

Ersin KARACABEY<sup>1</sup>  
Hüseyin GÜLER<sup>2</sup>  
Turhan ÇOBAN<sup>3</sup>  
Vedat DEMİR<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Arş. Gör., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, 35100 Bornova, İzmir  
ersin.karacabay@ege.edu.tr

<sup>2</sup> Dr., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, 35100 Bornova, İzmir

<sup>3</sup> Yrd. Doç. Dr., Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, 35100 Bornova, İzmir

<sup>4</sup> Doç. Dr., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, 35100 Bornova, İzmir

**Anahtar Sözcükler:**

Genetik algoritma, granüler akış, sayısal çözümleme

**Key Words:**

Genetic algorithm, granular flow, numerical analysis

**Yamuk Şekilli Orifislerden Serbest Tohum ve Gübre Akışının Genetik Algoritma Yöntemiyle Optimizasyonu**

Optimization of the gravity flow of granular fertilizer and seeds through trapezoidal orifices using genetic algorithm method

Alınış (Received): 16.12.2008 Kabul tarihi (Accepted): 18.02.2009

**ÖZET**

Günümüzün karmaşık ve zor koşulları, mühendislik problemlerine hızlı ve kolay çözüm veren yeni çözüm yöntemleri arayışına neden olmuştur. Bu çalışmada, farklı şekil ve kesit alanına sahip orifislerden yerçekimi etkisi altında gübre ve tohumların akışına ilişkin geliştirilen bir model, sözkonusu çözüm yöntemlerinden olan genetik algoritma yaklaşımıyla çözümlenerek, yamuk şekilli orifislerin en yüksek materyal akışını sağlayan ölçüleri belirlenmiştir. Optimizasyon sonucunda aynı alana sahip yamuk şekilli orifislerde farklı ölçüler belirlenerek, model oluşturmada kullanılan 2000 mm<sup>2</sup>, 7800 mm<sup>2</sup>, 17600 mm<sup>2</sup> ve 31400 mm<sup>2</sup> kesit alanına sahip orifisler için tohum ve gübre materyalinin akışında 42 – 1280 kg/h'lik artışlar sağlanmıştır.

**ABSTRACT**

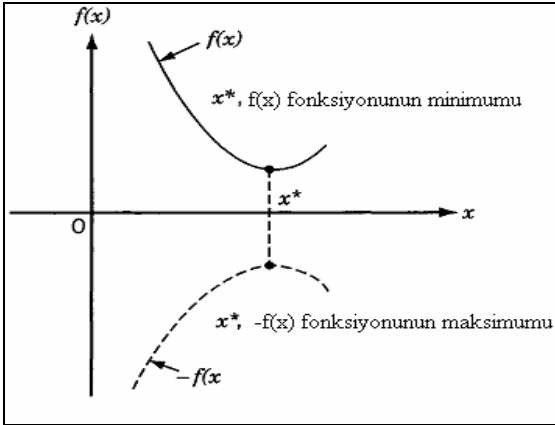
Complicated and difficult conditions nowadays caused the pursuit of rapid and simple solution methods for engineering problems. In this study, the dimensions of trapezoidal orifices enabling the highest material flow were determined by solving the model developed on the gravity flow of granular fertilizer and seed through orifices in various shape and areas by genetic algorithm method. At the end of the optimization, 42 – 1280 kg/h increase in material flow were obtained in comparison with the orifices used in development of the model and having a cross sectional area of 2000 mm<sup>2</sup>, 7800 mm<sup>2</sup>, 17600 mm<sup>2</sup> and 31400 mm<sup>2</sup>.

