

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

DİSKLİ GÜBRE DAĞITMA MAKİNALARINDA DAĞILIM
DÜZGÜNLÜKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ ÜZERİNE BİR
ARAŞTIRMA

Yıldıran YILDIRIM

121429

121429

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ERZURUM
2002

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Mazhar KARA danışmanlığında, Yıldırım YILDIRIM tarafından hazırlanan bu çalışma 30/12/2002 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Tarım Makinaları Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Nihat TURGUT

İmza : Nihat Turgut

Üye : Prof. Dr. İbrahim ÖZSERT

İmza : İ. Özsert

Üye : Prof. Dr. Yücel ERKMEN

İmza : Y. Erkmn

Üye : Prof. Dr. Mazhar KARA

İmza : M. Kara

Üye : Doç. Dr. Abdurrahman HANAY

İmza : A. Hanay

Yukarıdaki sonucu onaylarım

(imza)

Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

DİSKLİ GÜBRE DAĞITMA MAKİNALARINDA DAĞILIM DÜZGÜNLÜKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Yıldıran YILDIRIM

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mazhar KARA

Gübre, birim alandan daha yüksek verim elde etmede önemli ve aynı zamanda pahalı bir girdidir. Enerji fiyatlarındaki artışla orantılı olarak, gübre ve yakıt fiyatları da artmaktadır. Bu durum tarımsal mekanizasyonda kullanılan makinaların iş kalitelerinin ve iş başarılarının artırılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, kullanım ve bakım kolaylığı, fiyatlarının düşük ve iş genişliklerinin büyük olması gibi avantajlarından dolayı, serpme gübrelemede yaygın olarak kullanılan diskli gübre dağıtma makinalarının iş kalitelerinin ve iş başarılarının artırılması önemli olmaktadır.

Bu çalışmada, diskli gübre dağıtma makinalarının iş kalitelerinin ve iş başarılarının artırılması için iki diskli tek üniteli savurma etkili bir dağıtıcı organ geliştirilerek, iş kalitesi (varyasyon katsayısı) ve iş başarısı (efektif iş genişliği) yönünden en iyi sonuçları veren dağıtıcı organ parametre kombinasyonları belirlenmiştir. Üst üste aynı merkezli olarak birbirine monte edilen ve aynı yönde, aynı açısız hızla dönen iki diskli dağıtıcı organın üst diski, gübreyi makina ilerleme yönünün soluna ve sağına, alt diski ise makina ilerleme eksenine üzerine dağıtmaktadır.

Triple süperfosfat gübresiyle %7.72 minimum varyasyon katsayısı değerinde 16 m efektif iş genişliği, kalsiyum amonyum nitrat gübresiyle %6.14 minimum varyasyon katsayısı değerinde 15 m efektif iş genişliği elde edilmiştir. Triple süperfosfat ve kalsiyum amonyum nitrat gübreleri ile elde edilen en büyük efektif iş genişlikleri, sırasıyla, 20 m ve 17.50 m ve bu iş genişliklerine karşılık gelen varyasyon katsayısı değerleri ise %10.01 ve %15.57 olarak belirlenmiştir.

Geliştirilen iki diskli tek üniteli savurma etkili gübre dağıtma makinası, iş kalitesi ve iş başarısı yönünden yaygın olarak kullanılmakta olan tek diskli gübre dağıtma makinalarına göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

2002, 202 sayfa

Anahtar kelimeler: Kimyasal gübre, diskli gübre dağıtma makinası, dağılım deseni, gübre dağılım düzgünlüğü, efektif iş genişliği.

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

A RESEARCH ON IMPROVING DISTRIBUTION EVENNESS IN ROTARY FERTILIZER SPREADER

Yıldıran YILDIRIM

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Machinery

Supervisor: Prof. Dr. Mazhar KARA

Fertilizer is an important and expensive input to obtain a higher yield per unit area. The prices of fertilizer and fuel have been increasing based on increases in the price of energy. For this reason, the working quality and efficiency in machines used in agriculture should be increased. Therefore, the working quality and efficiency of rotary fertilizers, which are widely used due to simplicity, low price and high spreading width, should be increased.

A rotary distributing unit with two discs mounted on one frame was developed and the combinations of distributing unit parameters giving the best results in terms of working quality and efficiency were determined. The concentric disc were rotating together clockwise with the same revolution rate; the upper disc was spreading fertilizer to the left and right sides of forward direction of the spreader and the lower disc was spreading fertilizer onto axis of forward direction.

An effective working width of 16 m was obtained with triple superphosphate at the minimum CV value of 7.72% and an effective working width of 15 m was obtained with calcium ammonium nitrate at the minimum CV value of 6.14%. The highest values of effective working width were found to be 20.00 m and 17.50 m for triple superphosphate and calcium ammonium nitrate at the CV values of 10.01% and 15.57%, respectively.

The rotary fertilizer spreader including a rotary distributing unit with two discs mounted on one frame, which was developed in this study, had better results than the rotary fertilizer spreaders which have been widely used in practice, in terms of working quality and efficiency.

2002, 202 pages

Keywords: Fertilizer, rotary fertilizer spreader, distribution pattern, fertilizer distribution evenness, effective working width.

TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışma Atatürk Üniversitesi Fon Saymanlığı tarafından desteklenmiş olup, denemeler Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü'nde yapılmıştır.

Çalışmanın yürütülmesinde, değerli bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım hocam Sayın Prof. Dr. Mazhar KARA'ya, görüş ve önerilerinden faydalandığım hocam Sayın Prof. Dr. Nihat TURGUT'a, Sayın Prof. Dr. Yücel ERKMEN'e, Sayın Doç. Dr. Abdurrahman HANAY'a ve Sayın Prof. Dr. İbrahim ÖZSERT'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım esnasında eşim ve kızımdan görmüş olduğum destek ve teşvikten dolayı kendilerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yıldıran Yıldırım

Aralık 2002

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xxii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	34
2.1. Gübrenin Kanat Üzerindeki Hareketi.....	34
2.1.1. Gübrenin Diskten Fırlatılma Noktasına ve Kanadı Terk Etme Açısına Etkili Faktörler.....	39
2.1.2. Disk Dönü Hızının Etkisi.....	39
2.1.3. Serbest Yarıçapın Etkisi.....	40
2.1.4. Gübre Besleme Miktarının Etkisi.....	40
2.1.5. Kanat Konum Açısının Etkisi.....	40
2.2. Gübrenin Havadaki Hareketi.....	41
2.2.1. Hava Direnç Katsayısının Sürtünme Katsayısı Yardımla Hesaplanması.....	42
2.2.2. Hava Direnç Katsayısının Son Hız Yardımla Hesaplanması.....	44
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	46
3.1. Materyal.....	46
3.1.1. Araştırmada Kullanılan Gübreler.....	46
3.1.2. İki Diskli Tek Üniteli Savurma Etkili Gübre Dağıtma Makinası.....	47
3.1.2.1. Gübre Dağıtma Makinasının Teknik Özellikleri.....	47
3.1.2.1.1. Genel Ölçüler ve Çatı.....	47
3.1.2.1.2. Depo.....	49
3.1.2.1.3. İki Diskli Tek Üniteli Savurma Etkili Dağıtma Organı.....	49
3.1.2.1.4. Araştırmada Kullanılan Kanat Profilleri.....	51
3.1.2.1.5. Gübre Besleme Orifislerinin Açısal Konum Ayar Düzeni.....	54

3.1.2.1.6. Hareket İletim Sistemi.....	60
3.1.3. Araştırmada Kullanılan Toplama Kutuları.....	61
3.1.4. Araştırmada Kullanılan Ölçü Cihazları.....	63
3.2. Yöntem.....	64
3.2.1. Gübrelerin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi.....	65
3.2.2. Dağılım Desenlerinin Belirlenmesi.....	66
3.2.2.1. Üst Disk Dağılım Desenlerinin Belirlenmesi.....	69
3.2.2.2. Alt Disk Dağılım Desenlerinin Belirlenmesi.....	70
3.2.2.3. Dağıtıcı Organın Dağılım Desenlerinin Belirlenmesi.....	72
3.2.3. Efektif İş Genişliği ve Değişim Sınırlarının Belirlenmesi.....	73
3.2.4. Gübreleme Normunun Belirlenmesi.....	75
3.2.5. Denemelerin Düzenlenmesi ve Bulguların Değerlendirilmesi.....	76
3.2.6. Örtmeli Gübrelemeden Sonra Dağılım Desenindeki %sol/%sağ Oranlarının ve Minimum-Maksimum % Gübre Miktarlarının Belirlenmesi.....	78
3.2.7. Üst Disk Dağılım Desenlerinde Tepeli Kısımlara Ait Basıklık Değerlerinin Belirlenmesi.....	79
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	80
4.1. Üst Disk Dağılım Desenleri.....	80
4.1.1. Üst Disk Dağılım Desenlerinde Tepeli Kısımlara Ait Basıklık Değerleri.....	86
4.2. Alt Disk Dağılım Desenleri.....	89
4.3. Dağıtıcı Organ Dağılım Desenleri.....	101
4.4. Efektif İş genişliği ve Değişim Sınırları.....	152
4.5. Gübreleme Normu.....	187
4.6. Örtmeli Gübrelemeden Sonra Dağılım Desenindeki %sol/%sağ Oranları ve Minimum-Maksimum % Gübre Miktarları.....	188
5. SONUÇ.....	194
KAYNAKLAR.....	197
ÖZGEÇMİŞ.....	202

SİMGELER DİZİNİ

V_r	: Gübre danesinin diskı terk ettiği andaki radyal hızı
V_t	: Gübre danesinin diskı terk ettiği andaki teğetsel hızı
$\bar{P}$	: Dağılım desenine ait ortalama gübre miktarı
$\bar{X}$	: Örtmeli gübrelemeden sonra kutularda biriken ortalama gübre miktarı
%nem	: Yaş ağırlık esasına göre % nem içeriği
%sağ	: Dağılım desenlerinin sağ tarafındaki % gübre miktarları
%sol	: Dağılım desenlerinin sol tarafındaki % gübre miktarları
β	: Gübre danesinin fırlatılma açısı
α	: Gübre danesinin kanatta kalma (süpürme) açısı
μ_d	: Gübre danesi ile disk arasındaki sürtünme katsayısı
μ_k	: Gübre danesi ile kanat arasındaki sürtünme katsayısı
A_0	: Gübre danesinin disk üzerine düştüğü nokta
A_p	: Gübre danesinin izdüşüm alanı
ASAE	: American Society of Agricultural Engineers
b	: Serbest yarıçap
B_e	: Efektif iş genişliği
BK	: Gübre besleme açısıal konumu
B_s	: Basıklık değeri
$B_{sağ}$	: Üst disk dağılım deseninin sağ tarafına ait basıklık değeri
B_{sol}	: Üst disk dağılım deseninin sol tarafına ait basıklık değeri
C	: Sürüklenme katsayısı
CAN	: Kalsiyum amonyum nitrat
CV	: Varyasyon katsayısı
CV_{min}	: Minimum varyasyon katsayısı
D	: Dönerek çalışma yöntemi
d_p	: Gübre danesi çapı
g	: Yerçekimi ivmesi
G_i	: Her bir kutuda toplanan gübre miktarı
G_k	: Gübrenin kuru ağırlığı
G_T	: Bütün kutularda toplanan gübre miktarı
G_y	: Gübrenin kurumadan önceki ağırlığı

h	: Diskin yerden yüksekliği
ID	: İleri-geri çalışma yöntemi
K	: Hava direnç katsayısı
k	: Kullanılan kutu sayısı
KB	: Kanat boyu
KP	: Kanat profil şekli
M	: Birim zamanda atılan gübre miktarı (debi)
m	: Gübre danesinin kütlesi
n	: Diskin devir sayısı
n_T	: rtmeli gübrelemeden sonra toplama kutusu sayısı
P_b	: Barometrik basınç
Q	: Gübreleme normu
r	: Disk yarıçapı
r_0	: A_0 noktasının disk merkezine uzaklığı (besleme yarıçapı)
Re	: Reynold sayısı
S	: rtmeli gübrelemeden sonra gübre miktarlarının standart sapması
S_D	: Dağılım deseninin standart sapması
t	: Gübre danesinin y yüksekliğinden düşme zamanı
T_h	: Havanın mutlak sıcaklığı
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TSP	: Triple süperfosfat
V	: Gübre danesinin fırlatılma hızı
V_m	: Traktör ilerleme hızı
V_p	: Gübre danesinin yere dşmedeki anlık hızı
v_s	: Gübre danesinin son hızı
X_i	: rtmeli gübrelemeden sonra her bir kutudaki gübre miktarı
y	: Gübre danesinin düşme yüksekliği
Z	: Gübre danesinin aldığı yatay uzaklık
η_h	: Havanın dinamik viskozitesi
θ	: Kanat konum açısı
ρ_h	: Havanın zgl kütlesi
ρ_p	: Gübre danesinin özgül kütlesi
ω	: Disk açısal hızı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Tek, çift ve dual diskli dağıtıcı üniteler.....	4
Şekil 1.2. Diskli gübre dağıtma makinalarında kullanılan bazı kanat profilleri..... a. I profil, b. köşeli profil, c. yatık köşeli profil, d. sigma profil, e. daire profil)	6
Şekil 1.3. Disk üzerindeki kanat konumları.....	7
Şekil 1.4. Diskli gübre dağıtma makinalarında gübrenin dağılımı.....	9
Şekil 1.5. Diskli gübre dağıtma makinalarından elde edilen dağılım desenleri.....	10
Şekil 1.6. Diskli gübre dağıtma makinalarında elde edilen dağılım desenlerinde varyasyon katsayısının iş genişliğine bağlı olarak değişimi.....	11
Şekil 1.7. Diskli gübre dağıtma makinalarında tarlada çalışma yöntemleri.....	12
Şekil 1.8. Diskli gübre dağıtma makinalarında dağılıma etki eden faktörler.....	13
Şekil 1.9. Simetrik olmayan dağılım desenleri.....	23
Şekil 1.10. Disk devrinin, gübrenin disk üzerindeki süpürme açısına (α), gübrenin fırlatılma açısına (β) ve fırlatılma hızına (V) etkisi.....	24
Şekil 1.11. Besleme uzaklığının (r_0), gübrenin disk üzerindeki süpürme açısına (α), gübrenin fırlatılma açısına (β) ve fırlatılma hızına (V).....	25
Şekil 3.1. Makinanın perspektif görünüşü.....	47
Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan iki diskli tek üniteli gübre dağıtma makinasının genel ölçüleri.....	48
Şekil 3.3. İki diskli tek üniteli dağıtıcı organ.....	50
Şekil 3.4. İki diskli tek üniteli dağıtıcı organın diskleri (a: alt disk, b: üst disk).....	50
Şekil 3.5. Araştırmada kullanılan köşeli profil kanatlar.....	51
Şekil 3.6. Araştırmada kullanılan sigma profil kanatlar.....	52
Şekil 3.7. Üst disk üzerindeki kanat konumları.....	53
Şekil 3.8. Alt disk üzerindeki kanat konumları.....	53
Şekil 3.9. Üst disk gübre besleme açısal konumları.....	55
Şekil 3.10. Alt disk gübre besleme açısal konumları.....	55
Şekil 3.11. Sabit depo taban halkası.....	56
Şekil 3.12. Depo tabanına sabitleştirilmiş taban halkası.....	57
Şekil 3.13. Hareketli depo taban halkası.....	57
Şekil 3.14. Birleştirilmiş depo taban halkaları.....	58
Şekil 3.15. Depo taban sacı.....	59
Şekil 3.16. Alt diski besleyen orifis diski.....	60

Şekil 3.17. Araştırmada kullanılan toplama kutusu.....	61
Şekil 3.18. Toplama kutusunun içerisine yerleştirilen karton petek.....	62
Şekil 3.19. Toplama kutularının yerleştirildiği tezgah.....	62
Şekil 3.20. Toplama kutuları diziliş planı.....	67
Şekil 3.21. Üst disk dağılım deseni.....	69
Şekil 3.22. Alt diskten elde edilecek dağılım deseni.....	71
Şekil 3.23. Dağılım desenlerinin birleştirilmesi.....	72
Şekil 3.24. Efektif iş genişliği, minimum varyasyon katsayısı ve efektif iş genişliği değişim sınırı.....	74
Şekil 3.25. Basıklık değerine göre dağılım türleri.....	79
Şekil 4.1. KB1-KP1-M1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	80
Şekil 4.2. KB2-KP1-M1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	81
Şekil 4.3. KB3-KP1-M1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	81
Şekil 4.4. KB1-KP2-M1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	81
Şekil 4.5. KB2-KP2-M1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	82
Şekil 4.6. KB3-KP2-M1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	82
Şekil 4.7. KB1-KP1-M2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	82
Şekil 4.8. KB2-KP1-M2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	83
Şekil 4.9. KB3-KP1-M2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	83
Şekil 4.10. KB1-KP2-M2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	83
Şekil 4.11. KB2-KP2-M2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	84
Şekil 4.12. KB3-KP2-M2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	84
Şekil 4.13. KB1-KP1-BK1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	89
Şekil 4.14. KB1-KP1-BK2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	89
Şekil 4.15. KB1-KP1-BK3 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	90
Şekil 4.16. KB1-KP1-BK4 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	90
Şekil 4.17. KB2-KP1-BK1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	90
Şekil 4.18. KB2-KP1-BK2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	91
Şekil 4.19. KB2-KP1-BK3 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	91
Şekil 4.20. KB2-KP1-BK4 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	91
Şekil 4.21. KB3-KP1-BK1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	92
Şekil 4.22. KB3-KP1-BK2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	92
Şekil 4.23. KB3-KP1-BK3 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	92

Şekil 4.24. KB3-KP1-BK4 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	93
Şekil 4.25. KB1-KP2-BK1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	93
Şekil 4.26. KB1-KP2-BK2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	93
Şekil 4.27. KB1-KP2-BK3 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	94
Şekil 4.28. KB1-KP2-BK4 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	94
Şekil 4.29. KB2-KP2-BK1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	94
Şekil 4.30. KB2-KP2-BK2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	95
Şekil 4.31. KB2-KP2-BK3 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	95
Şekil 4.32. KB2-KP2-BK4 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	95
Şekil 4.33. KB3-KP2-BK1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	96
Şekil 4.34. KB3-KP2-BK2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	96
Şekil 4.35. KB3-KP2-BK3 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	96
Şekil 4.36. KB3-KP2-BK4 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri.....	97
Şekil 4.37. (KB1-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.....	101
Şekil 4.38. (KB1-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.....	101
Şekil 4.39. (KB1-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.....	102
Şekil 4.40. (KB1-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.....	102
Şekil 4.41. (KB1-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.....	102
Şekil 4.42. (KB1-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.....	103
Şekil 4.43. (KB1-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.....	103
Şekil 4.44. (KB1-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.....	103
Şekil 4.45. (KB1-KP1-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.....	104
Şekil 4.46. (KB1-KP1-M1)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.....	104
Şekil 4.47. (KB1-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.....	104
Şekil 4.48. (KB1-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.....	105
Şekil 4.49. (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.....	105
Şekil 4.50. (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.....	105
Şekil 4.51. (KB2-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.....	106
Şekil 4.52. (KB2-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.....	106
Şekil 4.53. (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.....	106
Şekil 4.54. (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.....	107
Şekil 4.55. (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.....	107

Şekil 4.56. (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	107
Şekil 4.57. (KB2-KP1-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	108
Şekil 4.58. (KB2-KP1-M1)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	108
Şekil 4.59. (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	108
Şekil 4.60. (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	109
Şekil 4.61. (KB3-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	109
Şekil 4.62. (KB3-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	109
Şekil 4.63. (KB3-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	110
Şekil 4.64. (KB3-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	110
Şekil 4.65. (KB3-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	110
Şekil 4.66. (KB3-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	111
Şekil 4.67. (KB3-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	111
Şekil 4.68. (KB3-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	111
Şekil 4.69. (KB3-KP1-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	112
Şekil 4.70. (KB3-KP1-M1)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	112
Şekil 4.71. (KB3-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	112
Şekil 4.72. (KB3-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	113
Şekil 4.73. (KB1-KP2-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	113
Şekil 4.74. (KB1-KP2-M1)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	113
Şekil 4.75. (KB1-KP2-M1)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	114
Şekil 4.76. (KB1-KP2-M1)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	114
Şekil 4.77. (KB1-KP2-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	114
Şekil 4.78. (KB1-KP2-M1)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	115
Şekil 4.79. (KB1-KP2-M1)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	115
Şekil 4.80. (KB1-KP2-M1)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	115
Şekil 4.81. (KB1-KP2-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	116
Şekil 4.82. (KB1-KP2-M1)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	116
Şekil 4.83. (KB1-KP2-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	116
Şekil 4.84. (KB1-KP2-M1)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	117
Şekil 4.85. (KB2-KP2-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	117
Şekil 4.86. (KB2-KP2-M1)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	117
Şekil 4.87. (KB2-KP2-M1)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	118

Şekil 4.88. (KB2-KP2-M1)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	118
Şekil 4.89. (KB2-KP2-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	118
Şekil 4.90. (KB2-KP2-M1)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	119
Şekil 4.91. (KB2-KP2-M1)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	119
Şekil 4.92. (KB2-KP2-M1)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	119
Şekil 4.93. (KB2-KP2-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	120
Şekil 4.94. (KB2-KP2-M1)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	120
Şekil 4.95. (KB2-KP2-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	120
Şekil 4.96. (KB2-KP2-M1)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	121
Şekil 4.97. (KB3-KP2-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	121
Şekil 4.98. (KB3-KP2-M1)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	121
Şekil 4.99. (KB3-KP2-M1)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	122
Şekil 4.100. (KB3-KP2-M1)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	122
Şekil 4.101. (KB3-KP2-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	122
Şekil 4.102. (KB3-KP2-M1)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	123
Şekil 4.103. (KB3-KP2-M1)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	123
Şekil 4.104. (KB3-KP2-M1)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	123
Şekil 4.105. (KB3-KP2-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	124
Şekil 4.106. (KB3-KP2-M1)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	124
Şekil 4.107. (KB3-KP2-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	124
Şekil 4.108. (KB3-KP2-M1)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	125
Şekil 4.109. (KB1-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	125
Şekil 4.110. (KB1-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	125
Şekil 4.111. (KB1-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	126
Şekil 4.112. (KB1-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	126
Şekil 4.113. (KB1-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	126
Şekil 4.114. (KB1-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	127
Şekil 4.115. (KB1-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	127
Şekil 4.116. (KB1-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	127
Şekil 4.117. (KB1-KP1-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	128
Şekil 4.118. (KB1-KP1-M2)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri.	128
Şekil 4.119. (KB1-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri.	128

Şekil 4.120. (KB1-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	129
Şekil 4.121. (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	129
Şekil 4.122. (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	129
Şekil 4.123. (KB2-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	130
Şekil 4.124. (KB2-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	130
Şekil 4.125. (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	130
Şekil 4.126. (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	131
Şekil 4.127. (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	131
Şekil 4.128. (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	131
Şekil 4.129. (KB2-KP1-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	132
Şekil 4.130. (KB2-KP1-M2)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	132
Şekil 4.131. (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	132
Şekil 4.132. (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	133
Şekil 4.133. (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	133
Şekil 4.134. (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	133
Şekil 4.135. (KB3-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	134
Şekil 4.136. (KB3-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	134
Şekil 4.137. (KB3-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	134
Şekil 4.138. (KB3-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	135
Şekil 4.139. (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	135
Şekil 4.140. (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	135
Şekil 4.141. (KB3-KP1-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	136
Şekil 4.142. (KB3-KP1-M2)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	136
Şekil 4.143. (KB3-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	136
Şekil 4.144. (KB3-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	137
Şekil 4.145. (KB1-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	137
Şekil 4.146. (KB1-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	137
Şekil 4.147. (KB1-KP2-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	138
Şekil 4.148. (KB1-KP2-M2)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	138
Şekil 4.149. (KB1-KP2-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	138
Şekil 4.150. (KB1-KP2-M2)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	139
Şekil 4.151. (KB1-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	139

Şekil 4.152. (KB1-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	139
Şekil 4.153. (KB1-KP2-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	140
Şekil 4.154. (KB1-KP2-M2)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	140
Şekil 4.155. (KB1-KP2-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	140
Şekil 4.156. (KB1-KP2-M2)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	141
Şekil 4.157. (KB2-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	141
Şekil 4.158. (KB2-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	141
Şekil 4.159. (KB2-KP2-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	142
Şekil 4.160. (KB2-KP2-M2)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	142
Şekil 4.161. (KB2-KP2-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	142
Şekil 4.162. (KB2-KP2-M2)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	143
Şekil 4.163. (KB2-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	143
Şekil 4.164. (KB2-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	143
Şekil 4.165. (KB2-KP2-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	144
Şekil 4.166. (KB2-KP2-M2)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	144
Şekil 4.167. (KB2-KP2-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	144
Şekil 4.168. (KB2-KP2-M2)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	145
Şekil 4.169. (KB3-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	145
Şekil 4.170. (KB3-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	145
Şekil 4.171. (KB3-KP2-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	146
Şekil 4.172. (KB3-KP2-M2)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	146
Şekil 4.173. (KB3-KP2-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	146
Şekil 4.174. (KB3-KP2-M2)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	147
Şekil 4.175. (KB3-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	147
Şekil 4.176. (KB3-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	147
Şekil 4.177. (KB3-KP2-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	148
Şekil 4.178. (KB3-KP2-M2)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	148
Şekil 4.179. (KB3-KP2-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri	148
Şekil 4.180. (KB3-KP2-M2)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri	149
Şekil 4.181. (KB1-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	152

Şekil 4.182. (KB1-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	153
Şekil 4.183. (KB1-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	153
Şekil 4.184. (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	153
Şekil 4.485. (KB2-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	154
Şekil 4.186. (KB2-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	154
Şekil 4.187. (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	154
Şekil 4.188. (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	155
Şekil 4.189. (KB2-KP1-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	155
Şekil 4.190. (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	155
Şekil 4.191. (KB3-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	156
Şekil 4.192. (KB3-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	156
Şekil 4.193. (KB3-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	156
Şekil 4.194. (KB3-KP1-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	157
Şekil 4.195. (KB3-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	157

Şekil 4.196. (KB2-KP2-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	157
Şekil 4.197. (KB1-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	158
Şekil 4.198. (KB1-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	158
Şekil 4.199. (KB1-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	158
Şekil 4.200. (KB1-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	159
Şekil 4.201. (KB1-KP1-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	159
Şekil 4.202. (KB1-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	159
Şekil 4.203. (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	160
Şekil 4.204. (KB2-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	160
Şekil 4.205. (KB2-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	160
Şekil 4.206. (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	161
Şekil 4.207. (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	161
Şekil 4.208. (KB2-KP1-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	161

Şekil 4.209. (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	162
Şekil 4.210. (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	162
Şekil 4.211. (KB3-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	162
Şekil 4.212. (KB3-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	163
Şekil 4.213. (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	163
Şekil 4.214. (KB3-KP1-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	163
Şekil 4.215. (KB3-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	164
Şekil 4.216. (KB1-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	164
Şekil 4.217. (KB1-KP2-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	164
Şekil 4.218. (KB1-KP2-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	165
Şekil 4.219. (KB1-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	165
Şekil 4.220. (KB1-KP2-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	165
Şekil 4.221. (KB1-KP2-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	166
Şekil 4.222. (KB2-KP2-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	166

Şekil 4.223. (KB2-KP2-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	166
Şekil 4.224. (KB2-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	167
Şekil 4.225. (KB2-KP2-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	167
Şekil 4.226. (KB2-KP2-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	167
Şekil 4.227. (KB3-KP2-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	168
Şekil 4.228. (KB3-KP2-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	168
Şekil 4.229. (KB3-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	168
Şekil 4.230. (KB3-KP2-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	169
Şekil 4.231. (KB3-KP2-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	169
Şekil 4.232. (KB1-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	169
Şekil 4.233. (KB1-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	170
Şekil 4.234. (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	170
Şekil 4.235. (KB3-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	170
Şekil 4.236. (KB2-KP2-M1)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	171

Şekil 4.237. (KB2-KP2-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	171
Şekil 4.238. (KB2-KP2-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	171
Şekil 4.239. (KB1-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	172
Şekil 4.240. (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	172
Şekil 4.241. (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	172
Şekil 4.242. (KB1-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	173
Şekil 4.243. (KB2-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	173
Şekil 4.244. (KB3-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	173
Şekil 4.245. (KB1-KP1-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	174
Şekil 4.246. (KB3-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	174
Şekil 4.247. (KB1-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	174
Şekil 4.248. (KB1-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	175
Şekil 4.249. (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	175
Şekil 4.250. (KB2-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	175

Şekil 4.251. (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	176
Şekil 4.252. (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	176
Şekil 4.253. (KB1-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	176
Şekil 4.254. (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	177
Şekil 4.255. (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	177
Şekil 4.256. (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	177
Şekil 4.257. (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	178
Şekil 4.258. (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	178
Şekil 4.259. (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	178
Şekil 4.260. (KB3-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	179
Şekil 4.261. (KB1-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	179
Şekil 4.262. (KB2-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	179
Şekil 4.263. (KB3-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	180
Şekil 4.264. (KB1-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	180

Şekil 4.265. (KB2-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	180
Şekil 4.266. (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	181
Şekil 4.267. (KB3-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	181
Şekil 4.268. (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	181
Şekil 4.269. (KB3-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	182
Şekil 4.270. (KB3-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	182
Şekil 4.271. (KB3-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	182
Şekil 4.272. (KB3-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	183
Şekil 4.273. (KB3-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi.....	183

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Kullanılan gübrelerin bazı özellikleri.....	46
Çizelge 3.2. Kullanılan gübrelerin dane büyüklük dağılımı.....	46
Çizelge 3.3. Kanat boylarına bağlı olarak kanat yarıçapları.....	54
Çizelge 3.4. Denemelerde kullanılan bazı ölçme cihazları.....	63
Çizelge 3.5. Denemelerde kontrollü değişken olarak seçilen parametreler.....	77
Çizelge 4.1. Üst disk gübre dağılım desenlerine ait basıklık değerleri.....	87
Çizelge 4.2. Önceki bazı çalışmalardan elde edilen CV_{min} ve B_e değerleri.....	185
Çizelge 4.3. Önceki bazı çalışmalarda elde edilen minimum ve maksimum efektif iş genişliği değerleri.....	186
Çizelge 4.4. Makinanın TSP ve CAN gübreleriyle belirlenen debileri (M).....	187
Çizelge 4.5. TSP için örtmeli gübrelemeden sonra dağılım desenine ait bazı değerler.....	188
Çizelge 4.6. CAN için örtmeli gübrelemeden sonra dağılım desenine ait bazı Değerler.....	190

1. GİRİŞ

Artan dünya nüfusuna paralel olarak, bitkisel üretimin de sürekli bir artış halinde olması gerekmektedir. Bitkisel üretimin artırılması için ise genellikle iki yol vardır: Tarım alanlarının artırılması ve birim alandan daha fazla ürün elde edilmesi.

Tarım alanlarının artırılması için tarıma uygun geniş arazilere ve fazla işgücüne gereksinim duyulmaktadır. Tarım koşullarına uygun olmayan alanların tarıma açılmasıyla geçici bir süre üründe artış görülse bile, bu alanlar daha sonra özellikle erozyona uğrayarak tarım arazisi olma özelliğini kaybeder. Böylece o şartlara adapte olmuş doğal bitki örtüsü de yok olur (Sezen 1995). Ayrıca, ülkemizde kullanılabilir türden tarım arazilerinin sınır değere ulaşmış olması, bitkisel üretimin artırılması için, tarım alanlarının artırılması yolunun seçimini olanaksız hale getirmektedir. Dolayısıyla, bitkisel üretimi artırmak için uygulanacak yol, birim alandan daha fazla ürün elde etmektir.

Bitkisel üretimde birim alandan daha fazla ürün elde etmek için kullanılan girdiler, gübreleme, sulama, üstün kaliteli tohum kullanma, toprak işleme ve tarımsal mücadele olarak sıralanmaktadır. Bu ürün artırıcı girdiler içerisinde üstün kaliteli tohumluk kullanma, toprak işleme ve tarımsal mücadele ile %20 dolaylarında bir ürün artışı sağlanmasına rağmen, gübreleme ile %60 dolaylarında bir ürün artışı sağlanabilmektedir (Ülgen ve Yurtsever 1988). Gübreleme, bitkisel üretimde verim ve kalite artışı sağlayabilmek için, yetiştirilen bitkinin ihtiyacına göre toprakta eksik olan besin maddelerinin saptanarak zamanında ve uygun bir şekilde toprağa verilmesi olarak tanımlanabilir (Anonymous 2000). Ülkemiz toprakları azot (N) ve fosfor (P) gibi bitki besin maddelerince fakir olup, potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) bakımından yeterli düzeydedir. Dolayısıyla tarım arazilerimizin sürekli azot ve fosforlu gübre isteği bulunmaktadır. Kimyasal gübreler çiftlik gübresine ve yeşil gübrelemeye göre içindeki besin maddelerinin yoğunluğu, taşıma ve tarlaya verilme kolaylığı, etkisinin çabuk olması gibi üstünlükleri sebebiyle daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Taşer 1988).

Bitkisel üretimde birim alandan daha fazla ürün elde etmek için en etkili girdilerden olan gübre, aynı zamanda en pahalı girdilerden biridir. Dünyada tarımsal üretimde kullanılan kimyasal gübrelerin üretimi için tarımda kullanılan tüm enerjinin %30'u, dünyada tüketilen tüm enerjinin %1.4'ü kullanılmaktadır (Önal ve Tozan 1984). Özsert ve Kara (1987) tarla tarımında toplam enerji gereksiniminin yaklaşık olarak %50'sinin gübreden kaynaklandığını bildirmektedirler. Dolayısıyla, tarımda harcanan enerjinin büyük bir kısmını oluşturan gübrenin bitkiye gerektiği miktarda, yararlı bir şekilde ve düzgün bir dağılımla toprağa verilmesi önemli olmaktadır. Üretiminde büyük miktarda enerji tüketilmesi, gübre fiyatlarının artan dünya enerji fiyatları ile paralellik göstermesine neden olmaktadır. Buna bağlı olarak, tarımsal üretimde yeterli miktarda gübre kullanılması olanaksız hale gelmektedir.

Ülkemizde tüketilen kimyasal gübrelerin bir kısmı yerli üretimle elde edilse bile önemli bir kısmı ithal edilmektedir. Gübre ve gübre hammaddesinin, dışalım ile sağlanan maddeler arasında döviz tüketimi yönünden ön sıralarda yer alması, konunun ülkemiz ekonomisi açısından önemini ortaya koymaktadır.

Ülkemizde kimyasal gübre tüketimi genellikle sürekli olarak artmış ve günümüzde 10 985 321 ton'a ulaşmıştır (Anonymous 2001). Tükettiğimiz kimyasal gübre miktarında genellikle sürekli bir artış olmasına rağmen, yine de günümüzde tüketilen miktar gelişmiş ülkelerin çok gerisinde kalmaktadır. Gelişmiş ülkelere tüketilen gübre miktarı diğer ülkelere göre oldukça yüksek seviyelerde olmaktadır.

Gübrenin hem ekonomik olarak değeri hem de bitki ve toprak istekleri yönünden etkili kullanılması son derece önemlidir. Gübrenin etkin kullanılması kullanıcıların bilgi ve becerisine, gübre özelliklerine bağlı olmakla birlikte, kuşkusuz bu amaçla kullanılan makinaların bu yöndeki başarılarına da bağlıdır (Yıldırım 1997).

Kimyasal gübrelerin toprağa dağıtılmasında değişik tip makinalar kullanılmaktadır. Bu makinaların çalışma prensipleri ve yapısal özellikleri gübrenin toprağa verilme şekline göre birbirlerinden farklılıklar göstermektedirler. Gübreler toprağa genellikle ya sıravari ekim makinaları ile açılan çiziye gömülme ya da toprak yüzeyine serpme şeklinde

verilmektedir. Çoğu Avrupa ülkelerinde ve ülkemizde gübrenin tarlaya verilmesinde yaygın olarak kullanılan yöntem serpme gübreleme yöntemidir (Özmerzi 1974).

Kimyasal gübrelerin tarlaya verilmesinde kullanılan makinalar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Kara 1999):

1. İş genişliği makina genişliğine eşit olan dağıtıcılar
 - a. Helezonlu merdaneli dağıtıcılar
 - b. Sallantılı diskli veya çubuklu dağıtıcılar
 - c. Zincirli dağıtıcılar
 - d. Tabaklı ve parmaklı dağıtıcılar
2. İş genişliği makina genişliğinden büyük olan dağıtıcılar
 - a. Diskli dağıtıcılar
 - b. Salınlı dağıtıcılar
 - c. Pnömatik dağıtıcılar

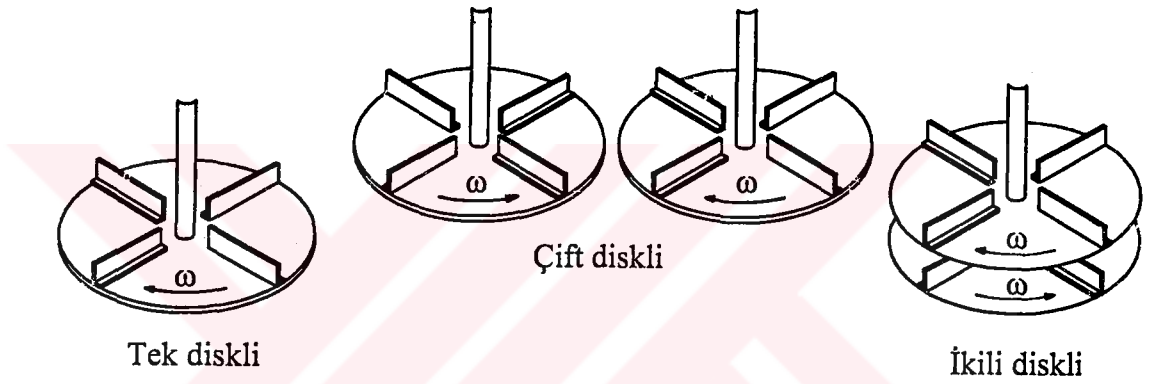
Kimyasal gübrelerin serpme olarak tarlaya verilmesinde, iş kalitesindeki yetersizlik ve bundan kaynaklanan sakıncalara karşın; özgül ağırlıklarının düşük (ağırlık/iş genişliği), yapımlarının kolay, ilk alış fiyatının ucuz, iş verimlerinin yüksek, temizleme, bakım ve kullanılmalarının kolay olması gibi avantajlarından dolayı, diskli gübre dağıtma makinaları daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Bernacki *et al.* 1972, Özmerzi 1974, Speelman 1979, Shippen *et al.* 1980, Fukuchi *et al.* 1982, Gökçebay 1986, Taşer 1988, Önal 1995, Reintam 1995).

Ülkemizde diskli gübre dağıtma makinalarının üretimi 1975 yılında başlamış ve o yıl 22 417 adet olan diskli gübre dağıtma makinası sayısı sürekli olarak artmış, günümüzde bu sayı 287 503 adet olmuştur (Anonymous 2000). Ülkemizde yapılan bir ankete göre kimyasal gübre dağıtma makinası üretim kapasitesinin %94.3'ünü santrifüjlü gübre dağıtıcıları oluşturmaktadır (Yıldız 1985).

Ülkemizde kullanılan sıravari ekim makinalarının fiyatlarının pahalı olması nedeniyle diskli gübre dağıtma makinaları birçok bölgede tahılların serpme ekiminde de

kullanılmaktadır. Normal sıravari ekim yapan makinaların kullanılamayacağı koşullarda, çamurlu tarlalara çeltik ekimi ve hayvan yemlerinin serpilerek ekilmesi gereken koşullarda, bu makinalar yaygın olarak kullanılmaktadır (Erol 1977).

Diskli gübre dağıtma makinaları kimyasal gübreleri santrifüj kuvvet etkisiyle tarlaya dağıtan makinalardır. Bu makinalarda gübreyi dağıtan ünite, kanatlı bir diskten oluşmaktadır. Diskler makinanın çalışma prensibine göre tek, çift ya da ikili olabilir (şekil 1.1).



Şekil 1.1. Tek, çift ve ikili diskli dağıtıcı üniteler

Diskli gübre dağıtma makinaları dağıtılacak gübreyi taşıyan depo, depo içerisinde karıştırıcı, ayar kolları ve sürgüler ile depo tabanına belirli bir mesafede bulunan ve yatay düzlemde dönerek gübreyi tarlaya dağıtan kanatlı bir disk, bu parçaları birbirine ve kuvvet kaynağına bağlanmasını sağlayan çatı ve hareket iletim organından oluşmaktadır. Depodaki gübrenin disk üzerine akışını sağlamak için depo yan yüzeyinde ya da depo tabanında bir veya iki adet orifis bulunmaktadır. Aynı mil ile birbirine bağlı olan kanatlı disk ve karıştırıcı hareketini bir dişli kutusu üzerinden, kuvvet kaynağı olarak kullanılan traktör kuyruk milinden almaktadır (Shippen *et al.* 1980, Srivastava *et al.* 1993).

Gübre depoları genellikle korozyona dayanıklı sac ya da plastik malzemeden yapılmaktadır. Depo içerisindeki gübrenin kendi ağırlığı ile orifislere doğru akabilmesi için depo şekilleri yukarıdan aşağıya doğru daralan bir yapı göstermektedirler. Depo yan

yüzeylerinin yatayla yaptıkları açı 55^0-70^0 arasında değişmektedir (Önal 1995).

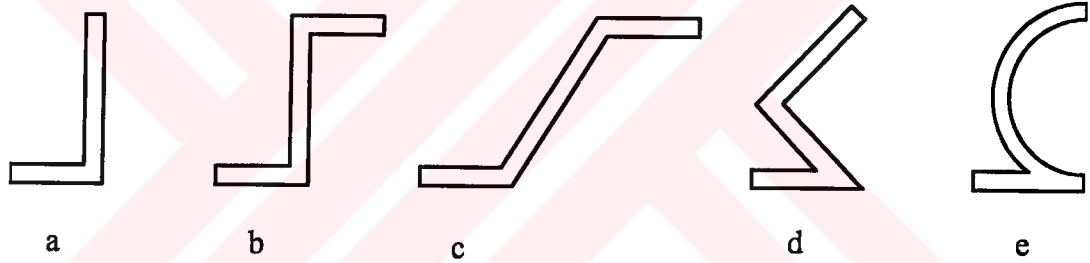
Tek diskli gübre dağıtma makinalarında gübre deposu ters koni ya da piramit şeklindedir. Tek diskli gübre dağıtma makinalarının bazılarında, orifisin dağıtıcı organ olan kanatlı diske göre üzerindeki açısal konumunu değiştirmek için, depolar kendi eksenini etrafında döndürülebilir yapıda imal edilmektedir. Bu özellik hem dağılım deseninin traktör ilerleme yönüne göre düzenlenmesini, hem de sınır gübrelemelerinin kolaylıkla yapılmasını sağlamaktadır. Çift diskli gübre dağıtma makinalarında ise depo şekli genellikle oval bir yapı göstermektedirler (Gökçebay 1986).

Diskli gübre dağıtma makinalarında kullanılan dağıtıcı organ 300-700 mm çapında ve üzerinde 2-6 adet kanat bulunan bir diskten oluşmaktadır. Disklerin devir sayıları 400-600 min^{-1} arasında değişmektedir (Klenin *et al.* 1986, Erol ve Dursun 1998). Depo tabanına belirli bir mesafede bulunan ve yatay yönde dönerek çalışan diskler düz ya da farklı açılarda iç bükey olabilirler. İç bükey diskler gübrenin yere yatay olarak değil, yatayla belirli bir açıda fırlatılmasını sağlamaktadır. Diskler kapalı ya da açık yapıda olabilirler. Kullanılan disk sayıları bir veya iki adet olabilmekte ve disklerin konumları makinanın çalışma prensibine göre değişmektedir.

Diskler üzerinde bulunan kanatlar, depodan disk üzerine akan gübreye ivme kazandıran ve uçuş yörüngesini belirleyen elemanlardır. Disk üzerindeki kanatlar, konum olarak; radyal, ileriye dönük ya da geriye dönük, şekil olarak; düz ya da eğri olabilirler (Srivastava *et al.* 1993). Fırlatılan gübrenin ivmesi kanat uzunluğu ile doğru orantılıdır. Sabit bir disk devrinde ve gübre normunda disk üzerindeki kanat sayısı birim zamanda fırlatılma sayısını ve fırlatılan gübre miktarını belirlemektedir. Kanatların disk merkezine en yakın kenarının çizdiği dairenin yarıçapı, dönme noktasına göre gübrenin disk üzerindeki hareket bölgesini sınırlamaktadır. Bu yarıçap değerine serbest yarıçap adı verilmektedir. Serbest yarıçap bölgesinde disk üzerine düşen gübrenin (materyalin) bir kısmı kanatların etkisine girmeksizin disk ile 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

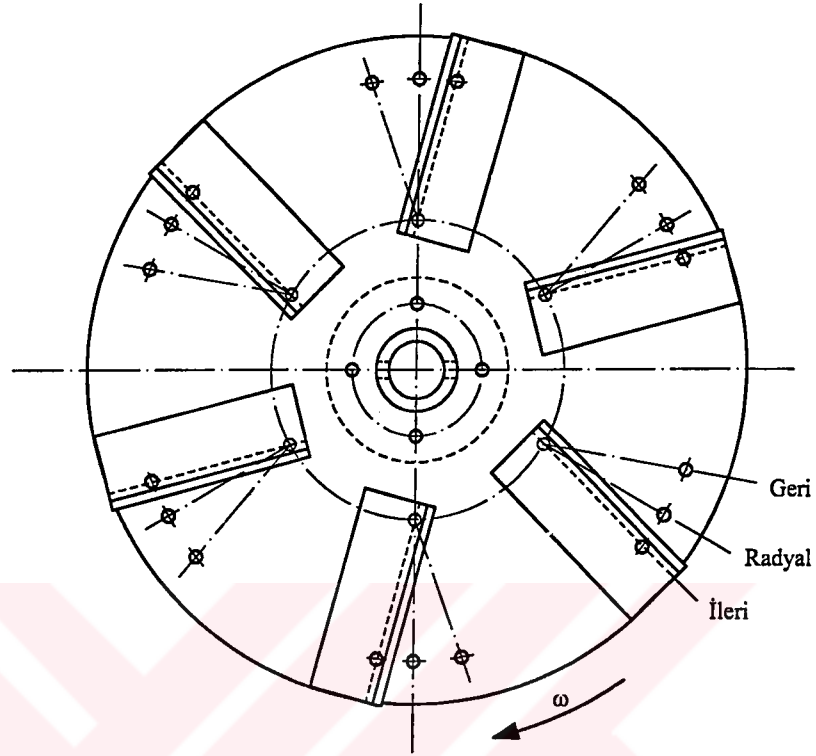
sürtünme kuvvetinin eşit olduğu noktanın disk üzerinde çizdiği daireye sınır dairesi adı verilmektedir (Bernacki *et al.* 1972).

Diskli gübre dağıtma makinalarında farklı kanat profilleri kullanılmaktadır (şekil 1.2). Kanat profilleri materyali yatay düzlemde fırlatacak ve materyalin kanat ucuna varmadan diski terk etmesini önleyecek yapıda olmalıdır. Bu bakımdan kapalı profiller daha yararlı olmaktadır. Kapalı profillerde gübre diski kanat ucundan terk etmekte ve dağılımlar daha düzgün olmaktadır (Mennel and Reece 1963, Çarman 1988, Taşer 1988). Mennel and Reece (1963) bazı kanat profillerinin gübreyi yatay yönde fırlatma yeteneklerini incelediği araştırmasında şekil 1.2’de gösterilen sigma tipi kanat profilinin gübreyi yatay yönde fırlatma oranının en yüksek değerde (>%82) olduğunu belirlemişlerdir.



Şekil 1.2. Diskli gübre dağıtma makinalarında kullanılan bazı kanat profilleri (a. I profil, b. köşeli profil, c. yatık köşeli profil, d. sigma profil, e. daire profil)

Kanatlar farklı konumlarda kullanım için iki noktadan somunlu cıvatalarla diske bağlanmaktadır. Kanatlar ayar delikleri yardımıyla disk üzerinde radyal ya da radyale göre ileri ve geri konuma ayarlanabilmektedir (şekil 1.3). Kanat konumları gübrenin kanada girdiği nokta ile kanadı terk ettiği nokta arasındaki açığı (kanatta kalma açısı veya süpürme açısı), başka bir deyişle diskin dönüş yönüne göre gübrenin kanadı terk etme noktasının, etki alanına girdiği noktaya göre ileri-geri veya aynı doğrultuda olduğunu belirtir. Kanat konumları, kanat ile gübre arasındaki sürtünmeden dolayı gübrenin disk üzerinde kalma süresine etki eder.



Şekil 1.3. Disk üzerindeki kanat konumları

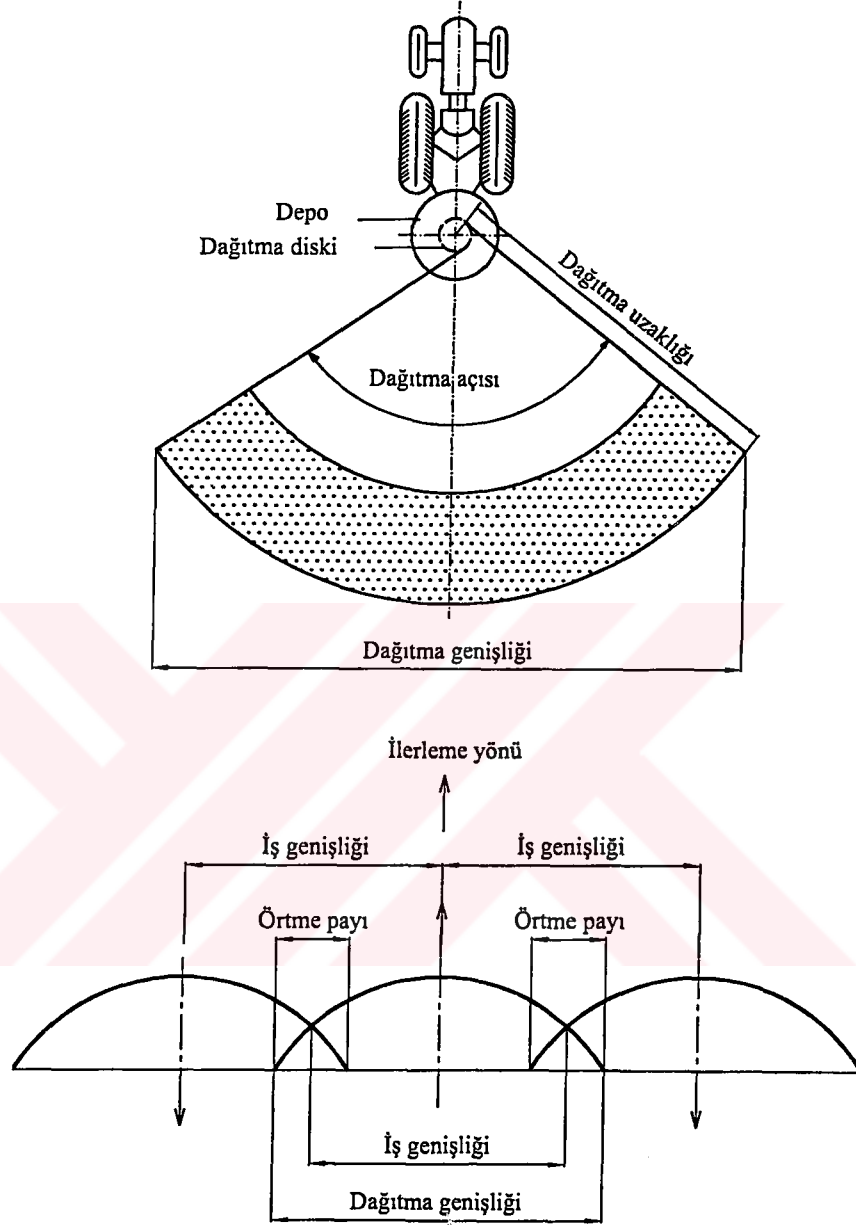
Diskli gübre dağıtma makinalarında depodaki gübre, depo yan yüzeyinde veya depo tabanında bulunan, alan büyüklüğü ayarlı bir sürgü ile değiştirilebilen orifislerden kendi ağırlığı ile akarak disk üzerine düşmektedir. Gübre besleme orifisleri tek diskli makinalarda bir veya iki, çift diskli makinalarda ise her bir disk için bir adettir. Tek diskli gübre dağıtma makinalarında birbirine yakın iki orifis ya da tek orifis kullanılması durumunda elde edilen dağılım desenleri tek tepeli olmaktadır (Yılmaz 1985). Diskli gübre dağıtma makinalarında birim alana atılacak gübre miktarı ve gübreleme normu, gübre besleme orifislerinden birim zamanda disk üzerine akan gübre miktarına, makinanın ilerleme hızına ve iş genişliğine bağlıdır (Shippen *et al.* 1980).

Diskli gübre dağıtma makinalarının bazılarında, gübre besleme orifislerinin diske göre açılmal konumları, deponun kendi eksenini etrafında döndürülmesiyle değiştirilebilmektedir. Makina ile ilgili diğer bütün ayarlar sabit kalmak şartıyla, gübre besleme orifisleri disk dönü yönünün tersine doğru konumlandırıldıkça, gübre diski

erken terk eder ve dağılım deseninin sağ tarafında biriken gübre miktarı fazla olur. Başka bir anlatımla, gübre dağılım deseni sağa yatık bir görüntü oluşturur (Schaffer *et al.* 1973, Griffis *et al.* 1983).

Diskli gübre dağıtma makinalarının fonksiyonel özellikleri dağılım desenleri ile belirlenmektedir. Bu makinalarda, ilerleme yönüne dik ve paralel olmak üzere iki dağılım deseni elde edilmektedir. İlerleme yönüne dik olan dağılım desenine enine dağılım deseni, paralel olan dağılım desenine ise boyuna dağılım deseni denilmektedir. Makinanın fonksiyonel özelliklerini en iyi şekilde ortaya koyduğundan değerlendirmelerde enine dağılım deseni kullanılmaktadır (Speelman 1979, Gökçebay 1986, Önal 1995, Anonymous 1998). Bu nedenle bu makinalar için dağılım deseninden söz edildiği zaman enine dağılım deseni anlaşılmaktadır.

Bu makinalarda diskten tarlaya fırlatılan gübre, belirli bir dağıtma açısı, dağıtma genişliği ve dağıtma uzaklığı oluşturmaktadır (şekil 1.4).

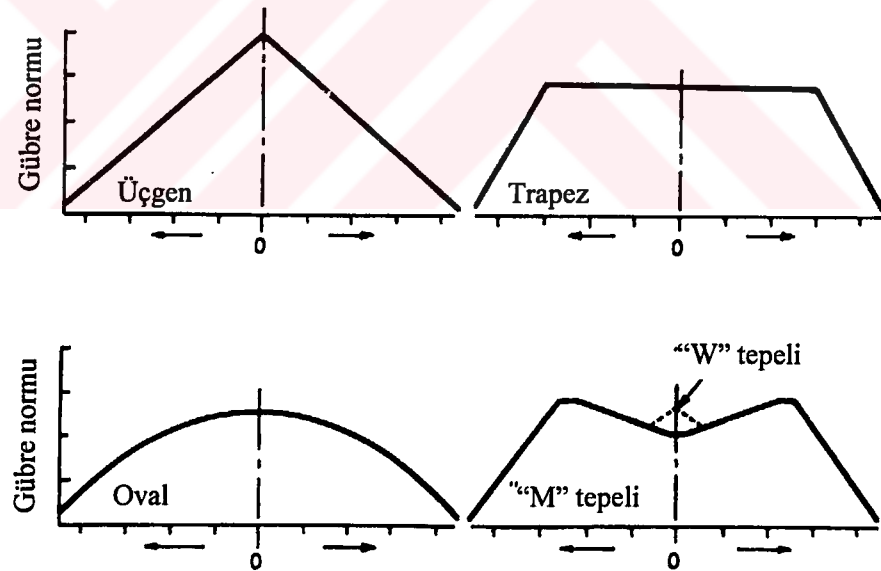


Şekil 1.4. Diskli gübre dağıtma makinalarında gübrenin dağılımı

Bu makinalarda dağıtılan gübre miktarı, makina ekseninden kenarlara doğru gidildikçe azalmaktadır. Bu azalmadan kaynaklanan dağılım düzensizliğini önlemek için, tarlada gidiş ve gelişlerde dağılım desenleri kenarlardan birbirini örtecek şekilde bindirme yapılmaktadır. Bu bindirme şekline örtmeli gübreleme, bindirme miktarına da örtme payı denilmektedir.

Diskli gübre dağıtma makinalarında gübre dağılım düzgünlüğünün değerlendirilmesinde, varyasyon katsayısı (CV) yaygın olarak kullanılmaktadır (Reed and Wacker 1970, Davis 1971, Göhlich and Kesten 1972, Glover and Baird 1973, Speelman 1979). Varyasyon katsayısı her örtme payında makina eksenleri arasındaki her bir gübre toplama noktasında bulunan gübre miktarları dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Bu şekilde her bir örtme payında bir varyasyon katsayısı değeri elde edilmektedir. Elde edilen varyasyon katsayısı değerlerinin en küçük olduğu durumda makina eksenleri arasındaki uzaklık efektif iş genişliği olarak tanımlanmaktadır. Başka bir anlatımla, herhangi bir gübre dağılım desenine ait efektif iş genişliğinde, o dağılım deseni için en iyi gübre dağılım düzgünlüğü elde edilmektedir.

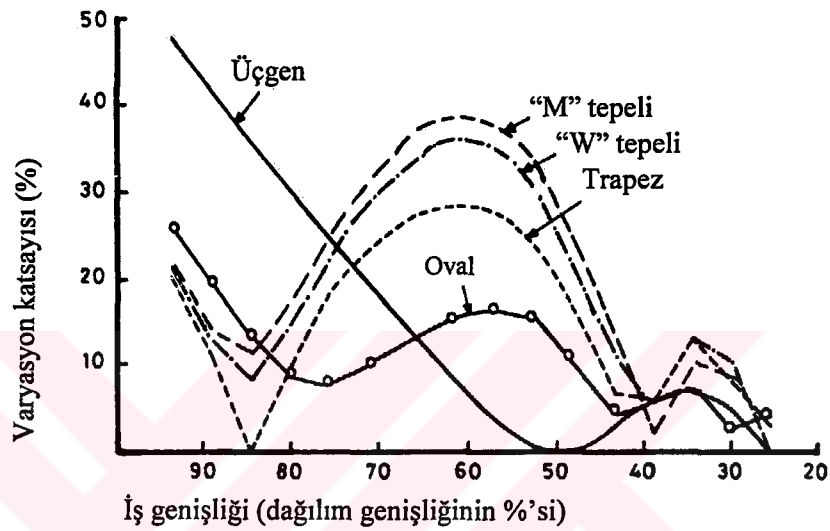
Diskli gübre dağıtma makinalarından farklı görünümelerde dağılım desenleri elde edilmektedir. Glover and Baird (1973) gübre dağılım desenlerinin genellikle üçgen, trapez, oval, "M" ya da "W" tepeli görünümüne olduğunu bildirmektedir (şekil 1.5).



Şekil 1.5. Diskli gübre dağıtma makinalarından elde edilen dağılım desenleri (Glover and Baird 1973)

Bu desenlerde örtme payına bağlı olarak varyasyon katsayısının değişimi farklı karakterlerde gerçekleşmektedir (şekil 1.6). Üçgen ve oval şekilli dağılım desenlerinin varyasyon katsayıları örtme payına bağlı olarak önemli ölçüde değişmemektedir. Bu

nedenle dağıtılacak materyalin değişmesi, iş genişliğinin yanlış seçilmesi ya da örtme payında meydana gelen küçük değişikliklerden dolayı kaynaklanan düzensizlikleri azaltma bakımından üçgen ve oval şekilli dağılım desenleri en uygun olanlardır. Bu desenlerde sürücünden kaynaklanan hatalar gübre dağılım düzgünlüğünü bozmamaktadır (Srivastava *et al.* 1993).



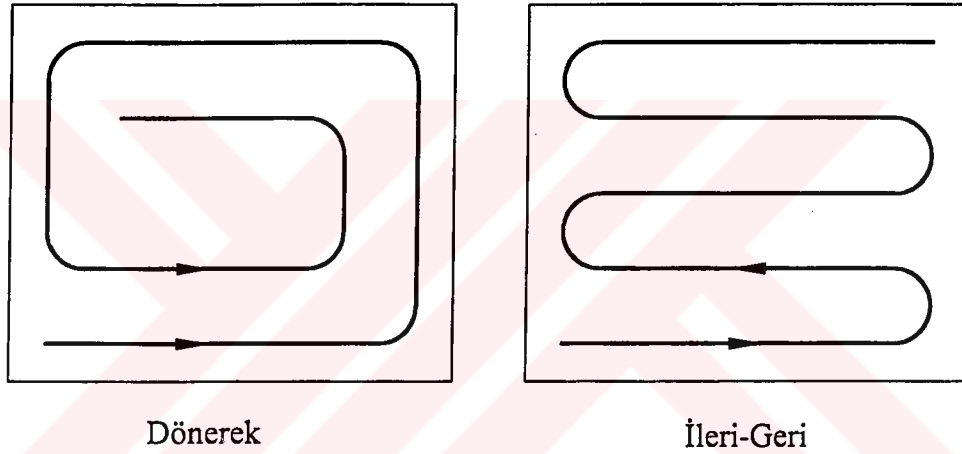
Şekil 1.6. Diskli gübre dağıtma makinalarında elde edilen dağılım desenlerinde varyasyon katsayısının iş genişliğine bağlı olarak değişimi (Glover and Baird 1973).

Trapez şekilli desenlerde ise iş genişliği doğru seçilir ve bütün çalışma süresince sabit tutulursa ideal bir dağılım deseni olmaktadır. Fakat, bu dağılım desenlerinde iş genişliğinin seçiminde yapılacak küçük bir hata ya da optimum örtme miktarından sapma dağılım düzgünlüğünün bir anda kabul edilemez seviyelere ulaşmasına neden olmaktadır. Çift tepeli desenler ise tepelerin genişliğine bağlı olarak örtme miktarında meydana gelecek küçük bir değişiklik varyasyon katsayısının hızla değişmesine neden olmaktadır. Fakat bu desenlerde yeterli örtme paylarıyla kabul edilebilir dağılım düzgünlükleri elde edilebilmektedir (Srivastava *et al.* 1993, Önal 1995).

Gübre dağılım desenleri, tarlada gübre dağıtımında hangi yöntemin uygulanacağı noktasında bir gösterge olarak kullanılmaktadır. Makina eksenine göre simetrik olmayan dağılım desenlerinde dönerek (D), simetrik olan dağılım desenlerinde ise hem ileri-geri (İG) hem de dönerek (D) çalışma yöntemi uygulanarak düzgün dağılımlar elde

edilebilir. Bu bakımdan simetrik desenlerde, uygulaması zor olan dönerek çalışma yöntemi yerine ileri-geri çalışma yöntemi tercih edilebilir (Parish and Chaney 1986).

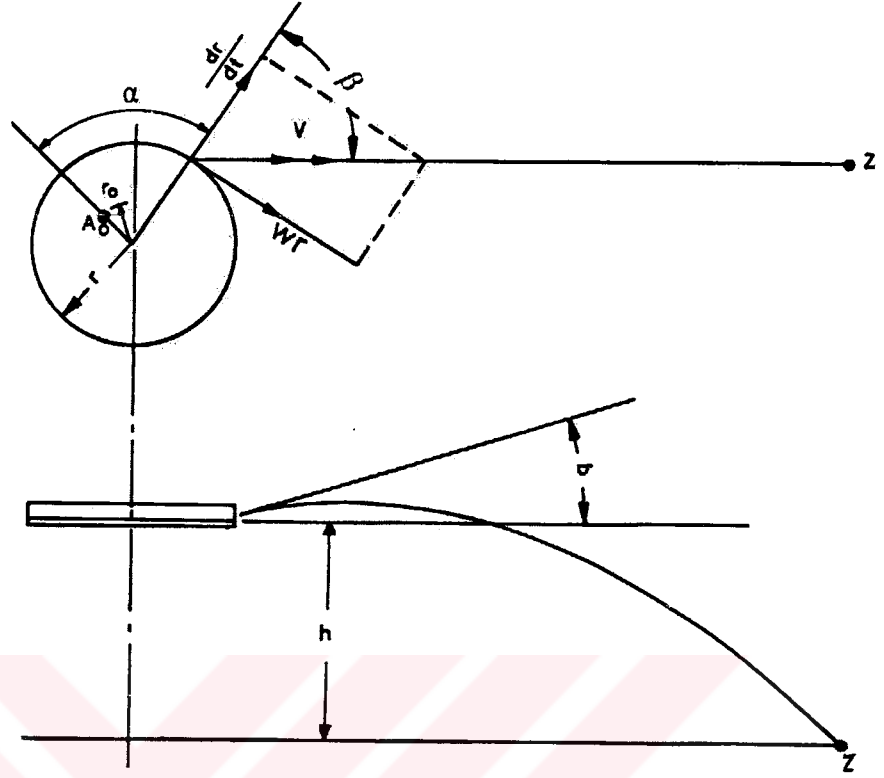
İleri-geri ve dönerek çalışma yöntemleri şekil 1.7’de gösterilmiştir. İleri-geri çalışma yönteminde gübre dağılım deseninin sol tarafı bir sonraki dönüşte sol tarafla, sağ tarafı ise sağ tarafla örtme yapılır. Dönerek çalışma yönteminde ise gübre dağılım deseninin sol tarafı bir sonraki dönüşte sağ tarafla, sağ tarafı ise sol tarafla örtmeye tabi tutulur. Ülkemizde diskli gübre dağıtma makinaları ile çalışmada genellikle ileri-geri çalışma yöntemi uygulanmaktadır (Önal 1995).



Şekil 1.7. Diskli gübre dağıtma makinalarında tarlada çalışma yöntemleri

Diskli gübre dağıtma makinalarında dağılım deseni ve genişliği, makinanın yapısal özellikleri ile dağıtılan materyalin özelliklerine bağlıdır (Patterson and Reece 1962).

Dağılım desenine ve genişliğine etkili faktörler şekil 1.8’de gösterilmiştir. Şekil 1.8’de yarıçapı r olan disk üzerine A_0 noktasında bir danenin düştüğü kabul edilecek olursa, bu danenin fırlatılma uzaklığı (Z); α , β , w , h , b , m ve r_0 parametrelerine bağlıdır.



Şekil 1.8. Diskli gübre dağıtma makinalarında dağılıma etki eden faktörler (Patterson and Reece 1962).

Burada;

- α :Danenin kanatta kalma açısı (derece)
- β :Danenin fırlatılma açısı (derece)
- b :Danenin diski terk ettiği doğrultu ile disk tabanı arasındaki açı (derece)
- w :Diskin açısal hızı (radyan/s)
- n :Disk hızı(min^{-1})
- V :Danenin diskten fırlatılma hızı (m/s)
- $\frac{dr}{dt}$:Danenin diski terk ettiği noktadaki radyal hızı (m/s)
- h :Diskin yerden yüksekliği (m)
- m :Danenin kütlesi (kgs^2/m)
- r :Disk yarıçapı (m)
- r_0 : A_0 noktasının disk merkezine olan uzaklığı (m)
- A_0 : Danenin disk üzerine düştüğü nokta

Bu faktörlerden m , r_0 , α ve β sürekli değişmeler gösterdiğinden Z noktasının yeri, yani danenin fırlatılma uzaklığı da küre biçimli ideal daneler için bile farklı olacaktır. Küre biçimli olmayan danelerin havaya karşı göstereceği yüzey sürekli değişmeler göstereceğinden, havanın daneye karşı gösterdiği direnç de sürekli değişecektir. Bu da danelerin fırlatılma uzaklıklarının farklılığına yol açacak dolayısıyla, birim alana düşecek miktarı etkileyecektir. Ayrıca disk üzerine düşen danelerin sıçraması, danelerin birbiriyle olan sürtünmesi, danelerin disk üzerinde kayarak veya yuvarlanarak hareketleri aynı ağırlıklı ve boyutlu danelerin bile farklı uzaklıklara fırlatılmalarına yol açacaktır (Patterson and Reece 1962).

Diskli gübre dağıtma makinalarında dağılım desenlerine etki eden faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Mennel and Reece 1963, Göhlich and Kesten 1972, Adjroudi 1991, Kara 1999):

1. Gübre özellikleri

- a. Gübre danesinin kütlesi
- b. Gübre danesinin çapı
- c. Gübre danesinin sürtünme katsayısı
- d. Gübre danesinin yoğunluğu
- e. Gübrenin hacim ağırlığı,
- f. Gübreleme normu
- g. Gübrenin higroskopisite

2. Makina yapısal özellikleri

- a. Makina tipi
- b. Gübre besleme noktası
- c. Kanat şekli
- d. Kanat sayısı
- e. Kanat ölçüleri
- f. Kanat konumu
- g. Kanat yarıçapı
- h. Disk şekli
- i. Disk hızı

j. Diskin yerden yüksekliği

k. Disk yataylığı

3. İnsan faktörü

Gübrenin etkili bir şekilde kullanılması hem ekonomik hem de bitki istekleri yönünden son derece önemlidir. Gübrenin etkili kullanılması, gübrenin bitkinin gereksinim duyduğu dozda kullanılması ve bitkinin kök bölgesine düzgün bir şekilde dağıtılması ile mümkündür (Bernacki *et al.* 1972).

Düzensiz gübre dağılımı, verim kayıplarıyla sonuçlanan, aşırı ya da düşük doz uygulamalarına yol açmaktadır. Düzensiz gübre dağılımıyla oluşan verim kayıpları; çeşit, kök gelişimi, yayılımı ve boyutu gibi bitki özellikleri ile gübre çeşidi, uygulanan gübre miktarı, dağılım desenindeki düzensizliğin karakteri ve iklim gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Speelman 1979, Özsert 1992).

Aşırı gübre miktarının ürün verimi üzerine olumsuz etkisi, gereğinden daha az uygulanan gübre miktarına göre daha yüksek değerlerde olmaktadır (Speelman 1979).

Tarımsal üretimde kimyasal gübrelerin tarlaya düzgün dağıtılmamasından dolayı ülkemiz genelinde gübre tüketimi yönünden kayıplara neden olunmakta ve bitkide olgunlaşma farklılıkları nedeniyle hasatta problemler çıkmaktadır (Çarman 1992).

Varyasyon katsayısındaki (CV) artışa paralel olarak artan verim kayıpları %7-10'u bulabilmektedir. Varyasyon katsayısının %35'den fazla olduğu, gübrenin fazla yüksek ya da düşük normda tarla içerisinde yer yer uygulanması durumunda, düzensiz gübre dağılımının bitkiler üzerinde daha büyük olumsuz etkilerde bulunacağı kesindir. Kuşkusuz, çok fazla ya da çok düşük normda gübre uygulanan bölgelerin sayısı tarlada arttıkça ve ekstrem gübrelemenin gerçekleştiği bu bölgeler birbirinden uzaklaştıkça, düzensiz gübrelemenin bitki üzerine olan olumsuz etkisi de artacaktır (Speelman 1979, Özsert 1992).

Prummel and Datema (1962) yaptıkları çalışmada, tahıl, şeker pancarı, patates ve çeltik ürünlerinde optimum azotlu gübre miktarından sapma değerlerine bağlı olarak bu ürünlerdeki verim kayıplarını incelemişlerdir. Farklı gübre miktarları ile bu ürünlerden elde edilen verimler arasındaki ilişkiyi bir verim eğrisiyle göstermişlerdir. Ayrıca, bu verim eğrisinin ürün ve toprak tipine bağlı olarak yıldan yıla değişebileceğini bildirmektedirler. Araştırmacılar, düzensiz azotlu gübre dağılımına bağlı olarak, tahıldaki verim kayıplarını deneysel olarak ve ortalama nispi verim eğrilerinden hesaplayarak bir grafik halinde göstermişlerdir. Bu grafiğe göre, varyasyon katsayısındaki artışa bağlı olarak verim kayıpları artan oranlarda artmaktadır. Varyasyon katsayısının %13 olması durumunda verim kayıpları %0.1-0.4 arasında değişmekte, varyasyon katsayısının %40 olması durumunda ise kayıplar %1.3-3.3 arasında değişmektedir.

Wolf and Smith (1979) varyasyon katsayısının %15'den küçük olmasını tavsiye etmektedirler. Søgaaard and Kierkegaard (1994) simetrik enine dağılım desenine bağlı olarak en iyi dağıtıcılarda CV değerinin %5-10 arasında değiştiğini bildirmektedirler.

Nielsen and Kristensen (1991) düzensiz gübre dağılımının kayıplarla sonuçlandığını ve varyasyon katsayısı (CV) değerinin minimum olmasını gerektiğini bildirmektedirler (Søgaaard and Kierkegaard 1994).

Søgaaard and Kierkegaard (1994) yaptıkları çalışmada düzensiz gübre dağılımından kaynaklanan ürün kayıplarını incelemişlerdir. Yazarlar, varyasyon katsayısı, net kar (=ürün verimi-gübre maliyeti) ve azot miktarı arasındaki ilişkileri elde ettikleri eşitliklerle teorik olarak hesaplamışlar ve grafikler halinde göstermişlerdir. Araştırmacılar, ortalama net karın varyasyon katsayısı ve ortalama azot miktarının bir fonksiyonu olduğunu belirtmektedirler. Azot kullanılmadığı durumda net kar %50 olmaktadır. Varyasyon katsayısı %20'nin altında olduğu durumda ise net kar kayıpları çok az olmaktadır. Araştırmada, varyasyon katsayısı (CV) ve azot miktarının bir fonksiyonu olarak bağıl net kar kayıpları üç boyutlu bir grafik olarak gösterilmiştir. Buna göre, varyasyon katsayısı %20 olduğunda bağıl net kar kayıpları %2'yi aşmamaktadır.

Gübre dağılım düzgünlüğü çeşitli yöntemlerle belirlenebilmektedir. Bu yöntemler; maksimum ve minimum değerler arasındaki farkın ortalama değere oranı, aritmetik ortalamalardan olan sapmaların mutlak değerlerinin ortalamasının aritmetik ortalamanın yüzdesi olarak belirlenen linear sapma, varyasyon katsayısı ve Burema düzensizlik sayısıdır. Bu yöntemler içerisinde en yaygın olarak kullanılan varyasyon katsayısıdır (Speelman 1979).

Reed and Wacker (1970) geliştirdikleri yöntemle, diskli gübre dağıtma makinalarının dağılım desenlerini laboratuvar şartlarında belirlemişlerdir. Bu yöntemde, gübre dağıtma makinasının monte edildiği traktör sabit tutulmuş ve hareketsiz durumda çalıştırılmıştır. Bu esnada toplama kutuları traktör ve gübre dağıtma makinasının altından hareketlendirilerek makinanın hareketsiz durumda iken dağıttığı gübrenin kutularda toplanması sağlanmıştır. Bir bilgisayar programıyla, ileri-geri ve dönerek çalışma durumlarına göre dağılım desenleri belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, dağılım desenine etkili faktörleri, materyalin hacim ağırlığı ve dane büyüklüğü, disk üzerindeki kanat açıları, gübrenin disk üzerine düşme noktası, disk hızı ve gübreleme normu olarak belirlemişlerdir.

Özmerzi (1974) yaptığı çalışmasında tek ve çift diskli gübre dağıtma makinalarını 4.86 km/h ilerleme hızında, 65 cm disk yüksekliğinde ve 540 min⁻¹ traktör kuyruk mili hızında çalıştırarak, üç farklı besleme orifisi açıklığında dağılım desenlerini belirlemiştir. Amonyum nitrat (%26 N) ve triple süperfosfat gübresinin kullanıldığı araştırmada, dağılım desenlerinin belirlenmesi için 1240x310 mm boyutlarında 170 mm derinliğinde toplama kutuları kullanılmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır :

- a) Çift tepeli dağılım deseni gösteren tek diskli gübre dağıtma makinalarının yeterli, fakat makina ekseninde fazla birikme olan piramit şeklindeki dağılım deseni gösteren çift diskli makinaların ise yetersizdir.
- b) Diskli gübre dağıtma makinalarında, dağılım simetrik olsa bile makina ekseninde fazla birikim yapan dağılım desenleri uygun olmamaktadır.
- c) Çift diskli gübre dağıtma makinasında bazı yapısal değişiklikler yapıldığında daha iyi dağılım desenleri elde edilebilir.

d) Makinaların gübre dağılım desenlerine, kanat konumları, besleme orifisi açıklıkları, besleme noktaları ve gübre tipleri etkilidir.

e) Diskin devri, çapı ve şekli gübrenin dağılım genişliğine, besleme ağızlarının yeri ve birbirine göre konumları ise gübre dağılım genişliğinin simetrik olmasına etkili faktörlerdir.

f) Gübrenin disk üzerindeki süpürme açıları kanat konumuna bağlı olmakta ve kanat konumu ileriye alındıkça bu açının değeri artmaktadır.

g) İleri-geri çalışma yönteminde elde edilen efektif iş genişliklerinin minimum ve maksimum değerleri, amonyum nitrat gübresi (%26 N) için 10.63 m-12.80 m, triple süper fosfat gübresi için 12.80 m-14.04 m'dir.

h) İleri-geri çalışma yönteminde elde edilen minimum varyasyon katsayıları, amonyum nitrat gübresi (%26 N) için %14.04, triple süper fosfat gübresi için %13.04, dönerek çalışma yönteminde minimum varyasyon katsayıları ise sırasıyla %13.33 ve %11.61'dir.

Bernacki *et al.* (1972) diskli gübre dağıtma makinalarında dağılım düzgünlüğünün, disk üzerindeki kanatların şekli ve pozisyonuna bağlı olduğunu, farklı gübreler ile yürütülen tarla ve laboratuvar çalışmalarının sonucunda en iyi dağılım düzgünlüğünün -20^0 ile 0^0 arasındaki radyal kanat konum açıları, daire şekilli kanatlardan elde edildiğini, kanatların negatif ayar açıları arttıkça (kanatlar geriye doğru konumlandırıldıkça) makinanın iş genişliğinin azaldığını ve pozitif kanat açıları ise dağılım kalitesinin bozulduğunu, bunun yanında, tek diskli bir dağıtım ünitesinde dağılım düzgünlüğü bakımından en iyi sonuçların, besleme yarıçapı 80 mm ve gübre çıkış deliği ilerleme yönüne göre -45^0 açı ile yerleştirildiğinde elde edildiğini bildirmektedir.

Erol ve Özmerzi (1977) tek diskli gübre dağıtma makinasında iş genişliğinin dağılım düzgünlüğüne etkisini incelemişlerdir. Denemeler durgun hava koşullarında, 650 mm disk yüksekliğinde ve 540 min^{-1} traktör kuyruk mili devrinde yapılmıştır. Bu çalışmada triple süperfosfat ve amonyum nitrat gübresi (%26 N), üç farklı besleme orifisi açıklığında kullanılmıştır. Makinanın gübre dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi için, makina eksenine dik doğrultuda dizilen 1240x310 mm ölçülerindeki toplama kutuları kullanılmıştır. Toplama kutularında biriken gübre bilgisayar ortamında

değerlendirilerek gübre dağılım desenleri belirlenmiştir. Bilgisayar yardımıyla, dağılım desenleri 310 mm kaydırılarak örtmeli gübreleme yapılmıştır. Her örtme durumunda elde edilen yeni desenler için varyasyon katsayısı, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Bu şekilde örtme yapılarak, serpmeye genişliğinin yarısı kadarki iş genişliğinden, hiç örtmenin yapılmadığı, yani serpmeye genişliğine eşit iş genişliğindeki varyasyon katsayıları grafiklerle gösterilmiştir. Sonuç olarak, bu tip makinalarda iş genişliğinin dağılım düzgünlüğü üzerindeki etkisi önemli düzeyde olmakta ve iş genişliği arttıkça dağılım düzgünlüğü bozulmaktadır. Genel olarak, gübre tipi ve besleme orifisi açıklığının büyüklüğü ile efektif iş genişliği değişmekte, fakat dağılım düzgünlüğü bakımından önemli bir farklılık oluşturmamaktadır.

Önal ve Tozan (1984) Ege bölgesinde imal edilen tek diskli gübre dağıtma makinalarının konstrüksiyon sağlamlığını, gübreyi tarlaya düzgün dağıtabilme yeteneğini incelemişler ve belirlenen bulguların ışığı altında iş kalitesi yeterli görülmeyen makinalar üzerinde geliştirme çalışmaları yapmışlardır. Denemelerde triple süperfosfat ve üre gübresi ile buğday tohumu kullanılmıştır. Dağıtıcı disk 540 min^{-1} hızda çalıştırılmış, yerden yüksekliği 70 cm olarak alınmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

a) Tek diskli gübre dağıtma makinalarının enine dağılım desenleri çift tepeli bir karakter göstermektedir.

b) Diskli gübre dağıtma makinalarında dağılım desenini etkileyen faktörler oldukça fazladır. İnsan faktörüne ek olarak, dağıtılan materyalin fiziko-mekanik özellikleri ve gübre dağıtma makinalarının dizayn karakteristikleri dağılım desenini etkilemektedir.

Adanowicz and Muzalewski (1984) yaptıkları çalışmalarında üç atışlı disk üniteli bir gübre dağıtma makinasında %46 granül süper fosfat kullanarak dağılım düzgünlüğünü incelemişlerdir. Denemelerde makina ilerleme hızı 2 m/s (7.2 km/h), disk ünitesinin yerden yüksekliği 70 cm ve traktör kuyruk mili devri 540 min^{-1} olarak alınmıştır. Denemelerde 20x20x5 cm boyutlarında toplama kutuları kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan gübre dağıtma makinasının disk ünitesi, üzerlerine gübrelerin ayrı ayrı

gönderildiği üç diskten oluşmaktadır. Bu üç diskten en üste olanı gübreyi ilerleme yönünü sağına, ortada olanı ilerleme yönünün soluna ve altta olanı ise ilerleme yönüne göre simetrik dağıtmaktadır. Bu üç diskin gübreyi, yukarıda açıklandığı gibi farklı şekillerde dağıtabilmesi için, her diske düşen gübrenin besleme yarıçapı ve besleme noktasının ilerleme yönü ile yaptığı açı değişken olarak kullanılmıştır. Farklı disk çapları test edilmiş ve sonuçta üst ve orta diskin çapı 600 mm, alt diskin çapı 360 mm olarak seçilerek, bu üç disk üst üste birleştirilmiş ve üç atışlı bir disk ünitesi haline getirilmiştir. Yapılan denemeler sonucunda, 19.6 m'lik bir efektif iş genişliği ve %15.7'lik bir varyasyon katsayısı belirlenmiştir.

Yıldız (1985) yerli yapım tek diskli gübre dağıtma makinalarında dağılım desenlerinin iyileştirilmesi olanakları üzerine yaptığı araştırmada, makinaları 650 mm disk yüksekliğinde ve 540 min^{-1} kuyruk mili devrinde çalıştırmıştır. Efektif iş genişliği değişim sınırlarını arttırmak, daha büyük iş genişliklerinde yeterli düzeyde dağılım sağlayabilmek için makinalar üzerinde aşağıdaki değişiklikler yapılmıştır :

- a) Serpme genişliğini arttırmak için, açık profilli olan kanatların yerine kapalı profilli kanatlar kullanılmıştır.
- b) Besleme açıklığı alanının artırılmasına bağlı olarak gübrenin disk üzerine serbest yarıçap dışından dökülmesini önlemek için, kanatlar disk merkezinden dışarıya kaydırılmıştır.
- c) Dağılım desenlerindeki çift tepeli görünümü ortadan kaldırmak için, gübrenin yamuk biçiminde ve birbirine daha yakın (20-30 mm) iki orifisten dökülmesi sağlanmıştır. Böylece tamamen oval görünümlü simetrik dağılım desenleri elde edilebileceğini ve bu tür dağılım desenleriyle tarla şartlarında varyasyon katsayısı düşük, düzgün dağılımların sağlanabileceğini belirtmiştir.

