3	7,9	0,4	0,5	2,1	4,2
Yeşilova	7,8	8,9	2,8	6,7	9,7	3,7	3,5	5,1	5,9
Zabitan	9,1	1,4	9,3	5,9	2,2	6,9	7,3	7,6	3,8

Elde edilen mahalle-hastanesi arası mesafe tablosundaki değerler ile mahallelerden gelen ambulans talepleri değerleri çarpılarak her bir mahalle için maliyet değeri hesaplandı.

STDSAPMA.S										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Kocaeli Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi	İzmit Seka Devlet Hastanesi	İzmit Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi	Kocaeli Devlet Hastanesi	Özel Acibadem Kocaeli Hastanesi	Özel Konak Hastanesi	Özel Cihan Hastanesi	Özel Kocaeli Akademi Tıp Merkezi	Özel Kocaeli Tıp Merkezi	
55										
56	28 Haziran Mah.	=B2*K2	725,9	595	226,1	797,3	226,1	166,6	392,7	154,7
57	Akarca	337,5	264,6	43,2	151,2	286,2	81	89,1	75,6	126,9
58	Akçakoca	605,2	204	584,8	163,2	251,6	394,4	414,8	442	346,8
59	Alikahya Atatürk	100,1	79,1	21,7	55,3	84	33,6	35,7	29,4	45,5
60	Alikahya Cumhuriyet	23,2	19,6	3,4	12,8	21	5,8	6,4	5,4	9,2
61	Alikahya Fatih	72,6	55,2	15,6	31,2	59,4	15,6	17,4	12,6	28,8
62	Ayazma	91	131,6	95,2	105	142,8	109,2	106,4	127,4	96,6

Şekil 3.16 Mahalle ve Hastane Arası Maliyet Tablosu

STDSAPMA.S											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Kocaeli Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi	İzmit Seka Devlet Hastanesi	İzmit Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi	Kocaeli Devlet Hastanesi	Özel Acibadem Kocaeli Hastanesi	Özel Konak Hastanesi	Özel Cihan Hastanesi	Özel Kocaeli Akademi Tıp Merkezi	Özel Kocaeli Tıp Merkezi	TALEP	
1											
2	28 Haziran Mah.	9	6,1	5	1,9	6,7	1,9	1,4	3,3	1,3	119
3	Akarca	12,5	9,8	1,6	5,6	10,6	3	3,3	2,8	4,7	27
4	Akçakoca	8,9	3	8,6	2,4	3,7	5,8	6,1	6,5	5,1	68
5	Alikahya Atatürk	14,3	11,3	3,1	7,9	12	4,8	5,1	4,2	6,5	7
6	Alikahya Cumhuriyet	11,6	9,8	1,7	6,4	10,5	2,9	3,2	2,7	4,6	2
7	Alikahya Fatih	12,1	9,2	2,6	5,2	9,9	2,6	2,9	2,1	4,8	6
8	Ayazma	6,5	9,4	6,8	7,5	10,2	7,8	7,6	9,1	6,9	14
9	Bekirdere	9,2	7,2	4,3	2,3	8	1,5	0,9	3,4	2,6	63

Şekil 3.17 Maliyet Tablosunun Excel Formülasyonu

Elde edilen maliyet tablosu üzerinden “Sezgisel Metot” yöntemi kullanılarak hastanelere mahalleler atanarak hangi mahallenin hangi hastaneye yönlendirileceği bulunmuştur. İşlemin prosedürü şu şekilde ilerlemiştir;

- Hesaplanan maliyet tablosunda her bir sütunun toplamı hesaplanır. Bu toplam değer tüm müşteri talepleri bu bölgeye atanırsa oluşacak maliyeti ifade eder.
- Maksimum maliyetli bölge saptanır ve ilk tesis bu bölgeye atanır. Bu aşamada bölgelere eğer tesis atanmış ise “atanmış bölge”, tesis atanmamış ise “atanmamış bölge denir”.
- Atanmış bölgelerin atanmamış bölgelere taşınmasıyla elde edilen kazançlar hesaplanır. Kazanç tablosu transport maliyetindeki pozitif bir değişimden oluşur. Eğer pozitif bir değişim yoksa “-“ işareti konulur.
- Kazanç tablosu oluşturulurken kazanç sağlayan değişimlerde bölgeye müşteri atanması gerçekleştirilir.

- Bir sonraki iterasyona geçilir ilk adıma dönülerek. Amaç kazanç değişimlerinde yeni güncellemeler, dolayısıyla atamalarda güncellemeler olup olmayacağını kontrol etmektedir.
- Yapılan bir sonraki iterasyonda kazanç değerleri varsa atamalar revize edilir. Eğer hiçbir kazanç sağlanmıyorsa işlem sonlandırılır ve bir önceki iterasyonun atamaları uygun sonuç olarak kabul edilir.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
77	Karabağ	2040	740	1360	320	900	580	640	740	400	
78	Karadenizliler	14,5	8,7	6,5	4,3	9,5	3,2	3,5	2,7	4,4	
79	Kemalpaşa	185,3	52,7	149,6	44,2	66,3	66,3	73,1	79,9	42,5	
80	Kocatepe	256,5	66,5	267,9	201,4	72,2	176,7	184,3	121,6	182,4	
81	Kozluk	2376,5	465,5	2303	980	637	1151,5	1225	1323	980	
82	Körfez	420	193,2	319,2	63	247,8	121,8	134,4	151,2	63	
83	Kuruşme Fatih	212,8	51,2	222,4	166,4	57,6	145,6	152	156,8	150,4	
84	Malta	56	75	52	56	82	50	45	70	50	
85	Mehmet Ali Paşa	740	458,8	377,4	177,6	510,6	88,8	74	170,2	118,4	
86	Orhan	554,4	338,8	531,3	223,3	392,7	377,3	338,8	446,6	246,4	
87	Ömerağa	585,8	214,6	423,4	63,8	255,2	191,4	214,6	243,6	92,8	
88	Sanayi	352	192	243,2	80	297,6	124,8	137,6	121,6	80	
89	Serdar	1468,8	102	1550,4	639,2	503,2	897,6	952	992,8	802,4	
90	Şirintepe	442	182	457,6	366,6	257,4	332,8	343,2	351	309,4	
91	Tarşantepe	356,4	288	129,6	108	313,2	86,4	39,6	151,2	86,4	
92	Tepecik	436	124	360	68	156	144	172	180	76	
93	Tepeköy	83,2	129,6	38,8	105,6	139,2	69,6	67,2	86,4	93,6	
94	Terzibayın	970,2	490	852,6	117,6	538,6	323,4	313,6	441	196	
95	Topçular	1817,2	1368,8	1746,4	377,6	1557,6	849,6	731,6	1062	566,4	
96	Turgut	1747,2	460,8	1766,4	595,2	614,4	1171,2	1248	1305,6	460,8	
97	Tüysüzler	270,1	159,1	273,8	148	181,3	210,9	192,4	255,3	166,5	
98	Vellahmet	602	238	581	140	301	308	280	371	84	
99	Yahya Kaptan	575	368	138	193,2	404,8	55,2	64,4	46	230	
100	Yenidoğan	945	81	1008	684	144	576	603	630	324	
101	Yenimahalle	1088,1	146,8	1143,9	818,4	186	697,5	734,7	762,6	446,4	
102	Yenişehir	671	433,1	250,1	183	481,9	24,4	90,5	128,1	256,2	
103	Yeşilova	234	267	84	201	291	111	105	153	177	
104	Zabitan	445,9	68,8	455,7	289,1	107,8	338,1	337,7	372,4	186,2	
105	TOPLAM	35055,7	15237,2	28173,3	12638,8	19372	15121,7	14839,7	16468,7	11239,7	
106											
107											
108											
109											

En düşük maliyeti veren nokta bulundu; Özel Kocaeli Tıp Merkezi.
İstasyonlardan biri Özel Kocaeli Tıp Merkezi'nde alındı.
Aşağıdaki gibi kazanç tablosu oluşturuldu.

Şekil 3.18 Minimum Maliyetli Hastanenin Saptanması

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
134	Karadenizliler				0,1		1,2	0,9	1,7					
135	Kemalpaşa													
136	Kocatepe		115,9			110,2	5,7		60,8					
137	Kozluk		534,5			343								
138	Körfez													
139	Kuruşme Fatih		99,2			92,8	4,8							
140	Malta							5						
141	Mehmet Ali Paşa						23,6	44,4						
142	Orhan			23,1										
143	Ömerağa			29										
144	Sanayi													
145	Serdar		700,4		163,2	299,2								
146	Şirintepe		127,4			52								
147	Tarşantepe							46,8						
148	Tepecik				8									
149	Tepeköy	8,4		34,8			24	26,4	7,2					
150	Terzibayın				78,4									
151	Topçular				188,8									
152	Turgut													
153	Tüysüzler		7,4		18,5									
154	Vellahmet													
155	Yahya Kaptan			92	36,8		174,8	165,6	184					
156	Yenidoğan		243			180								
157	Yenimahalle		297,6			260,4								
158	Yenişehir			6,1	73,2		231,8	225,7	128,1					
159	Yeşilova			93			66	72	24					
160	Zabitan		117,6			78,4								
161	TOPLAM	14	1040,6	422,1	1341,1	2195,2	706,7	833,9	43,6					
162														
163														
164														
165														

En fazla kazancı olan hastane İzmit Seka Devlet Hastanesi
Akçakoca,Cumhuriyet,Doğan,Fatih,Gültepe,HacıHasan,Haitpköy,Kocatepe,Kozluk,Kuruşme Fatih,Serdar,Şirintepe,Tüysüzler,Yenidoğan,Yeni,Zabitan.

Şekil 3.19 Maksimum Tasarruf Sağlayan Hastanenin Saptanması

J	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
527	Hatıpköy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
528	Kadıköy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
529	Karabağ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
530	Karadenizliler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
531	Kemalpaşa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
532	Kocatepe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
533	Kozluk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
534	Körfez	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
535	Kuruçeşme Fatih	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
536	Malta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
537	Mehmet Ali Paşa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
538	Orhan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
539	Ömerağa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
540	Sanayi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
541	Serdar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
542	Şirintepe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
543	Tavşantepe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
544	Tepecik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
545	Tepeköy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
546	Terzibayırı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
547	Topçular	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
548	Turgut	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
549	Tüysüzler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
550	Velliahmet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
551	Yahya Kaptan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
552	Yenidoğan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
553	Yenimahalle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
554	Yenişehir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
555	Yeşilova	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
556	Zabitan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
557	TOPLAM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
558											

Şekil 3.20 Son İterasyonun Kazanç Tablosu

Yapılan hesaplamalar ve atamalar sonucu hastanelerin sorumluluğu altında olan hastaneler aşağıda gösterildiği gibidir;

Çizelge 3.5 Hastanelere Atanan Mahalleler

Kocaeli Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi	İzmit Seka Devlet Hastanesi	İzmit Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi	Kocaeli Devlet Hastanesi	Özel Acıbadem Kocaeli Hastanesi	Özel Konak Hastanesi	Özel Cihan Hastanesi	Özel Kocaeli Akademi Tıp Merkezi	Özel Kocaeli Tıp Merkezi
Ayazma	Cumhuriyet	Akarca	Akçakoca		Yenişehir	Bekirdere	Alıkahya Fatih	28 Haziran Mah.
	Doğan	Alıkahya Atatürk	Cedit			Malta	Karadenizliler	Erenler
	Fatih	Alıkahya Cumhuriyet	Çukurbağ			Mehmet Ali F	Yahya Kaptan	Kadıköy
	Gültepe	Fevzi Çakmak	Hacı Hasan			Tavşantepe		Kemalpaşa
	Hatıpköy	Gündoğdu	Hacı Hızır					Körfez
	Kocatepe	Tepeköy	Karabağ					Sanayi
	Kozluk	Yeşilova	Orhan					Turgut
	Kuruçeşme Fatih		Ömerağa					Velliahmet
	Serdar		Tepecik					
	Şirintepe		Terzibayırı					
	Yenidoğan		Topçular					
	Yenimahalle		Tüysüzler					
	Zabitan							

Bu çalışmada hastane-mahalle atamaları talep ve mesafe baz alınarak, bu iki faktörün çarpımı sonucu çıkan ilişkiden yola çıkılarak yapılmıştır. Ancak hastanelerde her zaman gelen talebi karşılayabilecek imkânlar bulunmayabilir. Ya da acil büyük bir olay karşısında kişilerin diğer hastanelere yönlendirilmesi söz konusu olabilir. Bu tip durumlarda hazır olunması için yapılan bu çalışmada bir “B Planı” olarak her bir hastane için sonra gelen ambulansların yönlendirileceği yedek sıralaması oluşturulmuştur. Yedek sıralaması oluşturulurken hasta aktarılmasında zaman ve dolayısıyla mesafe en büyük etmen olduğu için en düşük mesafeden

başlanılarak sıralama yapılmıştır. Ayrıca çoğunlukla devlet hastanelerinin tercih edildiği kabul edilerek öncelik devlet hastanelerine verilmiştir.

Her bir hastane için yedek sıralaması tabloda gösterildiği gibidir;

Çizelge 3.6 Hastaneler Arası Mesafe

	Kocaeli Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi	Izmit Seka Devlet Hastanesi	Izmit Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi	Kocaeli Devlet Hastanesi	Özel Acibadem Kocaeli Hastanesi	Özel Konak Hastanesi	Özel Cihan Hastanesi	Özel Kocaeli Akademi Tıp Merkezi	Özel Kocaeli Tıp Merkezi
Kocaeli Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi		10,7	11,3	9,4	11,4	11	10	12,3	9,7
Izmit Seka Devlet Hastanesi	10,7		10,8	4,2	3,2	6,2	6,5	6,9	5,4
Izmit Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi	11,3	10,8		7,2	11,3	4,2	4	3,8	5,7
Kocaeli Devlet Hastanesi	9,4	4,2	7,2		5,3	2,7	3	5,9	1,3
Özel Acibadem Kocaeli Hastanesi	11,4	3,2	11,3	5,3		7,3	7,7	8	5,6
Özel Konak Hastanesi	11	6,2	4,2	2,7	7,3		0,7	1,9	1,8
Özel Cihan Hastanesi	10	6,5	4	3	7,7	0,7		2,7	2,2
Özel Kocaeli Akademi Tıp Merkezi	12,3	6,9	3,8	5,9	8	1,9	2,7		4,9
Özel Kocaeli Tıp Merkezi	9,7	5,4	5,7	1,3	5,6	1,8	2,2	4,9	

Çizelge 3.7 Hastanelerin Yedek Sıralaması

Kocaeli Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi	Izmit Seka Devlet Hastanesi	Izmit Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi	Kocaeli Devlet Hastanesi	Özel Acibadem Kocaeli Hastanesi	Özel Konak Hastanesi	Özel Cihan Hastanesi	Özel Kocaeli Akademi Tıp Merkezi	Özel Kocaeli Tıp Merkezi
Kocaeli Devlet Hastanesi	Kocaeli Devlet Hastanesi	Kocaeli Devlet Hastanesi	Izmit Seka Devlet Hastanesi	Izmit Seka Devlet Hastanesi	Kocaeli Devlet Hastanesi	Kocaeli Devlet Hastanesi	Izmit Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi	Kocaeli Devlet Hastanesi
Izmit Seka Devlet Hastanesi	Kocaeli Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi	Izmit Seka Devlet Hastanesi	Izmit Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi	Kocaeli Devlet Hastanesi	Izmit Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi	Izmit Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi	Kocaeli Devlet Hastanesi	Izmit Seka Devlet Hastanesi
Izmit Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi	Izmit Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi	Kocaeli Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi	Kocaeli Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi	Izmit Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi	Izmit Seka Devlet Hastanesi	Izmit Seka Devlet Hastanesi	Izmit Seka Devlet Hastanesi	Izmit Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi
Özel Kocaeli Tıp Merkezi	Özel Acibadem Kocaeli Hastanesi	Özel Kocaeli Akademi Tıp Merkezi	Özel Kocaeli Tıp Merkezi	Kocaeli Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi	Kocaeli Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi	Kocaeli Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi	Kocaeli Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi	Kocaeli Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi
Özel Cihan Hastanesi	Özel Kocaeli Tıp Merkezi	Özel Cihan Hastanesi	Özel Konak Hastanesi	Özel Kocaeli Tıp Merkezi	Özel Cihan Hastanesi	Özel Konak Hastanesi	Özel Konak Hastanesi	Özel Konak Hastanesi
Özel Konak Hastanesi	Özel Konak Hastanesi	Özel Konak Hastanesi	Özel Cihan Hastanesi	Özel Konak Hastanesi	Özel Kocaeli Tıp Merkezi	Özel Konak Hastanesi	Özel Cihan Hastanesi	Özel Cihan Hastanesi
Özel Acibadem Kocaeli Hastanesi	Özel Cihan Hastanesi	Özel Kocaeli Tıp Merkezi	Özel Acibadem Kocaeli Hastanesi	Özel Cihan Hastanesi	Özel Kocaeli Akademi Tıp Merkezi	Özel Kocaeli Akademi Tıp Merkezi	Özel Kocaeli Akademi Tıp Merkezi	Özel Kocaeli Akademi Tıp Merkezi
Özel Kocaeli Akademi Tıp Merkezi	Özel Kocaeli Akademi Tıp Merkezi	Özel Acibadem Kocaeli Hastanesi	Özel Kocaeli Akademi Tıp Merkezi	Özel Kocaeli Akademi Tıp Merkezi	Özel Acibadem Kocaeli Hastanesi	Özel Acibadem Kocaeli Hastanesi	Özel Acibadem Kocaeli Hastanesi	Özel Acibadem Kocaeli Hastanesi

Yapılan hesaplamalar sonucunda Çizelge 3.3' te gösterildiği gibi 24 adet ambulans noktası belirlenmiştir. Sadece Fatih mahallesi maliyet tablosunda en yüksek değere sahip olduğu için başka bir mahalle ile birleştirilememiştir. Bu nedenden dolayı Fatih mahallesinin gerekli ambulans hizmetini kendisine en yakın olan iki mahalle olan Kuruçeşme Fatih Mahallesi ile Kocatepe Mahallesi'nden sağlaması uygun görülmüştür.

