



PROJE FUARI 2013

**TÜRKİYEDEKİ BAZI BÖLGELERDE RÜZGAR HIZLARININ WEİBULL DAĞILIMI
PARAMETRELERİNİN TAHMİNİ**

Ayşe SUCU

Danışman : Doç. Dr. NİHAL ERGİNEL

Endüstri Mühendisliği

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Son yıllarda küresel ısınmaya sebep olan ve CO (karbon) salınımı fazla olan fosil yakıtlara alternatif olarak yenilenebilir enerji kaynakları, bunun başında da rüzgar enerjisi, artan bir şekilde yatırımcıların dikkatini çekmektedir. Rüzgar enerjisinden en fazla verim elde edebilmek için bunu etkileyen faktörlerin bilimesi ve matematiksel olarak modellenbilmesinin önemi ortaya çıkmaktadır. Bu faktörlerin, geçmiş verileri incelenerek dağılımlarının ve parametrelerinin tespit edilebilmesi matematiksel modelin kurulabilmesi açısından önemlidir. Literatürde bu faktörlerin dağılımlarının weibull dağılımına uyduğu tespit edilmiştir. Weibull dağılımı parametrelerinin tahminin belirlenmesinde en sık kullanılan yöntemler; Grafik Metodu (GM), En Yüksek Olabilirlik Metodu (EYOM), Basitleştirilmiş En Yüksek Olabilirlik Metodu (BEYOM) ve Moment Metodu'dur (MM). Bu çalışmada da; rüzgar enerjisi verimi için etkin olan faktörlerin dağılımları, Türkiye'nin bazı bölgeleri için bahsedilen metodlara göre belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır.



PROJE FUARI 2013

**BİR BUZDOLABI İŞLETMESİNDE KARMA MODELLİ MONTAJ HATTININ
SİMULASYONU**

Buket Kurt
Ayşe Aydoğdu
Begüm Öter
Rukiye Tergan

Danışman : Yard. Doç. Dr. Zehra Kamışlı Öztürk

Endüstri Mühendisliği
Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi
İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

ARÇELİK A.Ş. Eskişehir Buzdolabı İşletmesi'nde, son yıllarda üretim sektöründe artan müşteri özel taleplerini karşılamak amacıyla ürün çeşidi sayısı artırılmıştır. Bu ürün çeşitliliği sebebiyle aynı hat üzerinde birçok modelin üretimi yapılmaya başlanmış ve bu durum, hatlarda ara stok miktarlarında artışa sebep olmuştur. Montaj hatlarında üretimi aksatmamak için oluşan bu ara stoklar, işletmeyi hem üretim verimliliği hem de finansal açıdan olumsuz yönde etkilemektedir. Yapmış olduğumuz çalışmada, meydana gelen ara stok miktarının optimizasyonunun gerçekleştirilmesi amacıyla ARENA 9.0 benzetim programı kullanılarak montaj hattının modellenmesi yapılmıştır. Bu modelleme sonucunda elde edilen veriler değerlendirilerek, alternatif çözümler üretilmiş ve ara stok miktarında iyileştirme sağlanmıştır.