Parish and Chaney (1986) tek diskli gübre dağıtma makinasında, gübrenin disk üzerine düşme noktasının dağılım desenlerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmada gübre olarak süper fosfat ve çim gübresi kullanılmıştır. Bu çalışmada gübrenin disk üzerine düşme noktasını değiştirmek için bir kol ile kendi ekseni etrafında döndürülebilen üç adet çıkış deliği olan bir bilezik kullanılmıştır. Bu bilezik ilerleme yönü eksenine göre 20^0 'lik

açılarla 2 kademe sağa ve 2 kademe sola ayarlanabilmektedir. Araştırma sonuçlarına göre, gübrenin düşme noktasının makina ilerleme yönü eksenine ile yaptığı açı azaltıldıkça, dağılım deseninin sağ tarafındaki gübre miktarı artmakta ve gübre üç delikten disk üzerine akıtıldığından çift tepeli dağılım desenleri elde edilmiştir.

Yetkin ve Çarman (1988) diskli gübre dağıtma makinalarında kullanılan bazı kanat profillerinin dağılım düzgünlüğüne etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmada, amonyum nitrat (%26 N) ve triple süperfosfat gübresi kullanılmıştır. Denemeler 5.16 km/h ilerleme hızında gerçekleştirilmiştir. Daire, köşeli ve konik kanat profili ile 0^0 , -20^0 ve -30^0 kanat konum açısı ve 1900 mm² besleme orifisi açıklığının kullanıldığı bu araştırmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

a) Geri kanat konumu arttıkça iş genişliği azalmaktadır. Bu duruma, süpürme açısının azalması ile gübrenin diski erken terk etmesi neden olmuştur.

b) Amonyum nitrat gübresi (%26 N) ile elde edilen dağılım desenleri, triple süperfosfat gübresine göre biraz daha sağa yatık olmuştur.

c) Daire profilli kanatlarda diğer kanat profillerine göre dağılım desenlerinin sağ tarafındaki gübre oranları yüksek bulunmuştur. Bu kanatların yarım daire şekilli olmamasından dolayı, gübrenin diski kanadın tam ucundan terk etmemesi, bu sonucu ortaya çıkarmıştır.

d) Köşeli profil kanatların kapalı yapıya sahip olmasından dolayı, gübrenin diski kanat ucundan terk etmesinin sonucu olarak, bu kanatlarda elde edilen dağılım desenlerinin sol tarafındaki gübre oranları yüksek olmuştur.

e) Konik profilli kanatta da köşeli kanattaki gibi dağılım desenlerinin sol tarafındaki gübre oranları yüksek olmuştur. Bunun nedeni, kanadın gübre girişindeki çapının büyük, çıkışındaki çapının küçük olmasından dolayı, gübrenin kanattaki hareketinin yavaşlaması ve diski geç terk etmesidir.

Önal (1990) yaptığı çalışmasında santrifüj fanlı bir gübre serpme organı geliştirerek bunun üzerinde çalışmalar yapmıştır. Çapı 600 mm ve yüksekliği 34 mm kapalı bir fan şeklinde olan bu gübre serpme organında 12 adet fırlatma paleti bulunmaktadır. Gübrenin depodan santrifüj fan üzerine dökülmesini sağlamak için gübre deposu

tabanına her biri 30 mm çapında olan 4 adet gübre çıkış deliği yerleştirilmiştir. Denemelerde, granüle süperfosfat, amonyum sülfat ve üre gübresi kullanılmış, traktör kuyruk mili 540 min^{-1} ve santrifüj fanın yerden yüksekliği 70 cm olarak alınmıştır. Yapılan ön denemeler sonucunda, gübre çıkış delikleri simetri ekseninin ilerleme yönüne dik eksenle yaptığı açı, süperfosfat ve amonyum sülfat için 65° , üre için 55° olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, granüle süperfosfat ve üre gübresi için yaklaşık 12 m, amonyum sülfat için ise 6 m'lik bir efektif iş genişliği elde edilmiştir. Ayrıca, her üç gübrenin enine dağılımının uluslararası standartlara göre kabul edilebilir düzgünlükte olduğu ($\%CV \leq 20$) ve enine gübre dağılımının soluna ve sağına isabet eden gübre miktarlarının simetrik değerden ($\%50$) $\pm 3-4$ farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

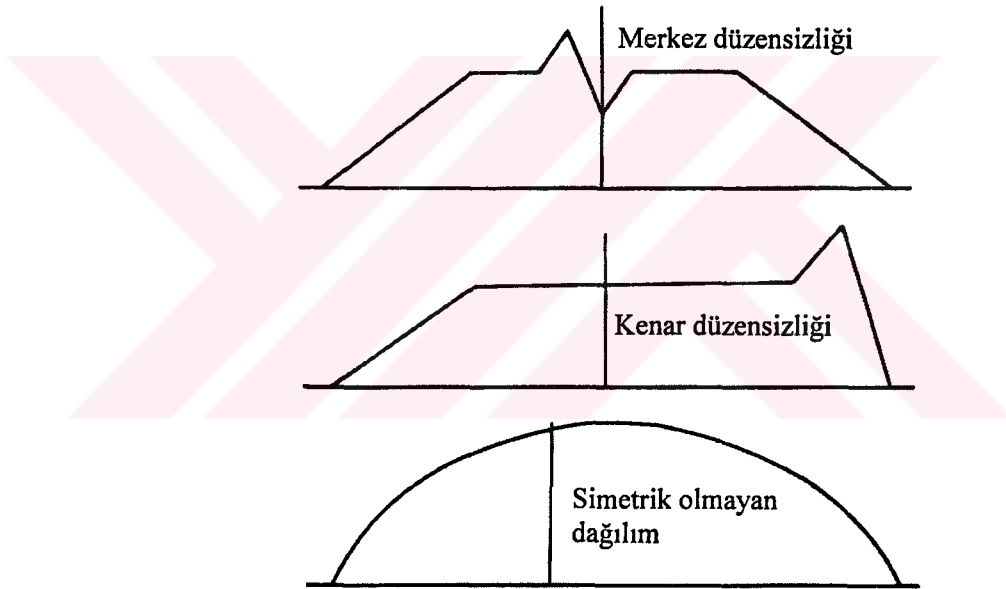
Erol (1977) tek ve çift diskli gübre dağıtma makinalarıyla buğday, yulaf, adi fiğ tohumlarıyla fiğ+yulaf karışımının serpilerek ekilebilme olanaklarını araştırmıştır. Araştırmacı elde edilen sonuçları aşağıdaki gibi özetlemiştir:

- a. Tek diskli makinalarda, dağılım düzgünlüğünün ifadesi olan varyasyon katsayısı, $\%20$ 'den küçük, çift diskli makinalarda ise $\%50$ 'den büyüktür.
- b. Makinaların efektif iş genişlikleri ile serpme genişlikleri arasındaki oran tek disklielerde daha büyüktür.
- c. Tek diskli makinalarda dağılım desenleri, makina ilerleme yönüne göre simetrik olmadığından, uygulamada dönerek çalışma yöntemi ile daha iyi sonuç alınmaktadır. Çift diskli makinalarda ise dağılım desenleri makina ilerleme yönüne göre simetrik olduğundan, dönerek veya ileri-geri çalışma yöntemi arasında fark bulunmamaktadır.
- d. Tek ve çift diskli dağıtma makinalarıyla arpa, buğday, yulaf, adi fiğ tohumlarıyla adi fiğ+yulaf karışımının uygulamada öngörülen ekim normlarında ekilebilecekleri belirlenmiştir.

Glover and Baird (1973) diskli gübre dağıtma makinalarında, kireç ve kimyasal gübrelerin dağılımını incelemişlerdir. Denemelerde 24×24 inç ($609.6 \times 609.6 \text{ mm}$) boyutlarında toplama kutuları kullanılmış ve kutular 48 inç (1219.2 mm) aralıklarla dizilmiştir. Traktör tekerleklerinin geçeceği kısımlarda ise 72 inç (1828.8 mm)

boşluklar bırakılmıştır. Elde edilen desenler ASAE standartlarına göre değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda, varyasyon katsayısı değerleri (CV), %15'in üzerinde belirlenmiştir. Makina üzerinde yapılan bazı değişikliklere rağmen, varyasyon katsayısı değerleri (CV) yine de %15'in altına düşmemiştir.

Roth *et al.* (1985) simetrik olmayan gübre dağılım desenleri üzerinde incelemeler yapmışlardır. Dağılım desenlerindeki düzensizliklerin makina ayarları ile giderilemediği takdirde, desen analizlerinin yapılmasının gerektiğini bildirmektedirler. Araştırmacılar, simetrik olmayan dağılım desenlerini, aşağıdaki şekil 1.9'daki gibi gruplara ayırmışlardır:



Şekil 1.9. Simetrik olmayan dağılım desenleri (Roth *et al.* 1985)

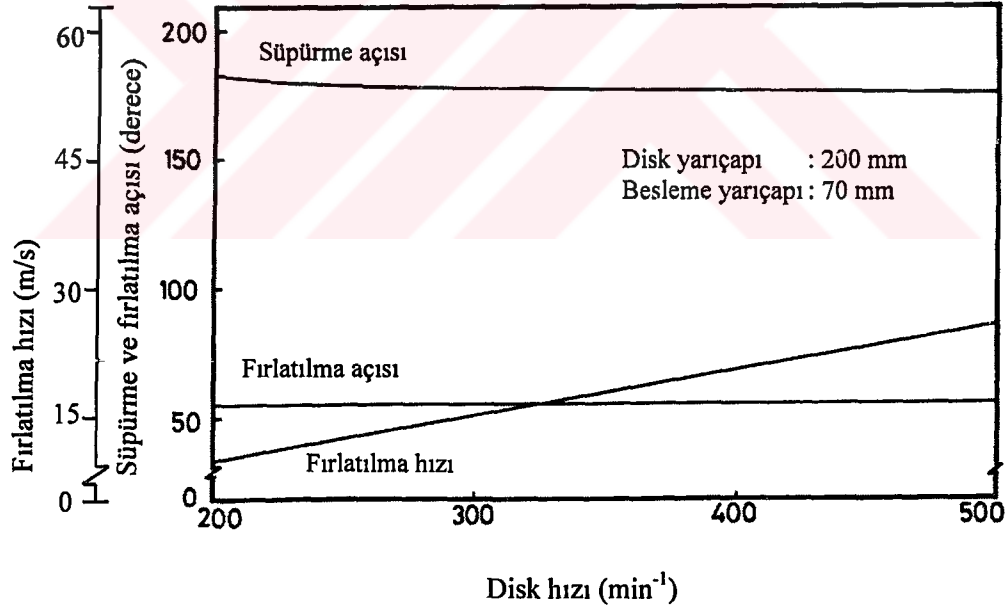
Araştırmacılar desen analizlerinde aşağıdaki sonuçları elde etmişlerdir:

- Merkezi düzensiz desenler, makina eksenine doğrultusunda oluşmakta ve bu tür oluşumlarda, çalışma yöntemi ve çalışma genişliği etkili olmamaktadır. Bu düzensizlikler, uygun örtme payları ile giderilebilmekte ve %10-11 değerlerinde varyasyon katsayıları (CV) elde edilebilmektedir.
- Makina eksenleri arasında oluşan bu tür dağılım düzensizliklerinin şekli ve ölçüsü, çalışma yöntemine ve çalışma şekline bağlıdır. Bu desenlerde kabul

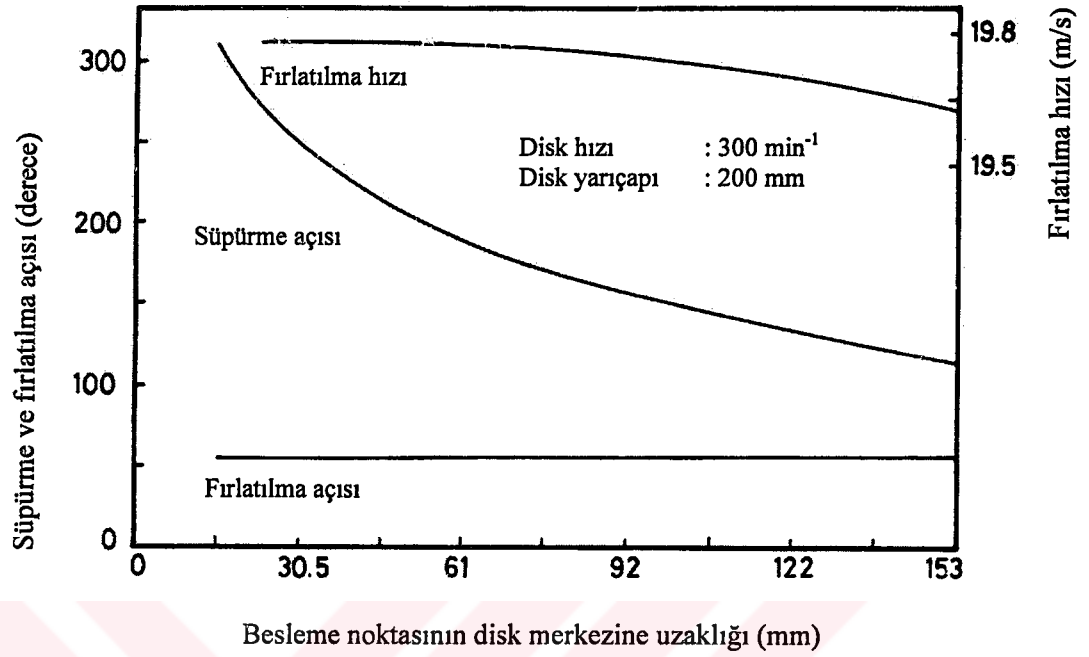
edilebilir varyasyon katsayısı değerleri (CV) elde edebilmek için, dönerek çalışma yöntemi ile uygun örtme payları kullanılmalıdır.

- c. Simetrik olmayan dağılımlar, kenar düzensizliği olan dağılım desenlerine benzerlik göstermektedirler. Bu tür desenlerde dönerek çalışma yöntemi ile küçük varyasyon katsayısı değerleri (CV) elde edilebilmektedir.

Schaffer *et al.* (1973) bir diskli dağıtıcı üzerinde gübre besleme noktaları açısı konumlarının değiştirilmesinin, gübre dağılım düzgünlüğü üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, disk devir sayısının ve gübre besleme noktasının disk merkezine olan uzaklığının, gübrenin disk üzerinde süpürme açısına (α), gübrenin fırlatılma açısına (β) ve fırlatılma hızlarına (V) etkilerini geliştirdikleri eşitliklerle bilgisayardan yararlanarak hesaplamışlar ve grafikler halinde göstermişlerdir (şekil 1.10 ve şekil 1.11).



Şekil 1.10. Disk devrinin, gübrenin disk üzerindeki süpürme açısına (α), gübrenin fırlatılma açısına (β) ve fırlatılma hızına (V) etkisi (Schaffer *et al.* 1973)



Şekil 1.11. Besleme uzaklığının (r_0), gübrenin disk üzerindeki süpürme açısına (α), gübrenin fırlatılma açısına (β) ve fırlatılma hızına (V) etkisi (Schaffer *et al.* 1973).

Patterson (1964) diskli ve sarkaç borulu gübre dağıtma makinalarıyla 10^0 'lik bir eğimde çalışılması durumunda dağılım desenlerini incelemiştir. Sonuç olarak; diskli dağıtıcılarda eğimin düzensiz dağılıma neden olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni, meyilli şartlarda gübrenin disk üzerine düşme noktasının değişiminden kaynaklandığı bildirilmektedir. Buna karşın, sarkaç borulu makinalarda dağılım desenine eğimin etkisi diskli dağıtıcılarda olduğu kadar büyük olmadığı belirtilmektedir.

Olieslagers *et al.* (1996) diskli gübre dağıtma makinalarında gübre dağılım desenlerinin belirlenebilmesi için bir simülasyon modeli geliştirmişlerdir. Bu simülasyon modeli ile tek ve çift diskli makinalarda bazı parametrelerin dağılım desenine etkileri incelenebilmektedir. Hesaplamalar sonucunda; orifis şekli, gübre debisi ve disk dönü hızının etkileri belirlenmiştir. Sonuç olarak; disk dönü hızı, gübre debisi, gübre besleme orifisinin konumu ve şeklinin, dağılım deseni genişliğine ve şekline önemli etkilerde bulunmuştur. Bu etkiler aşağıda açıklanmıştır:

- Simülasyon hesaplamalarına göre, aynı alana sahip olan ve aynı açısai konumda bulunan segment ve elips orifislerden elde edilen desenler arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Elips orifislerden elde edilen desenler “M” şekilli bir görüntü verirken, segment orifislerden trapez şekilli desenler elde edilmiştir.
- Disk dönü hızının artmasıyla (500, 750, 1000 min⁻¹) dağılım desenlerinin genişlikleri de artmıştır. Düşük hızlarda dağılım genişliği azalmış ve desenler daha dik bir yapıda olmuştur.
- Gübre besleme orifislerinin konumları (-30°, -45°, -60°, -75° ve -90°) dağılım deseni şekline önemli etkide bulunmuştur. En iyi dağılım deseni -30°, -45° orifis konumlarından elde edilmiştir. Bu konumlardan elde edilen ve normal dağılıma benzerlik gösteren bu tür desenlerde örtme payının büyük olma zorunluluğunun tek dezavantaj olduğu bildirilmektedir.
- Farklı gübre debileri, dağılım deseninin genişliğini ve şeklini değiştirmiştir. Yüksek debilerde, makina ekseninde yığılma daha fazla olmuş ve desenler dikleşmiştir.

Parish (1990) yaptığı çalışmasında, diskli gübre dağıtma makinalarıyla tarlada ileri-geri ve dönerek çalışma yöntemlerinin, dağılım desenlerine etkilerini incelemiştir. Değişik makinalar ve farklı materyaller ile yapılan denemelerde, ileri-geri çalışma yönteminde elde edilen dağılım düzgünsüzlüğü, dönerek çalışma yönteminin uygulanmasıyla istatistiksel olarak önemli düzeyde azaldığını bildirmektedir. Yazar, ayrıca, ileri-geri çalışma yöntemine göre kabul edilebilir düzgünlük değeri veren ($CV \leq \%20$) desenlerde, istatistiksel olarak avantajı olmayan, üstelik uygulaması zor olan dönerek çalışma yönteminin kullanılmamasını önermektedir.

Parish (1999) dağılım desenlerinin belirlenmesi için yaptığı denemelerde, gübre dağıtıcısının toplama kutuları üzerinden geçiş sayısının dağılım desenine ait bazı parametrelere etkilerini incelemiştir. Dış ortamda ve durgun hava şartlarında yapılan denemelerde, toplama kutuları üzerinden tek geçiş ve üç geçiş sonrasında elde edilen dağılım desenlerine ait varyasyon katsayısı (CV), gübre normu, efektif iş genişliğindeki ortalama gübre miktarına göre minimum ve maksimum gübre değerleri (%), efektif iş

genişliğinin makina eksenine göre solda ve sağda biriken gübre miktarları (%) parametreleri belirlenmiş ve bu parametrelere istatistik analiz yapılmıştır. Analizler sonucunda, tek geçiş ile üç geçiş arasında, yukarıdaki parametreler bakımından istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır.

Coates (1992) ve Parish (1995) dağılım düzgünlüğünün değerlendirilmesinde kullanılan varyasyon katsayısı değerinin %10'dan küçük olmasının dağılım düzgünlüğü için çok iyi, %20'den küçük olmasının ise kabul edilebilir olduğunu bildirilmektedirler. Ayrıca, dağılım düzgünlüğünün değerlendirilmesinde başka bir kriterin ortalama gübre miktarından % sapmaların olduğu ve bu sapmaların %80-%120 arasında yer alması gerektiği de ortaya konmaktadır.

Coates (1992) sarkaç borulu bir gübre dağıtma makinasının dağılım düzgünlüğünü incelemiştir. Yazar, üre, buğday ve alçı materyalleri kullanarak; iş genişliği, besleme alanı büyüklüğü ve depo doluluk oranının (1/4 depo, 1/2 depo ve tam depo) dağılım düzgünlüğüne etkilerini incelemiştir. ASAE standartlarına göre yürütülen denemelerde 540 min^{-1} kuyruk mili devri ve 8.2 km/h ilerleme hızı kullanılmıştır. Sarkaç borunun yerden yüksekliği 750 mm alınmıştır. Denemeler sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Üre gübresiyle yapılan 27 denemenin 18'inde varyasyon katsayısı değeri (CV) %20'ye eşit ya da büyük olmuştur. Depo doluluk oranı azaldıkça varyasyon katsayısı (CV) değeri artmıştır. Ortalama gübre miktarına (100) göre, minimum ve maksimum gübre miktarları genel olarak kabul edilebilir sınırlar arasında (%80-%120) yer almıştır.
- Buğdaydan elde edilen varyasyon katsayısı (CV) değerleri genellikle %20'den küçük olmuştur.
- Alçıdan elde edilen varyasyon katsayısı (CV) değerleri %20'yi aşmıştır. Ortalama gübre miktarına (100) göre, minimum ve maksimum % gübre miktarları %80-120'nin dışında yer almıştır.

Çarman (1991) tek diskli gübre dağıtma makinalarında disk çevre hızı ve serbest

yarıçapın dağılım desenine etkilerini incelemiştir. Denemeler 11.3, 13.57, 16.08 ve 18.3 m/s disk çevre hızında ve 80, 95, 110 ve 120 mm serbest yarıçapta, triple süperfosfat gübresiyle yürütülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre, disk çevre hızının artışına paralel olarak dağılım genişliği ve makinanın soluna atılan gübre miktarları; serbest yarıçapın büyümesiyle de, makina ekseninin sağına atılan gübre miktarı artmıştır. Yazar, bu duruma, serbest yarıçapın büyümesiyle, gübrenin disk üzerindeki süpürme açısının küçülmesi ve diski daha erken terk etmesinin neden olduğunu bildirmektedir.

Çarman (1992) diskli gübre dağıtma makinalarında besleme orifisi şekli ve büyüklüğünün dağılım desenine, efektif iş genişliğine ve değişim sınırlarına etkilerini incelemiştir. Denemelerde, oval, dikdörtgen ve trapez şekilli olmak üzere üç besleme orifisi şekli; 1280, 1804 ve 2415 mm² olmak üzere üç besleme orifisi kesit alanı kullanılmıştır. Denemelerde disk çevre hızı 13.57 m/s, yerden yüksekliği 700 mm alınmıştır. Sonuç olarak; besleme orifisi şekillerinin, birim zamanda attıkları gübre miktarları farklı olmasına rağmen, dağılım desenleri üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemsiz; orifislerin kesit alanlarının minimum varyasyon katsayısı üzerindeki etkileri ise önemli bulunmuştur. Oval şekilli besleme orifisinde elde edilen dağılım desenlerinin soluna atılan gübre miktarı diğer besleme orifisi şekillerine göre daha fazla olmuştur. Bu duruma oval besleme orifisinden akan gübre miktarının diğerlerinden fazla olmasının yol açtığı söylenebilir. Disk üzerine beslenen gübre miktarının artmasıyla, gübrenin disk üzerindeki süpürme açısı büyümekte ve diski daha geç terk etmektedir (Göhlich and Kesten 1972).

Turgut vd (1994) triple süperfosfat gübresinin, model bir depo tabanının merkezine yerleştirilmiş daire, kare, üçgen ve dikdörtgen şekilli orifislerden, depo taban açısına (0°, 35°, 55°), orifis alan büyüklüğüne (150 mm², 400 mm², 650 mm²) ve depo içerisindeki materyal yüksekliğine (1/4 depo yüksekliği, 10 cm) bağlı olarak, gübre akışını incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre, depo içerisindeki gübre yüksekliğinin, akış düzgünlüğüne ve gübre debisine etkisi olmamıştır. Depo taban açısının akış düzgünlüğüne etkisi olmazken, debi üzerine etkisi sadece 150 mm² ve 400 mm² orifis alan büyüklüklerinde ortaya çıkmıştır. Orifis şekli ve alan büyüklüğü ise hem gübre akış düzgünlüğünü hem de debi değerlerini etkilemiştir. Gübre debi değerleri

tüm orifis büyüklüklerinde dairede en fazla olmuş ve bunu sırasıyla üçgen, kare ve dikdörtgen şekilli orifisler izlemiştir. En düzensiz gübre akışı dikdörtgen orifiste, küçük alan büyüklüğünde (150 mm^2) elde edilmesine rağmen, akış düzgünlüğü değerleri kabul edilebilir sınırlar içerisinde yer almıştır. Bu çalışmada, gübre dağıtımının çıkış açıklığının değiştirilmesiyle kontrol edilen düzenlerde, çıkış açıklığının minimum gübre normu ayarında daireye yakın olacak şekilde tasarlanması önerilmektedir.

Yıldırım (1997) diskli gübre dağıtma makinalarında bazı yapısal özelliklerin ve işletme parametrelerinin etkisi altında, farklı gübrelerin standart bir depoda, depo tabanında ve depo yan yüzeyinde bulunan farklı şekil ve alan büyüklüklerindeki orifislerden akışını incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre, depo tabanındaki orifislerde akış düzgünlüğü, depo yan yüzeyindeki orifislere göre daha iyi olmuş; orifis alanı büyüdükçe akış düzgünlüğü iyileşmiştir. En düzensiz gübre akışı dikdörtgen orifiste elde edilmiştir. Depo tabanındaki orifislerde gübre debisi, depo yan yüzeyindeki orifislere göre daha yüksek değerlerde olduğu belirlenmiştir. En büyük gübre debisi, sırasıyla, uçları kavisli kare, kare, üçgen, trapez ve dikdörtgen orifislerde elde edilmiştir.

Beverloo *et al.* (1961) silindir depoların tabanlarına merkezi olarak yerleştirilmiş daire, kare, dikdörtgen ve üçgen şekilli orifislerden kum, keten, kolza ve şalgam daneleri gibi materyallerin debilerini incelemişler ve en büyük debileri, sırasıyla, daire, kare, dikdörtgen ve üçgen şekilli orifislerde elde etmişlerdir.

Chang *et al.* (1991) buğday, mısır, hint darısı ve soya danelerinin yatay ve dikey konumdaki daire, üçgen ve dikdörtgen şekilli orifislerde debi değerlerini belirlemişler. Sonuç olarak, bütün orifis şekilleri için dikey konumlu orifislerde elde edilen debi değerleri yatay konumlu orifislere ait debi değerlerinin %37-50'si kadar olmuştur.

Özsert *et al.* (1997) diskli gübre dağıtma makinalarında depo tabanı ve depo yan yüzeyinde farklı şekillerde orifislerde amonyum sülfat ve üre gübrelerinin akış düzgünlüklerini inceledikleri çalışmalarında, depo taban konumundaki gübre akışının depo yan yüzeyine göre daha düzgün olduğunu belirlemişlerdir.

Tarlaya yüzeyine dağıtılan gübrenin, bitki ihtiyacının altında veya üstünde olması ve uygulamada düzgün bir dağılım sağlanamaması durumunda ortaya çıkacak ekonomik kayıplar göz önünde bulundurulmalıdır (Speelman 1999). Dolayısıyla gübrenin etkin kullanımını sağlayacak gübre dağıtıcı ünitelerinin tasarlanması, etkinliklerinin belirlenmesi ve kullanıcılara önerilmesi yararlı olacaktır.

Herhangi bir gübre dağıtma ünitesinden elde edilebilecek en büyük iş genişliği, gübrenin tarla yüzeyinde dağıtıldığı genişlik kadar olmaktadır. Sandıklı gübre dağıtma ve sıraya gübrelemede kullanılan makinalar bu özelliklerdedir. Buna karşılık savurma etkili gübre dağıtma makinalarında gübrenin tarlaya dağıtıldığı genişlik, iş genişliği olmamaktadır. Çünkü bu makinalarda tarlaya dağıtılan gübre miktarı makina ekseninden kenarlara doğru gidildikçe azalmaktadır. Bu azalıştan kaynaklanan gübre dağılım düzensizliğini gidermek için, tarla sonlarındaki dönüşlerde dağılım desenleri kenarlardan birbirini örtecek şekilde bindirme yapılmaktadır. Bu durumda da elde edilen iş genişliği gübre dağılım genişliğinden küçük olmaktadır. Bu bağlamda, bir gübre dağıtma ünitesinden büyük bir iş genişliğinin elde edilmesi, öncelikle gübre dağılım genişliğinin büyük olmasına bağlı olmaktadır. Başka bir anlatımla, büyük iş genişliklerinin elde edilmesi için öncelikle dağıtıcı ünitelerden geniş tabanlı dağılım desenlerinin elde edilmesi gerekmektedir. Bunun yanında, bir dağıtıcı ünitelerden geniş tabanlı dağılım desenlerinin elde edilmesi, o dağılım desenine ait iş genişliğinin büyük olması anlamına da gelmemektedir. Bir gübre dağılım deseninden kabul edilebilir düzgünlükte ($CV \leq 20$) iş genişliğinin elde edilebilmesi için dağılım deseninin şekli önemli olmaktadır. Yapılan çalışmalarda, düzgün yüzeyli üçgen, oval ya da trapez şekilli dağılım desenlerinin, kabul edilebilir düzgünlükte ($CV \leq 20$) efektif iş genişliğinin elde edilebilmesi ve efektif iş genişliği değişim sınırlarının büyük olması bakımından, uygun desenler oldukları bildirilmektedir (Glover and Baird 1973, Srivastava *et al.* 1993).

Tarımda kullanılan makinaların işi kısa zamanda ve kaliteli yapması tarımsal mekanizasyonun amaçlarındandır. Mekanize edilmiş bir tarımsal işin, daha kısa zamanda bitirilmesi ve buna rağmen kaliteli olması gerekir. Diskli gübre dağıtma makinalarında da gübreleme işinin kısa zamanda bitirilmesi için efektif iş

genişliklerinin büyük olması gerekmektedir. Buna karşılık gübre dağıtım işinin kaliteli olması için de varyasyon katsayısı değerinin (CV) çok küçük olması gerekmektedir.

Gübre dağıtma makinasının oluşturduğu dağılım düzgünlüğü, makinanın iş kalitesini ortaya koymaktadır. Gübrenin dağılımı ne kadar düzgün ise makinanın iş kalitesi de o kadar iyi demektir. Gübre dağılımındaki düzensizlik arttıkça, elde edilen ürün verimi ve net kar azalmaktadır (Speelman 1979, Søgaaard and Kierkegaard 1994).

Diskli gübre dağıtma makinalarının iş genişlikleri arttıkça, dağılım düzgünlükleri bozulmaktadır (Erol ve Özmerzi 1977, Önal ve Tozan 1984, Parish and Chaney 1985). Dolayısıyla, gübre dağılım düzgünlüğünün bozulmaması için küçük iş genişliklerinde gübreleme yapılması zorunlu olmaktadır. Makinanın iş genişliğinin küçük olması ise iş başarısının düşük olmasına, buna bağlı olarak daha fazla zaman ve yakıt tüketilmesine, traktörün tarla yüzeyinde daha uzun süre kalmasıyla toprak sıkışmasının oluşumu gibi olumsuzluklara neden olmaktadır. Bu bağlamda, herhangi bir diskli gübre dağıtma makinasının tarla yüzeyinde oluşturduğu gübre dağılım düzgünlüğü ile iş genişliği arasında ters bir ilişkinin olduğu söylenebilir. Bu durumda, bu ilişkinin bozulmayacağı düşünülürse, gübre dağıtma makinalarından daha büyük iş genişliklerinde daha düzgün gübre dağılımları elde etmek, makinanın iş başarısının ve iş kalitesinin artırılması bakımından son derece önemlidir. Başka bir anlatımla, gübre dağılım düzgünlüğünün çok iyi olduğu durumda, iş genişliği de çok büyük olmalıdır. Yılmaz (1985) ülkemizde üretilen bazı tek diskli gübre dağıtma makinalarında yaptığı iyileştirme çalışmasında, gübre dağılım düzgünlüklerini çok iyi seviyelere ($CV=5.99\%$) getirmesine rağmen, iş genişlikleri belirli değerlerin (12.09 m) üzerine çıkamamıştır. Aynı sonuçlar, Çarman (1988) ve Taşer (1988)'in çalışmalarında da görülmektedir. Bu durum iş kalitelerinin iyileştirilmesine rağmen iş başarılarının düşük seviyelerde kaldığını göstermektedir. Dolayısıyla iş başarısıyla iş kalitesini aynı anda en iyi yapan dağıtıcı organlarının tasarlanması son derece önemlidir. Gübre dağıtma organlarının bu iki özeliğe sahip olması yeni tasarımlarda dikkate alınmalıdır.

Gübre dağıtma makinalarının iş başarılarının ve iş kalitelerinin yüksek olması ile birlikte, tarlada çalışma sırasında sürücünün tarla sonlarındaki dönüşlerde yanlış yerden

bindirme yapması ya da makina ile tarlada çalışma sırasında ilerleme doğrultusundan sapmalardan dolayı iş genişliğinde meydana gelebilecek değişimler sonucunda, gübre dağılım düzgünlüğündeki bozulmalar kabul edilebilir seviyelerde olmalıdır. Bu özellik gübre dağılımına ait efektif iş genişliği değişim sınırlarının geniş aralıklı olmasına bağlıdır. Gübre dağılımına ait efektif iş genişliği değişim sınırlarının geniş aralıklı olması sürücünden kaynaklanan bu tür hataların, gübre dağılım düzgünlüğünün kabul edilemez düzeyde bozulmasını engellemektedir. Ülkemizde yaygın olarak kullanılan diskli gübre dağıtma makinaları üzerinde yapılan bir çok çalışmada, bu makinaların efektif iş genişliği değişim sınırları belirli değerlerin üzerine çıkamamıştır. Çarman (1988) diskli gübre dağıtma makinalarında dağılım düzgünlüklerini incelediği araştırmasında, iş genişliğinin en iyi durumda, triple süperfosfat gübresiyle 8.50 m ile 12.75 m arasında, amonyum nitrat gübresiyle 10.25 m ile 13.00 m arasında değiştiğini belirlemiştir. Diskli gübre dağıtma makinalarının efektif iş genişliği değişim sınırlarının, yeterli olup olmaması sürücünün yukarıda söz edilen hataları yapıp yapmamasına ya da yapma oranına bağlı olmaktadır. Sürücü tarla sonlarındaki dönüşlerde yanlış yerden bindirme yapmadığı ve çalışma sırasında makinayı ilerleme doğrultusundan saptırmadığı sürece, küçük efektif iş genişliği değişim sınırları da yeterli olacaktır.

Bu çalışmanın amacı, iş başarısı (efektif iş genişliği) ve iş kalitesi (gübre dağılım düzgünlüğü) daha yüksek, bunun yanında efektif iş genişliği değişim sınırları daha geniş olan bir gübre dağıtma organı geliştirmektir. İş başarısının yüksek olması efektif iş genişliğinin büyük olmasına, iş kalitesinin yüksek olması gübre dağılımının düzgün başka bir deyişle varyasyon katsayısı (CV) değerinin düşük olmasına bağlıdır. Efektif iş genişliği değişim sınırlarının geniş aralıklı olması ise gübre dağılım deseni şekline bağlıdır. Bu bakımdan desenler üçgen ya da oval görünümlü olmalıdırlar (Glover and Baird 1973).

Bu amacı gerçekleştirmek için iki diskli tek üniteli savurma etkili bir gübre dağıtma organı geliştirilerek, bu dağıtıcı organın dağılım desenlerinin belirlenmesinde, çeşitli parametrelerin etkisi altında farklı kimyasal gübreler kullanılmıştır. Dağılım desenleri üzerinde yapılan analizlerle, iş başarısı, iş kalitesi ve efektif iş genişliği değişim sınırları

bakımından en iyi sonuçları veren dağıtıcı organ parametre kombinasyonları belirlenmiştir.

Dağıtıcı ünitenin iki diskli olarak geliştirilmesinin nedeni, bilinen tek diskli gübre dağıtma makinalarından elde edilen dağılım genişliğini artırmaktır. Yukarıda da açıklandığı gibi diskli gübre dağıtma makinalarında dağıtılan gübre miktarı makina ekseninden kenarlara doğru azalmaktadır. İki disk kullanılarak disklerden birinin oluşturduğu dağılım deseninin kenarlarını, diğer diskin dağılım desenlerinin örtmesiyle dağıtıcı organın dağılım genişliği artırılması sağlanmıştır. Bunun yanında, bu iki diskli dağıtıcı organ, standart bir tek diskli gübre dağıtma makinasının kanatlı disk üzerine sadece ikinci bir kanatlı disk eklenerek oluşturulmuştur.

Araştırma beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, araştırma ile ilgili genel bilgiler, kaynak özetleri ve araştırma konusunun seçiminde dikkate alınan problemler, gerekçe ve araştırmanın amacı belirtilmiştir. İkinci bölümde, diskli gübre dağıtma makinalarında, gübrenin disk üzerindeki ve diski terk ederek yere düşünceye kadar olan hareketlerine etki eden faktörlere ilişkin temel bilgilere yer verilmiştir. Üçüncü bölümde, araştırmada kullanılmak üzere geliştirilen iki diskli tek üniteli savurma etkili gübre dağıtma organının ve kullanılan diğer materyallerin tanıtımı yapılmış, denemelerin yapılmasında uygulanan yöntemler belirtilmiştir. Dördüncü bölümde, araştırmadan elde edilen sonuçlar grafikler ve çizelgeler şeklinde sunulmuş, bununla birlikte sonuçlara dayanılarak yapılan bazı karşılaştırmalar ve yorumlara yer verilmiştir. Beşinci bölümde ise, sonuçlara ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER

Bu bölümde depodan disk üzerine düşen bir gübre danesinin disk üzerindeki kanat boyunca ve kanattan fırlatıldığı andan itibaren yere düşene kadar havadaki hareketine etki eden faktörler incelenmektedir.

Diskli gübre dağıtma makinalarında depodaki gübre, depo tabanında ya da depo yan yüzeyinde bulunan besleme orifislerinden diskin genellikle kanatsız kısmına dökülür. Yatay düzlemde dönerek çalışan disk, toplu olarak dökülen gübreyi belirli bir alana yayarak kanatlara iletir. Kanada gelen gübre santrifüj kuvvetin etkisiyle radyal bir hız kazanarak kanatların uç noktasına taşınır. Bu noktada, gübre, radyal hızın ve diskin çevre hızının etkisiyle, belirli bir fırlatılma hızı ve açısıyla diski terk eder.

2.1. Gübrenin Kanat Üzerindeki Hareketi

Kanatsız disk üzerine düşen gübre danesi, radyal ve teğetsel yönde ivme kazanarak, kayma ve yuvarlanma hareketiyle kanadın etki alanına girmektedir.

Düz ve radyal kanatlı bir disk üzerine, disk merkezinden belirli bir uzaklıkta (besleme yarıçapı) düşen gübre danesi sabit bir açısal hızla dönen kanadın etki alanına girerek kanat ucuna taşınır ve aşağıdaki eşitlikte belirtilen hızda (V) belirli bir açı (β) ile fırlatılır.

$$V = \sqrt{V_r^2 + V_t^2} \dots\dots\dots 2.1$$

$$V = \sqrt{\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + (\omega r)^2} \text{ olarak tanımlanır} \dots\dots\dots 2.2$$

Burada;

$V_r = \frac{dr}{dt}$: Gübre danesinin diski terk ettiği andaki radyal hızı (m/s),

$V_t = \omega r$: Gübre danesinin diski terk ettiği andaki teğetsel hızı (m/s)

ω : Diskin açısal hızı (radyan / s),

r : Fırlatılma noktasının disk merkezine uzaklığı (m)

Bu durumda gübre danesinin fırlatılma açısı (β) ise;

$$\beta = \tan^{-1} \left(\frac{\omega r}{\frac{dr}{dt}} \right) \text{ olarak belirtilir.....2.3}$$

Kanatlar disk üzerine belirli bir θ açısı yapacak şekilde radyale göre geri konumda yerleştirilebilir. Buna göre, gübre danesinin fırlatılma hızı;

$$V = \sqrt{(V_r \cdot \cos \theta)^2 + (V_t - V_r \cdot \sin \theta)^2} \text{ şeklinde olmaktadır.....2.4}$$

Bu durumda, $V_r \cdot \cos \theta < V_r$ ve $(V_t - V_r \cdot \sin \theta) < V_t$ olduğundan geri kanat konumundan elde edilen gübre fırlatılma hızı radyal kanat konumuna göre daha düşük olmaktadır.

Disk üzerindeki kanatlar radyale göre belirli bir θ açısı ile ileri konumda yerleştirildiği durumda ise gübre danesinin fırlatılma hızı;

$$V = \sqrt{(V_r \cdot \cos \theta)^2 + (V_t + V_r \cdot \sin \theta)^2} \text{ olarak belirtilmektedir.....2.5}$$

Bu durumda da, $(V_t + V_r \cdot \sin \theta) > (V_t - V_r \cdot \sin \theta)$ olduğundan, ileri kanat konumunda gübre danesinin fırlatılma hızı radyal konuma göre daha yüksek olmaktadır.

Sonuç olarak, diskli gübre dağıtma makinalarında kanat konumları geri konumdan ileri konuma alındıkça, gübre danesinin fırlatılma hızı artmaktadır. Bu sonuca göre, geri kanat konumuna göre ileri kanat konumlarında gübre dağıtma genişliklerinin büyük olduğu söylenebilir. Buna karşı, ileri kanat konumlarında dağılım düzgünlüğü bozulmaktadır (Bernacki *et al.* 1972).

Gübre danesinin kanattaki hareketine etki eden başlıca faktörler; gübre ile disk ve gübre ile kanat arasındaki sürtünme katsayısının değeri ve gübre danesinin şeklidir. Gübre danesinin şekli, onun hareketinin kayma, yuvarlanma veya hem kayına hem de yuvarlanma şeklinde olup olmasını belirlemektedir (Bernacki *et al.* 1972).

Sabit bir açısal hızla dönen düz bir disk üzerinde bulunan düz radyal bir kanat üzerinde hareket eden gübre danesine etki eden kuvvetlerin dengesi aşağıdaki eşitlikle ifade edilir (Patterson and Reece 1962, Inns and Reece 1962):

$$m\omega^2 r - \mu_k 2m\omega \frac{dr}{dt} - \mu_d mg - m \frac{d^2 r}{dt^2} = 0 \dots\dots\dots 2.6$$

Burada;

$m\omega^2 r$: Savurma kuvveti. Bu kuvvet daneye değil, danenin disk üzerinde bulunduğu noktaya etkir ve sürtünme oluşturmaz.

$2m\omega \frac{dr}{dt}$: Coriolis kuvveti

$m \frac{d^2 r}{dt^2}$: Atalet kuvveti

mg : Yerçekimi kuvveti

$\mu_d mg$: Yerçekiminden kaynaklanan sürtünme kuvveti

$\mu_k 2m\omega \frac{dr}{dt}$: Coriolis kuvvetinden kaynaklanan sürtünme kuvveti

Kanada ve diske dik etkiyen kuvvetler sürtünme oluşturmaktadır.

Burada;

- R : Disk üzerinde radyal konumda danenin konumu,
 μ_k : Gübre danesi ile kanat arasındaki sürtünme katsayısı,
 ω : Diskin açısal hızı (radyan / s),
 μ_d : Gübre danesi ile disk arasındaki sürtünme katsayısı,
 g : Yerçekimi ivmesi (m/s^2),
 m : Gübre danesinin kütlesi (kg)'dir.

Bu denklemden;

$$\frac{d^2 r}{dt^2} + 2\mu_k \omega \frac{dr}{dt} - \omega^2 r + \mu_d g = 0 \dots\dots\dots 2.7$$

elde edilir.

Bu diferansiyel eşitlik, bir gübre danesinin düz ve radyal kanatlı düz bir disk üzerinde kanat boyunca geliştirdiği hareketi tanımlamaktadır.

Burada;

$\frac{dr}{dt}$: Dönme merkezine r uzaklığındaki danenin kanada göre bağlı hızı (m/s)

$\frac{d^2 r}{dt^2}$: Dönme merkezine r uzaklığındaki danenin kanada göre bağlı ivmesidir (m/s^2)

Eşitlik 2.7 aşağıdaki şekilde yazılabilir;

$$\frac{d^2 r}{dt^2} + 2\mu_k \omega \frac{dr}{dt} - \omega^2 r = -\mu_d g \dots\dots\dots 2.8$$

Danenin diski terkettiği noktadaki teğetsel hızı $r\omega$, fırlama açısı β ise;

$$\beta = \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{r\omega}{\frac{dr}{dt}} \right) \dots\dots\dots 2.9$$

olur. Gübre danesinin diski terk ettiği andaki salt hızı da;

$$V = \sqrt{r^2 \omega^2 + \left(\frac{dr}{dt} \right)^2} \dots\dots\dots 2.10$$

olur.

Sürtünme kuvveti ihmal edildiğinde ($\mu_k = \mu_d = 0$) eşitlik 2.8,

$$\frac{d^2 r}{dt^2} - \omega^2 r = 0 \text{ şekline dönüşür.} \dots\dots\dots 2.11$$

Bu diferansiyel denklem çözülürse,

$$\left(\frac{dr}{dt} \right)^2 = \omega^2 r^2 + A \dots\dots\dots 2.12$$

eşitliği elde edilir.

Gübre danesinin disk merkezinden, disk yarıçapı kadar uzaklıktaki konumunda (r), $dr/dt = \omega r$ olacağından, bu değer eşitlik 2.10'de yerine konursa;

$$V = \sqrt{r^2 \omega^2 + \left(\frac{dr}{dt} \right)^2} \dots\dots\dots 2.13$$

$$V = \sqrt{2r^2 \omega^2} \dots\dots\dots 2.14$$

$$V = r \omega \sqrt{2} \text{ eşitliği elde edilir.} \dots\dots\dots 2.15$$

Sürtünmenin ihmal edildiği düz radyal kanatlı bir diskte fırlatılma açısı;

$$\beta = \tan^{-1} \left(\frac{r\omega}{\frac{dr}{dt}} \right) \text{ olduğundan}$$

buradan, fırlatılma açısının değeri, $\beta=45^0$ olarak hesaplanır. Uygulamada sürtünme katsayısının ve palet konum açısının etkisiyle, β fırlatılma açısının değeri daima 45^0 'den daha küçük değerlerde oluşur.

2.1.1. Gübrenin Diskten Fırlatılma Noktasına ve Kanadı Terk Etme Açısına Etkili Faktörler

Gübre danelerinin kanatta kalma, dolayısıyla, diskten fırlatılma noktasına etkili faktörler; serbest yarıçap, disk üzerine beslenen gübre miktarı ve kanadın konum açısıdır. Gübrenin fırlatılma açısına, dolayısıyla fırlatılma hızına etkili faktörler ise; serbest yarıçap ve kanadın konum açısıdır. Disk dönü hızının değişimi, gübre danelerinin fırlatılma noktasına, fırlatılma açısına ve kanatta kalma açılarına etkili değil, fakat gübre danelerinin fırlatılma hızlarına etkilidir (Göhlich and Kesten 1972).

2.1.2. Disk Dönü Hızının Etkisi

Belirli bir serbest yarıçapta disk dönü hızı gübrenin kanatta kalma açısına etkili olmamaktadır. Buna karşılık, serbest yarıçap büyüdükçe, başka bir ifadeyle kanat uzunluğu küçüldükçe, gübrenin kanatta kalma açısı azalmakta ve buna bağlı olarak fırlatılma noktasının yeri değişmektedir.

Disk dönü hızının artışına bağlı olarak gübrenin fırlatılma hızı da doğrusal artmakta ve radyal kanada göre 10^0 ve 20^0 geriye açıda fırlatılma hızında azalma oluşmaktadır.

2.1.3. Serbest Yarıçapın Etkisi

Serbest yarıçap gübre danesinin kanatta kalma açısına ve fırlatılma açısına etkilidir. Serbest yarıçapın artmasıyla gübrenin kanatta kalma açısı azalmaktadır. Gübrenin kanatta kalma açısının ortalama değerinin standart sapması, serbest yarıçapın büyümesiyle azalmaktadır. Buradan, serbest yarıçapın artmasıyla, gübrenin daha dar bir saçılma açısında diski terk edeceği anlamı çıkarılabilir (Önal 1995).

Sürtünmenin ihmal edilmesi durumunda, radyal konumlu düz bir palette teorik fırlatılma açısının 45^0 olduğu bilinmesine rağmen, uygulamada gübrenin kanat üzerindeki hareketine sürtünme kuvvetleri etkili olduğundan, gübrenin kanattaki radyal hızı azalır ve buna bağlı olarak 45^0 olan teorik fırlatılma açısı küçülür. Serbest yarıçapın artmasıyla (b/r oranının büyümesiyle) gübrenin fırlatılma açısı, $\frac{b}{r} = 0.8$ oranına kadar doğrusal olarak bir miktar azalmaktadır. $\frac{b}{r} > 0.8$ olduğu oranlarda ise gübrenin fırlatılma açısında hızlı bir azalma görülmektedir. Radyal kanatta gübrenin maksimum fırlatılma açısı 32^0 dolayındadır (Önal 1995).

2.1.4. Gübre Besleme Miktarının Etkisi

Disk üzerine akan gübre miktarındaki değişme, gübrenin kanatta kalma açısına ve bunun standart sapmasına etkilidir. Gübre miktarının artmasıyla gübrenin kanatta kalma açısının artmasının nedeni, diskin üzerine fazla miktarda gübre düşmesiyle disk dönü yönünün aksi yönünde gübrenin yelpaze şeklinde açılmasıdır.

2.1.5. Kanat Konum Açısının Etkisi

Kanatların radyale göre geri konuma alınmasıyla gübrenin kanatta kalış açısı azalmakta, fırlatılma açısı artmaktadır. Gübrenin kanatta kalış açısının azalması ise diski daha erken terk etmesini sağlamaktadır. Kanatların geriye doğru konumlandırılmasıyla gübrenin fırlatılma açısı artmakta, dolayısıyla fırlatılma hızı azalmaktadır. Bu durumda,

geriye doğru konumlandırılmış kanatlarda iş genişliği daha küçük olmaktadır. İleri konumlu kanatlarda ise gübrenin fırlatılma hızı dolayısıyla gübrenin dağıtılma genişliği büyük olmasına rağmen, gübre dağılımı daha düzensiz olmaktadır (Çarman 1988).

2.2. Gübrenin Havadaki Hareketi

Gübre danesinin düşme esnasında aldığı yatay uzaklık (Z) aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir (Srivastava *et al.* 1993):

$$Z = \frac{\ln(K.V.t + 1)}{K} \dots\dots\dots 2.16$$

Burada;

K : Hava direnç katsayısı (m^{-1})

t : Gübre danesinin y yüksekliğinden düşme zamanı (s)

V : Gübre danesinin yatay doğrultuda fırlatılma hızı (m/s)

Gübre danesinin y yüksekliğinden düşme zamanı ise aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır (Srivastava *et al.* 1993):

$$t = \frac{\ln \left[(2e^{2Ky} - 1) + \sqrt{(2e^{2Ky} - 1)^2 - 1} \right]}{2K \sqrt{\frac{g}{K}}} \dots\dots\dots 2.17$$

Burada;

y : Düşey doğrultu (m) (pozitif yön aşağı doğrudur)

g : Yerçekimi ivmesi (m/s^2)

Hava direnç katsayısı (K), gübre danesinin havadaki hareketini tanımlamada önemli bir parametre olup ya sürüklenme katsayısı ya da son hız yardımıyla hesaplanmaktadır.

2.2.1. Hava Direnç Katsayısının Sürüklenme Katsayısı Yardımıyla Hesaplanması

Hava direnç katsayısı aşağıdaki eşitlikle tanımlanmaktadır:

$$K = \frac{1}{2} C \rho_h \frac{A_p}{m} \dots\dots\dots 2.18$$

Burada;

- K : Hava direnç katsayısı (m^{-1})
 C : Sürüklenme katsayısı
 ρ_h : Havanın özgül kütlesi (kg/m^3)
 A_p : Gübre danesinin izdüşüm alanı (m^2)
 m : Gübre danesinin kütlesi (kg)

Gübre danesi küre kabul edilirse;

$$A_p = \frac{\pi d_p^2}{4} \dots\dots\dots 2.19$$

Bu terim eşitlik 2.18'de yerine konursa;

$$K = \frac{\pi}{8} C \rho_h \frac{d_p^2}{m} \dots\dots\dots 2.20$$

elde edilir.

Küre için;

$$m = \frac{\pi \rho_p d_p^3}{6} \dots\dots\dots 2.21$$

eşitliği dikkate alınırsa; hava direnç katsayısı,

$$K = \frac{3}{4} C \frac{\rho_h}{\rho_p d_p} \dots\dots\dots 2.22$$

eşitliğine dönüşür.

Burada;

d_p : Gübre danesi çapı (m)

ρ_p : Gübre danesinin özgül kütlesi (kg/m³)

Sürüklenme katsayısı dolaylı olarak Reynold sayısından elde edilmektedir (Mennel and Reece 1963).

$$R_e = \frac{d_p V_p \rho_h}{\eta_h} \dots\dots\dots 2.23$$

Burada;

R_e : Reynold sayısı

V_p : Gübre danesinin hızı (m/s)

η_h : Havanın dinamik viskozitesi (kg/m.s)

Reynold sayısıyla sürüklenme katsayısı arasında analitik bir bağıntı olmadığından, R_e ve C arasındaki ilişki diyagram, tablo ve yaklaşık eşitlikler şeklinde verilmektedir. Reynold sayısının büyüklüğüne göre C değerleri aşağıda verilmiştir:

$R_e < 0.1$ (laminar akış) için : $C = 24/R_e$ (Stokes yasası)

$0.1 < R_e < 2000$ (geçiş bölgesi) için : $C = 18.5 R_e^{-0.6}$

$R_e > 2000$ (türbülanslı akış) için : $C = 0.44$

Normal atmosfer koşulları için 1.15-1.25 kg/m³ arasında değişen havanın özgül kütlesi aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır:

$$\rho_h = \frac{29P_b}{8.314T_h} \dots\dots\dots 2.24$$

Burada;

P_b : Barometrik basınç (kPa)

T_h : Havanın mutlak sıcaklığı (K)

Havanın dinamik vizkozitesi, normal atmosfer koşullarında hemen hemen sabit olup 18.25×10^{-6} kg/m.s değerine eşittir.

2.2.2. Hava Direnç Katsayısının Son Hız Yardımıyla Hesaplanması

Havada düşmekte olan bir danenin hareketini tanımlayan diferansiyel eşitlik (Bernacki *et al.* 1972):

$$\frac{d^2V_F}{dt^2} = -KV_p^2 + g \left(\frac{\rho_p - \rho_h}{\rho_p} \right) \dots\dots\dots 2.25$$

şeklindedir. Eşitliğin sağ tarafındaki $\frac{\rho_p - \rho_h}{\rho_p}$ terimi tarımsal ürünler için ihmal edilir.

Bunun nedeni, havanın özgül kütlelerinin gübre danesinin özgül kütlelerinden çok küçük olmasıdır. Bu durumda eşitlik;

$$\frac{d^2V_p}{dt^2} = -KV_p^2 + g \dots\dots\dots 2.26$$

şekline dönüşür.

Serbest düşmede, danenin ivmesi hava direnci nedeniyle sifıra ulaşır ve dane sabit bir hızla düşmeye devam eder. Bu sabit hıza “son hız” denilmektedir. Başka bir anlatımla,

son hız danenin serbest düşmede ulaşabileceği maksimum hızdır. Hız sabit olduğu

durumda ivme ($\frac{d^2V_p}{dt^2}$) sifira eşit olacağından, eşitlik 2.26 aşağıdaki gibi yazılır:

$$0 = Kv_s^2 - g \dots\dots\dots 2.27$$

Buradan;

$$K = \frac{g}{v_s^2} \text{ elde edilir} \dots\dots\dots 2.28$$

Burada, v_s son hızdır.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmada kullanılmak üzere tasarlanan iki diskli tek üniteli savurma etkili dağıtma organı ve diğer materyaller ile denemelerin yapılmasında uygulanan yöntemler tanıtılmıştır.

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırmada Kullanılan Gübreler

Araştırmada, triple süperfosfat (TSP) ve %26 kalsiyum amonyum nitrat (CAN) gübresi kullanılmıştır. Bu gübrelerin hacim ağırlığı, nem içeriği ve yığılma açısı çizelge 3.1’de, dane büyüklük dağılımı ise çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kullanılan gübrelerin bazı özellikleri

Gübre özelliği	TSP	CAN
Hacim ağırlığı (kg/m ³)	1040	1100
Nem içeriği (%)	3.39	0.60
Yığılma açısı (derece)	34.73	28.11

Çizelge 3.2. Kullanılan gübrelerin dane dağılımı (%)

Elek çap aralıkları (mm)	TSP	CAN
<1.60	1.54	8.26
1.60-2.00	3.74	5.59
2.00-2.80	55.92	75.28
2.80-3.35	20.07	9.85
3.35-4.00	16.39	1.02
>4.00	2.34	-

3.1.2. İki Diskli Tek Üniteli Savurma Etkili Gübre Dağıtma Makinası

Bu araştırmada, daha büyük gübre dağılım genişliği ve buna bağlı olarak daha büyük efektif iş genişliği ve değişim sınırları, buna karşılık daha küçük varyasyon katsayısı (CV) değerleri elde etmek amacıyla iki diskli tek üniteli savurma etkili bir dağıtma organı tasarlanmış ve bu organı üzerinde taşıyan bir gübre dağıtma makinası prototipi geliştirilmiştir.

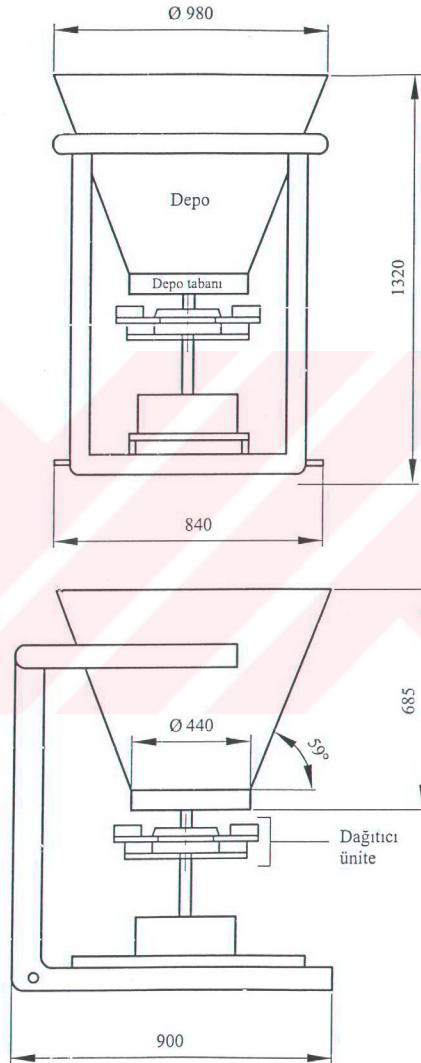
3.1.2.1. Gübre Dağıtma Makinasının Teknik Özellikleri

3.1.2.1.1. Genel Ölçüler ve Çatı

Araştırmada kullanılan makinanın perspektif görünüşü ve genel ölçüleri sırasıyla şekil 3.1 ve şekil 3.2'de gösterilmiştir. Çatı, gübre deposu ve hareket iletim sistemlerini üzerinde taşımaktadır. Çatının yapımında 76 mm çaplı boru malzeme, L profil ve sac malzeme kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Makinanın perspektif görünüşü



Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan iki diskli tek üniteli gübre dağıtma makinasının genel ölçüleri

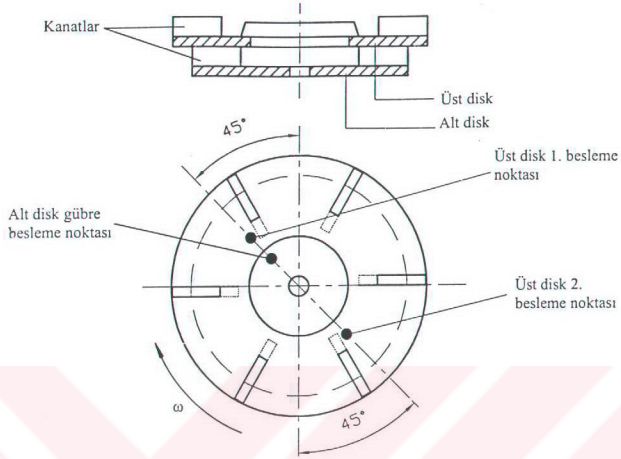
Çatı üzerinde, makinanın traktöre asılı olarak bağlanmasını sağlamak için, üç nokta askı sistemi yapılmıştır. Ayrıca, çatı üzerinde dağıtıcı organ tarafından fırlatılan gübrenin traktöre çarpmasını önlemek için çatının ön kısmına ve dağıtıcı disk ünitesinin seviyesinde traktör ilerleme yönüne dik olarak sacdan yapılmış 200x460 mm boyutlarında bir çarpma perdesi bulunmaktadır.

3.1.2.1.2. Depo

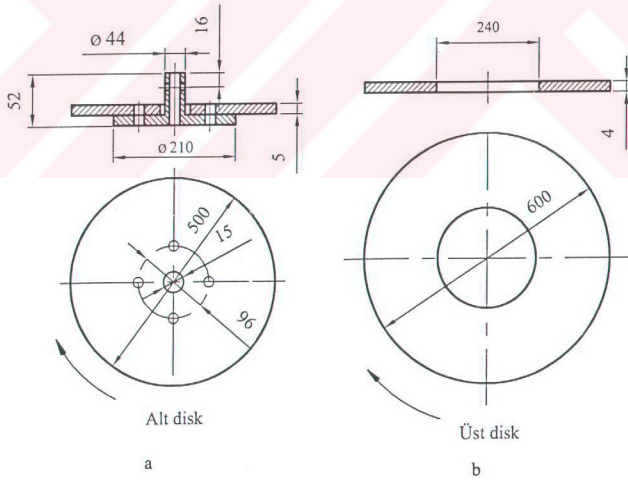
Gübre deposu 2.5 mm'lik sac malzemeden ters kesik koni şeklinde yapılmıştır. Ayrıca deponun alt kısmında her iki diske ayrı ayrı gübre akışını sağlamak için besleme orifislerini üzerinde taşıyan bir düzen bulunmaktadır. Bu düzen kendi eksenini etrafında döndürülebilir şekilde yapıldığından, aynı zamanda gübre besleme noktalarının açılabilir konumlarının ayarlanmasını da sağlamaktadır. Kapasitesi yaklaşık olarak 214 dm³ olan deponun genel ölçüleri şekil 3.2'de gösterilmiştir.

3.1.2.1.3. İki Diskli Tek Üniteli Savurma Etkili Dağıtma Organı

Araştırmanın amacına uygun olarak tasarlanan iki diskli tek üniteli savurma etkili dağıtma organı, birbiri üzerine monte edilen iki diskten oluşmaktadır (şekil 3.3). Altındaki disk düz, üstteki disk ise halka şeklindedir (şekil 3.4a ve şekil 3.4b). Halka şeklindeki üst disk, alt diskle aynı merkezli olarak, alt disk üzerinde bulunan altı adet kanadın her birine, tek noktadan somunlu cıvatarla bağlanmıştır. Alt disk ise bir flanşla dişli kutusu çıkış miline bağlanmıştır. Böylece dişli kutusundan hareket alındığında, aynı yönde ve aynı açılabilir hızla dönen iki diskli bir dağıtıcı organ elde edilmiştir. Alt disk ile üst diskin çapları farklı olduğundan farklı çevresel hızlarda dönmektedir.



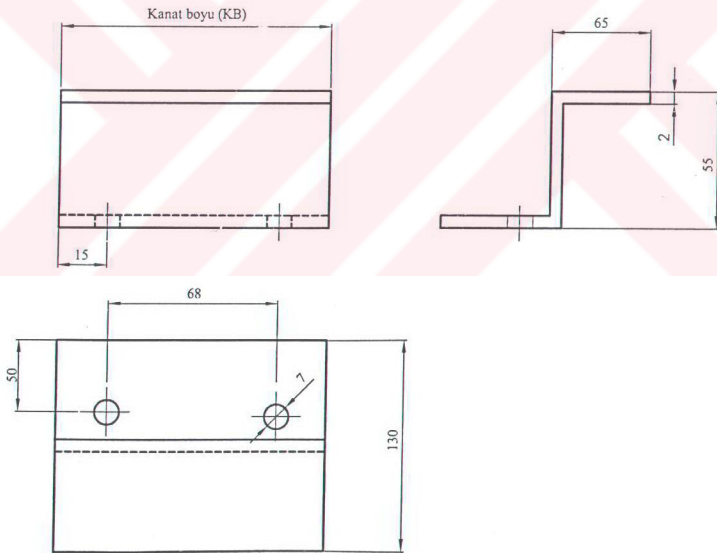
Şekil 3.3. İki diskli tek üniteli dağıtıcı organ



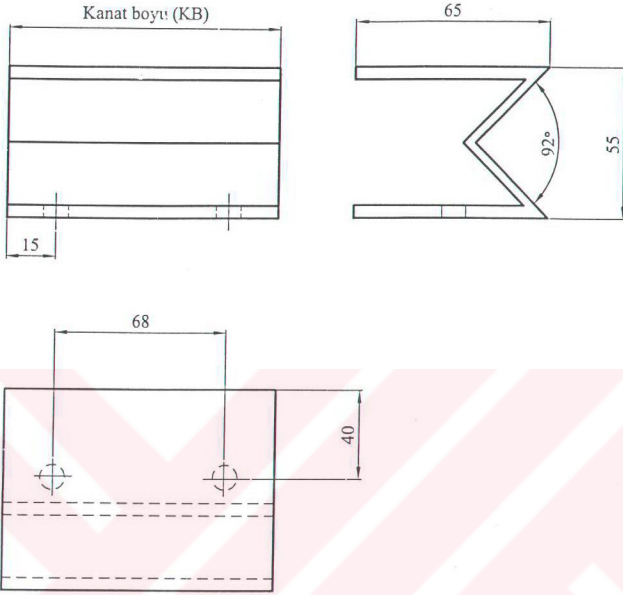
Şekil 3.4. İki diskli tek üniteli dağıtıcı organın diskleri (a: alt disk, b: üst disk)

3.1.2.1.4. Araştırmada Kullanılan Kanat Profilleri

Araştırmada köşeli profil ve sigma profil kanatlar kullanılmıştır. Kanat profillerinin seçiminde, kapalı formda olmalarından dolayı gübrenin diski kanat ucundan terk etmesi, açık profil kanatlara göre daha düzgün dağılımlar oluşturması ve gübreyi yatay yönde fırlatma yeteneklerinin iyi olması dikkate alınmıştır (Mennel and Reece 1963, Çarman 1988, Taşer 1988). Kanatlar 2 mm'lik sacdan presle bükülerek yapılmıştır. Her bir kanat tipi 100 mm ve 120 mm'lik iki uzunlukta imal edilmiştir. Kanatlar üst ve alt disk üzerinde, 100 mm, 120 mm ve 100 mm+120 mm olmak üzere üç farklı şekilde dizilerek kullanılmışlardır. Denemelerde kullanılan kanat profillerine ait ölçüler şekil 3.5 ve şekil 3.6'da gösterilmiştir.

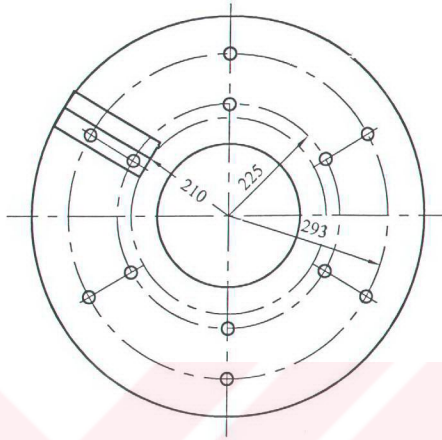


Şekil 3.5. Araştırmada kullanılan köşeli profil kanatlar

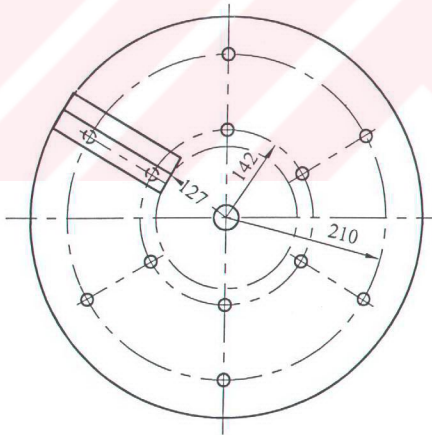


Şekil 3.6. Araştırmada kullanılan sigma profil kanatlar

Her bir disk üzerine altı adet kanat, eşit aralıklarla ve radyal olarak yerleştirilmiştir (şekil 3.7 ve şekil 3.8). Kanatlar diskler üzerinde bulunan deliklere M7'lik somunlu çelik cıvatalarla iki noktadan bağlanmıştır. Ayrıca üst disk, alt diske monte edilmiş kanatların üzerindeki deliklere yine M7'lik somunlu çelik cıvatalarla bağlanmıştır.



Şekil 3.7. Üst disk üzerindeki kanat konumları



Şekil 3.8. Alt disk üzerindeki kanat konumları

Üst ve alt diske radyal olarak yerleştirilen kanatların kanat boylarına bağlı olarak kanat dönme yarıçapları ve serbest yarıçaplar çizelge 3.3’de verilmiştir.

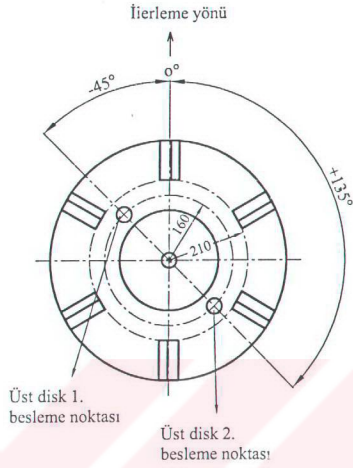
Çizelge 3.3. Kanat boylarına bağlı olarak kanat dönme yarıçapları

Kanat boyları (mm)	Kanat dönme yarıçapı (mm)		Serbest yarıçap (mm)	
	Üst disk	Alt disk	Üst disk	Alt disk
100	310	227	210	127
100+120	320	237		
120	330	247		

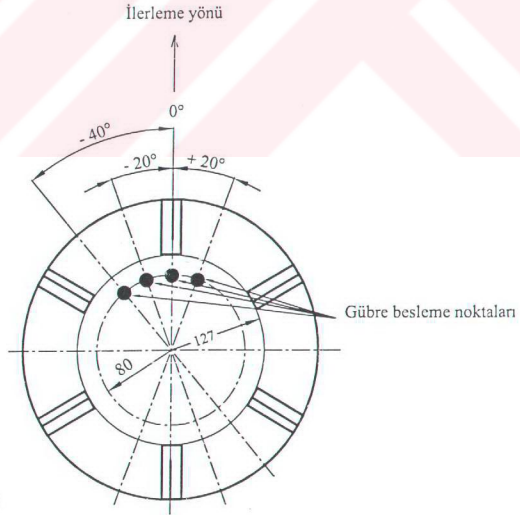
3.1.2.1.5. Gübre Besleme Orifislerinin Açısal Konum Ayar Düzeni

Bu araştırmada kullanılan iki diskli tek üniteli savurma etkili dağıtma organını oluşturan üst disk ve alt disk birbirlerinden bağımsız olarak beslenmektedir. Üst disk ve alt diski beslemek için depo tabanında daire şekilli orifisler kullanılmıştır. Bu orifisler, değiştirilebilir olacak şekilde 1.5 mm kalınlığındaki sac plakalara açılmıştır. Üst disk birbiriyle sabit 180⁰’lik açı yapan karşılıklı iki orifis ile beslenmektedir. Üst diski besleyen birinci orifisin açısal konumu -45⁰, ikinci orifisin ise +135⁰ olarak alınmıştır (şekil 3.9). Alt diskin beslenmesinde ise tek orifis, -40⁰, -20⁰, 0⁰ ve +20⁰ olmak üzere dört farklı açısal konumda kullanılmıştır (şekil 3.10). Makina ilerleme yönü açısı sıfır derece olarak kabul edilmiştir.

Denemelerde üst disk için farklı çaplarda iki orifis çifti, alt disk için tek çapta orifis, başka bir anlatımla üst disk için iki farklı debi, alt disk için ise tek debi kullanılmıştır. Üst disk için kullanılan daire şekilli orifislerin çapları 30 ve 38 mm, alt disk için kullanılan daire şekilli orifisin çapı ise 38 mm’dir.



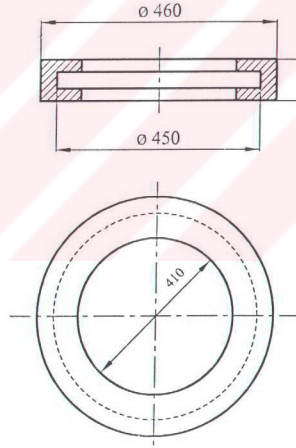
Şekil 3.9. Üst disk gübre besleme açısall konumları



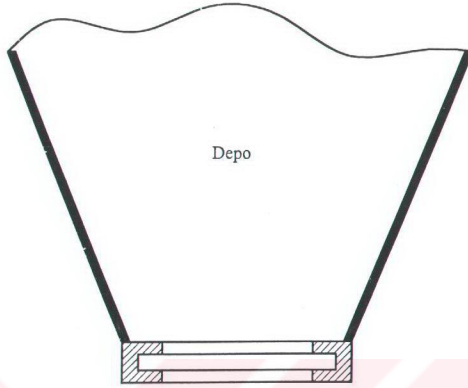
Şekil 3.10. Alt disk gübre besleme açısall konumları

Alt diski besleyen orifisin disk yüzeyiyle arasındaki yükseklik 180 mm olmasına rağmen, 76 mm çaplı bir boru kullanılarak besleme orifisi ile disk yüzeyi arasındaki yükseklik 20 mm'ye düşürülmüştür. Önal (1995) diskli gübre dağıtma makinalarında 50-200 mm düşme yüksekliği aralığında, gübrenin disk üzerine akışında önemli bir farklılık olmadığını bildirmektedir.

Üst ve alt diskin gübre besleme orifislerinin açısal konumlarının değiştirilebilmesi için depo tabanı kendi ekseninde döndürülebilir olarak yapılmıştır. Bunu sağlamak için $\sqsubset$ profili malzeme kullanılmıştır. $\sqsubset$ profili malzeme içten, presle kıvrılarak daire haline getirilmiştir (şekil 3.11). Bu daireSEL halka depo tabanına kaynakla sabitleştirilmiştir (şekil 3.12).

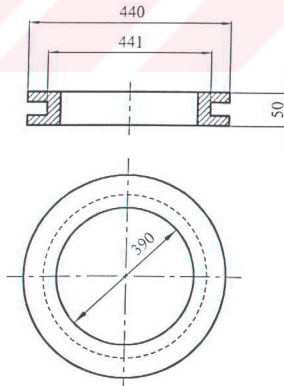


Şekil 3.11. Sabit depo taban halkası

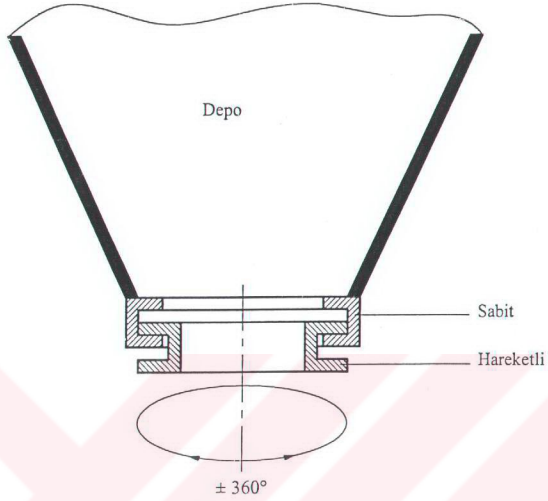


Şekil 3.12. Depo tabanına sabitleştirilmiş taban halkası

Yine aynı özellikteki malzeme bu kez dıştan presle kıvrılarak daire haline getirilmiştir (şekil 3.13). Şekil 3.13’de gösterilen daire şeklindeki halka diğer sabit halkaya geçirilmiştir. Böylece şekil 3.13’deki halkanın diğer halkanın içerisinde dairesel olarak hareket etmesi sağlanmıştır (şekil 3.14).

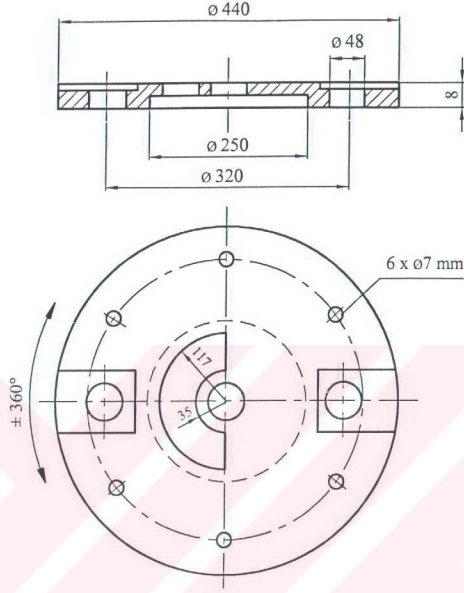


Şekil 3.13. Hareketli depo taban halkası



Şekil 3.14. Birleştirilmiş depo taban halkaları

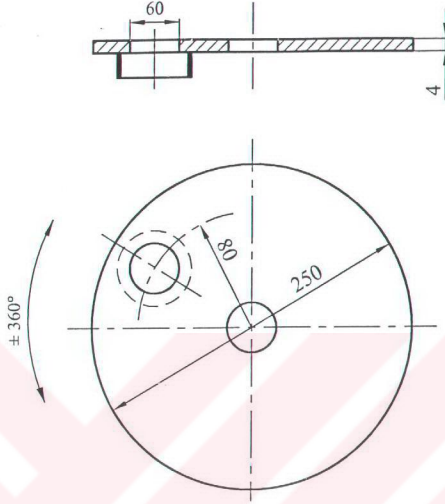
Hareketli olan halkaya aynı çapta, 8 mm kalınlığında ve üzerinde üst ve alt diske gübre akıtılacak orifislerin bulunduğu sac malzeme çevresel 6 adet M7'lik çelik somunlu cıvata ile bağlanmıştır. Bu sayede kendi eksenini etrafında kademersiz olarak döndürülebilen bir depo tabanı elde edilmiştir (şekil 3.15).



Şekil 3.15. Depo taban sacı

Hareketli olan bu depo tabanı üzerinde, üst diski besleyen orifis plakalarının yerleri ve alt diski besleyen orifisin yerleştirildiği disk bulunmaktadır.

Üst diski besleyen orifisler ile alt diski besleyen orifisin, açılal konumlarının birbirlerinden bağımsız olarak ayarlanabilmesi için alt diski besleyen orifis plakasının yer aldığı 4 mm kalınlığında ve 250 mm çapında sac malzeme kullanılmıştır (şekil 3.16).



Şekil 3.16. Alt diski besleyen orifis diski

Bu disk 8 mm kalınlığındaki depo taban sacının alt yüzeyine aynı merkezli olacak şekilde, diskin boyutlarına uygun olarak açılan yuvaya yerleştirilmiştir. Disk, yuva içerisinde $\pm 360^\circ$ kademersiz olarak döndürülebilmekte ve bu şekilde hem alt diske hem de üst diske akan gübrenin açısal konumu ayarlanabilmektedir.

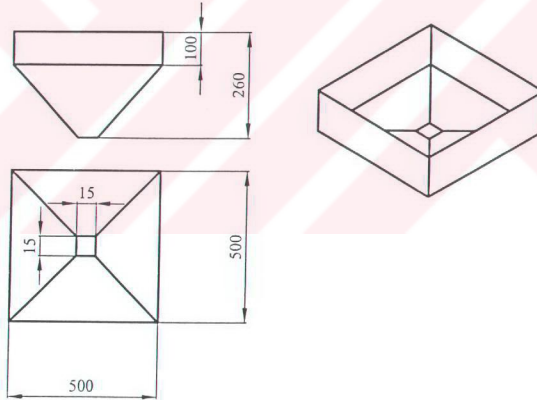
3.1.2.1.6. Hareket İletim Sistemi

Traktör kuyruk milinin dönü hareketi bir kardan mili ile transmisyon oranı 1/1 olan bir dişli kutusunun giriş miline, dişli kutusunda 90° yön değiştirilerek iki diskli dağıtıcı disk ünitesi miline iletilmektedir.

3.1.3. Araştırmada Kullanılan Toplama Kutuları

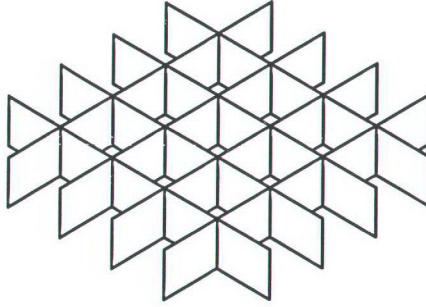
Denemelerde dağıtılan gübrelerin toplanması için TSE 2541 ve ASAE S241.2 standartlarında verilen değerler esas alınarak, 0.65 mm'lik sac malzemeden 500x500x100 mm boyutlarında yapılan kutulardan yararlanılmıştır (Anonymous 1996, Anonymous 1998).

Kutuların üst kısmı 500x500 mm boyutlarında ve 100 mm derinliğindedir. 100 mm'den sonra merkeze doğru dipte 15x15 mm boyutlarında açıklık kalacak şekilde kesik piramit haline getirilmiştir (şekil 3.17). Bu sayede toplama kutusu içerisine giren gübre daneleri dibe doğru eğimli piramit yüzeyden kayarak tabandaki açıklıktan toplama kutularını terk edebilmektedir. Gübrelerin toplama kutularını terk ettiği açıklığın altına yerleştirilen bir kap ile her bir toplama kutusuna gelen gübre toplanabilmektedir.



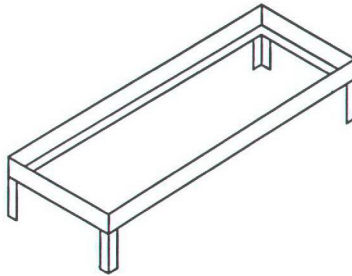
Şekil 3.17. Araştırmada kullanılan toplama kutusu

Kutuların içerisine düşen gübrelerin, kutuların iç kısımlarına çarparak dışarıya sıçramasını önlemek için 100x100x100 mm ölçülerinde karton petekler, kutuların içlerine yerleştirilmiştir (şekil 3.18). Denemelerde 50 adet toplama kutusu kullanılmıştır.



Şekil 3.18. Toplama kutusunun içerisine yerleştirilen karton petek

Toplama kutuları L profil demirinden yapılmış olan tezgahların üzerine dizilmiştir. Bu tezgahlar beş kısım olarak imal edilmiştir. Tezgahlardan dördünün boyu 6 m olarak yapılmıştır (şekil 3.19). Boyu 6 m olan her bir tezgaha 12 adet olmak üzere toplam 48 adet toplama kutusu yerleştirilmiştir. Tezgahların beşincisi ise üzerinden traktörün geçebilmesi için 1 m boyunda yapılmıştır. Bu beş tezgahtan boyu 1 m olan traktör ilerleme doğrultusunun üzerine, diğer dördü ikişer ikişer birbirlerine bitişik olacak şekilde, boşluksuz olarak traktör hareket doğrultusunun sağına ve soluna yerleştirilmiştir. Traktör tekerleklerinin geçeceği kısımlarda ise birer kutu genişliğinde boşluklar bırakılmıştır.



Şekil 3.19. Toplama kutularının yerleştirildiği tezgah

3.1.4. Araştırmada Kullanılan Ölçü Cihazları

Denemelerde çeşitli verilerin ölçümünde aşağıdaki cihazlar kullanılmıştır (çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Denemelerde kullanılan bazı ölçme cihazları

Ölçme cihazı	Ölçü aralığı	Hassasiyet	Kullanıldığı yer
Mekanik devir sayısı ölçme cihazı	0-9999 min ⁻¹	1 min ⁻¹	Traktör kuyruk mili devri ölçümü
Elektronik terazi	0-800 g	0.01 g	Toplama kutularına düşen gübrenin tartımı
Mekanik terazi	0-12 kg	5 g	Makina gübre debisinin ölçümü
Rüzgar hızı ölçme cihazı	0.4-40 m/s	-	Deneme ortamındaki rüzgar hızı ölçümü
Dijital sıcaklık ve bağıl nem ölçme cihazı	%10-%100 RH (-30 ⁰ C)-(+150 ⁰ C)	-	Deneme ortamındaki sıcaklık ve bağıl nem ölçümü
Frekans ayarlı elek sarsma cihazı	0-60 s	-	Gübrelerin elek analizinin yapılması

3.2. Yöntem

Bu araştırmada, Materyal bölümünde özellikleri verilen iki diskli tek üniteli savurma etkili dağıtma organından büyük efektif iş genişliği, geniş değişim sınırları ve küçük varyasyon katsayısı (CV) değerleri veren üst ve alt disk parametre kombinasyonlarının belirlenebilmesi için denemeler yapılmıştır. Triple süperfosfat (TSP) ve kalsiyum amonyum nitrat (CAN) gübreleri ile yapılan denemelerde, üst disk dağılım desenlerinin elde edilmesinde iki farklı kanat profili, üç değişik kanat boyu ve iki farklı gübre debisi; alt disk dağılım desenlerinin elde edilmesinde ise üst diskte kullanılan kanat profillerine ve kanat boylarına ek olarak, dört farklı gübre besleme konumu ve tek gübre debisi kullanılmıştır. Denemeler iki tekrürlü olarak yürütülmüştür.

