



**T.C.  
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI**

**BAZI YEMEKLİK TANE BAKLAGİL TOHUMLARININ FİZİKSEL  
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Hazırlayan: Hilal DEMİRTOLA**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ**

**TOKAT-2006**

**BAZI YEMEKLİK TANE BAKLAGİL TOHUMLARININ FİZİKSEL  
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Hilal DEMİRTOLA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI**

**TOKAT-2006**

**T.C.**  
**GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI YEMEKLİK TANE BAKLAGİL TOHUMLARININ FİZİKSEL**  
**ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Hilal DEMİRTOLA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI**

Bu tez, 14 / 09 / 2006 tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Unvanı, Adı ve Soyadı \_\_\_\_\_ İmza

Başkan : Yrd. Doç.Dr. Engin ÖZGÖZ

Üye : Yrd. Doç.Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ

Üye : Yrd. Doç.Dr. Abdulvahit SAYASLAN

ONAY:

Bu tez, / / 2006 tarih ve sayılı Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen jüri üyelerince kabul edilmiştir. / / 2006

Enstitü Müdürü

**ÖZET****BAZI YEMEKLİK TANE BAKLAGİL TOHUMLARININ FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ****Hilal DEMİRTOLA****Gaziosmanpaşa Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tarım Makinaları Anabilim Dalı****Yüksek Lisans Tezi  
2006, 79 sayfa****Danışman : Yrd. Doç. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ****Jüri : Yrd. Doç. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ  
: Yrd. Doç. Dr. Engin ÖZGÖZ  
: Yrd. Doç. Dr. Abdulvahit SAYASLAN**

Bu çalışmada, bazı baklagil tohumlarının (barbunya (*Phaseolous vulgaris* L. cv. "Barbunia"), bezelye (*Pisum sativum* L.) ve börülce (*Vigna sinensis* L.)), bazı fiziksel özellikleri nem içeriğinin bir fonksiyonu olarak belirlenmiştir. Denemeler üç farklı nem içeriğinde yürütülmüştür. Nem içerikleri tohumlar bazında barbunya için (%9,00; %13,42 ve %22,00); bezelye için (%9,00; %13,79 ve %17,05); börülce için (%6,00-%11,00 ve %15,28) olmak üzere hasat ve depolama nemleri esas alınarak belirlenmiştir. Fiziksel özellikler olarak boyutsal dağılım (uzunluk, genişlik, kalınlık), geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı, yığın ve tane hacim ağırlıkları, ürün hacmi, porozite, repose (boşalma) açısı ve sürtünme katsayısı değerleri incelenmiştir. Barbunya, bezelye ve börülce tohumlarının her biri için nem içeriğinin artışıyla boyutsal dağılımda bir artma görülmüştür. Nem içeriğinin artışlarına bağlı olarak yüzey alanı, porozite, sürtünme katsayısı değerlerinde de bir artış görülmüştür. Sürtünme katsayısı değerleri açısından farklı yüzeylerde (galvaniz sac, sac, sunta, kontrplak ve lastik) dinamik ve statik sürtünme katsayısı değerleri nem içeriği artışına bağlı olarak artış göstermiştir. En düşük sürtünme katsayısı değerleri galvaniz sac yüzeyde elde edilirken, en yüksek değerler ise lastik yüzeyde bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Bazı baklagil tohumları (barbunya, bezelye,börülce) fiziksel özellikler

**ABSTRACT****DETERMINATION of SOME PHYSICAL PROPERTIES of SOME LEGUME CROP SEEDS****Hilal DEMİRTOLA****Gaziosmanpaşa University  
Graduate School of Natural and Applied Science  
Department of Agricultural Machines****Masters Thesis  
2006, 79 page****Supervisor : Assist. Prof. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ****Jury : Assist. Prof. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ  
: Assist. Prof. Dr. Engin ÖZGÖZ  
: Assist. Prof. Dr. Abdulvahit SAYASLAN**

In this study, some physical properties of some legumes such as kidney bean (*Phaseolous vulgaris* L. cv. “Barbunia”), pea (*Pisum sativum* L.) and cowpea (*Vigna sinensis* L.) seeds were evaluated as a function of moisture content. The experiments were conducted at three moisture content. The moisture contents were explained for some legume seeds in the range of %9.00, %13.42 and %22.00 for kidney bean; and %9.00, %13.79 and %17.05 for pea and %6.00; %11.00 ve %15.28 for cowpea as regards based the harvest and storing moisture content of legume seeds. The mean size dimension (length, width and thickness), geometric mean diameter, sphericity, surface area, bulk and true density, single seed volume, porosity, angle of repose and coefficient friction values were determined. The size dimension were increased linearly with an increase in moisture content for each kidney bean, pea and cowpea seeds. Surface area, porosity and coefficient friction were increased with an increase in moisture content. The maximum and minimum static and dynamic friction coefficients were found for rubber surface and galvaniza metal, respectively.

**Key Words:** Some legume seeds ( kidney bean (*Phaseolous vulgaris* L. cv. “Barbunia”), pea (*Pisum sativum* L.) and cowpea (*Pisum sativum* L.)) , physical properties

## TEŞEKKÜR

Öncelikle yüksek lisans öğrenimim süresince yardımını esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ'a, ayrıca desteklerini her zaman hissettiğim başta Yrd. Doç. Dr. Engin ÖZGÖZ hocam olmak üzere tüm bölüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Hilal DEMİRTOLA

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ .....	7
3. MATERYAL VE METOT .....	14
3.1. Materyal .....	14
3.1.1. Denemelerde Kullanılan Düzenek ve Ölçüm Aletleri .....	14
3.2. Metot .....	20
3.2.1. Nem İçeriğinin Belirlenmesi .....	20
3.2.2. Boyutsal Dağılım ve Ağırlıkların Belirlenmesi .....	21
3.2.3. Geometrik Ortalama Çap ve Küreselliğin Belirlenmesi .....	22
3.2.4. Yüzey Alanının Belirlenmesi .....	22
3.2.5. Hacim Ağırlıkları ve Ürün Hacminin Belirlenmesi .....	22
3.2.6. Porozite Değerinin Belirlenmesi .....	23
3.2.7. Doğal Yığılma Açısının Belirlenmesi .....	23
3.2.8. Sürtünme Katsayısının Belirlenmesi .....	24
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA .....	26
4.1. Barbunya Tohumu ile İlgili Fiziksel Özellikler .....	26
4.1.1. Boyutsal Dağılım ve Tek Tane Ağırlıkları .....	26
4.1.2. 1000 Tane Ağırlığı .....	29
4.1.3. Küresellik Değerleri .....	30
4.1.4. Yüzey Alanı .....	31
4.1.5. Yığın ve Tane (Gerçek) Hacim Ağırlığı .....	32
4.1.6. Tohum Hacmi .....	34

4.1.7. Porozite .....	35
4.1.8. Doğal Yığılma Açısı Değerleri .....	36
4.1.9. Sürtünme Katsayılarının Değişimi .....	37
4.2. Bezelye Tohumu ile İlgili Fiziksel Özellikler .....	40
4.2.1. Boyutsal Dağılım ve Tek Tane Ağırlıkları .....	40
4.2.2. 1000 Tane Ağırlığı .....	43
4.2.3. Küresellik Değerleri .....	44
4.2.4. Yüzey Alanı .....	45
4.2.5. Yığın ve Tane (Gerçek) Hacim Ağırlığı .....	47
4.2.6. Tohum Hacmi .....	48
4.2.7. Porozite .....	49
4.2.8. Doğal Yığılma Açısı Değerleri .....	50
4.2.9. Sürtünme Katsayılarının Değişimi .....	51
4.3. Börülce Tohumu ile İlgili Fiziksel Özellikler .....	54
4.3.1. Boyutsal Dağılım ve Tek Tane Ağırlıkları .....	54
4.3.2. 1000 Tane Ağırlığı .....	57
4.3.3. Küresellik Değerleri .....	58
4.3.4. Yüzey Alanı .....	59
4.3.5. Yığın ve Tane (Gerçek) Hacim Ağırlığı .....	60
4.3.6. Tohum Hacmi .....	62
4.3.7. Porozite .....	63
4.3.8. Doğal Yığılma Açısı Değerleri .....	64
4.3.9. Sürtünme Katsayılarının Değişimi .....	65
5. SONUÇ ve ÖNERİLER .....	69
KAYNAKLAR .....	73
ÖZGEÇMİŞ .....	79

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Elektronik Terazı .....	15
3.2. Etüv .....	15
3.3. Dijital kumpas .....	16
3.4. Hassas terazı .....	17
3.5. Planimetre .....	18
3.6. Doğal yığılma açısı ölçüm silindiri .....	19
3.7. Biyolojik materyal sürtünme ölçüm düzeninin şematik görünümü .....	19
3.8. Sürtünme Katsayı ölçüm düzeneği .....	25
4.1. Barbunya tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (%9,00 nem) .....	28
4.2. Barbunya tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (%13,42 nem) .....	28
4.3. Barbunya tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (%22,00 nem) .....	29
4.4. Barbunya için nem içeriği ile ortalama 1000 tane ağırlık değişimi .....	30
4.5. Barbunya için nem içeriği ile ortalama küresellik değerleri .....	31
4.6. Barbunya için nem içeriği ile yüzey alanı değerleri değişimi .....	32
4.7. Barbunya için nem içeriği ile yığın ve tane hacim ağırlıkları değişimi .....	33
4.8. Barbunya için nem içeriği ile tohum hacmi arasındaki değişim .....	34
4.9. Barbunya için nem içeriği ile porozite değerleri değişimi .....	35
4.10. Barbunya için nem içeriği ile doğal yığılma açısı değerleri değişimi .....	36
4.11. Barbunya tohumlarının statik sürtünme katsayısı üzerine nem içeriğinin etkisi	38
4.12. Barbunya tohumlarının dinamik sürtünme katsayısı üzerine nem içeriğinin etkisi.....	39
4.13. Bezelye tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (%9,00 nem) .....	42
4.14. Bezelye tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (%13,79 nem) .....	43
4.15. Bezelye tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (%17,05 nem) .....	43
4.16. Bezelye için nem içeriği ile ortalama 1000 tane ağırlık değişimi .....	44
4.17. Bezelye için nem içeriği ile ortalama küresellik değerleri .....	45
4.18. Bezelye için nem içeriği ile yüzey alanı değerleri değişimi .....	46
4.19. Bezelye için nem içeriği ile yığın ve tane hacim ağırlıkları değişimi .....	48