**GİRİŞ**

Granüler ve daneli materyallerin akışı, özellikle tarımda kullanılan diskli gübre dağıtma makinaları, gübreli araçpapa makinaları ve ekim makinaları organlarının tasarımı açısından önemlidir (Değirmencioglu ve ark, 1998). Bunun yanı sıra gıda işleme ve plastik boru imalatı gibi endüstrinin değişik dallarında da sözkonusu materyallerin taşınması ve işlenmesi sırasındaki akışlarla ilişkin temel bilgilere gereksinim duyulmaktadır. Granüler materyalin akışının, sıvı akışından farklı olduğu ve orifis çapının kübüyle değişim gösterdiği bilinmektedir. Buna karşın sıvı akışı orifis çapının karesiyle orantılı olarak değişim göstermektedir (Gregory ve Fedler, 1987).

Akış ile ilgili bu tür özelliklere ulaşma, zaman, emek ve maliyetle birlikte birçok deneysel çalışmayı gerektirmektedir. Bu çalışmalar sonucunda deneme için ele alınan koşullardan optimum olanın elde edilmesi, yapılan çalışmaların etkinliğini arttırmakta ve amacına ulaşmasını sağlamaktadır.

Optimizasyon, verilen şartlar altında en iyi sonuca ulaşılması işlemi olarak tanımlanmaktadır. Mühendisler, herhangi bir mühendislik sisteminin bakımı, konstrüksiyonu ve dizaynında bazı teknolojik ve yönetsel kararları almak zorundadır. Böyle kararların asıl hedefi, ihtiyaç duyulan gücün minimize edilmesi veya istenilen kazancın maksimize edilmesidir. İhtiyaç duyulan güç veya istenilen kazanç, uygulamada herhangi bir durumda bazı karar değişkenlerinin fonksiyonu olarak ifade edilebileceğinden, optimizasyon bir fonksiyonun minimum veya maksimum değerini veren koşulların bulunması işlemi olarak da tanımlanabilir. Şekil 1'de görüldüğü gibi bir nokta herhangi bir fonksiyonun minimum değerini gösterirken, aynı nokta bu fonksiyonun negatif formunun maksimum değerini göstermektedir (Rao, 1996).



Şekil 1. Bir  $f(x)$  fonksiyonunun minimum ve maksimum noktaları

Tüm optimizasyon problemlerinin etkin şekilde çözülmesi için uygun tek bir yöntem yoktur. Bu nedenle farklı optimizasyon problemlerinin çözümü için geometrik ve istatistik tabanlı farklı optimizasyon yöntemleri geliştirilmiştir. Geometrik optimizasyon yöntemleri olarak Newton-Rapson, Kiriş ve İkiye Bölme yöntemleri, istatistiksel optimizasyon yöntem-

leri olarak da Karınca ve Tavlama Simülasyonu ile Genetik Algoritma yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Çoban, 2008).

Chandra ve Singh (1995), hava içerisinde katı parçacıkların ayrılmasını sağlayan bir siklon separatörde, etkinliği önemli düzeyde etkileyen parçacıkların merkezkaç kuvvetinin etkisinde kalma süresini geometrik optimizasyon yöntemlerini kullanarak çözümlenmiş ve oluşturdukları bilgisayar algoritması yardımıyla maksimum etki süresini saptamışlardır.

Mühendislikte yararlanılan istatistik tabanlı optimizasyon yöntemlerinden olan genetik algoritmalar, son yıllarda özellikle su dağıtım şebekelerinin optimizasyonunda kullanım imkanı bulmaktadır. Goldberg (1998), 10 adet kompresör ve 10 adet borudan oluşan, kararlı akışa sahip ve seri bağlı doğalgaz şebekesi problemini ele alarak genetik algoritma yaklaşımıyla çözümlenmiş ve şebekenin güç gereksinimini minimize etmiştir. Bu yöntem boru şebekelerinin yanı sıra yapıların tasarımında da emniyet sınırları içinde yapı elemanlarının minimum ağırlıklarının belirlenmesine yönelik çözümler üretebilmektedir. Toğan ve Daloğlu (2004), çelik kafes köprü kirişlerinin tasarımına yönelik olarak yaptıkları çalışmada kara veya demiryolu olabilecek çelik kafes köprü kirişlerinin emniyetten taviz vermeden standart tasarım koşullarını sağlayarak, minimum ağırlıklı olacak şekilde optimizasyonunu sağlamışlardır.

