



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



**BAZI TIBBİ VE AROMATİK BİTKİ
TOHUMLARININ MİKRO-GRANÜL APLİKATÖR
KULLANILARAK EKİMİNDE TOHUM DAĞILIM
DÜZGÜNLÜĞÜNÜN OPTİMİZASYONU**

Yüksek Lisans Tezi

Gülin TÜRKÜSAY

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Arzu YAZGI

Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Anabilim Dalı Adı

İzmir
2022

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**BAZI TIBBİ VE AROMATİK BİTKİ
TOHUMLARININ MİKRO-GRANÜL APLİKATÖR
KULLANILARAK EKİMİNDE TOHUM DAĞILIM
DÜZGÜNLÜĞÜNÜN OPTİMİZASYONU**

Gülin TÜRKÜSAY

Danışman: Doç. Dr. Arzu YAZGI

Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı Tarım Makinaları
ve Teknolojileri Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

İzmir
2022

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI**

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi / Doktora Tezi olarak sunduğum “*Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitki Tohumlarının Mikro-Granül Aplikatör Kullanılarak Ekiminde Tohum Dağılım Düzensizliğinin Optimizasyonu*” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

02/ 09 / 2022

İmzası

Adı-Soyadı

Gülin TÜRKÜSAY

ÖZET**BAZI TIBBİ VE AROMATİK BİTKİ TOHUMLARININ
MİKRO-GRANÜL APLİKATÖR KULLANILARAK EKİMİNDE
TOHUM DAĞILIM DÜZGÜNLÜĞÜNÜN OPTİMİZASYONU**

TÜRKÜSAY, Gülin

Yüksek Lisans Tezi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Arzu YAZGI

Eylül 2022, 147 sayfa

Bu çalışmanın amacı bazı tıbbi ve aromatik bitki tohumlarının konveyör bantlı ekici düzene sahip mikro-granül aplikatör ile ekiminde tohum akış karakteristiklerinin ve tohum dağılım düzgünlüğünün farklı çalışma koşullarında belirlenmesi ve tohum dağılım düzgünlüğünün optimizasyonudur.

Çalışmada, tohum akış karakteristiklerinin belirlenmesi için tartım denemeleri, sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi için ise yapışkan bant denemeleri yapılmıştır. Denemeler Tepki Yüzeyleri Metodolojisi (RSM) uyarınca gerçekleştirilmiş olup deneme deseni olarak Merkez Esaslı Kompozit Dizayn (CCD) uygulanmıştır.

Çalışmada konveyör bantlı mikro-granül aplikatör kullanılmış olup makinanın ekim performansına ilişkin tüm değerlendirmeleri normal sıraya ekim yöntemi uyarınca yapılmıştır.

Tıbbi ve aromatik bitkilerden adaçayı, çörekotu, kimyonve kişniş tohumları ön denemelere alınmış, ön deneme sonuçlarına göre adaçayı, çörekotu ve kişniş tohumlarının çalışmada kullanılmasının uygun olacağı saptanmıştır. Her bir tohum için hem tartım denemelerinde hem de yapışkan bant denemelerinde 5 farklı ekim normu (kapak açıklığı), 5 farklı ilerleme hızı ve 5 farklı tohum düşme açısı değerlerinde çalışılmıştır. Denemeler 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Akış düzgünlüğüne ilişkin değerlendirmeler varyasyon katsayısı değerlerine, sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin değerlendirmeler ise varyasyon faktörü ve iyilik kriteri değerlerine bağlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Denemelerden elde edilen verilerin analizi sonucunda her tohum için polinomial formda model denklemleri geliştirilmiştir. Bağımlı değişkeni maksimize ya da minimize eden bağımsız değişkenlerin optimum değerlerinin elde edilebilmesi amacıyla, geliştirilen matematiksel modeller bir matematik yazılımı olan Maple programına aktarılmıştır. Her tohum için tohumla özgü optimum çalışma şartları belirlenmiştir. Model denklemlerinin geçerliliği hassasiyet analizi ile, optimum çalışma şartlarının doğruluğu ise verifikasyon testleri ile saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mikro-granül aplikatör, Tepki Yüzeyleri Metodolojisi (RSM), tıbbi ve aromatik bitkiler, akış düzgünlüğü, sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü, optimizasyon

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF SEED DISTRIBUTION UNIFORMITY IN PLANTING SOME MEDICINAL AND AROMATIC PLANT SEEDS USING A MICRO-GRANULAR APPLICATOR

TURKUSAY, Gulin

MSc in Agricultural Machinery and Technology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Arzu YAZGI

September 2022, 147 pages

The objective of the study was to determine the seed flow characteristics and seed distribution uniformity under different operating conditions and to optimize the seed distribution uniformity in seeding of some medicinal and aromatic plant seeds by a micro-granule applicator equipped with conveyor belt planting arrangement.

In the study, weighing tests were used to determine the seed flow characteristics while the sticky belt tests were used to determine the seed distribution uniformity. Experiments were carried out in accordance with the Response Surfaces Methodology (RSM) and Central Composite Design (CCD) was applied as the experimental design.

In the study, conveyor belt micro-granule applicator was used, and all evaluations of the seeder performance were made based on the seed drilling method.

Some of the medicinal and aromatic plants namely, sage, black cumin, cumin, flaxseed and coriander seeds were subjected to pre-flow tests. Based on the test results, using of sage, black cumin and coriander seeds was determined that is more appropriate for this study.

For both the weighing experiments and the sticky belt experiments were conducted at 5 different seed rates (orifice size), 5 different forward speeds and 5 different seed falling angle values for each seed. Experiments were carried out in 3 replications.

While the evaluations of flow uniformity were carried out depending on the coefficient of variation values, in-row seed distribution uniformity evaluations were carried out the values of variation factor and goodness criterion.

Based on the analyzing of data obtained from the experiments the polynomial functions were developed for each seed. The mathematical functions then were submitted to a mathematical software called Maple in order to obtain the optimum level of each variable that maximize or minimize the dependent variable considered in the study. The seed specified optimum working parameters were determined for each seed. While the verification of the model equation were controlled by sensitivity analysis, the accuracy of working parameters were controlled by verification tests.

Keywords: Micro-granular applicator, Response Surface Methodology (RSM), medicinal and aromatic plants, flow uniformity, seed distribution uniformity, optimization



ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tezinde, Türkiye'nin tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliğine yatkın olması göz önünde bulundurularak bazı tıbbi ve aromatik bitki tohumlarının konveyör bantlı ekici düzene sahip mikro-granül aplikatör kullanılarak ekimi simüle edilmiş ve tohum akış karakteristikleri ile tohum dağılım düzgünlüğü farklı çalışma şartlarında denenmiş, deneme sonuçlarına bağlı olarak çalışma şartlarının optimizasyonu sağlanmıştır.

Çalışmanın ilham kaynağı, Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkilerin ekiminde çalışma şartlarının zor olması ve yetersiz mekanizasyon uygulanmasıdır. Ekim makinalarında mikro granül gübre ataşmanı olarak kullanılan konveyör bantlı ekici düzene sahip mikro-granül aplikatörün hassas ayar olanağına sahip norm ayar düzeni ile küçük boyutlu tohumların normal sıraya ekiminde kullanılabileceği ve ekim şartlarının optimize edilebileceği düşünülmektedir.

Bu nedenle bu çalışmadan beklenen, tıbbi ve aromatik bitkilerin ekiminin mekanikleştirilmesinde ve basitleştirilmesinde ve insan hayatının kolaylaştırılmasında bir öncü olmasıdır.

İZMİR

02/09/2022

Gülin TÜRKÜSAY

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
İÇ KAPAK	ii
KABUL ONAY SAYFASI	iii
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
İÇİNDEKİLER	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
TABLolar DİZİNİ	xx
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxii
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	4
2.1 Normal Sıraya Ekim Makinalarında Kullanılan Ekici Düzenler	4
2.2 Ekimin Agro-Teknik Esasları	5
2.3 Tohumluk Materyalinin Fiziko-Mekanik Özellikleri	6
3. GEREÇ VE YÖNTEM	11

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.1 Gereç	11
3.1.1 Mikro-Granül Aplikatör ve Ekici Düzen	11
3.1.2 Tohumluk Materyali	15
3.1.3 Hassas Terazî	15
3.1.4 Dijital Kumpas	16
3.1.5 Silindirik Örnek Kapları	16
3.1.6 İstatistik ve Matematik Çözümleme Paket Programları	17
3.2 Yöntem	19
3.2.1 Normal Sıraya Ekimin Matematik-İstatistik Esasları	19
3.2.2 Tohumların Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi	23
3.2.3 Tepki Yüzeyleri Metodolojisi (RSM)	24
3.2.4 Deneme Düzeni	27
3.2.4.1 Akış Düzgünlüğü Deneme Düzeni	27
3.2.4.2 Yapışkan Bant Deneme Düzeni.....	28
4. BULGULAR	30
4.1 Ekim Normuna İlişkin Bulgular	30
4.1.1 Adaçayı Ekim Normu Bulguları	30
4.1.2 Çörekotu Ekim Normu Bulguları	32
4.1.3 Kişniş Ekim Normu Bulguları	34

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.2 Akış Düzgünlüğüne İlişkin Bulgular	35
4.2.1 Adaçayı Akış Düzgünlüğü	35
4.2.1.1 Adaçayı tohumu ile çalışmada akış düzgünlüğünün matematiksel modellemesi	38
4.2.2 Çörekotu Akış Düzgünlüğü	39
4.2.2.1 Çörekotu tohumu ile çalışmada akış düzgünlüğünün matematiksel modellemesi.....	42
4.2.3 Kişniş Akış Düzgünlüğü	43
4.2.3.1 Kişniş tohumu ile çalışmada akış düzgünlüğünün matematiksel modellemesi.....	45
4.3 Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğüne İlişkin Bulgular	47
4.3.1 Adaçayı Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğüne İlişkin Deneme Sonuçları	47
4.3.1.1 Adaçayı sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin modelleme ve optimizasyon çalışmaları	48
4.3.1.2 Adaçayı V_f Modeli (Y_{AVf})	48
4.3.1.3 Adaçayı tohumlarının V_f 'ye ait tepki yüzeyleri modellerinin grafik olarak gösterimi	50
4.3.1.4 Adaçayı iyilik kriteri; λ modeli ($Y_{A\lambda}$)	54
4.3.1.5 Adaçayı tohumlarının λ' ya ait tepki yüzeyleri modellerinin grafik olarak gösterimi	56
4.3.2 Çörekotu Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğüne İlişkin Deneme Sonuçları	61

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.3.2.1 Çörekotu sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin modelleme ve optimizasyon çalışmaları	62
4.3.2.2 Çörekotu V_f Modeli ($Y_{Çvf}$)	63
4.3.2.3 Çörekotu tohumlarının V_f 'ye ait tepki yüzeyleri modellerinin grafik olarak gösterimi	64
4.3.2.4 Çörekotu λ Modeli ($Y_{Ç\lambda}$)	69
4.3.2.5 Çörekotu tohumlarının λ' ya a ait tepki yüzeyleri modellerinin grafik olarak gösterimi	71
4.3.3 Kışniş sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin deneme sonuçları	75
4.3.3.1 Kışniş sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin modeller ve optimizasyon.....	77
4.3.3.2 Kışniş V_f Modeli (Y_{KVf})	77
4.3.3.3 Kışniş tohumlarına V_f' ye ait tepki yüzeyleri modellerinin grafik olarak gösterimi	78
4.3.3.4 Kışniş λ Modeli ($Y_{K\lambda}$)	83
4.3.3.5 Kışniş tohumlarının λ' ya ait tepki yüzeyleri modellerinin grafik olarak gösterimi	84
5. TARTIŞMA	90
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	93
KAYNAKLAR DİZİNİ	95

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

TEŞEKKÜR	98
ÖZGEÇMİŞ	99
EKLER	100



ŞEKİLLER DİZİNİ

3.1 Mikro-granül aplikatör genel görünüşü	11
3.2 Mikro-granül aplikatör ekici düzeni patlatma görünümü	12
3.3 Norm ayar mekanizması ve tohum çıkış boruları	12
3.4 Makine hareket iletim şeması	13
3.5 Step motor ve kontrol elemanları	13
3.6 Universal GCode Sender program arayüzü	14
3.7a Mikro-granül aplikatör bağlantı çatısı	14
3.7b Mikro-granül aplikatör deneme düzeni	15
3.8 Denemelerde kullanılan tohumlar	15
3.9 Bin dane ağırlığı (g/1000 dane) ölçümünde kullanılan hassas terazi	16
3.10 Tohum boyutlarının ölçümü için kullanılan dijital kumpas	16
3.11 Tohumların yığın hacim ağırlığı ölçümünde kullanılan silindirik örnek kapları	17
3.12 Minitab program arayüzü	17
3.13 Maple program arayüzü	18
3.14 Poisson Dağılımı	19
3.15 Normal sıraya ekimde, değişik μ değerlerinde, şeritlerdeki tohum sayıları	22
3.16 Akış düzgünlüğü deneme düzeneği	27
3.17 Tohum ağırlıklarının hassas terazi ile ölçümü	28
3.18 Yapışkan bant deneme düzeni	28
3.19 Şeritlerdeki tohum sayıları	29
4.1 Kimyon tohumunda yapılan akış düzgünlüğü denemesi	30
4.2 Adaçayı tohumunda kademeye bağlı ekim normu değişimi	32
4.3 Çörekotu tohumunda kademeye bağlı ekim normu değişimi	34
4.4 Kışniş tohumunda kademeye bağlı ekim normu değişimi	35
4.5 Adaçayı tohumu için kodlu ekim normu (X_2) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan V_f değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ilerleme hızı; X_1 : 0.1902	51

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

4.6 Adaçayı tohumu için kodlu makine ilerleme hızı (X_1) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan V_f değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ekim normu; X_1 : -0.2109)	52
4.7 Adaçayı tohumu için kodlu makine ilerleme hızı (X_1) ve ekim normu (X_2) bağlı olarak oluşan V_f değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu tohum düşme açısı; X_3 : 0.3865)	53
4.8 Adaçayı V_f hassasiyet analizi	53
4.9 Adaçayı tohumu için kodlu ekim normu (X_2) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan λ değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ilerleme hızı; X_1 : -0.2983)	57
4.10 Adaçayı tohumu için kodlu makine ilerleme hızı (X_1) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan λ değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ekim normu; X_2 : 0.4817)	58
4.11 Adaçayı tohumu için kodlu makine ilerleme hızı (X_1) ve ekim normu değerlerine (X_2) bağlı olarak oluşan λ değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu tohum düşme açısı; X_3 : 1.3427)	59
4.12 Adaçayı λ hassasiyet analizi	60
4.13 Çörekotu tohumu için ekim normu (X_2) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan V_f değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ilerleme hızı; X_1 : -1.588)	65
4.14 Çörekotu tohumu için makine ilerleme hızı (X_1) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan V_f değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ekim normu; X_2 : -0.5307)	66
4.15 Çörekotu tohumu için makine ilerleme hızı (X_1) ve ekim normu değerlerine (X_2) bağlı olarak oluşan V_f değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu tohum düşme açısı; X_3 : 0)	67
4.16 Çörekotu V_f hassasiyet analizi	68
4.17 Çörekotu tohumu için ekim normu (X_2) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan λ değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ilerleme hızı; X_1 : -0.7444)	72

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

4.18 Çörekotu tohumu makin ilerleme hızı (X_1) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan λ değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ekim normu; X_2 : 1.2229)	73
4.19 Çörekotu tohumu için ekim normu (X_2) ve makine ilerleme hızı değerlerine (X_1) bağlı olarak oluşan λ değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu tohum düşme açısı; X_3 : 0.4270)	74
4.20 Çörekotu λ hassasiyet analizi	74
4.21 Kışniş tohumu için ekim normu (X_2) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan V_f değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ilerleme hızı; X_1 : -0.5507)	79
4.22 Kışniş tohumu için makine ilerleme hızı (X_1) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan V_f değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ekim normu; X_2 : -0.0583)	80
4.23 Kışniş tohumu için makine ilerleme hızı (X_1) ve ekim normu değerlerine (X_2) bağlı olarak oluşan V_f değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu tohum düşme açısı; X_3 : -0.4528)	81
4.24 Kışniş V_f hassasiyet analizi	82
4.25 Kışniş tohumu için ekim normu (X_2) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan λ değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ilerleme hızı; X_1 : -0.5409)	85
4.26 Kışniş tohumu için makine ilerleme hızı (X_1) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan λ değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ekim normu; X_2 : 1.0799)	86
4.27 Kışniş tohumu için ekim normu (X_2) ve makine ilerleme hızı değerlerine (X_1) bağlı olarak oluşan λ değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu tohum düşme açısı; X_3 : -0.1730)	87
4.28 Kışniş λ hassasiyet analizi	88

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Tohum akış düzgünlüğü ve ayaklar arası tohum dağılım düzgünlüğü değerlendirme kriterleri	20
3.2 Varyasyon faktörü değerlendirmesi	22
3.3 Normal sıraya ekim makinasında, sıra üzeri tohum dağılımının değerlendirilmesi ($\mu=2$)	23
3.4 Tohumların fiziksel özellikleri	24
3.5 CCD (Central Composite Design) deneme deseni	25
3.6 Tüm ürünler için RSM'ne uygun adım değerlerinde hesaplanan ilerleme hızı, ekim normu ve tohum düşme açısı değerleri	26
3.7 Denemelerde kullanılan bağımsız değişkenlerin her tohum için hesaplanmış kodlu ve kodsuz değerleri	26
4.1 Adaçayı tartım denemelerinden elde edilen ekim normu sonuçları	31
4.2 Çörekotu tartım denemelerinden elde edilen ekim normu sonuçları	32
4.3 Kişniş tartım denemelerinden elde edilen ekim normu sonuçları	34
4.4 Adaçayı akış düzgünlüğü deneme deseni	36
4.5 Adaçayı akış düzgünlüğü denemelerinden elde edilen sonuçlar	36
4.6 Adaçayı tohumları için %VK değerlendirmesi	37
4.7 Adaçayı tohumu için %VK modeline ilişkin istatistiksel analiz sonuçları	39
4.8 Çörekotu akış düzgünlüğü deneme deseni	39
4.9 Çörekotu akış düzgünlüğü denemelerinden elde edilen veriler	40
4.10 Çörekotu tohumları için %VK değerlendirmesi	41
4.11 Çörekotu tohumu %VK modeline ilişkin istatistiksel analiz sonuçları	42
4.12 Kişniş akış düzgünlüğü deneme deseni	43
4.13 Kişniş akış düzgünlüğü denemelerinden elde edilen veriler	43
4.14 Kişniş tohumları için %VK değerlendirmesi	44
4.15 Kişniş tohumu %VK modeline ilişkin istatistiksel analiz sonuçları	46

TABLOLAR DİZİNİ (devam)

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
4.16 Adaçayı yapışkan bant denemelerinden elde edilen veriler, V_f ve λ değerlendirmesi	47
4.17 Adaçayı tohumu V_f modeline ilişkin istatistiksel analiz sonuçları	49
4.18 Adaçayı V_f modelinden elde edilen optimum çalışma koşullarında yapılan deneme sonuçları	54
4.19 Adaçayı tohumu λ modeline ilişkin istatistiksel analiz sonuçları	55
4.20 Adaçayı λ modelinden elde edilen optimum çalışma koşullarında yapılan deneme sonuçları	60
4.21 Çörekotu yapışkan bant denemelerinden elde edilen veriler, V_f ve λ değerlendirmesi	61
4.22 Çörekotu tohumu V_f modeline ilişkin istatistiksel analiz sonuçları	63
4.23 Çörekotu V_f modelinden elde edilen optimum çalışma koşullarında yapılan deneme sonuçları	68
4.24 Çörekotu tohumu λ modeline ilişkin istatistiksel analiz sonuçları	69
4.25 Çörekotu λ modelinden elde edilen optimum çalışma koşullarında yapılan deneme sonuçları	75
4.26 Kışniş yapışkan bant denemelerinden elde edilen veriler, V_f ve λ değerlendirmesi	76
4.27 Kışniş tohumu V_f modeline ilişkin istatistiksel analiz sonuçları	77
4.28 Kışniş V_f modelinden elde edilen optimum çalışma koşullarında yapılan deneme sonuçları	82
4.29 Kışniş tohumu λ modeline ilişkin istatistiksel analiz sonuçları	83
4.30 Kışniş λ modelinden elde edilen optimum çalışma koşullarında yapılan deneme sonuçları	88

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
a	Şerit genişliği (cm)
b	Sıra aralığı (cm)
$^{\circ}\text{C}$	Sıcaklık birimi (Celcius)
e	Doğal logaritma tabanı (2,718)
$f(r)$	Her birinde r ($r = 0,1,2,\dots,r$) adet tohum bulunan şeritlerin nispi miktarı (ondalık cinsinden)
f_i	Nispi değer
h	Silindirik kabın yüksekliği (m)
l	Tohum uzunluğu (mm)
m	Tohumluk materyalinin ağırlığı (kg)
N	Ekim normu (kg/da)
n	Toplam örnek sayısı
r	L genişliğindeki şeritlerdeki tohum sayısı
R	Silindirik kabın yarıçapı (m)
R^2	Tahminleme katsayısı (Coefficient of Determination)
S	Standart sapma
S^2	Varyans
t	Tohum kalınlığı (mm)

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

μ	Şeritlerdeki ortalama tohum sayısı
V	Silindirik kabın hacmi (m ³)
V_f	Varyasyon faktörü
w	Tohum genişliği (mm)
X_1	Deneme deseninde kullanılan bağımsız değişken (ekim normu; kg/da)
X_2	Deneme deseninde kullanılan bağımsız değişken (ilerleme hızı; m/s)
X_3	Deneme deseninde kullanılan bağımsız değişken (tohum düşme açısı; °)
X_i	Beklenen değer
Z	Ortalama tohum aralığı
γ	Yığının hacim ağırlığı (g/cm ³)
λ	İyilik kriteri (%)
Π	Pi sayısı (3,1415265)
σ	Tohumun bin dane ağırlığı (g/1000 dane)
Φ	Tohum küreselliği (%)

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

Kısaltmalar

A amper

CCD Merkez esaslı kompozit dizayn

cm³ santimetreküp

g gram

h saat

kg/da kilogram/dekar

L litre

m/s metre/saniye

mg/g miligram/gram

mL/g mililitre/gram

mmol/l milimol/litre

Nm nanometre

ppm milyonda bir birim (parts per million)

RSM Tepki Yüzeyleri Metodolojisi (Response Surface Methodology)

V volt

VK Varyasyon Katsayısı (%)

W watt

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

Kısaltmalar (devam)

mg GAE/g miligram gallik asit eşdeğeri/gram

mmol Trolox Eşitliği/g milimol Trolox eşitliği/gram

meq aktif oksijen/kg yağ miliekivalen aktif oksijen/kilogram yağ

Y_{AVf} Adaçayı V_f Modeli

Y_{AVK} Adaçayı %VK modeli

$Y_{A\lambda}$ Adaçayı λ Modeli

$Y_{ÇVf}$ Çörekotu V_f Modeli

$Y_{ÇVK}$ Çörekotu %VK modeli

$Y_{Ç\lambda}$ Çörekotu λ Modeli

Y_{KVf} Kişniş V_f Modeli

Y_{KVK} Kişniş %VK modeli

$Y_{K\lambda}$ Kişniş λ Modeli

1. GİRİŞ

Dünya genelinde tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliği günümüz teknolojisine bağlı olarak hızla artmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'ne göre dünya üzerinde yaklaşık 425 bin civarında bitki olduğu belirtilmiş ve bunların 50 ila 70 bin kadarı tıbbi bitki olarak tanımlanmıştır. Tanımlanan bu tıbbi bitkilerin arasından ise yaklaşık 20 bin kadarı günümüz tarımında kullanılmaktadır. Ülkemiz coğrafik konumu, iklim çeşitliliği, toprak yapısı ve tür çeşitliliği bakımından tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliğinde çok büyük bir öneme sahiptir.

Tıbbi ve aromatik bitkilerin ilaç, kozmetik sanayi, parfümeri ve gıda sektörü gibi alanlarda kullanımının yaygınlaşması ile Türkiye'de üreticiliğin yaygınlaştırılması göz ardı edilemez bir gerçeğe dönüşmüş durumdadır.

İstenen kalitede ürün çeşitlerinin geliştirilmesi için ekim teknikleri belirlenmeli ve ekolojik koşullara uygun bölgelerde yetiştirilmelidir (Ekren vd., 2007). Bitkisel üretim sürecindeki en küçük bir detayı geliştirmek bile elde edilecek ürünün verim ve kalitesi üzerinde çok büyük bir fark yaratacaktır. Bu amaçla kaliteli ürün yetiştirmek ve yetiştirilen ürünlerin kalitesini sürdürebilmek için tohum-insan-makina ilişkilerini iyi anlamak gerekmektedir.

Bitkisel üretimde kullanılacak olan tohumluk materyalinin fiziko-mekanik özelliklerinin (tohumun uzunluk, genişlik, kalınlık, küresellik, bin dane ağırlığı, tohumun hacim ağırlığı, tohumun yığılma açısı, statik sürtünme açısı, 1 cm³'deki dane sayısı, tohumun bir delikten serbestçe akma yeteneği ve tohumun aerodinamik özellikleri) bilinmesi, tohumların literatüre bildirilen yaşta olması, toprak yapısının vitamin, mineral, toprak organizmaları ve toprak bitki besin elementleri açısından gereksinimlerinin bilinmesi gerekmektedir.

Tohum ve makina ilişkisinin anlaşılabilmesi için günümüzde kullanılan ekim yöntemlerinin bilinmesi gerekir. Bunlar; normal sıraya ekim, tek dane ekim, ocağa ekim ve serpme ekim şeklinde sıralanabilir.

Normal sıraya ekim yapan ekim makinaları günümüzde bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin ekimi için kullanılmaktadır. Normal sıraya ekim ile tohumlar ve opsiyonel olarak gübre, aynı sıra üzerine ve ekim derinliğine bırakılabilmektedir. Böylece

aynı anda istenen tohum/gübre akış düzgünlüğü sağlanırken, çimlenme ve tohum çıkışlarında üniformizasyon da sağlanmış olur.

Ekim makinalarını oluşturan tohum deposu, tohum boruları, gömücü ayaklar, transmisyon sistemi, ekici düzen, derinlik ayar düzeni, çatı ve tekerlekler gibi üniteler arasından normal sıraya ekim makinalarında akış düzgünlüğü ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü etkileyen en önemli ünite ekici düzendir.

Günümüzde normal sıraya ekim makinalarında kullanılan ekici düzenler oluklu makaralı ekici düzenler, dişli makaralı ekici düzenler, içten kertikli bilezikli ekici düzenler, santrifüjlü ekici düzenler, helezonlu dişli makaralı ekici düzenler ve pnömatrik (havalı) normal sıraya ekici düzenlerdir. Bu ekici düzenler istenilen norm (birim alana atılacak tohum miktarı) değerlerinin hassas olarak ayarlanabilmesine olanak verirler. Sıraya ekim, düzgün ve tekdüze tohum dağılım düzgünlüğü sağlaması yanında, %20- 50 oranında tohum tutumunu, sıra aralarında yabancı ot kontrolü kolaylığı ve verimde de %20’lik verim artışı sağlamaktadır (Gökçebay, 1986).

Bitkilerin yaşam alanı düzgünlüğü, gelişimi ve verimi gibi değerleri sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne bağlıdır. Tarlada ekim yapılırken ekilen tohumun sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi mümkün değildir. Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü ancak tohum çıkışından sonra belirlenebilmektedir. Bu nedenle makinenin akış düzgünlüğünü, ayaklar arası tohum dağılım düzgünlüğünü ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü optimal bir şekilde ayarlayabilmesi gerekmektedir.

Makina-insan ilişkisinin anlaşılması için bitkisel ürün yetiştiricilerinin tohumluk materyalini temel olarak tanınması ve bilinçli olarak kullanması, makineyi iyi tanınması ve ürüne göre makina seçimini doğru yapması gerekmektedir. Bu sayede doğru tohumluk materyali, bilinçli kullanıcı ve makina seçimi ile ürün yetiştiriciliği optimize edilebilecektir. Optimizasyonun bir sonucu olarak ise yetiştirilen ürünlerin kalitesi ve verimi maksimize edilmiş olacaktır.

Bitkisel ürün yetiştiriciliğinde, optimizasyon denilince akla gelen ilk düşünce girdi maliyetlerinin (yakıt, tohumluk materyali, gübre, su ve enerji) minimizasyonu sonucunda elde edilen çıktılar (verim, ekim kalitesi ve kar) maksimizasyonu işlemidir.

Ülkemizde ve dünyada, geçmişten günümüze kadar mikro-granül aplikatörler ile ince granül yapıdaki materyalin toprağa bırakılması yaygın olarak gerçekleştirilen bir işlemdir. Tıbbi ve aromatik bitki tohumlarının boyutlarının küçüklüğü ve ekiminin zorluğu göz önünde bulundurulduğunda mikrogranül aplikatörlerin bu tohumların ekiminde de kullanılabileceği öngörülmüştür. Bu öngörü ile planlanan çalışmada bazı tıbbi aromatik bitki tohumlarının ekiminin yapılabilirliğinin ortaya konmasının yanı sıra, ekim işleminin sorunsuz bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için uygun çalışma şartlarının belirlenmesi, makina performansının matematiksel formda ifadesi ve tahminlenmesi ile sistem optimizasyonu da hedeflenmiştir.

Bu çalışmanın temel amaçlarından biri mikro-granül aplikatör ile tıbbi ve aromatik bitki tohumlarının ekilebilirliğini test etmek, diğeri ise sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü optimize etmektir.

Tıbbi ve aromatik bitkilerin ekiminde optimizasyona yönelik bu çalışma ile uygun çalışma şartlarının belirlenmesi ile ekim işleminde özellikle makinadan kaynaklanabilecek hataların en aza indirgenmesi, dolayısıyla ekim kalitesi ve verim üzerinde olumlu geliştirmelerin gerçekleştirilmesine de katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

GENEL BİLGİLER

2.1 Normal Sıraya Ekim Makinalarında Kullanılan Ekici Düzenler

Ekimin işleminin doğru bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için öncelikle ekimi gerçekleştirecek makinenin tanınması, kullanılan ekim makinesinin ekici düzeni bilinmeli ve kullanılacak tohumluk materyalinin fiziko-mekanik özellikleri ile ekim işleminin agro-teknik esasları bilinmesi gerekmektedir.

Tohumların sıra üzerinde düzgün bir şekilde dağılması, ekiciler tarafından oluşturulan tohum akışındaki düzgünlüğe bağlıdır (Önal, 2017). Bu sebeple geçmişten günümüze kadar çok çeşitli ekici düzen geliştirilmiştir.

Normal sıraya ekim makinalarında kullanılan ekici düzenler aşağıdaki gibidir;

- Oluklu makaralı ekici düzenler
 - Aktif alanı değişmeyen oluklu makaralar
 - Aktif alanı değişen oluklu makaralar
 - Alttan akışlı oluklu makaralar
 - Üstten akışlı oluklu makaralar
- Dişli makaralı ekici düzenler
- İçten kertikli bilezikli ekici düzenler
- Santrifüjlü ekici düzenler
- Helezon götürücü-dişli ekici makara kombinasyonlu ekici düzen
- Pnömatik (havalı) normal sıraya ekici düzen
- Sıvılı ekici düzen
- Pamuk ekici düzen

Türkiye’de günümüzde yaygın olarak kullanılan ekici düzenler dişli makaralı ve oluklu makaralı ekici düzenlerdir.

Ekim makinalarında opsiyonel olarak kullanılan mikro-granül aplikatörler ile ise granül haldeki gübre, ilaç ve tohum gibi materyaller istenilen miktarlarda toprağa bırakılmaktadır. Bazı mikro-granül aplikatörlerde, depodan gelen tohumların dağılımı hücre şeklinde oluklardan oluşan konveyör bantlı ekici düzen ile sağlanır. Ekici düzenden gelen tohumlar, tohum boruları ile toprağa bırakılır.

İster oluklu makaralı ekici düzen, ister pnömatik ekici düzen olsun, tohuma ve dış etkenlere uygun ekim yöntemi ve ekici düzen seçilmediği takdirde ekimde yaşanan kayıplar ve bitki yaşam alanı düzensizliği kaçınılmaz hale gelecektir.

2.2 Ekimin Agro-Teknik Esasları

Ekim derinliği, birim alana düşen bitki sayısı ve buna bağlı olarak bitki yaşam alanı büyüklüğü, ekim tekniğini etkileyen en büyük faktörlerdendir.

Tohumluk materyali ekiminin uygun ve istenilen şekilde gerçekleştirilebilmesi için kullanılacak ekim makinasının işlevsel isteklerinin bilinmesi gerekir. Tohumluk materyalinin çimlenme özellikleri ile ilgili bir değişiklik yapılamayacağı için, makine tarafından kontrol edilen toprak sıkıştırma basıncı ve ekim derinliği gibi etmenlerin kontrol altında olması gerekir.

Ekim derinliği seçiminde;

- Ekilecek tohumluk materyalinin cinsi,
- Tohumluk materyalinin büyüklüğü,
- Tohumluk materyalinin çimlenme gücü,
- Arazideki toprak koşulları,
- Toprağın nem durumu,
- İklim koşulları etkilidir.

Her bitkinin yeterli düzeyde gelişebilmesi için kendine ait bir yaşam alanına ihtiyacı vardır. Bu yaşam alanını sağlayabilmek için bitkilere ihtiyaçları kadar güneş ışığı, hava, nem, sıcaklık ve besin maddesi verilmelidir.

Fiziksel (yüzey yapısı, iç yapısı, biyolojik yapısı) ve karakteristik (geometrik özellikler, aerodinamik özellikler, sürtünme katsayısı, yüzey yapısı, yığın hacim ağırlığı, mekanik özellikler, elektriksel özellikler, optik özellikler ve koku) yapıları aynı olan tohumlar, eşit yaşam alanına ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle tohumluk materyali, kullanılacak makine ile tarlaya düzgün bir dağılım ve eşit sıra arası ve sıra üzeri mesafeler ile ekilmelidir.

2.3 Tohumluk Materyalinin Fiziko-Mekanik Özellikleri

Ekim yöntemlerinin seçiminde ve ekim makinası organlarının dizaynında tohumların fiziko-mekanik özellikleri ile ekim normu, sıra aralığı ve ekim derinliği değerleri dikkate alınmalıdır (Önal, 2017).

Tohumların fiziko-mekanik özellikleri aşağıdaki gibidir;

- Tohumun uzunluk, genişlik, kalınlık ve küreselliği,
- Bin dane ağırlığı (g/1000 dane) veya tohum indeksi (g/1000 dane),
- Tohumun hacim ağırlığı (kg/dm³),
- Tohumun yığılma açısı,
- Statik sürtünme açısı,
- 1 cm³'deki dane sayısı,
- Tohumun bir delikten serbestçe akma yeteneği,
- Tohumun aerodinamik özellikleri.

Tohumların temel boyutlarının ölçüleri tek dane ekimde tohum plakası veya tohum diski yuvalarının şekillendirilmesinde kullanılır. Küresellik değeri ise tohumun şekilli veya şekilsiz olduğunun bir göstergesidir. Ekici düzenlerin tohumları ikizleme ve boşluk yapmadan ekebilmeleri küresellik değeri ile yakından ilgilidir.

İster tek dane ekim makinası olsun, ister tahıl ekim makinası, herhangi bir ekim makinasından beklenen en önemli özellik farklı çeşit tohumların aynı makina ile toprağa düzgün bir şekilde ekilebilmesidir (Yazgı vd., 2012)

Normal sıraya ekim makinalarında kullanılan ekici düzenlerin, tohum akış düzgünlüğü ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü etkilediği bilinmektedir.

Tohum deposundan ekici düzene iletilen tohumluk materyali, tohum borularına ve gömücü ayaklara düzgün dağıtılmalıdır ki istenilen bitki çıkışları ve tohum yaşam alanı sağlanabilsin.

Ekim normu (birim alana atılacak tohum miktarı) ve makina ilerleme hızı, normal sıraya ekim makinalarında akış düzgünlüğü ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü etkileyen önemli faktörlerden bazılarıdır.

Turgut ve ark. (1992) yaptıkları çalışmada üç farklı ekim düzenine sahip bir ekim makinası ile çalışmışlardır. Çalışmada kullanılan buğday tohumlarının norm değerlerinin artması ile akış düzgünlüğünün iyileştiği sonucuna varmışlardır.

Bağdat (2006) yaptığı bir çalışmada, Orta Anadolu Bölgesi ekolojik şartlarına iyi uyum sağlayan ve ekonomik anlamda yetiştiriciliği yapılan tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve kekik türlerinin kullanım alanları ile yetiştiriciliği hakkında bilgi vermiştir. Çalışma sonucunda bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin ilaç sanayimiz tarafından hala ithal edildiği ortaya çıkmıştır. Bunun nedeninin standardizasyon ve tasnifleme konularındaki eksiklikler olduğu belirtilmiştir.

Altuntaş ve ark. (2007) kombine ekim makinaları ile yaptıkları çalışmada, ekim normu ve ilerleme hızının artışına bağlı olarak sıralar arası tohum dağılım düzgünlüğünü, ayaklar arası dağılımda varyasyon katsayısı (% VK) değerlerinin ilerleme hızlarına göre azaldığı ancak yine de istenilen % VK değerlerinin üzerinde olduğu sonucuna varmışlardır.

Singh ve Malhotra (2007) tarafından yapılan çalışmada, kişniş, kimyon, rezene, anason, kimyon, kereviz ve çörekotu bitkilerine ait hasat ve olgunluk dereceleri araştırılmıştır. Çalışmada, bitkilerin kalite artışının doğru zamanda hasat ile mümkün olduğu ve böylece verimin maksimum olacağı sonucuna varılmıştır.