PROJE FUARI 2013

DEĞER ZİNCİRİ ANALİZİ: BİR İŞLETMEDE FAALİYET TABANLI MALİYETLEME YAKLAŞIMI UYGULAMASI

Burcu TAŞ

Gülsemin AKAL

Pınar ALKAN

Öğr. Gör. Dr. Mine ŞENEL

Endüstri Mühendisliği

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Bilgi yoğun üretim anlayışının etkin olduğu günümüz iş dünyasında yoğun ve acımasız bir rekabet ortamı söz konusudur. Üretim teknolojilerindeki hızlı değişim ve ilerlemeler sonucu rekabet ortamı globalleşmiş ve işletmeler için mevcut konumlarını koruma ve varlıklarını sürdürme hedeflerinin yanı sıra, sürekli artma eğiliminde olan maliyetlerin istenen seviyelere çekilmesi için değer zinciri analizi yapılması da önem kazanmıştır. Değer zinciri analizi; değer zincirinde yer alan faaliyetler arasındaki ilişkileri göz önünde bulundurarak değer yaratmayan faaliyetlerin ve sebep olduğu maliyetlerin azaltılmasını sağlayan bir yaklaşım olarak ele alınmaktadır. Değer zinciri analizinin uygulanmasında geleneksel maliyet sistemlerinin nitelikli bilgi sağlamadığı görülmüştür. Bu nedenle işletmeler kendi sistemlerinde uygulayabilecekleri farklı maliyet yönetimi yaklaşımlarına yönelmişlerdir. Bu çağdaş maliyetleme sistemlerinden öne çıkan faaliyet tabanlı maliyetleme sisteminin işletme yönetimine daha gerçekçi maliyet bilgileri sağlayarak daha etkili stratejik kararlar alınmasına olanak verdiği görülmüştür. Faaliyet tabanlı maliyetleme sistemleri işletmelerde, maliyetlerin mamullere gerçekleşen faaliyetlere göre dağıtılmasını sağlamaktadır.

Bu çerçevede ele alınan çalışmada konu önce teorik olarak ele alınmış, daha sonra da ısıtma ve iklimlendirme sektöründe faaliyet göstermekte olan bir üretim işletmesinde uygulaması yapılmıştır. Çalışmanın teorik kısmında rekabet, değer zinciri analizi, geleneksel maliyetleme sistemleri ve faaliyet tabanlı maliyetleme sistemi ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Teorik bilgilerin desteklenmesi için bir üretim işletmesinde uygulaması yapılarak sonuçlar analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Değer Zinciri Analizi, Rekabet Üstünlüğü, Faaliyet Tabanlı Maliyetleme, Geleneksel Maliyet Sistemi*



PROJE FUARI 2013

**BİR ÜRETİM TESİSİNİN PRESHANE ATÖLYESİNİN BENZETİM UYGULAMASI
YARDIMIYLA YENİDEN YAPILANDIRILMASI**

Buket URFALI

Çağım AKÇAY

Nuray ÜÇKARDAŞ

Danışman : Öğr.Gör. Dr. Bilgin ŞENEL

Endüstri Mühendisliği

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Küreselleşme olgusu içerisinde yaşayan tüm işletmeler, tüm dünyada sürekli olarak bir değişimin var olduğunu kabul etmişlerdir. Bu bağlamda kendi içlerinde bu değişimi gerçekleştirmeye çalışmaktadırlar. Böylece açık bir sistem gibi davranarak ve dış etkenlere ayak uydurarak başarılı olmaya ve rekabet ortamında ayakta kalmaya gayret göstermektedirler. İşletmeler bu amaçla çeşitli yöntemler uygulamaktadırlar. Bunlardan belki de en önemlileri arasında Değişim Mühendisliği ve benzetim olgusu yer almaktadır.

Değişim Mühendisliği olgusunun tanımından ve aynı zamanda modellemeden yola çıkılarak hazırlanmış olan bu çalışma içerisinde bir üretim tesisinin preshane atölyesinin yeniden tasarlanması amacıyla benzetim paket programı kullanılmıştır. Bu süreçte, sistemin bilgisayar ortamına aktarılmasıyla sonuçlar analiz edilmiş ve preslerde oluşan kuyruklar, bekleme süreleri ve montaj hattına taşıma süreleri gözlemlenmiştir. Montaj hattının preshane atölyesine taşınması ile optimum verim sağlanmıştır.



PROJE FUARI 2013

ARÇELİK BUZDOLABI İŞLETMESİNDE ERGONOMİK İŞYERİ DÜZENLEME ve İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARI

Sezer KAPLAN
Dilan YÜKSEL
Egemen ÖZKAPTAN
Barış KORKMAZ
İbrahim YILMAZ

DANIŞMANLAR:

Yard. Doç. Dr. Ilgın ACAR
Yard. Doç. Dr. Nergiz KASIMBEYLİ

Endüstri Mühendisliği

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi
İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Arçelik Buzdolabı Fabrikası'nda üretim hattı altı karton giydirme istasyonu ve boyahane öncesi panel asma istasyonlarında çalışan işçilerin kartonları ve panelleri kaldırması esnasındaki hareketlerinden kaynaklanan bel rahatsızlıklarının (Low Back Disorders) oluşması, çözülmesi gereken bir sorun olarak görülmüştür. Bu sorunun ortadan kaldırılması veya en az seviyeye indirilmesi için yapılacak ergonomik iyileştirme çalışmaları tez konumuzu oluşturmaktadır.