Doğal seçim ilkelerine dayanan genetik algoritma yöntemi temel olarak evrim prosesinin en iyilerin hayatta kalması prensibine dayanır. Genetik algoritmaların uygulandığı optimizasyon problemleri, fonksiyon ve birleşti optimizasyonu altında toplanabilir. Genetik algoritma araştırmalarının önemli bir bölümü fonksiyon optimizasyonu ile ilgili olup, çizelgeleme, mekanik öğrenme, tasarım ve hücreli üretim gibi alanlarda başarılı uygulamaları bulunmaktadır (Emel ve Taşkın, 2002).

Genetik algoritmalar evrim programlaması denilen ve günümüzde yapay zeka alanında da oldukça yoğun kullanılan bir programlama tekniğidir (Mitchell, 1999).

Matematiksel olarak genetik algoritmalar, canlı yapıların doğaya uyum mekanizması içinde, kendilerini genlerindeki değişimle değiştirmelerinin fonksiyonlara optimizasyon



Şekil 2. Genetik alırtmada tesadıü çaprazlama prosesi

problemi olarak uyarlanmış halidir. Genetik hesaplamada, gen veya kromozomlar temel elemanlardır ve  $n$  değışkenli bir sistemde her değışken bir gen ve tüm değışken seti kromozom olarak adlandırılabilir. Genetik davranışın bilgisayar algoritmasına çevrilmesinde çaprazlama prosesi, anne ve baba genlerinin bir kısmının seçilerek bir araya getirilmesi ile gerçekleşir. Genetik alırtmalarda tüm sayısal bilgiler "0" ve "1" lerden oluşan bilgisayar bitleri halinde kodlanır ve işlem sonucunda tekrar sayısal bilgiye dönüştürülür. Örneğin 8 bitten oluşan bir grup için çaprazlama işlemi tesadıü olarak farklı şekillerde gerçekleşebilir (Şekil 2) (Çoban, 2008).

Genetik alırtmalar, dört açıdan normal optimizasyon ve araştırma süreçlerinden ayrılmaktadır (Er ve ark., 2005):

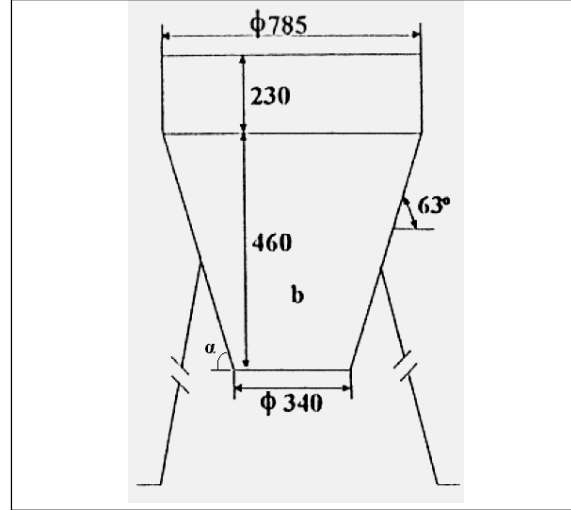
1. Genetik alırtmalar, parametrelerin kendisi ile değil onun kodları (temsilcileri) ile çalışır. Bu şekliyle araştırma metodu, kesikli ve tam sayı programlama problemlerinin çözümlerinde uygulanabilir.
2. Genetik alırtmalar, tek nokta üzerine değil, bir noktalar popülasyonu (aday çözümler kümesi) ile araştırma yapmaktadır. Bu şekilde yerel optimum tuzağına düşme olasılığı daha zayıftır.
3. Genetik alırtmalar, türev veya diğer ikincil bilgiler yerine sadece amaç fonksiyonu bilgisini kullanır. Genetik alırtmalar bu yönüyle problemin çözümü için türev veya diğer yardımcı bilgilere gereksinim duyan yöntemlere göre önemli bir üstünlük sağlamaktadır.
4. Genetik alırtmalar, tesadıü şekilde, ebeveyn seçimini ve eski jenerasyonlardan çaprazlama yöntemini kullanır. Böylece etkin bir şekilde elde olan bilgilere dayanarak yeni kombinasyonlar oluşturur ve uygunluk değeri daha iyi yeni jenerasyonlar geliştirir.

