

9949

T. C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MAKİNA ANABİLİM DALI

SANTRİFÜJLÜ KİMYASAL GÜBRE DAĞITMA  
MAKİNALARINDA BAZI YAPISAL ÖZELLİKLERİN DAĞILIM  
DÜZGÜNLÜĞÜNE ETKİSİ ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

DOKTORA TEZİ

Kâzım ÇARMAN

KONYA - 1988

T. C.  
Türkeköğretim Kurumu  
Dokümantasyon Merkezi

## Ö N S Ö Z

Tarımda amaç, kültür arazisinden olabildiği kadar fazla miktarda ve üstün kalitede ürün elde etmektir. Bu amaca ulaşmak için kullanılan tarımsal girdilerin, en etkin ve ekonomik olarak tarıma sokulmaları, tarımsal mekanizasyon ile mümkündür.

Günümüzde enerji fiyatlarındaki artışa paralel olarak gübre fiyatlarının da artması, gübrenin tarlaya verilmesinde kullanılan alet ve makinelerin iş kalitelerinin artırılması zorunluluğunu getirmiştir. Gübrelerden beklenen yararın sağlanabilmesi, ancak önerilen gübreleme normunun bitkinin agroteknik isteklerine uygun olarak toprağa verilmesiyle mümkün olacaktır.

Bu araştırmada, santrifüjli kimyasal gübre dağıtma makinelerinde bazı makina parametrelerinin dağılım düzgünlüğüne etkisi üzerinde durulmuştur.

Araştırma sonuçlarının, bu alanda çalışan imalatçılara, araştırmacılara ve uygulayıcılara faydalı olmasını dilerim.

Konya, Mart 1988

Kâzım ÇARMAN

## İÇİNDEKİLER

Sayfa no :

ÖNSÖZ	
ŞEKİL LİSTESİ	
CEZVEL LİSTESİ	
1. GİRİŞ . . . . .	1
1.1. Gübrelemenin Önemi ve Türkiye'de Gübre Tüketim Durumu . . . . .	1
1.2. Kimyasal Gübre Dağıtma Makinaları ve Bunlar İçerisinde Santrifüjlü Kimyasal Gübre Dağıtma Makinalarının Yeri . . . . .	3
1.3. Santrifüjlü Kimyasal Gübre Dağıtma Makinalarının Yapısal Özellikleri . . . . .	6
1.4. Santrifüjlü Kimyasal Gübre Dağıtma Makinalarında Parçacık Hareketi İle İlgili Bazı Teorik Esaslar . . . . .	17

2.	LİTERATÜR ÖZETİ . . . . .	29
3.	MATERIAL VE METOD . . . . .	50
3.1.	Materyal . . . . .	50
3.1.1.	Araştırmada kullanılan gübreler . .	50
3.1.2.	Araştırmada kullanılan santrifüjli kimyasal gübre dağıtma makinası . .	51
3.1.2.1.	Santrifüjli kimyasal gübre dağıtma makinasının teknik özellikleri . . .	53
3.1.2.1.1.	Genel ölçüler ve çatı . . . . .	53
3.1.2.1.2.	Depo ve karıştırma organı . . . . .	54
3.1.2.1.3.	Dağıtıcı disk ve kanat profilleri. .	56
3.1.2.1.4.	Gübre besleme açıklığı konum ayar düzeni . . . . .	60
3.1.2.1.5.	Hareket iletim sistemi . . . . .	61
3.1.3.	Araştırmada kullanılan toplama kutuları . . . . .	62
3.1.4.	Araştırmada kullanılan ölçü cihazları .	63
3.2.	Metod . . . . .	63
3.2.1.	Gübrelerin fizikomekanik özelliklerinin belirlenmesi . . . . .	64
3.2.2.	Kanat profillerinin belirlenmesi . .	65
3.2.3.	Dağılım deseninin belirlenmesi . . .	67
3.2.4.	Effektif iş genişliği ve değişim sınırlarının belirlenmesi . . . . .	71

3.2.5.	Gübreleme normunun belirlenmesi . . . . .	72
3.2.6.	Denemelerin düzenlenmesi ve bulguların değerlendirilmesi . . . . .	74
4.	ARAŞTIRMA SONUÇLARI . . . . .	78
4.1.	Dağılım Desenleri . . . . .	78
4.2.	Effektif İş Genişliği ve Değişim Sınırları . . . . .	92
4.3.	Gübreleme Normu . . . . .	122
5.	TARTIŞMA . . . . .	124
6.	ÖZET . . . . .	136
7.	SUMMARY . . . . .	139
8.	LİTERATÜR . . . . .	143

ÖZGEÇMİŞ

TEŞEKKÜR

EKLER

## ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil no :</u>	<u>Sayfa no :</u>
1.1. Disk üzerinde parçacığa etki eden kuvvetler	8
1.2. Santrifüjlü gübre dağıtma makinelerinde kullanılan bazı kanat profilleri . . . . .	9
1.3. Disk üzerindeki kanat konumları . . . . .	10
1.4. Santrifüjlü gübre dağıtma makinelerinde gübrenin dağılımı . . . . .	12
1.5. Santrifüjlü gübre dağıtma makinelerinde dağılım desenleri . . . . .	13
1.6. Santrifüjlü gübre dağıtma makinelerinde elde edilen dağılım desenlerinde varyasyon katsayısının iş genişliğine bağlı olarak değişimi . . . . .	14
1.7. Santrifüjlü gübre dağıtma makineleri ile tarlada çalışma yöntemleri . . . . .	14
1.8. Santrifüjlü gübre dağıtma makinelerinde dağılıma etki eden faktörler . . . . .	15

1.9.	Kanatsız dönen bir disk üzerindeki parçacığın hareketi . . . . .	18
1.10.	Değişik besleme yarıçapında gübrenin kanatsız disk üzerindeki hareketi . . . . .	20
1.11.	Radyal kanat konumlu dönen bir disk üzerindeki parçacığın hareketi . . . . .	20
1.12.	Geri kanat konumlu dönen bir disk üzerindeki parçacığın hareketi . . . . .	22
1.13.	İleri kanat konumlu dönen bir disk üzerindeki parçacığın hareketi . . . . .	22
1.14.	Radyal kanat konumlu dönen bir disk üzerindeki parçacığa etki eden kuvvetler . .	23
1.15.	Gübre parçacığının meyilde teorik uçuş yörüngesi . . . . .	27
2.1.	Azot gübresi ile gübreleme normlarına bağlı olarak buğday, patates ve şeker pancarında nisbi verim artışı . . . . .	30
2.2.	Düzensiz azotlu gübrelemeye bağlı olarak tahılda verim kayıpları . . . . .	30
2.3.	(r) düzensizlik katsayısının değerlendirilmesinde kullanılan monogram . .	32
2.4.	Değişik örtme paylarına bağlı olarak meydana gelen dağılım desenleri ve bunlara ait (r) düzensizlik katsayıları . . . . .	33

2.5.	Gübrenin kanatta kalma açısının, disk devri ve serbestlik yarıçapı ile ilişkisi . . . . .	35
2.6.	Değişik kanat konum açılarındaki, serbestlik yarıçapının gübrenin kanatta kalma açısına etkisi . . . . .	35
2.7.	Gübrenin kanatta kalma açısının, serbestlik yarıçapı ile ilişkisi . . . . .	36
2.8.	Değişik kanat konum açılarındaki, serbestlik yarıçapının gübrenin fırlatılma açısına etkisi . . . . .	36
2.9.	Disk devrinin, gübrenin disk üzerindeki ( $\alpha$ ) süpürme açısına, ( $\beta$ ) fırlatma açısına ve ( $V_A$ ) fırlatılma hızına etkisi . . . . .	38
2.10.	Besleme uzaklığının, gübrenin disk üzerindeki ( $\alpha$ ) süpürme açısına, ( $\beta$ ) fırlatma açısına ve ( $V_A$ ) fırlatılma hızına etkisi . . . . .	39
2.11.	Tüp kanat içerisindeki parçacığın hareketi . . . . .	41
2.12.	Düzensiz dağılım desenleri . . . . .	47
3.1.	Kullanılan gübrelerin parçacık büyüklüğünün dağılımı . . . . .	51
3.2.	Araştırmada kullanılan santrifüjlü gübre dağıtma makinesi . . . . .	54
3.3.	Santrifüjlü gübre dağıtma makinesinin genel kesit görünüşü . . . . .	55



3.4.	Santrifüjlü gübre dağıtma makinasının dağıtıcı diski . . . . .	56
3.5.	Araştırmada kullanılan daire profil kanatlar	57
3.6.	Araştırmada kullanılan köşeli profil kanatlar	58
3.7.	Araştırmada kullanılan konik profil kanatlar	59
3.8.	Dağıtıcı disk üzerindeki kanat konumları . .	59
3.9.	İlerleme yönüne göre gübre besleme açıklığı konumları . . . . .	61
3.10.	Toplama kutusunun genel ölçüleri . . . . .	62
3.11.	Kanat profilleri için ön deneme düzeni . . .	66
3.12.	Toplama kutularının diziliş planı . . . . .	69
3.13.	Santrifüjlü gübre dağıtma makinalarında gübreleme normunun belirlenmesi . . . . .	73
4.1.	( $KP_1-KK_1-BAK_1$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. .	78
4.2.	( $KP_1-KK_2-BAK_1$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. .	79
4.3.	( $KP_1-KK_3-BAK_1$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. .	79
4.4.	( $KP_1-KK_1-BAK_2$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. .	80
4.5.	( $KP_1-KK_2-BAK_2$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. .	80

4.6.	( $KP_1-KK_3-BAK_2$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. .	81
4.7.	( $KP_1-KK_1-BAK_3$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. .	81
4.8.	( $KP_1-KK_2-BAK_3$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. .	82
4.9.	( $KP_1-KK_3-BAK_3$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. .	82
4.10.	( $KP_2-KK_1-BAK_1$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. .	83
4.11.	( $KP_2-KK_2-BAK_1$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. .	83
4.12.	( $KP_2-KK_3-BAK_1$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. .	84
4.13.	( $KP_2-KK_1-BAK_2$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. .	84
4.14.	( $KP_2-KK_2-BAK_2$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. .	85
4.15.	( $KP_2-KK_3-BAK_2$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. .	85
4.16.	( $KP_2-KK_1-BAK_3$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. .	86
4.17.	( $KP_2-KK_2-BAK_3$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. .	86

4.18.	( $KP_2-KK_3-BAK_3$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. . . . .	87
4.19.	( $KP_3-KK_1-BAK_1$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. . . . .	87
4.20.	( $KP_3-KK_2-BAK_1$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. . . . .	88
4.21.	( $KP_3-KK_3-BAK_1$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. . . . .	88
4.22.	( $KP_3-KK_1-BAK_2$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. . . . .	89
4.23.	( $KP_3-KK_2-BAK_2$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. . . . .	89
4.24.	( $KP_3-KK_3-BAK_2$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. . . . .	90
4.25.	( $KP_3-KK_1-BAK_3$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. . . . .	90
4.26.	( $KP_3-KK_2-BAK_3$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. . . . .	91
4.27.	( $KP_3-KK_3-BAK_3$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri. . . . .	91
4.28.	( $KP_1-KK_1-BAK_1$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	92
4.29.	( $KP_1-KK_1-BAK_1$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	93

4.30.	( $KP_1-KK_2-BAK_1$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	93
4.31.	( $KP_1-KK_2-BAK_1$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	94
4.32.	( $KP_1-KK_3-BAK_1$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	94
4.33.	( $KP_1-KK_3-BAK_1$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	95
4.34.	( $KP_1-KK_1-BAK_2$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	95
4.35.	( $KP_1-KK_1-BAK_2$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	96
4.36.	( $KP_1-KK_2-BAK_2$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	96
4.37.	( $KP_1-KK_2-BAK_2$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	97

4.38.	( $KP_1-KK_3-BAK_2$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	97
4.39.	( $KP_1-KK_3-BAK_2$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	98
4.40.	( $KP_1-KK_1-BAK_3$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	98
4.41.	( $KP_1-KK_1-BAK_3$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	99
4.42.	( $KP_1-KK_2-BAK_3$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	99
4.43.	( $KP_1-KK_2-BAK_3$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	100
4.44.	( $KP_1-KK_3-BAK_3$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	100
4.45.	( $KP_1-KK_3-BAK_3$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	101

4.46.	( $KP_2-KK_1-BAK_1$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	101
4.47.	( $KP_2-KK_1-BAK_1$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	102
4.48.	( $KP_2-KK_2-BAK_1$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	102
4.49.	( $KP_2-KK_2-BAK_1$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	103
4.50.	( $KP_2-KK_3-BAK_1$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	103
4.51.	( $KP_2-KK_3-BAK_1$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	104
4.52.	( $KP_2-KK_1-BAK_2$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	104
4.53.	( $KP_2-KK_1-BAK_2$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	105

4.54.	( $KP_2-KK_2-BAK_2$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	105
4.55.	( $KP_2-KK_2-BAK_2$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	106
4.56.	( $KP_2-KK_3-BAK_2$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	106
4.57.	( $KP_2-KK_3-BAK_2$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	107
4.58.	( $KP_2-KK_1-BAK_3$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	107
4.59.	( $KP_2-KK_1-BAK_3$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	108
4.60.	( $KP_2-KK_2-BAK_3$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	108
4.61.	( $KP_2-KK_2-BAK_3$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	109

4.62.	( $KP_2-KK_3-BAK_3$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	109
4.63.	( $KP_2-KK_3-BAK_3$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	110
4.64.	( $KP_3-KK_1-BAK_1$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	110
4.65.	( $KP_3-KK_1-BAK_1$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	111
4.66.	( $KP_3-KK_2-BAK_1$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	111
4.67.	( $KP_3-KK_2-BAK_1$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	112
4.68.	( $KP_3-KK_3-BAK_1$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	112
4.69.	( $KP_3-KK_3-BAK_1$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	113



4.70.	( $KP_3-KK_1-BAK_2$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	113
4.71.	( $KP_3-KK_1-BAK_2$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	114
4.72.	( $KP_3-KK_2-BAK_2$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	114
4.73.	( $KP_3-KK_2-BAK_2$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	115
4.74.	( $KP_3-KK_3-BAK_2$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	115
4.75.	( $KP_3-KK_3-BAK_2$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	116
4.76.	( $KP_3-KK_1-BAK_3$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	116
4.77.	( $KP_3-KK_1-BAK_3$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi . . . . .	117

- 4.78. ( $KP_3-KK_2-BAK_3$ ) kombinasyonunun (A) gübresi  
ile elde edilen dağılım deseninde  
varyasyon katsayısının değişimi . . . . . 117
- 4.79. ( $KP_3-KK_2-BAK_3$ ) kombinasyonunun (B) gübresi  
ile elde edilen dağılım deseninde  
varyasyon katsayısının değişimi . . . . . 118
- 4.80. ( $KP_3-KK_3-BAK_3$ ) kombinasyonunun (A) gübresi  
ile elde edilen dağılım deseninde  
varyasyon katsayısının değişimi . . . . . 118
- 4.81. ( $KP_3-KK_3-BAK_3$ ) kombinasyonunun (B) gübresi  
ile elde edilen dağılım deseninde  
varyasyon katsayısının değişimi . . . . . 119

## CETVEL LİSTESİ

Cetvel no :

Sayfa no :

1.1.	Ükelerin ekilebilir alanları itibarıyla saf bitki besin maddesi olarak gübre tüketimi . . .	3
2.1.	Örtme payları ile elde edilmiş varyasyon katsayısı değerleri . . . . .	46
3.1.	Kullanılan gübrelerin hacim ağırlığı ve nem oranı . . . . .	50
3.2.	Kanat konumlarına bağlı olarak kanat ve serbestlik yarıçapları . . . . .	60
3.3.	Deneylerde kontrollü değişken olarak seçilen parametreler . . . . .	75
4.1.	Kombinasyonların (A) ve (B) gübreleriyle, ileri-geri çalışma yönteminde elde edilmiş en küçük varyasyon katsayılarının kombine edilmiş sonuçları . . . . .	120
4.2.	Kanat profillerine yapılan Duncan testi sonuçları . . . . .	121

4.3.	Kanat konumlarına yapılan	
	Duncan testi sonuçları . . . . .	121
4.4.	Besleme açıklığı konumlarına yapılan	
	Duncan testi sonuçları . . . . .	121
4.5.	Makinanın seçilen besleme açıklığında (A) ve	
	(B) gübreleriyle belirlenen gübre miktarı . .	122
4.6.	Denemeye alınan (A) ve (B) gübresi ile,	
	en iyi kombinasyonlarda, efektif	
	iş genişliği, minimum varyasyon katsayısı	
	ve gübreleme normları . . . . .	123

## 1. GİRİŞ

### 1. 1. Gübrelemenin Önemi ve Türkiye'de Gübre Tüketim Durumu

Ekonomisi geniş ölçüde tarıma dayalı olan ülkemizde hızla artan nüfusumuzun daha iyi şartlarda beslenebilmesi, kırsal nüfusun düşük olan fert başına milli gelir içindeki payının yükseltilerek hızlı kentleşmenin önlenmesi için tarımsal üretimin artırılması zorunludur.

Tarımsal üretimi artırmak genellikle iki şekilde mümkündür.

1. Ekim alanını genişletmek,
2. Birim alandan daha fazla ürün almak.

Bugün ülkemizde toprak, iklim ve benzeri faktörler göz önüne alınmadan ekilen alan sınırları zorlanmış; erozyon ve gelecekteki tarım sonucu üretimde arzu edilen seviyeye ulaşılamamıştır.

Şu halde tarımsal üretimi artırmak için yurdumuzda takip edilecek yol; birim alandan daha fazla verim alacak tedbirleri almaktır. Bunun temini için alınması gerekli tedbirler önceliğine göre aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Gübreleme,
- Sulama,
- Yüksek verimli çeşitlerin kullanılması,
- Toprağın, iklimin ve bitkinin isteğine uygun olarak toprak işlenmesi ve tüm üretim faaliyetlerinin rasyonel tarzda mekanizasyonu,
- Tarımsal mücadele (Anonymous, 1973).

Ancak birim alandan elde edilen verimin artırılmasında, gübreleme dolayısıyla toprağın bitki besin maddeleri ihtiyacının karşılanması, diğer bütün faktörlere eş olarak % 50 oranında etkili olmaktadır (Ülgen ve Yurtsever, 1984). Gübreleme, bitkisel üretimde amaçlanan verim ve kaliteye ulaşmak için içerisinde bir veya birkaç çeşit bitki besin maddesi bulunan organik veya inorganik bileşiklerin toprağa veya doğrudan doğruya bitkiye verilmesi şeklinde tarif edilebilir. Gübrelemede kullanılan kimyasal gübreler çiftlik gübresine ve yeşil gübrelemeye nispeten içindeki besin maddelerinin yoğunluğu, taşıma ve tarlaya verilme kolaylığı, etkisinin çabuk olması gibi üstünlükleri sebebiyle daha yaygın olarak uygulanmaktadır.

Ülkemizde kimyasal gübre kullanımı 1930'lu yıllarda başlamakla beraber yaygın olarak tüketimi planlı dönemle birlikte gelişmiş, 1938'de 1300 ton olan tüketim, üreticilere gübrenin öneminin benimsenmesi, gübre sanayinin gelişmesi ve kredi olanaklarının sağlanması ile 1964'te 600.000 tona ve günümüzde ise 8,5 milyon tona ulaşmıştır.

Son yıllarda kimyasal gübre tüketiminde büyük artışların olmasına rağmen ülkemiz diğer gelişmiş ülkeler arasında daha az gübre tüketen ülke durumundadır. Ülkelerin ekilebilir alanları itibariyle gübre tüketimleri Cetvel 1. 1.'de verilmiştir (Anonymous, 1984).

Cetvel 1. 1. Ülkelerin ekilebilir alanları itibariyle saf bitki besin maddesi olarak gübre tüketimleri

Ülkeler	Gübre Tüketimi (kg/ha)
Hollanda	788,8
Japonya	437,0
F. Almanya	421,1
İngiltere	374,6
Yunanistan	161,1
Rusya	98,7
Türkiye	58,1
Hindistan	39,4

1. 2. Kimyasal Gübre Dağıtma Makinaları ve Bunlar İçerisinde Santrifüjlü Kimyasal Gübre Dağıtma Makinalarının Yeri

Kimyasal gübreler tarlaya kombine ekim makinalarıyla toprağa gömme şeklinde verilebildiği gibi; elle ya da serpmeye olarak

da verilmektedir.

Kimyasal gübrelerin serpme olarak tarlaya verilmesinde kullanılan makineler şu şekilde sınıflandırılmıştır.

1. Sandıklı dağıtıcılar;

- Tabaklı dağıtıcı,
- Kanatlı dağıtıcı,
- Helezonlu dağıtıcı,
- Zincirli dağıtıcı,
- Delikli plakalı dağıtıcı.

2. Geniş atma düzenli dağıtıcılar;

- Taşıyıcı helezonlu dağıtma düzenleri,
- Taşıyıcı bantlı ve zincirli dağıtma düzenleri,
- Pnömatik dağıtma düzenleri,
- Yatay ve dikey helezonlu dağıtma düzenleri.

3. Santrifüjli gübre dağıtma düzenleri;

- Sarkaç borulu dağıtma düzenleri,
- Diskli dağıtma düzenleri.

Sandıklı gübre dağıtma makineleri, gübreyi dağıtma organlarıyla depodan alıp serbest düşmeyle toprağa bırakan makinelerdir. İş genişlikleri 1,75 ... 4,00 m arasında değişir. Sandıklı gübre dağıtma makinelerinin yaygın olarak kullanılan tipleri tabaklı, kanatlı ve helezonlu gübre dağıtma sistemleridir.

Geniş atma düzenli makinelerin, iş verimi ve iş kalitelerinin yüksek olmasına karşın, günümüzde bu tip makinelerin imalatı söz konusu değildir.



Dağıtıcı organı, salınım hareketi yapan bir borudan oluşan sarkaç borulu santrifüjli gübre dağıtma makinelerinin imalatına son birkaç yıl içerisinde başlanmış olup, henüz yaygın bir kullanım alanı bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, santrifüjli gübre dağıtma makinesi ismi ile diskli tip santrifüjli gübre dağıtma makineleri anlatılmaktadır.

Kimyasal gübrelerin serpmeye olarak tarlaya verilmesinde iş kalitesindeki yetersizlik ve bundan kaynaklanan sakıncalara karşın; yapım kolaylığı, ilk alış fiyatlarının ucuz, iş verimlerinin yüksek, temizleme, bakım ve kullanma kolaylığı gibi üstünlükleri sebebiyle santrifüjli gübre dağıtıcılar daha yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ülkemizde sıraya ekim yapan makinelerin fiyatlarının pahalı olması sebebiyle santrifüjli gübre dağıtıcılar, birçok bölgelerimizde tahıl ekiminde de kullanılmaktadır. Özellikle polikültür üretimi yapan işletmelerde, hayvancılık işletmelerinde yem bitkileri tohumlarının ekiminde, sıraya ekim yapan makinelerin kullanılmayacağı çeltik tarımının yapıldığı bölgelerde santrifüjli gübre dağıtıcılar yaygın kullanım alanı bulmuştur (Erol, 1977).

Ülkemizde yapılan bir ankete göre kimyasal gübre dağıtma makinesi üretim kapasitesinin yaklaşık % 95'ini santrifüjli gübre dağıtıcıları oluşturmaktadır (Yıldız, 1985). Bu makinelerin üretimi 1975 yılından başlayarak hızla artmış, 1986 yılında yıllık üretim 20.192 sayısına ulaşmıştır. Aynı yıla ilişkin parktaki

toplam santrifüjlü gübre dağıtıcıların varlığı 140.994 'dür (Anonymous, 1987).

Santrifüjlü gübre dağıtıcılar, Tarım Orman Köyişleri Bakanlığı kayıtlarına göre, hâlen 7 ilde 15 imalatçı tarafından üretilmektedir.

### 1. 3. Santrifüjlü Kimyasal Gübre Dağıtma Makinalarının Yapısal Özellikleri

Santrifüjlü gübre dağıtıcılar, kimyasal gübreleri santrifüj kuvvetle tarla yüzeyine dağıtan makinalardır. Tek ve çift diskli tipleri bulunmaktadır.

Santrifüjlü gübre dağıtma makinası, dağıtılacak materyali taşıyan depo, depodaki gübrenin köprü yapmasını önleyen karıştırıcı ve gübreye gerekli ivmeyi veren dağıtıcı organdan oluşur. Ayrıca bu parçaların birbirine ve kuvvet kaynağına bağlanmasını sağlayan çatı ve hareket iletim düzeni bulunmaktadır.

Gübre depoları genellikle korozyona dayanıklı sac ya da cam yünü takviyeli plastik malzemeden yapılmaktadır. Depo içerisinde gübrenin kendi ağırlığıyla besleme açıklığından akışını sağlamak için, depo şekilleri yukarıdan aşağıya doğru daralan bir yapı gösterir. Yan yüzeylerin yatayla yaptıkları açı 55... 70° arasında değişir.

Tek diskli santrifüjlü gübre dağıtma makinalarında gübre

deposu ters kesik konik şeklindedir. Bu makinelerin bazılarında gübre akış açıklığının dağıtıcı organ üzerindeki yerini değiştirmek için, depolar ekseni etrafında döndürülebilmektedir. Bu durum hem dağılım deseninin düzgünlüğüne, hem de sınırlı gübrelemenin kolaylıkla yapılmasını sağlar. Çift diskli santrifüjlü gübre dağıtma makinelerinde ise depo şekli ters kesik piramit şeklinde bir yapı gösterir. Ülkemizde yaygın olarak imal edilen tek ve çift diskli santrifüjlü gübre dağıtma makinelerinin depoları 200...600 kg gübre alabilmektedir (Gökçebay, 1986).

Dağıtıcı organ, 300...500 mm çapında yatay dönen bir disk ve üzerinde bulunan 2...6 adet kanattan oluşmaktadır. Disklerin devir sayıları 720...800 1/min ve çevre hızları da 12...20 m/s arasında değişir (Mutaf, 1974). Depo tabanına yerleştirilmiş bulunan diskler düz veya iç bükey olabilir. Diskin iç bükey olması, gübrenin yere yatay olarak fırlatılması yerine, belli bir yükselme açısı kazanarak fırlatılmasını sağlar. Çoğunlukla açık olan disklerin kapalı olanlarına az da olsa rastlanmaktadır. Kapalı yapı, gübrenin diski yalnızca kanat uçlarından terketmesine yardımcı olur. Dağıtıcı disk bazı makinelerde bir, bazılarında ise iki tanedir. Disk üzerinde belli sayıda bulunan kanatlar, dağıtma materyalinin kazanacağı ivmeye etkili olan parçalardır. Kanat sayısının belirlenmesinde etkili olan faktörler Şekil 1. 1.'de verilmiştir. Bu faktörlerden faydalanılarak kanat sayısını veren bağıntı (Schilling, 1958);

$$Z = k \frac{D_2 - D_1}{D_2 + D_1} \sin \frac{\beta_2 + \beta_1}{2} \quad (1. 1)$$

Burada;

$Z$  = Kanat sayısı

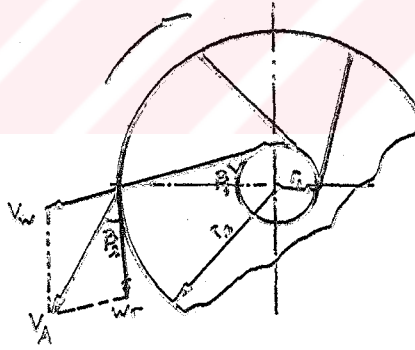
$D_1$  = Kanatların disk merkezindeki bağlantı noktalarının oluşturduğu dairenin çapı

$D_2$  = Dağıtıcı diskin en büyük çapı

$\beta_1$  = Kanatların disk merkezindeki bağlantı noktalarının oluşturduğu daire ile kanat doğrultusu arasındaki açı

$\beta_2$  = Materyalin kanadı terkettiği noktadaki santrifüj kuvvet ile bu noktadaki teğetsel kuvvetin bileşkesinin teğetsel kuvvet ile yaptığı açı

$k$  = Katsayı (4...6)



Şekil 1. 1. Disk üzerinde parçacığa etki eden kuvvetler

Fırlatılacak gübrenin kazanacağı ivme, kanat uzunluğu ile doğru orantılıdır. Gübrenin, kanat etki alanına girdiği noktanın

disk merkezine uzaklığına serbestlik yarıçapı adı verilir. Serbestlik yarıçapı bölgesinde disk üzerine düşen materyalin bir kısmı kanatların etkisine girmeksizin diskle birlikte dönebilir. Bu durumda materyale etki eden santrifüj kuvvet, disk ile materyal arasındaki sürtünme kuvvetinden küçük veya eşittir. Materyale etki eden santrifüj kuvvetle, materyal ile disk arasındaki sürtünme kuvvetinin eşit olduğu noktanın disk üzerinde çizdiği daireye sınır dairesi adı verilmektedir (Kanafojski, 1972).

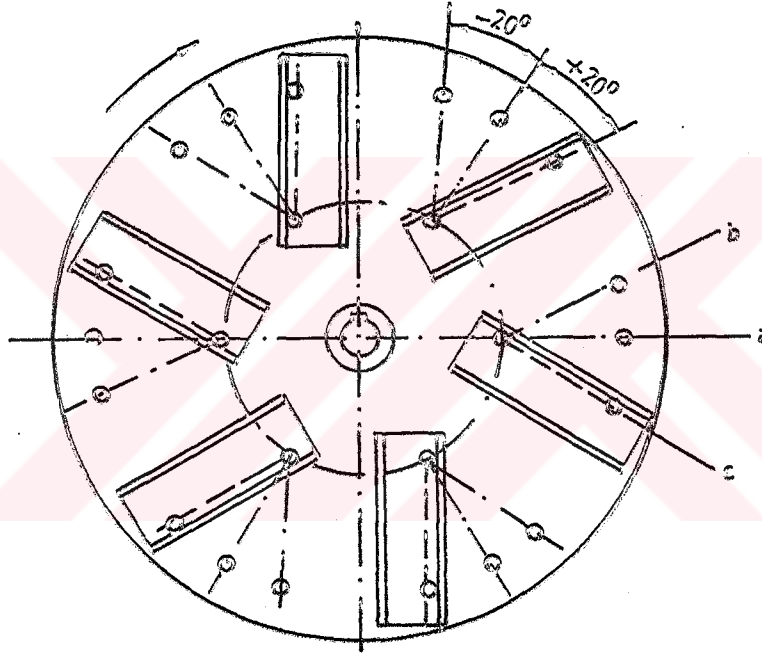
Kanat profilleri (Şekil 1. 2.), dağıtılacak materyali yatay düzlemde fırlatacak ve materyalin kanat ucuna varmadan diski terketmesini önleyecek özellikte olması gerekir (Gökçebay, 1986). Ülkemizde imal edilen makinalarda daire ve köşeli profil kanatlar yaygın olarak kullanılmaktadır (Önal, 1987).



Şekil 1. 2. Santrifüjlü gübre dağıtma makinalarında kullanılan bazı kanat profilleri (1. I profil, 2. Köşeli profil, 3. Yatık köşeli profil, 4. < profil, 5. Daire profil)

Kanat profilleri, disk üzerine genellikle üç veya dört konumda ayarlanabilen biçimde bağlıdır. Kanat konumu, gübrenin

kanadın etki alanına girdiği nokta ile kanadı terkettiği nokta arasındaki açıya ya da gübrenin kanadın terketme noktasının, etki alanına girdiği noktaya göre ileri-geri veya aynı doğrultuda olduğunu belirtir. İleri kanat konumu (+), geri kanat konumu (-) ile gösterilir. Şekil 1. 3. 'te (a) kanadın ( $0^\circ$  radyal), (b) ( $-20^\circ$  geri) ve (c) ( $+20^\circ$  ileri) konumunda olduğu görülmektedir.



Şekil 1. 3. Disk üzerindeki kanat konumları

Kanat konumu, kanat ile gübre arasındaki sürtünme sebebi ile gübrenin disk üzerinde kalma süresine etki eder.

Gübre, depo yan yüzeyinde veya tabanında bulunan ve aktif

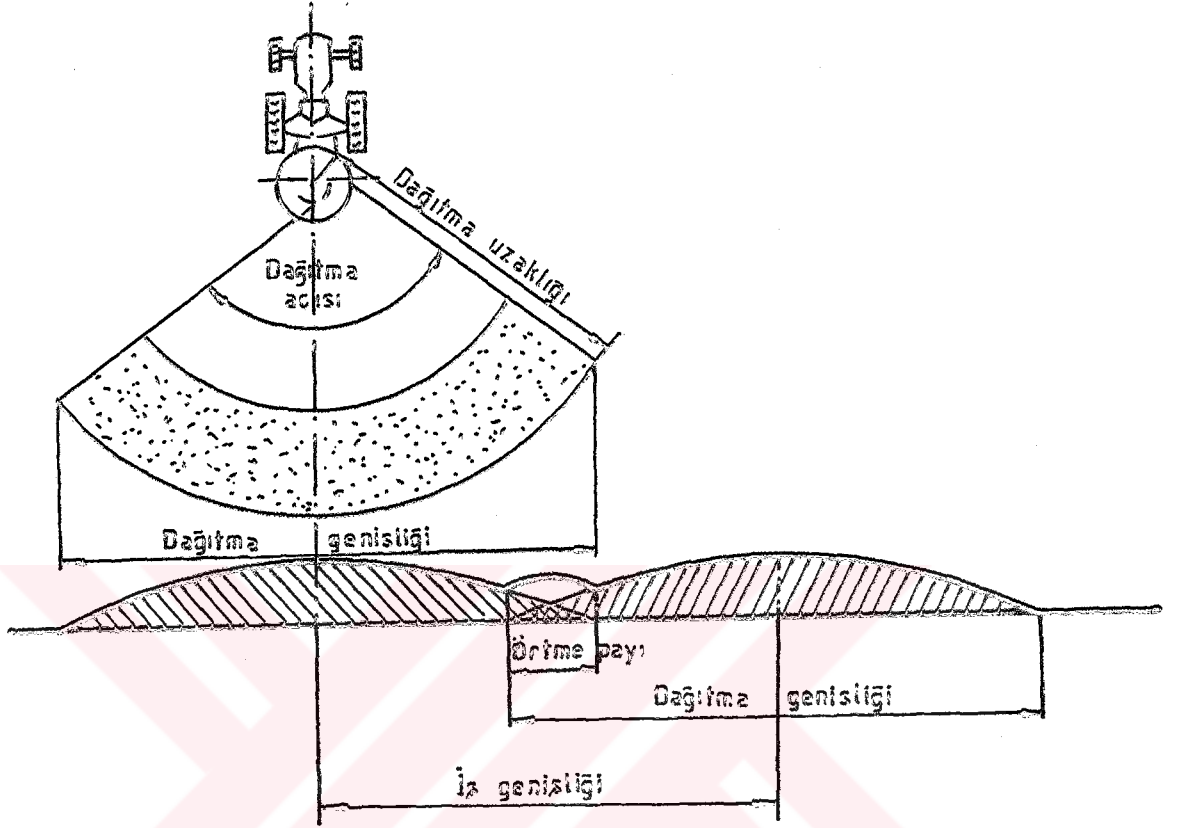
yüzeyi ayarlı besleme açıklıklarından disk üzerine doğrudan beslenir. Gübre besleme açıklıkları, tek diskli dağıtıcılarda iki, çift disklielerde her bir diskte birer adettir. Disk üzerine dökülen gübre miktarı, besleme açıklıkları aktif yüzeyinin değiştirilmesi ile ayarlanır. Santrifüjli gübre dağıtma makinelerinde birim alana atılacak gübre miktarı veya gübreleme normu, besleme açıklıklarından birim zamanda beslenen gübre miktarına, makinanın ilerleme hızına ve iş genişliğine bağlıdır.

Bu makinelerin fonksiyonel özellikleri dağılım desenleri ile ortaya konmaktadır. Makinanın ilerleme yönüne dik konumdaki dağılıma enine dağılım, aynı yöndeki dağılıma ise boyuna dağılım deseni denmektedir. Enine dağılım desenleri ile en iyi şekilde fonksiyonel özellikler ortaya konması sebebiyle bu desen üzerinde çalışılmaktadır. Materyal belli bir dağıtma açısı, dağıtma genişliği ve dağıtma uzaklığı ile tarlaya dağıtılır (Şekil 1. 4).

Birim alana atılan materyal miktarı, dağıtma genişliği boyunca makina ekseninden kenarlara doğru azalmaktadır. Homojen bir dağılımın sağlanabilmesi için gidiş ve gelişlerdeki dağılım alanlarının birbirine girişiminin sağlanması gerekir. Bu girişime örtmeli gübreleme, girişim miktarına da örtme payı adı verilir (Mutaf, 1974).

En fazla rastlanan enine dağılım desenlerinin üçgen, yamuk, oval ve çift tepeli yamuk biçiminde olduğu, yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur (Şekil 1. 5).

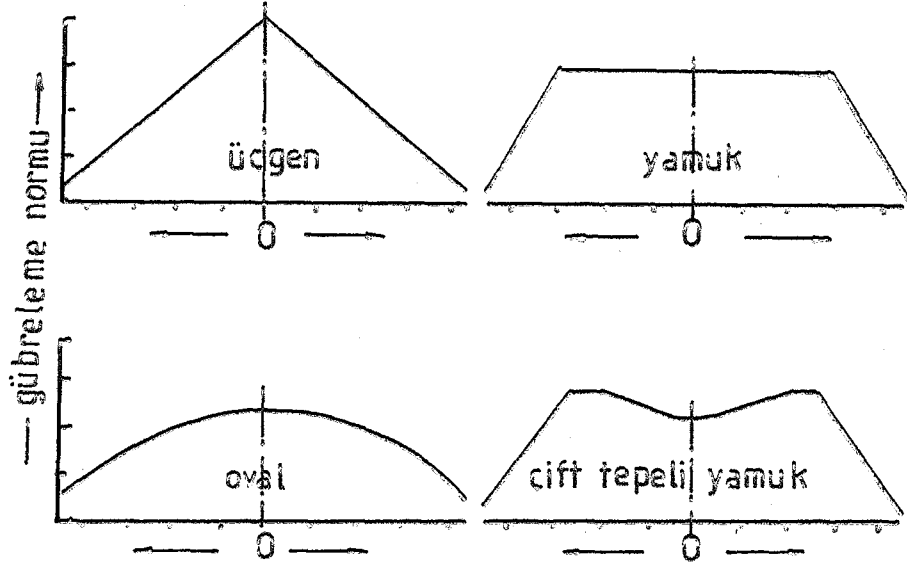
Üçgen ve oval desenlerde, iş genişliğinin yanlış seçilmesi sebebiyle örtme payında meydana gelen küçük değişiklikler, elde



Şekil 1. 4. Santrifüjlü gübre dağıtma makinelerinde gübrenin dağılımı (Mutaf, 1974)

edilen dağılımın düzgünlüğünü önemli ölçüde bozmaktadır. Bu sebeple üçgen ve oval desenler istenen desen tipleridir. Çift tepeli desenler, tepelerin eksenden olan uzaklıkları ve yüksekliklerine bağlı olarak örtme payındaki değişikliklere karşı hassas olup, istenmeyen bir desendir. Yamuk desenler iş genişliğinin doğru seçilmesi ve çalışma süresince korunabilmesi durumunda ideal bir desen tipidir (Glover ve Baird, 1973).



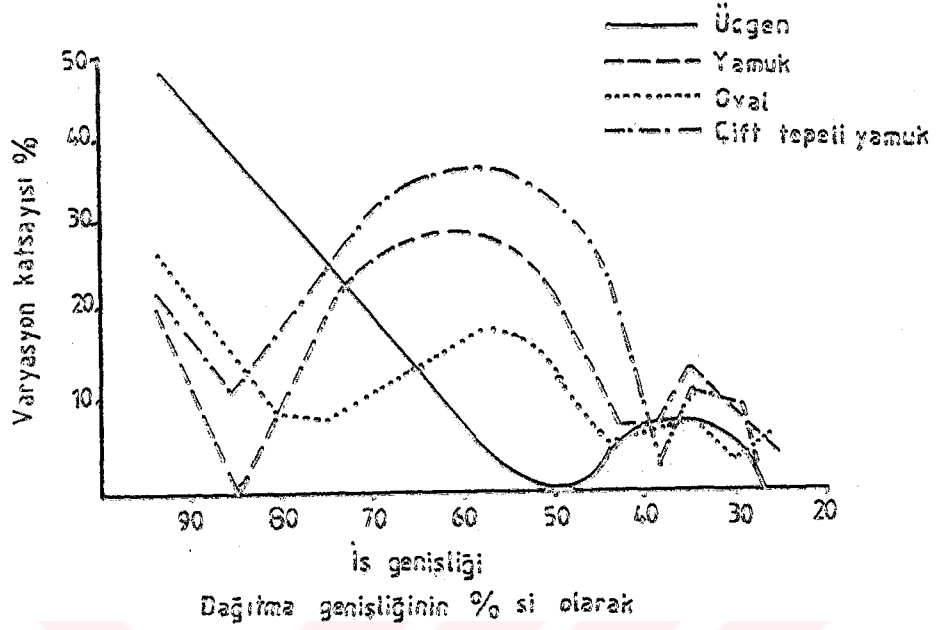


Şekil 1. 5. Santrifüjli gübre dağıtma makinalarında dağılım desenleri (Glover ve Baird, 1973)

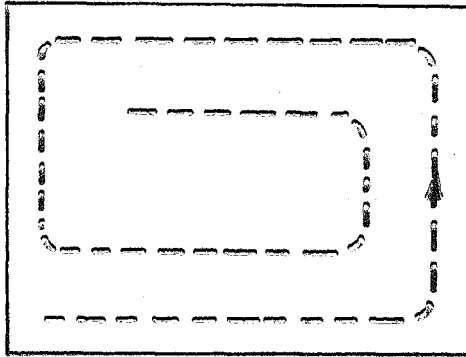
Bu desenlerdeki örtme paylarına bağlı olarak varyasyon katsayısının değişimi Şekil 1. 6. 'da verilmiştir.

Bu desenler, tarlada çalışma biçiminin belirlenmesinde bir gösterge olarak kullanılmaktadır. Makina eksenine göre simetrik olmayan desen oluşturan makinalarla dönerek, simetrik desen oluşturan makinalarla hem ileri-geri, hem de dönerek çalışma biçimi uygulanarak homojen dağılım sağlanabilir (Şekil 1. 7).

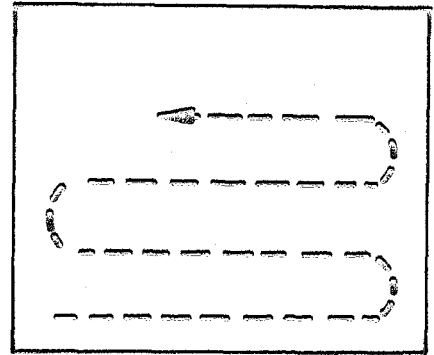
Gübrenin tarlaya ileri-geri hareketi ile verilmesi halinde verilmesi ile gübre dağılım grafiğinin sol tarafı sol tarafa, sağ tarafı ise sağ tarafa örtmeye tabi tutulur. Dönerek çalışma yönteminde ise gübre dağılım grafiğinin sol tarafı bir sonraki



Şekil 1. 6. Santrifüjlü gübre dağıtma makinalarında elde edilen dağılım desenlerinde varyasyon katsayısının iş genişliğine bağlı olarak değişimi (Glover ve Baird, 1973)



Dönerek



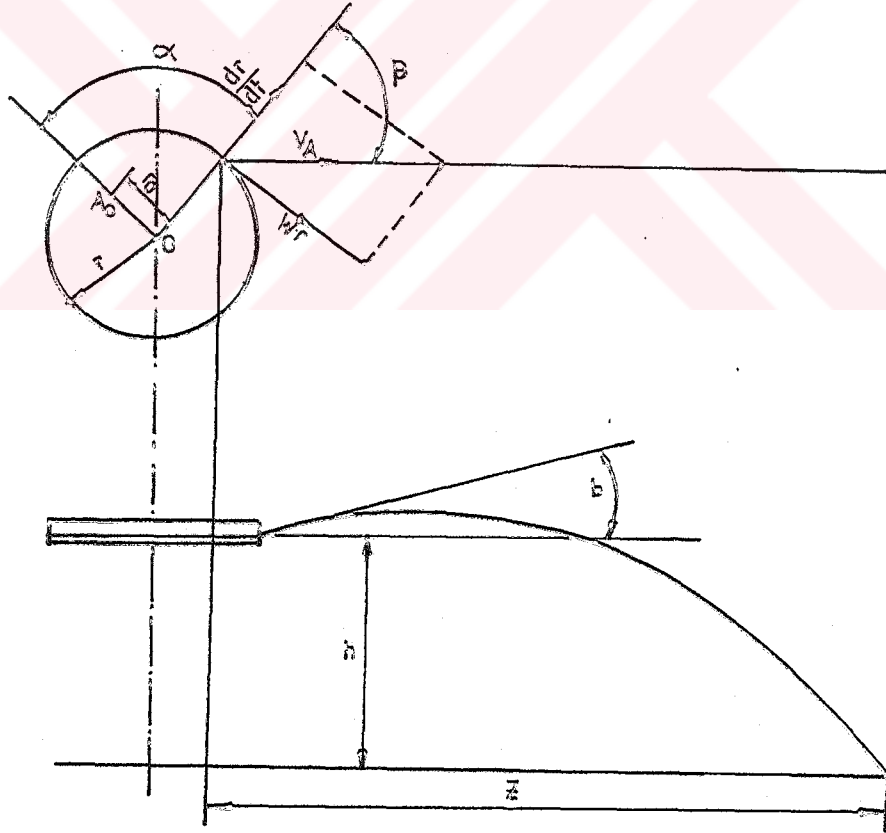
İleri-geri

Şekil 1. 7. Santrifüjlü gübre dağıtma makinaları ile tarlada çalışma yöntemleri

dönüşte sağ tarafla örtmeye tabi tutulur. Dönerek çalışma yöntemi genellikle düzgün şekilli olmayan alanlarda uygulanır. Ülkemizde santrifüjlü gübre dağıtma makineleri ile çalışmada genellikle ileri-geri yöntemi kullanılmaktadır (Önal, 1987).

Santrifüjlü gübre makinelerinde dağılım deseni ve genişliği, makinenin yapısal özellikleri ile dağıtılan materyalin fizikomekanik özelliklerine bağlıdır (Patterson ve Reece, 1962).

Şekil 1. 6. 'de yarıçapı ( $r$ ) olan disk üzerine ( $A_0$ ) noktasında bir parçacığın düştüğü kabul edilecek olursa, bu parçacığın fırlatılma uzaklığı  $Z = f(\alpha, \beta, w, h, b, m, r_0)$  'dir.



Şekil 1. 6. Santrifüjlü gübre dağıtma makinelerinde dağılıma etki eden faktörler (Patterson ve Reece, 1962)

Burada;

$c$  = Parçacığın kanat etki alanına girdiği andan, kanat ucundan fırlatılincaya kadar geçen sürede kanadın çizdiği açı ( $^{\circ}$ )

$\beta$  = Parçacığın diski terkettiği noktadaki yarıçap ile izlediği yol arasındaki açı ( $^{\circ}$ )

$b$  = Parçacığın diski terkettiği doğrultu ile disk tabanı arasındaki açı ( $^{\circ}$ )

$\omega$  = Diskin açısal hızı (1/s)

$n$  = Diskin devir sayısı (1/min)

$V_A$  = Diski terkeden parçacığın mutlak hızı (m/s)

$\frac{dr}{dt}$  = Parçacığın diski terkettiği noktadaki radyal hız (m/s)

$h$  = Diskin yerden yüksekliği (m)

$m$  = Parçacığın kütlesi ( $\text{kgs}^2/\text{m}$ )

$r$  = Disk yarıçapı (m)

$r_0$  =  $A_0$  noktasının disk merkezine uzaklığı (m)

Bu faktörlerden  $m$ ,  $r_0$ ,  $c$  ve  $\beta$  sürekli değişmeler gösterdiğinden (Z) noktasının yeri yani bir parçacığın fırlatılma uzaklığı da, küre biçimli ideal parçacıklar için bile, farklı olacaktır. Küre biçimli olmayan parçacıkların havaya gösterdiği yüzey sürekli değişmeler göstereceğinden, havanın parçacığa göstereceği direnç de sürekli değişecektir. Bu durum parçaların fırlatılma uzaklıklarının farklılığına yol açacak, dolayısıyla birim alana düşecek miktarı etkileyecektir. Ayrıca disk üzerine

düşen parçaların sıçraması, parçaların birbirleriyle ve kanatla sürtünmesi, parçaların disk üzerinde kayarak veya yuvarlanarak hareketleri aynı ağırlıklı ve boyutlu parçaların bile farklı uzaklıklara fırlatılmalarına yol açacaktır (Patterson ve Reece, 1962).