Bayram ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada, tıbbi ve aromatik bitkilerin üretiminin arttırılması olanakları üzerine çalışılmıştır. Çalışmada, bitkilerin tanımı ve kapsamaları, geçmişten günümüze kullanımları, ekonomik önemleri ve üretimi ve ticareti üzerinde durulmuştur. Çalışma sonucunda, ülkemizde tıbbi ve aromatik bitki üretiminin arttırılmasının birçok sanayi kolunun gelişmesinin mümkün olacağını göstermektedir.

Önal ve Ertuğrul (2011), üstten akışlı oluklu ekici makaranın soğan, havuç ve kanola tohumları için tohum akış ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü incelemişlerdir. Bulunan model denklemleri ile, tohum akış debisinin, aktif makara uzunluğuna, makara dönüş sayısına bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir. Soğan, havuç, kanola ve kaplı kanola tohumlarının düşük ekim normlarında (adı geçen tohumlar için sırasıyla 120, 120, 240 ve 220 g/da), düzgün bir tohum akışında (% VK < %4) ve “orta”- “iyi” kalitede bir sıra üzeri tohum dağılımında (genel ortalama

değerleri: $\lambda = 61.9, 59.4, 68.8$ ve 67.1 ; $V_f = 1.05, 1.06, 0.82$, ve 0.91) ekiminin mümkün olduğu sonucuna varmışlardır.

Yazgı ve ark. (2012) aktif alanı değişebilen oluklu makaralı ekici düzene sahip pnömomatik tahıl ekim makinası ile makina performansı, tohum akış düzgünlüğü, ayaklar arası tohum dağılım düzgünlüğü ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü değerlerini % V.K olarak değerlendirmişlerdir. Buna bağlı olarak, yüksek makina ilerleme hızlarında (2 m/s) tohum akışında bir iyileşme olduğu sonucuna varmışlardır.

Siow ve Gan (2014) kimyon tohumundaki izole proteini potansiyel bir biyoaktif protein kaynağı olarak bulup, protein ekstraksiyon işlemindeki parametreleri RSM kullanarak optimize etmeye çalışmışlardır. Deneme deseni olarak Box-Behnken kullanılmış olup, deneme desenindeki bağımsız değişkenler sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), süre (h) ve tampon madde oranı (ml/g)'dır. Denemelerde her bir bağımsız değişken için 3 seviye seçilmiş ve bağımlı değişken (y) olarak protein verimi (mg/g) belirlenmiştir. Sonuç olarak denemede kullanılan bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişken üzerinde önemli bir etkiye neden olduğu ve optimum çalışma koşulları, 0,6 saatlik ekstraksiyon süreci, $26,3^{\circ}\text{C}$ 'lik ekstraksiyon sıcaklığı ve 10 ml/g tampon madde oranı olarak bulunmuştur.

Upadhyay ve Mishra (2016) ayçiçeği yağında adaçayı oleoresini ve askorbil palmitatın eşzamanlı optimizasyonunu RSM ve Temel Bileşen Analizi yardımı ile optimize etmeye çalışmışlardır. Deneme desenleri Merkez Esaslı Kompozit Dizayn ve Döner Dizayn olarak belirlenen bu çalışmadaki bağımsız değişkenler X_1 ve X_2 olup bunlar adaçayı oleoresin (ppm) ve askorbil palmitat (ppm) konsantrasyonlarıdır. Bağımlı değişkenler olarak peroksit değeri (meq aktif oksijen/kg yağ), para-anisidin değeri (%), serbest yağ asitleri (%), endüksiyon zamanı (h), toplam polar madde (%), konjuge dien değeri (mmol/l), yağda çözünen bileşiklerin antioksidan kapasitesi ($\mu\text{mol Trolox Eşitliği/g}$) belirlenmiştir. %95 önem seviyesinde yapılan analizler sonucunda, adaçayı oleoresini ve askorbil palmitatın 1289,19 ppm ve 218,06 ppm'deki değerlerde optimal koşulların elde edildiği ve veri kaybı olmadan veri analiz zamanının minimize edildiği belirtilmiştir.

Karayel ve Aktaş (2018) tahıl ekim makinalarında farklı tip gömücü ayaklar ile helezon tip tohum borusunun, sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü ve tohum düşme hızına olan etkilerini incelemiştir. Çalışmalar sonucunda, kademeli (v kanallı) gömücü ayağın sıra üzeri mesafeleri ve tohumların düşüş hızını azalttığı ve böylece tohum dağılımını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Benmoussa ve ark. (2018) Tunus kimyonu (*Cuminum cyminum L.*) tohumlarından uçucu yağ ekstraksiyonu için RSM kullanarak ekstraksiyon işlemini optimize hale getirmeye çalışmışlardır. Çalışmada kullanılan bağımsız değişkenler X_1 , X_2 ve X_3 sırasıyla mikrodalga ısınlama süresi (dakika), mikrodalga ısınlama gücü (W) ve nem içeriği (%), bağımlı değişken olarak ise ekstraksiyon verimi (%) belirlenmiştir. Ekstraksiyon veriminin maksimize edilmesi için yapılan bu çalışmada optimum çalışma koşulları olarak mikrodalga ısınlama süresi 16 dakika, mikrodalga ısınlama gücü 203,3 W ve nem içeriği %44,67 olarak bulunmuştur. Yapılan önceki çalışmalara kıyasla Tunus kimyonu tohumlarındaki uçucu yağın çıkarılması işleminin çevre dostu bir yaklaşım getirdiği öne sürülmüştür.

Özdemir (2019) yaptığı çalışmada, farklı oluklu makaralar ile farklı tohumların iletiminde dolma katsayısının tahminlenebileceği matematiksel bir model geliştirmeye çalışmıştır. İki farklı çapa (25 ve 50 mm) sahip oluklu makara ile arpa, aspir, buğday, çavdar, keten, kişniş, susam, yonca ve yulaf tohumları ile akış düzgünlüğü denemeleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler aracılığı ile dolma katsayısı modeli geliştirilebilmesi için 5 farklı matematiksel model öne sürülmüştür. En iyi modelin en az bağımsız değişkene sahip olan ve dolma katsayısının transforme $(\eta/1-\eta)$ edildiği üstel model ($R^2 = \% 89,42$) olduğu belirlenmiştir.

Sönmez ve ark. (2019) tarafından yürütülen çalışmada ise, adaçayı (*Salvia spp.*) türlerinde çimlenme ve çıkış performansını artırıcı uygulamalar ortaya konulmuştur. Bu amaçla adaçayı tohumlarına 9 farklı kaplama tekniği uygulanmış ve çimlenme ile çıkış dereceleri gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, yapılan kaplama işlemlerinin tohumları istatistiksel oranlarda iyi derecede etkilediği ve çimlenme ile çıkış derecelerinin iyileştirildiği bulgularına varılmıştır.

Lee ve ark. (2021), kimyon (*Cuminum cyminum L.*) tohumlarındaki polifenol ve antioksidan gibi biyoaktif bileşiklerin verimini arttırmak için RSM kullanmışlardır. Çalışmalarında, uygulamadaki her bir işlem değişkeninin önemini belirtmek için üç değişken ve beş seviyeden oluşan Merkezi Esaslı Kompozit

Dizaynı esas almışlardır. Modelde kullanılan bağımsız değişkenler X_1 , X_2 , X_3 sırasıyla ekstraksiyon sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), etanol konsantrasyonu (%) ve ekstraksiyon süresi (dakika) olarak belirlenmiştir. Tepki yüzeyleri olarak ise, toplam polifenolik içeriği (mg GAE/g), antioksidan aktivitesi (%) ve verim (%) değerleri kullanılmıştır. Çalışmalar sonucunda, tahminlenen veriler ile deneysel verilerin uyumlu olduğu ve bulunan matematiksel modelin doğru olduğu belirtilmiştir.

Varol (2022) yaptığı çalışmada, kişniş tohumları ile olukluklu makaraya sahip bir ekici düzenin performansını belirlemeye çalışmıştır. Akış düzgünlüğü denemelerinde 5 farklı makara uzunluğu ve 10 farklı makara devir sayısı ile %VK değerleri elde edilmiştir. Denemeler ekim normunun 15, 20, 25 kg/ha ve ilerleme hızlarının 1, 1,5, 2 m/s olduğu koşullarda gerçekleştirilmiştir. Akış düzgünlüğünün %VK değerlerinin %0,28 ile %1,05 arasında değiştiği, varyasyon faktörü (Vf) değerlerinin 0,65 ile 0,83 arasında değiştiği ve tüm kombinasyonlarda hassas ekim olarak nitelendirilebileceği belirtilmiştir. İyilik kriteri (λ) değerlendirme aralığına göre, ekim normu 15 kg/ha ve ilerleme hızı 1,0 m/s, ekim normunun 20 ve 25 kg/ha ilerleme hızının 1,0 ve 1,5 m/s olduğu koşullar çok iyi olarak sınıflandırılmıştır.

Günümüzde tıbbi ve aromatik bitkilerde esansiyel yağ elde etmek için ekstraksiyon işleminin optimizasyonu, tohum akış düzgünlüğü ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü belirlemek ile ilgili çok çeşitli çalışmalar olmasına karşın, ekim makinesi kullanılarak ekimine ve ekim makinesinin, makine performansına ve optimizasyonuna ilişkin herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenlerle planlanan çalışmada tıbbi ve aromatik bitki tohumalarının mikro-granül aplikatör ile ekilebilirliği, tohum akış düzgünlüğünün ortaya konması ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün optimizasyonu hedeflenmiştir. Makinanın farklı çalışma koşullarına gösterdiği tepkilerin belirlenebilmesi için farklı fiziksel özelliklere sahip tohumlar kullanılmış olup ürüne özgü optimum çalışma şartlarının saptanmasına çalışılmıştır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Gereç

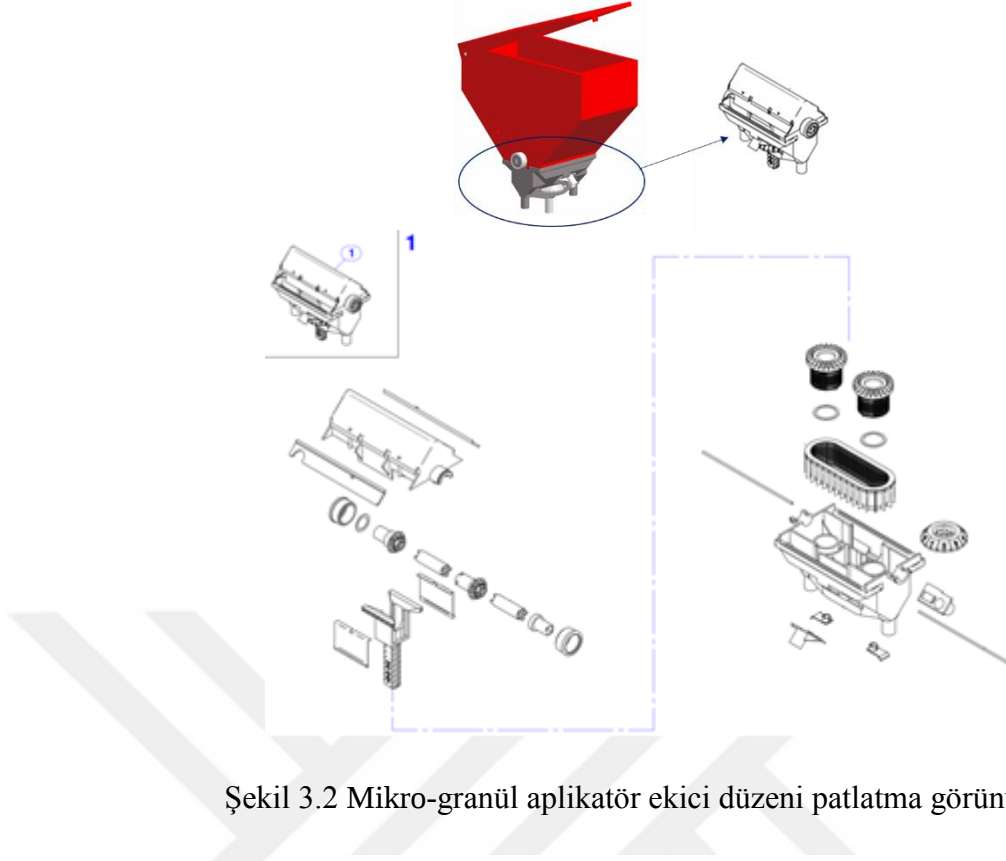
3.1.1 Mikro-Granül Aplikatör ve Ekici Düzen

Denemelerde Şekil 3.1’de genel görünüşü, Şekil 3.2’de patlatma görünüşü verilen ekim makinalarında opsiyonel donanım olarak sunulan konveyör bantlı ekici düzene sahip mikro-granül aplikatör kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan konveyör bantlı mikro-granül aplikatör, hassas bir norm ayar mekanizmasına sahip olup istenilen norm değerlerine kolaylıkla ayarlanabilen yapıdadır. 0’ dan 3’e kadar her bir konumda 0 – 9.5 arası 20 farklı değer bulunan bu ekici düzende tohum akışının sağlanacağı iki farklı tohum çıkışı bulunmaktadır (Şekil 3.3).

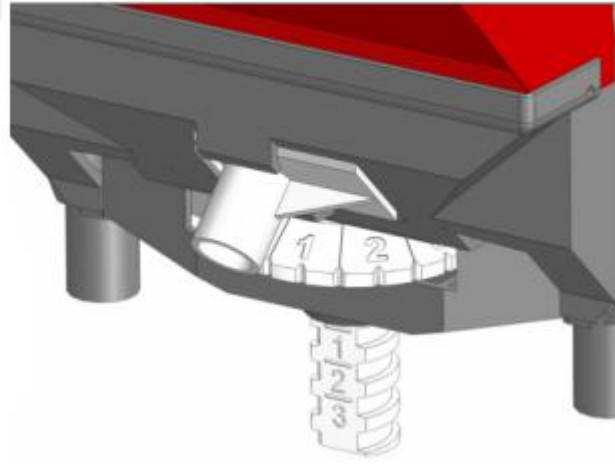
Depodan alınan tohum, tohum boruları aracılığıyla toprağa bırakılmaktadır. Depoda kalan tohumun kolayca boşaltılmasını sağlamak üzere depo tabanında 2 adet tohum boşaltma deliği bulunmaktadır. Tohum sandığı galvaniz sacdan yapılmış olup 25 L hacme sahiptir.



Şekil 3.1 Mikro-granül aplikatör genel görünüşü

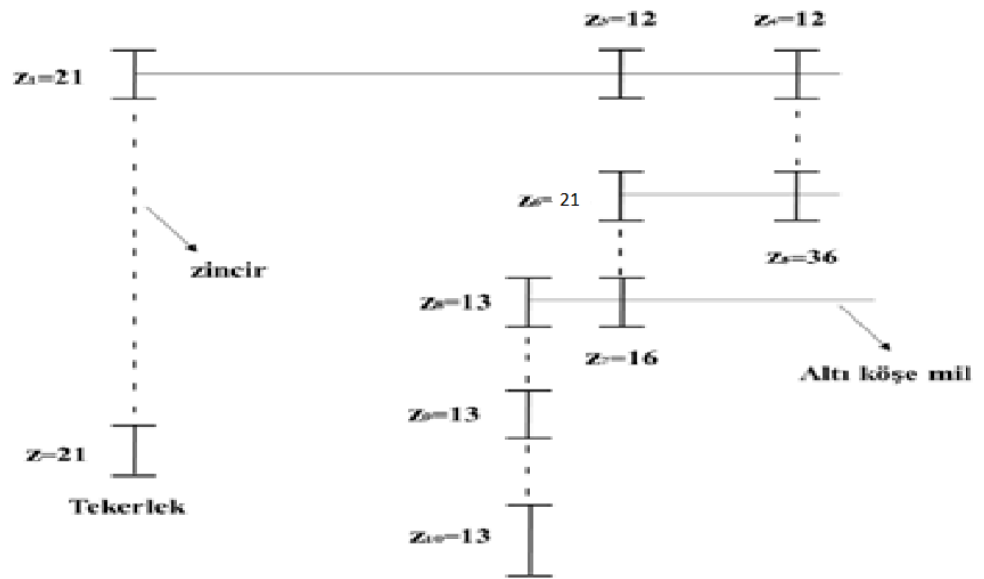


Şekil 3.2 Mikro-granül aplikatör ekici düzeni patlatma görünümü



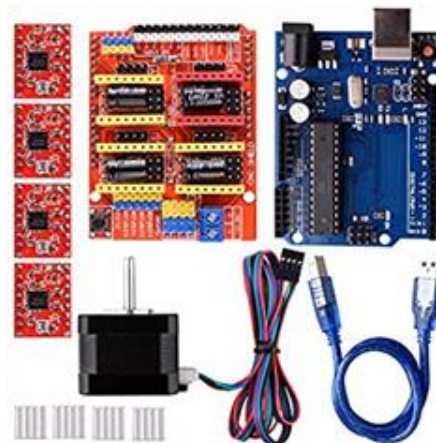
Şekil 3.3 Norm ayar mekanizması ve tohum çıkış boruları

Ekim makinalarında ekici düzen hareketini, genellikle tahrik tekerleklerinden almaktadır. Tekerlekten gelen hareket zincir-dişli mekanizmaları ile dişli kutusuna, transmisyon değişimi sağlanarak diğer dişlilere ve en son ekici düzene iletilir. Çalışmada esas alınan hareket iletim şeması Şekil 3.4’de verilmiştir.

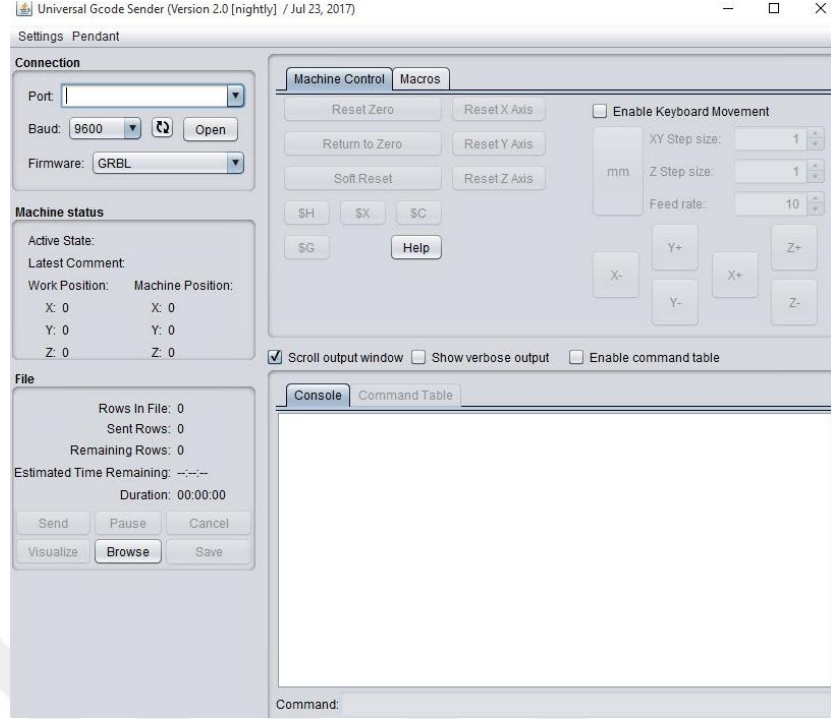


Şekil 3.4 Makine iletim şeması

Denemelerde konveyör bantlı ekici düzene hareket, Şekil 3.4'te verilen iletim şeması göz önünde tutularak ilgili devirler, Şekil 3.5'te görülen bilgisayar kontrollü bir step motor ile verilmiştir. Step motor kontrol devresi, Arduino Uno R3, Arduino CNC Shield, DRV8825 step motor sürücü, DC güç kaynağı (19V, 4.74A), data kablosu ve Nema 23 step motor (0.55Nm)'dan oluşmaktadır. Step motora hareket, Universal Gcode Sender yazılım programı ile sağlanmıştır (Şekil 3.6).

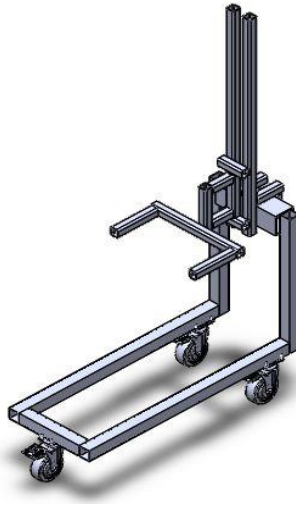


Şekil 3.5 Step motor ve kontrol elemanları



Şekil 3.6 Universal Gcode Sender program arayüzü

Mikro-granül aplikatör, bu çalışma için özel olarak tasarlanan ve bağlantı yüksekliği kademesiz olarak ayarlanabilir şekildeki çatı (Şekil 3.7a) üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 3.7b)



Şekil 3.7a Mikro-granül aplikatör bağlantı çatısı



Şekil 3.7b Mikro-granül aplikatör deneme düzeni

3.1.2 Tohumluk Materyali

Denemelerde farklı fiziko-mekanik özelliklere sahip olan adaçayı, çörekotu, kimyon ve kişniş tohumları kullanılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Denemelerde kullanılan tohumlar

3.1.3 Hassas Terazî

Tohumların bin dane ağırlığı (g/1000 dane) ölçümleri Şekil 3.9’da verilen 0,001 g hassasiyet ile çalışan Precisa marka hassas terazi ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.9 Bin dane ağırlığı (g/1000 dane) ölçümünde kullanılan hassas terazi

3.1.4 Dijital Kumpas

Tohumların fiziksel özelliklerinden uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri Mitutoyo marka dijital bir kumpas yardımı ile ölçülmüştür (Şekil 3.10)



Şekil 3.10 Tohum boyutlarının ölçümü için kullanılan dijital kumpas

3.1.5 Silindirik Örnek Kapları

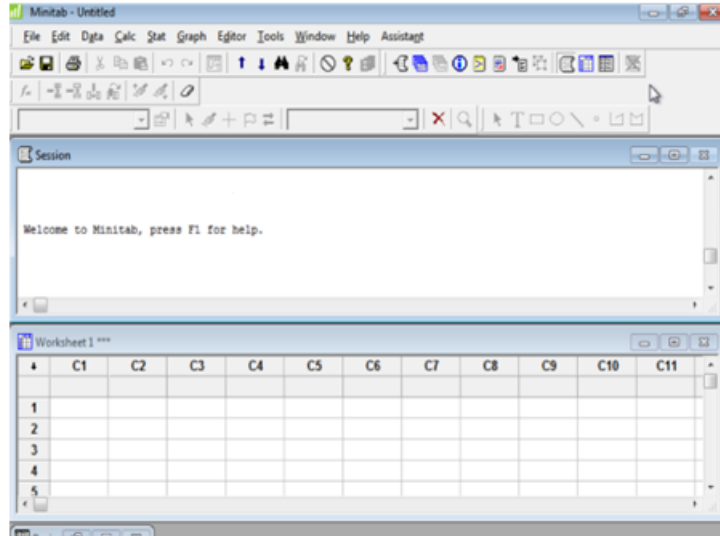
Tohumların yığın hacim ağırlığı değerlerinin saptanmasında Şekil 3.11’de görülen hacmi bilinen silindirik örnek kapları kullanılmıştır.



Şekil 3.11 Tohumların yığın hacim ağırlığı ölçümünde kullanılan silindirik örnek kapları

3.1.6 İstatistik ve Matematik Çözümleme Paket Programları

Yapılan denemelerden elde edilen verilerin analizinde Microsoft Excel ve Minitab Release 13.20 Deneme Versiyonu (Şekil 3.12) kullanılmıştır.



Şekil 3.12 Minitab program arayüzü

Minitab'den elde edilen 3. dereceden (kübik) model denklemlerin çözümlenerek denklem köklerinin elde edilmesi için ise Maple 11.0 Single User Profile (Şekil 3.13) paket programı deneme versiyonu kullanılmıştır.



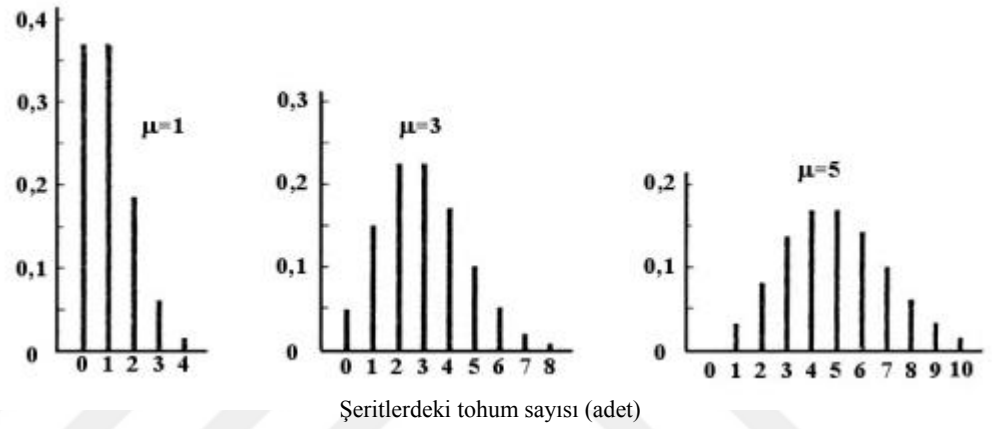
Şekil 3.13 Maple program arayüzü

3.2 Yöntem

3.2.1 Normal Sıraya Ekimin Matematik-İstatistik Esasları

Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün bitkinin yetişmesi, yaşam alanı, çimlenmesi, büyümesi ve verimi ile doğrusal bir ilişkisi bulunmaktadır. Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü ne kadar düzgün olursa ekim sonrası elde edilecek sonuçlar da bir o kadar iyi olmaktadır.

Normal sıraya ekimde tohumlar çiziye hacim ayarı yapan ekici düzenler ile bırakılır ve sıra üzeri tohum dağılımı, Poisson Dağılımı özelliği gösterir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 Poisson Dağılımı (Önal, 2017)

Tohum aralıklarının tekdüzeliği varyasyon katsayısı (VK., %) ile ifade edilir. Denemelerden elde edilecek varyasyon katsayısı değerleri ne kadar düşük olursa, ekim o kadar başarılı bir şekilde gerçekleştirilir.

$$VK = \frac{S}{Z} \cdot 100 \dots\dots\dots (3.1)$$

Formülde verilen S, standart sapma, Z ortalama tohum aralığıdır.

Tohum akış düzgünlüğü ve ayaklar arası tohum dağılım düzgünlüğü değerlendirme kriterleri Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 Tohum akış düzgünlüğü ve ayaklar arası tohum dağılım düzgünlüğü değerlendirme kriterleri

Tohum akış düzgünlüğü VK (%)	Ayaklar arası tohum dağılım düzgünlüğü VK (%)	Değerlendirme
<1	<4	Çok iyi
1 – 2	4 – 6.3	İyi
2 – 3	6.3 – 8.9	Orta
3 – 4	8.9 – 12.5	Yeterli
>4	>12.5	Yetersiz

Normal sıraya ekimde, bitki sırasına dik, genişliği “L” olan şeritlerdeki tohum sayılarının dağılımı, Poisson dağılım denklemi ile tanımlanabilir (Önal, 2017).

$$f(r) = \frac{\mu^r}{r!} x e^{-\mu} \dots\dots\dots (3.2)$$

$$\mu = \frac{\sum n}{\sum s} \dots\dots\dots (3.3)$$

Formülde;

r: L genişliğindeki şeritlerdeki tohum sayısı,

μ: Poisson popülasyon ortalaması (şeritlerdeki toplam tohum adedinin (Σn), toplam şerit sayısına (Σs) bölünmesi ile bulunur).

e: Doğal logaritmanın tabanı (2,718),

f(n): Her birinde r (r = 0,1,2,...r) adet tohum bulunan şeritlerin nispi miktarı (ondalık cinsinden).

Sıra üzeri tohum dağılımının Poisson Dağılımı'na uygunluğu Varyasyon Faktörü (V_f) ve İyiilik Kriteri (λ) değerleri ile kontrol edilir.

Varyasyon faktörü hesaplamaları aşağıdaki gibidir;

$$V_f = \frac{S^2}{\mu} \dots\dots\dots (3.4)$$

$$S^2 = \frac{\sum X_i^2 - (\sum X_i x f_i)^2 / n}{n-1} \dots\dots\dots (3.5)$$

Yukarıda verilen formülde;

V_f : Varyasyon faktörü

S^2 : Varyans

X_i : Beklenen değer,

f_i : Nispi değer

n : Toplam örnek sayısıdır.

Eşitlikler sonucunda elde edilen dağılım türünün değerlendirme kriterleri

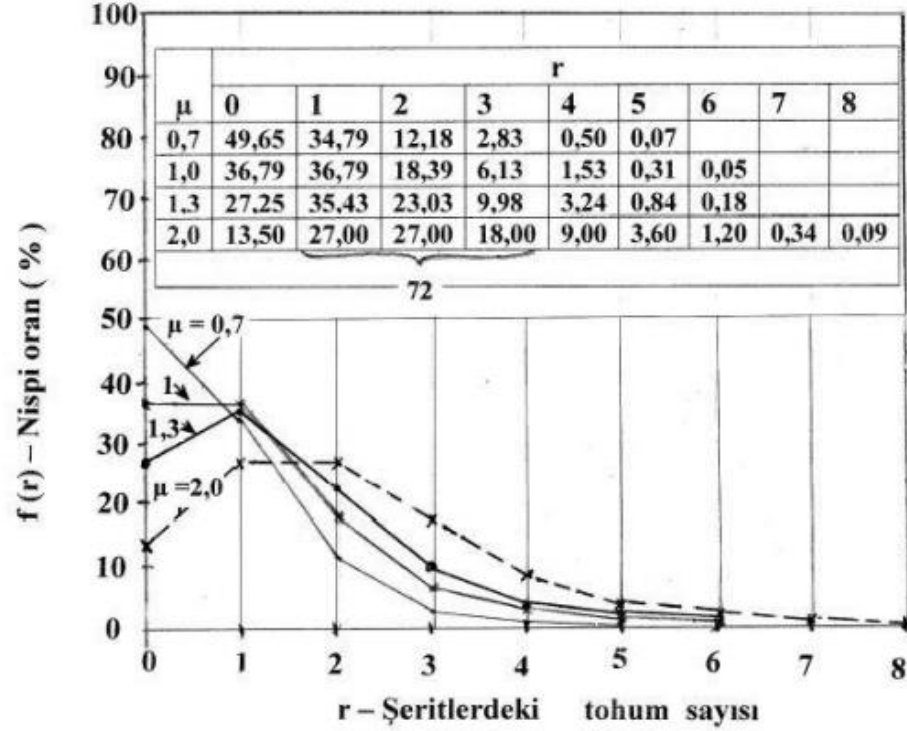
aşağıda Tablo 3.2'de verildiği gibidir;

Tablo 3.2 Varyasyon faktörü değerlendirmesi

Varyasyon Faktörü (V_f)	Değerlendirme	Ekim Karakteri
$V_f > 1.1$	Negatif Binomiyal Dağılım	Tohum dağılımında istenmeyen boşluk ve kümelenme
$0.9 < V_f < 1.1$	Poisson Dağılımı	Normal sıraya ekim karakteri
$V_f < 0.9$	Binomiyal Dağılım	Tek dane ekim karakteri

İyilik Kriteri (λ) ise, 1, 2 ve 3 tohumlu şeritlerin 300 şeritteki % değeri hesaplanarak bulunur.

Şekil 3.15'deki teorik Poisson dağılımında görüldüğü gibi, şeritlerde ortalama tohum sayısı $\mu=2$ alındığında, 1, 2 ve 3 tohumlu şeritlerin toplam değeri % 72 olmaktadır (Önal, 2017; Ertuğrul, 2010).



Şekil 3.15 Normal sıraya ekimde, değişik μ değerlerinde, şeritlerdeki tohum sayıları

Varyasyon faktörü ve λ , iyilik kriterini karşılaştırabilmek için $\mu \approx 2$ koşulu uygulanmalıdır. Bu koşulu sağlayabilmek için şeritlerdeki ortalama tohum sayısını 2 yapacak şekilde şerit genişliğinin (a, cm) ayarlanması gerekir (Önal, 2017):

$$a = \frac{10 \times \mu \times \sigma}{b \times N} \dots\dots\dots (3.6)$$

Formülde, σ tohumun bin dane ağırlığı (g/1000 dane); b, sıra aralığı (cm); N, ekim normu (kg/da)'dır.

Hesaplanan iyilik kriteri λ sonuçlarına bağlı olarak sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün değerlendirilmesi Tablo 3.3'de verilmiştir.

Tablo 3.3 Normal sıraya ekim makinasında, sıra üzeri tohum dağılımının değerlendirilmesi ($\mu=2$) (Önal, 2017)

İyilik Kriteri (λ)	Değerlendirme
≥ 72	Çok iyi
72-65	İyi
65-55	Orta
< 55	Yetersiz

3.2.2 Tohumların Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

Tohumların bin dane ağırlığı (g/1000 dane) ölçümleri Şekil 3.9’da verilen 0,001 g hassasiyet ile çalışan Precisa marka hassas terazi ile gerçekleştirilmiştir. Her bir tohumluk materyali için (adaçayı, çörekotu, kimyon ve kişniş) 1000 adet tohum 100’lü 10 gruba ayrılmış ve her grubun gram cinsinden ağırlıkları ölçülmüştür. 10 grubun ortalamasına bağlı olarak 1000 dane ağırlığı hesaplanmıştır. Ayrıca 10 grubun standart sapması değerleri de bulunmuştur.

Tohumların fiziksel özelliklerinden uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri Mitutoyo marka dijital bir kumpas yardımı ile ölçülmüştür (Şekil 3.10). Tohumların boyutları ölçüldükten sonra uzunluk, kalınlık ve genişlik değerlerine bağlı olarak her biri için aşağıdaki formül uyarınca küresellik değerleri ayrı ayrı hesaplanmıştır.

$$\Phi = \frac{\sqrt[3]{L.w.t}}{l} \cdot 100 \dots\dots\dots (3.7)$$

Eşitlikte verilen;

l , tanenin uzunluk değeri (mm),

w , tanenin genişlik değeri (mm),

t , tanenin kalınlık değeridir (mm).

Tohumların yığın hacim ağırlığı, hacmi bilinen kabın (Şekil 3.11) içerisine koyulan materyalin ağırlığının ölçülmesi ilkesine bağlı olarak belirlenmiştir. Silindirik kapların darası ve tohum dolu ağırlığı, şekil 3.9’da verilen hassas terazi ile ölçülmüştür.

Bu amaçla tohum dolu kabın toplam ağırlığı ölçülmüş, daha sonra dara bulunan ağırlıktan çıkartılmıştır. Tohumların ağırlığı kabın hesaplanan hacmine bölünmüştür.

Yığın hacim ağırlığı hesabı için kullanılan formüller aşağıdaki gibidir;

$$v = \pi r^2 * h \dots\dots\dots (3.8)$$

$$\gamma = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (3.9)$$

Eşitliklerde verilen;

v = silindirik kabın hacmi (cm³),

R = silindirik kabın yarıçapı (cm),

h = silindirik kabın yüksekliği (cm),

m = tohumun ağırlığı (g),

γ = yığın hacim ağırlığı (g/ cm³).

Tohumların bu çalışma kapsamında ele alınan ve hesaplanan fiziksel özellikleri Tablo 3.4’de verilmiştir.

Tablo 3.4 Tohumların fiziksel özellikleri

Tohum	Uzunluk (a; mm)	Genişlik (b; mm)	Kalınlık (c; mm)	Küresellik (ϕ , %)	Bin dane ağırlığı (m_{1000} ; g)	Yığın hacim ağırlığı (γ , g/cm ³)
Adaçayı	2,68±0,20	2,45±0,14	2,19±0,13	90,81±3,14	8,95±0,01	0,69
Çörekotu	2,79±0,31	1,53±0,16	1,16±0,19	61,16±6,17	3,08±0,01	0,44
Kimyon	5,42±0,73	1,50±0,29	1,11±0,26	38,30±5,01	3,49±0,03	0,45
Kışniş	4,34±0,36	3,49±0,27	3,26±0,27	84,47±2,79	10,91±0,07	0,40

3.2.3 Tepki Yüzeyleri Metodolojisi (RSM)

Tepki Yüzeyleri Metodolojisi (RSM) ile belirlenen değişkenlerin optimum seviyeleri bulunarak bir sistem performansının nasıl optimize edileceği belirlenmektedir. Belirlenen değişkenlerin sistem içerisinde birbirlerine nasıl tepki gösterdiği yapılan deneysel çalışmalar ile bulunmaya çalışılır. Böylelikle çalışmanın deneme deseni, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin sayısı ve sisteme olan etkileri belirlenir, elde edilen verilere bağlı olarak matematiksel modeller geliştirilir.

Geliştirilen matematiksel modellerin optimum noktaları bulunarak, optimizasyon sonrası veri yorumu ve optimum koşulların test edilmesi sağlanır.

RSM’e uygun olarak geliştirilen Merkez Esaslı Kompozit Dizayn (Central Composite Design-CCD) deneme deseninde belirlenen 3 bağımsız değişken için 5 farklı seviye bulunmaktadır. CCD deneme desenine uygun olarak geliştirilen

çalışmadaki bağımsız değişkenlerin; makine ilerleme hızı (X_1), ekim normu (X_2) ve tohum düşme açısının (X_3), tohum akış düzgünlüğü, ekim normu ve sıra üzeri dağılım düzgünlüğü üzerindeki etkileri incelenmiştir.

3.2.3.1 Deneme deseni dizaynı, bağımsız değişkenler ve seviyeleri

Kullanılan CCD deneme desenine bağlı olarak her bağımsız değişken için 5 seviye istenmektedir. Bu nedenle 3 bağımsız değişken ve 5 seviyeli bir deneme deseni için metodoloji gereği yıldız noktalar (α) ± 1.682 olarak belirlenmiştir.

Denemelerde her tohum için ilerleme hızı, ekim normu ve tohum düşme açısı (x) bağımsız değişkenler, makine performansı ise bağımlı değişken (y) olarak belirlenmiştir.

