

Dikimhane Süreçlerinde Çizelgeleme Problemine Bir Çözüm Üretilmesi

Alime Aslı İlleez*

Emel Akın Meslek Yüksekokulu / Ege Üniversitesi, Türkiye

*(<https://orcid.org/0000-0001-9760-246X>) alime.asli.illeez@ege.edu.tr

(Received: 29 August 2025, Accepted: 07 September 2025)

(7th International Conference on Innovative Academic Studies ICIAS 2025, September 02-03, 2025)

ATIF/REFERENCE: İlleez, A. A. (2025). Dikimhane Süreçlerinde Çizelgeleme Problemine Bir Çözüm Üretilmesi, *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 9(9), 1-9.

Özet – Günümüzün rekabetçi koşullarında hazır giyim firmalarının yapması gereken en önemli şey doğru bir iş süreci planlamasıdır. Doğru bir planlama ile tedarik zinciri yönetimi ve diğer verimlilik çalışması işletmelerdeki süreç israfının önüne geçecektir. Bu nedenle özellikle üretim aşamasının çizelgelemesi en zor problemlerden birisidir. Bu çalışmada dikim süreçlerinin matematiksel bir model ile çizelgelemesi amaçlanmaktadır. Bu çizelgelemede dikimhanede bir üründen diğer bir ürüne geçerken yaşanan hazırlık zamanlarından en zaman alıcı olanları minimize ederek siparişlerin hangi sıra ile banda gireceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler – Çizelgeleme, sipariş çizelgeleme, hazırlık zamanı, açık gezgin satıcı problemi, israf

I. GİRİŞ

Moda endüstrisi, genellikle giyim sektörüyle örtüşen bir kavram olarak kabul edilir ve aslında giyim sektörü onun ana bileşenidir. Moda teorisinin ortaya çıkışından bu yana, "moda" kelimesinin, zamanın ruhuna, yani belirli bir anda ortaya çıkan çağın ruhuna uygun olarak kendiliğinden ortaya çıkan trendleri tanımlamak için kullanılmaktadır ve bu kavram, giyim endüstrisi için kesinlikle geçerli olmakla birlikte, deri ürünler, ayakkabılar, aksesuarlar ve mücevherler gibi diğer sektörlerde faaliyet gösteren şirketlere de genişletilebilir.

Henry Ford'un 1900'lerin başındaki orijinal montaj hattı yalnızca tek bir tek tip ürün (Ford Model T) üretmek üzere tasarlanmış olsa da, bugün aynı süreç kullanılarak birkaç model üretilebilmektedir. Bu nedenle, üretim hatları tek modelli, çok modelli veya karışık modelli olabilir [1]. Aynı şekilde geçmişte, giyim çoğu kişi tarafından bir ihtiyaç olarak görülmekteyken günümüzde modanın da getirisiyle ürünler çeşitlenmiş ve üretim süreçleri de çok modelli veya karışık modelli hale gelmiştir. Yine modanın hızlı tüketimi körüklemesi ile kısa ürün yaşam döngüleri, değişkenlik ve öngörülemez talep, muazzam ürün çeşitliliği, uzun ve esnek olmayan tedarik süreçleri ve karmaşık bir tedarik zinciri söz konusudur. Böyle bir ortamda, verimlilikten bahsetmek çok zordur.

II. HAZIR GİYİM SÜREÇLERİ VE YAŞANAN İSRAFLAR

Geleneksel olarak işletilen hazır giyim endüstrileri, düşük verimlilik, daha uzun üretim süresi, yüksek yeniden işleme ve ret oranları, zayıf hat dengeleme, model değişikliğinde düşük esneklik vb. sorunlarla karşı karşıyadır. Bunlarla mücadele etmek için süreçteki israflardan vazgeçilmesi gerekmektedir. David Magee'ye göre [2], bir süreçteki farklı israf türleri 8 başlık altında toplanabilir. Bu israflar üretim verimliliğini, iş kalitesini düşürür ve üretim süresini uzatır [3].

1. Aşırı Üretim - Belirli bir zamanda ihtiyaç duyulandan fazla ürün üretmek, yani gerçek sipariş olmadan ürün üretmek, fazladan personel, depolama alanı ve nakliye vb. gerektiren aşırı stoklar yaratmak.