4.20. Bezelye için nem içeriği ile tohum hacmi arasındaki değişim .....	49
4.21. Bezelye için nem içeriği ile porozite değerleri değişimi .....	50
4.22. Bezelye için nem içeriği ile doğal yığılma açısı değerleri değişimi .....	51
4.23. Bezelye tohumlarının statik sürtünme katsayısı üzerine nem içeriğinin etkisi.....	52
4.24. Bezelye tohumlarının dinamik sürtünme katsayısı üzerine nem içeriğinin etkisi	53
4.25. Börülce tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (%6,00 nem) .....	56
4.26. Börülce tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (%11,00 nem) .....	57
4.27. Börülce tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (%15,28 nem) .....	57
4.28. Börülce için nem içeriği ile ortalama 1000 tane ağırlık değişimi .....	58
4.29. Börülce için nem içeriği ile ortalama küresellik değerleri .....	59
4.30. Börülce için nem içeriği ile yüzey alanı değerleri değişimi .....	60
4.31. Börülce için nem içeriği ile yığın ve tane hacim ağırlıkları değişimi .....	61
4.32. Börülce için nem içeriği ile tohum hacmi arasındaki değişim .....	62
4.33. Börülce için nem içeriği ile porozite değerleri değişimi .....	63
4.34. Börülce için nem içeriği ile doğal yığılma açısı değerleri değişimi .....	64
4.35. Börülce tohumlarının statik sürtünme katsayısı üzerine nem içeriğinin etkisi ..	67
4.36. Börülce tohumlarının dinamik sürtünme katsayısı üzerine nem içeriğinin etkisi	67

## ÇİZELGELER LİSTESİ

<b><u>Cizelge</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
1.1. Türkiye’de 2004 yılında ekilen alan içerisinde tahıllar ve baklagil ürünlerinin payı .....	3
1.2. Baklagillerin yıllara göre ekiliş, üretim ve verim değerleri .....	4
3.1. Elektronik terazinin bazı teknik özellikleri .....	15
3.2. Etüvün bazı teknik özellikleri .....	16
3.3. Dijital kumpasın bazı teknik özellikleri .....	17
3.4. Hassas terazinin bazı teknik özellikleri .....	18
3.5. Planimetrenin bazı teknik özellikleri .....	18
3.6. Ürünlerin nem içeriği değerleri .....	21
4.1. Barbunyanın boyut ve ağırlık ölçülerine ilişkin frekans dağılımı.....	27
4.2. Barbunya tohumunun değişik sürtünme yüzeyleri için (Eşitlik 4.9’a göre belirlenen) regresyon katsayıları değişimi .....	38
4.3. Barbunya tohumlarında farklı nem içerikleri ve sürtünme yüzeylerindeki sürtünme katsayıları değerleri için istatistik analiz sonuçları .....	39
4.4. Barbunya tohumlarında farklı nem içerikleri ve fiziksel özellik değerleri için istatistik analiz sonuçları .....	40
4.5. Bezelyenin boyut ve ağırlık ölçülerine ilişkin frekans dağılımı .....	41
4.6. Bezelye tohumunun değişik sürtünme yüzeyleri için (Eşitlik 4.9’a göre belirlenen) regresyon katsayıları değişimi .....	52
4.7. Bezelye tohumlarında farklı nem içerikleri ve sürtünme yüzeylerindeki sürtünme katsayıları değerleri için istatistik analiz sonuçları .....	53
4.8. Bezelye tohumlarında farklı nem içerikleri ve fiziksel özellik değerleri için istatistik analiz sonuçları .....	54
4.9. Börülcenin boyut ve ağırlık ölçülerine ilişkin frekans dağılımı .....	55
4.10. Börülce tohumunun değişik sürtünme yüzeyleri için (Eşitlik 4.9’a göre belirlenen) regresyon katsayıları değişimi .....	66
4.11. Börülce tohumlarında farklı nem içerikleri ve sürtünme yüzeylerindeki sürtünme katsayıları değerleri için istatistik analiz sonuçları .....	68

4.12. Börölce tohumlarında farklı nem içerikleri ve fiziksel özellik değerleri için istatistik analiz sonuçları .....	68
--	----

## 1. GİRİŞ

Gerek Türkiye’de gerekse bütün dünyada, hızla artan nüfusun yeterince, özellikle de proteinli gıdalarla beslenememesinin gittikçe büyüyen bir sorun olduğu görülmektedir. Dünyada ekonomik öneme sahip 1000 bitki türü içerisinde 150 baklagil bitkisi türü bulunmaktadır. Bu 150 türden ülkemizde soya ve yerfıstığını da ilave edersek fasulye, nohut, mercimek, bakla, bezelye ve börülce olmak üzere 8 tanesi besin maddesi olarak kullanılmaktadır. Yemeklik tane baklagillerin beslenme bakımından önemleri, içerdikleri yüksek protein oranından (% 18-31,6) kaynaklanır.

Ülkemizin tarım alanlarının %10’unu kapsayan yemeklik tane baklagil bitkileri, gerek sahip oldukları yüksek protein içeriği nedeniyle beslenme ve gerekse azot bağlama özelliklerinden dolayı, ülkemiz tarımında ekim nöbeti sistemlerinde aranılan bitkilerdendir.

Yemeklik tane baklagiller, hem içerdikleri yüksek protein ile ayrıca günlük almamız gerekli birçok vitamin ve mineral maddeleri bakımından (A, B, E vitaminleri, niacin, kalsiyum ve demir mineralleri) zengin olduğu için önemli bir besin kaynağıdır. Proteinlerin dengeli beslenmede ne kadar önemli olduğu herkes tarafından bilinmektedir. Proteinin kalitesini oluşturan en önemli etken içerdiği aminoasitlerin çeşit ve özelliğidir.

İnsanlar ve hayvanlar; bitkiler gibi gereksinim duydukları aminoasitleri sentezleme yeteneğine sahip değildir. Beslenmede mutlak gerekli olan bu aminoasitlerin günlük beslenmede alınması şarttır. Bunların bir kısmının bitkisel, bir kısmının ise hayvansal proteinlerle karşılanması gerekmektedir. Her ne kadar en iyi proteinin hayvansal orijinli proteinler olduğu bir gerçek ise de, protein gereksinimlerimizin hepsinin hayvansal kaynaklardan sağlanmasının doymuş yağlar ve kolesterol içermesinden dolayı sağlığımız açısından zararlı olduğu kanıtlanmıştır. Bundan dolayı dengeli beslenmede bitkisel orijinli protein içeren yiyeceklere de yer vermemiz gerekmektedir (Özdemir, 2002).

Türkiye; birçok bitkinin gen merkezini oluşturduğu gibi yemeklik tane baklagillerin dört tanesinin (nohut, mercimek, bakla ve bezelye) gen merkezidir. Türkiye

gerek ekim alanı, gerekse üretimde başı çektiği mercimek ve nohut bitkilerinde dış pazarlarda önemli bir yere sahip olup 1980'lerden itibaren kuru baklagil satışlarından elde edilen gelir de yıldan yıla sürekli artış göstermiştir (Özdemir, 2002).

Çizelge 1.1'de ülkemizde toplam 17 304 292 ha olan ekili alanlar içerisindeki tahıllar ve baklagillerin ekim alanları, üretim, verim, üretim fiyatı ve pazarlama değerleri verilmiştir (DİE, 2004). Çizelge 1.1'den görüleceği gibi, 2004 yılında ekilen toplam alan içerisinde baklagillerin payı % 7,66 dır.

Çizelge 1.2'de ise, baklagillerin ekim alanı, üretim ve verim değerleri, yıllara göre verilmiştir. Çizelgede verilen bilgilere göre bezelye ekim alanlarında kısmi bir azalma, börülcede ise artış görülmektedir.

Birim alandan elde edilen üretimin nicelik ve nitelik yönünden geliştirilmesi; ileri tarım tekniklerinin uygulanması ve üretimin değerlendirilmesine bağlıdır. Çağdaş tarımcılıkta bitkisel ve hayvansal ürünlerin işlenmeleri, insan istek ve faydalarına en uygun şekilde sunulmaları yönünde geliştirilen teknolojilerden ülkemizin de yararlanır duruma getirilmesi, tarım mühendisliğinin önemli amaçlarından birisidir. Bu yöndeki çalışmaların dayanağı olan biyolojik malzemelerin teknik, reolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bilinmeleri onların teknolojik aşamalarda mühendislik verileri olarak kullanılmaları bu alanda hala üzerinde çalışılması gereken konulardır (Tunalıgil, 1993).

Çizelge 1.1. Türkiye’de 2004 yılında ekilen alan içerisinde tahıllar ve baklagil ürünlerinin payı (DİE, 2004)<sup>1</sup>

Ürünler	Ekilen Alan (ha)	Hasat Edilen Alan (ha)	Verim kg/ha	Üretim (ton)	Fiyat TL/kg	Toplam Değer (000 000 TL)	Pazarlananın Değeri (000 000 TL)
<b>Tahıllar</b>	<b>13 832 585</b>	<b>13 786 050</b>	-	<b>33 957 910</b>	-	<b>11 742 093 708</b>	<b>9 311 789 939</b>
Buğday	9 300 000	9 268 240	2 266	21 000 000	362 183	7 605 844 271	5 400 149 432
Arpa	3 600 000	3 586 710	2 509	9 000 000	295 839	2 662 552 028	1 491 029 136
Çavdar	143 000	142 420	1 896	270 000	274 549	74 128 363	28 910 062
Yulaf	129 000	128 720	2 136	275 000	311 099	85 552 260	26 521 200
Mısır	545 000	544 705	5 508	3 000 000	353 867	1 061 601 726	2 129 135 120
Pirinç	70 000	69 990	4 201	294 000	731 137	214 954 410	204 206 689
Diğerleri*	45 585	45 265	11 865	118 910	2 131 541	37 460 649	31 838 300
<b>Baklagiller</b>	<b>1 326 350</b>	<b>1 324 000</b>	-	<b>1 583 800</b>	-	<b>1 632 659 541</b>	<b>1 134 203 248</b>
Bakla	15 100	15 030	1 996	30 000	481 161	14 434 817	6 062 623
Bezelye	1 350	1 350	2 593	3 500	784 872	2 747 054	2 582 230
Nohut	606 000	604 290	1 026	620 000	1 069 911	663 344 798	464 341 358
Fasulye	155 000	154 730	1 616	250 000	1 665 481	416 370 353	262 313 323
Mercimek (yeşil)	60 000	59 990	1 000	60 000	1 232 392	73 943 493	61 373 099
Mercimek (kırmızı)	379 000	379 000	1 266	480 000	804 087	385 961 520	320 348 062
Börülce	2 900	2 900	793	2 300	1 701 040	3 912 392	2 503 931
Diğerleri**	107 000	106 710	4 995	138 000	1 151 380	71 945 113	14 678 621
<b>Endüstriyel bitkiler</b>	<b>1 238 352</b>	<b>1 238 061</b>	-	<b>14 667 728</b>	-	<b>4 318 164 834</b>	<b>4 191 946 385</b>
<b>Yağlı tohumlar</b>	<b>634 865</b>	<b>633 155</b>	-	<b>2 501 419</b>	-	<b>968 357 845</b>	<b>941 768 662</b>
<b>Yumru bitkiler</b>	<b>272 140</b>	<b>272 040</b>	-	<b>7 084 000</b>	-	<b>2 817 350 719</b>	<b>2 319 750 669</b>
<b>Toplam</b>	<b>17 304 292</b>	<b>17 253 306</b>	-	<b>59 794 857</b>	-	<b>21 478 626 646</b>	<b>17 899 458 903</b>