Farklı optimizasyon yöntemlerinden diğer birçok alanda olduğu gibi tarım makinaları alanında da yararlanılması, sistemlerin daha etkin ve verimli şekilde çalıştırılabilmesini

sağlayacaktır. Bu çalışmada genetik alırtma yaklaşımıyla yamuk şekilli orifislerden en yüksek daneli ve granüler materyal akışını sağlayacak kesit ölçülerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Gerçekleştirilen bu çalışmada, Değirmencioğlu ve ark. (1999) tarafından farklı ölçü ve geometriye sahip orifislerden farklı tohum (buğday, mısır) ve gübre (üre, amonyum nitrat, TSP) için akış durumlarını inceledikleri çalışmaya ilişkin veriler dikkate alınmıştır. Değirmencioğlu ve ark. (1999) çalışmalarında laboratuvar şartlarında hazırlanan ve Şekil 3'de verilen deneme düzeninden yararlanmıştır.





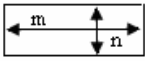


Şekil 3. Deneme düzeni

Şekil 3'de 2000 - 31400 mm<sup>2</sup> kesit alanına sahip büyük orifisler için hazırlanan düzenek görülmektedir.

Ele alınan bu orifislere ilişkin kesit ölçüleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Deneme düzeneğinde akışı incelenen materyallerin fiziksel özellikleri Çizelge 2'de yer almaktadır.

Çizelge 1. Denemelerde kullanılan orifisler ve ölçüleri

Orifis şekli	Alan (mm <sup>2</sup> )	Orifis ölçüleri (mm)	Hidrolik çap (mm)
	2000 7800 17600 31400	D=50.4 D=100 D=150 D=200	D <sub>h</sub> =50.4 D <sub>h</sub> = 100 D <sub>h</sub> = 150 D <sub>h</sub> = 200
	2000 7800 17600 31400	a=44.7 a=88.3 a=132.6 a=177.2	D <sub>h</sub> =44.7 D <sub>h</sub> =88.3 D <sub>h</sub> =132.6 D <sub>h</sub> =177.2
	2000 7800 17600 31400	m=50; n=40 m=130; n=60 m=200; n=88 m=250; n=125.6	D <sub>h</sub> =44.4 D <sub>h</sub> =82.1 D <sub>h</sub> =122.2 D <sub>h</sub> =167.2
	2000 7800 17600 31400	k=89.4; h=44.7 k=156; h=100 k=176; h=200 k=250; h=251.2	D <sub>h</sub> =37.0 D <sub>h</sub> =76.1 D <sub>h</sub> =114.8 D <sub>h</sub> =154.8
	2000 7800 17600 31400	a=70; b=30 ; h=40 a=120; b=80 ; h=78 a=200; b=152 ; h=100 a=200; b=169.4 ; h=170	D <sub>h</sub> =42.2 D <sub>h</sub> =86.4 D <sub>h</sub> =126.2 D <sub>h</sub> =176.7

