

Ertek, G., Akay, A.E. (2010) "Kimya Sanayinde Su Tasarrufu İçin Karar Destek Sistemi." İ.T.. 12. Endstriyel Kirlenme Kontrol Sempozyumu, 16-18 Haziran 2010, İstanbul, Türkiye

Note: This is the final draft version of this paper. Please cite this paper (or this final draft) as above. You can download this final draft from <http://research.sabanciuniv.edu>.

Kimya Sanayinde Su Tasarrufu İçin Karar Destek Sistemi

Gürdal Ertek¹ ve Alp Eren Akay²

¹ Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Doęa Bilimleri Fakültesi, Orhanlı, Tuzla, 34956, İstanbul.

² Carnegie Mellon University, Tepper School of Business, 5000 Forbes Avenue, Pittsburgh, PA, 15213, A.B.D.

zet Bu bildiriye, Türkiye'nin sanayileşmiş bölgelerinden Gebze'de bulunan bir temizlik kimyasalları fabrikası için geliştirdiğimiz ve 7 ay boyunca kullanılarak test edilen bir Karar Destek Sistemi (KDS) tanıtılacak ve yapılan çalışma özetlenecektir. Üretim planlamadan sorumlu fabrika çalışanları bu yeni sistemi uygulamaya aldıktan sonra firma haftada 1 tona yaklaşan su tasarrufu sağlamıştır. Su tasarrufunun yanısıra maliyet, enerji ve işgücü kazançları da gözlemlenmiştir. Temizlik kimyasallarının üretiminin planlamasında faydası ve kullanılabilirliği kanıtlanan bu sistem, rnlerarası geçişin ürün karakteristiklerine göre yıkama gerektirdiği boya, tekstil, gıda ve diğer kimya sanayilerinde de kullanılabilme potansiyeline sahiptir.