Santrifüjlü gübre dağıtma makinalarında dağılım desenine etki eden faktörler aşağıdaki gibi gruplandırılabilir (Mennel ve Reece, 1963; Göhlich ve Kesten, 1972).

- a- Gübrenin fizikomekanik özellikleri,
- b- Dağıtıcı diskin devir sayısı, çapı, iç bükeyliği, yerden yüksekliği ve yataylık durumu,
- c- Dağıtıcı disk üzerindeki kanat profili, konumu, uzunluğu, yarıçapı ve sayısı,
- d- Besleme açıklığının kesit alanı, şekli ve konumu,
- e- Gübrenin disk üzerine düşme yeri ve besleme hızı,
- f- Çalışma sırasında makinarya etki eden darbe ve sarsıntılar.

#### 1. 4. Santrifüjlü Kimyasal Gübre Dağıtma Makinalarında Parçacık Hareketi İle İlgili Bazı Teorik Esaslar

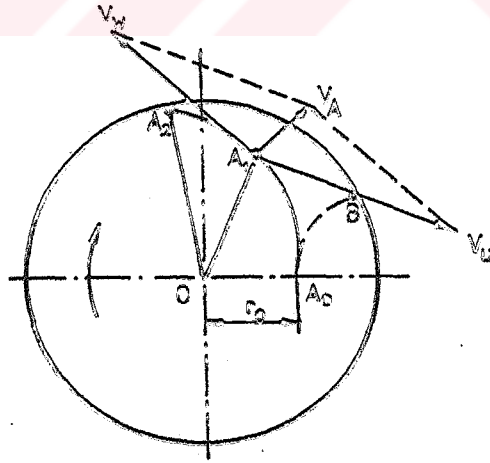
Gübre parçacıklarının disk üzerindeki hareketi iki safhada incelenebilir;

- Gübrenin kanatsız disk üzerindeki hareketi,
- Gübrenin kanat üzerindeki hareketi.

Gübre parçacıklarının disk üzerindeki hareket yörüngesi Şekil 1. 9.'da verilmiştir. Sabit hızla dönen disk üzerine gübre parçacığının merkezden ( $r_0$ ) uzaklığında bulunan ( $A_0$ ) noktasına düştüğü kabul edildiğinde;

$$\mu mg \geq m r_0 \omega^2 \quad \text{veya} \quad n' \leq \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{\mu g}{r_0}} \quad (1. 2)$$

bağıntısı mevcut oldukça parçacık, disk üzerinde hareketsiz kalır. Diğer bir deyimle, parçacık ( $r_0$ ) yarıçapı ile diskle beraber döner,  $n'$ , parçacığın disk üzerinde henüz harekete geçmediği maksimum devir sayısıdır. Parçacık sürtünme kuvvetinin, santrifüj kuvvet (atalet kuvveti) tarafından yenilebilmesi ve parçacığın disk kenarına doğru hareket yapabilmesi için, parçacığın disk üzerine bu yarıçap dışında dökülmesi gerekir.



Şekil 1. 9. Kanatsız dönen bir disk üzerindeki parçacığın hareketi

$n > n'$  olduğu zaman, santrifüj kuvvet, sürtünme kuvvetinden büyük olacağından, parçacık ( $A_0A_2$ ) yörüngesi boyunca kaymaya başlar. Kayma büyüklüğüne göre ( $A_0A_2$ ) yörüngesi değişir.

Parçacık ( $A_1$ ) noktasına geldiği zaman parçacığın fırlatılma hızı ( $V_A$ ), ( $V_u$ ) çevre hızı ile ( $V_w$ ) diske göre gübre parçasının hızı olmak üzere iki bileşenine ayrılabilir.

Bu durumda,

$$\vec{V}_A = \vec{V}_w + \vec{V}_u \quad \text{olur.} \quad (1.3)$$

Bu eşitlikle;

$V_A$  = Parçacığın ( $OA_1$ ) yarıçapına göre fırlatılma hızı,

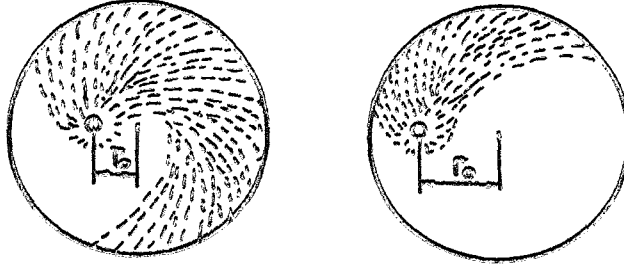
$V_w$  = Parçacığın  $A_1$  noktasında diske göre hızı (rölatif hız),

$V_u$  = ( $OA_1$ ) yarıçapındaki çevre hızı (teğetsel hız) dır.

Parçacığın disk üzerinde ( $A_0A_2$ ) yörüngesi izlemesine karşın  $A_2$  noktası bu süre içerisinde B noktasına geldiğinden gerçek yörünge ( $A_0B$ ) olur.

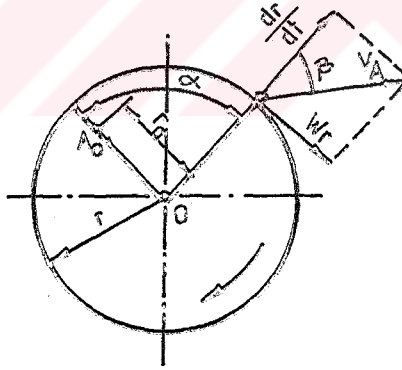
Gübrenin disk üzerindeki yörüngesinin şekli büyük ölçüde besleme yarıçapına bağlıdır (Şekil 1. 10). Besleme yarıçapı ( $r_0$ ) büyüdükçe aksiyon bölgesi daralır, gübre daha erken diski terkeder.

Santrifüjli gübre dağıtma makinalarının diskleri üzerinde radyal veya radyal konuma göre belli bir açı ile tespit edilmiş kanat profilleri bulunur.



Şekil 1. 10. Değişik besleme yarıçapında gübrenin kanatsız disk üzerindeki hareketi

Radyal kanat konumlu bir disk üzerine ( $A_0$ ) noktasından beslenen gübre parçacığı, sabit hızla dönen kanadın etki alanına girerek kanat ucuna taşınır ve fırlatılır (Şekil 1. 11).



Şekil 1. 11. Radyal kanat konumlu dönen bir disk üzerindeki parçacığın hareketi

Bu şekilde;

$\alpha$  = Parçacığın disk üzerinde süpürdüğü açı ( $^{\circ}$ )



$\beta$  = Parçacığın fırlatılma açısı ( $^{\circ}$ )

$\frac{dr}{dt}$  = Parçacığın diski terkettiği noktadaki radyal hız (m/s)

$V_A$  = Parçacığın fırlatılma hızı (m/s)

$w$  = Diskin açısal hızı (1/s)

$r$  = Diskin yarıçapı (m)

$r_0$  = Parçacığın disk merkezine uzaklığı (m)

$A_0$  = Parçacığın disk üzerine bırakıldığı nokta

Kanatlar, radyal konuma göre belli bir ( $\Psi$ ) açısı yapacak biçimde geri konumda yerleştirildiklerinde parçacığın fırlatılma hızı:

$$\vec{V}_A = \vec{V}_w \cdot \cos \Psi + \vec{V}_u \quad (1.4)$$

$$\vec{V}_u' = \vec{V}_u - \vec{V}_w \sin \Psi \quad (1.5)$$

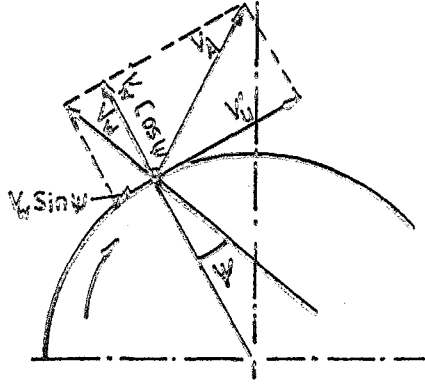
eşitliğinden bulunur. Geri kanat konumunda parçacığın fırlatılma hızı, radyal kanat konumunda elde edilenden daha küçük olacağından, bunun sonucu olarak da dağılım genişliği daha az olur (Şekil 1. 12).

Kanatların radyal konuma göre ( $\Psi$ ) açısı kadar ileri konumda yerleştirilmesi durumunda parçacığın fırlatılma hızı:

$$\vec{V}_A = \vec{V}_w \cdot \cos \Psi + \vec{V}_u' \quad (1.6)$$

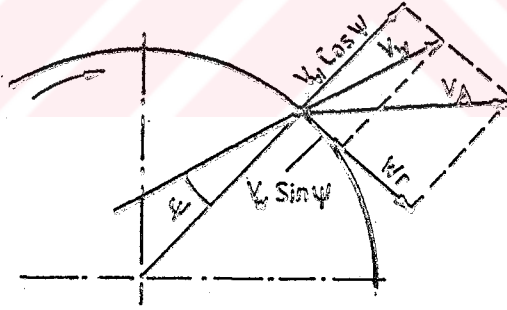
$$\vec{V}_u' = \vec{V}_u + \vec{V}_w \sin \Psi \quad (1.7)$$

eşitliğinden bulunur.



Şekil 1. 12. Geri kanat konumlu dönen bir disk üzerindeki parçacığın hareketi

İleri kanat konumunda parçacığın fırlatılma hızı radyal kanat konumunda elde edilenden daha büyük olur (Şekil 1. 13).

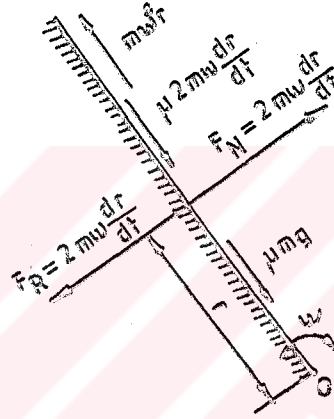


Şekil 1. 13. İleri kanat konumlu dönen bir disk üzerindeki parçacığın hareketi

Parçacığın hareketini etkileyen başlıca faktörler, gübre ile disk ve gübre ile kanatlar arasındaki sürtünme katsayısı ve parçacığın şeklidir. Parçacığın şekli, onun hareket biçimini

(kayma, yuvarlanma veya her ikisi) belirler.

(w) açısal hızı ile dönmekte olan radyal bir kanat üzerinde, kanadın parçacığı çarpma durumunda (kanadın çarpması ihmal edildiğinde) etkili olan kuvvetler Şekil 1. 14.'de görülmektedir. Burada, gübre ile disk ve gübre ile kanat arasındaki sürtünme katsayısı eşit kabul edilmiş olup ( $\mu$ ) ile gösterilmiştir.



Şekil 1. 14. Radyal kanat konumlu dönen bir disk üzerindeki parçacığa etki eden kuvvetler

Kuvvetlerin denge denkleminde;

$$m \frac{d^2 r}{dt^2} - mw^2 + \mu \cdot 2mw \frac{dr}{dt} + \mu \cdot mg = 0 \quad (1. 8)$$

Kanat boyunca harekete ait denklem:

$$\frac{d^2 r}{dt^2} + \mu \cdot 2w \frac{dr}{dt} - w^2 r = -\mu g \quad (1. 9)$$

Şekil 1. 11. 'den

$$\beta = \text{Arc tan } \frac{wr}{dr} / dt \text{ ise} \quad (1. 10)$$

Parçacığın disk kenarından fırlatılma hızı:

$$v_A = \sqrt{w^2 r^2 + \left(\frac{dr}{dt}\right)^2} \quad (1. 11)$$

Sürtünme dikkate alınmadığında ( $\mu = 0$ ), (1. 9) nolu eşitlik;

$$\frac{d^2 r}{dt^2} - w^2 r = 0 \quad (1. 12)$$

şekline dönüşür. Diferansiyel denklemin çözümünden

$$\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 = w^2 r^2 + A \quad (1. 13)$$

Materyal disk kenarından verilirse  $r_0 = r$ ,  $\frac{dr}{dt} = wr$  olacağından, bu değer (1. 11) nolu eşitlikte yerine konursa;

$$v_A = wr \sqrt{2} \quad (1. 14)$$

eşitliği elde edilir.

Buradan, sürtünmenin dikkate alınmadığı radyal kanatla teorik fırlatma açısının  $\beta = 45^\circ$  olacağı ortaya çıkar. Uygulamada sürtünme katsayısının ve kanat konum açısının etkisiyle ( $\beta$ )

fırlatma açısı daima  $45^\circ$  den daha küçük değerde meydana gelir.

( $\mu$ ) sürtünme kuvveti büyük ve disk devir sayısı küçük olursa;

$$r_0 \cdot \omega^2 = \mu \cdot g \quad (1.15)$$

durumu meydana geleceğinden, parçacık disk üzerinde hareket yapmadan diskle beraber döner. Parçacığın kanat ucuna taşınarak fırlatılmasını sağlamak için disk üzerine sınır dairesi yarıçapı dışından dökülmesi gerekir.

Radyal kanat boyunca hareket yapan parçacığın hızı, belirli bir ( $\mu$ ), ( $r$ ) ve ( $\omega$ ) değerlerinde aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$D = \sqrt{\mu^2 + 1} - \mu \text{ ise} \quad (1.16)$$

$$\frac{dr}{dt} \approx D r \omega = r \omega (\sqrt{\mu^2 + 1} - \mu) \quad (1.17)$$

Yukarıdaki eşitliği göre; parçacığın fırlatılma hızının disk yarıçapı, açısal hız ve parçacığın disk ve kanat yüzeyindeki sürtünme katsayısı ile orantılı olduğu görülmektedir.

Santrifüjlü gübre dağıtma makineleriyle düz ve meyilli çalışma şartlarında gübre parçacığının teorik uçuş mesafesi hesaplanabilir (Şekil 1. 15).

$C_1BC$  düzlemine dik durumda, parçacığın ilk hızı sıfır ve ivmesi  $-g \cos \theta$ 'dir.

Düzleme dik harekette hava direnci ihmal edilirse;

$$h = \frac{1}{2} g \cos \theta t^2 \quad (1. 18)$$

$$t = \sqrt{\frac{2 h}{g \cos \theta}} \quad (1. 19)$$

Burada:

$h = C_1 BC$  eğik düzlemi ile disk arasındaki düşey mesafe

$t =$  Parçacığın uçuş zamanı

Eşitlikte  $\theta$  ve  $h$  yüksekliği sabit olduğundan  $t$  uçuş zamanı da sabittir.

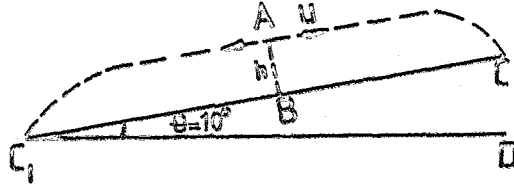
Parçacık  $u$  fırlatma hızında meyil yukarı fırlatılması halinde, parçacık  $AC$  uçuş yörüngesini takip ederek  $BC$  uzaklığına ulaşır.

$$BC = u \sqrt{\frac{2 h}{g \cos \theta}} - h \tan \theta \quad (1. 20)$$

Parçacığın,  $u$  fırlatma hızı ile meyil aşağı fırlatılması halinde  $BC_1$  mesafesi:

$$BC_1 = u \sqrt{\frac{2 h}{g \cos \theta}} + h \tan \theta \quad (1. 21)$$

olur.



Şekil 15. Gübre parçacığının meyilde teorik uçuş yörüngesi

$\theta = 0^\circ$  olması, yani düzde çalışma şartlarında ise;

$$BC_0 = u \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (1. 22)$$

olur.

Parçacığın, meyil yukarı ve meyil aşağı fırlatılması halinde ulaştıkları mesafeleri, düzde çalışma şartlarında ulaştıkları mesafeye oranlar ise;

$$L_{my} = \frac{BC}{BC_0} = \sqrt{\sec \theta} - \frac{\tan \theta}{u} \sqrt{\frac{g h}{2}} \quad (1. 23)$$

$$L_{ma} = \frac{BC_1}{BC_0} = \sqrt{\sec \theta} + \frac{\tan \theta}{u} \sqrt{\frac{g h}{2}} \quad (1. 24)$$

bulunur.

Şu halde, gübre parçacığı düzde çalışmaya göre meyil yukarı fırlatmada daha yakına, meyil aşağı fırlatmada ise daha uzağa düşecektir.

Bu çalışmada, literatür bilgilerinin ve deneysel bulguların ışığı altında dağılım düzgünlüğüne etki eden önemli bazı yapısal özellikler değiştirilerek, bu yapısal değişikliklerin dağılım düzgünlüğüne etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu araştırmada, önce konu ile ilgili genel bilgiler verildikten sonra literatür gözden geçirilmiş, daha sonra deney materyali olarak kimyasal gübrelerin bazı fizikomekanik özellikleri ile araştırma konusu olan makinanın teknik özellikleri tanımlanmıştır. Metod bölümünde verilerin elde olunmasında ve değerlendirilmesinde yararlanılan yöntemler ile denemelerin düzenlenmesi ve yürütülmesine ilişkin bilgiler verilmiştir. Dördüncü bölümde, araştırma sonuçları verilmiştir. Araştırma sonuçları irdelenerek varılan yargılara ve bazı karşılaştırmalara dayanılarak yapılan yorumlara ise, tartışma bölümünde yer verilmiştir.



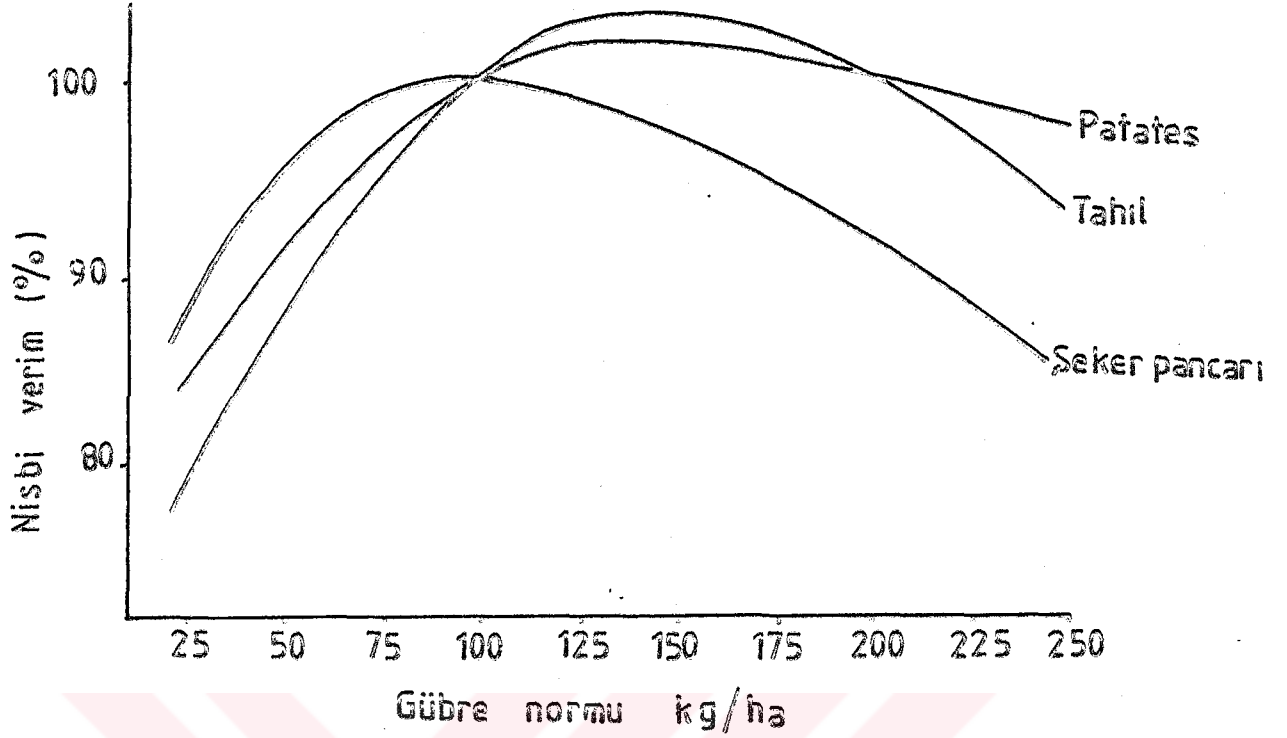
## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

PRUMMEL ve DATEMA (1962), yaptıkları çalışmada gübre dağılım düzgünlüğü ile buğday, patates ve şeker pancarında, verim kayıpları arasındaki ilişkiyi belirtmişlerdir. Farklı miktarlardaki azot gübresi ile buğday, patates ve şeker pancarı verimi arasındaki ilişki, ortalama verim eğrisi ile gösterilmiştir (Şekil 2. 1). Elde edilen eğrilerin biçiminin değişik ürün ve toprak şartlarında yıldan yıla değişebileceği belirtilmektedir.

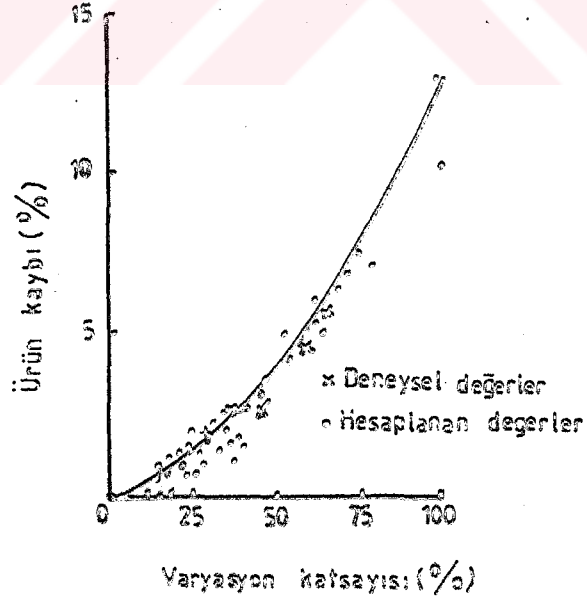
Aynı araştırmacılar düzensiz azotlu gübre dağılımına bağlı olarak tahildaki verim kayıplarını deneysel olarak ve Mitscherlich ortalama üretim eğrisinden hesaplayarak bir grafik halinde göstermişlerdir (Şekil 2. 2).

PATTERSON (1964), meyilde çalışan gübre dağıtma makinalarının dağılım desenlerinin tespiti için metod vermiş ve dağılımı teorik olarak incelemiştir. Diskli dağıtıcıların 10°'lik meyilli şartlarda dağılım desenlerini belirlemiştir.

Diskli dağıtıcılarda meyilin oldukça etkili olduğunu ve meyil yukarı daha fazla materyalin toplandığını ortaya koymuştur.



Şekil 2. 1. Azot gübresi ile gübreleme normlarına bağlı olarak buğday, patates ve şeker pancarında nisbi verim artışı (Prummel ve Datema, 1962).



Şekil 2. 2. Düzensiz azotlu gübrelemeye bağlı olarak tahılda verim kayıpları (Prummel ve Datema, 1962).

Ortaya çıkan düzensiz dağılımın meyilli şartlarda, gübrenin disk üzerine dökülme noktasının değişmesinden kaynaklandığı sonucuna varmıştır. Ayrıca, sarkaç borulu makinelerle yapılan aynı bir tür çalışmada, dağılım desenlerine meyilin etkisinin diskli dağıtıcılarda olduğu kadar büyük olmadığını ortaya koymuştur.

BUREMA (1970), dağılım düzensizliğinin değerlendirilmesinde ( $\bar{d}$ ) ve ( $dm$ ) değerlerinden yararlanarak bir düzensizlik katsayısı eşitliğini geliştirmiştir.

$$r = c \cdot j \sqrt{\left(\frac{\bar{d}}{a}\right)^k + \left(\frac{dm}{b}\right)^k} \quad (2.1)$$

Burada:

$r$  = Düzensizlik katsayısı

$\bar{d}$  = Ortalama sapma

$dm$  = Maksimum sapma

$c$  = Büyültme faktörü

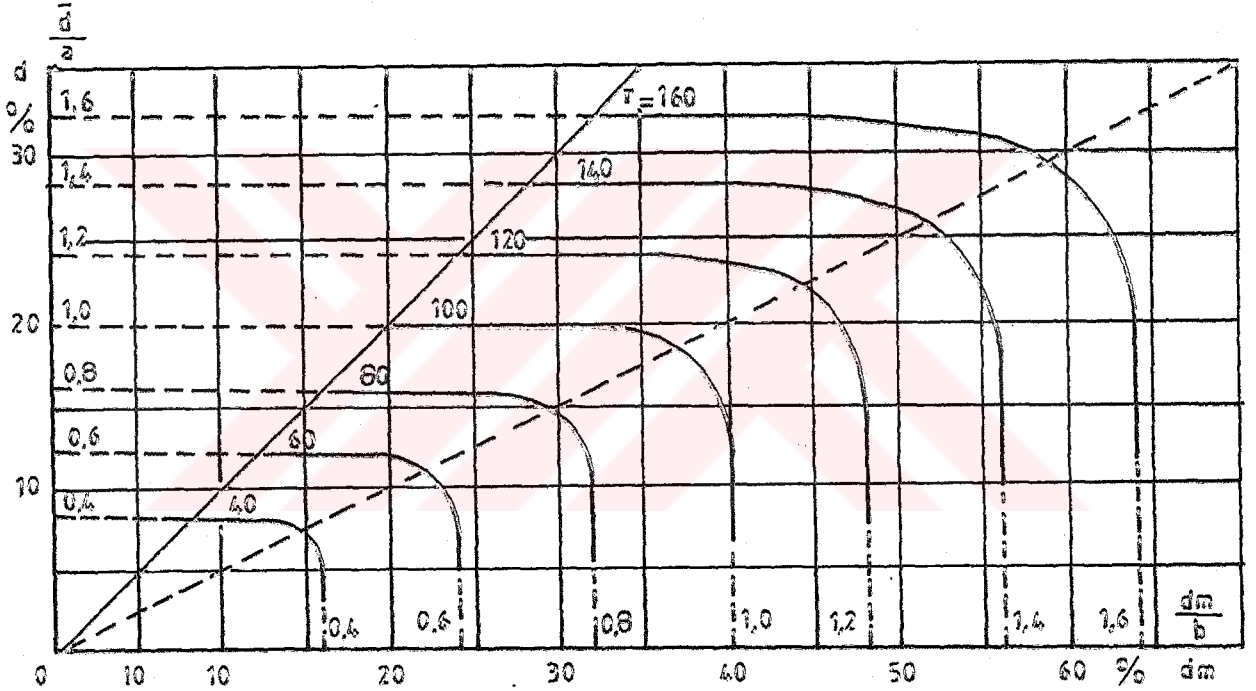
$a, b, j, k$  = katsayılar

Yazar, ( $c$ ), ( $j$ ) ve ( $k$ )'nın sabit değerlerinde, ( $r$ ), ( $\bar{d}/a$ ) ve ( $dm/b$ ) arasındaki ilişkiyi monogramlarda göstererek dağılım düzensizliğinin değerlendirilmesinde bunlardan yararlanmıştır. Bu monogramlarda ( $k$ ) değeri ( $r$ ) çizgisinin biçimini, ( $j$ ) değeri ise bu çizginin derecelenmesini belirler. ( $k$ ) değeri arttıkça ( $r$ ) çizgisi köşeli bir yapıya kavuşmakta ve ( $j = k$ ) durumunda ( $r$ ) çizgileri arasındaki uzaklık eşit olmaktadır.

Yazar tarafından,  $c = 100$ ,  $a = 20$ ,  $b = 40$ ,  $j = k = 8$  değerleri dikkate alınarak;

$$r = 100 \sqrt{\left(\frac{\bar{d}}{20}\right)^8 + \left(\frac{dm}{40}\right)^8} \quad (2.2)$$

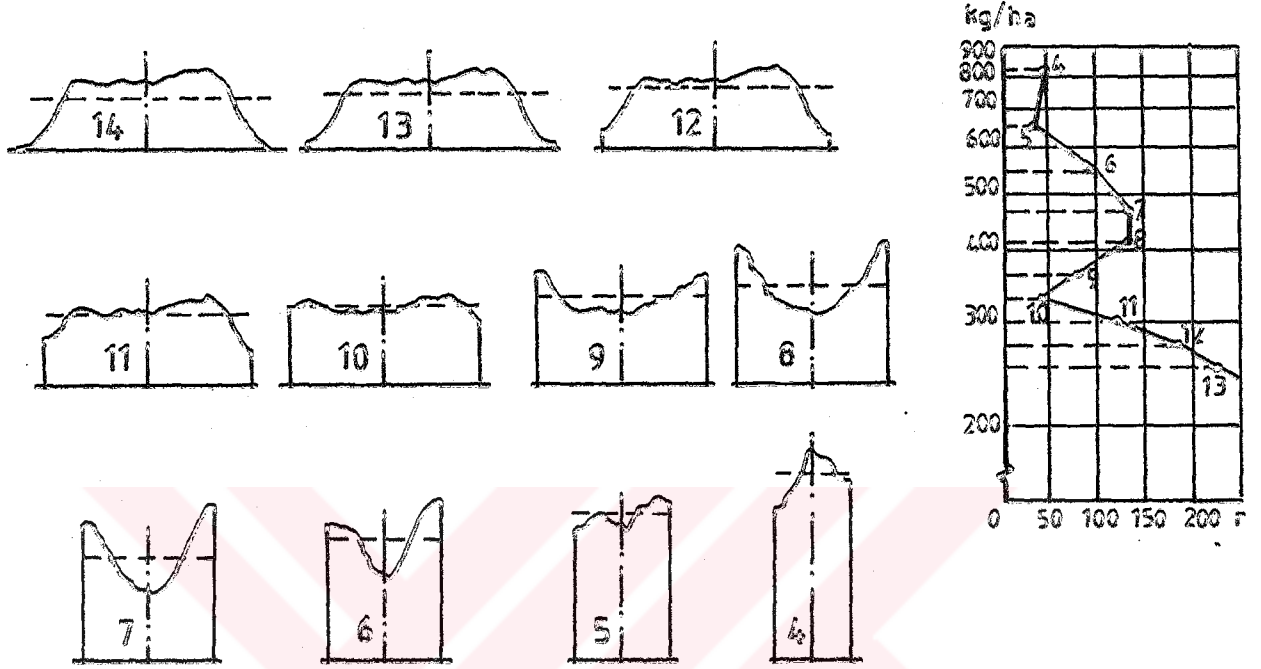
eşitliği için geliştirilen monogram Şekil 2. 3'te verilmiştir.



Şekil 2. 3. (r) düzensizlik katsayısının değerlendirilmesinde kullanılan monogram (Burema, 1970).

Dağılım genişliği 14 m olan bir çalışmada, farklı örtme paylarında meydana gelen dağılım desenlerini ve yine bunlara bağlı olarak elde edilen gübreleme normu değerlerini ve (r)

düzensizlik katsayılarını Şekil 2. 4'de vermiştir.



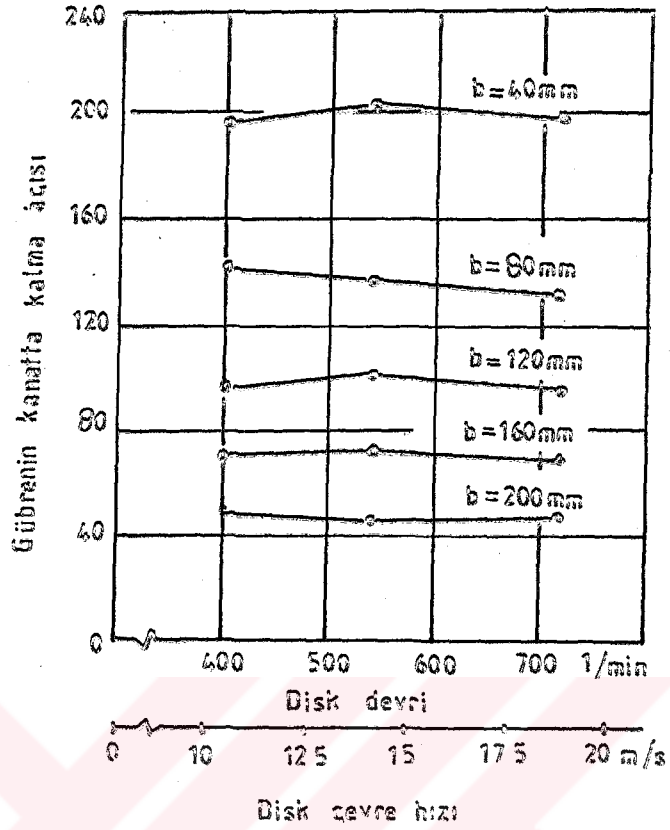
Şekil 2. 4. Değişik örtme paylarına bağlı olarak meydana gelen dağılım desenleri ve bunlara ait (r) düzensizlik katsayıları (Burema, 1970).

Düzensizlik katsayısı (r) 'nin 50'nin altında olduğu durumlarda dağılım düzgünlüğünün arttığı ve dağılımın daha düzenli hale getirilmesi için dağılımın sağ ve sol her iki tarafından örtme yapılmasının gerekli olduğunu, (r) katsayısının büyümesi halinde ise dağılım düzgünlüğünü sağlamak için dağılım desenine göre yalnızca sağ veya sol taraftan örtme yapmanın yeterli olacağını belirtmiştir.

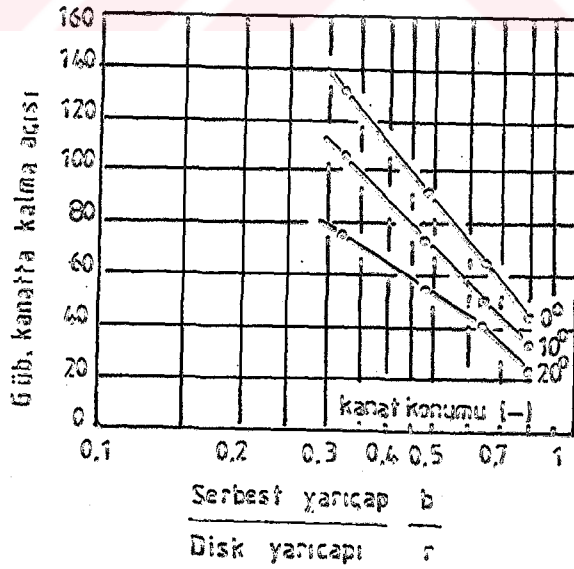
REED ve WACKER (1970), gübre dağıtma makinalarının laboratuvar şartlarında dağılım desenlerinin belirlenmesi için yeni bir yöntem kullanmışlardır. Bu yöntemde traktöre bağlanan gübre dağıtma makinası sabit, yan yana bir platform üzerine yerleştirilmiş toplama kutuları ise hareketlidir. Dağılım deseninin şekline göre, örtmenin nereden ve nasıl yapılacağı, kompüter program ile belirlenmiştir. Araştırmacılar, dağılım desenine etkili faktörleri, materyalin cinsi, diskin yapısı, diskin devir sayısı, disk kanatlarının ayar durumu, gübre besleme ağzının yeri ve biçimi ile birim alana atılacak materyal miktarı olarak belirlemişlerdir.

GÖHLICH ve KESTEN (1972), dağılım düzgünlüğüne etki eden faktörleri belirtmişlerdir. Gübrenin disk üzerindeki hareketini incelemek için diske hareket veren kademesiz bir dişli kutusu kullanmışlar ve kanatların sayısını, şeklini, uzunluğunu, bağlantı durumunu değişebilir hale getirmişlerdir. Gübrenin disk üzerindeki hareketini özel bir elektromanyetik yol verme düzenine bağlı fotoğraf makinası ile tespit etmişlerdir.

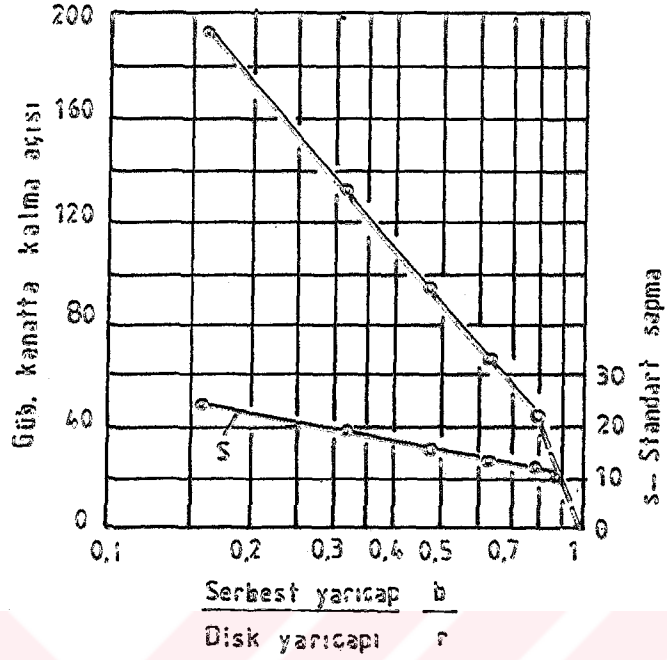
Gübrenin disk üzerindeki hareketine etki eden faktörleri Şekil 2. 5; 2. 6; 2. 7; 2. 8 'de vermişlerdir.



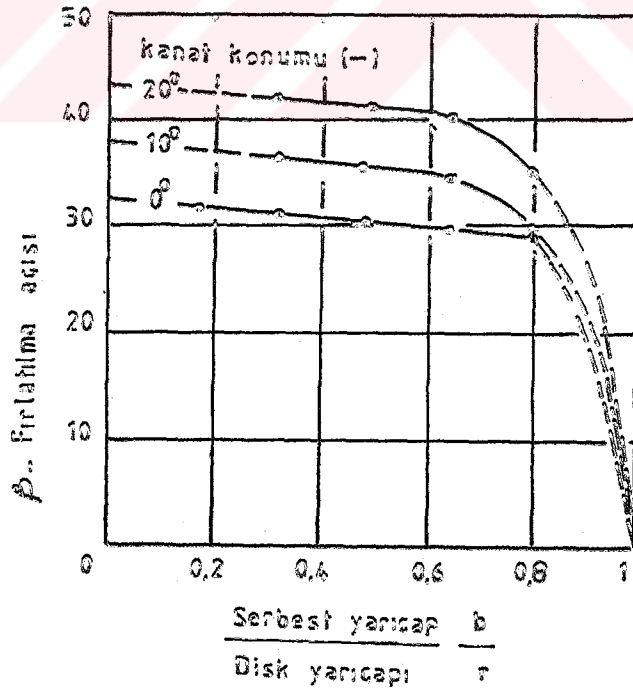
Şekil 2. 5. Gübrenin kanatta kalma açısının, disk devri ve serbestlik yarıçapı ile ilişkisi (Göhlich ve Kesten, 1972).



Şekil 2. 6. Değişik kanat konum açılarında serbestlik yarıçapının gübrenin kanatta kalma açısına etkisi (Göhlich ve Kesten, 1972).



Şekil 2. 7. Gübrenin kanatta kalma açısının serbestlik yarıçapı ile ilişkisi (Göhlich ve Kesten, 1972).



Şekil 2. 8. Değişik kanat konum açılarında, serbestlik yarıçapının gübrenin fırlatılma açısına etkisi (Göhlich ve Kesten, 1972).



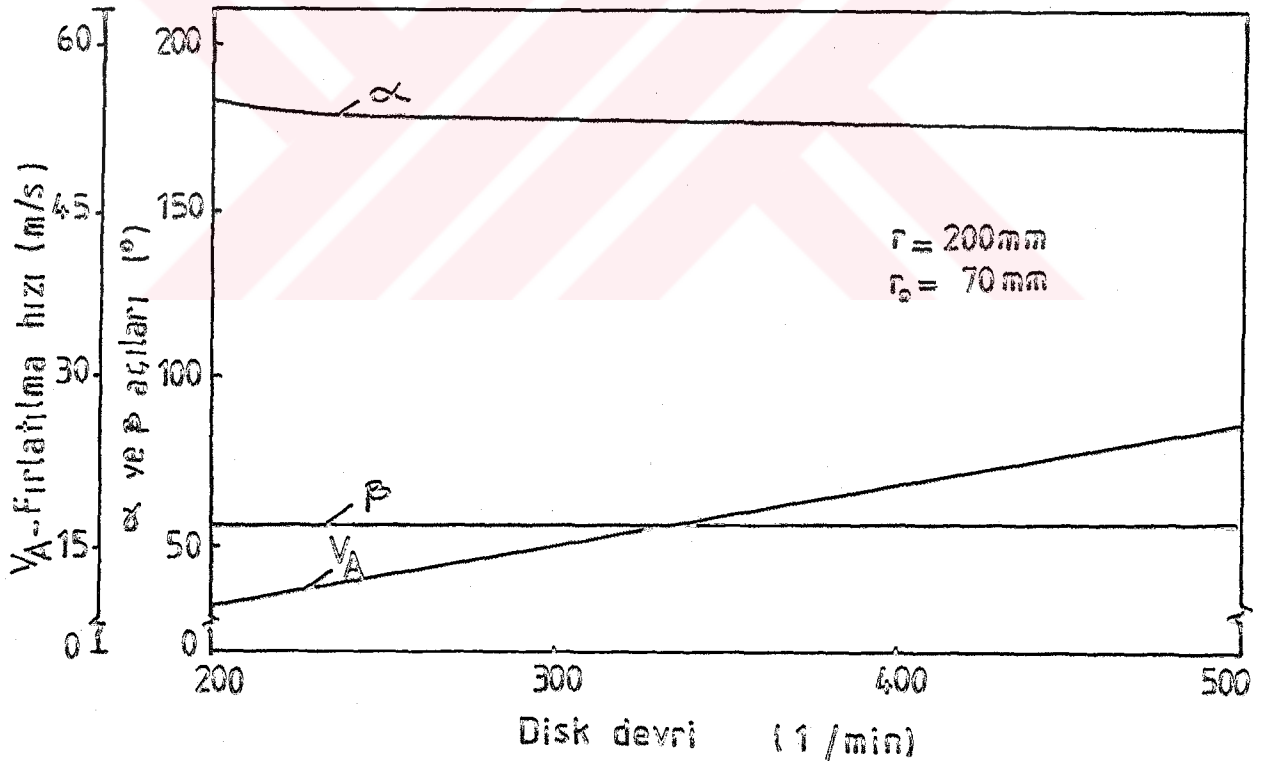
DAVIS ve RICE (1973), diskli gübre dağıtma makinaları ile gübre ve tahıl tohumlarının ayrı ayrı ve birlikte dağıtılması sonucu ortaya çıkan dağılımın özelliklerini araştırmışlardır. Araştırmalarında, 8 x 12 x 5 inc (203,2 x 304,8 x 127 mm) ölçülerinde toplama kutuları kullanmışlar ve bunları yan yana değil, eksenden itibaren 8 ft (2438,4 mm) uzaklığa kadar 1 ft (304,8 mm) aralıkla; 8 - 24 ft (2438,4 - 7315,2 mm) arasındaki kısmı ise 2 ft (609,6 mm) aralıkla yerleştirmişlerdir. Kutuların bu şekilde yerleştirilmesinin yeterli olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmacılar, materyalin disk üzerine uygun bir biçimde verilmesi ile düzgün bir dağılımın sağlanabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, disk merkezine yerleştirilen kesik koni biçimindeki bir parçanın, dağılım desenlerinin merkezindeki yağalmayı önleyerek, makinanın efektif iş genişliğini artırdığını belirtmişlerdir.

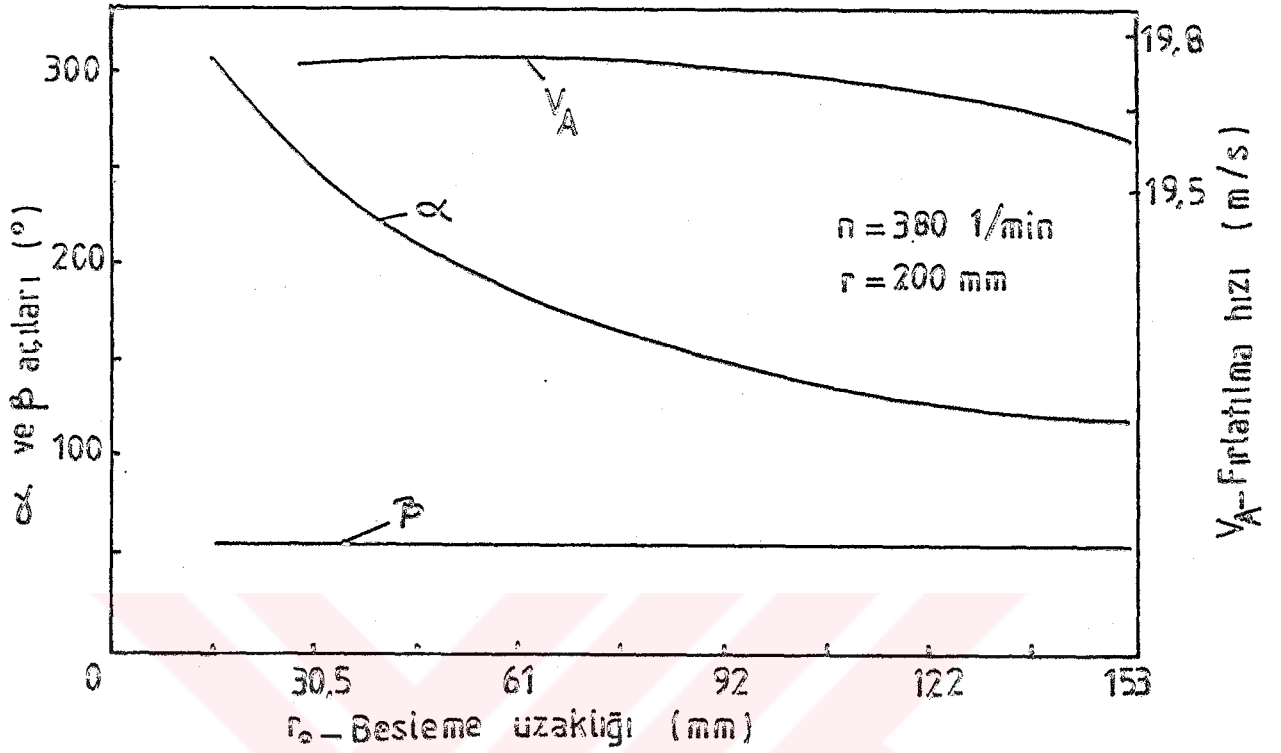
GLOVER VE BAIRD (1973), diskli gübre dağıtma makinaları ile kireç ve kimyasal gübrelerin dağıtılma imkânlarını incelemişlerdir. Denemelerinde 24 x 24 inc (609,6 x 609,6 mm) ölçülerinde toplama kutuları kullanmışlar ve bunları yan yana değil; 48 inç (1219 mm) aralıklarla yerleştirmişlerdir. Sağlıklı bir dağılım deseni elde etmek için toplama kutularının bu şekilde yerleştirilmesinin yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Sonuçları varyasyon katsayısı şeklinde (ASAE) gübre dağıtma makinaları standart test metoduna göre değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında varyasyon katsayısı % 15'in üzerinde olan dağılımlar elde etmişler. Makina üzerinde yapılan değişikliklerin dağılım desenlerini bir miktar

iyileştirmesine rağmen varyasyon katsayılarının yine % 15'in üzerinde olduğunu belirtmişlerdir.