Çizelge 2. Denemelerde kullanılan materyallerin bazı fiziksel özellikleri

Materyal	Partikül çapı d <sub>p</sub> (mm)	Hacim ağırlığı ρ (kg/m <sup>3</sup> )	Materyalin metal üzerindeki sürtünme katsayısı, μ <sub>1</sub>
Buğday	4.04	804	0.414
Mısır	7.68	750	0.374
Üre	1.70	751	0.31
Amonyum nitrat	2.41	920	0.66
TSP	2.33	886	0.62

Yapılan denemeler sonucunda boyutsal analiz tekniği kullanılarak geliştirilen model Eşitlik 1'de ve modelde yer alan değişkenler ile bunların birimleri Çizelge 3'de verilmiştir.

$$Q = 0.269 \times A \times \sqrt{g \times D_h} \times (\cos^2 \alpha + 0.05)^{0.319} \times \left(\frac{A}{d_p^2}\right)^{0.133} \quad (1)$$

Çizelge 3. Orifislerden gübre ve tohum akışına etki eden değişkenler ve birimleri

	Sembol	Değişken	Birimi
Bağımlı Değişken	Q	Debi	m <sup>3</sup> /s
Materyale ilişkin özellikler	d <sub>p</sub>	Ortalama partikül çapı	m
Orifis plakasına ilişkin özellikler	A D <sub>h</sub> <sup>*</sup> α	Alan Hidrolik çap Orifis plakasının yatayla yaptığı açı	m <sup>2</sup> m °
Sabit değer	g	Yerçekimi ivmesi	m/s <sup>2</sup>

\* ASABE tarafından tanımlandığı şekliyle 4A/Çevre'dir.

Geliştirilen bu model, genetik algoritma yaklaşımıyla ve Java Programlama Dilinde yazılmış olan kodlar aracılığıyla çözümlenmiştir.

Eşitlik 1'de verilen ilişki incelendiğinde ve bir optimizasyon ön çalışması yapıldığında sadece yamuk şekilli orifislerde orifis geometrisinin

Çizelge 4. Yamuk şekilli orifislerin farklı kesit ölçüleri ve buğday akış miktarları

	Kesit alanı A (mm <sup>2</sup> )	Kesit ölçüleri (mm)				Akış miktarı Q (kg/h)
		a <sup>1</sup>	b <sup>2</sup>	h <sup>3</sup>	D <sub>h</sub>	
Örnek kesit I	2000	90	60	26.6	37.8	1827
Örnek kesit II		80	50	30.7	40.3	1885
Model kesiti		70	30	40	42.2	1929
Optimum kesit		45	40	47.05	44.6	1983
Örnek kesit I	7800	380	60	35.4	40.6	8847
Örnek kesit II		320	70	40	47.8	9597
Model kesiti		120	80	78	86.4	12901
Optimum kesit		90	85	89.1	88.3	13041
Örnek kesit I	17600	260	180	80	113.7	37218
Örnek kesit II		220	175	89.1	121.6	38484
Model kesiti		200	152	100	126.2	39207
Optimum kesit		140	130	130.3	132.6	40182
Örnek kesit I	31400	270	230	125.6	166.5	86762
Örnek kesit II		240	180	149.5	173.2	88501
Model kesiti		200	169.4	170	176.7	89382
Optimum kesit		178	175	177.9	177.2	89506

<sup>1</sup> Yamuk taban uzunluğu

<sup>2</sup> Yamuk üst kenar uzunluğu

<sup>3</sup> Yamuğun yüksekliği

Çizelge 5. Farklı ürünler için optimize edilmiş orifisler ile denemelerde kullanılan orifislere göre materyal akışında sağlanan artışlar (kg/h)

Ürün	Kesit alanı (mm <sup>2</sup> )			
	2000	7800	17600	31400
	Materyal akışında sağlanan artışlar (kg/h)			
Amonyum nitrat	71	184	1280	163
TSP	69	178	1245	158
Üre	63	164	1147	146
Buğday	54	140	975	124
Mısır	42	110	767	98

optimize edilebileceği saptanmıştır. Bu nedenle yamuk şekilli orifislerin herbir kesit alanı ve çalışma koşulu için ayrı ayrı programlar yazılmış ve Ek-1'de bir örnek verilmiştir.