Anahtar Kelimeler *karar destek sistemleri; su tasarrufu; kimya endüstrisi*

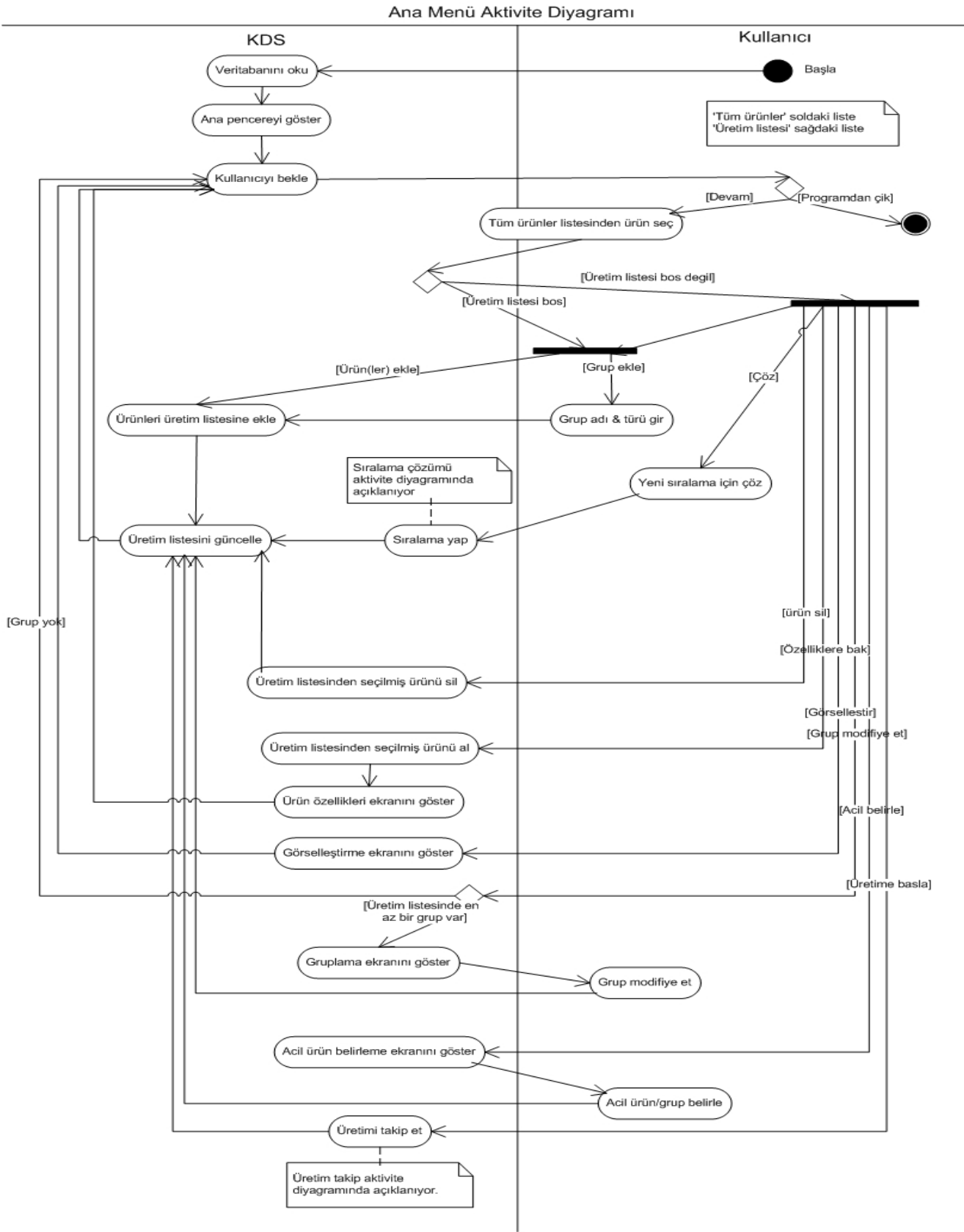
1. Giriş

Çalışmamız bir grup Sabancı Üniversitesi öğrencisinin JohnsonDiversey Türkiye Gebze fabrikasında gerçekleştirdikleri bir lisans mezuniyet projesi ile başlamıştır. JohnsonDiversey dünya çapında 60'tan fazla ülkede 15.000'den fazla çalışanı ile endüstriyel temizlik kimyasalları konusunda ürün ve hizmet sunmaktadır. JohnsonDiversey Türkiye'nin Gebze'de faaliyet gösteren fabrikasında da Türkiye pazarına ve yurtdışı pazarlara dönük çok sayıda kimyasalın üretimi yapılmaktadır.

Projemizin başlangıç olarak hedefi JohnsonDiversey Gebze fabrikasında belli bir ürün grubunun üretildiği tek bir mikserdeki su kullanımını azaltmak olarak belirlenmiştir. Mikserde üretilen bir üründen bir diğer ürüne geçişte ürün özelliklerine bağlı olarak temiz su ile mikserin yıkanması gerekmektedir. Sistemimiz kullanılabilecek fabrika çalışanlarının tecrübeleri doğrultusunda belirledikleri üretime ürünlerin hangi sırayla sokulacağı problem alanında "Gezgin Satıcı Problemi (GSP)" (Traveling Salesman Problem – TSP) olarak bilinen temel bir eniyileme (optimization) problemidir.

2. Karar Destek Sistemi (KDS)

Proje kapsamında JohnsonDiversey Gebze fabrikasında seçilen bir mikserdeki üretim çizelgeleme problemi ele alınmış ve etkileşimli olarak verimli bir üretim çizelgesi öneren bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Sistem 7 ay boyunca test edilmiş ve bu şekilde pilot uygulaması da aynı fabrikada tamamlanmıştır. Sistemin çalışması Şekil 1'de UML Etkinlik Diyagramı olarak verilmiştir.



Fabrikada mikser yıkamalarında sıcak yumuşak kuyu suyu kullanılmaktadır. Şehir suyu öncelikle reçinelerden geçirilerek magnezyum ve kalsiyumdan arındırılmaktadır. Daha sonrasında ters ozmoz ile minerallerinden arındırılmakta ve iletkenliği çok düşük bir su elde edilmektedir. Gün içinde suyun kalitesi kontrol edilerek spesifikasyonlara uygunluğu takip edilmektedir.

Çalışmada incelenen tek mikserde klorlu sıvılar (chlorinated liquids) üretilmektedir. Ara yıkamalarda kalıntı kimyasallar temizlenerek bundan sonraki kimyasalin tepkimeye girmesi ve zarar görmesi engellenmektedir. Temizlik için kullanılan su da daha sonra artılarak çevreye bırakılmaktadır.

Sistem, üretimle ilgili kritik bilgileri bir veritabanından okuyup fabrikadaki mikserlerden birinde üretim sıralama problemi için eniyi (optimal) çözümü veya “iyi” sayılabilecek çözümleri üretebilmektedir. Çalışmamız, literatürde ilk kez olmak üzere ürün gruplarını tanımlama, acil siparişlerle başa çıkabilme, üretim planlarının etkili bir şekilde görselleştirilmesi gibi pek çok önemli özelliği bir araya getirmektedir.