SCHAFFER ve arkadaşları (1973), araştırmalarında, gübre besleme noktasının değiştirilmesinin gübre dağılım düzgünlüğüne etkisi üzerinde çalışmışlardır. Disk devir sayısının ve gübre besleme noktasının disk merkezine olan uzaklığının, gübrenin disk üzerindeki ( $\alpha$ ) süpürme açısına, ( $\beta$ ) fırlatma açısına ve ( $V_A$ ) fırlatılma hızlarına etkilerini geliştirdikleri formül ve bilgisayardan yararlanarak hesaplamışlardır (Şekil 2. 9; 2. 10).



Şekil 2. 9. Disk devrinin, gübrenin disk üzerindeki ( $\alpha$ ) süpürme açısına, ( $\beta$ ) fırlatma açısına ve ( $V_A$ ) fırlatılma hızına etkisi (Schaffer ve ark., 1973).



Şekil 2. 10. Besleme uzaklığının, gübrenin disk üzerindeki (c) süpürme açısına, ( $\beta$ ) fırlatma açısına ve ( $V_A$ ) fırlatılma hızına etkisi (Schaffer ve ark., 1973).

Disk merkezine farklı uzaklıklardaki besleme noktalarının gübre dağılım düzgünlüğüne etkilerini araştırmak amacıyla deneme düzeni geliştirmişlerdir.

Düzensiz dağılıma; dağıtıcı tipinin, sürücü kullanma hatalarının, makinenin yanlış ayarlanması ve dağıtılan materyalin özgül ağırlığı, sürtünme katsayısı, parçacık şekli ve ölçülerinin etkili olduğunu belirtmişlerdir.

ÖZMERZİ (1974), araştırmalarında tek ve çift diskli gübre dağıtma makinalarının fonksiyonel özelliklerini ortaya koymuş ve dağılım desenine etkili faktörleri belirlemiştir.

Denemeye aldığı makinaları 4,86 km/h ilerleme hızında, 650 mm disk yüksekliğinde ve 540 l/min traktör kuyruk mili devrinde çalıştırmıştır. Denemeleri makinalardaki mevcut kanat konumunda ve üç farklı besleme ağız açıklığında yapmış, dağılım desenlerini grafiklerle göstermiştir. Deneme sonuçlarına göre;

- Çift tepeli dağılım gösteren tek diskli gübre dağıtma makinalarının yeterli, fakat makina ekseninde fazla birikme olan piramit şeklindeki dağılım deseni gösteren çift diskli makinanın ise yetersiz olduğunu;

- Diskli gübre dağıtma makinalarında, dağılım simetrik olsa bile makina ekseninde fazla birikim yapan dağılım desenlerinin uygun olmadığını;

- Dağılım desenlerine kanat konumlarının, besleme ağız açıklıklarının ve besleme noktalarının etkili olduğunu;

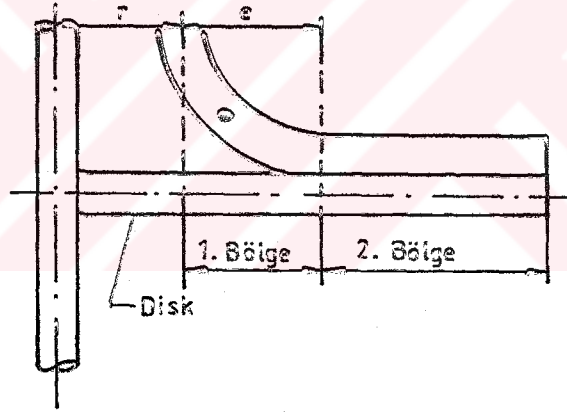
- Dağılım genişliğine, diskin çevre hızının ve disk şeklinin, dağılım genişliğinin simetrik olmasına ise besleme ağızlarının yer ve birbirine göre konumlarının etkili olduğunu;

- Gübrenin disk üzerindeki süpürme açısına, kanat konumunun etkili olduğunu ve bu açı değerinin kanat konumu ileri alındıkça arttığını;

- Denemeye alınan makinaların, ileri-geri çalışma şeklinde

effektif iş genişliklerini, % 26 amonyum nitrat gübresi ile minimum 10.6, maksimum 12.8; triple süper fosfat gübresinde ise minimum 12, maksimum 14 m olduğunu belirlemiştir.

BRINSFIELD ve HUMMEL (1975), disk üzerindeki parçacıkların hareketlerinin tesadüflüğünü azaltabilecek yeni santrifüj dağıtıcıların yapımı ve bunlar üzerindeki parçacık hareketleri ile ilgili matematiksel eşitlikler üzerinde çalışmışlar. Bu amaçla geleneksel santrifüj gübre dağıtıcılarda görülen kanat tipi yerine Şekil 2. 11'de verilen tüp kanat şeklini geliştirmişlerdir.



Şekil 2. 11. Tüp kanat içersindeki parçacığın hareketi (Brinsfield ve Hummel, 1975).

Yazarlar, değişik (e) değerlerinde ve parçacıkların tüp kanatlara değişik yüksekliklerden düşmesi ile ilgili hareketleri teorik ve deneysel olarak incelemişlerdir. Parçacıkların tüpler içersindeki sınırlandırılmış hareketleriyle disk üzerindeki yön

değiştirmeleri önlenmiştir. Bu şekilde kanatların parçacıklara çarpma etkileri ve parçacıkların disk üzerindeki sıçramalarından dolayı meydana gelen parçacık hareket düzensizlikleri azaltılmıştır.

Yaptıkları denemelerin sonuçlarını aşağıdaki şekilde özetlemişlerdir:

- Parçacıkların tüp kanat içerisinde 1.bölgeden, 2.bölgeye iletimleri düzenli bir şekilde olmuştur.

- (e) değerinin 3 cm'den 15 cm'ye değişmesi, parçacıkların diski terketme açılarını önemsiz derecede azaltmıştır. Yapım kolaylığı sebebiyle  $e = 15$  cm değeri tavsiye edilmıştir.

- Parçacıklar ile tüp kanatlar arasındaki sürtünmenin artması, parçacıkların fırlatılma hızlarının azalmasına, diski terketme açılarının büyümesine sebep olmuştur.

- Parçacıkların tüpler içerisine düşme yüksekliklerinin değişimi, parçacıkların fırlatılma hızlarını önemli ölçüde etkilememekte, düşü yüksekliğinin artması, parçacıkların diski terketme açısının büyümesine sebep olmuştur.

- Parçacık büyüklüklerinin değişimi, parçacıkların fırlatılma hızları ile diski terketme açılarını değiştirmemiştir.

EROL (1977), diskli gübre dağıtma makinaları ile buğday, yulaf, adi fiğ tohumları ile fiğ + yulaf karışımının serpilerek ekilebilme imkânlarını araştırmıştır.

Araştırmacı elde edilen bulguları şu şekilde özetlemiştir:

- Tek diskli makinalarda dağılım düzgünlüğü, varyasyon katsayısı % 20'den küçük; çift diskli makinalarda ise % 50 'den büyük olmuştur.

- Makinaların efektif iş genişlikleri ile dağılım genişlikleri arasındaki oran tek disklielerde daha büyük olmuştur.

- Tek diskli makinalarda dağılım desenleri, eksene göre simetrik olmadığından uygulamada dönerik çalışma yöntemi, çift diskli makinada ise dağılım desenleri eksene göre simetrik olduğundan, dönerik veya ileri-geri çalışma yöntemi daha iyi sonuç vermiştir.

- Tek ve çift diskli dağıtma makinaları ile söz konusu olan dağıtma materyallerinin uygulamada ön görülen ekim normlarında ekilebilecekleri ortaya konmuştur.

BOLU (1979), yaptığı bir çalışmada diskli gübre dağıtma makinaları tarafından dağıtılan gübrelerin toplanmasında 72 x 118 cm, kombine ekim makinası ve tabaklı gübre dağıtma makinası gibi iş genişliği küçük olan makinalar tarafından dağıtılan gübrelerin toplanmasında 25 x 220 cm ölçülerinde ince delikli çuvallar kullanarak, bunları uzun kenarları traktör eksenine paralel olacak şekilde yan yana yerleştirmiştir.

Denemeye aldığı tek ve çift diskli gübre dağıtıcılarda varyasyon katsayısının % 20'nin üzerinde olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı varyasyon katsayısını düşürmek amacıyla üst üste birbirine göre ters yönde dönerik çift diskli bir dağıtıcı geliştirmiştir.

Ancak bu makinada elde edilen dağılımlarda varyasyon katsayısının % 19'un altına düşmediğini belirtmiştir.

SCHÜNKE ve KREUZNACH (1980), diskli, sıravari ve pnömatik gübre dağıtıcıların dağılım desenleri hakkında bilgiler vermişlerdir. Yazarlara göre bu makinalarla homojen olmayan dağılımın kaynağı makinaların yapısında, değişik gübre özelliklerinden ve çiftçinin kullanma durumundan kaynaklanmaktadır. Yazarlar ayrıca bitki vejetasyon devresinde gübreleme yapma imkânı sağlamak için elde bulunan gübre makinası iş genişliğine uygun olarak ekim sırasında traktörün geçebileceği izlerin konulması üzerinde durmuşlar, bunun için de ekim makinası ile ekim sırasında bu izlere gelen yerlerin ekilmemesi için ekim makinasında bir ayar düzeninin kullanıldığını belirtmişlerdir.

Yazarlara göre pnömatik ve sıravari gübreleme yapan makinelerde örtme payının daha az olduğunu tek diskli gübre dağıtma makinalarında yarım daire şeklinde bir gübre dağılımı elde edilmesine karşın çift diskli gübre dağıtma makinalarında bu dağılımın elipsoid bir yapıda olduğunu, yine bu makinalarda gübre normunun daha iyi ayarlanabildiğini vurgulamışlardır.

ÖNAL ve TOZAN (1984), Ege bölgesinde imal edilen 8 adet tek diskli gübre dağıtma makinasının konstrüksiyon sağlamlığı ve gübreyi tarlaya homojen dağıtabilme yeteneğini incelemişler, tespit edilen bulguların ışığı altında iş kalitesi yeterli görülmeyen makinalar üzerinde geliştirme çalışmaları yapmışlardır.



Denemeleri granüle süper fosfat, üre gübresi ve buğday ile yapmışlar. Enine dağılım düzgünlüğünün değerlendirilmesinde varyasyon katsayısını kriter olarak ele almışlardır.

Araştırmacılar; diskli gübre dağıtma makinalarında materyal dağılımını etkileyen faktörlerin oldukça fazla olduğunu, insan faktörüne ilaveten dağıtılan materyalin fizikomekanik özellikleri ve gübre dağıtma makinalarının dizayn karakteristiklerinin enine dağılımı etkilemekte olduğunu belirtmişlerdir.

BULL ve CROWE (1985), çok sayıdaki diskli, sarkaç borulu ve pnömatic gübre dağıtma makinalarının gübreleme normları ve gübre dağılım düzgünlüğü üzerinde araştırma yapmışlar. Denemelerinde gübreleri toplamak için traktör hareket yönüne dik 300 x 750 x 75 mm ölçülerinde ve uzun kenarları yan yana gelecek şekilde dizilmiş 80 adet toplama kutusu kullanmışlar. Kutularda toplanan gübreleri hacim esasına göre belirlemişlerdir. Yazarlar gübre ağırlığının hacim esasına göre belirlenmesinin % 1 hassasiyetle mümkün olduğunu belirtmişlerdir. Yazarların üç değişik makina üzerinde ve örtme payları ile elde ettikleri varyasyon katsayısı değerleri Cetvel 2. l'de verilmiştir.

Yazarlar, varyasyon katsayısının laboratuvar şartlarında % 10 veya altında, tarla şartlarında ise % 20 veya altında olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bütün denemelerde hedeflenen gübre dağılım normuna % 3 hassasiyetle ulaşılmıştır. Hava rutubetinin ve geniş sınırlar içerisindeki parçacık büyüklüklerinin gübre dağılım normunu etkilediğini, gübre çıkış ağzı açıklık kademesinin

belirlenmesinde gübreleme normu yanında rutubetin de göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmişlerdir.

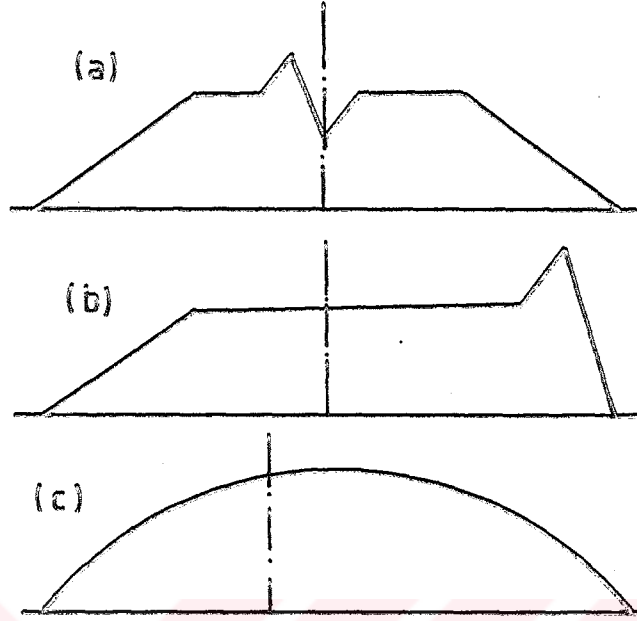
Cetvel 2. 1. Örtme payları ile elde edilmiş varyasyon katsayısı değerleri (Bull ve Crowe, 1985).

	Gözlem Sayısı (%)							
	5	19	30	8	11	16	11	
Diskli dağıtıcılar	5	19	30	8	11	16	11	
Sarkaç borulu dağıtıcılar	2	22	37	18	10	4	7	
Pnömatik dağıtıcılar	3	12	21	35	21	5	3	
	0	10	15	20	25	30	35	40
	% CV →							

ROTH ve arkadaşları (1985), simetrik olmayan dağılım desenleri üzerinde araştırma yapmışlardır. Dağılım desenlerinde görülen düzensizlik makina ayarlamaları ile giderilemiyor ise, dağılım analizlerinin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Simetrik olmayan dağılım desenlerini üç grup altında incelemiş ve analize tabi tutmuşlardır (Şekil 2. 12).

Dağılım desenlerinin analizi ile ilgili aşağıdaki sonuçları elde etmişlerdir:

(a) - Orta desen düzensizliği makinanın tarlada çalışma



Şekil 2. 12. Düzensiz dağılım desenleri;

- (a) Orta desen düzensizliği,
- (b) Dağılım kenar düzensizliği,
- (c) Simetrik olmayan dağılım (Roth ve ark., 1985).

şekline ve çalışma genişliğine bağlı değildir. Bu çeşit dağılım düzensizliğinin makine kullanılmadan önce giderilmesi mümkün olabilmekte, uygun örtme payları ile % 10 - 11 gibi bir varyasyon katsayısı elde edilebilmektedir.

(b) - Dağılım kenar düzensizliği makina eksenleri arasında oluşur, ölçüsü ve şekli tarlada çalışma şekline ve çalışma genişliğine bağlıdır. Kabul edilebilir dağılım düzgünlüğü dönerek çalışma şekliyle ve uygun örtme payları ile mümkün olabilmektedir.

(c) - Simetrik olmayan dağılım desenleri için dönerek çalışma şekli, simetrik dağılım desenleri için ise ileri-geri çalışma şekli ile en küçük varyasyon katsayısını sağlayabilecek dağılım örtmeleri mümkün olabilmektedir.

YILDIZ (1985), yerli yapım tek diskli gübre dağıtma makinalarının fonksiyonel özelliklerini ortaya koymuş ve makinalar üzerinde yaptığı bazı değişikliklerle bu özelliklerin iyileştirilebilme imkânlarını araştırmıştır.

Araştırma materyali olarak kullandığı makinaları, 650 mm disk yüksekliği ve 540 1/min traktör kuyruk mili devrinde çalıştırmıştır. Makinaları yeterli bir iş genişliğinde, düzgün dağılım yapabilecek duruma getirmek amacıyla aşağıdaki değişiklikleri yapmıştır.

- Dağılım genişliğini artırmak için açık profilli olan kanatların yerine, kapalı profilli kanatlar kullanmıştır.

- Besleme ağız açıklığı alanının artırılmasına bağlı olarak gübrenin disk üzerine, serbestlik yarıçapı dışından dökülmesini önlemek için kanatları, mevcut duruma kıyasla disk merkezinden dışarı kaydırmıştır.

- Dağılım desenlerinin çift tepeli görünümünü ortadan kaldırabilmek için gübrenin yamuk biçiminde tek veya bir birine yakın iki açıklıktan dökülmesini sağlamıştır.

Araştırmacı, gübrenin disk üzerine ilerleme yönüne göre konumu uygun olan tek veya birbirine yakın (20 - 30 mm) iki besleme

açıklığından dökülmesi ile tamamen oval görünümlü simetrik desenler elde edilebileceğini göstermiştir. Bu tür desenlerle tarlada varyasyon katsayısı çok düşük, düzgün bir dağılımın sağlanabileceğini belirtmiştir.



### 3. MATERYAL VE METOD

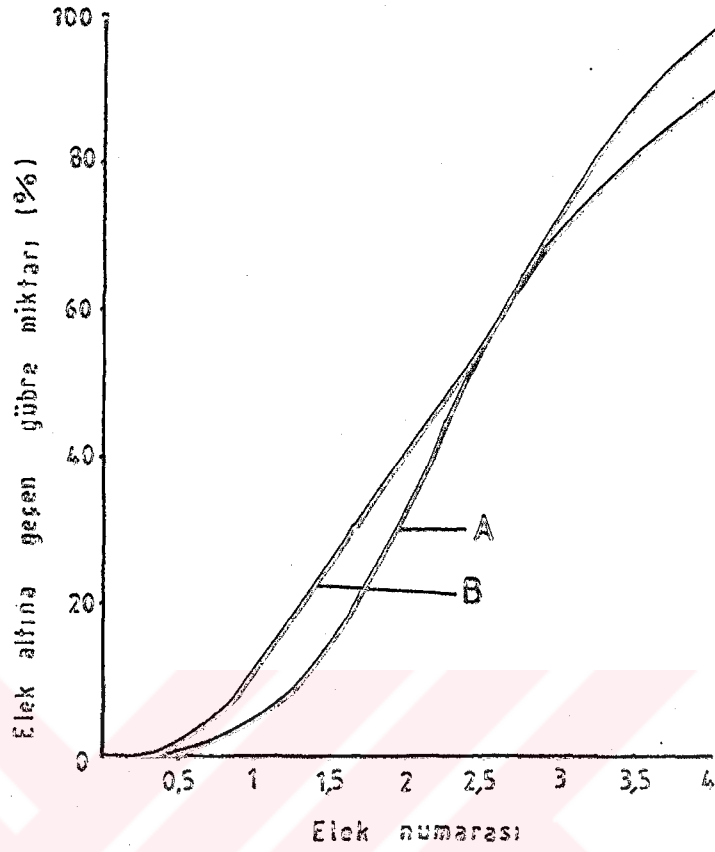
#### 3. 1. Materyal

##### 3. 1. 1. Araştırmada kullanılan gübreler

Araştırmada, % 26 amonyum nitrat ve triple süper fosfat granül gübreler kullanılmıştır. Bu gübrelerin önemli fizikomekanik özelliklerinden parçacık dağılımı Şekil 3. 1'de, hacim ağırlığı ve nem oranı ise Cetvel 3. 1'de verilmiştir.

Cetvel 3. 1. Kullanılan gübrelerin hacim ağırlığı ve nem oranı

Gübre tipi	Hacim ağırlığı (kg/dm <sup>3</sup> )	Nem oranı (%)
% 26 amonyum nitrat	0,974	1,46
Triple süper fosfat	1,044	3,2



Şekil 3. 1. Kullanılan gübrelerin parçacık büyüklüğünün dağılımı

### 3. 1. 2. Araştırmada kullanılan santrifüjlü kimyasal gübre dağıtma makinesi

Kimyasal gübre dağıtma makinaları içerisinde, santrifüjlü gübre dağıtıcılar yaklaşık % 95 üretim kapasitesi ile önde gelmektedir. Bu sebeple deney makinesi santrifüjlü gübre dağıtıcılar arasından seçilmiştir.

Araştırma materyali olarak seçilen santrifüjlü gübre dağıtma

makinasının bazı organları üretici firmadan alınarak S. Ü. Ziraat Fakültesi'nde monte edilmiş, araştırmanın amacına göre, aşağıdaki yapısal değişiklikler yapılmıştır.

- Besleme açıklığı alanının artırılmasına bağlı olarak gübrenin serbestlik yarıçapı dışına dökülmesini önlemek için, kanat profilleri disk merkezinden dışarı kaydırıldı.

- Kanat profillerinin disk merkezinden dışarı kaydırılması sebebiyle çatı üzerindeki çarpma perdesinin şekli ve konumu ayarlandı.

- Kanat profillerinin disk üzerine üç ayrı konumda ayarlanabilmesi sağlandı.

- Gübre besleme açıklığı konumunun ( ilerleme yönüne göre) kademesiz olarak ayarlanabilmesi için, gübre deposu altına özel gübre besleme açıklığı konum ayar düzeni yapıldı.

- Halen imalatı yapılan santrifüjli gübre dağıtma makinalarında kullanılan kanat profillerinin, Mennei ve Reece (1963), tarafından geliştirilen metodla iyilik dereceleri belirtenerek, denemelerde kullanılan kanat profilleri imal edildi.



### 3. 1. 2. 1. Santrifüjlü kimyasal gübre dağıtma makinasının teknik özellikleri

#### 3. 1. 2. 1. 1. Genel ölçüler ve çatı

Araştırmada kullanılan makinanın genel görünüşü ve kesit resmi sırasıyla Şekil 3. 2'de ve Şekil 3. 3'de verilmiştir. Makinanın genel ölçüleri aşağıda verilmiştir.

Tüm uzunluk (mm) . . . . .	1400
Tüm genişlik (mm) . . . . .	1200
Tüm yükseklik (mm) . . . . .	950
Toplam ağırlık (kg). . . . .	137

Çatı, gübre deposu ve hareket iletim sistemini taşımaktadır. Çatı, 100 x 50 x 6 mm ve 80 x 45 x 6 mm'lik U profil, 50 x 50 x 5 mm'lik köşebent ve 4 mm'lik sac malzemelerden oluşturulmuştur.

Çatı üzerinde üç nokta askı sistemi bulunmaktadır. Üç nokta askı sistemi I. ve II.kategoriye göre yapılmıştır. Ayrıca çatı üzerinde dağıtıcı organ tarafından fırlatılan gübrenin traktöre gelmesini önlemek için çatının ön kısmına ve disk seviyesinde, traktör ilerleme yönüne dik olarak yerleştirilmiş 280 x 600 x 2,5 mm ölçülerinde sacdan yapılmış çarpma perdesi bulunmaktadır. Çatıya kaynakla bağlanmış olan bu perde, disk 90° çevrelemektedir.



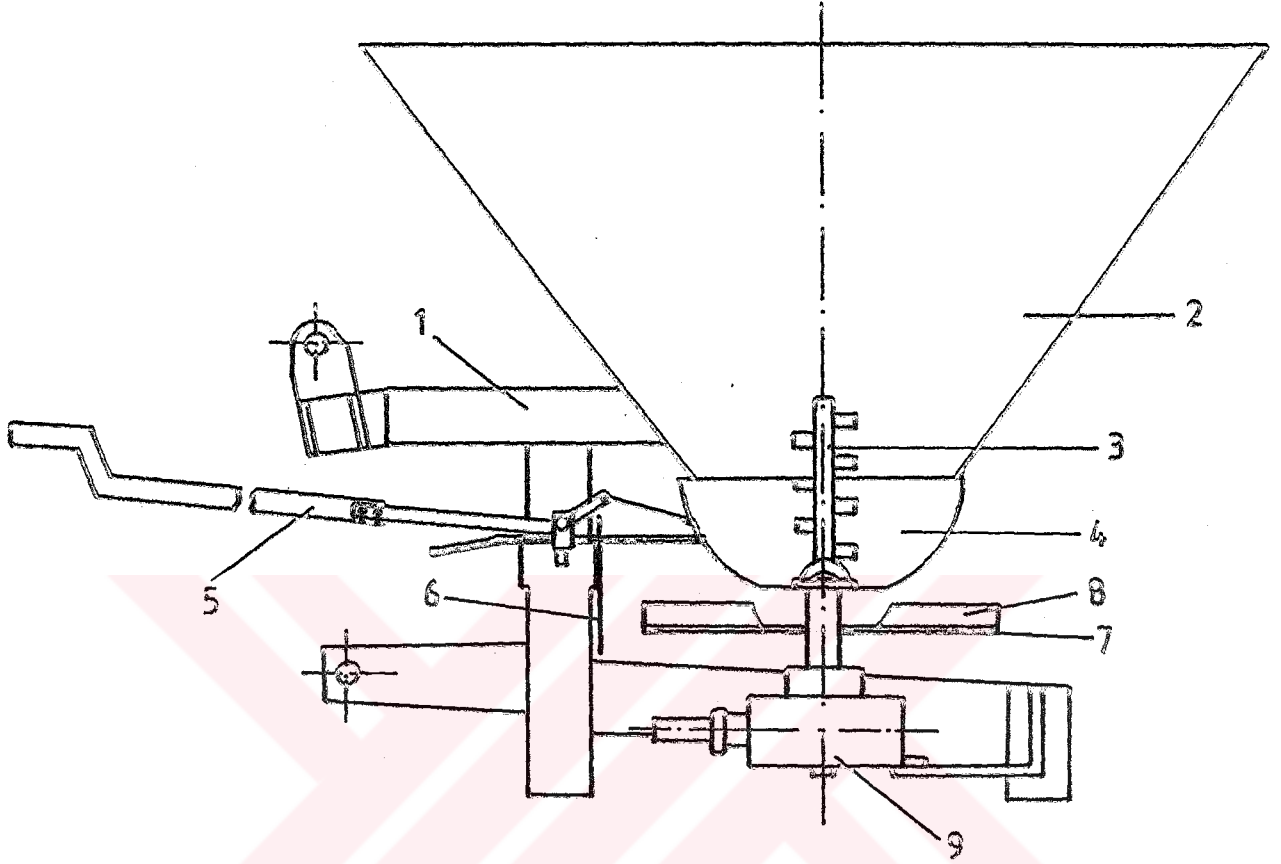
Şekil 3. 2. Araştırmada kullanılan santrifüjlü gübre dağıtma makinası

### 3. 1. 2. 1. 2. Depo ve karıştırma organı

Gübre deposu 2,5 mm'lik sac malzemedan ters kesik piramit şeklinde yapılmış ve çatıya civatalarla dört noktadan tespit edilmiştir. Deponun alt kısmına gübre besleme açıklığı, konum ayar düzeni civatalarla bağlanmıştır.

Gübre deposu:

Ağız ölçüleri (mm) . . . . .	1200 x 1200
Derinliği (mm) . . . . .	600
Kapasitesi (dm <sup>3</sup> ) . . . . .	430



Şekil 3. 3. Santrifüjlü gübre dağıtma makinasının genel kesit görünüşü (1. Çatı, 2. Depo, 3. Karıştırıcı organ, 4. Ekseni etrafında dönebilen tas, 5. Besleme açıklıklarını ayarlama kolu, 6. Çarpma perdesi, 7. Dağıtıcı disk, 8. Kanatlar, 9. Dişli kutusu)

Gübrenin depoda köprü yapmasını önleyerek akış kolaylığı sağlayan karıştırıcı, üzerinde parmaklar bulunan düz bir mil biçimindedir. Karıştırıcı, dişli kutusu çakış miline civata ile bağlanmıştır.

## Karıştırıcı:

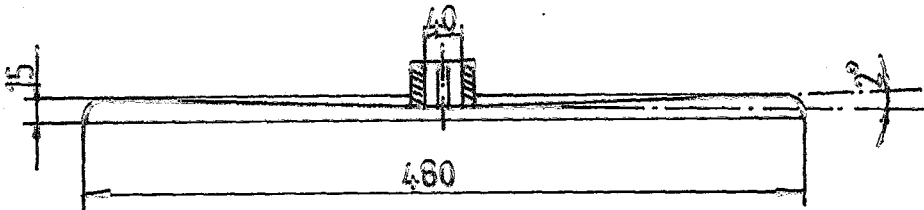
Mil apı (mm) . . . . .	15
Mil uzunluğu (mm) . . . . .	260
Parmak lleri (mm) . . . . .	20 x 50 x 5
Parmak sayısı (adet) . . . . .	8

## 3. 1. 2. 1. 3. Dağıtıcı disk ve kanat profilleri

Dağıtıcı disk, dişli kutusu çıkış miline bir kama yardımı ile bağlanmıştırd. 3 mm 'lik sacdan daire şeklinde, kenarları kıvrık ve i bükey olarak yapılmıştır (şekil 3. 4).

## Dağıtıcı disk:

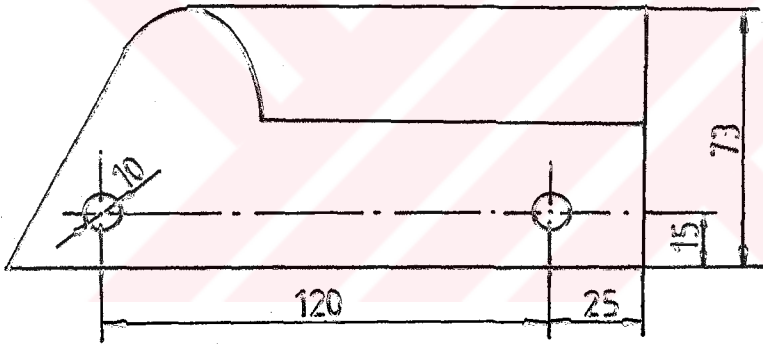
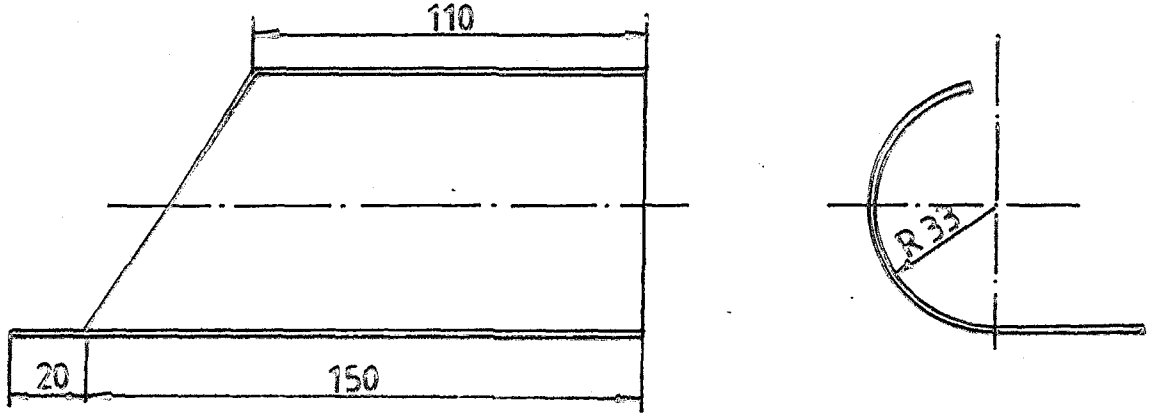
apı (mm) . . . . .	480
İç bükeyliği ( $^{\circ}$ ) . . . . .	2



şekil 3. 4. Santrifüjlü gübre dağıtma makinasının dağıtıcı disk

Kanat profilleri 3. 2. 2. 'deki metodia iyilik derecelerine göre aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

- Daire profil kanatlar, 2 mm'lik sacdan kalıpta bükülerek yapılmış olup, iyilik derecesi % 70'dir (Şekil 3. 5).

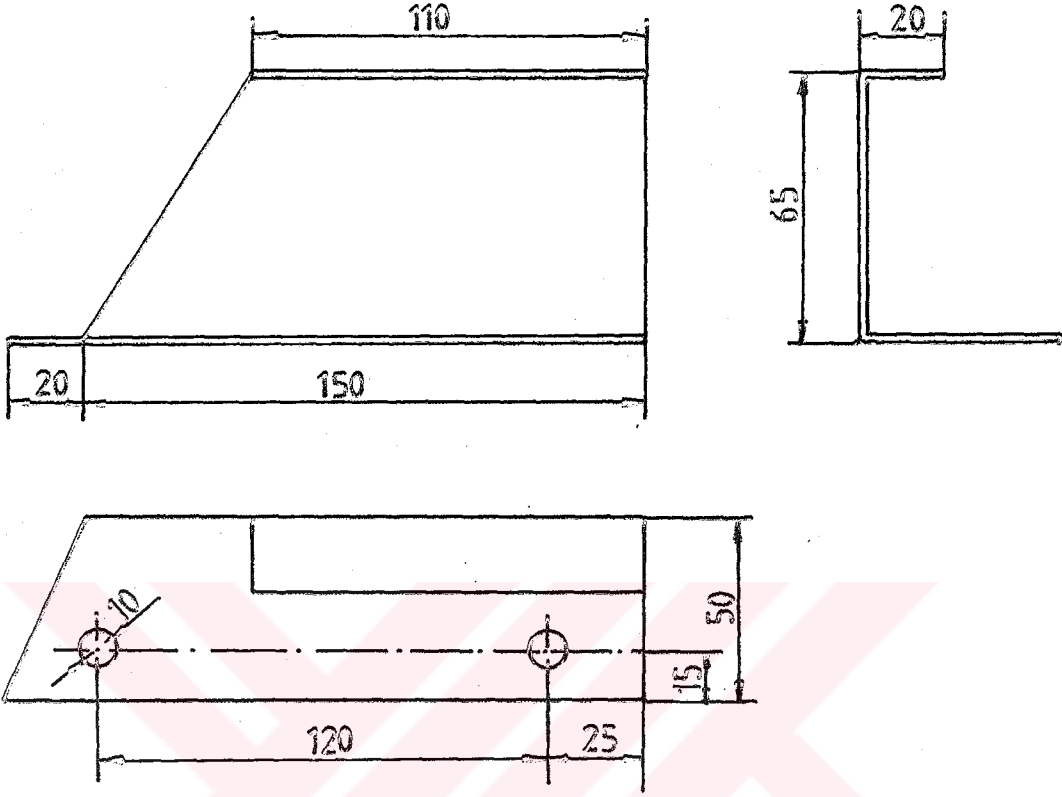


Şekil 3. 5. Araştırmada kullanılan daire profil kanatlar

- Köşeli profil kanatlar, 2 mm'lik sacdan presle bükülerek yapılmış olup, iyilik derecesi % 72'dir (Şekil 3. 6).

- Konik profil kanatlar, 2 mm'lik sacdan kalıpta bükülerek yapılmış olup, iyilik derecesi % 64'dür (Şekil 3. 7).

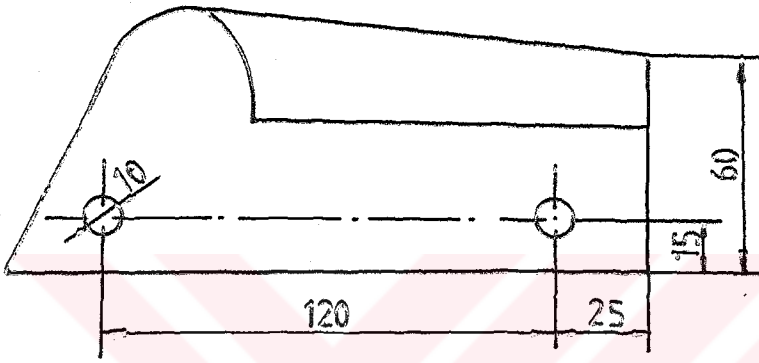
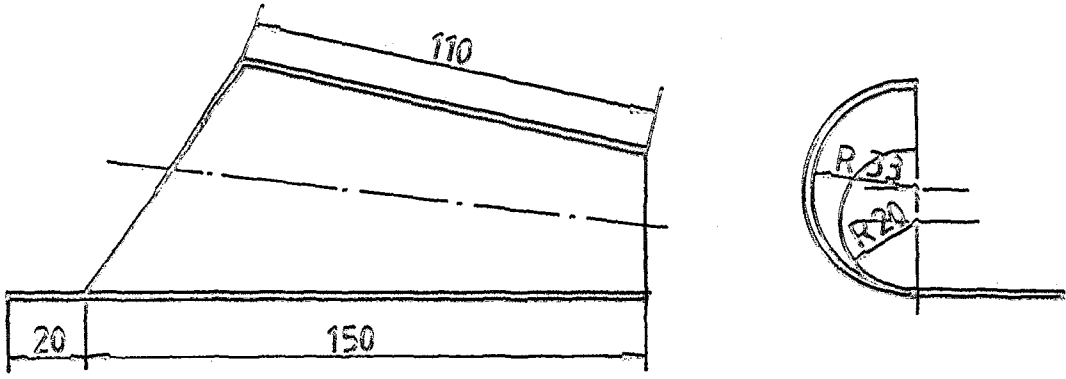
Disk üzerine eşit aralıklarla yerleştirilmiş bulunan altı



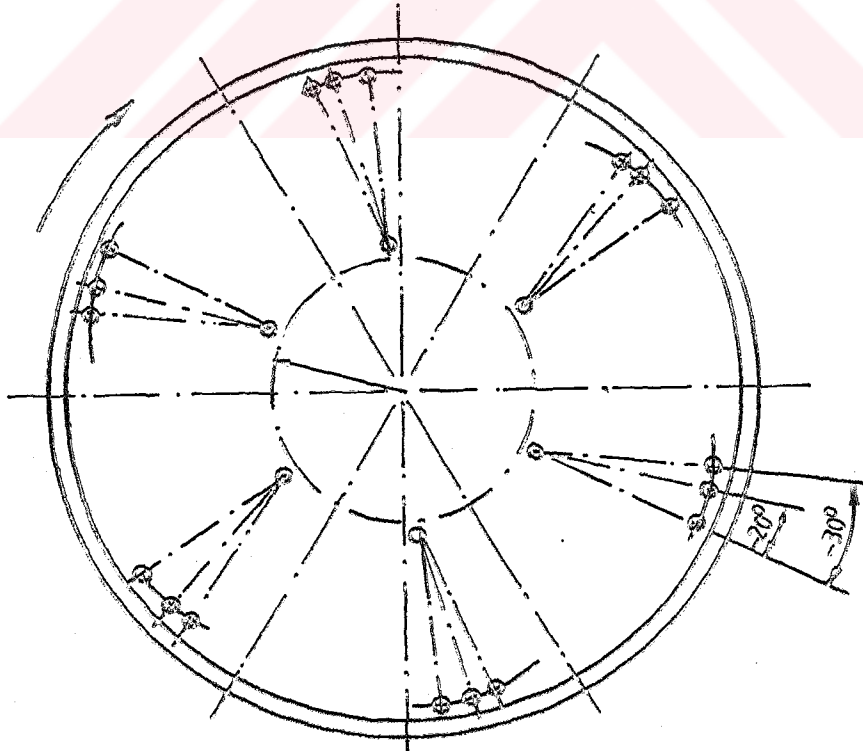
Şekil 3. 6. Araştırmada kullanılan köşeli profil kanatlar

kanat, disk merkezine yakın olan bağlantı noktası merkez olmak üzere üç konumda ayarlanabilmektedir. Kanat konumları, mevcut makinalardaki kanat konumları göz önünde bulundurularak  $0^\circ$  (radyal),  $-20^\circ$  (geri) ve  $-30^\circ$  (geri) konumlarda seçilmiştir (Şekil 3. 8).

Kanat konumlarına bağlı olarak kanat yarıçapları ve serbestlik yarıçapları Cetvel 3. 2'de verilmiştir.



Şekil 3. 7. Araştırmada kullanılan konik profil kanatlar



Şekil 3. 8. Dağıtıcı disk üzerindeki kanat konumları

Cetvel 3. 2. Kanat konumlarına bağı olarak kanat ve serbestlik yarıçapları

Kanat konumu (°)	Kanat yarıçapı (mm)	Serbestlik yarıçapı (mm)
0 (radyal)	250	100
- 20 (geri)	244	96
- 30 (geri)	241	93

#### 3. 1. 2. 1. 4. Gübre besleme açıklığı konum ayar düzeni

Gübre deposu altına iki adet civata ile tespit edilen, tas şeklindeki, 3 mm'lik sacdan yapılmış gübre besleme açıklığı konum ayar düzeni bir kol vasıtasıyla kendi ekseni etrafında serbestçe dönebilmektedir. Tasın ön tarafında ve alt yan yüzeyinde iki adet besleme açıklığı bulunmaktadır.

Besleme açıklıkları bir kol yardımıyla açılıp kapanmaktadır. Bu kumanda kolunun ucuna tespit edilmiş olan ve klavuz içinde aşağı-yukarı hareket yapan kapakçıklar, gübre besleme açıklıklarını büyütüp, küçültmektedir.

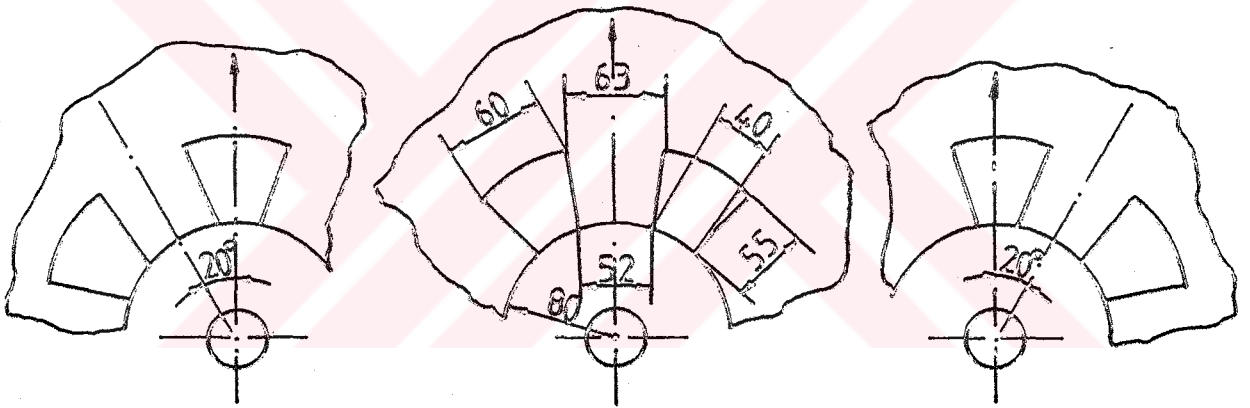
Gübre besleme düzeni:

Maksimum besleme açıklığı (mm<sup>2</sup>) . . . . . 5500



Besleme açıklığının disk  
 merkezine uzaklığı (mm) . . . . . Max: 118, Min: 80  
 Besleme açıklığı  
 disk arası uzaklık (mm) . . . . . 40

Denemelerde, mevcut makinalardaki gübre besleme açıklığı konumları göz önünde bulundurularak, gübre besleme açıklığı konumu ilerleme yönüne göre  $20^\circ$  solda,  $0^\circ$  ekseninde ve  $20^\circ$  sağda seçilmiştir (Şekil 3. 9).



Şekil 3. 9. İlerleme yönüne göre gübre besleme açıklığı konumları

### 3. 1. 2. 1. 5. Hareket iletim sistemi

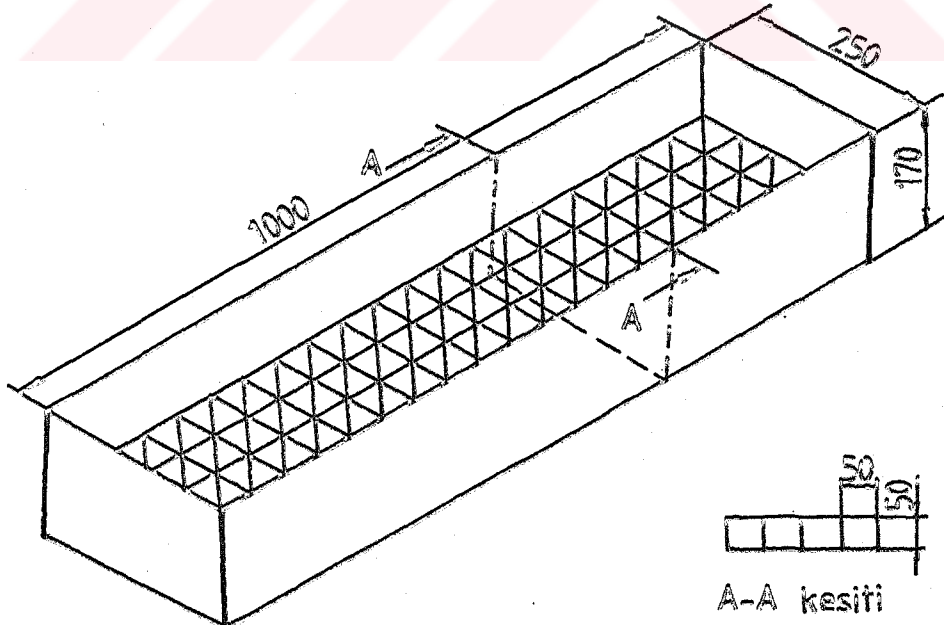
Traktör kuyruk milinden mafsallı mil aracılığı ile alınan hareket bir dişli kutusunda  $90^\circ$  yön değiştirerek, 1/1 transmisyon oranı ile dağıtıcı disk miline iletilmektedir.

### 3. 1. 3. Araştırmada kullanılan toplama kutuları

Denemelerde, dağıtılan gübrelerin toplanmasında kullanılan kutu ölçüleri için TS 2541 nolu deney standartında verilen değerler esas alınarak, yaptırılan 1000 mm uzunluğunda ve 250 mm genişliğindeki ahşap toplama kutularından yararlanılmıştır.

Dağıtılan gübrelerin kutulara girdikten sonra sıçramalarını veya yerden sıçrayarak kutulara girmelerini önlemek için kutu yükseklikleri 170 mm seçilmiş ve ilerine 50 x 50 mm ölçülerinde karton petekler yerleştirilmiştir (şekil 3. 10). Ayrıca toplama kutularının üst kenarları gübrenin çarparak sıçramasını önlemek için 45° ile içeriye doğru meyillendirilmişlerdir.

Makinanın dağıtma genişliğine bağlı olarak 62 adet kutu kullanılmıştır.



şekil 3. 10. Toplama kutusunun genel lleri

### 3. 1. 4. Araştırmada kullanılan ölçü cihazları

Deneylerde çeşitli verilerin ölçümünde aşağıdaki cihazlar kullanılmıştır.

#### Devir sayısı ölçme cihazı

Markası : FUJİ KOGYO

Tipi : Mekanik

Ölçü aralığı(1/min) : 0 - 10.000

#### Tartımda kullanılan ölçü cihazı

Markası : BOSCH

Tipi : Elektronik

Hassasiyet : % 1

### 3. 2. Metod

Araştırma materyali makinada, enine dağılım desenine efektif iş genişliğı ve değışim sınırlarına ve gübreleme normuna; gübre tipinin, kanat profil ve konumlarının, gübre besleme açıklığı konumunun etkisini belirlemek amacıyla ölçme ve değerlendirmeler yapılmıştır.

Ölçmeler sırasında kıyaslanabilir sonuçlar elde edebilmek için traktör kuyruk mili devri 540 1/min, traktör ilerleme hızı 5,16 km/h, diskin yerden yüksekliğı 650 mm ve yere yataylığı denemeler süresince sabit tutulmuştur. Denemeler kapalı alanda

yürütülmüştür.

Denemeye alınan makinada dağıtıcı organ üzerine gübre, iki ayrı besleme açıklığından döküldüğünden, ölçmeler sırasında her iki besleme açıklığı eşit alan gösterecek biçimde ayarlanmıştır.

### 3. 2. 1. Gübrelerin fizikomekanik özelliklerinin belirlenmesi

Araştırmada kullanılan gübrelerin fizikomekanik özelliklerinden parçacık dağılımı, hacim ağırlığı ve nem oranı tespit edilmiştir.

Parçacık dağılımı, (%) olarak TS 2541'e göre yapılmıştır. Gübre torbalarında alınan 100 gr gübre örneği, 0,5; 1; . . . ; 4,5 numaralı eleklerle belirli süre elenmiştir. Eleme sonucunda her elek üzerinde kalan gübreler elektronik terazide tartılmıştır. Ölçümler üç tekerrürlü yapılarak aritmetik ortalaması alınmış ve (%) parçacık dağılımı belirlenmiştir.

