

Amaç

Kargo şubelerine gelen paketlerin, günlük bazda dağıtımını sağlayan araç kapasiteleri ve paket teslim adreslerini dikkate alarak optimal araç rotalarını belirleyen ve bu rotalara göre toplam dağıtım zamanını minimize eden araç içi paket yerleşimlerini makul sürelerde elde edebilecek bir yazılım uygulaması geliştirmek.

Kaynakça

- Wu, Y., & diğerleri. (2010). Three-dimensional bin packing problem with variable bin height.
- He, Y., Wu, Y., & Souza, R. d. (2012). A global search framework for practical three-dimensional packing with variable carton orientations.

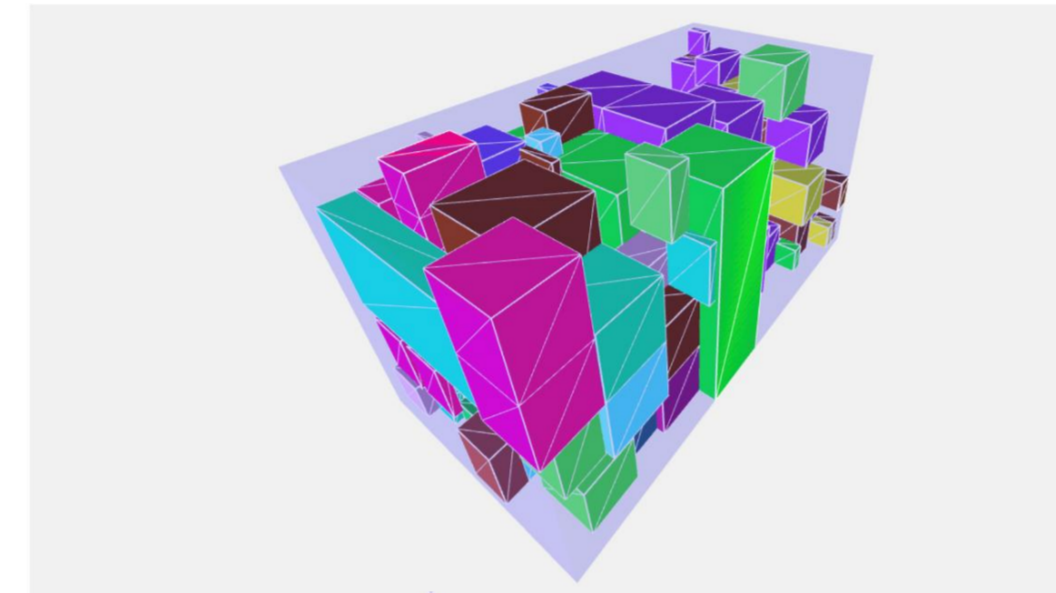
Arayüz

3 Boyutlu Rota Bazlı Paketleme

Alıgala Sirinyer Gazlemir

Kamyon 1 Kamyon 2 Kamyon 3

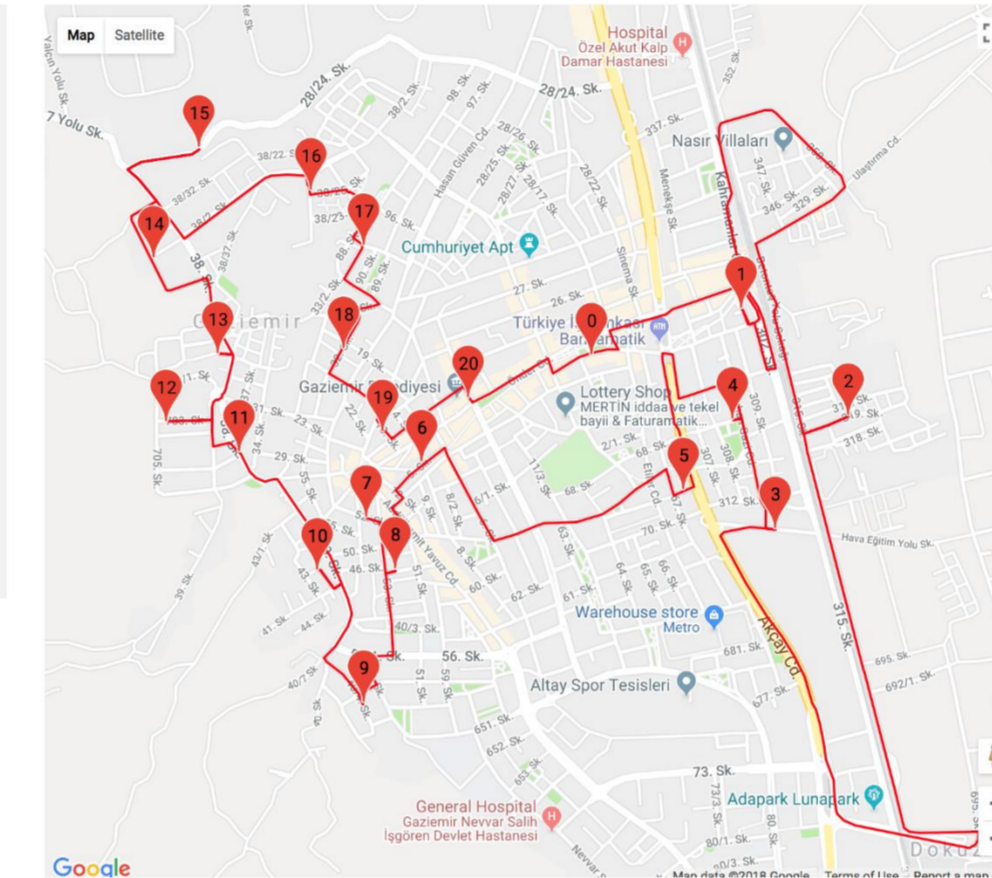
3D Paketleme



- Toplam eşya sayısı: 104
- Sığmayan eşya sayısı: 12
- Kümüleme süresi (s): 0.001
- TSP çözme süresi (s): 0.0
- Paketleme süresi (s): 0.826
- Yolculuk süresi (s): 3332
- Yolculuk mesafesi (m): 15939
- Ötünde olması durumundaki ceza puanı (adet): 20
- Ötünde olması durumundaki ceza puanı (adet): 11

- Üstünde ceza puanı süresi (s): 5