Hastanelere atanan mahalleler yapılan hesaplamalar sonucunda Çizelge 3.5' te gösterildiği gibidir. Beklenmeyen bir durum karşısında, yoğunluğun fazla olduğu durumlarda hastanelerin talebi karşılması söz konusu olabilir düşüncesi ile her bir hastane için öncelik devlet hastanelerine verilmek üzere en yakın hastaneler saptanarak Çizelge 3.7' de gösterildiği gibi yedek sıralaması oluşturulmuştur.

4.SONUÇ

Çalışmanın teorik kısmında ve uygulama kısmında belirtildiği üzere yer seçimi her açıdan büyük önem arz etmektedir ve etkileyen bir çok kriter vardır. Bu kriterler dikkate alınarak uygun metotlarla yer seçimi gerçekleştirilmelidir.

Yapılan bu çalışmada ise kullanılan “Sezgisel Metot” ve “Euclidean Mesafe Metodu” ile uygun ambulans noktaları ve yönlendirilecekleri hastaneler saptanmıştır. Gerekli düzenlemelere belirtilmiştir.

Acil durumlarda başrol olan ekiplerin, insan hayatını kurtarmaya odaklı çalışmaları için benzer çalışmalarla daha görevlerini daha verimli ve etkin erine getirebilmeleri sağlanabilir.

Doğru yer ve doğru miktarda ambulans ve istasyonu olmaması birçok problemi de beraberinde getirmektedir. Bu açıdan ambulans istasyonları için en uygun yerin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Çalışmada Kocaeli iline bağlı İzmit ilçesinde bulunan mahallelere her iki mahalleye bir ambulans istasyonu düşecek şekilde “hangi ikili mahallelere, hangi koordinatlara ambulans istasyonu konulmalıdır?” ve “hangi mahalle hangi hastanenin sorumluluğu altında?” sorularının cevaplanması amaçlanmaktadır. Bunun iyileştirilmesi için çözüm üretilmesinde örnek bir uygulama modeli geliştirilmiştir.

Ayrıca Coğrafi Bilgi Sistemi ortamında kullanılan güncel ulaşım verisi, etkin müdahale için gerçeğe en yakın analizlerin yapılmasını sağlanarak Kurulacak bir komuta kontrol merkezi, CBS ve GPS teknolojilerinin entegrasyonunu sağlayarak, vaka yerinin hızlı belirlenmesini ve CBS konumsal analiz teknikleriyle belirlenen en uygun yolun ambulanslara bildirilmesini sağlayabilir.

KAYNAKÇA

Ağdaş, M., (2014), Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Lojistik Tesis Yer Seçimi: Kamu Sektöründe Bir Uygulama, Ankara, T.C. Kara Harp Okulu.

Aytekin, A., Kaygın, B., (2005), Bilgisayar Destekli İşletme Kuruluş Yeri Seçimi, Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 5 (2), 213-226.

Cebeci, U., Kılınç, M.S., (2007), Hastane Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Yöntemi Uygulanması, Tesis Tasarımı ve Planlanması, İstanbul Teknik Üniversitesi, 1-8.

Erkut, H., Baskak, M., (2013) Tesis Tasarımı, İrfan Yayınları, İstanbul.

Gülenç, İ.F., Bilgin, G.A., (2010), Yatırım Kararları İçin Bir Model Önerisi: AHP Yöntemi, Öneri.C.9.S.34. Temmuz 2010, 97-107.

Gülsün, B., (2014), Bilgisayarlı Tesis Planlaması, Tesis Tasarımı ve Planlanması, İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi.

Dileep R. Sule, (2001), Logistics of Facility Location and Allocation, Marcel Dekker, 2001. ISBN 0824704932.

Kaya, İ., (2014), Analitik Hiyerarşi Süreci, Ders Notları, İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi.

Morova, N., Şener, E., Terzi, S., (2011), Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Isparta İli 112 Ambulans İstasyonlarının Hizmet Alanlarının Sorgulanması ve Optimum Yol Güzergâhlarının Belirlenmesi, SDU International J. of Techn. Sciences, 3(3), 1-13.

Oxford, U., (2003), Oxford Dictionary of English 2e, Press.

Öztürk, Y.E., Öncel, H., Ördök, E., (2013), Konya-Selçuklu İlçesinde 112 Acil Servis İstasyonları Yerleşim Modeli, Selçuk Üniversitesi, Müh. Bilim ve Tekn. Derg., c.1, s.1, 19-32.

Özden K, Ercan, S., 2009. İşyeri/Fabrika Tasarımı ve Yerleşim Düzeni. Papatya Yayıncılık Eğitim, İstanbul.

Türkmen, N.A., Oğulata, S.N., (2008), Hastane İş Akış ve Yerleşim Değerlendirilmesi, Adana, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Ent. Dergisi, 17(8), 1-10.

Tompkins J.A, White JA, Bozer Y, Tanchoco, (2003), Facilities Planning, John Wiley & Sons, USA.

<http://en.wikipedia.org> . (15 Mayıs 2015, http://en.wikipedia.org/wiki/Analytic_hierarchy_process).

<http://en.wikipedia.org> . (21 Aralık 2014, <http://en.wikipedia.org/wiki/TOPSIS>).

<http://tuikapp.tuik.gov.tr> (3 Nisan 2015, <http://tuikapp.tuik.gov.tr/adnksdagitapp/adnks.zul>).

<http://www.kocaeli.bel.tr> (3 Nisan 2015, <http://www.kocaeli.bel.tr/Section.aspx?CategoryID=2384>).

<http://www.yourarticlelibrary.com>. (13 Mayıs 2015, <http://www.yourarticlelibrary.com/industries/factors-influencing-the-location-of-industries-geographical-and-non-geographical-factors/19695/>).

Araştırma Makalesi

KİTİN VE KİTOSANIN TEKSTİL VE BİYOMÜHENDİSLİKTE UYGULAMALARI

Hilal OLCA¹

ÖZ

Kitin, doğada ikinci en yaygın amino polisakarittir. Kabuklu su ürünlerinde, böceklerin iskeletinde, planktonlarda ve mantarların hücre duvarlarının yapısında bulunmaktadır. Kitinin deasetilasyonu sonucu başlıca türevi olan kitosan elde edilmektedir. Kitin ve kitosan günümüzde tıp, gıda, ziraat, kozmetik, eczacılık, atık su arıtımı, fotoğrafçılık ve tekstil sektörleri gibi sayısız alanda kullanılabilir. Bu çalışmada kitin ve kitosanın tekstil ve biyomühendislik alanlarında kullanımı incelenmiş olup bu alanlarda yapılmış çalışmalardan derleme yapılmıştır. Antimikrobiyel özellik kazandırması, yünü kumaşlarda çekmezlik sağlaması, reaktif boyamada tuz miktarını azaltması, pamuğun asit boyarmaddelerle boyanabilirlik kazanması, antistatik özellik kazandırması, deodorant maddesi olarak kullanılması tekstil endüstrisindeki kullanım alanlarından bazılarıdır. Biyomühendislik alanında ise medikal yapay deri, cerrahi dikiş iplikleri, yapay kan damarları, kontrollü ilaç salımı, kontakt lens yapımı, yara bandı, yara örtüsü, sargı bezi, kolesterol kontrolü (yağ bağlayıcı), tümör inhibitörü şeklinde kullanımı sıralanabilmektedir.

Anahtar kelimeler: *Kitin, kitosan, tekstil, biyomühendislik.*

BIOENGINEERING APPLICATIONS OF CHITIN AND CHITOSAN

ABSTRACT

Chitin is the second most common amino polysaccharide in nature. Chitin is present in shellfish, skeleton of insects, plankton and fungi's cell wall. Chitin's main derivative chitosan is obtained from the deacetylation of chitin. Nowadays, chitin and chitosan can be used in numerous areas such as medicine, food, agriculture, cosmetic, pharmaceutical, waste water treatment, photography and textile sectors. In this study, usage of chitin and chitosan in textile and bioengineering areas has been examined and compilation of them has been made. Providing antimicrobial properties, providing shrinkage in wool fabrics, reducing salt amount in reactive dyeing, providing cotton dyeability with acid dyes, giving antistatic properties, using as deodorants are some usage ways in textile industry. In bioengineering area, they have been used as medical artificial skin, surgical sutures, artificial blood vessels, controlled drug release, contact lenses' construction, wound bandage, wound dressing, bandage, cholesterol control (fat binder), tumor inhibitor.

Keywords: *Chitin, chitosan, textile, bioengineering.*

Makale Gönderim Tarihi: 18.03.2015

Kabul Tarihi: 24.11.2015

¹ *Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Bölümü
Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü,
olcayhilal@gmail.com*

1. GİRİŞ

Kitin, doğadaki ikinci en yaygın amino polisakkariddir. Yengeç, ıstakoz, karides gibi kabuklu su ürünlerinin ana bileşeni olup, böceklerin iskeletinde, planktonlarda ve mantarların hücre duvarlarının yapısında bulunmaktadır. Kitinin birçok türevi bulunmakla beraber, bunlar arasında en önemlisi kitosandır.

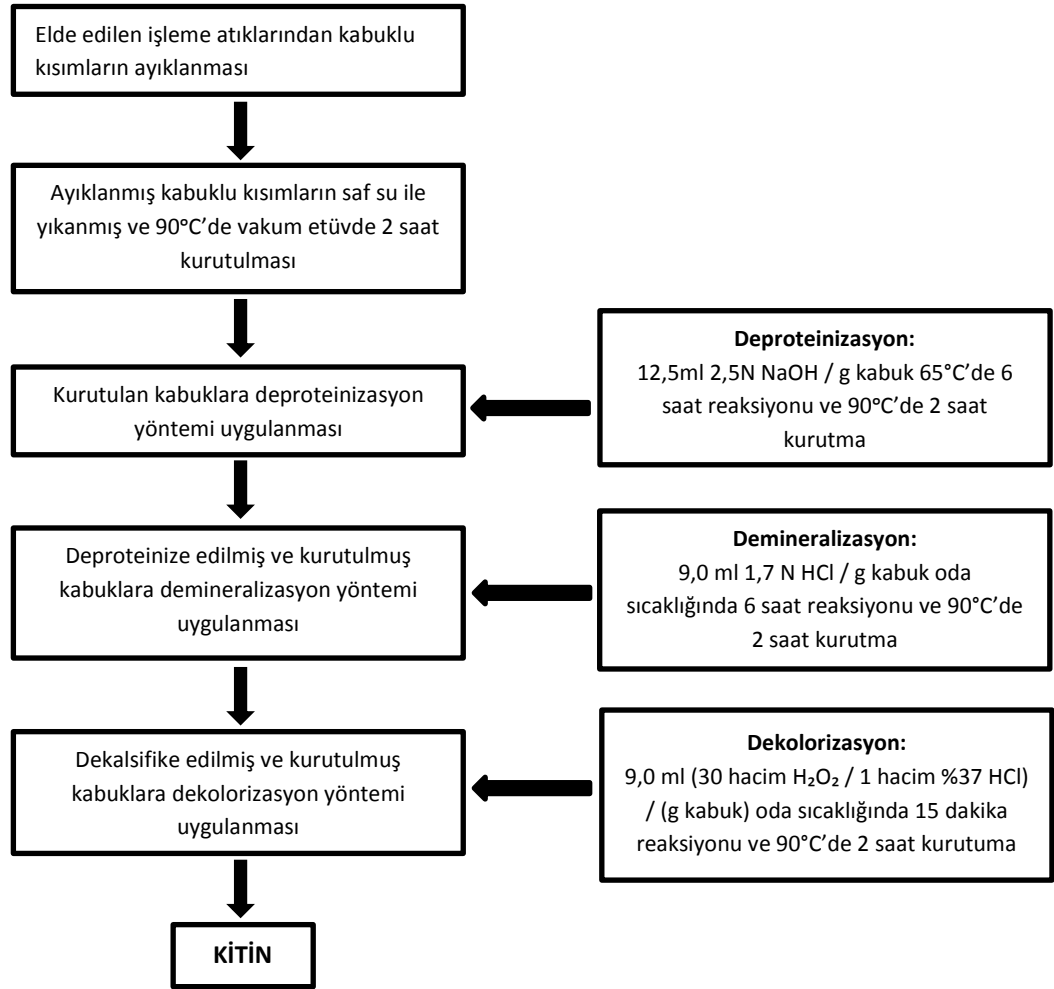
Dünyada yıllık kitin üretiminin yaklaşık 150×10^3 ton civarında olduğu belirtilmektedir. Bunun 56×10^3 tonu karidesten, 39×10^3 tonu çeşitli deniz kabuklularından, 32×10^3 tonu mantarlardan ve 23×10^3 tonu istiridyelerden elde edilmektedir (Guang, 2002).

Kabuklu su ürünlerinin avlanması ya da işleme fabrikalarının faaliyetleri sonrasında büyük miktarda atık meydana gelmektedir. Türlerine göre atık oranları incelendiğinde (%vücut ağırlığı üzerinden) tarakta %88-86, istiridye ve midyede %86, deniz salyangozunda %77, yengeçte %68, karideste %60-65, kabuklularda %61 ve ıstakozda %56 dolaylarındadır (Archer, 2004). Yengeç, ıstakoz ve karides gibi türlerde bu atıkların yapısal bileşenlerini (kuru ağırlık üzerinden) ortalama %20-40 kitin, %30-40 geri kazanılabilir protein ve %20-30 kalsiyum karbonat oluşturmaktadır (Khor, 2001). Karides kitinlerinde % 6.29, yengeç kitinlerinde ise % 6.24 oranında azot bulunmaktadır (Demir vd., 2008).

2. KİTİN ve KİTOSAN

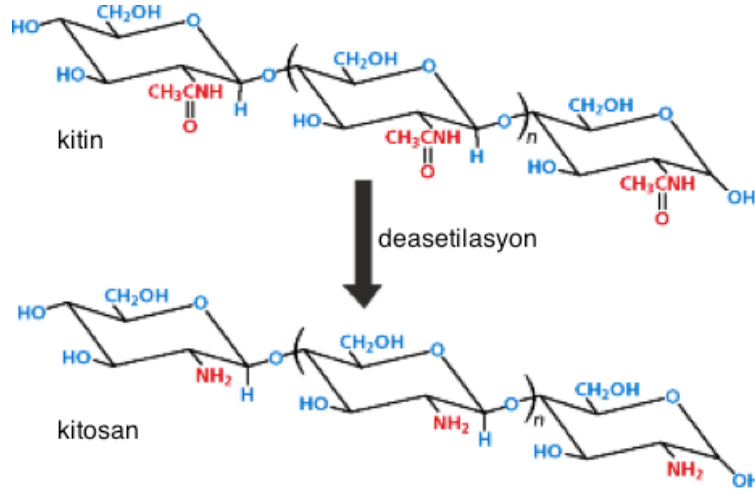
2.1. Kitin ve Kitosanın Eldesi

Kitinin elde edilmesinde deniz canlısı kabuklarına uygulanan işlemler Şekil 1'de gösterilmiştir. Deproteinizasyon işleminde kullanılan kimyasal maddelerin biyopolimeri de depolimerize etme tehlikesi nedeniyle işlem esnasında dikkatli olmak gerekmektedir.