Hacim ağırlığının tespiti için gübre torbasından 1 lt'lik cam kap içerisine gübre bir yağın oluşturuncaya dek dökülmüştür. Kabin üzerindeki fazla gübre sıyrılarak, içinde bulunan gübre tartılmıştır. Bulunan gübre ağırlığı, ölçü kabının hacmine bölünerek  $\text{kg/dm}^3$  olarak hacim ağırlığı bulunmuştur. Ölçümler üç tekerrürlü yapılarak aritmetik ortalaması alınmıştır.

Gübrelerin nem oranı, TS 836 ve TS 566'ya göre belirlenmiştir. 50 gr'lık 3 gübre örneği 105°'de 16 saat kurutulduktan sonra tartılarak, aşağıdaki eşitlik yardımıyla yaş ağırlığına göre nem oranı (%) olarak hesaplanmıştır.

$$W_n = \frac{a-b}{a} 100$$

Burada:

$W_n$  = Örneğin nem oranı (%),

$a$  = Örneğin kurumadan önceki ağırlığı,

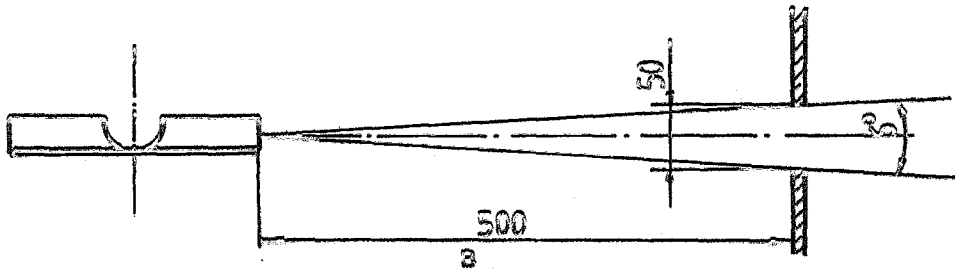
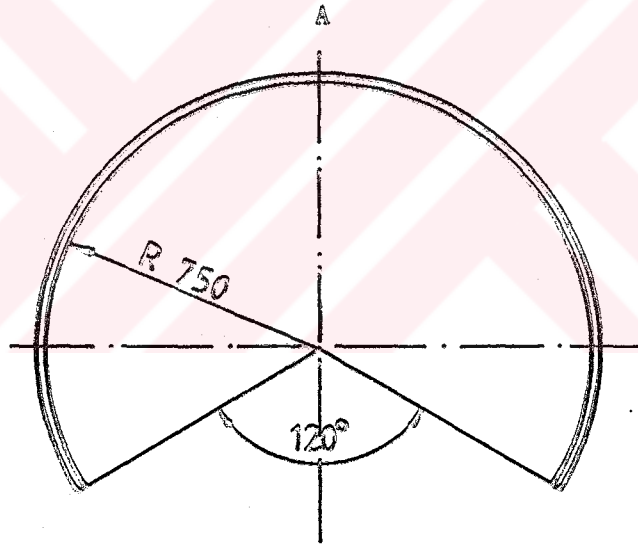
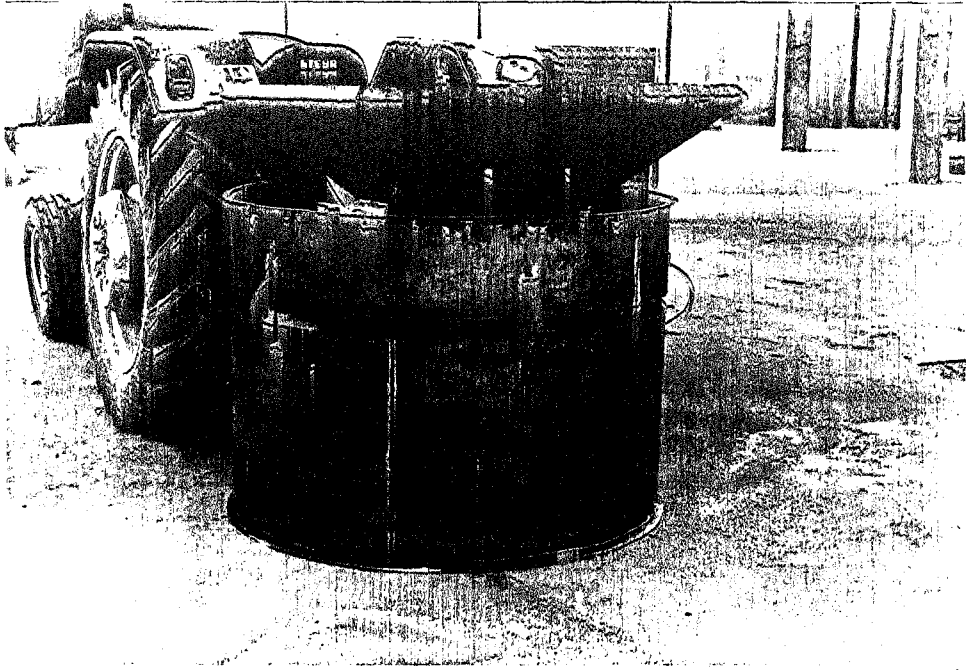
$b$  = Örneğin kuruduktan sonraki ağırlığı'dır.

### 3. 2. 2. Kanat profillerinin belirlenmesi

Bu konuda yapılan çalışmalarda kanat profillerinin, materyali yatay düzlemde fırlatacak ve materyalin kanat ucuna varmadan diski terketmesini önleyecek özellikte olması istenir.

Bu çalışmada kanat profillerinin belirlenmesi amacıyla Mennel ve Reece (1963), tarafından geliştirilen deney düzeni prensibi esas alınmıştır.

Bu deney düzeni; denemeye alınan makinayı 2/3 oranında saracak şekilde sacdan yapılmış ve üzerine 50 x 4000 mm ölçülerinde slot açılmış çarpma perdesinden oluşmaktadır (Şekil 3. 11).



Şekil 3. 11. Kanat profilleri için ön deneme düzeni  
(A: Genel görünüşü, B: Kesit görünüşü)

Çarpma perdesi arkasında toplanan (%) gübre oranı kanat profillerinin iyilik derecelerini belirlemektedir (Mennel ve Reece, 1963).

Kanat profili belirleme çalışmaları, radyal kanat konumunda, 540 l/min traktör kuyruk mili devrinde ve OECD standart test gübresi ile yapılmıştır.

Denemeler sırasında makina 1 dakika süre ile çalıştırılmıştır. Çarpma perdesinin içinde ve arkasında toplanan gübreler ayrı ayrı tartılarak (%) oranları bulunmuştur. Ölçümler üç tekerürlü yapılarak aritmetik ortalaması alınmıştır.

Denemeye alınan kanat profilleri içerisinde, çarpma perdesi arkasında en yüksek gübre oranı veren kanat profilleri seçilmiştir.

### 3. 2. 3. Dağılım deseninin belirlenmesi

Dağılım deseninin belirlenmesi için yapılan çalışmalarda ASAE, OECD ve TS 2541 nolu deney standartları ile DLG ve NIAE deney ilkeleri esas alınmaktadır.

Bu araştırmada dağılım deseninin belirlenmesinde ASAE, OECD ve TS 2541 nolu deney standartı esas alınmıştır.

TS 2541 nolu deneme standartında kutu ölçülerinin 250 x 1000 mm veya 500 x 500 mm ve iç derinliklerinin en az 150 mm olması öngörülmüştür. OECD gübre dağıtıcıları standartında

toplama kutularının en az 100 mm derinliğinde, en fazla 500 mm genişliğinde olması ve her bir kutu alanının 2500 cm<sup>2</sup>'den daha az olması gerektiği belirtilmiştir.

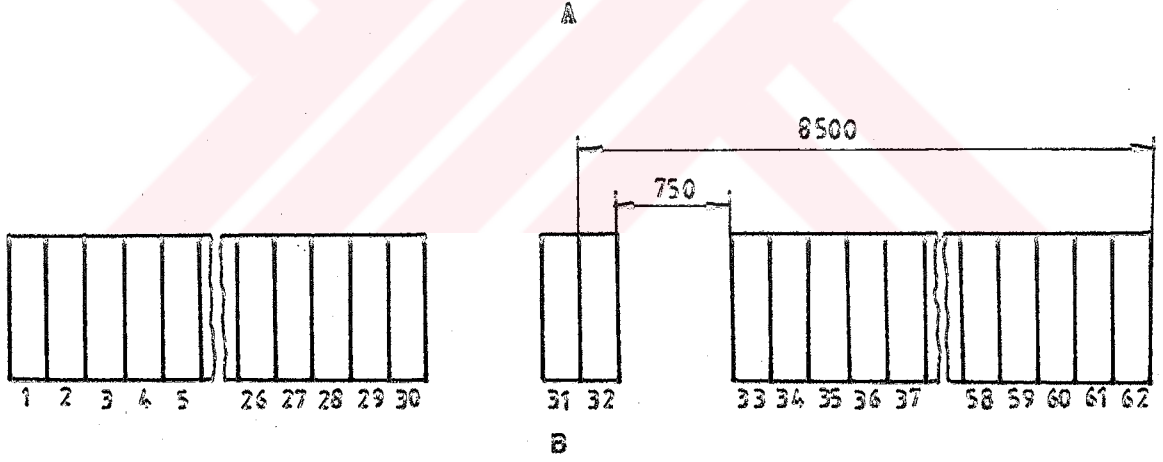
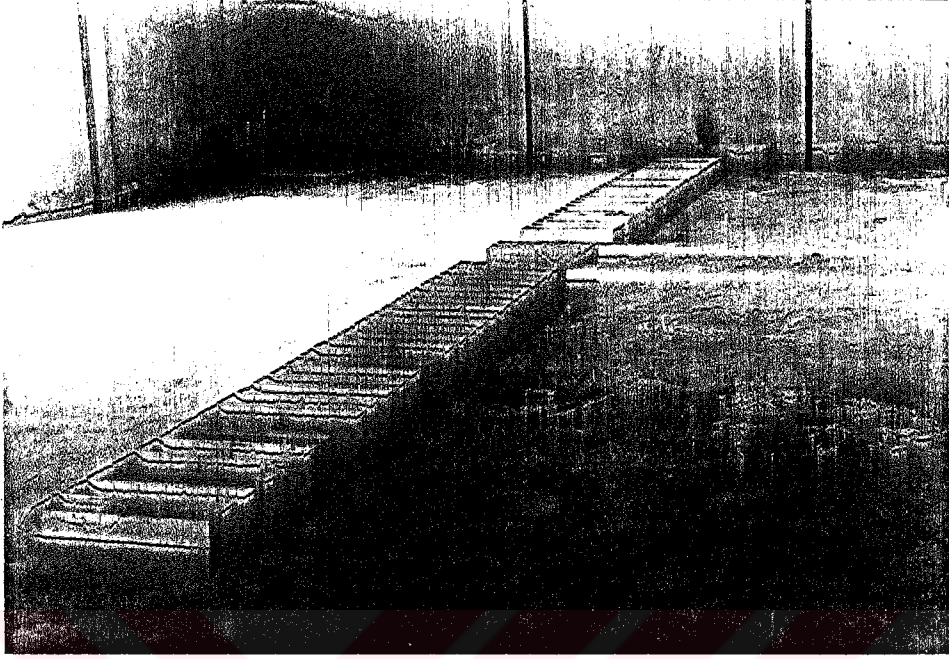
Denemelerde, dağıtılan gübrelerin toplanmasında kullanılan kutu ölçüleri için TS 2541 nolu deney standartı esas alınmıştır. Toplama kutuları düz zemin üzerine, uzun kenarları traktör ilerleme yönüne paralel olacak şekilde yan yana dizilmiştir (Şekil 3. 12).

Makina tarafından toplama kutuları üzerinde üç geçiş sonunda dağıtılan gübreler toplanarak, ayrı ayrı tartılmış ve elde edilen değerler grafiklerle gösterilerek dağılım desenleri belirlenmiştir.

Diziliş planı Şekil 3. 12. (B)'de görüldüğü gibi 30-31 ve 32-33 nolu kutular arasında traktör tekerleğinin geçmesi için üç kutu genişliğinde boşluk bırakılmış ve bu boşluklara gelen gübreler toplanmamıştır.

Makinanın çalıştırılmasında kullanılan STEYR 768 traktörünün kuyruk mili devri, el takometresi ile kontrol edilerek 540 i/min'e ayarlanmıştır. Makinanın dağıtıcı organı yatay duruma getirilmiş, besleme açıklığı, dağıtıcı organ yüksekliği ve devri istenen değerlere ayarlanmıştır. Makina 540 i/min kuyruk mili devrinde besleme açıklıklarından gübre akışı normal duruma gelinceye kadar belli bir süre çalıştırdıktan sonra toplama kutuları üzerinden geçirilmiştir. Makinanın arkasında kalan kutulara gübrenin düşmeyeceği mesafeye ulaşıldıktan sonra traktör durdurulmuştur.





Şekil 3. 12. Toplama kutularının diziliş planı  
(A: Genel görünüşü, B: Kesit görünüşü)

Toplama kutularında üç geçişte toplanan gübreler, numune kaplarına boşaltılarak elektronik terazi ile tartılmıştır.

Dağılım desenlerinin tespiti için yapılan ölçümler, ülkemiz şartlarında 20 . . . 40 kg/da gübreleme norm değerlerini verebilecek besleme açıklığında yapılmıştır.

Denemelerde Şekil 3. 12'de görüldüğü gibi traktör tekerlerinin geçmesi için bırakılan 30 - 31 ve 32 - 33 nolu kutular arasında bulunan üç kutu genişliğindeki boşluklara, bu kutularda toplanan gübre miktarlarının ortalaması kadar gübre düştüğü varsayılarak değerlendirilmiştir.

Glover ve Baird (1973), tarafından yapılan çalışmalarda ve ASAE, DLG, NIAE deneme istasyonlarında aynı yol takip edilmektedir.

Dağılım desenleri, araştırma konusu makinenin üç farklı kanat profil ve konumunda, üç farklı besleme açıklığı konumunda % 26 amonyum nitrat ve triple süper fosfat gübreleri belirlenmiştir.

Çalışmada söz konusu her kombinasyona ait dağılım deseninin grafiği AMSTRAT 1512 marka bilgisayara göre hazırlanan program ile çizilmiştir (EK - 1). Buna göre her dağılım ortalaması alınmış ve bu 100 kabul edilmiştir. Böylece her toplama noktasının ortalamadan sapmaları (%) olarak hesaplanmış ve dağılım desenlerini gösteren grafikler hazırlanmıştır.

### 3. 2. 4. Effektif iş genişliği ve değişim sınırlarının belirlenmesi

Effektif iş genişliği ve değişim sınırlarının belirlenmesi amacıyla AMSTRAT 1512 marka bilgisayara göre hazırlanan program, ileri-geri ve dönerik çalışma şartlarına dikkate alarak dağılım genişliğinin yarısından başlamak üzere her iki taraftan birer kutu genişliğinde dışa doğru kaydırarak, hiç örtmenin olmadığı en dış noktaya kadar değişen 34 farklı örtme durumuna ait dağılımların, farklı iş genişlikleri için varyasyon katsayılarını vermektedir (EK - 2). Varyasyon katsayısının en düşük olduğu örtme pa-yında makina eksenleri arası uzaklık, efektif iş genişliği olarak tanımlanmaktadır.

Santrifüjlü gübre dağıtma makinalarında efektif iş genişliğindeki varyasyon katsayısının % 20 veya altında olması istenir (Glower ve Baird, 1973; Bull ve Crowe, 1985).

Yıldız (1985), yaptığı çalışmasında kimyasal gübre dağıtma makinalarında gübre dağılım düzgünlüğünün değerlendirilmesinde standart sapma esasına dayanan varyasyon katsayısı eşitliğinin kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Bu araştırmanın bir istatistikî temele dayanması ve hesaplanmasının kolay olması sebebiyle, dağılım düzgünlüğünün değerlendirilmesinde varyasyon katsayısı eşitliğinden yararlanılmıştır. Düzgün dağılımın kabul edilebilir üst sınırı olarak da % 20 değeri alınmıştır.

Varyasyon katsayısının küçük olması, makinanın fonksiyonel yönden iyiliğini göstermektedir. Etkin iş genişliğinin büyük olması, makinelerin iş verimlerinin yüksek olmasını sağlar. Etkin iş genişliği değişim sınırlarının büyük olması tarlada çalışma sırasında, iş genişliğinin yanlış seçilmesi ve örtmenin yanlış yerden yapılması durumunda elde edilen dağılımın düzgünlüğünün bozulmasını engellemektedir. Araştırma materyali makinede örtme paylarına bağlı olarak varyasyon katsayısı değerlerinin değişimi, ileri-geri ve dönerek çalışma metodları için aynı grafiklerle gösterilmiştir.

### 3. 2. 5. Gübreleme normunun belirlenmesi

Gübreleme normu, makinanın besleme açıklığından birim zamanda atılan gübre miktarı, etkin iş genişliği ve makineyi çalıştıran traktörün ilerleme hızı belirlendikten sonra aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$Q = \frac{60 P}{B.V}$$

Burada;

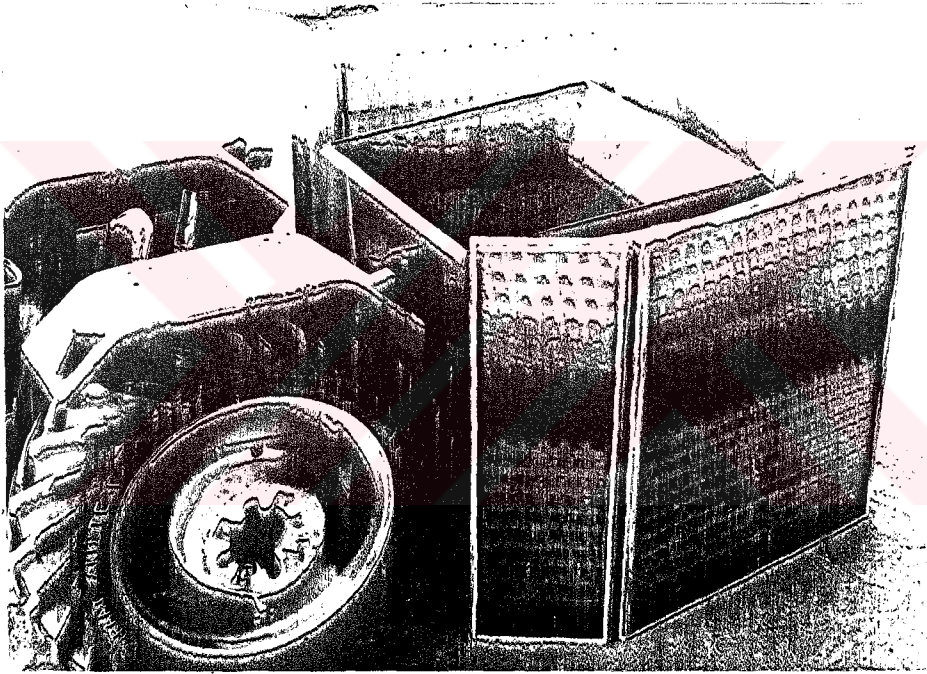
Q = Gübreleme normu (kg/da),

P = Birim zamanda atılan gübre miktarı (kg/min),

B = Etkin iş genişliği (m),

V = Traktörün ilerleme hızı (km/h)'dir.

Traktör hareketsiz durumda iken sadece makinayı çalıştırmak suretiyle dağıtılan gübreler tartılarak birim zamanda atılan gübre miktarı bulunmuştur. Bu esnada her iki besleme açıklığı eşit alan gösterecek şekilde ayarlanmış ve makinanın etrafı kapatılarak dağıtılan gübrelerin etrafa dağılması önlenmiştir (Şekil 3. 13).



Şekil 3. 13. Santrifüjlü gübre dağıtma makinalarında gübreleme normunun belirlenmesi

Makinanın 540 l/min kuyruk mili devrinde yapılan denemelerde, 1 dakika süre içerisinde zeminde toplanan gübreler toplanarak tartılmıştır. Her deneme üç tekerrürlü yapılarak aritmetik

ortalaması alınmış ve kg/min olarak birim zamanda atılan gübre miktarı bulunmuştur.

Makinayı çalıştıracak olan traktörün ilerleme hızı, tarla yüzey şartlarına bağlı olarak 5 . . . 12 km/h olarak değişmektedir (Mutaf, 1974). Gübreleme normunun hesaplanmasında, normal tarla şartlarında uygulanan 8 km/h 'lık traktör ilerleme hızı seçilmiştir. Etketif iş genişliği olarak, her iki çalışma metodu için (ileri-geri ve dönerek) dağılım desenlerinin bilgisayarda değerlendirilmesi sonucu bulunan değerler alınmıştır.

### 3. 2. 6. Denemelerin düzenlenmesi ve bulguların değerlendirilmesi

Denemelerde kontrollü değişken olarak seçilen parametreler Cetvel 3. 3 'de görüldüğü gibi gruplandırılmıştır. Denemeler sırasında dağılım düzgünlüğünü etkileyen diğer parametrelerin şekil ve ölçüleri literatür bilgilerine uygun olarak seçilmiş ve sabit tutulmuştur.

Kanat profilleri ve seçilen diğer parametrelerin meydana getirdiği kombinasyonlardan dolayı toplam 54 deneme yapılmıştır. Ayrıca denemeler iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Denemeye alınan makinede dağılım desenleri, kapalı alanda 650 mm disk yüksekliğinde ve 540 l/min kuyruk mili devrinde belirlenmiştir. Her kombinasyonda, iki farklı gübre ile elde edilen

desenler aynı grafikte gösterilerek, gübre tipinin dağılım desenlerine etkileri ortaya konulmuştur.

**Çatvel 3. 3. Deneylerde kontrollü değişken olarak seçilen parametreler**

Kanat profili tipi	: 1. Daire profil (KP <sub>1</sub> ) 2. Köşeli profil (KP <sub>2</sub> ) 3. Konik profil (KP <sub>3</sub> )
Kanat konumu	: 1. 0° (KK <sub>1</sub> ) 2. - 20° (KK <sub>2</sub> ) 3. - 30° (KK <sub>3</sub> )
Gübre besleme açıklığının ilerleme yönüne göre konumu	: 1. 20° solda (BAK <sub>1</sub> ) 2. Eksende (BAK <sub>2</sub> ) 3. 20° sağda (BAK <sub>3</sub> )
Gübre tipi	: 1. % 26 amonyum nitrat (A) 2. Triple süper fosfat (B)

Elde edilen desenlerde, ileri-geri ve dönerek çalışma şartları dikkate alınarak dağıtma genişliğinin yarısından başlamak üzere hiç örtmenin olmadığı en dış noktaya kadar değişen farklı örtme paylarında elde edilen dağılımların varyasyon katsayıları bilgisayar yardımı ile hesaplanmıştır. İş genişliğine bağlı olarak dağılım düzgünlüğünün gösterge değeri olan varyasyon katsayısının değişimi, ileri-geri ve dönerek çalışma metodu için aynı grafikler üzerinde gösterilerek, her iki çalışma şartı için desenler arasındaki farklılık ortaya konulmuştur.

Seçilen besleme açıklığında makinanın birim zamanda attığı gübre miktarı belirlenerek cetvelde verilmiştir.

İleri-geri çalışma metodunda en fazla % 20 ve % 20'den küçük varyasyon katsayısı gösteren desenler, en iyi kombinasyon olarak belirlenmiştir. Bu desenlere göre ileri-geri ve dönerek çalışma şartlarında hesaplanan efektif iş genişliği, minimum varyasyon katsayısı ve gübreleme normları cetvellerde gösterilmiştir. Cetvellerdeki (İG) harfleri ileri-geri, (D) harfi dönerek çalışma metodunu göstermektedir.

Buraya kadarki anlatımlara bağlı olarak, çeşitli metodlarla ölçülen büyüklükler ve hesaplama sonuçları ile elde edilen değerler üzerinde, gerçek anlamdaki ilişkilerin belirlenmesi ve daha güvenli yorumlar yapabilmek amacıyla istatistiksel analizler yapılmıştır. Bu amaç için gerekli varyans analizleri E. Ü. Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Bölümü'nde yapılmıştır.

Denemeler sonucunda, kombinasyonların her birinde ileri-



geri çalışma yöntemi için yapılan farklı örtme paylarında elde edilen varyasyon katsayılarının en küçük değeri dikkate alınarak bu değerler üzerinde gerekli analizler yapılmıştır.

Varyasyon katsayılarına uygulanan varyans analizleri yardımı ile kanat profili, kanat konumu ve gübre besleme açıklığı konum seviyelerinin varyasyon katsayısı bakımından birbirlerinden farklı olup-olmadıkları belirlenebilmektedir. Ayrıca aynı analiz sonuçları incelenen parametreler arasında etkileşim olup-olmadığının tespitini sağlamaktadır.

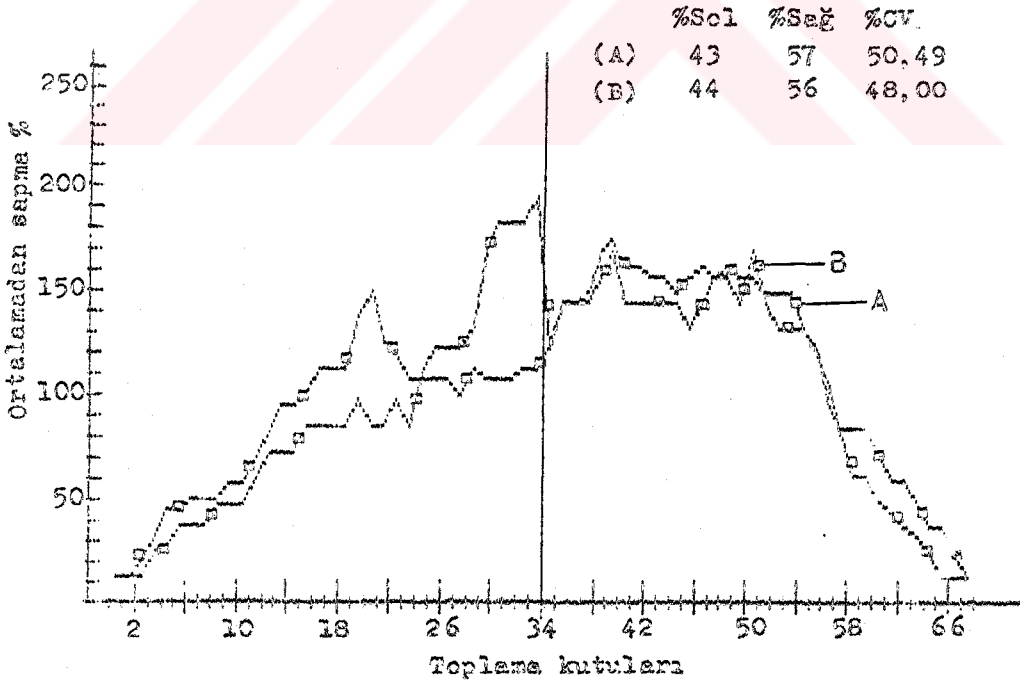
Varyans analiz sonuçlarının önemli çıktığı durumlarda bunun hangi grupların etkisinden ileri geldiğini belirlemek amacıyla Duncan testi yapılmıştır (Düzgüneş, 1963).

Cetvellerde  $P = 0,05$  oranı için (\*),  $P = 0,01$  için ise (\*\*) sembolleri kullanılmıştır.

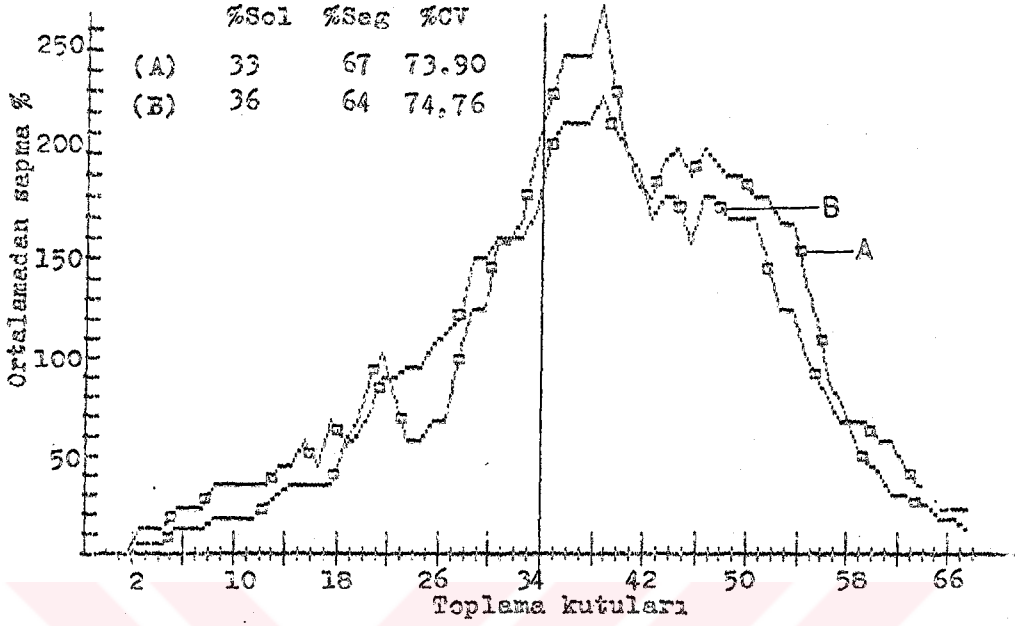
#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

##### 4. 1. Dağılım Desenleri

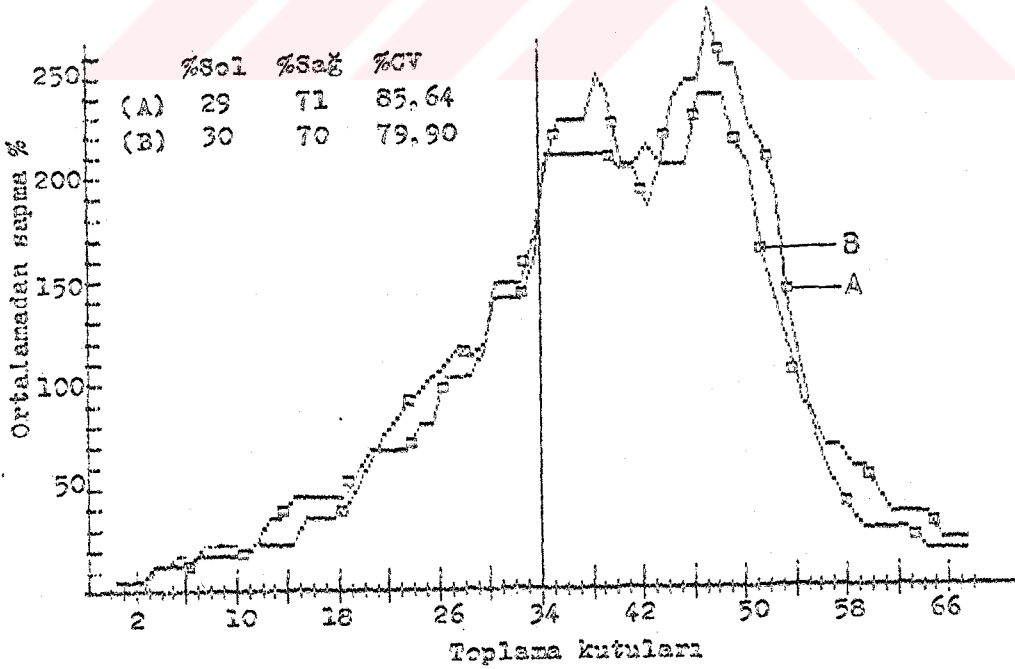
Denemeler sonucunda, iki farklı gübrede her bir kombinasyona ait dağılım desenleri Şekil 4. 1 ... 4. 27 'de verilmiştir.



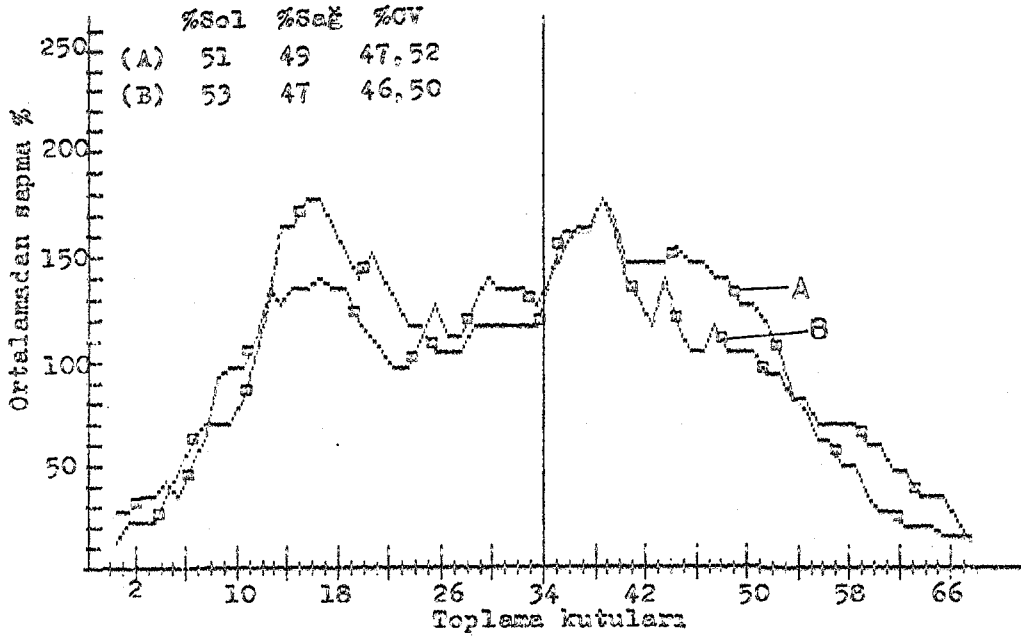
Şekil 4. 1. (KP<sub>1</sub>-KK<sub>1</sub>-BAK<sub>1</sub>) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



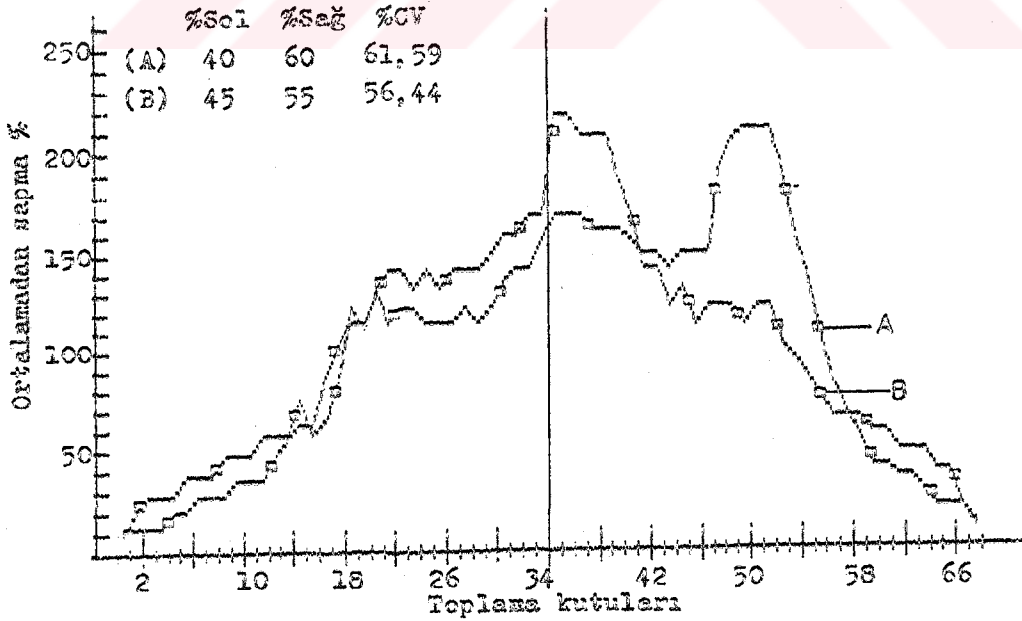
Şekil 4. 2. ( $KP_1-KK_2-BAK_1$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



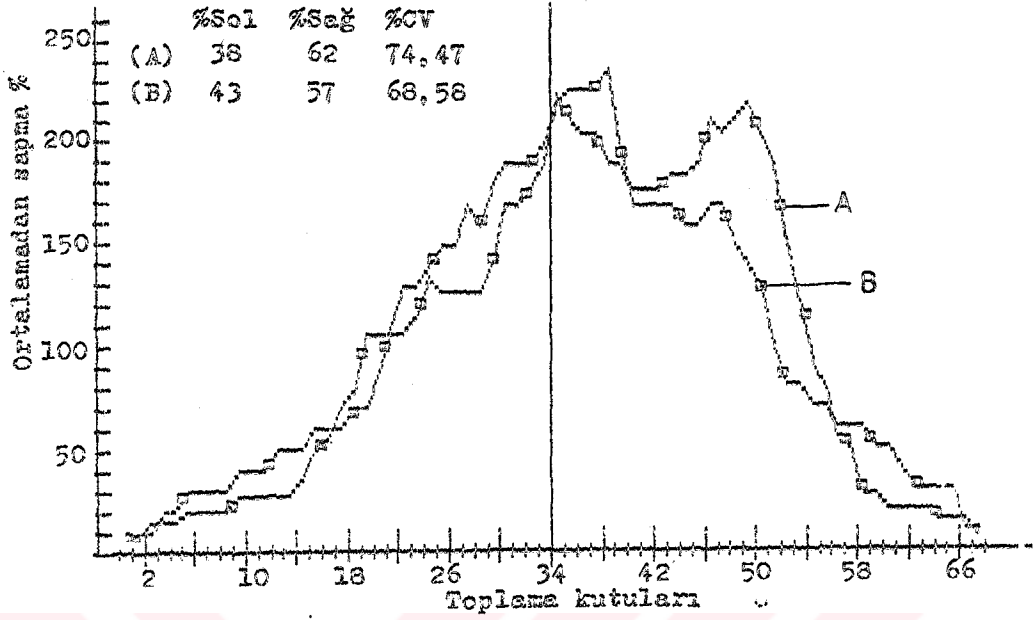
Şekil 4. 3. ( $KP_1-KK_3-BAK_1$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



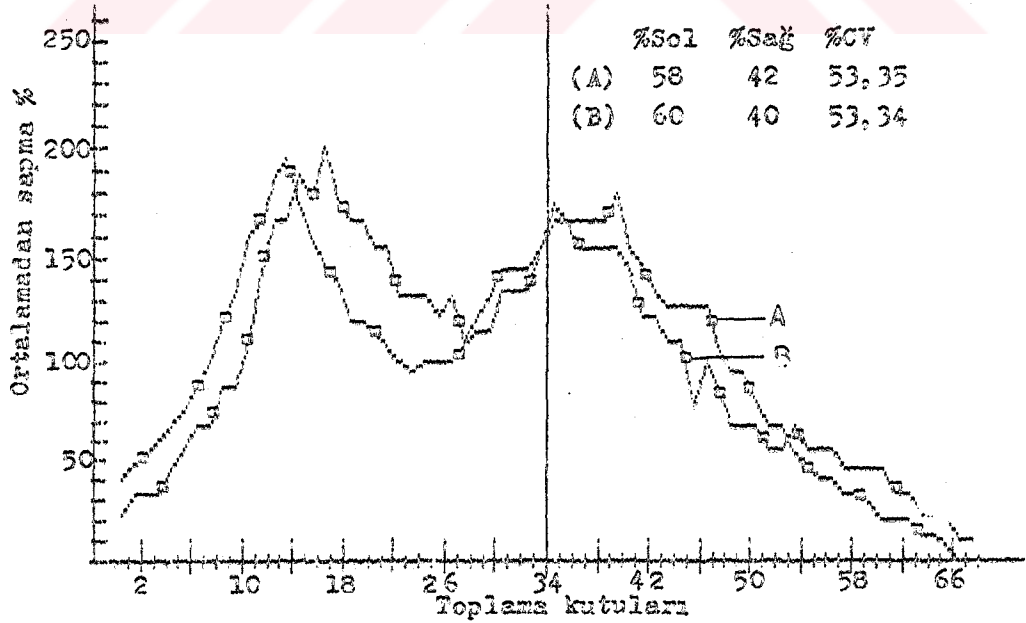
Şekil 4. 4. ( $KP_1-KK_1-BAK_2$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



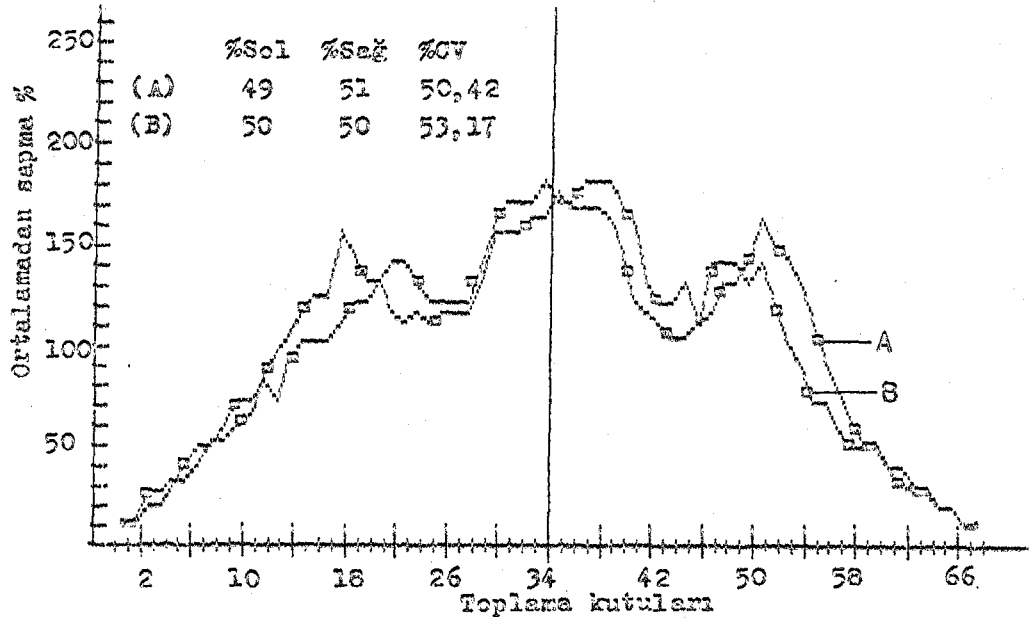
Şekil 4. 5. ( $KP_1-KK_2-BAK_2$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



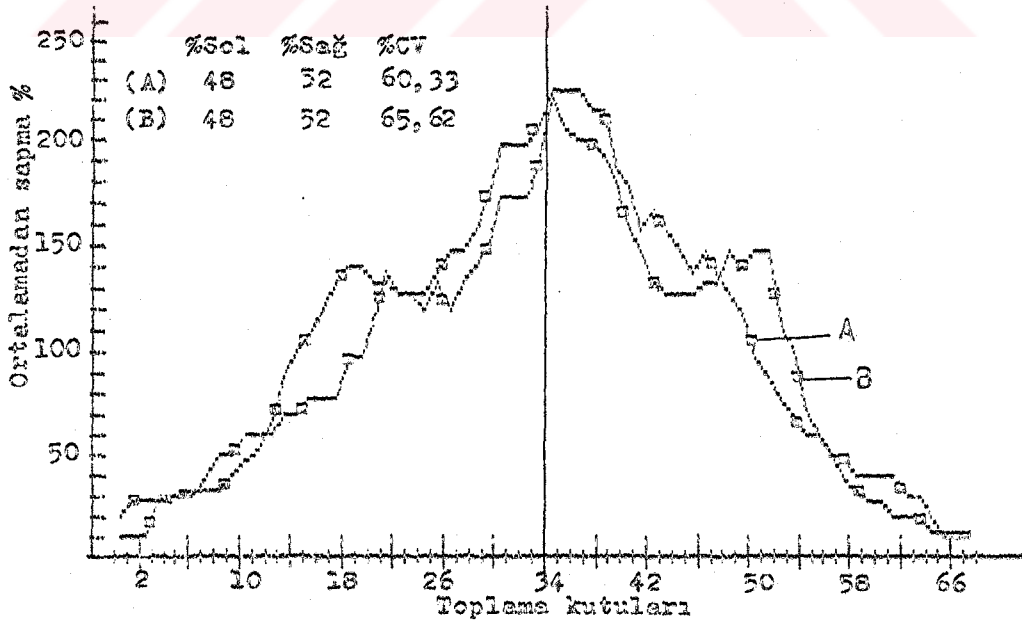
Şekil 4. 6. ( $KP_1-KK_3-BAK_2$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



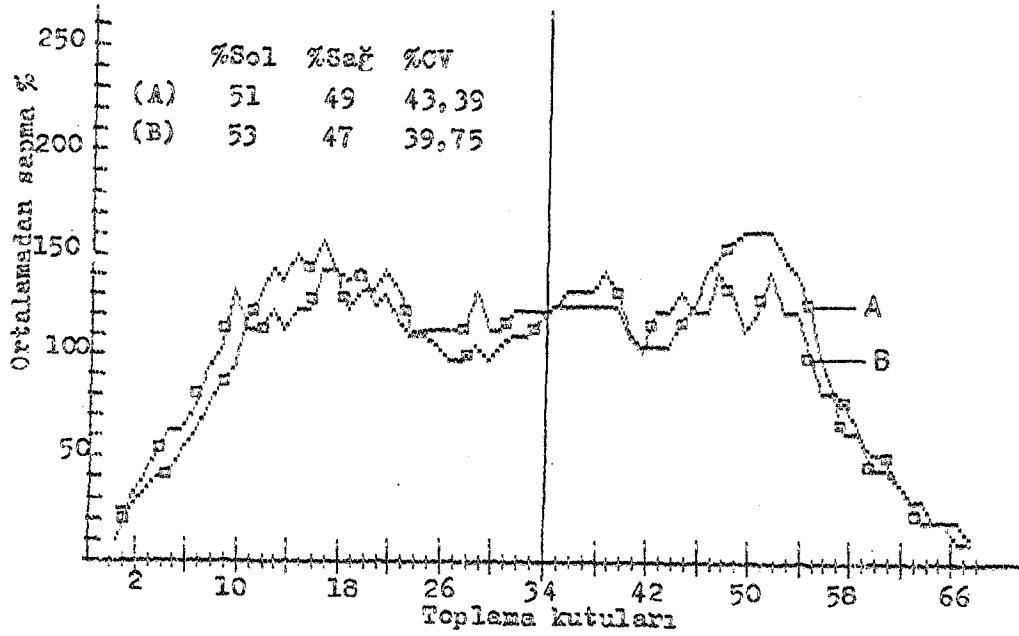
Şekil 4. 7. ( $KP_1-KK_1-BAK_3$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



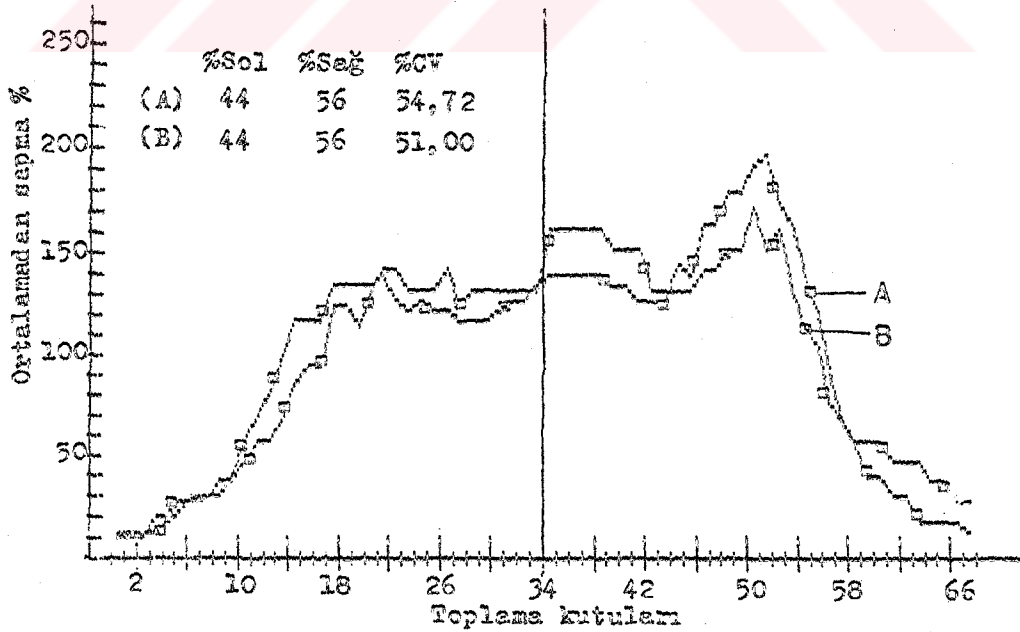
Şekil 4. 8. ( $KP_1-KK_2-BAK_3$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