- Ötünde ceza puanı süresi (s): 5
- Adreste bekleme süresi (s): 180
- Toplam dağıtım süresi (dk): 121.12
- Yerleştirileceklerin toplam hacmi (cm³): 7423824
- Sığmayanların toplam hacmi (cm³): 4408548
- Yerleştirilenlerin toplam hacmi (cm³): 3015276
- Kamyonun hacmi (cm³): 12106800

Rota



Hedefler

Proje kapsamında,

1. Dağıtım rota sıralarına göre optimal paket-araç ve paket-araç içi konum atamalarını yapabilecek bir matematiksel model geliştirilmesi,
2. Gerçekçi verilerle çalıştırıldığında, matematiksel modele göre daha hızlı çalışacak alternatif bir algoritma tasarlayarak probleme yaklaşık çözümler elde edilmesi,
3. Çözümlerin basit ama açıklayıcı bir web arayüzü üzerinden sunulması, lojistik hizmet alanının önemli süreçlerinden birinde zaman kullanımını açısından iyileştirme sağlanması hedeflenmiştir.

Matematiksel Model

Amaç Fonksiyonu:

$maxz = e_{if}$ Tüm i ' ler için

Parametreler :

$N =$ toplam koli sayısı

$p_i, q_i, l_i, r_i = i.$ kolinin derinliği, genişliği, yüksekliği, rotası

$L, W, H =$ kutunun derinliği, genişliği, yüksekliği

$F =$ kullanılan kutu miktarı

$M =$ keyfi büyük bir sayı

Kısıtlar:

Tüm i, k ve $i < k$ için, (Çakışmama kısıtları)

$$(1) x_{if} + p_i s_i + q_i (1 - s_i) \leq x_{kf} + (1 - a_{ikf}) M$$

$$(2) x_{kf} + p_k s_k + q_k (1 - s_k) \leq x_{if} + (1 - b_{ikf}) M$$

$$(3) y_{if} + q_i s_i + p_i (1 - s_i) \leq y_{kf} + (1 - c_{ikf}) M$$

$$(4) y_{kf} + q_k s_k + p_k (1 - s_k) \leq y_{if} + (1 - d_{ikf}) M$$

$$(5) z_{if} + l_i \leq z_{kf} + (1 - g_{ikf}) M$$

$$(6) z_{kf} + l_k \leq z_{if} + (1 - h_{ikf}) M$$

$$(7) a_{ikf} + b_{ikf} + c_{ikf} + d_{ikf} + g_{ikf} + h_{ikf} \geq e_{if} + e_{kf} - 1$$

Karar Değişkenleri :

$(x_{if}, y_{if}, z_{if}) =$ kolinin sol alt dip köşesinin koordinatları

$$e_{if} = \begin{cases} 1, & i. \text{koli } f. \text{ kutuya yerleşirse} \\ 0, & \text{dd.} \end{cases}$$

$$s_i = \begin{cases} 1, & i. \text{koli kutuya yatay yerleşirse} \\ 0, & i. \text{koli kutuya dikey yerleşirse} \end{cases}$$

$$u_f = \begin{cases} 1, & f. \text{kutu kullanılırsa} \\ 0, & \text{dd.} \end{cases}$$

Konteynerde kolilerin çıkacağı taraf ön taraf olmak üzere:

$$a_{ikf} = \begin{cases} 1, & f. \text{ kutuya yerleşecek olan } i. \text{koli, } k. \text{ kolinin solunda ise} \\ 0, & \text{dd.} \end{cases}$$

$$b_{ikf} = \begin{cases} 1, & f. \text{ kutuya yerleşecek olan } i. \text{koli, } k. \text{ kolinin sağında ise} \\ 0, & \text{dd.} \end{cases}$$

...

Tüm f ' ler için (Kullanılmayan kutuya eşya atılması yapılamaz)

$$(8) \sum_{i=1}^N e_{if} \leq M(u_f)$$

Tüm i, f ler için (Kapasite kısıtları)

$$(9) x_{if} + p_i s_i + q_i (1 - s_i) \leq W$$

$$(10) y_{if} + q_i s_i + p_i (1 - s_i) \leq L$$

$$(11) z_{if} + l_i \leq H$$

Tüm i, k ve $i < k$ için (Rota Kısıtları)