Şekil 1. Karides Kabuklarından Kitinin Elde Edilmesinde Kullanılan Yöntemler (Polat, 2008)

Şekil 2'de kitosanın elde edilmesi gösterilmektedir. Kitin %40 sodyum hidroksit ile 120°C sabit sıcaklıkta 1-3 saat deasetile edilir ve % 70 deasetile edilmiş kitosan oluşur (Kumar, 2000).



Şekil 2. Kitinin Deasetilasyonu İle Kitosanın Meydana Gelmesi (Struszczyk vd., 2001).

Tablo1’de kitin / kitosan eldesi için farklı kaynaklara farklı işlem koşullarının uygulanabildiği gösterilmektedir. (Tolaimate vd., 2003)

Tablo 1. Önemli Kitin/Kitosan Üretim Metotları ve Reaksiyon Koşulları

Kitin/Kitosan Kaynağı	Deproteinizasyon			Deminerlizasyon				Referanslar
	NaOH (M)	Sıcaklık (°C)	Banyo Sayısı	Süre (saat)	HCl (M)	Sıcaklık (°C)	Süre (saat)	
Yengeç	0.5	65	1	2	1.57	Oda	5	Muzzarelli vd.,1980
Karides	0.125	100	1	0.5	1.25	Oda	1	Madhavan vd., 1974
Kril	0.875	90- 95	1	2	0.6	Oda	2	Anderson vd., 1978
Yengeç	1	80	1	3	1	Oda	12	Mima vd., 1982
Yengeç	1	100	1	36	2	Oda	48.	Shimahara vd.,1992
Yengeç	1.25	85-90	3	24	1.37	Oda	24	Broussignac, 1992
Karides	1.25	100	1	0.5	1.57	20-22	1-3	Moorjani vd., 1975
Yengeç	2.5	Oda	3	72	11	20	4	Whistler vd., 1962
Istakoz	1	100	5	60	2	Oda	5,48	Hakman vd., 1954
Yengeç	1	100	3	72	1	Oda	-	Hakman vd., 1974
Kalamar	2	Oda	2	bir gece	1	Oda	bir gece	Kurita vd., 1993

Kitin ve kitosan ilk defa 1811 yılında Fransız botanikçi ve kimyacı olan Henri Braconnot tarafından tanımlanmıştır (Muzzarelli vd., 2012). Braconnot, mantarlarda bulunan kitini sülfürik asitte çözmeye çalışmış ancak başarılı olamamıştır. 1894’de

Hoppe-Seyler, kitini potasyum hidroksit içerisinde 180°C’de işleme sokmuş (deasetilasyon) ve asetil içeriği azaltılmış bir ürün olan “kitosan”ı elde etmiştir.1934 yılında kitosandan film üretimi ve lif elde edilmesi konusunda olmak üzere iki patent alınmıştır. Aynı yıl, Clark ve Smith tarafından çok iyi oryante olmuş kitosan lifi üretimi de başarı ile gerçekleştirilmiştir (Guang, 2002).1970’lerde kitin ve kitosanın bazı özellikleri keşfedilmiştir. Özellikle biyoyoumluluk ve yara iyileştirici özellikleri, biyoyumlu cihazlar (Zhong vd., 2011, Deng vd., 2013), doku mühendisliği (Cooper vd., 2012, Rinaudo, 2006, Hassanzadeh vd., 2013) ve yara iyileştirmeyi (Jayakumar vd., 2010 / a) içeren çeşitli biyomedikal uygulamaları için bunları çekici hale getirmektedir. Kitin ve kitosan hakkındaki ilk kapsamlı yayın, 1977 yılında Muzarelli tarafından yapılmıştır ve daha sonra bu konuda çeşitli uluslararası sempozyumlar ve araştırmalar ile devam eden incelemeler günümüze kadar gelmiştir.

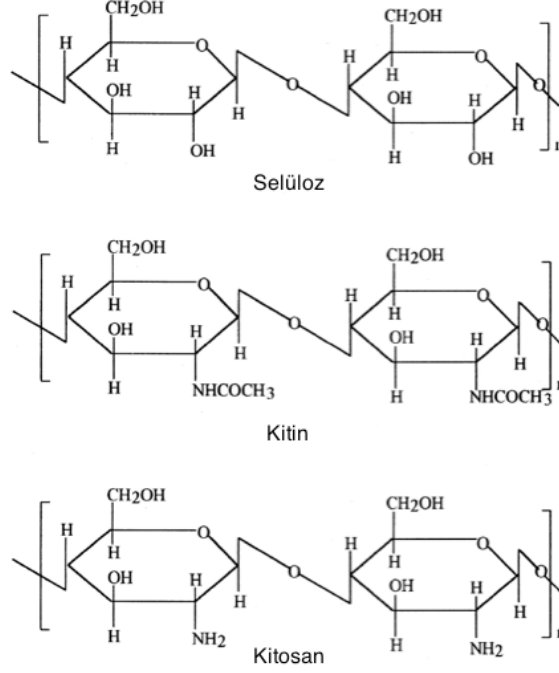
Kitin ve kitosan üretimi günümüzde özellikle Oregon, Washington, Virginia, Japonya ve Antartika’daki kabuklu deniz hayvanlarından üretilen konserve endüstrisine bağımlı olarak gerçekleştirilmektedir. Bu konuda özellikle Norveç, Meksika ve Şili gibi ülkeler çalışmalarını yürütmektedir.

2.2. Kitin ve Kitosanın Kimyasal Yapıları

Kitin ve kitosanın en büyük avantajı yenilenebilir bir kaynak ve çevre dostu doğal bir biyopolimer olmasıdır. Kitin, esas olarak poli- $[\beta-(1,4)\text{-2-asetamid-2-dioksi-}\beta\text{-D-glukopiranoz}]$ yapısında olup çok düşük oranda 2-amino-2-deoksi- $\beta\text{-glukopiranoz}$ monomerlerini de içermektedir. Kitosanın kimyasal yapısı ise poli- $[\beta-(1,4)\text{-2-amino-2-dioksi-}\beta\text{-D-glukopiranoz}]$ şeklindedir.

Selüloz, kitin ve kitosanın kimyasal yapıları Şekil 3’te gösterilmektedir. Kitin ve kitosan polisakkaridleri, kimyasal olarak selüloza benzemekle birlikte kendi aralarında birtakım farklılıklar göstermektedir. Selülozda, ikinci karbon atomuna bağlı hidroksil (-OH) grubu bulunurken, kitinde asetamid (-NHCOCH₃), kitosanda ise amin (-NH₂) grubu bulunmaktadır.

Kitin, kararlı bir yapıya sahip olup su, alkol, seyreltik asit ve baz çözeltilerde çözünmez. Kimyasal reaktifliği oldukça düşüktür. Bu özelliklerinden dolayı endüstriyel uygulamalarda yaygın bir kullanım alanı bulamamaktadır. Kitinin alkali ortamda deasetilasyonu ile elde edilen kitosan ise bir poliaminosakkarit olup zayıf organik asitlerde çözünebilmektedir (Fernandez-Kim, 2004).



Şekil 3. Selüloz, Kitin ve Kitosanın Kimyasal Yapıları (Kumar, 2000)

Kitin ve kitosan selüloza (%1,25) kıyasla yüksek azot yüzdesi (% 6,89) sayesinde ticari ilgi görmektedir. Bu, kitini önemli bir kenetleme etkeni haline getirmektedir (Muzzarelli, 1973).

Günümüzdeki polimerlerin çoğu sentetiktir ve bunların biyoyumluluk ve biyoçözünürlükleri selüloz, kitin, kitosan ve türevleri gibi doğal polimerlere kıyasla çok sınırlıdır. Fakat bu doğal malzemelerin de reaktivlik ve işlenebilirliklerinde bir sınırlama söz konusudur (Mass vd., 1998, Illum, 1998). Bu açıdan kitin ve kitosan uygun fonksiyonel malzemeler olarak görülür, çünkü bu doğal polimerler biyoyumluluk, biyoçözünürlük, toksik olmama, adsorbsiyon özellikleri gibi mükemmel özelliklere sahiptir.

2.3. Kitin ve Kitosanın Tekstil ve Biyomühendislikte Uygulamaları

Kitin ve kitosan günümüzde tıptan gıdaya, ziraatten kozmetiğe, eczacılıktan atık su arıtımına ve fotoğrafçılıktan tekstil sektörüne kadar sayısız alanda kullanılabilir. Farklı uygulama alanları Tablo 2'de gösterilmiştir. Bu çalışmada tekstil ve biyomühendislik alanlarındaki kullanımları incelenmektedir.

Tablo 2. Kitin Kitosan Ve Türevlerinin Uygulama Alanları (İmamoğlu, 2011)

Uygulama Alanları	Kullanımları
GIDA	Doğal kıvamlaştırıcı Gıda koruyucu Hayvan yemlerini de içeren yiyecek katkı maddesi Yiyecek işlemede (örneğin şeker işleme) Filtreleme ve temizleme Hipokolestolemik madde (zayıflama maddesi) Atık yiyeceklerin tekrar işlenmesi
ZİRAAT	Bitki katkı maddesi Antimikrobiyal ve antifungal madde Bitki tohumu kaplanması Gübre yapımı İnsektisid ve nematositlerde
MEDİKAL	Hayvan ve insanlar için yara bandı yapımında Sargı bezi yapımında ve yara tedavisinde (yara tedavisini %30 oranında hızlandırmaktadır.) Yanık tedavisinde acıyı dindirme ve iyileştirme etkisi Kanı pıhtılaştırıcı madde Hidrojel yapımı Antikoagülant ve antitrombojenik materyaller (sülfatlanmış-kitin türevleri olarak) Hemostatik madde Kontakt lens yapımı İlaç salımı
KOZMETİK	Saç şekillendirici yapımı Cilt nemlendirmede (nemlendirici kremlerde) Antikolestrol ve yağ bağlayıcı olarak zayıflama maddesi Aftershave, deodorantlarda koku giderici madde
BİYOTEKNOLOJİ	Kromatografik yöntemlerde Enzim immobilizasyonunda
SU ARITIMI	Kirlenmiş atık sular için koagülasyon ve flokülasyon Atık sudaki metal iyonlarının uzaklaştırılması ve geri kazanımı

Kitinin [(C₈H₁₃O₅N)_n] N-deasetile edilmiş türevi kitosan [(C₆H₁₁O₄N)_n] sahip olduğu amino grupları ile doğada çok az var olan katyonik bir polielektrolittir. Bu sayede kitosan biyoyumluluk, antibakteriyel özellikleri, ağır metal iyonuna bağlanma özelliği, jel oluşturma özelliği ve hidrofilitik gibi eşsiz kimyasal ve biyolojik özellikleri bünyesinde barındırır.

Kitosanın tekstil sanayinde birçok amaç için kullanımı söz konusudur. Bunlar, antimikrobiyel özellik kazandırması, yünlü kumaşlarda çekmezlik sağlaması, reaktif boyamada tuz miktarını azaltması, pamuğun asit boyarmaddelerle boyanabilirlik kazanması, antistatik özellik kazandırması, deodorant maddesi olarak kullanılması şeklinde sayılabilmektedir.

Selülozun hidroksil grubu yerine kitosanda bulunan (+) yüklü amino grubu (-) yüklü mikroorganizma iyonlarını tutarak gelişmelerini engellemektedir ve böylece kitosana antimikrobiyel etki kazandırmaktadır. Çok sayıda antimikrobiyel bitim işlemi maddeleri kuaterner amonyum grupları içermektedir ve kitosana bu grupların bağlanması sonucu antimikrobiyel aktivitesi artırılmaktadır. Kitosan antibakteriyel bitim işlemi maddesi olarak kullanılabilir gibi, doğrudan kitosan lifleri olarak da antibakteriyel etki sağlayabilmektedir. Örneğin, Crabyon® (kitosan ve viskon karışımı, TEC SERVICE) ve Chitopoly (kitosan ve polinozik lif karışımı (Fuji)) lifleri yapılarında kitosan içeren antibakteriyel liflerdir. Ayrıca kitosan lifler halinde eğrilebilir fakat uygulamaları medikal kullanımlar (örneğin tıbbi gazlı bezler, dikişler ve sargılar) için sınırlıdır (Illarionova vd., 1995, Rathke ve Hudson, 1994).

Kitosan nano-kaplamalı antimikrobiyel kumaşların dayanıklı, düşük maliyetli ve çevre dostu olduğu kanıtlanmıştır. Ancak bazı araştırmalar, nanoparçacıkları negatif bakteriyel hücre duvarına bağlamak için daha az pozitif yüke sahip olduğu için kitosan nanoparçacıklarının yığın kitosana kıyasla S.aureus üzerinde daha az inhibe edici etkisinin olduğunu göstermiştir. Aksine, diğer araştırmacılar kitosan nano parçacıklarının daha büyük yüzey alanı ve bakteri hücreleriyle boyut benzerliği sayesinde daha yüksek antibakteriyel etki sergilediğini ileri sürmüştür (Ali vd., 2011, Perelshtein vd., 2013, Vellingiri vd., 2013, Hebeish vd., 2013). Bu çelişkili sonuçlar kitosanın antimikrobiyel modunun basit bir mekanizma değil daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyan karmaşık bir olaya dayalı süreç olduğunu gösterir (Kong vd., 2010).

Kitosan Lim ve Hudson (2003) tarafından geniş kapsamda incelenmiş ve kitosanın mikrop gelişimini önlediği gözlenmiştir. Aktivite moleküler ağırlığı ve deasetilasyon derecesi tarafından etkilenebilmektedir. Antimikrobiyel mekanizma açık değildir fakat primeramin gruplarının negatif yüklü mikropların yüzeyindeki kalıntılarla etkileşim halinde olan pozitif yükler sağladığı kabul edilmektedir. Bu tür bir etkileşim hücre içi maddelerin sızıntısına neden olan hücre geçirgenliği ve hücre yüzeyinde büyük değişikliklere neden olmaktadır (Lim ve Hudson, 2003). Sahip olunan toksisite olmama, biyolojik bozunabilirlik ve biyouyumluluk özellikleriyle birlikte bu antimikrobiyel etki, gıda bilimi, tarım, tıp, eczacılık ve tekstil alanlarında kitosanın gelişen uygulamalarını kolaylaştırmaktadır (Rinaudo, 2006, Lim ve Hudson, 2003).

Antimikrobiyel etki konusunda kitosanın ilk odağı pamuk olmuştur. İlk çalışma, antimikrobiyel etkinin bir dizi mikroba karşı etkili olduğunu fakat terbiye işleminin dayanıklı olmadığını göstermiştir [Lim ve Hudson, 2003]. Dayanıklılığı arttırmak için dimetiloldihidroksietilenüre (DMDHEU), sitrik asit, 1,2,3,4-bütantetrakarboksilik asit (BTCA) veya glutarikdialdehit gibi kimyasallar kullanılarak kitosanın pamuğa çapraz bağlanması sağlanmaktadır (El-Tahlawy vd., 2005, Zhang vd., 2003, Lee vd., 1999, Chung vd., 1998). Bu kimyasallar hidroksil grupları ile kitosanın pamuğa çapraz bağlanmasını sağlar. 50 üzeri yıkama dayanıklılığı ile antimikrobiyel aktivite bazı çalışmalarda incelenmiştir. Ye vd.,

(2005,2006) poly (n-bütülaakrilat) çekirdekleri ve kitosan kabuklarının nanoboyutlarındaki çekirdek-kabuk parçacıklarını sentezlemiştir ve bunları pamuk kumaşlara uygulamıştır. Antibakteriyel aktivite 50 yıkamadan sonra %90 üzeri azalma seviyelerinde sürdürülmüştür.