#### ARAŞTIRMA BULGULARI

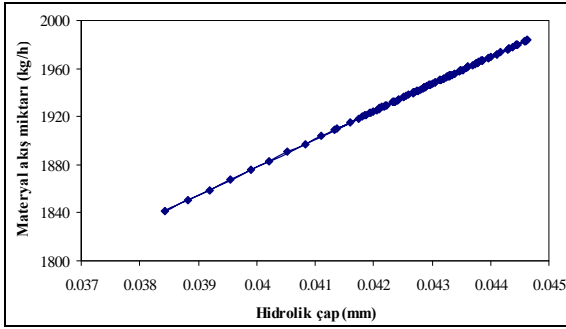
Genetik algoritma yaklaşımı, yamuk şekilli orifislerden en yüksek materyal akışını sağlayacak olan kesit ölçülerinin belirlenmesi için kullanıldığında elde edilen sonuçlar Çizelge 4'de verilmiştir.

Bu çizelgede aynı kesit alanını veren farklı ölçülerdeki 2 örnek orifisin, eşitlik 1'de verilen modelin oluşturulması amacıyla yapılan denemelerde kullanılan orifislerin ve optimize edilen orifislerin kullanılması durumunda or-

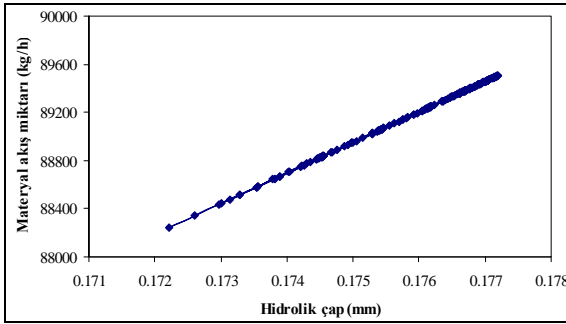
taya çıkacak olan buğday akış miktarları yer almaktadır. Çizelgede görüldüğü gibi aynı kesit alanını veren farklı ölçülerin kullanılması durumunda meydana gelen materyal akış miktarları önemli farklılıklar göstermektedir. Örneğin 7800 mm<sup>2</sup> kesit alanını veren optimum kesit ölçülerinin kullanılması durumunda, örnek kesit 1'e göre materyal akışı %47'lik artışla 8847 kg/h'ten 13041 kg/h'e yükselmektedir. Farklı ürünler için optimize edilmiş orifisler ile Değirmencioglu ve ark. (1999) tarafından denemelerde kullanılan orifislere göre materyal akışında sağlanan artışlar Çizelge 5'de yer almaktadır.

Aynı kesit alanına sahip yamuk şekilli orifislerde akış miktarlarının değişimine en büyük etkiyi yapan hidrolik çap değerinin

materyal akış miktarı ile olan ilişkisi buğday materyali için Şekil 4 ve 5'te verilmiştir.



Şekil 4. Buğday ile 2000 mm<sup>2</sup> kesit alanlı yamuk şekilli orifislerle çalışma durumunda hidrolik çap - materyal akış miktarı ilişkisi



Şekil 5. Buğday ile 31400 mm<sup>2</sup> kesit alanlı yamuk şekilli orifislerle çalışma durumunda hidrolik çap - materyal akış miktarı ilişkisi