Dağıtıcı organ Materyal bölümünde de açıklandığı gibi üst üste birbirine monte edilen ve aynı yönde dönen iki diskten oluşmaktadır. Bu iki diskten üstteki, gübreyi makina ilerleme yönünün soluna ve sağına dağıtmaktadır. Alttaki disk ise bilinen tek diskli bir gübre dağıtma ünitesi gibi çalışarak, üstteki diskin oluşturduğu dağılım deseninin arasını doldurmaktadır. Bu şekilde üst diskten elde edilen desenler ile alt diskten elde edilen desenler birleştiğinde, büyük bir dağılım deseni elde edilmektedir. Dağılım deseninin büyük olması üst diskin makina ilerleme yönünün solunda ve sağında oluşturduğu desenler arasındaki mesafelerin büyük olmasına bağlı olmaktadır. Bunu sağlamak için de, üst diskin gübreyi daha yüksek hızlarda diskten fırlatması gerekmektedir. Bunun için, hem üst diskin çapı büyük seçilmiş hem de farklı uzunlukta kanat boyları kullanılarak gübrenin diski farklı teğetsel hızlarda terk etmesi sağlanmıştır. Gübrenin diski terk ettiği noktanın disk merkezine olan uzaklığı arttıkça, gübrenin fırlatılma hızı da artmaktadır. Bu şekilde elde edilen geniş tabanlı dağılım desenlerinin, düzgün yüzeyli üçgen, oval ya da trapez görünümlü olmasını sağlamak amacıyla da farklı kanat profilleri ve uzunlukları, farklı debiler ve farklı gübre besleme noktaları kullanılmıştır.

Denemeler sırasında kıyaslanabilir sonuçların elde edilebilmesi için traktör kuyruk mili devri 540 min^{-1} , traktör ilerleme hızı 2.28 km/h , diskin yerden yüksekliği 650 mm

olarak sabit tutulmuştur. Denemeler sırasında diskin yataylığı sürekli olarak kontrol edilmiştir.

Denemelerde gübre deposunda sürekli olarak, ASAE standartlarına göre belirlenen depo kapasitesinin %40-50'si oranında daha önce kullanılmamış gübre bulunması sağlanmıştır (Anonymous 1998). Gübreler depoya konulmadan önce 4 mm'lik tel örgülü elekten geçirilmiştir. Bu şekilde, denemeler sırasında kullanılan gübrenin içerisinde, akıcılığı engelleyecek ve orifislerde tıkanmaya yol açacak toprak, taş vb istenmeyen maddelerin bulunması önlenmiştir.

Denemelerin yapıldığı ortamdaki rüzgar hızı sürekli olarak ölçülmüş ve ASAE standartlarında belirtilen 8 km/h değerinin üzerine çıktığında denemeler uygun şartlarda yenilenmiştir. Denemelerde ayrıca, ortamın sıcaklık ve bağıl nem değerleri de ölçülmüştür (Anonymous 1998).

3.2.1. Gübrelerin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

Araştırmada kullanılan gübrelerin fiziksel özelliklerinden dane büyüklük dağılımı, hacim ağırlığı, nem içeriği ve yığılma açısı belirlenmiştir.

Dane büyüklük dağılımının belirlenebilmesi için her bir gübreden alınan 100 gr'lık örnekler 1.6, 2.0, 2.38, 3.35, 4.0 mm'lik tel örgü eleklerle belirli sürelerde elenmiştir (Speelman 1979). Eleme işleminde frekans ve zaman ayarlı titreşim cihazı kullanılmıştır. Eleme işleminden sonra her bir elek üzerinde kalan gübre 0.01 g hassasiyetindeki elektronik terazi ile tartılmıştır. Ölçümler üç tekerrürlü yapılarak ortalaması alınmış ve dane büyüklük dağılımı belirlenmiştir.

Hacim ağırlığının belirlenebilmesi için her bir gübreden alınan örnek, hacmi bilinen silindirik bir kap içerisine yığın oluşturuncaya kadar doldurulmuştur. Gübrenin kap içerisine yerleşiminin sağlanabilmesi için bir süre beklenildikten sonra kap üzerindeki fazla gübre düzgün bir masterla sıyrılarak kap içerisinde bulunan gübre tartılmıştır.

Bulunan gübre ağırlığı kabın hacmine bölünerek kg/m^3 olarak hacim ağırlığı hesaplanmıştır. Ölçümler üç tekerrürlü yapılarak ortalaması alınmıştır.

Gübrelerin nem içeriğinin belirlenmesi amacıyla, her bir gübre için 50 g'lık üç gübre örneği alınmış ve bunlar 105°C sıcaklıktaki fırında 16 saat kurutulduktan sonra tartılarak, aşağıdaki eşitlik yardımıyla yaş ağırlık esasına göre nem içeriği (%nem) hesaplanmıştır :

$$\% \text{nem} = \frac{G_y - G_k}{G_k} \cdot 100 \dots\dots\dots 3.1$$

Burada;

G_y : Gübrenin kurumadan önceki ağırlığı (g)

G_k : Gübrenin kuru ağırlığı (g)'dir.

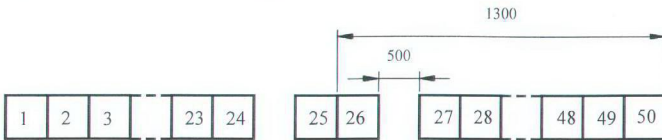
Yığılma açısının belirlenmesi için gübre yatay bir yüzey üzerine bir huniden yavaş bir şekilde dökülmüş ve dökülen gübre, yüzey üzerinde koni şeklini almıştır. Oluşan koninin yan yüzeyinin koni tabanıyla yaptığı açı ölçülerek gübrenin yığılma açısı belirlenmiştir (Önal 1995).

3.2.2. Dağılım Desenlerinin Belirlenmesi

Dağılım desenlerinin belirlenmesinde ASAE ve TSE deney standartları esas alınmıştır (Anonymous 1996, Anonymous 1998). Bu deney standartlarına göre, dağılım desenlerinin belirlenebilmesi için daha önce tanımlanan toplama kutuları kullanılmaktadır. Toplama kutuları traktör hareket eksenine dik doğrultuda birbirlerine bitişik olarak dizilmektedir. Traktör tekerleklerinin geçeceği kısımlarda yeterli genişlik oluşturacak şekilde boşluklar bırakılmaktadır. Traktör kutular üzerinden sabit bir hızda hareket ederken dağıtılan gübre kutulara birikmekte ve biriken gübreler tartılarak dağılım desenini oluşturan grafik elde edilmektedir.

Denemelerde bu standartlara uygun olacak şekilde 500x500 mm boyutlarında, piramit tabanlı toplama kutuları kullanılmıştır. Toplama kutuları, yere temas etmemesi için L profilinden yapılan tezgahların üzerine dizilmiştir. Toplama kutularının dizildiği bu tezgahlar, traktör ilerleme yönü ile 90^0 açı yapacak şekilde deneme alanına yerleştirilmiştir (şekil 3.20).

Makina tarafından toplama kutuları üzerinde tek geçişten sonra dağıtılan gübreler toplanarak ayrı ayrı tartılmış ve elde edilen tartım değerleri grafiklerle gösterilerek dağılım desenleri belirlenmiştir. Parish (1999) yaptığı çalışmada gübre dağıtma makinasının toplama kutuları üzerinden tek ve üç geçiş sonunda elde edilen desenler arasında fark olmadığını bildirmektedir.



Şekil 3.20. Toplama kutuları diziliş planı

Toplama kutularının diziliş planında görüldüğü gibi (şekil 3.20), 24-25 ve 26-27 nolu kutular arasında traktör tekerleğinin geçmesi için boşluklar bırakılmış ve bu boşluklara gelen gübreler toplanmamıştır. Bu boşluklara, boşlukların sağında ve solunda bulunan kutulara düşen gübrelerin ortalaması kadar gübre düştüğü kabul edilmiştir (Özmerzi 1974, Çarman 1988).

Makinanın çalıştırılmasında traktörün kuyruk mili devri el takometresi ile kontrol edilerek 540 min^{-1} 'e ayarlanmıştır. Makinanın dağıtıcı ünitesi yatay duruma getirilmiş ve yüksekliği 650 mm ayarlanmıştır. Ayrıca elektronik bir rüzgar hızı ölçme cihazı ile rüzgar hızı ölçülmüştür. Rüzgar hızının 8 km/h 'dan büyük olduğu durumlarda deneme yapılmamıştır. Makina, 540 min^{-1} kuyruk mili devrinde besleme açıklıklarından gübre akışı normal duruma gelinceye kadar belli bir süre çalıştırıldıktan sonra toplama kutuları üzerinden geçirilmiştir. Makinanın arkasında kalan kutulara gübrenin ulaşamayacağı mesafeye varıldıktan sonra traktör durdurulmuştur.

Toplama kutularında tek geçişten sonra toplanan gübreler, numune kaplarına boşaltılarak elektronik terazi ile tartılmıştır.

Denemelerde elde edilen üst disk, alt disk ve makina dağılım desenlerinin grafiklerinin çizilmesinde EXCEL programı kullanılmıştır. Grafiklerin çizilmesinde her bir dağılımda, toplama kutularında biriken gübre miktarlarının ortalaması hesaplanmış ve bu ortalama değer 100 kabul edilmiştir. Daha sonra her toplama noktasının ortalama sapmaları (%) hesaplanmış ve dağılım desenlerini gösteren grafikler çizilmiştir. Ortalamadan sapma değerlerinin (%) hesaplanması için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Anonymous 1996). Bu sayede, dağılım desenleri standart hale getirilerek, parametrelerinin karşılaştırılması sağlanmıştır (Özmerzi 1974).

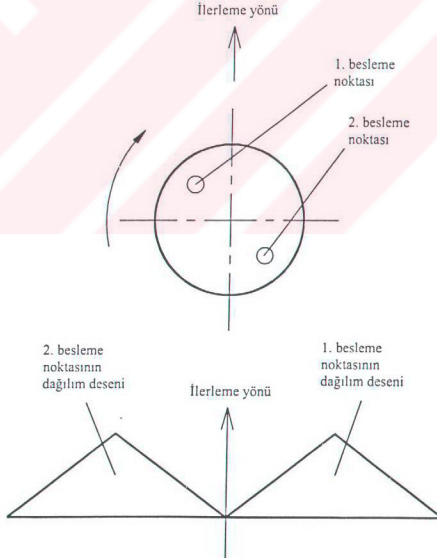
$$\text{Ortalamadan sapma (\%)} = \left(\frac{k \cdot 100}{G_T} \right) G_i \dots \dots \dots 3.2$$

Burada;

- k : Kullanılan kutu sayısı (adet)
 G_T : Bütün kutularda toplanan gübre miktarı (g)
 G_i : Her bir kutuda toplanan gübre miktarı (g)

3.2.2.1. Üst Disk Dağılım Desenlerinin Belirlenmesi

Materyal bölümünde özellikleri verilen üst disk birbirine simetrik iki orifisten akan gübre ile beslenmiştir. Bu iki orifisin merkezlerinden geçen doğrunun makina ilerleme yönü ile yaptığı açı 45° olarak belirlenmiştir. Bu açı yapılan ön denemelerden dağıtılan gübrenin traktörün arkasına gelmemesini sağlayan açı olarak belirlenmiştir. Üst disk iki ayrı orifisten beslenerek şekil 3.21'de görüldüğü gibi bir dağılım deseni oluşturması sağlanmıştır.



Şekil 3.21. Üst disk dağılım deseni

3.2.2.2. Alt Disk Dağılım Desenlerinin Belirlenmesi

Alt diske ait dağılım desenlerinin elde edilmesinde, üst diskte kullanılan kanat boyları (KB) ve kanat profillerine (KP) ek olarak dört ayrı gübre besleme noktası kullanılmıştır.

Yukarıda sıralanan parametrelerin etkisi altında her bir gübre için 24 adet olmak üzere toplam 48 adet alt disk dağılım deseni elde edilmiştir. Ayrıca her bir deneme iki tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Burada alt disk tipik bir tek diskli gübre dağıtma makinası gibi çalışmaktadır. Fakat bu çalışmanın özelliği gereği alt diskten elde edilen desen makinanın dağılım deseni değildir. Bu desen üst diskten elde edilen iki desenle birleştirilerek makinanın dağılım desenini oluşturacaktır. Dolayısıyla bu desen, üst disk dağılım desenleri ile birleştirildiğinde, dağıtıcı ünitenin istenilen performansı sağlaması yönünden, düzgün yüzeyli, üçgen, oval ya da trapez görünümlü olmalıdır.

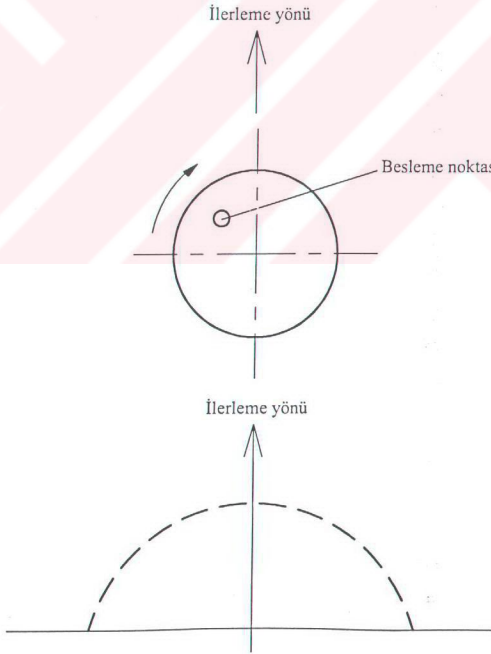
Alt disk dağılım desenlerinin, simetrik olmayan üst disk dağılım desenleri ile birleştğinde birbirlerini tamamlayarak simetrik desenler oluşturabilmesi için, dört farklı gübre besleme noktası açısız konumu ve üç farklı kanat boyu kullanılmıştır. Farklı kanat boyları ve farklı gübre besleme noktaları, diğer parametreler sabit olduğunda, gübrenin diski farklı noktalardan terk etmesine, dolayısıyla %sol ve %sağ değerlerine, başka bir deyişle, dağılımın simetrikliğine etki etmektedir.

Alt diskte kullanılan farklı kanat boyları, üst diskten elde edilen çift tepeli dağılım desenlerinin ortasını doldurmak için, farklı taban genişliklerine sahip desenlerin elde edilmesini sağlamaktadır. Diğer parametreler sabit olduğunda kanat boylarının değişmesi fırlatma hızını değiştireceğinden, gübrenin diskten farklı mesafelere dağıtılması sağlanacaktır. Bu durumda farklı taban genişliklerine sahip desenler ortaya çıkacaktır.

Alt diskten elde edilen dağılım desenlerinin çift tepeli bir görünümde olmasını engellemek amacıyla bu disk için tek gübre besleme açıklığı kullanılmıştır (Yıldız 1985).

Gübre tiplerine bağlı olarak dağılım desen şekillerini karşılaştırmak amacıyla, aynı kombinasyonlarda TSP ve CAN gübrelerinin grafikleri birlikte verilmiştir. Ayrıca, dağılım desenlerinin hem kendi içerisinde hem de kombinasyonlar arasında standart bir karşılaştırma yapmak için, toplama kutularında biriken gübre miktarları ortalama değerden sapmanın %'si olarak gösterilmiştir (Özmerzi 1974).

Alt disk tek orifis ile beslenerek şekil 3.22'de görüldüğü gibi bir dağılım deseni oluşturması sağlanmıştır.

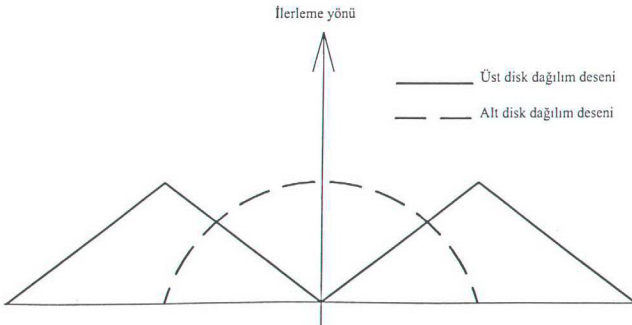


Şekil 3.22. Alt disk dağılım deseni

3.2.2.3. Dağıtıcı Organın Dağılım Desenlerinin Belirlenmesi

Üst ve alt diskten elde edilen dağılım desenlerinin EXCEL programı kullanılarak her bir gübre için birleştirilmesiyle, iki diskli tek üniteli savurma etkili dağıtma organının dağılım deseni belirlenmiştir (şekil 3.23). Bu sayede dağıtıcı organın dağılım desenlerinin değerlendirilmesinde, etkilerin hangi diskten kaynaklandığı noktasında değerlendirmeler yapılabilmiştir. Bolu (1977) yaptığı bir çalışmada aynı yöntemi kullanmıştır. Birbirinin tersi yönünde dönen iki diskli bir dağıtıcı organı tek atışlı olarak deneyerek dağıtıcı organın dağılım desenini belirlemiştir. Galili et al. (1988) da dikey konumlu santrifüj etkili bir dağıtıcı organın dağılım desenlerini belirledikleri araştırmalarında benzer yöntemi kullanmışlardır. Dağıtıcı organın ilerleme yönüne göre sadece bir tarafına gübre dağıtılmış ve dağıtılan gübreler miktar olarak belirlenmiştir. Daha sonra dağıtıcı organ merkezleri arasındaki mesafe 1 m kabul edilerek, dağıtıcı organın iki taraflı tam dağılım desenleri ve bu dağılım desenlerine ait optimum iş genişlikleri ve varyasyon katsayıları hesaplanmıştır.

Dağılım desenlerinin birleştirilmesi, üst ve alt diskten dağıtılan ve aynı numaralı kutuda biriken gübre miktarları toplanarak yapılmıştır. Hem üst disk hem de alt disk dağılım desenlerinin belirlenmesinde toplama kutuları devamlı sabit olarak kalmış ve traktör tüm denemelerde aynı çizgi üzerinde hareket ettirilmiştir.

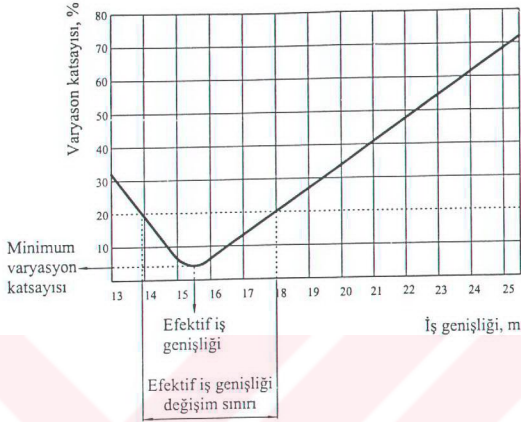


Şekil 3.23. Dağılım desenlerinin birleştirilmesi

Üst disk ve alt diskten elde edilen dağılım desenlerinin birleştirilmesiyle makinanın dağılım deseni elde edilmiştir. Bu dağılım desenleri ileri-geri (İG) ve dönerek (D) çalışma yöntemlerine göre değerlendirilerek, dağılım düzgünlüğünün ifadesinde kullanılan varyasyon katsayısı (CV), efektif iş genişliği ve değişim sınırları yönünden değerlendirmeler yapılmıştır.

3.2.3. Efektif İş Genişliği ve Değişim Sınırlarının Belirlenmesi

Efektif iş genişliği ve değişim sınırlarının belirlenebilmesi için EXCEL programından yararlanılmıştır. Bunun için ileri-geri (İG) ve dönerek (D) çalışma yöntemlerine göre dağılım genişliğinin yarısından başlayarak, her iki taraftan birer kutu genişliğinde dış doğru kaydırılarak, en son örtmenin gerçekleştirildiği en dış noktadaki kutuya kadar değişen 26 farklı örtme durumuna ait dağılımların, farklı iş genişlikleri için varyasyon katsayılarının hesaplanması yapılmıştır. Varyasyon katsayısının minimum olduğu örtme payında makina eksenleri arasındaki uzaklık, efektif iş genişliği olarak tanımlanmaktadır. Diskli gübre dağıtma makinalarının gübre dağılım düzgünlüklerini değerlendirebilmek için, dağılım desenlerinin birbirlerini örtmesinden sonraki enine gübre dağılımına ait varyasyon katsayısının (CV) kabul edilebilir üst sınırı %20 olarak bildirilmektedir (Glower and Baird 1973, Özmerzi 1974, Önal ve Tozan 1984, Parish 1999). Diskli gübre dağıtma makinalarının iş genişlikleri arttıkça dağılım düzgünlükleri bozulmaktadır (Erol ve Özmerzi 1977, Önal ve Tozan 1984, Parish and Chaney 1985). Başka bir deyişle, değişik örtme paylarında, %20 varyasyon katsayısının altındaki iş genişliğinin değişim sınırları dar aralıklardadır. Bu durum, operatörün tarlada çalışması sırasında, iş genişliğinin yanlış seçilmesi veya örtmenin yanlış yerden yapılması, varyasyon katsayısının %20'nin üzerine çıkmasına, dolayısıyla dağılım düzgünlüğünün bozulmasına yol açmaktadır (Erol ve Özmerzi 1977). Bu durumda, dağılım düzgünlüklerinin bozulmasından dolayı hem bitki istekleri hem de gübrenin etkin kullanılmaması yönünden olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, dağıtıcı organın efektif iş genişliklerinin değişim sınırlarının büyük olması istenen özelliklerdendir. Minimum varyasyon katsayısı, efektif iş genişliği ve değişim sınırları örnek bir şekil üzerinde gösterilmiştir (şekil 3.24).



Şekil 3.24. Efektif iş genişliği, minimum varyasyon katsayısı ve efektif iş genişliği değişim sınırı

Bu araştırmanın bir istatistiksel temele dayanması ve hesaplamaların kolay olması nedeniyle, dağılım düzgünlüğünün değerlendirilmesinde varyasyon katsayısı eşitliğinden yararlanılmıştır. Düzgün dağılımın kabul edilebilir üst sınırı olarak %15 değeri alınmıştır. Gübre dağıtma makinalarının enine gübre dağılım düzgünlüklerinin belirlenmesinde varyasyon katsayısı eşitliği kullanılmaktadır (Speelman 1979, Anonymous 1996, Anonymous 1998) :

$$\text{Varyasyon katsayısı (CV)} = \left(\frac{S}{\bar{X}} \right) \cdot 100$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_T} (X_i - \bar{X})^2}{n_T - 1}} \dots\dots\dots 3.3$$

Burada;

S : Örtmeli gübrelemeden sonra kutularda biriken gübre miktarlarının standart sapması

$\bar{X}$: Örtmeli gübrelemeden sonra kutularda biriken ortalama gübre miktarı (g)

X_i : Örtmeli gübrelemeden sonra her bir kutudaki gübre miktarı (g)

n_T : Örtmeli gübrelemeden sonra toplama kutusu sayısı

Varyasyon katsayısının küçük olması makinanın fonksiyonel yönden iyiliğini göstermektedir. Etketif iş genişliğinin büyük olması, makinanın iş veriminin yüksek olmasını sağlamaktadır. Etketif iş genişliği değışim sınırlarının büyük olması ise, iş genişliğinin yanlış seçilmesi ve örtmenin yanlış yerden yapılması ya da sürücü hatalarından dolayı doğru seçilen örtme payının zamanla değışmesinden dolayı elde edilen dağılım düzgünlüğünün bozulmasını engellemektedir.

3.2.4. Gübreleme Normunun Belirlenmesi

Gübreleme normu, makinanın besleme açıklığından birim zamanda atılan gübre miktarı, etketif iş genişliği ve makinaı çalıştıran traktörün ilerleme hızı belirlendikten sonra aşğıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Anonymous 1996):

$$Q = \frac{60.M}{B_e.V_m} \dots\dots\dots 3.4$$

Burada;

Q : Gübreleme normu (kg/da)

M : Birim zamanda atılan gübre miktarı (kg/min)

B_e : Etketif iş genişliği (m)

V_m : Traktörün ilerleme hızı (km/h)'dır.

Birim zamanda atılan gübre miktarının belirlenebilmesi için, makinanın diskleri sökülüş ve orifislerin altına yerleştirilen bir toplama kabına, gübre 1 dakika süre ile akıtılmıştır. Toplama kabında biriken gübre tartılarak kg/min olarak birim zamanda atılan gübre miktarı bulunmuştur. Birim zamanda atılan gübre miktarı her bir gübre için üç tekerrürlü olarak yapılmış ve ortalaması alınmıştır. Efektif iş genişliği olarak, ileri-geri ve dönerek çalışma yöntemi için dağılım desenlerinin bilgisayarda değerlendirilmesi sonucu bulunan değerler alınmıştır. Diskli gübre dağıtma makinasını çalıştıracak olan traktörün ilerleme hızı, tarla yüzey şartlarına bağlı olarak 5-12 km/h arasında değişmektedir (Mutaf 1984). Gübreleme normunun hesaplanmasında, normal tarla şartlarında uygulanan 8 km/h'lık traktör ilerleme hızı seçilmiştir.

3.2.5. Denemelerin Düzenlenmesi ve Bulguların Değerlendirilmesi

Denemelerde kontrollü değişken olarak seçilen parametreler çizelge 3.5'de görüldüğü gibi gruplandırılmıştır. Denemeler sırasında dağılım düzgünlüğünü etkileyen diğer parametrelerin şekil ve ölçüleri literatür bilgilerine uygun olarak seçilmiştir.

Denemelerde üst disk için seçilen parametrelerin meydana getirdiği kombinasyonlardan dolayı toplam 24 deneme, alt disk için ise toplam 48 deneme yapılmıştır. Ayrıca denemeler iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Dağıtıcı ünitenin dağılım desenlerini ortaya çıkarmak için üst disk ve alt diskten elde edilen dağılım desenleri gübre tiplerine bağlı olarak birleştirilerek, makina dağılım desenleri elde edilmiştir. Bu şekilde her bir gübre tipi için 288 adet olmak üzere toplam 576 adet makina dağılım deseni elde edilmiştir. Makinanın performansını ve çalışmanın amacına yönelik sonuçların elde edilip edilmediğini belirlemek için her bir dağılım deseni ileri-geri ve dönerek çalışma yöntemine göre değerlendirilerek, minimum varyasyon katsayıları (CV), efektif iş genişlikleri ve değişim sınırları belirlenmiştir.

Çizelge 3.5. Denemelerde kontrollü değişken olarak seçilen parametreler

Kontrollü değişken olarak seçilen parametreler	Parametrelerin gösterilişleri	Parametrelerin karşılıkları	
		Üst disk	Alt disk
Kanat boyu (mm)	1. KB1	100	100
	2. KB2	120	120
	3. KB3	100+120	100+120
Kanat profili tipi	1. KP1	Köşeli	Köşeli
	2. KP2	Sigma	Sigma
Gübre debisi (kg/min)	1. M1 (Orifis çapı: 38 mm)	TSP: 31.90 CAN: 36.08	TSP: 15.95
	2. M2 (Orifis çapı: 30 mm)	TSP: 19.52 CAN: 24.18	CAN: 18.23
Gübre besleme açıklığının ilerleme yönüne göre konumu (derece)	1. BK1	-45 ⁰ /+135 ⁰	-40
	2. BK2		-20
	3. BK3		0
	4. BK4		+20
Gübre tipi	1. Triple süper fosfat (TSP)		
	2. Kalsiyum amonyum nitrat (CAN)		

Besleme noktaları -40^0 ve $+20^0$ olan alt disk dağılım desenlerinin üst disk dağılım desenleri ile birleştirilmesinden oluşan makina dağılım desenlerinin tamamında, CV değerleri kabul edilebilir üst sınır olan %20'nin altına düşmediğinden, araştırma sonuçlarında bu desenlere yer verilmemiştir. Bu durumda her bir gübre tipi için 144 adet olmak üzere toplam 288 makina dağılım deseni değerlendirmeye alınmıştır. Her bir

üst ve alt disk kombinasyonundan iki farklı gübre ile elde edilen bu dağılım desenleri aynı grafiklerle gösterilerek, gübre tipinin dağılım desenlerine etkileri ortaya konulmuştur.

Elde edilen makina dağılım desenleri ileri-geri ve dönerek çalışma şartları dikkate alınarak dağıtma genişliğinin yarısından başlamak üzere en dışta bulunan toplama kutusuna kadar değişen farklı örtme paylarında elde edilen dağılımların varyasyon katsayıları (CV), EXCEL programı yardımıyla hesaplanmıştır. İş genişliğine bağlı olarak dağılım düzgünlüğünün gösterge değeri olan varyasyon katsayısının (CV) değişimi, ileri-geri ve dönerek çalışma yöntemi için aynı grafikler üzerinde gösterilerek, her iki çalışma yöntemi için desenler arasındaki farklılık ortaya konmuştur.

Seçilen besleme açıklıklarında makinanın birim zamanda attığı gübre miktarı belirlenerek çizelgede verilmiştir.

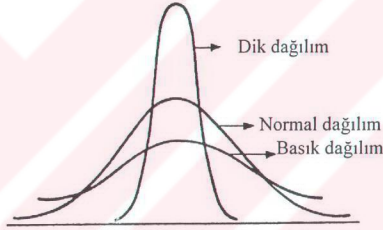
İleri-geri ve dönerek çalışma yöntemine göre varyasyon katsayısı %15'den küçük olan dağılım desenlerinin, hesaplanan efektif iş genişlikleri, minimum varyasyon katsayıları, gübreleme normları, ortalama gübre miktarına göre (100) minimum ve maksimum % gübre miktarı değerleri ve makina ekseninin soluna ve sağına biriken % gübre oranları (sol/sağ) çizelgelerde gösterilmiştir.

3.2.6. Örtmeli Gübrelemeden Sonra Dağılım Desenindeki %sol/sağ Oranlarının ve Minimum-Maksimum % Gübre Miktarlarının Belirlenmesi

Gübre dağılım desenlerinin örtmeli gübrelemeden sonra, makina hareket eksenine göre sol ve sağ tarafa dağıtılan gübre miktarları arasındaki fark %4'ü geçmemelidir (Önal, 1995). Dağılım desenlerinin sol ve sağ tarafındaki gübre miktarları ayrı ayrı toplanmış, elde edilen değerler toplam gübre miktarına oranlanarak dağılım desenlerinin sol ve sağ tarafındaki gübre oranları (%sol/%sağ) belirlenmiştir. Örtmeli gübrelemeden sonra makina eksenleri arasında kalan toplama noktalarındaki gübre miktarları ortalama sapmanın %'si olarak hesaplanmış ve bu değerler arasında ortalama gübre miktarına (100) göre minimum ve maksimum olan % gübre miktarları belirlenmiştir.

3.2.7. Üst Disk Dağılım Desenlerinde Tepeli Kısımlara Ait Basıklık Değerlerinin Belirlenmesi

Üst disk dağılım desenlerindeki tepeli kısımların dikliklerinin daha iyi değerlendirilmesi için, ortalamadan sapma değerleri dışında, dağılım desenlerinin makina eksenine sağına ve soluna göre basıklık değerleri (B_{sol} , $B_{sağ}$) de hesaplanmıştır. Basıklık değeri (B_s) dağılımın normal, basık ya da dik dağılım olduğunu belirlemek için kullanılmaktadır. Basıklık değerinin sıfıra eşit olması dağılımın normal, negatif olması dağılımın basık ve pozitif olması ise dağılımın dik olduğunu belirtmektedir. Bu dağılım türleri şekil 3.25'de gösterilmektedir. Basıklık değerinin hesaplanması için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Arıcı 1993).



Şekil 3.25. Basıklık değerine göre dağılım türleri (Arıcı 1993)

$$B_s = \frac{\sum (G_i - \bar{P})^3 / k}{S_D} - 3 \dots\dots\dots 3.5$$

Burada;

G_i : Dağılım deseninde her bir kutudaki gübre miktarı (g)

$\bar{P}$: Dağılım desenine ait ortalama gübre miktarı (g)

k : Kullanılan kutu sayısı (adet)

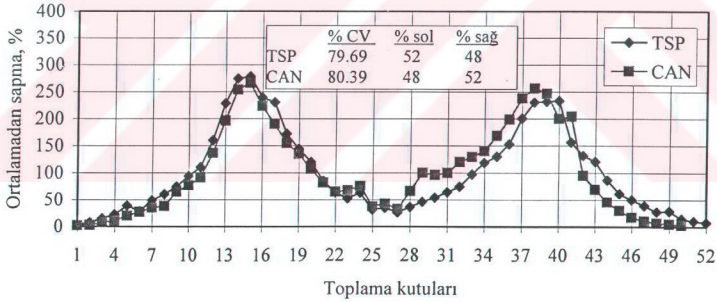
S_D : Dağılım deseninin standart sapması

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

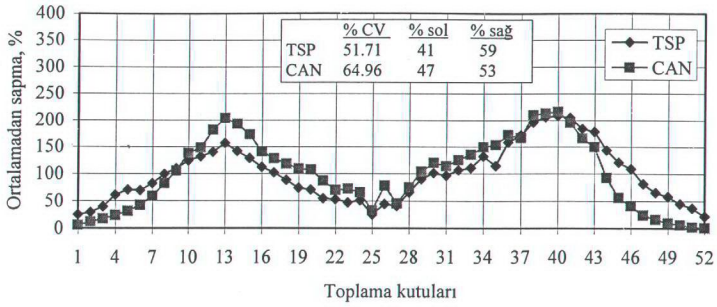
Bu bölümde, araştırmada kullanılan iki diskli tek üniteli savurma etkili dağıtıcı organın üst diskinden ve alt diskinden, incelenen parametrelerin etkisi altında, elde edilen dağılım desenleri ve bu dağılım desenlerinin, kullanılan gübre tiplerine bağlı olarak birleştirilmesiyle elde edilen dağıtıcı organ dağılım desenleri verilmiştir.

4.1. Üst Disk Dağılım Desenleri

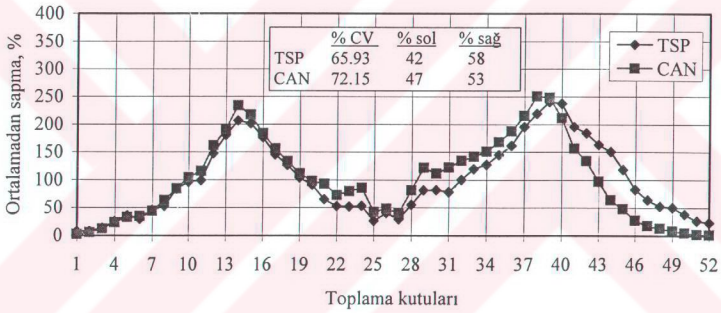
Denemeler sonucunda, üst diskten her bir gübre için 12 adet olmak üzere toplam 24 adet dağılım deseni elde edilmiştir. Bu dağılım desenlerine ait grafikler şekil 4.1-şekil 4.12'de gösterilmiştir. Bu şekillerde, aynı parametre kombinasyonlarında TSP ve CAN grafikleri birlikte düzenlenmiştir.



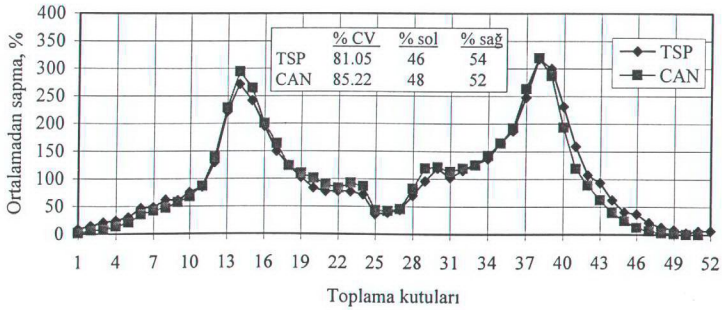
Şekil 4.1. KB1-KP1-M1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



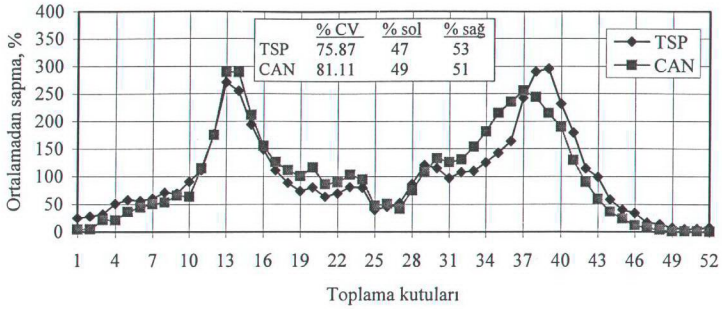
Şekil 4.2. KB2-KP1-M1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



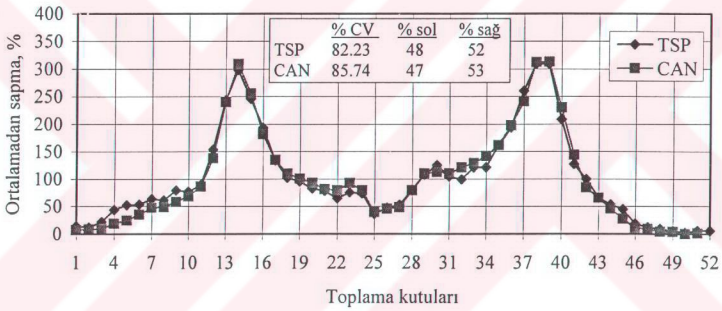
Şekil 4.3. KB3-KP1-M1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



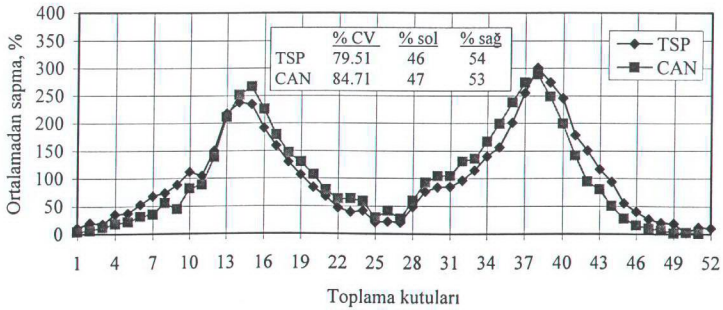
Şekil 4.4. KB1-KP2-M1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



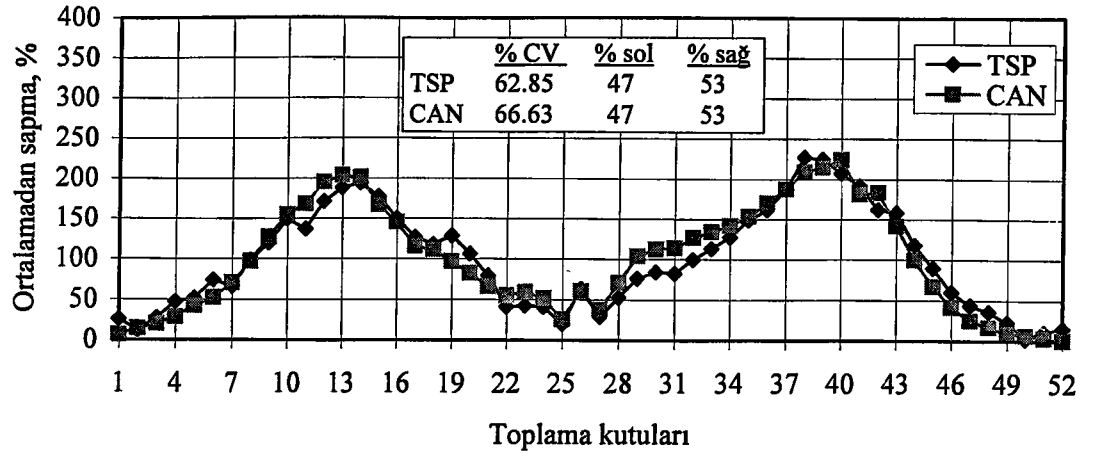
Şekil 4.5. KB2-KP2-M1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



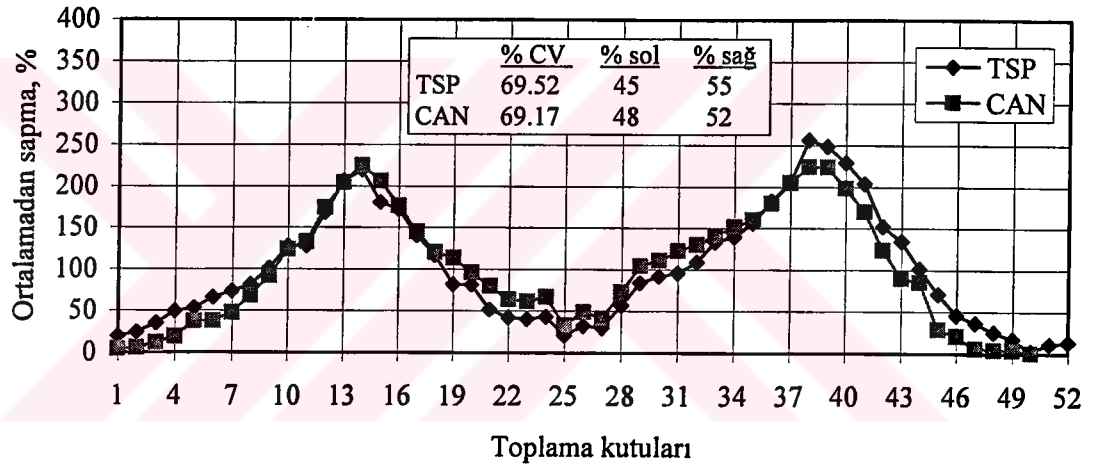
Şekil 4.6. KB3-KP2-M1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



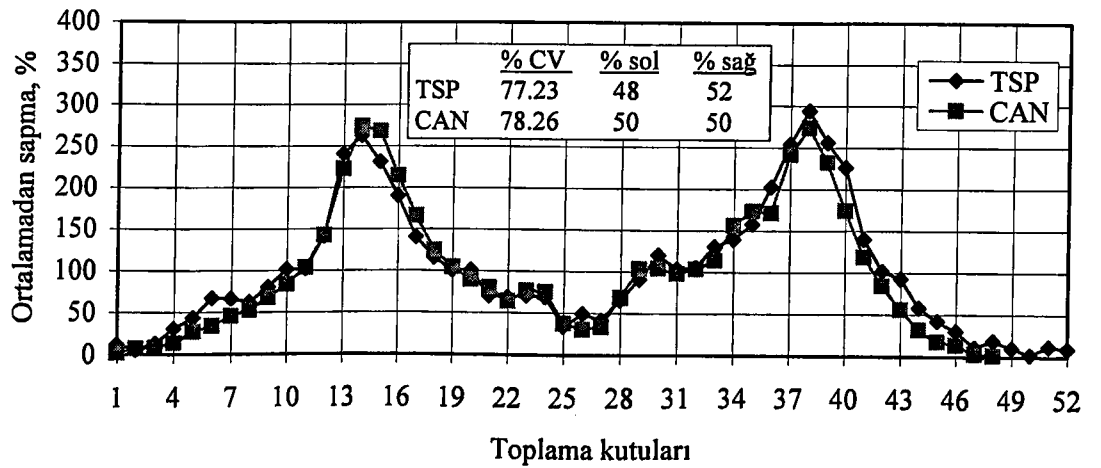
Şekil 4.7. KB1-KP1-M2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



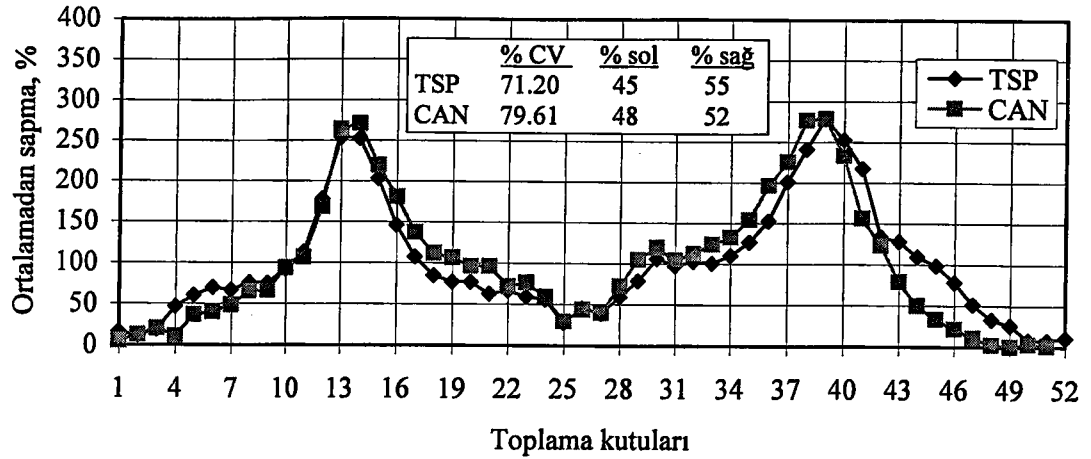
Şekil 4.8. KB2-KP1-M2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



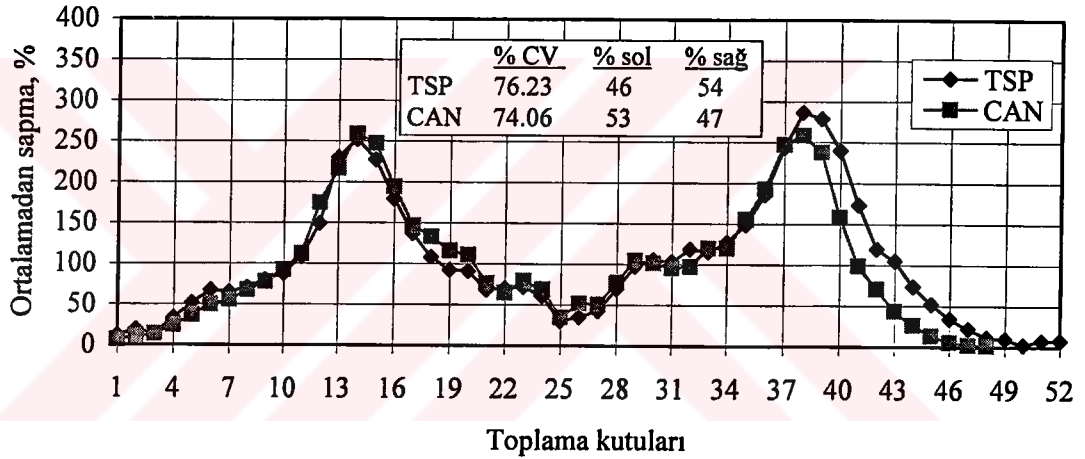
Şekil 4.9. KB3-KP1-M2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



Şekil 4.10. KB1-KP2-M2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



Şekil 4.11. KB2-KP2-M2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



Şekil 4.12. KB3-KP2-M2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri

Dağılım desenleri incelendiğinde, Yöntem bölümünde belirtildiği gibi, ilerleme yönünün solunda ve sağında gübre birikimi sağlanacak şekilde, çift tepeli dağılım desenlerinin elde edildiği görülmektedir. Bu dağılım desenleri, alt diskten elde edilen dağılım desenleri ile birleştirildiğinde, dağıtıcı ünitenin dağılım deseni ortaya çıkacaktır. Sonuçta, elde edilecek dağılım desenlerinin üçgen, oval ya da trapez görünümlü ve düzgün yüzeyli olması, dağıtıcı ünitenin başarısı yönünden istenen özelliklerdir. Bu bakımdan istenilen tarzda çift tepeli dağılım desenlerinin elde edilmesine rağmen, bu desenlerin düzgün yüzeyli ve tepeli kısımların normal dağılıma göre daha dik olup olmaması, alt disk dağılım desenleri ile birleştirildiğinde elde edilecek dağılım deseninin görünümünü değiştirecektir. Buna karşılık üst diskten elde edilen dağılım desenleri, tam

simetrik bir görünümde olmasalar bile, simetrik olmayan alt disk dağılım desenleri ile birleştirildiğinde birbirlerini tamamlayarak, sonuçta simetrik görünümlü dağılım deseni oluşturabilirler.

Genel olarak, üst disk dağılım desenleriyle ilgili şekil 4.1-4.12 incelendiğinde, aynı kombinasyonlarda iki farklı gübre ile elde edilen dağılım desenleri arasında belirgin farklılıkların bulunmadığı görülmektedir. TSP gübresi için %sol ve %sağ değerleri arasındaki farkın en büyük olduğu kombinasyon %41/%59 değerlerini veren KB2-KP1-M1 (şekil 4.2) kombinasyonu ve en küçük olduğu kombinasyonlar ise %52/%48 değerlerini veren KB1-KP1-M1 (şekil 4.1) kombinasyonu ile %48/%52 değerlerini veren, KB3-KP2-M1 (şekil 4.6) ve KB1-KP2-M2 (şekil 4.10) kombinasyonlarıdır. CAN gübre için ise %sol ve %sağ değerleri arasındaki farkın en büyük olduğu kombinasyon KB3-KP2-M2 (şekil 4.12) ve en küçük olduğu kombinasyon ise KB1-KP2-M2 (şekil 4.10) kombinasyonu olarak belirlenmiştir. Bu kombinasyonlarda da %sol/%sağ değerleri, sırasıyla, 54/46 ve 50/50 olarak hesaplanmıştır.

Kullanılan farklı kanat boylarının dağılım deseninin %sol ve %sağ değerleri üzerinde etkide bulunmadığı görülmektedir. Yapılan çalışmalarda, diğer parametreler sabit kalmak şartıyla disk üzerindeki kanat boyları değiştirildiğinde, gübrenin diski terk etme noktası da değişmekte ve ilerleme yönünün soluna veya sağına farklı miktarlarda gübre birikmektedir (Göhlich and Kesten 1972). Ancak, burada kullanılan üst disk, aralarında 180^0 'lık açsal konum farkı bulunan iki ayrı orifisten akan gübre ile aynı anda beslenmektedir. Bu iki orifisten, makina ilerleme yönünün solunda yer alan orifis, dağılım deseninin sağ tarafının; sağında yer alan orifis ise dağılım deseninin sol tarafının şekillenmesini sağlamaktadır. Her bir orifisten akan gübre aynı kanat boyunda taşınarak diski terk etmektedir. Dolayısıyla, aralarında 180^0 'lık açsal fark bulunan iki orifisten akan gübrenin, aynı kanat boylarında diski terk etme noktaları arasında yine aynı açsal farkın olması gerekmektedir. Bu durumda da diğer parametreler sabit (orifislerin ilerleme yönüne ve birbirlerine göre açsal konumları) olduğunda farklı kanat boylarında %sol ve %sağ değerleri değişmemelidir. Elde edilen sonuçlardan da bu durum gözlenmektedir.

Dağılım desenlerinin %sol ve %sağ değerleri uygulanan gübre debisine bağlı olarak da değişiklik göstermemiştir. Bunun nedeni de, üst diskin birbiriyle simetrik iki orifis ile beslenmesidir. Çünkü orifislerin birbirlerine göre konumları değişmediği sürece, farklı özellikteki gübreler aynı parametrelerin etkisi altında birbirlerine göre simetrik noktalardan diski terk edeceklerinden % sol ve % sağ değerleri de değişmeyecektir.

Kullanılan kanat profil tiplerine göre elde edilen dağılım desenlerinin %sol ve %sağ değerlerine olan etkileri de birbirlerinden farklı olmamıştır. Bunun nedeni de, yine, her bir orifisten akan gübre aynı kanat profili ile dağıtıldığından %sol ve %sağ değerlerinin de aynı olması gerekmektedir.

Üst disk dağılım desenlerinin %sol ve %sağ değerlerine kanat boyu, gübre debisi ve kanat profil tipinin etki etmemesi beklenen bir sonuçtur. Çünkü, ilerleme yönüne göre açışal konumları sabit bu iki orifis, aynı disk üzerinde aynı parametrelerin etkisi altında birbirinin simetriği olarak aynı işi yapmaktadır.

Genel olarak, CAN gübresiyle elde edilen desenler TSP gübresine göre daha simetrik olarak belirlenmiştir. Fakat, daha önce de belirtildiği gibi %sol ve %sağ değerleri arasındaki bu fark alt disk ile birleşme yapıldığında, birbirlerini tamamlayarak ortadan kalkabilir ve simetrik desenler ortaya çıkabilir. Bu bağlamda, üst disk dağılım desenlerinin simetrik olmasından çok, çift tepeli desenlerin tepeli kısımlarının normal dağılışa göre dik olmaması, başka bir anlatımla, tepeli kısımların ortalama değerden (100) olan sapma miktarlarının az olması, birleşik desenlerin düzgün yüzeyli olması yönünden daha önemli olmaktadır. CAN gübresi için KB1-KP2-M2 (şekil 4.10) kombinasyonunda %sol=%sağ=50 olmasına rağmen (tam simetrik) dağılım desenine bakıldığında tepeli kısımların dik bir yapıda olduğu görülmektedir.

4.1.1. Üst Disk Dağılım Desenlerinde Tepeli Kısımlara Ait Basıklık Değerleri

Üst disk dağılım desenlerinin tepeli kısımlarının dikliklerinin değerlendirilmesi için, makina ekseninin soluna ve sağına göre hesaplanan basıklık değerleri çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Üst disk gübre dağılım desenlerine ait basıklık değerleri

Kombinasyonlar	Gübre Tipi	B_{sol}^+	$B_{sağ}^{++}$
KB1-KP1-M1	TSP	-0.52	-0.51
	CAN	-0.22	-1.08
KB2-KP1-M1	TSP	-1.06	-1.10
	CAN	-0.86	-1.31
KB3-KP1-M1	TSP	-0.62	-1.04
	CAN	-0.46	-1.03
KB1-KP2-M1	TSP	0.80	0.08
	CAN	0.71	0.01
KB2-KP2-M1	TSP	2.07	-0.04
	CAN	1.50	-1.28
KB3-KP2-M1	TSP	1.60	0.26
	CAN	1.62	-0.05
KB1-KP1-M2	TSP	-0.24	-0.44
	CAN	-0.13	-0.82
KB2-KP1-M2	TSP	-1.19	-1.11
	CAN	-0.94	-1.28
KB3-KP1-M2	TSP	-0.58	-0.93
	CAN	-0.70	-1.17
KB1-KP2-M2	TSP	0.66	-0.34
	CAN	0.39	-0.51
KB2-KP2-M2	TSP	1.41	-0.13
	CAN	0.68	-0.56
KB3-KP2-M2	TSP	0.63	-0.31
	CAN	0.04	-0.40

⁺ : Desenin sol tarafına ait basıklık değeri

⁺⁺ : Desenin sağ tarafına ait basıklık değeri

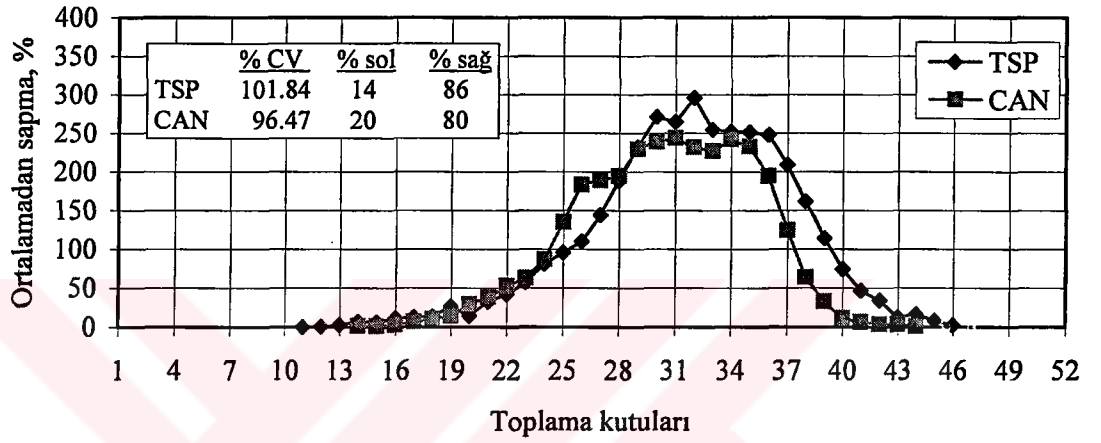
Çizelge 4.1’de verilen değerler incelendiğinde, üst disk dağılım desenlerinin basıklık değerlerine kanat profil tiplerinin etkisi olduğu görülmektedir. Kanat profil tipi dışındaki kanat boyu ve debi parametrelerinin bu yönde belirgin bir etkisi olmamıştır.

Köşeli kanat profilinden elde edilen dağılım desenlerine ait B_{sol} ve $B_{sağ}$ değerlerinin tamamı negatif olarak belirlenmiştir. Bu değerler dağılımların basık olduğunu göstermektedir. Sigma tipi kanat profilinin B_{sol} değerlerinin tamamı pozitif belirlenmiştir. Bu kanat profilinin $B_{sağ}$ değerleri ise negatif olmasına rağmen, değer olarak köşeli kanat profilinin $B_{sağ}$ değerlerinden daha küçük olmuştur. Bu da sigma tipi kanat profilinden elde edilen desenlerin sağ tarafının, köşeli kanat profilinden elde edilen desenlerinin sağ tarafına göre daha dik olduğu anlamına gelmektedir. Bu etkiler üst diske ait dağılım desenleri incelendiğinde de görülmektedir. Üst diske ait dağılım desenlerine bakıldığında, sigma tipi kanat profiline ait dağılım desenlerinin tepeli kısımlarının aşırı şekilde dik olduğu, buna karşılık köşeli kanat profilinin dağılım desenlerinin tepeli kısımlarının daha basık bir yapıda olduğu açıkça görülmektedir.

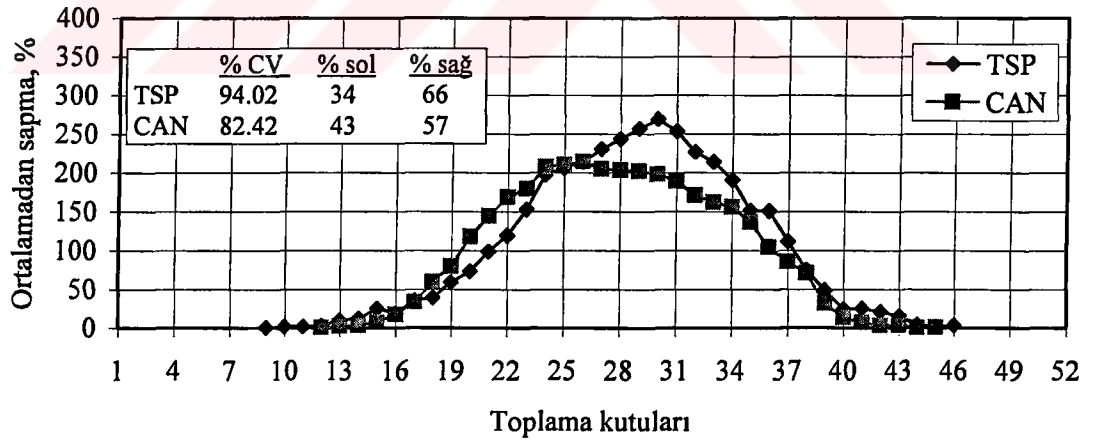
Dağılımların tepeli kısımlarının basık ya da dik olduğu noktasında değerlendirmeler yapılırken, kutularda biriken gübre miktarlarının ortalamadan (100) sapma ölçüsü de dikkate alınabilir. Yöntem bölümünde de belirtildiği gibi dağılım desenlerine ait grafikler, kutularda biriken gübre miktarlarının ortalama değerden (100) sapmanın %'si olarak çizilmiştir. Dağılım desenlerine ait grafiklerde ortalama değerden (100) sapma arttıkça dağılımlar dikleşmekte, belirli noktalarda biriken gübre miktarı artmaktadır. Bu da dağılım desenlerinde istenmeyen bir durumdur (Özmerzi 1974). Üst disk dağılım desenlerine ait grafiklerde basıklık değerlerine uygun olacak şekilde ortalamadan sapma değerleri de değişmektedir. Basıklık değerlerine bağlı olarak açıklandığı şekilde, köşeli kanat profiline ait desenlerde ortalamadan sapma miktarlarının, sigma tipi kanat profiline ait desenlere göre oldukça düşük olduğu net bir şekilde görülmektedir. Ortalama değerden olan sapmalar arttıkça dağılımlardaki tepeli kısımların diklikleri de artmıştır. Köşeli kanat profilinden elde edilen dağılım desenlerinin makina ekseninin soluna ve sağına ait tepeli kısımlarının ortalama gübre miktarından (100) maksimum sapmaları, sırasıyla, TSP gübresi için 138/201 iken, CAN gübresi için 167/189 olarak belirlenmiştir. Aynı değerler sigma kanat profili için, sırasıyla, 209/213 ve 198/209 olarak bulunmuştur.

4.2. Alt Disk Dağılım Desenleri

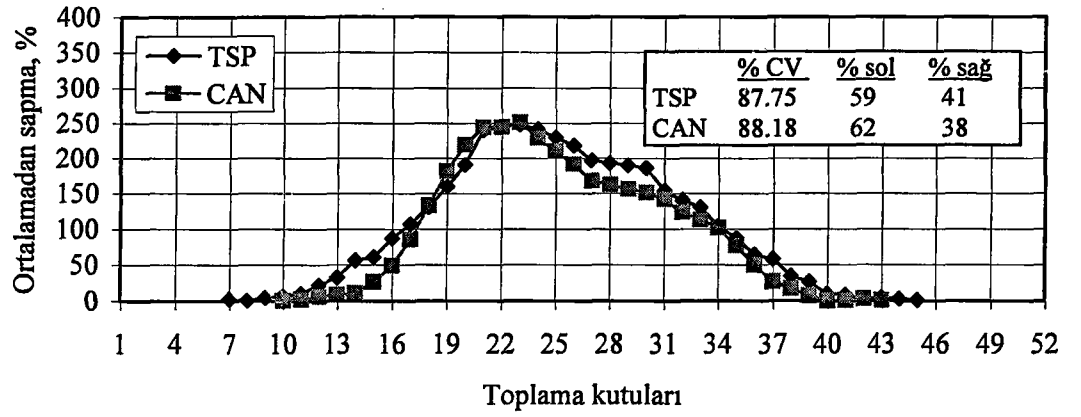
Denemeler sonucunda, her bir gübre için 24 adet olmak üzere toplam 48 adet alt disk dağılım deseni elde edilmiştir. Bu dağılım desenlerine ait grafikler şekil 4.13-şekil 4.36'da gösterilmiştir. Aynı parametre kombinasyonlarında TSP ve CAN gübresine ait grafikler birlikte gösterilmiştir.



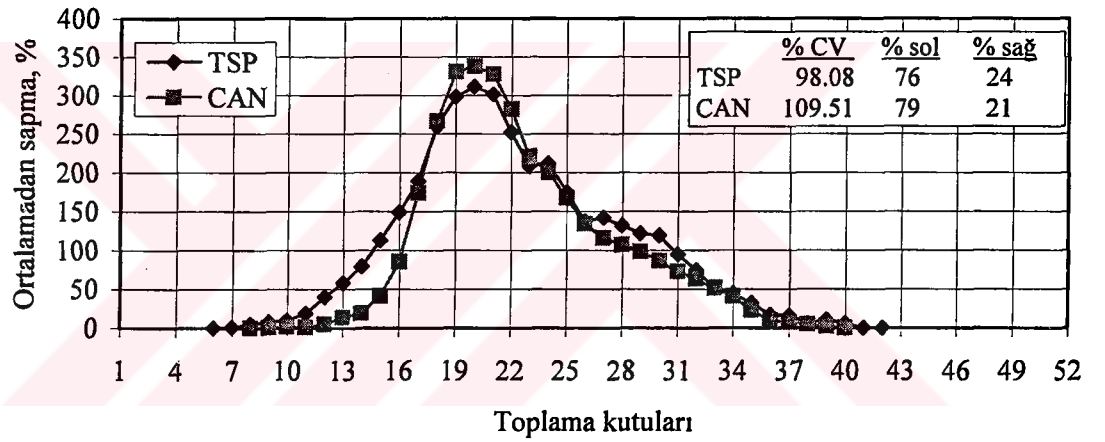
Şekil 4.13. KB1-KP1-BK1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



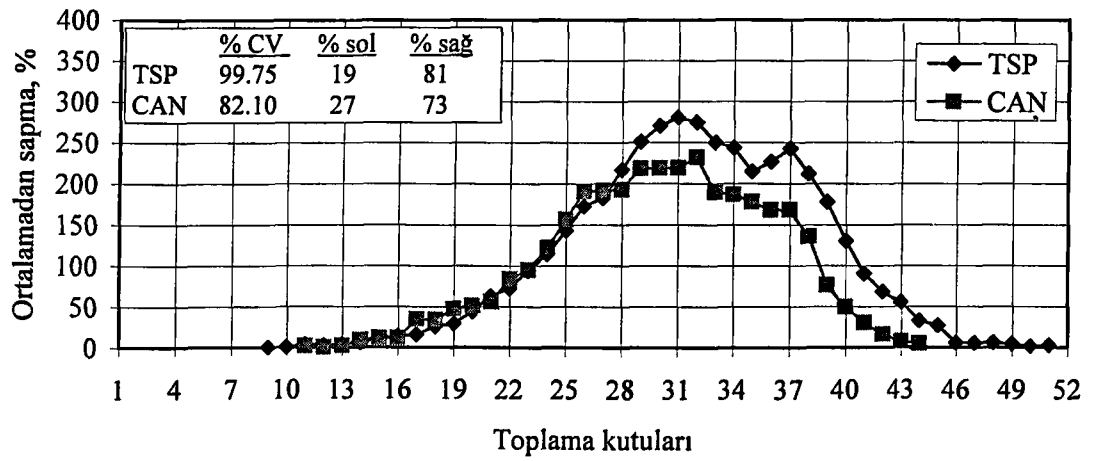
Şekil 4.14. KB1-KP1-BK2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



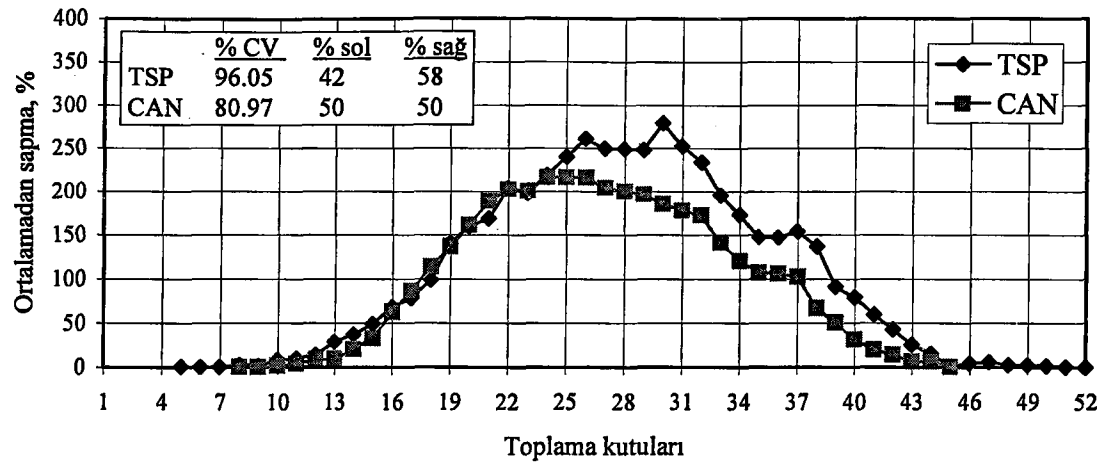
Şekil 4.15. KB1-KP1-BK3 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



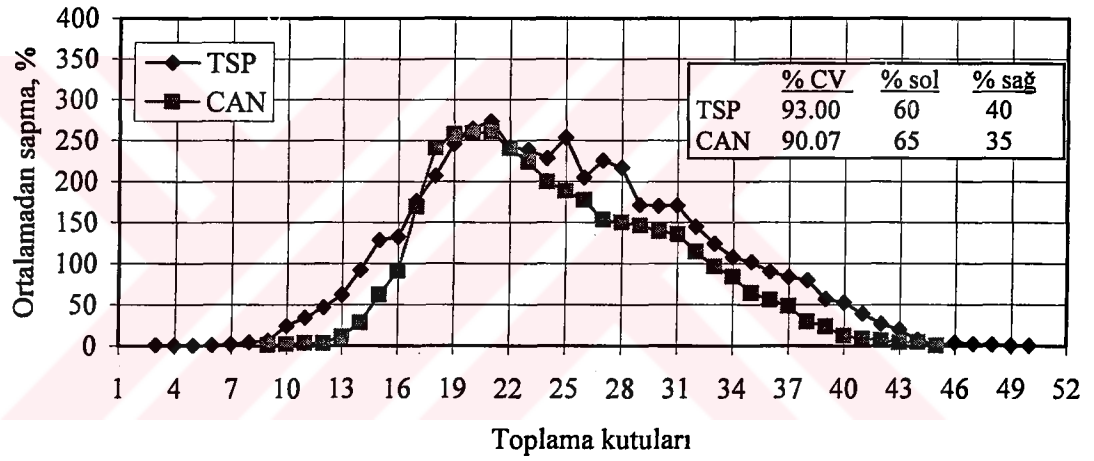
Şekil 4.16. KB1-KP1-BK4 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



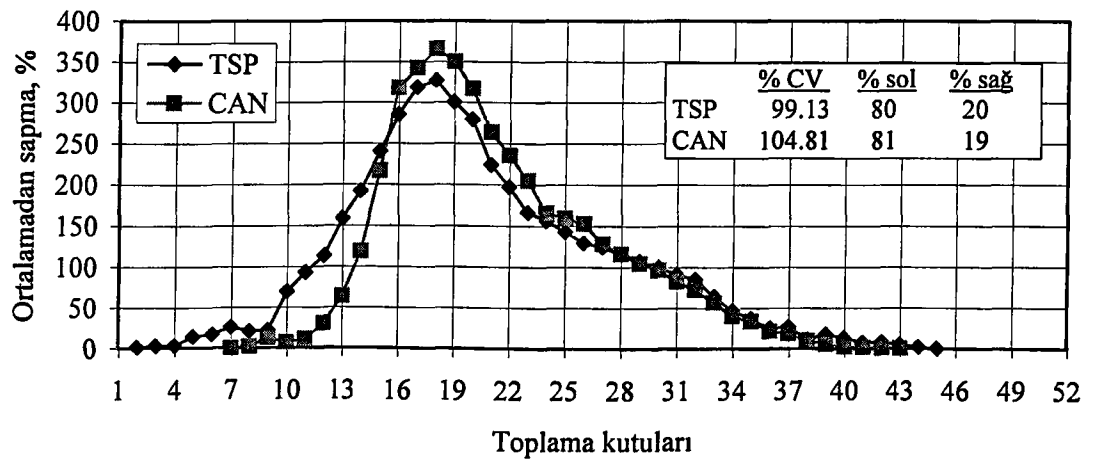
Şekil 4.17. KB2-KP1-BK1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



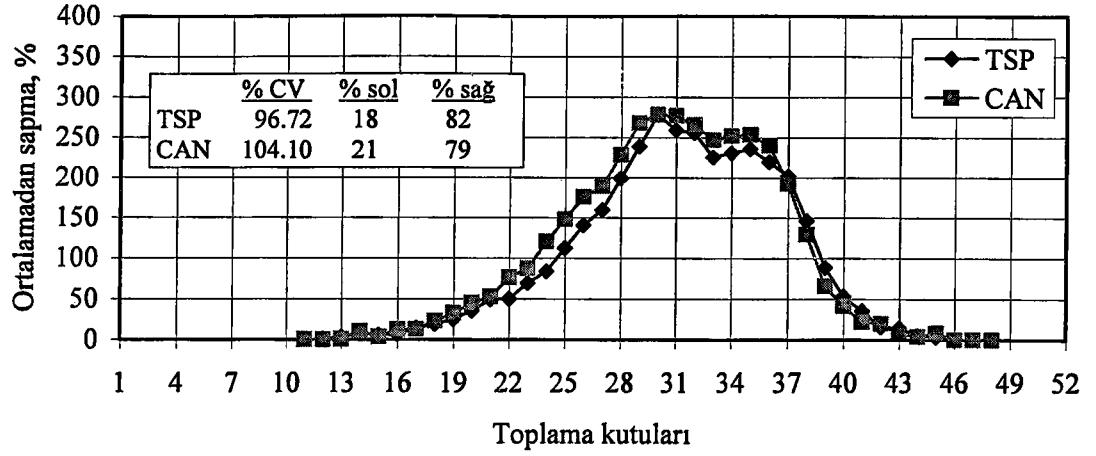
Şekil 4.18. KB2-KP1-BK2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



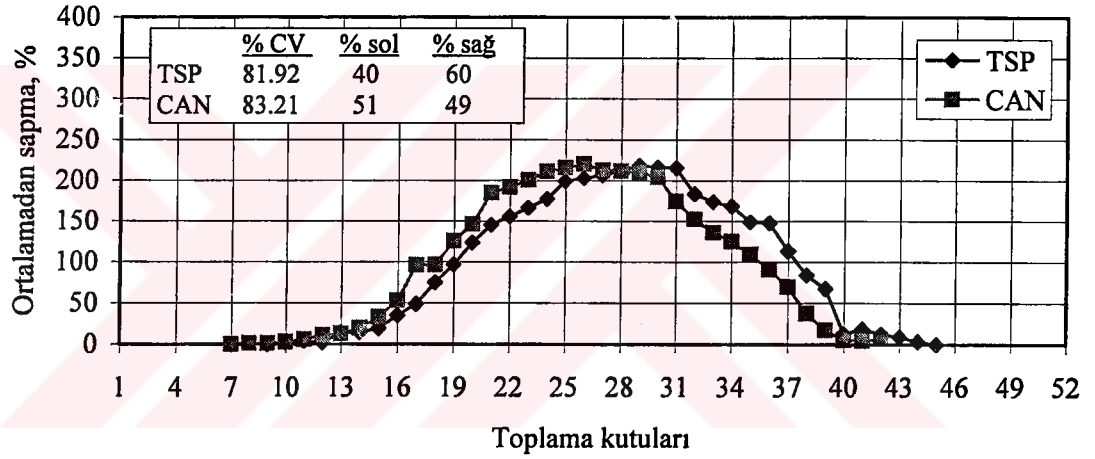
Şekil 4.19. KB2-KP1-BK3 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



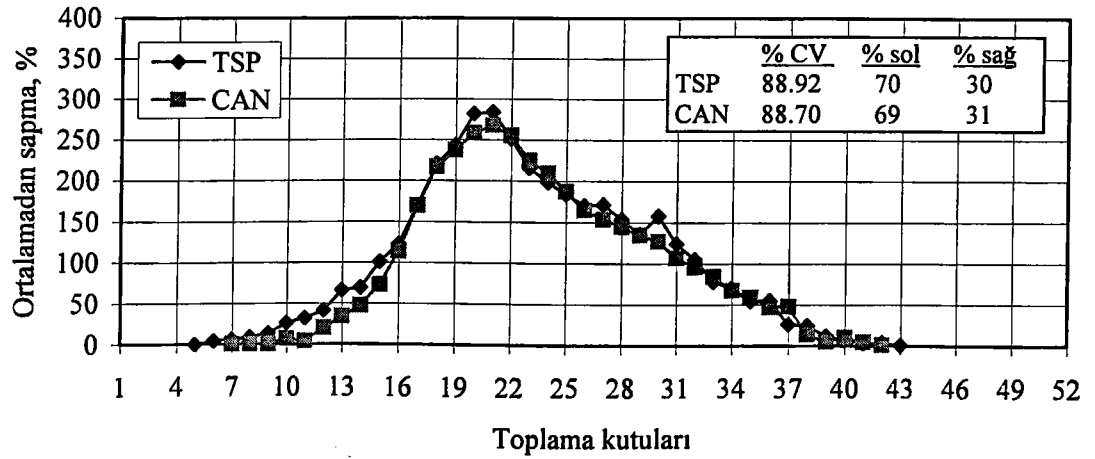
Şekil 4.20. KB2-KP1-BK4 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



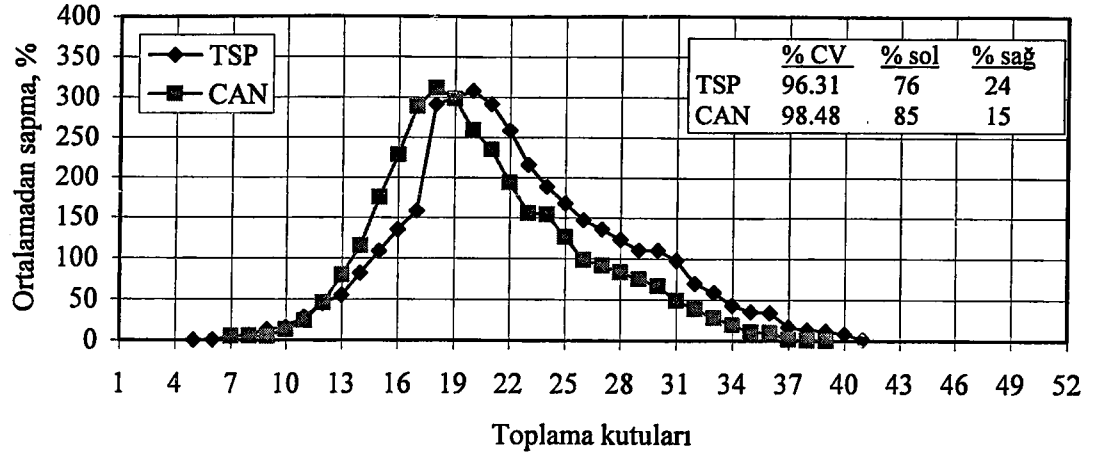
Şekil 4.21. KB3-KP1-BK1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



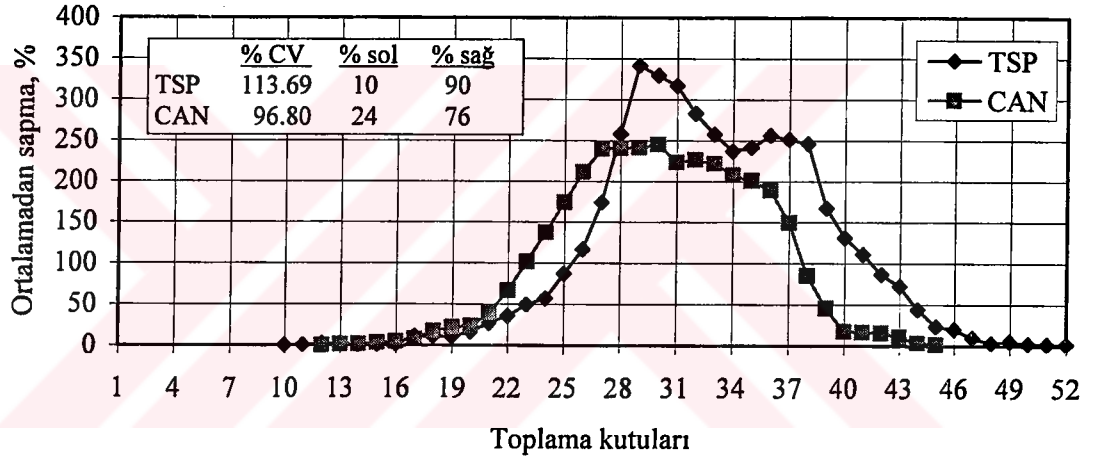
Şekil 4.22. KB3-KP1-BK2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



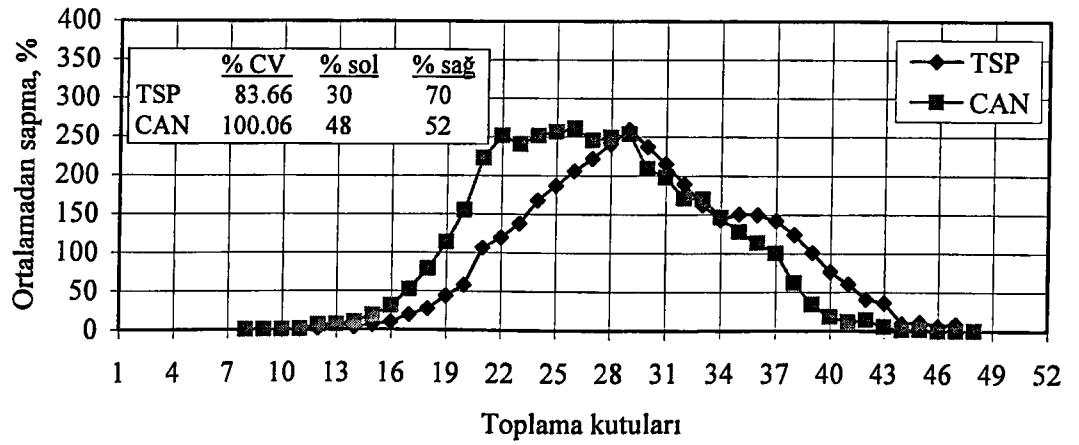
Şekil 4.23. KB3-KP1-BK3 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



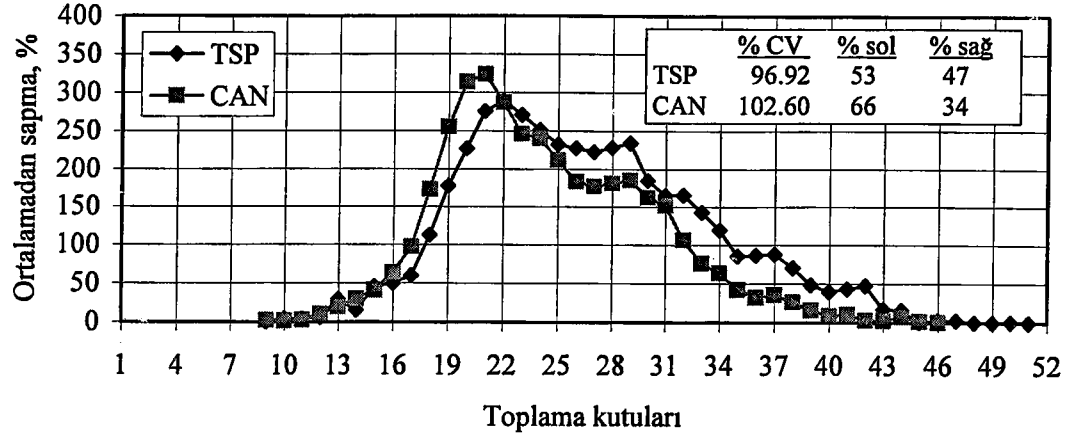
Şekil 4.24. KB3-KP1-BK4 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



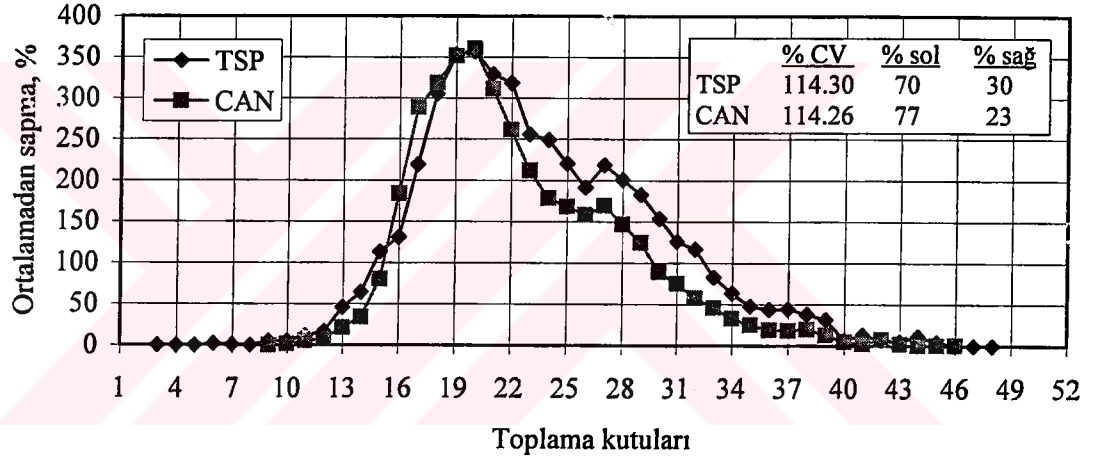
Şekil 4.25. KB1-KP2-BK1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