İşlenmiş yünün antimikrobiyel etkisi birçok çalışmada incelenmemesine rağmen kitosan boyutu değişmeyen bir polimer olarak yüne uygulanmaktadır (Julia vd., 1998, Pascual ve Julia, 2001, Roberts ve Wood, 2001, Rybicki vd., 2000, Onar ve Sariisik, 2004, Erra vd., 1999). Kitosanın kendine has antimikrobiyel aktivitesi göz önüne alındığında, çekmezlik davranışın ikili olarak antimikrobiyel fonksiyona neden olacağı öngörülmektedir. Yün lifi yüzeyinin hidrofobik ve reaktif olmayan doğası nedeniyle, kitosana muamele ön işlemler gerektirir böylece polimer yüzeye yapışabilir. Ön işlemler peroksit ile oksidasyon (Julia vd., 1998, Pascual ve Julia, 2001, Roberts ve Wood, 2001), proteaz sindirimi (Rybicki vd., 2000, Onar ve Sariisik, 2004) ve plazma tedavisi (Erra vd., 1999) içerir. Hsieh vd. (2004) potasyum permanganatla yünü oksitleme ve kitosana çapraz bağlamayı incelemiştir. Kitosanın dayanıklı antimikrobiyel etki ve çekme direncine sahip olmasına rağmen bazı diğer fiziksel özelliklerle birlikte kumaş dokusunun olumsuz etkilenmesi bir dezavantajdır (Roberts ve Wood, 2001, Hsieh vd., 2004, Jeong vd., 2002).

Doğal kitosandan başka birçok kitosan türevi tekstillerde antimikrobiyel madde olarak sentezlenmekte ve kullanılmaktadır. Bunlar kito-oligosakkarit (Kim vd., 2003), N-(2-hidroksi)propil-3-trimetilamonyum kitosanklorid (Kim vd., 1998, Kim vd., 2003, Montazer ve Afjeh, 2007) ve N-p-(N-metilpridin)metilatlıkitosan klorid ve N-4-[3-(trimetil-amonyo)propoksi]benzilli kitosan kloriddir (Suzuki vd., 2000). Bu türevlerin çoğu antimikrobiyel aktiviteyi geliştirmek için bir kuaterner amonyum grubu içermektedir. Diğer bir türev ise O-akrilamidometil-N-[(2-hidroksil-3-trimetilamonyum)propil] kitosan kloriddir (Lim ve Hudson, 2004). Akrlamidometil grubu pamukta selülozla mükemmel dayanıklılık sağlayan bir kovalent bağ oluşturabilir. Kenawy vd. (2005) kitosanın reaktif amino grubuna çeşitli bileşikler eklemiştir. Bu modifiye kitosan mikroplara ve özellikle mantar türlerine karşı yüksek derecede etkinlik göstermiştir.

Cimilli vd., (2009) yaptıkları çalışmada modal, mikro modal, bambu, soya ve kitosan gibi yeni liflerden yapılan çorapların konfor özelliklerini incelemiştir. Pamuk ve viskoz gibi alışılmış liflerle özellikleri karşılaştırılmıştır. Konforla ilgili olarak su buharı transferi, hava geçirgenliği, emme, nem ve ısı transferi özellikleri değerlendirilmiştir. Isı iletkenliği ölçümleri yapmak için sıcak levha yöntemine göre (ISO 8302) özel bir deney düzeneği hazırlanmıştır. Lif tipinin kumaş konfor özelliklerini etkilediği ve bu yeni liflerden elde edilen kumaşların daha iyi performans gösterdiği gözlenmiştir. Kitosan kumaşın özellikleri şu şekildedir: Kalınlık 0.81mm, ağırlık 179 g/m², sıklık 102 loops/cm², gözeneklilik %83, kendini toplama %5. Bu yeni lifler arasında su buharı transfer oranı ve termal direnci en yüksek olan kitosandır fakat kitosanın hava geçirgenliği düşüktür.

Lu vd. (2014) yaptıkları çalışmada sabunlaştırılmış polietilen tereftalat (PET) kumaş üzerine çok fonksiyonlu bir kaplama uygulamak için karboksimetil kitosan (CMCS) hazırlamışlardır. CMCS geniş pH aralığında suda çözünür özelliktedir. Kloroasetik asit ile kimyasal reaksiyon tarafından CMCS sentezlenmiştir ve Fourier Transform Kızılötesi Spektrumu (FTIR) ve Nükleer Manyetik Rezonans (NMR) tarafından kimyasal yapısı karakterize edilmiştir. CMCS aşılama PET kumaşın termal özelliğini ve beyazlığını etkilememiş ancak ıslatılabilirlik ve antistatik özelliğini önemli ölçüde geliştirmiştir. Ayrıca mekanik özelliklerinde ise azalmaya neden olmuştur.

Kitosan, medikal tekstiller alanında önemli bir yere sahiptir. Japonya başta olmak üzere pek çok Asya ülkesinde 1960'ların ortalarından beri bu konuda çalışmalar yapılmaktadır. Kitin ve kitosan ilaç ve gen aktarımı (Prabaharan ve Mano, 2005; Jayakumar vd., 2010 / b), yara iyileştirme (Jayakumar vd., 2005, 2007, 2010 / b.; Tamura vd., 2010) ve doku mühendisliği (Jayakumar vd., 2005, Tamura vd., 2010) gibi çeşitli biyomedikal uygulamalar için kolayca hidrojel (Nagahama vd., 2008, Tamura vd., 2010), membranlar (Yusof vd., 2003; Marreco vd., 2004; Jayakumar vd., 2007; Madhumathi vd., 2009), nanolifler (Shalumon vd., 2010), mikro/nanopartiküller (Prabaharan ve Mano, 2005; Anitha vd., 2009; Dev vd., 2010), iskeletler (Prabaharan ve Jayakumar, 2009) ve süngerler (Portero vd., 2007) olarak işlenebilmektedir. Farklı sentez metodlarıyla farklı formlar elde edilebilmektedir. Hangi metodun tercih edileceği uygulamanın özellikleri, nihai ürünün kimyasal ve termal kararlılığı ve tekrar elde edilebilirliği gibi faktörlere bağlıdır (El-Hefian vd., 2011, Bansal vd., 2011).

Kitin ve kitosan, yara iyileşmesini hızlandırmada önemli rol oynamaktadır. Kitosan kanın pıhtılaşmasını önleyen heparin (- yüklü) ile polielektrolit kompleks oluşturma özelliği sayesinde yara tedavisinde etkili olmaktadır. Oluşan bu yapı ve beraberinde artan hücre büyüme faktörü sayesinde doku gelişimini desteklemektedir.

Malettas vd. (1986) köpeklerin karın yüzeyindeki deri ve deri altı dokusunda neşter tarafından oluşturulmuş yaraların iyileştirilmesinde kitosan ve tuzlu su çözeltisi ile tedavinin etkisini incelemiştir. Kitosanın onarıcı hücreleri aktive etmesi nedeniyle hayvanlarda yapılan ön denemelerde büyük açık yaraların iyileştirilmesinde faydalı olduğu gözlemlenmiştir (Usami vd., 1998). Cho vd. (1999), suda çözünebilir kitosanı, tavşanların yaralı sırtına uygulamış ve yaranın hızla iyileşme gösterdiğini bulmuştur.

Sparkes ve Murray (1986) kitosan-jelatin karışımından oluşan bir cerrahi yara örtüsü geliştirmiştir. Prosedür pH'ı 2-3 civarında olan uygun bir asit varlığında suda çözünen kitosan ve suda çözünen jelatin ilavesini kapsar. Nara vd. (1987) yaş çekim teknolojisiyle oluşturulmuş kitin liflerinden elde edilen dokusuz yüzey olarak bir yara örtüsünün patentini almıştır. Kifune vd. (1988) klinik uygulamalarda yararını ispatlanmış kitin dokusuz yüzeyinden oluşan yeni bir yara örtüsü Beschitin W geliştirmiştir ve Japonya'da piyasaya sürülmüştür. Kim ve Min (1988) sülfonlu

kitosanla kitosanın polielektrolit karışımından bir yara örtü malzemesi geliştirmiştir. Yara tedavisi doku enzimleriyle alçaltılmış kitosan oligomerleri tarafından hızlandırılmıştır ve bu materyal yara bölgesinde deri dokusunu yenilemede etkili bulunmuştur.

Z. Medica firması tarafından üretilen kitosan bandajlar ile kanın durdurularak yaraların hızla iyileştirilmesi ve birçok askerin yaşamının kurtarılması sağlanmıştır. Bu bandajların kanamayı durdurma hızı yaklaşık 60 ml/dak'dır ve karides, yengeç gibi deniz ürünlerine karşı alerjisi olan askerler üzerinde dahi herhangi bir alerjik reaksiyon oluşturmadığı belirtilmiştir (Shahidi vd., 1999).

β -glukan ve kitosan kompleksinden oluşan şeffaf bir yara örtüsü filmi geliştirilmiştir (Kofuji vd., 2010; Haitang vd., 2007). Bu malzeme biyoyuyluluk, biyolojik olarak emilebilme ve biyobozunurluk özellikleri için seçilmiştir. Bu kompleks filmin yara iyileşme hızını artırarak yara örtüsünün terapötik etkinliğini geliştirmesi beklenmiştir (Shi vd., 2006). Jayakumar vd. (2011) yaptıkları çalışmada yara örtüsü olarak kompleks filmin terapötik etkinliği farelerin sırt yüzeyinde oluşturulan yaralarda değerlendirilmiştir. β -glukan - kitosan kompleks filmi kitosandan yapılmış ticari bir yara örtüsü olan Beschitin® W 'ye benzer veya bundan daha üstün terapötik etkinlik sergilemiştir. Ayrıca bu kompleks film uygulama süresince çözülmemekte, yaraya yapışmamakta ve kolay çıkarılmaktadır. Bu sonuçlar β -glukan ve kitosan kompleks filmi gelecek vadeden bir yara örtüsü malzemesidir (Kofuji vd., 2010).

Yara iyileştirme deri mimarisi ve işlevinin hızlı restorasyonunu sağlamak için farklı hücre türleri ve büyüme faktörleri tarafından entegre yanıt içeren karmaşık bir süreçtir. Jayakumar vd. (2011) yaptıkları çalışmada yara iyileştirme için kitin ve kitosan bazlı lifli malzeme, hidrojel, membran, iskelet ve süngerler ile ilgili son gelişmeleri incelemiştir. Kitin ve türevlerinden oluşan lifli malzemeler yüksek dayanıklılık, iyi biyoyuyluluk, düşük toksisite, sıvı absorpsiyonu ve antibakteriyel aktivite özelliklerine sahiptir. Bu özellikler yara iyileşmesini hızlandırmaktadır. Kitosan/kollajen membranı iyileştirme etkisi ve antibakteriyel aktivitesi nedeniyle yara iyileşmesini hızlandırmada ve hücre yayılmasını ve çoğalmasını başlatmada kullanılabilir. Kitin ve kitosan bazlı hidrojeller yara küçülmesini ve iyileşmesini hızlandırma yeteneği sayesinde yara yönetimi için tıkalıcı bir örtü olarak düşünülebilmektedir. Ayrıca, hidrojellerin nem geçirgenliği ağır yaralardaki sıvı birikimini önlemektedir.

Berger vd. (2004) kitosan hidrojellerinin biyomedikal alanda kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Kitosanın toksik özellikte olmadığını, vücut içerisinde tamamen zararsız ürünlere parçalanabildiğini ve çevreye zarar vermeden biyolojik olarak parçalanabilir özellikte olduğunu farketmişlerdir. Hidrojel yapısında glioksal ve glutaraldehit başta olmak üzere dietil squarat, oksalik asit ve genipin gibi çapraz bağlayıcılar kullanılabilir. İyonik bağlı hidrojeller özellikle ilaç salınım sistemlerinde, kovalent bağlı hidrojeller ise implantlar ve bandaj yapımında

kullanılabilmektedir. Ayrıca kitosanın polikasyonik yapısı sayesinde negatif yüklü lipidler ile etkileşime girerek kolesterolü düşürdüğü de gözlemlenmiştir.

Yara iyileşme özelliklerini geliştirmek için kitin ve kitosan bazlı membranlar alginat, hiyalüronik asit, polietilen glikol diakrilat, poli(vinil alkol), γ -poli (glutamik asit) ve 2-hidroksietil metakrilat gibi çeşitli polimer türleri ile geliştirilmektedir. Kompozit yapısı nedeniyle, bu membranların yara iyileştirme uygulamaları için istenen özelliklere sahip olduğu bulunmuştur. Ag/ZnO – kitosan membranları geleneksel malzemelerden daha az sitotoksiktir ve yaralı cildi enfeksiyonlardan korumak için antibakteriyel özelliği ile yara örtüsü potansiyeline sahip olabilmektedir. Gelişmiş antibakteriyel aktivitesi, hücre bağı yeteneği ve oksijen geçirgenliğine bağlı olarak kitin ve kitosan iskeletleri/süngerleri yara iyileştirme için gelecek vaat eden bir aday olabilmektedir.

Sasikala vd. (2013) kitosan ve baldan oluşan hidrojel filmi iki farklı çözücü yani asetik asit ve laktik asit kullanarak geliştirmişlerdir. Kitosan - %1 laktik asit - %6 baldan oluşan hidrojel film su buharı iletimi ve su absorpsiyonu özellikleri açısından önemli sonuçlar sergilemektedir. Bu durum daha fazla su absorpsiyonu sağlayan balın higroskopik doğası gereğidir. Film yara örtüsünün incelik, ağırlık, katlama dayanımı, gerilme mukavemeti, bozunma ve uzama gereksinimlerini karşılamaktadır ve *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* bakterilerine karşı antimikrobiyel aktiviteye sahip olup mikropların dış ortamdan yaraya iletimini engellemektedir. Ayrıca bu film yumuşak ve esnekliğiyle de yara örtüsü olarak kullanımı mümkün kılmaktadır.

Gupta vd. (2011) pamuk kumaş üzerine farklı molekül ağırlıklarında kitosan ve polietilen glikol (PEG) karışımı kaplayarak membranlar geliştirmişlerdir. Bu kaplanmış kumaşın elektron mikroskopundaki görüntüsü gözenekli bir yapı olduğunu ortaya koymuştur. Malzemenin gözenekliliği %51-70 oranındadır ve gözenek büyüklüğü 75-120 mikron aralığındadır. Karışım bileşimindeki PEG içeriğinin artması gözeneklerin istikrarsızlaşmasına ve gözenek boyunda artışa neden olmaktadır. Membranların hava ve su geçirgenliği PEG'in molekül ağırlığındaki artışla beraber artma eğilimine girmektedir. Kitosan 170°C camlaşma sıcaklığıyla rijit bir moleküldür ve kaplanmış membranda sertliğe neden olmaktadır. Yani kaplanmış membrandakikitosana PEG ilavesi esnekliğe yardımcı olmaktadır.

Kitosan yapay deri olarak da kullanılabilmektedir. Yannas vd. (1982) neodermal doku sentezi için biyolojik parçalanabilir bir şablon olarak uygulanan, nonantijenik bir zar üzerine odaklanan, uzun süreli kronik kullanım için uygulanabilir yapay deri tasarımı önermiştir. Glikozamino glikanlarına benzer yapısal özelliklere sahip kitosan, cilt değişimi için bu tür alt yapıyı geliştirmede dikkate alınabilir (Le vd., 1996, Olsen vd., 1989, Sandford ve Stinnes, 1991).

Nano lifli kitosan/PVA membranı enzim hareketsizliği için geliştirilmiştir (Huang vd., 2007). Bu kitosan nanolifli membran 63.6 mg g⁻¹ 'e kadar yüksek enzim

yüklemesi ve %49.8 aktivite engelleme avantajları ile lipaz harekesizliği için bir destek olarak kullanılmıştır. pH, sıcaklık, yeniden kullanım ve depolamaya karşı immobilize lipazın stabilitesi geliştirilmiştir. Bu sonuçlar kitosan nanolifli membranın mükemmel biyouyumluluğu ile enzim immobilizasyonu için potansiyel bir destek olduğu anlamına gelir. Bu sistem biyosensör uygulamaları için kullanılabilir.

Kuo-Huang vd. (2004) kitosan ve kitosan/alginat filmlerinin doku iskeleti olarak kullanımını incelemişlerdir. Kitosanın deasetilasyon derecesi ile hücre tutunması ve çoğalması arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur. Kitosan/alginat filmlerde özellikle alginat sayesinde kitosan filme tutunabilmektedir. Kitosanın polikasyonik yapısındaki $-NH_3^+$ grubu da hücrenin tutunmasına katkıda bulunmaktadır.