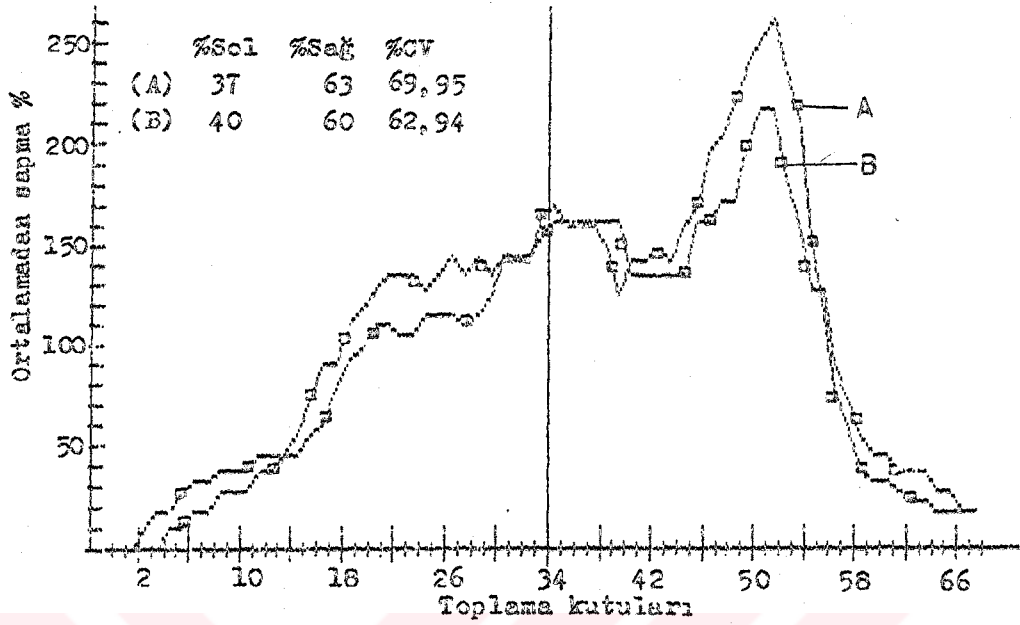
Şekli 4. 9. ( $KP_1-KK_3-BAK_3$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



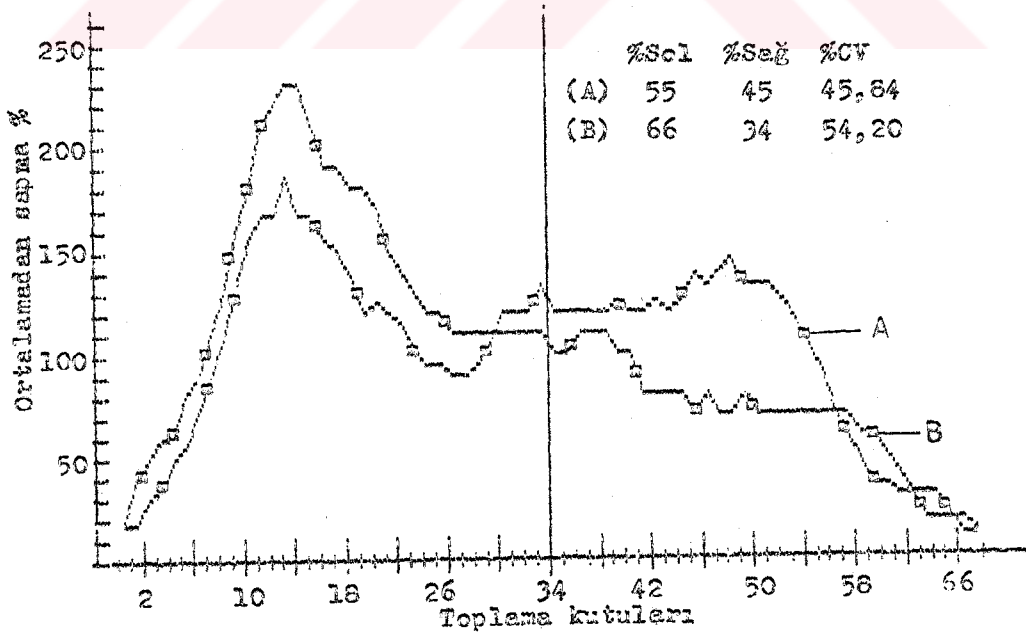
Şekil 4. 10. ( $KP_2-KK_1-BAK_1$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



Şekil 4. 11. ( $KP_2-KK_2-BAK_1$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri

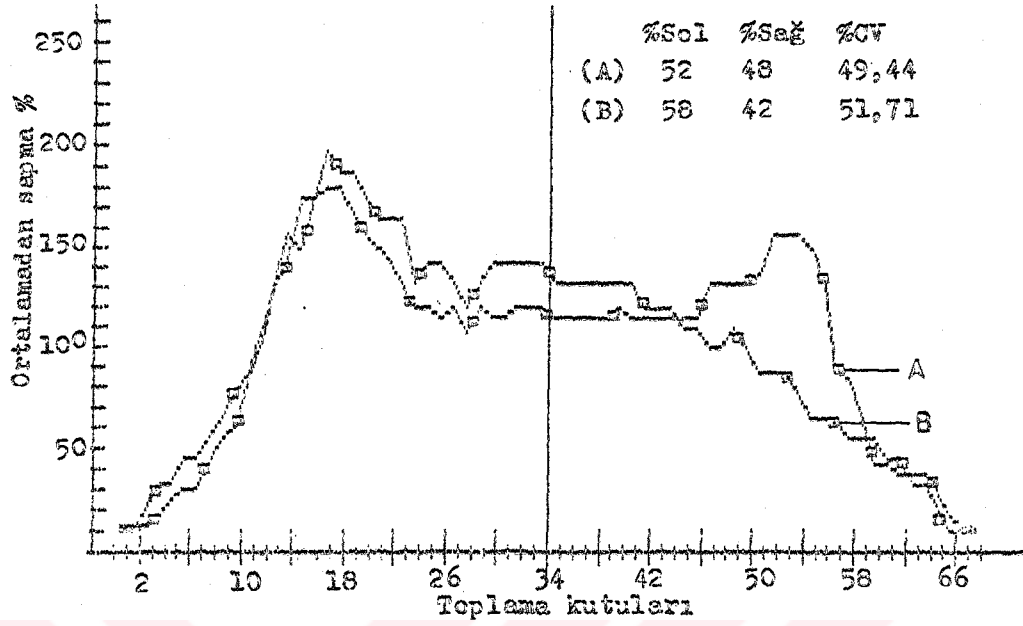


Şekil 4. 12. (KP<sub>2</sub>-KK<sub>3</sub>-BAK<sub>1</sub>) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri

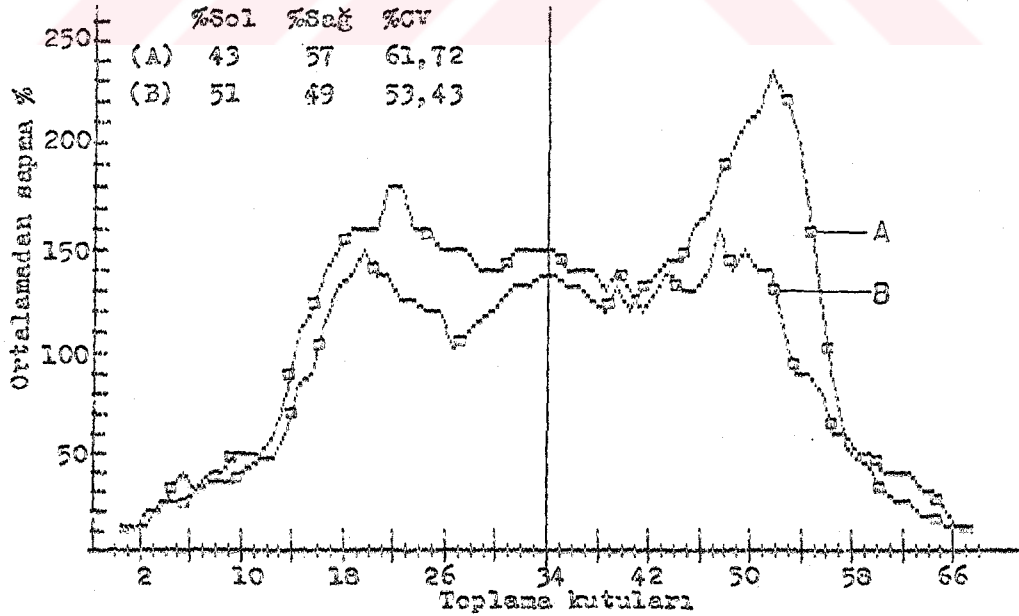


Şekil 4. 13. (KP<sub>2</sub>-KK<sub>1</sub>-BAK<sub>2</sub>) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri

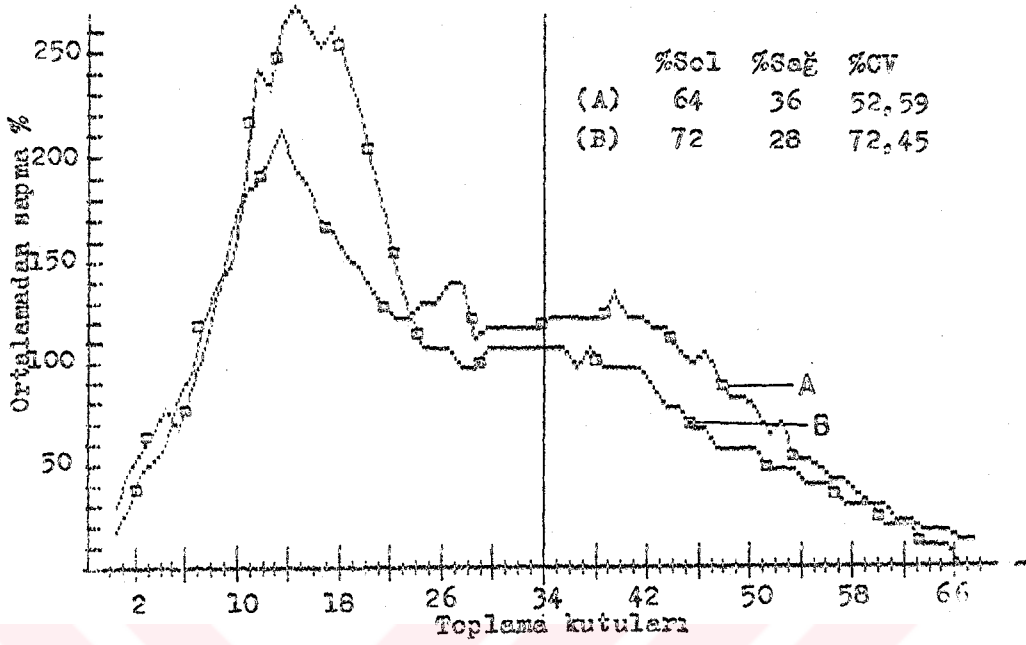




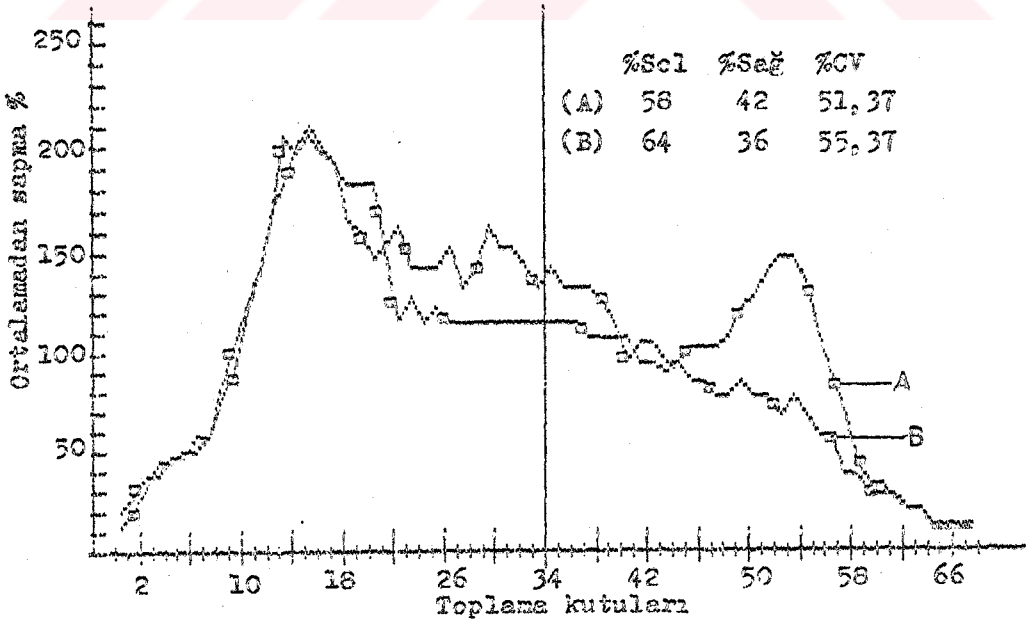
Şekil 4. 14. ( $KP_2-KK_2-BAK_2$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



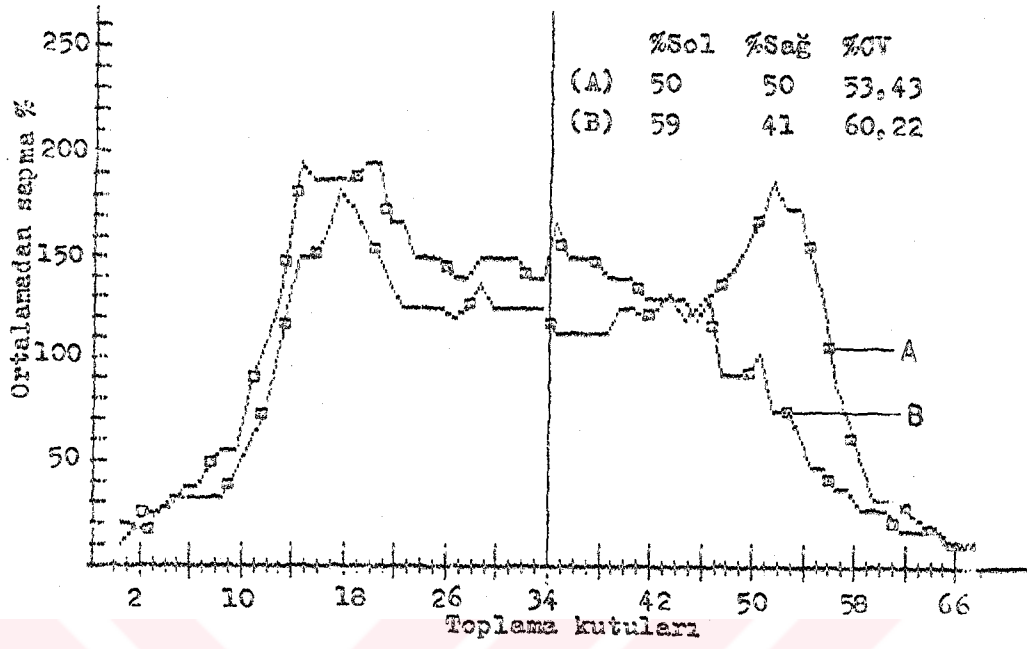
Şekil 4. 15. ( $KP_2-KK_3-BAK_2$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



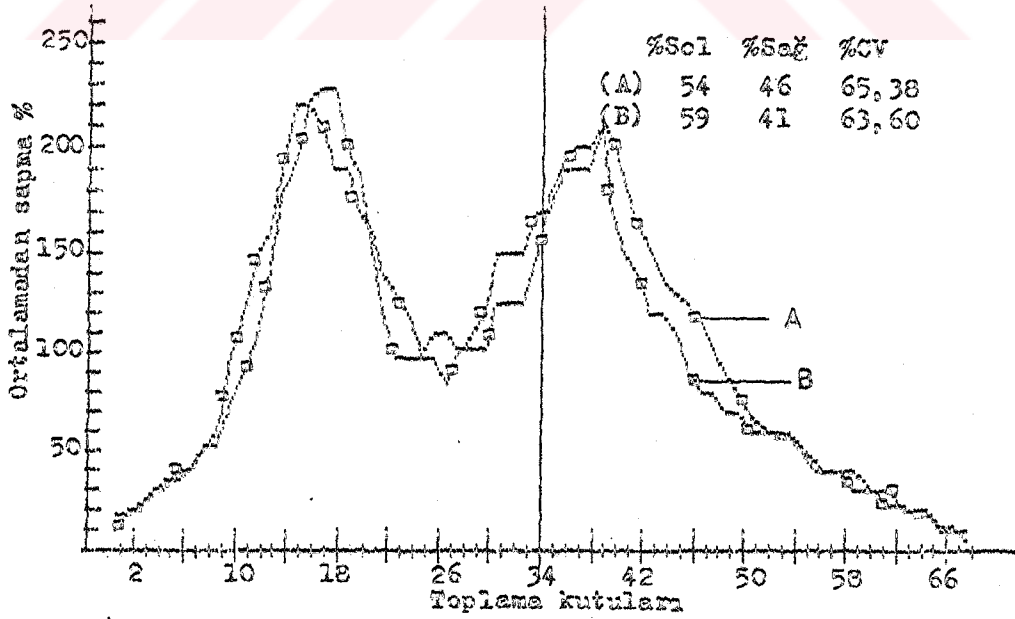
Şekil 4. 16. (KP<sub>2</sub>-KK<sub>1</sub>-BAK<sub>3</sub>) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



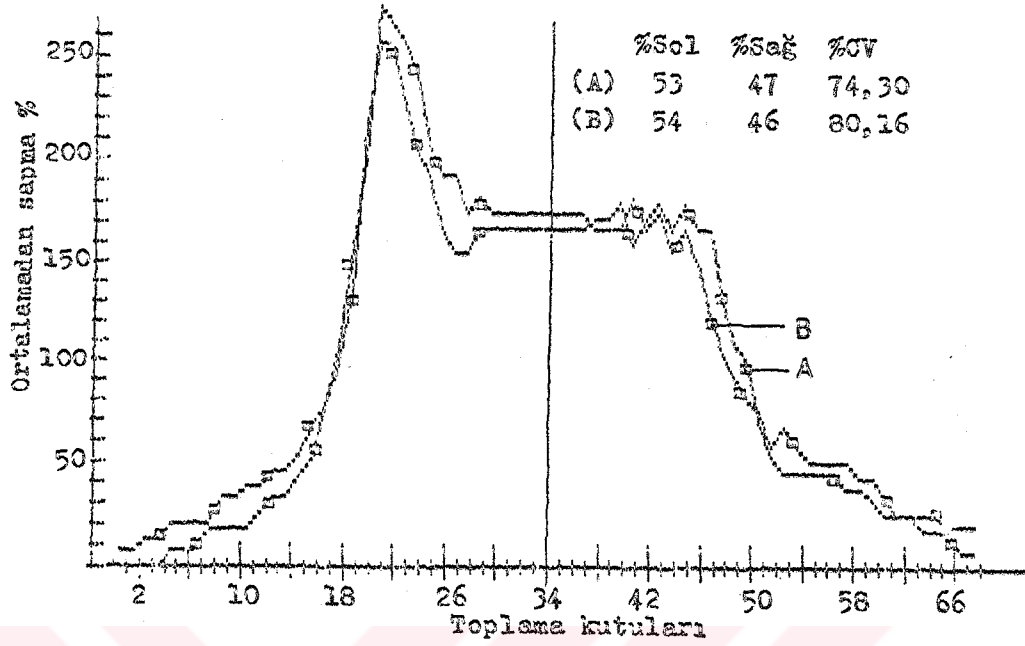
Şekil 4. 17. (KP<sub>2</sub>-KK<sub>2</sub>-BAK<sub>3</sub>) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



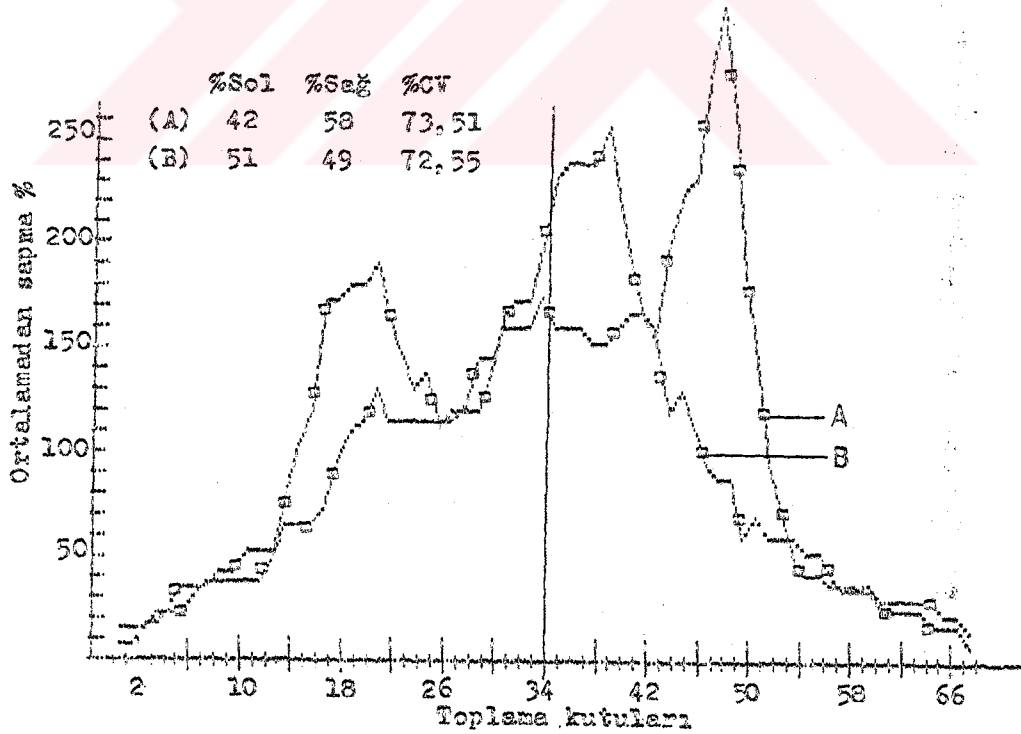
Şekil 4. 18. ( $KP_2-KK_3-BAK_3$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



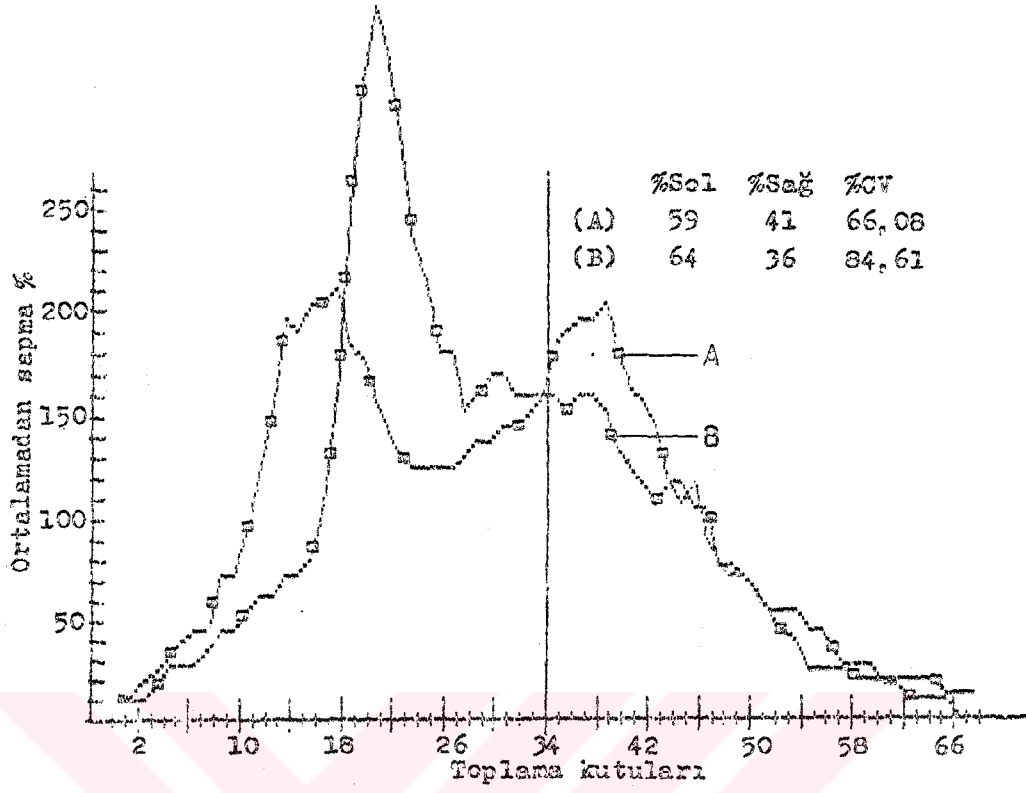
Şekil 4. 19. ( $KP_3-KK_1-BAK_1$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



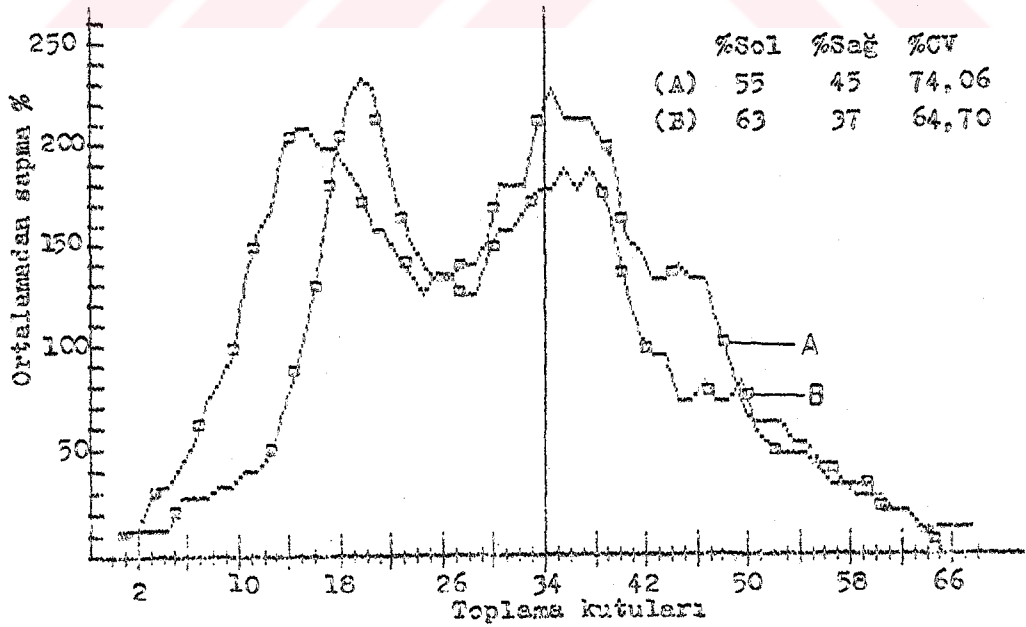
Şekil 4. 20. ( $KP_3-KK_2-BAK_1$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



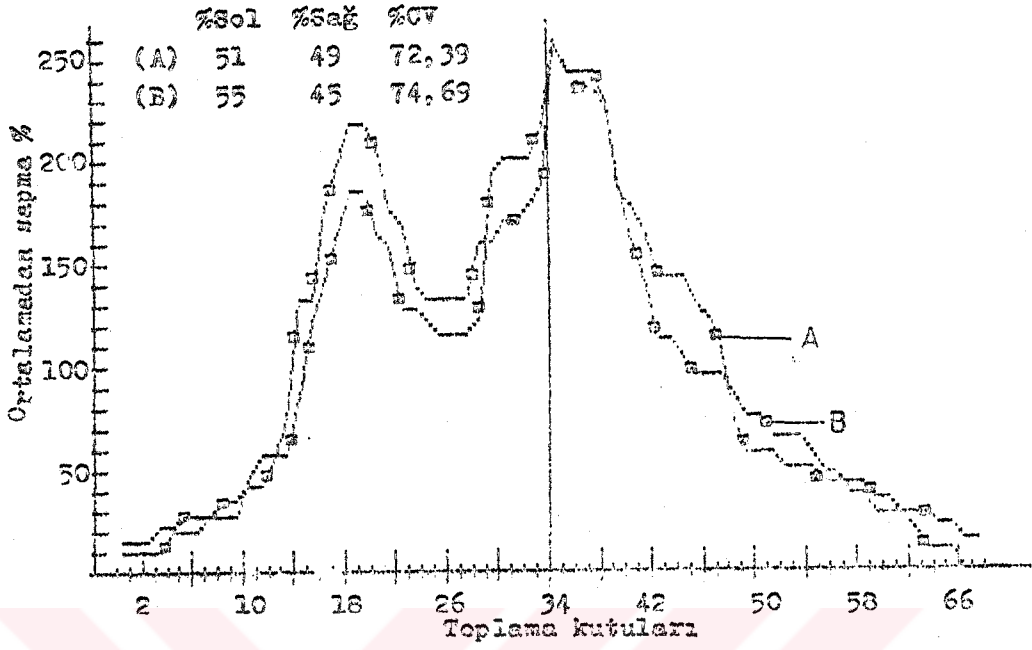
Şekil 4. 21. ( $KP_3-KK_3-BAK_1$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



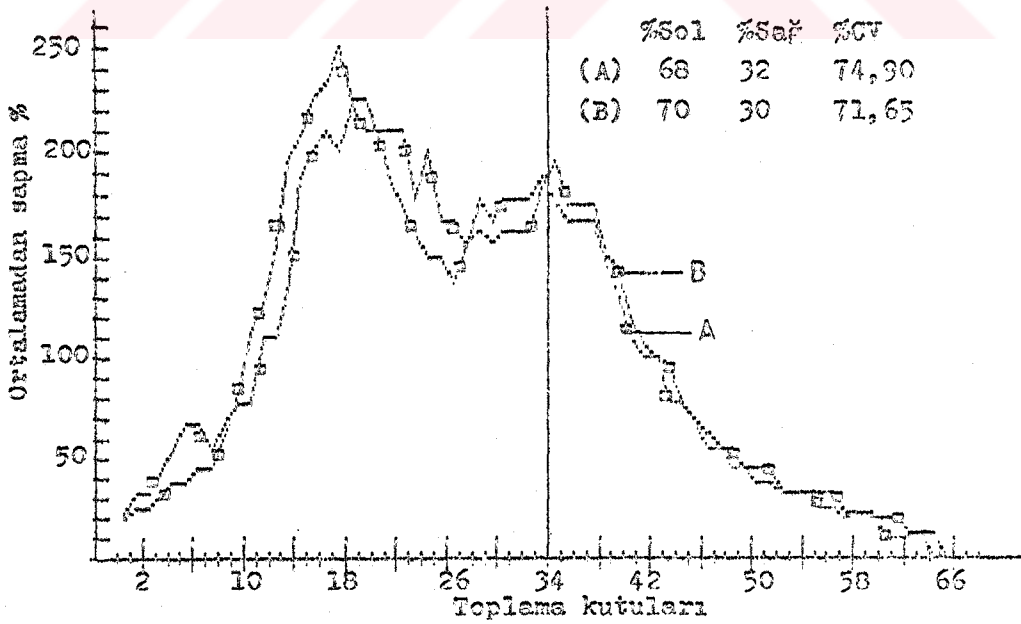
Şekil 4. 22. ( $KP_3-KK_1-BAK_2$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



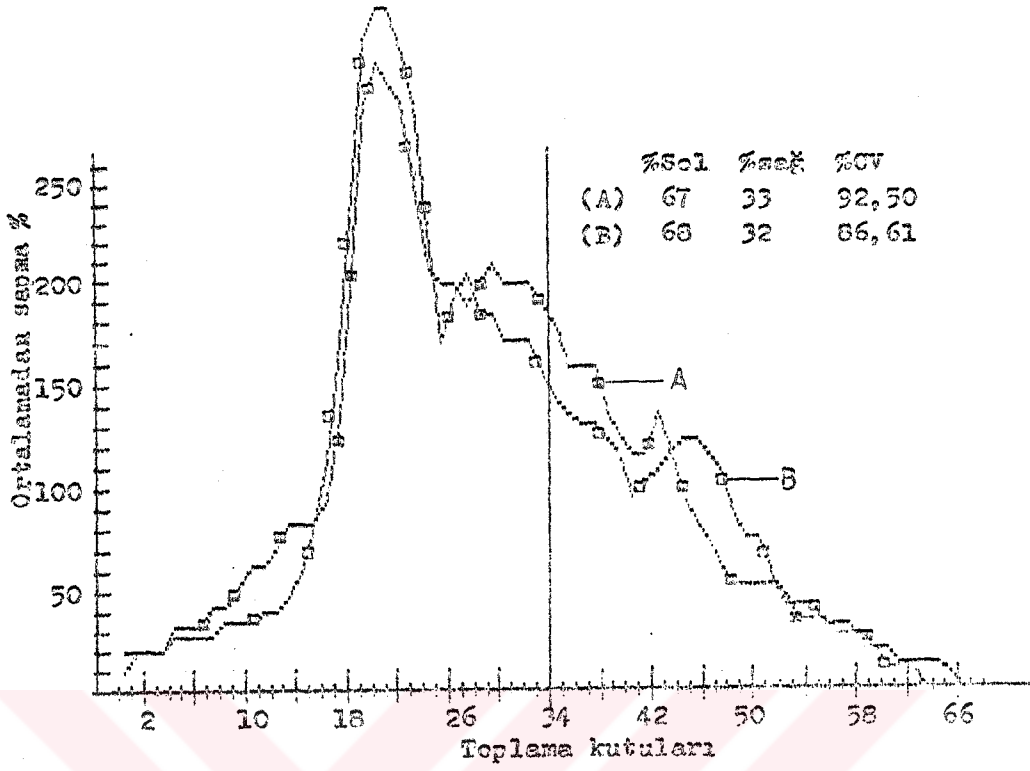
Şekil 4. 23. ( $KP_3-KK_2-BAK_2$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



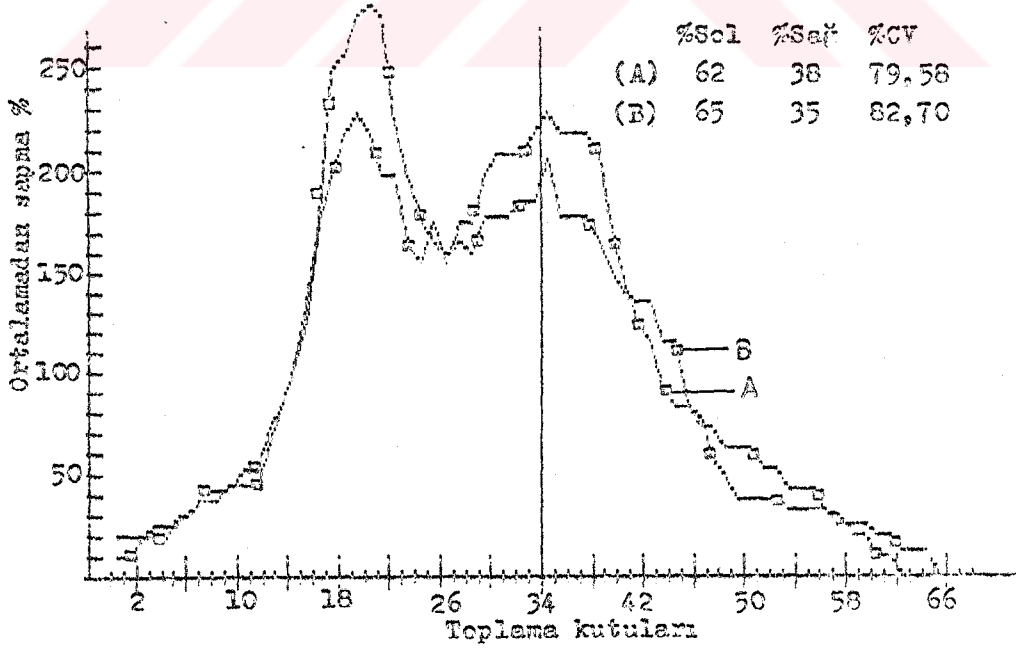
Şekil 4. 24. ( $KP_3-KK_3-BAK_2$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



Şekil 4. 25. ( $KP_3-KK_1-BAK_3$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



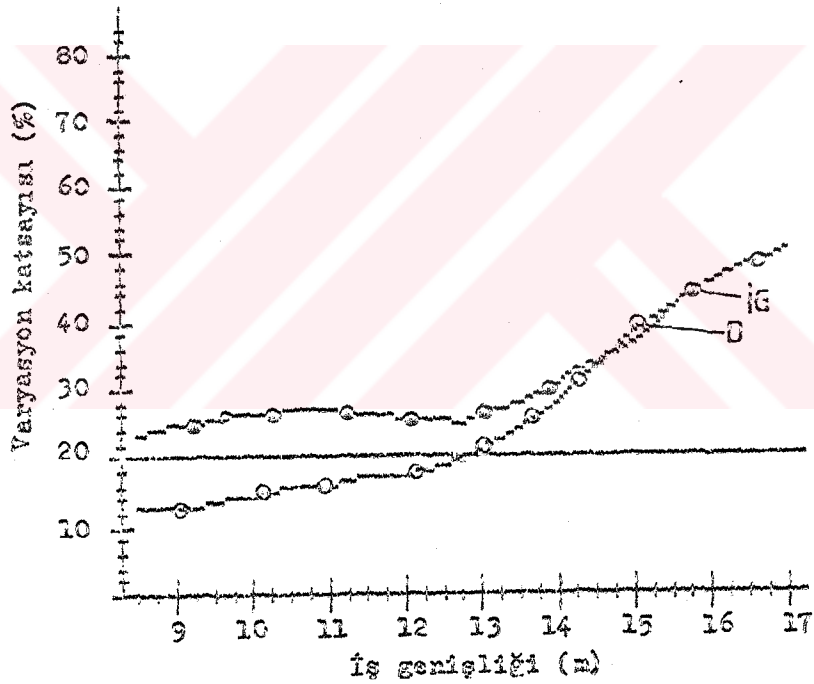
Şekil 4. 26. ( $KP_3-KK_2-BAK_3$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri



Şekil 4. 27. ( $KP_3-KK_3-BAK_3$ ) kombinasyonunda (A) ve (B) gübresi ile elde edilen dağılım desenleri

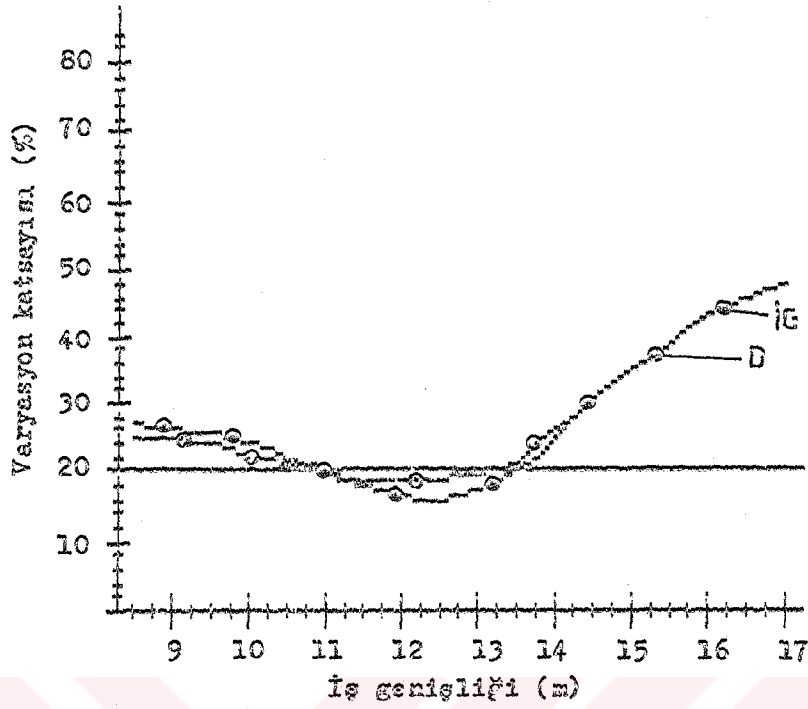
#### 4. 2. Effektif İş Genişliği ve Değişim Sınırları

Denemeler sonucunda, her bir kombinasyonda iki farklı gübre ile elde edilen dağılım desenlerinin, ileri-geri ve dönerrek çalışma şartlarında örtme paylarına bağlı olarak varyasyon katsayısının değişimi Şekil 4. 28 ... 4. 31 'de verilmiştir.