<sup>1</sup> : Geçici değerler

\* : Darı, kaplıca, kuşyemi, mahlut, sorgum, tritikale

\*\* : Fiğ, burçak, buy, mürdümük

Çizelge 1.2. Bazı baklagillerin yıllara göre ekiliş, üretim ve verim değerleri (DİE, 2001)

Baklagiller		Yıllar							
		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>Bakla</b>	A	34400	28850	26000	24500	24300	22000	21000	20000
	B	65000	52000	49000	46300	46000	42500	39000	37000
	C	1890	1802	1885	1890	1893	1932	1857	1850
<b>Bezelye</b>	A	1600	1500	1600	1650	1670	1450	1300	1330
	B	4000	4000	3900	4000	3900	3100	3000	3100
	C	2500	2667	2438	2424	2335	2138	2308	2331
<b>Börülce</b>	A	1950	2300	2600	2850	2450	2600	2550	3000
	B	2000	2025	2500	2700	2500	2650	2300	2600
	C	1026	880	962	947	1020	1019	902	867
<b>Fasulye</b>	A	162000	163000	170000	172500	175000	172000	174000	176000
	B	200000	180000	225000	230000	235000	236000	237000	230000
	C	1235	1104	1324	1333	1343	1372	1362	1307
<b>Diğer Baklagiller</b>		1818157	1685848	1670183	1673595	1546735	1459720	1383945	1341777
<b>Toplam</b>		<b>2018107</b>	<b>1881498</b>	<b>1870383</b>	<b>1875095</b>	<b>1750155</b>	<b>1657770</b>	<b>1582795</b>	<b>1542107</b>

A: Ekili alan(ha)

B: Üretim (ton)

C: Verim (kg/ha)

Tarım ürünlerinin kalitelerinin korunması, özellikle tarımsal üretim alanlarının son sınırına ulaşması nedeniyle güncelliğini korumaktadır. Tarım ürünlerinin üretiminden tüketiciye sunulana kadar geçen devrelerdeki yapılan işlemler, tarımsal materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerinden faydalanılarak gerçekleştirilebilmektedir. Örneğin; tarımsal ürünlerin boyut ve şekil özellikleri, ekim makinalarındaki ekici organların projelendirilmesinde, tanelerin sınıflandırılmasında ve yabancı materyallerden ayrılmasında etkili olmaktadır. Tanelerin birbirlerine göre farklı şekillerde olması, aerodinamik davranışlarının farklı olmasına neden olmaktadır (Sinn and Özgüven, 1987). Bu farklılıktan yararlanılarak taneler toprak parçacıklarından temizlenebilmekte, tanelerin kırılma, ezilme direncine göre de değirmen makinalarının işleyici organları projelendirilebilmektedir.

Tarımsal ürünlerin biyolojik özelliklerinin bilinmesi; makinaların tasarımında, yapımında, çalıştırılmasında, kontrolünde, verimlerinin saptanmasında, analizinde, bitkisel yada hayvansal orijinli yeni ürünlerin tüketiciye sunulmasında ve ürünlerin kalitesinin

değerlendirilmesinde gerekli ve önemli olmaktadır. Bu özelliklerin bilinmesi yalnızca mühendisler için değil aynı zamanda gıda bilimcileri ve işleyicileri, bitki yetiştiriciliği ve hayvansal üretim yapan diğer tasarımcı ve uzmanlar için de yarar sağlamaktadır (Mohsenin, 1970).

Tarımsal ürünlerin değerlendirilmesine ilişkin mühendislik çalışmalarında, ürünlerin biçim, hacim, hacim ağırlığı, küresellik, yüzey alanı ve sürtünme katsayıları vb. fiziksel özellikler, makina tasarımının başarısı için gereklidir (Çilingir, 1988). Ürünlerin fiziksel özellikleri; elle işleme, taşıma, nakletme, ayırma, kabuğundan tamamen çıkarma, kurutma, mekanik olarak yığın eldesi, depolama ve diğer metotlar için gerekli ekipmanın uygun dizayn edilmesi içinde gereklidir (Gupta and Das, 1997).

Hasat edilen ürünlerin işlenmeden önce geçirdikleri ilk değerlendirme; taş, toprak ve yabancı maddelerden arındırılmasıdır. Küçük taneli ürünlerin temizlenmesi ve sınıflandırılması farklı fiziko-mekanik özelliklerine göre (boyut, aerodinamik, yüzey, şekil, esneklik, mekanik direnç ve özgül ağırlık vb.) gerçekleştirilebilir (Ayık, 1985).

Tarımsal ürünlerin hasat, harman ve işlenmesinde kullanılan makinaların tasarımında, söz konusu ürünlerin fiziko-mekanik özellikleri, bilinmesi gereken parametrelerin başında gelmektedir. Bu özelliklerden birisi de, ürün ile makina yapım malzemeleri arasındaki sürtünme karakteristikleridir (Beyhan ve ark.,1994).

Tarımsal ürünlerin sürtünme değerlerinin bilinmesi, tarım makinalarının (gübre dağıtma makinası, ekim ve hasat makinaları vb.) projelendirilmesinde ve hasat sonrası işlemlerde son derece önemlidir (Kara ve ark,1997). Sürtünme, silo ve benzeri depolama yapılarının yanal yüzeylerdeki düşük yüklerin belirlenmesinde, özellikle yüksek debilerdeki pnömatik iletimde materyalle yanal yüzeyler arasında ve yine tarımsal ürünlerin presleme ve kesme işlemlerinde de önemli rol oynar (Öğüt ve Çarman, 1991). Sürtünme katsayısının çeşitli tarımsal ürünler için farklı yüzeyler üzerinde değişik şartlarda bilinmesi, güç kaynağının seçiminde ve gerçek boyutların hesaplanmasında etkili olmaktadır (Sabahoğlu ve Öztürk, 1996). Tarımsal ürünlerin statik ve dinamik sürtünme katsayıları üzerine yapılmış bir çok çalışma bulunmaktadır. Ürünün yüzey üzerine yaptığı

basınç, kayma hızı, ürün nemi, yüzey ve çevre koşulları gibi faktörlerin sürtünme katsayıları üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda, farklı ürünlerin sürtünme katsayılarını belirlemek için kullanılan yöntemler, genellikle, materyalin koşullarına uygun olarak tasarlanmıştır (Mohsenin, 1970).

Ülkemizde son yıllarda çeşitli tarımsal ürünlerin fiziksel özelliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yoğun şekilde devam etmektedir. Taneli ürünler içerisinde yemeklik tane baklagiller grubunda, nohut, mercimek, fasulye ve soya fasulyesi konusunda fiziksel özelliklerin belirlenmesine yönelik çalışmalar geniş çapta yapılmıştır. Fakat özellikle bezelye, börülce ve barbunya gibi baklagil tohumlarının fiziksel özelliklerinin belirlenmesindeki çalışmalar çok sınırlı sayıdadır.

Bu amaçla, bu konudaki boşluğu dolduracak barbunya, bezelye ve börülce gibi yemeklik tane baklagil tohumlarının farklı nem içeriklerinde bazı fiziksel özellikleri (boyut özellikleri, yüzey alanı, geometrik ortalama çap, küresellik, porozite, 1000 tane ağırlığı, hacmi, hacim ağırlığı, doğal yığılma açısı ve sürtünme katsayıları) belirlenmiştir.

## 2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Brubaker and Pos (1965), hareketli yüzeyle temas halinde olan materyalin hareket anındaki statik sürtünme katsayılarını belirlemişlerdir. Silindirik örnek kabını, yanal yüzeylerinin etkisini azaltmak için teflon ile kaplamışlar, statik sürtünme katsayısının, tanelerin nem içeriği artışına bağlı olarak çelik ve kontrplak yüzeylerde arttığını bildirmişlerdir.

Chung and Verma (1989), tarımsal ürünlerin statik ve dinamik sürtünme katsayılarını belirlemek için bir cihaz geliştirmişler, nem içeriğinin ve sürtünme yüzey tipinin, tanelerin kinetik (dinamik) sürtünme katsayısı değerleri üzerine etkisini önemli bulmuşlardır. Döner diskin 0,066 ve 0,11 m/s çevre hızlarında, mısır ve soya tohumları ile yaptıkları çalışmalarında, mısırdaki sürtünme katsayısının daha büyük, çalıştıkları farklı yüzey materyalleri arasında ise en yüksek sürtünme katsayısının ise lastik yüzeyde olduğunu açıklamışlardır.

Güzel ve Özcan (1991), tarımsal ürünlerin elden geçirilmesi ve işlenmesinde istenmeyen materyalin üründen uzaklaştırılması için yararlanılan fiziksel, aerodinamik ve hidrodinamik özelliklerin bir parametresi olan izdüşüm alanı ölçüm yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Bu amaçla, düzenli geometrik şekle sahip olmayan yarfıstığı, soya ve buğday taneleri için teorik ve deneysel olarak izdüşüm alanlarını hesaplamışlardır. Bu hesaplamalar yardımı ile tarımsal ürünlerin seçim ve ayrımı için kritik hız, sürüklenme katsayısı ve Reynold sayısının hesaplanmasında kolaylık sağlamaya çalışmışlardır. Sonuçta bilgisayar destekli alan ölçüm sisteminin daha gerçekçi sonuçlar verdiği sonucuna varmışlardır. Bu yöntemle 4 farklı üründe ve iki farklı çeşitte izdüşüm alanlarını hesaplayarak bir çizelgede özetlemişlerdir. Bulunan bu değerlerin sürüklenme direnci, kritik hız ve Reynold sayılarının hesaplanmasında büyük kolaylık sağlaması yanında bu tip çalışmaları tamamlayıcı bir unsur olarak değerlendirmişlerdir.