2. Bekleme - İşçilerin hammadde, makine veya bilgi vb. beklemesine bekleme denir ve üretken zamanın israfıdır. Bekleme, çeşitli şekillerde meydana gelebilir; örneğin; uyumsuz işçi/makine performansı, makine arızaları, iş bilgisi eksikliği, stok tükenmesi vb.

3. Gereksiz Taşıma - İşin (WIP) uzun mesafe taşınması, yetersiz taşıma, malzemenin bir yerden başka bir yere taşınması gereksiz taşıma olarak bilinir.

4. Aşırı İşleme - Bir ürün üzerinde gerçek gereksinimlerden daha fazla çalışılmasına aşırı işleme denir. Aşırı işleme, uygunsuz aletler veya uygunsuz prosedürler vb. nedeniyle ortaya çıkabilir. Aşırı işleme, nihai ürüne herhangi bir değer katmayan zaman ve makine israfıdır.

5. Fazla Hammadde - Bu, daha uzun teslim sürelerine, eskimeye, hasarlı ürünlere, nakliye ve depolama maliyetlerine ve gecikmeye neden olan fazla hammadde, yarı mamul veya bitmiş ürünleri içerir. Ayrıca, fazla envanter, üretim dengesizlikleri, tedarikçilerden geç teslimatlar, kusurlar, ekipman duruşları ve uzun kurulum süreleri gibi sorunları gizler.

6. Gereksiz Hareket - Çalışanların işleri sırasında yapmak zorunda kaldıkları her türlü israf, gereksiz hareket olarak adlandırılır. Örneğin, alet arama, yarı mamulleri kaydırma vb. sırasındaki hareketler.

7. Kusurlar - İşlenmiş parçalardaki kusurlar israf olarak adlandırılır. Arızalı parçaları onarmak, arızalı parçalar üretmek veya kalitesizlik vb. nedeniyle parçaları değiştirmek zaman ve emek israfıdır.

8. Kullanılmayan Çalışan Yaratıcılığı - Çalışanların varlığından kaçınarak daha iyi fikirler, iyileştirmeler, beceriler ve öğrenme fırsatları elde etme olanağının kaybedilmesi, kullanılmayan çalışan yaratıcılığı olarak adlandırılır [4].

Bu çalışmada amaç hazır giyim üretimindeki dikimhane süreçlerinin optimize edilmesi için siparişlerin dikimhaneye hangi sıra ile gireceğini belirlemek için bir çizelge hazırlamaktır. Bu çizelgelemeyi yaparken de modeller arası geçişlerdeki süreçlerde yaşanan israfları en aza indirgeyecek sıralamayı bulmaktır.

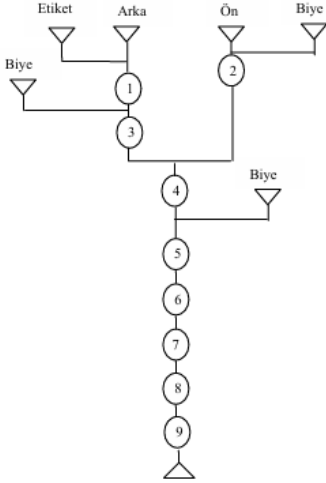
III. MATERYAL METOT

Çalışmada materyal olarak İzmir ilinde faaliyet gösteren bir firmanın üretim bandının verileri kullanılmıştır. Firmada U-bant sistemi ile üretim yapılmaktadır. Bu firmada üretimi yapılan 11 adet t-shirt modelinin verileri kullanılmıştır. Çalışma için bu 11 model için hat dengelemeler yapıp (Şekil 1), bant yerleşimleri şematize (Şekil 2) edilmiştir [5].

Bir modelden diğer bir modele geçerken bir hazırlık zamanı oluşmaktadır. Yalın üretim sistemi uygulanan firmada ürünler bekletilmeden operasyon operasyon tek tek ilerlemektedir. Bu nedenle banttaki model değişim süreci bir ürünün son operasyonu tamamlandıktan sonra başlamaktadır. Bu çalışmada yapılan gözlemlerden sonra;