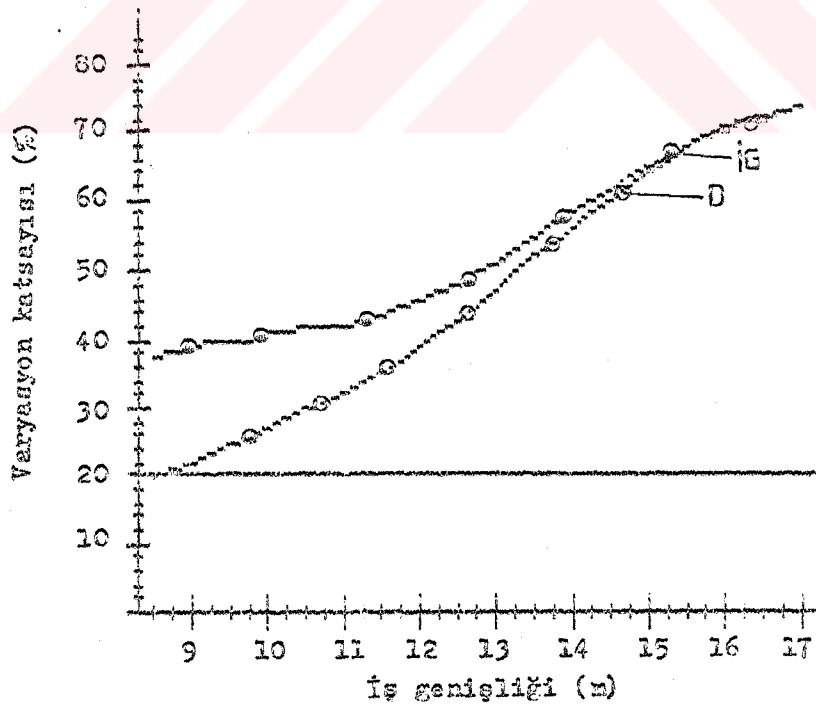


Şekil 4. 28. (KP<sub>1</sub>-KK<sub>1</sub>-BAK<sub>1</sub>) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi

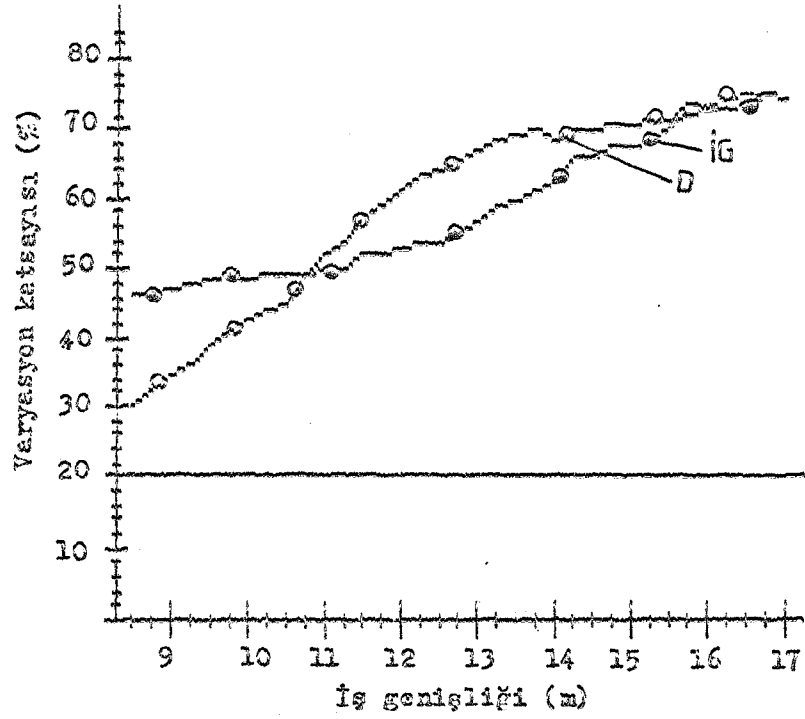




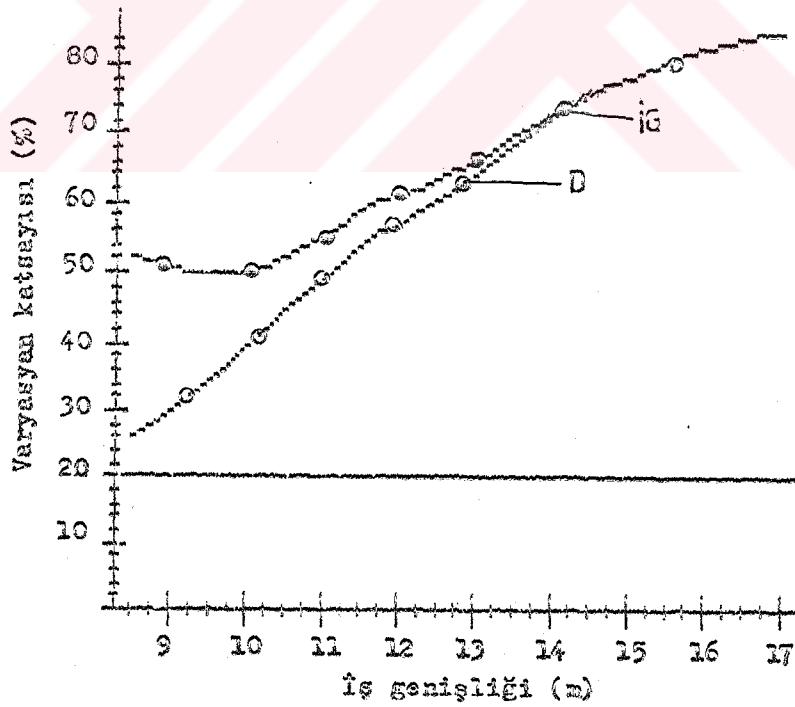
Şekil 4. 29. ( $KP_1-KK_1-BAK_1$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



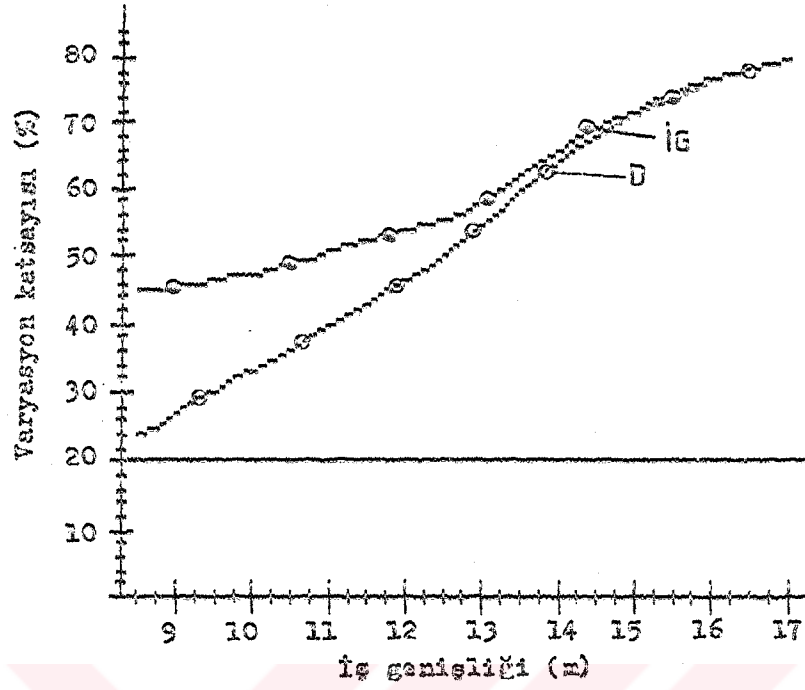
Şekil 4. 30. ( $KP_1-KK_2-BAK_1$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



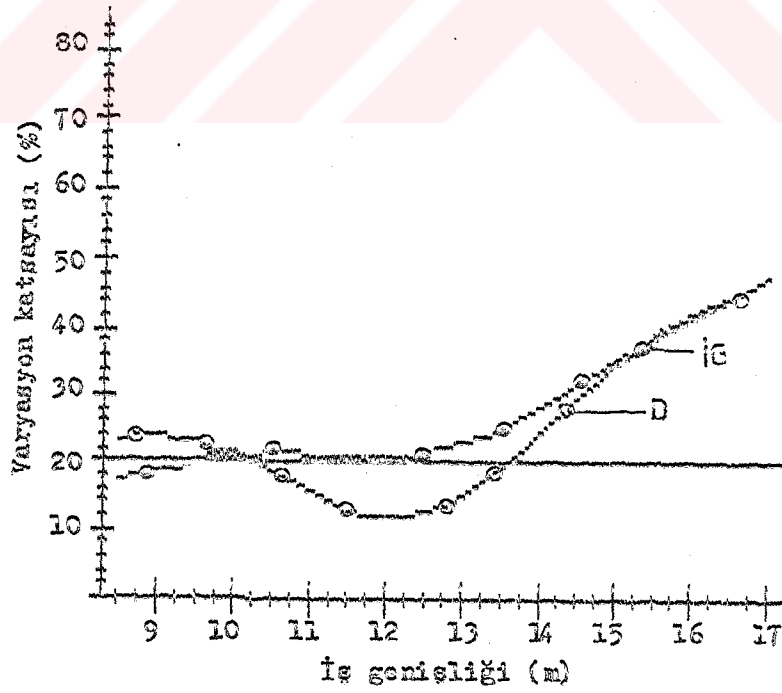
Şekil 4. 31. (KP<sub>1</sub>-KK<sub>2</sub>-BAK<sub>1</sub>) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



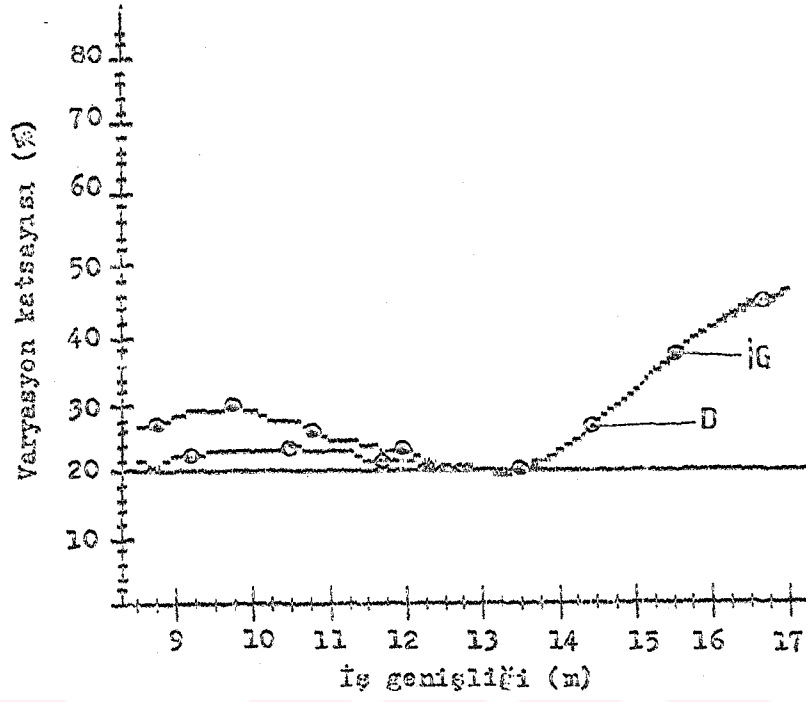
Şekil 4. 32. (KP<sub>1</sub>-KK<sub>3</sub>-BAK<sub>1</sub>) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



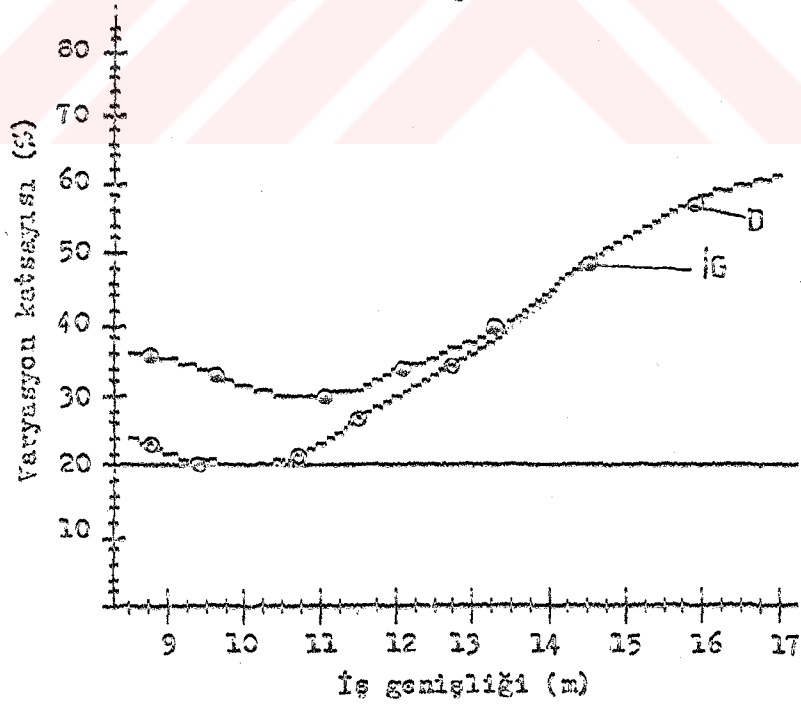
Şekil 4. 33. ( $KP_1-KK_3-BAK_1$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



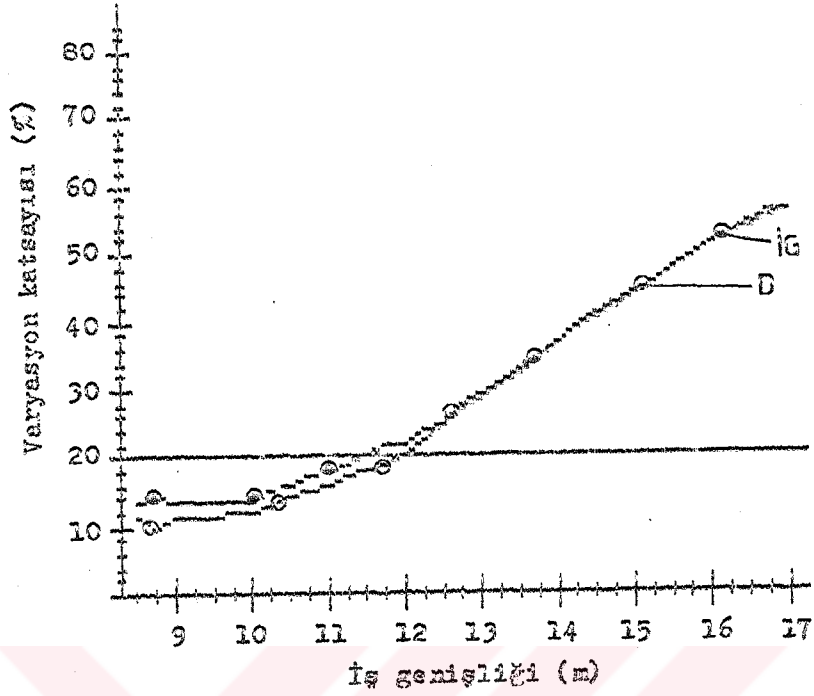
Şekil 4. 34. ( $KP_1-KK_1-BAK_2$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



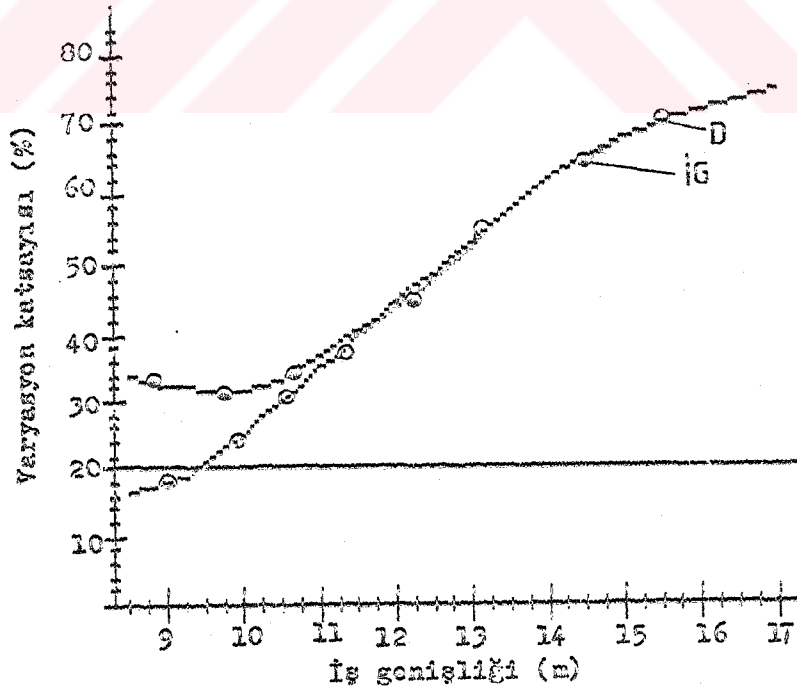
Şekil 4. 35. ( $KP_1-KK_1-BAK_2$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



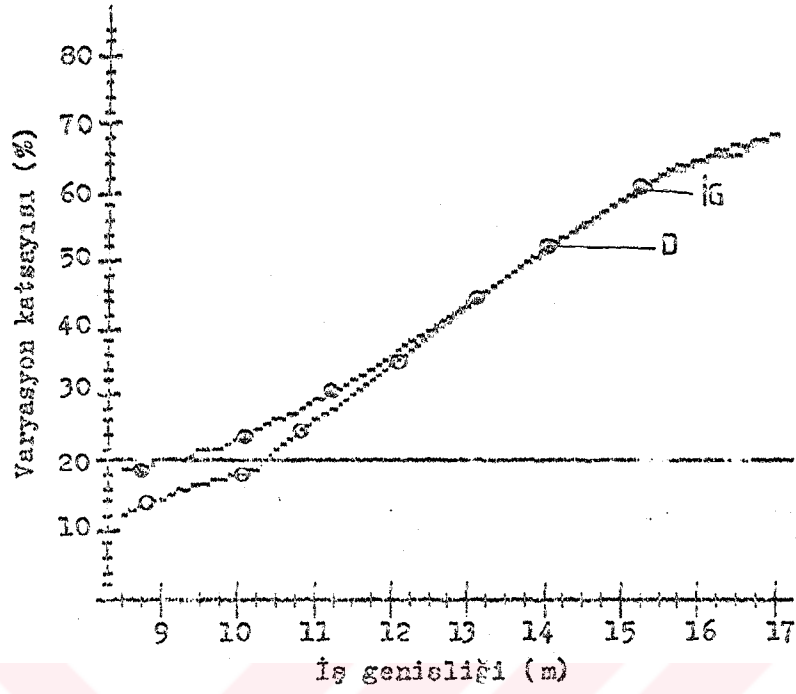
Şekil 4. 36. ( $KP_1-KK_2-BAK_2$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



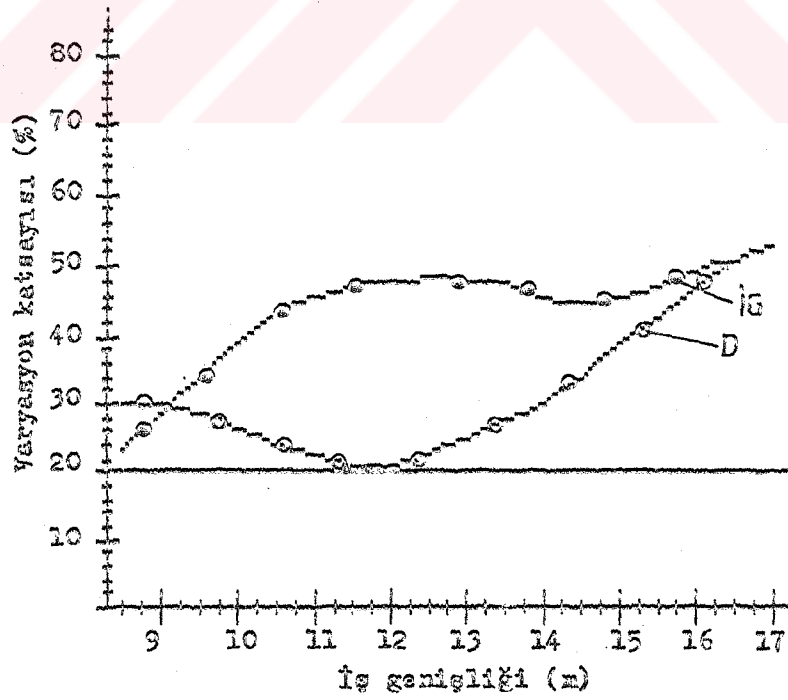
Şekil 4. 37. ( $KP_1-KK_2-BAK_2$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



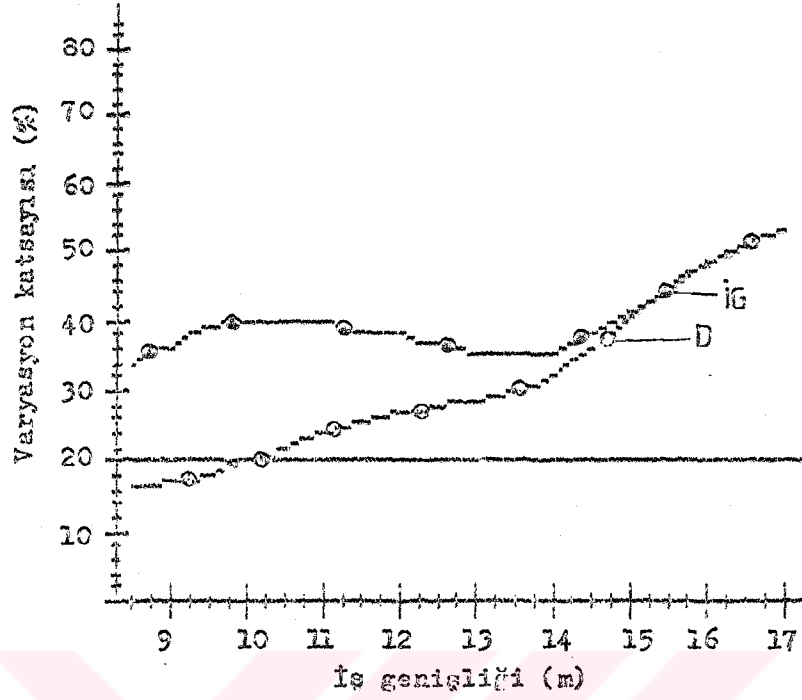
Şekil 4. 38. ( $KP_1-KK_3-BAK_2$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



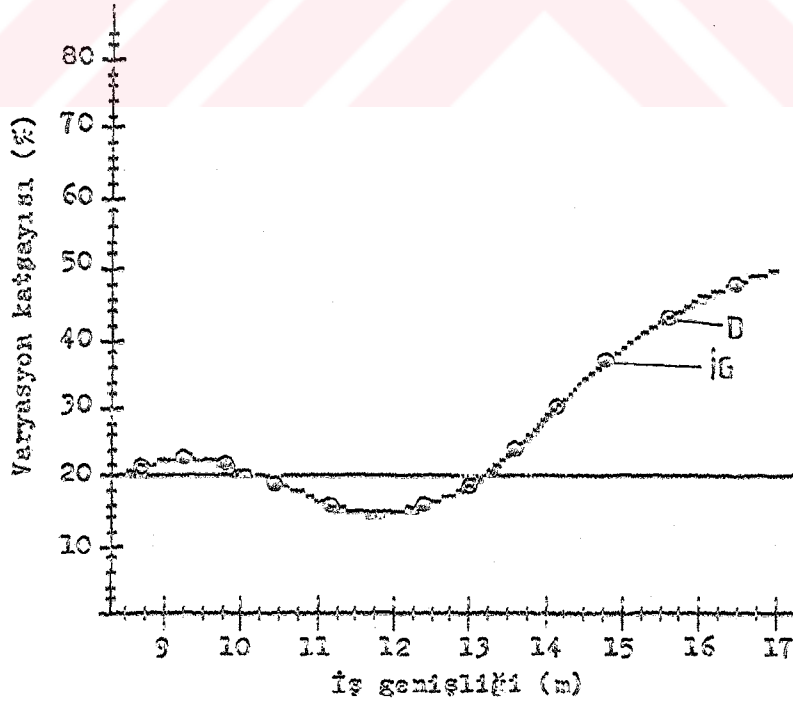
Şekil 4. 39. ( $KP_1-KK_3-BAK_2$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



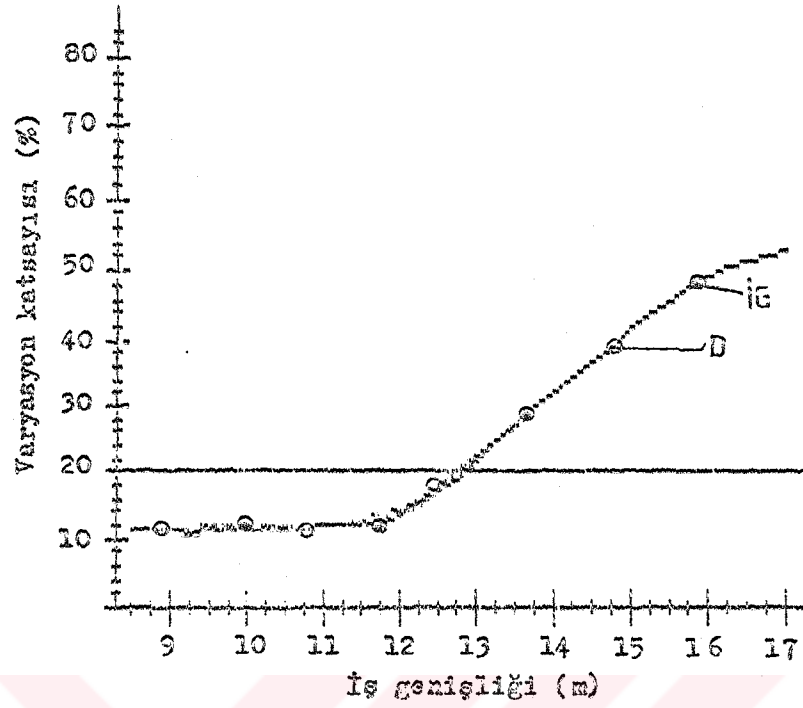
Şekil 4. 40. ( $KP_1-KK_1-BAK_3$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



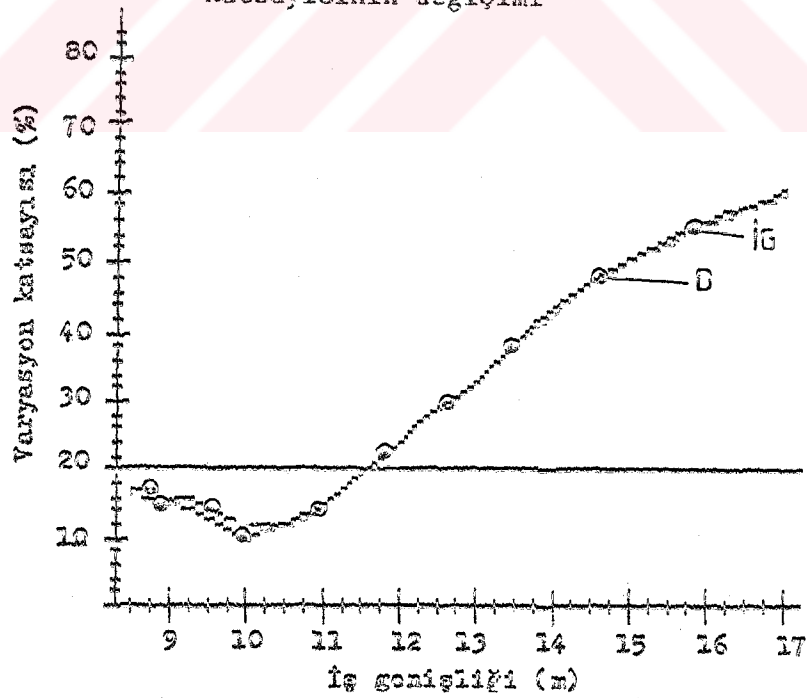
Şekil 4. 41. ( $KP_1$ - $KK_1$ - $BAK_3$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



Şekil 4. 42. ( $KP_1$ - $KK_2$ - $BAK_3$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi

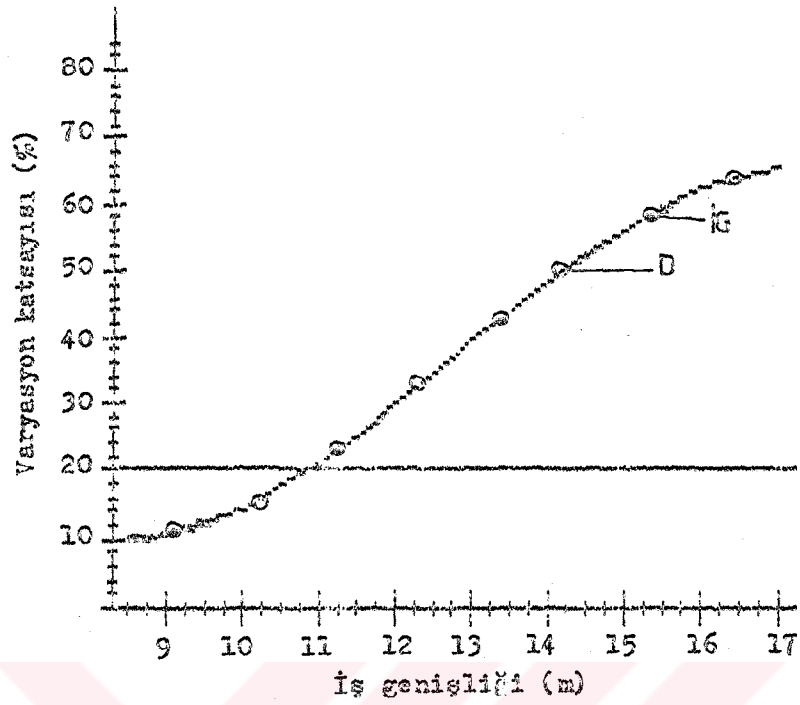


Şekil 4. 43.  $(KP_1-KK_2-BAK_3)$  kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi

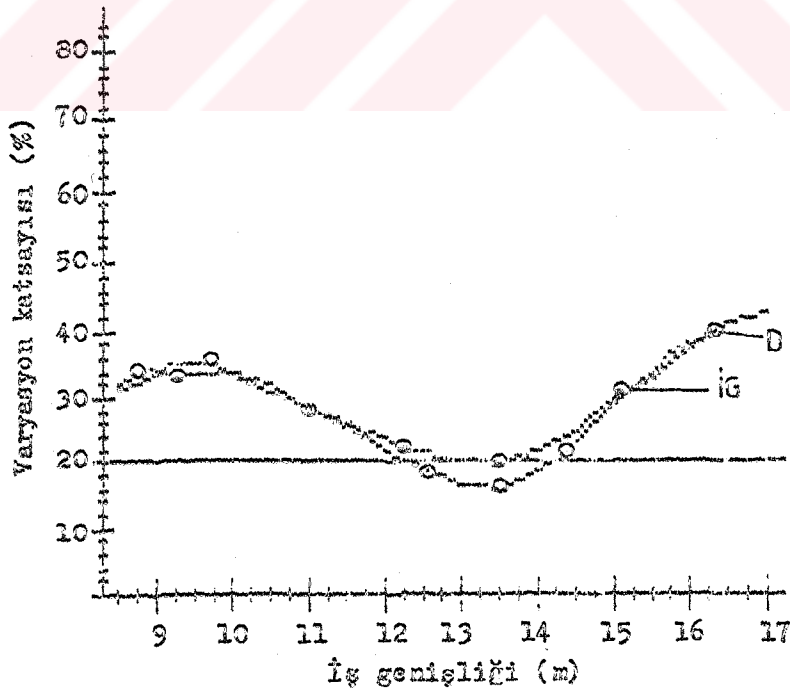


Şekil 4. 44.  $(KP_1-KK_3-BAK_3)$  kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi

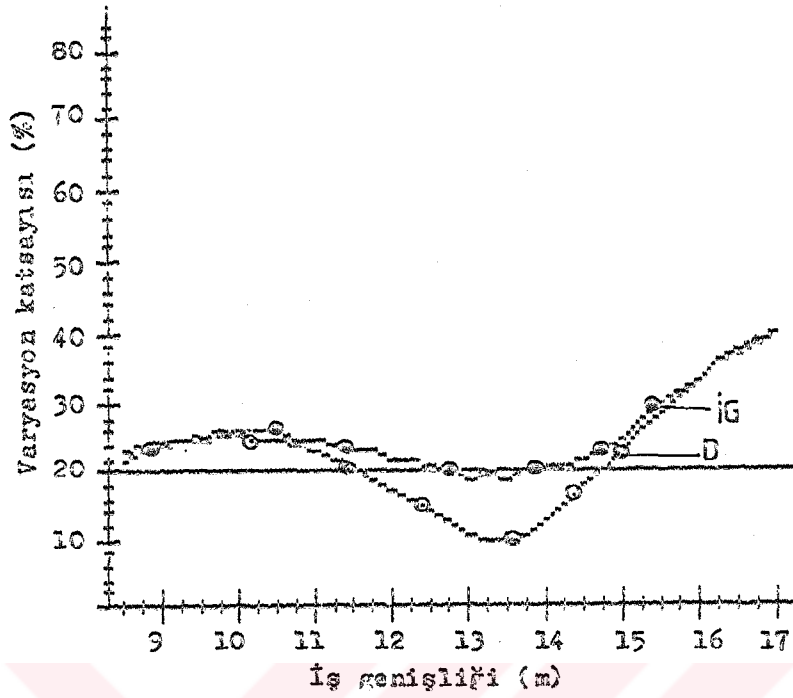




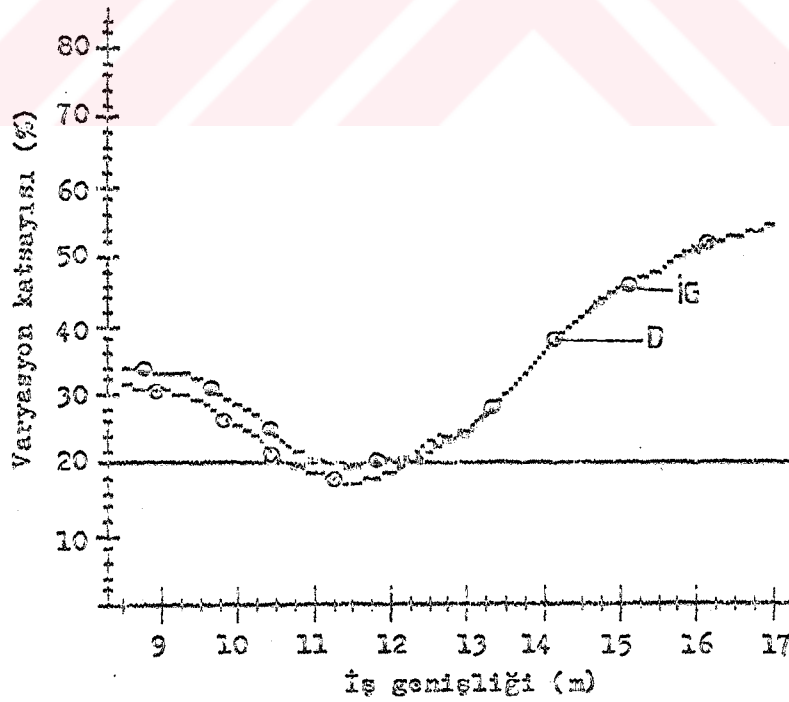
Şekil 4. 45.  $(KP_1-KK_3-BAK_3)$  kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



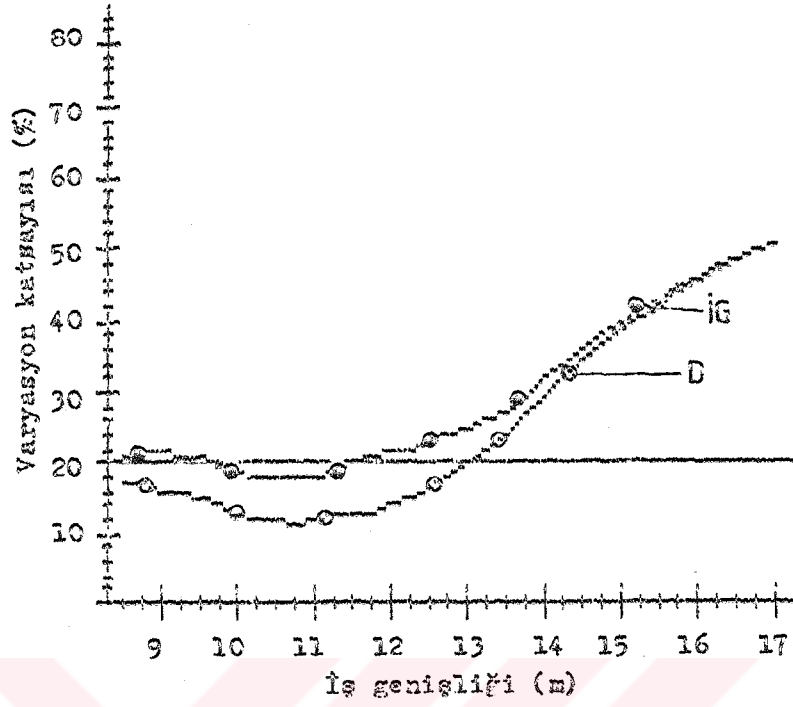
Şekil 4. 46.  $(KP_2-KK_1-BAK_1)$  kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



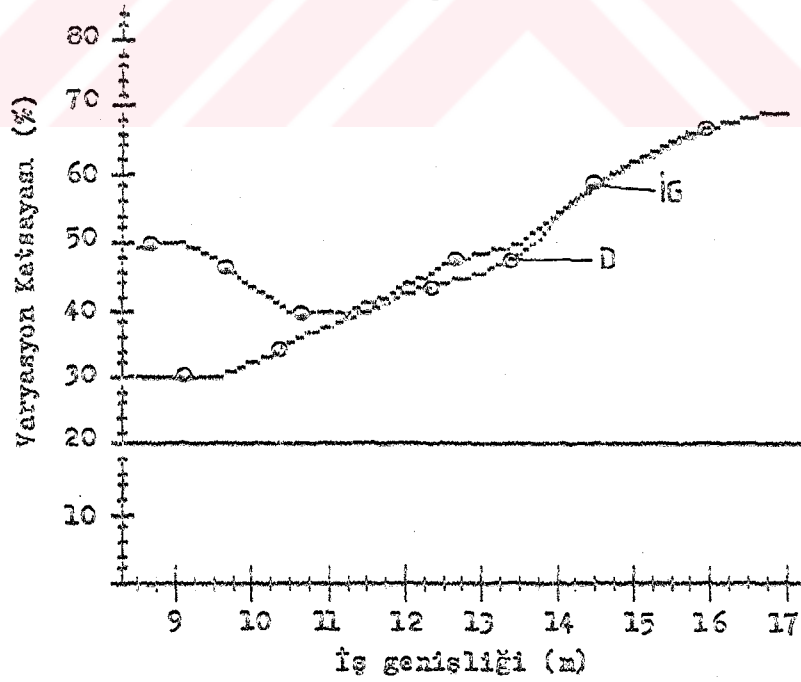
Şekil 4. 47. ( $KP_2-KK_1-BAK_1$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



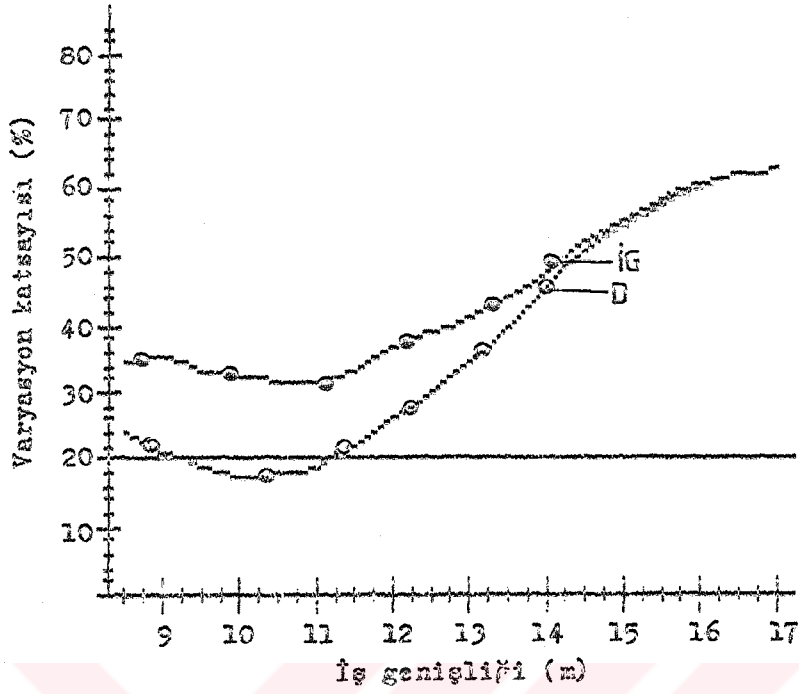
Şekil 4. 48. ( $KP_2-KK_2-BAK_1$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



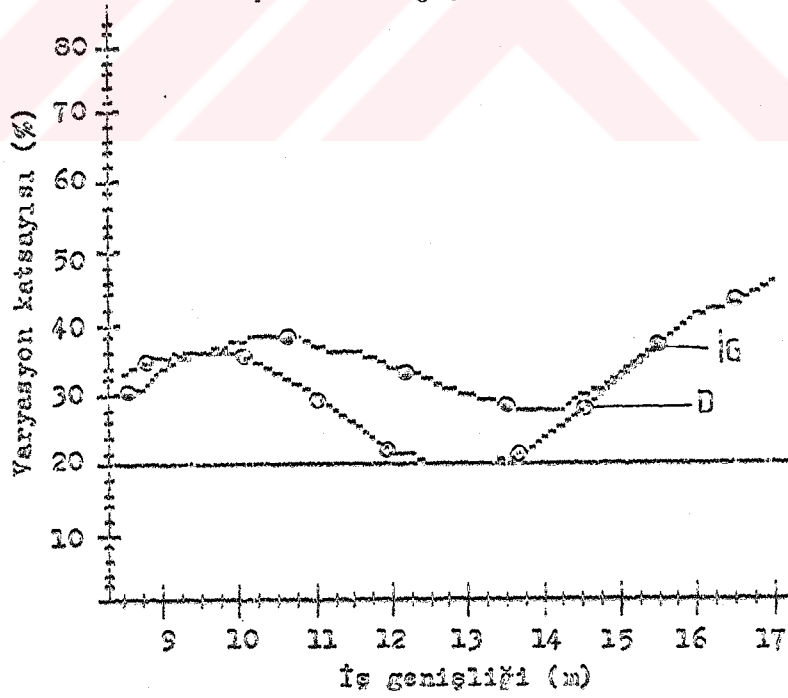
Şekil 4. 49.  $(KP_2-KK_2-BAK_1)$  kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



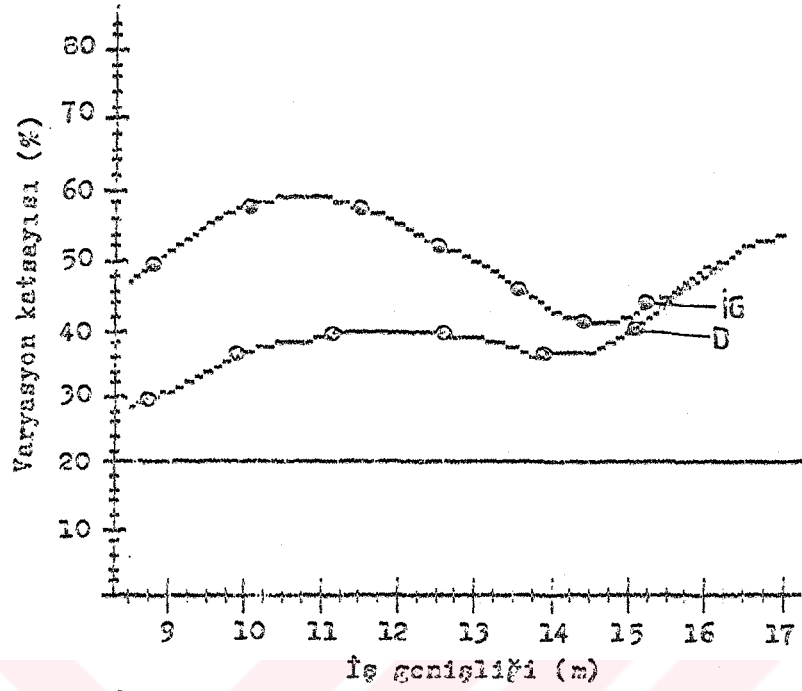
Şekil 4. 50.  $(KP_2-KK_3-BAK_1)$  kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



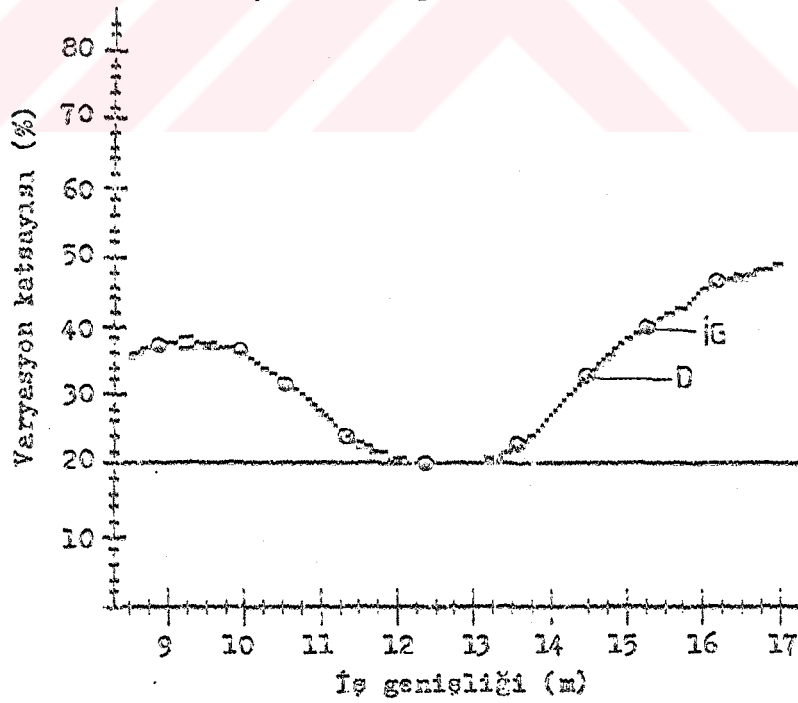
Şekil 4. 51.  $(KP_2-KK_3-BAK_1)$  kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



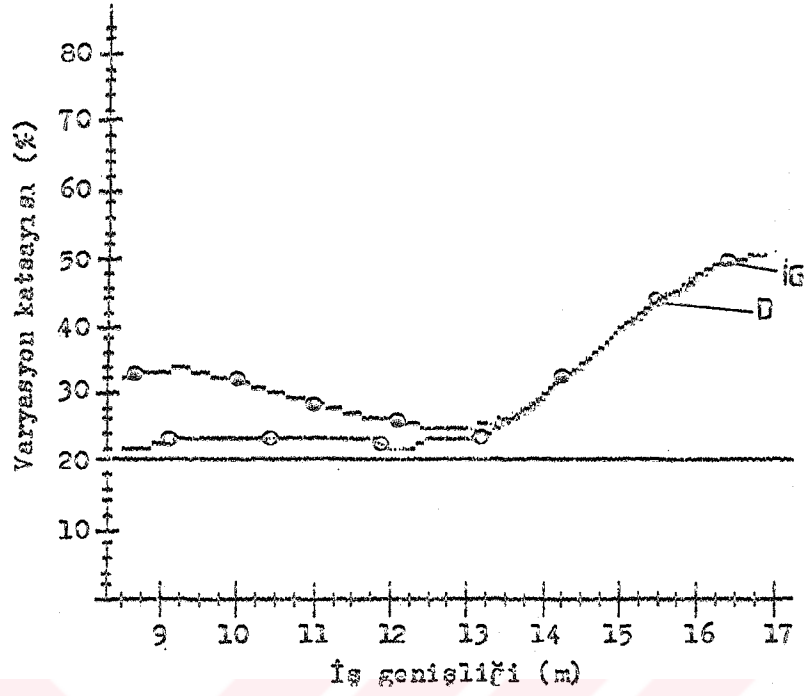
Şekil 4. 52.  $(KP_2-KK_1-BAK_2)$  kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



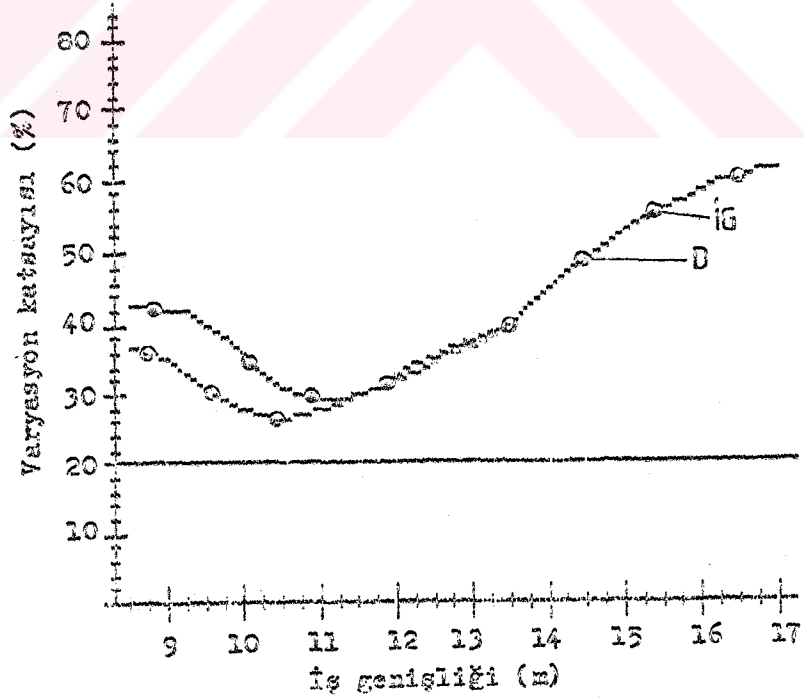
Şekil 4. 53.  $(KP_2-KK_1-BAK_2)$  kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



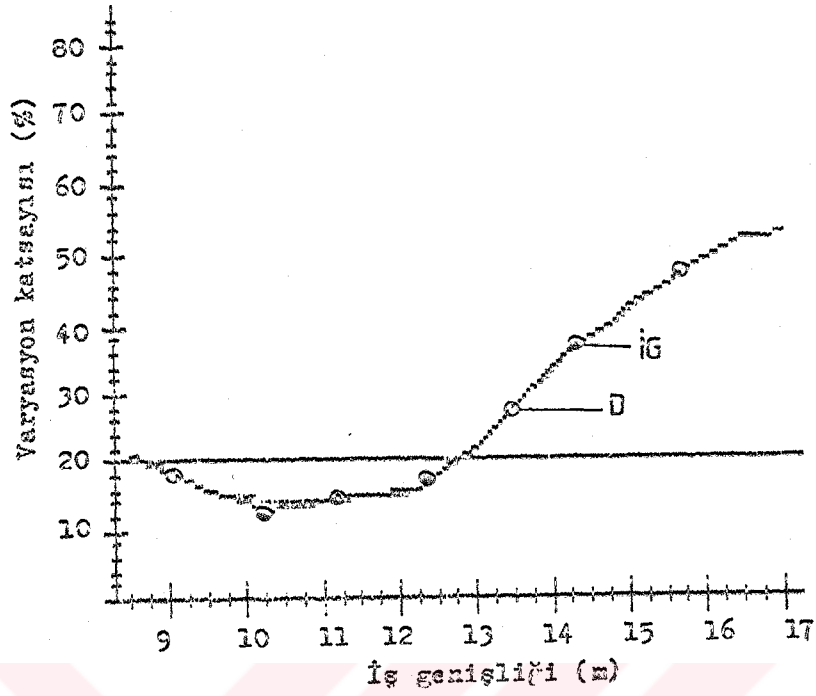
Şekil 4. 54.  $(KP_2-KK_2-BAK_2)$  kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



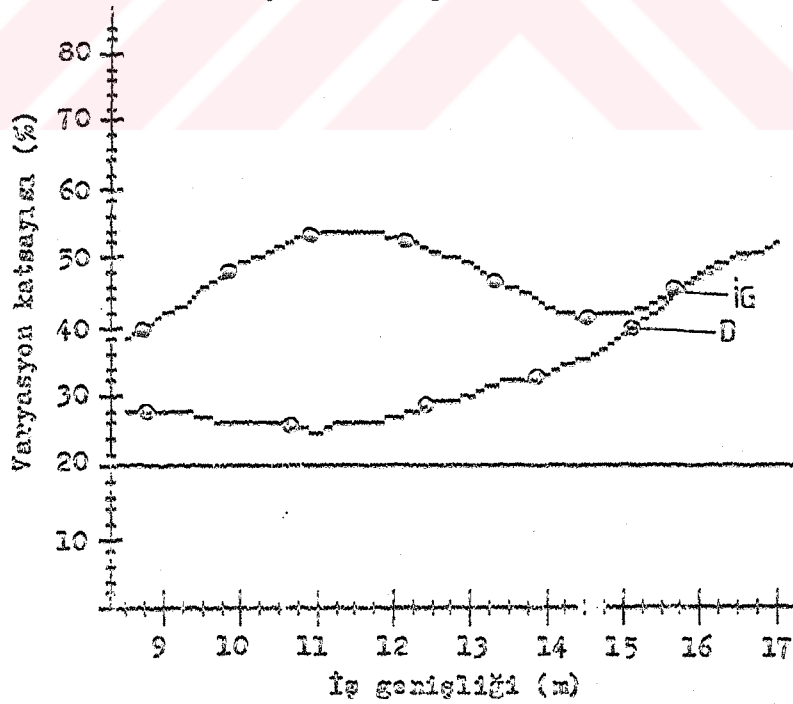
Şekil 4. 35.  $(KP_2-KK_2-BAK_2)$  kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



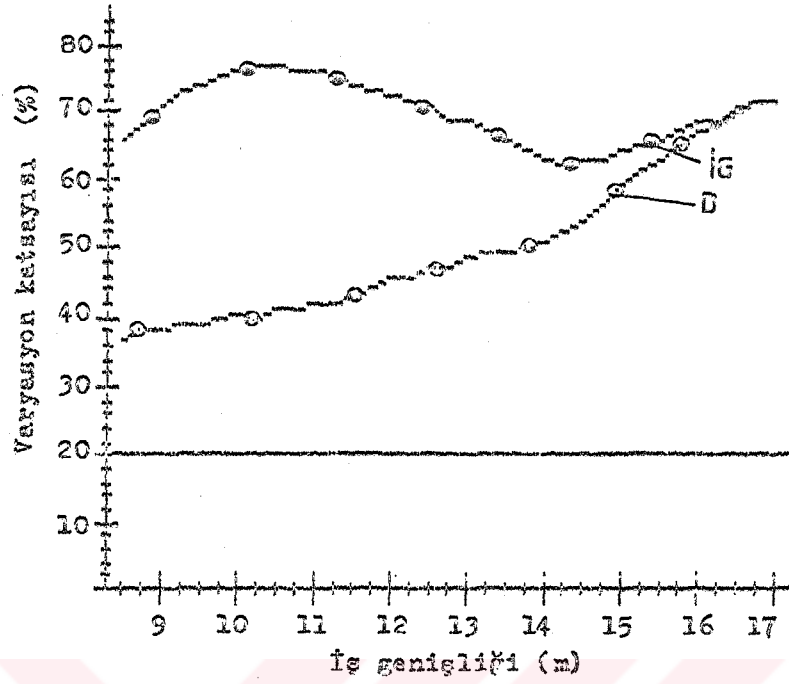
Şekil 4. 36.  $(KP_2-KK_3-BAK_2)$  kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



