

YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI

Yöneylem Araştırmasının Tarihçesi

Yöneylem Araştırması (YA), İkinci Dünya Savaşı sırasında İngilizlerin, akın akın gelen Alman hava hücumlarına ve Kuzey Atlantik'te üstün Alman denizaltı gücüne karşı koymak için çare ararken ortaya çıkmıştır. II. Dünya Savaşı, kaynak dağıtımı, üretim planlaması ve çizelgeleme, envanter ve kalite kontrolü, ulaşım, lojistik ve diğer alanlarda stratejik ve taktik seviyede çeşitli askeri problemler yaratmıştır. 1940 yılında İngiliz fizik bilim adamı *Patrick Maynard Stuart Blackett* (1948 Nobel fizik ödülü sahibi) bu karmaşık askeri problemlerin çözümüne yönelik olarak "Blackett'in Sirkisi" takma adıyla söz edilen ve farklı disiplinlerden bilim adamlarını bir araya getirmiştir. Bu kişiler ilk Yöneylem Araştırması ekibidir. Blackett'in bu takımı fizikçi, matematikçi, istatistikçi ve mühendislerden oluşmuştur. Bu ekip, askeri problemleri bilimsel yöntem uygulayarak ve cebir, kalkülüs ve olasılık teorisi gibi matematiksel teknikleri kullanarak çözmüş ve Müttefiklerin denizaltı karşıtı strateji ve taktiklerinin etkinliğini, verimliliğini ve ölümcüllüğünü artıran birçok değişiklik önermiştir. Blackett İngiltere'de YA'nın gelişmesine katkı veren en önemli kişi olarak anılır ve ona YA'nın babası denilir. Çok yönlü ve karmaşık problemleri yeni bir görüşle ele alan bu araştırma metoduna, ilk uygulamaların askeri olması nedeni ile Harekât Araştırması (Operational Research UK/ Operations Research US) adı verilmiştir.

Savaş yıllarında yöneylem araştırması yaklaşımının uygulandığı problemlerden bazıları şunlardır:

Hava Savunma Radarlarının Yerlerinin Belirlenmesi

Mevcut radar (o dönemin yeni keşiflerinden) ağının Alman hava saldırılarını önceden tespitite yetersiz kalması ve bu saldırılarda ağır kayıplar verilmesi üzerine, radarların teknik özellikleri ve arazi yapısına göre yeniden yerleştirilmesi için bir çalışma başlatılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuca göre radarların yerleri yeniden düzenlenmiş ve erken uyarı sisteminin etkinliği artırılmıştır.

Optimal Konvoy ve Eskort Büyüklüğünün Bulunması

İngiliz Deniz Kuvvetleri Blackett'den küçük fakat hızlı konvoyların mı yoksa daha fazla sayıda savaş gemisi eskortluğunda büyük konvoyların mı ticari gemiler için daha güvenli olduğunu incelemesini istemiştir. Blackett ve ekibi konvoy kayıplarının tüm konvoy büyüklüğünden çok ticaret gemilerine eskortluk yapan savaş gemilerinin sayısına bağlı olduğunu yaptığı araştırmalarla belirlemiş ve büyük konvoyların küçük konvoylara göre daha savunulabilir bir formasyon olduğunu önermiştir.

Su Altı Bombaları İçin Optimal Patlama Derinliğinin Bulunması

Alman denizaltılarının neden olduğu yıkım İngilizler için büyük bir problemdi. Almanlar, Atlantik'te on binlerce ton kargo, binlerce denizci ve tüccarın kaybına yol açan yüzlerce gemiyi batırıyordu. Almanların görüşü, bu denizaltıların İngiltere'yi temel Amerikan yardımlarından engellemede en önemli faktör olduğu yönündeydi.

Blackett, toplanan anekdotlar ve sınırlı sayıdaki denizaltı görme deneyimine dayalı uygulanan taktiklerin Alman denizaltılarını yenmek için yeterli olmayacağını ve doğal olarak etkisiz kaldığını ifade etti. Mayıs 1941'de, Alman uçakları denizaltıları 200 kez görmüş 130 saldırı gerçekleştirmiş ve sadece iki denizaltı batırılabilmişti. İngiliz Hava Kuvvetleri Kıyı Koruma Komutanlığı uçaklarından görülen denizaltılara atılan su bombaları su yüzeyinden 100 fit (1fit=30.48cm) derinlikte patlamaya ayarlanmıştı. 100 fitte patlamaya ayarlı su altı bombalarının Alman denizaltılarına beklenen ziyati verdirememesi konusu bilimsel yöntemlerle ele alınmıştır. Denizaltıların gözden kaybolmak amacıyla yaptığı dalış örnekleri incelenerek sualtı bombalarının 25 fitte patlaması kararlaştırılmıştır. 100 fitte patlamaya ayarlı su bombaları değişiklik öncesi su altındaki denizaltıların %1'ini batırmış ve % 14'ünde hasar vermişti. Değişiklikten sonra, % 7'si battı ve % 11'i hasar gördü. (Denizaltılar su yüzeyinde yakalandıklarında bile bu sayılar % 11 batış ve % 15 hasar biçimindeydi).

