



2013.01.01.OR.01

YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ TARİHİ GELİŞİMİ ve ÖZELLİKLERİ*

Ahmet ÖZTÜRK†

Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Bursa

Özet

Küresel pazarda rekabet ortamı şiddetlenirken, Yöneylem Araştırması stratejik iş kararlarında önemlilik kazanmıştır. Küresel pazarların büyümesi ve rekabetteki artış sonucunda Yöneylem Araştırmasına olan ihtiyaç günışığına çıkmıştır. Bugün Yöneylem Araştırması, kar amaçlı ve kar amaçlı olmayan kuruluşlarca kullanılan gözde karar verme araçlarından birisidir. Yöneylem Araştırması yeni bir bilim olarak Alman hava kuvvetlerinin saldırılarına karşılık vermek için 1930'ların ikinci yarısında İngiliz Ordusunda kullanılmaya başlamıştır. Fakat onun başlangıç noktası Archimed'in çalışmalarına dayanır. Archimed deneysel verileri toplamış, bu verileri matematiksel yöntemlerle analiz etmiş ve MÖ 213 yılında Roma ordusunun Syracuse şehrini kuşatmasına karşılık bu sonuçları teçhizat yapımında ve yöntem geliştirmede kullanmıştır. Archimed ilk yöneylem araştırmacısı olarak düşünülebilir ve onun çalışmaları yöneylem araştırmasının başlangıç noktası olarak kabul edilebilir. Taylorizm sıkça yöneylem araştırmasının öncüsü olarak söz edilir ve yöneylem araştırmasının bilimsel kökünü oluşturur. İkinci Dünya Savaşından sonra, Yöneylem Araştırması akademik ve iş çevresinde akademik bir disiplin olarak gelişmiştir. Birçok yeni yöneylem araştırması teknikleri seçkin bilim adamları tarafından geliştirilmiş ve pek çok farklı alanlarda kullanılmıştır. Bu makale Türkiye gibi Dünya'nın bazı ülkelerinde Yöneylem Araştırmasının başlangıcı, bilimsel kökeni, yeni bir bilimsel alan ve akademik disiplin olarak tarihi gelişiminin taslağını çizmeyi amaçlar. Ayrıca, bu çalışmada Yöneylem Araştırmasının 11 farklı tanımı verilmiş ve bu tanımlarla Türkçe literatürde yer almayan Yöneylem Araştırmasının 11 özelliği açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yöneylem Araştırması, sistem yaklaşımı, bilimsel yöntem, Taylorizm

Jel Kodu: C44

Abstract

As the global market becomes fiercely competitive, Operations Research has gained significance in strategic business decisions. The growth of global markets and the resulting increase in competition have lightened the need for Operations Research. Today it is one of the popular decision science tools used by profit and nonprofit organizations. Operational Research as a new field started in the British Military in the second half of the 1930s as a response to the mobilization of the German air force. But it is starting point based on Archimedes's studies. Archimedes collected empirical data, analyzed those data using mathematics and used the results to doing equipment and formulated method for countering the Roman siege to Syracuse in 213 B.C. He can be

* Bu çalışma 14. Uluslararası Ekonometri Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumunda özet bildiri olarak sunulmuştur.
This paper has been presented at 14th International Symposium on Econometrics Operations Research and Statistics

† ahmetozturk@uludag.edu.tr

considered the first operations analyst and his studies can be accepted starting point of operations research. Taylorism is often mentioned as a precursor of Operations Research and it is a scientific origin of operations research. After Second World War, Operations Research is developed as academic discipline in academic and business environment. Many new Operation Research techniques are developed by distinguished scientists and applied at many different fields by them. The paper aims to outline historical development of Operations Research as a starting point, a scientific origin, a new field and an academic discipline in some countries like Turkey of the world. Besides, in this study it's given eleven different definition of operations research and by those definitions it's eleven different features which is not considered in Turkish literature is explained.

Keywords: Operations Research, system approach, scientific method, Taylorism

Jel Code: C44

1. GİRİŞ

Bir bilim olan Yöneylem Araştırması (YA), problemin tanımı, formülasyonu, çözümü ve son olarak da uygun karar verme ile ilgilenir. YA matematiksel modelleri, istatistiği ve algoritmaları kullanarak yeni bir şey yapmanın en etkin yolunu belirler. Görüldüğü üzere YA' nın araçları tek bir disipline değil matematik, istatistik, iktisat, mühendislik, psikoloji ve diğer disiplinlerden gelerek, bu yeni bilgi disiplinine katkıda bulunmuştur.

Günümüzde, kıt kaynakların dağıtımı ve özellikle karar verme için bilimsel yöntemlerin uygulanması ile uğraşan YA, profesyonel bir disiplin olmuştur. Küresel pazarların büyümesi ve yaşanan şiddetli rekabet YA' na olan ihtiyacı öne çıkarmış, hatta dünya sınıfı imalat sistemlerinde, Toplam Kalite Yönetiminde, Yalın Üretimde, Altı-Sigma Kalite Yönteminde, Kıyaslamada (Benchmarking), Tam Zamanlı Envanter Sistemlerinde (YIT) yöneylem araştırması uygulamaları önem kazanmıştır.

Yeni bir bilim dalı olan YA' nın çıkış noktası askeri faaliyetler olmasına rağmen bu bilim dalı, Dünya'da ve Türkiye'de her alanda başarılı etkisini sürdürmüş ve sürdürmektedir. Hiçbir bilim bir günde doğmamış, gelişimi de yıllar, hatta yüzyıllar almıştır. Bilimler genellikle karşılaşılan sorunlara uygun çözüm bulmak için bilimsel yöntemlerin, tekniklerin ve araçların geliştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. YA da bundan farklı olmadığı gibi, onun ilk uygulamaları, bilimsel kökleri çok eskilere dayanmaktadır.

Çalışmamızın amacı, YA' nın ilk başlangıcından hareketle onun, Dünya'da ve Türkiye'deki tarihi gelişimi ile farklı tanımlamalarıyla ortaya çıkan özelliklerini kapsamlı bir şekilde ortaya koymaktır.

2. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ TARİHİ GELİŞİMİ

Bu kısımda yöneylem araştırmasının tarihi gelişimi, M.Ö. ve Rönesans döneminde bazı bilim adamlarının askeri problemlerin çözümünde kullanması ile başladığı kabul edilerek, onun bilimsel kökleri, II. Dünya Savaşında bir disiplin olarak doğuşu ve akademik disiplin olarak gelişimi olarak dört alt başlık altında açıklanmaya çalışılacaktır

2.1. Yöneylem Araştırmasının Başlangıcı

YA' na olan ihtiyaç ve onun faaliyet alanı, insanlığın başlangıcı ile var olduğunu söyleyebiliriz. Taş Devri'nde bir dövüşte 12 kişinin 6 kişiden daha iyi olduğunu ve ağır taşa göre hafif taşın daha uzağa fırlatılabildiğini keşfeden kabile reisleri, matematik analizi ilk uygulayanlardır. Ayrıca, eski zamanlarda çobanlar sabah kapıdan çıkan her hayvan için cebine bir çakıl taşı koyar ve akşam hayvanlar döndüğünde ise her hayvan için cebinden bir taş çıkarırmış. Cebinde kalan çakıl taşı kayıp hayvanı gösterdiğinden, kaç hayvanın kaybolduğunu bilir ve onları bulmaya çalışırmış. Bu bize, ilk kayıt tutmanın çobanlar tarafından geliştirildiğini göstermektedir.

M.Ö. bilim ve matematiksel analizler, savaşlarda çok açığa çıkmaya da önemli roller oynamıştır. Bilim ve savaş her zaman birbirleriyle çok yakından ilişkili olmuştur. Savaşlarda en iyi kararın verilmesi için bilimciler ve askeri personeller arasında işbirliği sağlanmaya çalışılmıştır. Buna örnek olarak M.Ö. IV. Yüzyılda yaşayan Büyük İskender'in mühendisi Diades, Archimed (M.Ö. 287-213), Roger Bacon(1220-1292), Leonardo Da Vinci (1452-1519),

Michalengelo Buonarotti (1475-1564), Galileo Galilei (1564-1642) çalışmalarını gösterebiliriz.

Diades; Büyük İskender'in doğu seferlerinde yanında bulunmuş, surları ve duvarları imha etmek için hareketli kuleleri, dövme vinç için kullanılan ölçeklendirme motorlarını geliştirmiştir.

Archimed (M.Ö. 287-213); çoğu uzmanlar YA' nın başlangıcına Archimed'in de katıldığı M.Ö. III. Yüzyıldaki II. Pön (Punic) savaşına dayandırmaktadır. Roma ordusunun kumandanı Marcus Cladius Marcellus M.Ö. 213 yılında Sicilya' nın en büyük eski Yunan kenti Syracuse kuşatmıştır. Bu savaşta Archimed'in yeni tür mancınıklar ve bazı bilimsel kurallardan esinlenerek tasarladığı makaralar yardımıyla, çok ağır taşlar burçlara ve çok uzaklara fırlatılmıştır. Aynı zamanda Archimed güneş ışıklarına odaklanan eğri ayna sistemiyle Roma donanmasını yaktığı söylenir. Belki de ilk yöneylem araştırmacısı olarak Archimed kabul edilebilir.

Archimed buluşlarında, önce deneysel verileri toplamış, matematiği kullanarak verileri analiz etmiş ve sonra da sonuçları Roma kuşatmasına karşı araç tasarımı ve yöntemler formüle etmek için kullanmıştır. Syracuse Kralı II. Hieron'un bilimsel danışmanlığını yapan Archimed, YA' nın oldukça başlangıç sayılan örnek çalışmaları yaptığı düşünülür (Shrader, 2006).

Roger Bacon(1220-1292); meşhur Rönesans bilim adamları Leonardo Da Vinci (1452-1519), Michelangelo Buonarotti (1475-1564), Galileo Galilei (1564-1642) fizik ve matematiği askeri problemlerin çözümünde kullandıkları gibi bilimsel yöneme de önemli katkılarda bulunmuşlardır.

2.2. Yöneylem Araştırmasının Bilimsel Kökleri

Bugünkü anlamda YA' nın bilimsel köklerinin Frideriek Winslow Taylor'ın (1856-1915) 1890 yılında endüstrideki verimsizliği önlemek için bilimsel ilkelere dayanan sistematik yöntemi ortaya koymasıyla başladığını söyleyebiliriz. Taylor 1910 yılında *Bilimsel Yönetimin İlkeleri* adlı kitabını yayınlamış, bugün halen iş hayatında kullanılan zaman etüdü, hareket etüdü, iş ekonomisi, iş standardı, teşvikli ücret sistemi onun geliştirdiği

yöntemlerdir. Taylor'un görüşleri, çalışmaları ve endüstride verimliliği arttırmak için geliştirdiği yöntemlere "Taylorizm" adı verilmektedir. Taylorizm de YA' nın habercisi olmuştur (Kjeldsen, 2007).

Henry L. Gantt, 1900 yılında planlama ve denetimde kullanmak için geliştirdiği grafik yöntemi veya Gantt şemaları, YA' nın en yaygın kullanılan tekniklerinden CPM ve PERT'in esasını oluşturmuştur. Gantt şemaları üretim planlamasının bir çizelgesi olup nelerin yapıldığını ve nelerin yapılmadığını veya ne kadar geç kalındığını ortaya koyar.

Vilfredo Pareto (1848-1923); uzun yıllar gelir dağılımı üzerinde çalışarak 1906 yılında, kendi adını alan *Pareto Optimalitesini* bulmuştur. Pareto optimalitesinde üretilen mal ve hizmetlerin toplumdaki kişiler arasındaki etkin dağılımına ve üretim faktörlerinin, çeşitli mal ve hizmetlerinin nasıl dağıldığında bakılır. M. Josep Juran bu ilkedden yararlanarak bugün, iş hayatında öne alınacak işlerin, hataların ve envanterlerin sınıflandırmasında kullanılan 80/20 veya 20/80 kuralını, yani *Pareto ilkesini* geliştirmiştir (Öztürk, 2009).

A. Markov 1907 yılında, geçmişteki ve şimdiki faaliyetlerin olasılıklarından yararlanarak, onların gelecekteki olasılıklarını belirleyen Markov Analizi ve ya Zincirinin temelini atmıştır. Bu analiz, YA' nın önemli tekniklerinden olup eğitim, pazarlama, sağlık, finans, muhasebe, işgücü planlaması, enerji planlaması, üretim ve yatırım alanlarında kullanılmaktadır (Öztürk, Yöneylem Araştırmasına Giriş, 2013).

F. W. Harris, 1915 yılında ekonomik sipariş miktarı modeli olarak bilinen temel envanter formülünü geliştirmiştir. Bu model günümüzde halen tüm şirketlerce envanter kontrolünde kullanılmaktadır (Forgionne, 1990).

Danimarkalı matematikçi, istatistikçi ve mühendis olan Agner Krarup Erlag (1878-1929), trafik mühendisliğini ve kuyruk kuramını bulmuştur. 1917 yılında telefon çağrı kayıpları ve bekleme zamanını belirleyen formülü geliştirerek bugünkü YA tekniklerinden olan bekleme hattı modellerinin bulunmasına ve kuyruk kuramının gelişmesine öncelik etmiştir.