Şekillerden de anlaşılabilceği gibi aynı kesit alanının farklı kesit ölçüleriyle sağlandığı orifislerde hidrolik çap değerinin artırılmasıyla birlikte materyal akış miktarında artışlar elde edilmektedir.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Genetik algoritma yöntemi ile optimizasyon farklı popülasyon büyüklükleri ve bit sayılarında yapılmış ve çözümün en stabil olduğu optimum noktalara ulaşılmıştır. Optimizasyonda incelenen modelin oluşturulması amacıyla denemelerde kullanılan orifis şekillerinden daire, kare, dikdörtgen ve üçgen kesitli orifislerin ölçülerinde yapılan değişikliklerin materyal akışıyla lineer olarak değişim göstermesi ve buna bağlı olarak amaç fonksiyonunda optimum kırılma noktalarının bulunmaması nedeniyle optimizasyon yamuk kesitli orifisler için gerçekleştirilmiştir. Yamuk şekilli orifislerde kesit ölçülerinde yapılan değişiklikler, hidrolik çap değerinde ve buna bağlı

olarak materyal akışında minimum ve maksimum kırılma noktaları ortaya çıkarabilmektedir.

Optimizasyon sonucunda denemelerde kullanılan yamuk şekilli orifislerin her bir alanı için en yüksek materyal akışını sağlayan orifis ölçüleri belirlenmiştir. Aynı kesit alanına sahip orifislerde farklı ölçüler kullanıldığında kesitin hidrolik çap değeri değiştirildiğinden materyalin akış miktarlarında farklılıklar ortaya çıkmaktadır.

Belirlenen optimum kesit ölçüleri ile 2000 mm<sup>2</sup> kesit alanına sahip yamuk şekilli orifislerde en yüksek materyal akış miktarı mısır için 1559 kg/h, buğday için 1983 kg/h, üre için 2332 kg/h, TSP için 2530 kg/h ve amonyum nitrat için 2604 kg/h olarak saptanmıştır. En büyük orifis olan 31400 mm<sup>2</sup> kesit alanını veren optimum ölçüler ile en yüksek materyal akış miktarı mısır için 70380 kg/h, buğday için 89506 kg/h, üre için 105253 kg/h, TSP için 114186 kg/h ve amonyum nitrat için 117508 kg/h olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin elde edilmesini sağlayan optimum kesit ölçülerinde hidrolik çapın maksimum değerine ulaşma bir başka deyişle kesitin kareye yaklaşma eğiliminde olduğu anlaşılmaktadır. Bu eğilim sonucunda yamuk ve kare şekilli orifislerde hidrolik çap değerlerinin birbirine eşitlenmesi nedeniyle materyal akış miktarları aynı değere ulaşmaktadır. Çizelge 6'da optimize edilen yamuk kesitler ile aynı alana sahip kare kesitlerin ölçüleri ve bu kesitlerden meydana gelen buğday akış miktarları görülmektedir.

Çizelge 6'da görüldüğü gibi optimize edilen yamuk kesitli orifisler ile aynı alana sahip kare kesitli orifislerin kullanılması durumunda meydana gelecek olan materyal akış miktarlarında farklılık ortaya çıkmamaktadır. Bu nedenle imalat kolaylığı açısından yamuk yerine kare kesitli orifislerin kullanımı gibi bir düşünce ortaya çıkmaktadır.

Sonuç olarak kullanılan yöntemler aracılığıyla, yamuk şekilli orifislerden en yüksek materyal akışını sağlayan ve kare şekilli orifislere çok yakın çıkan kesit ölçülerine ulaşılmıştır. Ortaya konulan örnek, tarım alanında kullanımına pek rastlanmayan ve optimizasyon yöntemlerinden biri olan Genetik Algoritma yaklaşımından optimizasyon aracı olarak yararlanılabileceğini göstermiştir.