RSM uyarınca çalışılacak bağımsız değişkenlerin sayısal (gerçek) değerleri kodlu değerlere dönüştürülür. Kodlama aşağıda verilen formüle uygun olarak yapılır;

$$X_i = \frac{\varepsilon_i - \varepsilon_{i0}}{S_i} \dots\dots\dots (3.10)$$

Formülde;

X_i : Değişken kodu

ε_i : Çalışma aralığındaki değişken değeri

ε_{i0} : Çalışma aralığı merkez değeri

S_i : Adım değeridir.

CCD'ye uygun olarak belirlenen kodlu değerler Tablo 3.5'de verilmiştir. Bağımsız değişkenlerin kodlu değerlerine karşılık gelen ve denemelerde kullanılan kodsuz (gerçek) değerleri Tablo 3.6'de verilmiştir.

Tablo 3.5 CCD (Central Composite Design) deneme deseni

Deney No	Bağımsız Değişkenler		
	İlerleme Hızı (X_1)	Ekim Normu (X_2)	Tohum Düşme Açısı (X_3)
1	-1	-1	-1
2	-1	1	-1
3	1	-1	-1
4	1	1	-1
5	-1	-1	1
6	-1	1	1
7	1	-1	1
8	1	1	1
9	-1,682	0	0
10	1,682	0	0
11	0	-1,682	0
12	0	1,682	0
13	0	0	-1,682
14	0	0	1,682
15	0	0	0

16	0	0	0
17	0	0	0
18	0	0	0
19	0	0	0
20	0	0	0

Tablo 3.6 Tüm ürünler için RSM'e uygun adım değerlerinde hesaplanan ilerleme hızı, ekim normu ve tohum düşme açısı değerleri

Bağımsız değişken	Adım Değeri	Kodlu Değerler				
		-1,682	-1	0	1	1,682
İlerleme Hızı (m/s)	0,6	1,01	1,4	2	2,6	3,01
Ekim normu (kg/da)	0,5	0,66	1	1,5	2	2,34
Tohum düşme açısı (°)	20	1,36	15	35	55	68,64

Eşitlik 3.10'da verilen formüle uygun olarak hesaplanan kodlu değerlere karşılık gelen kodsuz değerler ile oluşturulan deneme deseni Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.7 Deneme deseni ve denemelerde kullanılan bağımsız değişkenlerin her tohum için hesaplanmış kodlu ve kodsuz değerleri

Deney No	İlerleme Hızı (X ₁)		Ekim Normu (X ₂)		Tohum Düşme Açısı (X ₃)	
	Kodlu	Kodsuz	Kodlu	Kodsuz	Kodlu	Kodsuz
1	-1	1,4	-1	1,0	-1	15
2	-1	1,4	1	2,0	-1	15
3	1	2,6	-1	1,0	-1	15
4	1	2,6	1	2,0	-1	15
5	-1	1,4	-1	1,0	1	55
6	-1	1,4	1	2,0	1	55
7	1	2,6	-1	1,0	1	55
8	1	2,6	1	2,0	1	55
9	-1,682	1,01	0	1,5	0	35
10	1,682	3,01	0	1,5	0	35
11	0	2,0	-1,682	0,66	0	35
12	0	2,0	1,682	2,34	0	35
13	0	2,0	0	1,5	-1,682	1,36
14	0	2,0	0	1,5	1,682	68,64
15	0	2,0	0	1,5	0	35
16	0	2,0	0	1,5	0	35

17	0	2,0	0	1,5	0	35
18	0	2,0	0	1,5	0	35
19	0	2,0	0	1,5	0	35
20	0	2,0	0	1,5	0	35

Denemelerde her bir tohum için 5 farklı ilerleme hızı (X_1), 5 farklı ekim normu (X_2) ve 5 farklı tohum düşme açısı (X_3) değerlerinde çalışılmış, sistemin farklı çalışma şartlarına gösterdiği tepki incelenmiştir (performans; Y).

3.2.4 Deneme Düzeni

3.2.4.1 Akış Düzgünlüğü Deneme Düzeni

Denemeler sırasında her bir tohumluk materyalinin akış düzgünlüğünün belirlenebilmesi için konveyör bantlı ekici düzene sahip mikro-granül aplikatörün tohum borularının altına denk gelecek şekilde kaplar konulmuştur. Deneme desenine bağlı olarak her bir denemede 1 dakikalık süre ile tohum akışı sağlanmıştır (Şekil 3.16). Ekici düzenden gelen tohumların ağırlıkları hassas terazi ile ölçülmüş ve kaydedilmiştir (Şekil 3.17). Denemeler 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.



Şekil 3.16 Akış düzgünlüğü deneme düzeneği



Şekil 3.17 Tohum ağırlıklarının hassas terazi ile ölçümü

Denemelerden elde edilen veriler Microsoft Excel, Minitab ve Maple programlarında analiz edilmiştir.

3.2.4.2 Yapışkan Bant Deneme Düzeni

Gerçek ekim koşullarının simüle edildiği yapışkan bant deneme düzeninde (Şekil 3.18) gres yağı sürülmüş bir bant ve bu bandı deneme desenine uygun ilerleme hızlarında hareket ettirebilen elektronik kontrollü bir elektrik motoru bulunmaktadır.



Şekil 3.18 Yapışkan bant deneme düzeni

Her bir tohum için deneme desenindeki koşullar sağlandıktan sonra, ekim makinasının gömücü ayaklarından gelen tohumlar, gres yağı sürülmüş bandın üzerine serbest düşme ile bırakılmaktadır.

Ekim makinelerinde performans değerlendirme kriterlerinden biri olan sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü varyasyon faktörü (V_f) ve iyilik kriteri (λ) değerleri kontrol edilmiştir. Deneme desenine uygun olarak Eşitlik 1.6 uyarınca hesaplanan şerit genişliklerindeki tohumların adedi sayılmıştır (Şekil 3.19).



Şekil 3.19 Şeritlerdeki tohum sayıları

4. BULGULAR

Yapılan ön denemeler sonucunda, kimyon tohumlarının fiziksel özellikleri nedeniyle konveyör bantlı ekici düzene sahip mikro-granül aplikatör ile ekiminin gerçekleştirilemeyeceği saptanmıştır. Kimyon tohumunun statik elektriklenmeye meyilli olması ve bu nedenle de tohumların birbirine yapışması, konveyör bandın kanatlarının bu şekilde topaklaşan tohumu üzerine alarak düzgün bir şekilde taşıyamamasına neden olmuştur. Tohumlar bant tarafından taşınsa bile her kanat tarafından taşınan tohum miktarının farklı olması nedeniyle tıkanmaların meydana geldiği saptanmıştır. Ekici düzen ile tohum arasındaki bu uyumsuzluk nedeniyle (Şekil 4.1) çalışma kapsamında kimyon tohumlarına ilişkin herhangi bir veri alınamamıştır.

Adaçayı, çörekotu ve kişniş tohumları kullanılarak gerçekleştirilen tüm denemelerden elde edilen bulgular ve değerlendirmeler aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.1 Kimyon tohumunda yapılan akış düzgünlüğü denemesi

4.1 Ekim Normuna İlişkin Bulgular

Adaçayı, çörekotu ve kişniş tohumları ile, çalışma aralığındaki ekim normu değerlerinin belirlenebilmesi için mikro-granül aplikatörün bir çok kademe ve konumunda akış denemeleri yapılmıştır.

Adaçayı, çörekotu ve kişniş tohumları ile farklı kapak açıklıklarında 1 dakika süreyle gerçekleştirilen akış denemelerinden elde edilen ekim normu sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.1.1 Adaçayı ekim normu bulguları

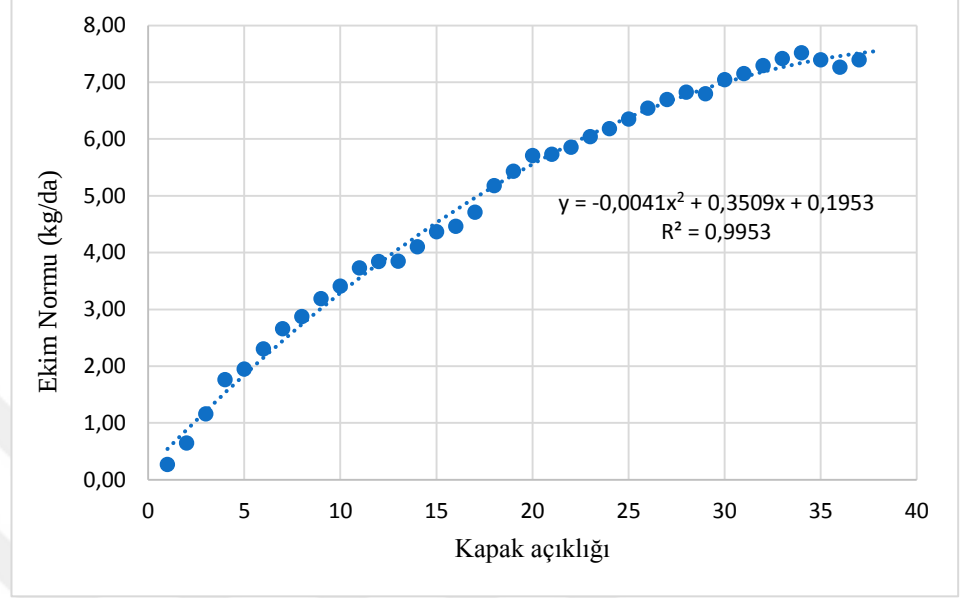
Deneme desenindeki ekim normu değerlerinin saptanması için adaçayı tohumları ile farklı ekim normu değerlerine karşılık gelecek farklı kapak açıklıklarında 1 dakika süre ile tartım denemeleri gerçekleştirilmiştir.

1 m/s ilerleme hızında gerçekleştirilen denemelere ilişkin tüm sonuçlar Tablo 4.1’de verilmiştir. Tablo 4.1’den görüldüğü üzere konveyör bantlı ekici düzen ile adaçayı ekiminde 0,27-7,39 kg/da ekim normunda çalışılabileceği saptanmıştır. Tablo 4.1’de elde edilen veriler doğrultusunda kademeye bağlı ekim normu değişim grafiği ise Şekil 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.1 Adaçayı tartım denemelerinden elde edilen ekim normu sonuçları

Norm Kademesi	Norm Konumu	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür	Ortalama	Norm (kg/da)	VK (%)
0	3,00	1,79	1,49	1,55	1,61	0,27	9,86
	4,00	3,68	3,86	4,09	3,88	0,65	5,30
	5,00	6,37	6,54	8,00	6,97	1,16	12,86
	6,00	10,85	10,43	10,48	10,59	1,76	2,17
	7,00	11,28	11,69	12,11	11,69	1,95	3,55
	8,00	13,65	13,92	13,87	13,81	2,30	1,04
	9,00	16,02	15,91	15,92	15,95	2,66	0,38
1	0,00	17,42	17,18	17,11	17,24	2,87	0,94
	1,00	19,34	19,22	18,87	19,14	3,19	1,28
	2,00	20,50	20,41	20,47	20,46	3,41	0,22
	3,00	22,21	22,84	22,08	22,38	3,73	1,82
	4,00	23,55	22,66	22,99	23,07	3,84	1,95
	5,00	23,22	23,33	22,74	23,10	3,85	1,36
	6,00	24,35	24,58	24,91	24,61	4,10	1,14
	7,00	26,31	26,26	26,07	26,21	4,37	0,48
	8,00	26,63	26,69	27,04	26,79	4,46	0,83
	9,00	28,50	28,05	28,27	28,27	4,71	0,80
2	0,00	31,33	31,31	30,56	31,07	5,18	1,41
	1,00	31,67	33,55	32,61	32,61	5,44	2,88
	2,00	34,27	34,25	34,25	34,26	5,71	0,03
	3,00	35,47	33,62	34,08	34,39	5,73	2,80
	4,00	35,96	34,72	34,72	35,13	5,86	2,04
	5,00	35,77	36,28	36,67	36,24	6,04	1,25
	6,00	37,14	37,32	36,84	37,10	6,18	0,65
	7,00	39,53	37,01	37,78	38,11	6,35	3,39
	8,00	39,61	38,96	39,23	39,27	6,54	0,83
	9,00	40,14	39,51	40,85	40,17	6,69	1,67
3	0,00	41,62	40,69	40,53	40,95	6,82	1,44
	1,00	40,68	40,42	41,27	40,79	6,80	1,07
	2,00	42,13	42,54	42,14	42,27	7,05	0,55
	3,00	42,64	43,82	42,29	42,92	7,15	1,87
	4,00	44,00	44,72	42,58	43,77	7,29	2,49
	5,00	44,33	44,87	44,36	44,52	7,42	0,68
	6,00	45,14	45,36	44,80	45,10	7,52	0,63
	7,00	44,65	44,39	44,11	44,38	7,40	0,61
	8,00	43,98	43,94	42,82	43,58	7,26	1,51
	9,00	45,09	44,43	43,56	44,36	7,39	1,73

Adaçayı ile yapılan ekim normu belirleme denemelerinde denemelere 0. kademeden 3. konumundan başlanmıştır. Bunun nedeni 3. kademeden önceki kademelerde kapak açıklığının az olması nedeniyle tohum geçişinin sağlanamaması ve akış elde edilememesidir. 0 kademesi hariç her kademe için 10 ayrı konumda denemeler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.2 Adaçayı tohumunda kapak açıklığı kademesine bağlı ekim normu değişimi

4.1.2 Çörekotu ekim normu bulguları

1 m/s ilerleme hızında 1 dakika süreyle gerçekleştirilen çörekotu akış denemelerine ilişkin tüm sonuçlar Tablo 4.2’de verilmiştir. Tablo 4.2’den görüldüğü üzere konveyör bantlı ekici düzen ile çörekotu ekiminde 2,34-12,91 kg/da ekim normunda çalışılabilmektedir. Tablo 4.2’de elde edilen veriler doğrultusunda kademeye bağlı ekim normu değişim grafiği ise Şekil 4.3’te verilmiştir.

Tablo 4.2 Çörekotu tartım denemelerinden elde edilen ekim normu sonuçları

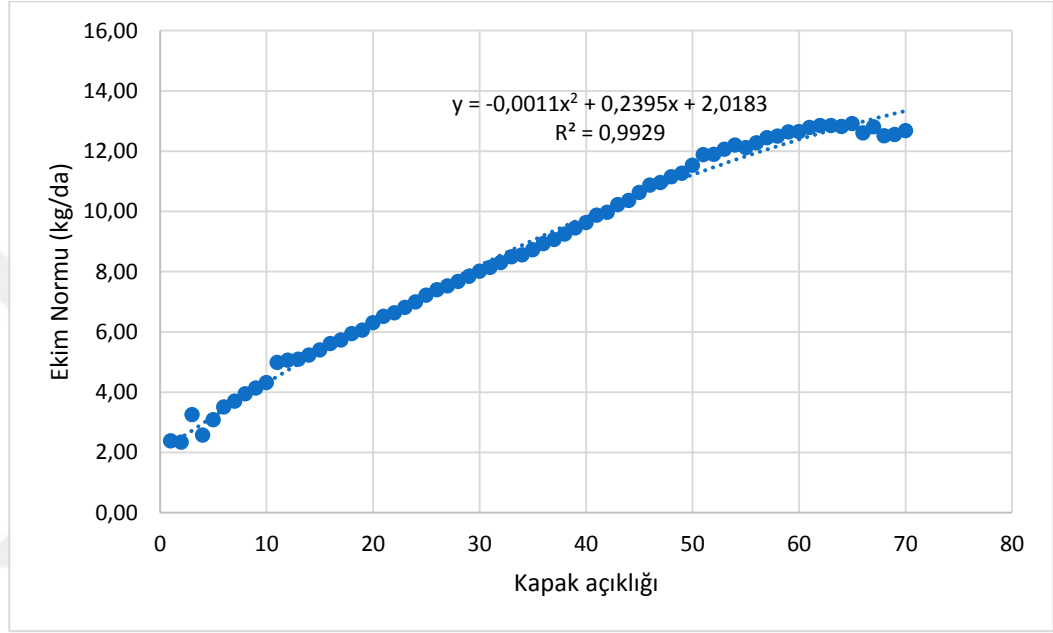
Norm Kademesi	Norm Konumu	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür	Ortalama	Norm (kg/da)	VK (%)
0	5,00	15,39	13,15	14,32	14,29	2,38	7,84
	5,50	13,54	13,16	15,48	14,06	2,34	8,85
	6,00	19,88	20,48	18,26	19,54	3,26	5,88
	6,50	15,85	14,29	16,25	15,46	2,58	6,70
	7,00	19,40	17,23	18,83	18,49	3,08	6,09
	7,50	20,99	20,80	21,45	21,08	3,51	1,59
	8,00	22,00	22,30	22,34	22,21	3,70	0,84
	8,50	23,70	23,58	23,80	23,69	3,95	0,46
	9,00	24,89	24,57	24,96	24,81	4,13	0,84
	9,50	25,73	25,88	26,11	25,91	4,32	0,74
1	0,00	30,09	30,49	29,17	29,92	4,99	2,26
	0,50	30,21	30,28	30,51	30,33	5,06	0,52
	1,00	30,58	30,55	30,59	30,57	5,10	0,07

	1,50	31,00	31,50	31,56	31,35	5,23	0,98
	2,00	32,54	32,13	32,48	32,38	5,40	0,68
	2,50	33,64	33,74	33,66	33,68	5,61	0,16
	3,00	34,47	34,65	34,10	34,41	5,73	0,82
	3,50	36,00	35,20	35,78	35,66	5,94	1,16
	4,00	36,65	36,06	36,32	36,34	6,06	0,81
	4,50	37,85	37,85	37,72	37,81	6,30	0,20
	5,00	39,23	38,92	39,07	39,07	6,51	0,40
	5,50	39,99	39,18	40,15	39,77	6,63	1,31
	6,00	41,17	40,79	40,60	40,85	6,81	0,71
	6,50	41,70	42,00	42,18	41,96	6,99	0,58
	7,00	43,51	43,15	43,27	43,31	7,22	0,42
	7,50	44,32	44,19	44,71	44,41	7,40	0,61
	8,00	44,76	45,80	44,87	45,14	7,52	1,27
	8,50	46,27	46,00	45,83	46,03	7,67	0,48
	9,00	46,59	47,39	47,12	47,03	7,84	0,87
	9,50	47,71	48,39	48,11	48,07	8,01	0,71
2	0,00	48,20	47,92	50,41	48,84	8,14	2,79
	0,50	49,42	49,28	50,67	49,79	8,30	1,54
	1,00	51,27	49,92	51,60	50,93	8,49	1,75
	1,50	51,02	50,54	52,47	51,34	8,56	1,96
	2,00	52,03	52,34	52,77	52,38	8,73	0,71
	2,50	53,28	53,30	54,18	53,59	8,93	0,96
	3,00	54,08	53,99	55,16	54,41	9,07	1,20
	3,50	56,01	54,87	55,59	55,49	9,25	1,04
	4,00	55,78	56,93	57,40	56,70	9,45	1,47
	4,50	57,82	57,60	57,83	57,75	9,63	0,23
	5,00	58,77	59,50	59,37	59,21	9,87	0,66
	5,50	60,21	59,73	59,48	59,81	9,97	0,62
	6,00	61,30	61,04	61,73	61,36	10,23	0,57
	6,50	61,74	62,36	62,34	62,15	10,36	0,57
	7,00	63,47	63,68	64,23	63,79	10,63	0,62
	7,50	65,13	65,22	65,39	65,25	10,87	0,20
	8,00	65,79	65,57	65,83	65,73	10,96	0,21
	8,50	66,73	67,18	66,79	66,90	11,15	0,37
	9,00	67,62	67,58	67,50	67,57	11,26	0,09
	9,50	69,04	68,75	69,69	69,16	11,53	0,70
3	0,00	71,32	71,00	71,60	71,31	11,88	0,42
	0,50	70,92	72,09	71,00	71,34	11,89	0,92
	1,00	71,86	72,85	72,47	72,39	12,07	0,69
	1,50	72,82	73,68	73,12	73,21	12,20	0,60
	2,00	73,43	73,54	71,17	72,71	12,12	1,84
	2,50	72,20	74,22	74,59	73,67	12,28	1,75
	3,00	75,04	74,07	74,81	74,64	12,44	0,68
	3,50	74,48	76,35	74,13	74,99	12,50	1,59
	4,00	76,27	75,45	75,64	75,79	12,63	0,57
	4,50	75,34	76,22	76,13	75,90	12,65	0,64
	5,00	76,62	77,40	76,13	76,72	12,79	0,83
	5,50	77,20	76,97	77,06	77,08	12,85	0,15
	6,00	77,65	76,78	76,85	77,09	12,85	0,63
	6,50	76,91	76,60	77,26	76,92	12,82	0,43
	7,00	77,36	77,52	77,51	77,46	12,91	0,12
	7,50	75,49	74,71	76,71	75,64	12,61	1,33
	8,00	77,41	77,31	75,73	76,82	12,80	1,23
	8,50	75,71	75,06	74,38	75,05	12,51	0,89
	9,00	74,83	74,90	76,12	75,28	12,55	0,96

	9,50	75,57	76,85	75,77	76,06	12,68	0,91
--	------	-------	-------	-------	-------	-------	------

Çörekotu tohumları ile yapılan ekim normu belirleme denemelerinde, mikro-granül aplikatörün 0 kademesinin 5 konumu başlangıç olarak alınmıştır.Çünkü 5. konumdan önceki kapak açıklıkları tohum geçişine izin vermediğinden tohum akışı gerçekleşmemiştir. 0 kademesi hariç her kademe için 20 ayrı konumda denemeler gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.2’de elde edilen veriler doğrultusunda kademeye bağlı ekim normu değişim grafiği Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3 Çörekotu tohumunda kapak açıklığı kademesine bağlı ekim normu değişimi

4.1.3 Kişniş ekim normu bulguları

Kişniş tohumları ile çalışmada ekim normu değerlerinin belirlenebilmesi için farklı kapak açıklıklarında 1 dakika süre ile 1 m/s ilerleme hızında gerçekleştirilen akış denemelerinden elde edilen sonuçlar Tablo 4.3’te verilmiştir. Tablo 4.3’ten görüldüğü üzere konveyör bantlı ekici düzen ile kişniş tohumlarının ekiminde istenilen çalışma aralığındaki ekim normu değerleri 0 ve 1. kademede elde edildiği için diğer kademelerde çalışılmamıştır.

Tablo 4.3’te elde edilen veriler doğrultusunda kapak açıklığı kademesine bağlı ekim normu değişim grafiği ise Şekil 4.4’te verilmiştir.

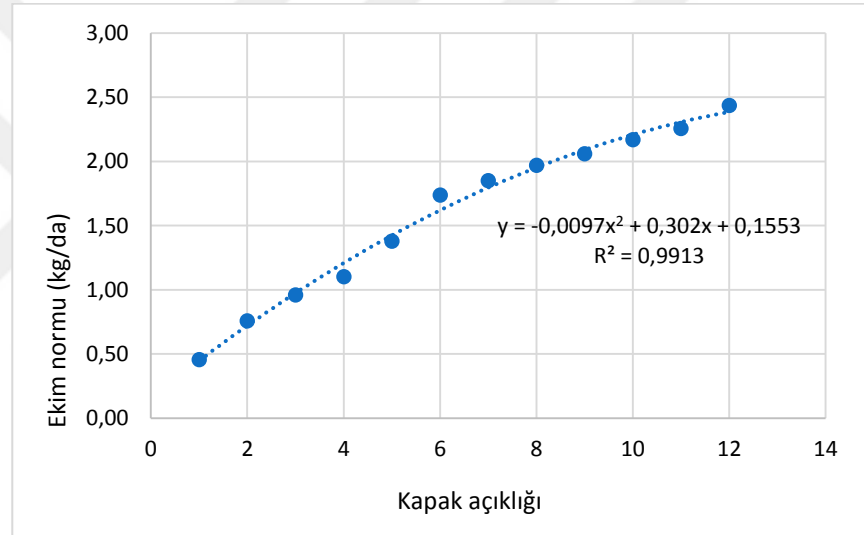
Tablo 4.3 Kişniş tartım denemelerinden elde edilen ekim normu sonuçları

Norm Kademesi	Norm Konumu	1.Tekerrür	2.Tekerrür	3.Tekerrür	Ortalama	Norm (kg/da)	VK (%)
0	7,50	2,63	3,15	2,43	2,74	0,46	13,58
	8,00	4,01	5,11	4,53	4,55	0,76	12,09
	8,50	4,98	6,51	5,80	5,76	0,96	13,28
	9,00	6,11	6,66	7,06	6,61	1,10	7,22

	9,50	7,43	7,43	9,94	8,27	1,38	17,53
1	0,00	10,06	10,79	10,42	10,42	1,74	3,50
	0,50	11,13	11,38	10,79	11,10	1,85	2,67
	1,00	11,84	11,72	11,87	11,81	1,97	0,67
	1,50	12,26	12,05	12,76	12,36	2,06	2,95
	2,00	13,27	12,70	13,06	13,01	2,17	2,22
	2,50	13,35	13,85	13,42	13,54	2,26	2,00
	3,00	14,29	14,29	15,27	14,62	2,44	3,87

Kişniş tohumları ile çalışırken ekim normu değerlerinin belirlenebilmesi için denemelere 0. kademeden 7.5 nolu konumundan başlanmıştır. Bunun nedeni adaçayı ve çörekotu tohumlarında olduğu gibi kapak açıklığının tohum akışı için uygun düzeyde olmamasıdır.

Şekil 4.4'te ise Tablo 4.3'de yer alan veriler doğrultusunda kapak açıklığı kademesine bağlı ekim normu değişim grafiği verilmiştir.



Şekil 4.4 Kişniş tohumunda kapak açıklığı kademesine bağlı ekim normu değişimi

4.2 Akış Düzgünlüğüne İlişkin Bulgular

Adaçayı, çörekotu ve kişniş tohumları ile yapılan tartım denemelerinden elde edilen akış düzgünlüğü sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.2.1 Adaçayı akış düzgünlüğü

Adaçayı tohumu ile yapılan tohum akış düzgünlüğü denemelerinde kullanılan deneme deseni ve deneme desenine uygun şekilde 3 tekerrürlü olarak yapılan denemelerden elde edilen sonuçlar sırasıyla Tablo 4.4 ve 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.4'te CCD (Central Composite Design) deneme desenine göre gerçekleştirilen denemelerde kullanılan bağımsız değişkenlerin kodlu değerlerine karşılık gelen kodsuz değerleri yer almaktadır.

Tablo 4.4 Adaçayı akış düzgünlüğü deneme deseni

Deney No	İlerleme Hızı (X ₁)		Ekim Normu (X ₂)		Tohum Düşme Açısı (X ₃)	
	Kodlu	Kodsuz	Kodlu	Kodsuz	Kodlu	Kodsuz
1	-1	1,4	-1	1,0	-1	15
2	-1	1,4	1	2,0	-1	15
3	1	2,6	-1	1,0	-1	15
4	1	2,6	1	2,0	-1	15
5	-1	1,4	-1	1,0	1	55
6	-1	1,4	1	2,0	1	55
7	1	2,6	-1	1,0	1	55
8	1	2,6	1	2,0	1	55
9	-1,682	1,01	0	1,5	0	35
10	1,682	3,01	0	1,5	0	35
11	0	2,0	-1,682	0,66	0	35
12	0	2,0	1,682	2,34	0	35
13	0	2,0	0	1,5	-1,682	1,36
14	0	2,0	0	1,5	1,682	68,64
15	0	2,0	0	1,5	0	35
16	0	2,0	0	1,5	0	35
17	0	2,0	0	1,5	0	35
18	0	2,0	0	1,5	0	35
19	0	2,0	0	1,5	0	35
20	0	2,0	0	1,5	0	35

Tablo 4.5 Adaçayı akış düzgünlüğü denemelerinden elde edilen sonuçlar

Deney No	X ₁	X ₂	X ₃	Akış Miktarı (g)			Tekerrür Ortalaması (g)	VK (%)	Std. Sapma
				1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür			
1	-1	-1	-1	11,11	11,51	11,65	11,42	2,45	0,28
2	-1	1	-1	18,43	18,24	18,38	18,35	0,54	0,10
3	1	-1	-1	17,53	17,24	17,54	17,44	0,98	0,17
4	1	1	-1	32,11	32,16	32,01	32,09	0,24	0,08
5	-1	-1	1	10,55	10,53	10,91	10,66	2,01	0,21
6	-1	1	1	19,30	19,11	19,20	19,20	0,49	0,10
7	1	-1	1	16,01	16,44	15,54	16,00	2,81	0,45
8	1	1	1	31,58	31,95	31,08	31,54	1,38	0,44
9	-1,682	0	0	13,09	12,82	13,14	13,02	1,32	0,17
10	1,682	0	0	28,22	28,18	28,15	28,18	0,12	0,04
11	0	-1,682	0	7,69	7,79	8,72	8,07	7,04	0,57
12	0	1,682	0	28,31	29,06	28,40	28,59	1,43	0,41
13	0	0	-1,682	18,45	18,20	18,95	18,53	2,06	0,38
14	0	0	1,682	20,06	19,53	20,42	20,00	2,24	0,45
15	0	0	0	19,05	18,96	19,31	19,11	0,95	0,18
16	0	0	0	19,82	20,05	19,30	19,72	1,95	0,38
17	0	0	0	19,61	19,06	19,96	19,54	2,32	0,45

18	0	0	0	20,10	20,65	19,55	20,10	2,74	0,55
19	0	0	0	19,80	19,78	19,34	19,64	1,32	0,26
20	0	0	0	1923	19,79	19,63	19,55	1,48	0,29

Tablo 4.5’de görüldüğü gibi deneme desenine bağlı olarak adaçayı tohumu için gerçekleştirilen tartım denemeleri sonucunda akış miktarları 8,07-32,09 g arasında değişmektedir. Her deneme şartına göre değişmekle birlikte tekerrürler arası en düşük ve en yüksek %VK değerleri sırasıyla %0,12 ve %7,04 olarak saptanmıştır. Tüm şartlarda elde edilen standart sapma değerleri incelendiğinde bu değerlerin oldukça düşük düzeyde olduğu, dolayısıyla da tekerrürler arasındaki uyumun yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 4.5).

Her denemeden elde edilen %VK değerleri, genel bilgiler kısmında açıklandığı üzere, Tablo 3.1’de verilen akış düzgünlüğü değerlendirme kriterlerine göre değerlendirilmiş ve değerlendirme sonuçları Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6 Adaçayı tohumları için %VK değerlendirmesi

Deney No	X ₁	X ₂	X ₃	VK (%)	%VK Değerlendirmesi
1	-1	-1	-1	2,45	Orta
2	-1	1	-1	0,54	Çok iyi
3	1	-1	-1	0,98	Çok iyi
4	1	1	-1	0,24	Çok iyi
5	-1	-1	1	2,01	Orta
6	-1	1	1	0,49	Çok iyi
7	1	-1	1	2,81	Orta
8	1	1	1	1,38	İyi
9	-1,682	0	0	1,32	İyi
10	1,682	0	0	0,12	Çok iyi
11	0	-1,682	0	7,04	Yetersiz
12	0	1,682	0	1,43	İyi
13	0	0	-1,682	2,06	Orta
14	0	0	1,682	2,24	Orta
15	0	0	0	0,95	Çok iyi
16	0	0	0	1,95	İyi
17	0	0	0	2,32	Orta
18	0	0	0	2,74	Orta
19	0	0	0	1,32	İyi
20	0	0	0	1,48	İyi

Adaçayı akış düzgünlüğü denemelerinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde genellikle “orta” kalitede akışın gerçekleştiği, sadece ilerleme

hızının 2,0 m/s, ekim normunun 0,66 kg/da ve tohum düşme açısının 35° olduğu 11 nolu denemede %VK açısından “yetersiz” kalitede akışın olduğu görülmektedir. Tohum düşme açısının aynı olmasına rağmen ilerleme hızının ve ekim normunun daha yüksek olduğu 10 nolu denemede ise %0,12 değeri ile en iyi VK değeri elde edilmiş olup akış düzgünlüğünün çok iyi olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda artan ilerleme hızı ve ekim normunun akış düzgünlüğü üzerinde olumlu etkisi olduğunu söylemek mümkündür.

4.2.1.1 Adaçayı tohumu ile çalışmada akış düzgünlüğünün matematiksel modellemesi

Adaçayı tohumu tartım denemelerinden elde edilen veriler ayrıca, *Minitab Windows Release 13.20 Versiyonu* kullanılarak stepwise regresyon analizine tabi tutulmuş olup akış düzgünlüğünü ifade eden %VK değerini tahminlemeye yönelik matematiksel model geliştirilmiştir.

%VK için yapılan Stepwise regresyon analizlerinde kurulan model denklemini kübik (3. derece) formda olup %99 önem seviyesindedir. Adaçayı tohumlarından elde edilen %VK verilerine aşağıda gösterilen şekilde ‘ln’ transformasyonu uygulanmıştır.

$$Y = \ln(y) \dots\dots\dots (4.1)$$

Adaçayı %VK Modeli (Y_{AVK});

$$Y_{AVK} = 0.5507 - 0.576 * X_1^2 - 0.565 * X_2 - 0.365 * X_1^3 + 0.387 * X_1 * X_3 + 0.313 * X_1^2 * X_3 + 0.158 * X_2^2 + 0.321 * X_1 (R^2=\%91.61) \dots\dots\dots (4.2)$$

Model denkleminin incelenmesi sonucunda, kübik formda kurulan %VK modelinde 7 değişkenin yer aldığı görülmektedir.

Değişkenlerin modele giriş sıraları ve modele katkıları ile temel istatistiksel bilgiler Tablo 4.7’de verilmiştir. Modele ilişkin regresyon analizi sonuçları Ek-2.1’de verilmiştir.

Tablo 4.7 Adaçayı tohumu için %VK modeline ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Sıra No	Değişken	Katsayısı	Standart Hata	R ² ve değişimi
-	Model sabiti	0.5507	-	-
1	X ₁ ²	-0,576	0,753	31,82
2	X ₂	-0,565	0,589	59,00
3	X ₁ ³	-0,365	0,462	75,17
4	X ₁ X ₃	0,387	0,390	82,64
5	X ₁ ² X ₃	0,313	0,334	87,53
6	X ₂ ²	0,158	0,305	89,79
7	X ₁	0,321	0,279	91,61

Tablo 4.7’de görüldüğü gibi modele ilk sırada giren terim X₁² ilerleme hızının karesi olup sistemin yaklaşık %32’sini tek başına açıklamaktadır. Modele 2. sırada giren terim X₂ ekim normu bağımsız değişkenidir ve sistemin yaklaşık %27’sini açıklamaktadır. 3. Sıradan itibaren modele tekil olarak ve interaksiyonlar şeklinde dahil olan ilerleme hızı değişkeni adaçayı tohumu için %VK modelini en çok etkileyen bağımsız değişken olarak görülmektedir.

4.2.2 Çörekotu Akış Düzgünlüğü

Çörekotu tohumu ile yapılan tohum akış düzgünlüğü denemelerinde kullanılan deneme deseni ve deneme desenine uygun şekilde 3 tekerrürlü olarak yapılan denemelerden elde edilen sonuçlar sırasıyla Tablo 4.8 ve 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.8’de CCD (Central Composite Design) deneme desenine göre gerçekleştirilen denemelerde kullanılan bağımsız değişkenlerin kodlu değerlerine karşılık gelen kodsuz değerleri yer almaktadır.

Tablo 4.8 Çörekotu akış düzgünlüğü deneme deseni

Deney No	İlerleme Hızı (X ₁)		Ekim Normu (X ₂)		Tohum Düşme Açısı (X ₃)	
	Kodlu	Kodsuz	Kodlu	Kodsuz	Kodlu	Kodsuz
1	-1	1,4	-1	1,0	-1	15
2	-1	1,4	1	2,0	-1	15
3	1	2,6	-1	1,0	-1	15
4	1	2,6	1	2,0	-1	15
5	-1	1,4	-1	1,0	1	55
6	-1	1,4	1	2,0	1	55
7	1	2,6	-1	1,0	1	55

8	1	2,6	1	2,0	1	55
9	-1,682	1,01	0	1,5	0	35
10	1,682	3,01	0	1,5	0	35
11	0	2,0	-1,682	0,66	0	35
12	0	2,0	1,682	2,34	0	35
13	0	2,0	0	1,5	-1,682	1,36
14	0	2,0	0	1,5	1,682	68,64
15	0	2,0	0	1,5	0	35
16	0	2,0	0	1,5	0	35
17	0	2,0	0	1,5	0	35
18	0	2,0	0	1,5	0	35
19	0	2,0	0	1,5	0	35
20	0	2,0	0	1,5	0	35

Tablo 4.9 Çörekotu akış düzgünlüğü denemelerinden elde edilen veriler

Deney No	X ₁	X ₂	X ₃	Akış Miktarı (g)			Tekerrür Ortalaması (g)	VK (%)	Std. Sapma
				1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür			
1	-1	-1	-1	8,92	9,45	9,32	9,23	2,99	0,28
2	-1	1	-1	18,02	17,90	18,12	18,01	0,61	0,11
3	1	-1	-1	14,87	15,72	15,23	15,27	2,79	0,43
4	1	1	-1	30,74	31,08	30,89	30,90	0,55	0,17
5	-1	-1	1	10,02	11,24	10,28	10,51	6,11	0,64
6	-1	1	1	18,21	18,42	18,64	18,42	1,17	0,22
7	1	-1	1	15,80	16,59	15,44	15,94	3,69	0,59
8	1	1	1	31,04	30,68	30,91	30,88	0,59	0,18
9	-1,682	0	0	9,44	9,88	9,46	9,59	2,58	0,25
10	1,682	0	0	29,59	29,42	29,82	29,61	0,68	0,20
11	0	-1,682	0	8,62	9,31	9,09	9,01	3,91	0,35
12	0	1,682	0	29,86	30,13	30,03	30,01	0,45	0,14
13	0	0	-1,682	18,52	18,16	18,20	18,29	1,08	0,20
14	0	0	1,682	1,26	1,88	1,83	1,66	20,79	0,34
15	0	0	0	18,21	17,93	18,22	18,12	0,91	0,16
16	0	0	0	18,04	18,27	17,84	18,05	1,19	0,22
17	0	0	0	17,81	18,12	17,90	17,94	0,89	0,16
18	0	0	0	17,92	18,09	18,56	18,19	1,82	0,33
19	0	0	0	18,20	17,64	18,14	17,99	1,71	0,31
20	0	0	0	18,02	18,07	18,37	18,15	1,04	0,19

Tablo 4.9’da görüldüğü gibi deneme desenine bağlı olarak çörekotu tohumu için gerçekleştirilen tartım denemeleri sonucunda akış miktarları 1,66-30,90 g arasında değişmektedir. Her deneme şartına göre değişmekle birlikte tekerrürler arası en düşük ve en yüksek %VK değerleri sırasıyla %0,45 ve %20,79 olarak saptanmıştır. Tüm şartlarda elde edilen standart sapma değerleri incelendiğinde,

değerlerin oldukça düşük düzeyde olduğu, dolayısıyla da tekerrürler arasındaki uyumun yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 4.9).