W. Leontief, Von Newman ve Stigler'in 1930'lara doğru yaptığı çalışmalar genel kaynak dağılım problemlerinin çözümünde bir araç olurken, oyun teorisi alanına da önemli katkılar sağlamıştır. On iki yıldan fazla iş istatistiği üzerinde çalışan H. C. Levinson, 1930'larda ticari malların problemlerini araştırmış ve reklam tekniğinin etkilerini denemek için satış problemlerinde bilimsel analizi uygulamıştır. Aynı dönemlerde Shewart, Dodge ve Roming, kalite kontrol ve örnekleme denetim tekniklerini Bell Telefon Laboratuvarında (New Jersey) kullanmışlar ve R. A. Fisher de matematiksel istatistik alanının gelişmesine öncü olan çalışmalar yapmıştır.

Özetlemeye çalıştığımız gibi Taylor ve diğer bilim adamlarının çalışmaları, II. Dünya Savaşı'nda ortaya çıktığı kabul gören YA disiplininin kökleri olduğu kabul edilmektedir.

2.3. Yöneylem Araştırmasının Bir Disiplin Olarak Doğuşu

İngiltere'de 1937 yılında radar istasyonlarından elde edilen bilgilerin doğruluğu ve eşgüdüm sorunu ortaya çıkmıştır. Sorunun çözümü için yapılan işlerin etkinliğini ölçmek için A. P. Rowe başkanlığında, Bawdsey Araştırma İstasyonunda bilimsel bir grup oluşturulmuştur. Bazı kaynaklara göre II. Dünya Savaşı'nda Alman hava gücü saldırılarına karşı, askeri operasyonların(işlemlerin) etkinliğini optimum kılmak için 1938 yılında Sir Robert Watson Watt ile birlikte A. P. Rowe bilimsel araştırmayı tasarlamışlardır. İşte söz konusu askeri operasyonların araştırılması işlemine de **“Operational Research”** denilmiştir. YA'nın 1938'lerdeki özgün ismi “Operational Research” sonraları Amerika'da **“Operations Research”** olarak değiştirilmiştir (Lander, 1984).

II. Dünya Savaşı kaynak dağıtımında, üretim planlaması ve çizelgelemede, envanter ve kalite kontrolünde, ulaşım, lojistik ve diğer alanlarda görülmemiş problemler yaratmıştır. Hiç kimsenin bu yeni ve aşırı derecedeki karmaşık problemlerin çözümü hakkında deneyimleri yoktu. Bu karmaşık problemlerin rastgele sezgisel yaklaşım ve öngörü bilişliği ile çözümü neredeyse olanaksızdır.

Dolayısıyla savaştaki liderler analitik nedene dayanan yenilikçi bir yaklaşım ihtiyacını kavradılar. Bu yüzden fizik bilim adamları, mühendisler, matematikçiler ve askeri liderlerden bu problemleri çözmesi ve çözümler önermesi için takım oluşturulmuştur.

1940 yılında fizik bilim adamı olan Patrick Maynard Stuart Blackett (1897-1974) uçak savar topçuluğunda radar kullanımını araştırmak için **“Blackett's Circus”** olarak bilinen YA takımını oluşturmuştur (Kjeldsen, 2007). Blackett'in takımı üç fizyolog, iki matematikçi, iki fizik matematikçisi, bir astrofizikçi, bir subay, bir mühendis ve bir fizikçi olmak üzere 11 kişiden oluşmuş olup bu, YA'nın çok disiplinli veya takım yaklaşımı özelliğini göstermektedir. Blackett İngiltere'de YA'nın gelişmesine katkı veren en önemli kişi olarak anılır ve ona YA'nın babası denilir. Aynı zamanda Blackett, kozmik radyasyon üzerindeki çalışmaları ve YA'na katkıları nedeniyle 1948 yılında fizik dalında Nobel Ödülü almıştır (Gass & Arjang, History of Operational Research, 2011).

ABD çok hızlı bir şekilde İngiltere'nin savaştaki başarılı deneyiminin farkına vararak, onu uygulamaya koymuştur. Amerikalı araştırmacılar İngiliz YA takımlarında eğitilmiş ve Patrick Blackett, 1942 yılında denizaltı savaşlarına karşı, Amerikan Donanmasında, sorumlu bir takım kurmuştur. Bir fizik bilim adamı olan Philip Morse, 1942 yılında deniz altı hücumlarına karşı ABD Deniz Kuvvetlerinin çalışmalarına yardım etmek için bir grup bilimcileri organize etmiştir. Morse ve meslektaşları savaşa ilişkin farklı problemler formüle etmiş, yöntemler geliştirmiş, özgün raporlar hazırlayarak ilgililere sunmuştur. Philip Morse ABD'de YA'nın babası olarak kabul edilir (Kaplan, 2011).

II. Dünya Savaşındaki YA çalışmaları, sıkı bir şekilde, gerçek askeri işlemlerden üretilen verilere dayanmıştır. YA, verisiz olanaksız olduğu gibi kullanılan veriler de doğru olmalıdır. İşlemlerin bilimsel çalışması, fizik bilimi yöntemlerini yansıtmaktadır. Dolayısıyla, YA'nı bulanların da fizik bilim adamları olduğunu görmekteyiz. Ayrıca, askeri işlemlerin altında yatan fiziksel ilkelerin oluşturulmasındaki erken çalışmalar, işlemsel

verilerin analizine, matematiksel modellerin formüle edilmesine, bu modellerin sonuçlarını test eden deneylere odaklıdır. Başlangıçta YA takımları hava ve deniz savaşlarında radarın kullanımına ilişkin problemler üzerinde çalışarak çok yararlı çözümler üretmelerinin yanında çalışma alanlarını, strateji ve lojistiği de içeren diğer problemlere kaydırmışlardır. Böylece YA, ayrı bir uzmanlık alanı veya yeni bir disiplin olarak doğmuştur.

Savaş sırasında YA takımının görevleri mevcut askeri kuvvetlerin, silahların ve diğer donanımların kullanımı için en iyi (optimal) yolları bulmaktır. Dolayısıyla bilim adamlarından oluşan küçük takımlar, askeri işlemleri veya talep edilen durumları anlamak için elverişli araçları veya geliştirdikleri yeni modelleri kullanmışlardır. Farklı disiplinlerden gelen takım bilimcileri probleme ilişkin verileri toplayarak ve analiz ederek askeri işlemler için birlikte çalışmışlardır. İşte II. Dünya Savaşında YA'nın başarısının gerisindeki nedenlerden birisi; YA takımları ile askeri işlemler arasındaki yakın ilişkilerdir (Kirby & Capay, 1997).