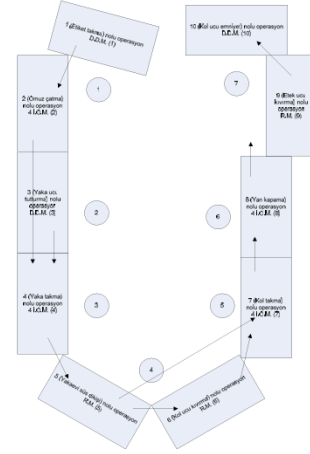
- Makinelerin yerinin değişimi, (Tablo 1)
- Makinelerin üzerindeki ipliklerin değiştirilmesi, (Tablo 3)
- Makinelerin üzerindeki aparatların değiştirilmesi, (Tablo 5) için harcanan süreleri hazırlık süreleri olarak kabul edilmiş toplam hazırlık süresi de bu üç sürenin toptandan oluşmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan hazırlık zamanları, video ile kaydedilen model değişim süreçlerinden kronometre ile iş etüdü yöntemine uygun şekilde ölçülmüştür. Tespit edilen süreler dakika ve saniye cinsindendir. Bu ölçümlerin sonuçlarının ortalaması alınmış ve her bir değişim operasyonu için birim süreler bulunmuştur. Daha sonra her bir model için diğer bir modele geçiş sırasındaki hazırlık aşamaları belirlenmiş ve bu süreler hesaplanmıştır. Bulunan süreler matrislere (Tablo 2, Tablo 4, Tablo 6 ve Tablo 7) yerleştirilmiştir.



Şekil 1. Model 100106 için hat dengeleme

No	İşlem Adı
1	Etiket İşaret+Etiket Takma
2	Ön Yakaevine Biye Çekme
3	Arka Yakaevine Biye Çekme
4	Yan Kapama
5	Kolevi Askı Biye Çekme
6	Askı Ölçme Kesme
7	Askı Ayarlı Halka Takma
8	Askı Ayarlı Halka Tuturma
9	Etek Ucu Kıvrırma



Şekil 2. Model 100106 için bant yerleşimi

Yapılan işlemleri açıklamak için model 100100'den 100101'e geçerken gerçekleştirilen hazırlık işlemleri seçilmiştir.

A. Makinelerin Yerinin Değişim Süreçleri

Birinci modelden ikinci modele geçerken makineler kurulan hat dengelemesine göre yer değiştirmektedir. Ayrıca makinelerin yer değiştirilirken önce fişleri sökülür sonra da yeni yerlerine yerleştirildiklerinde de fişleri takılır. Fiş sökme için birim süre 32 saniye, fiş takma için birim süre ise 29 saniye olarak tespit edilmiştir. Üretim modüllerimizdeki bazı makinelerin yeri değişmemekte ya da 0,5 metre değişmektedir. Onlar için fiş sökme ve takma işlemine gerek görülmemiştir. Sonuç olarak 1. modelden 2. modele geçiş için tespit edilen süreler Tablo 1'de paylaşılmıştır. Bir modelden diğer bir modele geçerken makine yer değiştirme süresi ne ise tersindeki yer değiştirme süresi de aynıdır. Bütün modeller için bulunan bütün süreler Tablo 2'deki matrise yerleştirilmiştir. Bu matris simetrik bir matristir.

Tablo 1. Model 100100'den 100101 üretimi için makinelerin yer değiştirilmesi için gerekli olan hazırlık zamanı

Tanımlama	Ölçülen Birim	Hesaplama	Sonuç (dak)
Makinelerin Toplam Yer Değiştirme Mesafesi	27,5 metre		
Yer Değiştirmenin Birim Süresi	4 saniye	27,5 m* 4"	= 1 dak 50"
Fişi Sökülecek Makine Adedi	8 makine		
Fiş Sökmenin Birim Süresi	32 saniye	8 adet*32"	= 4 dak 16"
Fiş Takılacak Makine Adedi	7 makine		
Fiş Takmanın Birim Süresi	29 saniye	7 adet*29"	= 3 dak 23"
TOPLAM			9 dak 29"

B. Makinelerin Üzerindeki İpliklerin Değişim Süreçleri

Makinelerin üzerindeki ipliklerin değiştirilmesi ile ilgili hazırlık süreleri makinelerin cinsine göre değişiklik göstermektedir. 1. modelden 2. modele geçiş sırasında banttaki makinelerin iplik değiştirme süreleri ile ilgili makine cinslerine göre tespit edilen süreler Tablo 3'de yer almaktadır.