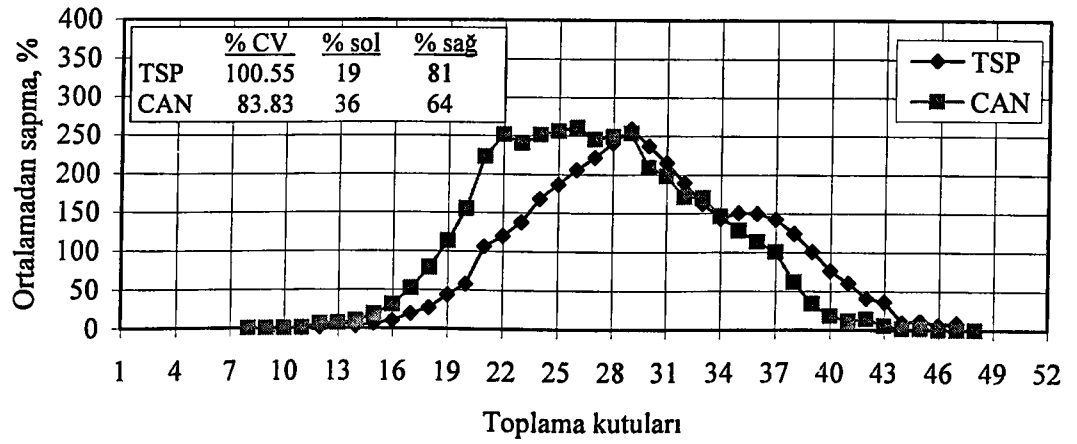
Şekil 4.26. KB1-KP2-BK2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



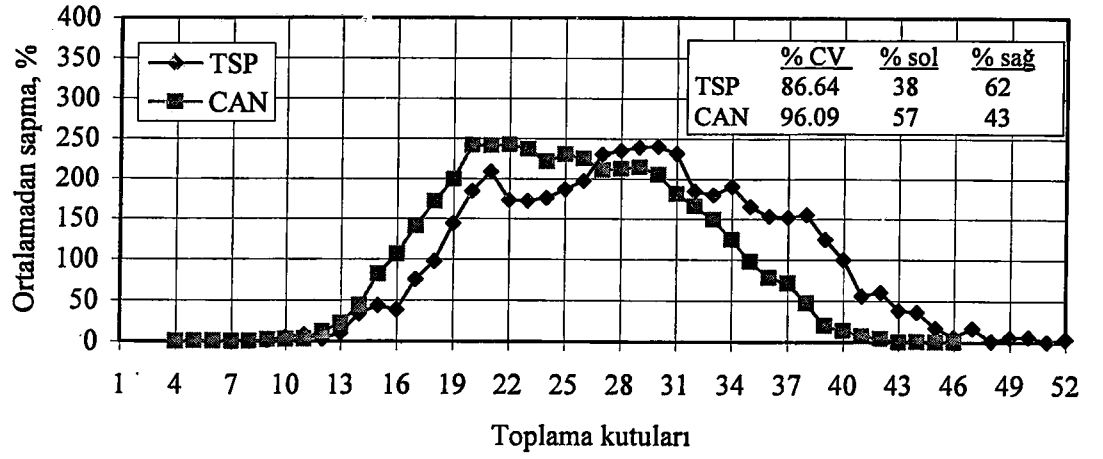
Şekil 4.27. KB1-KP2-BK3 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



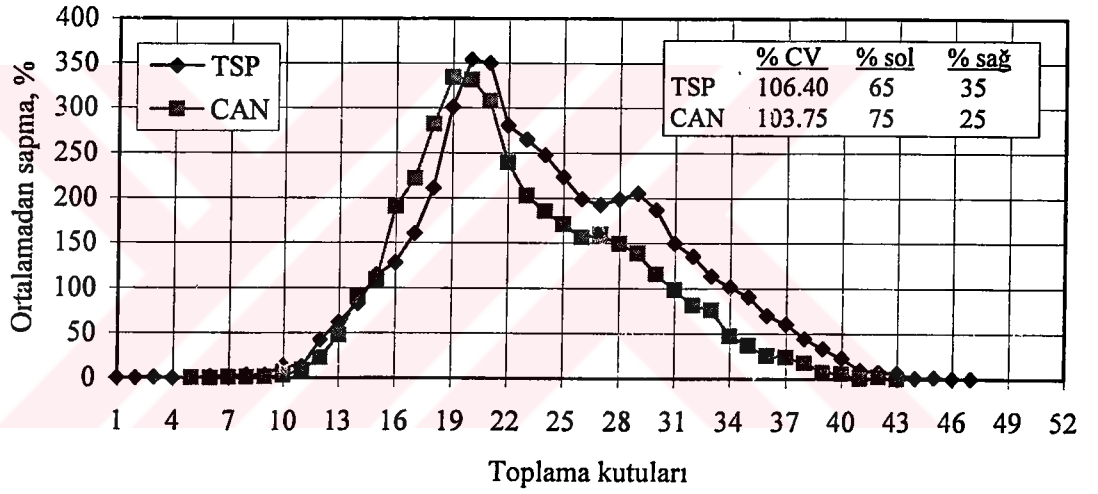
Şekil 4.28. KB1-KP2-BK4 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



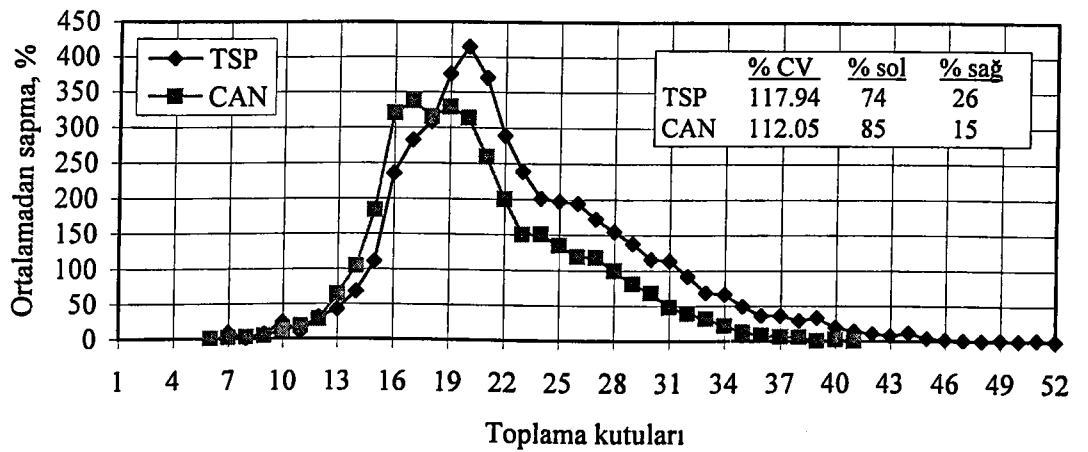
Şekil 4.29. KB2-KP2-BK1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



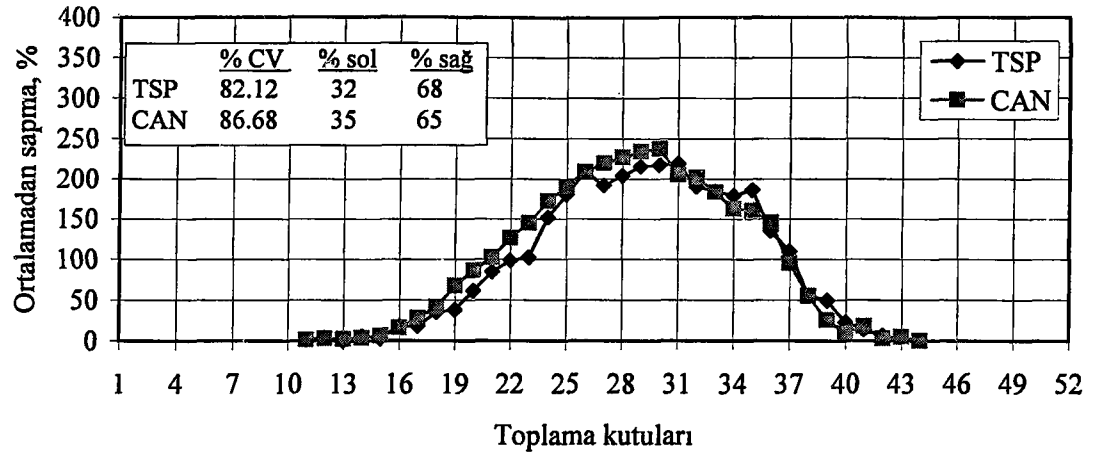
Şekil 4.30. KB2-KP2-BK2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



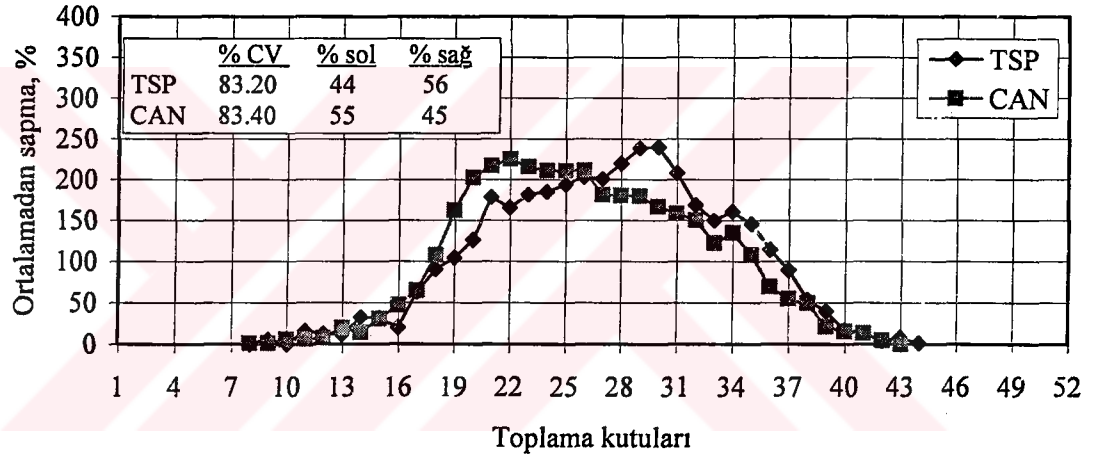
Şekil 4.31. KB2-KP2-BK3 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



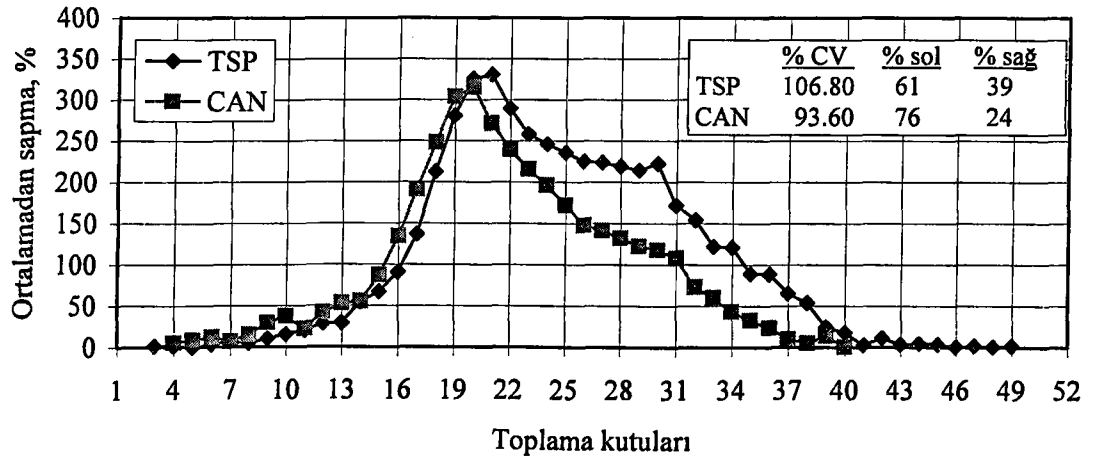
Şekil 4.32. KB2-KP2-BK4 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



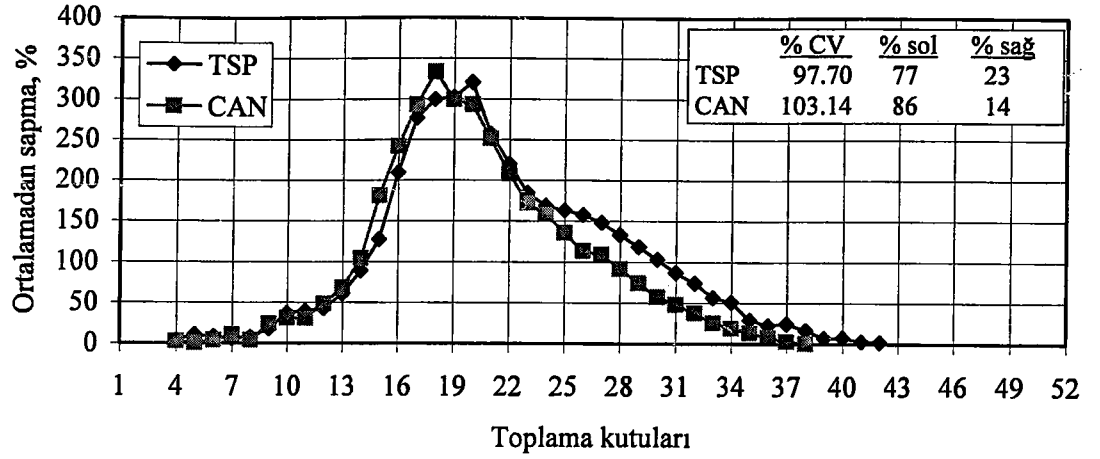
Şekil 4.33. KB3-KP2-BK1 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



Şekil 4.34. KB3-KP2-BK2 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



Şekil 4.35. KB3-KP2-BK3 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri



Şekil 4.36. KB3-KP2-BK4 kombinasyonunda elde edilen dağılım desenleri

Alt diske ait dağılım desenleri incelendiğinde, üst diskte olduğu gibi TSP ve CAN için genel olarak çakışık durumdadırlar. Gübre tipine bağlı olarak alt disk dağılım desenleri arasında büyük farklılıklar ortaya çıkmamıştır.

Dağılım desenleri incelendiğinde, köşeli ve sigma tipi kanat profil şekilleri arasında makina ekseninin soluna ve sağına atılan % gübre oranları bakımından fark bulunmadığı görülmektedir. Bu durum her iki kanat profilinin kapalı ve köşeli bir yapıda olmasından dolayı, gübrenin diski kanat ucundan terk etmesinin bir sonucudur.

Farklı kanat boylarının dağılım deseninin %sol ve %sağ değerlerine etki ettiği görülmektedir. Disk üzerinde kullanılan kanat boyu kısaldıkça, %sol değerleri de azalmıştır. Her iki gübre tipi için 100 mm'lik kanat boyunda makina eksenini solundaki % gübre oranları 120 mm'lik ve 100+120 mm'lik kanat boylarına göre daha az olmuştur. Bu durum, kanat boyunun kısılmasına bağlı olarak serbest yarıçap/disk yarıçapı oranının değişerek gübrenin kanatta kalma açısının küçülmesi ve dolayısıyla diski erken terk ederek makina ilerleme yönünün sağına birikmesinin bir sonucudur (Göhlich and Kesten 1972). Bu sonuç, iki kanat tipi ve iki gübre tipinde de aynı şekilde gerçekleşmiştir.

Genel olarak, -20^0 ve 0^0 besleme noktaları açısıl konumlarında, 120 mm ve 100+120 mm'lik kanat boylarında TSP ve CAN için simetrik desenler ortaya çıkmıştır. Her iki gübre tipi için de %sol ve %sağ değerleri arasında minimum farklar -20^0 gübre besleme açısıl konumunda ve 120 mm veya 100+120 mm kanat boylarında belirlenmiştir.

Alt diskte kullanılan kanat boyları arttıkça elde edilen dağılım genişlikleri de artmıştır. Bunun nedeni, kanat boyunun artışına bağlı olarak sabit serbest yarıçapta, serbest yarıçap/disk yarıçapı oranının küçülmesi ve buna bağlı olarak gübrenin fırlatılma açısının küçülerek fırlatılma hızının artmasıdır.

Farklı parametrelerin etkisi altında simetrik ya da simetrikliğe yakın desenler elde edebilmek amacıyla, alt disk için dört farklı gübre besleme noktası açısıl konumu kullanılmıştır. Alt diskten gübre dağılım desenlerinin elde edilmesinde kullanılan besleme noktası konumlarının dağılım desenlerine farklı etkilerde bulunduğu görülmektedir.

Aynı disk çevre hızında, aynı kanat konumunda ve sabit bir gübre besleme noktasında gübrenin disk üzerindeki süpürme açısı, dolayısıyla, gübrenin diski terk etme noktası da aynı olmaktadır. Gübre dağılımına etkili diğer parametreler sabit olduğu durumda, gübrenin diski terk etme noktası, dolayısıyla, dağılım desenlerinin soluna ve sağına atılan % gübre oranlarının simetrik olup olmaması, besleme noktasının konumuna bağlı olarak değişmektedir (Bernacki *et al.* 1972, Schaffer *et al.* 1973, Griffis *et al.* 1983, Parish and Chaney 1986). Elde edilen dağılım desenleri incelendiğinde, dağılıma etkili diğer faktörler sabit kalmak şartıyla, besleme noktası açısıl konumu makina ilerleme yönüne göre soldan sağa doğru değiştirildiğinde, dağılım desenlerinin sol tarafında daha fazla gübre biriktiği görülmektedir. Bu sonuç, önceki çalışmalara paralellik göstermektedir.

Besleme noktalarının -40^0 ve $+20^0$ konumlarında dağılım desenlerinin makina eksenine göre simetriklikleri büyük ölçüde değişmiştir. Besleme noktası -40^0 olduğunda, %sol ve %sağ değerlerinin birbirlerine en yakın olduğu kombinasyon TSP için şekil 4.33'de gösterilen KB3-KP2 kombinasyonu (%sol/sağ=32/68), CAN için ise şekil 4.29'da

gösterilen KB2-KP2 kombinasyonu (%sol/sağ=36/64) olarak ortaya çıkmıştır. Besleme noktası $+20^0$ olduğunda ise, hem TSP hem de CAN için, %sol ve %sağ değerlerinin birbirlerine en yakın olduğu şekil 4.28'de gösterilen KB1-KP2 kombinasyonunda, sırasıyla, %sol/%sağ=70/30 ve %sol/sağ=77/23 bulunmuştur. Bu kombinasyonların dışında %sol ve %sağ değerleri arasındaki fark daha da artmaktadır. Dolayısıyla bu iki besleme noktası konumundan elde edilen desenlerle üst disk dağılım desenleri birleştirildiğinde simetrik desenler ortaya çıkmayacaktır. Çünkü üst disk dağılım desenlerinin %sol ve %sağ değerleri arasındaki farklar, bu değerleri karşılamayacak kadar küçük değerlerdedir.

Genel olarak, her iki gübre için, -20^0 ve 0^0 besleme noktaları konumlarında %sol ve %sağ değerleri birbirlerine daha yakın olarak belirlenmiştir. TSP için KB1-KP2-BK3 kombinasyonunda %sol/sağ=53/47 olarak elde edilmiştir. Bu kombinasyon, TSP için %sol ve %sağ değerlerinin birbirlerine en yakın olduğu, dolayısıyla dağılımın en simetrik olduğu kombinasyondur (şekil 4.27). Aynı durum CAN için KB2-KP1-BK2 kombinasyonunda elde edilmiştir. Bu kombinasyonda %sol ve %sağ değerleri birbirine eşit olmuştur (%sol/sağ=50). Dolayısıyla CAN için bu kombinasyonda dağılım deseni tam simetrik olmuştur (şekil 4.18).

Tam simetrik üst disk dağılım deseni ile tam simetrik alt disk dağılım deseni birleştiğinde tam simetrik bir dağılım deseni elde edilebilir. Fakat, daha önce de açıklandığı gibi, simetrik olmayan üst disk dağılım deseni ile simetrik olmayan alt disk dağılım deseni birleştiğinde birbirlerini tamamlayarak simetrik bir birleşik dağılım deseni oluşturabilirler. Bunun yanında, birleştirilmiş dağılım desenlerinin simetrik olması örtmeli gübrelemede istenilen sonuçların elde edilebilmesi için yeterli değildir. Dağılım desenleri simetrik olmaları yanında, şekil olarak girintili ve çıkıntılı olmayan düzgün yüzeyli, üçgen, oval ve trapez görünümlü olmalıdır. Özmerzi (1974) dağılım desenlerinin simetrik olsa bile ortada fazla birikme yapan dağılımların iyi olmadığını belirtmiştir.

Dağılım desenlerinin düzgün yüzeyli oval, üçgen ya da trapez görünümlü ve normal dağılıma yakın olması, efektif iş genişliği ve değişim sınırları ve varyasyon katsayısı

(CV) değerleri açısından istenilen sonuçların elde edilmesi bakımından önemlidir. Bu bakımdan, dağılım desenlerinin her bir toplama noktasındaki gübre miktarlarının ortalamadan sapma değerlerinin (%) düşük olması ve gübre deseninde belirli tepe noktalarının olmaması istenir (Taşer 1988). Bu yönden karşılaştırmalar yapabilmek için, dağılım desenleri ortalamadan sapmanın %'si olarak verilmiştir.

Alt disk dağılım desenlerinin tamamında çift tepeli görünümler ortaya çıkmamıştır. Bunun nedeni, alt diskin tek orifisle beslenmesidir (Yıldız 1985).

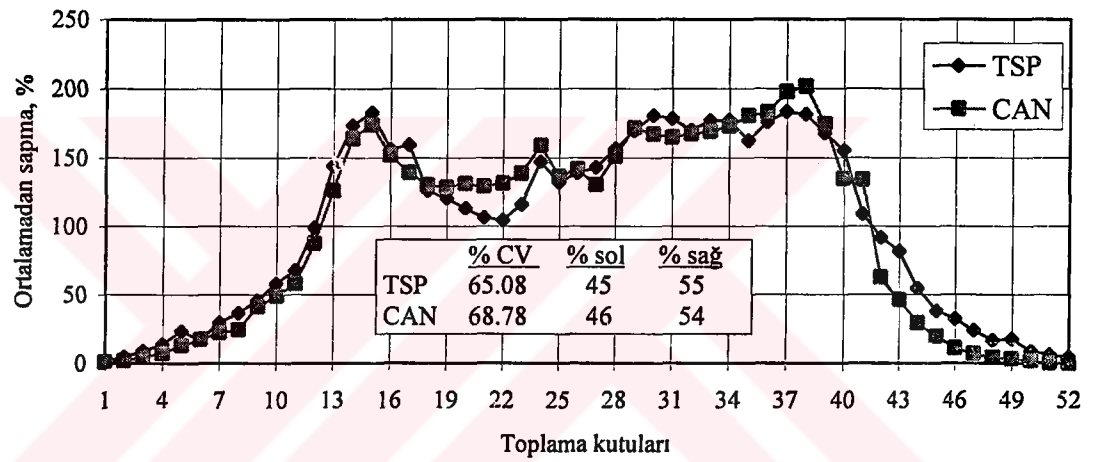
Gübre tipine bağlı olarak ortalamadan sapma değerleri incelendiğinde, CAN gbresi ile elde edilen desenlerin tepe noktalarının ortalama değerden (100) maksimum sapma miktarları, TSP gübresine göre daha düşük olarak belirlenmiştir. CAN gübresiyle elde edilen ortalamadan sapma değerleri %115-266 arasında, TSP ile elde edilen desenlerde ise %118-315 arasında değişmektedir.

Gübre dağılım desenlerindeki tepe noktalarının ortalamadan (100) sapma değerlerinin, kullanılan kanat tiplerine göre birbirlerinden farklı oldukları görülmektedir. Köşeli kanat profilinden elde edilen ortalamadan maksimum sapma değerleri (%), sigma tipi kanada göre daha düşük değerlerde belirlenmiştir. Köşeli kanat profilinden elde edilen ortalamadan sapma değerleri %115-266 arasında, sigma tipi kanatta ise %119-315 arasında değişmektedir.

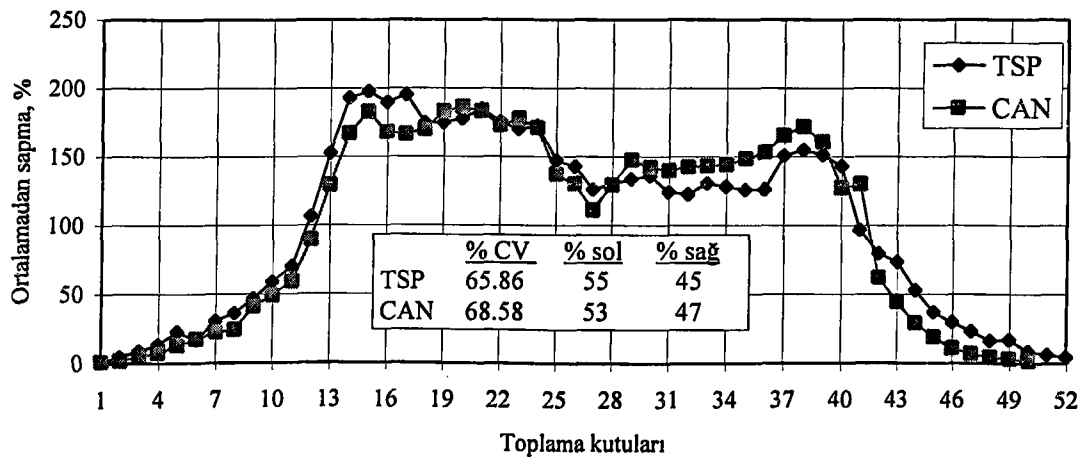
Gübre besleme noktalarının konumlarına göre dağıtılan gübreler makina ilerleme yönüne göre sol tarafta, sağ tarafta ya da ortada yoğunlaşmaktadır. Bu durumda her bir desende oluşan tepe noktasının ortalamadan sapma değeri de değişmektedir. Bu değişiklik dağılım desenlerinde görülmektedir. Besleme noktaları -40° ve $+20^{\circ}$ olduğunda ortalamadan sapmalar en yüksek değerde ve sırasıyla, %206 ve %241 olarak belirlenmiştir. Besleme noktaları -20° ve 0° olduğunda ise ortalamadan sapma değerleri daha düşük ve birbirlerine yakın değerlerde olmuştur. Bu değerler, sırasıyla, %141 ve %149 olarak belirlenmiştir.

4.3. Dağıtıcı Organ Dağılım Desenleri

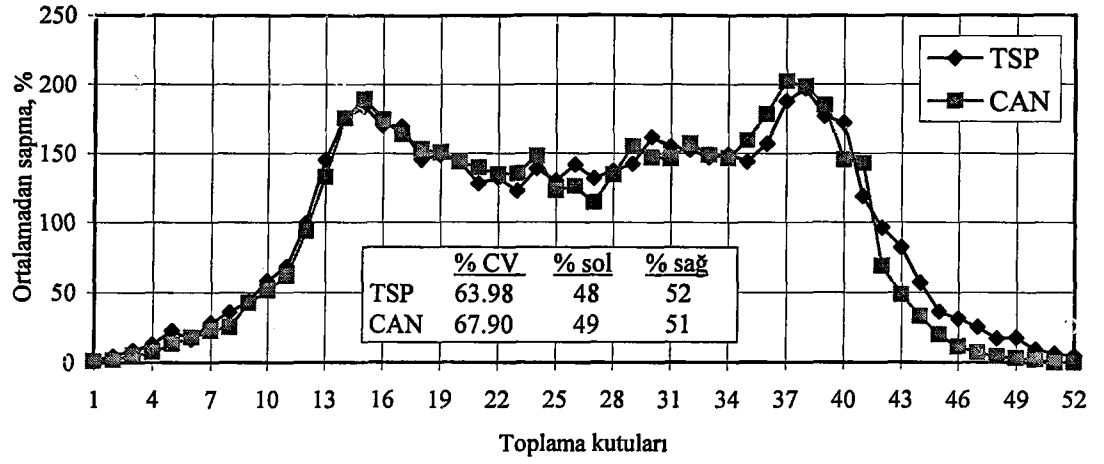
Üst ve alt diskten elde edilen dağılım desenlerinin birleştirilmesiyle, her bir gübre tipi için elde edilen 144 adet dağılım deseni, şekil 4.37-şekil 4.180’de gösterilmiştir. Aynı parametre kombinasyonlarında TSP ve CAN grafikleri birlikte verilmiştir. Şekil açıklamalarında “(KBi-KPi-Mi)+(KBi-KPi-BKi)” biçimi kullanılmıştır. Bu biçimde yer alan ilk parantez üst disk, ikinci parantez ise alt disk dağılım deseninin elde edildiği parametre kombinasyonunu, “+” simgesi ise, bu iki parantezin birlikte bir kombinasyon olduğunu göstermektedir.



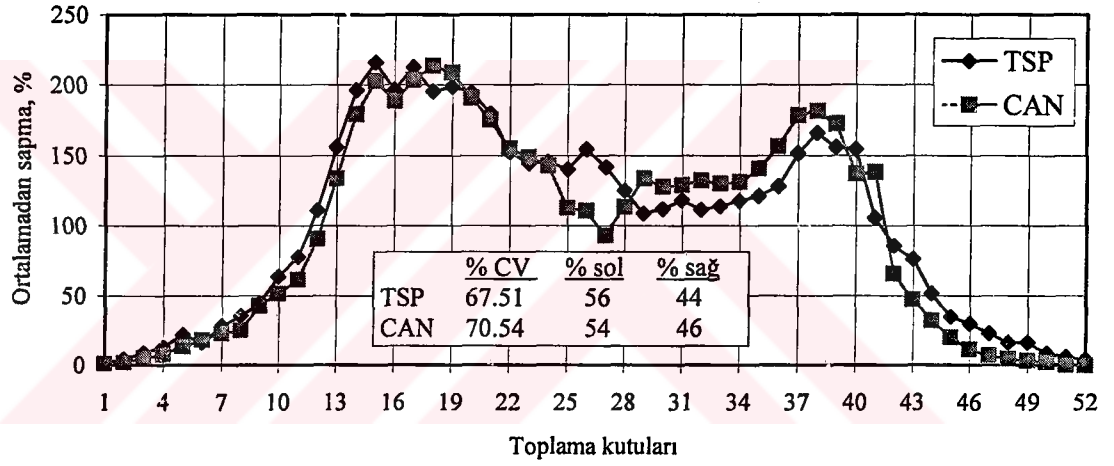
Şekil 4.37. (KB1-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



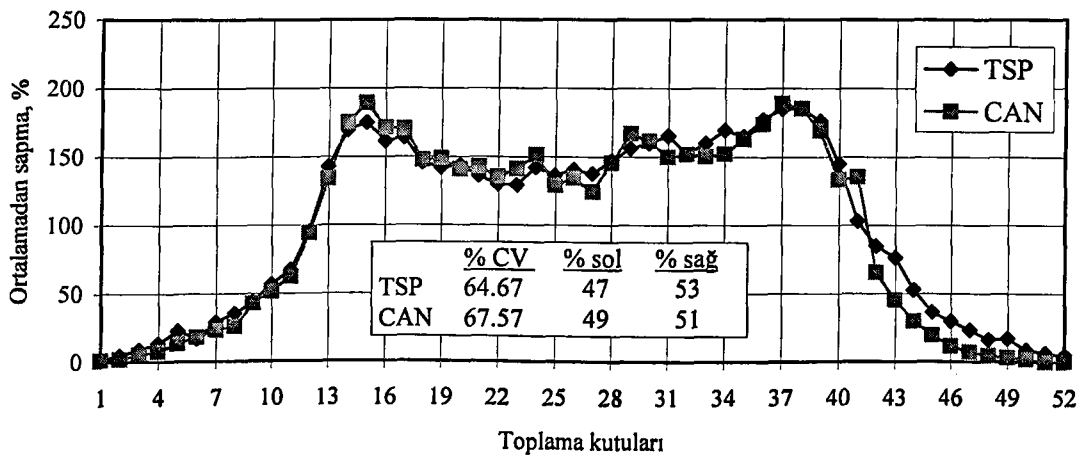
Şekil 4.38. (KB1-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



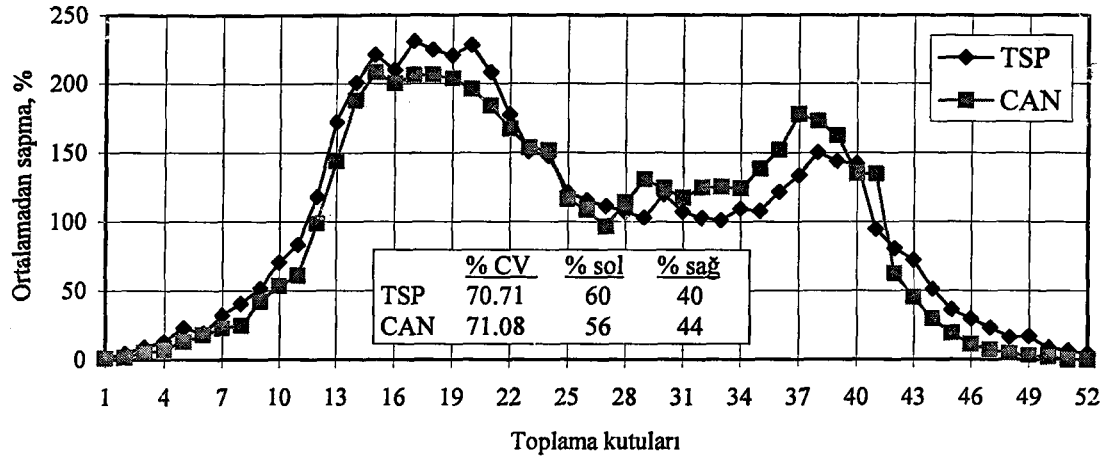
Şekil 4.39. (KB1-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



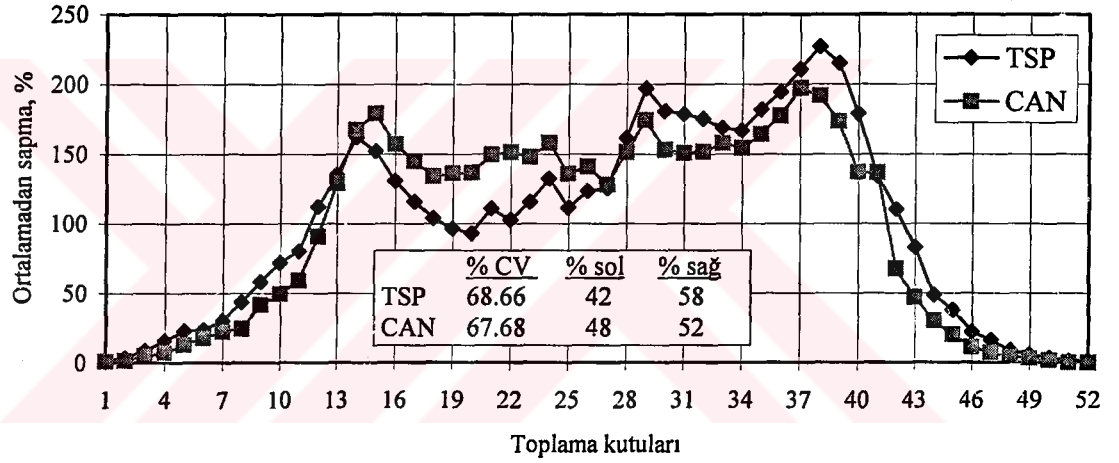
Şekil 4.40. (KB1-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



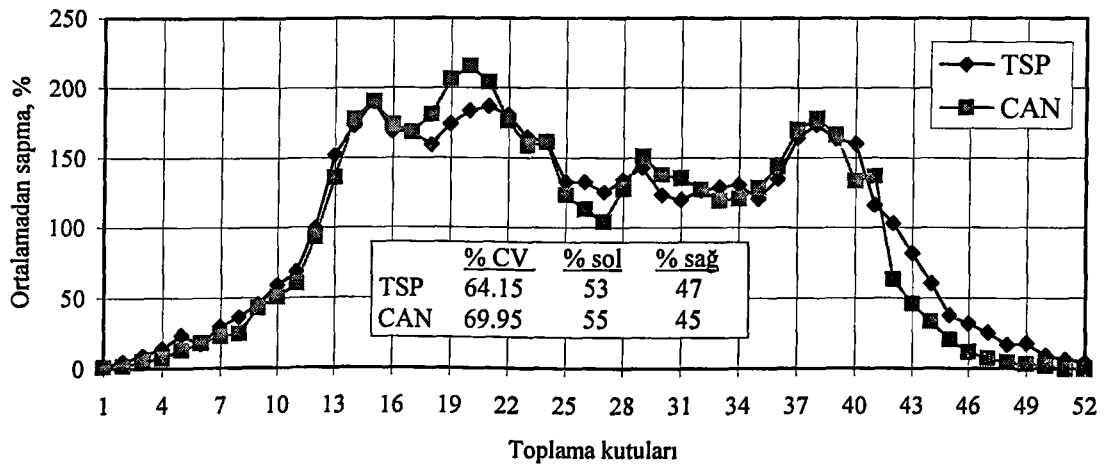
Şekil 4.41. (KB1-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



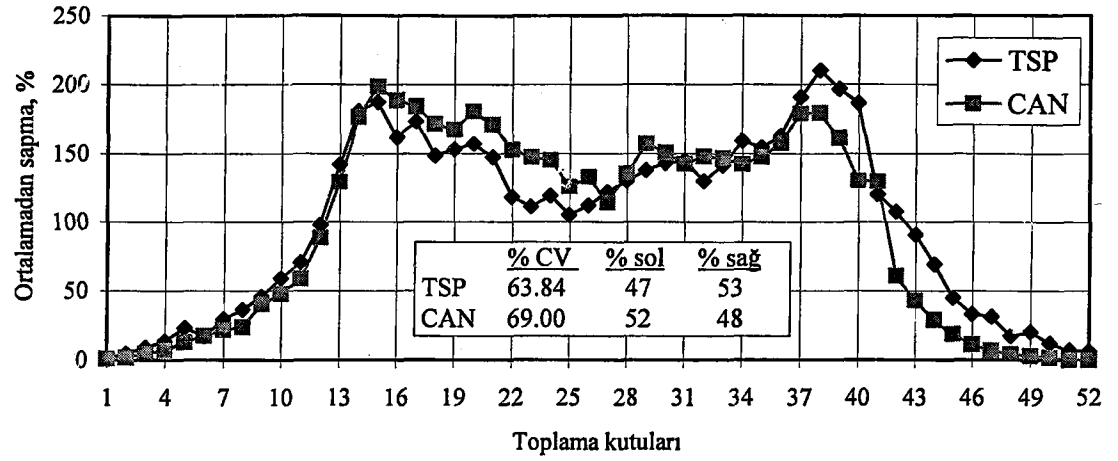
Şekil 4.42. (KB1-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



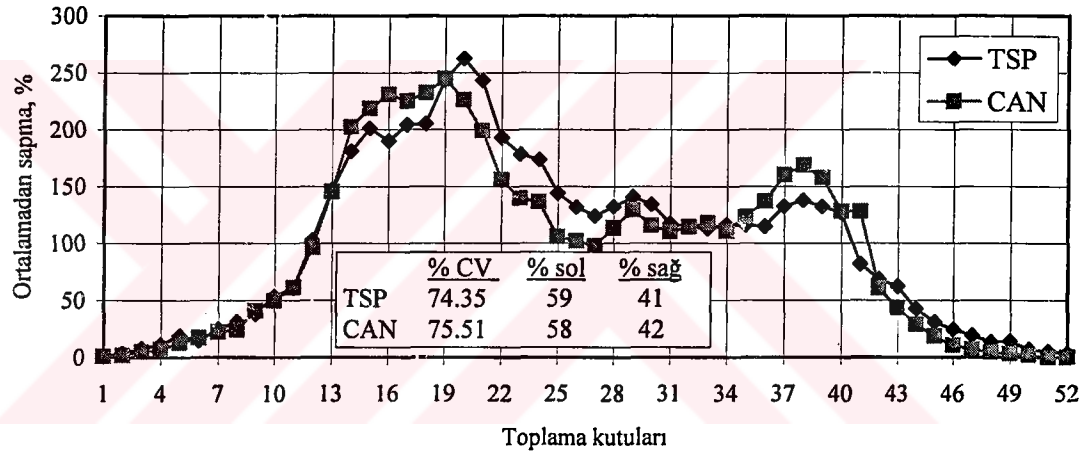
Şekil 4.43. (KB1-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



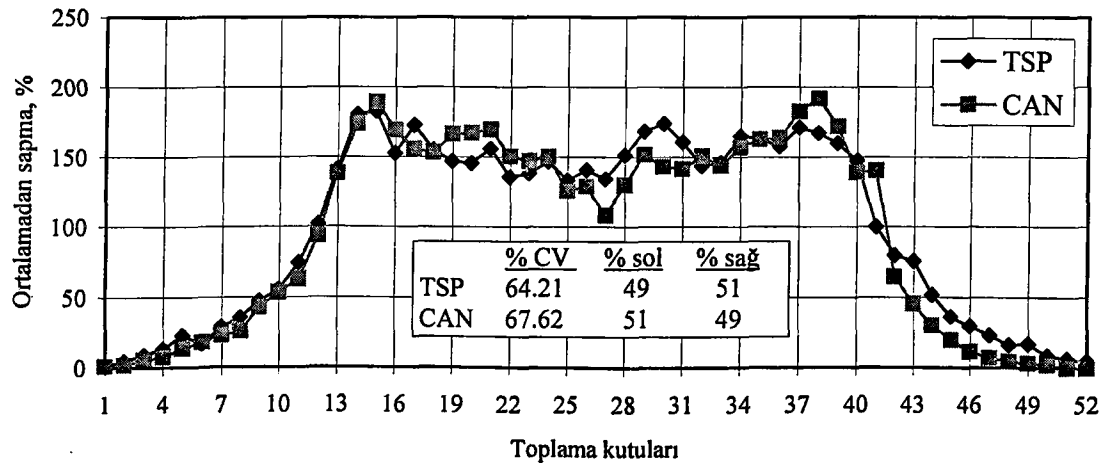
Şekil 4.44. (KB1-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



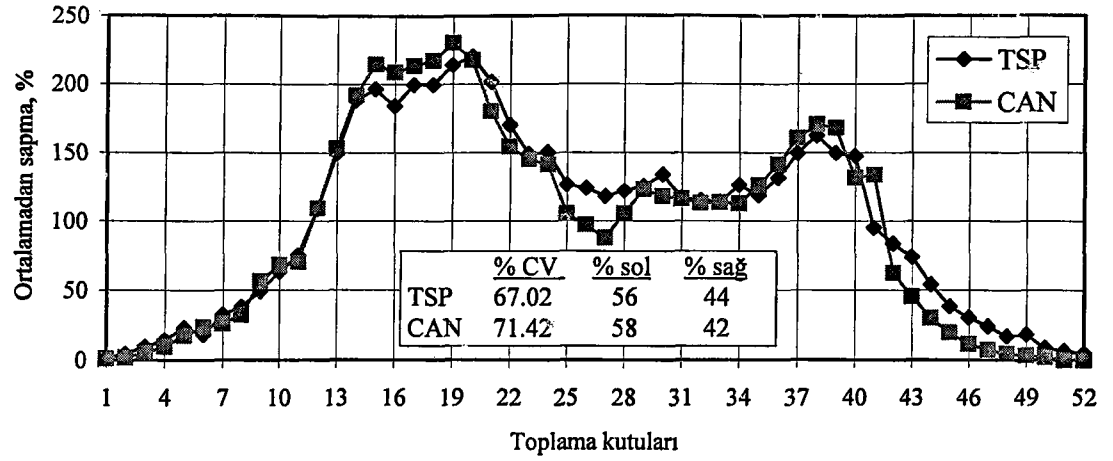
Şekil 4.45. (KB1-KP1-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



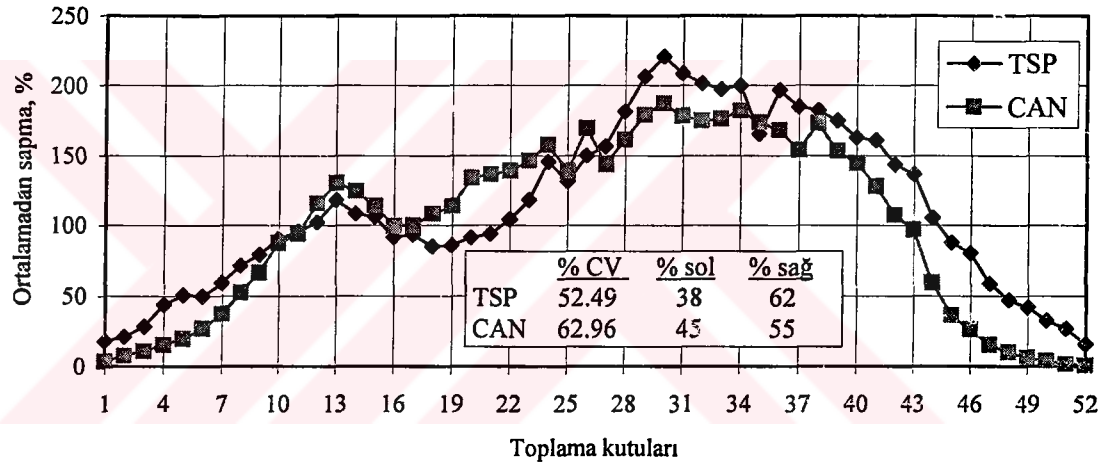
Şekil 4.46. (KB1-KP1-M1)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



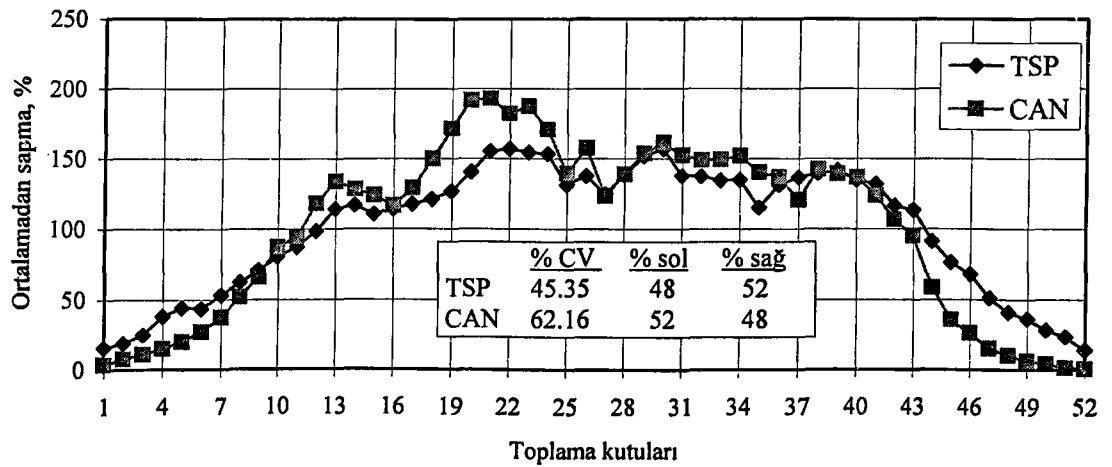
Şekil 4.47. (KB1-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



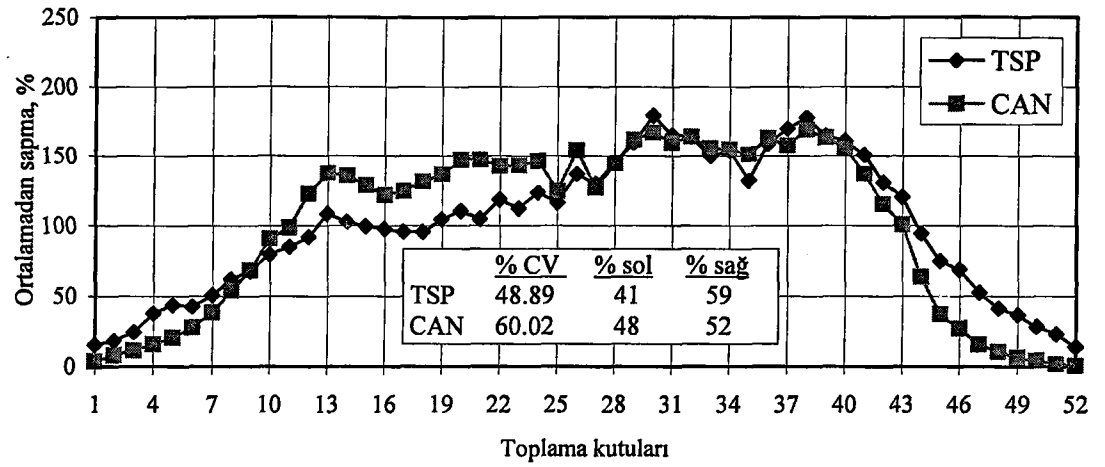
Şekil 4.48. (KB1-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



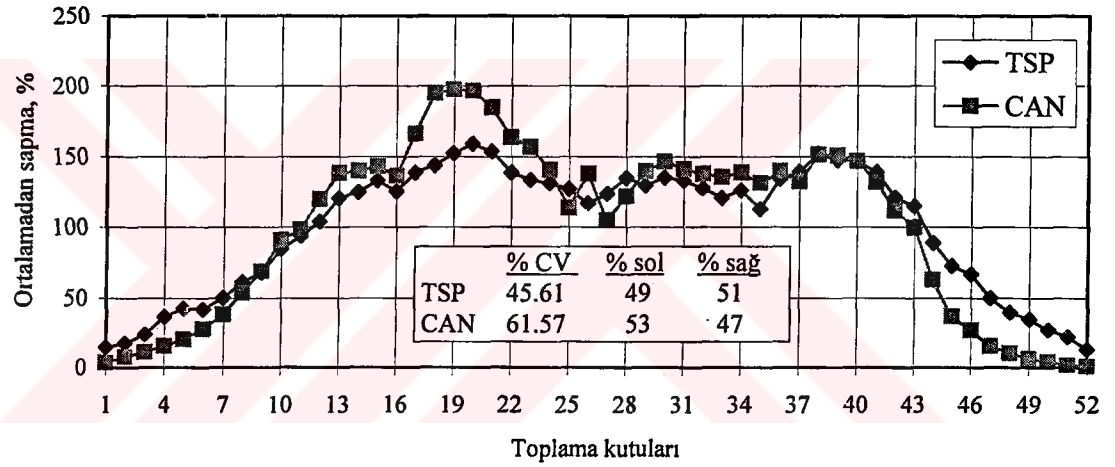
Şekil 4.49. (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



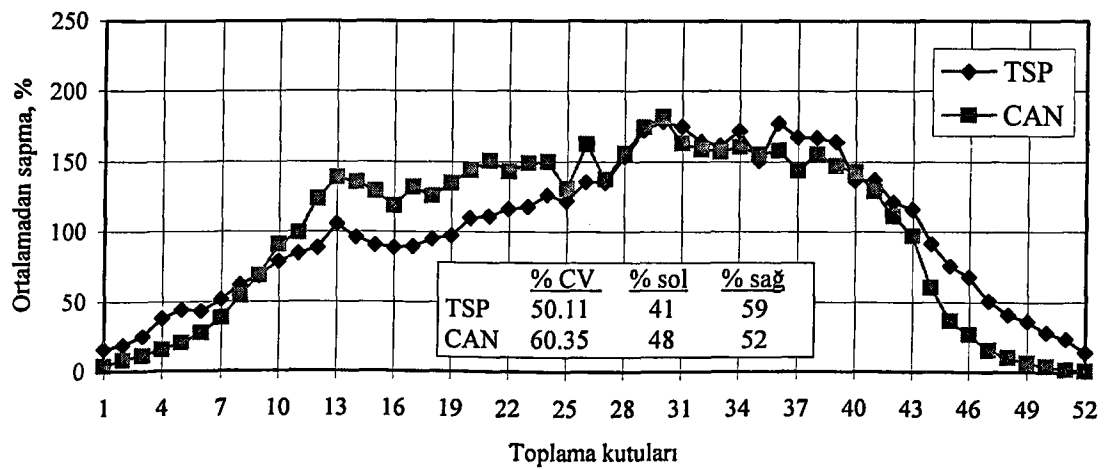
Şekil 4.50. (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



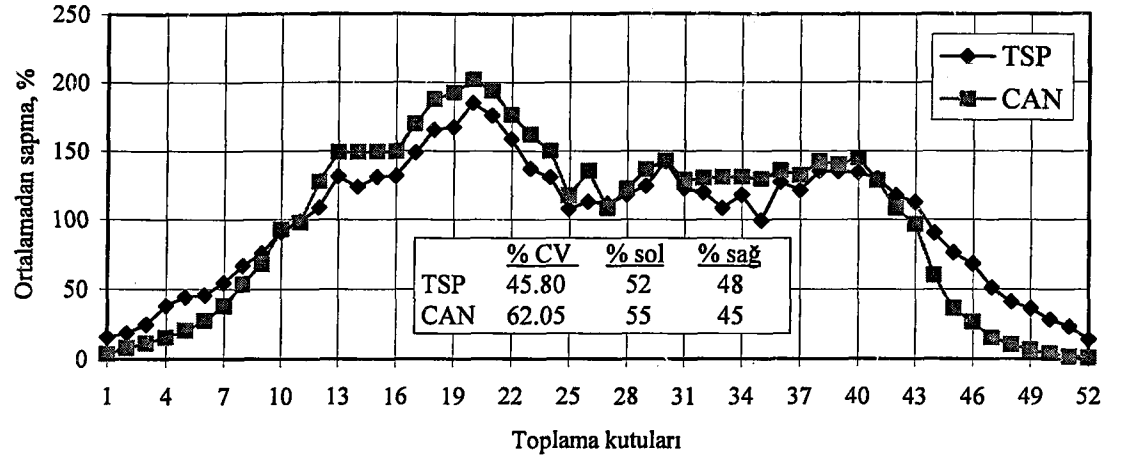
Şekil 4.51. (KB2-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



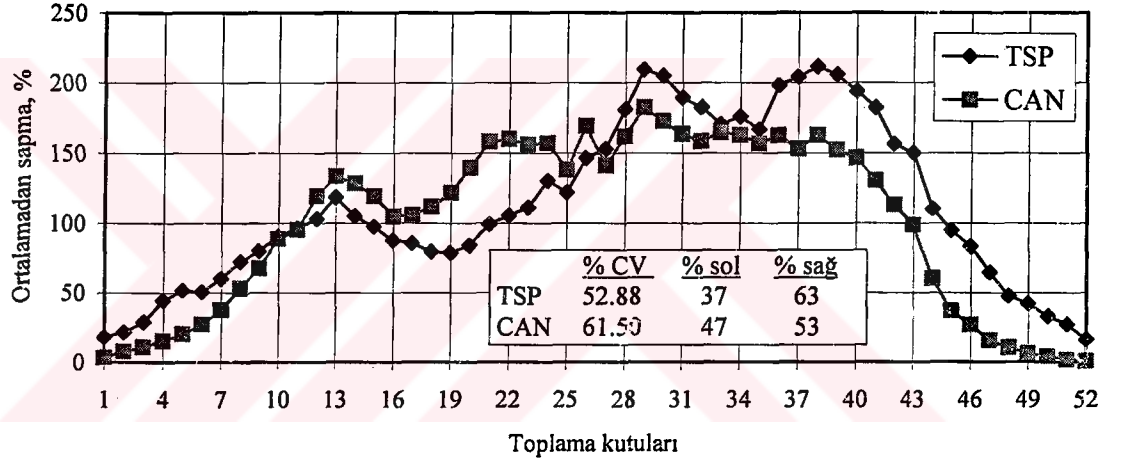
Şekil 4.52. (KB2-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



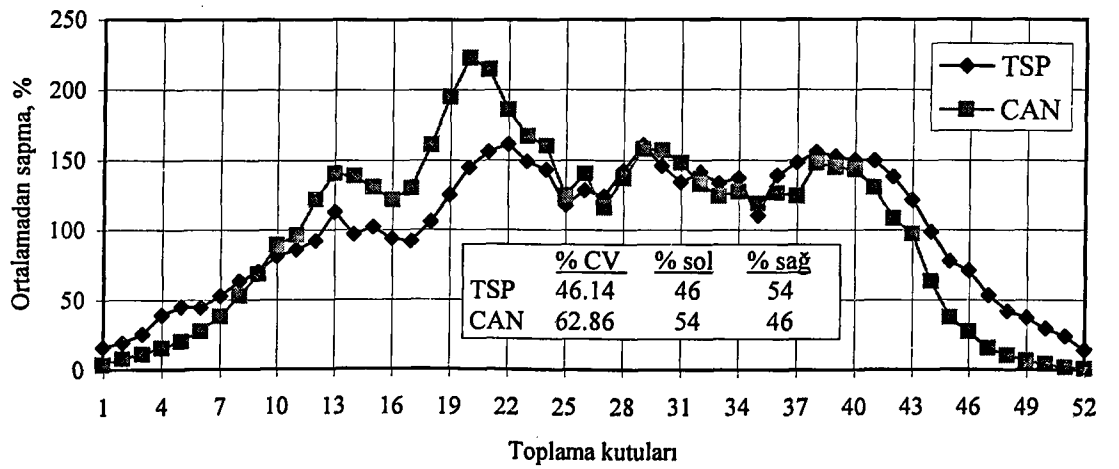
Şekil 4.53. (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



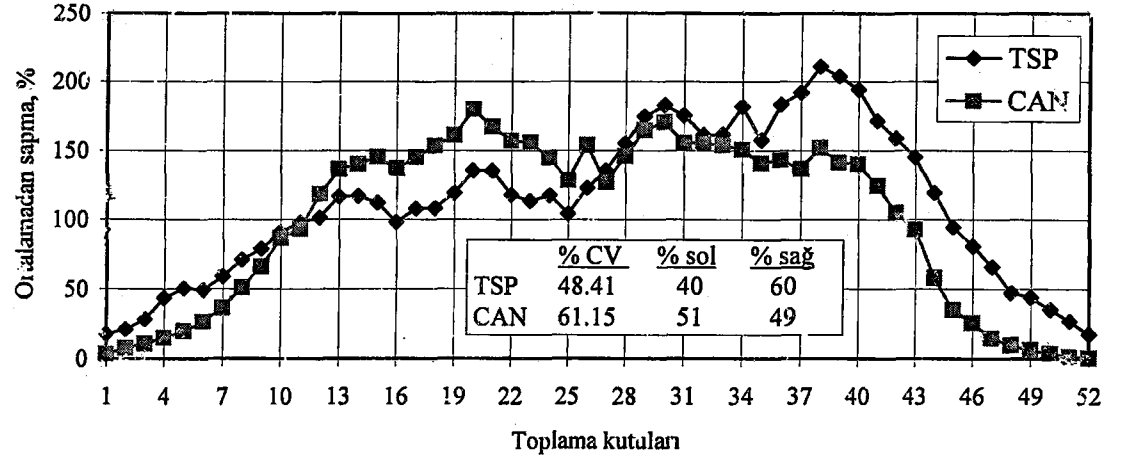
Şekil 4.54. (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



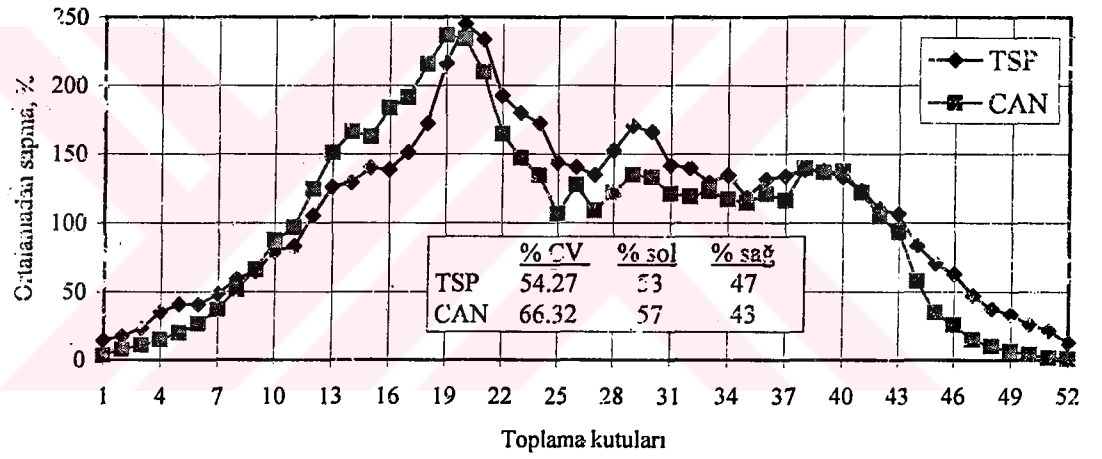
Şekil 4.55. (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



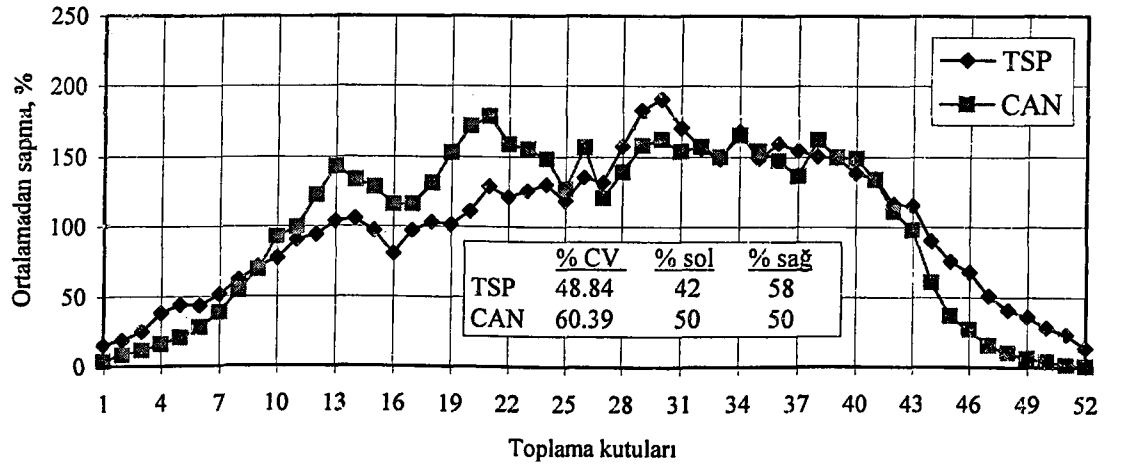
Şekil 4.56. (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



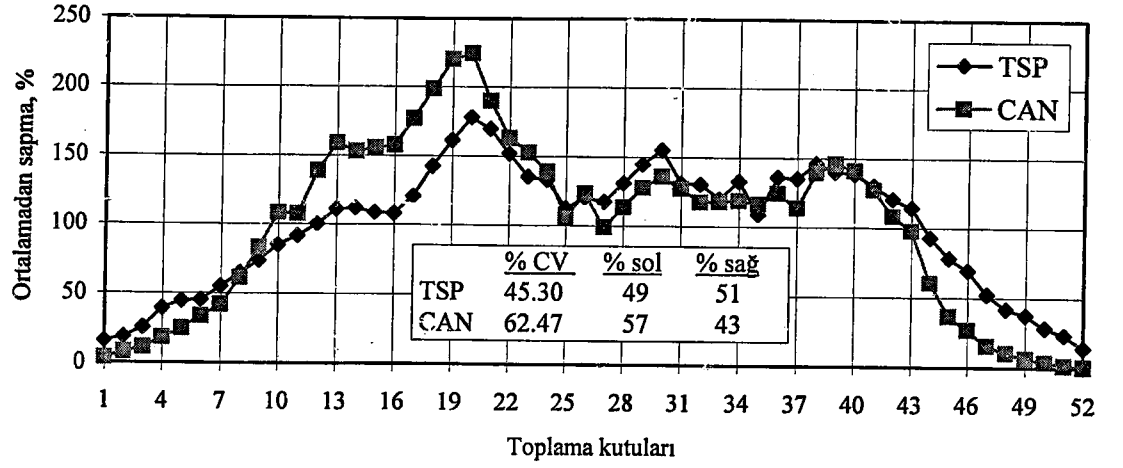
Şekil 4.57. (KB2-KP1-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



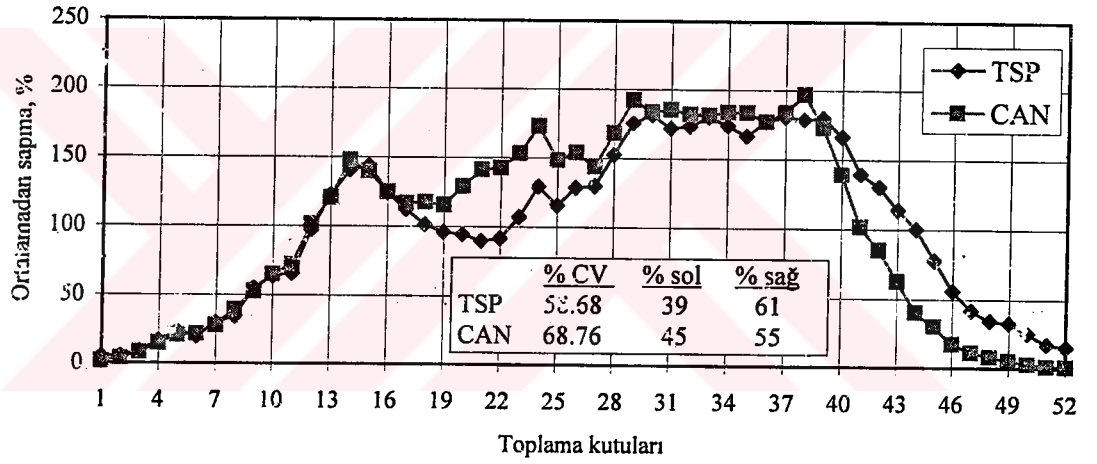
Şekil 4.58. (KB2-KP1-M1)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



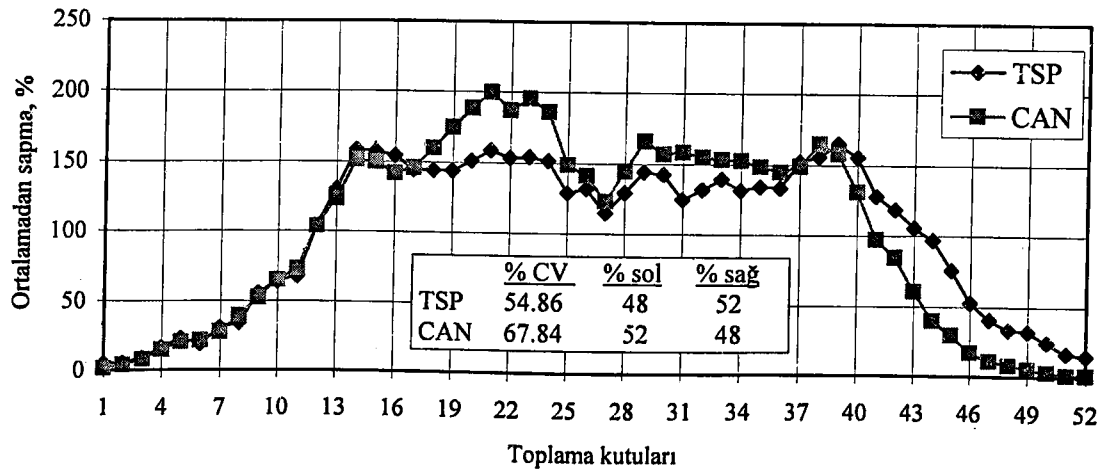
Şekil 4.59. (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



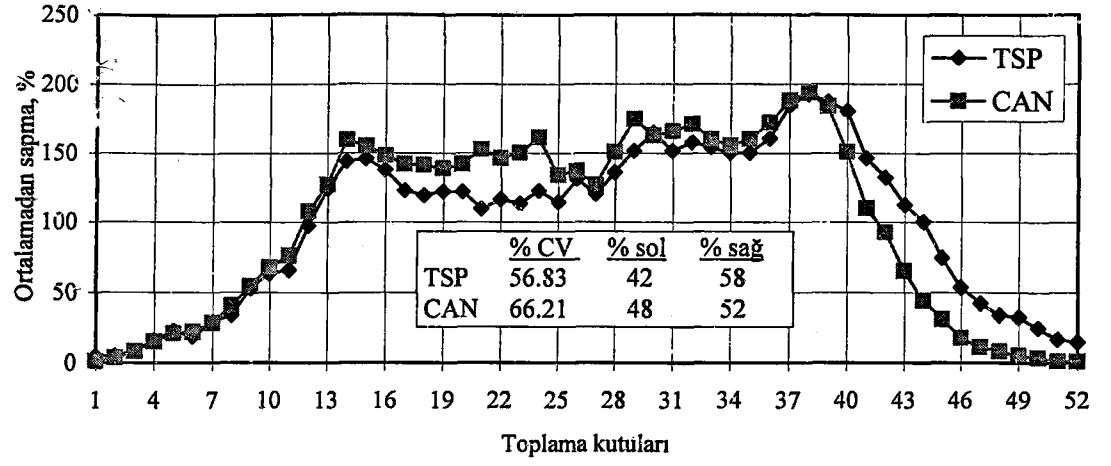
Şekil 4.60. (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



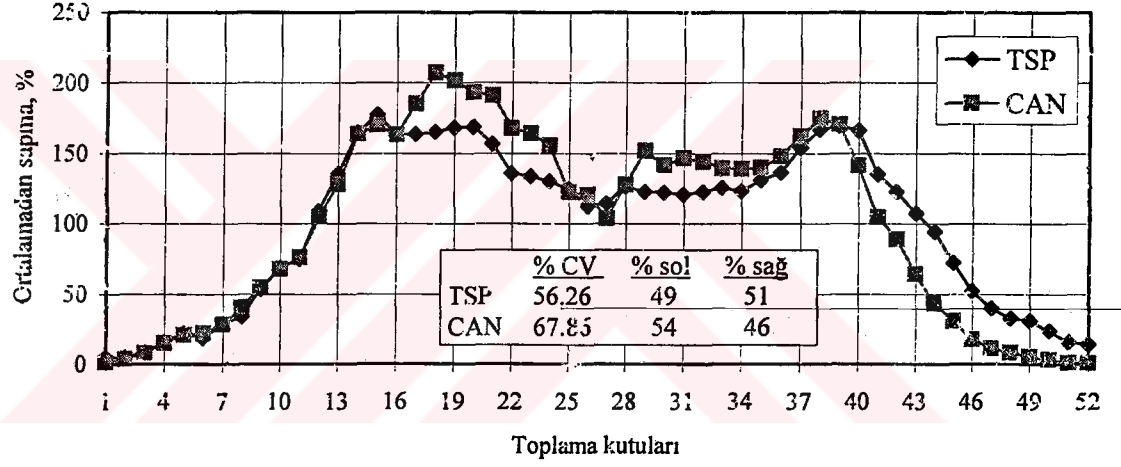
Şekil 4.61. (KB3-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



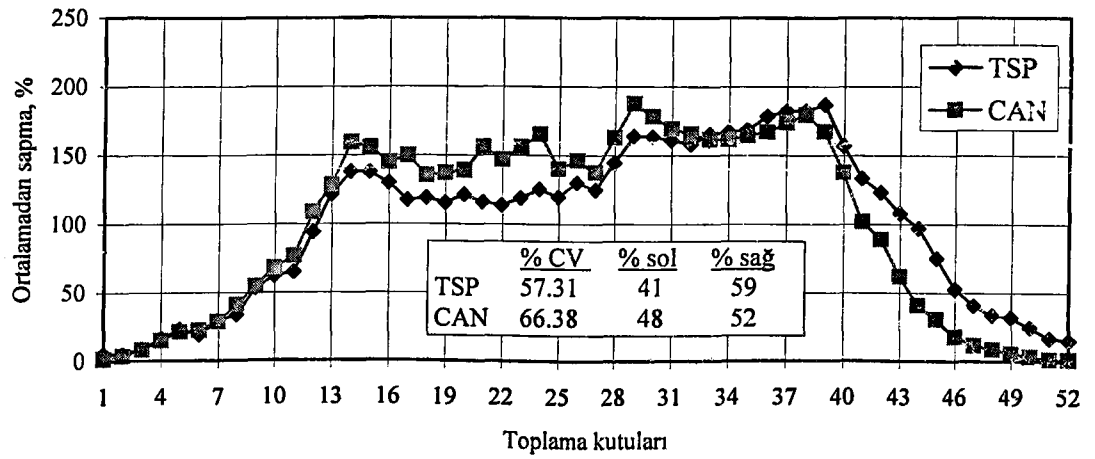
Şekil 4.62. (KB3-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



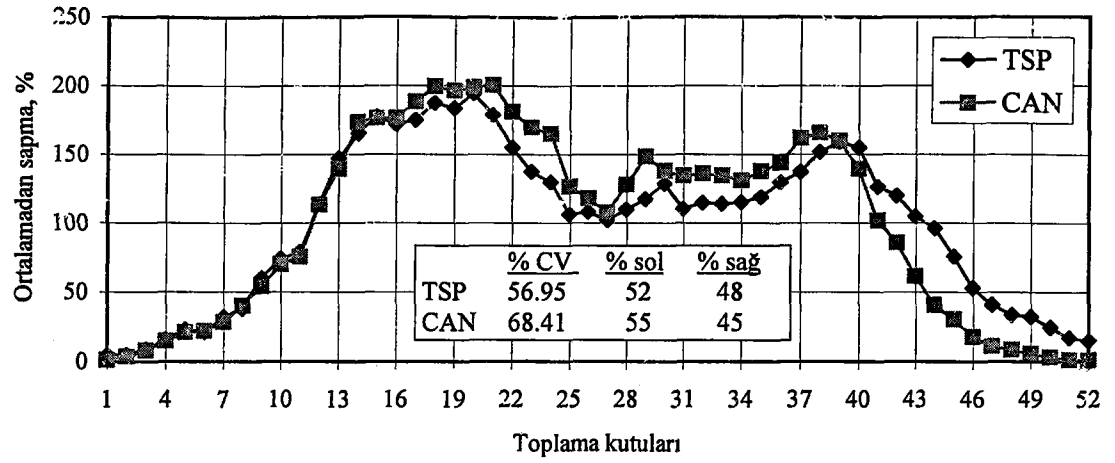
Şekil 4.63. (KB3-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



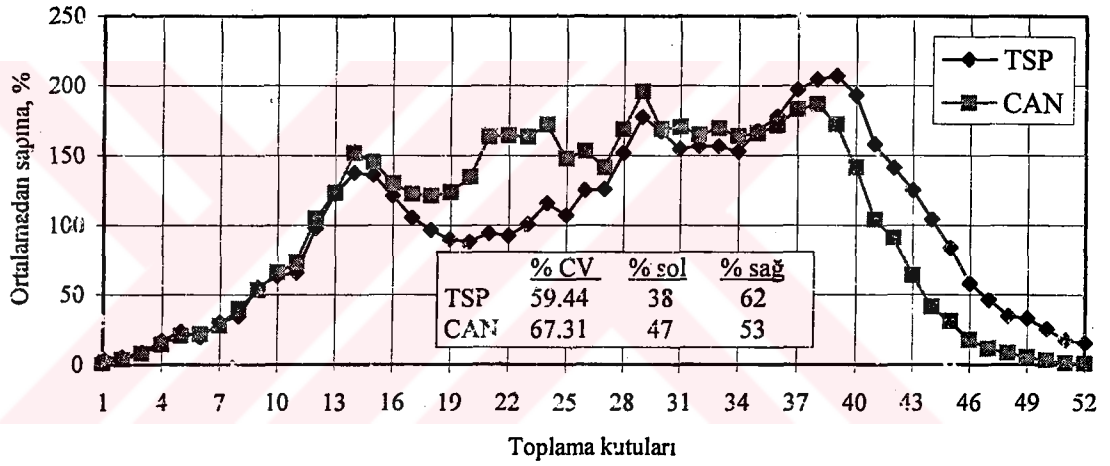
Şekil 4.64. (KB3-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



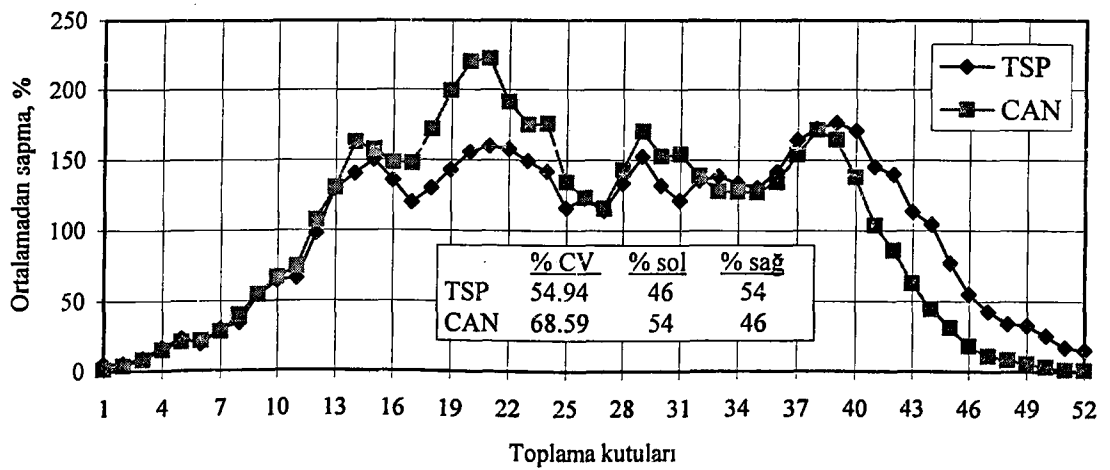
Şekil 4.65. (KB3-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



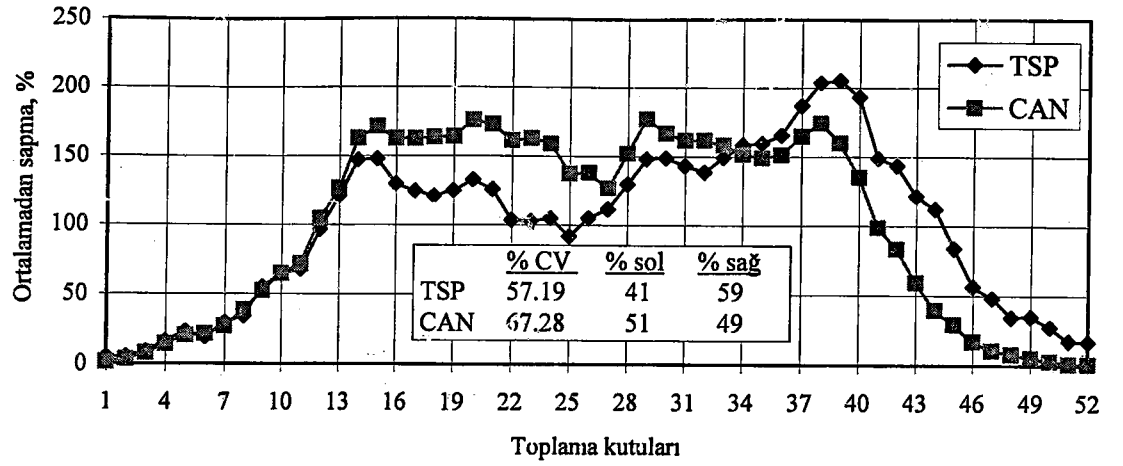
Şekil 4.66. (KB3-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



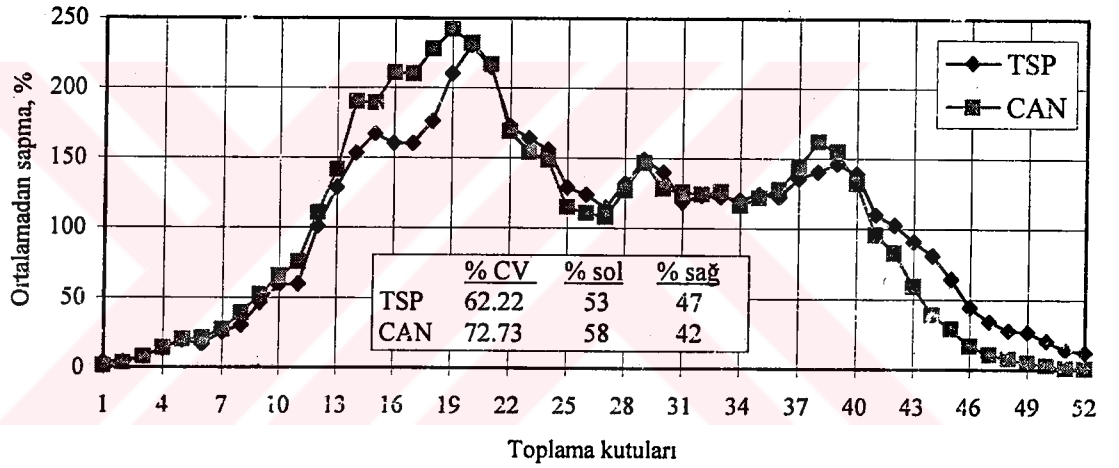
Şekil 4.67. (KB3-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



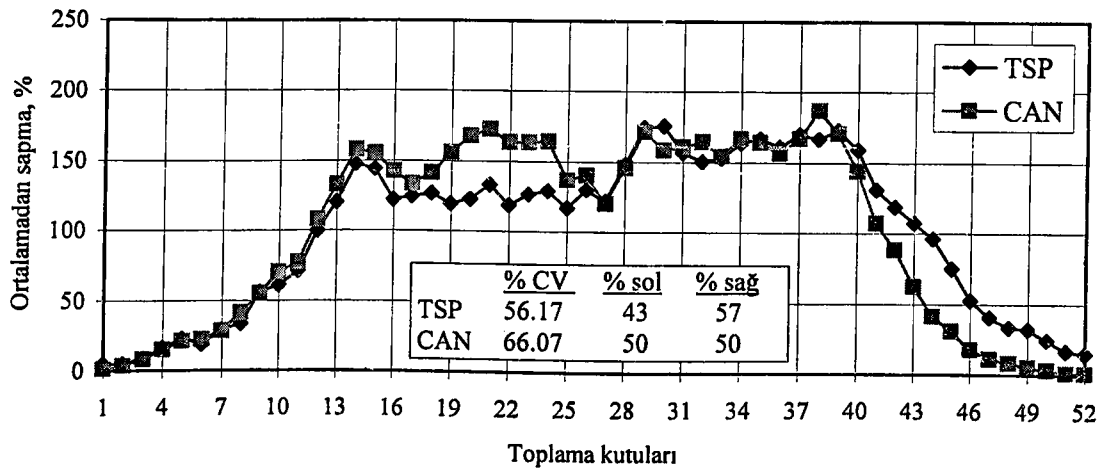
Şekil 4.68. (KB3-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



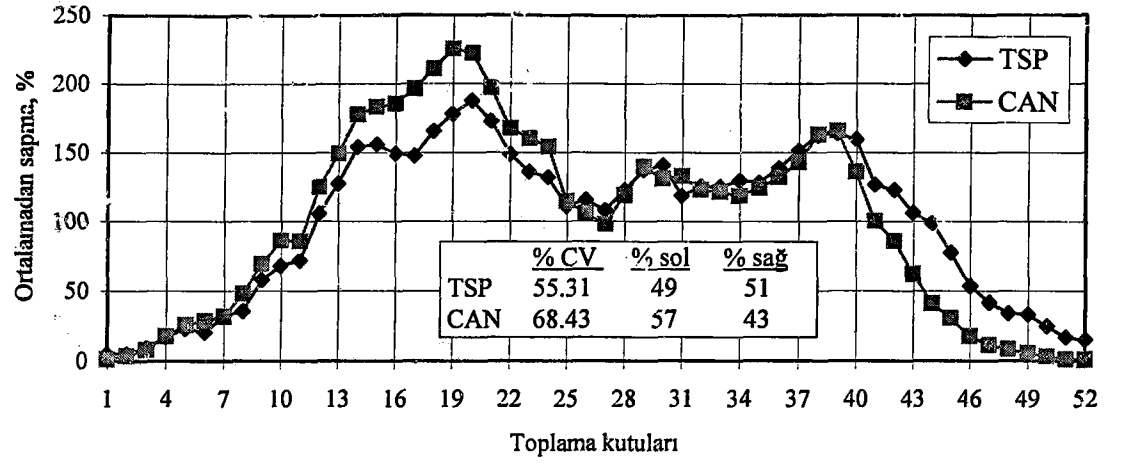
Şekil 4.69. (KB3-KP1-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