Yapmış olduğumuz çalışmalarda bel ve sırt hareketlerini izleme cihazı (Lumbar Motion Monitor-LMM) kullanılmıştır. Türkiye'de daha önce yapılmış bir çalışma olmadığından bu cihazın kullanımını öğrenmek için gerekli eğitim alınmıştır. Cihazın uygun çalışabilmesi için gerekli ara yüzün bulunduğu Ballet 2.4 bilgisayar programı kullanılmıştır. Üretim hattı altı karton giydirme operasyonunda toplam altı, boyahane öncesi panel asma istasyonunda çalışan toplam 12 işçinin risk faktörlerinin belirlenmesi için öncelikle işçilerin antropometrik ölçüleri alınmıştır. Antropometrik ölçülerin haricinde işçilerin çalışma esnasında elindeki parçayı alma ve bırakma momentleri de ölçülmüş ve programa veri olarak girilmiştir. LMM cihazıyla öncelikle tüm işçilerin mevcut durumdaki risk faktörleri belirlenmiştir. Mevcut durum analiziyle işçiler üzerindeki yükün olması gereken değerden fazla olduğu ortaya çıkmış ve bu durumu ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için iyileştirme önerileri geliştirilmiştir. İyileştirme önerileri için daha çok üretim hattı altı karton giydirme istasyonuna odaklanılmıştır. Çünkü fabrikanın istek ve öncelikleri bizi buna yönlendirmiştir. Panel asma istasyonundaki işlemler, mevcut durum analizi yaptıktan sonra fabrikaya iletilmiştir.

Mevcut durumda işçi, konveyörden gelen buzdolabını arkasında bulunan kartonu kaldırıp üstten giydirmektedir. Karşısında bulunan diğer işçiden aldığı bandı kartonun üzerindeki işaretli bölgeye eğilerek yapıştırmaktadır ve işlemi bir sonraki istasyona aktarmaktadır. Buzdolabı giydirme işlemini yaparken altında bulunan kaldırma masasını etkin kullanmamakta ve bant yapıştırma işleminde fazla eğilme yaptığından bel rahatsızlıklarının ortaya çıkma riski artmaktadır. Bundan dolayı bant yapıştırma operasyonunun bir sonraki istasyona taşınması ve bir makine düzeneğiyle

otomatik hale getirilmesi planlanmıştır. Kaldırma masasının yüksekliği otomatik olarak ayarlanacak ve karton seviyesi değişkenlik göstermek yerine sabit kalacaktır.

İyileştirme önerisini belirlemek için karton seviyesi işçilerin omuz yüksekliğinde sabit tutulup, işçinin üzerinde bulunduğu kaldırma masası farklı yüksekliklere getirilmiş daha sonra işçiye bant yapıştırma işlemini yaptırmadan ölçümler tekrar alınmıştır ve riskin en düşük olduğu en uygun yükseklik bulunmuştur. İyileştirme nerisi için yapılan analiz sonucunda elde ettiğimiz risk değeri (% 34) mevcut durum analizi sonucunda elde ettiğimiz risk değeriyle (% 62) karşılaştırıldığında olması gereken seviyeye (% 30-% 60) düştüğü gözlemlenmiştir. nerilerimizle birlikte bel rahatsızlıklarının ortaya çıkma riskinin azaldığı görülmüş ve daha sağlıklı çalışma ortamının oluşmasına olanak sağlanmıştır.