Tablo 2. Modellerin birinden diğerine geçerken makinelerin yerlerini değiştirilmesi için gerekli olan hazırlık süreleri

	100100	100101	100102	100103	100104	100105	100106	100107	100108	100109	100110
100100	0	9 dak	10 dak	14 dak	9 dak	14 dak	13 dak	26 dak	11 dak	11 dak	12 dak
100101	9 dak	0	7 dak	10 dak	9 dak	13 dak	9 dak	9 dak	8 dak	7 dak	11 dak
100102	10 dak	7 dak	0	9 dak	7 dak	12 dak	12 dak	7 dak	10 dak	13 dak	11 dak
100103	14 dak	10 dak	9 dak	0	11 dak	13 dak	15 dak	9 dak	13 dak	13 dak	8 dak
100104	9 dak	9 dak	7 dak	11 dak	0	14 dak	8 dak	10 dak	9 dak	10 dak	11 dak
100105	14 dak	13 dak	12 dak	13 dak	14 dak	0	14 dak	11 dak	11 dak	11 dak	9 dak
100106	13 dak	9 dak	12 dak	15 dak	8 dak	14 dak	0	14 dak	11 dak	10 dak	14 dak
100107	26 dak	9 dak	7 dak	9 dak	10 dak	11 dak	14 dak	0	11 dak	12 dak	10 dak
100108	11 dak	8 dak	10 dak	13 dak	9 dak	11 dak	11 dak	11 dak	0	9 dak	10 dak
100109	11 dak	7 dak	13 dak	13 dak	10 dak	11 dak	10 dak	12 dak	9 dak	0	11 dak
100110	12 dak	11 dak	11 dak	8 dak	11 dak	9 dak	14 dak	10 dak	10 dak	11 dak	0

Tablo 3. Model 100100'den 100101 üretimi için makinelerin üzerindeki ipliklerin değiştirilmesi için gerekli olan hazırlık zamanı

Makinenin Cinsi	İpliği Değişecek Makine Sayısı	Birim İplik Değiştirme Süresi(sn)	Toplam(dak)
Düz Dikiş Mak.	2	1 dak 30"	3 dak 00"
4 İplik Ov. Mak.	4	6 dak 18"	25 dak 12"
Reçme	2	4 dak 10"	8 dak 20"
TOPLAM			36 dak 32"

Tablo 3'de her üç makine için de birim iplik değiştirme süreleri yer almaktadır. Modellerimizin üretiminde bu üç makine dışında bir de bant reçme makinesi yer almaktadır. Fakat bu makinenin iplik değiştirme süresi bant reçme aparatı takılması sırasındaki aparat değiştirme süresinin içerisinde alınmaktadır. İplik değiştirme süresi bir modelden diğerine geçişte ne ise tersinde farklıdır. Bu yüzden Tablo 4'deki matris asimetriktir.

Tablo 4. Modellerin birinden diğerine geçerken makinelerin üzerindeki ipliklerin değiştirilmesi için gerekli olan hazırlık süreleri

	100100	100101	100102	100103	100104	100105	100106	100107	100108	100109	100110
100100	0	37 dak	44 dak	41 dak	34 dak	51 dak	13 dak	42 dak	28 dak	30 dak	35 dak
100101	38 dak	0	44 dak	41 dak	34 dak	51 dak	13 dak	42 dak	28 dak	30 dak	35 dak
100102	38 dak	37 dak	0	41 dak	34 dak	51 dak	13 dak	42 dak	28 dak	30 dak	35 dak
100103	38 dak	37 dak	44 dak	0	34 dak	51 dak	13 dak	42 dak	28 dak	30 dak	35 dak
100104	38 dak	37 dak	44 dak	41 dak	0	51 dak	13 dak	42 dak	28 dak	30 dak	35 dak
100105	38 dak	37 dak	44 dak	41 dak	34 dak	0	13 dak	42 dak	28 dak	30 dak	35 dak
100106	38 dak	37 dak	44 dak	41 dak	34 dak	51 dak	0	42 dak	28 dak	30 dak	35 dak
100107	38 dak	37 dak	44 dak	41 dak	34 dak	51 dak	13 dak	0	28 dak	30 dak	35 dak
100108	38 dak	37 dak	44 dak	41 dak	34 dak	51 dak	13 dak	42 dak	0	30 dak	35 dak
100109	38 dak	37 dak	44 dak	41 dak	34 dak	51 dak	13 dak	42 dak	28 dak	0	35 dak
100110	38 dak	37 dak	44 dak	41 dak	34 dak	51 dak	13 dak	42 dak	28 dak	30 dak	0

C. Makinelerin Üzerindeki Aparatların Değişim Süreçleri

Makinelerin bazısında kullanılan ayakların değiştirilmesi gerekebilir. Üretim bandı Model 100100'den 100101'in üretimine dönüştürülürken aparat değiştirme süreleri ile ilgili süre Tablo 5'de yer almaktadır.