II. Dünya Savaşı sonrasında YA'nın önemli konularından birisi olan doğrusal programlamanın algoritmasını Rus bilim adamı *Leonid Vitaliyevich Kantorovich* (1912-1986) 1939 yılında basılan "**The Mathematical Method of Production Planing and Organization**" adlı kitabında ele almıştır. 1941 yılında *Frank Lauren Hitchcock* (1875-1957) ulaştırma problemlerini formüle etmiş, 1944 yılında *J. Von Neumann*'ın ve *O. Morgenstern* "**Oyun Teorisi ve Ekonomik Davranış**" adlı çalışmalarıyla günümüzde rekabet ortamında karar vermede kullanılan oyun teorisine önemli katkı sunmuşlardır.

Savaş sırasında askeri problemlerin çözümünde çalışan takımlardaki bilim adamları[‡], savaş sonrası özel ve kamu sektörünün farklı kesimlerindeki çalışmalarında karşılaştıkları problemleri savaşta uyguladıkları benzer yöntemler ile çözmeye

çalışmışlardır. Üniversitelere dönen bilim adamları ise mevcut tekniklere sağlam temel oluşturmaya ve ayrıca yeni YA tekniklerini geliştirmeye çalışmışlardır. İşte tüm bu çalışmalar yeni bir bilimsel uğraşı alanı olan YA'nın doğuşuna yol açmıştır.

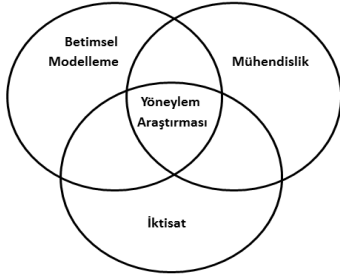
2.4. Yöneylem Araştırmasının Akademik Disiplin Olarak Gelişimi

Tarihsel mirası yüzünden YA, ilk önce askeri savunma amaçlı kuruluşlarda bir yönetim aracı olarak kullanılmış, daha sonra kamu kuruluşlarında kaynak planlamasının etkinliği ve dağıtımını için uygulanmaya konulmuştur.

Sanayi Devrimi ve teknolojinin gelişimi ile dünyadaki örgütlerin boyutu ve karmaşıklığında önemli değişimler olmuştur. Örgütlerde iş bölümünün ve yönetim sorumluluğunun artması, karmaşık problemlerin çözümü ve stratejik karar vermenin daha bilimsel olması, YA tekniklerinin tüm mesleklerde uygulanmasını zorunlu kılmıştır. Ayrıca, bazı kararlar matematik kullanılmadan, deneyimler, akliselim ve önsezi ile alınabilir; fakat bazı durumlar için bu olanaklı olmadığı gibi farklı nicel tekniklerin kullanılması kaçınılmazdır. İşte iş dünyası, karşılaştıkları problemleri çözmek için gerçek ve potansiyel uygulamaları bularak YA disiplininin hızlı gelişimini desteklemiştir. Öte yandan iş dünyası ile hükümetler ve üniversiteler arasında karşılıklı yararları için geliştirdikleri ilişkiler, bu disiplinin gelişimini ve yayılımını sağlamıştır.

II. Dünya Savaşı'nı izleyen ilk on yılda fazla gelişmemiş olan YA'sı, son elli yılda iktisat, matematik, istatistik, endüstri mühendisliği ve yönetimi içeren çok disiplinli (disiplinler arası) bir fonksiyon olarak gelişmiştir. Bir disiplin olarak YA aşağıdaki şekilde görüldüğü üzere mühendislik, iktisat ve betimsel (tanımlayıcı) modellemenin kesişiminde yer alır.

[‡] Edindiğimiz bazı kaynaklara göre II. Dünya Savaşında İngiltere'de YA takımlarında 200 bilim adamı çalışmıştır. Sadece ABD Hava Kuvvetlerinde 400 bilim adamı çalışırken 17 tane de YA takımı bulunmaktaydı.



Genel olarak, YA bir disiplin olarak üç ayrı (araçlar, modeller ve yöntembilimi) kategori kümesinde sınıflandırılabilir (Agrawal, Subra Manion and Kapoor, 2010). ABC analizi, Pareto optimalite ve başa baş analizi araçlar kategorisinde yer alır. Karışım modelleri, dağıtım sistemlerini optimum kılan modeller, portföy optimizasyonu modelleri, model kategorisindedir. YA yöntem bilimi, proje yönetim sistemlerini, çok kriterli optimizasyonu, oyun teorisi, simülasyon yöntembilimi, veri zarflama analizi, işletme kaynak planlama sistemleri ve çatışma çözüm yöntemlerini kapsar.

Dünyanın çoğu ülkelerinde YA' nın gelişimine katkıda bulunmak ve endüstride uygulanmasını yaygınlaştırmak için dernekler kurulmuş ve dergi yayınları başlatılmıştır. Bunlardan bazılarına değinelim.

İlk YA kulübü 1948 yılında İngiltere'de kurulmuş, 1950 yılında dergi yayını ve dernekleşmesi ise 1953 yılında gerçekleşmiştir. ABD'de ilk YA derneği ve dergisi 1952 yılında kurulmuştur. İlk YA kitabı Morse ve Kimball tarafından 1951 yılında Amerika'da yayınlanmıştır (Morse & Kimball, 1951). 1963 yılında Hindistanda YA Derneği ve dergisi faaliyete geçmiştir.

Hindistan'da 1949 yılında Hyderabad'da Bölgesel Araştırma Laboratuvarında YA birimi kurulmuş ve 1953 yılında Prof. P.C. Mahalanobis Hindistan İstatistik Enstitüsünde ulusal planlama ve araştırma problemlerini çözmek için YA takımını kurmuştur (Ghosh, 1994). Yöneylem araştırmasının ulusal alanda gerçek gelişimi Prof. Mahalanobis'in ulusal planlamada onu kullanmasıyla olmuştur. 1950'lerin sonunda Hindistan'da YA, üniversitelerin ve yükseköğretilerin kamu yönetimi, uygulamalı matematik, iktisat ve bilgisayar bölümlerinin ders

programlarında okutulmaya başlamıştır. Hindistan YA Derneği (ORSI) gelişmekte olan bir ülkede kurulan ilk YA topluluğudur (White, Smith, & Currie, 2011).

Nijerya YA Derneği Lagos'da 1983 yılında kurulmuş ve dernek, özel ve kamu sektörü tarafından desteklenmekte, dergi yayını da gerçekleştirmektedir (Agbadudu, 2006).