Suda çözünür karboksimetil kitin (CMC) ilaç salınım uygulamaları için kullanılmıştır (Jayakumar vd., 2010/a). CMC nanopartikülleri $CaCl_2$ ve $FeCl_3$ kullanan çapraz bağlama yaklaşımı ile hazırlanmıştır (Dev vd., 2010). CMC nanopartiküllerinin SEM görüntüleri 200-250nm aralığındaki çaplarıyla küresel bir morfoloji göstermiştir. CMC partiküllerinin pH6.8'de kontrollü ve sürekli ilaç salınımını sağladığı gözlenmiştir. Ayrıca hazırlanan nanopartiküller antibakteriyeldir ve ferromanyetik davranışları ilaç takip sistemlerinde potansiyel kullanımlarına izin vermektedir. Bu sonuçlar CMC nanopartiküllerinin kanser ilaç salınımı için gelecek vaat eden bir taşıyıcı sistem olduklarını göstermektedir.

Chen vd. (2013) kitosan bazlı nanopartiküllerin protein ve ilaç salınım sistemlerinde kullanımını incelemişlerdir. Film, mikro kapsül, kaplanmış tablet gibi farklı formlardaki kitosan matrisi içerisine çeşitli ilaçlar yerleştirilebilmektedir. Kitosandaki serbest amin grubu negatif yüklü ilaçlar, polimerler ve biyoaktif moleküllerle etkileşimi sağlamaktadır. Antiasit ve antiülser özelliğe sahip olması sayesinde kitosan mide tahrişini önleyebilmekte ve medikal alanda kullanımı desteklemektedir (Queen, 2006, Şahin ve Gürsoy, 2005).

Muzzarelli (1966), medikal uygulamalar için gelecek vaat ettiğini düşündüğü bir kitosan türeviden olan 5-metilpirolidinon kitosanı elde etmiştir. Bu polimerin jelatin, polivinil alkol, polivinil piroldon ve hiyalüronik asit gibi diğer polimer çözeltileri ile uyumlu olduğu ileri sürülmüştür. Avantajları; yaralı menisküs dokuları ve dekübit ülserini iyileştirmesi, yara oluşumunu sınırlandırması ve iyileşme sırasında geri çekilmesidir. 5-metilpirolidinon kitosanının sulu bir çözeltisinden bazı yara örtüsü numuneleri hazırlanmıştır. Malzeme iplik, dokusuz yüzey gibi birçok farklı formda üretilebilmektedir. Yara üzerine uygulandığında lizozim etkisiyle üretilen oligomer yapıya dönüşmektedir.

Dayanıklı ancak biyoaktif olmayan kitin/kitosan kemiğe bağlanamadığı için kemik kırıklarının oluşturduğu boşlukları doldurmada tek başına kullanımları uygun değildir. Kitin/kitosana biyoaktif özelliği verebilmek için kalsiyum fosfat seramiği ile

kaplamak yeni bir yaklaşımdır. Böylece kitin/kitosandan gelen dayanıklılık ve kalsiyum fosfattan gelen biyoaktiflik özellikleri birleştirilmekte ve kitin/kitosan kalsiyum fosfat kompoziti sentezlenmektedir [Falini vd., 2001, Yokogowa vd., 1997].

3. SONUÇLAR

Kitin ve kitosan günümüzde tıptan gıdaya, ziraatten kozmetiğe, eczacılıktan atık su arıtımına ve fotoğrafçılıktan tekstil sektörüne kadar sayısız alanda kullanılabilir. Tekstilde antimikrobiyel özellik kazandırması, yünlülük kumaşlarda çekmezlik sağlaması, reaktif boyamada tuz miktarını azaltması, pamuğun asit boyarmaddelerle boyanabilirlik kazanması, antistatik özellik kazandırması, deodorant maddesi olarak kullanılması sayılabilir.

Biyomühendislik alanında ise medikal yapay deri, cerrahi dikiş iplikleri, yapay kan damarları, kontrollü ilaç salınımı, kontakt lens yapımı, yara bandı, yara örtüsü, sargı bezi, kolesterol kontrolü (yağ bağlayıcı), tümör inhibitörü şeklinde kullanımı sıralanabilir.

Kitin ve kitosan biyouyumluluğu, antimikrobiyel aktivitesi, diğer materyallerle kompozit oluşturabilmesi, hücresel tutunmaya ve çoğalmaya olanak sağlaması gibi özellikleri sayesinde de kullanım alanı bulmuştur. Kitosanın kullanılacağı yere/dokuya göre mekanik özellikleri güçlendirilebilir (Queen, 2006, Ilgaz vd., 2007).

Kabuklu su ürünleri artıklarının başta kitin olmak üzere çeşitli ürünlerin eldesi şeklinde değerlendirilmesiyle hem ekonomik açıdan kazanç hem de çevre açısından oldukça büyük yarar sağlanmış olmaktadır. Kitosan çeşitli ülkelerde büyük ölçüde kullanılmasına karşın ülkemizde bu oran daha düşüktür.

KAYNAKÇA

Ali, S. W., Rajendran, S., Joshi, M., (2011), "Synthesis and Characterization of Chitosan and Silver Loaded Chitosan Nanoparticles for Bioactive Polyester", *Carbohydr. Polym.*, 83, 438–446.

Anitha, A., Divya Rani, V. V., Krishna, R., Sreeja, V., Selvamurugan, N., Nair, S. V., (2009), "Synthesis, Characterization, Cytotoxicity and Antibacterial Studies of Chitosan, O-carboxymethyl and N, O-carboxymethyl Chitosan Nanoparticles", *Carbohydr. Polym.*, 78, 672-677.

Archer, M., (2004), "Shellfish Waste Disposal and Opportunities for by-Products", Erişim: <http://www.seafish.org.uk>, 1-27.

- Bansal, V., Sharma, P. K., Sharma, N., Pal, O. P., Malviya, R., (2011), "Applications of Chitosan and Chitosan Derivatives in Drug Delivery", *Advances in Biological Research*, 5, 28-37.
- Berger, J., Reist, M., Mayer, J.M., Fel, O., Peppas, N.A., Gurny, R., (2004), "Structure and Interactions in Covalently and Ionically Crosslinked Chitosan Hydrogels for Biomedical Applications", *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 57, 19-34.
- Cimilli S., Nergis B. U., Candan C., Özdemir, M., (2009), "A Comparative Study of Some Comfort-related Properties of Socks of Different Fiber Types", *Textile Research Journal*, 80 (10), 948-957.
- Chen, M. C., Mi, F. L., Liao, Z. X., Hsiao, C. W., Sonaje, K., Chung, M. F., Hsu, L. W. and Sung, H. W., (2013), "Recent Advances in Chitosan-based Nanoparticles for Oral Delivery of Macromolecules", *Adv. Drug Delivery*, 865–879.
- Cho, Y. W., Chung, S. H., Yoo, G., Ko, S. W., (1999), "Water Soluble Chitin as a Wound Healing Accelerator", *Biomaterials*, 20, 2139-2145.
- Chung, Y. S., Lee, K. K., and Kim, J. W., (1998), "Durable Press and Antimicrobial Finishing of Cotton Fabrics with a Citric Acid and Chitosan Treatment", *Textile Research Journal*, 68, 772–775.
- Cooper, A., Zhong, C., Kinoshita, Y., Morrison, R. S., Rolandi, M., Zhang, M., (2012), "Self-assembled Chitin Nanofiber Templates for Artificial Neural Networks", *J. Mater. Chem.*, 22, 3105–3109.
- Demir, A., Öktem, T., Seventekin, N., (2008), "Kitosanın Tekstil Sanayinde Antimikrobiyal Madde Olarak Kullanımının Araştırılması", *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2, 94-102.
- Deng, Y., Josberger, E., Jin, J., Rousdari, A.F., Helms, B.A., Zhong, C., Anantram, M.P., Rolandi, M., (2013), "H⁺-type and OH⁻-type Biological Protonic Semiconductors and Complementary Devices", *Sci. Rep.*, 3, 2481.
- Dev, A., Mohan, J.C., Sreeja, V., Tamura, H., Patzke, G.R., Nair, S.V., (2010), "Novel Carboxymethyl Chitin Nanoparticles for Cancer Drug Delivery Applications", *Carbohydr. Polym.*, 79, 273–279.
- El-Tahlawy, K. F., El-Bendary, M. A., Elhendawy, A. G., Hudson, S. M., (2005), "The Antimicrobial Activity of Cotton Fabrics Treated with Different Crosslinking Agents and Chitosan", *Carbohydr. Polymer*, 60, 421–430.
- El-Hefian, E. A., Nasef, M.M., Yahaya, A.H., (2011), "Chitosan Physical Forms: A Short Review", *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(5), 670-677.

Erra, P., Molina, R., Jovic, D., Julia, M. R., Cuesta, A., Tascon, J. M. D., (1999), "Shrinkage Properties of Wool Treated with Low Temperature Plasma and Chitosan Biopolymer", *Textil. Res. J.*, 69, 811–815.

Falini, G., Fermani, S., Ripamonti, A., (2001), "Oriented Crystallization of Octacalcium Phosphate into Beta-chitin Scaffold", *Journal of Inorganic Biochemistry*, 84 (3-4), 255-258.

Fernandez-Kim, S.O., (2004), "Physicochemical and Functional Properties of Crawfish Chitosan as Affected by Different Processing Protocols", A Thesis Submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science in The Department of Food Science, Seoul National University.

Geçer, A., Kavak, D., Salgın, U., Yıldız, N., Erol, M. Çalimli, A., (2004), "Kitin/Kitosan Lifler Üzerine Kalsiyum Fosfat Birikiminin İncelenmesi", VI. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi (UKMK 6), YMN07, İzmir.

Guang, W.Y., (2002), "The Effect of Chitosan and Its Derivatives on the Dyeability of Silk", Ph.D.Thesis, Hong Kong Polytechnic University.

Gupta, B., Saxena, S., Arora, A., Alam, M.S., (2011), "Chitosan-polyethylene Glycol Coated Cotton Membranes for Wound Dressings", *Indian Journal of Fibre&Textile Research*, 36, 272-280.

Haitang, X., Lie, M., Haifei, S., Changyou, G., Chunmao, H., (2007), "Chitosan-hyaluronic Acid Hybrid Film as a Novel Wound Dressing: in vitro and in vivo studies", *Polym. Adv. Technol.*, 18, 869-875.

Hassanzadeh, P., Kharaziha, M., Nikkhah, M., Shin, S.R., Jin, J., He, S., Sun, W., Zhong, C., Dokmeci, M.R., Khademhosseini, A., Rolandi, M., (2013), "Chitin Nanofiber Micropatterned Flexible Substrates for Tissue Engineering", *J. Mater. Chem. B*, 1, 4217–24.

Hebeish, A., Sharaf, S., Farouk, A., (2013), "Utilization of Chitosan Nanoparticles as a Green Finish in Multifunctionalization of Cotton Textile", *Int. J. Biol. Macromol.*, 60, 10–17.

Hsieh, S.H., Huang, Z.K., Huang, Z.Z., Tseng, Z. S., (2004), "Antimicrobial and Physical Properties of Woolen Fabrics Cured with Citric Acid and Chitosan", *J. Appl. Polymer Sci.*, 94, 1999–2007.

- Huang, X.J., Ge, D., Xu, Z.K., (2007), "Preparation and Characterization of Stable Chitosan Nanofibrous Membrane for Lipase Immobilization", *Eur. Polym. J.*, 43, 3710-3718.
- Illum, L., (1998), "Chitosan and Its Use as Pharmaceutical Excipient", *Pharm. Res.*,15, 1326.
- Illarionova, E. L., Kalinina, T.N., Chufarovskaya, T.I., Khokhlova, V.A., (1995), "Fibre, Film, and Porous Materials Based on Chitosan", *Fibre Chemistry*, 27, 392–396.
- Ilgaz, S., Duran, D., Mecit, D., Basal, G., Gülümser, T., Tarakçıoğlu, I., (2007), "Medikal Tekstiller", *Tekstil Teknik Dergisi*, Şubat, 138-162.
- İmamoğlu, Ö., (2011), "Biyokontrolde Doğal Ürünlerin Kullanılması, Kitosan", *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 68 (4), 215-22.
- Jayakumar, R., Prabakaran, M., Reis, R.L., Mano, J.F., (2005), "Graft Copolymerized Chitosan-Present Status And Applications", *Carbohydr. Polym.*, 62, 142-158.
- Jayakumar, R., Nwe, N., Tokura, S., Tamura, H., (2007), "Sulfated Chitin And Chitosan as Novel Biomaterials", *Int. J. Biol. Macromol.*, 40, 175-181.
- Jayakumar, R., Prabakaran, M., Nair, S.V., Tamura, H., (2010), "Novel Chitin and Chitosan Nanofibers in Biomedical Applications", *Biotechnology Advances*, 28(a), 142–150.
- Jayakumar, R., Chennazhi, K.P., Muzzarelli, R.A.A., Tamura, H., Nair, S.V., Selvamurugan, N., (2010), "Chitosan Conjugated DNA Nanoparticles in Gene Therapy", *Carbohydr. Polym.*, 79(b), 1-8.
- Jayakumar, R., Prabakaran, M., Kumar, P.T.S., Nair, S.V., Tamura, H., (2011), "Biomaterials Based on Chitin and Chitosan in Wound Dressing Applications", *Biotechnology Advances*, 29, 322–337.
- Jeong, Y. J., Cha, S.Y., Yu, W.R., and Park, W.H., (2002), "Changes in the Mechanical Properties of Chitosan-treated Wool Fabric", *Textil. Res. J.*, 72, 70–76.
- Julia, M. R., Cot, M., Erra, P., Jovic, D., and Canal, J. M., (1998), "The Use of Chitosan on Hydrogen Peroxide Pretreated Wool", *Textile Chemist and Colorist*, 30, 78–83.
- Kenawy, E. R., Abdel-Hay, F. I., Abou El-Magd, A., Mahmoud, Y., (2005), "Biologically Active Polymers: Modification and Anti-microbial Activity of Chitosan Derivatives", *J. Bioact. Comp. Poly.*, 20, 95–111.

Khor, E., (2001), Chitin, Fulfilling a Biomaterials Promise, Dept. Of Chemistry, National University of Singapore, Rep. Of Singapore.

Kifune K, Yamaguchi Y, Kishimoto S., (1988), "Wound healing effect of chitin surgical dressings", *Trans Soc Biomater* 11: 216–8.

Kim, K.Y., Min, D.S.,(1988), *Trans. Soc. Biomater*, 11, 658.

Kim, Y.H., Choi, H.M., and Yoon, J.H., (1998), "Synthesis of a Quaternary Ammonium Derivative of Chitosan and its Application to a Cotton Antimicrobial Finish", *Textil. Res. J.*, 68, 428–434.

Kim, J.Y., Lee, J.K., Lee, T.S., and Park, W.H., (2003), "Synthesis of Chitooligosaccharide Derivative with Quaternary Ammonium Group and Its Antimicrobial Activity Against *Streptococcus Mutans*", *Int. J. Biol. Macromol.*, 32, 23–27.

Kofuji, K., Huang, Y., Tsubaki, K., Kokido, F., Nishikawa, K., Isobe, T., (2010), "Preparation and Evaluation of a Novel Wound Dressing Sheet Comprised of β -glucan-chitosan Complex", *React. Funct. Polym.*, 70, 784–789.

Kong, M., Chen, X.G., Xing, K., Park, H.J., (2010), "Antimicrobial Properties of Chitosan and Mode of Action: A State of the Art Review", *Int. J. Food Microbiol.*, 144, 51–63.

Kumar, M.N.V.R., (2000), "A Review of Chitin and Chitosan Applications", *Reactive & Functional Polymers*, 46, 1–27.

Le, Y., Anand, S.C., Horrocks, A.R., (1996), "Development of Antibacterial Polysaccharide Fibres and Their Performance", European Conference on Advances in Wound Management, Amsterdam, Netherlands, October.

Lee, S., Cho, J.S., Cho, G.S., (1999), "Antimicrobial and Blood Repellent Finishes for Cotton and Nonwoven Fabrics based on Chitosan and Fluoropolymers", *Textil. Res. J.*, 69, 104–112.

Lim, S.H., Hudson, S.M., (2003), "Review of Chitosan and Its Derivatives as Antimicrobial Agents and Their uses as Textile Chemicals", *J. Macromol. Sci. Polymer Rev.*,43, 223–269.