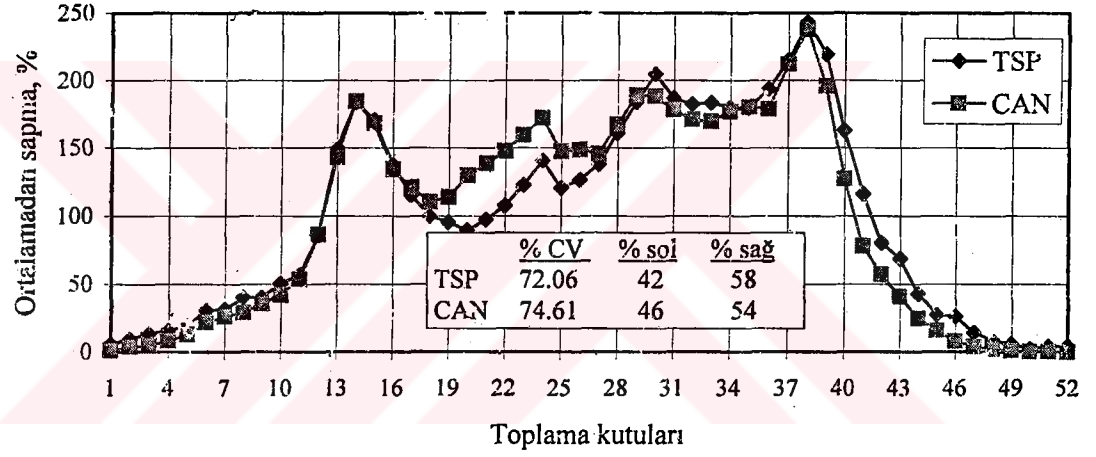
Şekil 4.70. (KB3-KP1-M1)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



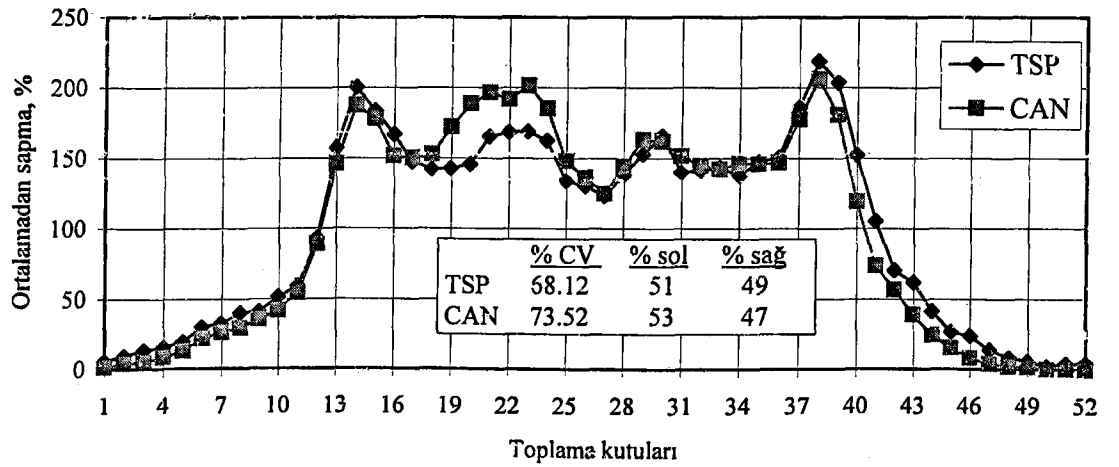
Şekil 4.71. (KB3-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



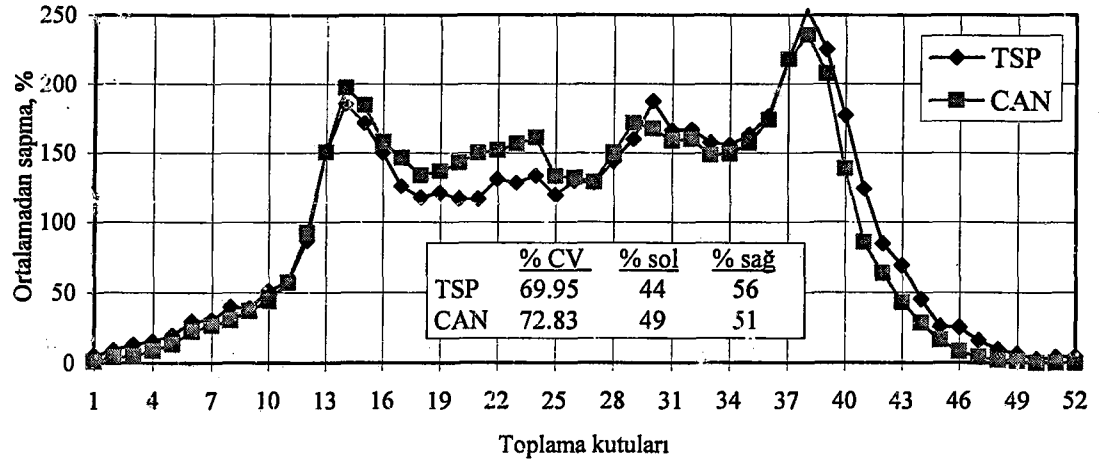
Şekil 4.72. (KB3-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



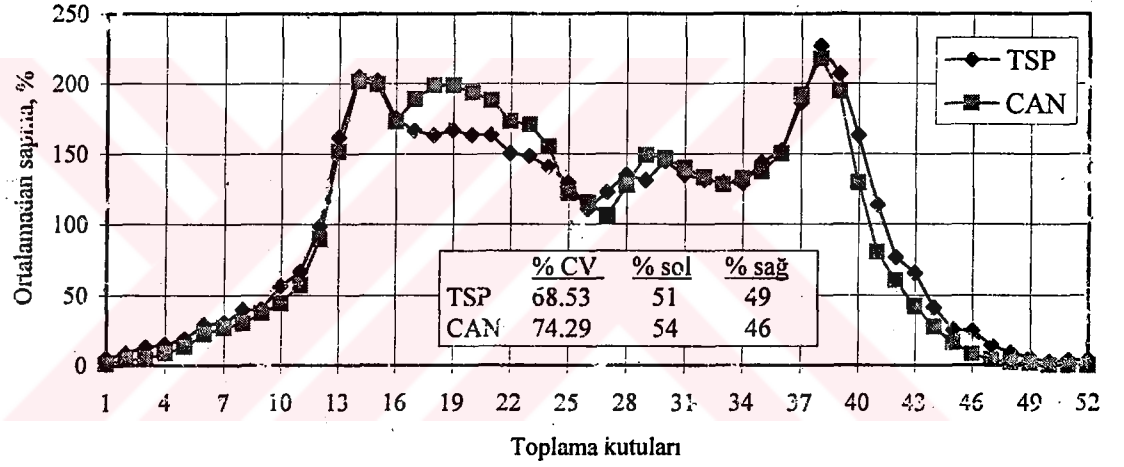
Şekil 4.73. (KB1-KP2-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



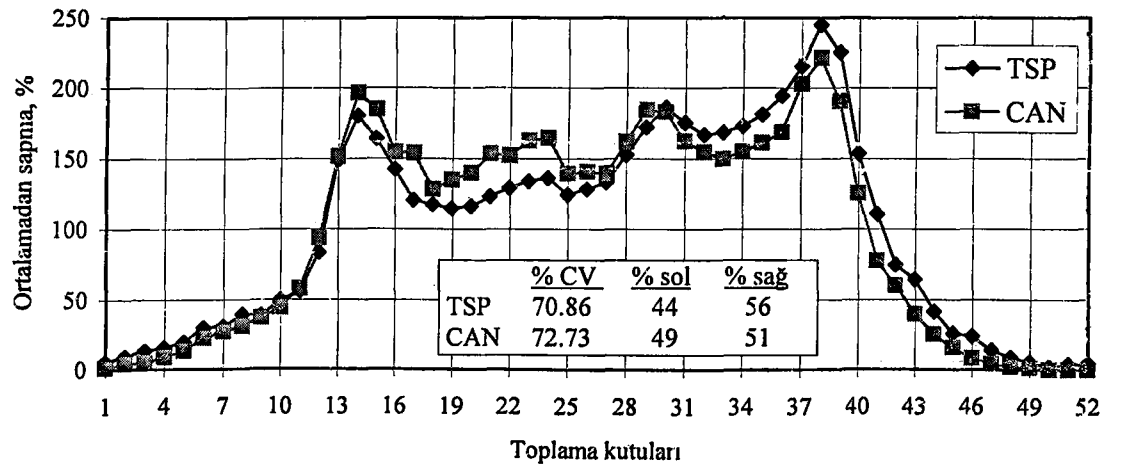
Şekil 4.74. (KB1-KP2-M1)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



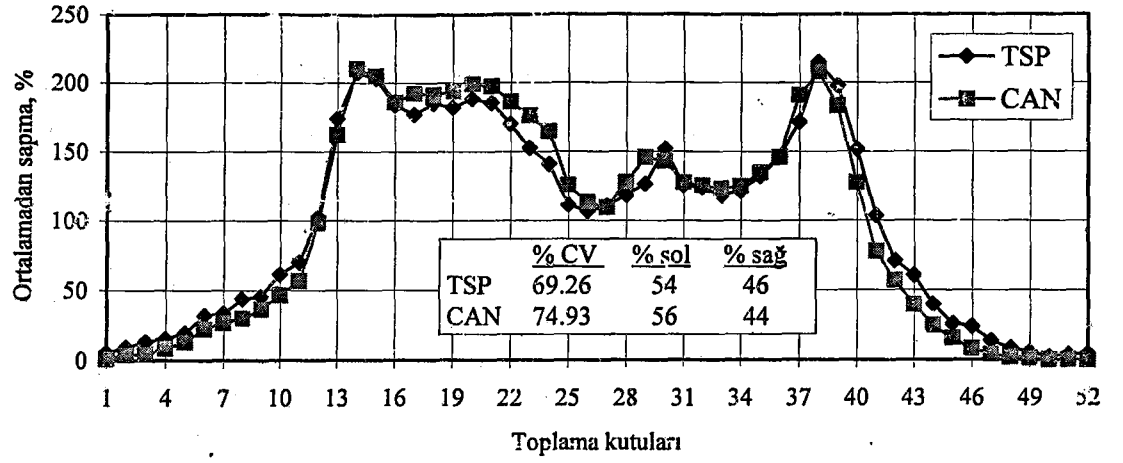
Şekil 4.75. (KB1-KP2-M1)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



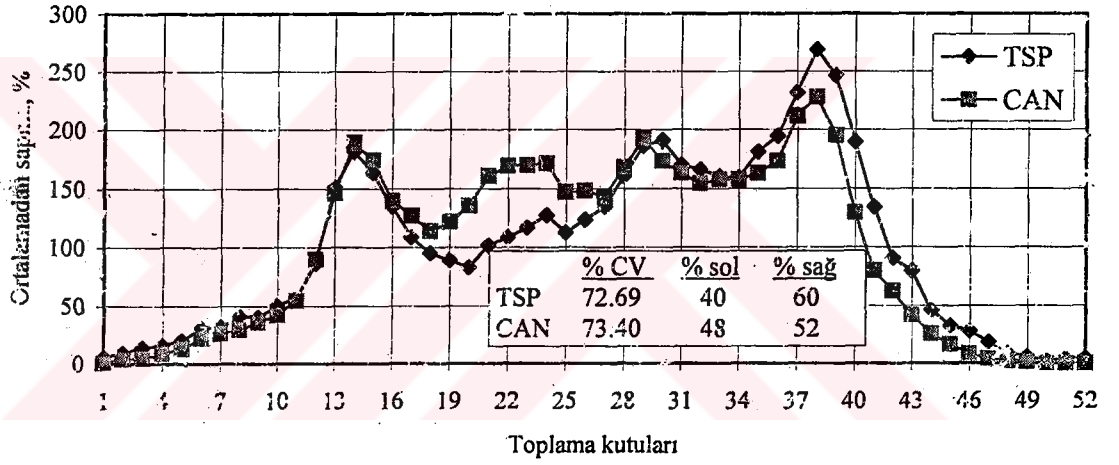
Şekil 4.76. (KB1-KP2-M1)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



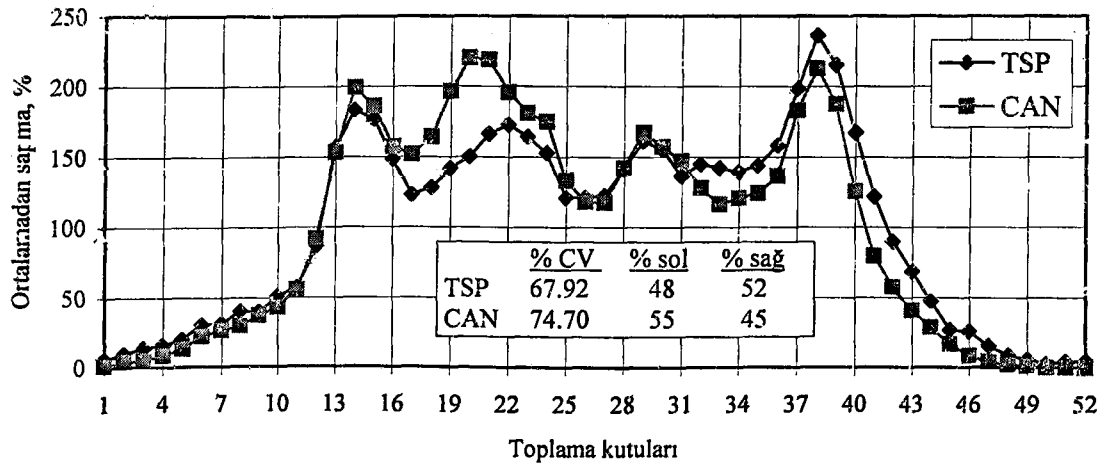
Şekil 4.77. (KB1-KP2-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



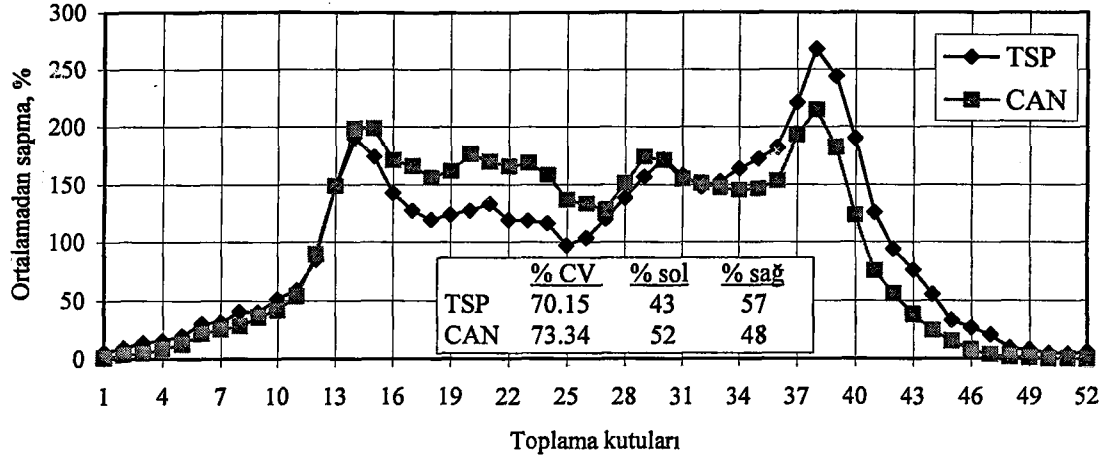
Şekil 4.78. (KB1-KP2-M1)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



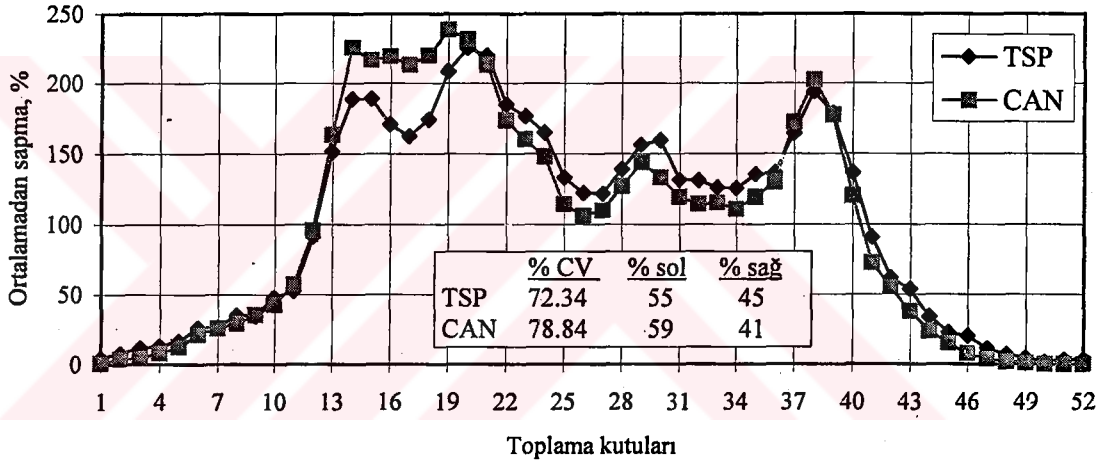
Şekil 4.79. (KB1-KP2-M1)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



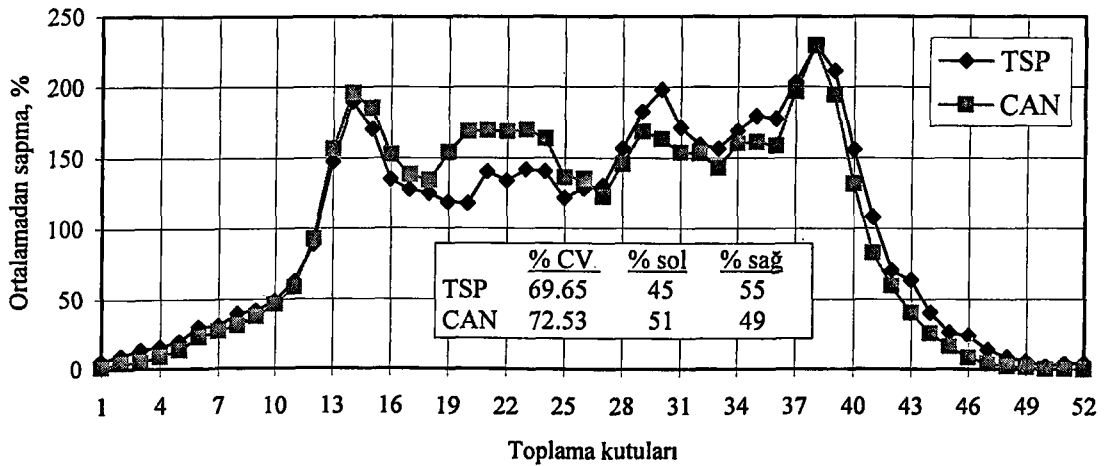
Şekil 4.80. (KB1-KP2-M1)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



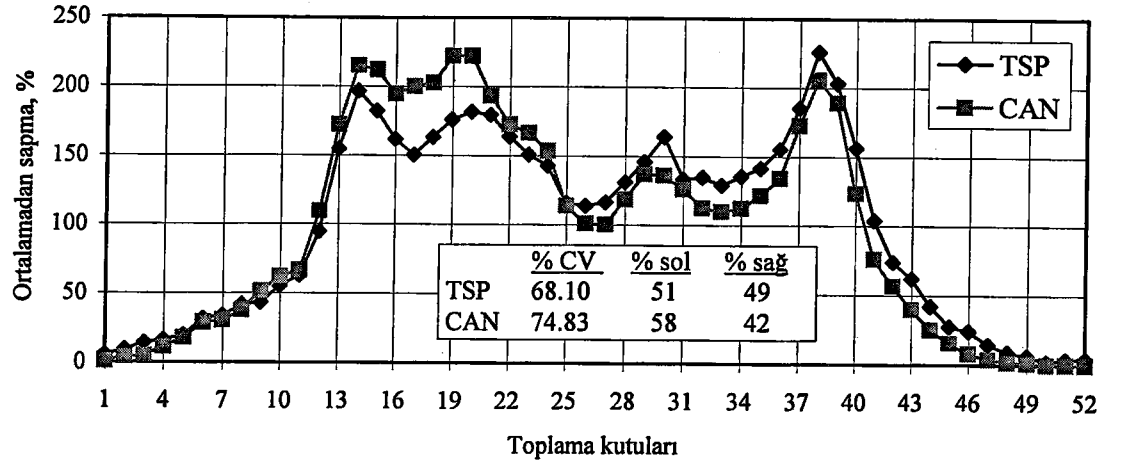
Şekil 4.81. (KB1-KP2-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



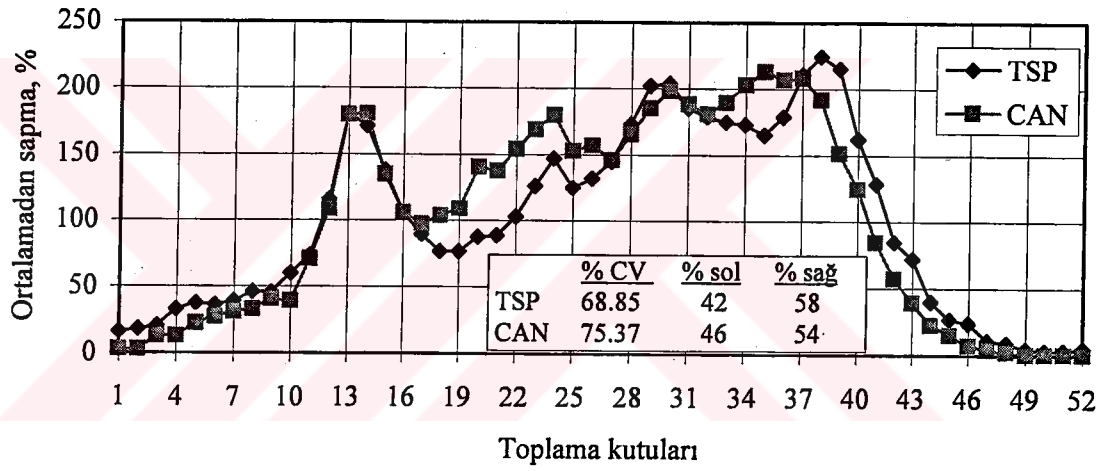
Şekil 4.82. (KB1-KP2-M1)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



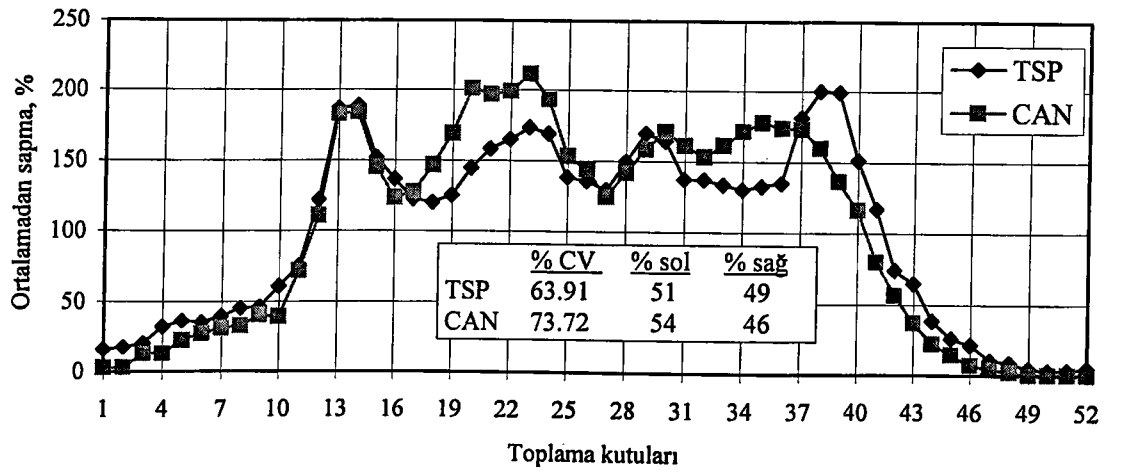
Şekil 4.83. (KB1-KP2-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



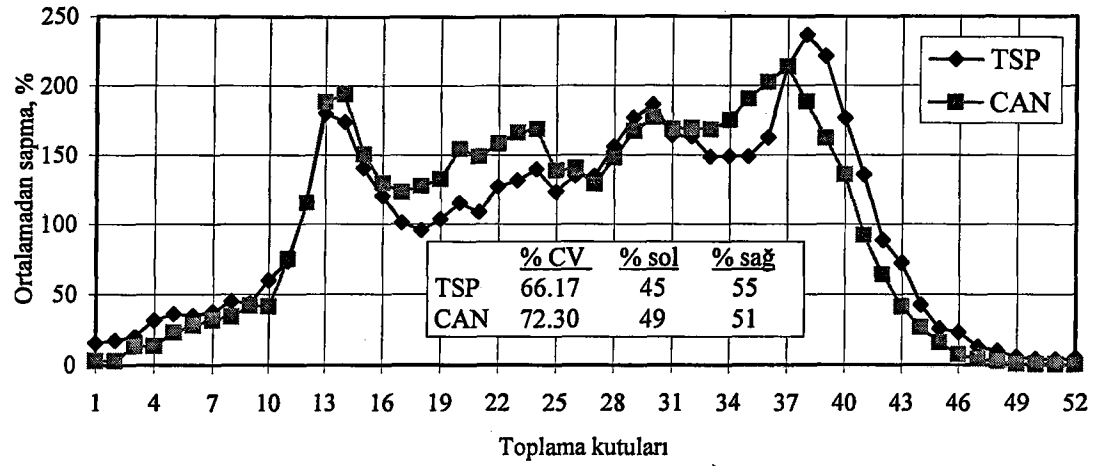
Şekil 4.84. (KB1-KP2-M1)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



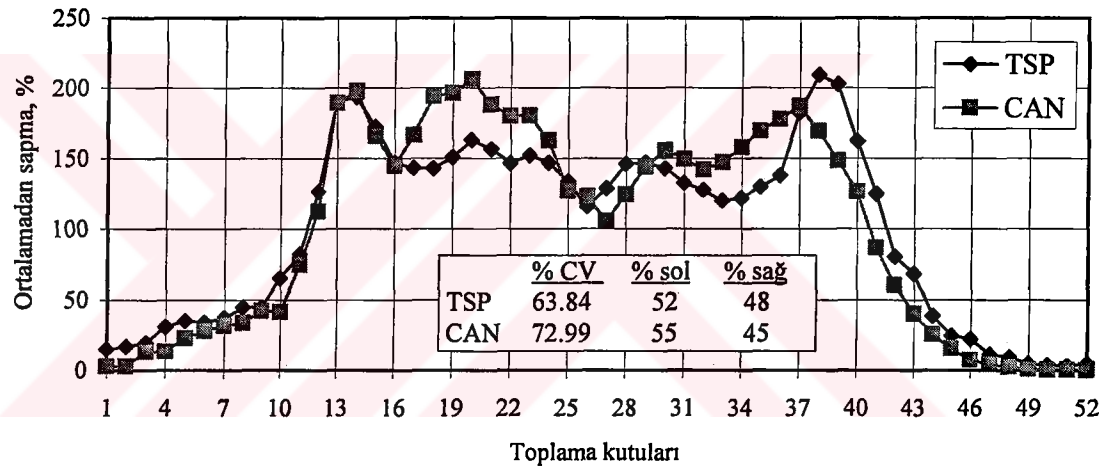
Şekil 4.85. (KB2-KP2-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



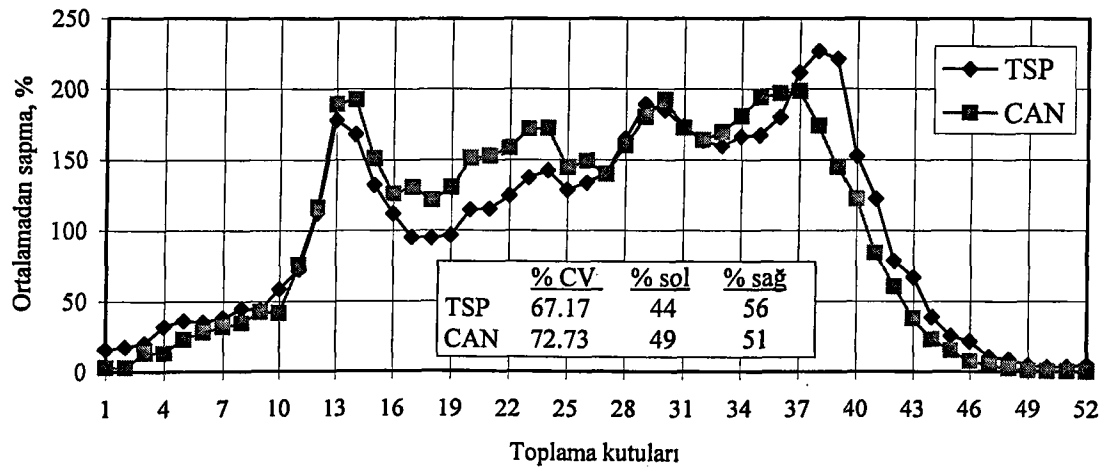
Şekil 4.86. (KB2-KP2-M1)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



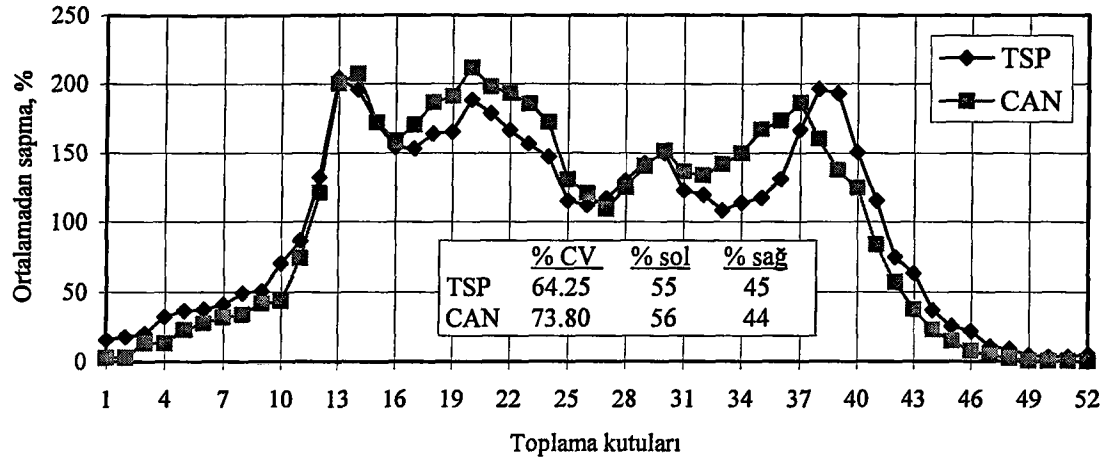
Şekil 4.87. (KB2-KP2-M1)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



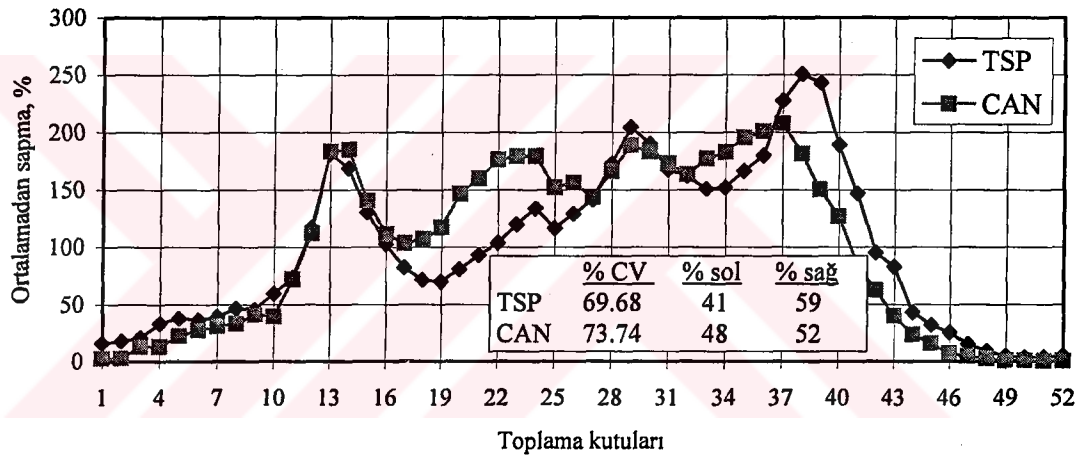
Şekil 4.88. (KB2-KP2-M1)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



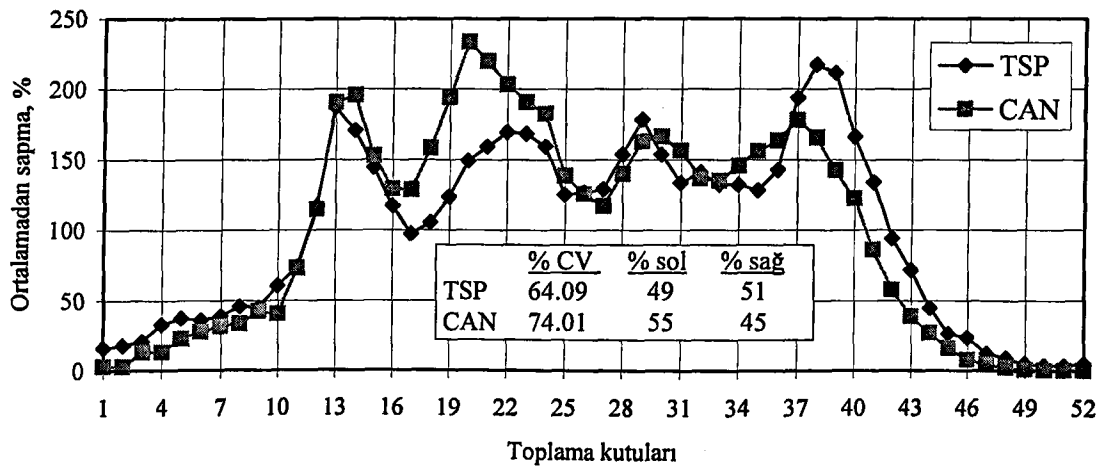
Şekil 4.89. (KB2-KP2-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



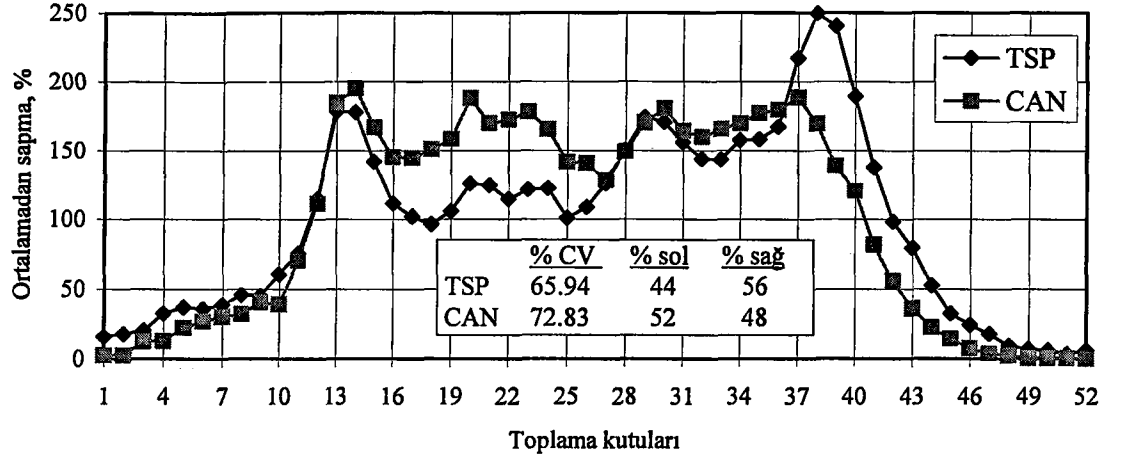
Şekil 4.90. (KB2-KP2-M1)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



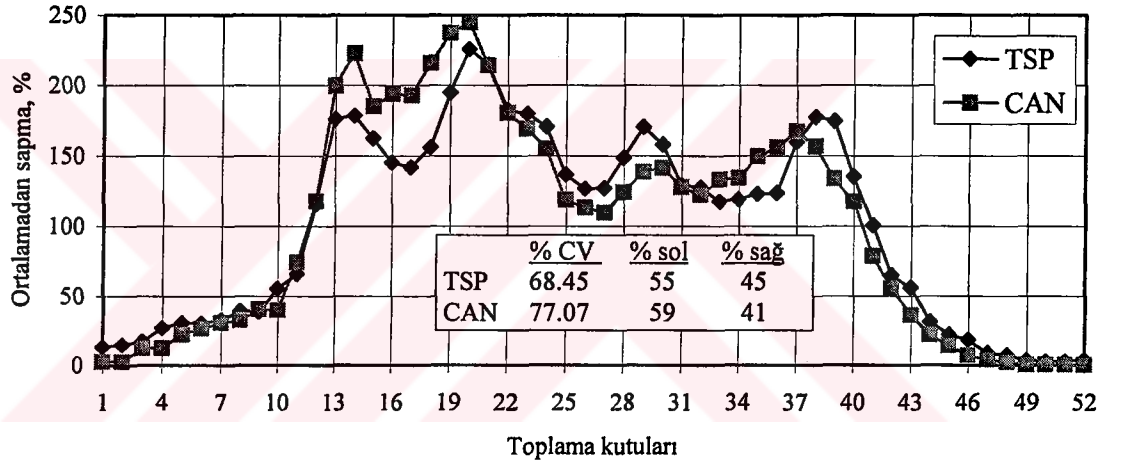
Şekil 4.91. (KB2-KP2-M1)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



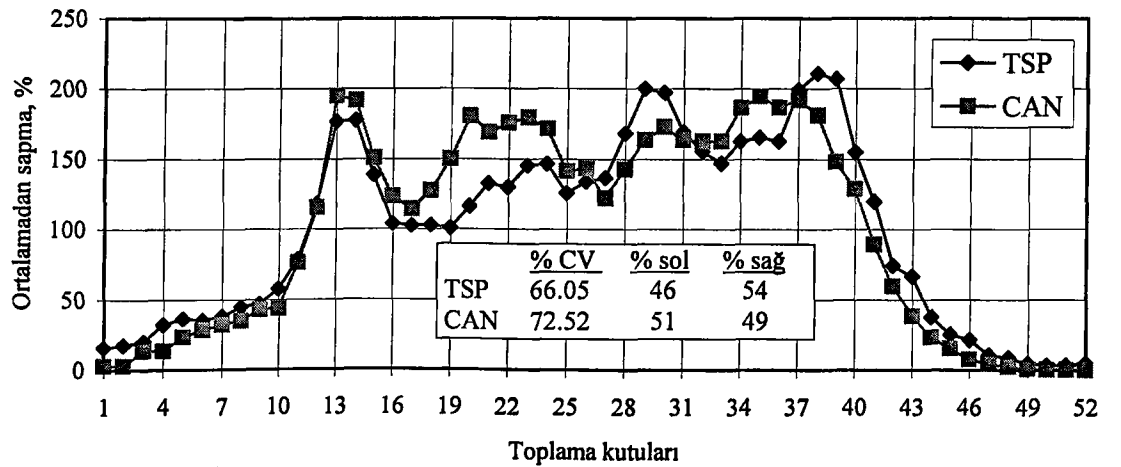
Şekil 4.92. (KB2-KP2-M1)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



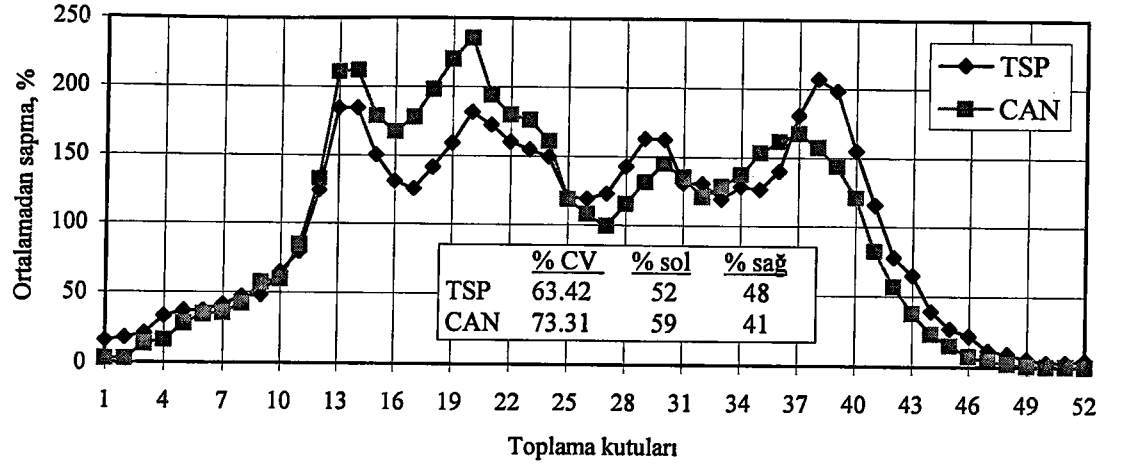
Şekil 4.93. (KB2-KP2-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



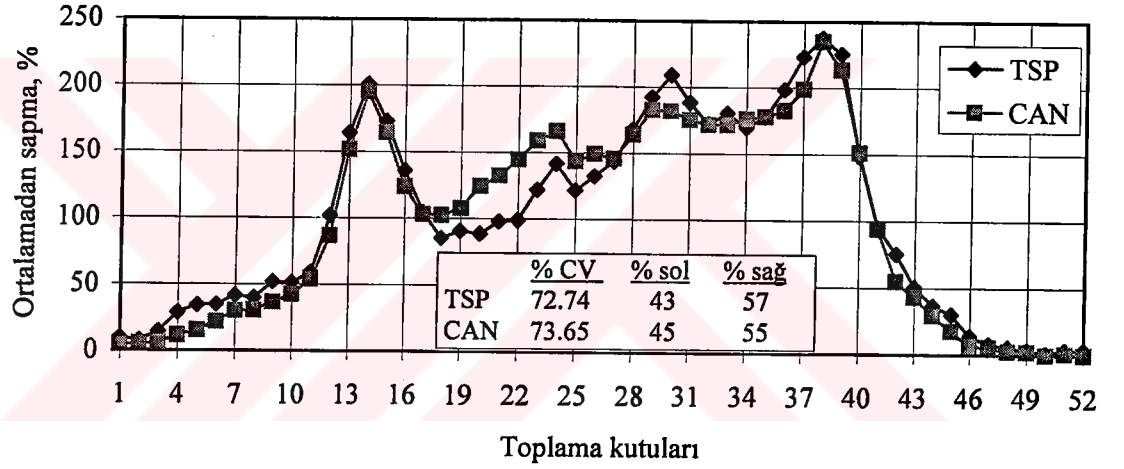
Şekil 4.94. (KB2-KP2-M1)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



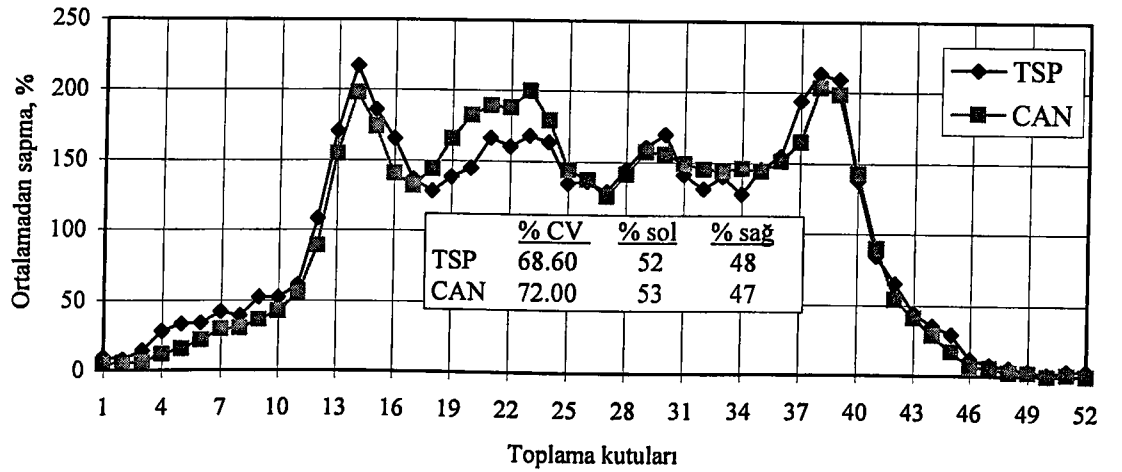
Şekil 4.95. (KB2-KP2-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



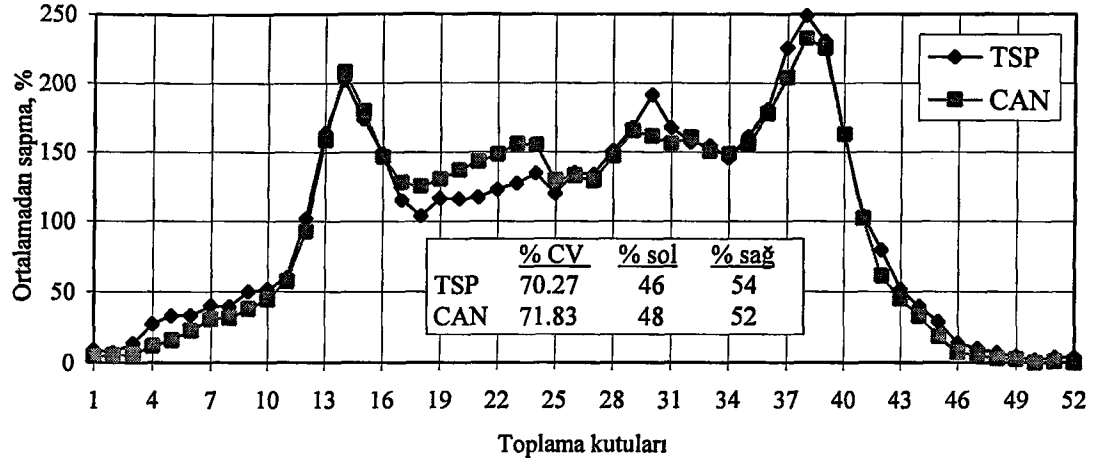
Şekil 4.96. (KB2-KP2-M1)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



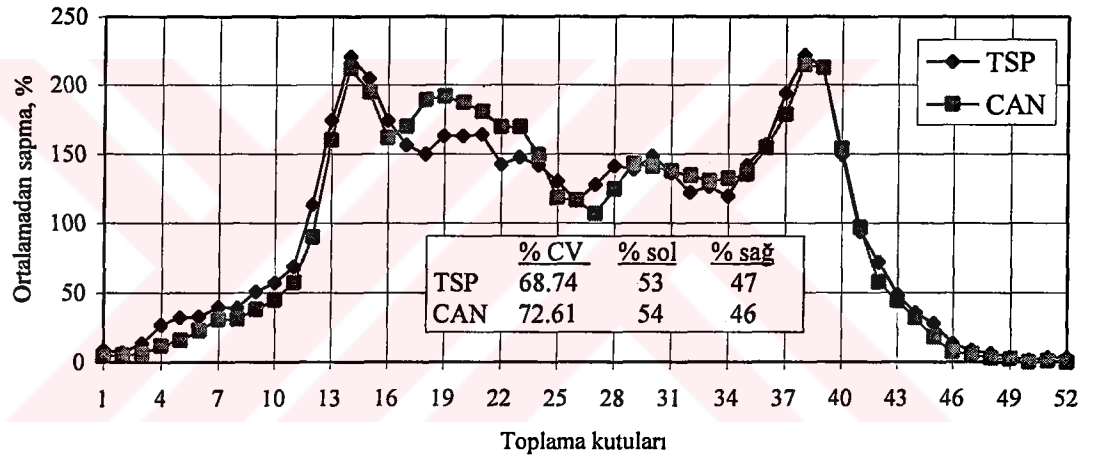
Şekil 4.97. (KB3-KP2-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



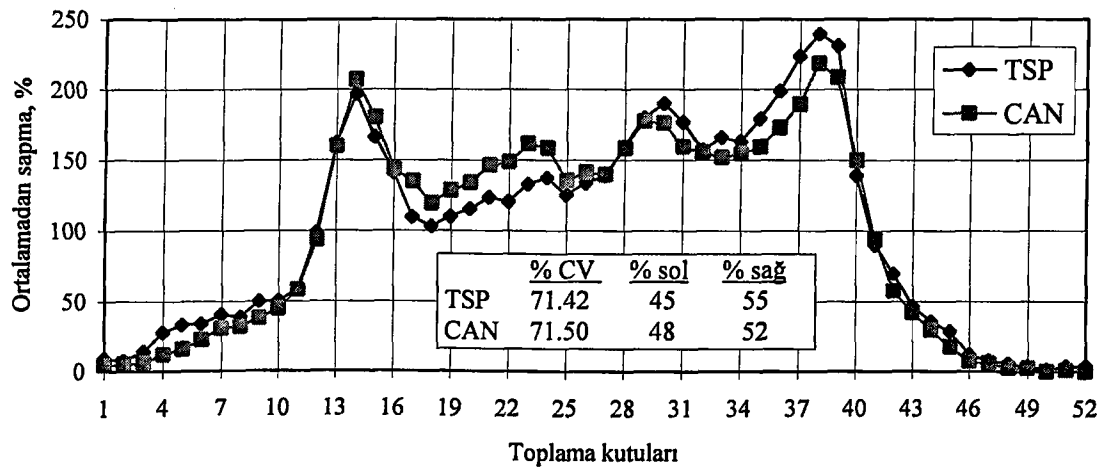
Şekil 4.98. (KB3-KP2-M1)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



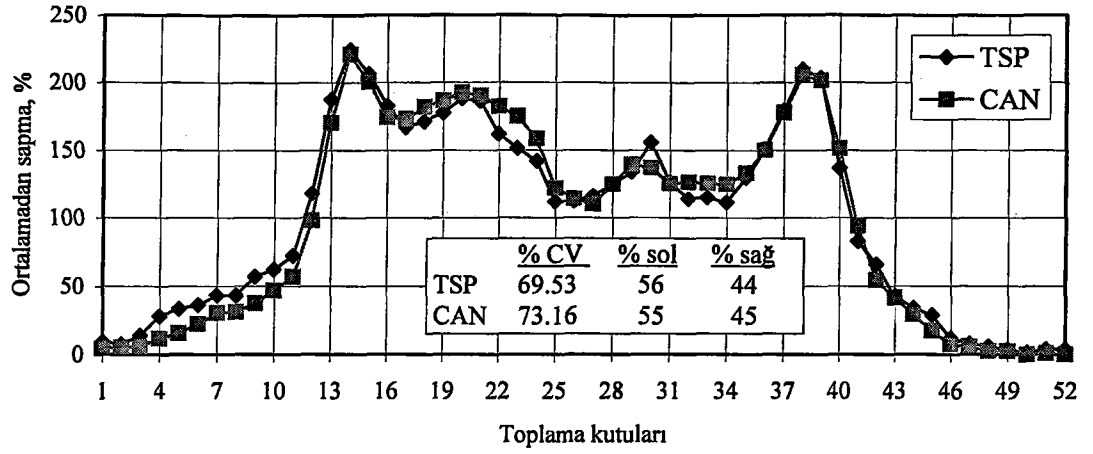
Şekil 4.99. (KB3-KP2-M1)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



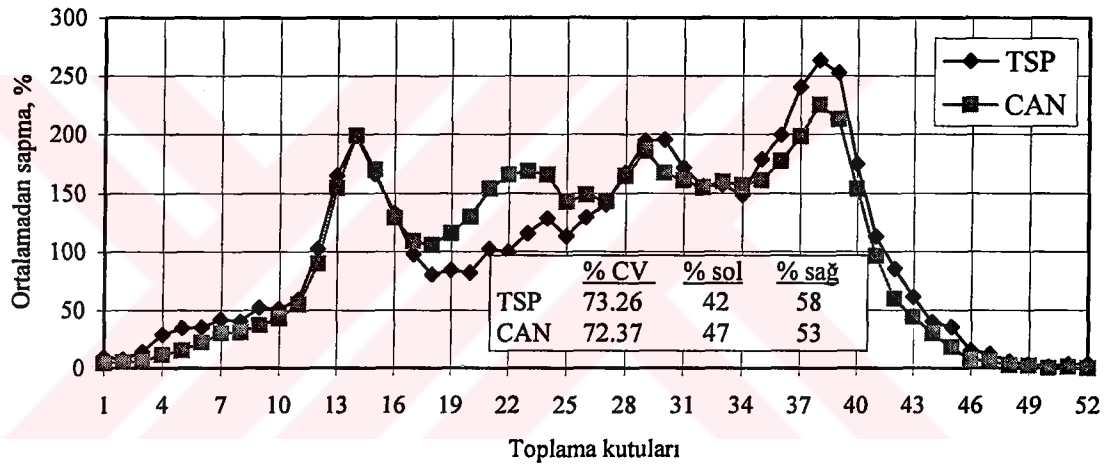
Şekil 4.100. (KB3-KP2-M1)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



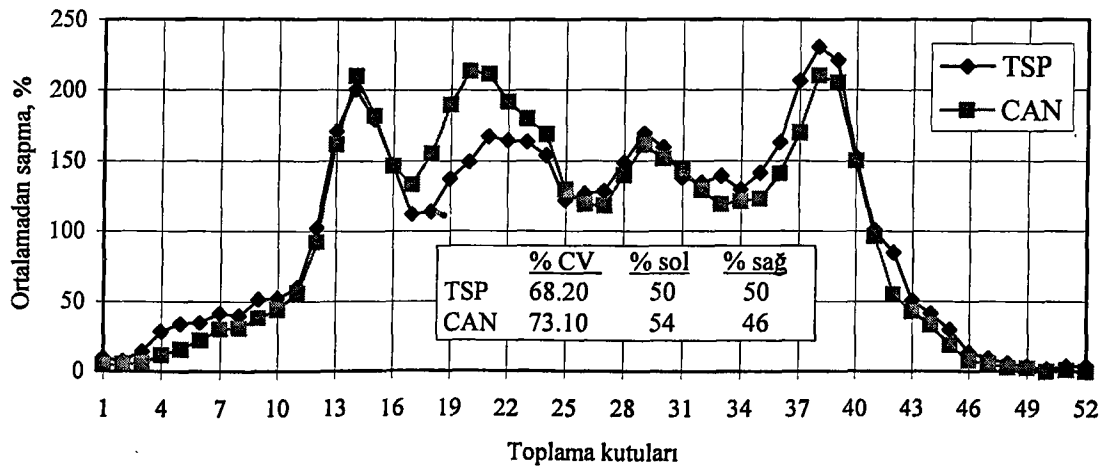
Şekil 4.101. (KB3-KP2-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



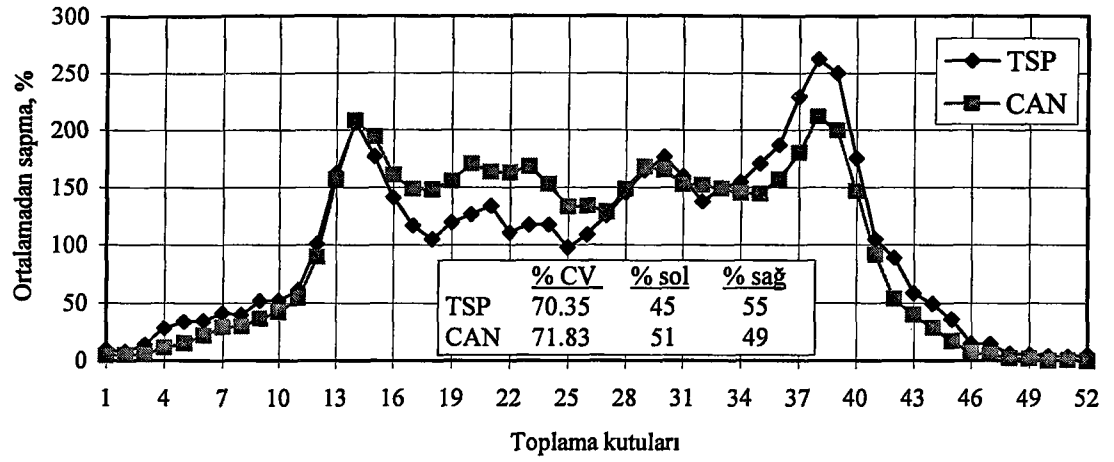
Şekil 4.102. (KB3-KP2-M1)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



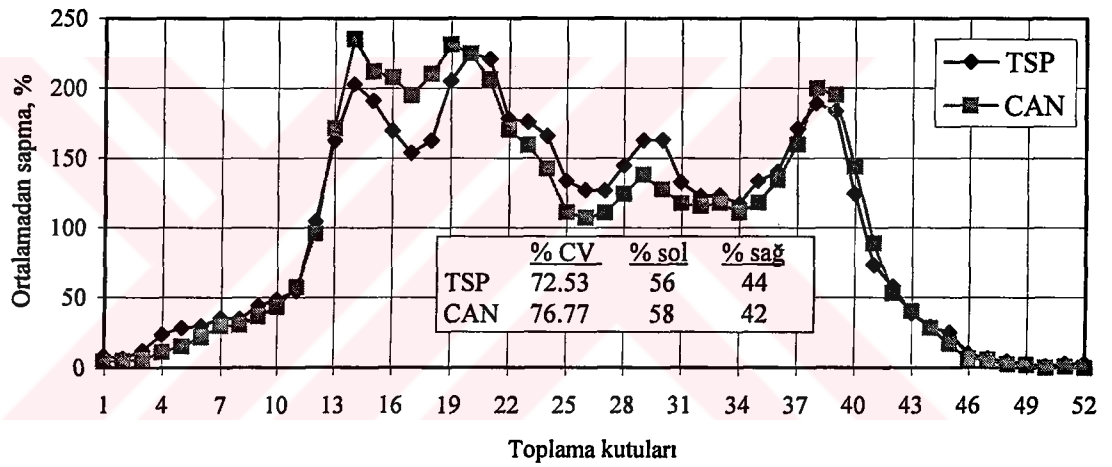
Şekil 4.103. (KB3-KP2-M1)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



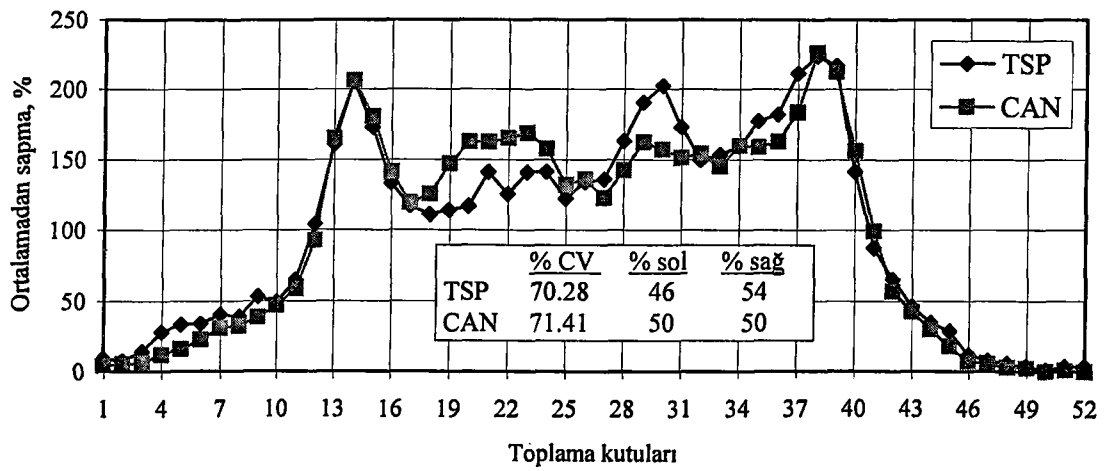
Şekil 4.104. (KB3-KP2-M1)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



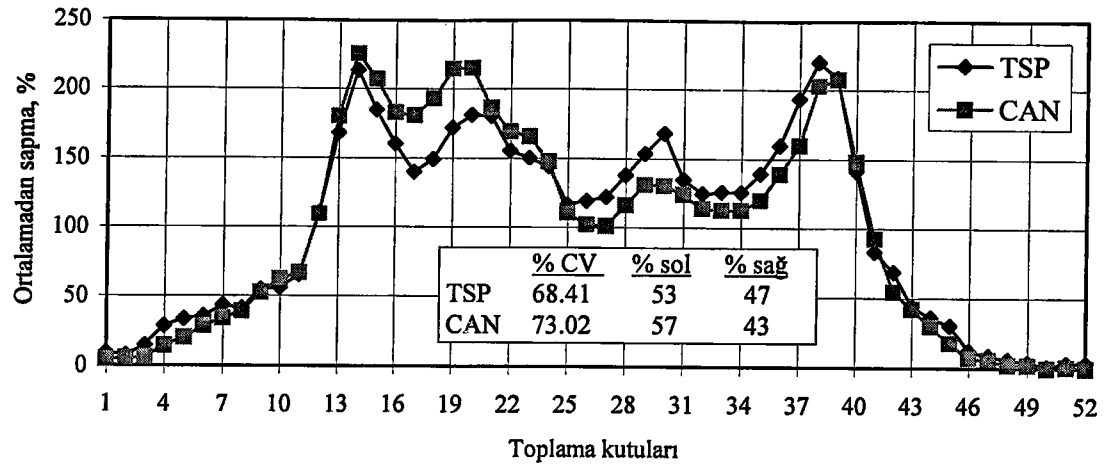
Şekil 4.105. (KB3-KP2-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



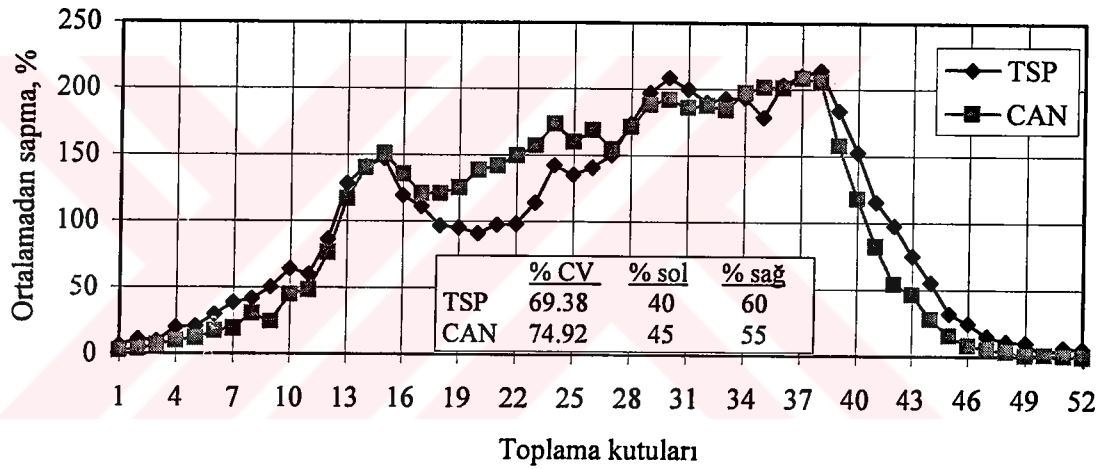
Şekil 4.106. (KB3-KP2-M1)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



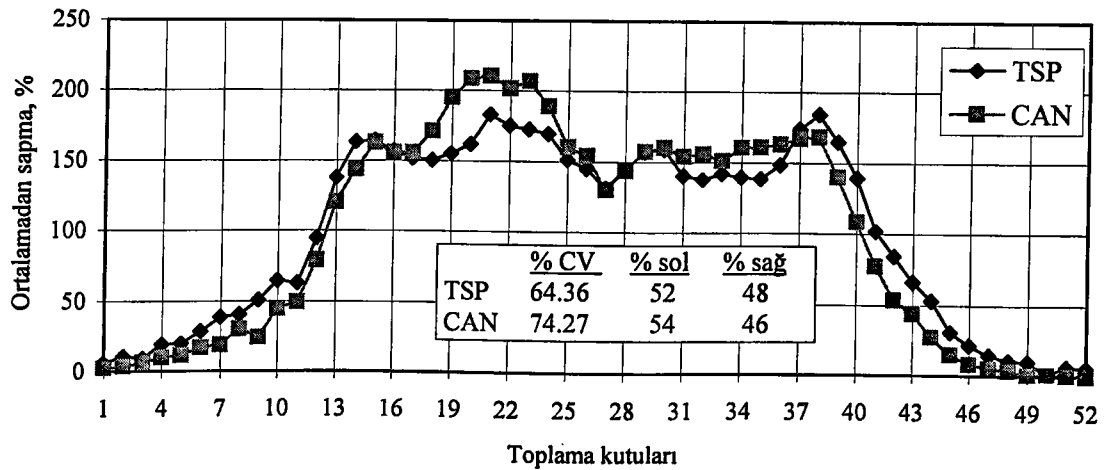
Şekil 4.107. (KB3-KP2-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



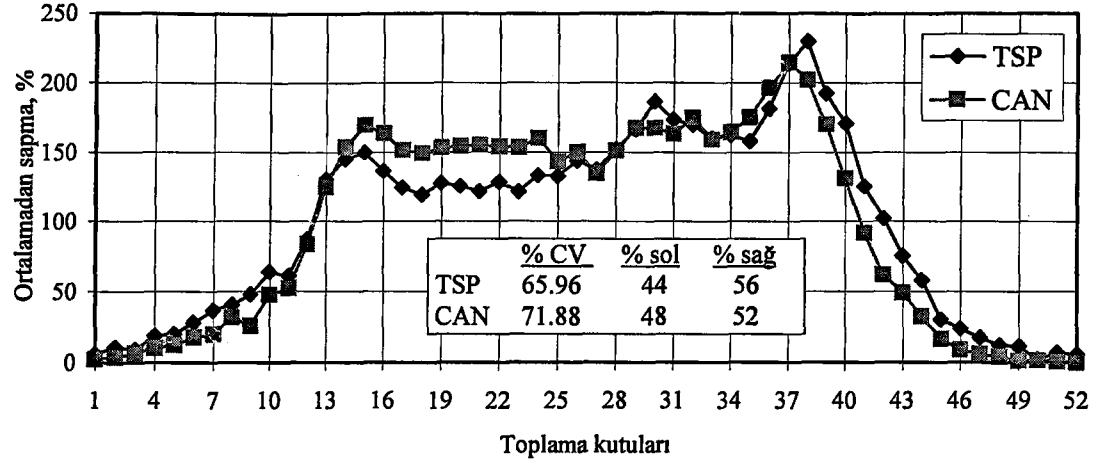
Şekil 4.108. (KB3-KP2-M1)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



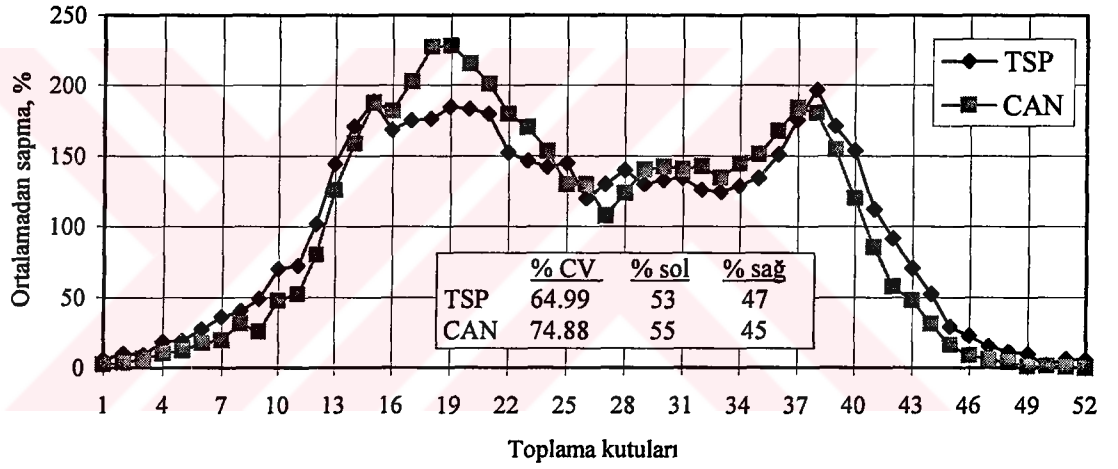
Şekil 4.109. (KB1-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



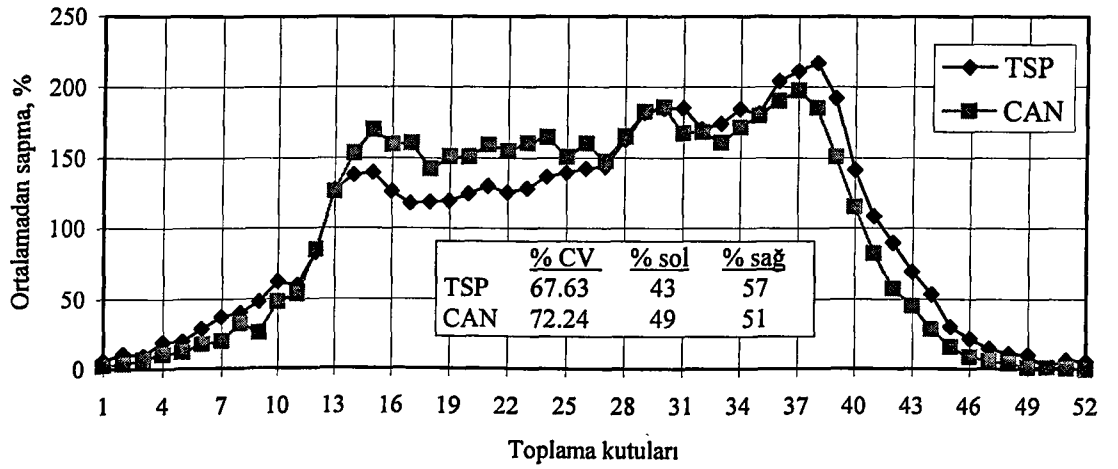
Şekil 4.110. (KB1-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



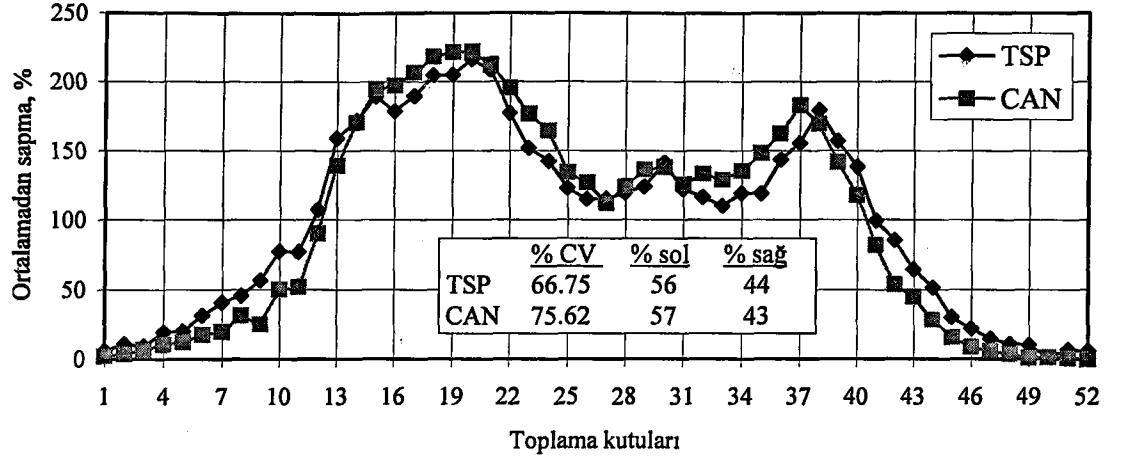
Şekil 4.111. (KB1-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



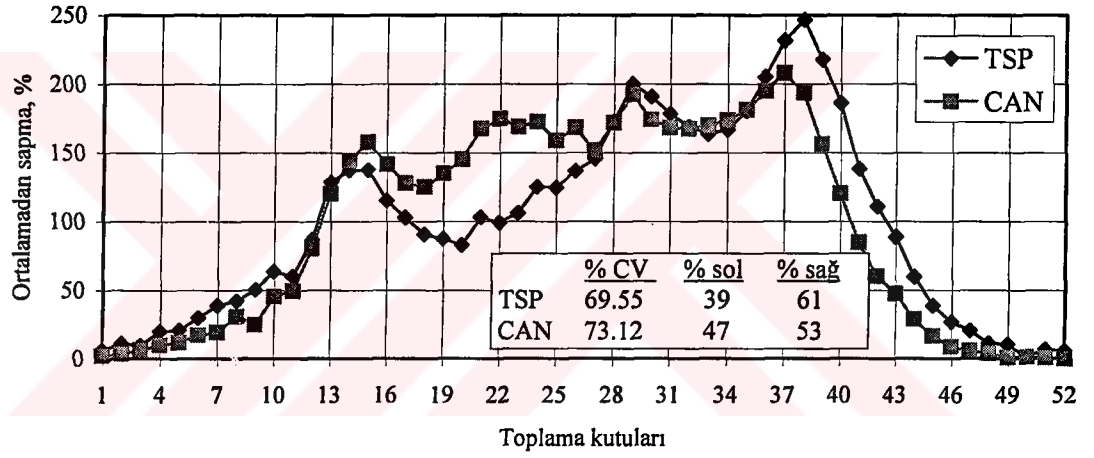
Şekil 4.112. (KB1-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



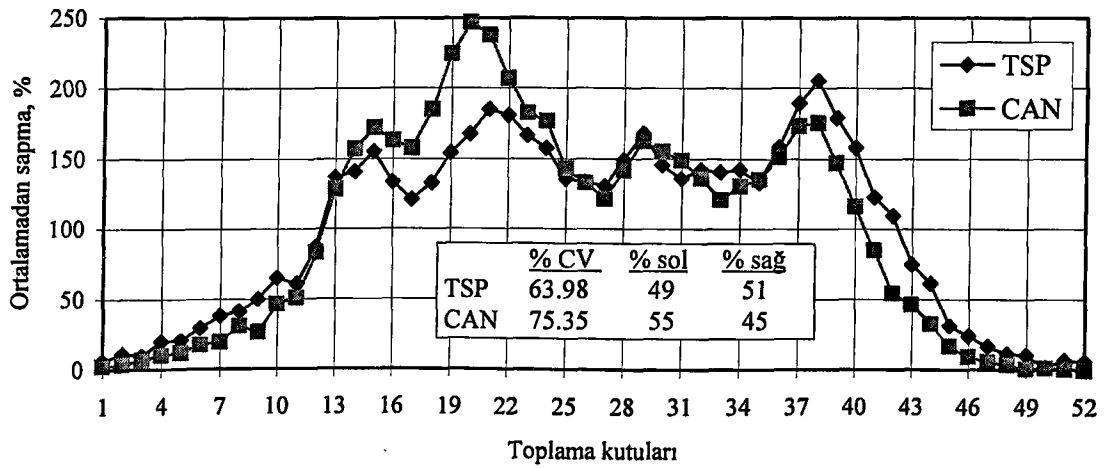
Şekil 4.113. (KB1-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



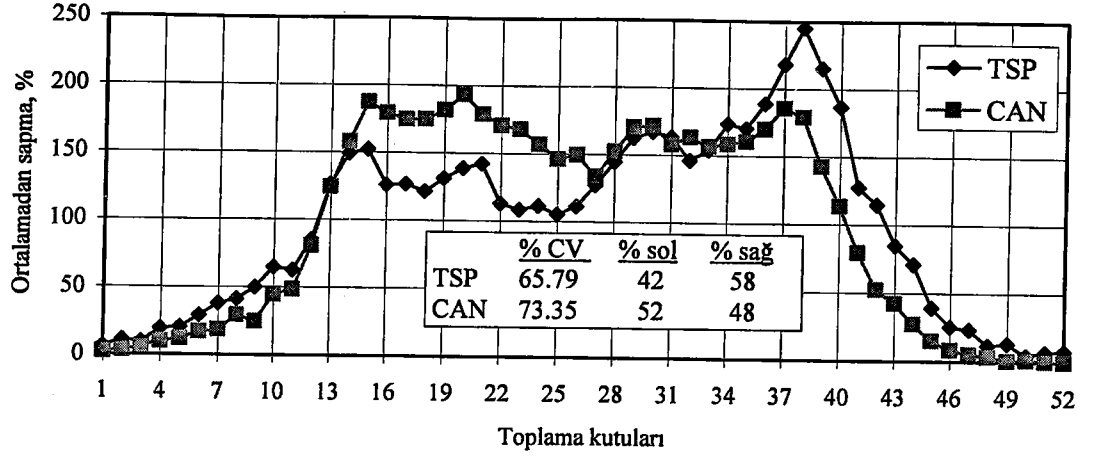
Şekil 4.114. (KB1-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



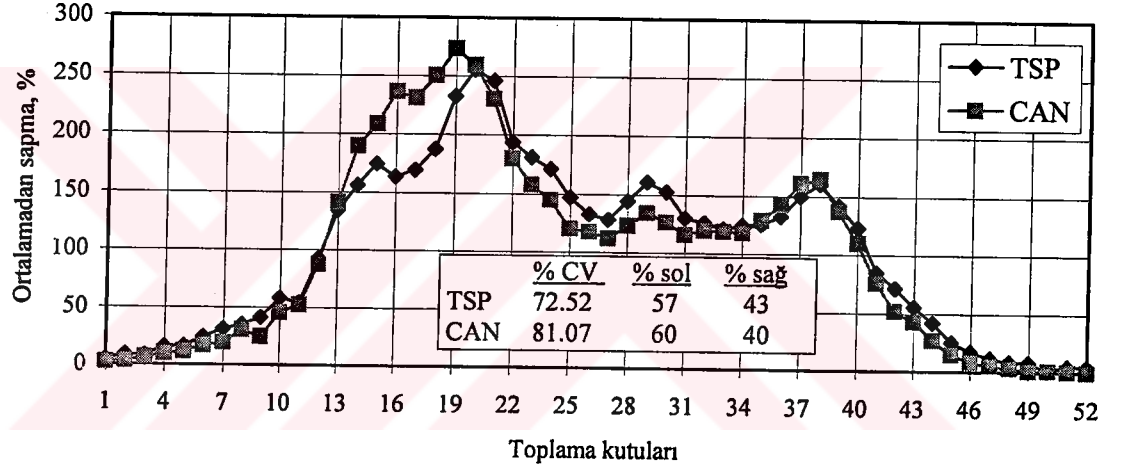
Şekil 4.115. (KB1-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



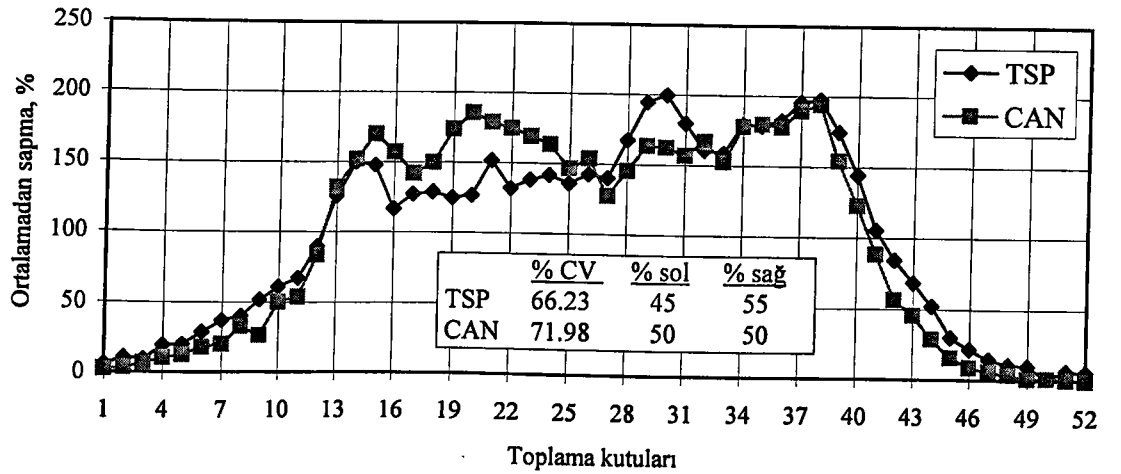
Şekil 4.116. (KB1-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



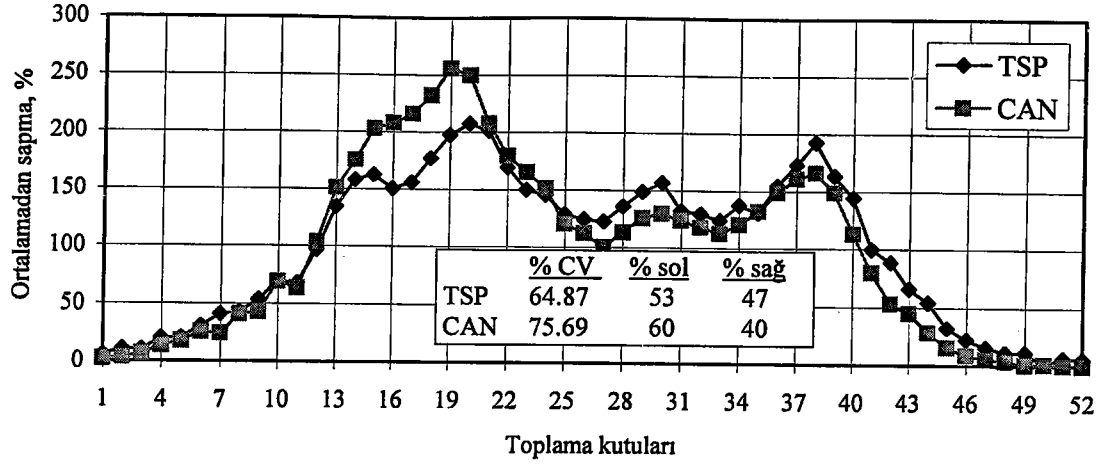
Şekil 4.117. (KB1-KP1-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



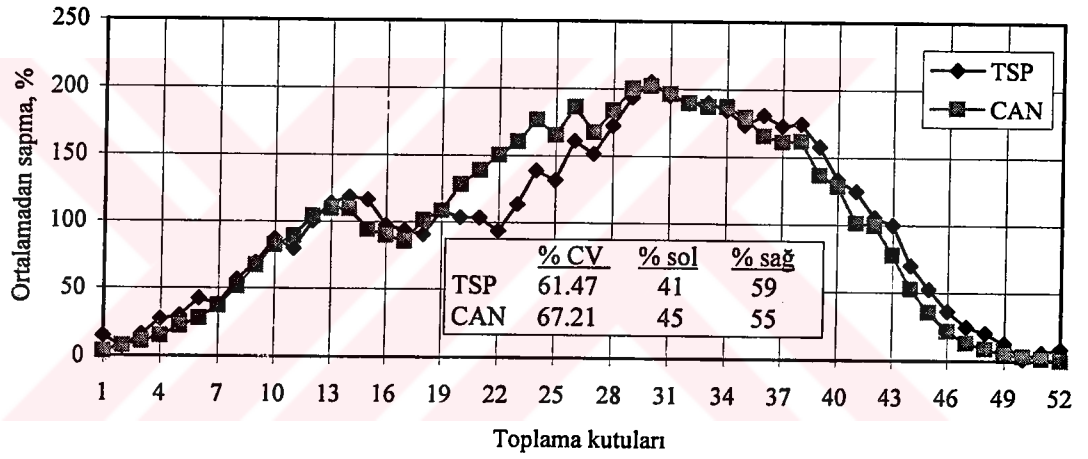
Şekil 4.118. (KB1-KP1-M2)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