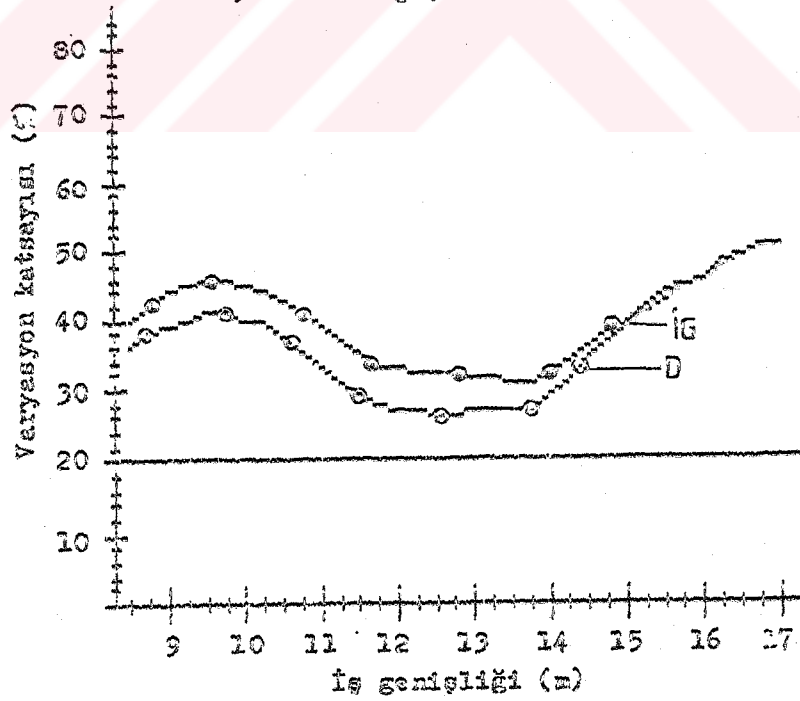
Şekil 4. 57.  $(KP_2-KK_3-BAK_2)$  kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



Şekil 4. 58.  $(KP_2-KK_1-BAK_3)$  kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi

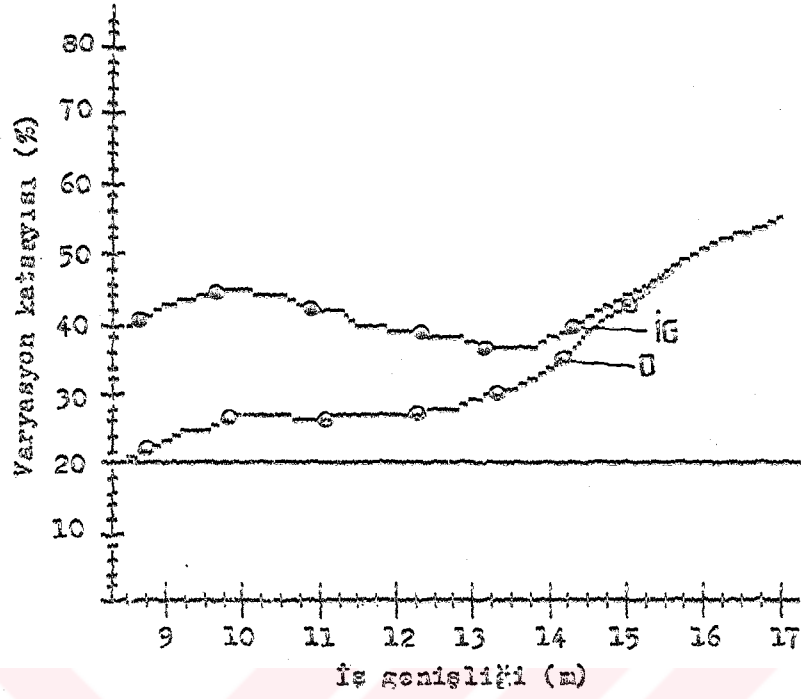


Şekil 4. 59.  $(KP_2-KK_1-BAK_3)$  kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi

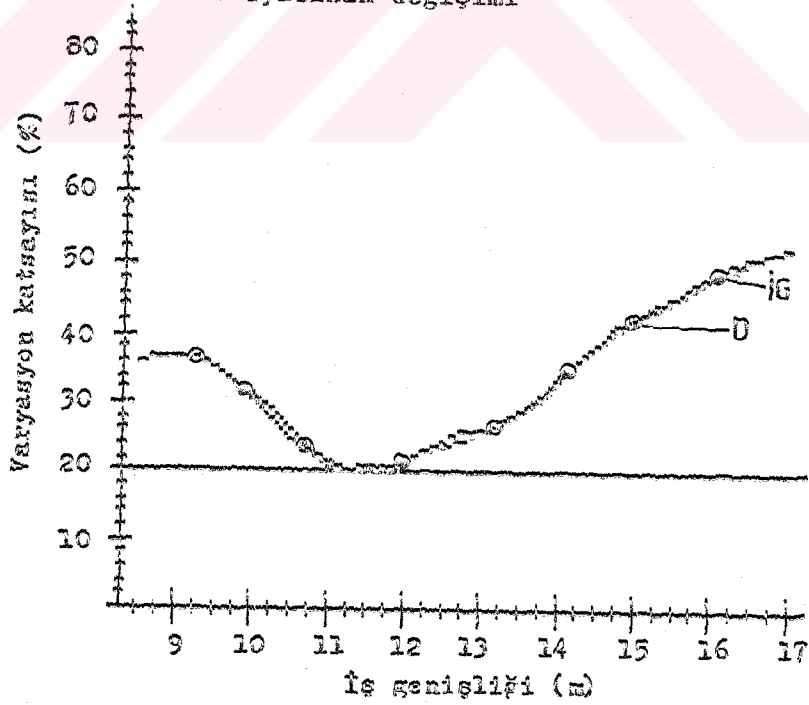


Şekil 4. 60.  $(KP_2-KK_2-BAK_3)$  kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi

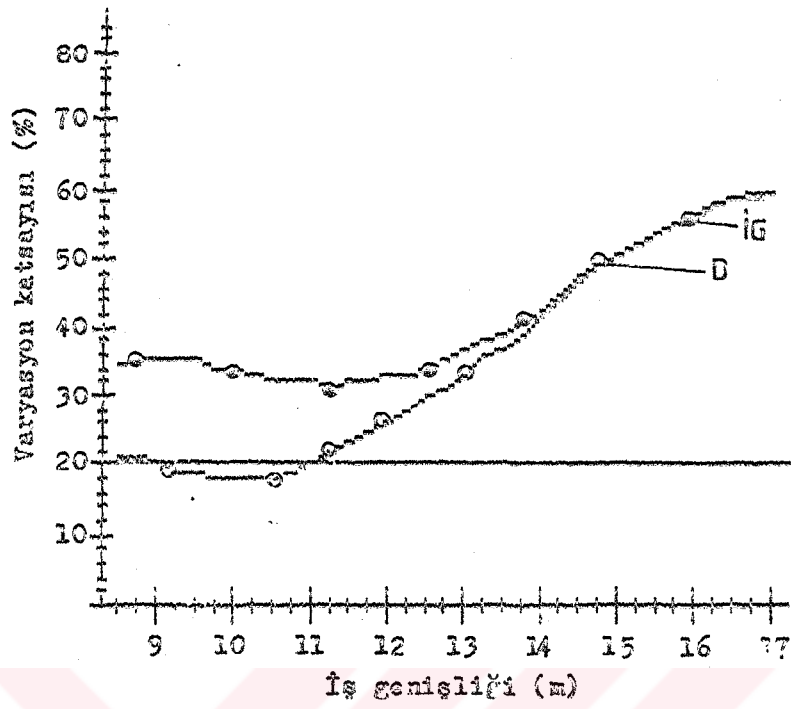




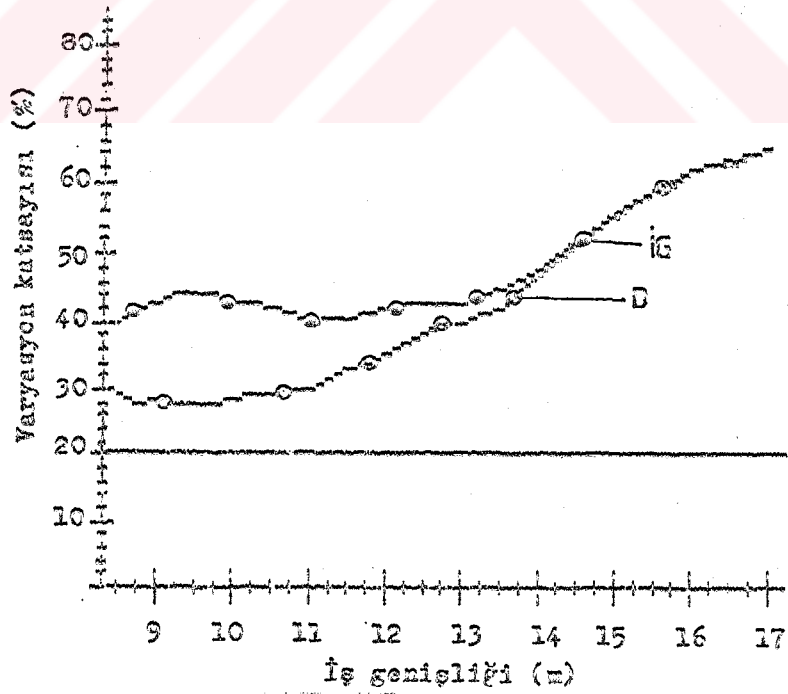
Şekil 4. 61.  $(K_2P_2-K_2O-BAK_3)$  kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



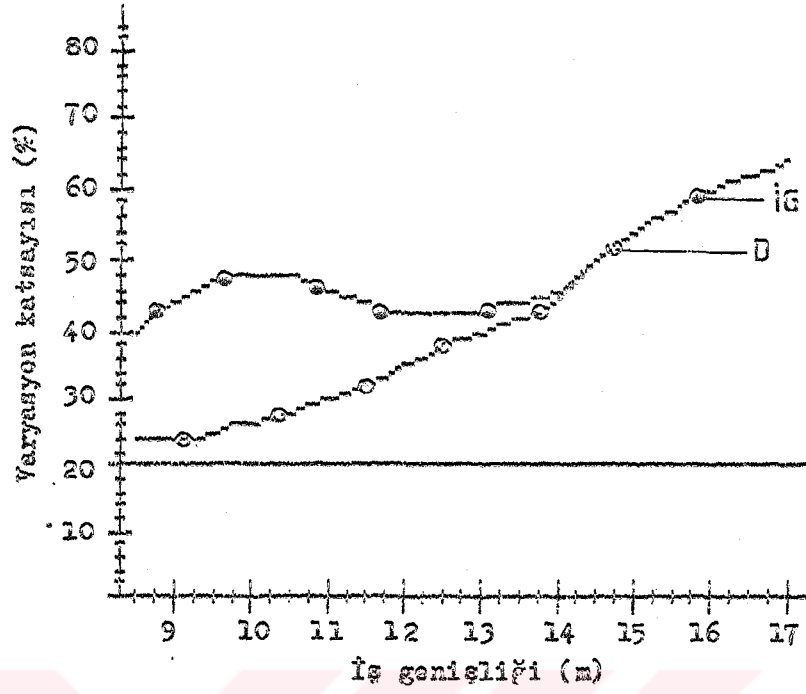
Şekil 4. 62.  $(K_2P_2-K_2O-BAK_3)$  kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



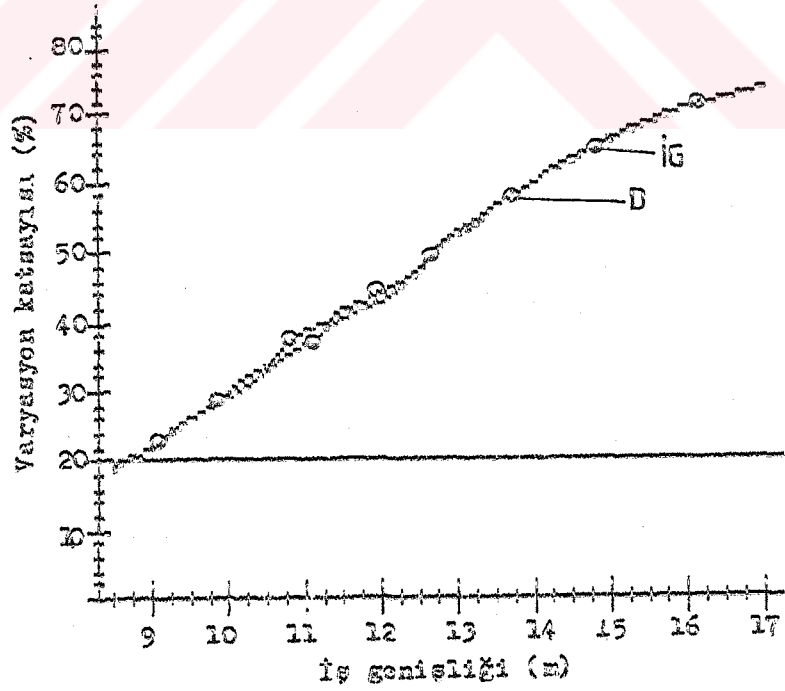
Şekil 4. 63.  $(KP_2-KK_3-BAK_3)$  kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



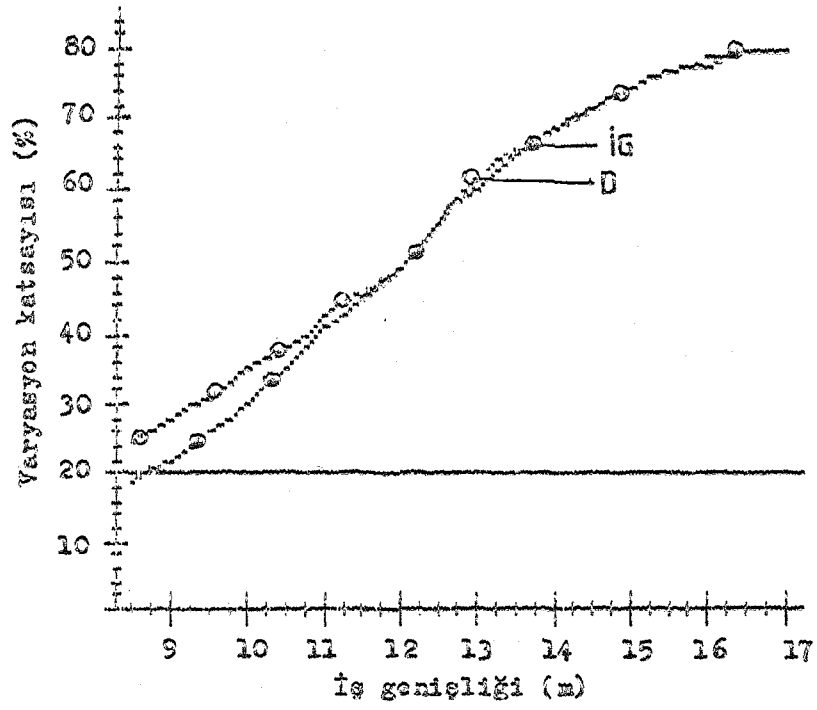
Şekil 4. 64.  $(KP_3-KK_1-BAK_1)$  kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



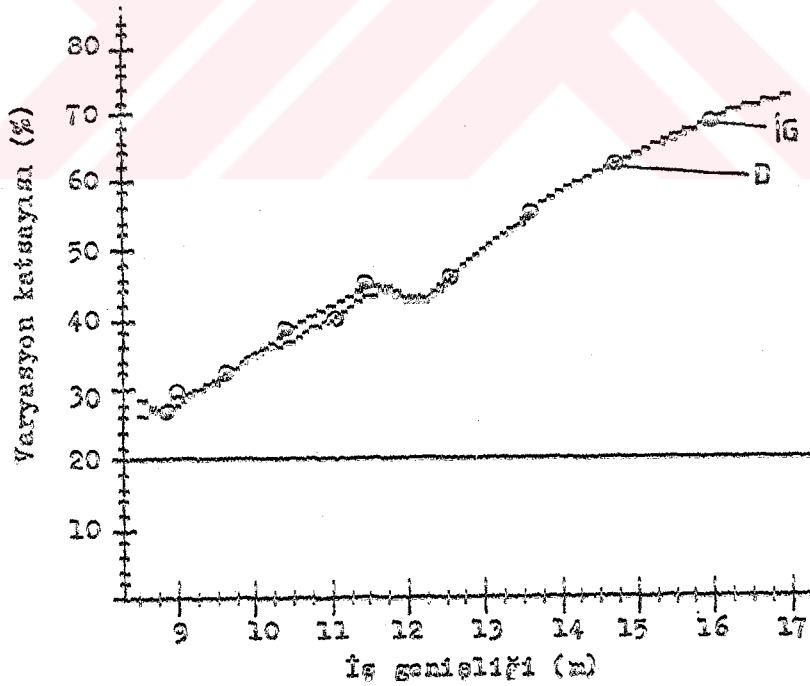
Şekil 4. 65.  $(KP_3-KK_1-BAK_1)$  kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



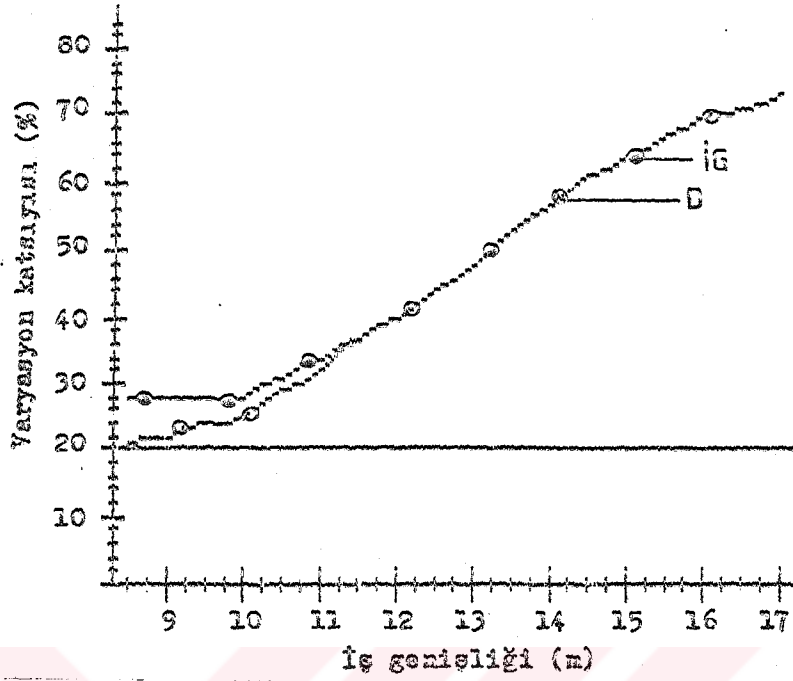
Şekil 4. 66.  $(KP_3-KK_2-BAK_1)$  kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



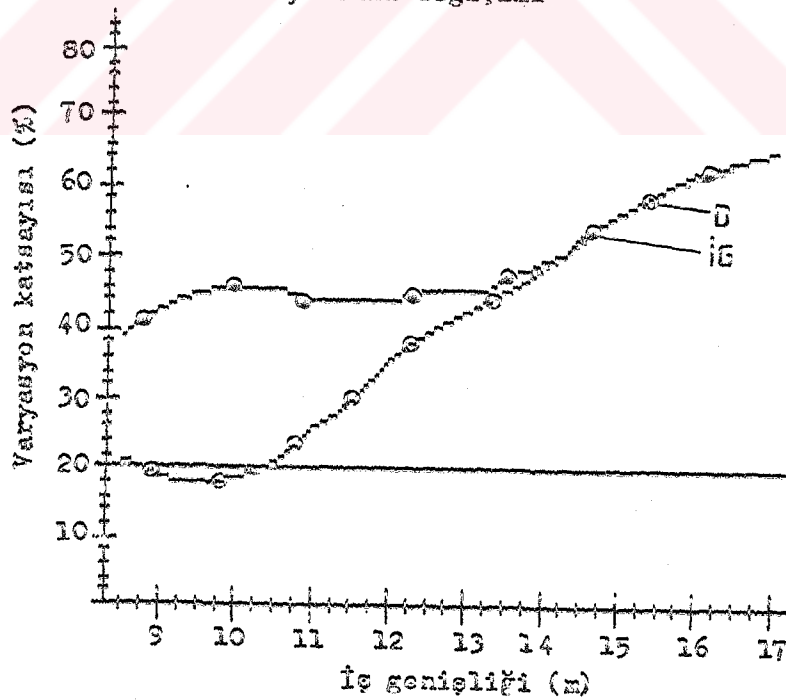
Şekil 4. 67. ( $KP_3-KK_2-BAK_1$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



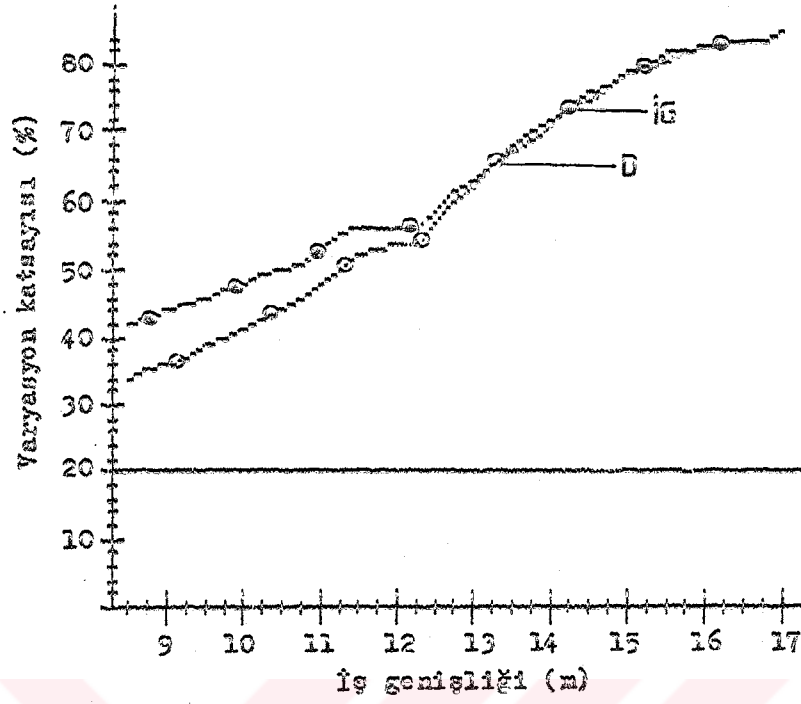
Şekil 4. 68. ( $KP_3-KK_3-BAK_1$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



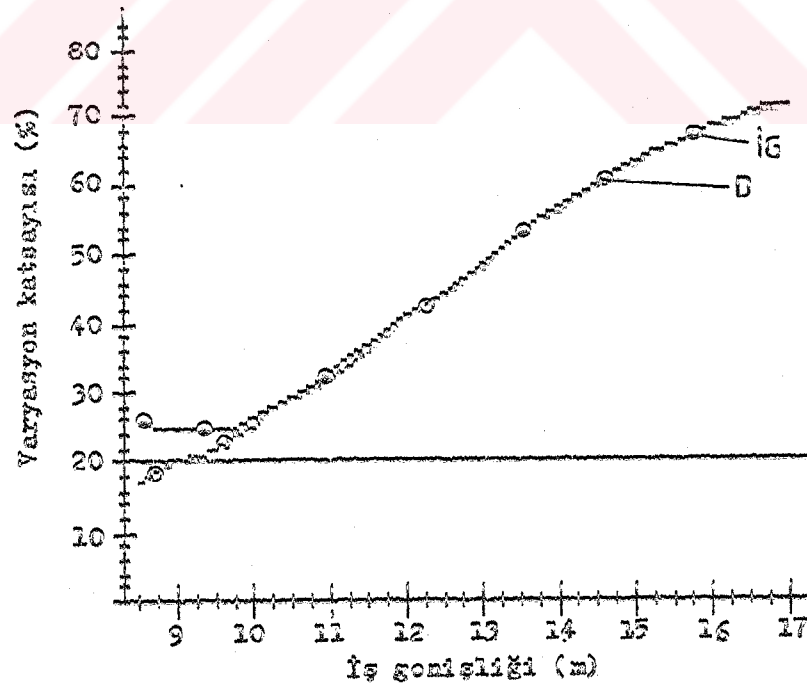
Şekil 4. 69.  $(KP_3-KK_3-BAK_1)$  kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



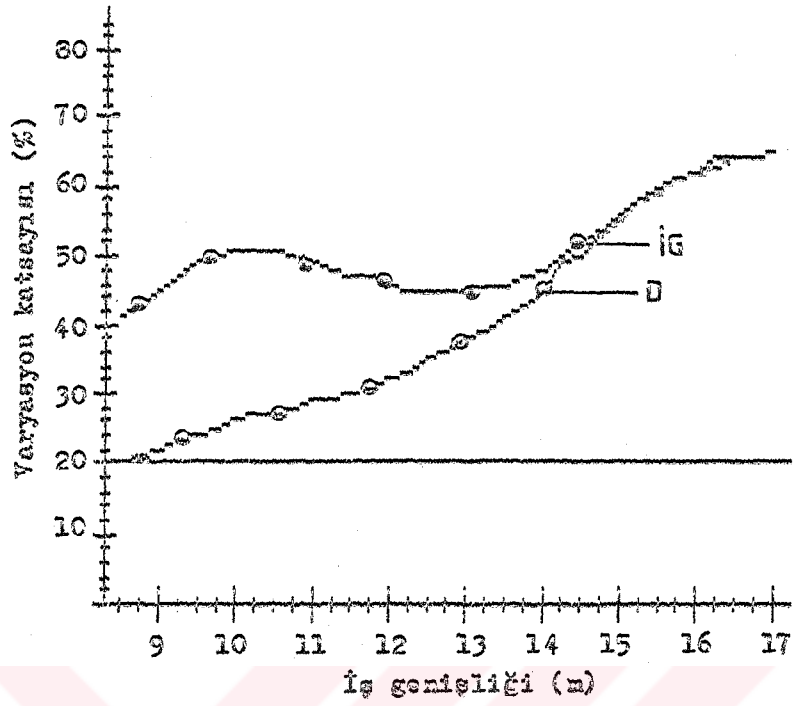
Şekil 4. 70.  $(KP_3-KK_1-BAK_2)$  kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



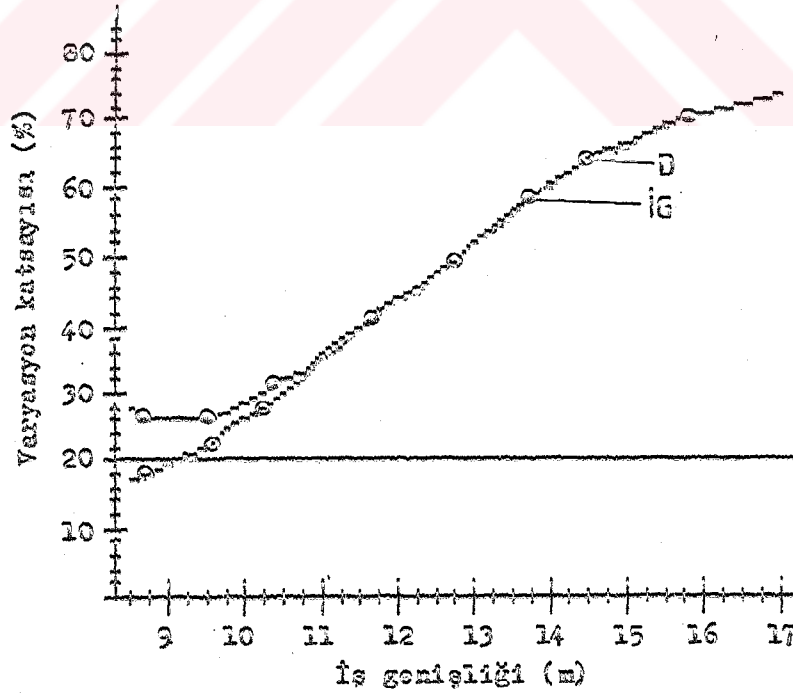
Şekil 4. 71. (KP<sub>3</sub>-KK<sub>1</sub>-BAK<sub>2</sub>) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



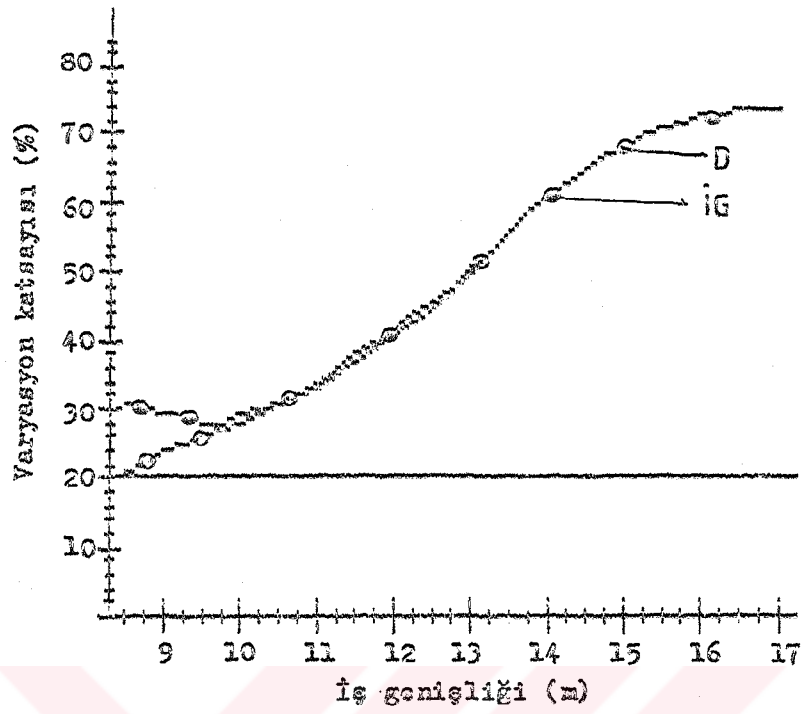
Şekil 4. 72. (KP<sub>3</sub>-KK<sub>2</sub>-BAK<sub>2</sub>) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



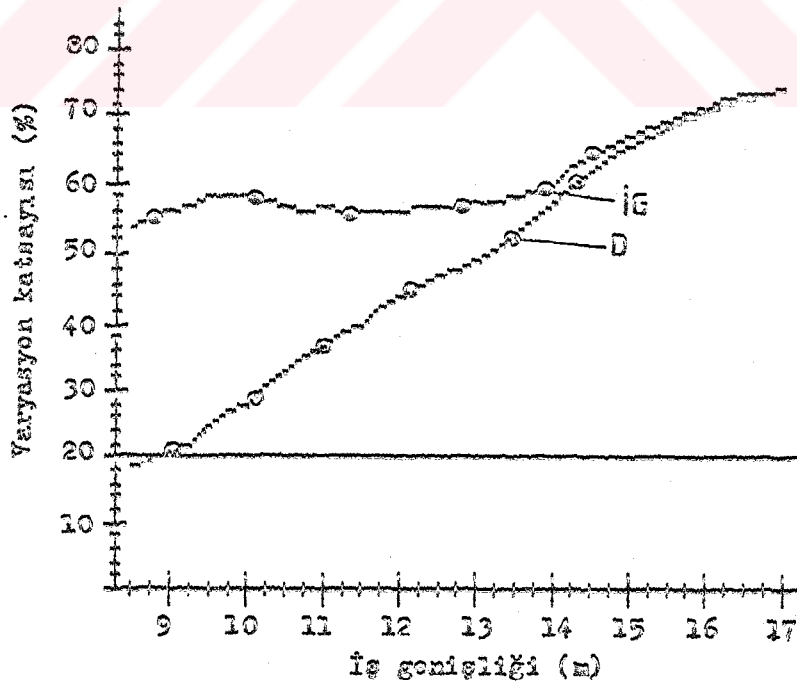
Şekil 4. 73. ( $KP_3-KK_2-BAK_2$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



Şekil 4. 74. ( $KP_3-KK_3-BAK_2$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi

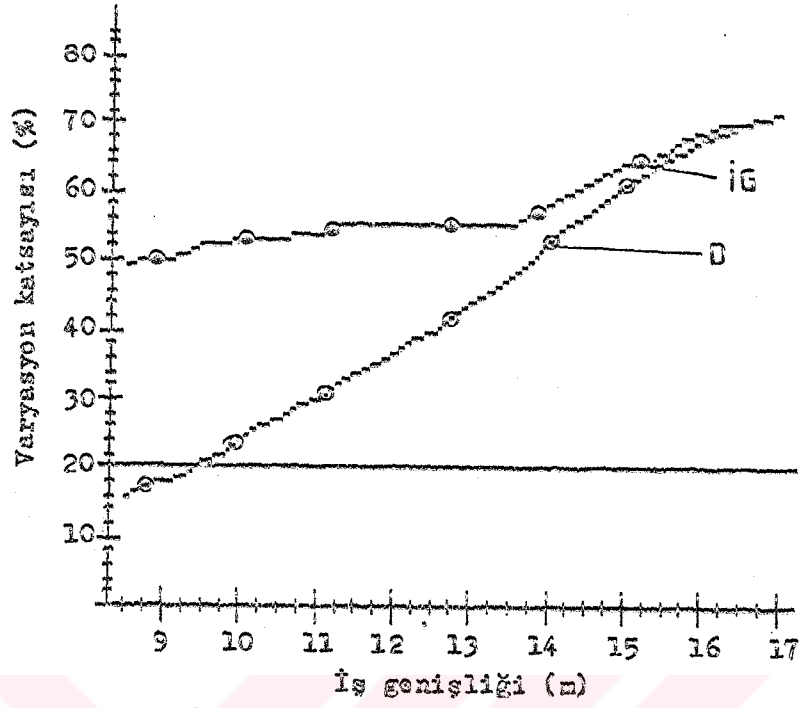


Şekil 4. 75.  $(KP_3-KK_3-BAK_2)$  kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi

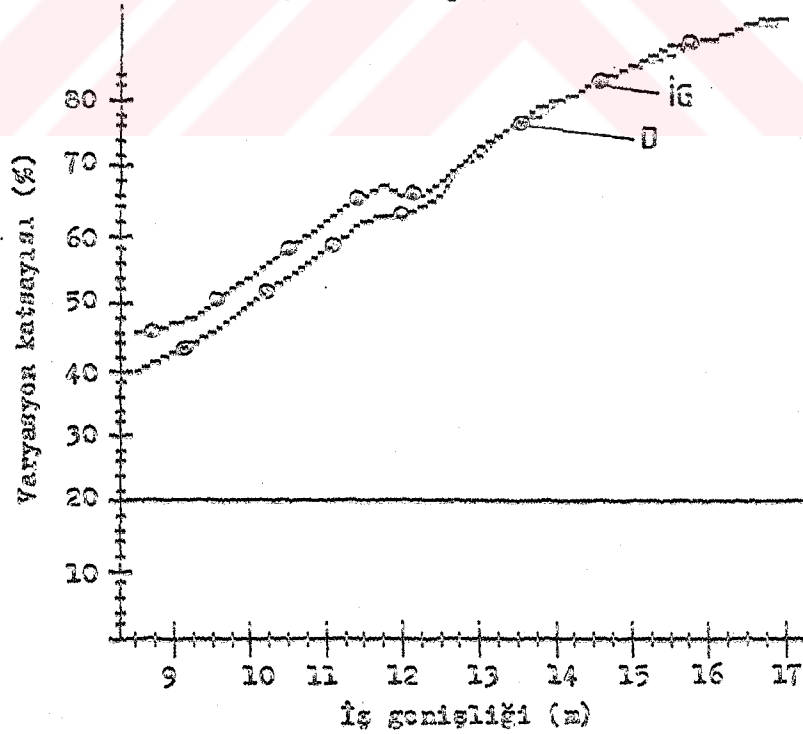


Şekil 4. 76.  $(KP_3-KK_1-BAK_3)$  kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi

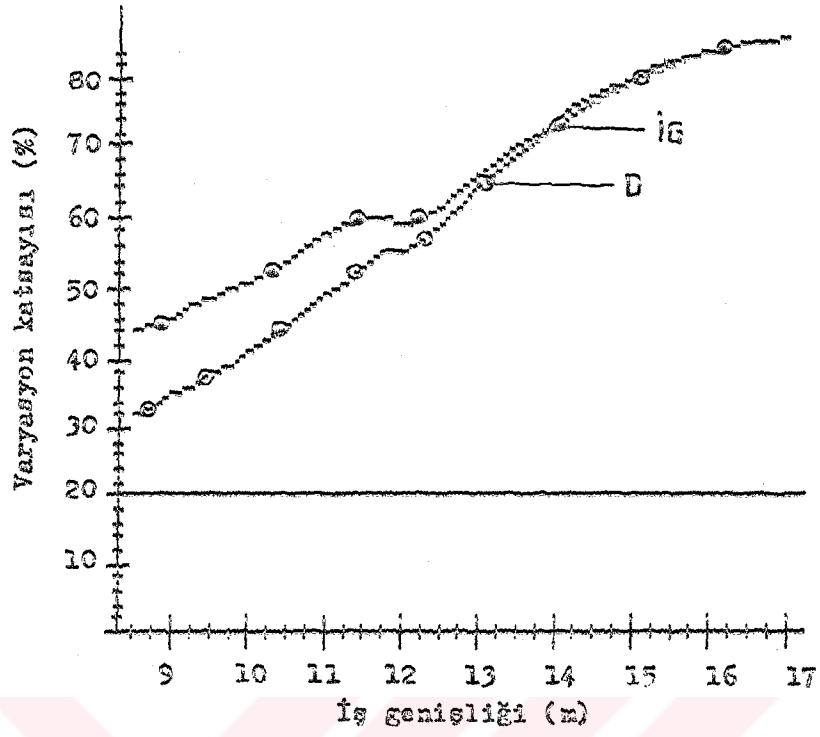




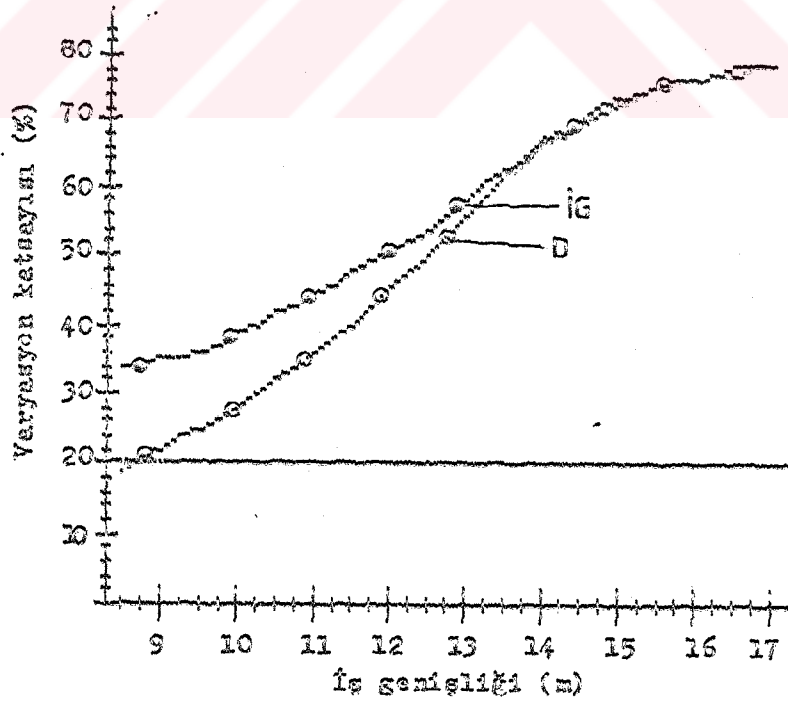
Şekil 4. 77. ( $KP_3-KK_1-BAK_3$ ) kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



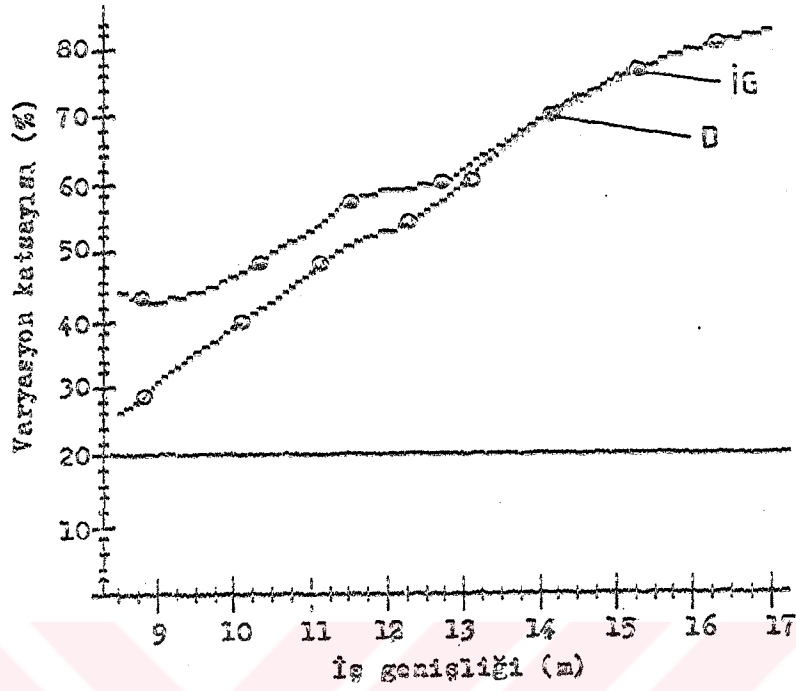
Şekil 4. 78. ( $KP_3-KK_2-BAK_3$ ) kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



Şekil 4. 79.  $(KP_3-KK_2-BAK_3)$  kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



Şekil 4. 80.  $(KP_3-KK_3-BAK_3)$  kombinasyonunun (A) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi



Şekil 4. 61.  $(KP_3-KK_3-BAK_3)$  kombinasyonunun (B) gübresi ile elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının değişimi

Her bir kombinasyonun, iki farklı gübrede ileri-geri çalışma yönteminde elde edilen en küçük varyasyon katsayısı için varyans analizi yapılmış ve Cetvel 4. 1 'de verilmiştir. İstatistikî bakımdan önemli çıkan varyans kaynakları için yapılan Duncan testi de Cetvel 4. 2; 4. 3 ve 4. 4 'de verilmiştir.

Cetvel 4. 1. Kombinasyonların (A) ve (B) gübreleriyle ileri-geri çalışma yönteminde elde edilmiş en küçük varyasyon katsayılarının kombine edilmiş sonuçları

V.Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F	Cetveiden F	
					0,05	0,01
Genel	107	16210,63	-	-		
Gübre(Blok)	1	53,40	53,40	1,75	3,96	7,00
(KP)	2	2065,89	1032,95	33,624**	3,12	4,91
(KK)	2	760,37	380,19	12,376**	3,12	4,91
LİN	1	619,89	619,89	20,179**	3,96	7,00
QUAD	1	140,48	140,48	4,57*	3,96	7,00
(BAK)	2	648,76	324,38	10,559**	3,12	4,91
LİN	1	195,92	195,92	6,378*	3,96	7,00
QUAD	1	452,83	452,83	14,741**	3,96	7,00
(KP x KK)	4	1257,56	314,39	10,234**	2,50	3,59
DEV x LİN	2	1203,88	601,94	19,59**	3,12	4,91
DEV x QUAD	2	53,68	26,84	0,87	3,12	4,91
(KP x BAK)	4	4493,84	1123,46	36,57**	2,50	3,59
DEV x LİN	2	4485,67	2242,83	73,00**	3,12	4,91
DEV x QUAD	2	8,18	4,09	0,13	3,12	4,91
(KK x BAK)	4	2493	623,25	20,28**	2,50	3,59
LİN x LİN	1	2286,94	2286,94	74,44**	3,96	7,00
QUAD x LİN	1	130,73	130,73	4,25*	3,96	7,00
LİN x QUAD	1	24,97	24,97	0,81	3,96	7,00
QUAD x QUAD	1	50,37	50,37	1,64	3,96	7,00
(KP x KK x BAK)	8	1980,21	247,53	8,057**	2,07	2,76
DEV x LİN x LİN	2	1508,46	754,23	24,55**	3,12	4,91
DEV x QUAD x LİN	2	299,35	149,67	4,87*	3,12	4,91
DEV x LİN x QUAD	2	89,76	44,88	1,46	3,12	4,91
DEVIATIONS	2	82,64	41,32	1,34	3,12	4,91
HATA	80	2457,61	30,72			

Cetvel 4. 2. Kanat profillerine yapılan Duncan testi sonuçları

	$KP_2 = 29,21$	$KP_3 = 35,86$	$P = 0,05$	$P = 0,01$
$KP_1 = 25,26$	3,95**	10,6** →	2,73	3,59
$KP_2 = 29,21$		6,65** →	2,60	3,49

Cetvel 4. 3. Kanat konumlarına yapılan Duncan testi sonuçları

	$KK_3 = 28,60$	$KK_1 = 33,84$	$P = 0,05$	$P = 0,01$
$KK_2 = 27,88$	0,72	5,96** →	2,73	3,59
$KK_3 = 28,60$		5,24** →	2,60	3,49

Cetvel 4. 4. Besleme açıklığı konumlarına yapılan Duncan testi sonuçları

	$BAK_1 = 29,91$	$BAK_3 = 33,21$	$P = 0,05$	$P = 0,01$
$BAK_2 = 26,21$	3,70**	6,00** →	2,73	3,59
$BAK_1 = 29,91$		3,30* →	2,60	3,49

#### 4. 3. Gübreleme Normu

Makinanın seçilen besleme açıklığından birim zamanda atılan gübre miktarı Cetvel 4. 5 'de verilmiştir.

Cetvel 4. 5. Makinanın seçilen besleme açıklığında (A) ve (B) gübreleriyle belirlenen gübre miktarı

Besleme açıklığı (mm <sup>2</sup> )	Birim zamanda atılan gübre miktarı (kg/min)	
	(A)	(B)
1.900	41	32

İleri-geri çalışma yönteminde varyasyon katsayısı % 20 ve altına düşmüş olan kombinasyonlarda, minimum varyasyon katsayısının hesaplandığı, örtme payları dikkate alınarak, hesaplanan efektif genişliği, minimum varyasyon katsayısı ve 8 km/h ilerleme hızında gübreleme normları Cetvel 4. 6 'da verilmiştir.