Uluslararası Yöneylem Araştırması Dernekler Federasyonu (IFORS) 1959 yılında kurulmuş ve bu derneğe Asya, Afrika, Güney Amerika olmak üzere 48 ülke üyedir. Güney Afrika Yöneylem Araştırması Derneği (ORSSA) Kasım 1969 yılında kurulmuştur (Ittmann, 2009).

Almanya'da 1957 yılında uygulamacılar, endüstride YA' nın yeni fikir ve yöntemlerini yaymak için kurdukları Yöneylem Araştırması Grubu (AKOR) ve akademisyen matematikçilerin, istatistikçilerin ve iktisatçıların 1961 yılında kurdukları Alman İşverenler Araştırma Derneği (DGU), 1962 yılında IFORS' un üyesi olmuştur. Alman Yöneylem Araştırma Derneği (DGOR) 1970' lerde kurulmuş ve 1972 yılından bu yana çeşitli üniversitelerde düzenli olarak, yıllık 300-350 katılımcının ve 150-200 tebliğin sunulduğu konferanslar düzenlemektedir (Fleischman, 1995). DGOR üyelerinin %55'i akademik çevreden, %45'i ise uygulamacılardan gelmektedir. Uygulamadan gelen üyelerin ise %29'u endüstride, %17'si danışmanlık şirketlerinde, %9'u enerjide, %7'si bankacılık ve sigortacılıkta, %6'sı kamu sektöründe geriye kalan ise ulaşım, ticaret ve reklamcılıkta çalışmaktadır. Ayrıca 1985 yılından bu yana DGOR' un düzenlediği konferanslarda ortalama 12 tebliğ, gerçek uygulamalar (lojistik, üretim, bilgi sistemleri, pazarlama) üzerine, uygulamacılar tarafından sunulmuştur. Almanya'da 60 üniversitenin 44'ünde ders programlarında YA' sı ders olarak görülmektedir. 14 üniversitenin endüstri mühendisliği, 16 üniversitenin iş matematiğinde, 15 üniversitenin bilgi sistemleri bölümlerinde YA, zorunlu ders olarak okutulmaktadır. Aachen Teknik Üniversitesinde 2 yıllık YA master programı olduğu gibi matematik, iktisat, iş idaresi ve mühendislikte diploma alan öğrenciler YA' nda yeterli düzeyde bilgileri alır.

1950'lerde ABD'de iş çevreleri özel sanayi sistemlerinin daha iyi yönetilmesini sağlamaya dönük YA programlarını geliştirmişlerdir. Amerika'da 1948 yılında MIT' de askeri alan dışı teknikleri öğreten bir dersin başlamasıyla YA, akademik bir disiplin olarak kabul edilmiştir. *George Bernard Dantzig* (1914-2005) 1947 yılında doğrusal programlama ve onun çözüm algoritması olan **simpleks algoritmasını** geliştirmiştir. *S.M. Ulan* ve *J. Von Neuman* 1949 yılında **Monte Carlo Simulasyonunu** geliştirmişlerdir.

Türkiye'de YA, Dünya'daki kullanımına benzer şekilde, askeri alanda ilk kez Türk Silahlı Kuvvetlerinin öncülüğünde 19 Ağustos 1954 yılında Genel Kurmay Başkanlığı bünyesinde kurulan "**İlmi İstişare Müdürlüğü**" ile başlamıştır. Gerçek anlamda YA çalışmaları ise 1 Haziran 1956 yılında *Alb. Fuat Uluğ*'un çabalarıyla İlmi İstişare Müdürlüğü'ne bağlı olarak, 10 yedek subaydan oluşan ilk YA takımının kurulmasıyla başlamıştır. 1 Eylül 1965 yılında TÜBİTAK bünyesinde Hareket Araştırma Bölümü kurulmuş ve bu bölüm 1973 sonunda Marmara Araştırma Enstitüsü Gebze'ye taşınmıştır. 10 Mart 1975 yılında YA' nın bir meslek olduğunu göstermek için YA Derneği kurulmuş ve YA birimi 1992 yılında "**Sistem Analizi**" adı verilen yeni bir birime dönüştürülmüştür.

YA Derneği yıllık bilimsel kongrelerin düzenlice yapılmasının yanında, YA mesleğine de önemli katkılar sağlamıştır (Doğrusöz, 2001).

İlk ulusal YA kongresi 1975 yılında yapılmış ve sonraları YA ve Endüstri Mühendisliği altında düzenlenmiştir. 2013 yılında 33. YA ve Endüstri Mühendisliği Ulusal Kongresi düzenlenmiştir. İlk YA dergisinin 1980 başlarında I. Cilt ve I. Sayısı yayımlanmıştır.

1993 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesince başlayan Ekonometri ve İstatistik Sempozyumunda YA dalında teorik ve uygulamaya ilişkin tebliğler sunulmaya başlanmış ve 2010 yılında Sakarya Üniversitesince düzenlenen 11. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumunda, sempozyum adının Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik (EYİ) olmasına karar verilmiştir. Ayrıca sempozyumun uluslararası

olmasına karar verilerek 12. 13. ve 14. EYİ Sempozyumları uluslararası niteliğe kavuşmuştur.

Eğitim alanında ülkemizin çeşitli üniversitelerinin istatistik, işletme, ekonometri, makine, inşaat ve endüstri mühendisliği ile ziraat fakültelerinin bazı programlarında ve hava, kara, deniz harp okullarında YA dersleri okutulmaktadır. YA ilk defa 1960-61 ders yılında Hareket Araştırması adı ile İ.T.Ü. Makine Fakültesinde *Prof. Dr. İlhami Karayalçın* tarafından verilmiştir. 1964-65 ders yılında ODTÜ Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümünde YA' nın en yaygın kullanılan tekniklerinden Doğrusal Programlama dersi ilk kez *Dr. Okan Güral* tarafından verilmiştir. 1966 bahar aylarında Ankara'da yapılan bir toplantıda *Prof. Dr. Halim Doğrusöz* ve arkadaşlarınca Hareket Araştırması ismi yerine Yöneylem Araştırması adı Türkçe' ye kazandırılmıştır. Endüstriyel kuruluşlarda ilk YA takımı Zonguldak Türkiye Taş Kömürü Kurumunda kurulmuştur.

Bugün YA' nın etkisi pek çok alanda hissedilmektedir. Dolayısıyla ülkemizde olduğu gibi tüm gelişmiş ve çoğu gelişmekte olan ülkelerin üniversite ve yüksekokullarında lisans, yüksek lisans ve doktora derecelerinde YA dersleri verilmektedir.