$$(12) r_i \geq r_k - M(1 - c_{ikf})$$

$$(13) r_k \geq r_i - M(1 - d_{ikf})$$

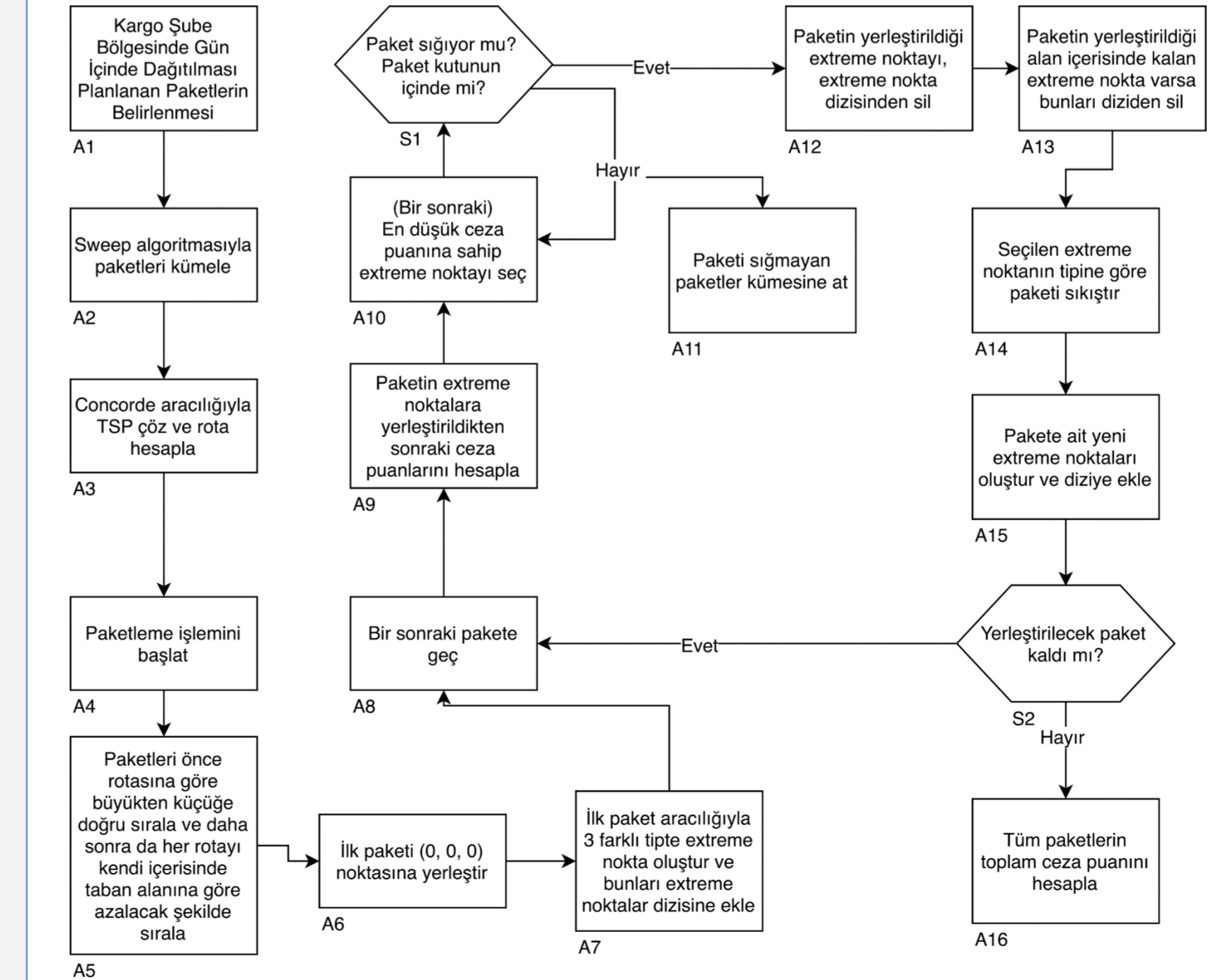
$$(14) r_i \geq r_k - M(1 - g_{ikf})$$

$$(15) r_k \geq r_i - M(1 - h_{ikf})$$

Karar Değişkenleri Sınırları:

$$s_i, a_{ikf}, b_{ikf}, c_{ikf}, d_{ikf}, e_{if}, g_{if}, h_{if}, u_f = 0 \text{ veya } 1, x_{if}, y_{if}, z_{if} \geq 0, r_i \leq 1$$

Algoritma



Sonuç ve Öneriler

Testte 3 farklı veri seti yaratılmış olup, 3 farklı tipte şubede toplamda 29 kamyon için paketleme problemi hem matematiksel model hem de algoritma aracılığıyla çözdürülmüştür. Matematiksel model için 10 dakika zaman sınırı konulmuştur. Çözümün ardından; model, eşya sayısı 80'den az olduğunda ortalama 5 dakikada tüm paketleri sıfır ceza puanıyla yerleştirmişti, eşya sayısı ortalama 116 iken 10 dakika içerisinde sıfır ceza puanıyla paketlerin ortalama %73'ünü paketleyebilmişti. Algoritma, matematiksel modelin tüm paketleri paketleyebildiği durumlardan sadece %16'sında paketlerin tamamını paketlemeyi başarmış, paket sayısının ortalama 116 olduğu durumlarda ortalama 1,5 saniye içerisinde paketlerin %88'ini paketleyebilmiş ancak ortalama 70 ön tarafta, 10 üstünde ceza puanı oluşmasına neden olmuştur. Sonuç olarak, matematiksel model uzun sürelerde daha az kutu paketlemiş ancak hiç ceza puanı oluşmamasını sağlamıştır. Algoritma ise ortalama 1,5 saniyede matematiksel modele oranla %15 daha fazla paketi ceza puanlarıyla birlikte paketleyebilmiştir. Dolayısıyla ceza puanları için yapılacak süre katsayısına bağlı olarak, paketleme aşamasında matematiksel model yerine algoritma tercih edilebilir.