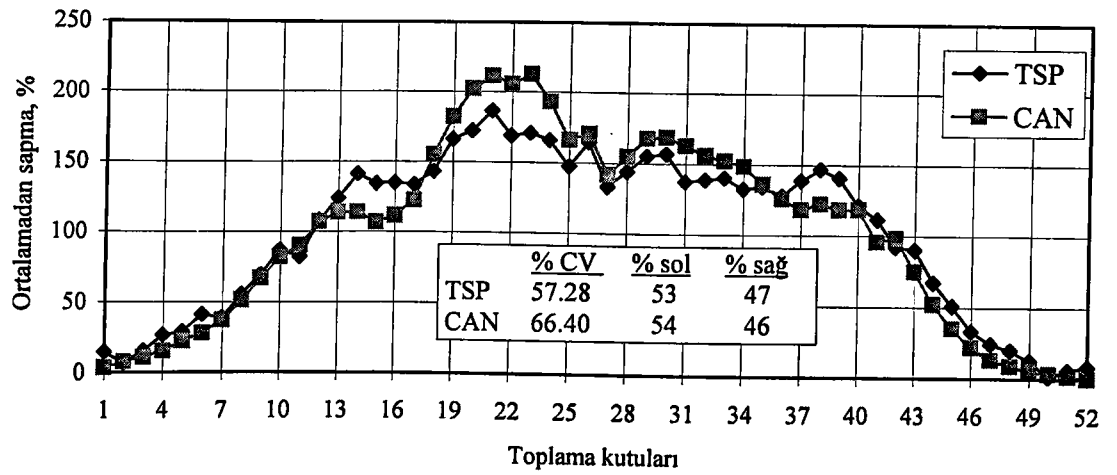
Şekil 4.119. (KB1-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



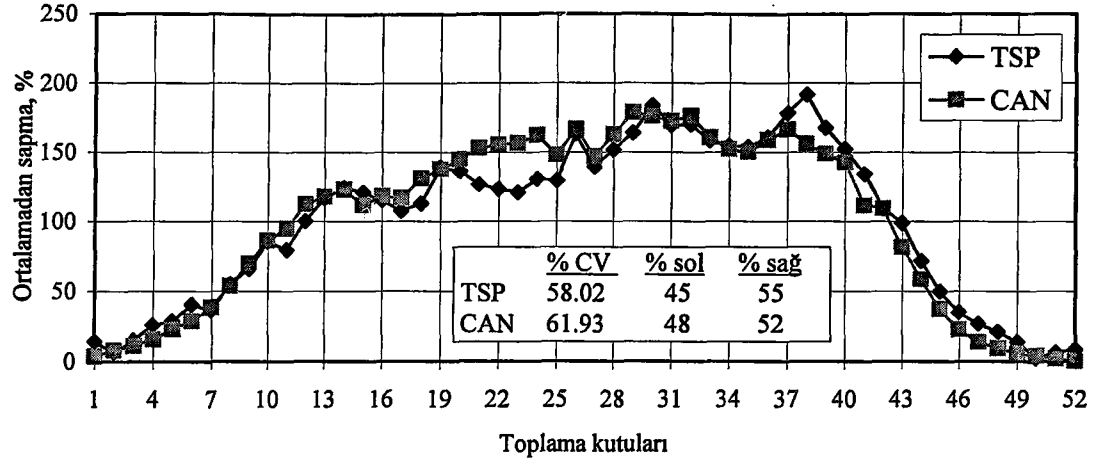
Şekil 4.120. (KB1-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



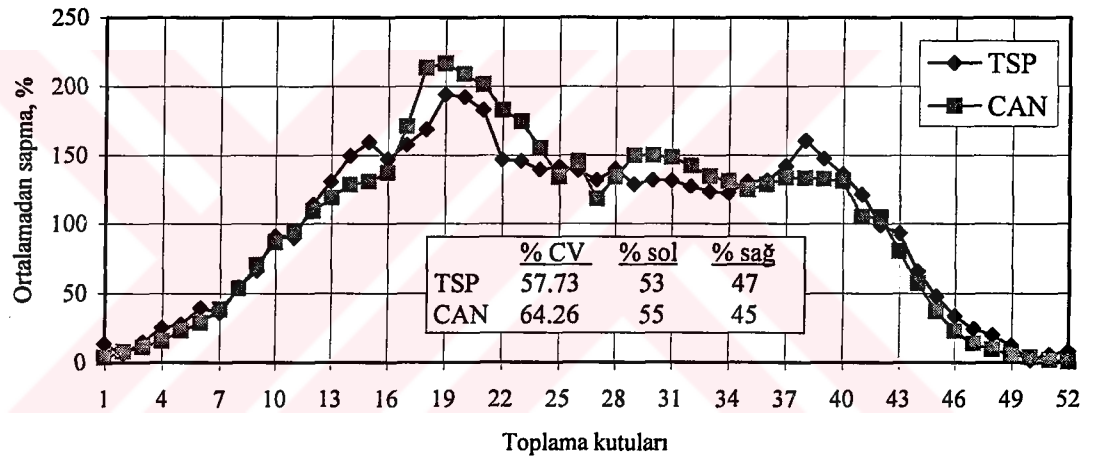
Şekil 4.121. (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



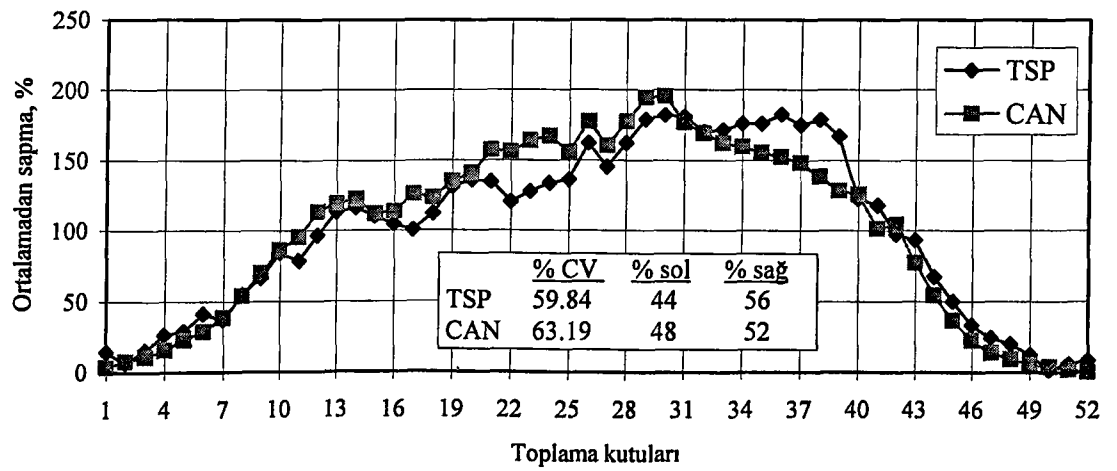
Şekil 4.122. (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



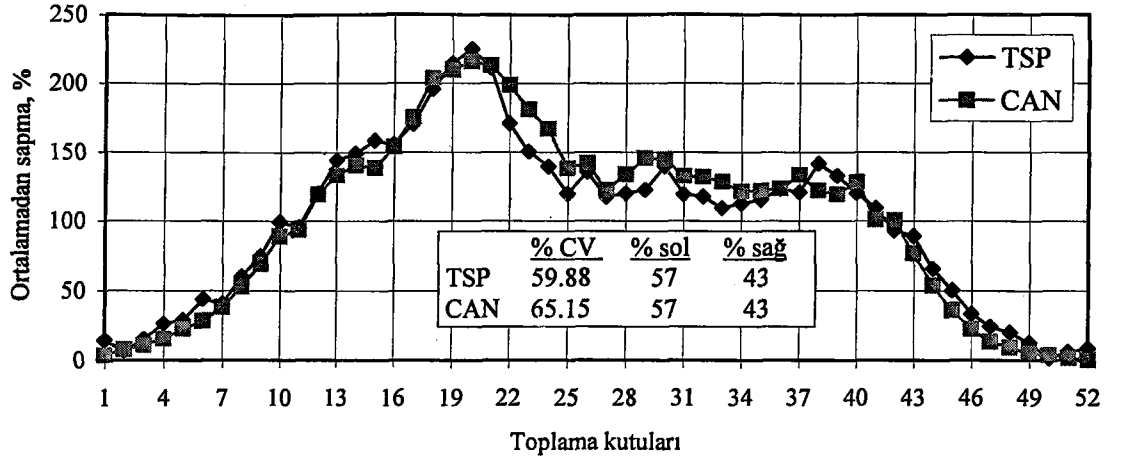
Şekil 4.123. (KB2-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



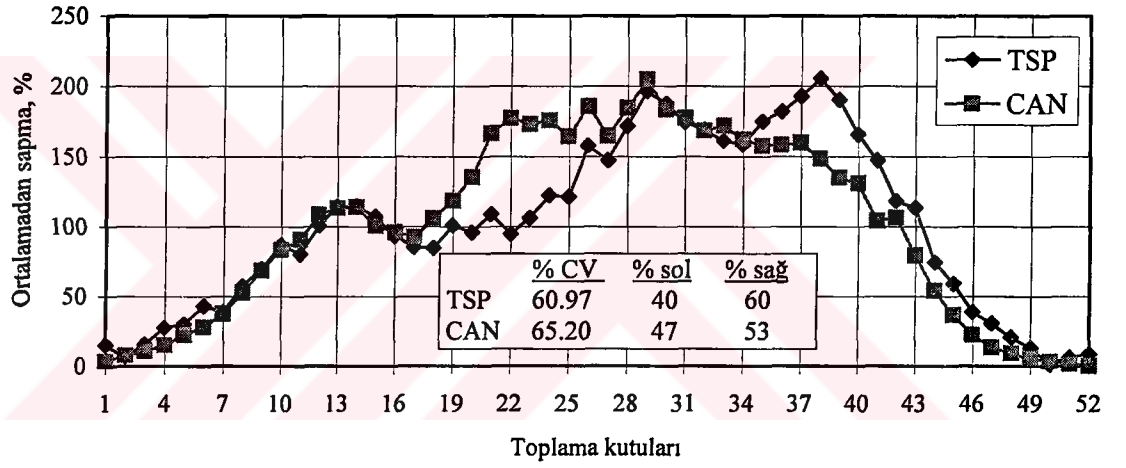
Şekil 4.124. (KB2-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



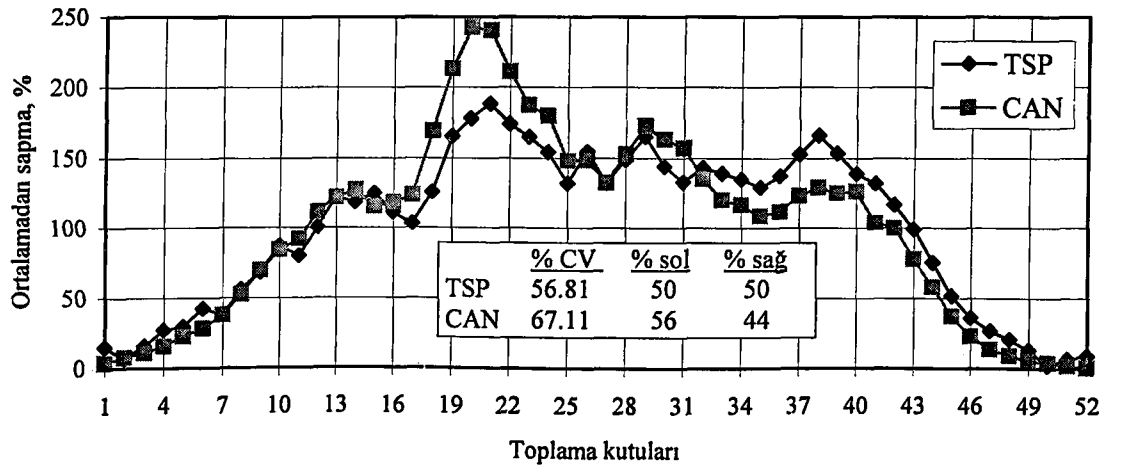
Şekil 4.125. (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



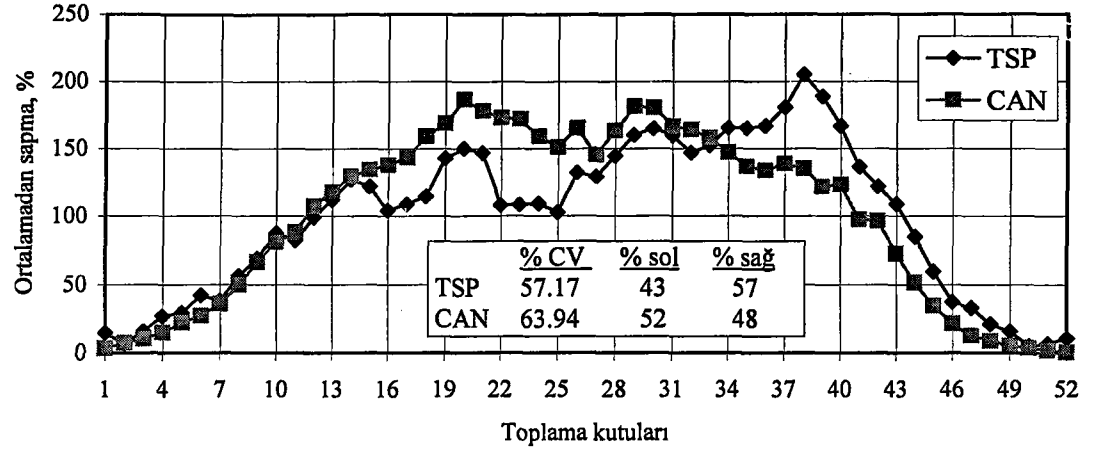
Şekil 4.126. (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



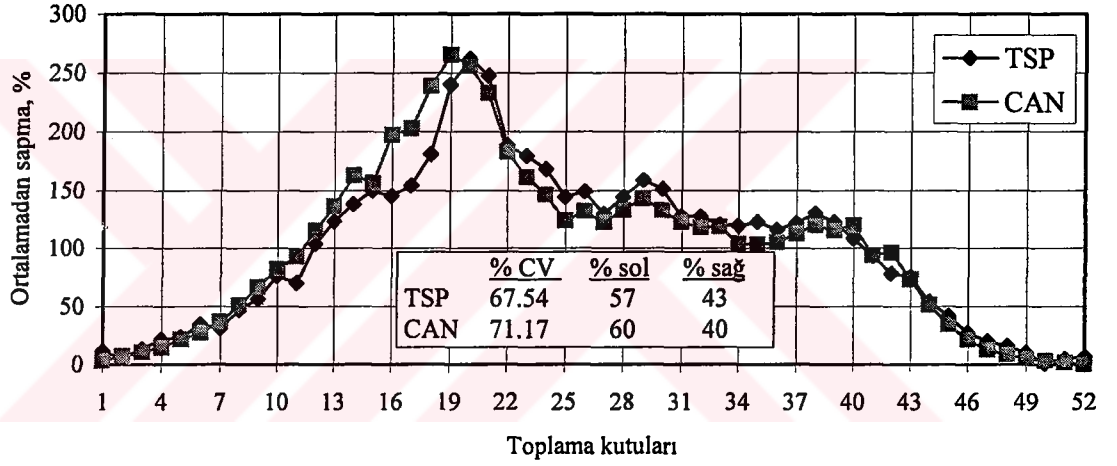
Şekil 4.127. (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



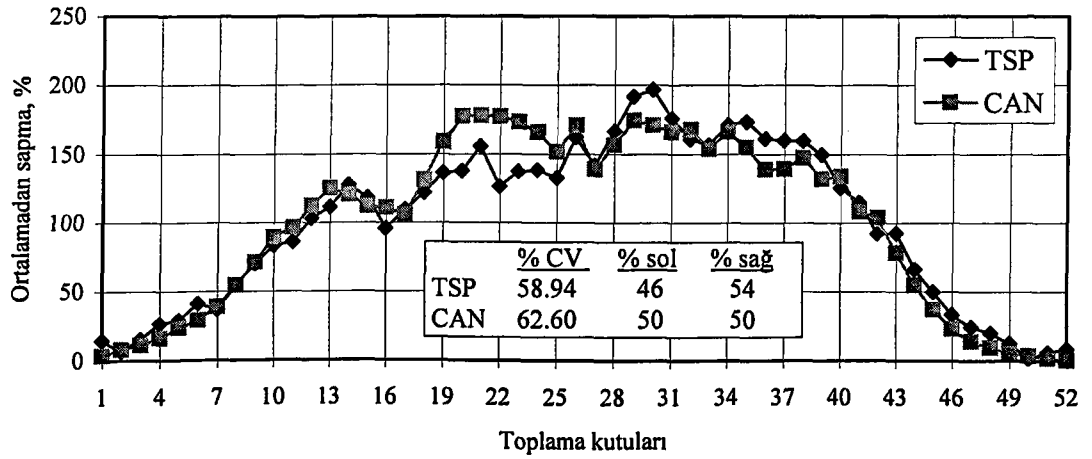
Şekil 4.128. (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



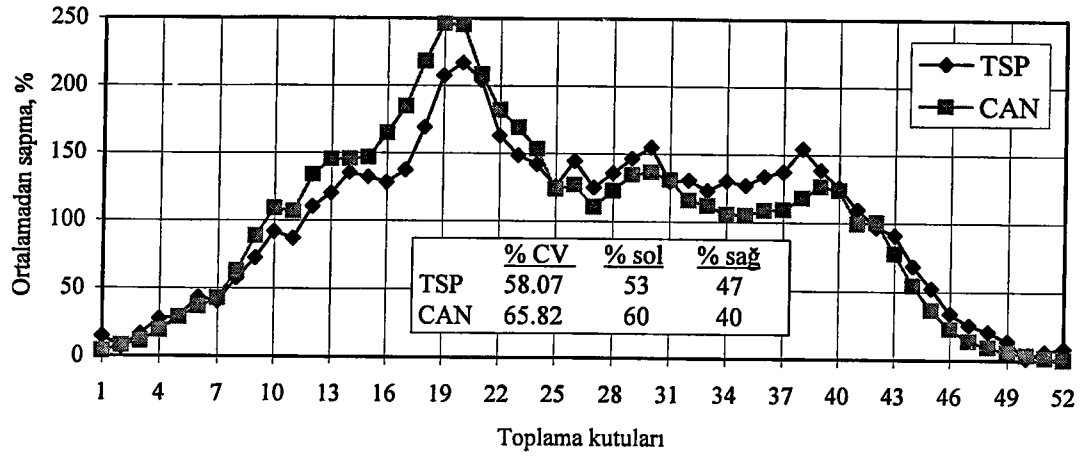
Şekil 4.129. (KB2-KP1-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



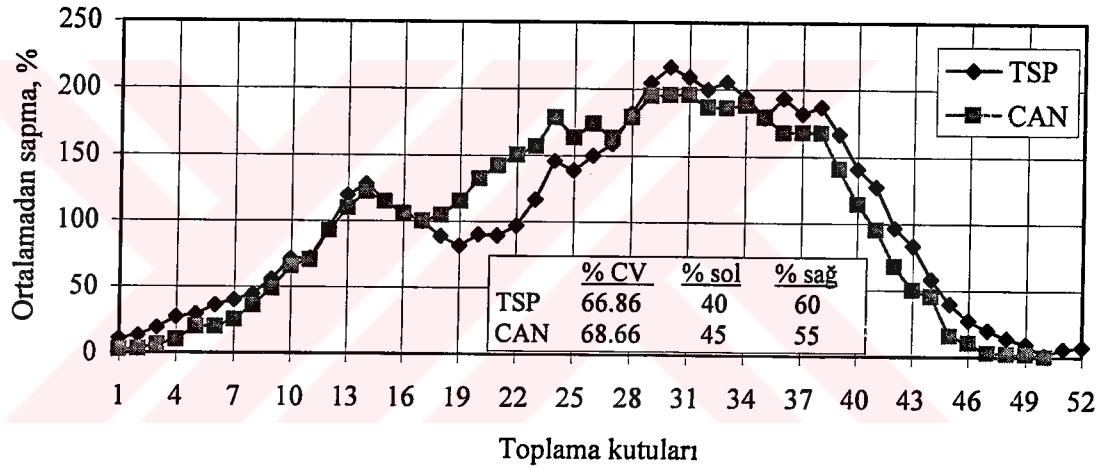
Şekil 4.130. (KB2-KP1-M2)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



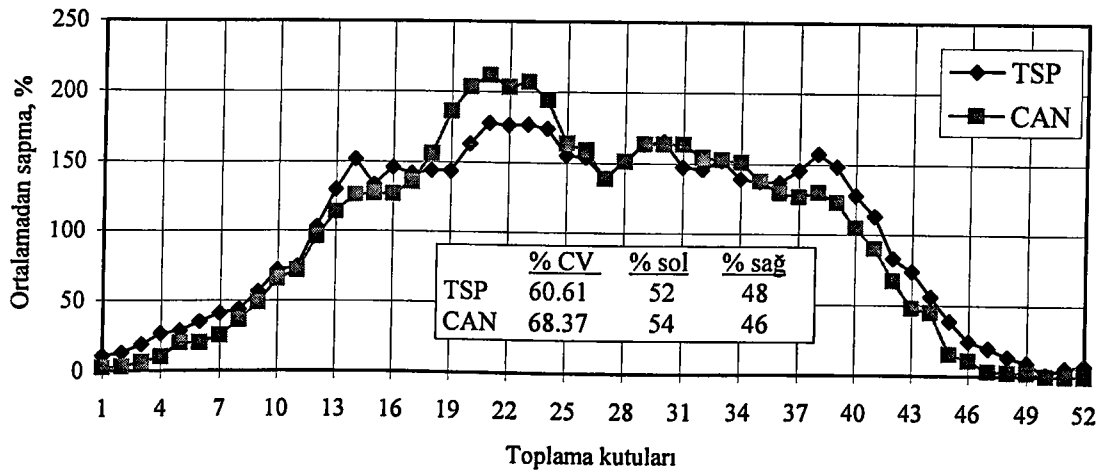
Şekil 4.131. (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



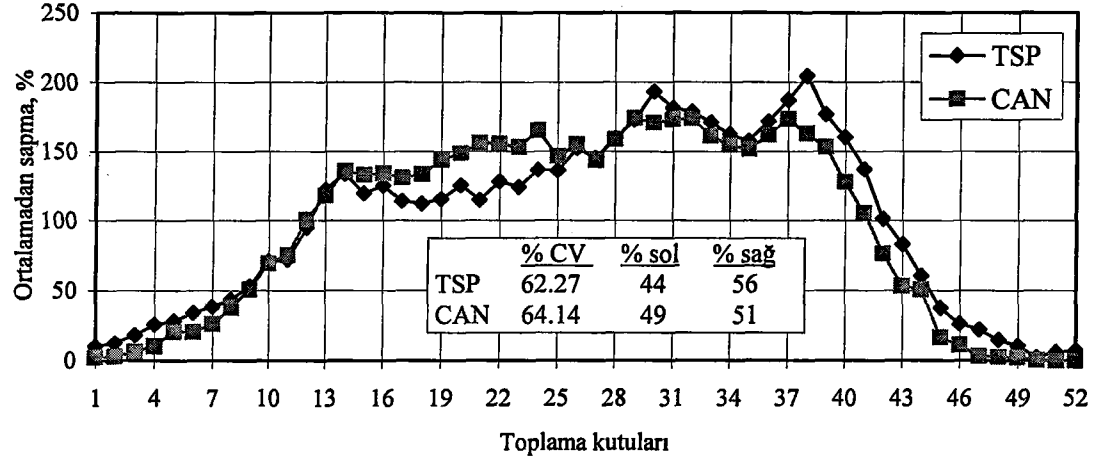
Şekil 4.132. (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



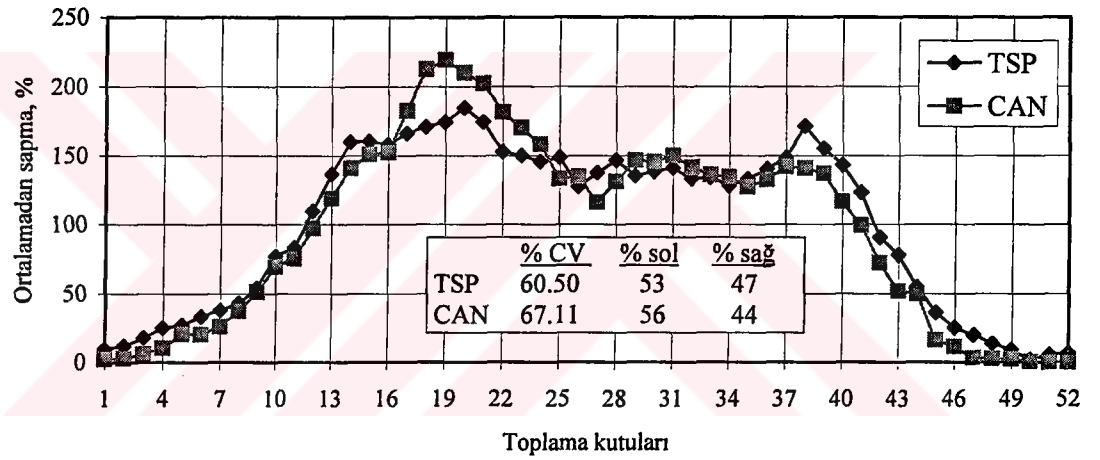
Şekil 4.133. (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



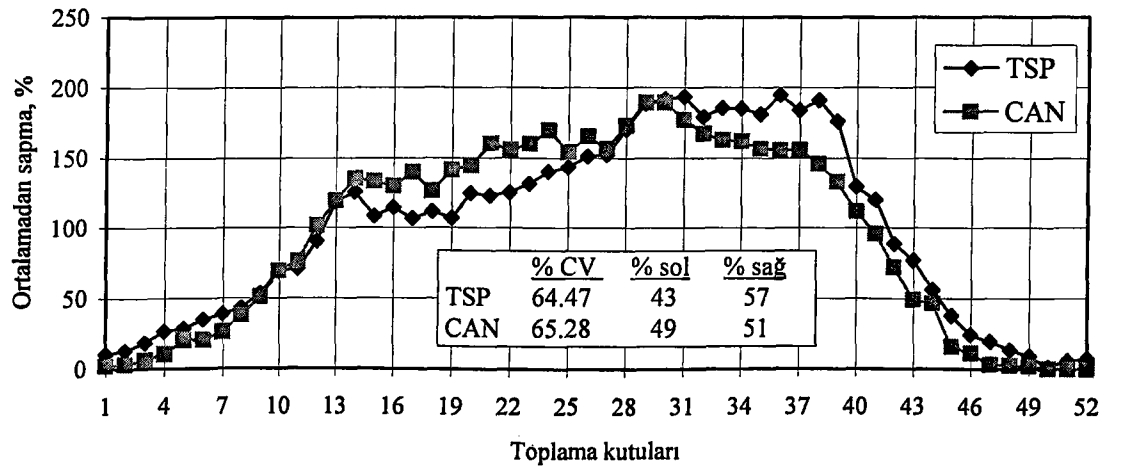
Şekil 4.134. (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



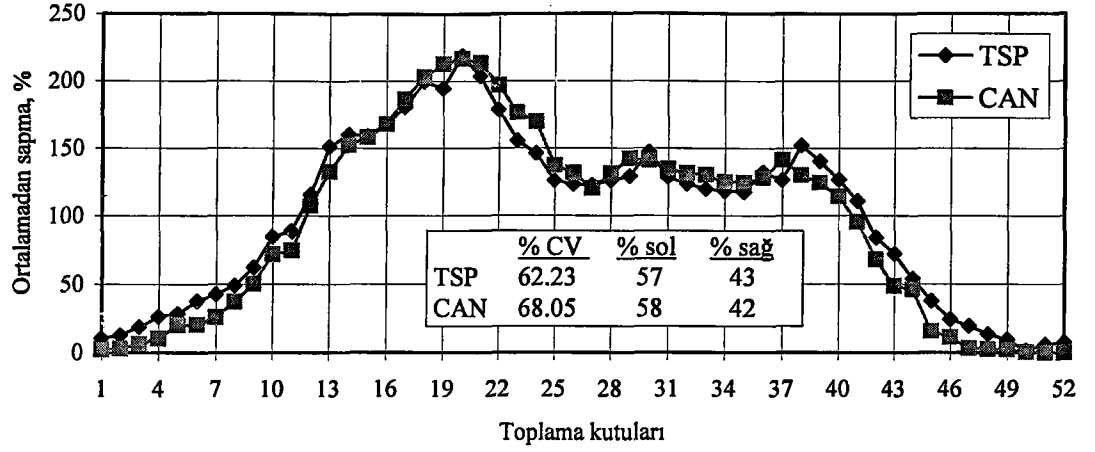
Şekil 4.135. (KB3-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



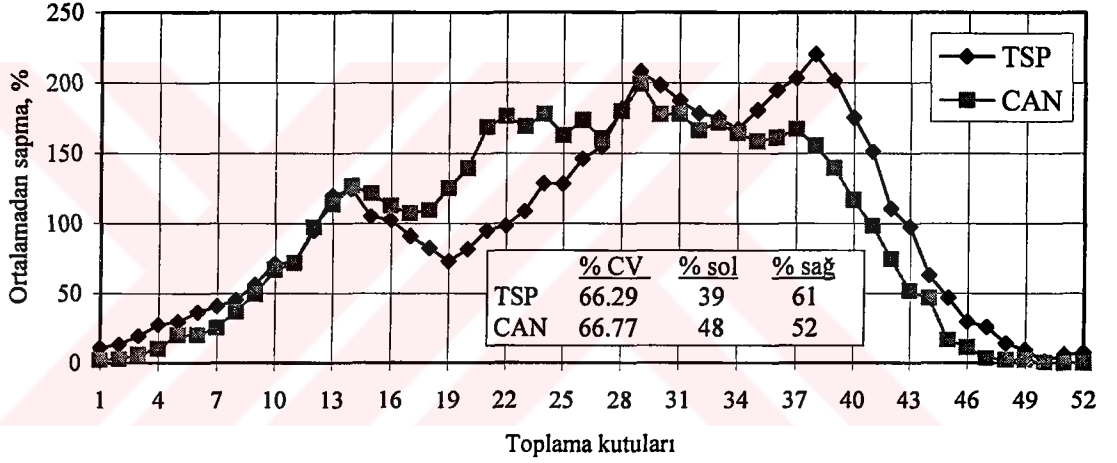
Şekil 4.136. (KB3-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



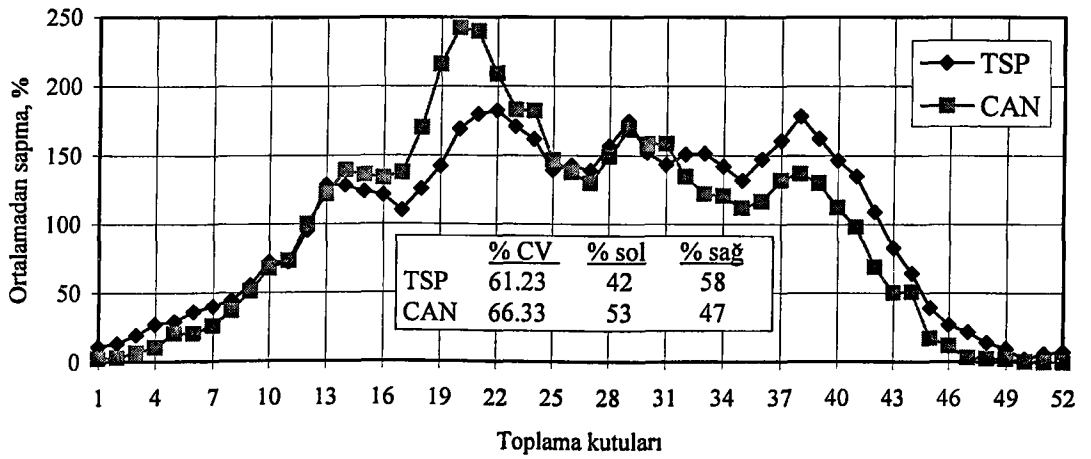
Şekil 4.137. (KB3-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



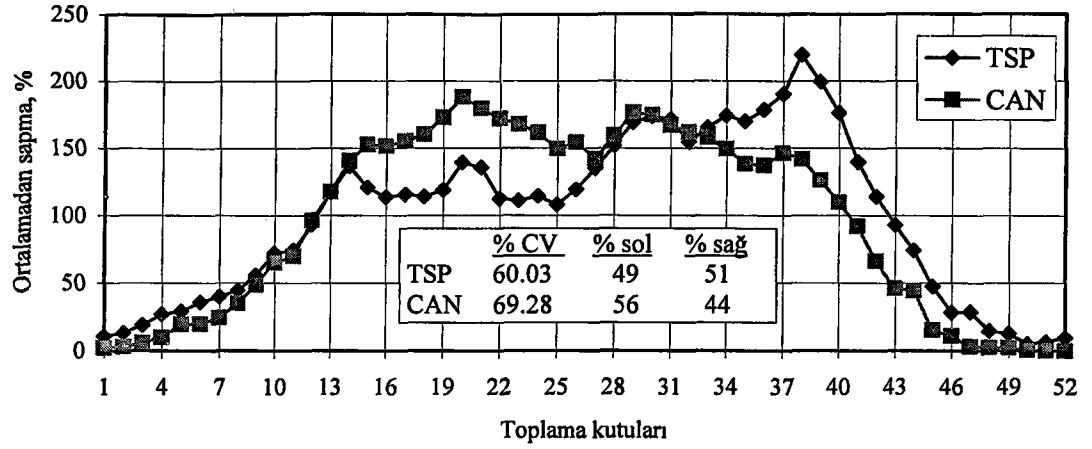
Şekil 4.138. (KB3-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



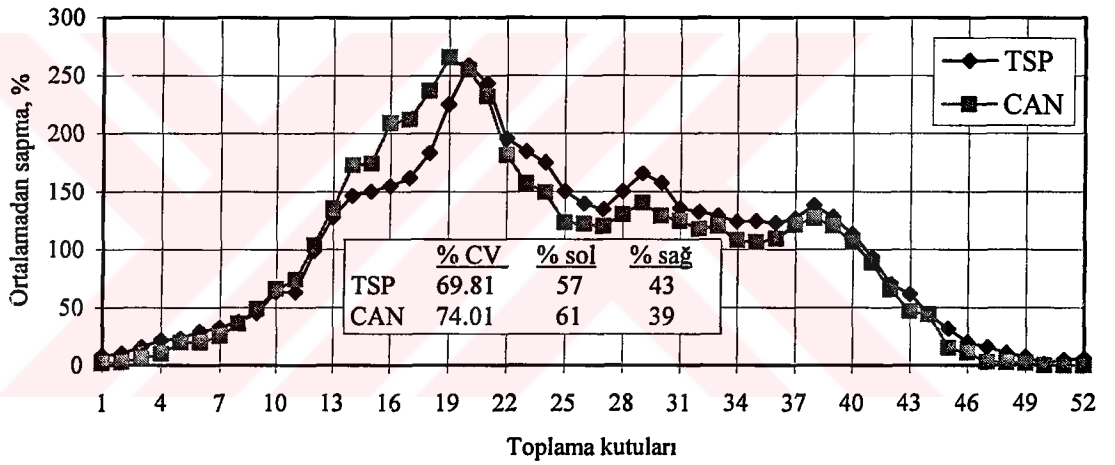
Şekil 4.139. (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



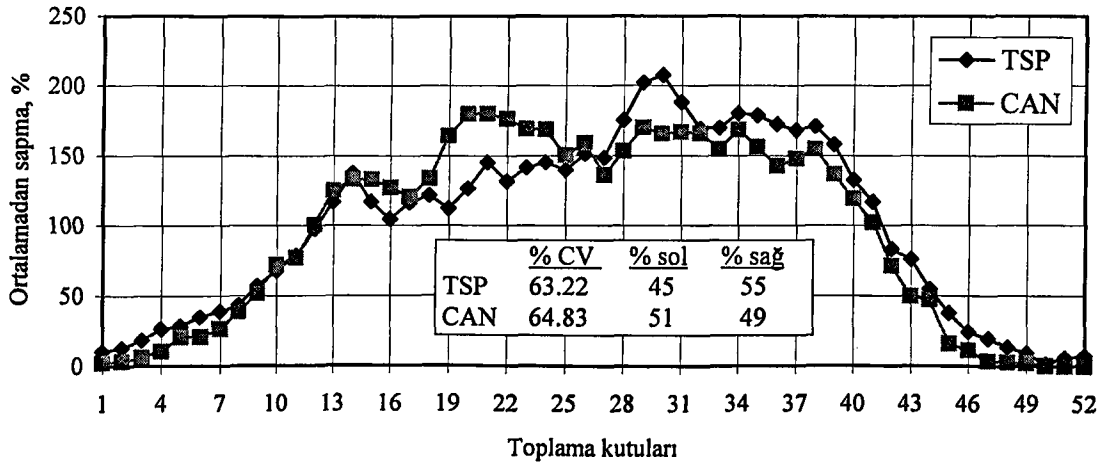
Şekil 4.140. (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



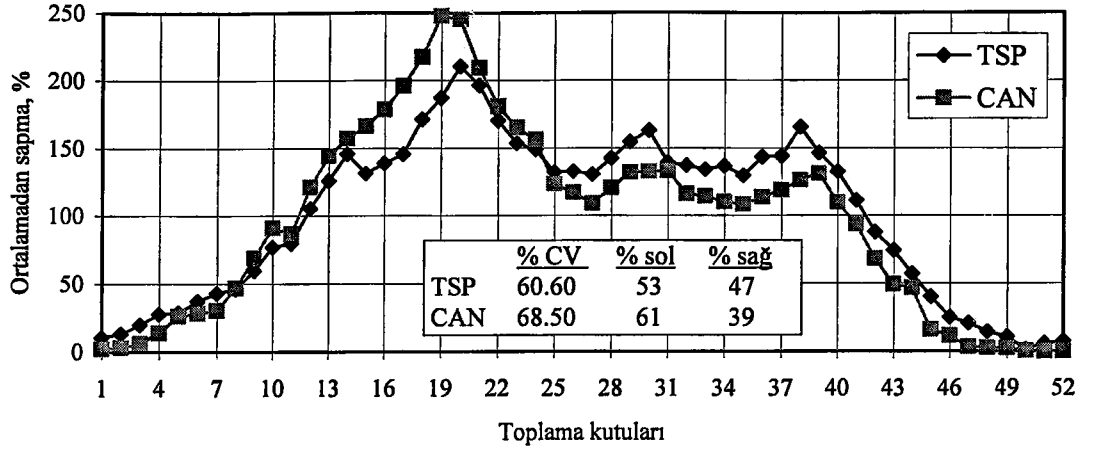
Şekil 4.141. (KB3-KP1-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



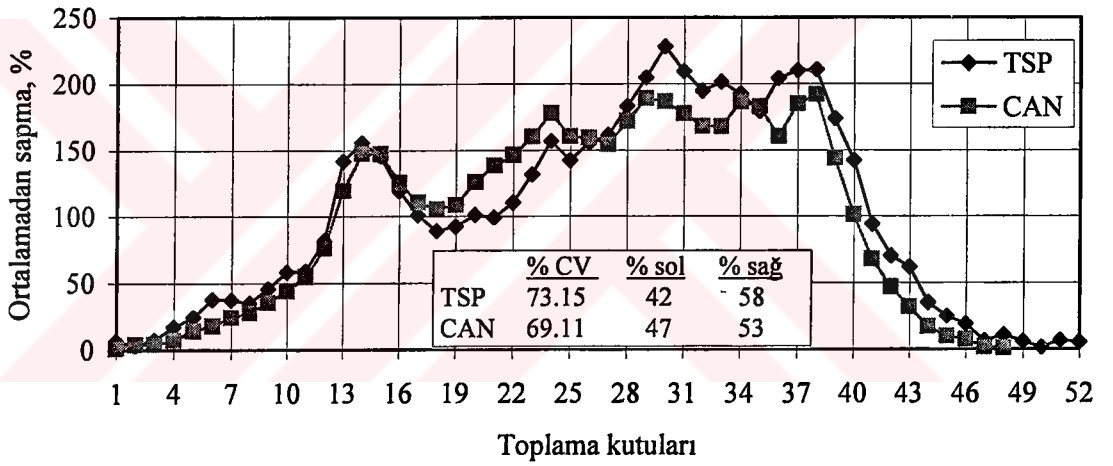
Şekil 4.142. (KB3-KP1-M2)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



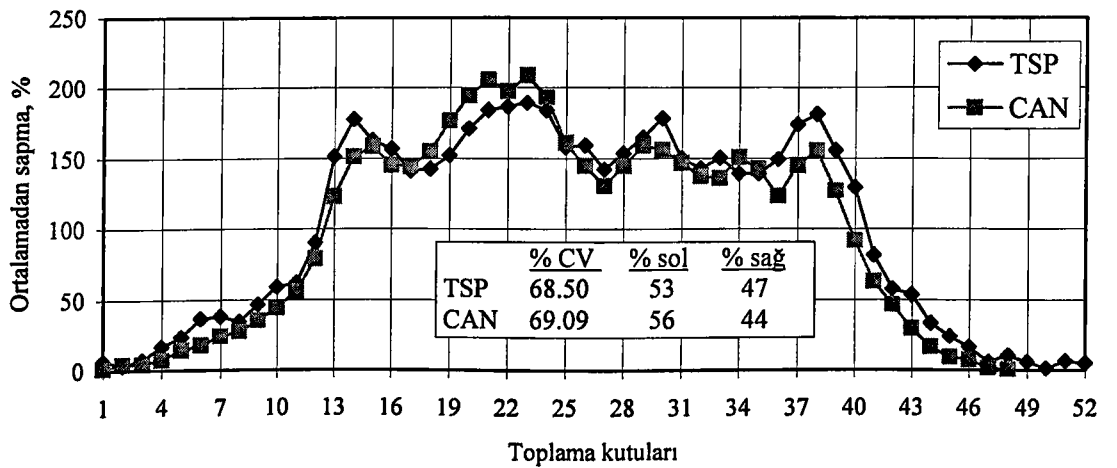
Şekil 4.143. (KB3-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



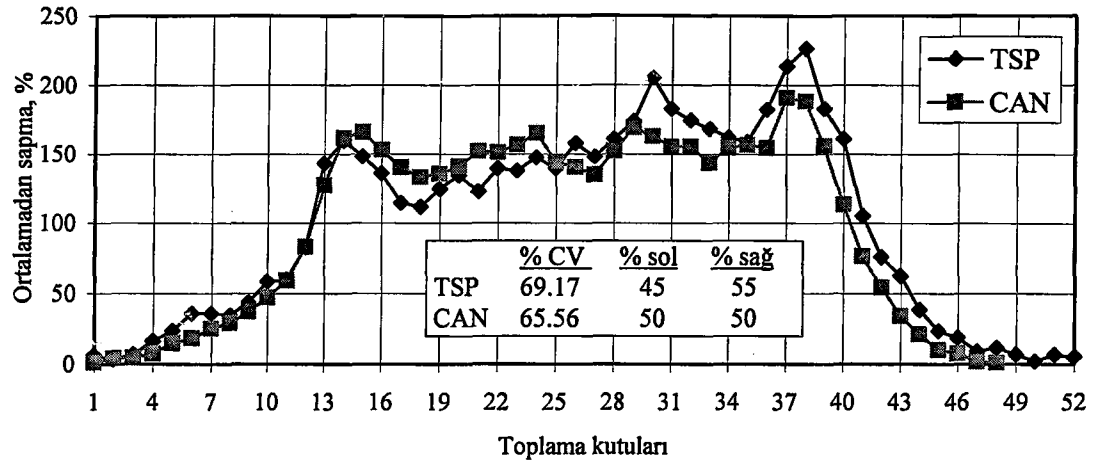
Şekil 4.144. (KB3-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



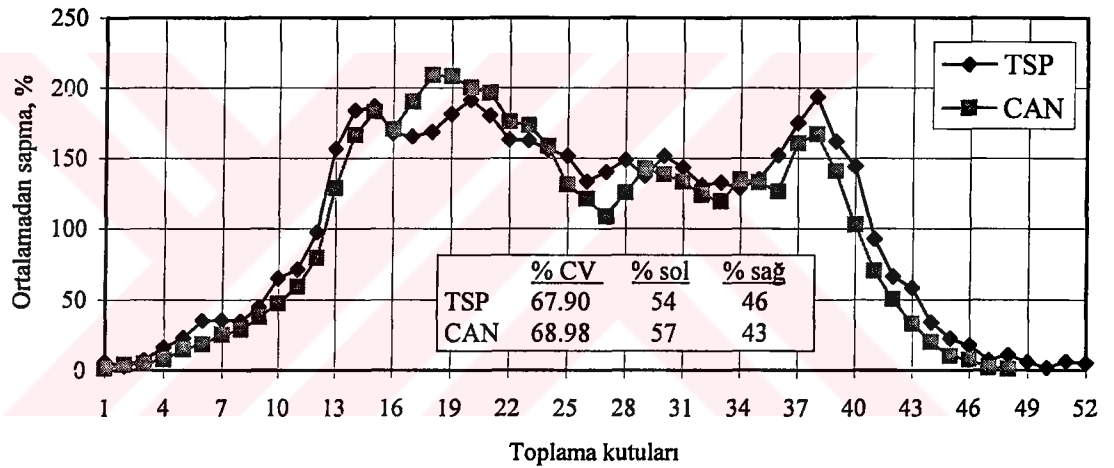
Şekil 4.145. (KB1-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



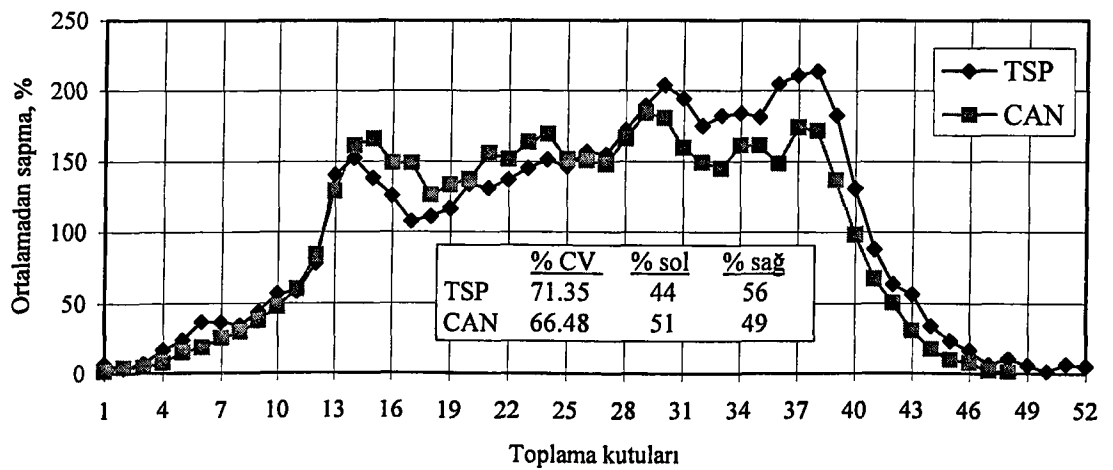
Şekil 4.146. (KB1-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



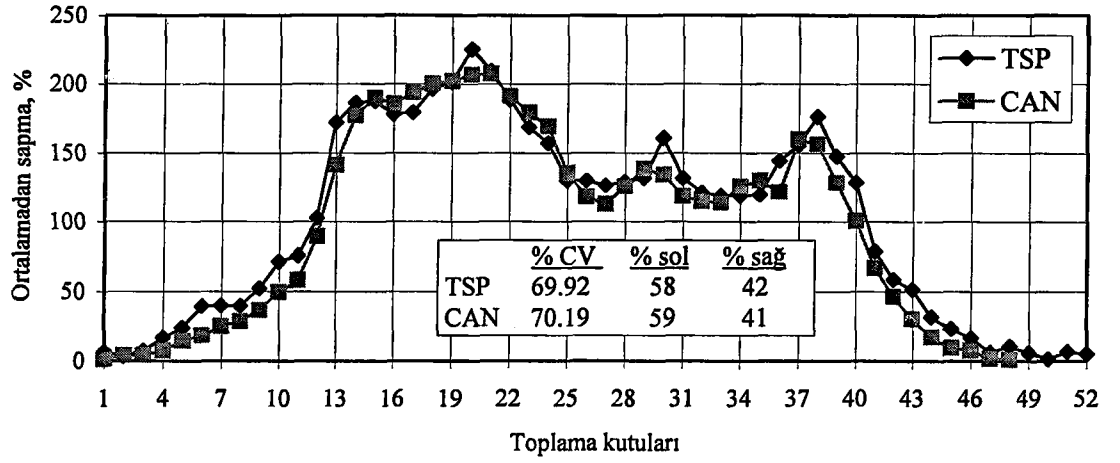
Şekil 4.147. (KB1-KP2-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



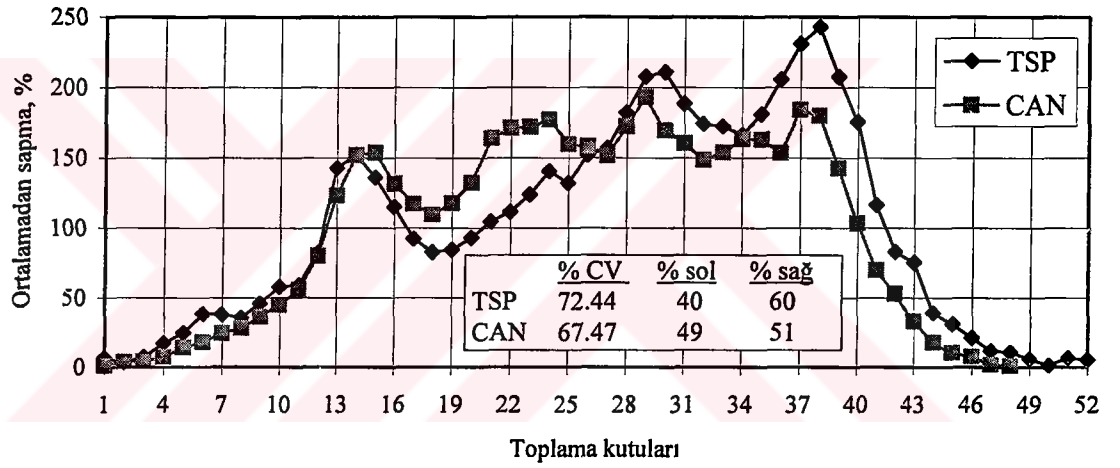
Şekil 4.148. (KB1-KP2-M2)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



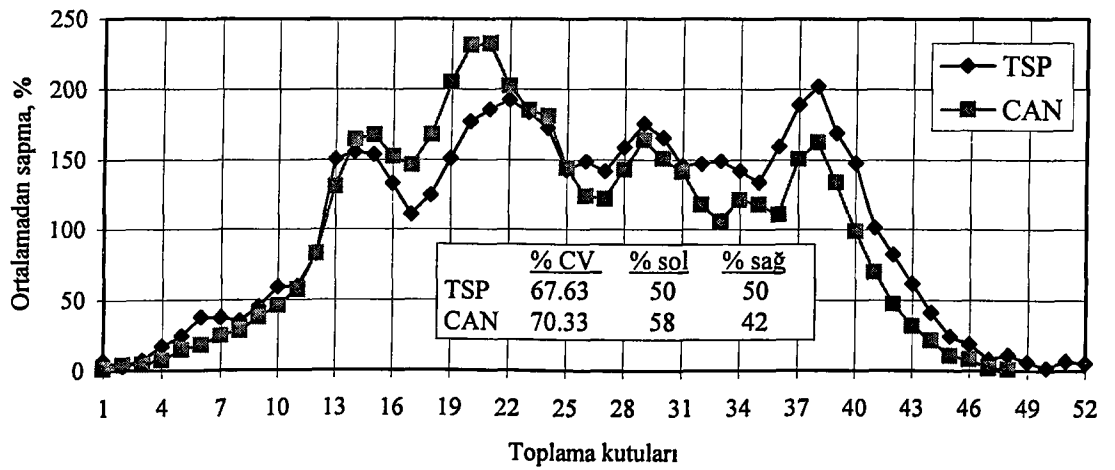
Şekil 4.149. (KB1-KP2-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



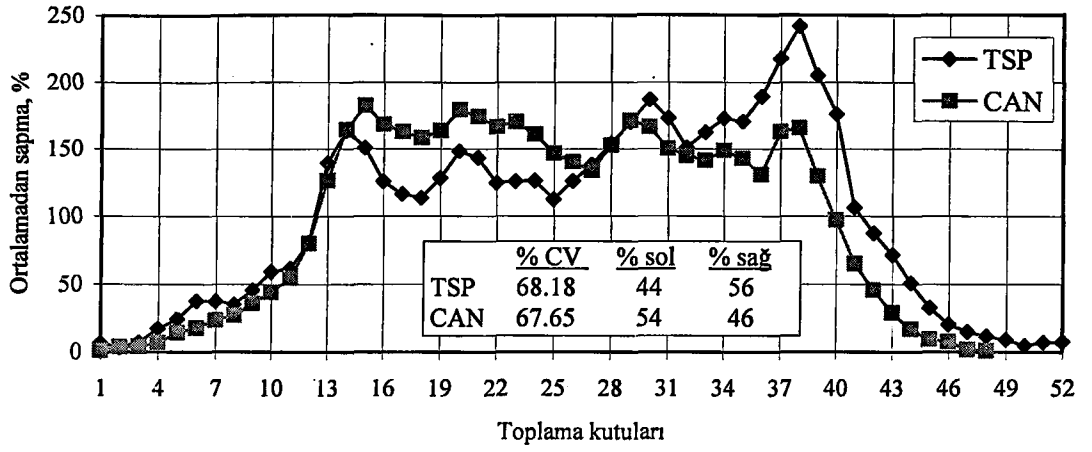
Şekil 4.150. (KB1-KP2-M2)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



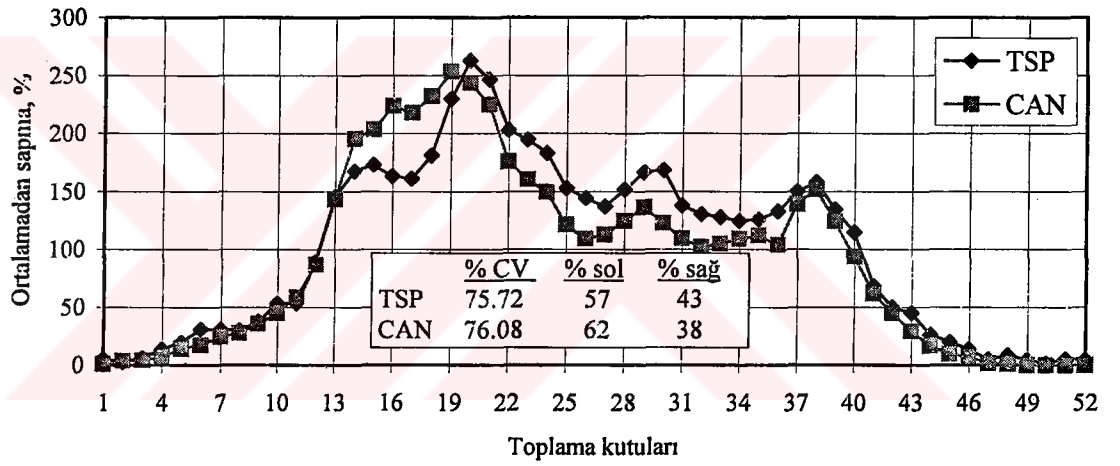
Şekil 4.151. (KB1-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



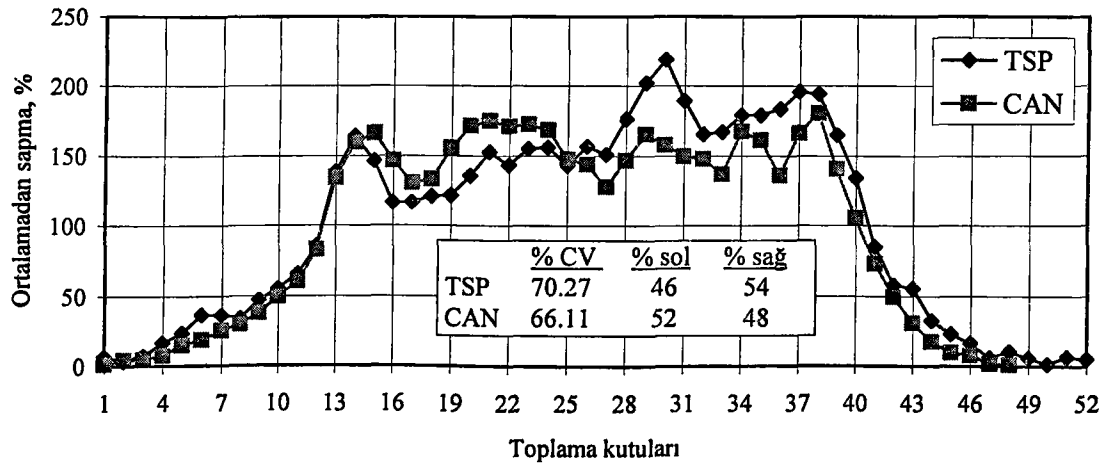
Şekil 4.152. (KB1-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



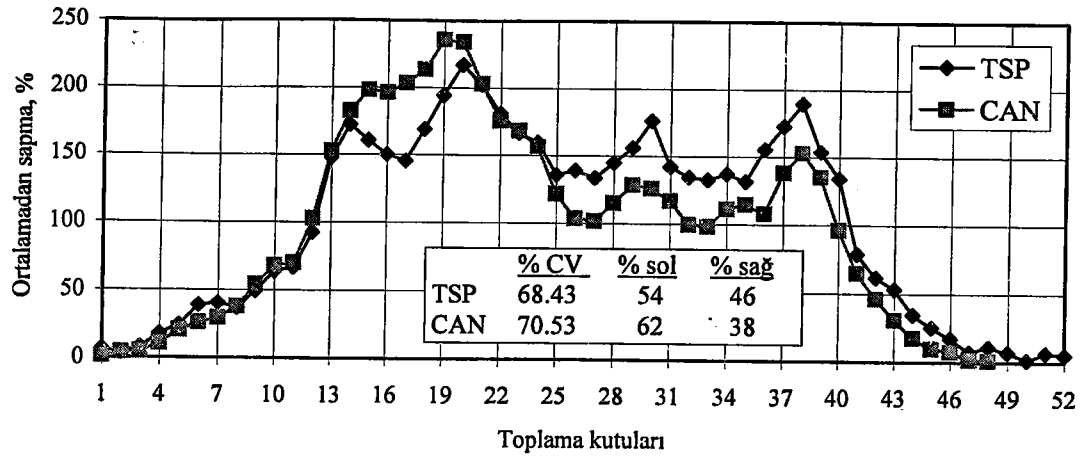
Şekil 4.153. (KB1-KP2-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



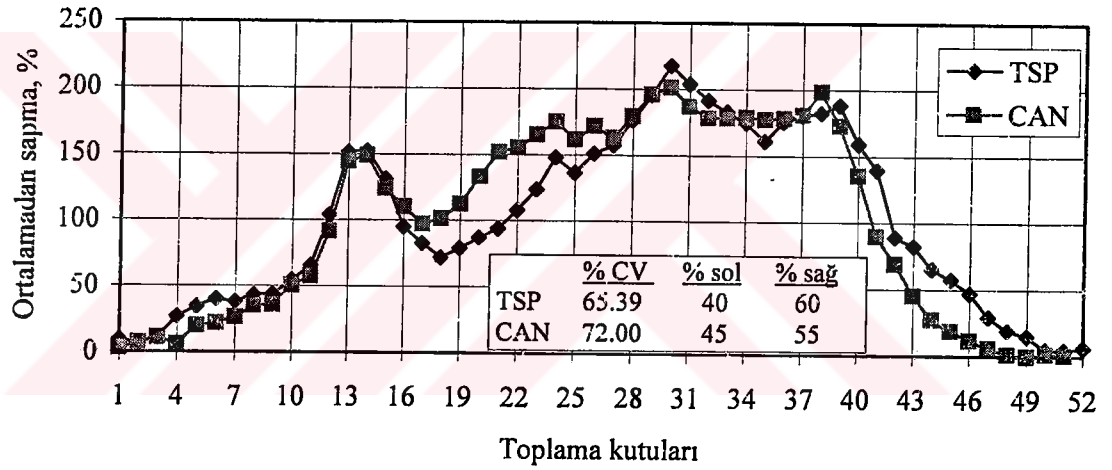
Şekil 4.154. (KB1-KP2-M2)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



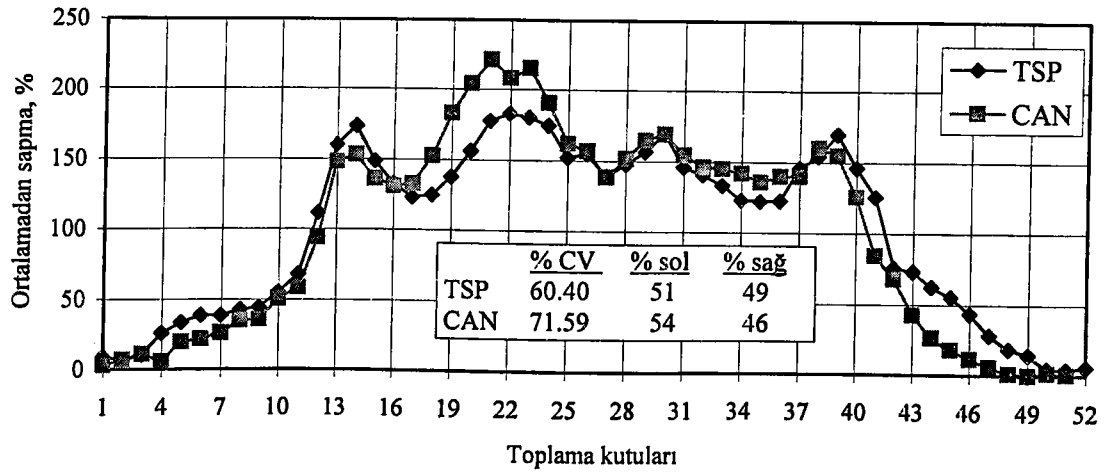
Şekil 4.155. (KB1-KP2-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



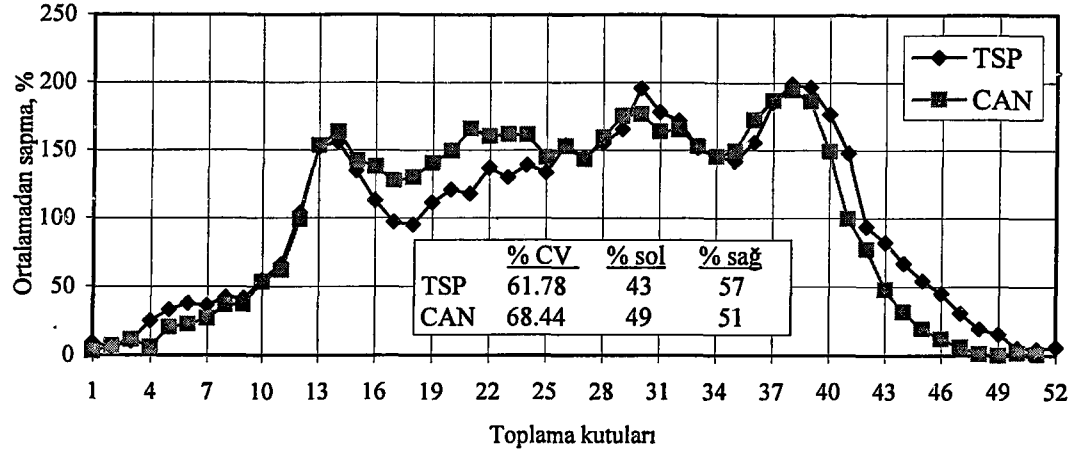
Şekil 4.156. (KB1-KP2-M2)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



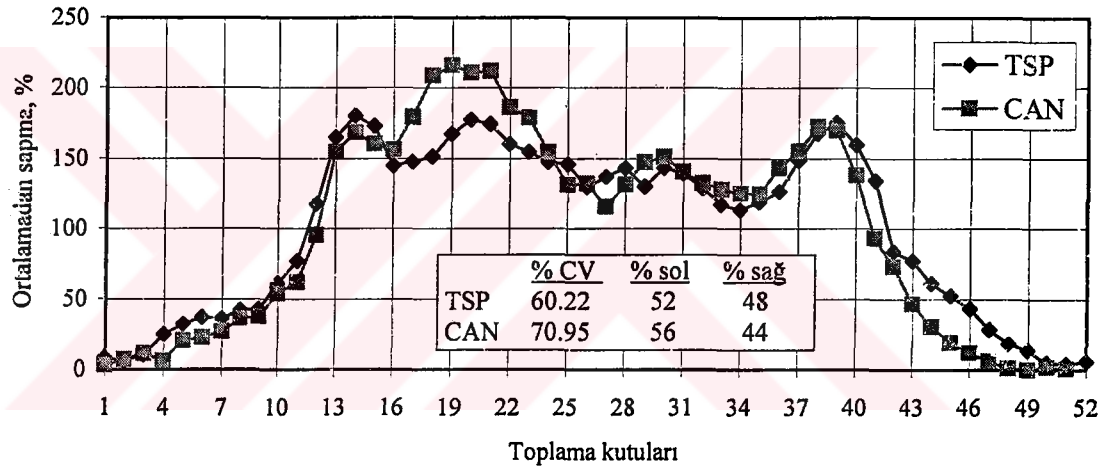
Şekil 4.157. (KB2-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



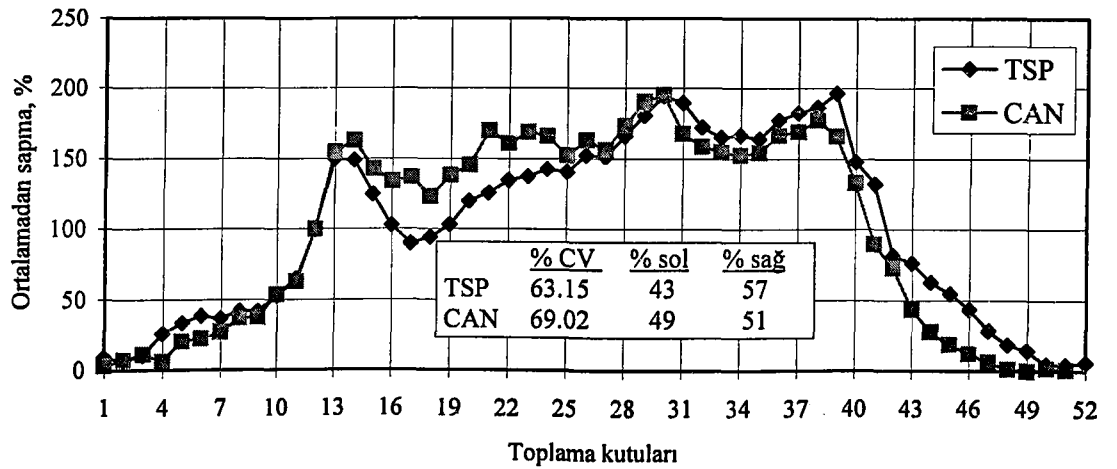
Şekil 4.158. (KB2-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



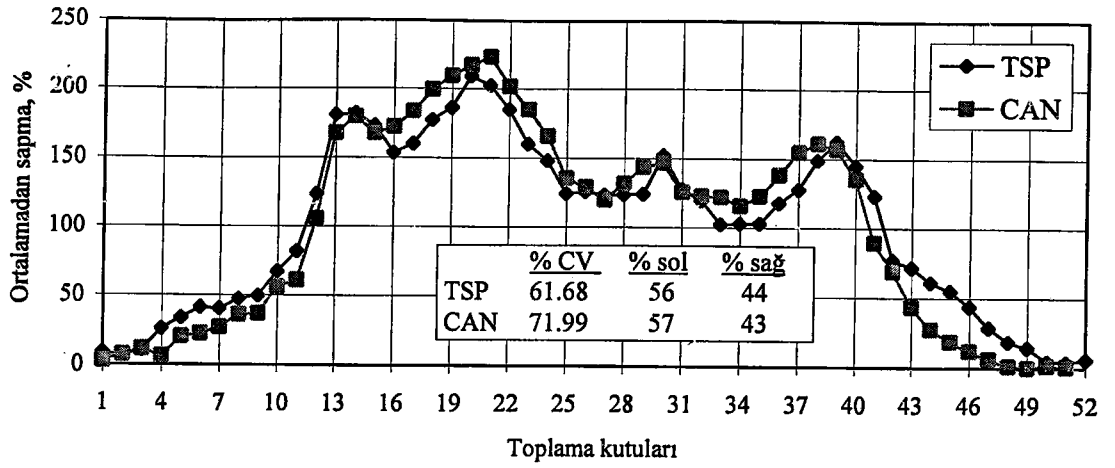
Şekil 4.159. (KB2-KP2-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



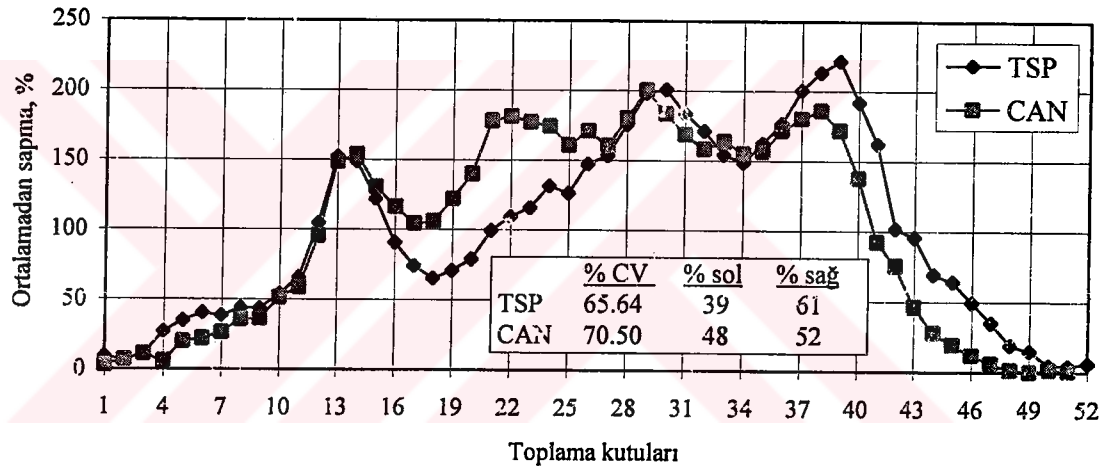
Şekil 4.160. (KB2-KP2-M2)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



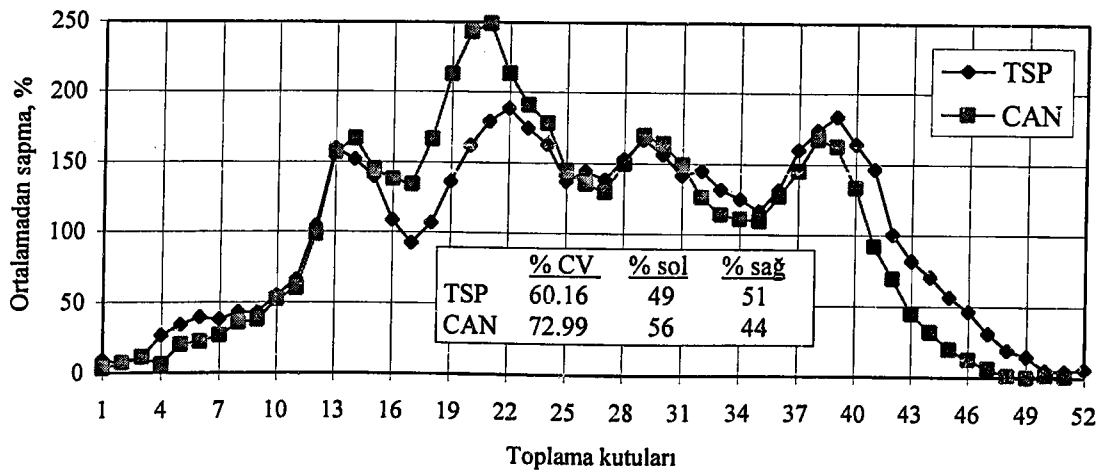
Şekil 4.161. (KB2-KP2-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



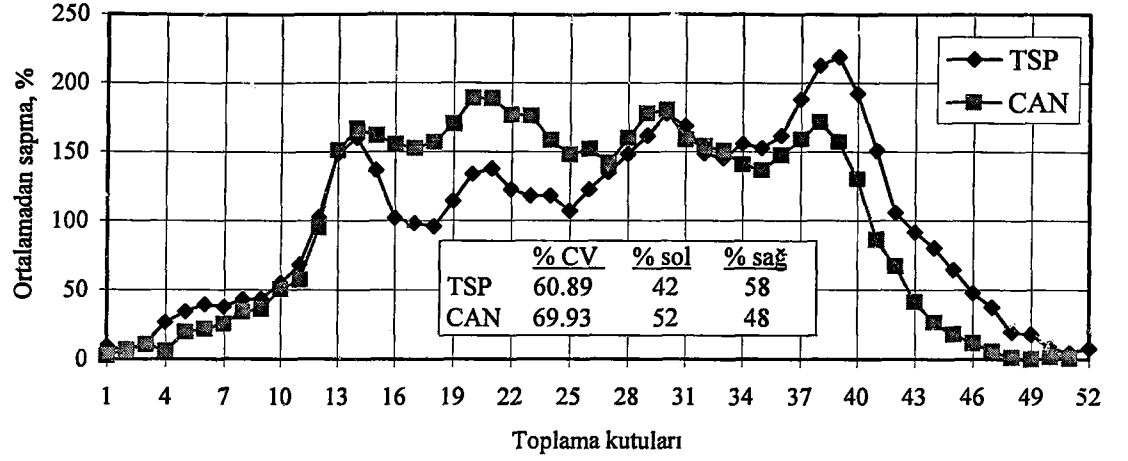
Şekil 4.162. (KB2-KP2-M2)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



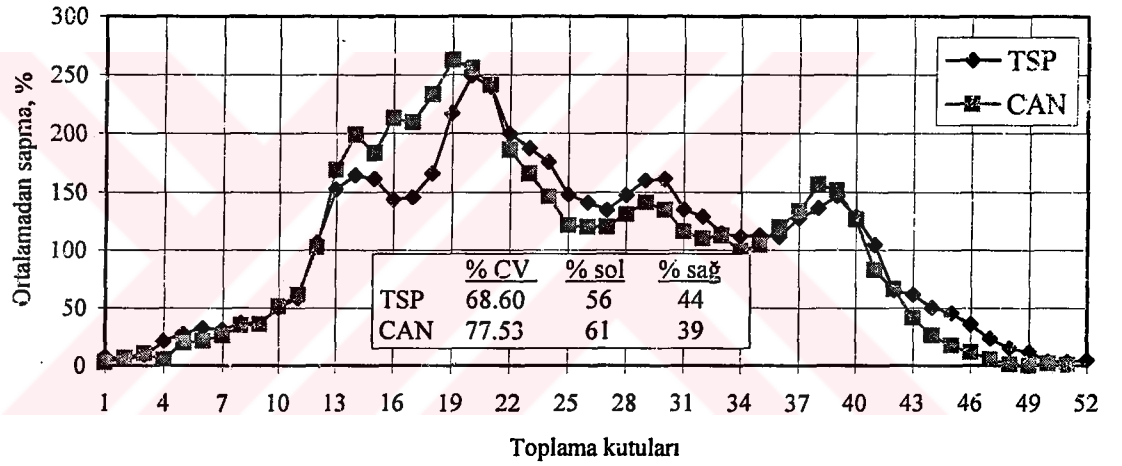
Şekil 4.163. (KB2-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



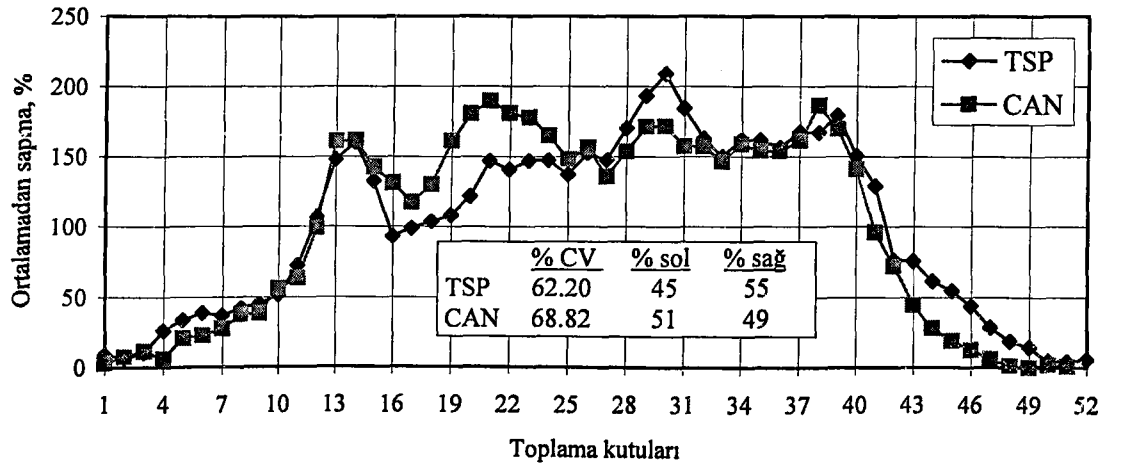
Şekil 4.164. (KB2-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



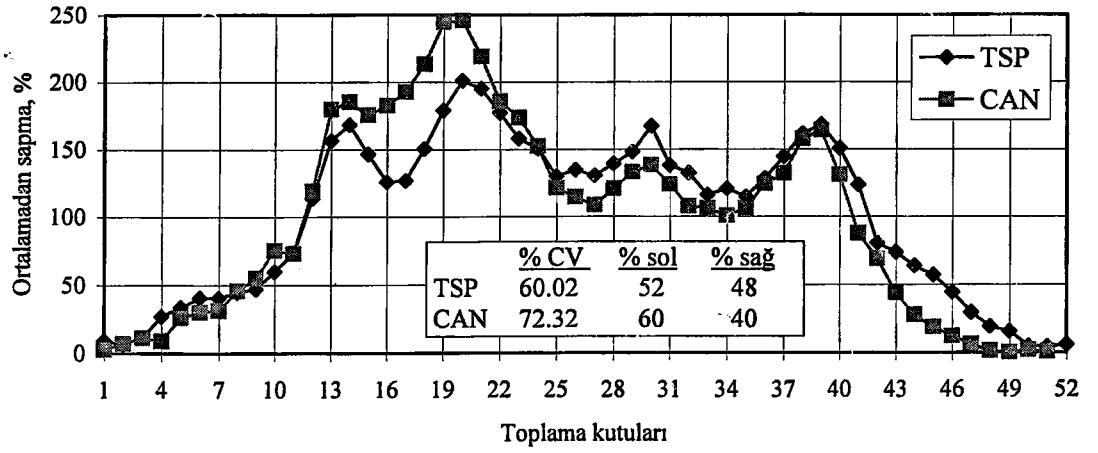
Şekil 4.165. (KB2-KP2-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



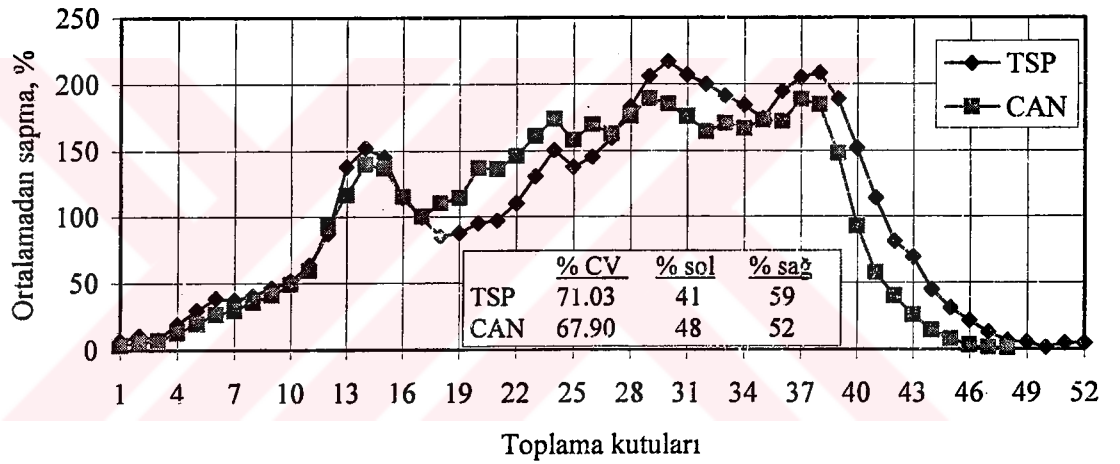
Şekil 4.166. (KB2-KP2-M2)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



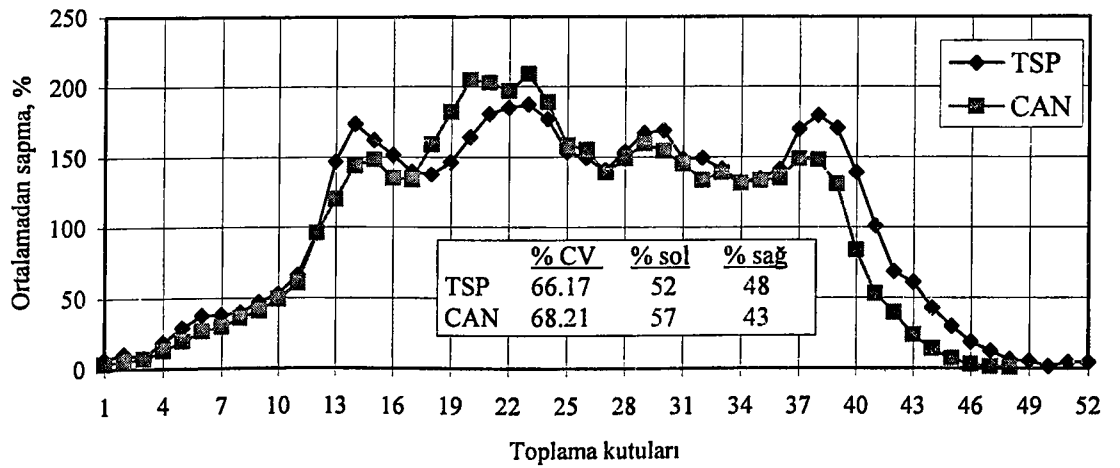
Şekil 4.167. (KB2-KP2-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



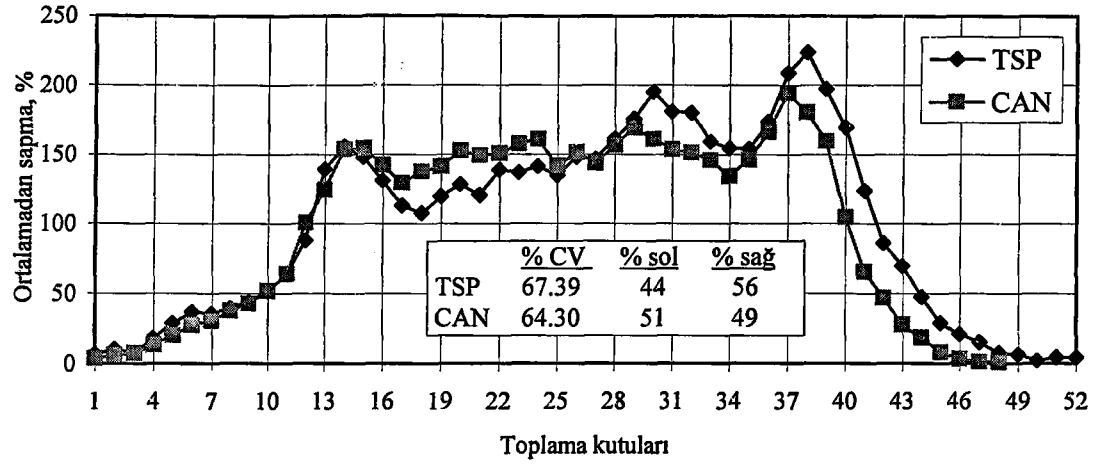
Şekil 4.168. (KB2-KP2-M2)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