Şimdi 10 yıllık dönemler itibarıyla seçkin bilim adamları tarafından ortaya konulan ve geliştirilen YA alanındaki teknikleri ve konulara kısaca değinelim.

1950-1960 yılları arasında; dinamik programlama, kısa yol problemi, primal-dual doğrusal programlama, doğrusal olmayan programlama, envanter yönetimi kuramı, parametrik programlama, sıralama ve çizelgeleme, dual simpleks yöntem, gezgin satıcı problemi, stokastik programlama, CPM-PERT, kuadratik programlama, tam sayılı programlama.

1960-1970 yılları arasında; dal ve sınır tekniği, Çin postacı problemi, tesis yerleşim problemi, karar ağaçları, sonlu Markov zincirleri, bulanık küme teorisi, hedef programlama, sırt çantası problemi, çizelgeleme teorisi, karar analizi, sistem simülasyonu.

1970-1980 yılları arasında; çok ölçütlü karar verme, kuyruk sistemleri, çok amaçlı karar verme, veri zarflama analizi, analitik hiyerarşi süreci.

1980-2000 yılları arasında; yapay sinir ağları, iç nokta algoritması, tabu arama, tedarik zinciri yöntemi, veri madenciliği gibi yöntemler geliştirilmiştir (Gass S. I., 2002).

3. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ ÖZELLİKLERİ

YA' nın farklı tanımları onun belli başlı özelliklerini ortaya koymaktadır. YA' nın sınırları, hızlı gelişimi ve içeriği, zaman içinde ekonomik olaylarda görülen değişimler gibi henüz sabitlenmediği için, onun tek bir tanımını yapmak zordur. Dolayısıyla günümüze kadar YA' nın farklı tanımları yapılmıştır.

Matematik, istatistik, mühendislik, iktisat ve psikoloji gibi konulardan araçları alıp ve onları seçenekli faaliyetlerin en iyi sonuçlarını elde etmek için kullanan YA, çok disiplinli bir bilim olduğu gibi karar vermede bilimsel yöntemleri uygulayan profesyonel bir meslek olmuştur. YA' nın kökeni ve hızlı gelişimi YA' nın kesin bir tanımının yapılmasını güçleştirmiştir.

3.1. Yöneylem Araştırmasının Tanımı

Şimdi çeşitli kaynaklardan yararlanarak elde ettiğimiz tanımlar aşağıda verilmiştir.

- YA, idari, askeri veya ticari faaliyetlerde kullanılan makine, donanım ve işgücü performansının ve politikaların sistematik etkinliğinin bilimsel analizidir (Gass & Assad, 2005).
- YA, yöneticinin kontrolü altındaki işlemlere ilişkin kararlarına, nicelikli bir temel sağlamanın bilimsel yöntemidir (Morse & Kimball, 1951). Bu tanım YA' nın ilk resmi tanımlarından birisidir.
- YA, daha iyi karar vermeye yardımcı olan ileri analitik teknikleri uygulayan bir disiplindir.
- YA, disiplinler arası takım çabası içinde sınırlı kaynakların optimal kullanımını belirleme amacı güden bilimsel bir bilgidir.
- YA, karmaşık problemlerin optimal veya optimale yakın çözümlerine ulaşmak için matematiksel modelleme, istatistik ve algoritmaları kullanan formal bilimin ve

uygulamalı matematiğin disiplinler arası bir dalıdır (Sottinen, 2009).

- YA, bir sistemin en iyi tasarımını ve işletimini araştıran, karar verme için bilimsel bir yaklaşımdır (Chen, 2012).
- YA, belirli bir problemin çözümünde araç olarak bilinen tüm bilimsel teknikleri kullanan uygulamalı bir bilimdir.
- YA, problemin tanımı, formülasyonu, çözümü ve optimal karar verme ile ilgilenen bir bilimdir.
- YA, uygulamalı karar kuramıdır. Çünkü YA karşılaşılan problemlerin çözümü için bilimsel, matematiksel veya mantıksal araçları kullanır ve dolayısıyla da yönetimin karar problemlerine en uygun çözümü sağlamaya çalışır.
- YA, yönetim kadrosunun problem çözümü için bilimsel bir yaklaşımdır.
- YA, takım çabasına dayanarak problemin çözümünü belirlemede sadece bilimsel yöntem veya teknikleri kullanan bir sistem yaklaşımıdır.
- YA, problemin daha kötü yanıtı yerine daha iyisini verme sanatıdır. Bir bakıma YA problemlerin yanıt kalitesini artırmaktadır.
- YA, karar verme veya sorun çözme bilimidir.
- YA insan, makine, para ve malzemeden oluşan endüstriyel, ticari, kamu, özel ve askeri sistemlerin yönetiminde karşılaşılan problemleri bilimsel yöntem yaklaşımı ile çözmeyi ele alan ve ele aldığı sistemleri geliştirmeyi amaçlayan bir bilim dalıdır.
- YA, belirgin terimler ile problemin tanımlanması, olayların ve verilerin toplanması, onların analizi sonra da problemin kesin sonuçlarına ulaşılması ve çoğu durumlar için sonuçların optimalliğinin test edilmesidir.

Bu tanımlardan da anlaşılacağı üzere YA çok sayıda teknik ve bilimsel yaklaşımı içermekte ve genellikle kıt kaynakların dağıtımının söz konusu olduğu sistemlerin en iyi tasarımı ve işletimine yönelik karar problemlerine bilimsel yaklaşımın uygulanması amaçlamaktadır.

Bir bakıma sistemlerin karşılaştığı problemleri, disiplinler arası bir takım çalışmasıyla bilimsel yöntemleri kullanarak, problemin kontrol edilebilir

değişkenleriyle ilgili seçenekleri değerlendirerek problemin optimal çözümünü belirlemeyi amaçlar.

YA' nın tanımlarında yer alan belli başlı özellikler onun akademik bir disiplin olarak gelişmesinde temel rol oynamıştır. Şimdi bu özellikleri kısaca açıklayalım.

3.2. Sistem Yaklaşımı

Kökünü Yunanca “**systema**” kelimesinden gelen *sistem* kavramı “**birbiriyle ilişkili elemanların oluşturduğu bir bütün**” anlamındadır. Bir bakıma sistem bir amacı gerçekleştirmek için birlikte çalışan elemanlar topluluğudur. Sistem yaklaşımı ele alınan ve incelenen bir problemi örgütün tüm birimlerini gözetererek ele alır. İşte bu tüm örgütsel bakış noktasına *sistem yaklaşımı* denir. Bu yaklaşımda bir sistemin herhangi bir birimindeki davranışın, sistemin tümüne etkisi olduğu kabul edilir. Dolayısıyla problemler, ilişkin olduğu sistem ve bu sisteme ait ilişkiler bütünü içinde incelenmelidir. Bu sistem bakışı YA' nın temel özelliklerinden birisidir. Bilim dünyasında en çok kabul görmüş olan sistem yaklaşımı, var olan sorunu analiz etmeye ve çözümlenmeye yöneliktir.