Lim, S.H., Hudson, S.M., (2004), "Application of a Fiber-reactive Chitosan Derivative to Cotton Fabric as an Antimicrobial Textile Finish", *Carbohydr. Polymer*, 56, 227–234.

Lv, J.,Zhou, Q., Liu, G., Gao, D., Wang, C., (2014), "Preparation and Properties of Polyester Fabrics Grafted with O-carboxymethyl Chitosan", *Carbohydrate Polymers*, 113, 344–352.

Madhumathi, K., Binulal, N.S., Nagahama, H., Tamura, H., Shalumon, K.T., Selvamurugan, N., (2009), "Preparation and Characterization of Novel α -chitin-hydroxyapatite Composite Membranes for Tissue Engineering Applications", *Int. J. Biol. Macromol.*, 44, 1-5.

Marreco, P.R., Moreira, P.L., Genari, S.C., Moraes, A.M., (2004), "Effects of Different Sterilization Methods on the Morphology, Mechanical Properties and Cytotoxicity of Chitosan Membranes used as Wound Dressings", *J. Biomed. Mater. Res. B. Appl. Biomater.*, 71B, 268-277.

Mass, W.A., Mass, A., Tighe, B., (1998), "A Review of Biodegradable Polymers: Uses, Current Developments in the Synthesis and Characterization of Biodegradable Polyesters. Blends of Biodegradable Polymers and Recent Advances in Biodegradation Studies", *Polym. Int.*, 47, 89.

Montazer, M., Afjeh, G., (2007), "Simultaneous X-Linking and Antimicrobial Finishing of Cotton Fabric", *Journal of Applied Polymer Science*, 103, 178-185.

Muzzarelli, R.A.A. (1973), *Natural Chelating Polymers*, (83), New York, Pergamon Press.

Muzzarelli, R.A.A., Boudrant, J., Meyer, D., Manno, N., DeMarchis, M., Paoletti, M.G., (2012), "Current Views on Fungal Chitin/Chitosan, Human Chitinases, Food Preservation, Glucans, Pectins and Inulin: A Tribute to Henri Braconnot, Precursor of the Carbohydrate Polymers Science, on the Chitin Bicentennial", *Carbohydr. Polym.*, 87, 995-1012.

Nagahama, H., Nwe, N., Jayakumar, R., Koiwa, S., Furuike, T., Tamura, H., (2008), "Novel Biodegradable Chitin Membranes for Tissue Engineering Applications", *Carbohydr. Polym.*, 73, 295-302.

Nara, K., Yamaguchi, Y., Tane, H., (1987), US Patent 4651725.

Olsen, R., Schwartzmiller, D., Weppner, W., Winandy, R. in: G.Skjak-Brack, T. Anthonsen, P.A. Sandford (1989), "Chitin and Chitosan: Sources, Chemistry, Biochemistry, Physical Properties and Applications", Elsevier Applied Science, New York.

Onar, N., and Sariisik, M., (2004), "Application of Enzymes and Chitosan Biopolymer to the Antifelted Finishing Process", *J. Appl. Polymer Sci.*, 93, 2903-2908.

Queen, H.Y.A., (2006), "Electrospinning Chitosan-based Nanofibers for Biomedical Applications", MSc Thesis.

Pascual, E., Julia, M. R., (2001), "The Role of Chitosan in Wool Finishing", *J. Biotechnol.*, 89, 289-296.

Perelshtein, I., Ruderman, E., Perkas, N., Tzanov, T., Beddow, J., Joyce, E., Mason, T.J., Blanes, M., Molla, K., Patlolla, A., Frenkel, A.I., Gedanken, A., (2013), "Chitosan and Chitosan-ZnO-based Complex Nanoparticles: Formation, Characterization, and Antibacterial Activity", *J. Mater. Chem. B*, 1, 1968–1976.

Polat, H., (2008), "Kitin ve Kitosan Biyosorbentlerinin Pembe Karides (*Parapenaeus Longirostris*) Kabuk Atıklarından Sentezlenmesi Karakterizasyonu ve Karşılaştırmalı Zehirli Metal Adsorpsiyon Çalışmaları", TÜBİTAK Proje No: 106T111, İzmir.

Portero, A., Teijeiro-Osorio, D., Alonso, M.J., Remunan-Lopez, C., (2007), "Development of Chitosan Sponges for Buccal Administration of Insulin", *Carbohydr. Polym.*, 68, 617-625.

Prabaharan, M., Mano, J.F., (2005), "Chitosan-based Particles as Controlled Drug Delivery Systems", *Drug Deliv.*, 12, 41–57.

Prabaharan, M., Jayakumar, R., (2009), "Chitosan-graft- β -cyclodextrin Scaffolds with Controlled Drug Release Capability for Tissue Engineering Applications", *Int. J. Biol. Macromol.*, 44, 320-325.

Rathke, T.D., Hudson, S.M., (1994), "Review of Chitin and Chitosan as Fiber and Film Formers", *J. Macromol. Sci. Rev. Macromol. Chem. Phys.*, C, 34, 375–437.

Rinaudo, M., (2006), "Chitin and Chitosan: Properties and Applications", *Prog. Polymer Sci.*, 31, 603–632.

Roberts, G.A.F., Wood, F A., (2001), "A Study of the Influence of Structure on the Effectiveness of Chitosan as an Anti-felting Treatment for Wool", *J. Biotechnol.*, 89, 297–304.

Rybicki, E., Filipowska, B., Walawska, A., (2000), "Application of Natural Biopolymers in Shrink-proofing of Wool", *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 8, 62–65.

Sandford, D.A., Stinnes, A., (1991), "Biomedical Applications of High Purity Chitosan-Physical, Chemical and Bioactive Properties", *ACS Symposium Series*, 467, 430.

Sasikala, L., Durai, B., Rathinamoorthy, R., (2013), "Manuka Honey Loaded Chitosan Hydrogel Films for Wound Dressing Applications", *International Journal of Pharm Tech Research*, 5 (4), 1774-1785.

Shahidi, F., Arachchi, J.K.V., Jeon, Y., (1999), "Food Applications of Chitin and Chitosans", *Trends Food Sci. Technol.*, 10 (2), 37-51.

- Shalumon, K.T., Anulekha, K.H., Girish, C.M., Nair, S.V., Jayakumar, R., (2010), "Single Step Electrospinning of Chitosan/poly(caprolactone) Nanofibers Using Formic acid/acetone Solvent Mixture", *Carbohydr. Polym.*, 413-419.
- Shi, C.M., Zhu, Y., Ran, X.Z., Wang, M., Su, Y., Cheng, T.M., (2006), "Therapeutic Potential of Chitosan and Its Derivatives in Regenerative Medicine", *J. Surg. Res.*, 133, 185-192.
- Sparkes, B., Murray, D.G., (1986), US Patent 4572906.
- Suzuki, K., Oda, D., Shinobu, T., Saimoto, H., Shigemasa, Y., (2000), "New Selectively N-substituted Quaternary Ammonium Chitosan Derivatives", *Polymer J.*, 32, 334-338.
- Struszczyk, H., Orlikowski, B. L., Skrzypczak, C., (2001), "Chitosan in the Control of Soil-borne Pathogens", *Chitin Enzymology*, 197-205.
- Şahin, U.K., Gürsoy, N. Ç., (2005), "Tekstil Endüstrisinde Kitin ve Kitosan Uygulamaları", *Tekstil Teknik*, Ağustos, 176, 245.
- Tamura, H., Furuike, T., Nair, S.V., Jayakumar, R., (2010), "Biomedical Applications of Chitin Hydrogel Membranes and Scaffolds", *Carbohydr. Polym.*, 84, 820-824.
- Tolaimate, A., Desbrieres, J., Rhazi, M., Alagui, A., (2003), "Contribution to the Preparation of Chitins and Chitosans with Controlled Physico-chemical Properties", *Polymer*, 44, 7939-7952.
- Usami, Y., Okamoto, Y., Takayama, T., Shigemasa, Y., Minami, S., (1998), "Chitin and Chitosan Stimulate Canine Polymorphonuclear Cells to Release Leukotriene B4 and Prostaglandin E2", *J. Biomed. Mat. Res.*, 42, 517-522.
- Vellingiri, K., Ramachandran, T., and Senthilkumar, M., (2013), "Eco-friendly Application of Nano Chitosan Inantimicrobial Coatings in the Textile Industry", *Nanosci. Nanotechnol. Lett.*, 5, 519-529.
- Yannas, I. V., Burke, H. F., Orgill, D. P., Skrabut, E. M., (1982), "Wound Tissue Can Utilise a Polymeric Template to Synthesise A functional Extension of Skin", *Science*, 215, 174.
- Ye, W., Leung, M. F., Xin, J., Kwong, T.L., Lee, D. K. L., Li, P., (2005), "Novel Core-Shell Particles with Poly(n-butyl acrylate) Cores and Chitosan Shells as an Antibacterial Coating for Textiles", *Polymer J.*, 46, 10538-10543.

Ye, W., Xin, J. H., Li, P., Lee, K. D., Kwong, T., (2006), “Durable Antibacterial Finish on Cotton Fabric by using Chitosan-based Polymeric Core–Shell Particles”, *J. Appl. Polymer Sci.*, 102, 1787–1793.

Yokogawa, Y., Reyes, J.P., Mucalo, M.R., Toriyama, M., Kawamoto, Y., Suzuki, T., Nishizawa, K., Nagata, F., Kameyama, T., (1997), “Growth of Calcium Phosphate on Phosphorylated Chitin Fibres”, *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 8, 407-412.

Yusof, N. L. B. M., Wee, A., Lim, L. Y., Khor, E., (2003), “Flexible Chitin Films as Potential Wound-Dressing Materials: Wound Model Studies”, *J. Biomed. Mater. Res.*, 66A, 224-232.

Zhang, Z. T., Chen, L., Ji, J. M., Huang, Y. L., and Chen, D. H., (2003), “Antibacterial Properties of Cotton Fabrics Treated with Chitosan”, *Textil. Res. J.*, 73, 1103–1106.

Zhong, C., Deng, Y., Roudsari, A. F., Kapetanovic, A., Anantram, M. P., Rolandi, M., (2011), “A Polysaccharide Bioprotonic Field-Effect Transistor”, *Nat. Commun.*, 2, 476.

Research Article

TRAVELING WAVE SOLUTIONS OF SOME NONLINEAR PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS BY USING EXTENDED (G'/G) - EXPANSION METHOD

Asif YOKUŞ¹

Doğan KAYA²

ABSTRACT

In this study, we use extended (G'/G) -expansion method which is suggested in (Wang et al., 2008). By this method, we find traveling wave solutions of nonlinear Burgers and KdV equations. It is obtained graphics of these solutions by using Mathematica.

Keywords: *Burgers equation, KdV equation, extended (G'/G) -expansion method, traveling wave solutions.*

Araştırma Makalesi

GENİŞLETİLMİŞ (G'/G) -AÇILIM METODU KULANILARAK BAZI LİNEER OLMAYAN KISMİ DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN YÜRÜYEN DALGA ÇÖZÜMLERİ

ÖZ

Bu çalışmada bir genişletilmiş (G'/G) -açılım metodu inşa edildi. Biz bu metodu lineer olmayan denklemi, Burgers ve KdV denkleminin yürüyen dalga çözümünü bulmak için bu metodu uyguladık. Biz ayrıca bu metodun diğer lineer olmayan denklemlere uygulanabilir olduğunu gösterdik.

Anahtar kelimeler: *Burgers denklemi; KdV denklemi; (G'/G) -açılım metodu; yürüyen dalga çözümleri.*

Makale Gönderim Tarihi: 03.03.2016

Kabul Tarihi : 06.04.2016

¹ *Corresponding Author/Sorumlu Yazar: Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi, Aktüerya Bilimleri Bölümü, e-mail/e-ileti: asfyokus@firat.edu.tr*

² *İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, dogank@ticaret.edu.tr*

1. INTRODUCTION

In this paper, we used the (G'/G) -expansion method. Firstly, this method is introduced in (Wang et al., 2008). Then, a new extended version of this method was presented in (Guo and Zhou, 2010; Guo and Zhou, 2010) have suggested a new expansion to obtain traveling wave solution of nonlinear partial differential equation (in short, PDE) in his paper. We find the traveling wave solutions of the Burgers equation and KdV equation by using Guo and Zhou's recommendations.

To find exact solutions of nonlinear partial differential equations always impressed scientists. It is too important to find exact solutions of nonlinear partial differential equations. These equations are mathematical models of complex physical occurrences that arise in engineering, chemistry, biology, mechanics and physics. Solution of a nonlinear partial differential equation gives much knowledge to the scientists about the nature of these events. Therefore, various effective methods have been developed to understand the mechanisms of these physical models, to help physicists and engineers and to ensure knowledge for physical problems and its applications. There are many methods to obtain traveling wave solutions of nonlinear partial differential equation in literature (Fan, 2000; Clarkson, 1989; Wazwaz, 2005; Parkes et al., 1996; Fan, 2000; Elwakil et al., 2002; Zheng et al., 2003; He et al., 2006; Inan, 2010).

2. AN ANALYSIS OF THE METHOD AND APPLICATIONS

Before starting to give the (G'/G) - expansion method, we will give a simple description of the (G'/G) -expansion method. For doing this, one can consider in a two-variables general form of nonlinear ordinary differential equations

$$Q(u, u_t, u_x, u_{xx}, \dots) = 0, \quad (1)$$

and transform Eq. (1) with $u(x, t) = u(\xi)$, $\xi = x - Vt$, where v is constant. After transformation, we get nonlinear ordinary differential equations for $u(\xi)$

$$Q'(u', u'', u''', \dots) = 0.$$

(2)

The solution of the Eq. (2) we are looking for is expressed as

$$u(\xi) = a_0 + \sum_{i=1}^m \left\{ a_i \left(\frac{G'}{G} \right)^i + b_i \left(\frac{G'}{G} \right)^{i-1} \sqrt{\sigma \left(1 + \frac{1}{\mu} \left(\frac{G'}{G} \right)^2 \right)} + c_i \left(\frac{G'}{G} \right)^{-i} + d_i \frac{\left(\frac{G'}{G} \right)^{-i+1}}{\sqrt{\sigma \left(1 + \frac{1}{\mu} \left(\frac{G'}{G} \right)^2 \right)}} \right\}, \quad (3)$$

where $G = G(\xi)$ satisfies the second order linear ordinary differential equation in the form

$$G'' + \mu G = 0, \quad (4)$$

where $a_i, \dots, b_i, \dots, c_i, \dots, d_i, \dots$ and μ are constants to be determined later, the positive integer m can be determined by balancing the highest order derivative and with the highest nonlinear terms into Eq. (2). Substituting solution (3) into Eq. (2) and using Eq. (4) yields a set of algebraic equations for same order of (G'/G) ; then all coefficients same order of (G'/G) have to vanish. After this separated algebraic equation, we can find $a_i, \dots, b_i, \dots, c_i, \dots, d_i, \dots$ and μ constants. General solutions of the Eq. (4) have been well known us, then substituting $a_i, \dots, b_i, \dots, c_i, \dots, d_i, \dots$ and the general solutions of Eq. (4) into (3) we have more traveling wave solutions of Eq. (1) (Guo et al., 2010; Yokus, 2011; Inan, 2010).

Example 1. Let's consider classical Burgers equation (Gorguis, 2006)

$$u_t + uu_x + u_{xx} = 0. \tag{5}$$

For doing this example, we can use transformation $u(x,t) = u(\xi), \xi = x - Vt$ then Eq. (5) become

$$c - Vu + \frac{1}{2}u^2 + \delta u' = 0, \tag{6}$$

when balancing u^2 with u' then gives $m = 1$. Therefore, we may choose

$$u(\xi) = a_0 + a_1 \left(\frac{G'}{G} \right) + b_1 \sqrt{\sigma \left(1 + \frac{1}{\mu} \left(\frac{G'}{G} \right)^2 \right)} + c_1 \left(\frac{G'}{G} \right)^{-1} + d_1 \frac{1}{\sqrt{\sigma \left(1 + \frac{1}{\mu} \left(\frac{G'}{G} \right)^2 \right)}}, \tag{7}$$

substituting Eq. (7) into (6) yields a set of algebraic equations for $a_0, a_1, a_2, b_1, c_1, d_1, \mu, \sigma$ and V . These systems are

$$\begin{aligned} \frac{a_0^2}{2} + c + a_1 c_1 + b_1 d_1 - a_0 V + c_1 \delta - a_1 \delta \mu + \frac{b_1^2 \sigma}{2} &= 0, & d_1 \delta \sigma &= 0, \\ \frac{c_1^2 + 2c_1 \delta \mu}{2} = 0, & c_1(a_0 - V) = 0, & a_1(a_0 - V) &= 0, & \frac{d_1^2}{2\sigma} &= 0, \\ \frac{a_1^2 \mu + 2a_1 \delta \mu - b_1^2 \sigma}{2\mu} = 0, & \frac{d_1 \delta \sigma}{\mu} = 0, & a_0 d_1 - d_1 V &= 0, & b_1 c_1 &= 0, \\ c_1 d_1 = 0, & a_1 d_1 - b_1 \delta \sigma = 0, & \frac{b_1 \delta \sigma}{\mu} = 0, & a_0 b_1 - b_1 V = 0, & a_1 b_1 &= 0. \end{aligned} \tag{8}$$

From the solutions system, we obtain the following with the aid of Mathematica.