Aparat değiştirmeleri ile ilgili bir de biye aparatı takılma – sökme süresi bulunmaktadır. Aparatın takılma süresi 822 saniye yani 13 dakika 42 saniye, sökme süresi de 616 saniye yani 10 dakika 16 saniyedir. Aparat değiştirme süresi bir modelden diğerine geçişte ne ise tersinde farklıdır. Bu fark, aparatların takılma ve sökme sürelerinin farklı olmasından ileri gelmektedir. Bu yüzden Tablo 6'daki matris asimetrik bir çizelgedir. Yani bir modelden diğer bir modele geçerken gerekli olan hazırlık süresi tersine eşit değildir.

Tablo 5 Model 100100'den 100101 üretimi için makinelerin üzerindeki aparatların değiştirilmesi için gerekli olan hazırlık zamanı

Makinenin Cinsi	Değiştirme Süresi(sn)
1. makine (ayak değiştirme)	52"
TOPLAM	

Tablo.6 Modellerin birinden diğerine geçerken makinelerin üzerindeki aparatların değiştirilmesi için gerekli olan hazırlık süreleri

	100100	100101	100102	100103	100104	100105	100106	100107	100108	100109	100110
100100	0	1 dak	1 dak	14 dak	0	0	14 dak	1 dak	14 dak	27 dak	41 dak
100101	1 dak	0	2 dak	14 dak	1 dak	14 dak	27 dak	0	14 dak	27 dak	41 dak
100102	1 dak	2 dak	0	15 dak	1 dak	15 dak	28 dak	2 dak	15 dak	28 dak	42 dak
100103	11 dak	10 dak	11 dak	0	10 dak	0	14 dak	10 dak	0	14 dak	27 dak
100104	0	1 dak	1 dak	14 dak	0	14 dak	27 dak	1 dak	14 dak	27 dak	41 dak
100105	0	10 dak	11 dak	0	10 dak	0	14 dak	10 dak	0	14 dak	27 dak
100106	21 dak	21 dak	21 dak	10 dak	21 dak	10 dak	0	21 dak	0	0	14 dak
100107	1 dak	0	2 dak	14 dak	1 dak	14 dak	27 dak	0	14 dak	21 dak	41 dak
100108	10 dak	10 dak	11 dak	0	10 dak	0	14 dak	10 dak	0	14 dak	27 dak
100109	21 dak	21 dak	21 dak	10 dak	21 dak	10 dak	0	27 dak	10 dak	0	14 dak
100110	31 dak	31 dak	32 dak	21 dak	31 dak	21 dak	0	21 dak	21 dak	10 dak	0

Bu çalışmada amacımız olan çizelgeleme probleminin çözümü için problem en kısa yol problemine benzetilerek çözülmüştür. En kısa yol probleminin çözümü için de Gezgın Satıcı Modeli uygulanmıştır. Gezgın Satıcı Problemi (GSP) kuramsal gücölüğü ve uygulama zenginliğı nedenleri ile yöneylem araştırmasının en çok ilgi çeken problemlerinden birisidir Gezgın satıcı problemi (GSP) belli bir kümedeki her bir noktayı sadece bir defa ziyaret etmek için en küçük toplam uzaklığı verecek güzergahı araştırır problemlerdir. GSP geniş bir uygulama alanına sahiptir. Nesneleri en küçük toplam maliyette, uzaklıkta ya da zamanda sıralama hep gezgın satıcı problemi olarak ele alınabilir [6].

Tablo.7 Modellerin birinden diğerine geçerken gerekli olan toplam hazırlık süreleri