Çizelge 6. Yamuk ve kare kesitlerin ölçüleri ve buğday akış miktarları

Kesit alanı (mm <sup>2</sup> )	Optimize edilen yamuk kesit				Akış miktarı (kg/h)	Kare kesit	
	Kesit ölçüleri (mm)					Kesit ölçüsü (mm)	Akış miktarı (kg/h)
	a	b	h	D <sub>h</sub>		a (D <sub>h</sub> )	
2000	45	40	47.1	44.6	1983	44.7	1985
7800	90	85	89.1	88.3	13041	88.3	13041
17600	140	130	130.3	132.6	40182	132.6	40182
31400	178	175	177.9	177.2	89506	177.2	89506

Ek-1. Buğday tohumu ile yamuk kesitli orifislerle çalışma koşulu için yazılan genetik algoritma yaklaşımı

```

import java.io.*;

class fa extends f_xj
{
public double func(double x[])
{
//çözümü istenen fonksiyon
double ff;
ff=0.269*0.0314*Math.sqrt(9.81*(4*0.0314)/(x[0]+2*x[1]))*Math.pow(x[2],0.319)*Math.pow((0.0314/(0.004
04*0.00404)),0.133);
return ff; //maksimum testi
}
}
class OPO17B
{
public static void main(String args[]) throws IOException
{
int N=18;
int POPSIZE=200;
int MAXGENS=200;
int NVAR=3;
double PXOVER=0.3;
double PMUTATION=0.02;
fa fx=new fa();
Genetic1 xx=new Genetic1(POPSIZE,MAXGENS,NVAR,N,PXOVER,PMUTATION);
double low[]=new double[NVAR];
double high[]=new double[NVAR];
low[0]=0.340;high[0]=0.360;
low[1]=0.175;high[1]=0.180;
low[2]=0;high[2]=1.05;
xx.setPopulation(low,high,fx);
System.out.println("best= \n"+Matrix.toStringT(xx.calculate(fx,false)));
}
}

```

## KAYNAKLAR

- Chandra, P. K., Singh, R. P. 1995. Applied Numerical Methods for Food and Agricultural Engineers. Pages 500. ISBN 0-8493-2454-8.
- Çoban, T. 2008. Java Programlama Dili Örnekleriyle Sayısal Çözümleme. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü. İzmir. 821 s. ISBN 978-975-27-200-3.
- Değirmencioğlu, A., Tozan, M., Caner, Ö. K., Güler, H., Bulancak, S. 1998. Farklı Kesit Alanı ve Şekildeki Orifislerden Serbest Akış Halindeki Gübre ve Tohumların Akışının Boyutsal Analiz Yoluyla Modellenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 18. Ulusal Kongresi Bildiriler CD'si. Tekirdağ.
- Değirmencioğlu, A., Güler, H., Caner, Ö. K., Bulancak, S., Tozan, M. 1999. Development of a Flow Rate Model of Grains and Fertilizers Through Circular and Sharp-Edged Orifices Using Dimensional Analysis. 7th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture. Adana.
- Emel, G. G., Taşkın, Ç. 2002. Genetik Algoritmalar ve Uygulama Alanları. Uludağ Üniversitesi. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. Cilt XXI. Sayı: 1. s: 129-152.
- Er, H., Çetin, M. K., Çetin, E. İ. 2005. Finansta Evrimsel Algoritmik Yaklaşımlar : Genetik Algoritma Uygulamaları. Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi. s: 73-94.
- Goldberg, D. E. 1998. Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. The University of Alabama. Pages 412. ISBN 0-201-15767-5.
- Gregory, J. M., Fedler, C. B. 1987. Equation Describing Granular Flow Through Circular Orifices. Transaction of the ASAE 30 (2): 529-532.
- Mitchell, M. 1999. An Introduction to Genetic Algorithms. A Bradford Book The MIT Pres, ISBN 0-262-13316-4.
- Rao, S. S. 1996. Engineering Optimization. Purdue University. School of Mechanical Engineering. Indiana. Pages 922.
- Toğan, V., Daloğlu, A. 2004. Çelik Kafes Köprü Kirişlerinin Genetik Algoritma ile Optimum Tasarımı. Türkiye İnşaat Mühendisliği XVII. Teknik Kongre ve Sergisi. s: 142-144.