Case 1:

$$a_0 = -\sqrt{2}\sqrt{c - 8\delta^2\mu}, \quad a_1 = 2\delta, \quad b_1 = 0, \quad c_1 = -2\delta\mu, \quad d_1 = 0, \quad V = -\sqrt{2}\sqrt{c - 8\delta^2\mu}, \tag{9}$$

substituting Eq. (9) into (7) we have three types of traveling wave solutions of Eq. (5):

$$u_1(\xi) = -\sqrt{2}\sqrt{c-8\delta^2\mu} + 2\delta \left[\frac{\sqrt{\mu} \left(A_2 \cos\left(\sqrt{\mu}(x + \sqrt{2}\sqrt{c-8\delta^2\mu}t)\right) - A_1 \sin\left(\sqrt{\mu}(x + \sqrt{2}\sqrt{c-8\delta^2\mu}t)\right) \right)}{A_1 \cos\left(\sqrt{\mu}(x + \sqrt{2}\sqrt{c-8\delta^2\mu}t)\right) + A_2 \sin\left(\sqrt{\mu}(x + \sqrt{2}\sqrt{c-8\delta^2\mu}t)\right)} \right] - 2\delta\mu \left[\frac{\sqrt{\mu} \left(A_2 \cos\left(\sqrt{\mu}(x + \sqrt{2}\sqrt{c-8\delta^2\mu}t)\right) - A_1 \sin\left(\sqrt{\mu}(x + \sqrt{2}\sqrt{c-8\delta^2\mu}t)\right) \right)}{A_1 \cos\left(\sqrt{\mu}(x + \sqrt{2}\sqrt{c-8\delta^2\mu}t)\right) + A_2 \sin\left(\sqrt{\mu}(x + \sqrt{2}\sqrt{c-8\delta^2\mu}t)\right)} \right]^{-1}.$$

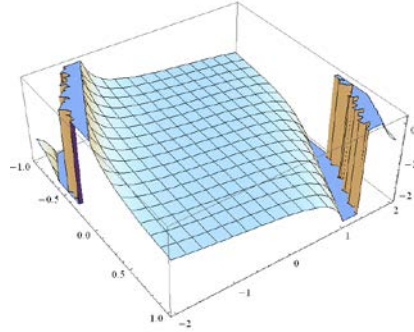


Fig 1: Traveling wave solution of Eq. (5) for case 1 when $A_1 = A_2 = 1$, $c = 0.6$, $\mu = 0.1$ and $\delta = 0.2$.

Case 2:

$$a_0 = -\sqrt{2}\sqrt{c-2\delta^2\mu}, \quad a_1 = 2\delta, \quad b_1 = 0, \quad c_1 = 0, \quad d_1 = 0, \quad V = -\sqrt{2}\sqrt{c-2\delta^2\mu}, \quad (10)$$

substituting Eq. (10) into (7) we have three types of traveling wave solutions of Eq. (5) as following

$$u_2(\xi) = -\sqrt{2}\sqrt{c-2\delta^2\mu} + 2\delta \left[\frac{\sqrt{\mu} \left(A_2 \cos\left(\sqrt{\mu}(x + \sqrt{2}\sqrt{c-2\delta^2\mu}t)\right) - A_1 \sin\left(\sqrt{\mu}(x + \sqrt{2}\sqrt{c-2\delta^2\mu}t)\right) \right)}{A_1 \cos\left(\sqrt{\mu}(x + \sqrt{2}\sqrt{c-2\delta^2\mu}t)\right) + A_2 \sin\left(\sqrt{\mu}(x + \sqrt{2}\sqrt{c-2\delta^2\mu}t)\right)} \right].$$

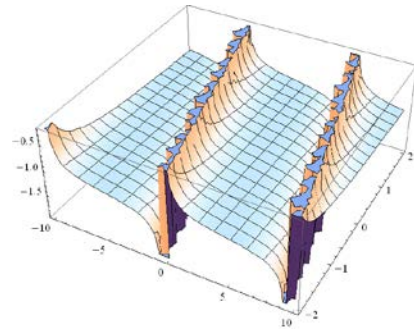


Fig 2: Traveling wave solution of Eq. (5) for case 2 when

$$A_1 = A_2 = 1, c = 0.6, \mu = 0.1 \text{ and } \delta = 0.2.$$

Case 3:

$$a_0 = \sqrt{2}\sqrt{c - 2\delta^2\mu}, \quad a_1 = 0, \quad b_1 = 0, \quad c_1 = -2\delta\mu, \quad d_1 = 0, \quad V = \sqrt{2}\sqrt{c - 2\delta^2\mu}, \quad (11)$$

substituting Eq. (11) into (7) we obtain three types of traveling wave solutions of Eq. (5) as following

$$u_3(\xi) = \sqrt{2}\sqrt{c - 2\delta^2\mu} - 2\delta\mu \left[\frac{\sqrt{\mu} \left(A_2 \cos\left(\sqrt{\mu} \left(x - \sqrt{2}\sqrt{c - 2\delta^2\mu} t \right) \right) - A_1 \sin\left(\sqrt{\mu} \left(x - \sqrt{2}\sqrt{c - 2\delta^2\mu} t \right) \right) \right)}{A_1 \cos\left(\sqrt{\mu} \left(x - \sqrt{2}\sqrt{c - 2\delta^2\mu} t \right) \right) + A_2 \sin\left(\sqrt{\mu} \left(x - \sqrt{2}\sqrt{c - 2\delta^2\mu} t \right) \right)} \right]^{-1}.$$

Example 2. Let's consider KdV equation (Kaya D. 2002),

$$u_t + uu_x + \delta u_{xxx} = 0. \quad (12)$$

For doing this example, we can use transformation $u(x, t) = u(\xi), \xi = x - Vt$ then Eq. (12) become

$$-Vu' + uu' + \delta u''' = 0. \quad (13)$$

When balancing $u'u, u'''$ then gives $m = 2$. Therefore, we may choose

$$u(\xi) = a_0 + a_1 \left(\frac{G'}{G} \right) + b_1 \sqrt{\sigma \left(1 + \frac{1}{\mu} \left(\frac{G'}{G} \right)^2 \right)} + c_1 \left(\frac{G'}{G} \right)^{-1} + d_1 \frac{1}{\sqrt{\sigma \left(1 + \frac{1}{\mu} \left(\frac{G'}{G} \right)^2 \right)}} + a_2 \left(\frac{G'}{G} \right)^2 + b_2 \left(\frac{G'}{G} \right) \sqrt{\sigma \left(1 + \frac{1}{\mu} \left(\frac{G'}{G} \right)^2 \right)} + c_2 \left(\frac{G'}{G} \right)^2 + d_2 \frac{\left(\frac{G'}{G} \right)^{-1}}{\sqrt{\sigma \left(1 + \frac{1}{\mu} \left(\frac{G'}{G} \right)^2 \right)}},$$

(14)

substituting Eq. (14) into (13) yields a set of algebraic equations for $a_0, a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, c_2, d_1, d_2, \mu, \sigma$ and V . These systems are

$$\begin{aligned} \frac{a_0^2}{2} + c + a_1 c_1 + a_2 c_2 + b_1 d_1 + b_2 d_2 - a_0 V + 2c_2 \delta + 2a_2 \delta \mu^2 + \frac{b_1^2 \sigma}{2} &= 0, & \frac{3d_1 \delta \sigma^2}{\mu^2} &= 0, \\ \frac{c_2^2}{2} + 6c_2 \delta \mu^2 = 0, & c_1 c_2 + 2c_1 \delta \mu^2 = 0, & \frac{c_1^2}{2} + a_0 c_2 - c_2 V + 8c_2 \delta \mu = 0, & \frac{3d_2 \delta \sigma^2}{\mu^2} = 0, & \frac{d_1^2}{2\sigma} = 0, \\ a_0 c_1 + a_1 c_2 + b_1 d_2 - c_1 V + 2c_1 \delta \mu = 0, & a_1 a_2 + 2a_1 \delta + \frac{b_1 b_2 \sigma}{\mu} = 0, & -\frac{3d_1 \delta \sigma}{(\sigma)^{3/2} \mu} - \frac{2b_1 \delta \sigma^2}{(\sigma)^{3/2} \mu} &= 0, \\ a_0 a_1 + a_2 c_1 + b_2 d_1 - a_1 V + 2a_1 \delta \mu + b_1 b_2 \sigma = 0, & \frac{d_2^2}{2\sigma} = 0, & c_2 d_2 + 2d_2 \delta \mu^2 = 0, & a_2 b_2 + 2b_2 \delta = 0, \\ \frac{a_1^2}{2} + a_0 a_2 + a_2 V + 8a_2 \delta \mu + \frac{b_2^2 \sigma}{2} + \frac{b_1^2 \sigma}{2\mu} = 0, & \frac{a_2^2}{2} + 6a_2 \delta + \frac{b_2^2 \sigma}{2\mu} = 0, & c_2 d_1 + c_1 d_2 = 0, \end{aligned}$$

(15)

$$\frac{d_1 d_2}{\sigma} = 0, \quad 3d_2 \delta \sigma^2 = 0, \quad 3d_1 \delta \sigma^2 = 0, \quad \frac{6d_2 \delta \sigma^2}{\mu} = 0, \quad \frac{6d_1 \delta \sigma^2}{\mu} = 0, \quad -\frac{d_1 \delta \mu \sigma}{(\sigma)^{3/2}} = 0, \quad \frac{d_2 \delta \mu \sigma}{(\sigma)^{3/2}} = 0,$$

$$-\frac{2b_2\delta\sigma^2}{(\sigma)^{3/2}\mu}=0, \quad -\frac{d_2\delta\sigma}{(\sigma)^{3/2}\mu}-\frac{b_2\delta\sigma^2}{(\sigma)^{3/2}}=0, \quad -\frac{b_2\delta\sigma^2}{(\sigma)^{3/2}\mu^2}=0, \quad -\frac{2b_1\delta\sigma^2}{(\sigma)^{3/2}\mu^2}=0, \quad \frac{3b_1\delta\sigma}{\mu}=0, \quad \frac{5b_2\delta\sigma}{\mu}=0,$$

$$a_0d_1+a_1d_2-d_1V+b_1\delta\mu\sigma=0, \quad 8b_2\delta\sigma=0, \quad a_1d_1+a_2d_2+3b_2\delta\mu\sigma=0, \quad a_2d_1+4b_1\delta\sigma=0, \\ b_1c_2=0, \quad a_0b_1+b_2c_1-b_1V=0, \quad c_1b_1+b_2c_2=0, \quad a_1b_1+a_0b_2-b_2V+2b_2\delta\mu=0, \quad a_2b_1+a_1b_2=0,$$

From the solutions of the system, we obtain the following with the aid of Mathematica.

Family 1:

$$a_0 = -8\delta\mu - \sqrt{2}\sqrt{c+128\delta^2\mu^2}, \quad a_1 = 0, \quad a_2 = -12\delta, \quad b_1 = 0, \quad b_2 = 0, \quad c_1 = 0, \quad c_2 = -12\delta\mu^2, \\ d_1 = 0, \quad d_2 = 0, \quad V = -\sqrt{2}\sqrt{c+128\delta^2\mu^2}. \quad (16)$$

Substituting Eq. (16) into (14) we have three types of traveling wave solutions of Eq. (12) as following

$$u_1(\xi) = -8\delta\mu - \sqrt{2}\sqrt{c+128\delta^2\mu^2} \\ -12\delta \left[\frac{\sqrt{\mu} \left(A_2 \cos\left(\sqrt{\mu} \left(x + \sqrt{2}\sqrt{c+128\delta^2\mu^2} t \right) \right) - A_1 \sin\left(\sqrt{\mu} \left(x + \sqrt{2}\sqrt{c+128\delta^2\mu^2} t \right) \right) \right)}{A_1 \cos\left(\sqrt{\mu} \left(x + \sqrt{2}\sqrt{c+128\delta^2\mu^2} t \right) \right) + A_2 \sin\left(\sqrt{\mu} \left(x + \sqrt{2}\sqrt{c+128\delta^2\mu^2} t \right) \right)} \right]^2 \\ -12\delta\mu^2 \left[\frac{\sqrt{\mu} \left(A_2 \cos\left(\sqrt{\mu} \left(x + \sqrt{2}\sqrt{c+128\delta^2\mu^2} t \right) \right) - A_1 \sin\left(\sqrt{\mu} \left(x + \sqrt{2}\sqrt{c+128\delta^2\mu^2} t \right) \right) \right)}{A_1 \cos\left(\sqrt{\mu} \left(x + \sqrt{2}\sqrt{c+128\delta^2\mu^2} t \right) \right) + A_2 \sin\left(\sqrt{\mu} \left(x + \sqrt{2}\sqrt{c+128\delta^2\mu^2} t \right) \right)} \right]^2.$$

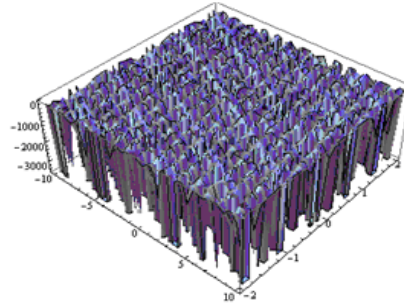


Fig.3: Traveling wave solutions of equation (12) for family 1, when $A_1=A_2=1$ $c=06$ $\mu=01$ and $\delta=02$

Family 2:

$$a_0 = -8\delta\mu - \sqrt{2}\sqrt{c+8\delta^2\mu^2}, \quad a_1 = 0, \quad a_2 = -12\delta, \quad b_1 = 0, \quad b_2 = 0, \quad c_1 = 0, \quad c_2 = 0, \\ d_1 = 0, \quad d_2 = 0, \quad V = -\sqrt{2}\sqrt{c+8\delta^2\mu^2}. \quad (17)$$

Substituting Eq. (17) into (14) we find three types of traveling wave solutions of Eq. (12) as following

$$u_2(\xi) = -8\delta\mu - \sqrt{2}\sqrt{c + 8\delta^2\mu^2} - 12\delta \left[\frac{\sqrt{\mu} \left(A_2 \cos\left(\sqrt{\mu} \left(x + \sqrt{2}\sqrt{c + 8\delta^2\mu^2} t \right) \right) - A_1 \sin\left(\sqrt{\mu} \left(x + \sqrt{2}\sqrt{c + 8\delta^2\mu^2} t \right) \right) \right)}{A_1 \cos\left(\sqrt{\mu} \left(x + \sqrt{2}\sqrt{c + 8\delta^2\mu^2} t \right) \right) + A_2 \sin\left(\sqrt{\mu} \left(x + \sqrt{2}\sqrt{c + 8\delta^2\mu^2} t \right) \right)} \right]^2.$$

Family 3:

$$a_0 = -8\delta\mu - \sqrt{2}\sqrt{c + 8\delta^2\mu^2}, \quad a_1 = 0, \quad a_2 = 0, \quad b_1 = 0, \quad b_2 = 0, \quad c_1 = 0, \quad c_2 = -12\delta\mu^2, \\ d_1 = 0, \quad d_2 = 0, \quad V = -\sqrt{2}\sqrt{c + 8\delta^2\mu^2}. \tag{18}$$

Substituting Eq. (18) into (14) we write three types of traveling wave solutions of Eq. (12) as following

$$u_3(\xi) = -8\delta\mu - \sqrt{2}\sqrt{c + 8\delta^2\mu^2} - 12\delta\mu^2 \left[\frac{\sqrt{\mu} \left(A_2 \cos\left(\sqrt{\mu} \left(x + \sqrt{2}\sqrt{c + 8\delta^2\mu^2} t \right) \right) - A_1 \sin\left(\sqrt{\mu} \left(x + \sqrt{2}\sqrt{c + 8\delta^2\mu^2} t \right) \right) \right)}{A_1 \cos\left(\sqrt{\mu} \left(x + \sqrt{2}\sqrt{c + 8\delta^2\mu^2} t \right) \right) + A_2 \sin\left(\sqrt{\mu} \left(x + \sqrt{2}\sqrt{c + 8\delta^2\mu^2} t \right) \right)} \right]^2.$$

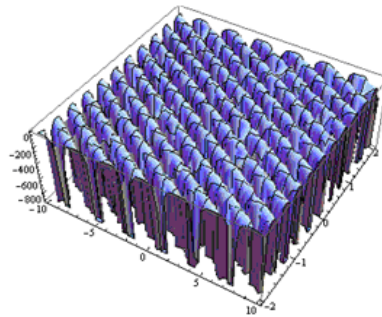


Fig.4: Traveling wave solutions of equation (12) for family 3, when $A_1=A_2=1$ $c=06$ $\mu=01$ and $\delta=02$

3. CONCLUSIONS

In this study, we consider to solve the traveling wave solutions of the classical Burgers equation and KdV equation by using the extended (G'/G) -expansion method. The method can be applied to many other nonlinear equations or coupled ones. In addition, this method is also computerizable, which allows us to perform complicated and tedious algebraic calculation on a computer.