	100100	100101	100102	100103	100104	100105	100106	100107	100108	100109	100110
100100	0	47 dak	55 dak	69 dak	43 dak	65 dak	40 dak	69 dak	53 dak	68 dak	88 dak
100101	48 dak	0	53 dak	65 dak	44 dak	78 dak	49 dak	51 dak	50 dak	64 dak	87 dak
100102	49 dak	46 dak	0	65 dak	42 dak	78 dak	53 dak	51 dak	53 dak	71 dak	88 dak
100103	63 dak	57 dak	64 dak	0	55 dak	64 dak	42 dak	61 dak	41 dak	57 dak	70 dak
100104	47 dak	47 dak	52 dak	66 dak	0	79 dak	48 dak	53 dak	51 dak	67 dak	87 dak
100105	52 dak	60 dak	67 dak	54 dak	58 dak	0	41 dak	63 dak	39 dak	55 dak	71 dak
100106	72 dak	67 dak	77 dak	66 dak	63 dak	75 dak	0	77 dak	39 dak	40 dak	63 dak
100107	65 dak	46 dak	53 dak	64 dak	45 dak	76 dak	54 dak	0	53 dak	63 dak	86 dak
100108	59 dak	55 dak	65 dak	54 dak	53 dak	62 dak	38 dak	63 dak	0	53 dak	72 dak
100109	70 dak	65 dak	78 dak	64 dak	65 dak	72 dak	23 dak	81 dak	47 dak	0	60 dak
100110	81 dak	79 dak	87 dak	70 dak	76 dak	81 dak	27 dak	73 dak	59 dak	51 dak	0

GSP için üç adımlık bir çözüm yolu geliştirilebilir [7]

1. Çizgenin tüm Hamilton turlarının bulunması,
2. Her turun uzunluğunun hesaplanması,
3. Turlar arasından en kısasının seçilmesi.

Eğer uzaklıklar ya da bir i noktasından j noktasına geçişin maliyeti j noktasından i noktasına geçişin maliyeti ile aynı ise GSP simetriktir, aksi durumda asimetriktir [6]. Bu çalışmadaki problemin durumu da asimetrik gezgin satıcı problemi ile benzeşmektedir.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

Fonksiyonunun değerini

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad j=1,2,\dots,n \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad i=1,2,\dots,n \quad (3)$$

$x_{ij} = 0$ ya da 1 olmak üzere

$$u_i + u_j + (n-1)x_{ij} \leq n-2 \quad (4)$$

Koşulları altında en küçükleme. (2) koşulu her kentten bir defa çıktığını, (3) koşulu satıcının her kente bir defa girdiğini, (4) koşulu yolun zincir olmasını, (1) koşulu ise yolun en kısa olmasını sağlıyor. c_{ij} i ve j kentleri arasındaki uzaklığı, x_{ij} i ve j kentleri arasında yolun seçilip seçilmediğini kontrol eder.

Bu çalışmadaki problemin çözümü için düşünülen GSP'nin tanımında da belirttiğimiz bir noktadan başlanıp diğer bütün noktalardan bir kez geçiliyor. Fakat en son olarak tekrar başlangıç noktasına geri dönülüyor. Bu çalışmadaki problemde ise tekrar başa dönmek söz konusu olmamaktadır. Bu yüzden Açık Gezgin Satıcı Modeli uygulanması daha uygun bulunmuştur. Açık Gezgin Satıcı Probleminde (AGSP) ise amaç, bir satıcının bulunduğu şehirden başlayıp her şehre sadece bir kere uğrayan yolu bulmaktır. GSP'den farkı başladığı şehre dönmemesidir.

Bilindiği gibi AGSP, NP tam sınıfındandır. GSP'yi çözmek için pratik bir yöntem, yaklaşık çözüm üreten sezgisel algoritmalar bulmaktır. Sezgisel algoritmalar en iyi çözümü garanti etmemekle birlikte en iyiye yakın çözüm bulunmasını sağlar [8].

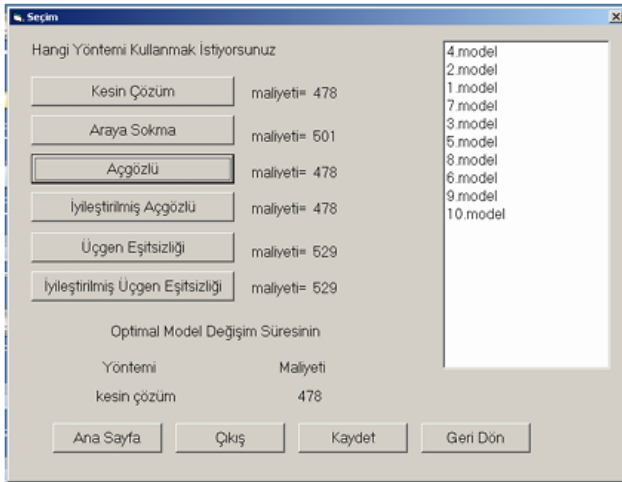
Bu çalışmada yer alan problemin çözümü için kullanılacak algoritmalar şunlardır [9];