Öğüt ve Çarman (1991), yaptıkları bir çalışmada bazı küçük taneli ürünlerin statik ve dinamik sürtünme katsayılarını belirlemek amacıyla özel bir cihaz yapmışlardır.

Soya, mısır, mercimek ve buğday gibi küçük taneli ürünlerin 3 farklı nem içeriğinde ve 4 farklı sürtünme yüzeyindeki sürtünme katsayısı değerlerini, bu ölçüm düzeneği yardımıyla belirleyerek nem içeriği ve sürtünme yüzeylerinin sürtünme katsayısı değerlerine etkili olduğunu açıklamışlardır. Tesadüf blokları desenine göre yürütülen araştırma sonucunda, yapılan varyans analizinde yüzeylerin ve nemin sürtünme katsayıları üzerindeki etkilerini önemli bulmuşlardır. Varyans analiz sonuçları ile bloklar arasındaki (sürtünme yüzeyleri) ve muameleler (nem) arasındaki farkın önemli olduğunu göstermişlerdir. Bu farkın hangi blok ya da muameleden ileri geldiğini tespit amacıyla yapılan LSD testi de, yine yüzeylerin ve nem değerinin sürtünme açısından, birbirinden farklı olduğunu göstermektedir. Yüzey ve ürün ne olursa olsun, nemle sürtünme katsayısı arasında yüksek bir ilişki olduğunu ifade etmişlerdir.

Öğüt ve ark. (1992), araştırmalarında, 10 farklı buğday çeşidinin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemeye çalışmışlardır. Mekanik özelliklerin belirlenmesi amacıyla biyolojik malzeme test cihazı kullanılarak buğday çeşitlerinin elastisite modüllerinin çeşitlere göre 225,5 ile 297,1 N/mm<sup>2</sup> arasında değiştiğini açıklamışlardır. Araştırma sonucunda tanelerin kırılma dirençleri ile tane boyutları arasında herhangi bir lineer ilişki bulunamamış, sadece Kıraç-66 ve Kimno-Gk çeşitlerinde boyutlar ile kırılma dirençleri arasında önemli bir ilişki olduğunu açıklamışlardır.

Desphande et al. (1993), soya fasulyesinin bazı fiziksel özelliklerini (boyut özellikleri, hacim, 1000 tane ağırlığı, porozite, tek tane hacim ağırlığı ve ürün hacim ağırlığı) belirlemeye çalışmışlardır. Denemelerini farklı nem içeriklerinde gerçekleştirerek nem içeriğiyle fiziksel özelliklerinin değişim gösterdiğini açıklamışlardır.

Beyhan ve ark. (1994), yerli fındık, tombul, palaz, kuş fındığı ve sivri fındık çeşitlerine ait tane ve zürüflü meyvelerin statik ve dinamik sürtünme katsayılarını belirlemişlerdir. Tane ve zürüflü meyveler için 3 farklı nem düzeyi ve tane fındık için 10, zürüflü fındık için 11 sürtünme yüzeyi kullanmışlardır. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, statik ve dinamik sürtünme katsayıları üzerine, nem ve yüzey özelliklerinin etkisini önemli bulmuşlardır. Sürtünme katsayısının en yüksek değerlerini lastik, en düşük değerlerini ise kontrplakta elde etmişlerdir. Sonuç olarak, statik ve dinamik sürtünme

katsayıları, tane ve zürüflu fındıklarda, artan kabuk ve züruf nem içeriği ile bazı yüzeylerde artmış, bazı yüzeylerde azalmış, bazılarında ise çok az veya hiç etkilenmemiştir. Sürtünme yüzeyi olarak kullanılan materyaller için elde edilen sürtünme katsayılarını bazı yüzeyler dışında farklı bulmuşlardır. En düşük sürtünme katsayıları, tane fındık için kontrplak ve sentetik dokuma bez yüzeyde, zürüflu fındıklar için kontrplak ve demir ızgarada elde etmişlerdir. En yüksek sürtünme değerlerini ise lastik yüzeyde bulmuşlardır.

Öztürk ve ark., (1995), bu çalışmada, yığın halindeki şekerpancarı ve havucun depolanmasında ve iletiminde önemli bir parametre olan sürtünme katsayısı değerlerini belirlemeye çalışmışlar. Her iki materyalin sürtünme katsayılarını elde etmek amacıyla bir ölçme düzeneği oluşturmuşlardır. Denemelerini sac, kontrplak, kauçuk ve ızgara tipi özel bir elevatör olmak üzere dört farklı yüzey üzerinde; 0,112 cm/s, 0,218 cm/s, 0,437 cm/s, 0,877 cm/s ve 2,656 cm/s kayma hızlarında gerçekleştirmişlerdir. Her yüzey için sürtünme kuvvetinin büyüklüğü sürtünme ölçüm uzaklığına bağlı olarak değişim göstermiştir. Benzer şartlar altında aynı ürün için farklı araştırmacılar tarafından elde edilen sürtünme katsayısı değerleri birbirlerinden farklılık gösterebileceği, bu nedenle tasarım parametresi olarak kullanılacak sürtünme katsayısı değerlerinin amaca uygun olarak belirlenmesi gerektiğini açıklamışlardır. Çalışmalarında elde edilen değerlerin, yeni hasat edilmiş ürünlere ait olduğunu ve ürün işleme makinalarındaki götürücülerin, ürün doldurma ve boşaltma üniteleri vb. sistemlerin tasarımında kullanılabilecek nitelikte olduğunu açıklamışlardır.

Dursun ve ark. (1996), buğday, arpa, soya fasulyesi, fasulye, mercimek ve nohut gibi tarımsal ürünlerin kaplama yöntemiyle yüzey alanlarını belirlemişlerdir. Ayrıca bu ürünlerin hacim ağırlıkları, boyut, küresellik, aritmetik ve geometrik ortalama çap gibi diğer fiziksel özelliklerini de belirlemişlerdir. Kaplama yöntemiyle tohumların kaplanması için zımpara tozu ve vernik kullanmışlardır. Kontrol örnekleri olarak her ürünün geometrik çapına uygun çelik bilyeler kullanmışlardır. Öncelikle yüzey alanları hesaplanabilen kontrol örneklerini kaplayarak birim alana düşen ağırlık artışını saptamışlardır. Bu ağırlık artışından yararlanarak kaplanmış ürünlerin yüzey alanlarını belirlemişlerdir.

Sabahoğlu ve Öztürk (1996), yaptıkları çalışmalarında Bezostaja-1 ve Kundura 1149 buğday çeşitleri ile galvaniz sac, kontrplak ve lastik yüzey materyalleri üzerindeki sürtünme katsayısı değerlerini belirlemek amacıyla bir ölçme düzeni geliştirmişlerdir. Denemelerde %10, %15, ve %20 nem içeriklerindeki buğday çeşitlerinin sürtünme katsayısı değerlerini galvaniz sac, kontrplak ve lastik yüzeyler üzerinde ve 53,6 N, 73,2 N, ve 102,6 N yük altındaki etkilerini incelemişlerdir. Yapılan varyans analizi ile, tüm faktörlerin sürtünme katsayısı değerleri üzerindeki etkisinin önemli olduğu sonucuna varmışlardır. Nem içeriğindeki değişimin sürtünme katsayısını etkilediğini belirlemişler ve en düşük sürtünme katsayısı değerini %10 nem içeriğinde kaydetmişlerdir. Nem içeriğindeki artışla birlikte sürtünme katsayısının arttığını ifade ederek, en düşük sürtünme katsayısı değeri galvanize sac yüzeyi üzerinde elde edilirken, bunu sırasıyla kontrplak ve lastik yüzeyler izlemiştir. Normal yük ile sürtünme katsayısındaki değişimin, normal yükteki artışa karşılık sürtünme katsayısında bir azalma gösterdiğini, en düşük sürtünme katsayısı değerinin 102,6 N'luk en yüksek yük değerinde elde edildiğini açıklamıştır. Denemelerde sırasıyla incelenen dört faktörün, sürtünme katsayısı üzerinde birlikte ve karşılıklı etkileri söz konusu olduğunu ve her bir faktörün değişik seviyelerinde sürtünme katsayısı üzerindeki etkilerinin ise birbirinden farklı bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Gupta and Das (1997), ayçiçeği tohumları ve içlerinin fiziksel özelliklerini (boyut özellikleri, kütlesi, hacim yoğunluğu, porozite, son hızı ve sürtünme katsayısı), nem içeriğinin bir fonksiyonu olarak incelemişlerdir. Fiziksel özelliklerdeki değişimi, %4-20 kuru baz nem içeriği sınırlarında değerlendirmişlerdir. Ürünün sürtünme katsayısını, galvanizli sac ve yumuşak çelik yüzeyler üzerinde belirlemişlerdir.

Güner ve Dursun (1997), tarımsal ürünlerin yüzey alanı ve hacimleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla çeşitli taneli ürünler (buğday, arpa, mısır, nohut, mercimek soya, fasulye ), çeşitli meyveler ( portakal, elma, greypfrut ) ve yumru bitkileri ( patates ve soğan ) gibi tarımsal ürünler kullanmışlardır. Ürün hacimleri ile yüzey alanı arasındaki ilişkiyi belirlemeye çalışmışlardır. Öncelikle çapları ve yüzey alanları bilinen çelik bilyeler, içerisinde su bulunan dereceli kaplara konularak taşırdıkları su hacimlerini ölçmüşlerdir. Ölçülen su hacimleri ve yüzey alanları arasındaki ilişkileri istatistiksel olarak

değerlendirmişler ve tahmin denklemi oluşturmuşlardır. Daha sonra tahmin denklemi yardımıyla ele aldıkları ürünlerin hacimlerinden yararlanarak yüzey alanlarının bulunabileceğini açıklamışlardır.