REFERENCES

Clarkson P.A., (1989), “New Similarity Solutions for the Modified Boussinesq Equation”, J. Phys. A: Gen. 22 2355-2367.

- Elwakil S.A., El-labany S.K., Zahran M.A., and Sabry R., (2002), “Modified extended tanh-function method for solving nonlinear partial differential equations”, *Phys. Lett. A* 299 179-188.
- Fan E., (2000), “Two new applications of the homogeneous balance method”, *Phys. Lett. A* 265 353-357.
- Fan E., (2000), “Extended tanh-function method and its applications to nonlinear equations”, *Phys. Lett. A* 277 212-218.
- Gorguis A., (2006), “A comparison between Cole–Hopf transformation and the decomposition method for solving Burgers’ equations”, *Appl. Math. Comput.* 173 126-136.
- Guo S., Zhou Y., (2010), “The extended (G'/G) -expansion method and its applications to the Whitham–Broer–Kaup–Like equations and coupled Hirota–Satsuma KdV equations”, *Appl. Math. Comput.* 215 3214–3221.
- He J.H. and Wu X.H., (2006) “Exp-function method for nonlinear wave equations”, *Chaos, Solitons & Fractals* 30 700-708.
- Inan, I.E., (2010), "Generalized Jacobi Elliptic Function Method for Traveling Wave Solutions of (2+1)-Dimensional Breaking Soliton Equation", *J. Sci. Engineering, Çankaya University* 7, 39-50.
- Kaya D. and Aassila M., (2002), Decomposition method for the solution of the nonlinear Korteweg–de Vries equation, *Phys. Lett. A* 299 201–206.
- Parkes E.J. and Duffy B.R. (1996) “An automated tanh-function method for finding solitary wave solutions to non-linear evolution equations”, *Comput. Phys. Commun.*, 98 288-300.
- Wang M., Li X., and Zhang J., (2008), “The (G'/G) -expansion method and traveling wave solutions of nonlinear evolution equations in mathematical physics”, *Phys. Lett. A* 372 417-423.
- Wazwaz A., (2005), “The tanh method: solitons and periodic solutions for the Dodd–Bullough–Mikhailov and the Tzitzeica–Dodd–Bullough equations”, *Chaos, Solitons & Fractals* 25 55-63.
- Yokus A., (2011), “Solutions of some nonlinear partial differential equations and comparison of their solutions”, Ph.D. Thesis, Firat University, Turkey.
- Zheng X., Chen Y., and Zhang H., (2003) “Generalized extended tanh-function method and its application to (1+1)-dimensional dispersive long wave equation”, *Phys. Lett. A* 311 145-157.

İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

YAYIN KOŞULLARI VE YAZIM KURALLARI

- İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi hakemli bir dergidir.
- Dergi her akademik yılın Güz ve Bahar Dönemlerinde, en az iki sayı yayımlanır.
- Dergimizde yayımlanacak yazılara ilişkin koşullar aşağıdadır.

YAYIN KOŞULLARI

1. Dergide *Türkçe, İngilizce, Fransızca ve Almanca* yazılmış yazılar yayımlanır.
 2. Dergiye basılmak üzere gönderilen araştırma makalesi, tarama makalesi ve bildiri niteliğindeki yazıların daha önce başka bir yerde yayımlanmamış olması ya da yayın için değerlendirme aşamasında bulunmaması gerekmektedir.
 3. Dergide yayımlanacak yazıların yazım ve dilbilgisi kurallarına uygun olması şarttır.
 - Bu kuralara uygun olan yazılar iki ayrı hakem tarafından değerlendirilir. Hakemlerden birinin olumlu, diğerinin olumsuz görüş bildirmesi halinde üçüncü bir hakeme başvurulur.
 - Yazıların yayımlanması için en az iki hakemin olumlu görüş bildirmesi şarttır.
 - Hakem görüşü doğrultusunda yazarlardan kısaltma ve/veya düzeltme yapmaları istenebilir.
 - Yazılar olumlu hakem görüşleri alındıktan sonra sıraya konularak yayımlanır.
 - Yazıların dergide yayımlanması konusunda son karar Editöre aittir. Yazı hakkındaki değerlendirme yazar(lar)a en kısa zamanda hakem raporlarıyla birlikte iletilir.
 - Dergide yayımlanan yazılar ayrıca elektronik ortamda aşağıdaki adreste de yayımlanır.
- <http://www.ticaret.edu.tr/tr/Sayfa/Akademik/İstanbulTicaretUniversitesiYayinlari/İstanbulTicaretUniversitesiFenBilimleriDergisi>
4. Dergide yayımlanan yazıların telif hakları yazarı veya yazarları tarafından karşılıksız olarak İstanbul Ticaret Üniversitesine devredilir. Yazarlar yayımlanacak makaleleri için, **Makale Sunum Formu**' nu doldurmak ve imzalayarak telif haklarını devrettiklerini beyan etmek zorundadır.
 5. Dergiye basılmak üzere gönderilen yazılar, yayımlansın veya yayımlanmasın yazarına geri gönderilmez.
 6. Dergide yayımlanan yazılardaki görüşler ve bu konudaki sorumluluk yazarına veya yazarlarına aittir.
 7. Dergide yayımlanacak çeviri yazılarda çevirmen eserin yazarından ve/veya yayın hakkına sahip kişi veya kurumdan yazılı yayım izni almak ve bu izin belgesini yayın kuruluna iletmek zorundadır.
 8. Derginin bir sayısında bir yazarın birden fazla yazısı yayımlanmaz. Ancak ortak çalışma ürünü olan ve birden çok yazarlı çalışmalarda bu koşul aranmaz.

9. Üniversitemiz bünyesindeki enstitülerde tamamlanan, uygun yüksek lisans veya doktora tezlerinden üretilen makaleler de Fen Bilimleri Dergisi'nde mevcut hakem sürecinden geçmek şartıyla yayınlanabilir.

YAZIM KURALLARI

1. Yazılar Microsoft Windows Word 6.0 veya daha üst programda yazılmalıdır.
2. Yazılar "Times New Roman" 10 punto ile tek aralıklı yazılmalıdır. Sayfa düzeni için üst 6 cm, alt 5 cm ve kenarlarda sağ 4,5 cm, sol 4,5 cm boşluk bırakılmalı ve her sayfa numaralandırılmalıdır.
3. Yazının ilk sayfasında
 - Yazının başlığı sola yaslanmış, 12 punto koyu yazılmalıdır (Büyük harf).
 - Başlığın alt ve sol tarafında yazarın ismi 10 punto koyu verilmelidir.
 - Yazarın bağlı bulunduğu kuruluş ve unvanı birinci sayfanın en altında 8 punto italik olarak verilmelidir.
 - Türkçe ve İngilizce olarak yazılmış 100-150 kelimelik özetler 8 punto olarak verilmelidir. Özetler 2. sayfaya taşmamalıdır.
 - Özet'in üzerindeki başlık özet'in hemen üstünde, özet'in dilinde ve 10 punto olarak verilmelidir.
 - Özet'in altlarında anahtar kelimeler (keywords) 8 punto koyu ve italik olarak belirtilmelidir
4. Makale metni 2. sayfadan başlamalıdır.
5. Giriş ve Sonuç kısımları da dahil olmak üzere yazının tüm bölümleri ve başlıkları numaralandırılmalı ve koyu yazılmalıdır. Örneğin,
 1. GİRİŞ
 2. YÖNETİM VE ORGANİZASYON
 - 2.1. Yönetim Kavramı
 - 2.2. ...
6. Yazılarda yer alan tablo içermeyen bütün görüntüler (fotoğraf, çizim, diyagram, grafik, harita vb.) "şekil" olarak adlandırılmalıdır.
 - Tablo ve şekillere başlık (sıra numarası ve ad) verilmelidir.
 - Tablolarda başlıklar üstte, şekillerde ise başlık altta yazılmalıdır. Tablo ve şekil başlıkları ortalanarak koyu yazılmalıdır. Başlıkta yer alan kelimelerin baş harfleri büyük yazılmalıdır. Tablo başlığından sonra 6 pt boşluk bırakılmalıdır.
 - Tablo veya Şekillere ilişkin olası kaynak bilgileri de tablo veya şeklin altında gösterilmelidir.
 - Denklemlerde verilecek sıra numaraları parantez içinde ve sağ tarafta yer almalıdır.
7. Kaynaklara göndermelerin (atıfların) gösterilmesinde yayın bilgileri, metinde parantez içinde (yazar soyadı, yayın tarihi ve sayfa numarası) sırasıyla verilmelidir. Örneğin;
 - Tek yazar; (Kryszig, 2011)
 - İki yazarlı; (Spellman ve Whiting, 2004)

- Çok yazarlı; (Smith vd., 1993)
 - Bir yazarın aynı yıl içinde yapmış olduğu birden fazla çalışması kaynak olarak kullanılıyorsa; (Smith, 1992 / a), (Smith, 1992 / b)
 - Aynı soyadına sahip ilk adları farklı yazarlar (R. D. Luce, 1959), (P. A. Luce, 1986)
 - Gönderme yapılan kaynaklar birden fazla olduğunda alfabetik olarak (Dinçkol, 1986; Lalik, 1998; Oğuz, 1997)
 - Bir Kurum'un veya Grup'un eseri olan yayınlara ilk defa yapılacak bir atfı için (Türk Dünyası Mühendisler ve Mimarlar Birliği(TDMMB), 2015); bu kaynağın sonraki tekrarlarında (TDMMB, 2015)
 - Tarihsiz Çalışmalarda “bilinmeyen tarih” bt olarak (Eflatun, bt)
 - Anonim yazılarda (Anonim, 2015) olarak verilmelidir.
8. Makalede bulunması gereken ve makalenin sonuna eklenecek **Kaynakça**'da yazarlar soyadlarına göre alfabetik olarak sıralanmalıdır.
9. Çalışmanın içeriğinde gösterilmemiş bir kaynak esere kaynakçada yer verilmemelidir.
10. Bir yazarın aynı yıl içinde yapmış olduğu birden fazla çalışması kaynakçada yer alacaksa, yayım tarihinden sonra “a,b,c” gibi ibareler konulmalıdır. (1992 / a) (1992 / b)
11. Kaynakça kısmında
- Kitaplar
Yazar(lar)ın Soyadı, ve Adının Baş harfi., (yıl), Kitabın Adı, Basım Yeri, Yayınevi.
Pakdemirli, E., (1995), Ekonomimizin Sayısal Görünümü 1923'ten Günümüze, İstanbul, Milliyet Yayınları.
 - Editörlü Kitap
Editör(ler) in Soyadı ve Adının Baş harfi., (edt.), (Yıl), Kitabın Adı, Basım Yeri, Yayınevi.
Şenyüz, K., (edt.), (2004), Takı Tasarımı, İstanbul, Urartı Yayın ve Dağıtım.
 - Editörlü Kitaptan Bölüm
Yazar(lar)ın Soyadı ve Adının Baş harfi., (Yıl), Bölümün Başlığı, Editör(ler) in Soyadı ve Adının Baş harfi.,(edt.), Kitabın Adı, (Sayfa Aralığı), Basım Yeri, Yayınevi.
Arens, A., and Loebbecke, J., (2000), The Audit Process, Elder. R., Beasley. M., (eds), Auditing-An Integrated Approach, (141- 217), New Jersey, Prentice Hall,
 - Dergilerdeki Makaleler
Yazar(lar)ın Soyadı, Adının Baş harfi., (Yıl), “Makalenin Başlığı”, Derginin Adı, Cilt Sayı, sayfa aralığı.

Zaim, A. H., (2013), “A reputation-based privacy management system for social networking sites”, Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Science, 1(21), 766-784.

Seferoglu, H., Şimşek, N., (2011), “The Banach Algebras Generated by Operators with One-Point Spectrum”, Acta Mathematica Sinica, 1(31)(2) (201), 673-680.

- Web Sitesinden Doküman
[http://www.\(sitenin_adi\). \[gün, ay, yıl, web;\]](http://www.(sitenin_adi).[gün, ay, yıl, web;])
olarak verilmelidir.

NOT: Dergimize yayımlanmak üzere makale gönderecek yazarların, yukarıda verilen yazım kurallarına uymaları zorunludur. Ancak, bu kurallar arasında yer verilmemiş bir kaynaktan alıntı yapmak ve yaptıkları alıntıyı paragraf içinde göstermek zorunda olan yazarlar; kaynak gösterme kılavuzuna aşağıdaki sitede veya kitapta bulabilirler.

* www.elyadal.org (Akademik Yazım Kuralları Kitapçığı)

* Gür, B., Bilimsel Düşünme, (2011), **Araştırma ve Yazmada İlkeler-Yöntemler**, İstanbul, Nobel Yayınevi.

12. Yazının sonuna yazar ya da yazarların e-posta adresi eklenmelidir.
13. Yazının elektronik ortamdaki “.doc” veya “.docx” uzantılı kaydı, dergi adresine elektronik postayla olarak da gönderilmek zorundadır.
14. Yazarlar kendilerine ait haberleşme adreslerini veya diğer iletişim bilgilerini yayın kuruluna bildirmelidir.

Dergi e-mail adresi: fendergi@ticaret.edu.tr

Adres

İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi
Küçükaly E-5 Kavşağı İnönü Cad. No:4
34840 Küçükaly/İstanbul
Tel:0216 489 18 88 (3141)
Fax: 0216 489 02 69

İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ
ISTANBUL COMMERCE UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE

Makale Sunum Formu
Manuscript Submission Form

Makaleyi sunan yazar : _____
Corresponding Author

Makalenin Başlığı : _____
Title

Makalenin ilgili olduğu anabilim dalı : _____
Research field of the submitted work

Makale ile ilgili anahtar kelimeler : _____
Keywords

Makalenin yazarları : _____
Complete list of authors

Makalenin Türü : _____
(Araştırma Makalesi, Tarama Makalesi, Bildiri, Çeviri, Diğer)
Category of the manuscript
(*Research Article, Review Paper, Report, etc*)

Makale No : _____
(Makale teslim alındığında verilecek numara)
Manuscript reference number
(*Assigned Upon submission*)

Makaleyi sunan yazarın, *Corresponding author's*

Çalıştığı kurum (*company*) : _____

Posta adresi (*address*) : _____

e-posta adresi (*e-mail*) : _____

Telefon no (*Phone*) : _____

Faks No (*Fax*) : _____

Sunulan makalenin sayfa sayısı : _____
Number of pages

Makalenin sunulduğu tarih : _____
Submission date

İstanbul Ticaret Üniversitesi Dergisi'nde yer alacak yazılara ilişkin koşulları kabul ettiğimi ve yazımın telif haklarını İstanbul Ticaret Üniversitesine devrettiğimi bildiririm.
I accept to comply with the requirements for the articles to be submitted to İstanbul Commerce University and the transfer of copyright to İstanbul Commerce University.

Makaleyi sunan yazarın imzası : _____
Signature of the corresponding author

Forma ulaşmak için
To obtain form

<http://www.ticaret.edu.tr/uploads/dosyalar/2014/2014924153251108.pdf>