PROJE FUARI 2013

**BİR SERAMİK İŞLETMESİ DEPOSUNDA SİMÜLASYON YARDIMIYLA
MEVCUT DURUMDAKİ ÜRÜN ADRESLEMESİ VE DİĞER DEPO
İŞLEMLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ**

Fatih KARAMAN-Koray ŞİMŞEK-Nuri Cihan ÇELİK

Danışman: Yard. Doç. Dr. Gürkan ÖZTÜRK

Endüstri Mühendisliği

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

ÖZET

Tedarik zincirinin farklı noktalarında, hammadde, yarı mamul ve nihai ürünlerin saklandığı depolar, işletmenin bütünsel performansı açısından çok önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle depoların etkin şekilde yönetilebilmesi problemi, üzerinde sık çalışılan problemler arasında yer almaktadır. Bu çalışmada bir işletmenin nihai ürünleri ile ilgili; giriş-çıkış, elleçleme ve atama yeri bilgileri incelenerek mevcut çalışma sistemindeki potansiyel iyileştirme olanakları araştırılmıştır. Depoya giriş çıkış noktaları ile stok alanları arasındaki uzaklıklar, ürünlerin gönderileceği müşteriye göre bölümlendirilmiş stok alanlarının kapasiteleri, depoda kullanılan taşıma araçları gibi veriler kullanılarak alternatif yerleşim politikaları denenmiştir. Ayrıca optimum taşıma aracı sayısının belirlenmesi, ürün giriş-çıkış noktalarının yeterliliğinin kontrolü ve buna bağlı olarak bu noktaların optimizasyonu konusunda çalışmalar yapılmıştır. Belirtilen bütün bu durumlar için oluşturulan benzetim modeli ile alternatif modeller üretilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı bir şekilde değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Depo faaliyetleri, elleçleme, ürün adresleme, stok kapasitesi, benzetim.



PROJE FUARI 2013

**KUTULARI TEKRAR BOYUTLANDIRARAK
PALET YÜKLEMELERİNİN STANDARDİZE EDİLMESİ**

Mehmet AKVERDİ

Danışman: Doç. Dr. Nil ARAS

Endüstri Mühendisliği

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Bozüyük'te bulunan Eczacıbaşı Vitra Karo fabrikasında nihai ürünlerin teslimatında karton kutular kullanılmaktadır. Fabrikanın yüksek üretim hacmi dolayısıyla kullanılan kutu miktarı da oldukça fazladır. Karton kutular, içerisine karo ürünler yerleştirildikten sonra kapatılmakta ve standart boyuttaki palet üzerine belli bir plana göre yerleştirilmektedir. Proje çalışması, palete yüklenen ürün sayısını enbüyükleyecek şekilde, *İkinci İşlemler* departmanında üretilen Vitra markalı karoların yerleştirildiği dikdörtgenler prizması şeklindeki karton kutu boyutlarının yeniden belirlenmesi üzerinedir.

Palet yükleme problemleri, literatürde iki veya üç boyutlu kesme ve istifleme (cutting and stock) problemlerinin bir alt sınıfı olarak tanımlanmaktadır. Bu problemler çözülrken genellikle, üçüncü boyut olan palet yüksekliği göz ardı edilmekte, iki boyutlu homojen dikdörtgen şekilli nesnelere (kutuların tabanları) ölçüleri belli dikdörtgen şekilli bir düzlem (palet yüzeyi) üzerine, benimsenen bir amacı eniyileyecek şekilde nasıl yerleştirileceği ele alınmaktadır. Çalışmada, benimsenen amaca yönelik bir karar destek sistemi tasarlanmıştır. Veri tabanı kısmında, palet, ürün, karton kutularla ilgili parametreler ile yönetsel ve teknolojik kısıtlarla ilgili veri - bilgi girişleri yapılmaktadır. Karar destek sisteminin model kısmı, optimizasyon araçları arasında yer alan meta-sezgisel algoritmalarla genetik algoritmalarla çalışmaktadır. Kullanıcı arayüzü, genetik algoritmalarla ilgili herhangi bir detayın bilinmesine gerek kalmadan, yazılımın kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Bu projede geliştirilen kullanıcı etkileşimli karar destek sistemi yardımıyla, kutuların en, boy ve yükseklik olarak tanımlanan ölçülerinin, paletle taşınan ürün sayısını enbüyükleyecek şekilde belirlenmesi amaçlanmaktadır. Yenilenen kutu boyutlarına göre palet yükleme planları da eş zamanlı olarak yeniden oluşturulmakta; dolu palet yükü taşıma sayısı, kullanılan palet sayısı, taşıma ve depolama maliyetlerinin azalmasının yanında, taşıma ve depolama sırasındaki lojistik faaliyetlerin çevreye vermiş olduğu zarar da azaltılmış olmaktadır.