Kara ve ark. (1997), buğday, arpa ve mısırın galvaniz sac, DKP sac, alüminyum, teflon ve kontrplak üzerindeki sürtünme katsayılarını, bir yük sensörü yardımıyla ölçmüşlerdir. Ürün, sürtünme yüzeyi ve ürün üzerine uygulanan normal yükü değişken olarak incelemişler, sürtünme katsayısı ile bu değişkenler arasındaki ilişkiyi önemli bulmuşlardır. Ürün cinsi, sürtünme yüzeyi materyali ve normal yükü, sürtünme katsayısına önemli ölçüde etkili bulmuşlardır. Mısır ve buğdaya ait ortalama sürtünme katsayıları birbirlerine yakın değerlerde (0,28 ve 0,27) bulunmuşken, arpa için bu değer daha düşük (0,21) bulunmuştur. Sürtünme yüzeylerinden alüminyum en yüksek sürtünme katsayısı değerine (0,31) sahipken bunu sırayla galvaniz sac, kontrplak, DKP sac ve teflon izlemiştir. Belirtilen sürtünme yüzeylerinde gerçekleşen buğday, arpa ve mısıra ait sürtünme katsayıları değerleri, 0,14-0,36 arasında değişmiştir. Normal yük arttıkça sürtünme katsayısının genel olarak azaldığı bulunmuştur.

Öğüt (1998), beyaz lüpenin (acı bakla) fiziksel özelliklerini nem içeriğine (%8,3-19,2) bağlı olarak belirlemiştir. Ürünün bazı fiziksel özelliklerini (boyut özellikleri, hacim, 1000 tane ağırlığı, porozite, izdüşüm alanı, statik ve dinamik sürtünme katsayılarını) incelemiştir. Ürünün statik ve dinamik sürtünme katsayısını, galvaniz sac ve kauçuk yüzeyler üzerinde belirlemiştir.

Baryeh (2002), darı (millet)'nin fiziksel ve mekanik özelliklerini (boyut, yüzey alanı, hacim, küresellik, 1000 tane ağırlığı, repose açısı, son hız, tane hacim ağırlığı ve statik sürtünme katsayısı) belirlemeye çalışmıştır. Denemelerini farklı nem içeriklerinde yaparak nem içeriği ile fiziksel özelliklerinin değişim gösterdiğini vurgulamıştır.

Konak et al., (2002), nohut tanelerinin nem içeriğinin bir fonksiyonu olarak fiziksel özelliklerini incelemiştir. Çalışmalarında boyutlar, hacim, yığın hacim ağırlığı ve tane hacim ağırlığı, porozite, son hız, izdüşüm alanı, kırılma direnci, statik ve dinamik sürtünme katsayıları ve boşalma açısı değerlerini ölçmüşlerdir. Boyutlar, porozite, izdüşüm

alanı, boşalma açısı ve son hız değerleri ile statik ve dinamik sürtünme katsayısı değerlerinin nem ile arttığını; yığın hacim ağırlığı, tane hacim ağırlığı ve kırılma direnci değerlerinin x,y,z eksenlerine göre azaldığını açıklamışlardır.

Özarslan (2002), pamuk tohumunun fiziksel özelliklerini (boyut, yüzey alanı, hacim, küresellik, 1000 tane ağırlığı, son hız, ürün hacim ağırlığı, porozite ve kabuk kırılma direnci ve statik sürtünme katsayısı) belirlemeye çalışmıştır. Denemelerini farklı nem içeriklerinde yaparak fiziksel özelliklerinin nem içeriği ile değişim gösterdiğini açıklamıştır.

Güner (2003), fasulye (Horoz, Oturak ve Şeker), barbunya ve mercimeğin (Pul II) iki paralel plaka arasında yük altında mekanik davranışını incelemiştir. Denemelerden önce ürünlerin boyutlarını ölçmüş ve geometrik ortalama çapı, küreselliği, deformasyonu, birim deformasyonu, kopma kuvveti ve kopma enerjisini belirlemiştir. Denemeleri 10 tekerrürlü, 3 farklı nem ve 2 farklı yükleme ekseninde (x-x, y-y) yapmış ve kuvvetin uygulama hızını 40.2 mm/min almıştır. Horoz ve oturak fasulyesinde en büyük birim deformasyon, kopma kuvveti ve kopma enerjisini x-x ekseninde elde etmiştir. Nemin artmasıyla birim deformasyon ve kopma kuvveti azalmış, kopma enerjisi önce artmış sonra azalmıştır. Şeker fasulyede ise en büyük birim deformasyonu x-x ekseninde, en büyük kopma kuvvetini ve kopma enerjisini ise y-y ekseninde bulmuştur. Barbunyada en büyük birim deformasyonu ve kopma enerjisini y-y ekseninde, en büyük kopma kuvvetini ise x-x ekseninde elde etmiştir. Barbunyada nem arttıkça birim deformasyon, kopma kuvveti ve kopma enerjisi azalmıştır. Mercimekte ortalama deformasyonu  $0,307 \pm 0,0201$  mm, birim deformasyonu  $\%12,9 \pm 0,938$ , kopma kuvvetini  $190,6 \pm 15,7$  N ve kopma enerjisini ise  $180,6 \pm 21,1$  Nmm bulunduğunu açıklamıştır.

Saçılık et al. (2003), kenevir (hemp) tohumunun fiziksel özelliklerini (boyut, yüzey alanı, küresellik, 1000 tane ağırlığı, son hız, ürün ve tane hacim ağırlığı, porozite, statik ve dinamik sürtünme katsayısı) belirlemeye çalışmıştır. Denemede sürtünme yüzeyi olarak kontrplak, galvaniz sac ve lastik kullanmıştır.

Amin et al., (2004), mercimek tohumlarının 4 farklı nem içeriğinde bazı fiziksel özelliklerini (boyut, 1000 tane ağırlığı, boşalma açısı, tane hacim ağırlığı ve statik ve dinamik sürtünme katsayısı) belirlemeye çalışmışlardır. Nem içeriği ile fiziksel özelliklerinin değişim gösterdiğini açıklamışlardır.

Tunde-Akintunde and Akintunde (2004), susam tohumlarının bazı fiziksel özelliklerini (boyut, küresellik, yüzey alanı, boşalma açısı statik sürtünme katsayısı ve tane hacim ağırlığı ) % 3,4 nem içeriğinde belirlemeye çalışmıştır. Denemede sürtünme yüzeyi olarak kontrplak, sac, galvaniz sac ve cam kullanmıştır.

Çalışır et al. (2005), aspir tohumunun (*Carthamus tinctorius* L.) üç farklı nem düzeylerindeki (5,61, 14,08 ve 23,32 % k.b.); porozite, izdüşüm alanı, son hız, hacim ve partikül yoğunluğu, bin tane ağırlığı, ortalama geometrik çap, küresellik ve tane boyutları gibi fiziksel özelliklerini belirlemiştir. Uzunluk, kütle, ortalama geometrik çap, küresellik, hacim yoğunluğu, partikül yoğunluğu, son hız, izdüşüm alanı, ve porozite değerlerini sırasıyla 6,89-7,56 mm, 0,035-0,054 g, 4,13-4,70 mm, 0,600-0,623, 526,9-488,6 kg/m<sup>3</sup>, 1096,7-1187,6 kg/m<sup>3</sup>, 3,84-5,02 m/s, 24,60-27,50 mm<sup>2</sup> ve %52,0-56,7 olarak bulmuşlardır. Statik sürtünme katsayısını çelik ve galvaniz sac için belirlemiştir.

Yeşiloğlu ve Pınar, (2006), mahlep (*Prunus mahaleb* L.) tohumunun fiziksel özelliklerini nem içeriğinin bir fonksiyonu olarak belirlemiştir. %9,5 ile %23,5 kuru baza (k.b) göre nem aralığında, nem içeriğindeki artışla birlikte uzunluk, genişlik, kalınlık ve geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı, bin tane ağırlığı, yığılma açısı ve kritik hız değerlerinin arttığını; hacim ağırlığı, kütleli yoğunluk ve porozite değerlerinin ise düştüğünü açıklamışlardır.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

Denemeler Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Biyolojik Malzeme Laboratuvarında yürütülmüştür. Denemelerde kullanılan yemeklik tane baklagil tohumları olan fasulye (Barbunya), bezelye (Araka) ve börülce (Karnıkara) çeşitlerinin tohumları, Tokat ve çevre illerden temin edilmiştir. Denemede 3 farklı nem içeriği kullanılmıştır.

Tarımsal ürünlerin değerlendirilmesine ilişkin mühendislik çalışmalarında, makina tasarımlarında önemli olan tarımsal ürünlerin biçim, hacim, hacim ağırlığı, küresellik, yüzey alanı ve sürtünme katsayıları v.b. fiziksel özellikleri önemli bir etkiye sahiptir. Bu amaçla, araştırmamıza konu olan baklagil tohumlarının boyut özellikleri (uzunluk, genişlik, kalınlık), geometrik ortalama çapları, yüzey alanları, poroziteleri, 1000 tane ağırlıkları, hacimleri, tek tane ağırlıkları, hacim ağırlıkları ve sürtünme katsayıları (galvaniz, sac, lastik, kontrplak ve sunta sürtünme yüzeyleri için) belirlenmiştir.

#### 3.1.1. Denemelerde Kullanılan Düzenek ve Ölçüm Aletleri

Denemede kullanılan düzenek ve ölçüm aletleri aşağıda sıralanmıştır.

1. *Nem içeriğinin belirlenmesi için;* ürünlerin yaş ve kuru ağırlıklarının tartılması için 0,01 g hassasiyette elektronik terazi (Şekil 3.1) ve kurutulmasında etüv kullanılmıştır (Şekil 3.2). Elektronik terazi ve etüvün bazı teknik özellikleri Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2' de verilmiştir.



Şekil 3.1. Elektronik terazi

Çizelge 3.1. Elektronik terazinin bazı teknik özellikleri

---

Marka	: Sartorius Basic
Kapasite	: 3000 g
Hassasiyet	: 0.01 g
İnput	: 230 V ~ / 50 Hz /16 VA
Output	: 145 V ~ / 530 mA / 7.7 VA
Tipi	: FW 4798

---



Şekil 3.2. Etüv

Çizelge 3.2. Etüvün bazı teknik özellikleri

Marka Model	: Nüve EV 018 vakumlu fırın
Sıcaklık Ayar Aralığı	: 70 °C /200 °C
Sıcaklık Sensörü	: Fe-Const
Kontrol Sistemi	: Programlanabilir PID mikroprosesör
Sıcaklık Ayar Gösterge Hassasiyeti	: 0.1 °C
Zamanlayıcı	: 100 saat+süresiz çalışma
Kullanılır Hacim	: 15 litre
Kurulu Güç	: 950 W
Güç Değerleri	: 230 V,50 Hz.