1. Tüm olasılıkları deneyen (TOD) algoritma
2. Araya sokma (AS) algoritması
3. Açgözlü algoritması Açgözlü yöntemi
4. İyileştirilmiş açgözlü algoritması
5. Üçgen eşitsizliği (EÜ) algoritması
6. İyileştirilmiş üçgen eşitsizliği (İÜE) algoritması

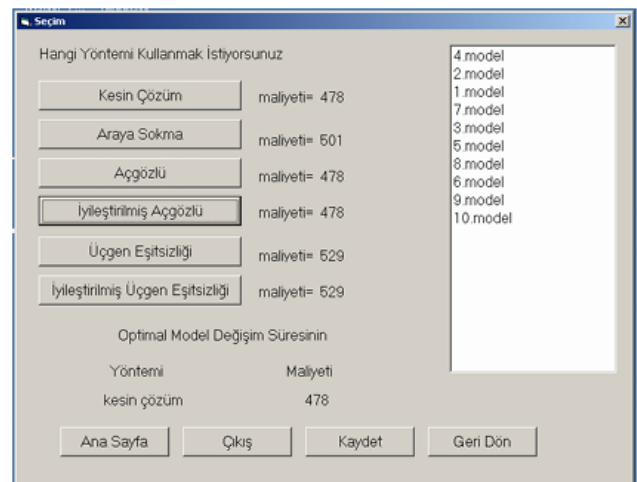
IV. BULGULAR

Çalışmamızın amacı olan hazırlık sürelerine göre modellerin çizelgelenebilmesi için hesaplanan hazırlık sürelerini kullanarak model sıralamasını bulabilecek bir program tasarlandı. AGSP çözüm yöntemleri dikkate alınıp, Visual Basic görsel programlama dili kullanılarak program hazırlanmıştır. Eğer özel bir seçimimiz yok ise ve en kısa olan sıralamayı bulmak istiyorsak her bir algoritma için çözüm ürettiririz. Program, her bir algoritmanın bulduğu sonuçları ekranda belirtir. Algoritma isminin yanındaki “maliyet” kavramı sonuç penceresinde yer alan sıralama sırasında modeller arasındaki hazırlık zamanlarının toplamını belirtir. „Maliyet“ kavramının birimi giriş ekranında belirlediğimiz „Girilecek sürelerin birimi“ ile aynıdır. Kesin çözüm veren algoritmanın bulduğu sonuç bütün yollar denenerek bulunduğundan tabii ki en kısasıdır.

Bu çalışmada kesin çözüm algoritması ile aynı sonucu veren iki algoritma bulunmaktadır. “Açgözlü Algoritma” ve “İyileştirilmiş Açgözlü algoritma”dır. Bu algoritmaların çözüm sıralamasının yer aldığı ekran görüntüleri sırasıyla şekil 3 ve şekil 4’de yer almaktadır [5].



Şekil 3 Hazırlanan programda açgözlü algoritmanın çözüm sıralamasının yer aldığı ekranın görüntüsü



Şekil 4 Hazırlanan programda iyileştirilmiş açgözlü algoritmanın çözüm sıralamasının yer aldığı ekranın görüntüsü

V. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, konfeksiyon işleminin üretim biriminde görülen hazırlık zamanları incelenmiş ve en çok zaman harcamaya sebep olan işlemler olan, makine yer değişim, makine üzerindeki ipliklerin değişim ve yine makine üzerindeki aparatların değişim süreleri sayısal olarak tespit edilmiştir. Bu tespitlerden sonra da araştırmamızın problemi olan modellerin dikimhane bandına giriş sıralaması için AGSP'nin çözümüne geçilmiştir. Problemin çözümü için kullandığımız algoritmaların verimlilik değerlendirmesini yapmak için rastgele sayılarla bazı denemeler yapılmıştır. Bu denelerde elde edilen sonuçlar Tablo 8’de görülmektedir. Elde edilen sonuçlar değerlendirilip verimlilik hesaplandığında İyileştirilmiş Açgözlü Algoritmasının en iyi sonucu verdiği görülmektedir (Tablo 9) [5].