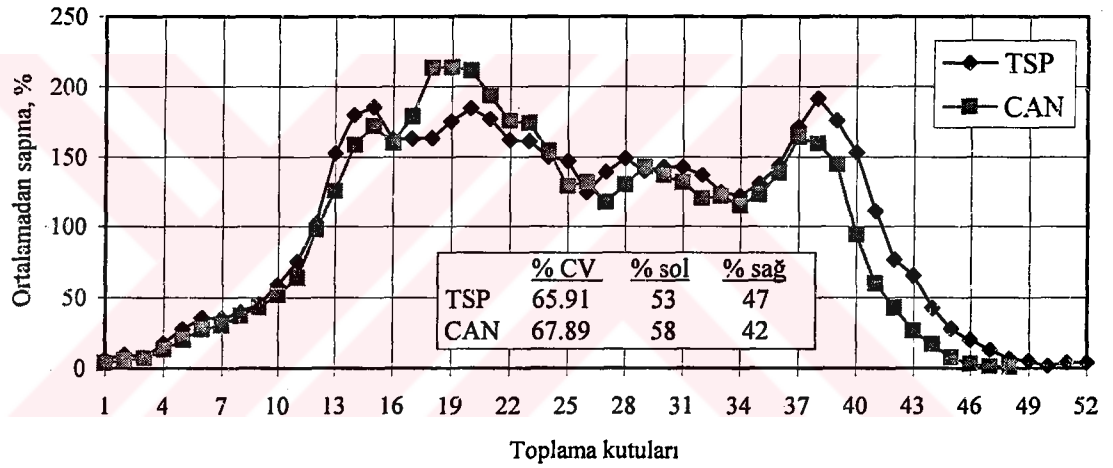
Şekil 4.169. (KB3-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



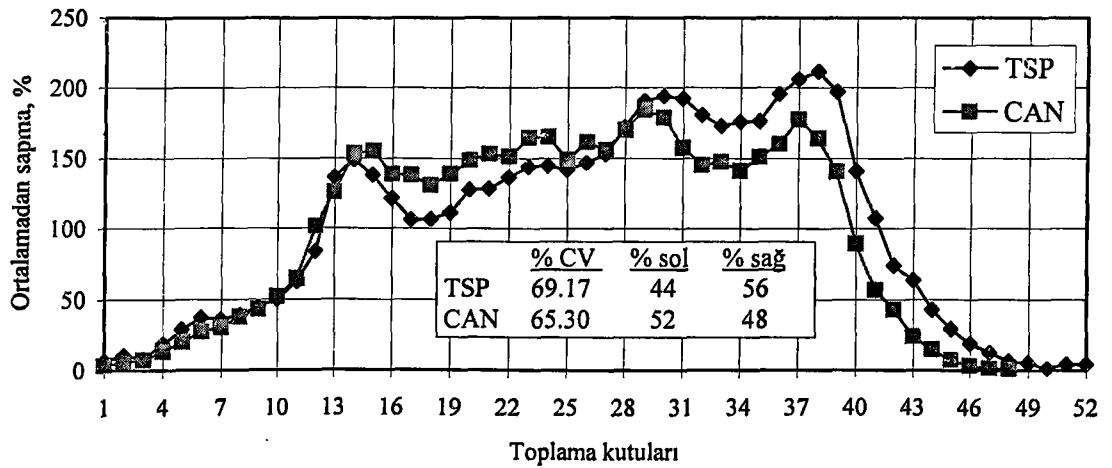
Şekil 4.170. (KB3-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



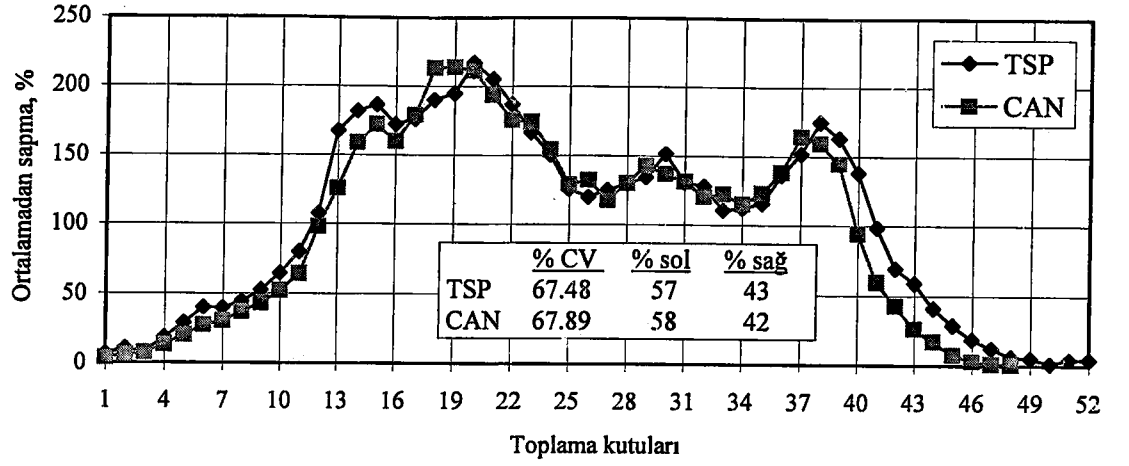
Şekil 4.171. (KB3-KP2-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



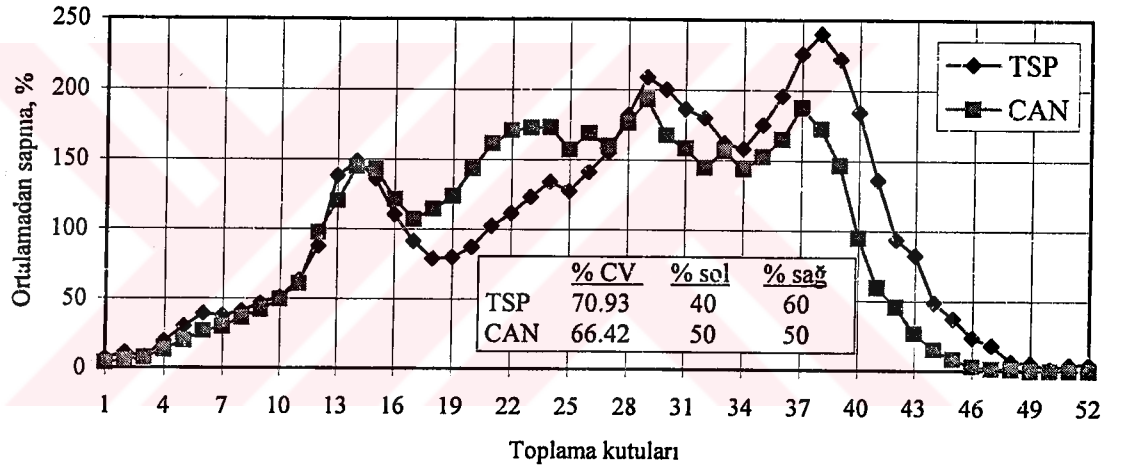
Şekil 4.172. (KB3-KP2-M2)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



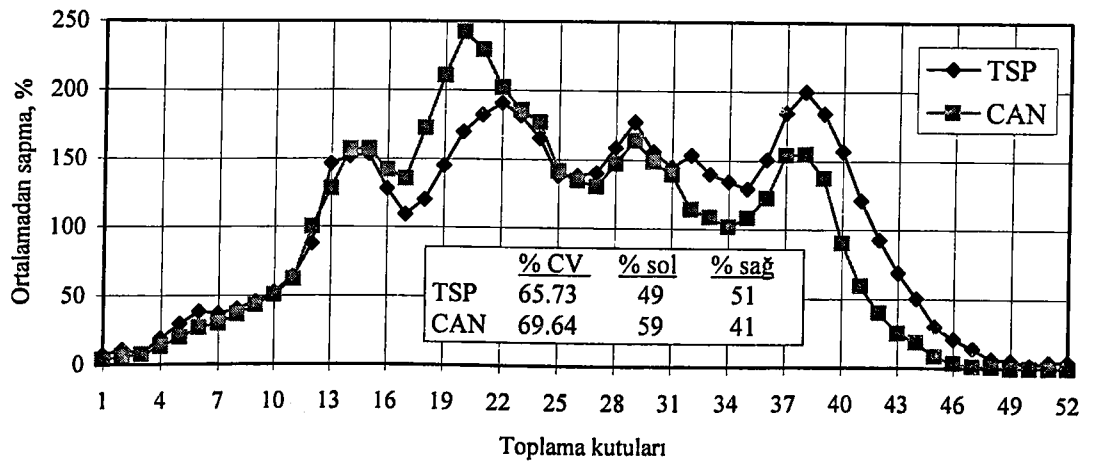
Şekil 4.173. (KB3-KP2-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



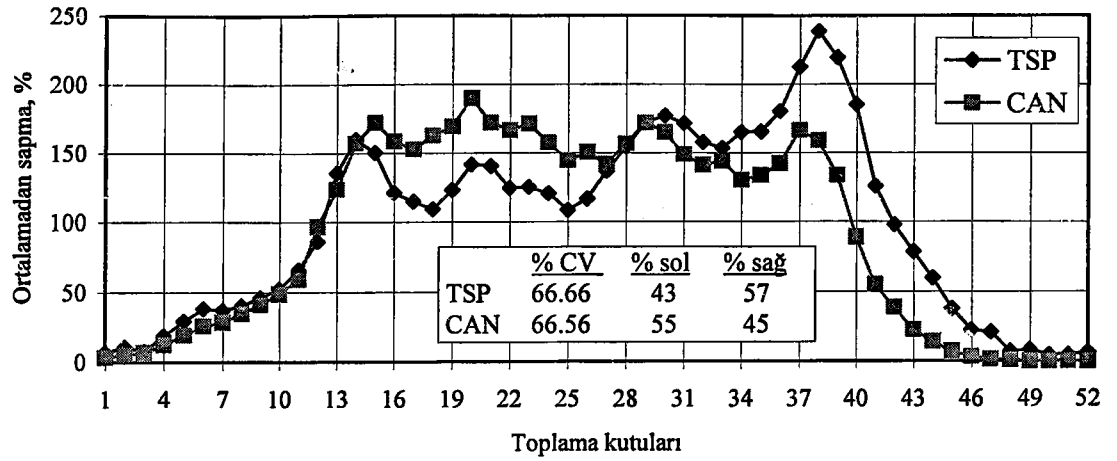
Şekil 4.174. (KB3-KP2-M2)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



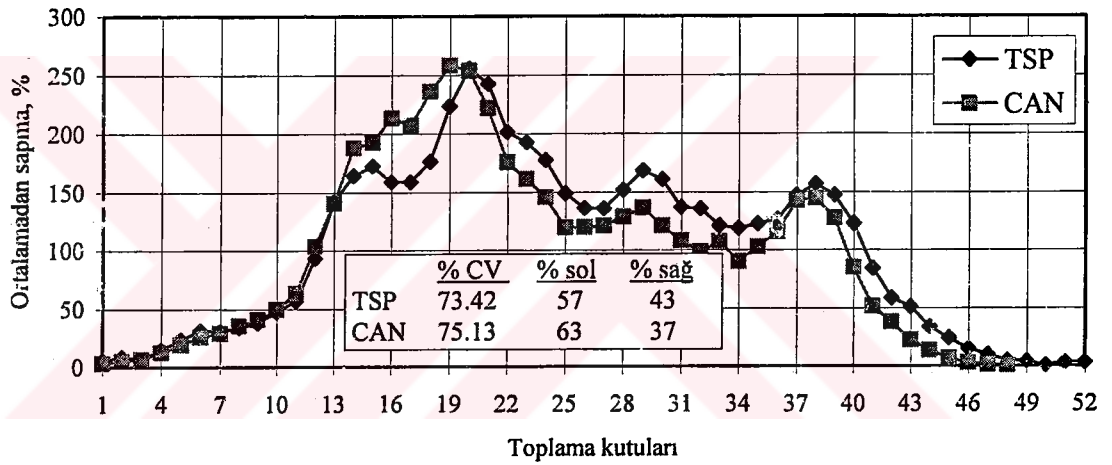
Şekil 4.175. (KB3-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



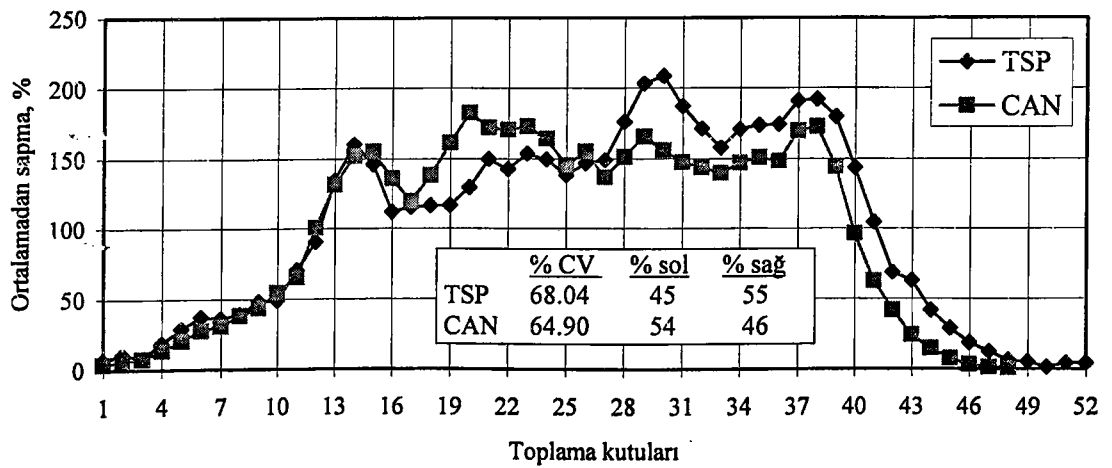
Şekil 4.176. (KB3-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



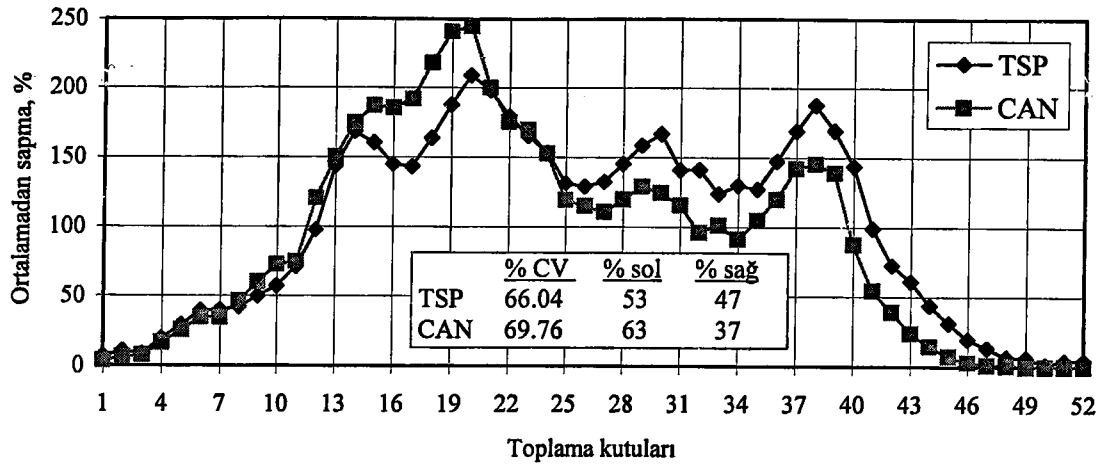
Şekil 4.177. (KB3-KP2-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



Şekil 4.178. (KB3-KP2-M2)+(KB2-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri



Şekil 4.179. (KB3-KP2-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun dağılım desenleri



Şekil 4.180. (KB3-KP2-M2)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun dağılım desenleri

Birleşik dağılım desenlerinin %sol ve %sağ değerleri, üst ve alt diskin %sol ve %sağ değerlerinin ortalamasına eşit olduğu görülmektedir. Üst diskin %sol ve %sağ değerleri, alt diskin %sol ve %sağ değerlerini tam olarak 100'e tamamladığı birleşik dağılım desenleri tam simetrik durumda olmaktadır. Örneğin; TSP için (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonuna ait dağılım desenini oluşturan üst disk dağılım deseninin %sol değeri 47 ve %sağ değeri 53, alt disk dağılım deseninin %sol değeri 53 ve %sağ değeri ise 47'dir. Bu iki desenin birleştirilmesiyle oluşan dağılım deseninin %sol değeri $(47+53)/2=50$ ve %sağ değeri $(53+47)/2=50$ 'dir. Yani dağılım deseni simetriktir. Birleşik dağılım desenlerinin tamamında %sol ve %sağ değerleri yukarıda açıklandığı şekilde ortaya çıkmıştır.

CAN için %sol/%sağ değerleri, 63/37 ile 50/50 arasında değişmektedir. Bu değerlerden 63/37, (KB3-KP2-M2)+(KB2-KP2-BK3) ve (KB3-KP2-M2)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonlarından elde edilmiştir (şekil 4.178, şekil 4.180). CAN için 7 adet kombinasyonda 50/50 değeri elde edilmiştir. Bu kombinasyonlar; (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK2), (KB3-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK2), (KB3-KP2-M1)+(KB3-KP2-BK2), (KB1-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2), (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2), (KB1-KP2-M2)+(KB2-KP1-BK2), (KB3-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK2)'dir (şekil 4.59, şekil 4.71, şekil 4.107, şekil 4.119, şekil 4.131, şekil 4.147, şekil 4.175). TSP için ise, %sol/%sağ değerlerinin, 37/63 ile 50/50 arasında değiştiği ve 37/63 değerini veren

kombinasyonun (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK2) olduğu belirlenmiştir (şekil 4.55). TSP için elde edilen simetrik kombinasyonlar (50/50), (KB3-KP2-M1)+(KB1-KP2-BK3), (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK3), (KB1-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK3) olmak üzere 3 adettir (şekil 4.104, şekil 4.128, şekil 4.152).

Simetrik desenler, farklı parametre kombinasyonlarında elde edilmiştir. Özellikle ortalama değerden yüksek sapmalar veren sigma profil kanatların kullanılmasıyla elde edilen üst ve alt disk desenlerinin kombinasyonlarında bile, simetrik dağılımlar ortaya çıkmıştır. Daha önce de açıklandığı gibi bu durum, hangi parametre kombinasyonunda olursa olsun, üst ve alt disk dağılım desenlerinin birbirlerini tamamlayarak simetrik desenlerin ortaya çıkmasının bir sonucudur.

Denemelerde kullanılan farklı kanat boyları ve gübre besleme noktaları, dağılım desenlerinin makine ekseninin sağında ve solunda biriken gübre miktarlarını etkilemektedir. Bu etkiler alt ve üst diskin dağılım desenlerinde görülmektedir. Üst ve alt disk ile ilgili bölümlerde açıklandığı gibi, köşeli kanat profilinden elde edilen desenlerin ortalamadan sapmaları sigma tipi kanatlara göre daha düşük olmuştur. Buna bağlı olarak birleşik dağılım desenlerinin, hem üst hem de alt diskte köşeli kanat profillerinin kullanıldığı kombinasyonlarda da ortalamalardan sapmalar sigma kanatların kullanıldığı kombinasyonlara göre daha düşük olmuştur. Bu birleşik desenlerin yüzeyleri daha düzgün olmuş, desenler normal dağılışa benzerlik göstermişlerdir.

Dağılım desenlerinin simetrik olması varyasyon katsayısı (CV), efektif iş genişliği (Be) ve değişim sınırları (B_{min} - B_{max}) açısından istenilen değerlerin elde edilmesi için yeterli değildir. Desenler simetrik olmalarının yanında aynı zamanda, düzgün yüzeyli olmalı, belirli noktalarda yığılmalar ve tepe noktaları olmamalı ve ortalama değerden (100) sapmaları düşük değerlerde olmalıdır (Özmerzi 1974, Taşer 1988).

Bu bakımdan birleşik dağılım desenlerini karşılaştırabilmek için her bir dağılım deseninin ortalamadan sapma miktarlarını incelemek gerekmektedir. Dağıtıcı ünite dağılım desenleri ortalamadan sapmanın %'si olarak çizilmiştir. Dolayısıyla, üst ve alt

disk parametre kombinasyonlarına göre, desenler arasında bu bakımdan karşılaştırmalar yapılabilmektedir.

Dağılım desenleri incelendiğinde, sigma profil kanatların (KP2) kullanıldığı kombinasyonlarda ortalama sapmalar köşeli kanat profiline (KP1) göre artmaktadır. Sigma kanat profilinin içerisinde bulunduğu kombinasyonlardan elde edilen dağılım desenlerinde belirli tepe noktaları bulunmakta ve düzgün yüzeyli görüntü vermemektedir.

Kalsiyum amonyum nitrat gübresi (CAN) için, simetrik desenlerin elde edildiği 7 adet kombinasyon içerisinde ortalama sapma değeri en düşük olan kombinasyon (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2) en yüksek olan kombinasyon ise (KB3-KP2-M1)+(KB3-KP2-BK2)'dir. Bu kombinasyonlardaki ortalama sapma değerleri, sırasıyla, %78 ve %126'dır (şekil 4.131 ve şekil 4.107). Aynı durum, triple süperfosfat (TSP) için (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK3) ve (KB3-KP2-M1)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonlarında, sırasıyla, %89 ve %131 olarak belirlenmiştir (şekil 4.128 ve şekil 4.104).

Birleşik dağılım desenleri, üst ve alt diskte kullanılan kanat profil kombinasyonları açısından incelendiğinde, üst ve alt disk için köşeli kanat profili (KP1-KP1) kullanıldığında ortalama maksimum sapmalar en az seviyede olmaktadır. Her iki diskte sigma profil kanat (KP2-KP2) kullanılması durumunda ise birleşik dağılım desenlerinin ortalama maksimum sapmaları en yüksek düzeyde gerçekleşmektedir. Üst diskte köşeli, alt diskte sigma (KP1-KP2) ve üst diskte sigma, alt diskte köşeli profil (KP2-KP1) kanat durumlarında ortalama maksimum sapma değerleri birbirine eşit olmakta ve bu değerler köşeli-köşeli profil (KP1-KP1) kanat ile sigma-sigma profil (KP2-KP2) kanat arasında yer almaktadır. Dolayısıyla, ortalama sapmaların az olduğu, düzgün yüzeyli desenler elde etmek için, üst ve alt diskte köşeli kanat profil (KP1-KP1) kombinasyonunun kullanılması önerilebilir.

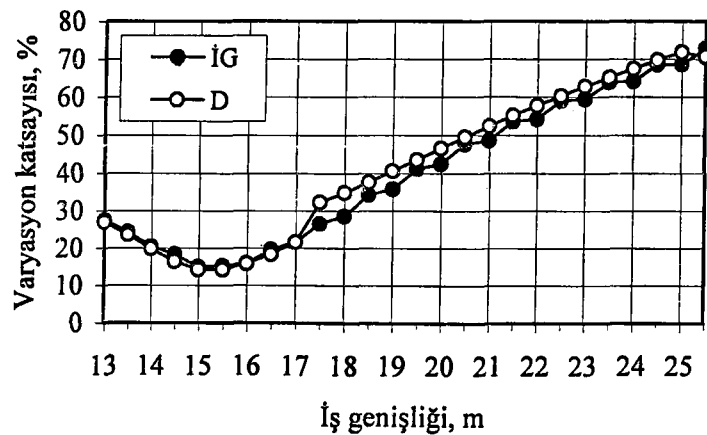
CAN için (KB2-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK2), (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK2), (KB3-KP1-M1)+(KB2-KP2-BK2), (KB2-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK2), (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2), (KB3-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonlarında elde

edilen dağılım desenlerinde ortalama değerden (100) maksimum sapmalar, sırasıyla, %69, %79, %77, %79, %78 ve %74 olarak belirlenmiştir. Bu desenlerde belirli noktalarda yığılmalar bulunmamakta ve normal dağılıma benzerlik göstermektedirler (şekil 4.51, şekil 4.59, şekil 4.69, şekil 4.123, şekil 4.131, şekil 4.135).

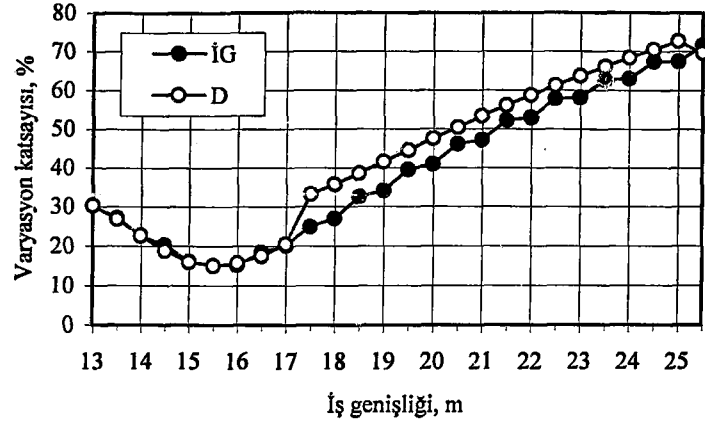
TSP için (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK3), (KB2-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK3), (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK2), (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK3), (KB3-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK3), (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3), (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3), kombinasyonlarında elde edilen dağılım desenlerinde ortalama değerden (100) maksimum sapma miktarları, sırasıyla, %57, %59, %65, %78, %87, %78 ve %78'dir. Bu desenlerde belirli noktalarda yığılmalar bulunmamakta ve normal dağılıma benzerlik göstermektedirler (şekil 4.50, şekil 4.52, şekil 4.53, şekil 4.60, şekil 4.62, şekil 4.122, şekil 4.134).

4. 4. Efektif İş Genişliği ve Değişim Sınırları

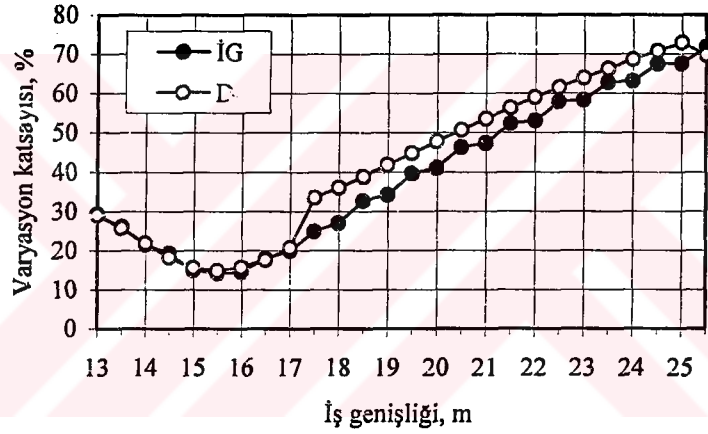
Her bir gübre tipi için 144 adet olmak üzere toplam 288 adet dağılım deseni, ileri-geri ve dönerek çalışma yöntemine göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda, kalsiyum amonyum nitrat (CAN) için 66, triple süperfosfat (TSP) için ise 27 adet kombinasyonda %15 veya altında varyasyon katsayısı (CV) elde edilmiştir. İleri-geri ve dönerek çalışma yöntemlerine göre, örtme paylarına bağlı olarak varyasyon katsayısının değişimi şekil 4.181-şekil 4.273'de gösterilmiştir.



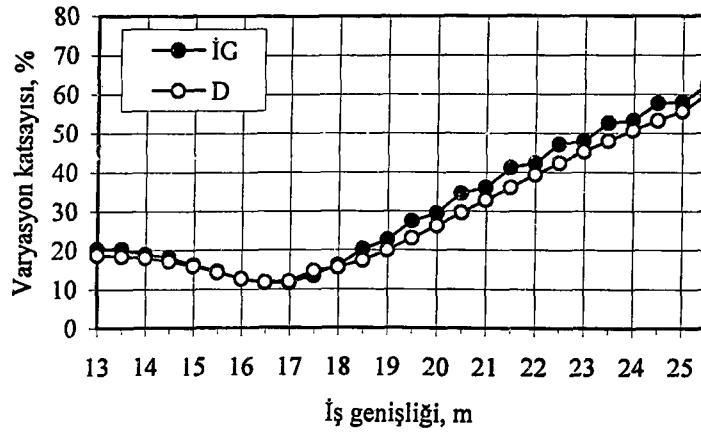
Şekil 4.181. (KB1-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



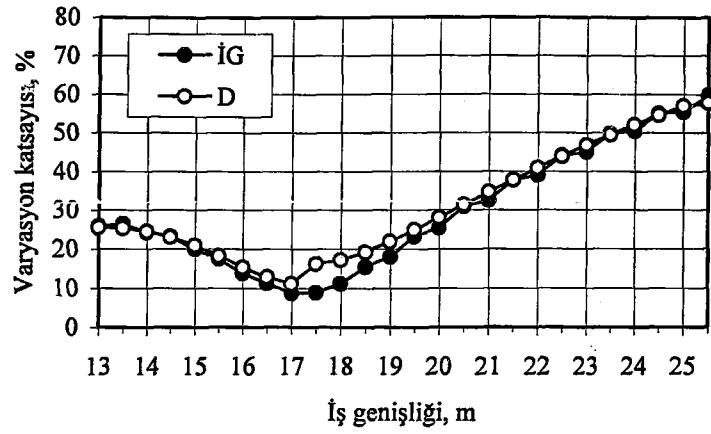
Şekil 4.182. (KB1-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



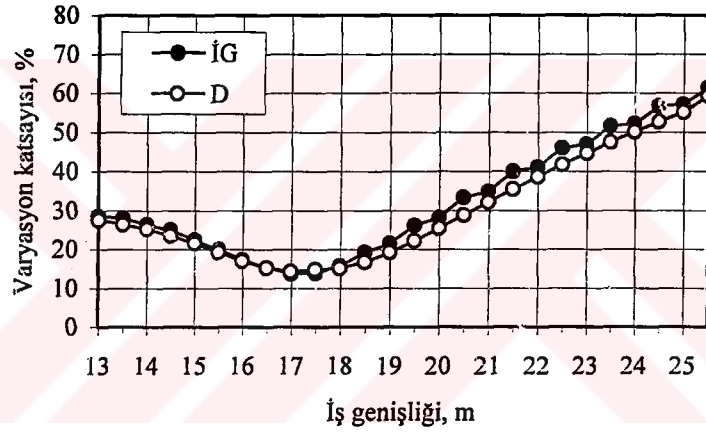
Şekil 4.183. (KB1-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



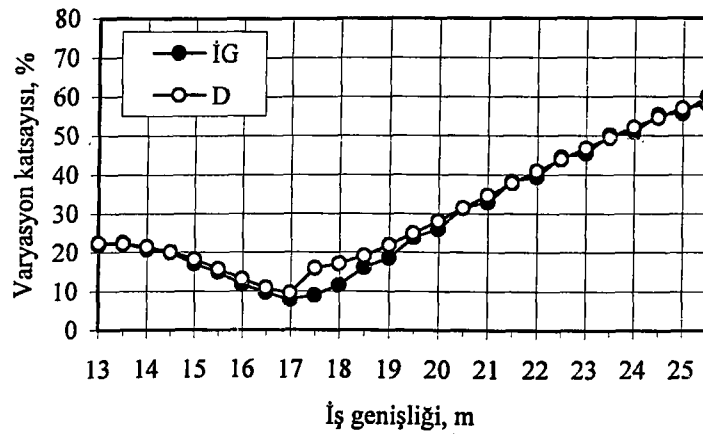
Şekil 4.184. (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



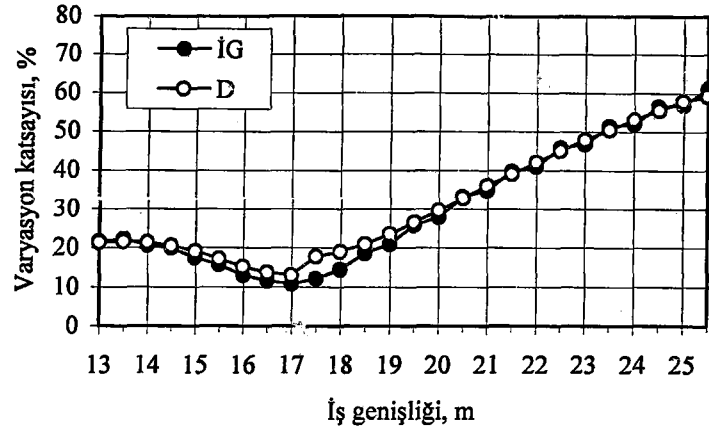
Şekil 4.185. (KB2-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



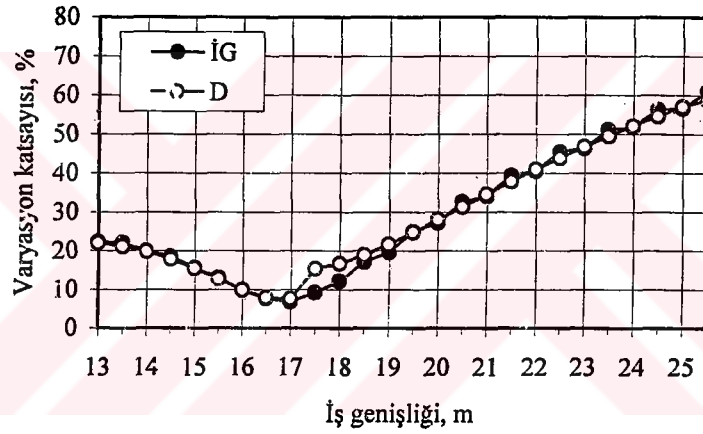
Şekil 4.186. (KB2-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



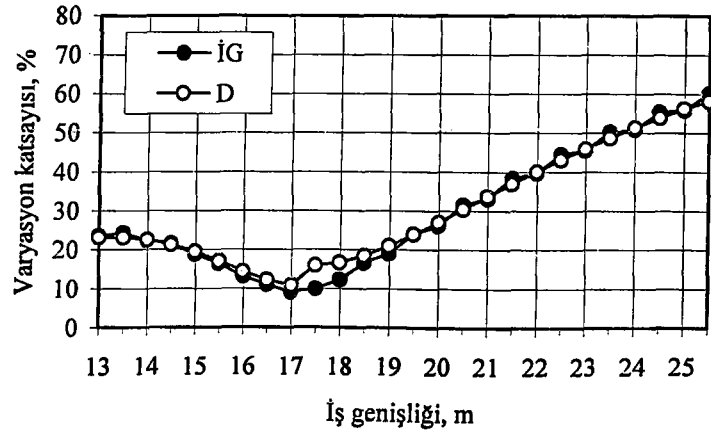
Şekil 4.187. (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



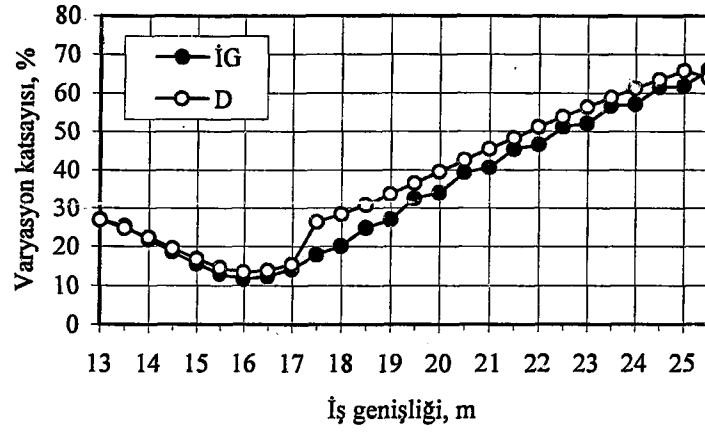
Şekil 4.188. (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



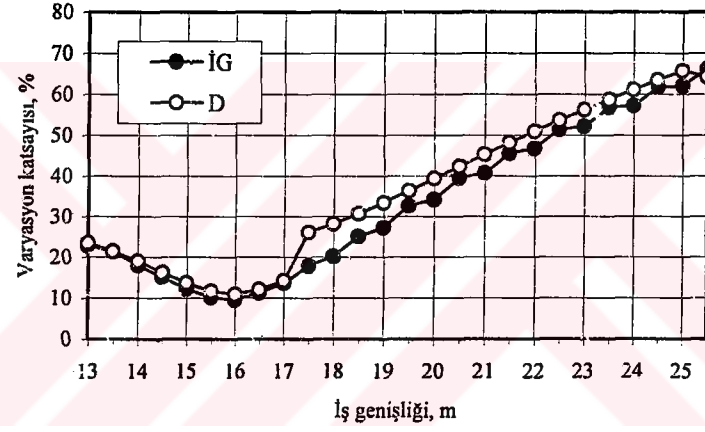
Şekil 4.189. (KB2-KP1-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



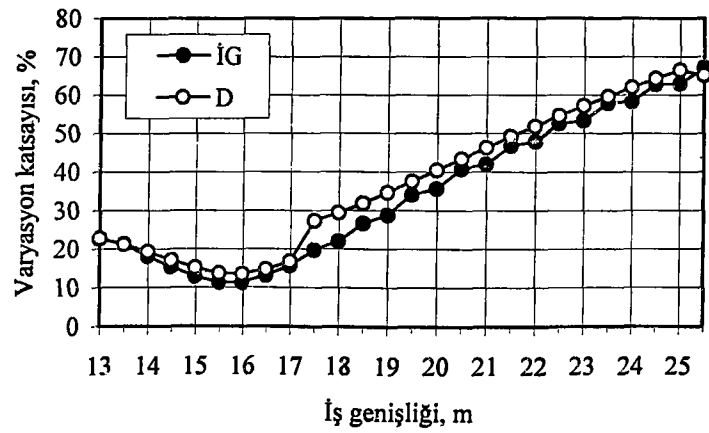
Şekil 4.190. (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



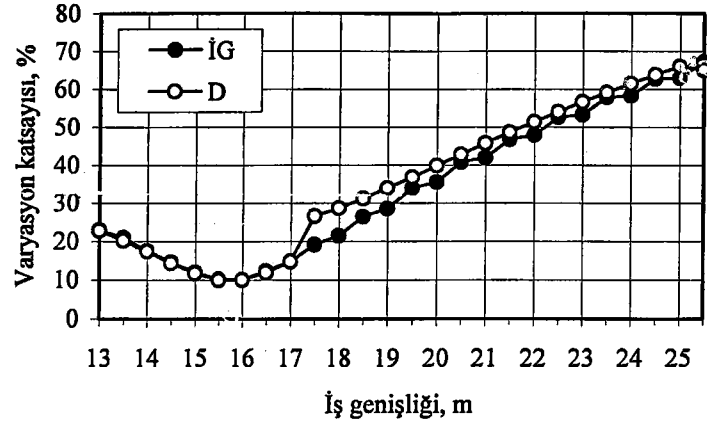
Şekil 4.191. (KB3-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



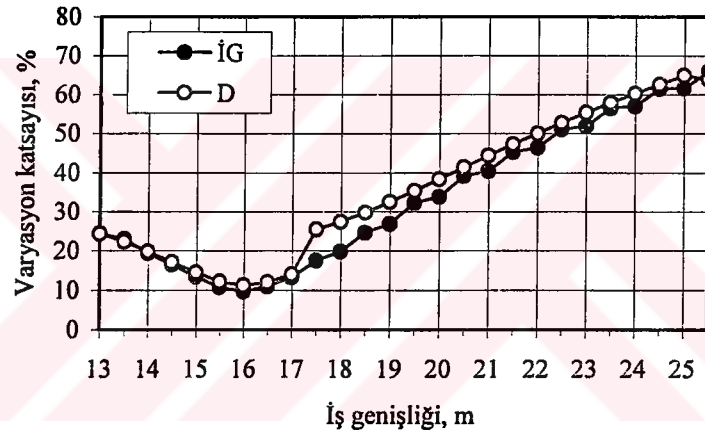
Şekil 4.192. (KB3-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



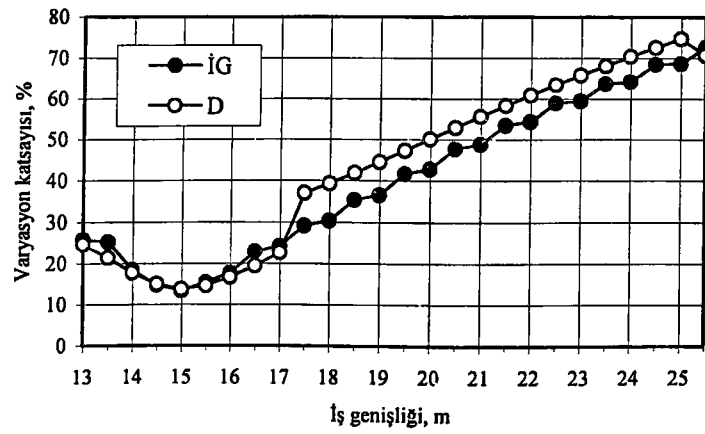
Şekil 4.193. (KB3-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



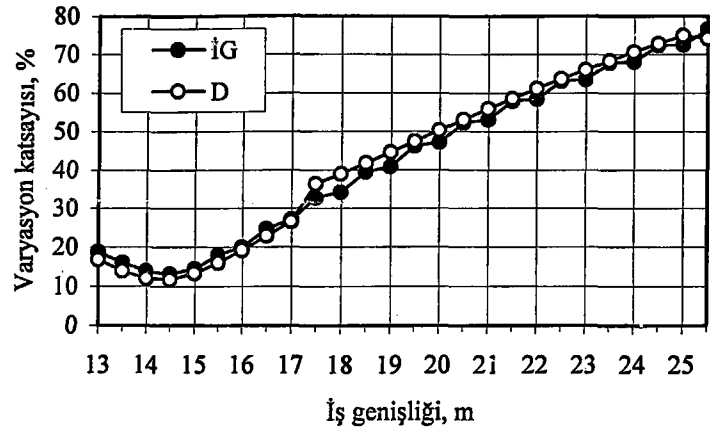
Şekil 4.194. (KB3-KP1-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



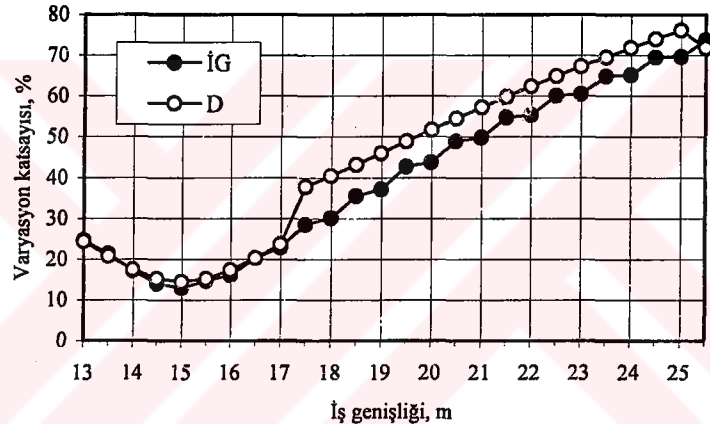
Şekil 4.195. (KB3-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



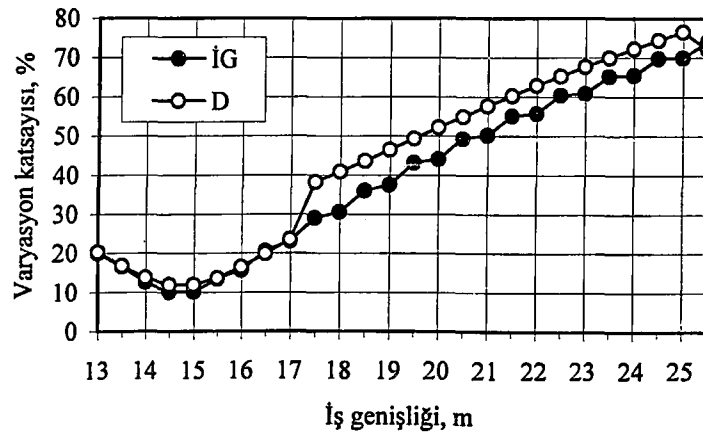
Şekil 4.196. (KB2-KP2-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



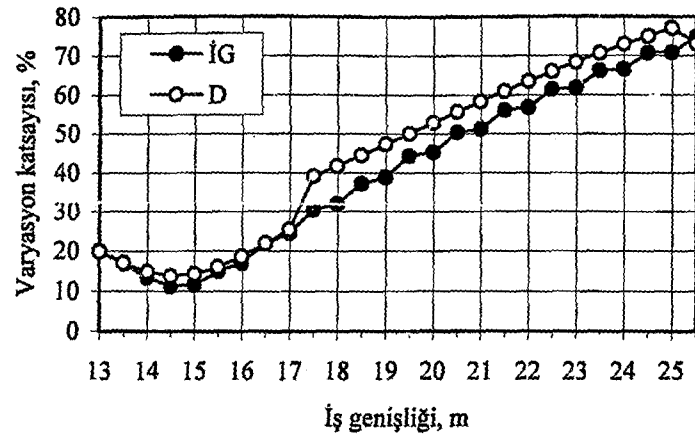
Şekil 4.197. (KB1-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



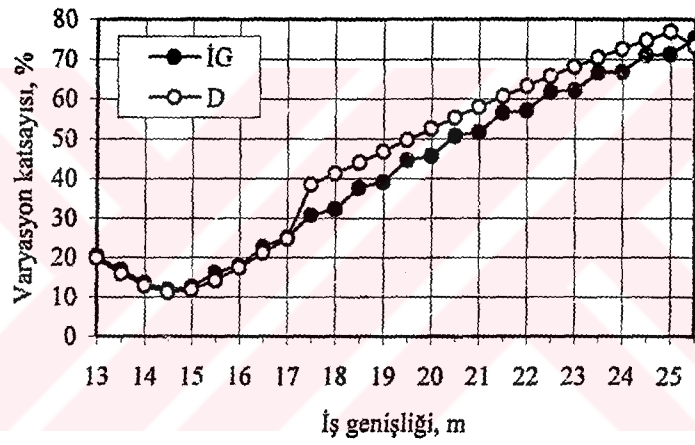
Şekil 4.198. (KB1-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



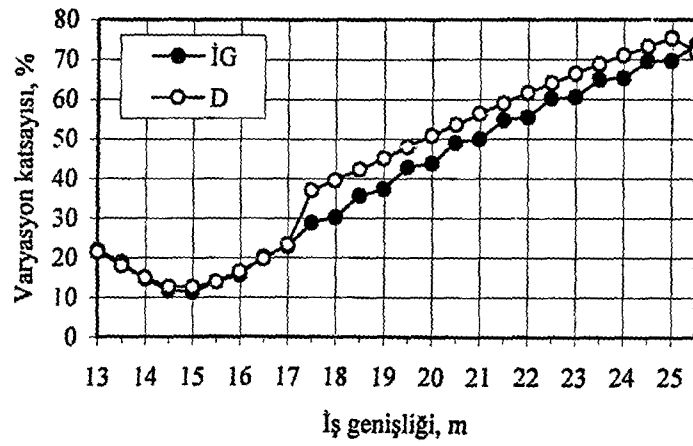
Şekil 4.199. (KB1-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



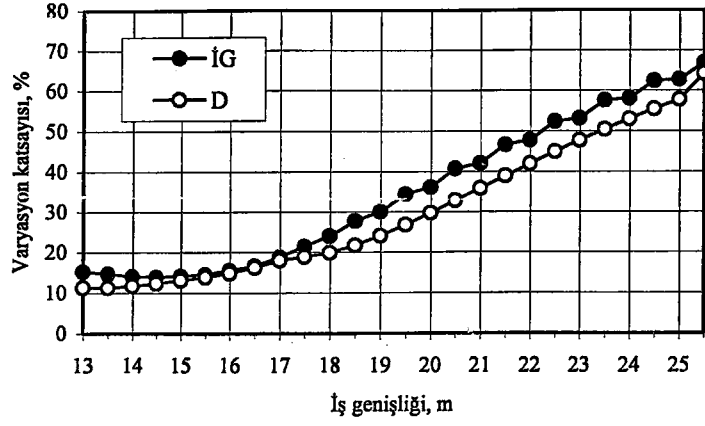
Şekil 4.200. (KB1-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



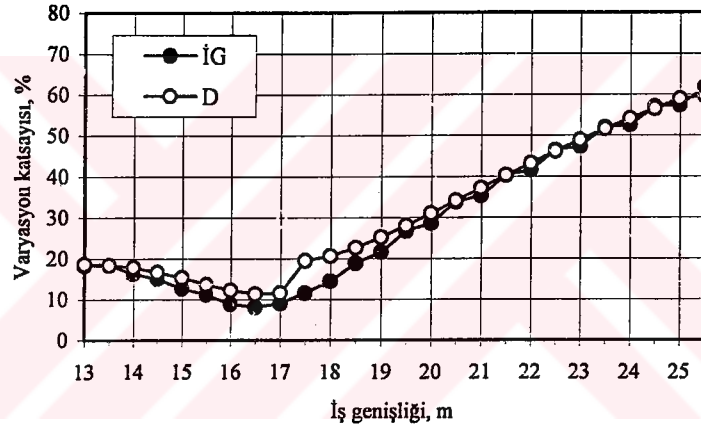
Şekil 4.201. (KB1-KP1-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



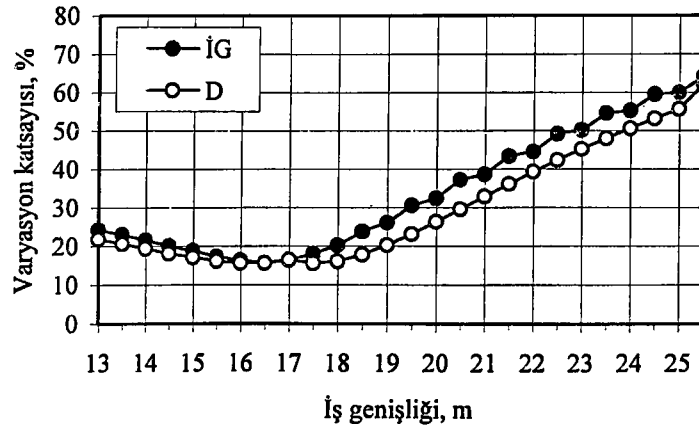
Şekil 4.202. (KB1-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



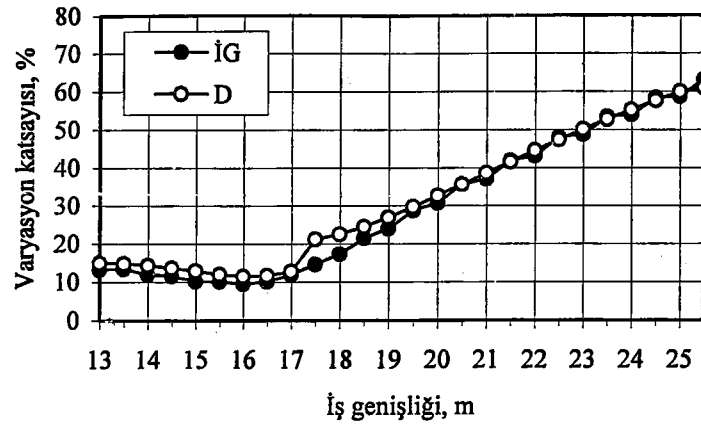
Şekil 4.203. (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



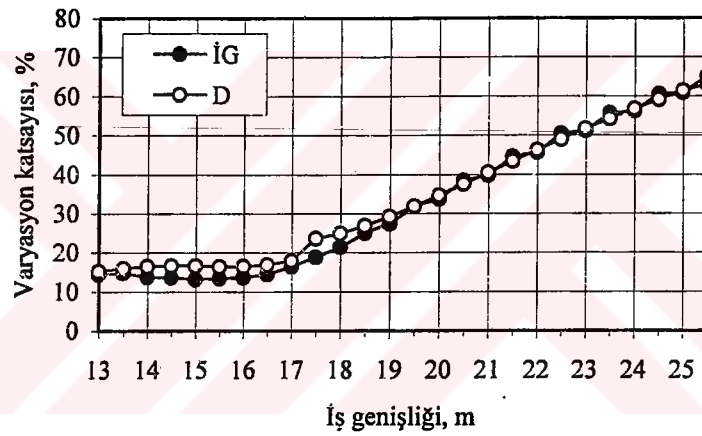
Şekil 4.204. (KB2-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



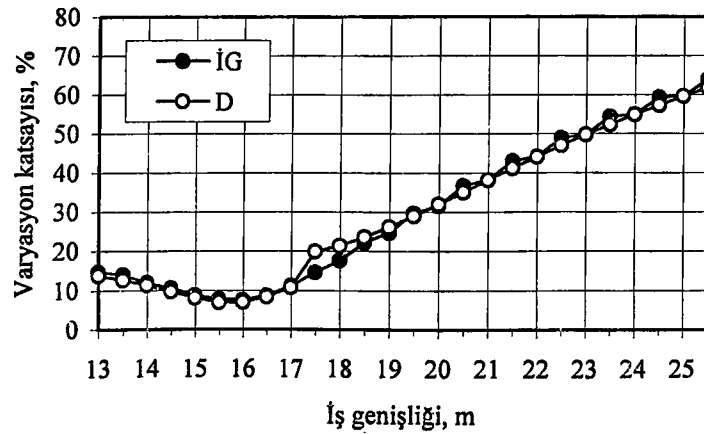
Şekil 4.205. (KB2-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



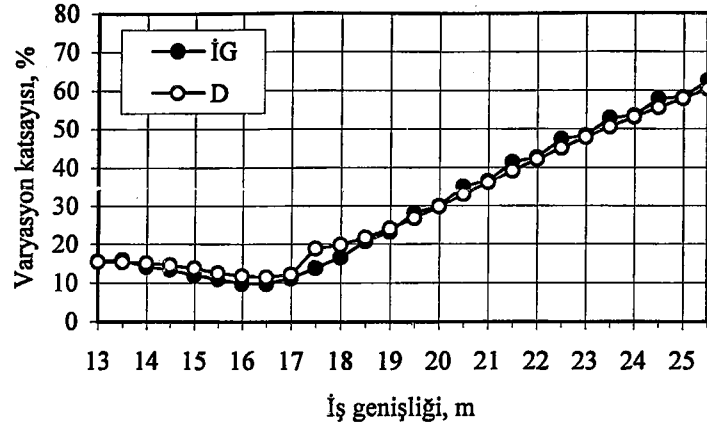
Şekil 4.206. (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



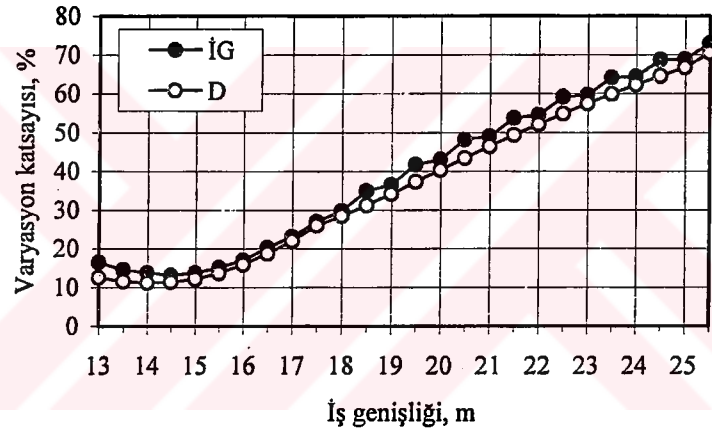
Şekil 4.207. (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



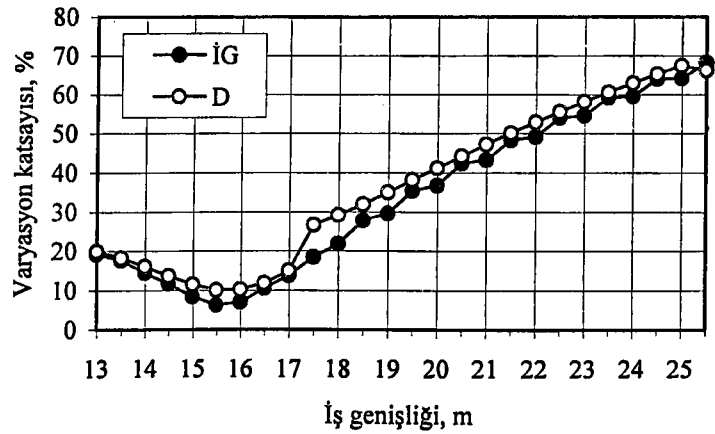
Şekil 4.208. (KB2-KP1-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



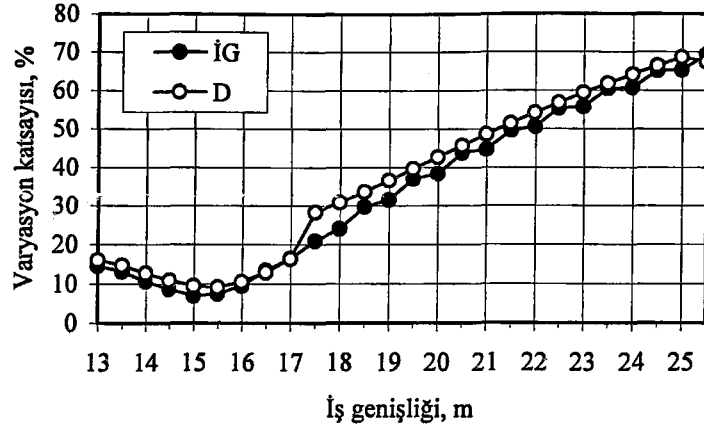
Şekil 4.209. (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



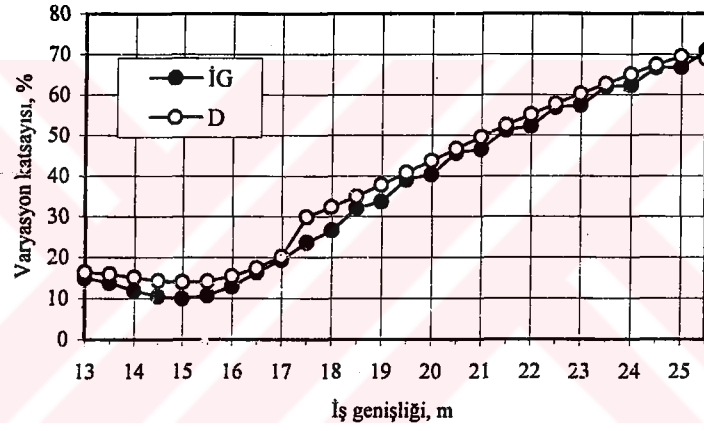
Şekil 4.210. (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



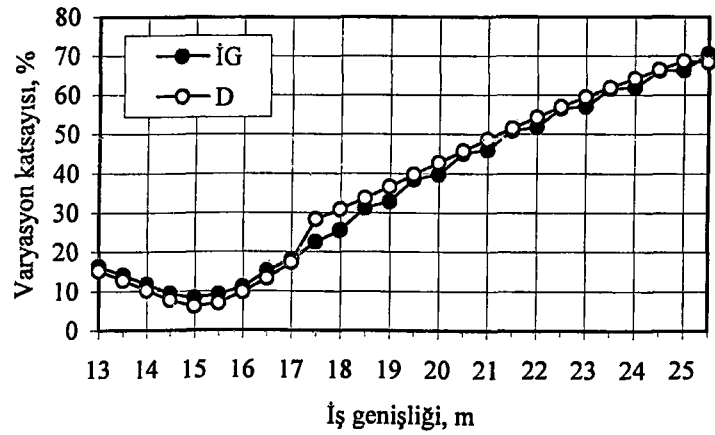
Şekil 4.211. (KB3-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



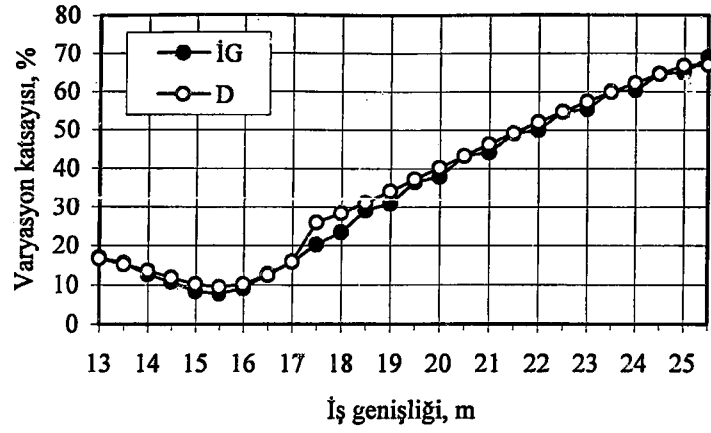
Şekil 4.212. (KB3-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



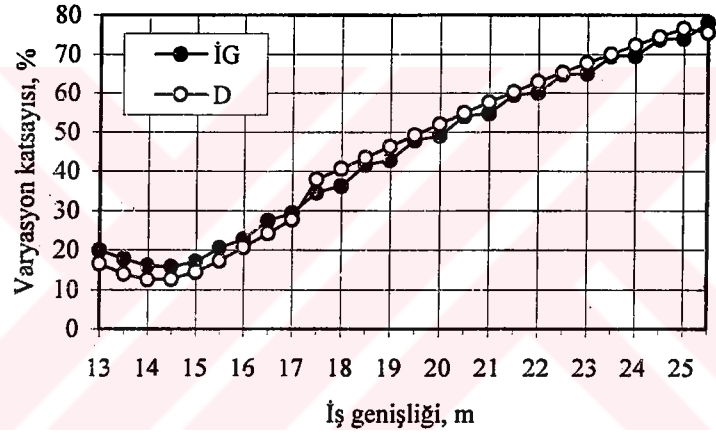
Şekil 4.213. (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



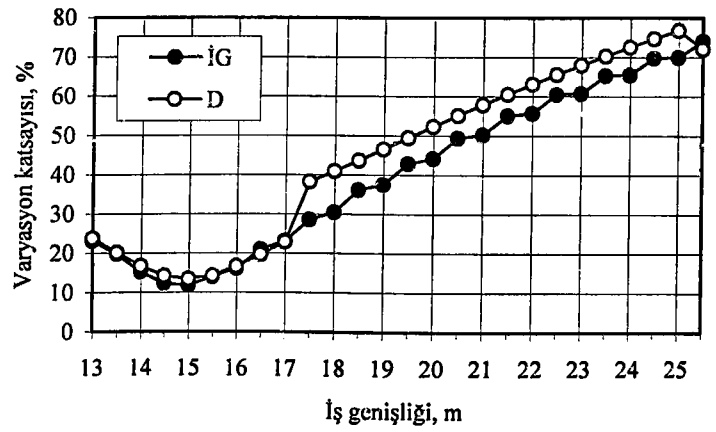
Şekil 4.214. (KB3-KP1-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



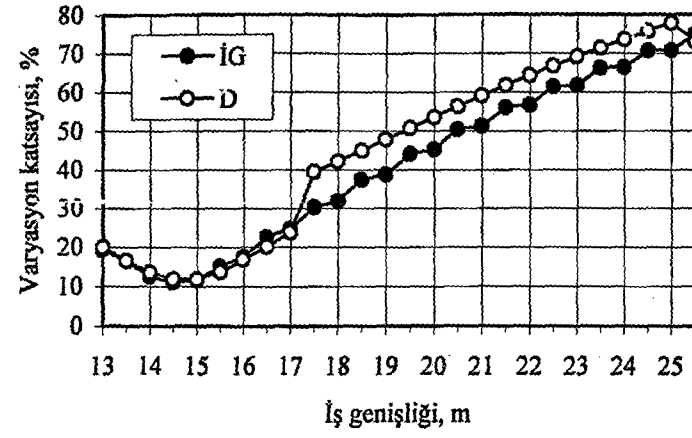
Şekil 4.215. (KB3-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



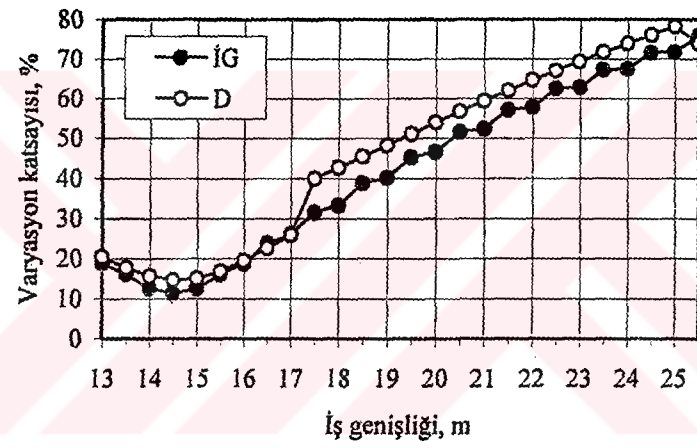
Şekil 4.216. (KB1-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



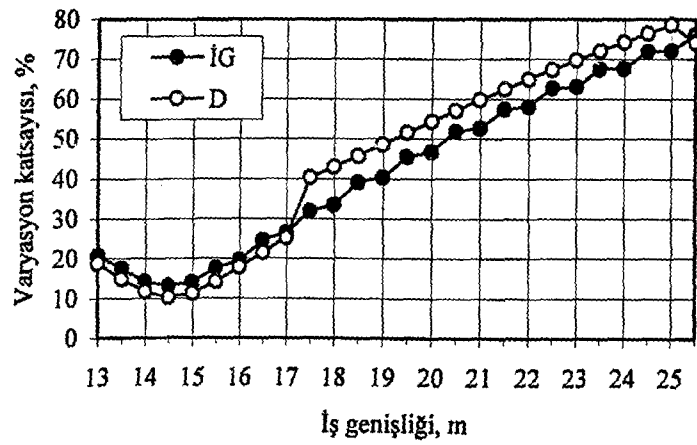
Şekil 4.217. (KB1-KP2-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



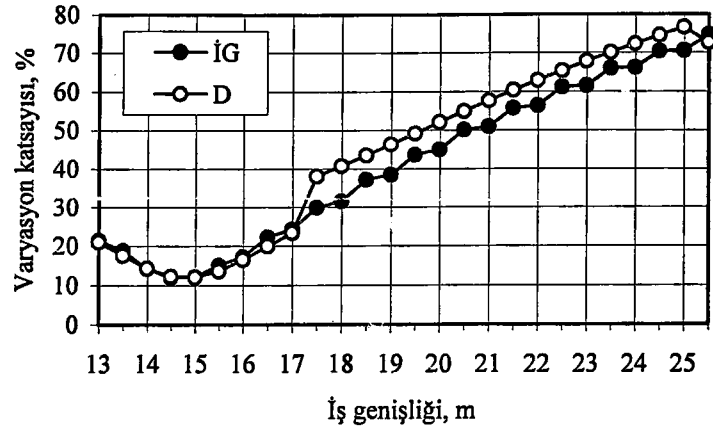
Şekil 4.218. (KB1-KP2-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



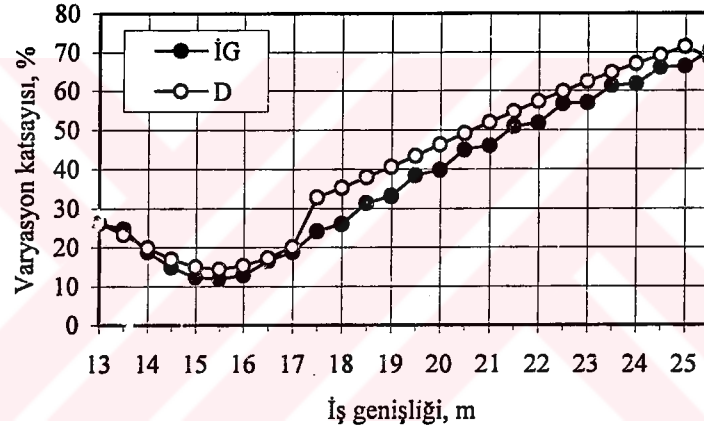
Şekil 4.219. (KB1-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



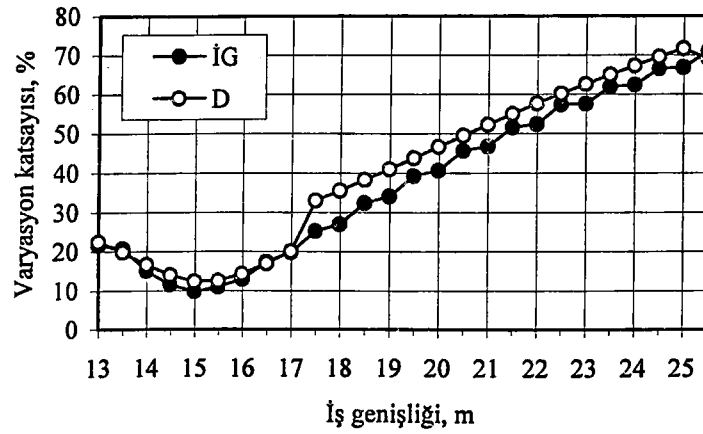
Şekil 4.220. (KB1-KP2-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



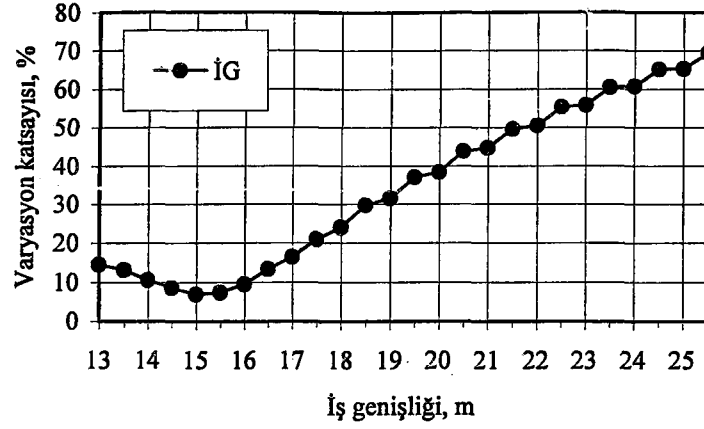
Şekil 4.221. (KB1-KP2-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



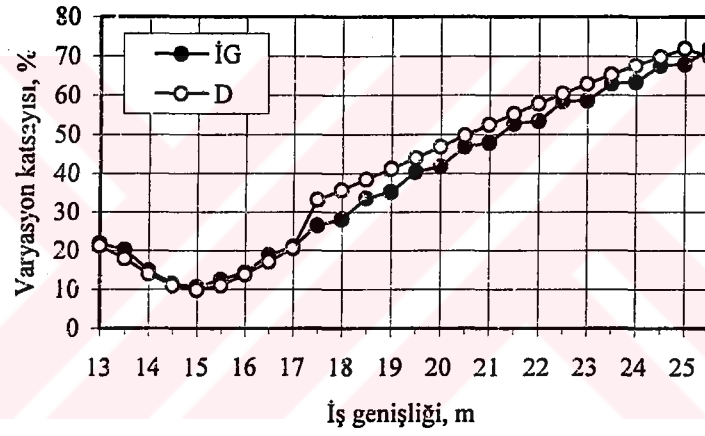
Şekil 4.222. (KB2-KP2-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



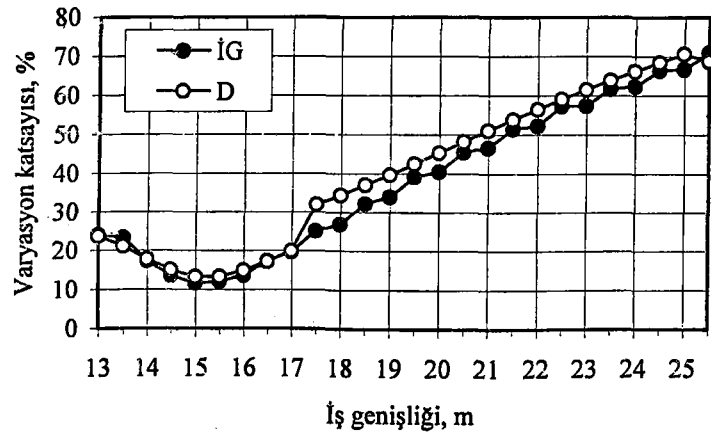
Şekil 4.223. (KB2-KP2-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



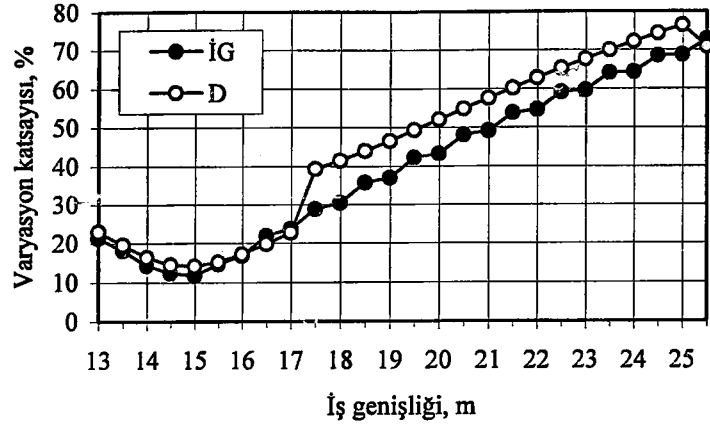
Şekil 4.224. (KB2-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



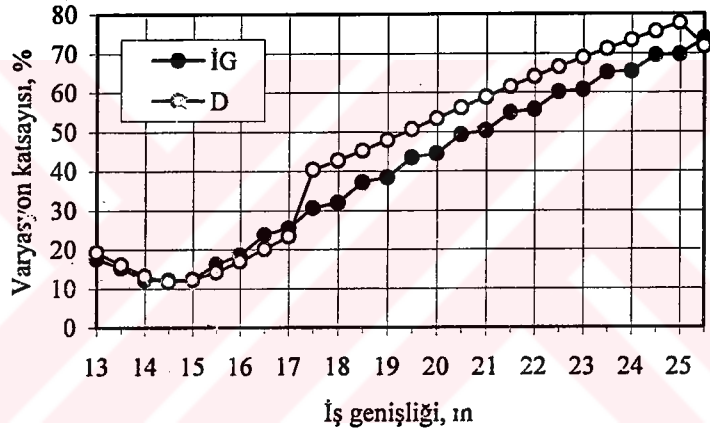
Şekil 4.225. (KB2-KP2-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



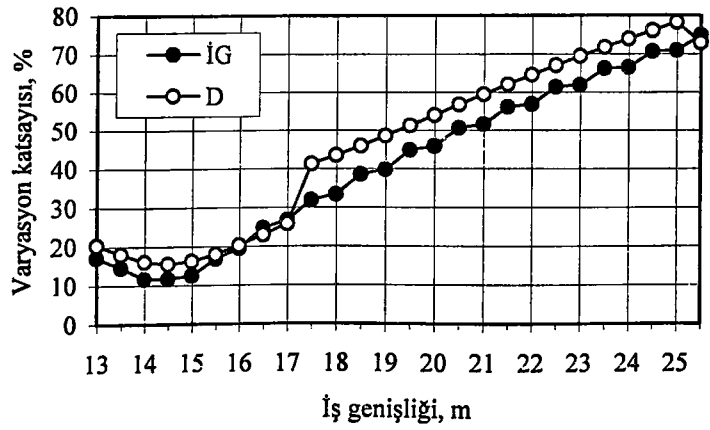
Şekil 4.226. (KB2-KP2-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



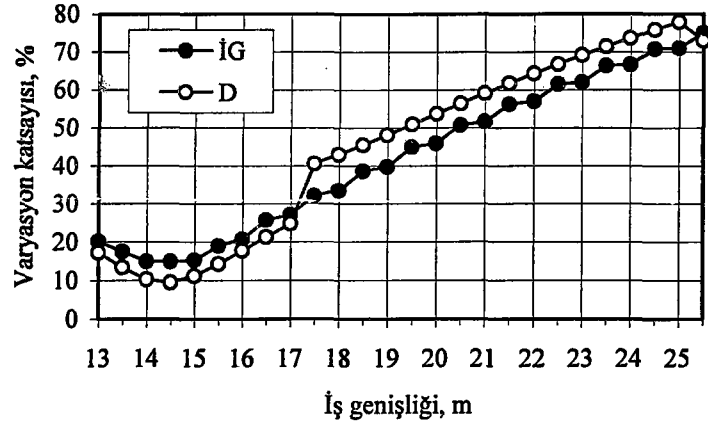
Şekil 4.227. (KB3-KP2-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



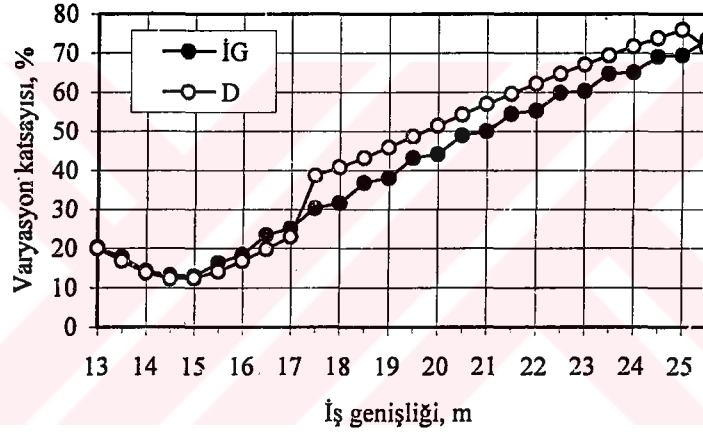
Şekil 4.228. (KB3-KP2-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



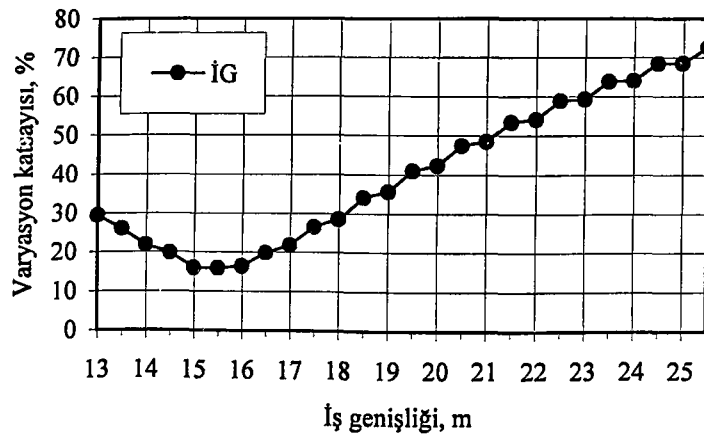
Şekil 4.229. (KB3-KP2-M2)+(KB1-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



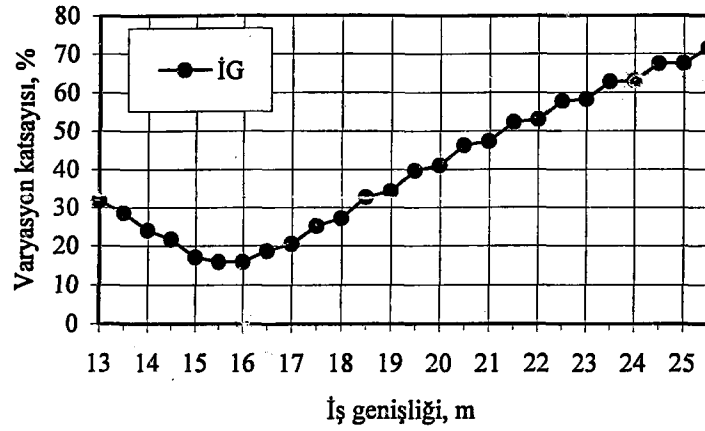
Şekil 4.230. (KB3-KP2-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



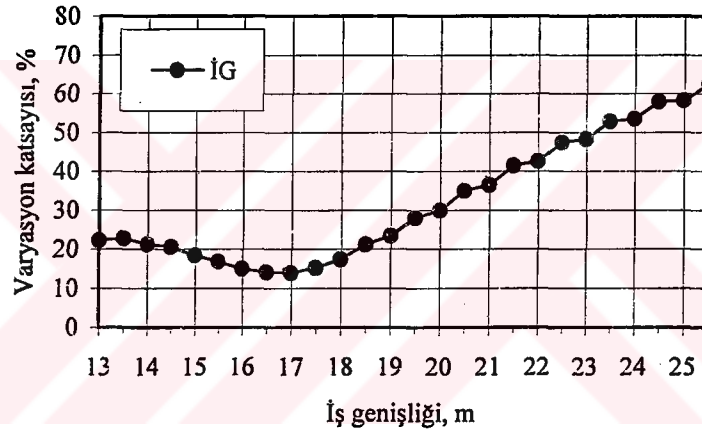
Şekil 4.231. (KB3-KP2-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



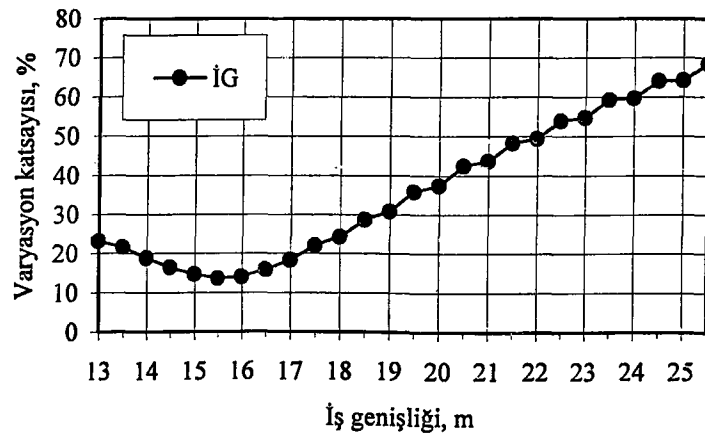
Şekil 4.232. (KB1-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



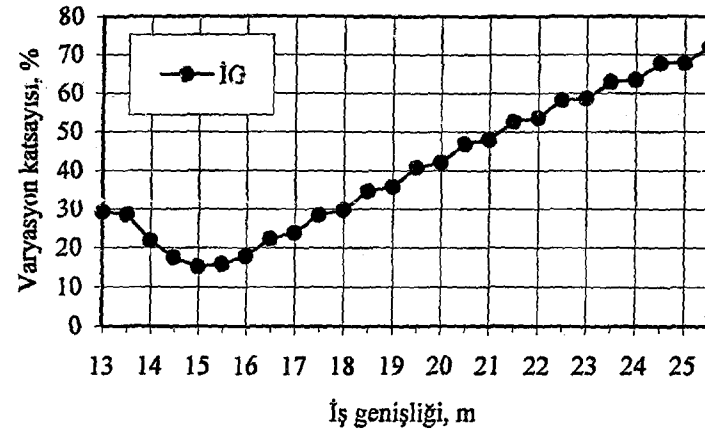
Şekil 4.233. (KB1-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



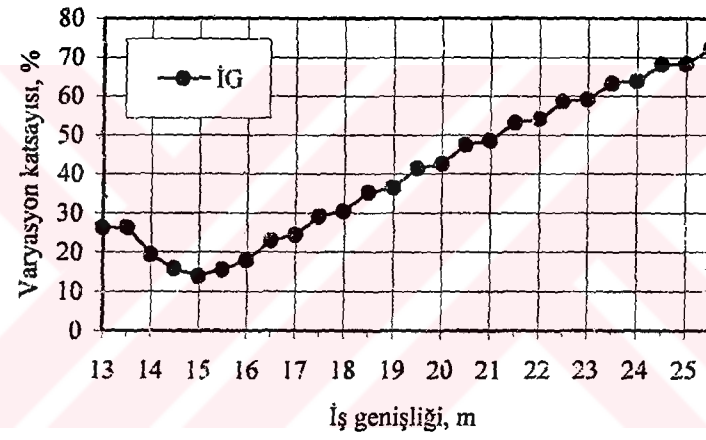
Şekil 4.234. (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



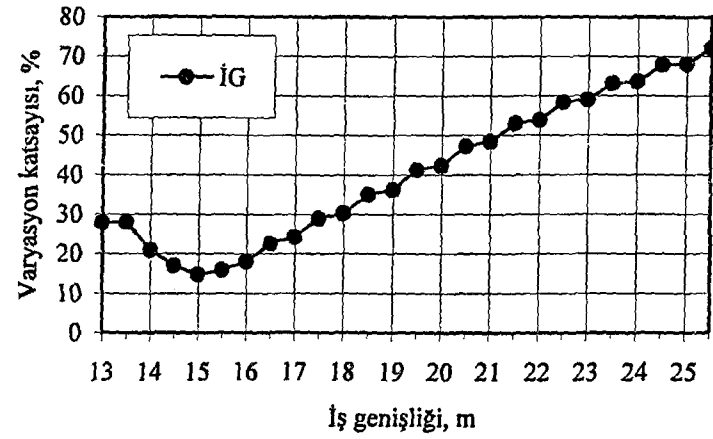
Şekil 4.235. (KB3-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



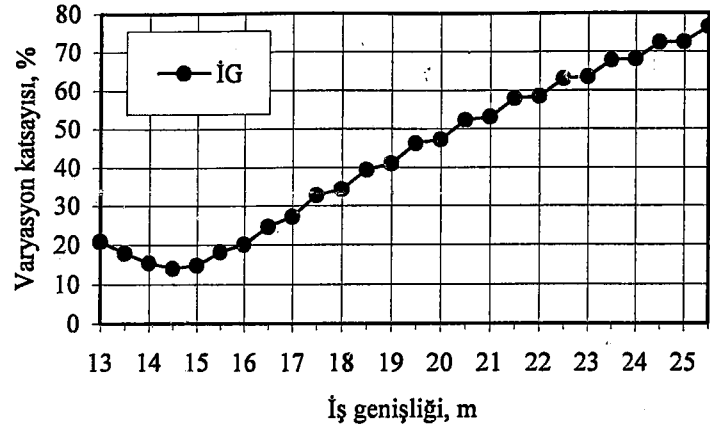
Şekil 4.236. (KB2-KP2-M1)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