2. *Boyut özelliklerinin belirlenmesi için;* tohumların uzunluk, genişlik ve kalınlığının belirlenmesinde 0,01 mm/ 0,0005" hassasiyette dijital kumpas kullanılmıştır (Şekil 3.3). Geometrik ortalama çap ve küresellik değerlerinin belirlenmesinde de bu ölçümlerden yararlanılmıştır. Dijital kumpasın bazı teknik özellikleri Çizelge 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.3. Dijital kumpas

Çizelge 3.3. Dijital kumpasın bazı teknik özellikleri

---

Ölçüm aralığı	: 0-150 mm/0-6" , 0-200 mm/0-8" , 0-300 mm/0-12"
Hassasiyet	: 0.01 mm/0,0005"
Doğruluk	: $\pm 0,02$ mm/0,001" (< 100 mm) : $\pm 0,03$ mm/0,001" (> 100-200 mm) : $\pm 0,04$ mm/0,0015" (> 200-300 mm)
Max. ölçüm hızı	: 1,5 m/sn 60"
Ölçüm sistemi	: Doğrusal kapasiteli
Gösterim	: LCD
Güç	: 1 gümüş oksit batarya SR 44, 1,55 V
Kapasite	: 165 mAh
Çalışma sıcaklığı	: 5 °C- 40 °C
Havadaki nemin oranı	: % 80'in altında önemli değildir

---

3. 1000 tane ağırlığı ve tek tane ağırlığının belirlenmesi için; 0,0001 g hassasiyette elektronik terazi kullanılmıştır (Şekil 3.4). Hassas terazinin bazı teknik özellikleri Çizelge 3.4'de verilmiştir.



Şekil 3.4. Hassas terazi

Çizelge 3.4. Hassas terazinin bazı teknik özellikleri

Marka	: ShinkoAF-R-220
Kapasite	: 220 g
Hassasiyet:	0.0001 g
İnput	: 230 V ~ / 50 Hz /16 VA
Output	: 145 V ~ / 530 mA / 7.7 VA
Tipi	: FW 4798

4. *Yüzey alanının belirlenmesi için;* kutupsal kollu roller tip dijital planimetre kullanılmıştır (Şekil 3.5). Planimetrenin bazı teknik özellikleri Çizelge 3.5.'de verilmiştir.



Şekil 3.5. Planimetre

Çizelge 3.5. Planimetrenin bazı teknik özellikleri

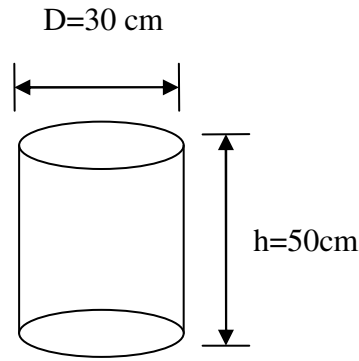
Marka	: Placom Roller-Type Digital Planimeters
Model	: KP90N
Max. Ölçüm Aralığı	: 325 mm dikey, 30 m yatay
Hassasiyeti	: $\pm 0,2$

5. *Ürün hacminin belirlenmesinde;* sıvı yer değiştirme metodu kullanılmıştır. Sıvı olarak etil alkol kullanılmıştır.

6. *Ürün hacim ağırlığının belirlenmesinde;* hektolitre kabından yararlanılmıştır.

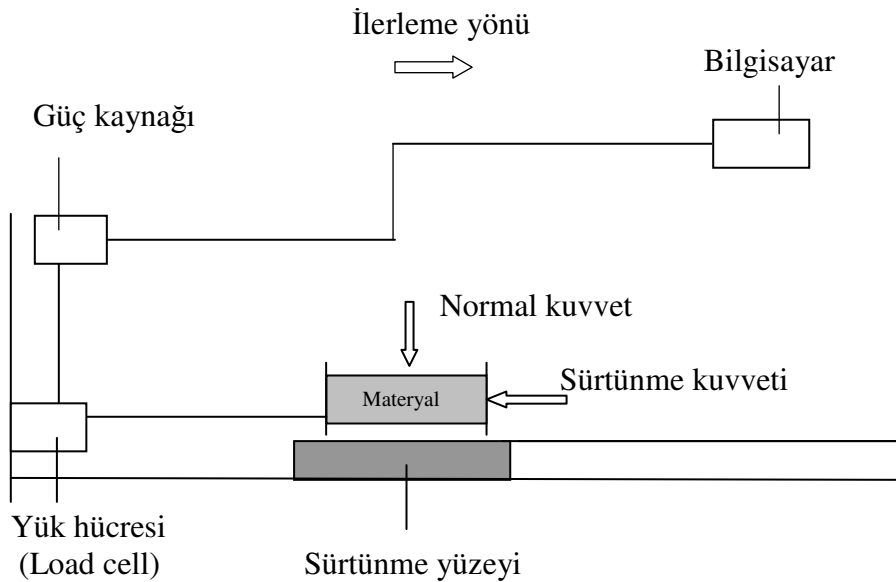
Hektolitre kabı, 500 ml ölçülü, silindirik, sert plastik malzemeden yapılmış bir kaptır.

7. *Repose (boşalma) açısının belirlenmesinde*; 30 cm çapında ve 50 cm yüksekliğinde plastik silindir kullanılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Doğal yığılma açısı ölçüm silindiri

8. *Sürtünme katsayısının belirlenmesinde*; sürtünme katsayısı ölçüm düzeni kullanılmış olup, deneme düzeni üç üniteden oluşmaktadır. Bunlar; ürün kabı ve sürtünme yüzeyi, elektronik varyatör ve güç kaynağı ile elektronik ölçüm düzeninden oluşmaktadır.



Şekil 3.7. Biyolojik materyal sürtünme ölçüm düzeninin şematik görünümü

Elektronik ölçüm düzeni ise, Load cell (yük hücresi) , ADC (analog dijital çevirici) kart , PC (kişisel bilgisayar) ve yazıcıdan oluşmaktadır (Şekil 3.7). Sürtünme yüzeyi olarak 5 farklı sürtünme yüzeyi (galvaniz sac, lastik, kontrplak, sac ve sunta) kullanılmıştır.

### 3.2. Metot

#### 3.2.1. Nem İçeriğinin Belirlenmesi

Denemelerde olgunlaşmış bezelye, börülce ve barbunya tohumları kullanılmıştır. Ürünler; toz, kum, taş, saman, olgunlaşmamış ve kırılmış taneler gibi bütün yabancı maddelerden temizlenmiş ve oda sıcaklığında depolanmıştır. Ürünlerin ilk nem içerikleri, örnekler 105 °C sıcaklıkta 24 saat etüvde bekletilmesiyle örneklerin ilk ve son ağırlık farklarından yararlanılarak hesaplanmıştır (Gupta and Das 1997). Arzu edilen nem içeriklerindeki tane örnekleri, hesaplanan miktarlarda damıtılmış su ilave edilerek hazırlanmıştır (Gupta ve Das, 1997; Öğüt, 1998).

Bu amaçla nemlendirmede ilave edilecek su miktarı Eşitlik 3.1'deki formülle bulunmuştur (Saçılık ve ark., 2003).

$$Q = \frac{W_i ( M_f - M_i )}{( 100 - M_f )} \quad ( 3.1)$$

Q = İlave edilecek saf su miktarı (kg)

W<sub>i</sub> = Ürün ağırlığı (kg)

M<sub>f</sub> = İstenilen son nem

M<sub>i</sub> = Üründeki mevcut nem

Nemin üniform düzeyde kalabilmesi için hava almayan kilitli plastik poşetlere konulan örnekler 278° K'de 7 gün süreyle buzdolabında tutulmuştur. Denemelere

başlamadan önce istenilen miktarda ürün buzdolabından alınarak oda sıcaklığına gelmesi sağlanmıştır (Desphande ve ark. 1993, Aydın ve Özcan 2002).

Denemede, baklagil tohumlarının hasat nemi ve depolama nem değerleri esas alınarak Çizelge 3.6'daki nem içeriklerinde çalışılmıştır. Barbunya, bezelye ve börülcenin depolama nemleri sırasıyla; %14, % 14 ve %10 olarak belirtilmekte olup, depolama nemi alt ve üst değerleri dikkate alınarak tohumların nem düzeyleri belirlenmiştir (Şehirali,1979).

Çizelge 3.6. Ürünlerin nem içeriği değerleri

Ürünler	1. Nem	2. Nem	3. Nem
Barbunya	%9,00	%13,42	%22,00
Bezelye	%9,00	%13,79	%17,05
Börülce	%6,00	%11,00	%15,28

Ürünlerin bütün fiziksel özellikleri farklı nem düzeylerinde, her bir nem içeriğinde 10 tekrarlı olarak elde edilmiştir.

### 3.2.2 Boyutsal Dağılım ve Ağırlıkların Belirlenmesi

Ürünlerin uzunluk, genişlik ve kalınlığını ölçmek için her nem içeriğinden tesadüfi olarak 100 adet tane alınmıştır. Materyallerin uzunluk, genişlik ve kalınlıkları 0,01 mm hassasiyette dijital kumpas kullanılarak ölçülmüştür.

Yine materyallerin tek tane ağırlığı (m) ve 1000 tane ağırlığı ( $m_{1000}$ ), 0,0001 g hassasiyette elektronik tartı ile tesadüfen seçilen 100 adet tane kullanılarak ölçülmüştür. 1000 tane ağırlığı ölçümünde, her biri 100 adet olan 3 örnek grubunun ağırlıkları belirlenip ortalaması alınarak 10 çarpım katsayısı ile çarpılarak bulunmuştur (Çarman 1996; Sacilik et al. 2003 ve Ögüt, 1997).

### 3.2.3. Geometrik Ortalama ap ve Küreselliğin Belirlenmesi

rnlerin geometrik ortalama ap ( $D_g$ ) ve küreselliği ( $\phi$ ) uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri kullanılarak aşağıdaki eşitlikler (Eşitlik 3.2. ve Eşitlik 3.3.) yardımıyla hesaplanmıştır (Mohsenin, 1970).

$$D_g = (LWT)^{1/3} \quad (3.2)$$

$$\phi = \{ (LWT)^{1/3}/L \} \times 100 \quad (3.3)$$

Burada;  $D_g$  : geometrik ortalama çap (mm)

$\phi$  : küresellik (%)

L : uzunluk (mm)

W : genişlik (mm)

T : kalınlık (mm)

### 3.2.4. Yüzey Alanının Belirlenmesi

rnlerin yüzey alanı ölümünde dijital planimetre kullanılmıştır. Bu amaçla, örnekler, kğit üzerine yapıştırılarak fotokopi makinesi ile 1/1 boyutunda fotokopileri çekilmiştir. Planimetre yardımıyla her bir tanenin izdüşüm alanı 3 tekerrürlü olarak belirlenmiştir (Güzel ve zcan, 1991).