PROJE FUARI 2013

**OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN BİR FİRMADA TAŞIMADA
KULLANILAN KUTU MİKTARININ OPTİMİZASYONU**

Hatice Gözde DİNDAR

Sevim AKMAN

Gözde ÇOLAKER

Danışman: Prof. Dr. Refail KASIMBEYLİ

Endüstri Mühendisliği

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Günümüzde işletmeler için paketleme maliyetlerinin toplam üretim maliyetine olan etkisi gittikçe artmakta ve paketleme maliyetlerini azaltma çalışmaları büyük önem kazanmaktadır. Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmada üretim için kullanılacak parçaların tedarik edilmesi sürecinde; yurt içinde bulunan tedarikçilerden temin edilen parçalar fabrikanın kendine ait olan ve geri dönüşümlü olarak kullandığı çeşitli boyutlardaki kutularda taşınmaktadır. Fabrikaya tedarikçilerden gelen bu parçalar kutularıyla birlikte ambarlarda depolanarak buradan üretim sürecinde ihtiyaç olan miktarlarda fabrikadaki iş istasyonlarına gönderilmektedir. Tüm bu süreçte etkin olmayan paketleme yöntemlerinden kaynaklı gerektiğinden fazla sayıda kutu kullanıldığı tespit edilmiştir. Kutu miktarındaki gereksiz fazlalıktan dolayı oluşan sorunlar ambarın yetersiz kalması, fazla işgücü kullanımı, taşıma zamanlarının artması, envanter miktarında dengesizlik ve üretim sürecinde gereksiz yere fazla sayıda kutu taşınmasından kaynaklanan enerji israfı ve aksaklıklara neden olmaktadır.

Problem, sipariş talepleri, hacim ve ağırlık kısıtları altında kutu çeşitlerinin belirlenmesi ve belirlenmiş kutular için maksimum doluluk oranını sağlayacak ve toplam kullanılacak kutu sayısını minimize edecek şekilde bir optimizasyon problemi olarak ele alınmıştır. Çalışmada, bu problem için yeni bir 0-1 karma tam sayılı doğrusal matematiksel model geliştirilmiştir. Model GAMS optimizasyon paketinin CPLEX çözücüsü kullanılarak çözülmüştür. Örnek bir planlama periyodu için fabrikada gerçekleşen veri kullanılarak proje kapsamında geliştirilen matematiksel model çalıştırılmış ve bu modelin çözümü sonucu ortaya çıkan kutu sayısı ve yükleme yöntemi ile var olan durumla kıyaslanması yapılmıştır.



**YALIN FELSEFENİN BİR BEYAZ EŞYA YAN SANAYİ İŞLETMESİNDE
UYGULANMASI VE HAT Dengeleme, SMED, 5S TEKNİKLERİ İLE ELDE
EDİLEN SONUÇLARIN YORUMLANMASI**