Çetvel 4. 6. Denemeye alınan makinanın (A) ve (B) gübresi ile, en iyi kombinasyonlarda, efektif iş genişliği, minimum varyasyon katsayısı ve gübreleme normları

Gübre tipi	Kombinasyon şekli	Minimum varyasyon katsayısı(%)		Effektif iş genişliği(m)		Gübreleme normu(kg/da)	
		İG	D	İG	D	İG	D
A	KP <sub>1</sub> -KK <sub>1</sub> -BAK <sub>2</sub>	17,03	11,80	8,50	12,00	36,17	25,62
	KP <sub>1</sub> -KK <sub>2</sub> -BAK <sub>3</sub>	14,50	14,98	11,75	11,75	26,17	26,17
	KP <sub>1</sub> -KK <sub>3</sub> -BAK <sub>3</sub>	10,98	11,79	10,00	10,25	30,75	30,00
	KP <sub>2</sub> -KK <sub>1</sub> -BAK <sub>1</sub>	19,88	16,07	13,50	13,25	22,77	23,20
	KP <sub>2</sub> -KK <sub>2</sub> -BAK <sub>1</sub>	19,82	17,44	11,50	11,50	26,73	26,73
	KP <sub>2</sub> -KK <sub>2</sub> -BAK <sub>2</sub>	20,24	20,44	12,25	12,75	25,10	24,11
	KP <sub>3</sub> -KK <sub>2</sub> -BAK <sub>1</sub>	19,80	18,93	8,50	8,50	36,17	36,17
B	KP <sub>1</sub> -KK <sub>1</sub> -BAK <sub>1</sub>	16,17	18,50	12,50	12,25	19,20	19,59
	KP <sub>1</sub> -KK <sub>1</sub> -BAK <sub>2</sub>	20,46	19,85	13,00	13,25	18,46	18,11
	KP <sub>1</sub> -KK <sub>2</sub> -BAK <sub>2</sub>	13,51	10,62	9,25	8,75	25,94	27,42
	KP <sub>1</sub> -KK <sub>3</sub> -BAK <sub>2</sub>	18,80	12,46	8,50	8,50	28,23	28,23
	KP <sub>1</sub> -KK <sub>2</sub> -BAK <sub>3</sub>	10,56	10,98	9,25	8,50	25,94	28,23
	KP <sub>1</sub> -KK <sub>3</sub> -BAK <sub>3</sub>	10,10	10,38	8,50	8,50	28,23	28,23
	KP <sub>2</sub> -KK <sub>1</sub> -BAK <sub>1</sub>	19,53	9,47	13,25	13,25	18,11	18,11
	KP <sub>2</sub> -KK <sub>2</sub> -BAK <sub>1</sub>	17,98	11,93	10,75	10,75	22,32	22,32
	KP <sub>2</sub> -KK <sub>3</sub> -BAK <sub>2</sub>	13,72	14,01	10,50	10,75	22,85	22,32
	KP <sub>3</sub> -KK <sub>2</sub> -BAK <sub>1</sub>	19,47	-	8,50	-	28,23	-

## 5. TARTIŞMA

Ülkemizde yaygın olarak kullanılan santrifüjli gübre dağıtma makinaları üzerinde yapılan çalışmada, elde edilen veriler değerlendirilirken, makinanın temel yapısal özelliklerine dokunmadan, literatür bulguları göz önünde tutularak, makinanın fonksiyonuna etki eden önemli bazı parametreleri değiştirilmiştir. Bu parametreler ile değişik iki gübre üzerinde çalışılmıştır.

Makinanın fonksiyonel özelliklerini belirlemek için, bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkenler olan; dağılım deseni şekli, efektif iş genişliği, efektif iş genişliği değişim sınırları ve gübreleme normu üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Yukarıdaki kriterler dikkate alınarak (A) ve (B) gübrelerini, santrifüjli gübre dağıtma makinası ile dağıtılma deneylerinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Dağılım desenleriyle ilgili Şekil 4. 1 ... 4. 27 incelendiğinde, aynı kombinasyonlarda, iki farklı gübre ile elde edilen dağılım desenleri arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Her bir kombinasyonda ileri-geri çalışma yönteminde elde



edilen minimum varyasyon katsayısı değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda gübreler arasındaki farklılık istatistikî olarak önemli çıkmamıştır (Çetvel 4. 1). Ancak, (A) gübresiyle elde edilen desenler, (B) gübresiyle elde edilenlere kıyasla biraz daha sağ yatıktır. Diğer bir ifade ile (A) gübresinin (B) gübresine nispeten aynı kombinasyonlarda dağılım desenlerinin sağ tarafındaki (%) gübre oranları büyük bulunmuştur. Bu durum, (B) gübresine kıyasla parçacık dağılımının % 80'i 2 ... 4 mm gibi dar sınırlar arasında değişen, daha küresel yapıya sahip olan ve dolayısıyla sürtünme katsayısı daha küçük olan (A) gübresinin kanadı daha erken terk ederek, makinanın sağ tarafından daha fazlaca gübrenin toplandığını göstermektedir. Bu bulguya (Patterson ve Reece, 1962; Yıldız, 1985) tarafından da ulaşılmıştır.

Gübrenin parçacık büyüklüğü ve dağılımı, yoğunluğu, yüzey şekli, sürtünme katsayısı, nem çekme gibi özellikleri dağılıma etki eden önemli faktörlerdir. Parçacık büyüklüğü, agroteknik isteklere göre belirlenmekle birlikte, dağıtma için en uygun gübre granül çapı 1 ... 5 mm arasında olanlardır. Büyük ve küçük parçacıkları içeren gübrelerin disk üzerinde kalma süresi, parçacık büyüklüğünün farklılığına bağlı olarak, geniş sınırlarda değişmekte olup, bu durum gübrenin düzensiz biçimde dağıtılmasına sebep olmaktadır (Kanafojski, 1972; Schaffer ve ark., 1973).

Denemeye alınan kanat profilleri dağılım desenlerine farklı etkilerde bulunmuştur. Çetvel 4. 1 'de yapılan varyans analizi sonucunda, kanat profilleri arasındaki farklılık istatistikî bakımdan önemli bulunmuştur ( $P < 0,01$ ). Bu farkın hangi

kanat profilinden kaynaklandığını belirlemek amacı ile Cetvel 4. 2 de gösterilen Duncan testi sonucu, denemeye alınan her üç kanat profilinin birbirinden yine  $P < 0,01$  seviyesinde farklı olduğunu ortaya koymuştur.

Dağılım desenleriyle ilgili Şekil 4. 1 ... 4. 27 incelendiğinde, daire profil kanatların, diğer kanat profillerine göre dağılım desenlerinin sağ tarafındaki (%) gübre oranları yüksek bulunmuştur. Bu duruma, daire profil kanatların, yarım daire şeklinde olmaması sebebiyle gübrenin diski daha erken terketmesi, diğer bir ifade ile gübrenin diski kanadın tam ucuna varmadan terketmesinin sebep olduğu söylenebilir. Ayrıca daire profil kanat üzerinde ne gübre akışını engelleyebilecek köşelerin ne de gübrenin yatay doğrultudaki hareketini yavaşlatacak düşey kuvvetlerin bulunmaması da sebep olarak gösterilebilir. Bu kanat profilinde dağılım genişliğinin, köşeli profil kanada göre küçük çıkması, gübrenin diski kanat ucuna varmadan terketmesi, dolayısıyla yeterli ivme kazanamamasından kaynaklandığı söylenebilir.

Dağılım desenleri incelendiğinde, köşeli profil kanatların daire profil kanatlara göre dağılım desenlerinin sol tarafındaki (%) gübre oranları yüksek bulunmuştur (Şekil 4. 10 ... 4. 18). Bu durum, köşelerin gübre hareketine yavaşlatıcı yönde etki etmesi ve gübrenin kanada geç terketmesinden kaynaklanmıştır. Ayrıca profilin kapalı yapıya sahip olması sebebiyle gübrenin diski kanat ucundan terketmesi de etkili olmaktadır. Bu kanat profilinde, gübrenin diski kanadın tam ucundan terketmesi ve yeterli ivme

kazanabilmesi sayesinde diğ er kanat profillerine göre daha büyük dağılım genişlikleri elde edilmiştir. Dobier ve Flatov (1968), kapalı diskle yaptıkları çalışmalarında dağılım desenlerinin daha düzgün ve dağılım genişliklerinin daha büyük olduğunu belirtmişlerdir.

Konik profil kanatlarla ilgili Şekil 4. 19 ... 4. 27 deki dağılım desenleri incelendiğinde, diğ er kanat profillerine göre dağılım desenlerinin sol tarafındaki (%) gübre oranları oldukça yüksek bulunmuştur. Bu duruma, kanadın gübre girişindeki çapının büyük ve çıkışındaki çapının küçük olması sebebiyle, gübrenin kanat yüzeyindeki hareketi esnasında hareket yönüne dik yönde oluşan kuvvetlerin gübre hareketini yavaşlatıcı yöndeki etkisi, gübrenin kanadı daha geç terketmesine sebep olmuştur. Ayrıca, kanat profilinin yarım kesik koni şeklinde olması, gübrenin diski kanat ucundan terketmesine ve dolayısıyla disk üzerinde daha fazla kalmasına etkili olduğu söylenebilir.

Konik kanat profilinde elde edilen desenlerin ortasında fazla miktarda gübrenin toplanması, besleme açıklıklarının konumu ve gübrenin disk üzerinde kalma süresiyle ilgilidir. Besleme açıklıkları konumunun ilerleme yönüne göre uygun olmaması ve gübrenin disk üzerinde kalma süresinin büyük olması, gübrenin çarpma perdesine çarparak makina eksenini etrafında tepelerin oluşumuna sebep olmaktadır. Gübrenin disk üzerindeki (c) süpürme açısı değerinin  $180^{\circ}$ 'yi geçmesi, elde edilen dağılımın düzgünlüğünü bozduğu. Yıldız (1985) tarafından yapılan çalışmalarla

ortaya konmuştur.

Konik kanat profilinde, gübrenin diski kanat ucundan terketmesine rağmen diğer kanat profillerine göre daha küçük dağılım genişlikleri elde edilmiştir. Bu duruma, kanadın gübre girişindeki çapının büyük, çıkışındaki çapının küçük olması sebebiyle, kanadı terketme noktasındaki yörüngesinin yatay düzlemle yaptığı açının etkili olduğu söylenebilir.

Denenen kanat konumlarının Şekil 4. 1 ... 4. 27 'deki dağılım desenlerine farklı etkilerde bulunduğu görülmektedir. Cetvel 4. 1 'de yapılan varyans analizi sonucunda kanat konumları arasındaki farklılık istatistikî bakımdan önemli bulunmuştur ( $P < 0,01$ ). Aynı cetvelde kanat konumları arasındaki polinomial ilişkinin  $P < 0,01$  seviyesinde doğrusal,  $P < 0,05$  seviyesinde kuadratik olduğu belirlenmiştir. Kanat konumları arasındaki farkın, hangi kanat konumlarından kaynaklandığını belirlemek amacıyla Cetvel 4. 3 'te gösterilen Duncan testi sonucu, ( $KK_1$ ) kanat konumunun diğer kanat konumlarından  $P < 0,01$  seviyesinde farklı olduğunu ortaya koymuştur. ( $KK_2$ ) kanat konumu ile ( $KK_3$ ) kanat konumları arasında ise istatistikî bakımdan herhangi bir fark bulunamamıştır. Bu duruma, her iki kanat konumu arasında  $10^\circ$  'lik küçük bir açı farkının bulunması sebep olarak gösterilebilir.

Elde edilen dağılım desenleri incelendiğinde, kanat konumları radyal konumdan geri (-) konuma alındıkça, dağılım da aynı şekilde desenin sağ tarafına doğru kayma göstermektedir. Bu durum,

kanat konumlarının, gübrenin disk üzerindeki (c) süpürme açısına etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Dağılıma etkili diğer faktörler sabit kalmak şartı ile kanatların geri konuma ayarlanması, (c) süpürme açısının küçülmesine ve gübrenin diski daha erken terketmesine sebep olmuştur. Bu sonuçlara (Reed ve Wacker, 1970; Göhlich ve Kesten, 1972) tarafından da ulaşılmıştır.

Kanat konumlarının, dağılım desenlerinin simetrik olup olmamasına etkisi yanı sıra dağılım genişliğine de önemli derecede etkisi bulunmaktadır. Bölüm 1. 4 'de açıklandığı üzere, geri kanat konumunda gübrenin fırlatılma uzaklığı, dolayısıyla dağılım genişliği küçük olmaktadır (Kanafojski, 1972). Cetvel 4. 6 incelendiğinde dağılıma etkili diğer faktörler sabit kalmak şartıyla, kanat konumlarının radyalden geriye doğru kaydırılmaları ile kombinasyonların efektif iş genişliklerinin azaldığı görülmüştür. Bu durum literatür değerleri ile uyum içerisindedir.

Denemenin besleme açıklığı konumlarının, Şekil 4. 1 ... 4. 27 'deki dağılım desenlerine farklı etkilerde bulunduğu görülmektedir. Cetvel 4. 1 'de yapılan varyans analizi sonucunda besleme açıklığı konumları arasındaki farklılık, istatistikî bakımdan önemli bulunmuştur ( $P < 0,01$ ). Aynı cetvelde besleme açıklığı konumları arasındaki polinamiyal ilişkinin  $P < 0,01$  seviyesinde kuadratik,  $P < 0,05$  seviyesinde doğrusal olduğu belirlenmiştir. Besleme açıklığı konumları arasındaki farkın, hangi besleme açıklığı konumundan kaynaklandığını belirlemek amacıyla Cetvel 4. 4'de gösterilen Duncan testi sonucu, (BAK<sub>2</sub>) besleme açıklığı konumunun

diğer besleme açıklığı konumlarından  $P < 0,01$  seviyesinde farklı olduğunu ortaya koymuştur. ( $BAK_1$ ) besleme açıklığı konumu ile ( $BAK_3$ ) besleme açıklığı konumları arasında ise  $P < 0,05$  seviyesinde fark bulunmuştur. Bu duruma, her iki besleme açıklığı konumunun ilerleme yönüne göre simetrik olmaları sebep olarak gösterilebilir.

Aynı disk çevre hızında ve kanat konumunda dağıtılan gübrenin disk üzerindeki (C) süpürme açısı da aynı olmaktadır. Bununla beraber gübrenin diski terketme noktası ve dolayısıyla dağılım desenlerinin sağ ve soluna atılan (%) gübre oranlarının simetrik olup olmaması, besleme açıklığının konumuna bağlı olarak değişir (Kanafojski, 1972; Schaffer ve ark., 1973; Griffis ve ark., 1983). Elde edilen dağılım desenlerinde görüldüğü gibi, dağılıma etkili diğer faktörler sabit kalmak şartı ile, besleme açısı konumlarının ilerleme yönüne göre soldan sağa doğru yer değiştirilmesi durumunda, dağılım desenlerinin sol tarafında daha fazla gübrenin toplandığı tespit edilmiştir. Bu sonuç da literatür bulgularıyla uyuşum içerisindedir.

Denemeye alınan kombinasyonların, Cetvel 4. 1 'de yapılan varyans analizi sonucunda birbirinden farklılıkları, istatistikî bakımdan önemli bulunmuştur ( $P < 0,01$ ).

Denemeye alınan ve Şekil 4. 8 'de (B) gübresinde simetrik dağılım deseni veren ( $KP_1-KK_2-BAK_3$ ) kombinasyonuna ait Şekil 4. 43 'deki varyasyon katsayısının değişimiyle ilgili grafik incelendiğinde, minimum varyasyon katsayısının ileri-geri çalışma

yönteminde % 10,56 'ya,dönerek çalışma yönteminde ise % 10,98'e ulaştığı görülmüştür. Şekil 4. 12 'de (B) gübresinde simetrik dağılım göstermeyen ( $KP_2-KK_3-BAK_1$ ) kombinasyonuna ait Şekil 4. 51 'deki varyasyon katsayısının değişimiyle ilgili grafik incelendiğinde, minimum varyasyon katsayısının ileri-geri çalışma yönteminde % 31,34 de, dönerek çalışma yönteminde ise % 17,34'e kadar düştüğü tespit edilmiştir. Bu verilerin ışığı altında, makina eksenine göre simetrik desen oluşturan makinalarla hem ileri-geri, hem de dönerek, simetrik olmayan desen oluşturan makinalarda ise dönerek çalışma yöntemi uygulanarak homojen dağılım sağlanabilecektir. Bu sonuç literatür bulgularıyla da doğrulanmaktadır (Kanafojski, 1972; Roth ve ark., 1985).

Denemeye alınan kombinasyonlardan Şekil 4. 21 'de (B) gübresinde simetrik dağılım deseni veren ( $KP_3-KK_3-BAK_1$ ) kombinasyonuna ait Şekil 4. 69 'daki varyasyon katsayısının değişimi ile ilgili grafik incelendiğinde, minimum varyasyon katsayısının ileri-geri çalışma yönteminde % 28,34 'e, dönerek çalışma yönteminde ise % 21,01'e kadar düştüğü tespit edilmiştir. Bu durum, diskli gübre dağıtma makinalarında dağılım desenleri simetrik olsa bile, ortada aşırı birikme yapan dağılımların iyi olmadığını göstermiştir. Bu sonuca (Özmerzi, 1974) de yer vermektedir.

Değişik kombinasyonlara ait efektif iş genişliklerinin verildiği Cetvel 4. 6 incelendiğinde, kombinasyonların ileri-geri çalışma yönteminde efektif iş genişliklerinin (A) gübresinde 8,50 ... 13,50 m, (B) gübresinde ise 8,50 ... 13,25 m arasında

değiştirdiği bulunmuştur. Özmerzi (1974), santrifüjlü gübre dağıtma makinalarının 650 mm disk yüksekliğinde ve 540 l/min kuyruk mili devrinde efektif iş genişliklerini, % 26 amonyum nitrat gübresi ile 10,63 ... 12,80 m, triple süper fosfat gübresi ile 12,18 ... 14,04 m arasında bulmuştur.

Dağılım desenlerinin, örtme payına bağlı olarak varyasyon katsayısının değişimi ile ilgili Şekil 4. 26 ... 4. 81 incelendiğinde, ileri-geri çalışma yönteminde varyasyon katsayısı % 20 ve altına düşen kombinasyonlarda efektif iş genişliği değişim sınırları şu değerler arasında bulunmuştur.

(A) gübresinde;  $(KP_1-KK_1-BAK_1)$  kombinasyonunda 8,50 ... 9,50 m,  $(KP_1-KK_2-BAK_3)$  kombinasyonunda 10,25 ... 13,00 m,  $(KP_1-KK_3-BAK_3)$  kombinasyonunda 8,50 ... 11,50 m,  $(KP_2-KK_1-BAK_1)$  kombinasyonunda 13,00 ... 13,50 m,  $(KP_2-KK_2-BAK_1)$  kombinasyonunda 11,25 ... 11,75 m,  $(KP_2-KK_2-BAK_2)$  kombinasyonunda 12,25 ... 13,00 m,  $(KP_3-KK_2-BAK_1)$  kombinasyonunda 8,50 m olarak bulunmuştur.

(B) gübresinde;  $(KP_1-KK_1-BAK_1)$  kombinasyonunda 11,00 ... 13,00 m,  $(KP_1-KK_1-BAK_2)$  kombinasyonunda 13,00 m,  $(KP_1-KK_2-BAK_2)$  kombinasyonunda 8,50 ... 11,50 m,  $(KP_1-KK_3-BAK_2)$  kombinasyonunda 8,50 ... 9,25 m,  $(KP_1-KK_2-BAK_3)$  kombinasyonunda 8,50 ... 12,75 m,  $(KP_1-KK_3-BAK_3)$  kombinasyonunda 8,50 ... 10,75 m,  $(KP_2-KK_1-BAK_1)$  kombinasyonunda 13,00 ... 13,75 m,  $(KP_2-KK_2-BAK_1)$  kombinasyonunda 9,75 ... 11,50 m,  $(KP_2-KK_3-BAK_2)$  kombinasyonunda 8,75 ... 12,75 m,  $(KP_3-KK_2-BAK_1)$  kombinasyonunda 8,50 m



olarak bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlar, (A) gübresinde ( $KP_2-KK_1-BAK_1$ ), ( $KP_2-KK_2-BAK_1$ ), ( $KP_2-KK_2-BAK_2$ ) ve ( $KP_3-KK_2-BAK_1$ ) kombinasyonlarında, (B) gübresinde ise ( $KP_1-KK_1-BAK_2$ ), ( $KP_2-KK_1-BAK_1$ ) ve ( $KP_3-KK_2-BAK_1$ ) kombinasyonlarında, ileri-geri çalışma yönteminde varyasyon katsayısının % 20 ve altına düşmesine rağmen, efektif iş genişliği değişim sınırlarının çok küçük olduğunu göstermektedir. Çalışma sırasında iş genişliğinin % 5 ... 10 oranında yanlış seçilmesi, elde edilen dağılımın varyasyon katsayısının % 20'nin üzerine çıkarabilmektedir.

Santrifüjlü gübre dağıtma makinalarının, efektif iş genişliklerinin büyük olması istenen fonksiyonel özelliklerden biridir. Bu makinalarda, iş genişliğinin tarlada iz açılmadan tüm çalışma süresince doğru olarak seçilebilmesi sürücü yeteneği ve yorgunluk durumuyla ilgilidir. Yorgunluk arttıkça, iş genişliğinin tahminindeki hatalar da artacaktır. Bu sebeple santrifüjlü gübre dağıtma makinalarında efektif iş genişliğinin büyük olmasının yanı sıra, efektif iş genişliği değişim sınırlarının da büyük olması, aranan önemli fonksiyonel özelliklerdendir.

Elde edilen sonuçlara göre, gübreleme normunun (A) gübresinde 22,77 ... 36,17 kg/da, (B) gübresinde ise 18,11 ... 28,23 kg/da arasında değiştiği bulunmuştur (Cetvel 4. 6).

Sonuç olarak şunları söyleyebiliriz;

(A) gübresinde, 11,75 m efektif iş genişliği ve 10,25 ... 13,00 m arasında değişen efektif iş genişliği değişim sınırları

veren ( $KP_1-KK_2-BAK_3$ ) kombinasyonu en iyi kombinasyon şekli olarak seçilebilir (Şekil 4. 8). (B) gübresinde ise 10,50 m efektif iş genişliği ve 8,50 ... 12,75 m arasında değişen efektif iş genişliği değişim sınırları veren ( $KP_2-KK_3-BAK_2$ ) kombinasyonu en iyi kombinasyon şekli olarak seçilebilir (Şekil 4. 15).

Daire profil kanatlarla yapılan çalışmalarda, besleme açıklığı konumunun ilerleme yönüne göre  $5 \dots 10^\circ$  sağ tarafa alınmasıyla daha simetrik dağılım desenleri elde edilebilecektir. Daire profil kanatlara ait kombinasyonların, iş genişliğinin artırılması için daire profil biraz daha kapalı yapılmalıdır.

Köşeli profil kanatlarla yapılan çalışmalarda, besleme açıklığı konumunun ilerleme yönüne göre  $5 \dots 10^\circ$  sol tarafa alınmasıyla daha simetrik dağılım desenleri elde edilebilecektir.

Konik profil kanatlarla yapılan çalışmalarda, besleme açıklığı konumunun ilerleme yönüne göre  $25 \dots 30^\circ$  sol tarafa alınmasıyla daha simetrik ve düzgün dağılım desenleri elde edilebilecektir. Konik kanat profilinde dağılım genişliğinin artırılması, disk yüksekliği ve devrinin büyütülmesi ile mümkün olabilecektir.

Günümüzde bu makineler hakkında yeterli teknik bilgiye sahip olunmaması, dolayısıyla yanlış kullanım gübrelerden beklenen yararın sağlanamamasına ve ülke ekonomisinde kayıplara sebep olmaktadır. Bunun içindir ki, bu makineler çiftçiye kullanma kitapçıklarıyla verilmeli ve kullanma kitapçıklarında, dağıtılan gübrenin fizikomekanik özellikleri göz önünde bulundurularak,

en uygun disk devri, yüksekliği ve kanat konumundaki efektif iş genişliği, efektif iş genişliği değişim sınırları ve gübreleme normu gibi fonksiyonel özellikler gösterilmelidir.



## 6. ÖZET

Ülkemizde kimyasal gübre tüketimi 8,5 milyon tona ulaşmıştır. Kimyasal gübrelerden beklenen yararın sağlanabilmesi, ancak gübrelerin bitkinin agroteknik isteklerine uygun olarak verilmesi ile mümkün olacaktır. Kimyasal gübrelerin serpmeye olarak tarlaya verilmesinde santrifüjlü gübre dağıtıcılar yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, santrifüjlü gübre dağıtma makinalarında dağılım desenine, efektif iş genişliği ve değişim sınırlarına ve gübreleme normuna; gübre tipinin, kanat profillerinin, kanat konumlarının ve gübre besleme açıklığı konumunun etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Araştırma materyali makine, 540 l/min kuyruk mili devrinde ve 650 mm disk yüksekliğinde çalıştırılmıştır. % 26 amonyum nitrat ve triple süper fosfat gübreleri kullanılarak yapılan denemelerde, 1000 x 250 x 170 mm ölçülerinde toplama kutuları kullanılmıştır. Denemeler kapalı alanda yapılmıştır.

Hazırlanan bilgisayar programı ile her bir kombinasyona

ait dağılım desenleri çizilmiştir. Elde edilen dağılım desenlerinin, yine bilgisayar programı yardımıyla ileri-geri ve dönerek çalışma şartlarında, örtme paylarına bağlı olarak varyasyon katsayısının değişimi incelenmiş ve grafiklerle gösterilmiştir.

İleri-geri çalışma yönteminde varyasyon katsayısı % 20 ve altına düşmüş olan desenler, en iyi kombinasyon olarak belirlenmiştir. Bu desenlerde minimum varyasyon katsayısının hesaplandığı örtme payı dikkate alınarak, kombinasyonların efektif iş genişliği minimum varyasyon katsayısı ve gübreleme normları hesaplanmıştır.

Verilerin değerlendirilmesinde elde edilen sonuçlar, aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Aynı kombinasyonlarda (A) gübresinin (B) gübresine nispeten dağılım desenlerinin sağ tarafındaki (%) gübre oranları büyük bulunmuştur.

- Daire profil kanatlarda dağılım desenlerinin sağ tarafında, konik profil kanatlarda ise dağılım desenlerinin sol tarafında yığılmalar olmuştur.

- En büyük dağılım genişliği köşeli profil kanatta elde edilmiştir.

- Kanat konumları radyal konumdan geri (-) konuma alındıkça gübrenin disk üzerindeki ( $\alpha$ ) süpürme açısının değeri küçülmüş, dağılım deseni de makina ekseninin sağ tarafına doğru kayma göstermiştir.

- Kanat konumlarının radyalden geriye doğru kaydırılmaları ile kombinasyonların efektif iş genişlikleri azalmıştır.

- Besiye açıklığı konumunun ilerleme yönüne göre, soldan sağa doğru yer değiştirilmesi durumunda, dağılım desenlerinin sol tarafındaki (%) gübre oranları artış göstermiştir.

- Yapılan varyans analizi, denemeye alınan her bir parametre seviyelerinin ve kombinasyonların birbirlerinden  $P < 0,01$  seviyesinde farklı olduğunu ortaya koymuştur.

- Makina eksenine göre simetrik desen oluşturan makinelerle hem ileri-geri, hem de dönerek, simetrik olmayan desen oluşturan makinalarda ise dönerek çalışma yöntemi uygulanarak homojen dağılım sağlanabilecektir. Ayrıca, dağılım simetrik olsa bile makina ekseninde fazla birikim yapan dağılım desenlerinin uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

- Denemeye alınan kombinasyonlardan, (A) gübresinde ( $KP_1-KK_2-BAK_3$ ) kombinasyonu, (B) gübresinde ise ( $KP_2-KK_3-BAK_2$ ) kombinasyonu en iyi kombinasyon şekli olarak seçilebilir.

- Yapılan çalışmalarda, besiy açıklığı konumunun ilerleme yönüne göre daire profil kanatlarda  $5 \dots 10^\circ$  sağ tarafa, köşeli profil kanatlarda ise  $5 \dots 10^\circ$  sol tarafa alınmasıyla daha simetrik dağılımlar elde edilebilecektir.

- Denemeye alınan makinanın 8 km/h ilerleme hızında gübreleme normunun, (A) gübresinde 22,77 ... 36,17 kg/da, (B) gübresinde ise 18,11 ... 28,23 kg/da arasında değiştiği bulunmuştur.

## 7. SUMMARY

The rate of chemical fertilizer consumption in our country has reached to about 8,5 million tons. The most suitable benefits which are expected from the use of chemical fertilizers, can be achieved only by the application of the fertilizers according to the agrotechnical requirements of plants. The centrifugal spreaders are used extensively in the spreading of the fertilizers to the field.

In this work, the effects of the kinds of fertilizer, vane profiles, the vane positions and the fertilizer feeding openings positions on the distribution patterns of centrifugal spreader, effective working width and variation limits and fertilizer application norms were studied.

The machine, which was used as research material, was operated at 540 rpm PTO speed with a 650 mm disc height. In this work where ammonium nitrate 26 % and triple super phosphate fertilizers were applied, the collecting trays which were 1000 x 250 x 170 mm in dimension, were used.

For each combination, distribution pattern were drawn by the computer programme which was prepared previously. The changing coefficients of variation according to the overlapping proportion under the operation conditions of forward to backward and turning, was studied and also was shown in graphics, with the aid of computer programme.

The patterns whose coefficients of variation were about 20 % or below, with the working method of forward to backward, were found to be the best combinations. The effective working width of the combinations, the minimum coefficients of variation and fertilizer application norms were also calculated.

The results which were obtained from the evaluation of the data can be summarized as follows;

- At the same combinations, the percentage fertilizer ratios of the (A) fertilizer at the right side of distribution pattern were found to be greater than that of the (B) fertilizer.

- It was observed that there has been some kind of accumulation at the right side of the distribution pattern on the circular profile vanes, and also at the left side of the distribution pattern on the conical profile vanes.

The biggest width of distribution was obtained at the angular profile vanes.

- As the positions of the vanes were shifted from the radial position to backward position, the value of the sweeping



angle ( $\alpha$ ) of the fertilizer on the disc has decreased, and the distribution pattern showed sliding towards the right side of the axis of the machine.

- It was found that the effective working width has decreased as the radial sides of the vanes were slid to the backward.

- The percentage fertilizer ratios at the left side of the distribution pattern showed increases as the position of the feeding openings have been shifted from left to the right side towards according to the direction of travelling.

-The statistical analysis of variance showed that the levels of each parameter, which were included into the experiment, and also the combinations were statistically different from each other at  $P < 0,01$  level.

-It was understood that a homogenous distribution pattern would be obtained through forward to backward and also by turning with the machines which could form symmetrical pattern according to the direction of travelling where as the homogeneous pattern would be obtained with the application of working method only by the machine which could form asymmetrical pattern. On the other hand, it was concluded that the distribution pattern which made excessive accumulation on the axis of the machine was not suitable even if the pattern has been symmetrical.

- Amongst the combinations which were included into the

experiment, the ( $KP_1-KK_2-BAK_3$ ) combination in the (A) fertilizer and also the ( $KP_2-KK_3-BAK_2$ ) in the (B) fertilizer were found to be the best combinations which would be selected.

- From the experiment which was conducted, it was understood that better symmetrical distributions could be obtained by shifting the position of the feeding openings towards right hand side ( $5 \dots 10^\circ$  deviation) according to the direction of travelling, with the circular profile vanes where as it was obtained only by shifting the position of the feeding openings through left hand side ( $5 \dots 10^\circ$  deviation) with the angular profile vanes.

- At travelling velocity of 8 km/h of the machine which was included into the experiment, the fertilizer application norms were found to be between 22,77 to 36,17 kg/da with the fertilizer (A) where as they were between 18,11 to 28,23 kg/da with the fertilizer (B).

## 8. LİTERATÜR

- ACHORN, F. P. ve BRODER, M. F., 1982. Mechanics of Applying Nitrogen Fertilizer. American Society of Agronomy Modison, 475-491.
- ANONYMOUS, 1966. National Institute of Agricultural Engineering. Report No: 510, Wrest Park, Silsoe.
- ANONYMOUS, 1967. Standard Testing Procedure for Fertilizer Distributors. OECD, AGR/ T (66) 11, Paris.
- ANONYMOUS, 1973. Türkiye'de Gübre Sorunu ve Çözüm Yolları. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara.
- ANONYMOUS, 1976. Süper Fosfat. TS 566, Ankara.
- ANONYMOUS, 1977. Santrifüjli Kimyasal Gübre Dağıtıcıları İçin Muayene ve Deney Esasları. TS 2541, Ankara.
- ANONYMOUS, 1980. Test Procedure for Dry Fertilizer Spreaders ASAE S 341. 1. ASAE, Michigan.

ANONYMOUS, 1984. FAO, Fertilizer Annual Report.

ANONYMOUS, 1984. Prüfbericht. Diadem FS 1200 und FS 1400 sowie Diadem FS - Hydro 1200 und FS - Hydro 1400. Gruppe 4a/69, 3403, DLG.

ANONYMOUS, 1986. Amonyum Nitrat. TS 836, Ankara.

ANONYMOUS, 1987. Tarım İstatistikleri Özeti. Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları, Ankara.

BİSANG, M., 1986. Nicht Alle Getesteten Dungerstreuer Halten Vergleich. Landtechnische Zeitschrift, 37 (4): 516-522.

BOLU, A., 1979. Türkiye'de Kullanılan Ticaret Gübresi Dağıtıcılarının Etüdü ve Uygun Bulunan Tipin Geliştirilmesi. Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 152, Rapor Yayın No: 111, Eskişehir. 38 S.

BRINSFIELD, R. B. ve HUMMEL, J. W., 1975. Simulation of a New Centrifugal Distributor Design. Transaction of the ASAE 18 (2): 213-220.

BRODER, M. F. ve BALAY, H. L., 1983. Effect of Granule Size on Application. Fertilizer Industry Round Table,

October 25-27, Washington.

BULL, D. A., 1985. Developments in the Handling and Application of Solid Fertilizers. *Agricultural Engineer*, 40 (1): 35-38.

BULL, D. A. ve CROWE, J. M., 1985. Fertilizer Spreading Mechanism and Their Performance in Practice. Part I. Developments in the Application of Fertilizer. The Fertilizer Society, Proceedings No: 241, London, 1-30.

BUREMA, H. J., 1970. Evenness of Spread of Spinner Broadcasters. Research Report 1; I. L. R., Wageningen.

CUNNINGHAM, F. M., 1963. Performance Characteristics of Bulk Spreaders for Granular Fertilizer. *Transaction of the ASAE* 6 (2): 108-114.

CUNNINGHAM, F. M. ve CHAO, E. Y. S., 1967. Design Relationships for Centrifugal Fertilizer Distributors. *Transactions of the ASAE* 10 (1): 91-95.

DAVIS, P. F., 1971. The Best Basic Distribution Pattern for a Spray Nozzle or Fertilizer Distributor. *Transaction of the ASAE*, 16 (3): 316-323.

DAVIS, J. B. ve RICE, C. E., 1973. Distribution of Granular Fertilizer and Wheat Seed by Centrifugal Distributors.

Transactions of the ASAE 16 (5): 867-868.

DOBLER, K. ve FLATOV, J., 1968. Berechnung der Wurfvorgänge beim Schleuderdüngerstreuer. Grundlagen der Landtechnik, Bd. 18, No: 14, 129-134.

DOBLER, K. ve FLATOV, J., 1969. Konstruktive Ausbildung der Streuorgane von Schleuderdüngerstreuern zur Erzielung eines optimalen Streubildes. Grundlagen der Landtechnik, Bd. 19, No: 2, 55-60.

DÜZGÜNEŞ, O., 1963. Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metodları. E. Ü. Matbaası, İzmir, 375 S.

EROL, M. A., 1977. Diskli Dağıtma Makinaları ile Çeşitli Tohumların Ekilebilme Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 654, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 384, Ankara, 63 S.

GLOWER, J. W. ve BAIRD, J. V., 1973. Performance of Spinner Type Fertilizer Spreaders. Transactions of the ASAE 16 (1): 48-51.

GÖHLICH, H. ve KESTEN, E., 1972. Einflüsse auf das Verhalten Von Haufwerksrömen auf Schleuderscheiben Von Mineraldüngerstreuer. Grundlagen der Landtechnik, Bd. 22, No: 1, 11-15.

- GÖKÇEBAY, B., 1986. Tarım Makinaları I. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 979, Ders Kitabı: 289, Ankara, 395 S.
- GRIFFIS, C. L., RITTER, D. W. ve MATTHEWS, E. J., 1983. Simulation of Rotary Spreader Distribution Patterns. Transaction of the ASAE: 33-37.
- INNS, F. M. ve REECE, A. R., 1962. The Theory of the Centrifugal Distributor II. Motion on the Disc, off-Center Feed. Journal of Agricultural Engineering 7 (4): 345-353.
- KANAFOJSKI, Cz., 1972. Dünges- und Pflanzmaschinen. Verlag Technik, Berlin. 194 S.
- LAW, S. E. ve COLLIER, J. A., 1973. Aerodynamic Resistance Coefficients of Agricultural Particulates Determined by Elutriation Transaction of the ASAE: 918-921.
- MENNEL, R. M. ve REECE, A. R., 1963. The Theory of the Centrifugal Distributor III: Particle Trajectories. Journal of Agricultural Engineering Research 8 (1): 78 - 84.
- MUTAF, E., 1974. Tarım Alet ve Makinaları. I. Cilt. E. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 218, İzmir. 418 S.
- OYJORD, E., 1983. Principles, Use and Maintenance of Plot Seeders and Fertilizer Spreaders. FAO, Roma. 43-49.

- ÖNAL, İ. ve TOZAN, M., 1984. Ege Bölgesinde İmal Edilen Tek Diskli Gübre Dağıtma Makinaları Üzerinde Bir Araştırma. TZDK Yayın No: 30, Ankara. 94 S.
- ÖNAL, İ., 1987. Ekim - Dikim - Gübreleme Makinaları. E. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 490, İzmir. 372 S.
- ÖZMERZİ, A., 1974. Ülkemizde İmal Edilen Bazı Diskli Gübre Dağıtma Makinaları Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 788, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 468, Ankara. 61 S.
- PARISH, R. L. ve CHANEY, P. P., 1985. Evaluation of New Lawn Fertilizer Application Technology. Transaction of the ASAE 28 (1): 36-39.
- PATTERSON, D. E., 1962. Collecting Broadcast Fertilizer in Field Testing. Journal of Agricultural Engineering Research 7(4): 291-294.
- PATTERSON, D. E. ve REECE, A. R., 1962. The Theory of the Centrifugal Distributor I. Motion on the Disc, Near-Centre Feed. Journal of Agricultural Engineering Research 7(4): 232-240.
- PATTERSON, D. E., 1964. The Effect of Slope on the Transverse Distribution Pattern of Fertilizer Broadcasters.



- Journal of Agricultural Engineering Research 9(2):  
169-173.
- PITT, R. E., FARMER, G. S. ve WALKER, L. P., 1982. Approximating Equations for Rotary Distributor Spread Patterns. Transaction of the ASAE: 1544-1552.
- PRUMMEL, J. ve DATEMA, P., 1962. The Evenness of Distribution of Fertilizer Distributors and Its Effect on Crop Yield. Landbouwmechanisatie, 13 (9): 742-752.
- REED, W. B. ve WACKER, E., 1970. Determination of the Distribution Pattern of Dry-Fertilizer Applicators. Transactions of the ASAE 13 (1): 85-89.
- REINTS, R. E. ve YOERGER, R., 1967. Trajectories of Seeds and Granular Fertilizers. Transaction of the ASAE 10 (2): 213-216.
- ROTH, L. O., WHITNEY, R. W. ve KUHLMAN, D. K., 1985. Application Uniformity and Some Non-Symmetrical Distribution Patterns of Agricultural Chemicals. Transaction of the ASAE 28 (1): 47-50.
- SCHAFFER, G. U., HARRIS, W. L. ve HUMMEL, J. W., 1973. Controlling the Distribution Pattern of a Centrifugal Fertilizer Spreader Through Precise Spinner Loading. ASAE

paper 73-139. American Society of Agricultural Engineer, St. Joseph, Michigan.

SCHILLING, E., 1958. Landmaschinen 3. Band, Köln. 348 S.

SCHÜNKE, U. ve KREUZNACH, B., 1980. Randzonen Probleme bei der Düngung. Landtechnik 35 (2): 66-68.

TUNALIGİL, B. G. ve ÖZMERZİ, A., 1977. Tek Diskli Gübre Dağıtma Makinasının Güç Tüketimi Üzerinde Bir Araştırma. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı, Cilt: 27, Fasikül: 2 Ankara.

TUNALIGİL, B. G. ve ÖZMERZİ, A., 1977. Diskli Gübre Dağıtma Makinalarında Çalışma Şeklinin Gübreleme Düzenliliğine Etkisi Üzerinde Bir Araştırma. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı, Cilt: 27, Fasikül: 1, Ankara.

ÜLGEN, N., 1981. Gübre Sorunları ve Çözüm Yolları. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara. 73 S.

ÜLGEN, N. ve YURTSEVER, N., 1984. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Topraksu Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı, Yayın No: 47, Rehber No: 8, Ankara. 182 S.

WOLF, D. D. ve SMITH, E. S., 1979. Uniformity of Seed and Fertilizer Distribution With a Hand-Operated Spinning Spreader. Transactions of the ASAE 22 (4): 761-762.

YILDIZ, Y., 1985. Yerli Yapım Tek Diskli Gübre Dağıtma Makinelerinde Dağılım Desenlerini İyileştirme Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. Doğa Bilim Dergisi, Seri D<sub>2</sub>, Cilt: 9, Sayı: 1, Ankara.

YURTSEVER, N., 1984. Deneysel İstatistik Metodları. Tarım Orman Köylüleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları No: 121, Ankara. 623 S.

T. C.  
Türkiye Köylüleri Bakanlığı  
Dokümantasyon Merkezi

## ÖZGEÇMİŞ

1961 yılında Kayseri'de doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimini Kayseri'de tamamladım. 1979 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümü'ne girdim ve 1983'te mezun oldum.

1984 yılında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladım. Hâlen aynı bölümde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım.

## TEŞEKKÜR

Bu konuda bana çalışma imkânı veren ve çalışmalarım süresince her türlü yardımı esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Şinasi YETKİN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım süresince yardımlarını gördüğüm sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Fikret DEMİR'e ve S. Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümü öğretim elemanlarına teşekkür ederim.

Ayrıca, deneme makinasının imalatında yardımlarını gördüğüm Özyatağanlı Tarım Makinaları A. Ş.'ne de teşekkür ederim.

W. G.  
Türseköğretim Kurulu  
Dokümantasyon Merkezi

E K - 1

```

INPUT "      kutu",n
DIM sag(34),sol(34)

FOR c=1 TO 2
  tsag=0
  tsol=0
  ortk=0
  toplank=0
  FOR i=1 TO n
    READ sag(i)
    tsag=tsag+sag(i)
  NEXT i
  FOR i=1 TO n
    READ sol(i)
    tsol=tsol+sol(i)
  NEXT i
  toplank=tsag+tsol
  ortk=toplank/(2*n)
  LINE 520;600,6400;600
  LINE 3400;520,3400;800
  FOR i=680 TO 6120 STEP 80
    LINE i;580,i;620
  NEXT i
  FOR i=840 TO 6120 STEP 320
    LINE i;550,i;720 :NEXT i
  LINE 550;600,550;3800
  LINE 3400;600,3400;3800
  FOR y=600 TO 3800 STEP 120
    LINE 530;y,630;y
  NEXT y
  j=0
  FOR i=3360 TO 3360-(n-2)*80 STEP -80
    j=j+1
    LINE i;(sol(j)*1200)/ortk+600,i-80;(sol(j+1)*1200)/ortk+600
  NEXT i
  j=1
  FOR i=3440 TO 3440+(n-2)*80 STEP 80
    LINE i;(sag(j)*1200)/ortk+600,i+80;(sag(j+1)*1200)/ortk+600
    j=j+1
  NEXT i
  LINE 3440;(sag(1)*1200)/ortk+600,3360;(sol(1)*1200)/ortk+600
  NEXT c
  REM sag A gubresi kutu degerleri
  DATA
  REM sol A gubresi kutu degerleri
  DATA
  REM sag B gubresi kutu degerleri
  DATA
  REM sol B gubresi kutu degerleri
  DATA

```

```

10 REM Benzerlik gubre doğitucilerde ILERI-BERI ve DONEREK uygulama metodu kat-
20 REM tabii dagilim desenlerinin karakteristikklerini inceleyen programdir.
25 INPUT "NUMARA BIR=";A$,NUM
30 INPUT "Sag veya sol tarafta kac adet toplama kutusu var=";N
35 REM Sag taraf kutu değerlerini 1.kutudan baslamak uzere giriniz.
40 DATA 41,41,41,41,41,43,42,40,38,35,35,33,32,33,32,33,35,38,33,32,25,21,17,13,
11,9,7,6,6,5,3,2,2,1
45 REM Sol taraf kutu değerlerini 2.kutudan baslamak uzere giriniz.
50 DATA 39,37,36,36,34,31,30,30,30,31,31,29,32,36,39,41,41,42,41,37,32,27,20,15,
12,9,8,6,5,5,4,4,3,2
60 DIM SG(N),SL(N),SAG(N),SOL(N),SGD(N),SLD(N)
70 INPUT "Kac katlama yapilacak=";K
75 TSAG=0:KTSAG=0
80 FOR I=1 TO N
90 READ SAS(I)
95 TSAG=TSAG+SAG(I)
97 KTSAG=KTSAG+SAG(I)^2
100 NEXT I
103 TSOL=0:KTSOL=0
105 FOR I=1 TO N
110 READ SOL(I)
115 TSOL=TSOL+SOL(I)
117 KTSOL=KTSOL+SOL(I)^2
120 NEXT I
125 RESTORE
130 FOR I=1 TO N
135 READ SSG(I)
140 NEXT I
145 FOR I=1 TO N
150 READ SLD(I)
155 NEXT I
160 TOPLAMK=TSAG+TSOL
165 PRINT A$,NUM: PRINT
166 PRINT "Sag taraf Z";TSAG/TOPLAMK,"Sol taraf Z";TSOL/TOPLAMK
167 FOR X=1 TO 10000 :NEXT X
168 PRINT "Yardirmak istermisin evet/hayir" : INPUT SECIM#
169 IF SECIM#="evet" THEN 170 ELSE 380
170 PRINT "Sag taraf Z";TSAG/TOPLAMK,"Sol taraf Z";TSOL/TOPLAMK
173 GENM=(TSOL+TSAG)/68:GSTS=SGR(KTSAG+KTSOL-(TSAG+TSOL)^2/68)
174 PRINT: PRINT "ORT=";GENM;" " " ;"S.SAP=";GSTS
175 PRINT: PRINT
180 PRINT "Katlanan ILERI-BERI uyg." SPC(2)"DONEREK uyg." SPC(1)" Is ger"
185 PRINT "Kutu adet metodu icin C.V icin C.V";SPC(3)" (cm) "
190 PRINT "-----";SPC(2);"-----" ";SPC(1);" -----";SPC(1);"
-----"
200 RESTORE
210 FOR KAT=0 TO K
215 RESTORE
220 FOR I=1 TO N
225 READ SG(I)
230 NEXT I
235 FOR I=1 TO N
240 READ SL(I)
245 NEXT I
250 FOR I=1 TO KAT
255 SL(N-KAT+I)=SL(N-KAT+I)+SOL(N+1-I)
260 SLD(N-KAT+I)=SLD(N-KAT+I)+SAG(N+1-I)
265 SG(N-KAT+I)=SG(N-KAT+I)+SAG(N+1-I)
270 SGD(N-KAT+I)=SAG(N-KAT+I)+SOL(N+1-I)
275 NEXT I
280 TOPD=0:SIGD=0
285 TOP=0:SIGMA=0
290 FOR I=1 TO N
295 TOP=TOP+SG(I)+SL(I)
300 TOPD=TOPD+SGD(I)+SLD(I)
305 NEXT I
310 CRTI=TOP/(2*N)
315 CRTD=TOPD/(2*N)
320 FOR I=1 TO N
325 SIGMA=(SG(I)-CRTI)^2+(SL(I)-CRTD)^2
330 SIGD=(SGD(I)-CRTD)^2+(SLD(I)-CRTD)^2
335 NEXT I
340 SDT=(SIGMA/(2*N-1))^.5
345 SLD=(SIGD/(2*N-1))^.5
350 CV=(CRTI/CRTD)*100:ISGEN=(2*N-KAT)*25
355 DON=(SDD/CRTD)*100
360 PRINT USING " ## " ;KAT;
361 PRINT USING " ##.# " ;CV;
362 PRINT USING " ###.# " ;DON;
363 PRINT USING " ##.# cm " ;ISGEN
370 NEXT KAT
380 END

```

T. C.  
Yükseköğretim Kurulu  
Dokümantasyon Merkezi