### 3.2.5. Hacim Ağırlıkları ve rn Hacminin Belirlenmesi

rn hacim ağırlıkları; yığın ve tek tane ( gerçek) hacim ağırlıkları olmak üzere iki grupta değerlendirilmiştir. Hacim ağırlığı, standart hektolitre ağırlık yöntemi kullanılarak (Singh and Goswami, 1996) ve 500 ml lcl hektolitre kabına tohumlar 150 mm sabit yükseklikten silme doldurularak ağırlıkları lclmştr. rn yığın hacim

ağırlığı, örnek ürün ağırlığının toplam hacme oranı ile belirlenmiş ve  $\text{kg/m}^3$  olarak hektolitreye kabındaki ağırlıkla bulunmuştur. Her bir nem içeriğinde 10 tekrarlı ölçüm yapılmıştır (Özarslan, 2002).

Tek tane hacim ağırlığı ve tohum hacminin belirlenmesinde, sıvı yer değiştirme metodu kullanılmıştır. Akışkan olarak su yerine etil alkol kullanılmıştır (Altuntaş et al. 2005). Bu akışkan, suya göre ürün taneleri tarafından daha az absorbe özelliğine sahip olduğu için tercih edilmiştir (Mohsenin, 1970). Darası alınan dereceli ölçü kabına 100 ml etil alkol konularak kap+etil alkol ağırlığı bulunmuş daha sonra üzerine ağırlığı belli olan ürün eklenilerek kap+etil alkol+ürün ağırlığı bulunmuştur. Bu değerlerden gidilerek ürün bağıl yoğunluğu, yığın hacmi, tek tane hacmi ve tohum hacim ağırlığı değerleri bulunmuştur. (Özgöz ve ark. 2004).

### 3.2.6. Porozite Değerinin Belirlenmesi

Porozite değeri, ürün hacim ağırlığı ve tane hacim ağırlığı değerlerinden yararlanılarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunmuştur (Mohsenin, 1970).

$$\varepsilon = \{ (\rho_t - \rho_y) / \rho_t \} \times 100 \quad (3.4)$$

Burada;  $\varepsilon$  = porozite (%)

$\rho_t$  = tane hacim ağırlığı ( $\text{kg/m}^3$ )

$\rho_y$  = yığın hacim ağırlığı ( $\text{kg/m}^3$ )

### 3.2.7. Doğal Yığılma Açısının Belirlenmesi

Doğal yığılma açısı, ürünün dolu yüzeyden boşaltılmasıyla oluşan koninin yatayla yaptığı açı değeridir. Üst ve altı açık durumda olan 30 cm çapında ve 50 cm yüksekliğinde boş bir silindir belirlenen bir yüzeyde tutulup materyalle doldurulmuş ve

silindir daha sonra yavaşça kaldırılarak bir koni oluşturulmuştur. Doğal yığılma açısı, oluşan koni yüksekliği ve koni çapı ölçümünden gidilerek hesaplanmıştır (Kaleemullah ve Gunasekar, 2002). Her bir nem içeriğinde 10 tekrarlı olarak yapılmıştır.

### 3.2.8. Sürtünme Katsayısının Belirlenmesi

Ölçme düzeneği; denemeye alınacak ürünlerin konulduğu özel bir kutu, malzemesi değiştirilebilen sürtünme yüzeyi, ölçüm cihazları ve hareket kaynağından oluşmaktadır. Ürünlerin içerisine konulduğu özel kutu sac malzemeden yapılmış olup 300x300x300 mm boyutlarındadır. Denemelerde sürtünme yüzey materyali olarak galvaniz sac, kontrplak, sunta, sac, ve lastik yüzeyler kullanılmıştır. Sürtünme yüzeyine hareket 12 V doğru akımla çalışan elektrik motoruyla verilmiştir. Sürtünme yüzeyinin bulunduğu tabla, iple motor miline bağlanmıştır. Motor mili sabit devir sayısı ile dönerken ip mile sarılmakta ve tablayı 0,02 m/s'lik sabit bir hızla çekmektedir.

Boyutları 300x300x300 mm olan kap sürtünme plakası üzerine konularak içerisine ürün doldurulup üzerine normal yük (10 kg) uygulanmıştır. Alttaki sürtünme plakası yatay yönde 0,02 m/s'lik sabit bir hızla hareket ettirilerek sürtünme kuvveti bir yük sensörü tarafından ölçülmüş ölçüm değeri ADC kartı aracılığı ile bilgisayara aktarılmıştır (Şekil 3.7.). Denemelerde sürtünme yüzeyi olarak 5 farklı sürtünme yüzeyi; galvaniz sac, lastik, kontrplak, sac ve sunta kullanılmıştır.

Sürtünme katsayısı ölçümünde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$\mu = F / N_f \quad (3.5)$$

Burada;  $\mu$  = sürtünme katsayısı

$F$  = sürtünme kuvveti (N)

$N_f$  = normal kuvvet (N)

Yük hücresinde (load cell) okunan maksimum değer statik sürtünme katsayısını, okunan çok sayıda değer ortalaması ise dinamik sürtünme katsayısını vermektedir (Kara ve ark. 1997). Biyolojik materyal sürtünme ölçüm düzeninin görünümü Şekil 3.8’de verilmektedir.



Şekil 3.8. Sürtünme katsayı ölçüm düzeneği

Tüm parametrelere ait barbunya, bezelye ve börülce tohumları için fiziksel özelliklerinin nem içeriği ile değişimi ve çoklu karşılaştırma sonuçları SPSS istatistik programı ile, ölçüm sonuçlarının grafikleri ve regresyon eşitlikleri ise, Microsoft Excel programı yardımıyla bulunmuştur.

## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Denemeye alınan barbunya, bezelye ve börülce tohumlarının üç farklı nem içeriğinde ölçülen uzunluk, genişlik, kalınlık, tek tane ağırlığı, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı ve sürtünme katsayısı değerleri her bir ürün için ayrı başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

### 4.1. Barbunya Tohumu ile İlgili Fiziksel Özellikler

Barbunya tohumunun bazı fiziksel özellikleri nem içeriğinin bir fonksiyonu olarak aşağıda açıklanmıştır.

#### 4.1.1. Boyutsal Dağılım ve Tek Tane Ağırlıkları

Barbunyanın denemelerde kullanılan üç nem içeriği ( %9,00-%13,42 ve %22,00) için boyutsal dağılım ve tek tane ağırlıklarının değişimi Çizelge 4.1’de ayrı ayrı verilmiştir. Çizelge 4.1’e göre, nem içeriği %9,00 olan barbunyanın boyut dağılımı incelendiğinde dağılımın %83’ü, 14,89-18,54 mm uzunluğunda, %70’i, 8,40-9,74 mm genişliğinde, %78’i 6,45-8,27 mm kalınlığında ve %86’sı ise 0,52-0,86 g tek tane ağırlığındadır. Nem içeriği değerinin %13,42’ye yükselmesiyle; dağılımın %81,11’i, 15,18-18,61 mm uzunluğunda, %82,22’si, 8,23-10,05 mm genişliğinde, %84,45’i 6,59-8,41 mm kalınlığında ve %93,33’ü ise 0,54-0,94 g tek tane ağırlığında olduğu bulunmuştur. Nem içeriği %22,00 olduğunda ise, uzunluk, genişlik, kalınlık ve tek tane ağırlık değerlerinin sırasıyla dağılımın 14,96-19,04 mm (%77), 7,73-9,55 mm (%77), 5,88-7,91 mm (%80) ve 0,51-1,02 g (%84) aralığında bulunmuştur. Sonuçlar incelendiğinde, nem içeriği artışına bağlı olarak uzunluk, genişlik, kalınlık ve tek tane ağırlığı değerlerinde artış olduğu görülmüştür.

Barbunya tohumlarının %9,00 ‘dan %22,00 nem içeriğine kadar değişiminde, uzunluk, genişlik, kalınlık ve tek tane ağırlıkları ortalamaları sırasıyla 16,661-16,766 mm’ye, 8,861-8,991 mm’ye, 7,170-7,242 mm’ye, 0,715-0,772 g değerleri arasında bulunmuştur.

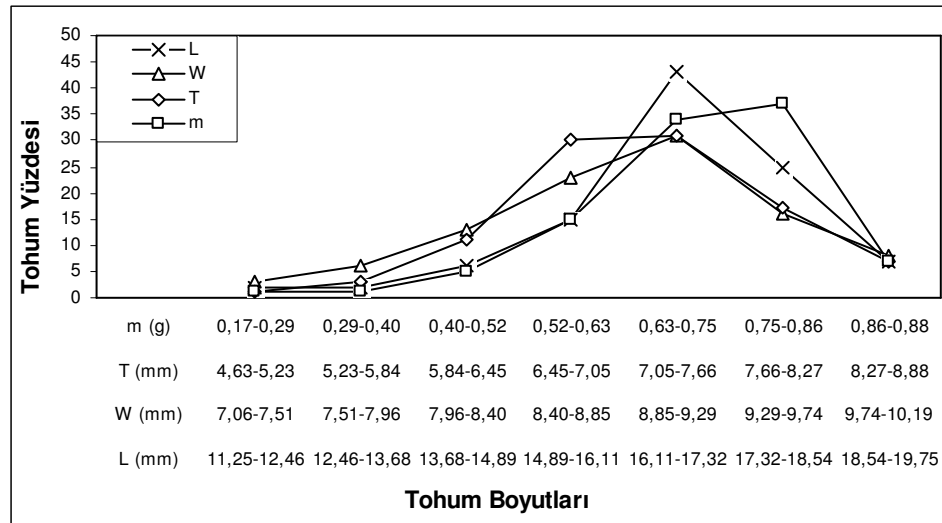
Çizelge 4.1. Barbunyanın boyut ve ağırlık ölçülerine ilişkin frekans dağılımı