Karar destek sistemimizde belli bir zaman dilimi (tipik olarak bir hafta) içinde üretilecek ürünler teker teker ya da grup halinde seçilebilmektedir (Şekil 2). Ayrıca grup olarak seçilen ürünlerin sırasının değiştirilebilme ya da sabitlenmiş olması da belirtilebilmektedir. Karar destek sistemi de bu seçilen ürünler için bir çizelge önermekte ve bu çizelgeyi görüntüleyebilmektedir (Şekil 3a). Ürün sayısının az (15'ten az) olduğu durumlarda eniyi (optimal) çözüm bulunabilmekte, fazla olduğu durumlarda ise sezgisel bir algoritma (tavlama benzetimi) yardımıyla “iyi” bir çözüm önerilmektedir (Şekil 3b). Pilot uygulamalarda karar destek sisteminin halihazırdaki karar mekanizmasına kıyasla önemli miktarda su tasarrufu sağlayabileceği görülmüştür.

Çalışmanın uygulanabileceği diğer sektörler için örnek olarak tekstil sanayini örnek vermek uygun olacaktır: Tekstil sanayi ülkemizin en yüksek cirolu ve en çok istihdam sağlayan sektörlerinden birisi olup çok sayıda kimyasal süreç içermektedir. Özellikle boyama aşamasında, tekstillerin renk ve diğer özelliklerine bağlı olarak çok farklı tiplerde (substantif, reaktif, kükürtlü, v.b.) sayıda farklı boyar maddenin kullanımı söz konusudur. Tekstillerin üretilme sıraları boyar kimyasal maddelerin kullanılma sıralarını direkt olarak etkileyip sonuçta boya teknesini (jigger, düzeli boyama makinası, v.b.) temizlemek için kullanılan yıkama suyu tüketimini de

etkilemektedir. Dolayısıyla tekstil sektöründeki boyama aşaması yazılımımızın ele aldığı ve karar desteği sunduğu problemin özelliklerine sahiptir.

3. Kazanımlar ve Bundan Sonraki Çalışmalar

Suyun her geçen gün daha da stratejik ve kritik bir kaynak olduğu düşünülürse bir tek fabrikada gerçekleştiren bu projenin yaygınlaşması ve diğer firmalarda da kullanılması durumunda ülke hatta dünya çapında faydalar elde edileceği görülebilecektir. Burada vurgulanması gereken önemli bir nokta kazanılan suyun kazanılmadığı durumda kontamine su olacak olmasıdır. Bu tür bir kazanım fabrikalardaki su arıtma maliyetlerini de azaltıcı etkiye sahiptir.

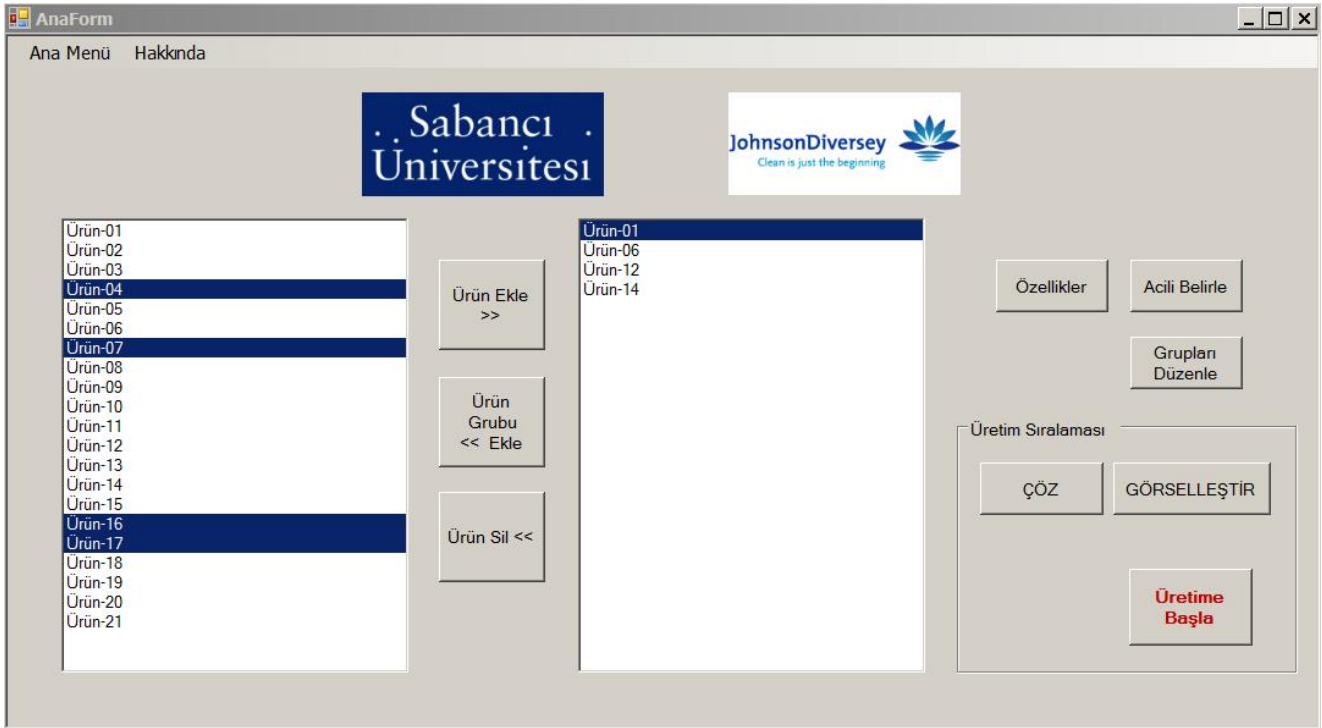
Bu sebeple proje ekibi geliştirilen karar destek sisteminin C#'ta yazılan kaynak kodunu OpenDecisions.org sitesinde tüm dünyaya açmıştır. Ayrıca bu yazılım için Türkçe, İngilizce ve Rusça başta olmak üzere çeşitli dillerde dokümantasyon ve video eğitimlerinin hazırlanmış olup birçok diğer dilde de yazılım uyarlaması ve dokümantasyonu hazırlanması planlanmaktadır. Bu yönüyle projenin getireceği çevresel faydanın ve firmalara sağlayacağı ekonomik faydanın küresel boyutlarda gerçekleşmesi hedeflenmektedir.