Her denemeden elde edilen %VK değerleri, Tablo 3.1’de verilen akış düzgünlüğü değerlendirme kriterlerine göre değerlendirilmiş ve değerlendirme sonuçları Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.10 Çörekotu tohumları için %VK değerlendirmesi

Deney No	X ₁	X ₂	X ₃	V.K (%)	%VK Değerlendirmesi
1	-1	-1	-1	2,99	Orta
2	-1	1	-1	0,61	Çok iyi
3	1	-1	-1	2,79	Orta
4	1	1	-1	0,55	Çok iyi
5	-1	-1	1	6,11	Yetersiz
6	-1	1	1	1,17	İyi
7	1	-1	1	3,69	Yeterli
8	1	1	1	0,59	Çok iyi
9	-1,682	0	0	2,58	Orta
10	1,682	0	0	0,68	Çok iyi
11	0	-1,682	0	3,91	Yeterli
12	0	1,682	0	0,45	Çok iyi
13	0	0	-1,682	1,08	İyi
14	0	0	1,682	20,79	Yetersiz
15	0	0	0	0,91	Çok iyi
16	0	0	0	1,19	İyi
17	0	0	0	0,89	Çok iyi
18	0	0	0	1,82	İyi
19	0	0	0	1,71	İyi
20	0	0	0	1,04	İyi

Çörekotu akış düzgünlüğü denemelerinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde genellikle “çok iyi” kalitede akışın gerçekleştiği, ancak bunun yanında 7 ve 11 nolu denemelerde “yeterli” diğer bir ifadeyle sınırda bir kalitede akışın olduğu görülmektedir. 5 ve 14 nolu denemelerde ise akış düzgünlüğü %VK açısından “yetersiz” olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar doğrultusunda çörekotu ekiminde seçilen parametrelerin seviyelerinin değişimine bağlı olarak akış düzgünlüğünün bu değişimden fazlasıyla etkilendiği kanaatine varılmıştır.

4.2.2.1 Çörekotu tohumu ile çalışmada akış düzgünlüğünün matematiksel modellenmesi

Çörekotu tohumu tartım denemelerinden elde edilen veriler, *Minitab Windows Release 13.20 Versiyonu* kullanılarak stepwise regresyon analizine tabi tutulmuş olup akış düzgünlüğünü ifade eden %VK değerini tahminlemeye yönelik matematiksel model geliştirilmiştir.

%VK tahminlemesi için yapılan Stepwise regresyon analizlerinden elde model denklemi %99 önem seviyesinde kübik (3. derece) formda kurulan bir modeldir. Adaçayına benzer şekilde çörekotu %VK model denklemine de eşitlik 4.1’de gösterilen şekilde ‘*ln*’ transformasyonu uygulanmıştır.

Çörekotu %VK Modeli ($Y_{\text{ÇVK}}$);

$$Y_{\text{ÇVK}} = 0.1631 - 0.643 * X_2 + 0.296 * X_3^3 + 0.431 * X_3^2 - 0.145 * X_1^3 - 0.127 * X_1 * X_3 - 0.195 * X_1^2 * X_2 (R^2=\%95.34) \dots\dots\dots (4.3)$$

Model denklemi incelendiğinde, kübik formda kurulan VK modelinde 6 değişkenin yer aldığı görülmektedir. Değişkenlerin modele giriş sıraları ve modele katkıları ile temel istatistiksel bilgiler Tablo 4.11’de verilmiştir. Modele ilişkin regresyon analizi sonuçları Ek-2.2’de verilmiştir.

Tablo 4.11 Çörekotu tohumu %VK modeline ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Sıra No	Değişken	Katsayısı	Standart Hata	R ² ve değişimi
-	Model sabiti	0,163	-	-
1	X ₂	-0.643	0.704	44.94
2	X ₃ ³	0.296	0.508	71.80
3	X ₃ ²	0.431	0.342	87.47
4	X ₁ ³	-0.145	0.241	93.87
5	X ₁ X ₃	-0.127	0.228	94.62
6	X ₁ ² X ₂	-0.195	0.214	95.34

Tablo 4.11’de görüldüğü gibi modele ilk sırada giren terim X₂ ekim normu olup sistemi %44.94’lük pay ile tek başına açıklamaktadır. 2. ve 3. sırada giren terimler sırasıyla X₃³ ve X₃² tohum düşme açısı bağımsız değişkeni olup sistemin

yaklaşık %42'si bu terimler ile açıklanmaktadır. Çörekotu tohumu için %VK modelini en çok etkileyen bağımsız değişkenler ekim normu ve tohum düşme açısı olup ilerleme hızının sistem üzerindeki etkisi bu iki değişken kadar yüksek oranda değildir.

4.2.3 Kışniş Akış Düzgünlüğü

Kışniş tohumu ile yapılan tohum akış düzgünlüğü denemelerinde kullanılan deneme deseni ve deneme desenine uygun şekilde 3 tekerrürlü olarak yapılan denemelerden elde edilen sonuçlar sırasıyla Tablo 4.12 ve 4.13'te verilmiştir.

Tablo 4.12'de CCD (Central Composite Design) deneme desenine göre gerçekleştirilen denemelerde kullanılan bağımsız değişkenlerin kodlu değerlerine karşılık gelen kodsuz değerleri yer almaktadır.

Tablo 4.12 Kışniş akış düzgünlüğü deneme deseni

Deney No	İlerleme Hızı (X ₁)		Ekim Normu (X ₂)		Tohum Düşme Açısı (X ₃)	
	Kodlu	Kodsuz	Kodlu	Kodsuz	Kodlu	Kodsuz
1	-1	1,4	-1	1	-1	15
2	-1	1,4	1	2	-1	15
3	1	2,6	-1	1	-1	15
4	1	2,6	1	2	-1	15
5	-1	1,4	-1	1	1	55
6	-1	1,4	1	2	1	55
7	1	2,6	-1	1	1	55
8	1	2,6	1	2	1	55
9	-1,682	1,01	0	1,5	0	35
10	1,682	3,01	0	1,5	0	35
11	0	2	-1,682	0,66	0	35
12	0	2	1,682	2,34	0	35
13	0	2	0	1,5	-1,682	1,36
14	0	2	0	1,5	1,682	68,64
15	0	2	0	1,5	0	35
16	0	2	0	1,5	0	35
17	0	2	0	1,5	0	35
18	0	2	0	1,5	0	35
19	0	2	0	1,5	0	35
20	0	2	0	1,5	0	35

Tablo 4.13 Kışniş akış düzgünlüğü denemelerinden elde edilen veriler

Deney No	X ₁	X ₂	X ₃	Akış Miktarı (g)			Tekerrür Ortalaması (g)	VK. (%)	Std. Sapma
				1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür			
1	-1	-1	-1	9,41	8,60	9,72	9,24	6,26	0,58
2	-1	1	-1	17,92	18,46	18,51	18,30	1,79	0,33
3	1	-1	-1	14,24	15,74	15,53	15,17	5,35	0,81
4	1	1	-1	32,21	32,43	31,48	32,04	1,55	0,50
5	-1	-1	1	10,04	10,76	9,72	10,17	5,24	0,53
6	-1	1	1	19,10	18,59	18,69	18,79	1,44	0,27
7	1	-1	1	15,17	15,22	14,50	14,96	2,69	0,40
8	1	1	1	32,79	32,65	33,36	32,93	1,14	0,38
9	-1,682	0	0	9,53	10,25	10,57	10,12	5,27	0,53
10	1,682	0	0	27,73	28,02	27,89	27,88	0,52	0,15
11	0	-1,682	0	7,72	9,82	6,50	8,01	20,96	1,68
12	0	1,682	0	28,25	27,92	28,44	28,20	0,93	0,26
13	0	0	-1,682	20,21	19,55	20,42	20,06	2,26	0,45
14	0	0	1,682	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	18,89	17,95	18,23	18,36	2,63	0,48
16	0	0	0	19,28	18,32	17,84	18,48	3,97	0,73
17	0	0	0	21,32	19,06	19,16	19,85	6,43	1,28
18	0	0	0	20,53	19,10	19,49	19,71	3,75	0,74
19	0	0	0	19,42	20,20	18,89	19,50	3,38	0,66
20	0	0	0	20,33	19,63	20,84	20,27	3,00	0,61

Tablo 4.13'te görüldüğü gibi deneme desenine bağlı olarak kışniş tohumu için gerçekleştirilen tartım denemeleri sonucunda akış miktarları 8,01-32,93 g arasında değişmektedir. Her deneme şartına göre değişmekle birlikte tekerrürler arası en düşük ve en yüksek %VK değerleri sırasıyla %0,52 ve %20,96 olarak saptanmıştır. Tüm şartlarda elde edilen standart sapma değerleri incelendiğinde, değerlerin oldukça düşük düzeyde olduğu, dolayısıyla da tekerrürler arasındaki uyumun yüksek olduğu görülmektedir. Tohum düşme açısının en yüksek değerde ele alındığı 14 nolu denemede tohum akışının gerçekleşmemesi nedeniyle tüm değerler 0 olarak kabul edilmiştir (Tablo 4.13).

Her denemeden elde edilen %VK değerleri, Tablo 3.1'de verilen akış düzgünlüğü değerlendirme kriterlerine göre değerlendirilmiş ve değerlendirme sonuçları Tablo 4.14'te verilmiştir.

Tablo 4.14 Kışniş tohumları için %VK değerlendirmesi

Deney No	X ₁	X ₂	X ₃	V.K (%)	%VK Değerlendirmesi
1	-1	-1	-1	6,26	Yetersiz
2	-1	1	-1	1,79	İyi
3	1	-1	-1	5,35	Yetersiz
4	1	1	-1	1,55	İyi
5	-1	-1	1	5,24	Yetersiz
6	-1	1	1	1,44	İyi
7	1	-1	1	2,69	Orta
8	1	1	1	1,14	İyi
9	-1,682	0	0	5,27	Yetersiz
10	1,682	0	0	0,52	Çok iyi
11	0	-1,682	0	20,96	Yetersiz
12	0	1,682	0	0,93	Çok iyi
13	0	0	-1,682	2,26	Orta
14	0	0	1,682	0	Akış yok
15	0	0	0	2,63	Orta
16	0	0	0	3,97	Yeterli
17	0	0	0	6,43	Yetersiz
18	0	0	0	3,75	Yeterli
19	0	0	0	3,38	Yeterli
20	0	0	0	3,00	Yeterli

Kışniş tohum akış düzgünlüğü denemelerinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde genellikle “yetersiz” kalitede akışın gerçekleştiği, sadece tohum düşme açısının merkez değerinde (35°) olduğu 10 ve 12 nolu denemelerde “çok iyi” kalitede akışın olduğu görülmektedir. Tohum düşme açısının yine 35° olduğu 11 nolu denemede ise en yüksek %VK değeri elde edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda kışniş ekiminde seçilen parametrelerin seviyelerinin değişimine bağlı olarak akış düzgünlüğünün bu değişimden fazlasıyla etkilendiği kanaatine varılmıştır.

4.2.3.1 Kışniş tohumu ile çalışmada akış düzgünlüğünün matematiksel modellemesi

Kışniş tohumu tartım denemelerinden elde edilen veriler, *Minitab Windows Release 13.20 Versiyonu* kullanılarak stepwise regresyon analizine tabi tutulmuş olup akış düzgünlüğünü ifade eden %VK değerini tahminlemeye yönelik matematiksel model geliştirilmiştir.

%VK tahminlemesi için yapılan Stepwise regresyon analizlerinden elde edilen model denklemleri kübik (3. derece) formda kurulan bir model olup %99 önem seviyesindedir. Kişniş tohumları ile yapılan denemelerden elde edilen %VK verilerine eşitlik 4.4’de gösterilen şekilde ‘karekök’ transformasyonu uygulanmıştır.

$$Y = \sqrt{Performans} \dots\dots\dots (4.4)$$

Kişniş %VK Modeli (Y_{KVK});

$$\sqrt{Y_{KVK}} = 1.941 - 0.396 * X_2^3 - 0.413 * X_3^2 + 0.301 * X_2^2 - 0.161 * X_1^3 - 0.157 * X_3^3 - 0.145 * X_1^2 \quad (R^2=\%95.41) \dots\dots\dots (4.5)$$

Model denklemleri incelendiğinde, kübik formda kurulan VK modelinde 6 değişken yer almaktadır.

Değişkenlerin modele giriş sıraları ve modele katkıları ile temel istatistiksel bilgiler Tablo 4.15’de verilmiştir. Modele ilişkin regresyon analizi sonuçları Ek-2.3’de verilmiştir.

Tablo 4.15 Kişniş tohumu %VK modeline ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Sıra No	Değişken	Katsayısı	Standart Hata	R ² ve değişimi
-	Model sabiti	1,941	-	-
1	X_2^3	-0,396	0,637	51,51
2	X_3^2	-0,413	0,522	68,03
3	X_2^2	0,301	0,447	76,97
4	X_1^3	-0,161	0,359	85,45
5	X_3^3	-0,157	0,241	93,53
6	X_1^2	-0,145	0,205	95,41

Tablo 4.15’de görüldüğü gibi modele ilk sırada giren terim X_2^3 ekim normu olup sistemin %51,51’lik kısmını tek başına açıklamaktadır. Modele 2. ve 3. sırada giren terimler sırasıyla tohum düşme açısı (X_3^2)ve ve yine ekim normu (X_2^2) bağımsız değişkenleridir. Kişniş tohumlarının ekiminde ekim normu bağımsız değişkeni akış düzgünlüğünü etkileyen en önemli faktör olarak görülmektedir. İlerleme hızı ve tohum düşme açısı bağımsız değişkenleri, akış düzgünlüğü

üzerinde ekim normu kadar etkili olmasa da R^2 'yi azalan oranda arttırma eğilimindedir.

4.3 Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğüne İlişkin Bulgular

Adaçayı, çörekotu ve kişniş tohumları ile yapılan yapışkan bant denemelerinden elde edilen sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü sonuçları ve elde edilen sonuçlara bağlı modelleme ve optimizasyon çalışmaları aşağıda verilmiştir.

4.3.1 Adaçayı sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin deneme sonuçları

Adaçayı tohumu ile yapılan yapışkan denemelerinde kullanılan deneme deseni akış düzgünlüğü denemelerinde kullanılan deneme deseni ile aynıdır (Tablo 4.4).

Yapışkan bant denemelerinden elde edilen adaçayı tohumu deneme sonuçları Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16 Adaçayı yapışkan bant denemelerinden elde edilen veriler, V_f ve λ değerlendirmesi

Deney No	X_1	X_2	X_3	S^2	V_f	Değerlendirme	μ	λ	Değerlendirme
1	-1	-1	-1	5,03	2,52	Negatif Binomiyal Dağılım	4,12	40,33	Yetersiz
2	-1	1	-1	4,01	2,01		3,62	51,67	
3	1	-1	-1	3,43	1,72		3,36	53,33	
4	1	1	-1	3,59	1,79		3,46	53,33	
5	-1	-1	1	4,26	2,13		3,73	47,00	
6	-1	1	1	3,98	1,99		3,67	47,67	
7	1	-1	1	4,64	2,32		3,94	41,67	
8	1	1	1	3,73	1,87		3,49	49,33	
9	-1,682	0	0	4,35	2,17		3,66	40,00	
10	1,682	0	0	3,94	1,97		3,46	47,00	
11	0	-1,682	0	6,63	3,31	Negatif Binomiyal Dağılım	4,67	30,33	Orta
12	0	1,682	0	3,10	1,55		3,07	58,00	
13	0	0	-1,682	3,05	1,53		3,13	58,00	
14	0	0	1,682	4,04	2,02		3,59	48,67	Yetersiz
15	0	0	0	4,28	2,14		3,76	46,67	
16	0	0	0	3,82	1,91		3,45	52,33	
17	0	0	0	4,04	2,02		3,59	48,67	
18	0	0	0	3,92	1,96		3,59	50,67	
19	0	0	0	4,00	2,00		3,54	50,67	
20	0	0	0	4,12	2,06		3,55	49,33	

Tablo 4.16'da görüldüğü gibi adaçayı tohumları ile gerçekleştirilen yapışkan bant denemelerinden S^2 , V_f , μ ve λ değerleri elde edilmiştir. Denemelerden elde

edilen V_f ve λ değerlerine ilişkin sonuçlar Tablo 3.2 ve 3.3’de verilen değerlendirme kriterlerine göre değerlendirilmiştir

Adaçayı tohumları ile yapılan yapışkan bant denemelerinden elde edilen en yüksek V_f değeri 3,31 olan 11 nolu deneme (ilerleme hızı 2 m/s, ekim normu 0,66 kg/da ve tohum düşme açısı 35°) ve en düşük V_f değeri 1,53 olan 13 nolu denemededir (ilerleme hızı 2 m/s, ekim normu 1,5 kg/da ve tohum düşme açısı $1,36^\circ$). 11 ve 13 nolu deneme şartları dahil tüm denemelerde adaçayı ekiminde tohum dağılımı V_f ’ye göre negatif binomiyal dağılım karakterindedir. Tohum dağılımında istenmeyen boşluk ve kümelenmeler meydana gelmiştir. Elde edilen λ değerleri de bu bulguyu doğrulamakta olup sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü açısından ekim kalitesi de çoğunlukla “yetersiz” olarak saptanmıştır.

En yüksek λ değerleri 12 nolu deneme (ilerleme hızı 2 m/s, ekim normu 2,34 kg/da ve tohum düşme açısı 35°) ve 13 nolu denemeden (ilerleme hızı 2,0 m/s, ekim normu 1,5 kg/da ve tohum düşme açısı $1,36^\circ$) %58,00 (orta) olarak, en düşük λ değeri %30,33 (yetersiz) olarak 11 nolu denemeden (ilerleme hızı 2 m/s, ekim normu 0,66 kg/da ve tohum düşme açısı 35°) elde edilmiştir.

4.3.1.1 Adaçayı sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin modelleme ve optimizasyon çalışmaları

Denemelerden elde edilen veriler, varyasyon faktörü ve iyilik kriteri tahminleme modellerinin geliştirilebilmesi için Stepwise regresyon analizine tabi tutulmuştur. Elde edilen modellerin denklem kökleri bulunarak optimum çalışma noktaları hesaplanmıştır.

Denemelerden elde edilen verilerin analizi için oluşturulan veri seti Ek 1.1’de verilmiştir.

4.3.1.2 Adaçayı V_f Modeli (Y_{Avf});

Adaçayı tohumunda, bağımlı değişken durumundaki V_f için yapılan Stepwise regresyon analizlerinden elde edilen model denklemine herhangi bir transformasyon işlemi uygulanmamıştır. %99 önem seviyesinde kübik (3. derece) formda kurulan model denklemi eşitlikte verilmiştir.

$$Y_{AV_f} = 2.020 - 0.216 * X_2^3 + 0.1297 * X_2^2 + 0.0622 * X_3^3 + 0.136 * X_1 * X_3 - 0.059 * X_1 - 0.111 * X_1 * X_2 * X_3 - 0.0753 * X_3^2 + 0.087 * X_2 - 0.059 * X_1 * X_2^2 \quad (R^2 = \%97.34) \quad (4.6)$$

Model denklemini incelendiğinde, kübik formda kurulan V_f modelinde 9 değişken yer almaktadır.

Değişkenlerin modele giriş sıraları ve modele katkıları ile temel istatistiksel bilgiler Tablo 4.17’de verilmiştir.

Tablo 4.17 Adaçayı tohumu V_f modeline ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Sıra No	Değişken	Katsayısı	Standart Hata	R ² ve değişimi
-	Model sabiti	2.020	-	-
1	X_2^3	-0.216	0.231	61.58
2	X_2^2	0.1297	0.200	71.73
3	X_3^3	0.0622	0.173	79.38
4	$X_1 X_3$	0.136	0.149	84.89
5	X_1	-0.059	0.126	89.38
6	$X_1 X_2 X_3$	-0.111	0.103	93.06
7	X_3^2	-0.0753	0.0777	96.12
8	X_2	0.087	0.0700	96.91
9	$X_1 X_2^2$	-0.059	0.0655	97.34

Tablo 4.17’de görüldüğü gibi modele ilk ve 2. sırada giren X_2^3 ve X_2^2 bağımsız değişkeni ekim normu olup sistemin çoğunluğunu (%71,73) tek başına açıklayabilmektedir. Modele 3. sırada tohum düşme açısı ile ilerleme hızı bağımsız değişkenleri modele küçük oranda katkı sağlamaktadır. Her üç bağımsız değişken de ikili ve üçlü interaksyonlarla sisteme girmiş olsa da bu interaksyonların sistemi önemli derecede etkilemediği görülmektedir.

Optimum çalışma şartlarının belirlenebilmesi için adaçayı tohumları ile yapılan yapışkan bant denemelerinden elde edilen kübik formdaki 4.6 nolu eşitlik Maple programına aktarılmıştır. Programda yapılan çözümlemeler Ek 3.1’de verilmiştir.

Programda her değişkenin kısmi türevi alınıp elde edilen değerler “0” a eşitlenerek değişkenlerin kodlu optimum değerleri $X_1=0.1902$, $X_2=-0.2109$ ve $X_3=$

0.3865 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan kodlu değerler kodsuz (gerçek) değerlere dönüştürüldüğünde;

$$\frac{X_1 - 2,0}{0,6} = 0.1902 \rightarrow X_1 = 2.1141 \text{ m/s} \dots\dots\dots (4.10)$$

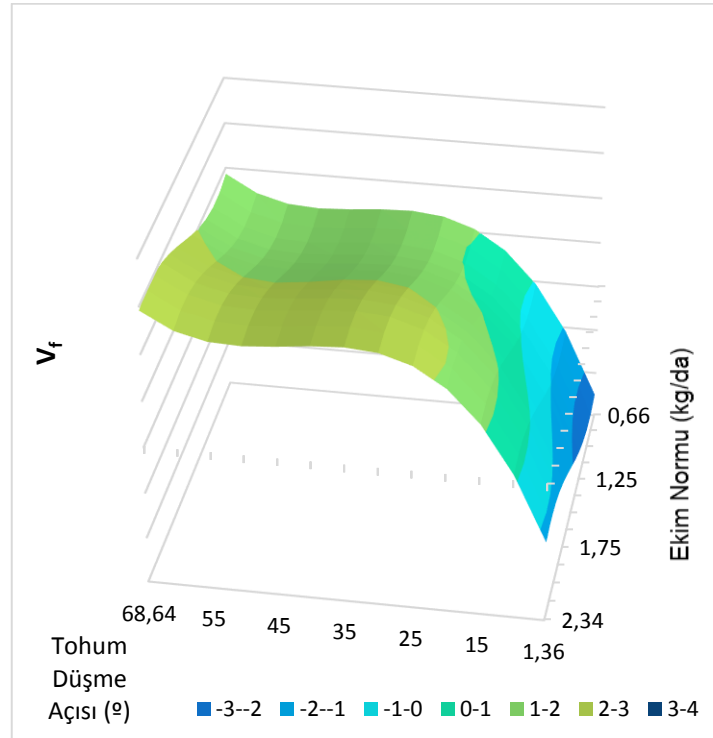
$$\frac{X_2 - 1,5}{0,5} = -0.2109 \rightarrow X_2 = 1.3945 \text{ kg/da} \dots\dots\dots (4.11)$$

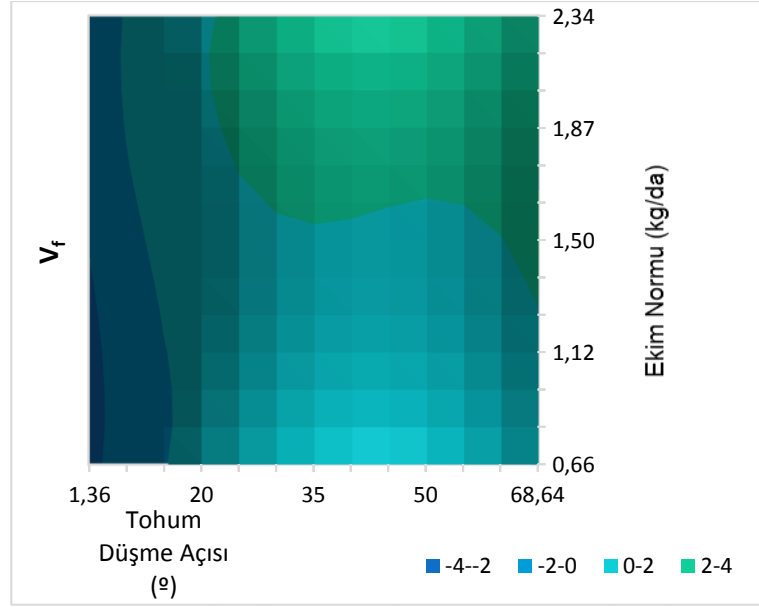
$$\frac{X_3 - 35}{20} = 0.3865 \rightarrow X_3 = 42.73^\circ \dots\dots\dots (4.12)$$

elde edilmiştir.

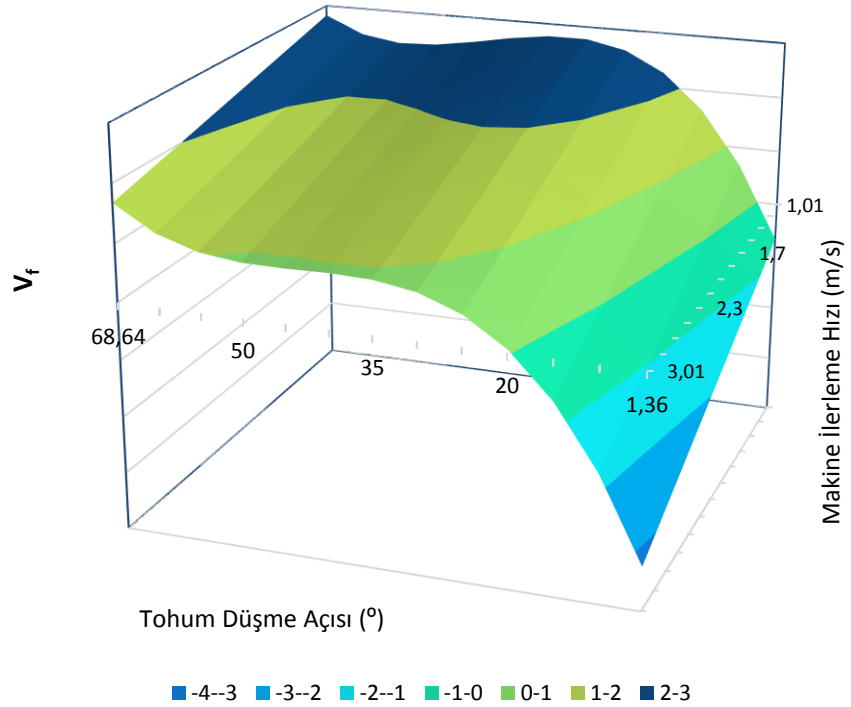
4.3.1.3 Adaçayı tohumlarının V_f 'ye ait tepki yüzeyleri modellerinin grafik olarak gösterimi

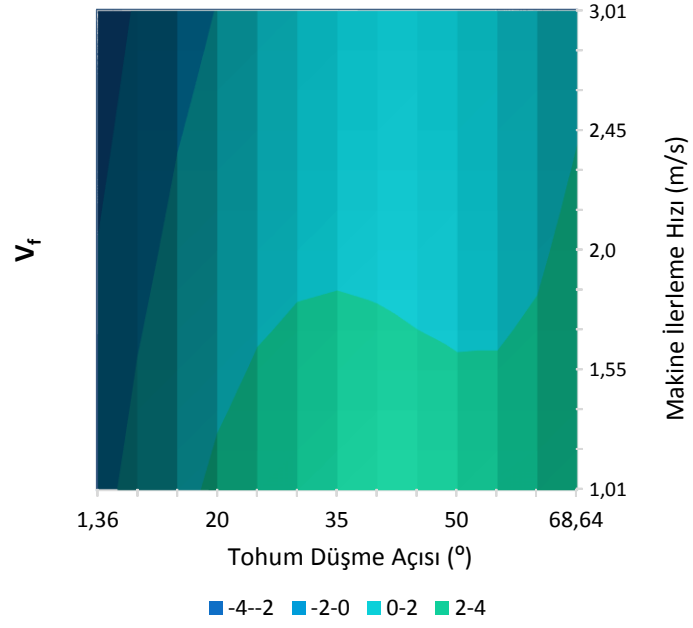
Tepki Yüzeyleri Metodolojisine göre adaçayı tohumu ile gerçekleştirilen yapışkan bant denemelerinden elde edilen veriler ile bağımsız değişkenlerin V_f üzerindeki ilişkisini gösteren 2 ve 3 boyutlu grafikler aşağıdaki gibidir.



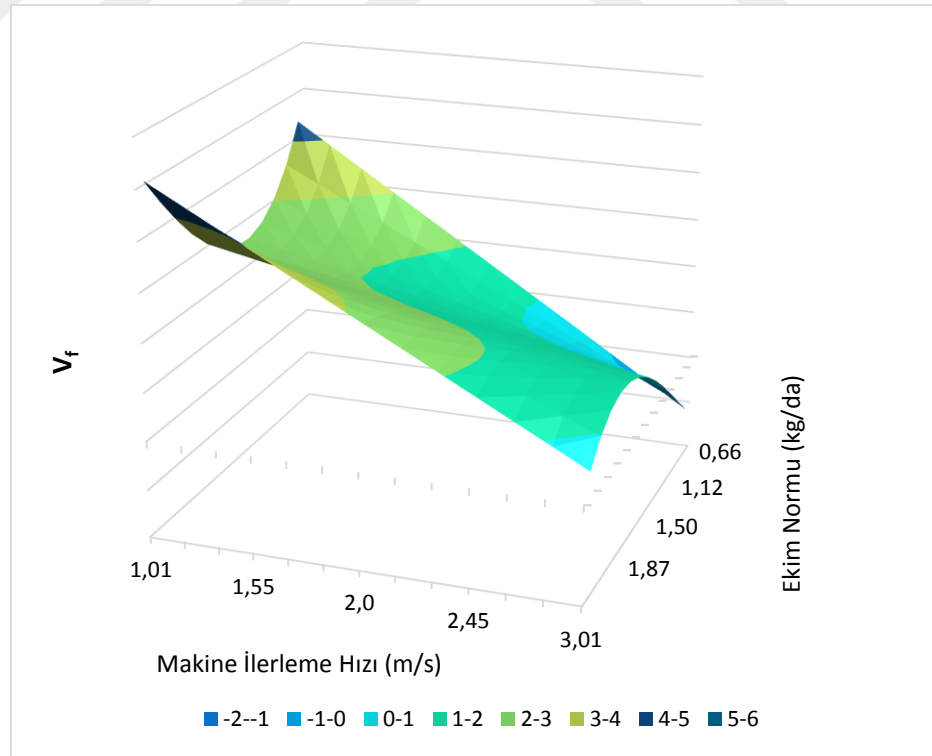


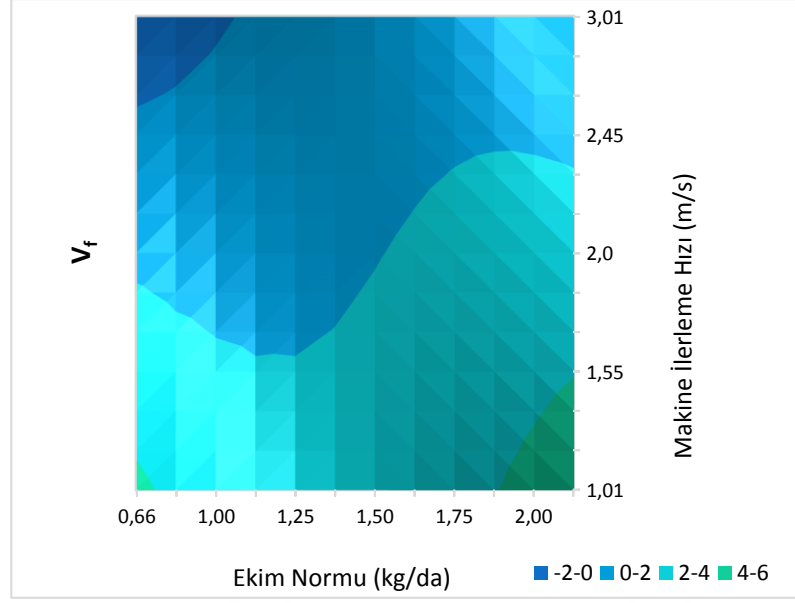
Şekil 4.5 Adaçayı tohumu için kodlu ekim normu (X_2) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan V_f değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ilerleme hızı; X_1 : 0.1902)





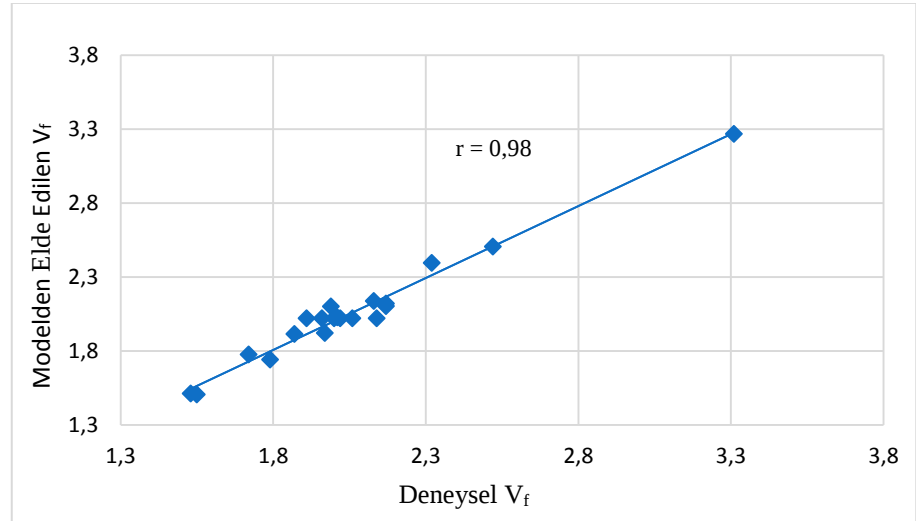
Şekil 4.6 Adaçayı tohumu için kodlu makine ilerleme hızı (X_1) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan V_f değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi
(Kodlu ekim normu; X_1 :- 0.2109)





Şekil 4.7 Adaçayı tohumu için kodlu makine ilerleme hızı (X_1) ve ekim normu (X_2) bağlı olarak oluşan V_f değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu tohum düşme açısı; X_3 : 0.3865)

Denemelerden elde edilen performans değerleri ile modelden elde edilen veriler karşılaştırılmış ve hassasiyet analizi grafiği çizilmiştir. Hassasiyet analizi Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8 Adaçayı V_f hassasiyet analizi

Şekil 4.8’de görüldüğü gibi, adaçayı tohumunun yapışkan bant denemelerinden elde edilen V_f değerleri ile modelden elde edilen değerler hassasiyet analizine tabi tutulmuş ve analiz sonucunda bu değerlerin birbirleriyle uyumlu olduğu saptanmıştır. Korelasyon katsayısı; $r=0.98$ olan hassasiyet analizi, modelin doğruluğunu kanıtlar niteliktedir.

Deneme sonuçlarına bağlı olarak elde edilen optimum çalışma şartlarında ekici ünite tekrar yapışkan bant üzerinde denemeye alınmış ve elde edilen optimum değerlerin doğruluğu sınanmıştır. 2,114 m/s ilerleme hızında, 1,39 kg/da ekim normunda ve $42,73^\circ$ tohum düşme açısında gerçekleştirilen denemelerden elde edilen sonuçlar Tablo 4.18’de verilmiştir.

Tablo 4.18 Adaçayı V_f modelinden elde edilen optimum çalışma koşullarında yapılan deneme sonuçları

	V_f	μ	λ
Adaçayı V_f	0,73	2,24	88,33

CCD deneme deseninde yapılan denemelerden elde edilen en düşük V_f değeri 1,53 iken optimizasyon sonucunda elde edilen çalışma şartlarında yapılan denemelerde V_f değeri 0,73 olarak bulunmuştur. Bunun anlamı optimum şartlarda çalışılması durumunda ekim karakterinin tek dane ekime doğru yöneleceğidir.

CCD denemelerinde benzer şekilde λ değeri de en yüksek %58 (orta) değerinde bulunmuşken optimum noktalarda çalışıldığında bu değer %88,33 (çok iyi)’e yükseldiği saptanmıştır. Optimum şartlarda yapılan denemelerde μ değeri de teorik olarak istenen değeri olan 2’ye yakın olarak bulunmuştur. Önceki denemelerde bu değer 3’ün üzerindedir (Tablo 4.16).

Yukarıda belirtilen tüm bu değerlendirmeler sonucunda V_f modelinin adaçayı ekiminde sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü açısından uygun bir model olduğu sonucuna varılmıştır.