Bu dönemde yapılan diğer çalışmalardan bazıları da;

- Alman denizaltılarının İngiliz savaş uçaklarını erken fark etmelerini önlemek amacıyla uçak alt kısımlarını var olan siyah renkten beyaz renge dönüştürerek gökyüzünde yüksek kamuflaj sağlanmıştır. Alman denizaltıları savaş uçaklarını böylece daha geç fark etmişler, denizaltıların uçakları fark etme mesafesi % 20 daha azalmıştır. Bu değişiklik, aynı sayıda denizaltı savaş uçağı temasına rağmen İngiliz savaş uçaklarının % 30 daha fazla saldırısını ve denizaltı batırılmasını sağlanmıştır.
- Alman denizaltılarını mümkün olduğu kadar kısa sürede tespit edebilmek amacıyla hedef arama metodunun geliştirilmesi,
- Hedefi imha etme olasılığını maksimum yapmak amacıyla atış tekniğinin geliştirilmesidir.

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. Yöneylem araştırması alanında çalışan bilim adamlarının ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kurulan ilk yöneylem araştırması kuruluşu, 1952 yılında ABD’de kurulan ORSA (The Operational Research Society of America) olmuştur.

Türkiye’de Yöneylem Araştırması

Türkiye’de YA, Türk Silahlı Kuvvetleri (Genel Kurmay Başkanlığı) bünyesinde 1956 yılında “Harekât Araştırması” şubesinin kurulması ile başlamış, 1965 yılından itibaren üniversitelerimizde “Harekât Araştırması” veya “Faaliyet Araştırmaları” başlıkları altında dersler açılmıştır.

Türkiye’de YA eğitim–öğretim ve uygulamaları Prof. Doğrusöz’ün önderliğinde başlatılmıştır. Bu bağlamda önemli kilometre taşlarının bazıları şunlardır:

- 1 Eylül 1965, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) bünyesinde Harekât Araştırması Ünitesi’nin kurulması.
- 1 Ekim 1965, ODTÜ Fen-Edebiyat Fakültesi bünyesinde Harekât Araştırması Yüksek Lisans Programı’nın başlatılması.
- 1973, Yöneylem (Harekat) Araştırması Ünitesi’nin Ankara’dan Gebze’de kurulan Marmara Araştırma Enstitüsü’ne (MAE’ye) taşınması.
- 1974, ODTÜ Fen-Edebiyat Fakültesi bünyesinde Yöneylem ve İstatistik Bölümü’nün açılması.
- 1975, ODTÜ Sistem Bilimleri Araştırma Enstitüsü’nün (SİBAREN’in) kurulması.

Yöneylem Araştırmasının Tanımı

Yöneylem Araştırmasını çeşitli şekillerde tanımlamak mümkündür:

- ✓ YA, insan, makine, para ve malzemeden oluşan, endüstriyel, ticari, resmi ve askeri sistemlerin yönetiminde karşılaşılan problemlere, modern bilimi kullanarak çözüm bulup sistemi bulunduğu konumdan daha iyi bir konuma getirmeyi amaçlayan bilim dalıdır.
- ✓ YA, yöneticinin kontrolü altındaki işlemlere ilişkin kararlarına, nicel bir temel sağlamanın bilimsel yöntemidir.

- ✓ YA, bir karar analizidir.
- ✓ YA, yönetim kadrosunun problem çözümü için bilimsel bir yaklaşımdır.
- ✓ YA, endüstri, işletme, savunma, hükümet vb. faaliyetlerindeki insan, makina, malzeme ve para kaynaklarının sevk ve idaresinde ortaya çıkan karmaşık problemlere bilimsel metotların uygulanmasıdır. Problemlere yaklaşımın belirgin özelliği; alternatif kararların, stratejilerin veya kontrol faaliyetlerinin sonuçlarını, şans veya risk gibi faktörleri göz önüne alarak tahmin veya mukayese edecek bilimsel bir sistem modeli kurulmasıdır. Amaç, yöneticinin politika ve kararlarını bilimsel olarak saptamasına yardımcı olmaktır.
- ✓ YA, kıt kaynakların dağıtımını gerektiren koşullar altında, bir sistemin en iyi bir şekilde tasarlanmasını ve işletimini araştıran bilimsel yaklaşımdır.
- ✓ 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, karar organlarının karar vermelerinde kontrolleri altında bulunan her türlü imkan ve unsuru içinde işletmeyi istenilen amaca en uygun biçimde yönltebilmeleri için kantitatif hesaplara dayanarak yapılan bilimsel çalışmaların tümüdür.
- ✓ YA, çok çeşitli problem çözme yönteminin geliştirilmesi ve uygulanması yoluyla daha iyi karar verme sürecine ilişkin bir disiplindir.
- ✓ YA, veri analizi, matematiksel modelleme, optimizasyon ve diğer analitik yöntemler vasıtasıyla daha iyi kararlar alma sürecidir.