Kaynaklar

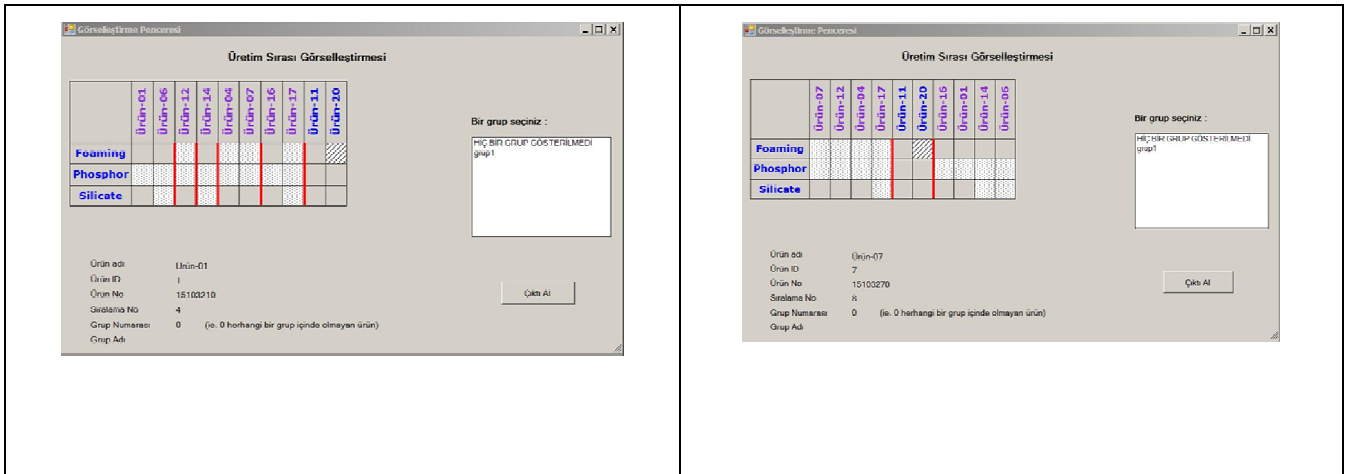
Gutin, G. ve Punnen, A.P. (2002). The traveling salesman problem and its variations, Springer, 1st edition.

Jeong, E.Y., Oh, S.C., Yeo, Y., Chang, K.S., Chang, J.Y., ve Kim, K.S., 1997. Application of Travelling Salesman Problem (TSP) for decision of optimal production sequence, *Korean Journal of Chemical Engineering*, **14**(5), 416-421.

Toth, P. ve Vigo, D. (2001). The vehicle routing problem. Society for Industrial & Applied Mathematics, 1st edition.



Şekil 2. Yazılımın ana penceresinde ürün listesi ve seçilen ürünlerin listesi



Şekil 3. (a) Seçilen bir grup ürünün çizelgeleme öncesi durumu. Kalın dikey çizgiler yıkamaları göstermektedir. Bu rastgele çizelgede 5 yıkama gerekmektedir. **(b)** Aynı ürün kümesinin KDS tarafından çizelgenmesi sonrası durumu. Kalın dikey çizgiler yıkamaları göstermektedir. Yeni çizelgede 2 yıkama gerekmektedir.