4.3.1.4 Adaçayı iyilik kriteri; λ modeli ($Y_{A\lambda}$);

Adaçayı tohumuna ilişkin deneme sonuçları λ için kübik (3. derece) formda Minitab paket programında Stepwise regresyon analizlerine tabi tutulmuş ve %90 önem seviyesinde, istatistiksel olarak anlamlı bir modele ve bu model denklemini

optimize eden köklere ulaşılmıştır. Stepwise regresyon analizi Ek-2.5’de verilmiş olup λ için herhangi bir transformasyon işlemi uygulanmamıştır.

$$Y_{A\lambda} = 49.59 + 2.84 * X_2^3 - 3.28 * X_3^3 - 2.29 * X_1 * X_3 + 2.29 * X_1 * X_2 * X_3 + 1.67 * X_1 - 1.34 * X_1^2 - 1.10 * X_2^2 - 0.75 * X_3^2 + 1.66 * X_3 \quad (R^2 = \%92.27). \quad (4.7)$$

Model denklemini incelendiğinde, kübik formda kurulan λ modelinde 9 değişken yer almaktadır.

Değişkenlerin modele giriş sıraları ve modele katkıları ile temel istatistiksel bilgiler Tablo 4.19’de verilmiştir.

Tablo 4.19 Adaçayı tohumu λ modeline ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Sıra No	Değişken	Katsayısı	Standart Hata	R ² ve değişimi
-	Model sabiti	49.59	-	-
1	X_2^3	2.84	5.55	41.93
2	X_3^3	-3.28	3.65	75.37
3	$X_1 X_3$	-2.29	3.36	79.47
4	$X_1 X_2 X_3$	2.29	3.03	83.56
5	X_1	1.67	2.69	87.26
6	X_1^2	-1.34	2.50	89.22
7	X_2^2	-1.10	2.34	90.72
8	X_3^2	-0.75	2.26	91.51
9	X_3	1.66	2.18	92.27

Tablo 4.19’den görüleceği gibi modele ilk sırada giren X_2^3 ekim normu bağımsız değişkeni sistemin %41.93’ünü açıklamaktadır. 2. sırada giren X_3^3 tohum düşme açısı bağımsız değişkeni ise sistemin yaklaşık % 33’ünü etkilemektedir. Modele 3. ve 4. sırada giren interaksiyonlar ise sistem üzerinde ekim normu ve tohum düşme açısı kadar etkili olmasa da R²’yi arttırma eğilimi açısından model denkleminde yer almaktadırlar. 5. sıradan itibaren denkleminde yer alan terimler de R² artışı üzerinde gittikçe azalan bir oran ile sistem üzerinde etkilidirler.

Optimum çalışma şartlarının belirlenebilmesi için adaçayı tohumları ile yapılan yapışkan bant denemelerinden elde edilen kübik formdaki 4.7 nolu eşitlik Maple programına aktarılmıştır. Programda yapılan çözümlemeler Ek 3.2’de verilmiştir.

Programda her değişkenin kısmi türevi alınıp elde edilen değerler “0”’a eşitlenerek değişkenlerin kodlu optimum değerleri $X_1=-0.2983$, $X_2= 0.4817$ ve $X_3= 1.3427$ olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan kodlu değerler kodsuz (gerçek) değerlere dönüştürüldüğünde;

$$\frac{X_1 - 2,0}{0,6} = -0.2983 \rightarrow X_1 = 1.8210 \text{ m/s} \dots\dots\dots (4.8)$$

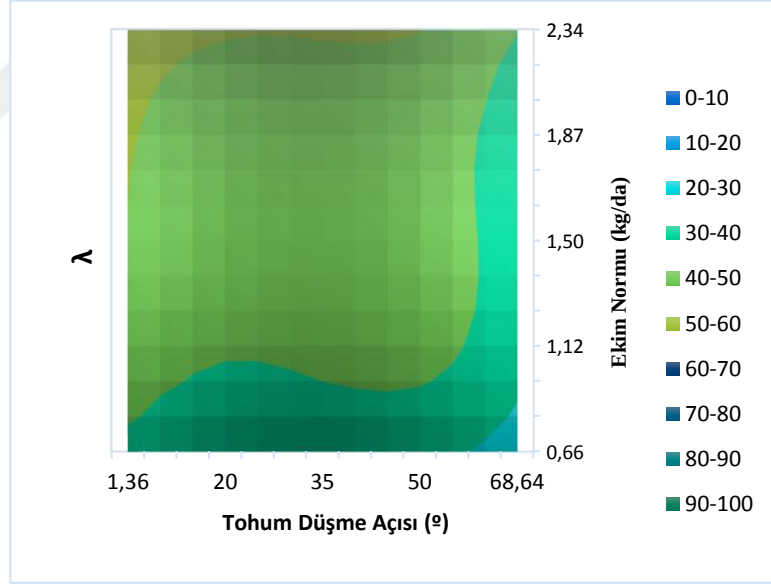
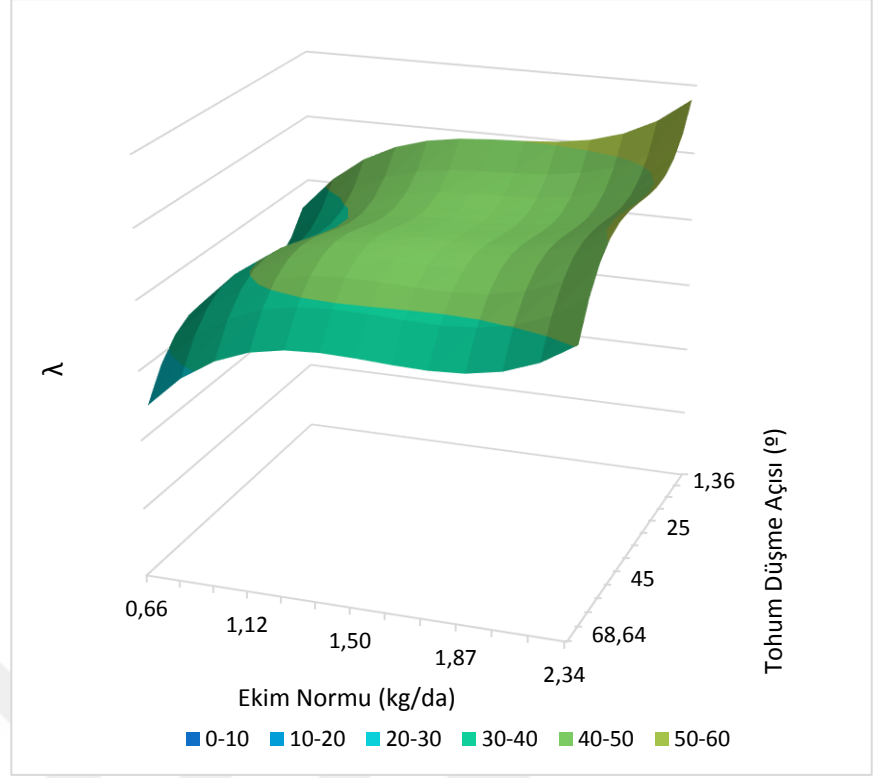
$$\frac{X_2 - 1,5}{0,5} = 0.4817 \rightarrow X_2 = 1.7408 \text{ kg/da} \dots\dots\dots (4.9)$$

$$\frac{X_3 - 35}{20} = 1.3427 \rightarrow X_3 = 61.854^\circ \dots\dots\dots (4.10)$$

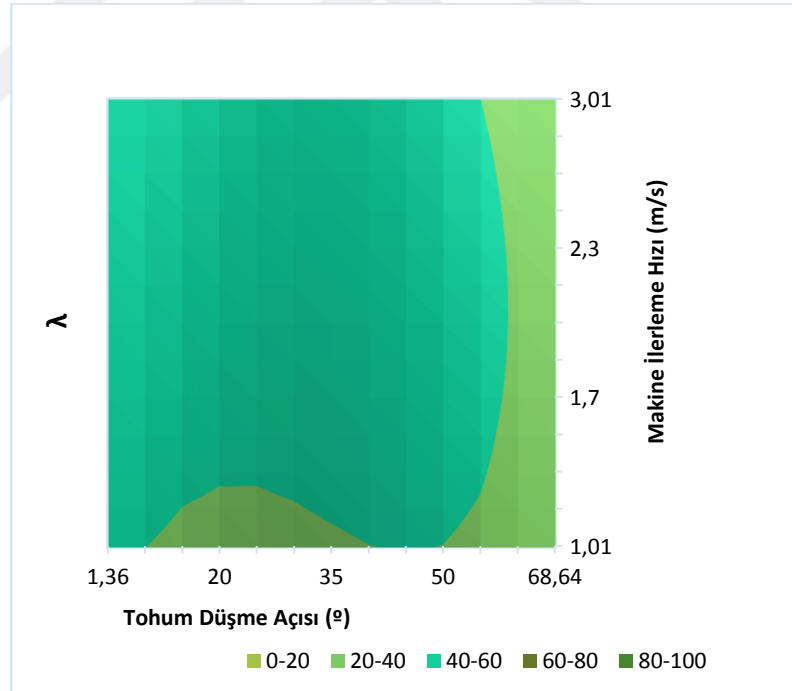
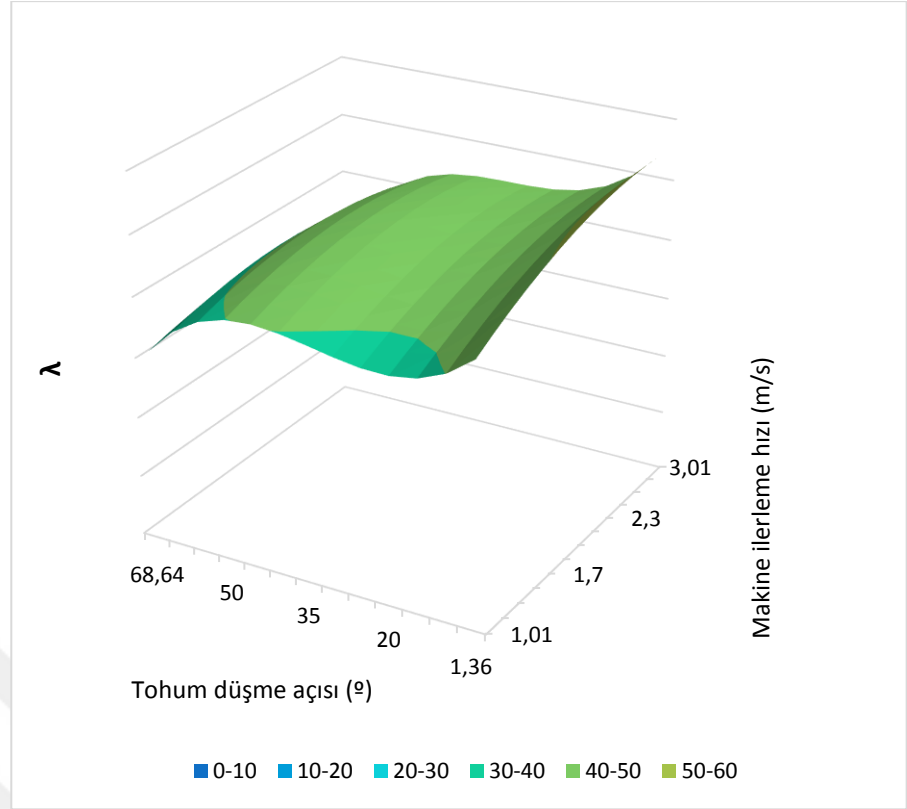
elde edilmiştir.

4.3.1.5 Adaçayı tohumlarının λ' ya ait tepki yüzeyleri modellerinin grafik olarak gösterimi

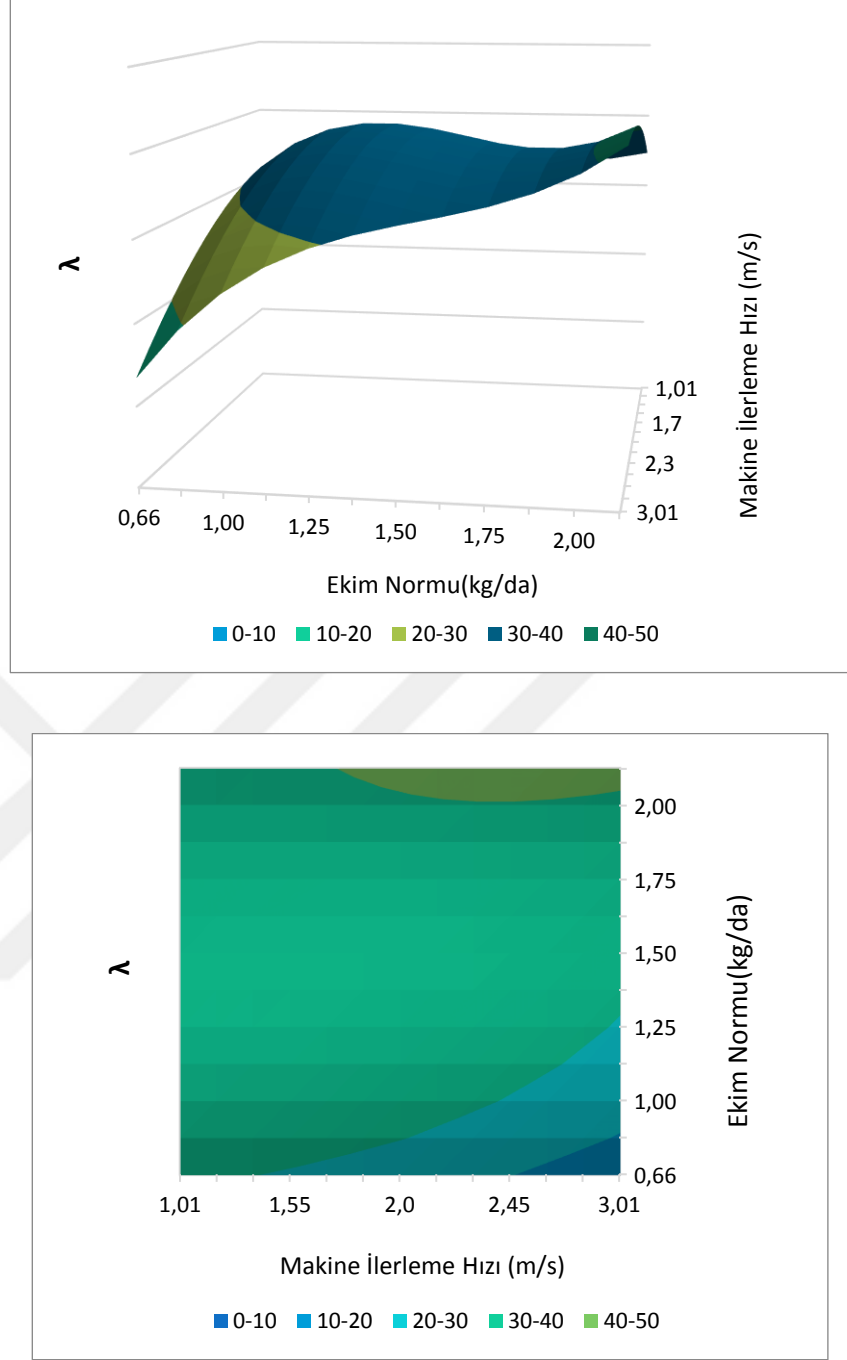
Tepki Yüzeyleri Metodolojisine göre adaçayı tohumu ile gerçekleştirilen yapışkan bant denemelerinden elde edilen veriler ile bağımsız değişkenlerin λ üzerindeki ilişkisini gösteren 2 ve 3 boyutlu grafikler aşağıdaki gibidir.



Şekil 4.9 Adaçayı tohumu için kodlu ekim normu (X_2) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan λ değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi
(Kodlu ilerleme hızı; X_1 : -0.2983)



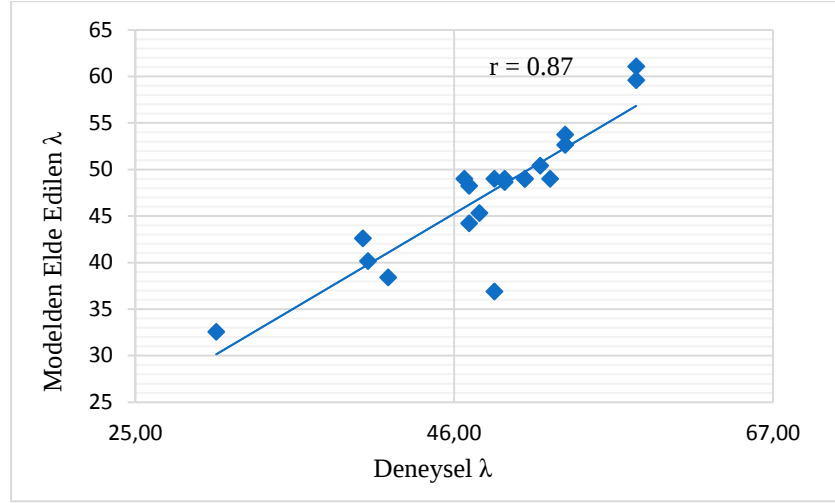
Şekil 4.10 Adaçayı tohumu için kodlu makine ilerleme hızı (X_1) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan λ değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ekim normu; X_2 : 0.4817)



Şekil 4.11 Adaçayı tohumu için kodlu makine ilerleme hızı (X_1) ve ekim normu değerlerine (X_2) bağlı olarak oluşan λ değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi

(Kodlu tohum düşme açısı; X_3 : 1.3427)

Denemelerden elde edilen performans değerleri ile modelden elde edilen veriler karşılaştırılmış ve hassasiyet analizi grafiği çizilmiştir. Hassasiyet analizi aşağıda Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12 Adaçayı λ hassasiyet analizi

Şekil 4.12’de görüldüğü gibi, adaçayı tohumunun yapışkan bant denemelerinden elde edilen λ değerleri ile modelden elde edilen değerler hassasiyet analizine tabi tutulmuş ve analiz sonucunda bu değerlerin birbirleriyle uyumlu olduğu saptanmıştır. Korelasyon katsayısı; $r=0.87$ olan hassasiyet analizi, modelin doğruluğunu kanıtlar niteliktedir.

Deneme sonuçlarına bağlı olarak elde edilen optimum çalışma şartlarında ekici ünite tekrar yapışkan bant üzerinde denemeye alınmış ve elde edilen optimum değerlerin doğruluğu sınanmıştır. 1,82 m/s ilerleme hızında, 1,74 kg/da ekim normunda ve 61,85° tohum düşme açısında gerçekleştirilen denemelerden elde edilen sonuçlar Tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.20 Adaçayı λ modelinden elde edilen optimum çalışma koşullarında yapılan deneme sonuçları

	V_f	μ	λ
Adaçayı λ	0,71	2,23	89,00

Optimizasyondan önce elde edilen en iyi λ değeri %58,00 (orta) iken, optimizasyondan sonraki λ değeri %89 (çok iyi) bulunmuştur. Bu demektir ki; 1, 2 ve 3 tohumlu şeritlerin %’si %89’dur ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü çok iyidir.

CCD deneme deseninde yapılan denemelerden elde edilen en yüksek λ değeri %58,00 (orta) iken optimizasyon sonucunda elde edilen çalışma şartlarında yapılan denemelerde λ değeri %89 (çok iyi) olarak bulunmuştur. Bunun anlamı optimum şartlarda çalışılması durumunda ekim kalitesinin yükseleceği, diğer bir ifadeyle 1, 2 ve 3 tohumlu şeritlerin toplam şeritler içerisindeki payının artacağıdır.

CCD denemelerinde benzer şekilde V_f değeri de en düşük 1.53 değerinde bulunmuşken optimum noktalarda çalışıldığında bu değer 0.71 olduğu saptanmıştır. Optimum şartlarda yapılan denemelerde μ değeri de teorik olarak istenen değeri olan 2'ye yakın olarak bulunmuştur. Önceki denemelerde bu değer 3'ün üzerindedir (Tablo 4.16).

Yukarıda belirtilen tüm bu değerlendirmeler sonucunda λ modelinin de adaçayı ekiminde sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü açısından uygun bir model olduğu sonucuna varılmıştır.

4.3.2 Çörekotu sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin deneme sonuçları

Çörekotu tohumları ile yapılan yapışkan bant denemelerinde kullanılan deneme deseni, akış düzgünlüğü denemelerinde kullanılan deneme deseni ile aynı olup Tablo 4.8'de verilmiştir.

Çörekotu tohumunun yapışkan bant denemelerinden elde edilen S^2 , V_f , μ ve λ değerlerine ilişkin deneme sonuçları ve değerlendirmeleri Tablo 4.21'de verilmiştir.

Tablo 4.21 Çörekotu yapışkan bant denemelerinden elde edilen veriler, V_f ve λ değerlendirmesi

Deney No	X_1	X_2	X_3	S^2	V_f	Değerlendirme	μ	λ	Değerlendirme
1	-1	-1	-1	2,67	1,33	NBD	2,52	58,33	Orta
2	-1	1	-1	1,58	0,79	BD	2,07	75,00	Çok iyi
3	1	-1	-1	2,97	1,48	NBD	2,80	60,00	Orta
4	1	1	-1	1,12	0,56	BD	1,49	61,00	
5	-1	-1	1	2,47	1,24	NBD	2,49	62,33	
6	-1	1	1	1,53	0,77	BD	1,77	66,00	İyi
7	1	-1	1	3,30	1,65	NBD	2,92	57,33	Orta
8	1	1	1	1,05	0,52	BD	1,50	68,00	İyi

9	-1,682	0	0	2,69	1,34	NBD	2,50	62,33	Orta
10	1,682	0	0	1,76	0,88	BD	1,98	66,00	İyi
11	0	-1,682	0	5,08	2,54	NBD	3,82	43,00	Yetersiz
12	0	1,682	0	1,00	0,50	BD	1,39	61,00	Orta
13	0	0	-1,682	1,83	0,91	PD	2,16	71,67	İyi
14	0	0	1,682	1,61	0,80	BD	2,15	73,67	Çok iyi
15	0	0	0	2,85	1,42	NBD	2,79	62,33	Orta
16	0	0	0	2,03	1,01	PD	2,19	60,67	
17	0	0	0	2,04	1,02		2,20	60,33	
18	0	0	0	2,50	1,25	NBD	2,49	62,33	
19	0	0	0	2,06	1,03	PD	2,21	66,00	
20	0	0	0	1,93	0,96		2,09	58,33	

NBD: Negatif Binomiyal Dağılım, BD: Binomiyal Dağılım, PD: Poisson Dağılımı

Çörekotu tohumları ile yapılan yapışkan bant denemeleri sonucunda elde edilen en yüksek ve en düşük V_f değerleri sırasıyla, 11 nolu denemede (ilerleme hızı 2 m/s, ekim normu 0,66 kg/da ve tohum düşme açısı 35°) 2,54 ve 12 nolu denemede (ilerleme hızı 2 m/s, ekim normu 2,34 kg/da ve tohum düşme açısı 35°) 0,50 olarak saptanmıştır. Varyasyon faktörü 2,54 olan 11 nolu denemede tohum dağılımının negatif binomiyal dağılım yöneliminde olduğu, diğer bir ifadeyle ekimde istenmeyen kümelenmeler ve boşluklara neden olduğu saptanmıştır. 12 nolu denemede ise 0,50 varyasyon faktörü değerine bağlı olarak denemenin binomiyal dağılıma sahip olduğu ve dağılımın tek dane ekim karakteri gösterdiği belirlenmiştir.

En yüksek ve en düşük λ değerleri ise ilerleme hızının 1,4 m/s, ekim normunun 2 kg/da ve tohum düşme açısının 15° olduğu 2 nolu denemede %75,00 (çok iyi) olarak ve ilerleme hızının 2 m/s, ekim normunun 0,66 kg/da ve tohum düşme açısının 35° olduğu 1 nolu denemede %43,00 (yetersiz) olarak bulunmuştur.

4.3.2.1 Çörekotu sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin modelleme ve optimizasyon çalışmaları

Denemelerden elde edilen veriler, varyasyon faktörü ve iyilik kriteri tahminleme modellerinin geliştirilebilmesi için Stepwise regresyon analizine tabi tutulmuştur. Elde edilen modellerin denklem kökleri bulunarak optimum çalışma noktaları hesaplanmıştır.

Denemelerden elde edilen verilerin analizi için oluşturulan veri seti Ek 1.2’de verilmiştir.

4.3.2.2 Çörekotu V_f Modeli (Y_{CVf});

Ek-2.6’da görüleceği gibi çörekotu tohumunda, bağımlı değişken durumundaki V_f için yapılan Stepwise regresyon analizlerinden elde edilen model, %90 önem seviyesinde kübik (3. derece) formda kurulan modeldir. Model denkleminde eşitlik 4.4’de verilen ‘karekök’ transformasyonu uygulanmış olup aşağıdaki eşitlikte verilmiştir.

$$\sqrt{Y_{CVf}} = 1.046 - 0.262 * X_2 - 0.0516 * X_3^2 - 0.068 * X_1 * X_2 - 0.0208 * X_1^3 + 0.072 * X_1^2 * X_2 + 0.0262 * X_2^2 \quad (R^2 = \%94.26) \quad (4.11)$$

Model denkleminde incelendiğinde, kübik formda kurulan V_f modelinde 6 değişken yer almaktadır.

Değişkenlerin modele giriş sıraları ve modele katkıları ile temel istatistiksel bilgiler Tablo 4.22’de verilmiştir.

Tablo 4.22 Çörekotu tohumu V_f modeline ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Sıra No	Değişken	Katsayısı	Standart Hata	R^2 ve değişimi
-	Model sabiti	1.046	-	-
1	X_2	-0.262	0.0957	78.81
2	X_3^2	-0.0516	0.0841	83.92
3	$X_1 X_2$	-0.068	0.0724	88.28
4	X_1^3	-0.0208	0.0640	91.03
5	$X_1^2 X_2$	0.072	0.0568	93.06
6	X_2^2	0.0262	0.0521	94.26

Tablo 4.22’de görüldüğü gibi modele ilk sırada giren X_2 ekim normu bağımsız değişkeni sistemin %78.81’ini tek başına açıklamaktadır. 2. sırada giren X_3^2 tohum düşme açısı bağımsız değişkeni sistemi yaklaşık %5’lik bir oran ile etkilemektedir. 3. sırada giren $X_1 X_2$ interaksiyonunda ise ilerleme hızı bağımsız değişkeninin ekim normu değişkeni ile birlikte sistemi %4’lük bir pay ile etkilediği görülmektedir.

Optimum çalışma şartlarının belirlenebilmesi için çörekotu tohumları ile yapılan yapışkan bant denemelerinden elde edilen kübik formdaki 4.11 nolu eşitlik Maple programına aktarılmıştır. Programda yapılan çözümlemeler Ek 3.3’de verilmiştir.

Programdaki çözümleme sonucunda değişkenlerin kodlu optimum değerleri $X_1 = -1.588$, $X_2 = -0.5307$ ve $X_3 = 0$ olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan kodlu değerler kodsuz (gerçek) değerlere dönüştürüldüğünde;

$$\frac{X_1 - 2,0}{0,6} = -1.588 \rightarrow X_1 = 1.0472 \text{ m/s} \dots\dots\dots (4.12)$$

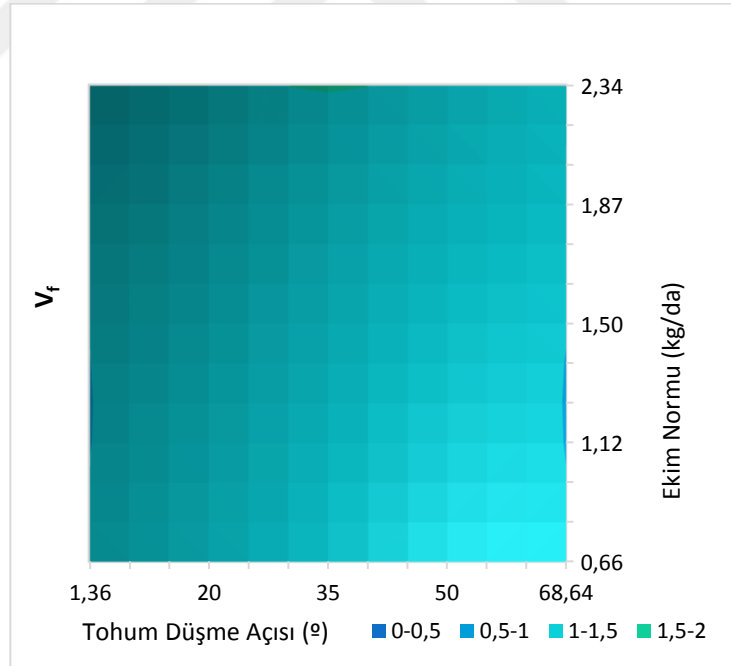
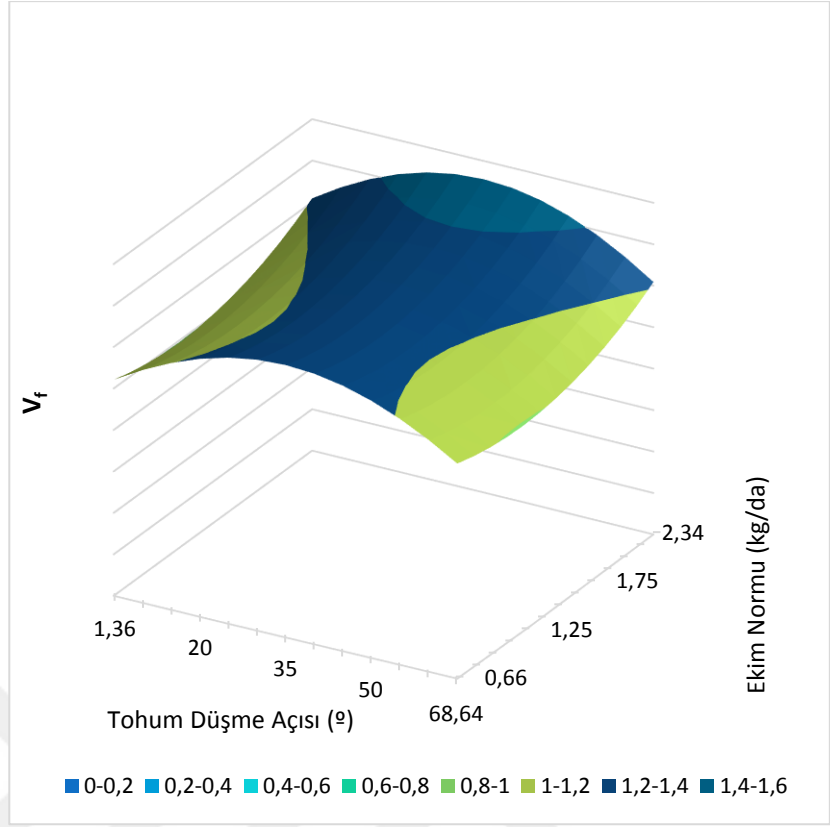
$$\frac{X_2 - 1,5}{0,5} = -0.5307 \rightarrow X_2 = 1.2346 \text{ kg/da} \dots\dots\dots (4.13)$$

$$\frac{X_3 - 35}{20} = 0 \rightarrow X_3 = 35^\circ \dots\dots\dots (4.14)$$

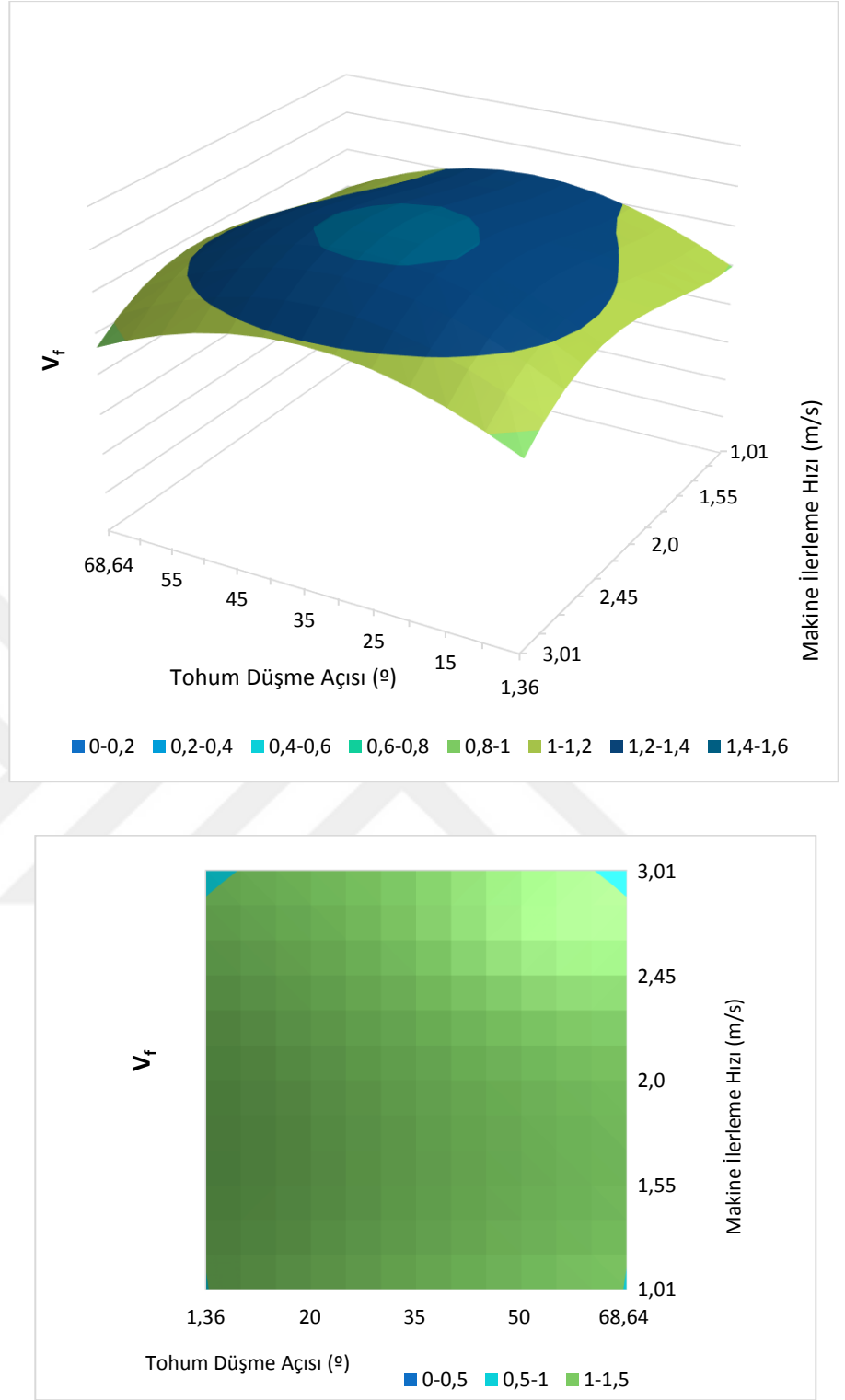
elde edilmiştir.

4.3.2.3 Çörekotu tohumlarının V_f ’ye ait tepki yüzeyleri modellerinin grafik olarak gösterimi

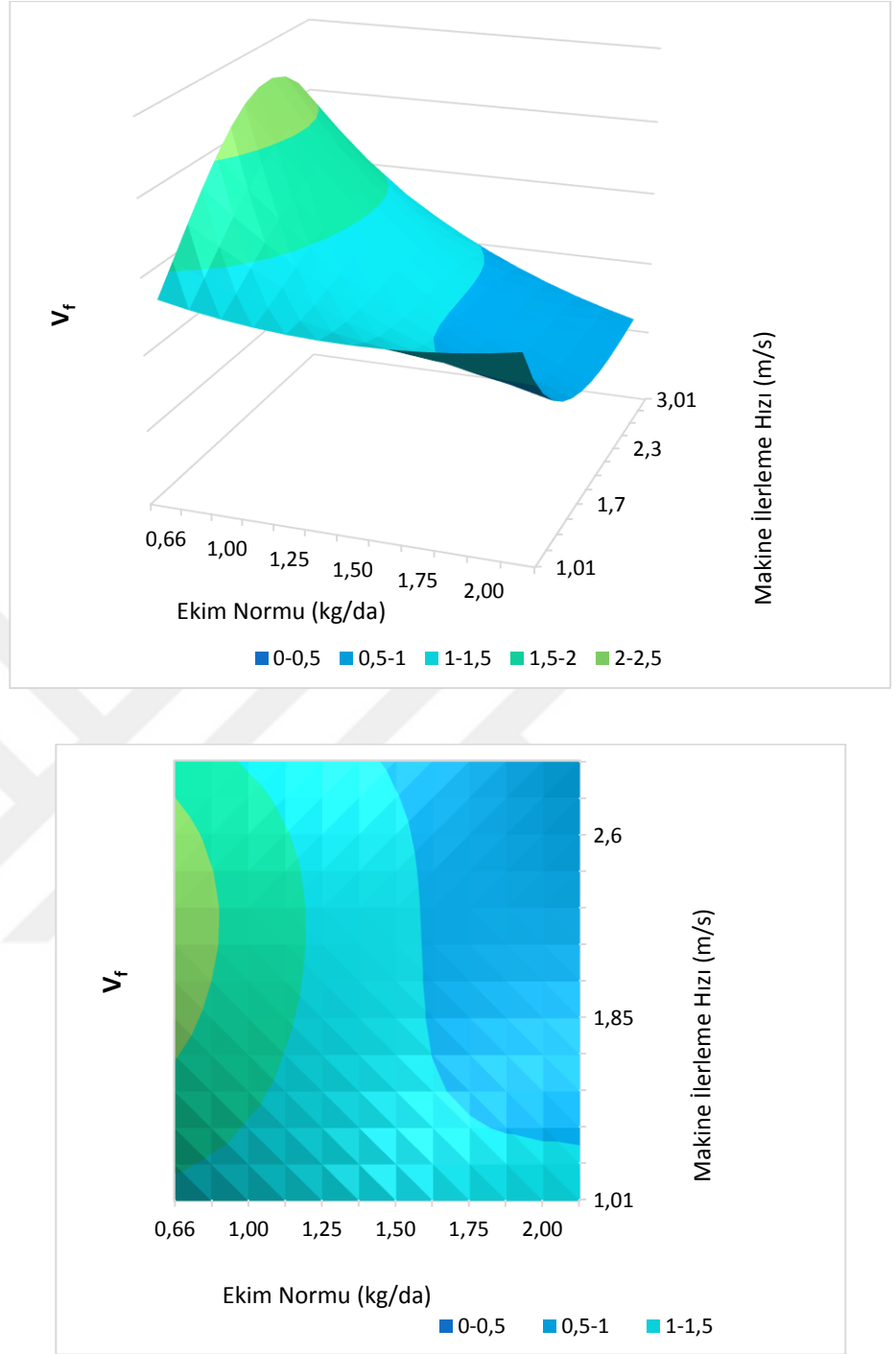
Tepki Yüzeyleri Metodolojisine göre çörekotu tohumu ile gerçekleştirilen yapışkan bant denemelerinden elde edilen V_f değişimini gösteren 2 ve 3 boyutlu grafikler aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.13 Çörekotu tohumu için ekim normu (X_2) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan V_f değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ilerleme hızı; X_1 : -1.588)

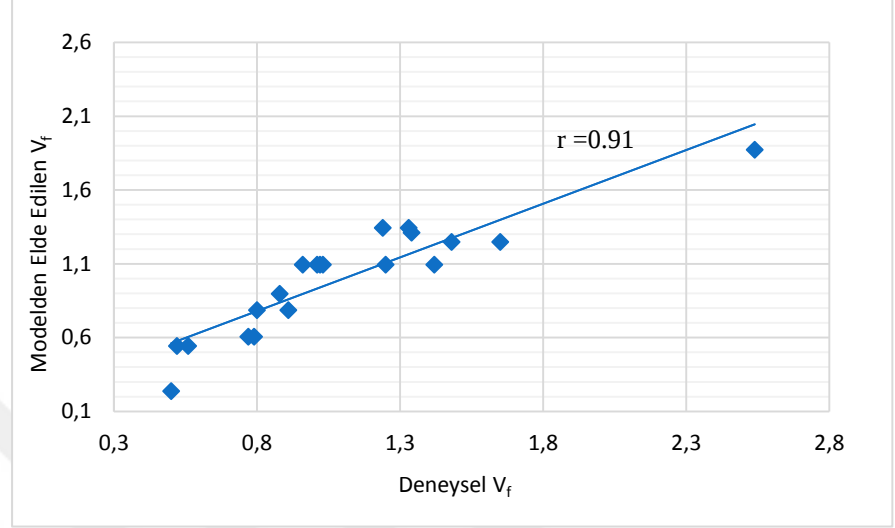


Şekil 4.14 Çörekotu tohumu için makine ilerleme hızı (X_1) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan V_f değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ekim normu; X_2 : -0.5307)



Şekil 4.15 Çörekotu tohumu için makine ilerleme hızı (X_1) ve ekim normu değerlerine (X_2) bağlı olarak oluşan V_f değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi
(Kodlu tohum düşme açısı; X_3 : 0)

Denemelerden elde edilen performans değerleri ile modelden elde edilen veriler karşılaştırılmış ve hassasiyet analizi grafiği çizilmiştir. Hassasiyet analizi aşağıda Şekil 4.16’da verilmiştir,



Şekil 4.16 Çörekotu V_f hassasiyet analizi

Şekil 4.16’da görüldüğü gibi, çörekotu tohumunun yapışkan bant denemelerinden elde edilen V_f değerleri ile modelden elde edilen değerler hassasiyet analizine tabi tutulmuş ve analiz sonucunda bu değerlerin birbirleriyle uyumlu olduğu saptanmıştır. Korelasyon katsayısı; $r=0.91$ olan hassasiyet analizi, modelin doğruluğunu kanıtlar niteliktedir.