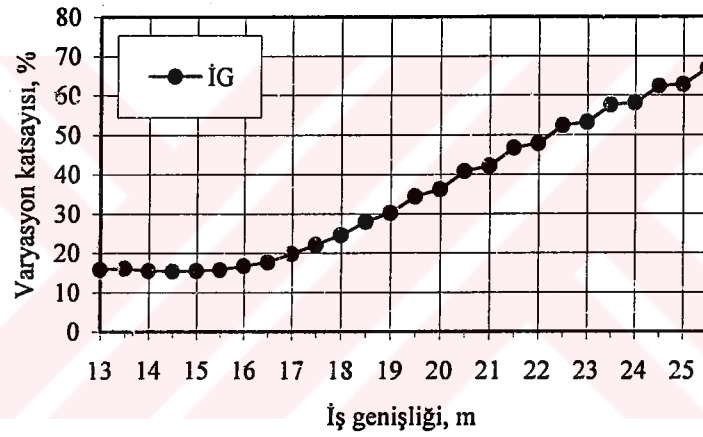
Şekil 4.237. (KB2-KP2-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



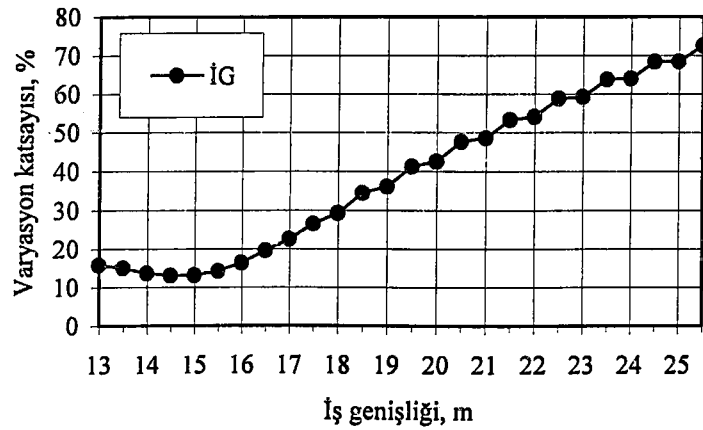
Şekil 4.238. (KB2-KP2-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



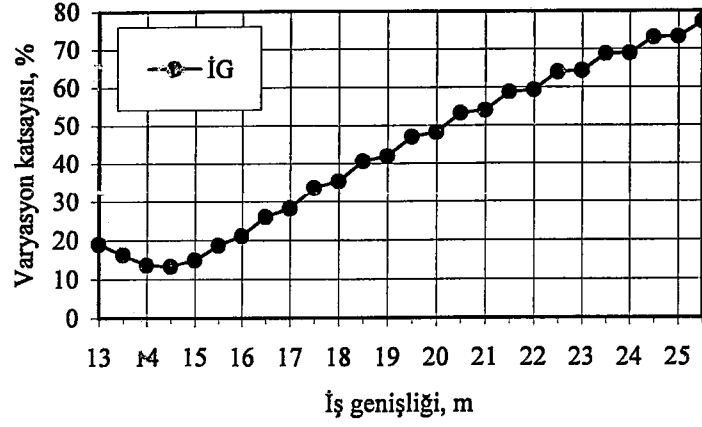
Şekil 4.239. (KB1-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



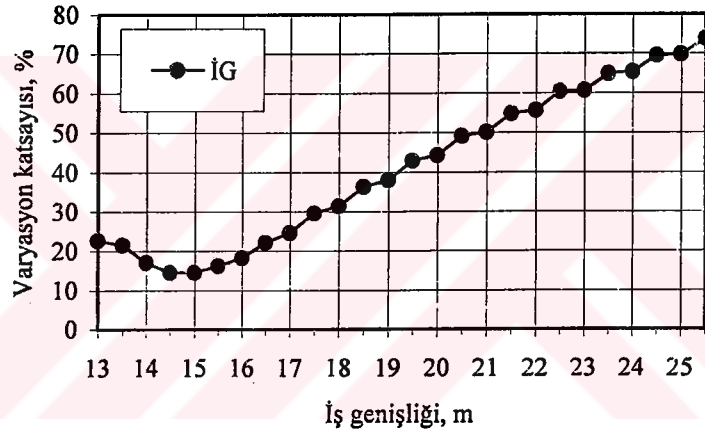
Şekil 4.240. (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



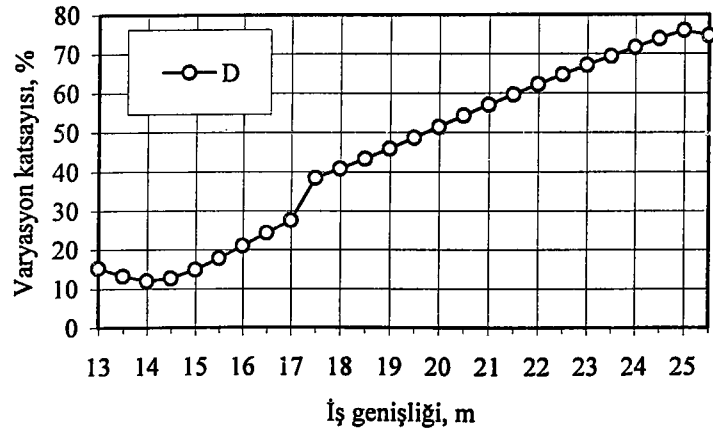
Şekil 4.241. (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



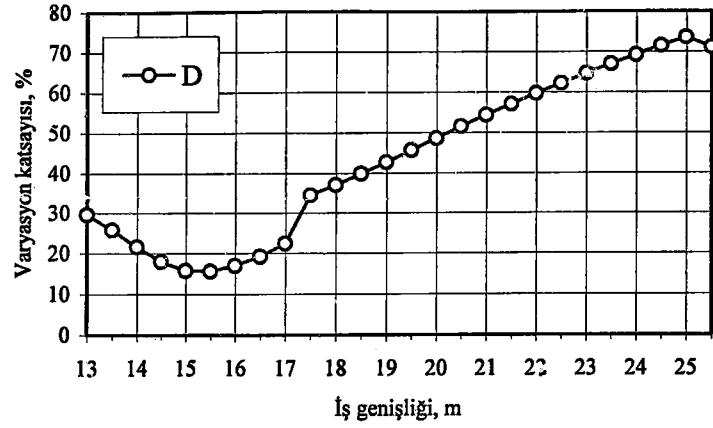
Şekil 4.242. (KB1-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



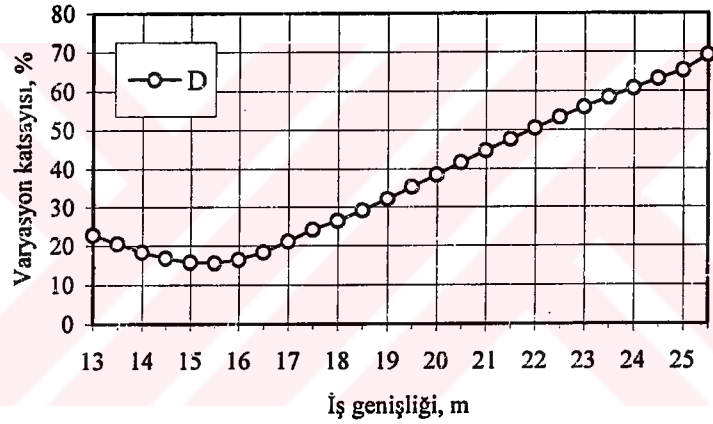
Şekil 4.243. (KB2-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



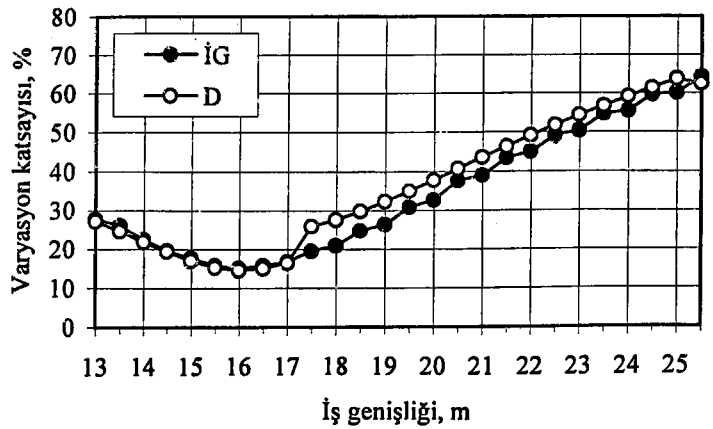
Şekil 4.244. (KB3-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



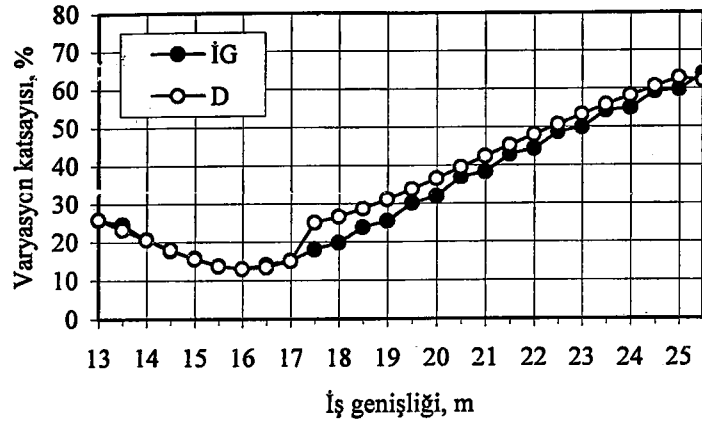
Şekil 4.245. (KB1-KP1-M1)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseni varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



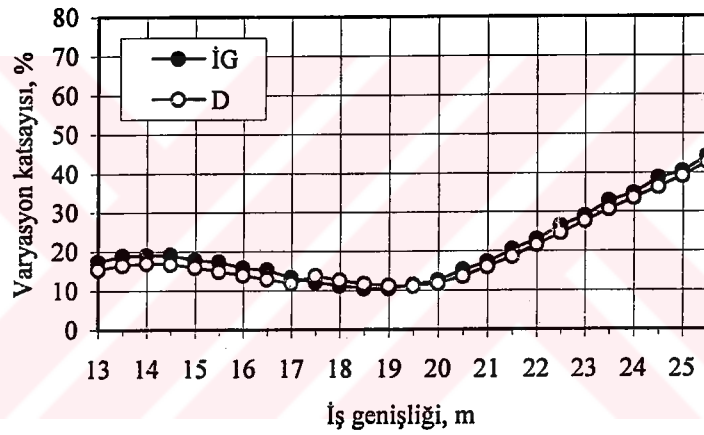
Şekil 4.246. (KB3-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun CAN gübresiyle elde edilen dağılım deseni varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



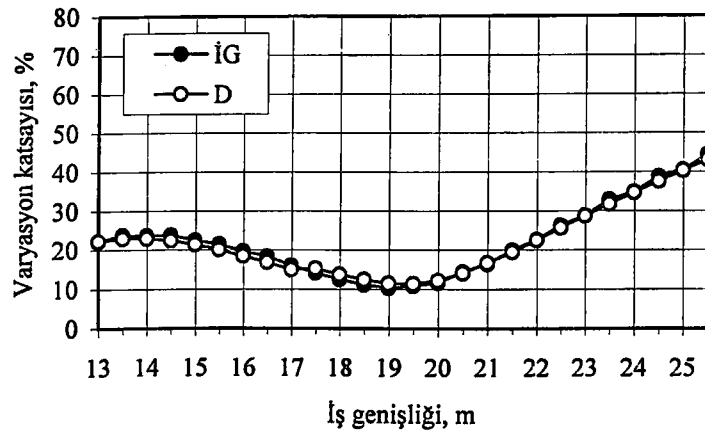
Şekil 4.247. (KB1-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseni varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



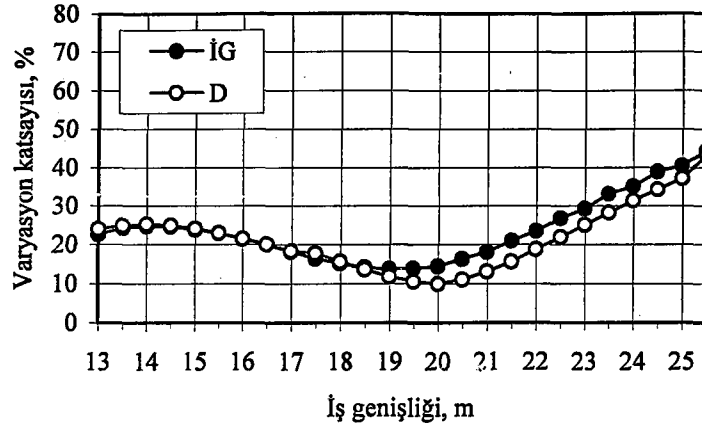
Şekil 4.248. (KB1-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



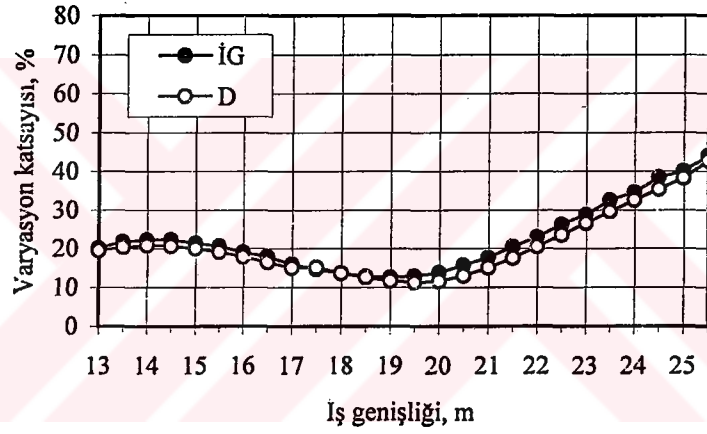
Şekil 4.249. (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



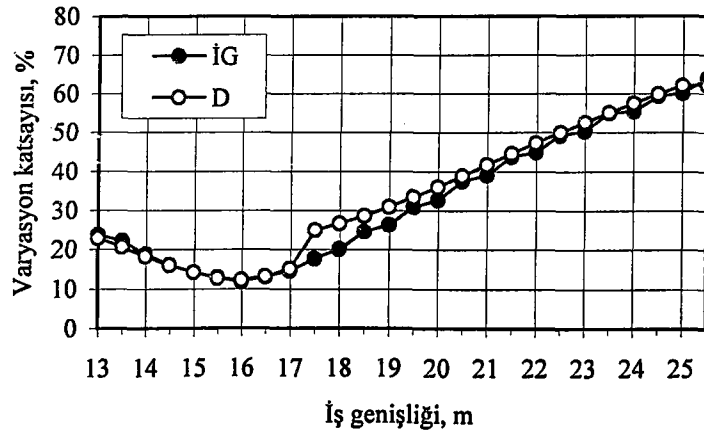
Şekil 4.250. (KB2-KP1-M1)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



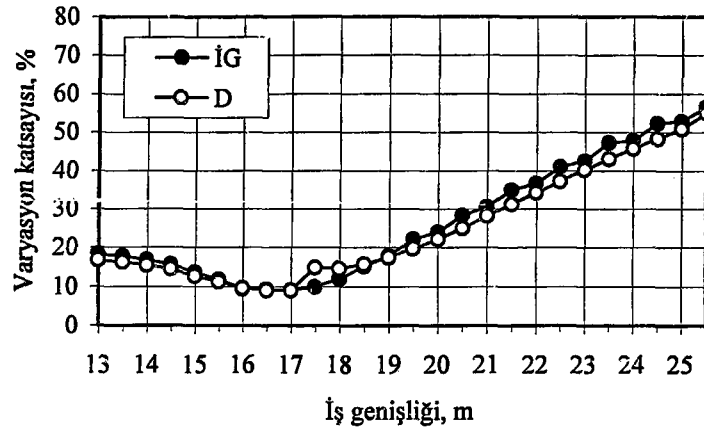
Şekil 4.251. (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



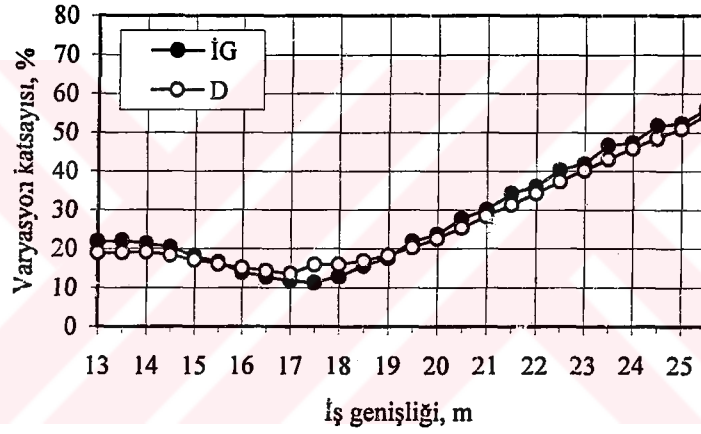
Şekil 4.252. (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



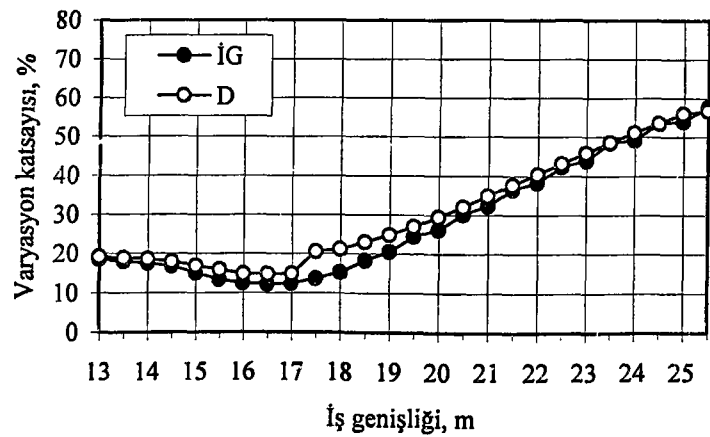
Şekil 4.253. (KB1-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



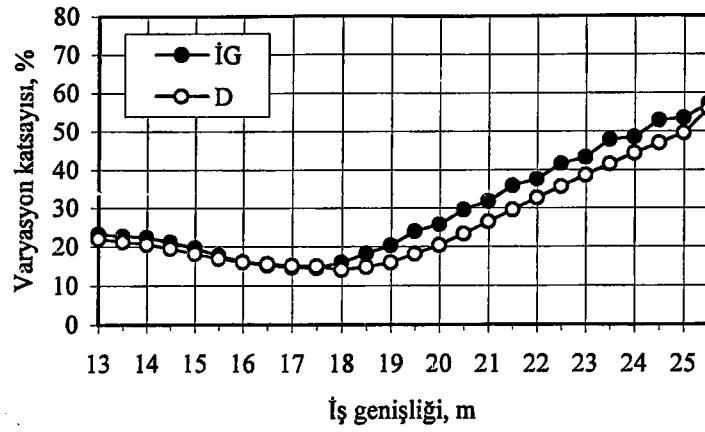
Şekil 4.254. (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



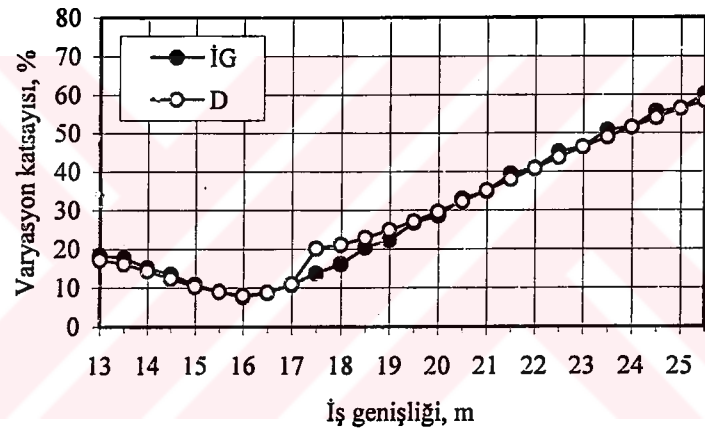
Şekil 4.255. (KB2-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



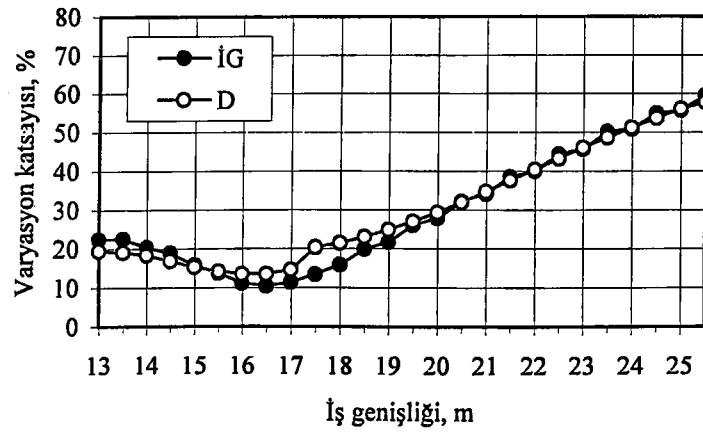
Şekil 4.256. (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



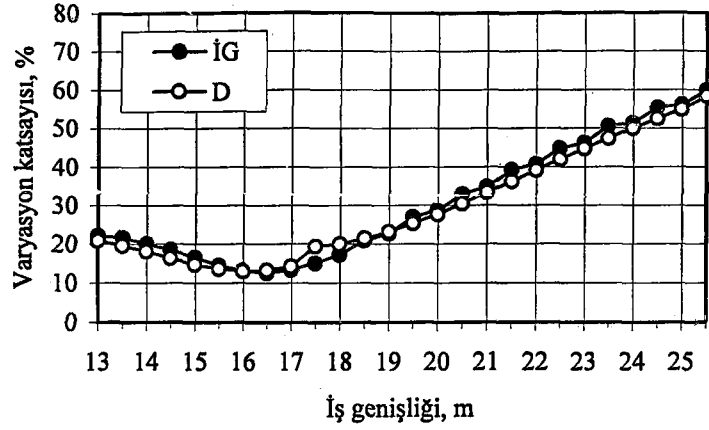
Şekil 4.257. (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



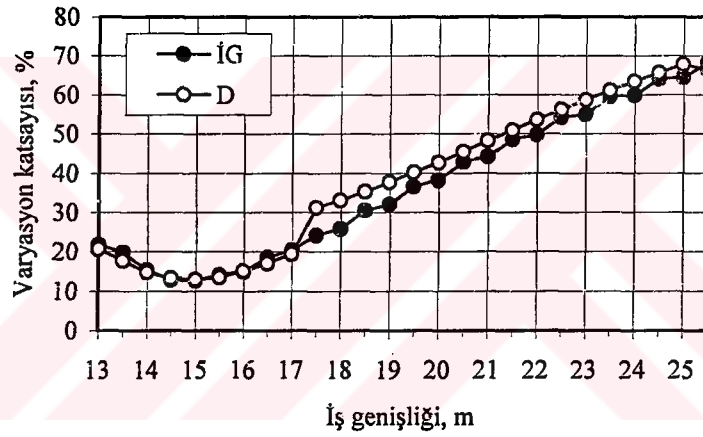
Şekil 4.258. (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



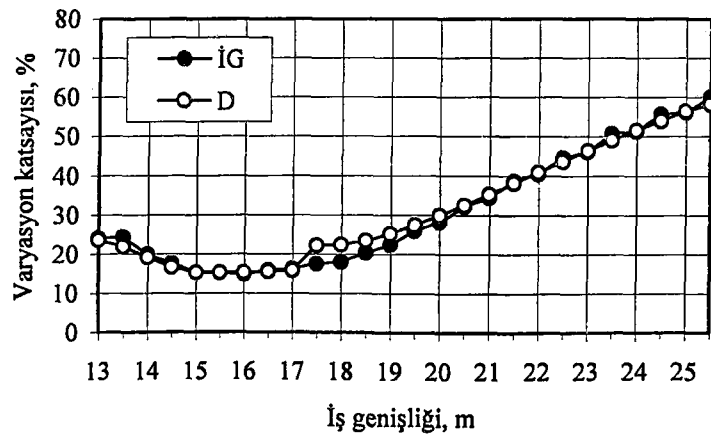
Şekil 4.259. (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



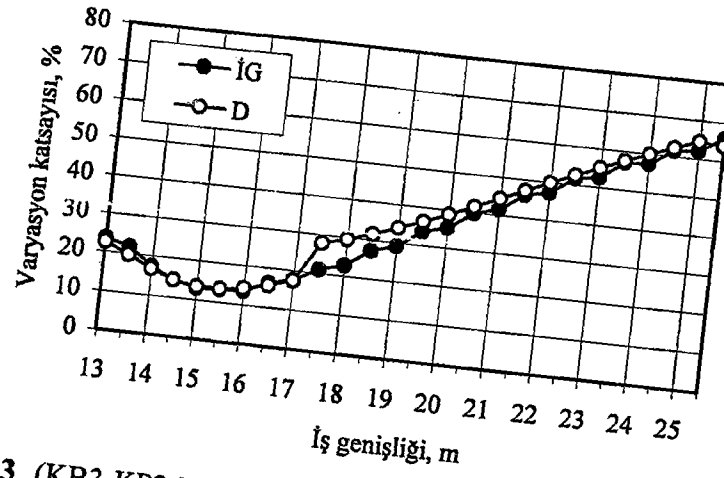
Şekil 4.260. (KB3-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



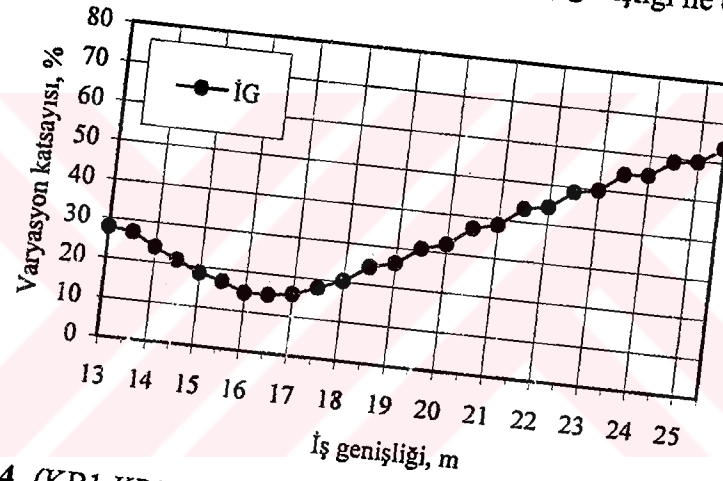
Şekil 4.261. (KB1-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



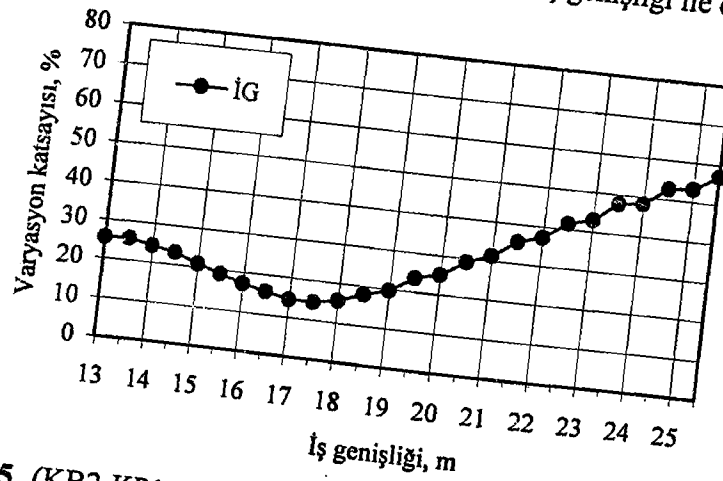
Şekil 4.262. (KB2-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



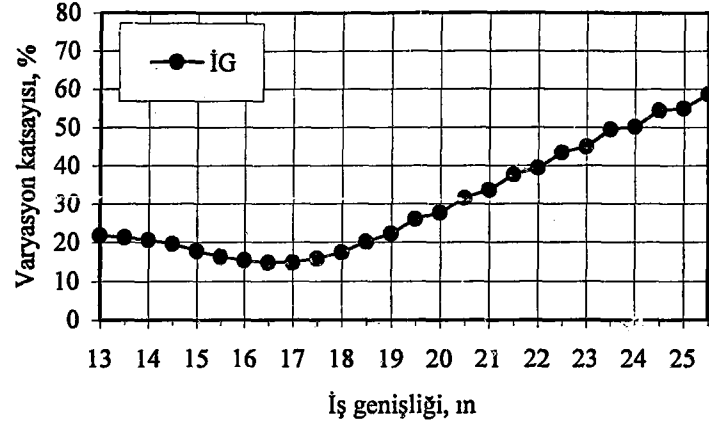
Şekil 4.263. (KB3-KP2-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



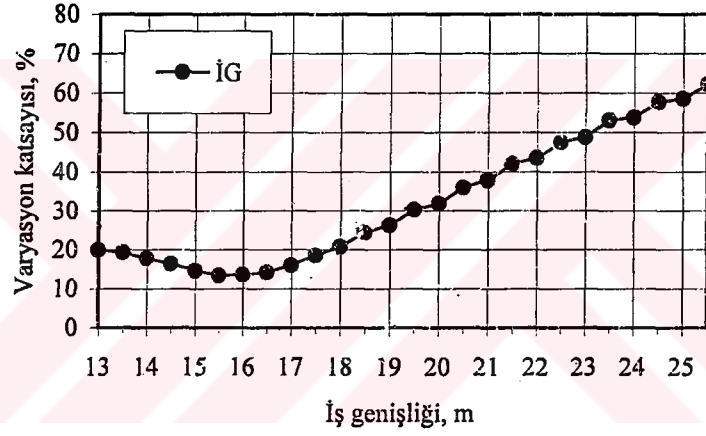
Şekil 4.264. (KB1-KP1-M2)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



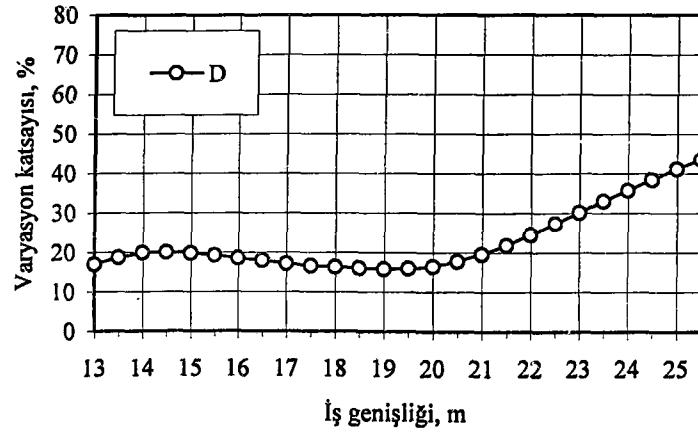
Şekil 4.265. (KB2-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK2) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



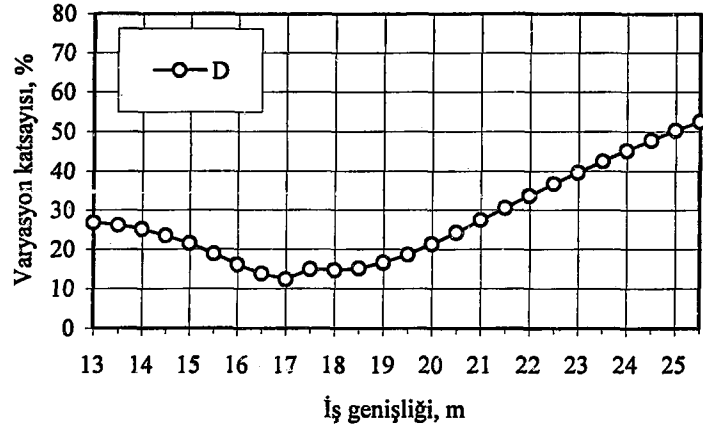
Şekil 4.266. (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



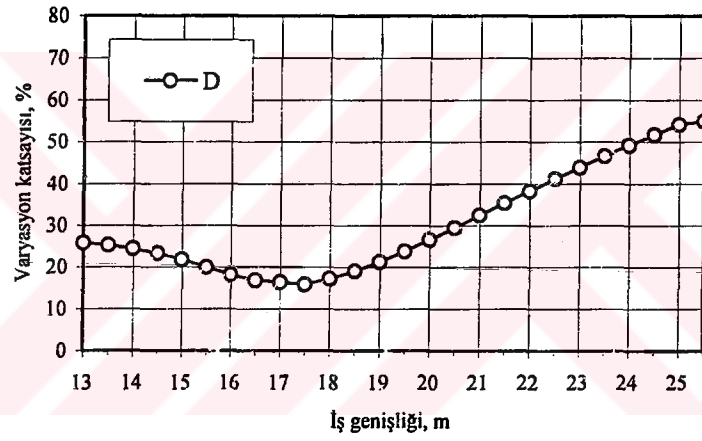
Şekil 4.267. (KB3-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



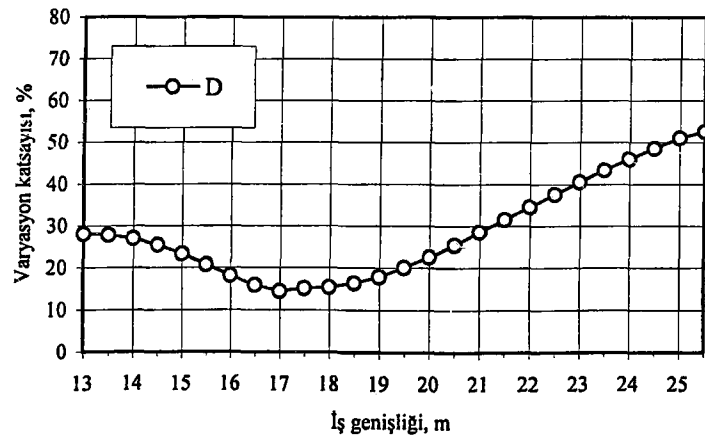
Şekil 4.268. (KB2-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



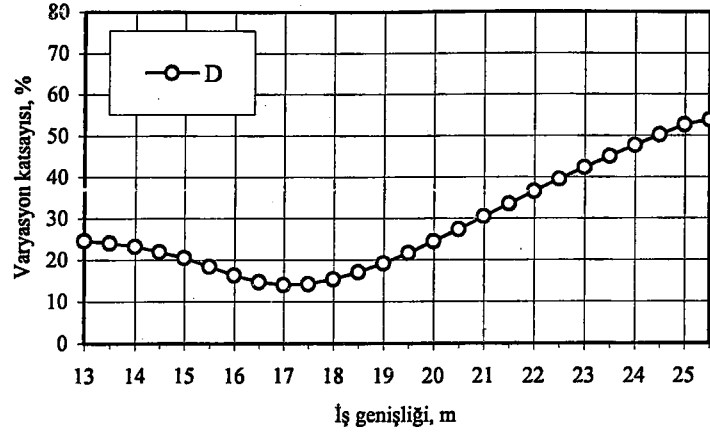
Şekil 4.269. (KB3-KP1-M1)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



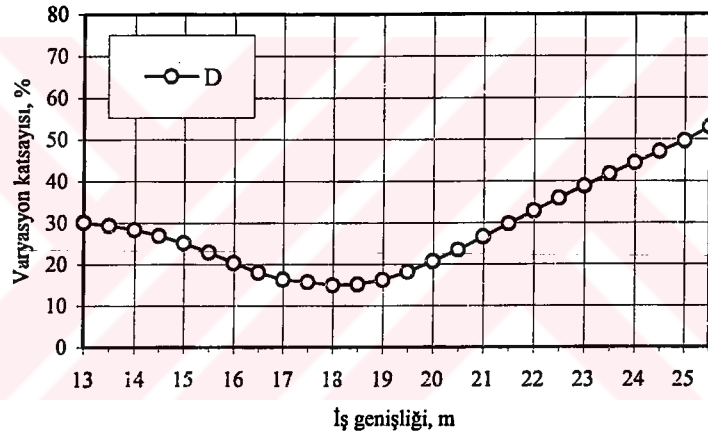
Şekil 4.270. (KB3-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK2) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



Şekil 4.271. (KB3-KP1-M1)+(KB1-KP2-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



Şekil 4.272. (KB3-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi



Şekil 4.273. (KB3-KP1-M1)+(KB3-KP2-BK3) kombinasyonunun TSP gübresiyle elde edilen dağılım deseninde varyasyon katsayısının iş genişliği ile değişimi

Üst ve alt diskten değişik parametre kombinasyonlarının etkisi altında elde edilen dağılım desenlerinin birleştirilmesi ile oluşan birleşik dağılım desenleri, ileri-geri ve dönerek çalışma yöntemine göre değerlendirilerek, minimum varyasyon katsayısı (CV_{min}), efektif iş genişliği (B_e) ve değişim sınırları bakımından en iyi sonuçları veren üst disk-alt disk parametre kombinasyonları belirlenmiştir.

Varyasyon katsayısı grafikleri incelendiğinde, grafiklerin genel olarak çakışık olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, dağılım desenlerinin genellikle simetrik olmasıyla açıklanabilir. Simetrik dağılım desenlerinde ileri-geri ve dönerek çalışma yönteminin

uygulanmasında dağılım düzgünlüğü yönünden bir farklılık bulunmamaktadır (Paris and Chaney 1986).

Varyasyon katsayısı, efektif iş genişliği ve değişim sınırları yönünden iyi sonuçların elde edildiği görülmektedir. TSP gübresine ilişkin grafikler incelendiğinde, iş genişliklerine bağlı minimum varyasyon katsayısı (KB3-KP1-M2)+(KB1-KP1-BK3) kombinasyonunda ileri-geri çalışma yönteminde %7.72 olarak belirlenmiştir (şekil 4.134). Buna karşılık gelen efektif iş genişliği ise 16.00 m olarak belirlenmiştir. TSP gübresinde en büyük efektif iş genişliği, 20.00 m olarak, şekil 4.54'de gösterilen (KB2-KP1-M1)+(KB3-KP1-BK3) kombinasyona ait dağılım deseninden dönerek çalışma yönteminde elde edilmiştir. Bu efektif iş genişliğindeki varyasyon katsayısı ise %10.01 olarak belirlenmiştir. Bu dağılım deseninin simetrik olmamasına rağmen, dönerek çalışma yöntemi uygulanarak yeterli düzeyde varyasyon katsayısı elde edilebilmiştir. TSP için en büyük efektif iş genişliği değişim sınırları ise yine bu kombinasyonda dönerek çalışma yönteminde 13.00–22.00 m olarak belirlenmiştir (şekil 4.252).

CAN gübresine ilişkin grafikler incelendiğinde ise, iş genişliklerine bağlı minimum varyasyon katsayısının, şekil 4.141'de gösterilen (KB3-KP1-M2)+(KB2-KP2-BK2) kombinasyonundan dönerek çalışma yönteminde %6.14 ve buna karşılık gelen efektif iş genişliği ise 15.00 m olarak belirlenmiştir. CAN gübresinde en büyük efektif iş genişliği, 17.50 m olarak, şekil 4.124'de gösterilen (KB2-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK3) kombinasyona ait dağılım deseninden dönerek çalışma yönteminden elde edilmiştir. Bu kombinasyona ait varyasyon katsayısı değeri ise %15.57 olarak belirlenmiştir. CAN gübresi için en büyük efektif iş genişliği değişim sınırları ise şekil 4.123 ve şekil 4.131'de gösterilen (KB2-KP1-M2)+(KB2-KP1-BK2) ve (KB2-KP1-M2)+(KB3-KP2-BK2) kombinasyonlarında ileri-geri çalışma yönteminde 13.00–18.50 m olarak hesaplanmıştır. Bu kombinasyonlardaki varyasyon katsayıları, sırasıyla, %8.13 ve %9.78 olarak elde gerçekleşmiştir (şekil 4.204 ve şekil 4.209).

Bu çalışmada elde edilen minimum varyasyon katsayıları ve bunlara karşılık gelen efektif iş genişliklerini, önceki bazı çalışmalardan elde edilen sonuçlarla karşılaştırmak için, çizelge 4.2 düzenlenmiştir.

Çizelge 4.2. Önceki bazı çalışmalardan elde edilen CV_{min} ve B_e değerleri

Önceki çalışmalar	Makina tipi	Materyal	CV_{min}^+ (%)	B_e^{++} (m)
Önal ve Tozan (1984)	Tek diskli	Üre	14.84	6.72
		OECD	17.12	8.64
Yıldız (1985)	Tek diskli	TSP	5.99	10.23
		20-20-0	6.85	10.85
Çarman (1988)	Tek diskli	TSP	9.47	13.25
		CAN	10.98	10.00
Taşer (1988)	Tek diskli	TSP	7.31	10.50
		CAN	6.67	10.25
		Üre	5.49	10.50
Önal (1990)	Santrifüj fanlı	Süper fosfat	19.35	12.16
		Amonyum sülfat	13.26	6.40
		Üre	17.43	11.52

⁺ : Minimum varyasyon katsayısı

⁺⁺ : Efektif iş genişliği

Çizelge 4.2 incelendiğinde, Taşer (1988) CAN gübresiyle %6.67 varyasyon katsayısı değerinde 10.25 m'lik bir efektif iş genişliği elde ederken, bu çalışmada %6.14 varyasyon katsayısı değerinde, aynı gübre ile 15.00 m'lik bir efektif iş genişliği elde edilmiştir. Böylece aynı varyasyon katsayısı, başka bir deyişle, aynı gübre dağılım düzgünlüğü değerinde 4.75 m daha büyük efektif iş genişliği bulunmuştur. Efektif iş genişliğinin büyüklüğü, makinanın iş başarısının büyük olmasını sağlamaktadır.

Çizelge 4.2'de verilen efektif iş genişliklerinin tamamı, bu çalışmada elde edilen efektif iş genişliklerinden daha küçük değerlerde oluşmuştur. Bunun nedeni, bu çalışmamızda tasarlanan ve imalatı yapılan iki diskli tek üniteli savurma etkili dağıtıcının, gübre dağıtım genişliğinin daha büyük olması olarak açıklanabilir. Efektif iş genişliklerinin büyük olması, öncelikle, gübre dağılım genişliğinin büyük olmasına bağlıdır.

Diskli gübre dağıtma makinalarında efektif iş genişliğinin büyük olması istenilen fonksiyonel özelliklerdendir. Makinanın efektif iş genişliğinin büyük olması, iş başarısını doğrudan etkilemektedir. Bu makinalarda seçilen efektif iş genişliğinin çalışma süresince sabit kalabilmesi, sürücü yeteneği ve yorgunluk durumuyla ilgilidir. Makina ile çalışma sürecinde, yorgunluk arttıkça operatörün iş genişliğinin tahminindeki hataları da artacaktır. Bu bakımdan diskli gübre dağıtma makinalarında efektif iş genişliğinin büyük olmasının yanında, efektif iş genişliği değişim sınırlarının da büyük olması aranılan önemli fonksiyonel özelliklerdendir.

Çizelge 4.3'de daha önce yapılan bazı çalışmalarda elde edilen minimum ve maksimum iş genişlikleri verilmiştir.

Çizelge 4.3. Önceki bazı çalışmalarda elde edilen minimum ve maksimum efektif iş genişliği değerleri

Yazar (lar)	Materyal	Minimum-maksimum iş genişliği (m)
Özmerzi (1974)	TSP	12.18–14.04
	A.Nitrat (%26)	10.63–12.80
Önal ve Tozan (1984)	OECD	8.64–12.48
	Üre	6.72–11.84
Yıldız (1985)	TSP	7.75–12.09
	NPK (20-20-0)	7.75–12.09
Çarman (1988)	TSP	8.50–13.25
	A.Nitrat (%26)	8.50–13.50
Taşer (1988)	TSP	9.50–11.50
	A.Nitrat (%26)	8.50–12.25
	Üre	8.50–12.00

Bu araştırmada, CAN gübresiyle elde edilen minimum ve maksimum iş genişlikleri 13.00-18.50 m (şekil 4. 184, 204, 209), TSP gübresiyle ise 13.00-22.00 m (şekil 4.252)

arasında değişmektedir. Çizelge 4.3'deki maksimum efektif iş genişliklerinin, bu araştırmamızda elde edilen minimum efektif iş genişlikleri kadar olduğu görülmektedir.

Diskli gübre dağıtma makinalarında varyasyon katsayısı minimum, efektif iş genişliği ve değişim sınırları büyük olması amaçlandığından, bu üç değer en uygun olduğu kombinasyon makina ayarı olarak seçilmelidir.

4. 5. Gübreleme Normu

Kullanılan gübre besleme orifislerinden birim zamanda atılan gübre miktarı çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Makinanın TSP ve CAN gübreleriyle belirlenen debileri (M)

Birim zamanda atılan gübre miktarı (kg/min)									
Üst disk			Alt disk			Toplam			
Üst disk orifis çapı (mm)	TSP	CAN	Alt disk orifis çapı (mm)	TSP	CAN	TSP		CAN	
38	31.90	36.08	38	15.95	18.23	M1	M2	M1	M2
30	19.52	24.18				47.85	35.47	54.31	42.41

Bu debi değerleri kullanılarak varyasyon katsayısı %15'den küçük olan kombinasyonlara ait hesaplanan gübreleme normu değerleri çizelge 4.5 ve çizelge 4.6'da her bir gübre tipi için verilmiştir.

4.6. Örtmeli Gübrelemeden Sonra Dağılım Desenindeki %sol/sağ Oranları ve Minimum-Maksimum % Gübre Miktarları

Parish (1999) örtmeli gübrelemede, minimum varyasyon katsayısı (CV_{min}), gübre normu, ortalama gübre miktarına göre (100) minimum ve maksimum % gübre miktarları ve makina eksenine göre sol ve sağ tarafta biriken % gübre oranları (sol/sağ) olmak üzere, beş adet parametre olduğunu belirtmektedir. Diskli gübre dağıtma makinalarında örtmeli gübrelemeden sonra her bir toplama noktasında biriken % gübre miktarının ortalama gübre miktarı değerinden (100) sapma miktarları ± 33 , normal olarak ± 20 olmalıdır (Coates 1992). Ayrıca, örtmeli gübrelemeden sonra makina ekseninin solunda ve sağında biriken gübre miktarları arasındaki fark %4'ü geçmemelidir (Önal 1995).

Dağılım desenlerini örtmeli gübrelemeden sonra değerlendirebilmek için, ileri-geri ve dönerek çalışma yöntemine göre varyasyon katsayısı %15 ve daha düşük olan kombinasyonlarda minimum varyasyon katsayısının hesaplandığı örtme payları dikkate alınarak hesaplanan efektif iş genişliği (B_e), minimum varyasyon katsayısı (CV_{min}), 8 km/h ilerleme hızında gübreleme normları, ortalama gübre miktarına (100) göre minimum ve maksimum % gübre miktarları ve makina ilerleme yönüne arkadan bakıldığında makina eksenine göre sol ve sağ tarafta biriken % gübre oranları (sol/sağ), TSP ve CAN için, sırasıyla, çizelge 4.5 ve çizelge 4.6'da her bir kombinasyon için verilmiştir. Çizelgelerde “_u” indisi üst disk, “_a” indisi alt disk belirtmektedir.

Çizelge 4.5. TSP için örtmeli gübrelemeden sonra dağılım desenine ait bazı değerler

Kombinasyon	Çalışma yöntemi	CV_{min} (%)	B_e (m)	Gübre normu (kg/da)	Minimum gübre miktarı (%)	Maksimum gübre miktarı (%)	sol/sağ (%/%)
(KB1-KP1-M1) _u	İG	15.27	16.00	22	77	129	52/48
(KB3-KP1-BK2) _a	D	14.60	16.00	22	80	128	52/48
(KB1-KP1-M1) _u	İG	13.04	16.00	22	80	129	51/49
(KB3-KP2-BK2) _a	D	13.05	16.00	22	82	129	50/50
(KB2-KP1-M1) _u	İG	10.55	18.50	19	81	119	53/47
(KB1-KP1-BK3) _a	D	11.09	19.50	18	70	121	53/47

Çizelge 4.5 (devam)

Kombinasyon	Çalışma yöntemi	CV _{min} (%)	Be (m)	Gübre normu (kg/da)	Minimum gübre miktarı (%)	Maksimum gübre miktarı (%)	sol/sağ (%/%)
(KB2-KP1-M1) _ü	İG	10.36	19.00	19	80	123	51/49
(KB2-KP1-BK3) _a	D	11.46	19.50	18	68	123	51/49
(KB2-KP1-M1) _ü	İG	13.75	19.00	19	78	134	49/51
(KB3-KP1-BK3) _a	D	10.01	20.00	18	73	120	50/50
(KB2-KP1-M1) _ü	İG	-	-	-	-	-	-
(KB1-KP2-BK3) _a	D	15.80	19.00	19	67	129	54/46
(KB2-KP1-M1) _ü	İG	12.57	19.00	19	79	129	52/48
(KB3-KP2-BK3) _a	D	11.26	19.50	18	72	120	53/47
(KB3-KP1-M1) _ü	İG	-	-	-	-	-	-
(KB1-KP1-BK3) _a	D	12.43	17.00	21	75	126	48/52
(KB3-KP1-M1) _ü	İG	-	-	-	-	-	-
(KB3-KP1-BK2) _a	D	15.90	17.50	21	62	130	53/47
(KB3-KP1-M1) _ü	İG	-	-	-	-	-	-
(KB1-KP2-BK3) _a	D	14.43	17.00	21	75	131	50/50
(KB3-KP1-M1) _ü	İG	-	-	-	-	-	-
(KB3-KP2-BK2) _a	D	14.04	17.00	21	76	128	54/46
(KB3-KP1-M1) _ü	İG	-	-	-	-	-	-
(KB3-KP2-BK3) _a	D	15.01	18.00	20	70	127	49/51
(KB1-KP1-M2) _ü	İG	11.80	16.00	17	78	124	49/51
(KB1-KP1-BK3) _a	D	12.31	16.00	17	80	131	50/50
(KB1-KP1-M2) _ü	İG	14.75	16.00	17	77	136	51/49
(KB1-KP2-BK3) _a	D	-	-	-	-	-	-
(KB2-KP1-M2) _ü	İG	9.18	17.00	16	81	119	53/47
(KB1-KP1-BK3) _a	D	9.10	16.50	16	85	119	49/51
(KB2-KP1-M2) _ü	İG	14.56	17.00	16	75	135	55/45
(KB2-KP1-BK2) _a	D	-	-	-	-	-	-
(KB2-KP1-M2) _ü	İG	14.83	16.50	16	74	127	55/45
(KB3-KP1-BK2) _a	D	-	-	-	-	-	-
(KB2-KP1-M2) _ü	İG	11.31	17.50	15	79	126	51/49
(KB1-KP2-BK3) _a	D	13.66	17.00	16	72	127	51/49
(KB2-KP1-M2) _ü	İG	12.26	16.50	16	78	125	54/46
(KB3-KP2-BK2) _a	D	14.83	16.50	16	69	125	55/45
(KB2-KP1-M2) _ü	İG	14.62	17.50	15	83	146	47/53
(KB3-KP2-BK3) _a	D	14.07	18.00	15	52	123	53/47
(KB3-KP1-M2) _ü	İG	7.72	16.00	17	85	118	49/51
(KB1-KP1-BK3) _a	D	8.07	16.00	17	86	118	50/50
(KB3-KP1-M2) _ü	İG	10.53	16.50	16	80	121	52/48
(KB1-KP2-BK3) _a	D	13.50	16.00	17	74	132	53/47
(KB3-KP1-M2) _ü	İG	13.43	15.50	17	79	125	55/45
(KB3-KP2-BK2) _a	D	-	-	-	-	-	-
(KB3-KP1-M2) _ü	İG	12.57	16.50	16	83	133	48/52
(KB3-KP2-BK3) _a	D	13.07	16.00	17	80	134	49/51

Çizelge 4.6. CAN için örtmeli gübrelemeden sonra dağılım desenine ait bazı değerler

Kombinasyon	Çalışma yöntemi	CV _{min} (%)	Be (m)	Gübre normu (kg/da)	Minimum gübre miktarı (%)	Maksimum gübre miktarı (%)	sol/sağ (%/%)
(KB1-KP2-M2) _ü	İG	12.71	15.00	18	80	128	48/52
(KB1-KP1-BK3) _a	D	12.93	15.00	18	82	125	49/51
(KB2-KP2-M2) _ü	İG	14.91	16.00	17	75	130	49/51
(KB1-KP1-BK3) _a	D	15.29	15.50	17	80	137	48/52
(KB3-KP2-M2) _ü	İG	13.09	15.00	18	79	126	49/51
(KB1-KP1-BK3) _a	D	13.46	15.00	18	81	127	50/50
(KB1-KP1-M1) _ü	İG	15.92	15.50	26	73	134	53/47
(KB1-KP1-BK2) _a	D	-	-	-	-	-	-
(KB1-KP1-M1) _ü	İG	15.09	15.00	27	66	124	47/53
(KB1-KP1-BK3) _a	D	14.30	15.50	26	67	121	48/52
(KB1-KP1-M1) _ü	İG	15.05	15.50	26	78	133	51/49
(KB3-KP1-BK2) _a	D	15.04	15.50	26	77	129	52/48
(KB1-KP1-M1) _ü	İG	14.26	15.50	26	74	128	52/48
(KB2-KP1-BK2) _a	D	14.90	15.50	26	78	133	53/47
(KB1-KP1-M1) _ü	İG	-	-	-	-	-	-
(KB3-KP2-BK2) _a	D	15.65	15.50	26	71	130	49/51
(KB2-KP1-M1) _ü	İG	15.90	16.00	25	70	133	49/51
(KB1-KP1-BK2) _a	D	-	-	-	-	-	-
(KB2-KP1-M1) _ü	İG	13.96	17.00	24	71	123	54/46
(KB3-KP2-BK2) _a	D	-	-	-	-	-	-
(KB2-KP1-M1) _ü	İG	11.70	16.50	25	77	121	48/52
(KB1-KP1-BK3) _a	D	11.86	16.50	25	78	123	49/51
(KB2-KP2-M1) _ü	İG	13.92	15.00	27	81	136	50/50
(KB3-KP1-BK2) _a	D	-	-	-	-	-	-
(KB2-KP2-M1) _ü	İG	14.86	15.00	27	71	138	49/51
(KB3-KP2-BK2) _a	D	-	-	-	-	-	-
(KB2-KP1-M1) _ü	İG	8.76	17.00	24	82	115	52/48
(KB2-KP1-BK2) _a	D	11.17	17.00	24	82	121	54/46
(KB1-KP1-M1) _ü	İG	13.84	17.00	24	68	129	47/53
(KB2-KP1-BK3) _a	D	14.39	17.00	24	69	129	48/52
(KB1-KP1-M1) _ü	İG	7.87	17.00	24	85	119	52/48
(KB3-KP1-BK2) _a	D	9.60	17.00	24	80	119	53/47
(KB1-KP1-M1) _ü	İG	10.82	17.00	24	74	119	53/47
(KB1-KP2-BK2) _a	D	13.05	17.00	24	70	119	54/46
(KB1-KP1-M1) _ü	İG	6.89	17.00	24	83	117	49/51
(KB2-KP2-BK2) _a	D	7.67	17.00	24	83	118	51/49
(KB1-KP1-M1) _ü	İG	9.10	17.00	24	79	117	50/50
(KB3-KP2-BK2) _a	D	10.83	17.00	24	77	117	52/48
(KB3-KP1-M1) _ü	İG	13.72	15.50	26	74	129	54/46
(KB1-KP1-BK2) _a	D	-	-	-	-	-	-
(KB3-KP1-M1) _ü	İG	11.71	16.00	25	78	126	52/48
(KB2-KP1-BK2) _a	D	13.48	16.00	25	78	133	54/46

Çizelge 4.6 (devam)

Kombinasyon	Çalışma yöntemi	CV _{min} (%)	Be (m)	Gübre normu (kg/da)	Minimum gübre miktarı (%)	Maksimum gübre miktarı (%)	sol/sağ (%/%)
(KB3-KP1-M1) ₀	İG	9.62	16.00	25	85	118	52/48
(KB3-KP1-BK2) _a	D	10.99	16.00	25	85	124	53/47
(KB3-KP1-M1) ₀	İG	11.30	16.00	25	78	122	53/47
(KB1-KP2-BK2) _a	D	13.52	16.00	25	77	128	54/46
(KB3-KP1-M1) ₀	İG	10.09	16.00	25	78	118	49/51
(KB2-KP2-BK2) _a	D	10.00	15.50	26	76	120	50/50
(KB3-KP1-M1) ₀	İG	9.69	16.00	25	74	122	50/50
(KB3-KP2-BK2) _a	D	11.24	16.00	25	74	129	52/48
(KB2-KP2-M1) ₀	İG	13.38	15.00	27	74	136	48/52
(KB2-KP2-BK2) _a	D	13.82	15.00	27	74	127	51/49
(KB2-KP2-M1) ₀	İG	15.25	15.00	27	75	137	51/49
(KB2-KP1-BK2) _a	D	-	-	-	-	-	-
(KB1-KP1-M2) ₀	İG	14.10	14.50	22	79	135	55/45
(KB1-KP1-BK2) _a	D	-	-	-	-	-	-
(KB1-KP1-M2) ₀	İG	13.25	14.50	22	74	124	47/53
(KB1-KP1-BK3) _a	D	11.76	14.50	22	74	121	47/53
(KB1-KP1-M2) ₀	İG	13.04	15.00	21	80	132	52/48
(KB2-KP1-BK2) _a	D	14.53	15.00	21	79	138	53/47
(KB1-KP1-M2) ₀	İG	10.01	14.50	22	84	122	51/49
(KB3-KP1-BK2) _a	D	11.98	14.50	22	84	131	53/47
(KB1-KP1-M2) ₀	İG	11.24	14.50	22	81	128	53/47
(KB1-KP2-BK2) _a	D	13.83	14.50	22	75	136	54/46
(KB1-KP1-M2) ₀	İG	11.80	14.50	22	76	121	48/52
(KB2-KP2-BK2) _a	D	11.19	14.50	22	76	122	49/51
(KB1-KP1-M2) ₀	İG	11.39	15.00	21	75	124	50/50
(KB3-KP2-BK2) _a	D	12.62	15.00	21	75	134	51/49
(KB2-KP1-M2) ₀	İG	15.42	14.50	22	69	127	55/45
(KB1-KP1-BK2) _a	D	-	-	-	-	-	-
(KB2-KP1-M2) ₀	İG	13.98	14.50	22	78	124	47/53
(KB1-KP1-BK3) _a	D	11.33	13.50	24	74	121	48/52
(KB2-KP1-M2) ₀	İG	8.13	16.50	19	81	113	52/48
(KB1-KP1-BK2) _a	D	11.41	16.50	19	77	116	54/46
(KB2-KP1-M2) ₀	İG	15.73	16.50	19	74	139	46/54
(KB2-KP1-BK3) _a	D	15.57	17.50	18			
(KB2-KP1-M2) ₀	İG	9.61	16.00	20	83	120	52/48
(KB3-KP1-BK2) _a	D	11.55	16.00	20	76	120	54/46
(KB2-KP1-M2) ₀	İG	13.20	15.00	21	74	129	53/47
(KB1-KP2-BK2) _a	D	15.21	13.00	24	78	129	54/46
(KB2-KP1-M2) ₀	İG	7.58	16.00	20	85	116	49/51
(KB2-KP2-BK2) _a	D	6.96	15.50	21	87	113	50/50
(KB2-KP1-M2) ₀	İG	9.78	16.50	19	74	113	50/50
(KB3-KP2-BK2) _a	D	11.90	16.50	19	70	113	52/48

Çizelge 4.6 (devam)

Kombinasyon	Çalışma yöntemi	CV _{min} (%)	Be (m)	Gübre normu (kg/da)	Minimum gübre miktarı (%)	Maksimum gübre miktarı (%)	sol/sağ (%/%)
(KB3-KP1-M2) _ü	İG	13.11	14.50	22	73	124	54/46
(KB1-KP1-BK2) _a	D	-	-	-	-	-	-
(KB3-KP1-M2) _ü	İG	13.15	14.50	22	79	125	46/54
(KB1-KP1-BK3) _a	D	11.18	14.00	23	78	120	48/52
(KB3-KP1-M2) _ü	İG	6.32	15.50	21	89	111	51/49
(KB2-KP1-BK2) _a	D	10.14	15.50	21	83	120	53/47
(KB3-KP1-M2) _ü	İG	-	-	-	-	-	-
(KB2-KP1-BK3) _a	D	15.62	15.50	21	72	136	46/54
(KB3-KP1-M2) _ü	İG	6.97	15.00	21	88	114	51/49
(KB3-KP1-BK2) _a	D	9.19	15.50	21	80	118	53/47
(KB3-KP1-M2) _ü	İG	9.98	15.00	21	76	119	52/48
(KB1-KP2-BK2) _a	D	13.96	15.00	21	67	120	54/46
(KB3-KP1-M2) _ü	İG	8.27	15.00	21	84	116	48/52
(KB2-KP2-BK2) _a	D	6.14	15.00	21	85	113	50/50
(KB3-KP1-M2) _ü	İG	7.76	15.50	21	85	114	49/51
(KB3-KP2-BK2) _a	D	9.52	15.50	21	76	119	51/49
(KB1-KP2-M2) _ü	İG	13.33	14.50	22	75	128	53/47
(KB1-KP1-BK2) _a	D	-	-	-	-	-	-
(KB1-KP2-M2) _ü	İG	15.81	14.50	22	75	126	45/55
(KB1-KP1-BK3) _a	D	12.55	14.00	23	76	122	47/53
(KB1-KP2-M2) _ü	İG	11.84	15.00	21	82	124	50/50
(KB2-KP1-BK2) _a	D	13.47	15.00	21	84	136	52/48
(KB1-KP2-M2) _ü	İG	11.03	14.50	22	82	126	49/51
(KB3-KP1-BK2) _a	D	11.85	14.50	22	77	126	52/48
(KB1-KP2-M2) _ü	İG	11.44	14.50	22	77	120	51/49
(KB1-KP2-BK2) _a	D	14.71	14.50	22	68	131	53/47
(KB1-KP2-M2) _ü	İG	13.22	14.50	22	78	132	46/54
(KB2-KP2-BK2) _a	D	10.01	14.50	22	81	122	49/51
(KB1-KP2-M2) _ü	İG	12.02	14.50	22	77	126	48/52
(KB3-KP2-BK2) _a	D	12.05	15.00	21	80	132	50/50
(KB2-KP2-M2) _ü	İG	14.56	15.00	21	70	128	54/46
(KB1-KP1-BK2) _a	D	-	-	-	-	-	-
(KB2-KP2-M2) _ü	İG	11.91	15.50	21	76	126	52/48
(KB2-KP1-BK2) _a	D	14.45	15.50	21	79	136	53/47
(KB2-KP2-M2) _ü	İG	9.79	15.00	21	84	122	51/49
(KB3-KP1-BK2) _a	D	12.39	15.00	21	73	126	53/47
(KB2-KP2-M2) _ü	İG	12.64	15.00	21	74	120	52/48
(KB1-KP2-BK2) _a	D	-	-	-	-	-	-
(KB2-KP2-M2) _ü	İG	10.63	15.00	21	82	118	48/52
(KB2-KP2-BK2) _a	D	9.91	15.00	21	83	121	50/50
(KB2-KP2-M2) _ü	İG	11.69	15.00	21	80	127	49/51
(KB3-KP2-BK2) _a	D	13.27	15.50	21	72	130	51/49

Çizelge 4.6 (devam)

Kombinasyon	Çalışma yöntemi	CV _{min} (%)	Be (m)	Gübre normu (kg/da)	Minimum gübre miktarı (%)	Maksimum gübre miktarı (%)	sol/sağ (%/%)
(KB3-KP2-M2) ₀	İG	-	-	-	-	-	-
(KB1-KP1-BK3) _a	D	12.00	14.00	23	73	134	53/47
(KB3-KP2-M2) ₀	İG	11.76	15.00	21	70	123	49/51
(KB2-KP1-BK2) _a	D	14.20	15.00	21	81	141	53/47
(KB3-KP2-M2) ₀	İG	12.11	14.50	22	69	124	48/52
(KB3-KP1-BK2) _a	D	11.80	14.50	22	80	130	53/47
(KB3-KP2-M2) ₀	İG	11.76	14.50	22	72	118	49/51
(KB1-KP2-BK2) _a	D	15.52	14.50	22	67	136	54/46
(KB3-KP2-M2) ₀	İG	14.93	14.50	22	66	128	45/55
(KB2-KP2-BK2) _a	D	9.51	14.50	22	86	122	50/50
(KB3-KP2-M2) ₀	İG	12.96	15.00	21	65	122	47/53
(KB3-KP2-BK2) _a	D	12.29	14.50	22	74	131	51/49

TSP ve CAN gübrelerinin, örtmeli gübrelemeden sonra, minimum ve maksimum gübre miktarları, hemen hemen bütün kombinasyonlarda, ortalama değerden (100) sapma miktarı ± 33 sınırları içerisinde kalmıştır. Bunun dışında, hem TSP hem de CAN için minimum ve maksimum gübre miktarlarının normal sınırlar içerisinde (100 ± 20) yer aldığı bir çok kombinasyon elde edilmiştir. Zschuppe (1968) dağılım desenindeki gübre miktarlarının minimum ve maksimum miktarları arasındaki farkın büyük olması ürün verimini daha çok etkilediğini bildirmektedir (Önal 1995).

Örtmeli gübrelemeden sonra %sol/%sağ değerleri arasındaki fark genel olarak %4'ü aşmamaktadır. Hatta bir çok kombinasyonda tam simetrik (%sol/sağ=50) değerler elde edilmiştir.

5. SONUÇ

Diskli gübre dağıtma makinalarının iş başarısı ve iş kalitesinin artırılması amacıyla geliştirilen ve imalatı yapılan iki diskli tek üniteli savurma etkili dağıtıcı organın, değişik kanat profil tipi, kanat boyu ve değişik gübre besleme noktası açısı konumlarında, değişik gübre debisi ve tipleriyle dağılım desenleri belirlenmiş ve bu desenler üzerinde analizler yapılmıştır. Bu analizlerin sonucunda elde edilen bulguların ışığı altında belirlenen genel sonuç ve öneriler aşağıda açıklanmıştır:

1. İki diskli tek üniteli savurma etkili dağıtıcı organın iş başarısı ve iş kalitesinin yüksek değerlerde olması için, öncelikle, gübre dağıtım genişliğinin büyük olması gerekli, fakat, yeterli değildir. Gübre dağılım genişlikleri büyük olmalarının yanında, üçgen, oval ya da trapez görünümlü, düzgün yüzeyli, normal dağılıma benzer olmalıdırlar. Denemelerden elde edilen sonuçlara göre, kullanılan her iki gübre tipinde de, bu tarzda yaklaşık 26.00 m'lik genişliğe sahip desenler elde edilmiştir.
2. İki diskli savurma etkili dağıtıcı organın disklerinde 100+120 mm ya da 120 mm'lik kanat uzunluklarının kullanılması, gübre besleme noktasının açısının da -20° ile 0° arasında değişmesi, iş başarısı ve iş kalitesi yönünden iyi sonuçların elde edilmesi için uygun olmaktadır.
3. Kanat profil tipleri ve bunların alt ve üst diske göre kombinasyonları son derece önemlidir. Üst diskte sigma tipi kanat kullanıldığında iş başarısı ve iş kalitesi yönünden iyi sonuçlar elde edilememektedir. Bu bakımdan en iyi sonuçlar, üst diskte köşeli kanat profilinin alt diskte ise köşeli ya da sigma kanat profilinin kullanılması durumunda elde edilmektedir.
4. TSP için 47.85 kg/min'lik debi ile üst diskte 120 mm kanat uzunluğu, köşeli kanat profili, alt diskte 100+120 mm'lik kanat uzunluğu, sigma tipi kanat profili ve 0° gübre besleme konumu kullanıldığında normal dağılıma benzer düzgün yüzeyli ve simetrik desenler elde edilmektedir. CAN için benzer desenler, 42.41 kg/min'lik debi ile hem üst

diskte hem de alt diskte 100+120 mm'lik kanat uzunluğu ve kôşeli kanat profili kullanılarak, -20⁰'lik gûbre besleme noktası ile elde edilmektedir.

5. İki diskli tek üniteli savurma etkili dağıtıcı organdan, iş başarısı (efektif iş genişliği) yönünden önceki çalışmalara göre daha iyi sonuçlar ortaya çıkmıştır. İş kalitesi yönünden (varyasyon katsayısı) ise önceki çalışmalara benzerlikler olmasına rağmen, genel olarak daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. TSP gûbresiyle 20.00 m'lik, CAN gûbresi ile 18.50 m'lik efektif iş genişlikleri elde edilmiştir. Bu iki gûbre tipi için elde edilen efektif iş genişliği değişim sınırları ise TSP ve CAN için, sırasıyla, 13.00-22.00 m ve 13.00-18.50 m olarak belirlenmiştir. Bu gûbreler için elde edilen minimum varyasyon katsayısı değerleri ise %7.72 ve %6.14 olarak tespit edilmiştir.

6. Gûbreleme normları TSP gûbresi için 15-22 kg/da, CAN gûbresi için 18-27 kg/da arasında değiştii belirlenmiştir.

7. TSP için, iş başarısı ve değişim sınırları dikkate alındığında, 20.00 m efektif iş genişliği ve 13.00-21.50 m arasında değişen efektif iş genişliği değişim sınırlarıyla en iyi değerleri veren kombinasyon seçilebilir. Bu kombinasyon, 47.85 kg/min'lik debi ile üst diskte 100+120 mm'lik kanat uzunluğu, kôşeli kanat profili, alt diskte ise 100 mm'lik kanat uzunluğu, kôşeli kanat profili, -20⁰'lik gûbre besleme noktasının kullanıldığı kombinasyondur. Bu kombinasyon iş başarısı yönünden de en iyi kombinasyon olarak ortaya çıkmaktadır. İş kalitesi dikkate alındığında (varyasyon katsayısı) ise %7.72 varyasyon katsayısı değerini veren kombinasyon seçilmelidir. Bu kombinasyonda; 35.47 kg/min'lik debi ile üst disk için 100+120 mm'lik kanat uzunluğu, kôşeli kanat profili, alt diskte ise 100 mm'lik kanat uzunluğu, kôşeli kanat profili ve +20⁰'lik gûbre besleme noktası kullanılmıştır.

8. CAN gûbresi için, iş başarısı (efektif iş genişliği) dikkate alındığında, 17.50 m efektif iş genişliği veren, 42.41 kg/min'lik debi ile hem üst diskte hem de alt diskte 100+120 mm'lik kanat uzunluğu, kôşeli kanat profili, alt diskte ise -20⁰'lik gûbre besleme noktasının kullanıldığı kombinasyon seçilmelidir. Efektif iş genişliği değişim sınırları dikkate alındığında, 13.00-19.00 m efektif iş genişliği değişim sınırları veren 54.31

kg/min'lik debi -20^0 gübre besleme noktası, köşeli kanat profili ve üst diskte 120 mm'lik, alt diskte ise 100+120 mm'lik kanat uzunluğunun kullanıldığı kombinasyon seçilmelidir. İş kalitesine göre (varyasyon katsayısı), %6.14 minimum varyasyon katsayısının elde edildiği 42.41 kg/min'lik debi değerinde -20^0 gübre besleme noktası, kanat uzunluğu olarak üst diskte 100+120 mm alt diskte 120 mm, kanat profili olarak ise üst diskte köşeli, alt diskte sigma profilin kullanıldığı kombinasyon seçilmelidir.

9. Geliştirilen iki diskli tek üniteli savurma etkili gübre dağıtma makinasından, iş kalitesi ve iş başarısı yönünden, yaygın olarak kullanılmakta olan tek diskli gübre dağıtma makinalarına göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.



KAYNAKLAR

- Adanowicz, J. and A. Muzalewski, 1984, The Coefficient of Variation of Spread Testing of Fertilizer Spreader with Three Discs Spreading Units. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu- CXLVI*, 146 (27), 11-20.
- Adjroudi, R., 1991, Centrifugal Distribution and Its Parameters. *Bulletin Technique du Machinisme et de L'Equipment Agricoles*, No. 60, 17-22, 27-32.
- Anonymus, 1996, Tarım Makinaları-Santrifüjlü Kimyevi Gübre Dağıtıcıları-Deney Metodları. TS 2541, Ankara.
- Anonymous, 1998, Procedure For Measuring Distribution Uniformity and Calibrating Granular Broadcast Spreader. ASAE S341.2, ASAE 2950 Niles Road, St. Joseph, MI 49085-9659, USA.
- Anonymous, 2000, Zirai ve İktisadi Rapor 1999-2000. Türkiye Ziraat Odaları Birliği, Yayın No: 204, Ankara.
- Anonymous, 2001, Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer) 1999. T.C. Başbakanlık DİE 2001, Ankara.
- Arıcı, H., 1993, İstatistik Yöntemler ve Uygulamalar. METEKSAN A.Ş. Yayın No: 93-06-Y-0057-11, ISBN: 975-7746-05-3, Ankara.
- Bernacki, H., J. Haman, Cz. Kanafojski, 1972, Fertilizer Distributor. In: *Agricultural Machines, Theory and Construction* (Cz. Kanafojski, ed.). Vol. 1, pp. 571-618. U.S. Dept. of Commerce, N.T.I.S., Springfield, Virginia.
- Beverloo, W. A., H. A. Leniger, J. Van De Velde, 1961, The Flow of Granular Solids through Orifices. *Chem. Engng.*, 15: 260-269.
- Bolu, A., 1979, Türkiye'de Kullanılan Ticaret Gübresi Dağıtıcılarının Etüdü ve Uygun Bulunan Tipin Geliştirilmesi. T.C. Köyişleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü, Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No.: 152, Rapor Yayın No.:111, Eskişehir.
- Chang, C. S., H. H. Converse, J. L. Steele, 1991, Flow Rates of Grain through Various Shapes of Vertical and Horizontal Orifices. *Transactions of the ASAE*, 34 (4), 1789-1797.
- Coates, W., 1992, Performance Evaluation of a Pendulum Spreader. *Transactions of the ASAE*, 8 (3), 285-288.

- Çarman, 1991, Tek Diskli Gübre Dağıtma Makinalarında Disk Çevre Hızı ve Serbest Yarıçapın Dağılım Desenine Etkileri. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 1 (2), 75-83, Konya.
- Çarman, 1992, Diskli Gübre Dağıtma Makinalarında Besleme Ağzı Şeklinin Dağılım Desenine Etkilerinin Araştırılması. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2 (3), 29-38, Konya.
- Çarman, K., 1988, Santrifüjlü Kimyasal Gübre Dağıtma Makinalarında Bazı Yapısal Özelliklerin Dağılım Düzgünlüğüne Etkisi Üzerine Bir Araştırma (Doktora Tezi). T.C. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Anabilim Dalı, Konya.
- Davis, P., 1971, The Best Basic Distribution Pattern for a Spray Nozzle or Fertilizer Distributor. Transactions of the ASAE, 16 (03), 316-323.
- Erol, M.A., A. Özmerzi, 1977, Tek Diskli Gübre Dağıtma Makinalarında, İş Genişliğinin Dağılım Düzgünlüğüne Etkisi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 656 Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 386.
- Erol, M.E., İ.K. Dursun, 1998, Ekim, Bakım ve Gübreleme Makinaları. Ankara Üniversitesi Yayın No.: 1499, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı: 4543, Ankara.
- Fukuchi, H., T. Takashi, H. Kato, T. Hatakeyama, 1982, Performance of Centrifugal Fertilizer Distributors, I. Stationary Tests on the Discharge of Fertilizer from Hoppers. Bull. Fac. Agric. Hirosaki Univ., 38:1-14.
- Galili, N., I. Shmulevich, C.G. Coble, 1988, Wide-Swath Vertical Type Centrifugal Spreader. Transactions of the ASAE, 31 (01), 58-62.
- Glover, J.W., J.V. Baird, 1973, The Performance of Spinner-type Fertilizer Spreaders. Transactions of the ASAE, 16 (1), 48-51.
- Göhlich, H., E. Kesten, 1972, Einflüsse auf das Verhalten von Haufwerkstromen auf Schleuderscheiben von Mineraldüngerstreuern. 1. aufgabenstellung und Versuch. Grundlagen-Landtech, 22 (1): 11-15.
- Gökçebay, B., 1986, Tarım Makinaları I. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 979, Ders Kitabı: 289, Ankara.
- Griffis, C.L., D.W. Ritter, E.J. Matthews, 1983, Simulation of Rotary Spreader Distribution Patterns. Transactions of the ASAE, 26 (01), 33-37.
- Kara, M., 1999, Diskli Gübre Dağıtma Makinaları Kuram ve Tasarım. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları Yayın No.: 207, Erzurum.

- Klenin, N.I., I.F. Popov, V.A. Sakun, 1986, Agricultural Machines. Russian Translations Series 31, 633 pp., ISBN: 90 6191 448 5, A.A. Balkema/Rotterdam.
- Mennel, R.M., A.R. Reece, 1963, The Theory of the Centrifugal Distributor III: Particle Trajectories. Journal of Agricultural Engineering Research, 8 (1), 78-84.
- Mutaf, E., 1984, Tarım Alet ve Makinaları. I. Cilt (II. Baskı). Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No.: 218, Bornova, İzmir.
- Olieslagers, R., H.Ramon, J.D. Baerdemaeker, 1996, Calculation of Fertilizer Distribution Patterns from a Spinning Disc Spreader by means of a Simulation Model. J. agric. Engng Res., 63, 137-152.
- Önal, İ., 1990, Çok Amaçlı Santrifüj Gübre Serpme Organı Prototipi. 4. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, s: 246-256, 1-4 Ekim 1990, Adana, Türkiye.
- Önal, İ., 1995, Ekim, Bakım, Gübreleme Makinaları.(II. Basım). Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No.: 490, Bornova, İzmir.
- Önal, İ., M. Tozan, 1984, Ege Bölgesinde İmal Edilen Tek Diskli Gübre Dağıtma Makinaları Üzerinde Bir Araştırma. TZDK Yayın No.: 30, Ankara.
- Özmerzi, A., 1974, Ülkemizde İmal Edilen Bazı Diskli Gübre Dağıtma Makinaları Üzerinde Bir Araştırma (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 788, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 468, Ankara.
- Özsert, İ., 1992, Bazı Gübre Dağıtım Düzenlerinde Sıra Üzeri Dağılım Düzgünlükleri. Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi, 14-16 Ekim 1992, Bildiri Kitabı, Samsun.
- Özsert, İ., M. Kara, 1987, Kuru Tarım Tahıl Üretiminde Değişik Toprak İşleme-Ekim Sistemleri ve Enerji Gereksinimleri. 3. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Simpozyumu, 26-29 Ekim 1987, İzmir.
- Özsert, İ., M. Kara, Y. Yıldırım, 1997, Diskli Gübre Dağıtma Makinalarında Bazı Yapısal Özelliklerin ve İşletme Parametrelerinin Gübre Akış düzgünlüğüne Etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, 17-19 Eylül 1997, Bildiri Kitabı, Tokat.
- Parish R.L., P.P. Chaney, 1985, Evaluation of New Lawn Fertilizer Application Technology. Transactions of the ASAE, 28 (1), 36-39.
- Parish, R.L., 1990, Spreader Pattern as Influenced by Operating Model. Applied Engineering in Agriculture, 6 (6), 687-690.

- Parish, R.L., 1995, Comparison of Spreader Pattern Evaluation Methods. *Applied Engineering in Agriculture*, 2 (2), 89-93.
- Parish, R.L., 1999, The Effect of Multiple Passes on Spreader Pattern Test Results. *Applied Engineering in Agriculture*, 15 (6), 643-645.
- Parish, R.L., P.P. Chaney, 1986, Pattern Sensitivity to Location of Fertilizer Drop Point on a Rotary Spreader Impeller. *Transactions of the ASAE*, 29 (2), 374-377 and 381.
- 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.
- Patterson, D.E., A.R. Reece, 1962, The Theory of the Centrifugal Distributor I. Motion on the Disc, Near-centre Feed. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 7 (4), 232-240.
- Prummel, J., P. Datema, 1962, Evenness of Distribution of Fertilizer Distributor and Its Effect on Crop Yield. Features of a Reciprocating Spout Broadcaster in the Process of Granular Fertilizer Application, L. Speelman (Ed.), *Mededelingen Landbouwhogeschool, Wageningen, Nederland*.
- Reed, W.B., E. Wacker, 1970, Determining Distribution Pattern of Dry-Fertilizer Applicators. *Transactions of the ASAE*, 13 (1), 85-89.
- Reintam, A., 1995, Research into the Working Process of The Spreading Disk of a Fertilizer Spreader Using Mathematical Modelling. *Agraarteadus* 6: 4, 435-446, EPMU Loomakasvatusinstituut, Kreuzwaldi 1, ee2400, Tartu, Estonia.
- Roth, L.O., R.W. Whitney, D.K. Kuhlman, 1985, Application Uniformity and Some Non- Symmetrical Distribution Pattern of Agricultural Chemicals. *Transactions of the ASAE*, 28 (1), 47-50.
- Schaffer, G.U., W.L. Harris, J.W. Hummel, 1973, Controlling the Distribution Pattern of a Centrifugal Fertilizer Spreader through Precise Spinner Loading. For Presentation at the 1973 Annual Meeting American Society of Agricultural Engineers, Paper No.: 73-139.
- Sezen, 1995, Gübreler ve Gübreleme. Atatürk Üniversitesi Yayınları No.: 679, Ziraat Fakültesi Yayınları No.: 303, Ders Kitapları Serisi No: 55, Erzurum.

- Shippen, J.M., C.R. Ellin, C.H. Clover, 1980, Basic Farm Machinery. Pergamon International Library of Science, Technology, Engineering and Social Studies, Publisher: Robert Maxwell, M.C., 288 pp., ISBN: 0 08 024912 4, Printed in Great Britian by A. Wheaton Co., Ltd., Exeter.
- Søgaard, H.T., P. Kierkegaard, 1994, Yield Reduction Resulting From Uneven Fertilizer Distribution. Transactions of the ASAE, 37 (16), 1749-1752.
- Speelman, L., 1979, Features of a Reciprocating Spout Broadcaster in the Process of Granular Fertilizer Application. Mededelingen Landbouwhogeschool, Wageningen, Nederland.
- Srivastava, A.K., C.E. Goering, R.P. Rochrbach, 1993, Engineering Principles of Agricultural Machines. ASAE 2950 Niles Road St. Joseph, Michigan 49085-9659, 601 pp., ISBN: 0 929355 33 4, USA
- Taşer, Ö.F., 1988, Diskli Gübre Dağıtma Makinalarında Farklı Tip Kanat Profillerinin Gübre Dağılım Desenine Etkileri (Doktora Tezi). T.C. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ülgen, N., N. Yurtsever, 1988, Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 151, Teknik Yayın No: T-59, Ankara.
- Wolf, D.D., E.S. Smith, 1979, Uniformity of Seed and Fertilizer Distribution with A Hand-Operated Spinning Spreader. Transactions of the ASAE.
- Yetkin, Ş., K. Çarman, 1988, Diskli Gübre Dağıtma Makinalarında Kullanılan Bazı Kanat Profillerinin Dağılım Düzgünlüğüne Etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 11. Ulusal Kongresi. S : 204-213, 10-12 Ekim 1988, Erzurum.
- Yıldırım, Y., 1997, Diskli Gübre Dağıtma Makinalarında Bazı Yapısal Özelliklerin ve İşletme Parametrelerinin Gübre Akışına Etkisi (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 60s, Erzurum.
- Yıldız, Y., 1985, Yerli Yapım Tek Diskli Gübre Dağıtma Makinalarında Dağılım Desenlerini İyileştirme Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Doğa Bilim Dergisi, Seri D₂, Cilt : 9, sayı : 17, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Rize-Pazar'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Rize-Pazar'da tamamladı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümü'ndeki öğrenimine 1985 yılında başladı ve aynı bölümden 1989 yılında mezun oldu. Ekim 1993-Şubat 1997 yılları arasında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı.

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü'nde 1990 yılından beri Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.



**TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**