Kısaca özetlemek gerekirse Yöneylem Araştırmasını “daha iyinin bilimi” şeklinde ifade etmek mümkündür. O halde Yöneylem Araştırması, daha iyi karar vermeye yardımcı olmak için ileri analitik yöntemlerin uygulanması disiplindir.

Yöneylem Araştırmasının Temel Özellikleri

1. **Sistem yaklaşımını kullanması:** Yöneylem araştırması problemi çözerken, o problemin ait olduğu organizasyonun bütün unsurlarını, çevresini ve aralarındaki etkileşimi göz önünde bulundurur.
2. **Disiplinlerarası bir yaklaşım olması:** Problemin modellenmesinde ve çözümünde farklı bakış açılarından faydalanabilmek için problemlerin disiplinlerarası bir ekip tarafından incelenmesi gerekir.
3. **Bilimsel yöntemler kullanması:** Yöneylem araştırması problemi tanımlar, modeller, çözer, sonuçları test eder ve uygular.

Yöneylem Araştırmasının Bazı Uygulama Alanları

- | | | |
|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| - Üretim planlama | - Optimizasyon | - Bakım planlaması |
| - Üretim çizelgeleme | - Benzetim | - Maliyet analizi |
| - Verimlilik analizi | - Bilgisayarla bütünleşik imalat | - İnsan gücü planlaması |
| - Toplam kalite yönetimi | - Tam zamanında üretim | - Bütçe planlama ve kontrol |
| - Proje yönetimi | - Karar destek ve uzman sistemler | - Reorganizasyon |
| - Taşıma/ulaşım | - Malzeme ve envanter yönetimi | - Yönetim bilişim sistemleri |
| - Stratejik planlama | - Tahmin ve kestirme yöntemleri | - Rastal süreçler |
| - Kent hizmetleri yönetimi | - Esnek imalat sistemleri | - Tesis yer seçimi ve dağıtım |
| - Yatırım planlama | - Karar modelleri | - Enerji planlaması |
| - Savunma uygulamaları | - Finansal planlama | - Performans ölçümü |

Yöneylem Araştırmasını Uygulama Aşamaları

Yöneylem Araştırması aşağıdaki adımlardan oluşan bir karar alma sürecidir:

1. Problemin Tanımlanması

Problemin tanımlanması evresi, ele alınan problemin incelenip izlenerek tanımlanmasını kapsar. Bu aşamada çalışmanın amacı/amaçları, bu amaca/amaçlara ulaşmada etkili olan sistem kısıtları ve karar seçenekleri belirlenmelidir.

2. Model Kurma

Problem tanımlandıktan sonra problemi etkileyen parametre değerlerinin belirlenerek problemin matematiksel modeli kurulur. Bir başka deyişle problem matematik diline tercüme edilir.

3. Modelin Çözümü

Model kurulduktan sonra optimizasyon algoritmaları kullanılarak çözümlenir. Bu evrede aynı zamanda, model çözümlendikten sonra duyarlılık analizleriyle parametrelerdeki değişimlerin optimal çözüm üzerindeki değişimleri incelenir.

4. Modelin Geçerlilięi

Bu aşamada özömlenen modelin gerçeği doğru bir şekilde temsil edip etmediği araştırılır. Modelden elde edilen sonuçlarla sistemin gözlenmesiyle elde edilen sonuçlar karşılaştırılır. Böylece modelin beklenen davranışları sergileyip sergilemediği incelenir.

5. özömlün Uygulanması

özöme ulaşan ekip sonuçları uygulayacak olanlara uygulama sürecini açık bir şekilde göstermeli ve uygulamada yardımcı olmalıdır. Uygulamanın nasıl yapılacağı yöneylem araştırmacısı tarafından uygulayıcılara bir rapor halinde sunulur. Uygulama planının açıklandığı rapor anlaşılır ve basit olmalıdır. Yöneylem araştırmacısı ile uygulayıcılar arasında çok iyi bir haberleşme sistemi kurulmalıdır.