3.3. Disiplinler Arası Takım Yaklaşımı

Çoğu yönetsel problemler, davranışsal, sosyal, politik, ekonomik, istatistiksel, matematiksel, fiziksel, biyolojik ve iş yönü olan karmaşık problemlerdir. Yöneticiler farklı uzmanlık alanları olan bir gruba toplayarak problemlerin çözümü için yenilikçi yaklaşımlar elde edebilir. İşte farklı disiplinlerden (matematikçiler, istatistikçiler, fizikçiler, psikologlar, iktisatçılar ve mühendislerden) oluşan kişilerin problemin çözümünde bilimsel modelin araştırılması ve kurulmasında yardımcı olması için oluşturulan takımın kullanılmasına disiplinler arası takım yaklaşımı denir.

3.4. Bilimsel Yöntemi Uygulama

YA' nın en önemli özelliklerinden birisi de karar vermede bilimsel yaklaşımı kullanmasıdır. Karmaşık

problemlerin analiz ve çözümü için YA, bilimsel yöntemleri, teknikleri ve araçları uygular. Bu yaklaşımda karar vericinin kişisel yanlılığına ve bilişliliğine yer yoktur. Bilimsel yöntem genelde gözlem, deney, analiz ve sentezdir. YA' nın bilimsel yöntemi ise problemin tanımı, sistemin gözlenmesi, modelin kurulması, modelin çözülmesi, modelin geçerliliğinin gösterilmesi ve çözümün uygulanması ve yorumlanması adımlarından oluşur.

3.5. Karar Verme

Her bir endüstriyel örgüt, karşılaştıkları çok boyutlu problemlerin olanaklı en iyi çözümünü belirlemek zorundadır. YA' nın amacı YA teknikleri kullanılarak yöneticilerin optimal çözümü elde etmesine yardımcı olmaktır. Aslında YA, yöneticilere daha iyi ve daha bilgili karar vermeyi sağlar. Aynı zamanda YA, karar vericinin yaratıcı ve sağlıklı yeteneklerini geliştirmesine, daha iyi kontrol etmesine, daha iyi eşgüdüm sağlamasına, daha iyi sistemler için problemin durumunu anlamasına ve analiz etmesine ve son olarak da daha iyi kararlar vermesine yardım eder.

YA' nın tarihinde yöneylem araştırmacıları nicel yöntemleri, araçları ve problem yapılandırma yöntemlerini kullanarak karar vericilerin daha bilgili karar verme yeteneğini geliştirmeye yardımcı olmaya çalışmışlardır (Rivett, 1994).

3.6. Karar Kalitesini İyileştirme

YA, problemlerin en kötü yanıtı yerine kötünün iyisi yanıtını vererek kararların kalitesini artırır. YA, problem çözümünde bilimsel yöntemi kullandığı için tam mükemmel bir sonucu vermese de çözümün kalitesini artırır.

3.7. Problemlere Odaklanma ve Gerçek Dünya Problemlerini Çözme

Çoğu kez yöneticiler, kesin çözümleri olmayan karmaşık gerçek problemler ile yüz yüze kaldığı gibi problemleri içeren bazı durumlar hakkında deneyimleri yoktur. Buna ilaveten, problemlerin oldukça önemli finansal ve örgütsel etkileri olabilir.

Bu koşullarda karar verici, problemin formüle edilmesinde ve analizinde bazı desteklere ihtiyaç duyar ve bu ihtiyacını da problemin incelenmesi, uygun teknikleri geliştirmesi ve bir çözüm önermesi için yöneylem araştırmacısından karşılayabilir.

Günümüzde sezgisel olduğu gibi daha karmaşık çok boyutlu optimizasyon problemlerini daha hızlı çözmek, YA tekniklerini kullanarak mümkün olmaktadır. Bunda ise bilgisayar kodlama sisteminin, algoritmaların, bilgisayarların hesaplama gücü ve hızındaki gelişmelerin etkisinin çok önemli olduğunu söyleyebiliriz. Örneğin çok boyutlu gezgin satıcı problemlerinin çözümü 20 yıl öncesine kadar çok zordu. Apple ve meslektaşları 85.900 şehri kapsayan gezgin satıcı probleminin optimal çözümünü elde etmişlerdir (Applegate, Bixby, Cook, Goycoolea, & Helsgam, 2008).

Yönetmelere odaklanma ve çok boyutlu karmaşık gerçek dünya problemlerini çözmesi YA'nın temel özelliklerinden birisidir.

3.8. Bilgisayar Kullanımı

Karmaşık matematiksel modellerin çözümü veya geniş miktardaki verilerin işlenmesi ve hesaplamaların yapılması bilgisayar kullanımını gerektirir. Bilgisayar yardımı olmadan problemin çözümü için gerekli olan hesaplamaları ve yorumları elle yapmak için araştırmacılar günler, haftalar ve aylara ihtiyaç duyabilir. Ayrıca el ile çözüm çabaları sıkıcı, hataya eğilimli ve maliyetli, hatta çoğu problemler için imkânsız olabilir. Bu da bize yöneylem araştırması ile bilgisayar kullanımının yakın ilişkisini açıklar.

3.9. Nicel Yanıtlar Sağlama

YA yaklaşımı kullanılarak elde edilen çözümler her zaman nicel yani sayısaldir. YA bir veya daha fazla seçeneği (fikri) dikkate alarak en iyisi üzerinde durur. Yönetim kendisi için en iyi olan seçeneği seçmelidir.

3.10. Ortaya Çıkan Tehditleri Çözmek İçin En İyi ve En Yeni Yöntemleri Kullanma

YA'nın temel özelliklerinden birisi de şirketlerin karşılaştıkları tehditleri çözmek için en iyi ve en yeni yöntemlerin kullanılmasına önem vermesidir. Küresel pazarda şirketlerin karşılaştıkları tehditler her gün daha fazla karmaşık olmakta ve yaygınlaşmaktadır. YA işlemsel ve stratejik hedeflerin ulaşılmasında ve karşılaşılan tehditleri çözmeye yaşamsal yerini korumaktadır. Örneğin, 2001 yılında *NBC*, optimizasyon modellerini kullanarak işçilik sürelerini azaltmış, reklam satışlarını artırarak ilk dört yılda gelirlerini 200 milyon doların üstünde arttırmış, satış verimliliğini ve müşteri memnuniyetini de arttırmıştır. 2000 yılında *Ford Motor Şirketi Wayne Devlet Üniversitesi* ile prototip optimizasyon modelini geliştirerek yıllık prototip maliyetlerini 250 milyon dolar azaltmıştır (Chen, 2012). Japonya'da Nagoya kentinde *Nanzan Eğitim Kompleksi* ulaşımında karşılaştıkları tehditleri çözmek için otobüs rotalarını tekrar düzenleyerek 800.000 \$ tasarruf etmiştir.