Tablo 8 AGSP'yi çözmek için kullandığımız algoritmaların ratsgele sayılar ile yapılan denemelerde verdikleri sonuçları

Tepe Sayısı	Örnek	Araya Sokma	Açgözlü (a)	İyileştirilmiş Açgözlü	Üçgen Eşitsizliği	İyileştirilmiş Üçgen Eşitsizliği	n! (b)
6	1	255	253	253	287	287	253
	2	241	232	232	259	257	225
	3	249	248	248	258	258	248
	4	254	265	265	267	278	254
7	1	309	306	306	336	336	294
	2	297	310	310	342	342	297
	3	305	283	283	328	328	283
	4	308	298	298	298	279	279
8	1	359	378	378	389	378	355
	2	352	359	359	388	367	336
	3	351	359	359	369	369	340
	4	357	358	358	392	392	347
9	1	399	404	404	400	400	382
	2	394	382	382	417	417	374
	3	397	387	387	432	432	387
	4	384	392	392	403	403	383
10	1	307	328	328	321	321	307
	2	81	81	81	90	90	80
	3	453	452	452	493	493	443
	4	458	433	433	486	486	432
11	1	501	478	478	529	529	478
	2	502	499	497	541	526	482
	3	342	358	358	356	356	342
	4	342	355	355	363	363	342
TOPLAM		8.197	8.198	8.196	8.744	8.687	7.943

Herhangi bir algoritma çözüm verimliliğini belirleme için aşağıdaki formül ile verimlilikleri hesaplanabilmektedir (örneğin açgözlü algoritmanın verimliliğini belirlemek için).

$$1 - \frac{(b-a)}{b} * 100 \quad (1)$$

Tablo 9. AGSP'yi çözmek için kullandığımız algoritmaların rastgele sayılar ile yapılan denemelerde verdikleri sonuçlara göre verimlilikleri

	Araya Sokma	Açgözlü	Geliştirilmiş Açgözlü	Üçgen Eşitsizliği	Geliştirilmiş Üçgen Eşitsizliği
VERİMLİLİK	96,80%	96,79%	96,81%	89,92%	90,63%

Bu tip çizelgeleme problemi çalışmaları firmalara verimlilik artırma konusunda çok destek olmaktadır. Fakat bu çalışmaların hedefine ulaşabilmesi için müşterilerin de bu tip planlamalar konusunda üreticileri ile birlikte çalışması gerekir. Çünkü üreticilerin programsızlıkların yanında sektörde müşterinin geç model veya kalite okey vermesi, ürün deneyimsizliklerinden dolayı yaşattıkları problemler veya ürün önceliklendirmesinde üretici kaynaklarını göz ardı etmesi gibi sorunlar optimize edilmiş planlamaların değişmesine sebep olmaktadır. Bu da firmaların hem karbon ayakizlerinin hem de israflarının artmasına sebep olmaktadır.

VI.KAYNAKÇA

[1] Bevilacqua M., Ciarapica F.E., Crosta A., Mazzuto G., Paciarotti C., Designing an Efficient Production System: A Case Study of a Clothing Company, International Journal of Engineering Business Management 2013, Vol. 5, DOI: 10.5772/56842

- [2] Magee, D, 2007, How Toyota Became # 1 Leadership Lessons from the World's Greatest Car Company. New York, USA: Penguin Group. p. 67.
- [3] Paneru N., 2011, Implementation of Lean Manufacturing Tools in Garment Manufacturing Process Focusing Sewing Section of Men's Shirt, Master Degree Programme in Industrial Management Oulu University of Applied Sciences
- [4] Liker, J. (2003). Toyota Way. Blacklick, OH, USA: McGraw-Hill Professional Publishing, p. 28-33.
- [5] İllez A.A., 2006, Konfeksiyon Sektöründe Süreç Planlamasında Kullanılabilir Matematiksel Yöntemler, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- [5] Bakır, M. A., "Tamsayı Programlama", Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, Kasım 2003, s.299-301
- [7] Sural, H., "Gezgin Satıcı Problemi", Matematik Dünyası, 2003 Güz, s.37
- [8] Nuriyev, U., Güner, M., İllez, A.A., Derman, C., Berberler, M., "Üretim Hatlarında Model Değişim Süreçlerinin Optimizasyonu", YA/EM'2006 - Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği – XXVI. Ulusal Kongresi, Kocaeli, 3-5 Temmuz 2006
- [9] Derman, C., "Üretim Hatlarında Model Değişim Süreçlerinin Optimizasyonu", Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü Diploma Çalışması, İzmir, 2006