Yöneylem Araştırması Yöntemleri ve Tanımları

| MODEL TİPİ | YÖNTEM | TANIM |
|---------------|---|---|
| DETERMİNİSTİK | <i>Doğrusal Programlama</i> | Doğrusal bir amaç fonksiyonunu belirli kısıtlayıcı fonksiyonlar altında eniyilemeye çalışan yöntem. |
| | <i>Tamsayılı Programlama</i> | Bütün değişkenleri tamsayı olan doğrusal bir amaç fonksiyonunu belirli kısıtlayıcı fonksiyonlar altında eniyilemeye çalışan yöntem. |
| | <i>Hedef Programlama</i> | Birden fazla hedefi aynı anda ele alarak, hedeflerde meydana gelebilecek istenmeyen sapma düzeylerini enküçüklemeye çalışan yöntem. |
| | <i>Analitik Hiyerarşi Süreci</i> | Birden fazla alternatifin yine birden fazla kritere göre değerlendirilerek en iyi alternatifin seçilmesini sağlayan yöntem. |
| | <i>Ulaştırma ve Atama Modelleri</i> | Belirli sayıdaki sunum merkezinden (fabrika, depo, maden ocağı vb.) belirli sayıdaki talep merkezinde (depo, market, bayii vb.) ürün ulaştırma sonucu ortaya çıkan taşıma maliyetlerini minimum yapacak dağıtım programını belirlemeye çalışan yöntem. |
| | <i>Doğrusal Olmayan Programlama</i> | Doğrusal olmayan bir amaç fonksiyonunu belirli kısıtlayıcı fonksiyonlar (doğrusal veya doğrusal olmayan) altında eniyilemeye çalışan yöntem. |
| | <i>Deterministik Dinamik Programlama</i> | Birbiriyle ilişkili bir dizi karar alınmasını gerektiren problemlerde problemlerin küçük alt problemlere bölünmesi sonra her problem için çözüm aranması ve tüm çözümlerin birleştirilerek bütün problemin en iyi çözümünün bulunmasını amaçlayan yöntem (Parametreler biliniyor). |
| | <i>Deterministik Stok Modelleri</i> | Talebin bilindiği piyasa koşullarında yıllık toplam stok maliyetlerini minimum yapacak üretim veya sipariş miktarını bulan yöntem. |
| | <i>Şebeke (Ağ) Analizi</i> | Eniyileme problemlerinin çözümünde grafik veya ağların kullanıldığı yöntemler (En kısa yol, maksimum akış, minimum yayılan ağaç problemleri, PERT/CPM). |
| OLASILIKSAL | <i>Markov Zincirleri</i> | Değişkenlerin sergiledikleri davranışları çözümleyerek aynı değişkenlerin gelecekteki davranışlarını tahmin etmeye çalışan yöntem. |
| | <i>Kuyruk Teorisi (Bekleme Hattı Modelleri)</i> | Her tür fiziksel akışın olduğu mekanlarda hem hizmet verme maliyetini hem de hizmetlerin anında karşılanmasını bekleyen müşterileri dikkate alarak servis olanaklarının saptanmasını sağlayan ve en iyi giriş çıkış sürelerini belirleyen yöntem. |
| | <i>Karar Analizi</i> | Belirlilik, belirsizlik veya risk durumunda karar vericiye karar alma ve karar sürecini geliştirme konularında yardımcı olan yaklaşım. |
| | <i>Oyun Teorisi</i> | Birbirine rakip ve çıkarları çatışan tarafların (firma, ülke veya oyuncular) davranışlarının (stratejiler) nasıl olması gerektiğini inceleyen ve çözüm arayan yöntem. |
| | <i>Simülasyon</i> | Gerçek durumu bir modelle ifade edip bu modeli kurarak gerçek durum hakkında sonuçlar çıkaran yöntem. |
| | <i>Tahmin Modelleri</i> | Geçmiş zamansal verilerden hareketle geleceğe ilişkin öngöründe bulunmaya çalışan yöntemler. |
| | <i>Olasılıksal Stok Modelleri</i> | Talebin önceden bilinmediği veya olasılıklara göre belirlendiği piyasa koşullarında yıllık toplam stok maliyetlerini minimum yapacak üretim veya sipariş miktarlarını bulmayı amaçlayan yöntem. |
| | <i>Olasılıksal Dinamik Programlama</i> | Birbiriyle ilişkili bir dizi karar alınmasını gerektiren problemlerde problemlerin küçük alt problemlere bölünmesi sonra her bir problem için çözüm aranması ve tüm çözümlerin birleştirilerek bütün problemin en iyi çözümünün bulunmasını amaçlayan yöntem (Parametreler bilinmiyor). |

Özgür Yenilay