Deneme sonuçlarına bağlı olarak elde edilen optimum çalışma şartlarında ekici ünite tekrar yapışkan bant üzerinde denemeye alınmış ve elde edilen optimum değerlerin doğruluğu sınanmıştır. 1,05 m/s ilerleme hızında, 1,23 kg/da ekim normunda ve 35° tohum düşme açısında gerçekleştirilen denemelerden elde edilen optimum çalışma koşulları Tablo 4.23’de verilmiştir.

Tablo 4.23 Çörekotu V_f modelinden elde edilen optimum çalışma koşullarında yapılan deneme sonuçları

	V _f	μ	λ
Çörekotu V _f	0,93	2,66	82,33

CCD denemelerinde λ değeri de en yüksek %75 (çok iyi) ve en düşük %43 (yetersiz) değerlerinde bulunmuşken optimum noktalarda çalışıldığında bu değer %82,33'e (çok iyi) yükseldiği saptanmıştır. V_f ve μ açısından değerlendirildiğinde optimum çalışma şartlarının bu performans göstergeleri üzerinde çok önemli bir etkisi olmadığı gözlenmiştir. Deneme desenindeki bazı şartlarda da optimizasyon sonrası elde edilen V_f ve μ değerlerine ulaşılmıştır.

Yukarıda belirtilen değerlendirmeler sonucunda V_f modelinin çörekotu ekiminde özellikle 1, 2 ve 3 tohumlu şeritlerin oranında artış sağlayan optimum çalışma şartlarını sağlaması nedeniyle ekim kalitesi açısından kullanılabilir bir model olduğu sonucuna varılmıştır.

4.3.2.4 Çörekotu λ Modeli (Y_{λ});

Çörekotu tohumuna ilişkin deneme sonuçları λ için kübik (3. derece) formda Minitab paket programında Stepwise regresyon analizlerine tabi tutulmuş ve %99 önem seviyesinde, istatistiksel olarak anlamlı bir modele ve bu model denklemini optimize eden köklere ulaşılmıştır. Stepwise regresyon analizi Ek-2.7'de verilmiş olup λ için eşitlik 4.4'de verilen 'karekök' transformasyon işlemi uygulanmıştır.

$$\sqrt{Y_{\lambda}} = 7.852 + 0.372 * X_2 + 0.249 * X_3^2 - 0.225 * X_2^2 + 0.178 * X_1 * X_2 * X_3 - 0.141 * X_1 * X_2^2 + 0.066 * X_1^2 - 0.124 * X_1^2 * X_2 + 0.068 * X_1 * X_3 - 0.063 * X_1 * X_2 + 0.0231 * X_1^3 (R^2 = \%95.96) \dots\dots\dots (4.15)$$

Model denklemini incelendiğinde, kübik formda kurulan λ modelinde 10 değişken yer almaktadır.

Değişkenlerin modele giriş sıraları ve modele katkıları ile temel istatistiksel bilgiler Tablo 4.24'de verilmiştir.

Tablo 4.24 Çörekotu tohumu λ modeline ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Sıra No	Değişken	Katsayısı	Standart Hata	R ² ve değişimi
-	Model sabiti	7.852	-	-
1	X_2	0.372	0.361	32.66
2	X_3^2	0.249	0.281	59.80
3	X_2^2	-0.225	0.196	80.73

4	$X_1 X_2 X_3$	0.178	0.160	87.48
5	$X_1 X_2^2$	-0.141	0.141	90.43
6	X_1^2	0.066	0.129	92.14
7	$X_1^2 X_2$	-0.124	0.118	93.50
8	$X_1 X_3$	0.068	0.110	94.48
9	$X_1 X_2$	-0.063	0.103	95.31
10	X_1^3	0.0231	0.0961	95.96

Tablo 4.24’de görüldüğü gibi modele ilk sırada giren X_2 ekim normu bağımsız değişkeni sistemi %32.66’lık oran ile tek başına açıklamaktadır. 2. sırada giren X_3^2 tohum düşme açısı bağımsız değişkeni sistemi yaklaşık %26 oranında açıklamaktadır. Modele 3. sırada giren X_2^2 ekim normu bağımsız değişkenidir. Tablo 4.24’ten görüleceği üzere sistem üzerinde en etkin parametre ekim normudur.

Optimum çalışma şartlarının belirlenebilmesi için çörekotu tohumları ile yapılan yapışkan bant denemelerinden elde edilen kübik formdaki 4.15 nolu eşitlik Maple programına aktarılmıştır. Programda yapılan çözümlemeler Ek 3.4’de verilmiştir.

Programda yapılan çözümleme ile bağımsız değişkenlerin kodlu optimum değerleri $X_1=-0.7444$, $X_2=1.2229$ ve $X_3=0.4270$ olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan kodlu değerler kodsuz (gerçek) değerlere dönüştürüldüğünde;

$$\frac{X_1 - 2,0}{0,6} = -0.7444 \rightarrow X_1 = 1.5533 \text{ m/s} \dots\dots\dots (4.16)$$

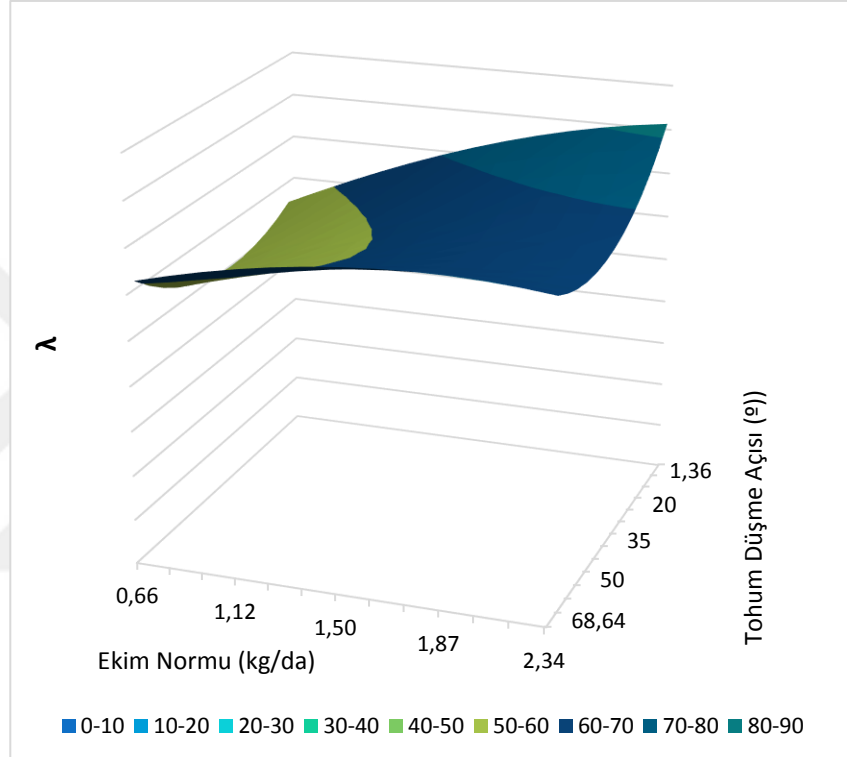
$$\frac{X_2 - 1,5}{0,5} = 1.2229 \rightarrow X_2 = 2.1114 \text{ kg/da} \dots\dots\dots (4.17)$$

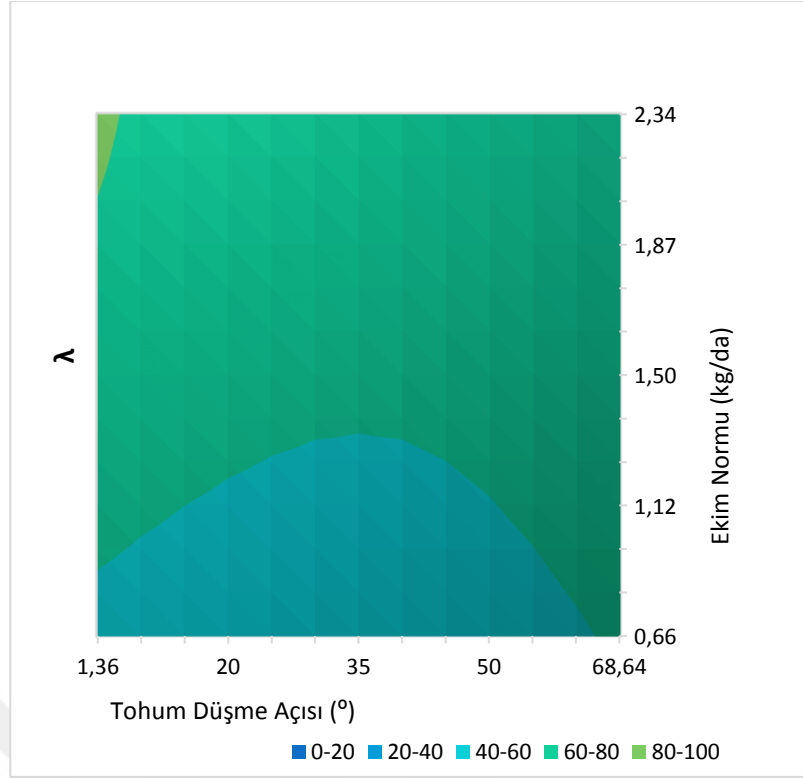
$$\frac{X_3 - 35}{20} = 0.4270 \rightarrow X_3 = 28.54^\circ \dots\dots\dots (4.18)$$

elde edilmiştir.

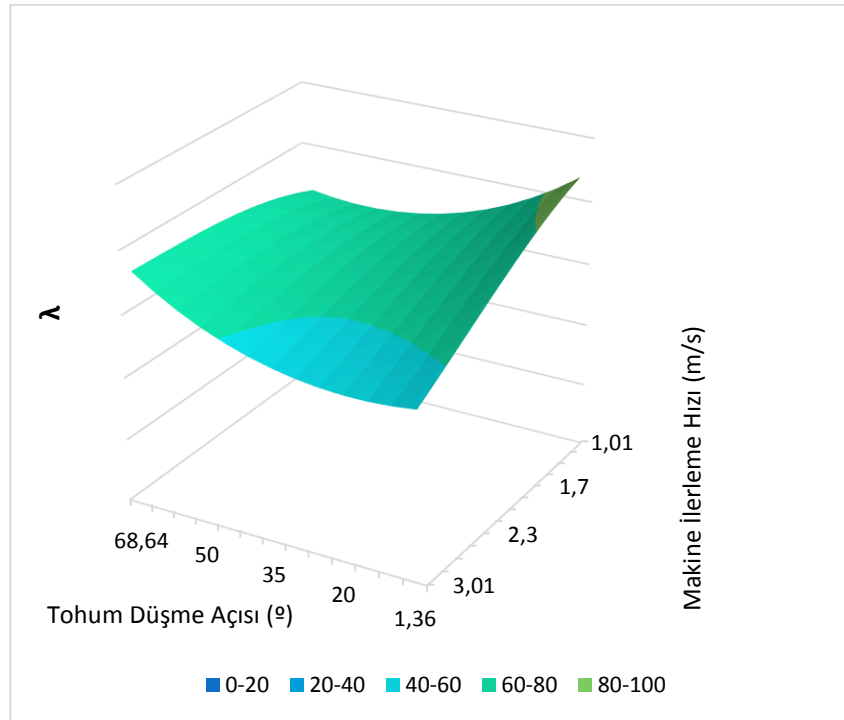
4.3.2.5 Çörekotu tohumlarının λ' ya a ait tepki yüzeyleri modellerinin grafik olarak gösterimi

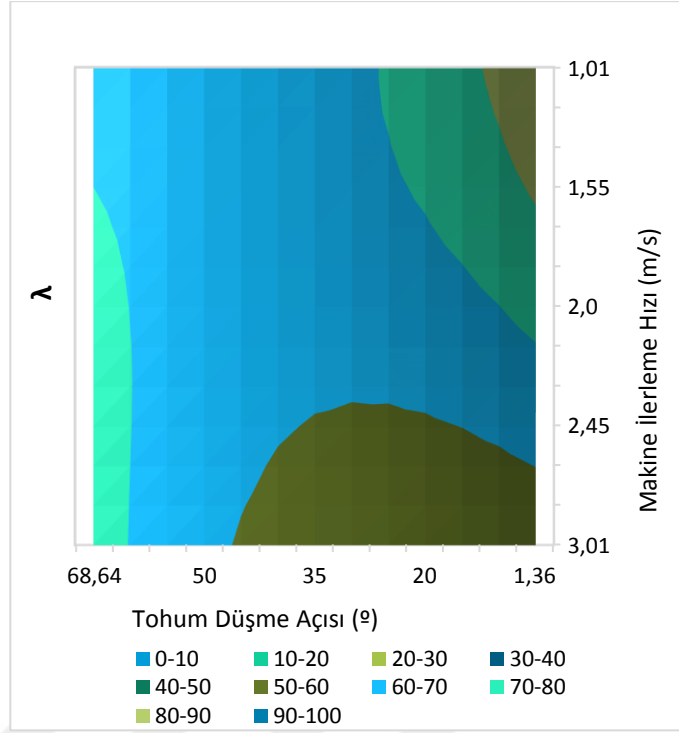
Tepki Yüzeyleri Metodolojisine göre çörekotu tohumu ile gerçekleştirilen yapışkan bant denemelerinden elde edilen λ değişimini gösteren 2 ve 3 boyutlu grafikler aşağıda verilmiştir.



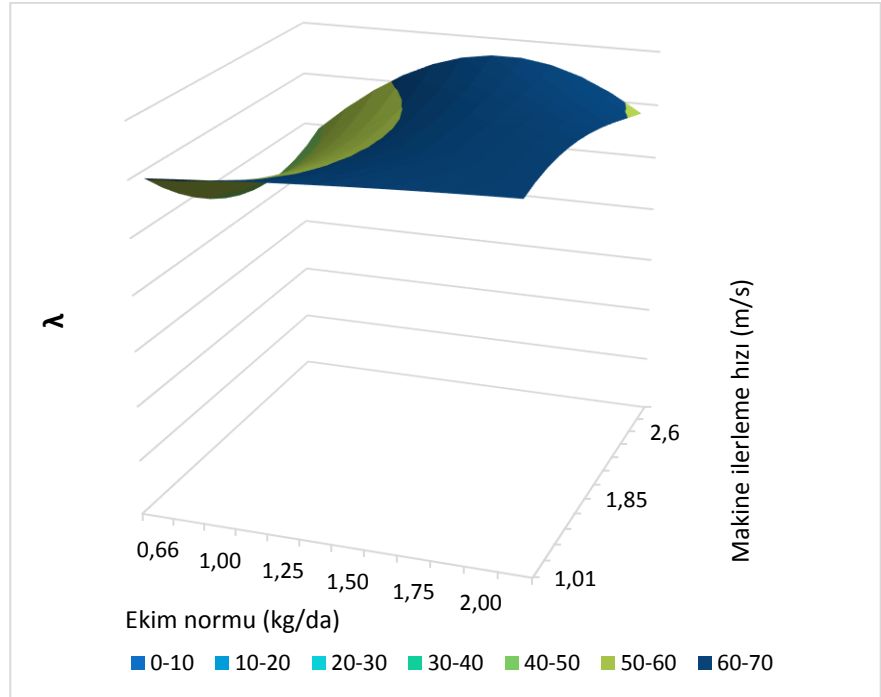


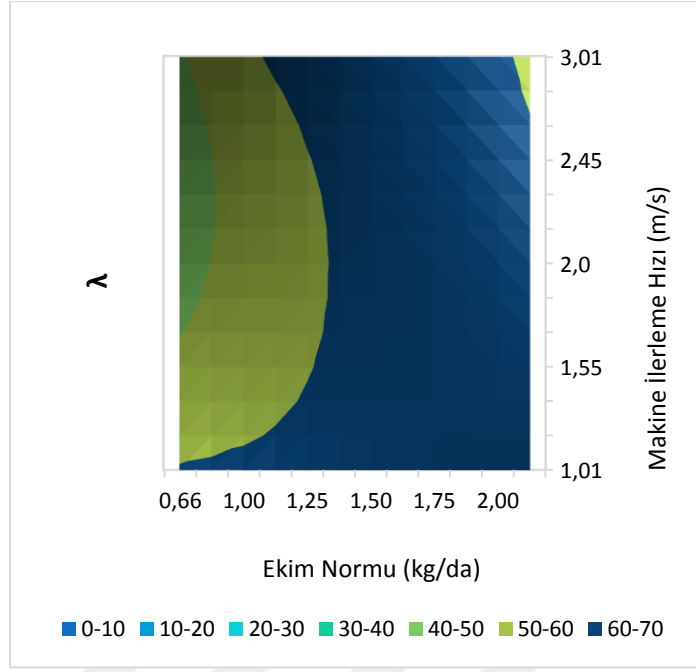
Şekil 4.17 Çörekotu tohumu için ekim normu (X_2) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan λ değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ilerleme hızı; X_1 : -0.7444)





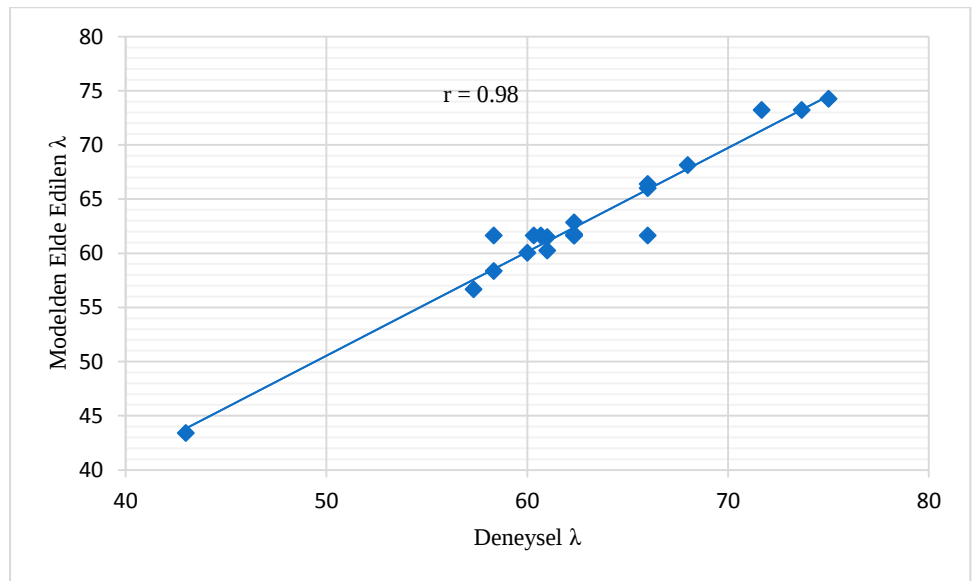
Şekil 4.18 Çörekotu tohumu makin ilerleme hızı (X_1) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan λ değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ekim normu; X_2 : 1.2229)





Şekil 4.19 Çörekotu tohumu için ekim normu (X_2) ve makine ilerleme hızı değerlerine (X_1) bağlı olarak oluşan λ değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu tohum düşme açısı; X_3 : 0.4270)

Denemelerden elde edilen performans değerleri ile modelden elde edilen veriler karşılaştırılmış ve hassasiyet analizi grafiği çizilmiştir. Hassasiyet analizi aşağıda Şekil 4.20’de verilmiştir.



Şekil 4.20 Çörekotu λ hassasiyet analizi

Çörekotu için yapılan λ hassasiyet analizi grafiğinden görüleceği gibi, deneysel veriler ve modelden tahminlenen veriler birbiri ile örtüşmektedir. Model denkleminin doğruluğu, korelasyon katsayısının ($r = 0.98$) 1'e ne kadar yakın olduğu ile doğru orantılıdır.

Deneme sonuçlarına bağlı olarak elde edilen optimum çalışma şartlarında ekici ünite tekrar yapışkan bant üzerinde denemeye alınmış ve elde edilen optimum değerlerin doğruluğu sınanmıştır. 1,55 m/s ilerleme hızında, 2,11 kg/da ekim normunda ve 28,54° tohum düşme açısında gerçekleştirilen denemelerden elde edilen sonuçlar Tablo 4.25'te verilmiştir..

Tablo 4.25 Çörekotu λ modelinden elde edilen optimum çalışma koşullarında yapılan deneme sonuçları

	V_f	μ	λ
Çörekotu λ	0,53	1,85	91,67

Optimizasyondan önce CCD denemelerinden elde edilen maksimum λ değeri %75,00 iken optimizasyon sonucunda bu değer %91,67'ye (çok iyi) çıkmıştır. Bunun anlamı şeritlerin %91,67'sine 1, 2 veya 3 tohum bırakılmış olmasıdır.

V_f modeliyle karşılaştırıldığında hem tahminleme hem de korelasyon katsayısının yüksek olduğu λ modelinin çörekotu ekiminde kullanılabilecek yapıda daha uygun bir model olduğunu söylemek mümkündür. Modelden hesaplanan optimum çalışma şartlarında yapılan denemeden elde edilen V_f ve μ değerleri de bu bulguyu doğrular niteliktedir.

4.3.3 Kışniş sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin deneme sonuçları

Kışniş tohumları ile yapılan yapışkan bant denemelerinde kullanılan deneme deseni akış düzgünlüğü denemelerinde kullanılan deneme deseni ile aynıdır (Tablo 4.12).

Kışniş tohumunun yapışkan bant denemelerinden elde edilen S^2 , V_f , μ ve λ değerlerine ilişkin deneme sonuçları ve değerlendirmeleri Tablo 4.26'da verilmiştir.

Tablo 4.26 Kişniş yapışkan bant denemelerinden elde edilen veriler, V_f ve λ değerdendirme

Deney No	X_1	X_2	X_3	S^2	V_f	Değerdendirme	μ	λ	Değerdendirme
1	-1	-1	-1	1,62	0,81	BD	1,89	65,67	İyi
2	-1	1	-1	0,95	0,47		1,39	65,67	
3	1	-1	-1	2,61	1,30	NBD	2,62	65,00	Orta
4	1	1	-1	1,32	0,66	BD	1,68	65,00	
5	-1	-1	1	1,00	0,50		1,42	64,33	
6	-1	1	1	1,48	0,74		1,95	76,00	Çok iyi
7	1	-1	1	2,16	1,08	PD	2,36	65,00	Orta
8	1	1	1	1,04	0,52	BD	1,42	67,33	İyi
9	-1,682	0	0	0,75	0,38		1,08	56,67	Orta
10	1,682	0	0	0,97	0,48		1,31	63,67	Orta
11	0	-1,682	0	3,64	1,82	NBD	2,79	53,00	Yetersiz
12	0	1,682	0	1,07	0,53	BD	1,42	63,33	Orta
13	0	0	-1,682	1,01	0,50		1,50	70,67	İyi
14	0	0	1,682	0,00	0,00	Akış yok	0,00	0,00	Akış Yok
15	0	0	0	1,32	0,66	BD	1,67	66,00	İyi
16	0	0	0	0,86	0,43		1,22	58,67	Orta
17	0	0	0	0,88	0,44		1,25	62,00	Orta
18	0	0	0	1,13	0,56		1,55	68,67	İyi
19	0	0	0	0,72	0,36		1,07	59,33	Orta
20	0	0	0	0,90	0,45		1,37	67,67	İyi

NBD: Negatif Binomiyal Dağılım, BD: Binomiyal Dağılım, PD: Poisson Dağılımı

Kişniş tohumları ile yapılan yapışkan bant denemeleri sonucunda elde edilen en yüksek ve en düşük V_f değerdleri sırasıyla, ilerleme hızının 2 m/s, ekim normunun 0,66 kg/da ve tohum düşme açısının 35° olduğu 11 nolu denemede 1,82 olarak ve ilerleme hızının 2 m/s, ekim normunun 1,5 kg/da ve tohum düşme açısının 35° olduğu 19 nolu denemede 0,36 olarak bulunmuştur. V_f değerdinin 1,82 olduğu 11 nolu denemede dağılımın negatif binomiyal dağılım karakterinde olduğu ve ekimde istenmeyen kümelenme ve boşlukların olduğu saptanmıştır., V_f değerdinin 0,36 olduğu 19 nolu denemede ise tohum dağılımının tek dane ekim karakteri gösterdiği belirlenmiştir.

En yüksek ve en düşük λ değerdleri sırasıyla 6 nolu denemede (ilerleme hızı 1,4 m/s, ekim normu 2 kg/da ve tohum düşme açısı 55°) %76,00 (çok iyi) ve 11 nolu denemede (ilerleme hızı 2 m/s, ekim normu 0,66 kg/da ve tohum düşme açısı 35°) %53,00 (yetersiz) elde edilmiştir.

4.3.3.1 Kişniş sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin modeller ve optimizasyon

Denemelerden elde edilen veriler, varyasyon faktörü ve iyilik kriteri tahminleme modellerinin geliştirilebilmesi için Stepwise regresyon analizine tabi tutulmuştur. Elde edilen modellerin denklem kökleri bulunarak optimum çalışma noktaları hesaplanmıştır.

Denemelerden elde edilen verilerin analizi için oluşturulan veri seti Ek 1.3'te verilmiştir.

4.3.3.2 Kişniş V_f Modeli (Y_{KVf});

Kişniş tohumuna ilişkin deneme sonuçları V_f için kübik (3. derece) formda Minitab paket programında Stepwise regresyon analizlerine tabi tutulmuş ve %99 önem seviyesinde, istatistiksel olarak anlamlı bir modele ve bu model denklemini optimize eden köklere ulaşılmıştır. Stepwise regresyon analizi Ek-2.8'de verilmiş olup V_f için herhangi bir transformasyon işlemi uygulanmamıştır.

$$Y_{KVf} = 0.4852 - 0.1396 * X_2^3 + 0.254 * X_2^2 - 0.138 * X_1 * X_2 + 0.130 * X_1 * X_2^2 + 0.083 * X_2 * X_3 - 0.063 * X_1 * X_2 * X_3 - 0.050 * X_1^2 * X_3 - 0.040 * X_1 * X_3 (R^2 = \%96.74) \dots\dots\dots (4.19)$$

Model denklemini incelendiğinde, kübik formda kurulan V_f modelinde 8 değişken yer almaktadır.

Değişkenlerin modele giriş sıraları ve modele katkıları ile temel istatistiksel bilgiler Tablo 4.27'de verilmiştir.

Tablo 4.27 Kişniş tohumu V_f modeline ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Sıra No	Değişken	Katsayısı	Standart Hata	R ² ve değişimi
-	Model sabiti	0.4852	-	-
1	X ₂ ³	-0.1396	0.276	42.57
2	X ₂	0.254	0.164	80.14
3	X ₁ X ₂	-0.138	0.137	86.34
4	X ₁ X ₂ ²	0.130	0.107	91.88
5	X ₂ X ₃	0.083	0.0919	94.11
6	X ₁ X ₂ X ₃	-0.063	0.0821	95.40
7	X ₁ ² X ₃	-0.050	0.0752	96.22
8	X ₁ X ₃	-0.040	0.0705	96.74

Tablo 4.27’de görüldüğü gibi modele ilk ve 2. sırada giren X_2^3 ve X_2 terimleri ile ekim normu bağımsız değişkeni sistemin yaklaşık %80’ini tek başına açıklayabilmektedir. Bu da sistemi etkileyen en önemli bağımsız değişkenin ekim normu olduğunu göstermektedir. Modele 3. Sırada giren X_1 X_2 interaksiyonunda ise ilerleme hızı ve ekim normu bağımsız değişkenleri birlikte yer alarak sistemin yaklaşık %6’sını açıklamaktadırlar. Modele daha sonra katılan değişkenler ise tahminleme katsayısı artışını azalan oranda etkilemektedir.

Optimum çalışma şartlarının belirlenebilmesi için kişniş tohumları ile yapılan yapışkan bant denemelerinden elde edilen kübik formdaki 4.19 nolu eşitlik Maple programına aktarılmıştır. Programda yapılan çözümlemeler Ek 3.5’de verilmiştir.

Programda yapılan çözümleme sonucunda bağımsız değişkenlerin kodlu optimum değerleri $X_1=-0.5507$, $X_2=-0.0583$ ve $X_3=-0.4528$ olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan kodlu değerler kodsuz (gerçek) değerlere dönüştürüldüğünde;

$$\frac{X_1 - 2,0}{0,6} = -0.5507 \rightarrow X_1 = 1.669 \text{ m/s} \dots\dots\dots (4.20)$$

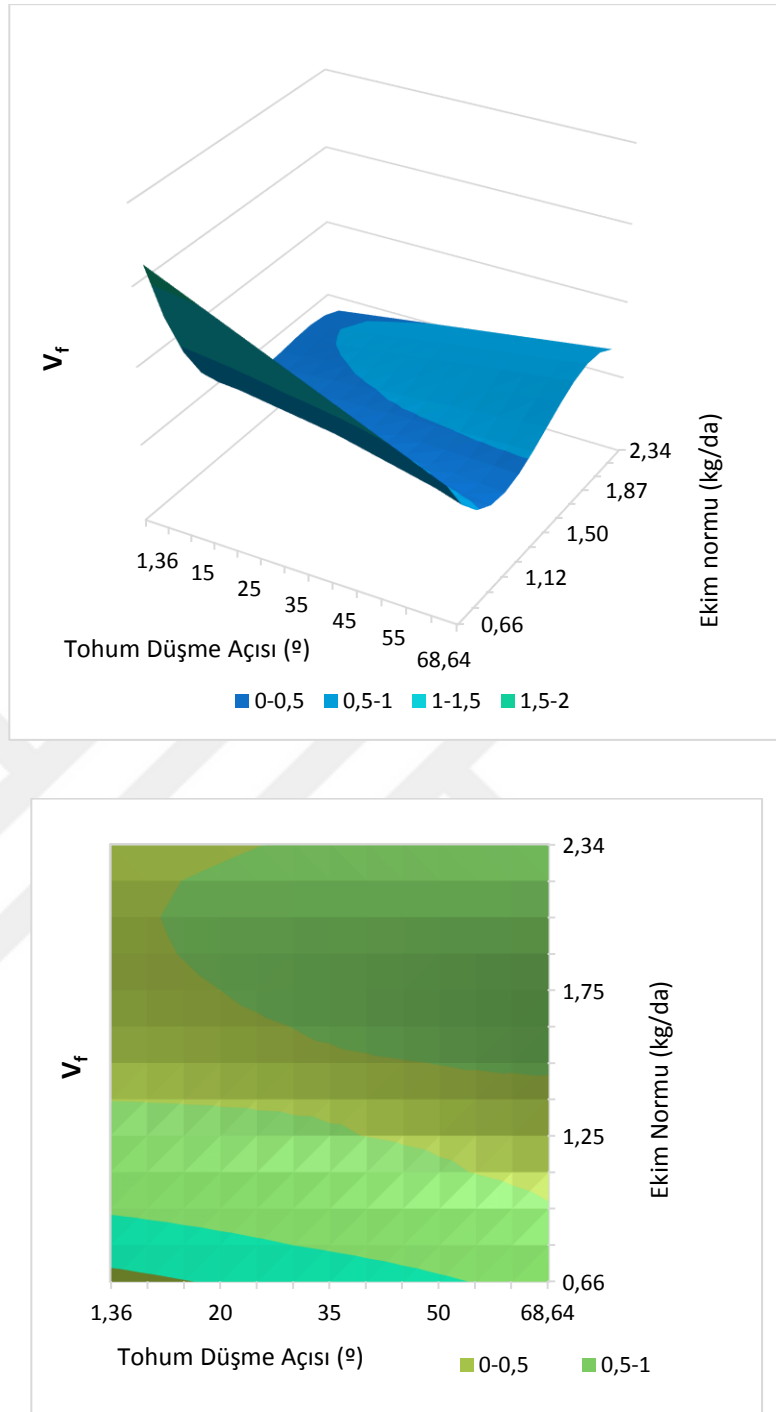
$$\frac{X_2 - 1,5}{0,5} = -0.0583 \rightarrow X_2 = 1.470 \text{ kg/da} \dots\dots\dots (4.21)$$

$$\frac{X_3 - 35}{20} = -0.4528 \rightarrow X_3 = 25,944^\circ \dots\dots\dots (4.22)$$

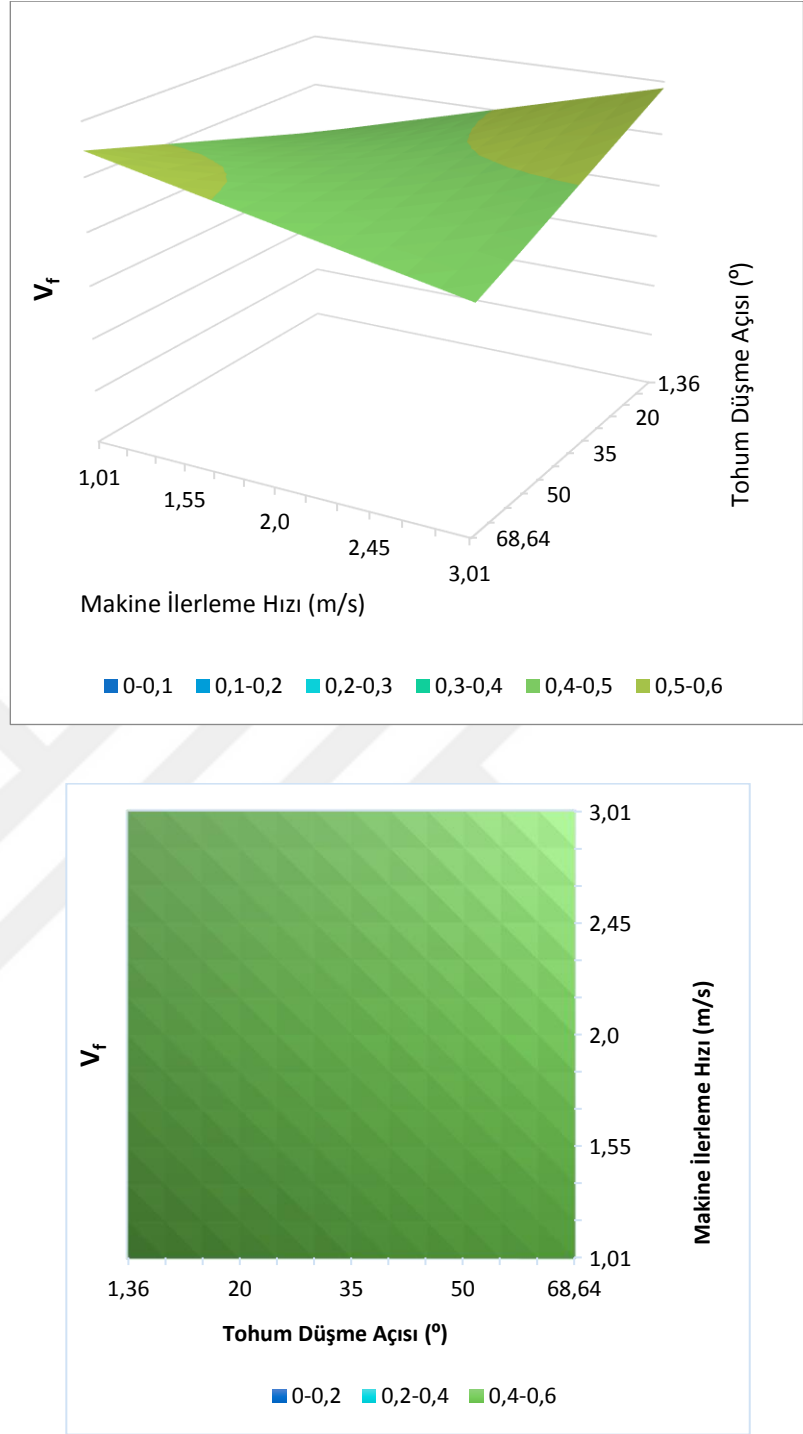
elde edilmiştir.