Ertunç HASTÜRK
Rıdvan Özer KAYGUSUZER
Tayfun TOPAL
Öğ. Gör. Dr. S. Mümtaz ERDEM

Endüstri Mühendisliği
Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi
İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Üretimde insan faktörünün yerini makinelerin aldığı dönemlerden bugüne üretim tekniklerinde çeşitlilikler gözlemlenmekte ve bu çeşitlilikte kitle üretiminin yeri azımsanmayacak büyüklüktedir. Kitle üretimine hizmet veren makine ve araçlar genellikle büyük hacimli üretim için tasarlanmışlardır. Yalın üretim, değeri kitle üretiminde olduğu gibi sürece göre değil müşterinin isteklerine göre tanımlar. Müşterinin isteğini sürece yansıtabilen yalın üretim aynı zamanda değişen talepleri karşılayabilecek esneklikte olmayı amaçlar. Yalın üretim, yedi temel israfın ve ürüne değer katmayarak işletmeye ekstra maliyet yaratan faaliyetlerin yok edilmesini hedefler. İletişim kanallarının etkinliği, talep ve siparişlerin değişkenliği ve zaman kavramının gün geçtikçe artan değeri sebebiyle yalın düşünce üretim sektöründe ulaşılmak istenen ve uygulanabilirliği yüksek bir felsefe haline gelmiştir.

Yalın dönüşümün tamamen uygulamaya sokulması en az 2-3 yıllık bir süreci kapsamaktadır. Bu nedenle çalışmamızda işletmede en erken çözüm alınabilecek problemlerin üzerinde çalışılmaktadır. İşletmenin yan sanayi kuruluşu olmasından ve müşteri isteklerine acil cevap verebilmesi adına üretim faaliyetlerindeki esnekliği sağlamak ve siparişlerin planlanan zamanda teslim edilebilmesi amacıyla temel yalın üretim tekniklerinden hat dengeleme, SMED ve 5S çalışmaları yapılmıştır. Projenin ilk bölümlerinde yalın üretimin ve tekniklerinin tanıtımı ile tarihçesinden bahsedilmiştir. Daha sonraki bölümlerde uygulama yerini tanıtımı ve değer akış haritalandırılması sonucunda tespit edilen problemlerin analizi ile uygulanabilir ve sürdürülebilir çözüm yollarının belirlenmesi hedef alınmıştır. Sonuç bölümünde ise belirlenen problemlerin çözümü benzetim programları aracılığıyla yorumlanarak incelenmiş ve yapılan iyileştirmelerin işletmeye etkileri tartışılmıştır. Ayrıca işletmeye zaman ve maliyet bakımından sağladığı olumlu etkiler ortaya konulmuştur.

Yalın düşüncenin bir felsefe olduğu göz önüne alındığında salt yalın üretim tekniklerinin kullanımının getirileri ve yalnızca bahsedilen tekniklerin uygulanması ile elde edilen sonuçlar üzerinde fayda/maliyet yönlü etüdlerle kazançlar ortaya konulmuştur.



**STOK ALANLARINA MALZEMELERİN ATANMASI VE BİR OTOMOTİV
İŞLETMESİNDE UYGULAMA**

Yiğit URAN
Gülsün ÇOKACAR
Meltem ŞAHİN

Yard. Doç. Dr. Haluk YAPICIOĞLU

Endüstri Mühendisliği Bölümü

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi
İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Ambar; malzemenin ilk girişlerinin ve son kayıtlarının tutulduğu, yani sıra sistemde olabilecek aksaklıkların anında giderilebileceği nokta olarak işletmelerde stratejik bir öneme sahiptir. Stok yönetiminin doğru şekilde yapılabilmesi için malzemelerin ilk kayıtlarının ve hareketlerinin sürekli kontrol altında tutulması gerekmektedir. Stok yönetiminde önemli konulardan birisi de farklı ürün grupları ya da farklı paketlerdeki malzemeler göz önüne alındığında raf yüksekliklerinin belirlenmesidir. Stok alanı kapasitesini ve verimliliğini en iyi şekilde kullanmak ve malzemelerin depoda atandığı yer ile malzemenin kullanım sıklığının birbiriyle uyumluluğu; literatürde yer alan ve sabit raflara atamaya dönük olan yaklaşımların ortak performans göstergeleridir. Bu çalışmada literatürden farklı olarak, rafların yüksekliklerinin ayarlanabilir olduğu bir durum için bir çözüm süreci ele alınmış ve bu doğrultuda bir matematiksel model geliştirilmiştir.