3.11. Yeni Problemleri Açığa Çıkarma

YA, bir problemi çözerken ek yeni problemleri açığa çıkarır. Şöyle ki; bir şirket imalat masraflarını azaltmaya çalışırken, süreçteki nihai ürünü üretmek için fazladan parça satın alma ihtiyacı duyabilir. Çalışmanın maksimum fayda sağlama için sürekli ve kesiksiz araştırmanın yapılması gerekli olduğu gibi ihtiyaç duyulan malzemelerin, donanımın, işgücünün de zamanında karşılanması gereklidir. Bu da beklenmeyen masrafları ve bütçe açıklarını ortaya çıkarır. Böylece beliren risklerin öngörülmesi ve çalışmada esneklik sağlanması YA'nın ana özelliklerinden birisidir.

3.12. İnsan Faktörünü Ele Alma

Nicel araştırmaların diğer türlerinde insan faktörü ele alınmaz. YA'nda ilk düşünülen ise insan faktörüdür. Çünkü süreçte çalışan kişilerin hasta olması, işe gelmemeleri üretim çıktısını olumsuz etkiler. Bu yüzden insan faktörünü ele almayan YA çalışmaları kesinlikle eksik bir çalışma olacaktır.

4. SONUÇ

Kendi başına bir bilim olan YA, son 50 yılda sanayileşmiş ve sanayileşmekte olan ülkelerin işlemsel araştırmalarında kullanılmakta ve endüstri mühendisliğinin ayrılmaz bir parçası olmuştur. YA'nın özellikleri ve çok çeşitli alanlarda kullanılabilmesi nedeniyle geleceği parlak bir meslek ve toplumların ihtiyacını karşılamakta yardımcı olabilen önemli bir araç olacaktır.

Öte yandan dünya hızlı bir şekilde değişmekte ve bu değişimin ne gibi fırsatlar ve problemler getireceğini önceden kestirmek zordur. Eğer yöneylem araştırması teknikleri başarılı şekilde

kullanılırsa, değişim fırsatları ve ortaya çıkan problemler ihtiyaç duyulan zamanda belirlenebilir. Ayrıca problemlerin doğru, ekonomik, güvenilir ve esnek çözümleri elde edilebilir. Bunun nedeni de, YA'nın daha iyi karar vermede ileri analitik yöntemleri uygulamasıdır. Bir bakıma YA'nın en büyük yararı, yaşanan koşullar içerisinde örgütün tümünü içeren en iyi sonuçlara götüren kararı belirlemesidir.

İnsanlık tarihi ile başladığına inanılan YA'nın tarihi gelişimi çalışmamızda farklı bir açıdan ele alınarak onun yine farklı tanımlarından hareketle Türkçe literatürde rastlamadığımız belli başlı *onbir* tane önemli özelliği ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Kaynakça

1. Agbadudu, A. B. (2006). Operations Research, Mathematics and Social Science: The Link.
2. Applegate, D. C., Bixby, R. E., Cook, W., Goycoolea, & Helsing, K. (2008, September 28). Certification of an Optimal TSP Tour Through 85900 Cities. Submitted to Operations Research Letters .
3. Chen, F. (2012, Şubat 15). Introduction to Operations Research. Mayıs 28, 2013 tarihinde http://202.120.43.108/G2S/eWebEditor/uploadfile/20120216094512_411623945500.pdf adresinden alındı
4. Doğrusöz, H. (2001). Cumhuriyet Döneminde Türkiye'de Bilim "Sosyal Bilimler" Yöneylem Araştırması. Mayıs 28, 2013 tarihinde <http://akgul.web.tr/yazilar/temp/sosyal.html> adresinden alındı
5. Fleischman, B. (1995). Operation Research Activities in Germany. European Journal of Operational Research , 440-444.
6. Forgyionne, A. G. (1990). Quantitative Management. Orlando: The Dreyden Pres.
7. Gass, S. I. (2002, Ekim). Great Moments in History, Operation Research 50th Anniversary. Mayıs 28, 2013 tarihinde Insitue of Operational Research and Management Sciences: <http://www.orms-today.org/orms-10-02/frhistorysb1.html> adresinden alındı
8. Gass, S. I., & Arjang, A. (2011). History of Operational Research. Informis .
9. Gass, S. I., & Assad, A. A. (2005). An Annotated Timeline of Operationsl Research: An Informal History . New York: Kluwer Academic Press.
10. Ghosh, J. K. (1994). Mahalanobis and The Art and The Science of Statistics: The Early Days Vol.29(1). Indian Journal of History of Science , 89-98.

11. Ittmann, H. W. (2009). Recent Development in Operational Research: A Personal Perspective. ORION , 87-105.
12. Kirby, M., & Capay, R. (1997). The Air Defence of Great Britany,1920-1940:an operational research perspectif . Journal of the Operational Research Society Vol.488 , 555-568.
13. Kjeldsen, T. H. (2007). Operational Research and Mathematical Programmin:From war to Academia-A Joint Venture. Mayıs 13, 2013 tarihinde Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS): <http://www.eolss.net> adresinden alındı
14. Lander, H. (1984). The Origin of Operational Research. Operational Research 32 , 465-475.
15. Morse, P. M., & Kimball, G. E. (1951). Methods of Operations Research. New York: John Wiley and Sons.
16. Öztürk, A. (2009). Kalite Yönetimi ve Planlaması. Bursa: Ekin Yayınevi.
17. Öztürk, A. (2013). Yöneylem Araştırmasına Giriş. Bursa: Ekin Kitapevi.
18. Rivett, P. (1994). The Craft of Decision Modelling. Chichester: John Wiley and Sons.
19. Agrawal, S., Subramanian, K.R., and Kapoor, S.,(2010), International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences, Volume: 3, Issue: 2, 200-208.
20. Shrader, C. R. (2006). History of Operations Research İn the United States Army Volume 1:1942-1962. Washington, D.C.: Office of the Deputy Under Secretary of the Army for Operational Research United.
21. Sottinen, T. (2009). Operations Research with GNU Linear Programming Kit.
22. White, L., Smith, H., & Currie, C. (2011). OR in Developing Countries: A. Review.