4.3.3.3 Kişniş tohumlarına V_f ’ ye ait tepki yüzeyleri modellerinin grafik olarak gösterimi

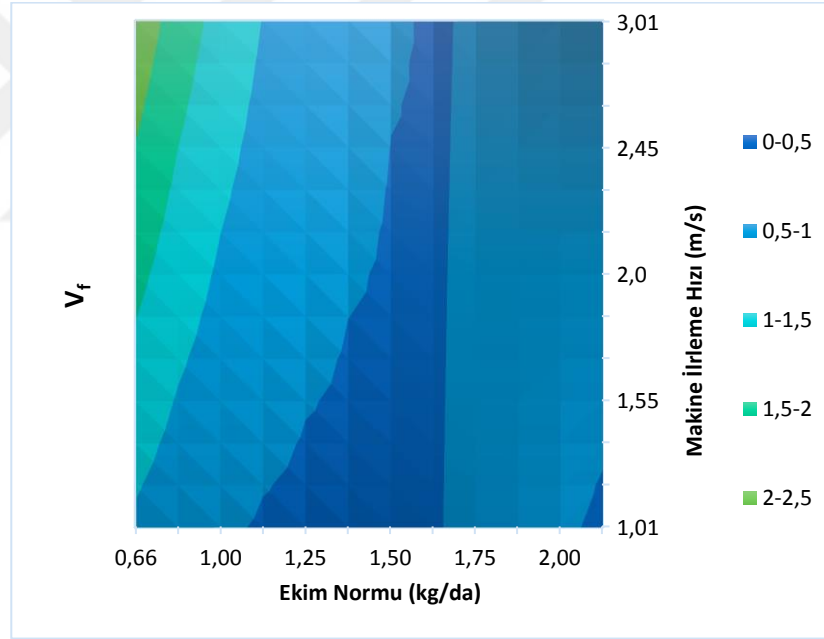
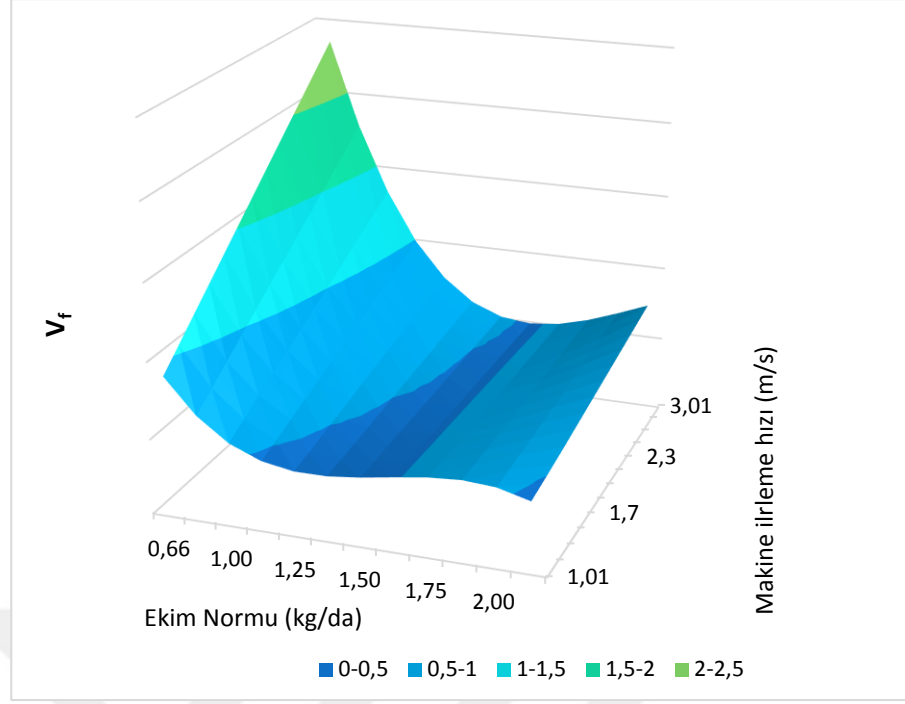
Tepki Yüzeyleri Metodolojisine göre kişniş tohumu ile gerçekleştirilen yapışkan bant denemelerinden elde edilen V_f değişimini gösteren 2 ve 3 boyutlu grafikler aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.21 Kışniş tohumu için ekim normu (X_2) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan V_f değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ilerleme hızı; X_1 : -0.5507)

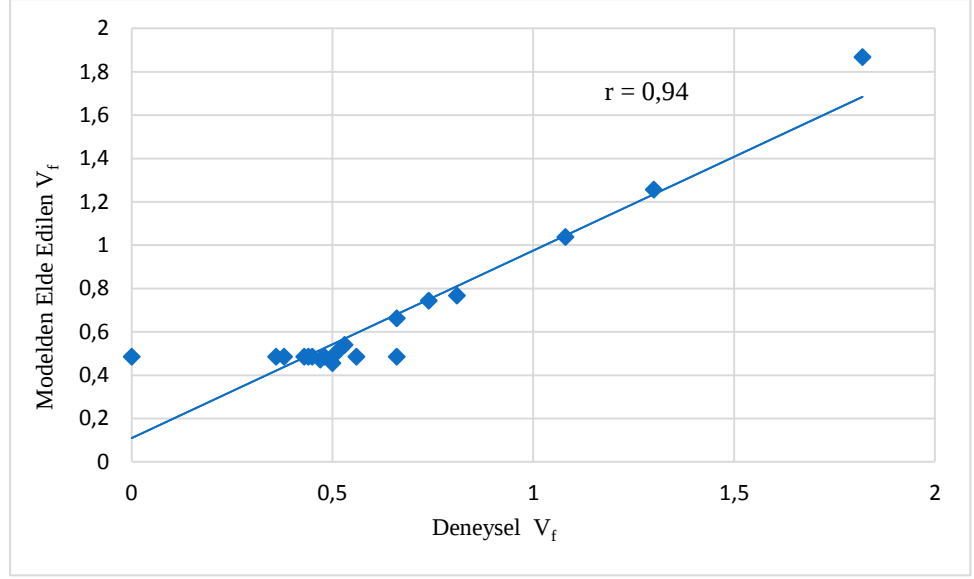


Şekil 4.22 Kışniş tohumu için makine ilerleme hızı (X_1) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan V_f değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ekim normu; X_2 : -0.0583)



Şekil 4.23 Kışniş tohumu için makine ilerleme hızı (X_1) ve ekim normu değerlerine (X_2) bağlı olarak oluşan V_f değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu tohum düşme açısı; X_3 : -0.4528)

Denemelerden elde edilen performans değerleri ile modelden elde edilen veriler karşılaştırılmış ve hassasiyet analizi grafiği çizilmiştir. Hassasiyet analizi Şekil 4.24’de verilmiştir.



Şekil 4.24 Kışniş V_f hassasiyet analizi

Şekil 4.24'te görüldüğü gibi, kışniş tohumunun yapışkan bant denemelerinden elde edilen V_f değerleri ile modelden elde edilen değerler hassasiyet analizine tabi tutulmuş ve analiz sonucunda bu değerlerin birbirleriyle uyumlu olduğu saptanmıştır. Korelasyon katsayısı; $r=0.94$ olan hassasiyet analizi, modelin doğruluğunu kanıtlar niteliktedir.

Deneme sonuçlarına bağlı olarak elde edilen optimum çalışma şartlarında ekici ünite tekrar yapışkan bant üzerinde denemeye alınmış ve elde edilen optimum değerlerin doğruluğu sınanmıştır. 1,669 m/s ilerleme hızında, 1,47 kg/da ekim normunda ve 25,94° tohum düşme açısında gerçekleştirilen denemelerden elde edilen sonuçlar Tablo 4.28'de verilmiştir.

Tablo 4.28 Kışniş V_f modelinden elde edilen optimum çalışma koşullarında yapılan deneme sonuçları

	V _f	μ	λ
Kışniş V _f	0,61	1,99	85,67

Optimum şartlarda yapılan deneme sonuçları değerlendirildiğinde optimum çalışma şartlarının V_f açısından çok önemli bir etkiye sahip olmadığı gözlenmiştir. Deneme desenindeki bazı şartlarda da optimizasyon sonrası elde edilen V_f değerine yakın değerlere ulaşılmıştır.

CCD denemelerinde λ değeri en yüksek %76 (çok iyi) değerinde bulunmuşken optimum noktalarda çalışıldığında bu değer %85,67 (çok iyi)'ye yükseldiği saptanmıştır.

Optimum şartlarda yapılan denemelerde μ değeri de teorik olarak istenen değer olan 2'ye çok yakın olarak bulunmuştur. Önceki denemelerde bu değer 2'nin çoğunlukla çok altında olarak saptanmıştır (Tablo 4.26).

4.3.3.4 Kişniş λ Modeli ($Y_{K\lambda}$);

Kişniş tohumunda, bağımlı değişken durumundaki λ için yapılan Stepwise regresyon analizlerinden (Ek-2.9) elde edilen model denkleminde eşitlik 4.1'de verilen 'ln' transformasyonu uygulanmıştır. %95 önem seviyesinde kübik (3. derece) formda kurulan model denkleminin aşağıdaki eşitlikte verilmektedir.

$$Y_{K\lambda} = 4.151 + 0.089 * X_3^2 + 0.0200 * X_2^3 - 0.0303 * X_2^2 + 0.0279 * X_3^3 + 0.0262 * X_2 * X_3 - 0.0180 * X_1^2 + 0.0268 * X_1^3 - 0.043 * X_1 \quad (R^2 = \%74.67).....$$

(4.23)

Model denkleminin incelendiğinde, kübik formda kurulan λ modelinde 8 değişken yer almaktadır.

Değişkenlerin modele giriş sıraları ve modele katkıları ile temel istatistiksel bilgiler Tablo 4.29'da verilmektedir.

Tablo 4.29 Kişniş tohumu λ modeline ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Sıra No	Değişken	Katsayısı	Standart Hata	R ² ve değişimi
-	Model sabiti	4.151	-	-
1	X_3^2	0.089	0.0678	27.99
2	X_2^3	0.0200	0.0591	46.26
3	X_2^2	-0.0303	0.0566	51.52
4	X_3^3	0.0279	0.0523	59.41
5	$X_2 * X_3$	0.0262	0.0497	64.12
6	X_1^2	-0.0180	0.0476	67.69
7	X_1^3	0.0268	0.0462	70.17
8	X_1	-0.043	0.0430	74.67

Tablo 4.29'dan görüleceği gibi modele ilk sırada giren X_3^3 tohum düşme açısı bağımsız değişkeni sistemi %27.99 oranında tek başına açıklamaktadır. Sistemin yaklaşık %23'lük kısmı modele 2. ve 3. sırada giren X_2^3 ve X_2^2 terimleriyle ekim normu bağımsız değişkeni tarafından açıklamaktadır. Analiz sonuçları doğrultusunda kişniş tohumlarının ekiminde en etkin parametrelerin tohum düşme açısı ve ekim normu bağımsız değişkenleri olduğu görülmektedir. Diğer iki bağımsız değişkenle karşılaştırıldığında ilerleme hızının sistem üzerindeki etkisinin oldukça düşük olduğu açıktır. İlerleme hızı V_f modelinde de sadece ineteraksiyon olarak yer almaktadır.

Optimum çalışma şartlarının belirlenebilmesi için adaçayı tohumları ile yapılan yapışkan bant denemelerinden elde edilen kübik formdaki 4.23 nolu eşitlik Maple programına aktarılmıştır. Programda yapılan çözümlemeler Ek 3.6'da verilmiştir.

Programda yapılan çözümleme sonucunda bağımsız değişkenlerin kodlu optimum değerleri $X_1=-0.5409$, $X_2= 1.0799$ ve $X_3=-0.1730$ olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan kodlu değerler kodsuz (gerçek) değerlere dönüştürüldüğünde;

$$\frac{X_1 - 2,0}{0,6} = -0.5409 \rightarrow X_1 = 1.675 \text{ m/s} \dots\dots\dots (4.24)$$

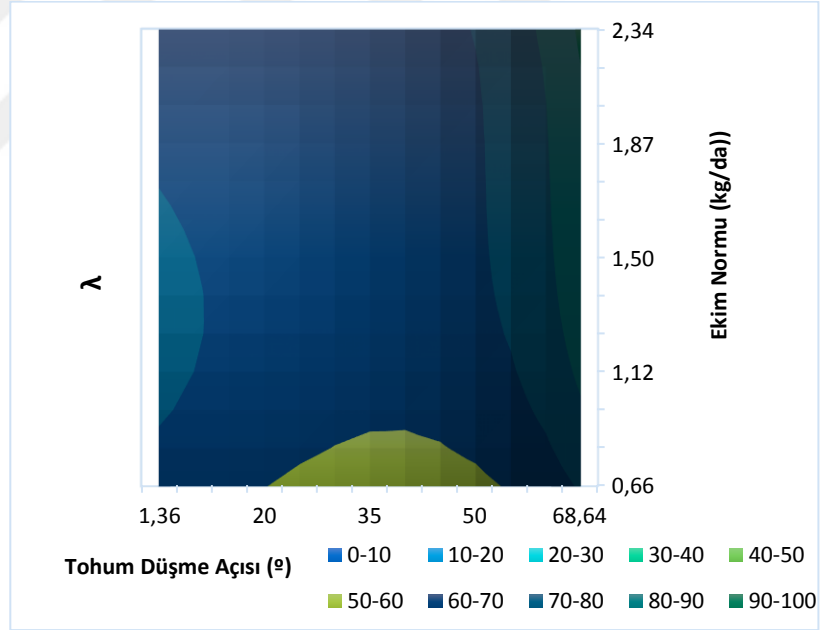
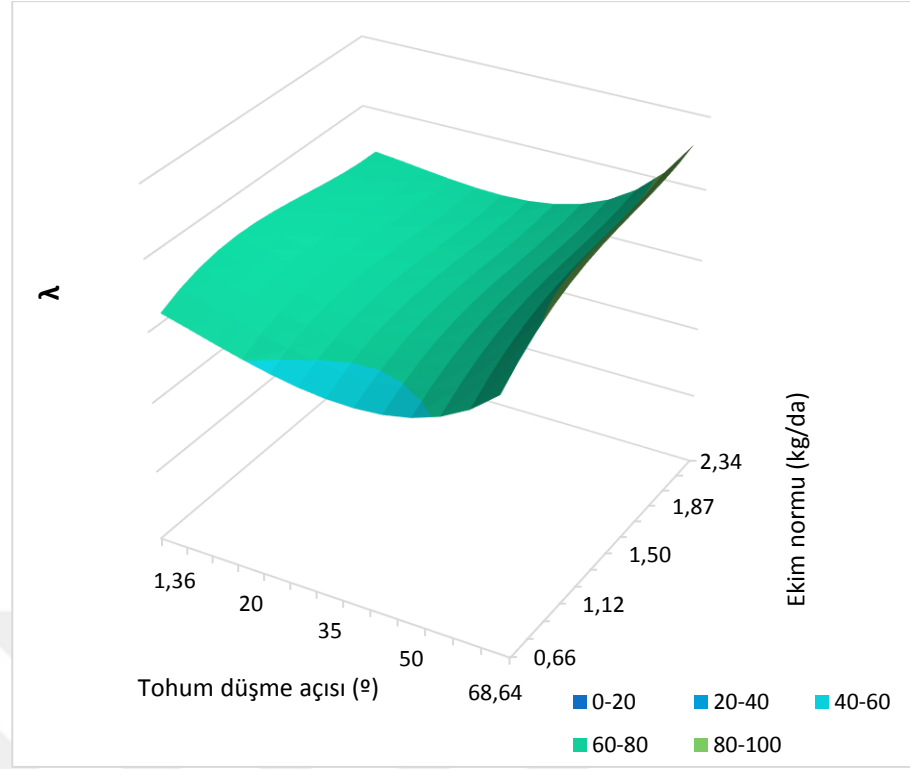
$$\frac{X_2 - 1,5}{0,5} = 1.0799 \rightarrow X_2 = 2.0399 \text{ kg/da} \dots\dots\dots (4.25)$$

$$\frac{X_3 - 35}{20} = -0.1730 \rightarrow X_3 = 31.54^\circ \dots\dots\dots (4.26)$$

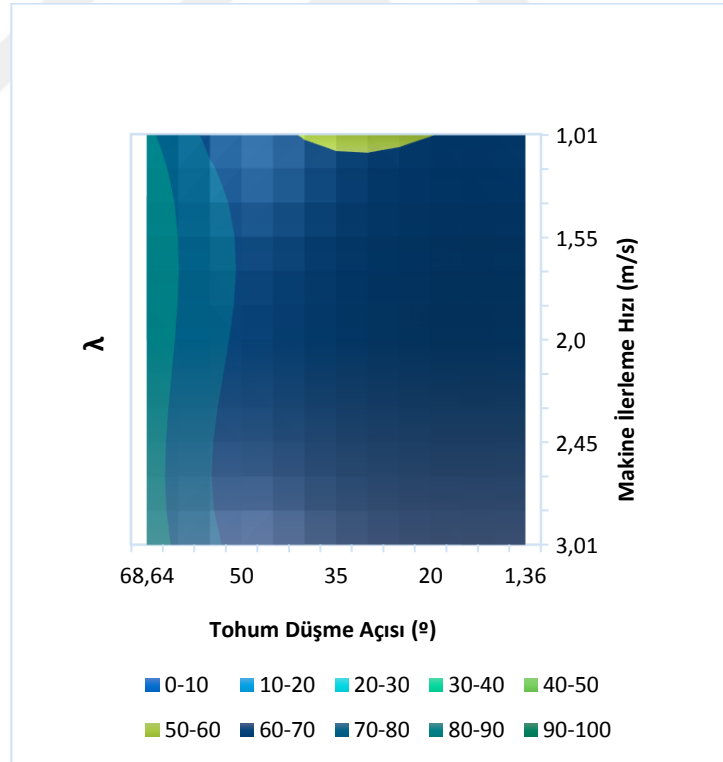
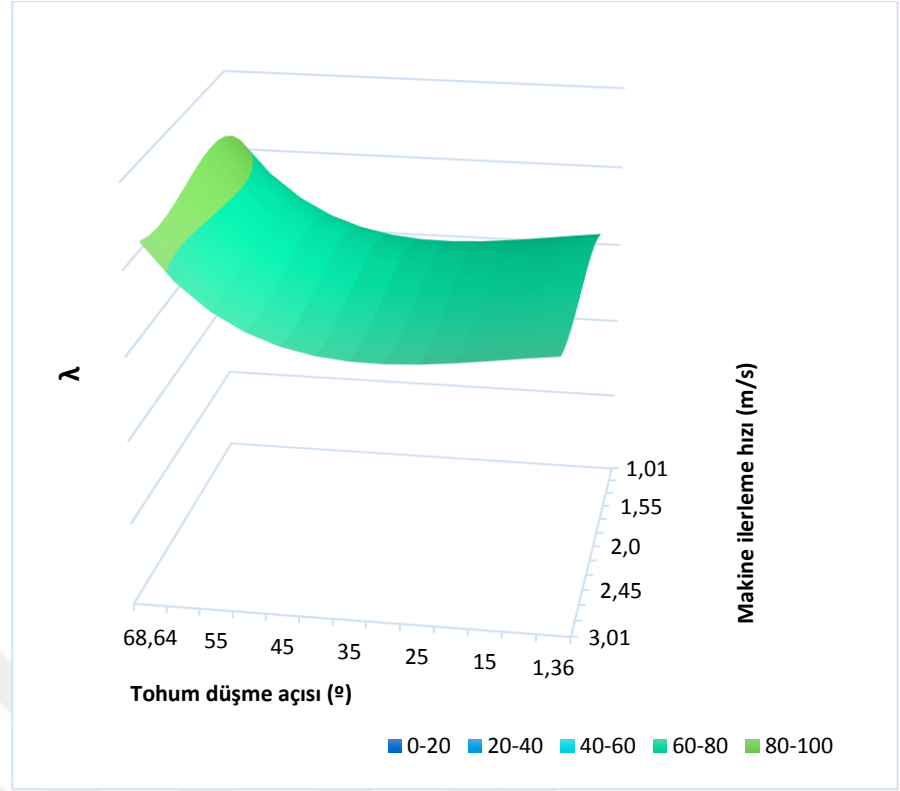
elde edilmiştir.

4.3.3.5 Kişniş tohumlarının λ 'ya ait tepki yüzeyleri modellerinin grafik olarak gösterimi

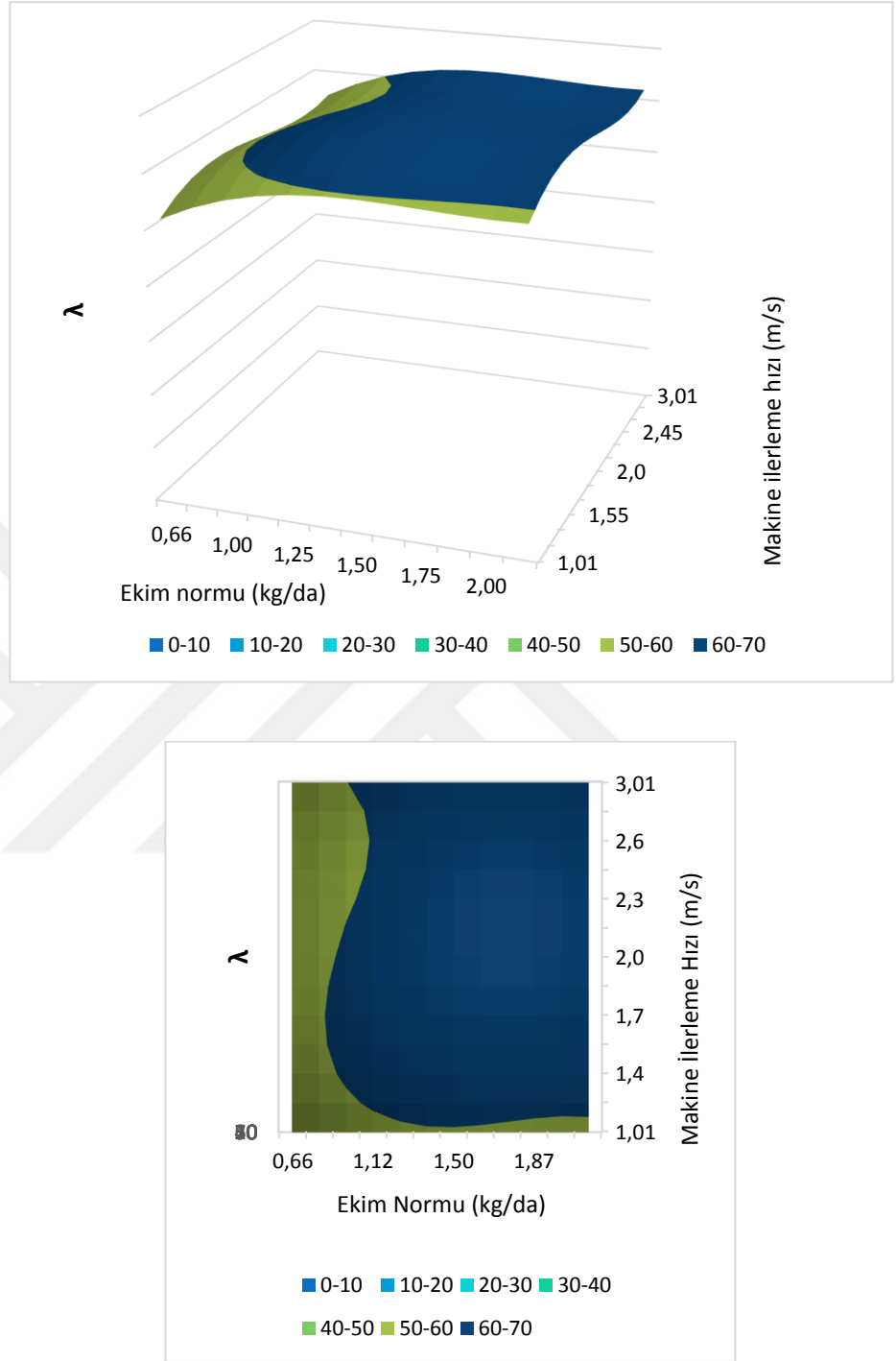
Tepki Yüzeyleri Metodolojisine göre kişniş tohumu ile gerçekleştirilen yapışkan bant denemelerinden elde edilen λ değişimini gösteren 2 ve 3 boyutlu grafikler aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.25 Kışniş tohumu için ekim normu (X_2) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan λ değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ilerleme hızı; X_1 : -0.5409)

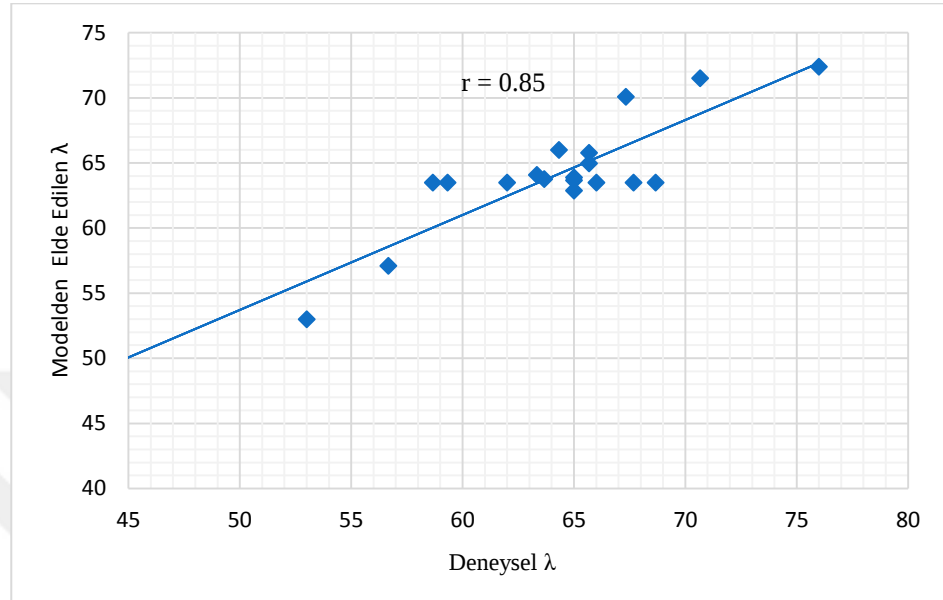


Şekil 4.26 Kışniş tohumu için makine ilerleme hızı (X_1) ve tohum düşme açısı değerlerine (X_3) bağlı olarak oluşan λ değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu ekim normu; X_2 : 1.0799)



Şekil 4.27 Kışniş tohumu için ekim normu (X_2) ve makine ilerleme hızı değerlerine (X_1) bağlı olarak oluşan λ değişiminin 2 ve 3 boyutta gösterimi (Kodlu tohum düşme açısı; X_3 : -0.1730)

Denemelerden elde edilen performans değerleri ile modelden elde edilen veriler karşılaştırılmış ve hassasiyet analizi grafiği çizilmiştir. Hassasiyet analizi aşağıda Şekil 4.28’de verilmiştir.



Şekil 4.28 Kışniş λ hassasiyet analizi

Şekil 4.28’de görüldüğü gibi, adaçayı tohumunun yapışkan bant denemelerinden elde edilen λ değerleri ile modelden elde edilen değerler hassasiyet analizine tabi tutulmuş ve analiz sonucunda bu değerlerin birbirleriyle uyumlu olduğu saptanmıştır. Korelasyon katsayısı; $r=0.85$ olan hassasiyet analizi, modelin doğruluğunu kanıtlar niteliktedir.

Deneme sonuçlarına bağlı olarak elde edilen optimum çalışma şartlarında ekici ünite tekrar yapışkan bant üzerinde denemeye alınmış ve elde edilen optimum değerlerin doğruluğu sınanmıştır. 1,675 m/s ilerleme hızında, 2,04 kg/da ekim normunda ve $31,54^\circ$ tohum düşme açısında gerçekleştirilen denemelerden elde edilen sonuçlar Tablo 4.30’da verilmiştir.

Tablo 4.30 Kışniş λ modelinden elde edilen optimum çalışma koşullarında yapılan deneme sonuçları

	V_f	μ	λ
Kışniş λ	0,43	1,53	85,67

Optimum şartlarda yapılan deneme sonuçları değerlendirildiğinde optimum çalışma şartlarının V_f açısından çok önemli bir etkiye sahip olmadığı gözlenmiştir. Deneme desenindeki bazı şartlarda da optimizasyon sonrası elde edilen V_f değerine yakın değerlere ulaşılmıştır.

CCD denemelerinde λ değeri en yüksek %76 (çok iyi) değerinde bulunmuşken optimum noktalarda çalışıldığında bu değer %85,67 (çok iyi)'ye yükseldiği saptanmıştır. Bunun anlamı optimum şartlarda çalışılması durumunda ekim kalitesinin yükseleceği, diğer bir ifadeyle 1, 2 ve 3 tohumlu şeritlerin toplam şeritler içerisindeki payının %85,67'ye çıkarılabileceğidir.

5. TARTIŞMA

Denemeler sonucunda elde edilen veriler ile mikro-granül aplikatör ile belirlenen ekim şartlarında gerçekleştirilen akış düzgünlüğü denemelerinde, en iyi adaçayı akış düzgünlüğü varyasyon katsayısı (%VK) değerleri, ekim normunun 1,5 kg/da, ilerleme hızının 3 m/s olduğu ve tohum düşme açısının 35° olduğu 10. denemeden elde edilmiştir. Ekim normu ve ilerleme hızı değişkenlerinin %VK üzerinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Çörekotu tohumları için elde edilen en iyi akış düzgünlüğü sonuçları bulgular kısmında verilen 12 nolu denemede ilerleme hızının 2 m/s, ekim normunun 2,34 kg/da ve tohum düşme açısı 35° olduğu koşullarda elde edilmiştir. Yüksek makine ilerleme hızı ve yüksek ekim normu kombinasyonunun çörekotu tohumlarının akış düzgünlüğüne doğrudan etkisi olduğu gözlemlenmiştir.

Kışniş tohumları kullanılarak yapılan akış düzgünlüğü denemeleri sonucunda 10 nolu denemenin (ekim normu 1,5 kg/da, ilerleme hızı 3 m/s, tohum düşme açısı 35°) en iyi %VK değerine sahip olduğu saptanmıştır. Kışniş tohumlarında akışı etkileyen en önemli kriter makine ilerleme hızı olarak belirlenmiştir.

Kışniş tohumlarının akışındaki düzensizliğin, tohumların yığın hacim ağırlığının düşük olması ve düşük makine ilerleme hızı sebebi ile olduğu düşünülmektedir.

Özdemir (2019), oluklu makaralar ile yaptığı çalışmada akış düzgünlüğünün düşük devirlerde akışın düzensiz olduğunu ve makara devri arttıkça sürüklenen tohumların oluşturduğu akışın daha düzenli hale geldiğini ve % VK değerlerinde azalma meydana geldiğini belirtmektedir.

Bu çalışmada ekici düzende herhangi bir makara kullanılmamasına karşın Özdemir (2019)'in de belirttiği gibi devire bağlı ilerleme hızı artışı ile akışta iyileşmeler olduğu gözlemlenmiştir.

Adaçayı tohumu akış düzgünlüğünü etkileyen en önemli faktörün makine ilerleme hızı, çörekotu ve kışniş tohumlarının akış düzgünlüğünde ise ekim normu ve tohum düşme açısının daha etkili değişkenler olduğu saptanmıştır.

Çörekotu ve kişniş tohumları ile çalışılırken depo hacminin tüm denemelerde yarıdan fazlasının dolu olmasına dikkat edilmiştir. Aksi takdirde akışta bozulmalar gözlemlenmiştir. Bunun bulgunun tohumların fiziksel özelliklerinin ve bin dane ağırlıklarının farklı olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Önal ve Ertuğrul (2011) yaptıkları çalışmada Stepwise regresyon analizinde, aktif makara uzunluğu ile makara devri sisteme birlikte girdiği takdirde R^2 değerlerinin yükseldiğini, ilerleme hızı arttıkça makine devri de senkronize arttığı için, ekim normunun makine ilerleme hızından etkilemediğini belirtmiştir.

Altuntaş ve ark (2007), farklı ekim normu ve ilerleme hızlarının buğday ve fiğ ile çalışmada sıra üzeri ve arası mesafeleri nasıl etkileyeceğini incelemişlerdir. Buna bağlı olarak yüksek makine ilerleme hızı ve ekim normu değerlerinde sıra üzeri dağılımın kötü etkilendiğini ve düşük çalışma koşullarında çalışılması gerektiğini ortaya koymuşlardır.

Adaçayı tohumları ile yapılan yapışkan bant denemelerinden elde edilen en yüksek V_f değeri 3,31 olan 11 nolu deneme (ilerleme hızı 2 m/s, ekim normu 0,66 kg/da ve tohum düşme açısı 35°) ve en düşük V_f değeri 1,53 olan 13 nolu denemedir (ilerleme hızı 2 m/s, ekim normu 1,5 kg/da ve tohum düşme açısı $1,36^\circ$). Her iki değerinde V_f değerlendirmesi negatif binomiyal dağılım karakterindedir. Bunun anlamı tohum dağılımında istenmeyen boşluk ve kümelenmelerin meydana geldiğidir. En yüksek λ değeri 12 (ilerleme hızı 2,0 m/s, ekim normu 2,34 kg/da ve tohum düşme açısı 35°) ve 13 nolu denemelerden (ilerleme hızı 2,0 m/s, ekim normu 1,5 kg/da ve tohum düşme açısı $1,36^\circ$) %58,00 (orta) olarak, en düşük λ değeri %30,33 (yetersiz) olarak 11 nolu denemeden (ilerleme hızı 2 m/s, ekim normu 0,66 kg/da ve tohum düşme açısı 35°) elde edilmiştir. Adaçayı tohumunda sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü etkileyen en önemli değişkenlerin ekim normu ve tohum düşme açısı olduğu belirlenmiştir.

Çörekotu tohumları ile yapılan yapışkan bant denemeleri sonucunda elde edilen en yüksek ve en düşük V_f değerleri sırasıyla, 11 nolu denemede (ilerleme hızı 2 m/s, ekim normu 0,66 kg/da ve tohum düşme açısı 35°) 2,54 ve 12 nolu denemede (ilerleme hızı 2 m/s, ekim normu 2,34 kg/da ve tohum düşme açısı 35°) 0,50 olarak saptanmıştır. Varyasyon faktörü 2,54 olan denemenin değerlendirmesi

negatif binomiyal dağılım yöneliminde olup ekimde istenmeyen kümelenmeler ve boşluklara neden olduğu, 0,50 olan denemede ise binomiyal dağılımla tek dane ekim karakteri gösterdiği belirlenmiştir. Ekim normu değişkeninin ekim karakteri üzerinde ne denli etkisi olduğu açıkça görülmektedir.

En yüksek ve en düşük λ değerleri sırasıyla 2 nolu denemede (ilerleme hızı 1,4 m/s, ekim normu 2 kg/da ve tohum düşme açısı 15°) %75,00 (çok iyi) ve 11 nolu denemede (ilerleme hızı 2 m/s, ekim normu 0,66 kg/da ve tohum düşme açısı 35°) %43,00 (yetersiz) olarak bulunmuştur.

Kışniş tohumları ile yapılan yapışkan bant denemeleri sonucunda elde edilen en yüksek ve en düşük V_f değerleri sırasıyla, 11 nolu denemede (ilerleme hızı 2 m/s, ekim normu 0,66 kg/da ve tohum düşme açısı 35°) 1,82 ve 19 nolu denemede (ilerleme hızı 2 m/s, ekim normu 1,5 kg/da ve tohum düşme açısı 35°) 0,36 olarak bulunmuştur. V_f 1,82 olan denemenin negatif binomiyal dağılım ile ekimde istenmeyen kümelenme ve boşluklara neden olduğu, V_f 0,36 olan denemede ise binomiyal dağılım ile tek dane ekim karakteri gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek ve en düşük λ değerleri sırasıyla 6 nolu denemede (ilerleme hızı 1,4 m/s, ekim normu 2 kg/da ve tohum düşme açısı 55°) %76,00 (çok iyi) ve 11 nolu denemede (ilerleme hızı 2 m/s, ekim normu 0,66 kg/da ve tohum düşme açısı 35°) %53,00 (yetersiz) olarak bulunmuştur. Kışniş tohumlarında sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü etkileyen en önemli etkenin tohum düşme açısı ve ekim normu olduğu belirlenmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bazı tıbbi ve aromatik bitki tohumlarının mikro-granül aplikatör kullanılarak ekiminde akış karakteristiklerini belirlemek ve tohum dağılım düzgünlüğünü optimize etmek için yapılmış olan bu çalışmada 3 farklı tohum ile çalışılmış ve 3 tekerrürlü olarak 20'şer deneme gerçekleştirilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Adaçayı tohumları ile yapılan yapışkan bant denemeleri sonucunda λ ve V_f değerlerinin yüksek olduğu denemelerde sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü etkileyen en önemli değişkenlerin ekim normu (1,5 kg/da ve 2,34 kg/da) ve tohum düşme açısı (1,36 ° ve 35°) olduğu belirlenmiştir.

Çörekotu tohumları ile yapılan yapışkan bant denemeleri sonucunda λ ve V_f değerlerinin yüksek olduğu denemelerde, ilerleme hızı ve ekim normu değerlerinin 1,4 m/s ve 1,5 kg/da ve üstü çalışma koşullarında olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan regresyon analizleri sonucunda ise sistemi en çok etkileyen bağımsız değişken ekim normu bağımsız değişkeni olarak bulunmuştur.

Kişniş tohumu ile yapılan yapışkan bant denemelerinden elde edilen veriler ile regresyon analizi sonuçlarına bağlı olarak, sıra üzeri tohum dağılımını en çok etkileyen bağımsız değişken ekim normu olmuştur. Dağılımın düzeldiği ve V_f değerlerinin istenilen aralıkta çıktığı değerler ekim normu değerlerinin 1,4 m/s ve 2,0 m/s olduğu denemelerde olduğu gözlemlenmiştir.

Günümüzde yapılan çalışmalara baktığımızda mikro-granül aplikatör ile tıbbi ve aromatik bitkilerin ekimine dair herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle yapılan çalışmanın literatürde bir kıyası yoktur.

Yapışkan bant denemelerinden elde edilen optimum noktalar ile yapılan verifikasyon testi sonuçlarına göre;

Adaçayı tohumlarında V_f ve λ değerleri sırası ile 0,73 ve %88,33 olarak bulunmuştur. V_f ' nin 0,73 olarak bulunduğu optimize edilmiş çalışma koşullarında; ilerleme hızı 2,14 m/s, ekim normu 1,39 kg/da ve tohum düşme açısı 42,73° olarak belirlenmiştir. λ 'nın %88,33 olarak bulunduğu optimize edilmiş çalışma koşullarında; ilerleme hızı 1,82 m/s, ekim normu 1,74 kg/da ve tohum düşme açısı 61,85° olarak belirlenmiştir.

Verifikasyon testleri sonucunda çörekotu tohumunda V_f ve λ değerleri sırası ile 0,93 ve %91,67 olarak bulunmuştur.

V_f 'nin 0,93 olarak bulunduğu optimize edilmiş çalışma koşulları; ilerleme hızının 1,05 m/s, ekim normunun 1,23 kg/da ve tohum düşme açısının 35° olduğu şartlardır.

λ 'nın %91,67 olarak bulunduğu optimize edilmiş çalışma koşulları; ilerleme hızı 1,55 m/s, ekim normu 2,11 kg/da ve tohum düşme açısı $28,54^\circ$ olarak belirlenmiştir.

Verifikasyon testleri sonucunda kişniş tohumlarında V_f ve λ değerleri sırası ile 0,61 ve %85,67 olarak bulunmuştur.

V_f 'nin 0,61 olarak bulunduğu optimize edilmiş çalışma koşulları; ilerleme hızı 1,67 m/s, ekim normu 1,47 kg/da ve tohum düşme açısı $25,94^\circ$ olarak belirlenmiştir.

λ 'nın %85,67 olarak bulunduğu optimize edilmiş çalışma koşulları; ilerleme hızı 1,68 m/s, ekim normu 2,04 kg/da ve tohum düşme açısı $31,54^\circ$ olarak belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda; adaçayı, çörekotu ve kişniş tohumlarının mikrogranül aplikatör ile ekilebilirliğinin ortaya konmasının yanısıra elde edilen ürüne özgü geliştirilen model denklemleri ile de çalışılmayan koşullarda bile ekim performansının tahminlenmesine yönelik teorik bir yaklaşım geliştirilmiştir.

Özellikle ekim normu ve makine ilerleme hızı gibi ekim başarısı üzerinde etkili olduğu bilinen parametrelerin seçilerek ekimde kalitenin arttırılmasına yönelik gerçekleştirilen bu çalışmanın gerek çiftçilere gerek makine imalatçılara gerekse de araştırmacılara yön gösterecek değerli bilgileri ve sonuçları içerdiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Altuntaş, E., Polatçı, H. ve Bayram, E.,** 2007, Kombine Ekim Makinasında Farklı Ekim Normları ve İlerleme Hızlarının Buğday ve Fiğ Tohumlarının Sıra Üzeri ve Sıralar Arası Tohum Dağılım Düzgünlüğüne Etkileri, (The Effects of the Different Seeding Rate and Forward Speed on Longitudinal and Latitudinal Distribution of Wheat and Common Vetch Seeds in a Combine Grain Seed Drill), GOÜ. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2): 57-65s.
- Bağdat R.B.,** 2006, Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Alanları, Tıbbi Adaçayı (*Salvia Officinalis L.*) ve Ülkemizde Kekik Adıyla Bilinen Türlerin Yetiştirme Teknikleri, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (TARM)*, Ankara.
- Benmoussa, H., Elfalleh, W., He, S., Romdhane, M., Benhamou, A. ve Chawech, R.,** 2018, Microwave Hydrodiffusion And Gravity For Rapid Extraction of Essential Oil From Tunisian Cumin (*Cuminum Cyminum L.*) Seeds: Optimization by Response Surface Methodology, *Industrial Crops and Products*, 124: 633-642p.
- Ekren, S., Sönmez, Ç., Sancaktaroğlu, S., ve Bayram, E.,** 2007, Farklı Biçim Yüksekliklerinin Adaçayı (*Salvia officinalis L.*) Genotiplerinde Agronomik ve Teknolojik Özelliklere Etkisinin Belirlenmesi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(1): 55-70s.
- Gökçebay, B.,** 1986, Tarım Makinaları I. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 979, Ankara.
- Karayel. D. ve Aktaş. A.,** 2018, Farklı Gömücü Ayak ve Tohum Borusu Tasarımları ile Tahıl Ekim Makinalarının Tohum Dağılımının İyileştirilmesi, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)* 2018, 14(2): 99-103s.
- Kızıl, S., Bayram, E., Kırıcı, S., Tansi, S., Yılmaz, G., Arabacı, O. ve Telci, I.,** 2010, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretiminin Arttırılması Olanakları. *TMMOB, Ziraat Mühendisleri Odası 7. Teknik Kongresi*, Ankara, Vol. I.

- Önal, İ.**, 2005, Normal Sıraya Ekimin Matematik-İstatistik Esasları ve Ekim Makinalarının Denemelerinde Kullanılması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)*, 1(2): 85 – 91s.
- Önal, İ. ve Ertuğrul, Ö.**, 2011, Üstten Akışlı Mini Oluklu Makaranın Soğan, Havuç ve Kanola Tohumları İçin Tohum Akışı ve Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğü. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)*, 7(4): 437-448s.
- Önal, İ.**, 2017, Ekim, Bakım, Gübreleme Makinaları (4. b.), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:490, İzmir.
- Özdemir, M.H.**, 2019, Oluklu Makaralarla Farklı Tohumların İletiminde Dolma Katsayısının Tahminlenmesine Yönelik Bir Matematiksel Modelin Geliştirilmesi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Yüksek Lisans Programı, 101s.
- Shamsiev, A., Park, J., Olawuyi, I.F., Odey, G. and Lee, W.**, 2021, Optimization of Ultrasonic-Assisted Extraction Of Polyphenols And Antioxidants From Cumin (*Cuminum Cyminum L.*), *Korean Journal of Food Preservation*, Korea, Vol. 28(4): 510-521p.
- Singh, R. and Malhotra S.K.**, 2007, Harvesting and maturity indices in seed spices crops, Department of Horticulture, D.A.V. College, NRCSS, Ajmer, 186-190p.
- Siow, Hwee-Leng Gan and Chee-Yuen.**, 2014, Functional protein from cumin seed (*Cuminum cyminum*): Optimization and characterization studies, *Food Hydrocolloids*. 41: 178–187p.
- Sönmez, Ç., Gökçöl, A., Şimşek. S. A., Bayram, E. ve Çelen, A.**, 2019, Adaçayı (*Salvia spp.*) Türlerinde Çimlenme ve Çıkış Performansını Arttırıcı Uygulamalar, *Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi (Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology)*, 7: 504. 510s.
- Turgut, N., Ülger, P. ve Özsert, İ.**, 1992, Bazı tohum dağıtım düzenlerinde titreşimin sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne etkisi, *Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi*, Samsun. 112-124s.

- Upadhyay. R. and Mishra H.N.**, 2016, Multivariate optimization of a synergistic blend of oleoresin sage (*Salvia officinalis* L.) and ascorbyl palmitate to stabilize sunflower oil, *Food Sci Technol*, 53(4): 1919-28.
- Varol, T.H.**, 2022, Performance of a Metering Unit Equipped with a Fluted Roll for Seeding Coriander Seeds (*Coriandrum sativum* L.), *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(4): 739-745p.
- Yazgı, A., Dumanoglu, Z., Kuldemir, N., Aygün, İ. ve Masoumi, A.**, 2012, Pnömatik Tahıl Ekim Makinası ile Buğday Ekiminde Makina Performansının Belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)*, 8(1): 35-40s.



TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında, yüksek lisans eğitim hayatımın başından sonuna kadar katkı ve desteğini esirgemeyen kıymetli hocam Doç. Dr. Arzu YAZGI'ya, denemelerde kullanılan adaçayı tohumlarını temin eden Prof Dr. Emine BAYRAM'a, mikrogranül aplikatör temini için Sayın Onur GÜMÜŞ ve Sayın Caner ÇETİN'e, değerli katkı ve görüşlerini her zaman belirten sayın bölüm hocalarım Prof. Dr. Bülent ÇAKMAK, Prof. Dr. Adnan DEĞİRMENCİOĞLU, Doç. Dr. Hüseyin GÜLER, Doç. Dr. Tuncay GÜNHAN'a, başım sıkıştığında her zaman imdadıma yetişen Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölüm Sekreteri sayın Salih CEYLAN'a, deneme düzeneğinin imalatını ve montajını gerçekleştiren Muhammed Hakan ÖZDEMİR'e, mikro-granül aplikatöre hareketini veren servo motorun çalıştırılmasında kullanılan Ardunio programının bilgisayara kurulumunda katkı sağlayan Kerem DEMİR'e, denemelerimin hazırlığında emeği büyük olan sevgili bölüm çalışanları Halil İbrahim ZÜMRET ve Çetin UYAR'a, denemelerimin gerçekleştirilip elektronik ortama geçirilmesini sağlayan sevgili kardeşim Simay TÜRKÜSAY'a, her zaman her koşulda yanımda olan sevgili annem Nilüfer AKTUĞ'a ve değerli bilgilerini benimle paylaşıp tezimi yazım aşamasına geçirmeme yardımcı olan sevgili babam Hüseyin TÜRKÜSAY'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

Lisans eğitiminin ilk yılında Ege Üniversitesi Yabancı Diller Yüksek Okulunda hazırlık okudu. 4 yıllık lisans eğitimini 2018 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Bölümü'nde tamamladıktan sonra aynı yıl lisansüstü eğitim hakkı kazanan Türküsay İngilizce bilmektedir.





EKLER

EKLER

Ek 1 – Yapışkan Bant Regresyon Analizi Veri Setleri

Ek 1.1 - Adaçayı Yapışkan Bant Regresyon Analizi Veri Seti

Ek 1.2 - Çörekotu Yapışkan Bant Regresyon Analizi Veri Seti

Ek 1.3 - Kişniş Yapışkan Bant Regresyon Analizi Veri Seti

Ek 2 - Stepwise Regresyon Analizi Sonuçları

Ek 2.1 – Adaçayı VK Regresyon Analizi

Ek 2.2 - Çörekotu VK Regresyon Analizi

Ek 2.3 - Kişniş VK Regresyon Analizi

Ek 2.4 - Adaçayı V_f Regresyon Analizi

Ek 2.5 - Adaçayı λ Regresyon Analizi

Ek 2.6 - Çörekotu V_f Regresyon Analizi

Ek 2.7 - Çörekotu λ Regresyon Analizi

Ek 2.8 - Kişniş V_f Regresyon Analizi

Ek 2.9 - Kişniş λ Regresyon Analizi

Ek 3 – Maple Program Çözümleri

Ek 3.1 - Adaçayı V_f Maple Çözümü

Ek 3.2 - Adaçayı λ Maple Çözümü

Ek 3.3 - Çörekotu V_f Maple Çözümü

Ek 3.4 - Çörekotu λ Maple Çözümü

Ek 3.5 - Kişniş V_f Maple Çözümü

Ek 3.6 - Kişniş λ Maple Çözümü

Ek 1.1 - Adaçayı Yapışkan Bant Regresyon Analizi Veri Seti

[illegible]

Ek 1.2 - Çörekotu Yapışkan Bant Regresyon Analizi Veri Seti

İleriye Hizi		Elim Normu		Düyme Ağırlı																											
x1	x2	x1*x2	x2*x3	x1*x1	x2*x2	x3*x3	x1*x2*x3	x1*x1*x2	x1*x2*x2	x1*x2*x3	x1*x3*x3	x2*x2*x3	x2*x3*x3	x2*x3*x3	x1*x1*x1	x2*x2*x2	x3*x3*x3	VI	VI Karnelek	VI Lin	μ	Karnelek	μ Lin	λ	Karnelek	λ Lin					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1.15	1.59	0.92	2.52	1.59	0.92	58.33	7.64	4.07					
-1	-1	-1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000</														

Ek 1.3 - Kişniş Yapışkan Bant Regresyon Analizi Veri Seti

[illegible]

Ek 2.1 - Adaçayı %VK Regresyon Analizi

Stepwise Regression: C.V. Ln versus x1; x2; ...

Alpha-to-Enter: 0,01 Alpha-to-Remove: 0,01

Response is C.V. Ln on 19 predictors, with N = 60

Step	1	2	3	4	5	6	7
Constant	0,6683	0,6683	0,6683	0,6683	0,6683	0,5507	0,5507
x1*x1	-0,590	-0,590	-0,590	-0,590	-0,590	-0,576	-0,576
T-Value	-5,20	-6,65	-8,47	-10,04	-11,74	-12,49	-13,65
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x2		-0,565	-0,565	-0,565	-0,565	-0,565	-0,565
T-Value		-6,15	-7,83	-9,28	-10,85	-11,88	-12,98
P-Value		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x1*x1*x1			-0,221	-0,221	-0,221	-0,221	-0,365
T-Value			-6,04	-7,16	-8,37	-9,16	-7,56
P-Value			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x1*x3				0,387	0,387	0,387	0,387
T-Value				4,86	5,68	6,22	6,80
P-Value				0,000	0,000	0,000	0,000
x1*x1*x3					0,313	0,313	0,313
T-Value					4,60	5,04	5,51
P-Value					0,000	0,000	0,000
x2*x2						0,158	0,158
T-Value						3,43	3,75
P-Value						0,001	0,000
x1							0,321
T-Value							3,36
P-Value							0,001
S	0,753	0,589	0,462	0,390	0,334	0,305	0,279
R-Sq	31,82	59,00	75,17	82,64	87,53	89,79	91,61
R-Sq(adj)	30,64	57,56	73,84	81,37	86,37	88,64	90,48

Ek 2.2 – Çörekotu %VK Regresyon Analizi

Stepwise Regression: C.V. Ln versus x1; x2; ...

Alpha-to-Enter: 0,01 Alpha-to-Remove: 0,01

Response is C.V. Ln on 19 predictors, with N = 60

Step	1	2	3	4	5	6
Constant	0,4575	0,4575	0,1631	0,1631	0,1631	0,1631
x2	-0,757	-0,757	-0,757	-0,757	-0,757	-0,643
T-Value	-6,88	-9,53	-14,17	-20,09	-21,23	-12,36
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x3*x3*x3		0,296	0,296	0,296	0,296	0,296
T-Value		7,37	10,96	15,53	16,41	17,47
P-Value		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x3*x3			0,431	0,431	0,431	0,431
T-Value			8,37	11,86	12,53	13,34
P-Value			0,000	0,000	0,000	0,000
x1*x1*x1				-0,145	-0,145	-0,145
T-Value				-7,58	-8,02	-8,53
P-Value				0,000	0,000	0,000
x1*x3					-0,127	-0,127
T-Value					-2,73	-2,90
P-Value					0,009	0,005
x1*x1*x2						-0,195
T-Value						-2,86
P-Value						0,006
S	0,704	0,508	0,342	0,241	0,228	0,214
R-Sq	44,94	71,80	87,47	93,87	94,62	95,34
R-Sq(adj)	43,99	70,82	86,80	93,43	94,12	94,81

Ek 2.3 - Kişniş %VK Regresyon Analizi

Stepwise Regression: C.V. Karekök versus x1; x2; ...

Alpha-to-Enter: 0,01 Alpha-to-Remove: 0,01

Response is C.V. Kar on 19 predictors, with N = 60

Step	1	2	3	4	5	6
Constant	1,766	2,057	1,822	1,822	1,822	1,941
x2*x2*x2	-0,396	-0,396	-0,396	-0,396	-0,396	-0,396
T-Value	-7,85	-9,58	-11,19	-13,95	-20,74	-24,39
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x3*x3		-0,427	-0,399	-0,399	-0,399	-0,413
T-Value		-5,43	-5,89	-7,34	-10,91	-13,24
P-Value		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x2*x2			0,315	0,315	0,315	0,301
T-Value			4,66	5,81	8,64	9,64
P-Value			0,000	0,000	0,000	0,000
x1*x1*x1				-0,161	-0,161	-0,161
T-Value				-5,66	-8,41	-9,90
P-Value				0,000	0,000	0,000
x3*x3*x3					-0,157	-0,157
T-Value					-8,21	-9,66
P-Value					0,000	0,000
x1*x1						-0,145
T-Value						-4,66
P-Value						0,000
S	0,637	0,522	0,447	0,359	0,241	0,205
R-Sq	51,51	68,03	76,97	85,45	93,53	95,41
R-Sq(adj)	50,68	66,91	75,73	84,39	92,93	94,89

Ek 2.4 - Adaçayı Vf Regresyon Analizi

Session							
Stepwise Regression: Vf versus x1; x2; ...							
Alpha-to-Enter: 0,01 Alpha-to-Remove: 0,01							
Response is Vf on 19 predictors, with N = 60							
Step	1	2	3	4	5	6	7
Constant	2,057	1,964	1,964	1,964	1,964	1,964	2,020
x2*x2*x2	-0,1765	-0,1765	-0,1765	-0,1765	-0,1765	-0,1765	-0,1765
T-Value	-9,64	-11,14	-12,93	-14,97	-17,70	-21,68	-28,72
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x2*x2		0,137	0,137	0,137	0,137	0,137	0,130
T-Value		4,52	5,25	6,08	7,19	8,80	11,03
P-Value		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x3*x3*x3			0,0622	0,0622	0,0622	0,0622	0,0622
T-Value			4,56	5,28	6,24	7,64	10,12
P-Value			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x1*x3				0,136	0,136	0,136	0,136
T-Value				4,48	5,29	6,48	8,59
P-Value				0,000	0,000	0,000	0,000
x1					-0,094	-0,094	-0,094
T-Value					-4,78	-5,86	-7,76
P-Value					0,000	0,000	0,000
x1*x2*x3						-0,111	-0,111
T-Value						-5,29	-7,01
P-Value						0,000	0,000
x3*x3							-0,075
T-Value							-6,40
P-Value							0,000
S	0,231	0,200	0,173	0,149	0,126	0,103	0,0777
R-Sq	61,58	71,73	79,38	84,89	89,38	93,06	96,12
R-Sq(adj)	60,91	70,74	78,28	83,79	88,40	92,27	95,59
Step	8	9					
Constant	2,020	2,020					
x2*x2*x2	-0,216	-0,216					
T-Value	-17,77	-18,98					
P-Value	0,000	0,000					

Session							
S	0,231	0,200	0,173	0,149	0,126	0,103	0,0777
R-Sq	61,58	71,73	79,38	84,89	89,38	93,06	96,12
R-Sq(adj)	60,91	70,74	78,28	83,79	88,40	92,27	95,59
Step	8	9					
Constant	2,020	2,020					
x2*x2*x2	-0,216	-0,216					
T-Value	-17,77	-18,98					
P-Value	0,000	0,000					
x2*x2	0,1297	0,1297					
T-Value	12,25	13,08					
P-Value	0,000	0,000					
x3*x3*x3	0,0622	0,0622					
T-Value	11,24	12,00					
P-Value	0,000	0,000					
x1*x3	0,136	0,136					
T-Value	9,54	10,19					
P-Value	0,000	0,000					
x1	-0,094	-0,059					
T-Value	-8,62	-3,74					
P-Value	0,000	0,000					
x1*x2*x3	-0,111	-0,111					
T-Value	-7,79	-8,32					
P-Value	0,000	0,000					
x3*x3	-0,0753	-0,0753					
T-Value	-7,11	-7,59					
P-Value	0,000	0,000					
x2	0,087	0,087					
T-Value	3,63	3,87					
P-Value	0,001	0,000					
x1*x2*x2		-0,059					
T-Value		-2,85					
P-Value		0,006					
S	0,0700	0,0655					
R-Sq	96,91	97,34					
R-Sq(adj)	96,43	96,87					

Ek 2.5 - Adaçayı λ Regresyon Analizi

Stepwise Regression: lamda versus x1; x2; ...

Alpha-to-Enter: 0,1 Alpha-to-Remove: 0,1

Response is lamda on 19 predictors, with N = 60

Step	1	2	3	4	5	6	7
Constant	47,42	47,42	47,42	47,42	47,42	48,21	48,98
x2*x2*x2	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84
T-Value	6,47	9,85	10,69	11,85	13,33	14,36	15,33
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x3*x3*x3		-2,54	-2,54	-2,54	-2,54	-2,54	-2,54
T-Value		-8,80	-9,55	-10,58	-11,91	-12,82	-13,69
P-Value		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x1*x3			-2,29	-2,29	-2,29	-2,29	-2,29
T-Value			-3,34	-3,70	-4,17	-4,49	-4,79
P-Value			0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
x1*x2*x3				2,29	2,29	2,29	2,29
T-Value				3,70	4,17	4,49	4,79
P-Value				0,000	0,000	0,000	0,000
x1					1,67	1,67	1,67
T-Value					3,96	4,27	4,55
P-Value					0,000	0,000	0,000
x1*x1						-1,17	-1,26
T-Value						-3,10	-3,56
P-Value						0,003	0,001
x2*x2							-1,03
T-Value							-2,90
P-Value							0,006
S	5,55	3,65	3,36	3,03	2,69	2,50	2,34
R-Sq	41,93	75,37	79,47	83,56	87,26	89,22	90,72
R-Sq(adj)	40,93	74,50	78,37	82,37	86,09	88,00	89,47

MINITAB - Untitled

File Edit Manip Calc Stat Graph Editor Window Help



Session

S	5,55	3,65	3,36	3,03	2,69	2,50	2,34
R-Sq	41,93	75,37	79,47	83,56	87,26	89,22	90,72
R-Sq(adj)	40,93	74,50	78,37	82,37	86,09	88,00	89,47
Step	8	9					
Constant	49,59	49,59					
x2*x2*x2	2,84	2,84					
T-Value	15,87	16,47					
P-Value	0,000	0,000					
x3*x3*x3	-2,54	-3,28					
T-Value	-14,17	-8,69					
P-Value	0,000	0,000					
x1*x3	-2,29	-2,29					
T-Value	-4,96	-5,15					
P-Value	0,000	0,000					
x1*x2*x3	2,29	2,29					
T-Value	4,96	5,15					
P-Value	0,000	0,000					
x1	1,67	1,67					
T-Value	4,71	4,89					
P-Value	0,000	0,000					
x1*x1	-1,34	-1,34					
T-Value	-3,88	-4,03					
P-Value	0,000	0,000					
x2*x2	-1,10	-1,10					
T-Value	-3,20	-3,32					
P-Value	0,002	0,002					
x3*x3	-0,75	-0,75					
T-Value	-2,17	-2,26					
P-Value	0,034	0,029					
x3		1,66					
T-Value		2,22					
P-Value		0,031					
S	2,26	2,18					
R-Sq	91,51	92,27					
R-Sq(adj)	90,17	90,88					

Ek 2.6 - Çörekotu Vf Regresyon Analizi

Stepwise Regression: Vf Karekök versus x1; x2; ...

Alpha-to-Enter: 0,1 Alpha-to-Remove: 0,1

Response is Vf Karek on 19 predictors, with N = 60

Step	1	2	3	4	5	6
Constant	1,029	1,066	1,066	1,066	1,066	1,046
x2	-0,220	-0,220	-0,220	-0,220	-0,262	-0,262
T-Value	-14,69	-16,72	-19,41	-21,99	-18,99	-20,67
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x3*x3		-0,0540	-0,0540	-0,0540	-0,0540	-0,0516
T-Value		-4,26	-4,94	-5,60	-6,31	-6,54
P-Value		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x1*x2			-0,068	-0,068	-0,068	-0,068
T-Value			-4,56	-5,17	-5,83	-6,34
P-Value			0,000	0,000	0,000	0,000
x1*x1*x1				-0,0208	-0,0208	-0,0208
T-Value				-4,11	-4,63	-5,04
P-Value				0,000	0,000	0,000
x1*x1*x2					0,072	0,072
T-Value					3,98	4,33
P-Value					0,000	0,000
x2*x2						0,0262
T-Value						3,32
P-Value						0,002
S	0,0957	0,0841	0,0724	0,0640	0,0568	0,0521
R-Sq	78,81	83,92	88,28	91,03	93,06	94,26
R-Sq(adj)	78,45	83,36	87,66	90,38	92,42	93,61

Ek 2.7 - Çörekotu λ Regresyon Analizi

MINITAB - Untitled							
File Edit Manip Calc Stat Graph Editor Window Help							
Session							
Stepwise Regression: lamda Karekök versus x1; x2; ...							
Alpha-to-Enter: 0,01 Alpha-to-Remove: 0,01							
Response is lamda Ka on 19 predictors, with N = 60							
Step	1	2	3	4	5	6	7
Constant	7,913	7,733	7,906	7,906	7,906	7,852	7,852
x2	0,299	0,299	0,299	0,299	0,299	0,299	0,372
T-Value	5,30	6,80	9,74	11,98	13,58	14,84	12,93
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
k3*x3		0,263	0,242	0,242	0,242	0,249	0,249
T-Value		6,20	8,14	10,01	11,34	12,67	13,81
P-Value		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x2*x2			-0,232	-0,232	-0,232	-0,225	-0,225
T-Value			-7,80	-9,59	-10,87	-11,48	-12,51
P-Value			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x1*x2*x3				0,178	0,178	0,178	0,178
T-Value				5,44	6,17	6,74	7,35
P-Value				0,000	0,000	0,000	0,000
x1*x2*x2					-0,117	-0,117	-0,117
T-Value					-4,08	-4,46	-4,86
P-Value					0,000	0,000	0,000
x1*x1						0,066	0,066
T-Value						3,39	3,69
P-Value						0,001	0,001
x1*x1*x2							-0,124
T-Value							-3,31
P-Value							0,002
S	0,361	0,281	0,196	0,160	0,141	0,129	0,118
R-Sq	32,66	59,80	80,73	87,48	90,43	92,14	93,50
R-Sq(adj)	31,50	58,39	79,70	86,56	89,54	91,25	92,63
Step	8	9	10				
Constant	7,852	7,852	7,852				
x2	0,372	0,372	0,372				

MINITAB - Untitled

File Edit Manip Calc Stat Graph Editor Window Help

Session

S	0,361	0,281	0,196	0,160	0,141	0,129	0,118
R-Sq	32,66	59,80	80,73	87,48	90,43	92,14	93,50
R-Sq(adj)	31,50	58,39	79,70	86,56	89,54	91,25	92,63
Step	8	9	10				
Constant	7,852	7,852	7,852				
x2	0,372	0,372	0,372				
T-Value	13,89	14,94	15,93				
P-Value	0,000	0,000	0,000				
x3*x3	0,249	0,249	0,249				
T-Value	14,83	15,94	17,00				
P-Value	0,000	0,000	0,000				
x2*x2	-0,225	-0,225	-0,225				
T-Value	-13,44	-14,44	-15,40				
P-Value	0,000	0,000	0,000				
x1*x2*x3	0,178	0,178	0,178				
T-Value	7,89	8,48	9,05				
P-Value	0,000	0,000	0,000				
x1*x2*x2	-0,117	-0,117	-0,141				
T-Value	-5,22	-5,62	-6,61				
P-Value	0,000	0,000	0,000				
x1*x1	0,066	0,066	0,066				
T-Value	3,97	4,26	4,55				
P-Value	0,000	0,000	0,000				
x1*x1*x2	-0,124	-0,124	-0,124				
T-Value	-3,55	-3,82	-4,07				
P-Value	0,001	0,000	0,000				
x1*x3	0,068	0,068	0,068				
T-Value	3,00	3,23	3,44				
P-Value	0,004	0,002	0,001				
x1*x2		-0,063	-0,063				
T-Value		-2,99	-3,19				
P-Value		0,004	0,003				
x1*x1*x1			0,0231				
T-Value			2,80				
P-Value			0,007				
S	0,110	0,103	0,0961				
R-Sq	94,48	95,31	95,96				
R-Sq(adj)	93,61	94,47	95,14				

Ek 2.8 - Kişniş Vf Regresyon Analizi

MINITAB - Untitled

File Edit Manip Calc Stat Graph Editor Window Help

Session

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Stepwise Regression: Vf versus x1; x2; ...

Alpha-to-Enter: 0,01 Alpha-to-Remove: 0,01

Response is Vf on 19 predictors, with N = 57

Step	1	2	3	4	5	6	7
Constant	0,6679	0,4852	0,4852	0,4852	0,4852	0,4852	0,4852
x2*x2*x2	-0,1396	-0,1396	-0,1396	-0,1396	-0,1396	-0,1396	-0,1396
T-Value	-6,38	-10,76	-12,85	-16,51	-19,21	-21,50	-23,47
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x2*x2		0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254
T-Value		10,11	12,07	15,51	18,04	20,20	22,05
P-Value		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x1*x2			-0,138	-0,138	-0,138	-0,138	-0,138
T-Value			-4,90	-6,30	-7,33	-8,21	-8,96
P-Value			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x1*x2*x2				0,130	0,130	0,130	0,130
T-Value				5,96	6,93	7,76	8,47
P-Value				0,000	0,000	0,000	0,000
x2*x3					0,083	0,083	0,083
T-Value					4,40	4,92	5,38
P-Value					0,000	0,000	0,000
x1*x2*x3						-0,063	-0,063
T-Value						-3,73	-4,07
P-Value						0,000	0,000
x1*x1*x3							-0,050
T-Value							-3,26
P-Value							0,002
S	0,276	0,164	0,137	0,107	0,0919	0,0821	0,0752
R-Sq	42,57	80,14	86,34	91,88	94,11	95,40	96,22
R-Sq(adj)	41,52	79,40	85,57	91,26	93,54	94,84	95,67
Step	8						
Constant	0,4852						
x2*x2*x2	-0,1396						

Current Worksheet: Worksheet 1

MINITAB - Untitled

MINITAB - Untitled							
File Edit Manip Calc Stat Graph Editor Window Help							
							
Session							
R-Sq	42,57	80,14	86,34	91,88	94,11	95,40	96,20
R-Sq(adj)	41,52	79,40	85,57	91,26	93,54	94,84	95,67
Step 8							
Constant	0,4852						
x2*x2*x2	-0,1396						
T-Value	-25,03						
P-Value	0,000						
x2*x2	0,254						
T-Value	23,52						
P-Value	0,000						
x1*x2	-0,138						
T-Value	-9,55						
P-Value	0,000						
x1*x2*x2	0,130						
T-Value	9,03						
P-Value	0,000						
x2*x3	0,083						
T-Value	5,73						
P-Value	0,000						
x1*x2*x3	-0,063						
T-Value	-4,34						
P-Value	0,000						
x1*x1*x3	-0,050						
T-Value	-3,47						
P-Value	0,001						
x1*x3	-0,040						
T-Value	-2,78						
P-Value	0,008						
S	0,0705						
R-Sq	96,74						
R-Sq(adj)	96,20						

Ek 2.9 - Kişniş λ Regresyon Analizi

MINITAB - Untitled

File Edit Manip Calc Stat Graph Editor Window Help

Session

Stepwise Regression: lamda Ln versus x1; x2; ...

Alpha-to-Enter: 0,05 Alpha-to-Remove: 0,05

Response is lamda Ln on 19 predictors, with N = 57

Step	1	2	3	4	5	6	7
Constant	4,128	4,128	4,142	4,138	4,138	4,151	4,151
x3*x3	0,058	0,058	0,058	0,084	0,084	0,089	0,089
T-Value	4,62	5,30	5,57	6,66	7,02	7,64	7,87
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x2*x2*x2		0,0200	0,0200	0,0200	0,0200	0,0200	0,0200
T-Value		4,28	4,47	4,84	5,09	5,32	5,48
P-Value		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
x2*x2			-0,0208	-0,0269	-0,0269	-0,0303	-0,0303
T-Value			-2,40	-3,26	-3,43	-3,97	-4,09
P-Value			0,020	0,002	0,001	0,000	0,000
x3*x3*x3				0,0235	0,0235	0,0279	0,0279
T-Value				3,18	3,35	4,00	4,12
P-Value				0,002	0,002	0,000	0,000
x2*x3					0,0262	0,0262	0,0262
T-Value					2,59	2,70	2,78
P-Value					0,013	0,009	0,008
x1*x1						-0,0180	-0,0180
T-Value						-2,35	-2,42
P-Value						0,023	0,019
x1*x1*x1							0,0074
T-Value							2,02
P-Value							0,049
S	0,0678	0,0591	0,0566	0,0523	0,0497	0,0476	0,0462
R-Sq	27,99	46,26	51,52	59,41	64,12	67,69	70,17
R-Sq(adj)	26,69	44,26	48,78	56,28	60,60	63,81	65,91

12 1,000 1,000 -1,000 1 -1 -1 1,000 1,000 1,000 -1

13 -1,000 -1,000 1,000 1 -1 -1 1,000 1,000 1,000 1

Current Worksheet: Worksheet 1

MINITAB - Untitled

Session							
R-Sq(adj)	26,69	44,26	48,78	56,28	60,60	63,81	65,91
Step	8						
Constant	4,151						
x3*x3	0,089						
T-Value	8,45						
P-Value	0,000						
x2*x2*x2	0,0200						
T-Value	5,88						
P-Value	0,000						
x2*x2	-0,0303						
T-Value	-4,39						
P-Value	0,000						
x3*x3*x3	0,0279						
T-Value	4,42						
P-Value	0,000						
x2*x3	0,0262						
T-Value	2,99						
P-Value	0,004						
x1*x1	-0,0180						
T-Value	-2,60						
P-Value	0,012						
x1*x1*x1	0,0268						
T-Value	3,59						
P-Value	0,001						
x1	-0,043						
T-Value	-2,92						
P-Value	0,005						
S	0,0430						
R-Sq	74,67						
R-Sq(adj)	70,45						

Ek 3.4 Çörekotu λ Maple Çözümü

```
> restart;
> u := 7.852 + 0.372*y + 0.249*z^2 - 0.225*y^2 - 0.178*x*y + z - 0.141*x*y^2 + 0.066*x^2 - 0.124*x^2*y + 0.063*x*z - 0.063*x*y + 0.0231*x^3;
> denklem1 := diff(u, x);
> denklem2 := diff(u, y);
> denklem3 := diff(u, z);
> fsolve({denklem1, denklem2, denklem3}, {x, y, z}, {x = -1.682, y = -1.682, z = -1.682});
{x = -0.7444400942, y = 1.222947301, z = 0.4270584038}
> subs(x = -0.7444400942, y = 1.222947301, z = 0.4270584038, u);
8.082363032
> f := subs(x = -0.7444400942, y = 1.222947301, z = 0.4270584038, u);
f = 24.35969337 - 8.237438301 y + 0.249 z^2 - 1.364613188 y^2 + 1.438660620 y z + 0.5496006862 z
> with(plots);
> plot3d(f, y = -1.682, z = -1.682, x = -1.682);
[animate, animate3d, animatecurve, arrow, changecoords, complexplot, complexplot3d, conformal, conformal3d, contourplot, contourplot3d, coordplot, coordplot3d, densplot, display, dualaxisplot, helpplot, fieldplot3d, graphplot3d, graphplot3d, implicitplot, implicitplot3d, inequal, interactive, interactiveparams, intersectplot, listcomplot3d, listdenstplot, listplot, listplot3d, loglogplot, logplot, marplot, multiple, odeplot, pareto, plotcompare, pointplot, pointplot3d, polarplot, polygonplot, polygonplot3d, polyhedra_supported, polyhedraplot, rootlocus, semilogplot, setcolors, setoptions3d, spacecurve, sparsematrixplot, surfdata, textplot, textplot3d, tubeplot]
```

Ek 3.5 Kişniş Vı Maple Çözümü

The screenshot displays the Maple V software interface. The top menu bar includes File, Edit, View, Window, Help, and a toolbar with icons for file operations, editing, and viewing. The main workspace is divided into a left sidebar with a tree view of the worksheet's structure and a central area for the worksheet content. The worksheet content shows a series of commands entered in the input area, followed by their outputs. The commands include:
- `restart;`
- `u:=0.4852-0.1396*y^3+0.254*y^2-0.138*x*y+0.130*x*y^2+0.083*y^2+0.063*x*y*z-0.050*x^2+z-0.040*x*z;`
- `u=0.4852-0.1396*y^3+0.254*y^2-0.138*x*y+0.130*x*y^2+0.083*y^2+0.063*x*y*z-0.050*x^2-0.040*x*z`
- `denklem1:=diff(u,x);`
- `denklem2:=diff(u,y);`
- `denklem3:=diff(u,z);`
- `evalve((denklem1,denklem2,denklem3),(x,y,z),(x=-1.682..1.682,y=-1.682..1.682,z=-1.682..1.682));`
- `subs(x=-0.5507336259,y=-0.5831936483,z=-1,z=-0.4528726241,u);`
- `f:=subs(x=-0.4814157312,u);`
- `with(plots);`
- `plot3d(f,y=-1.682..1.682,z=-1.682..1.682);`
The output area shows the results of these commands, including the expression for `u`, the differential equations `denklem1`, `denklem2`, and `denklem3`, the evaluation of these equations at specific points, and the 3D plot of the function `f`. The 3D plot is a surface plot showing the function's behavior over the specified domain. The plot is rendered in a 3D perspective view, with axes labeled `x`, `y`, and `z`. The surface is colored with a gradient from blue to red, and the plot includes a grid and a title.