<b>Uzunluk</b>					
% 9,00 nem		% 13,42 nem		% 22,00 nem	
sınıflar	frekans	sınıflar	frekans	sınıflar	frekans
11,25-12,46	2	11,75-12,89	1,11	12,25-13,61	2
12,46-13,68	2	12,89-14,04	1,11	13,61-14,96	11
13,68-14,89	6	14,04-15,18	12,22	14,96-16,32	23
14,89-16,11	15	15,18-16,32	24,44	16,32-17,68	34
16,11-17,32	43	16,32-17,46	31,11	17,68-19,04	20
17,32-18,54	25	17,46-18,61	25,56	19,04-20,39	9
18,54-19,75	7	18,61-19,75	4,45	20,39-21,75	1
<b>Genişlik</b>					
% 9,00 nem		% 13,42 nem		% 22,00 nem	
sınıflar	frekans	sınıflar	frekans	sınıflar	frekans
7,06-7,51	3	7,63-8,23	15,56	7,13-7,73	3
7,51-7,96	6	8,23-8,84	28,89	7,73-8,34	16
7,96-8,40	13	8,84-9,45	34,44	8,34-8,95	30
8,40-8,85	23	9,45-10,05	18,89	8,95-9,55	31
8,85-9,29	31	10,05-10,66	0	9,55-10,16	15
9,29-9,74	16	10,66-11,27	1,11	10,16-10,77	2
9,74-10,19	8	11,27-11,88	1,11	10,77-11,38	3
<b>Kalınlık</b>					
% 9,00 nem		% 13,42 nem		% 22,00 nem	
Sınıflar	frekans	sınıflar	frekans	sınıflar	frekans
4,63-5,23	1	5,38-5,98	3,33	5,88-6,55	19
5,23-5,84	3	5,98-6,59	10	6,55-7,23	38
5,84-6,45	11	6,59-7,20	35,56	7,23-7,91	23
6,45-7,05	30	7,20-7,80	37,78	7,91-8,59	16
7,05-7,66	31	7,80-8,41	11,11	8,59-9,27	2
7,66-8,27	17	8,41-9,02	1,11	9,27-9,95	1
8,27-8,88	7	9,02-9,63	1,11	9,95-10,63	1
<b>Ağırlık</b>					
% 9,00 nem		% 13,42 nem		% 22,00 nem	
sınıflar	frekans	sınıflar	frekans	sınıflar	frekans
0,17-0,29	1	0,41-0,54	4,45	0,34-0,51	9
0,29-0,40	1	0,54-0,67	22,22	0,51-0,68	24
0,40-0,52	5	0,67-0,81	47,78	0,68-0,85	37
0,52-0,63	15	0,81-0,94	23,33	0,85-1,02	23
0,63-0,75	34	0,94-1,08	1,11	1,02-1,19	3
0,75-0,86	37	1,08-1,21	0	1,19-1,36	2
0,86-0,88	7	1,21-1,34	1,11	1,36-1,53	2

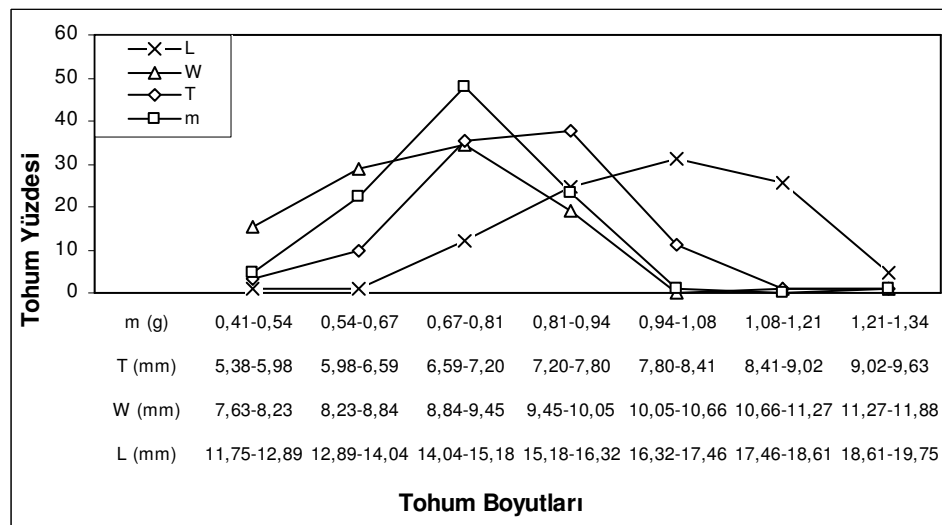
Barbunyanın Eşitlik 3.2 kullanılarak elde edilen geometrik ortalama çap değerleri nem içeriğinin %9,00 dan %22,00'ye artması ile 10,14-10,26 mm arasında değişim göstermiştir.

Nem içeriğinin barbunya tohumlarının uzunluk, genişlik, kalınlık, tek tane ağırlığı ve geometrik ortalama çap değerleri değişimine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.4).

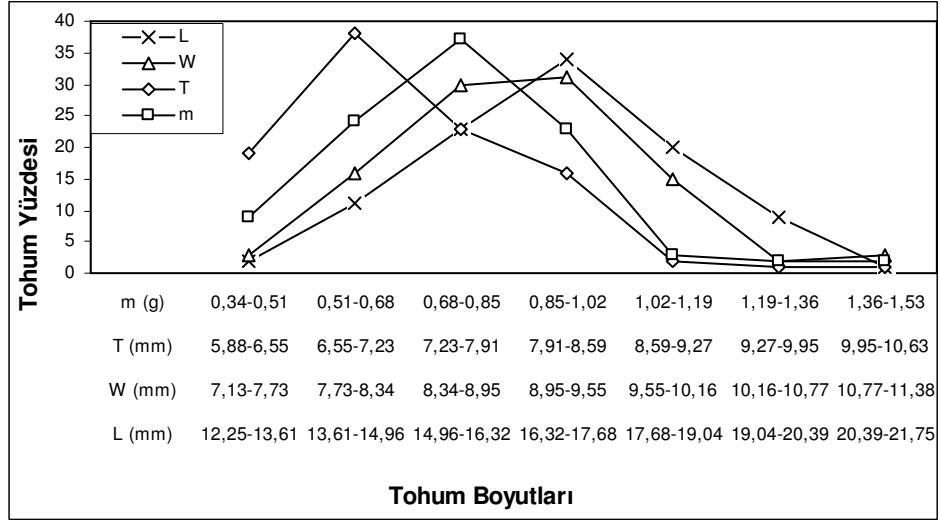
Barbunya tohumunun %9,00- %13,42 ve %22,00 nem içeriklerindeki boyutsal dağılım ve tek tane ağırlık değişimi Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Barbunya tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (%9,00 nem)



Şekil 4.2. Barbunya tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (%13,42 nem)



Şekil 4.3. Barbunya tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (%22,00 nem)

#### 4.1.2. 1000 Tane Ağırlığı

Barbunya için ortalama 1000 tane ağırlık değişimi, Şekil 4.4'de verilmiştir. Barbunya tohumlarının 1000 tane ağırlıkları ortalama olarak nem içeriğinin %9,00'dan %22,00'ye artışıyla 694,53-746,60 g arasında değiştiği bulunmuştur. Çizelge 4.4.'de görüldüğü üzere nem içeriğinin 1000 tane ağırlık değişimine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Nem içeriği ile 1000 tane ağırlığı değerleri arasındaki ilişki lineer bir karakter gösterip aşağıdaki regresyon denklemiyle açıklanmıştır.

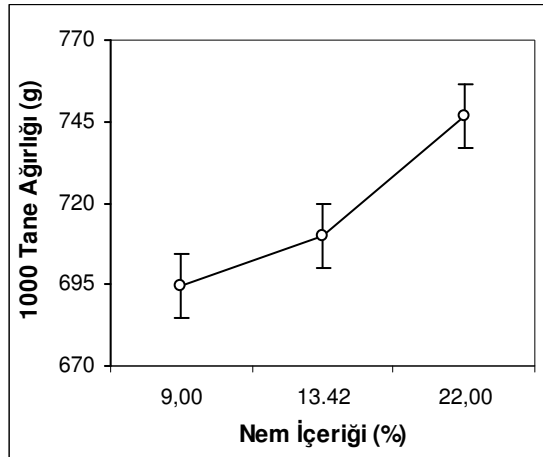
$$m_{1000} = 664,91 + 26,033 \cdot Nİ \quad (R^2 = 94,61) \quad (4.1)$$

Burada;

$m_{1000}$  : 1000 tane ağırlığı

Nİ : Nem içeriği

Barbunya tohumunun 1000 tane ağırlığı ile nem içeriği arasındaki artış eğilimi, farklı araştırmacıların yaptığı çalışmalarda da (Aviara et al. (1999) “guna” tohumları için ve Vilche et al. (2003) “quinoa” tohumları için) benzer şekilde açıklanmaktadır.



Şekil 4.4. Barbunya için nem içeriği ile ortalama 1000 tane ağırlık değişimi

#### 4.1.3. Küresellik Değerleri

Barbunya için ortalama küresellik değeri (Eşitlik 3.3 yardımıyla elde edilen sonuçlar) Şekil 4.5’de verilmiştir. Barbunya tohumlarının %9,00’dan %22,00 neme kadar değişiminde, küresellik değerleri %61,03- %61,31 arasında bulunmuştur. Sonuçlara göre, ürün nem içeriği ile küresellik değerleri artmaktadır. Güner (2003), barbunyanın %16,00 nem içeriğinde küresellik değerini %63,60 olarak belirlemiştir. Nem içeriğinin küresellik değeri değişimine etkisi istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.4).

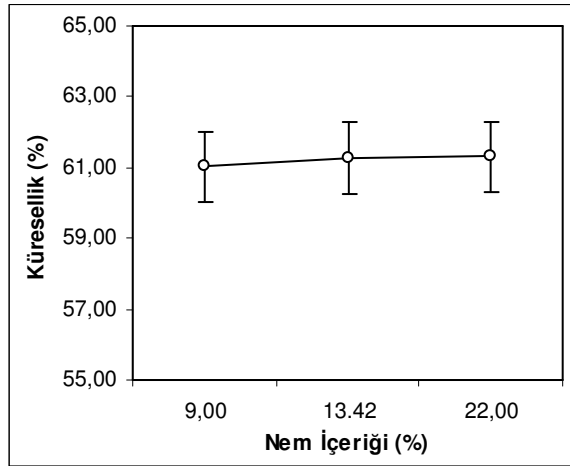
Nem içeriği ile küresellik değerleri arasındaki ilişki lineer görülmekte olup aşağıdaki regresyon denklemiyle açıklanmıştır.

$$\phi = 60,927 + 0,14 \cdot Nİ \quad (R^2 = 82,93) \quad (4.2.)$$

Burada  $\phi$  : Küresellik

Nİ : Nem içeriği

Yaptığımız çalışmada bulunan küresellik ile nem içeriği arasındaki benzer artış eğilimini Nimkar and Chattopadhyay (2001) yeşil börülce için bulmuşlardır.



Şekil 4.5. Barbunya için nem içeriği ile ortalama küresellik değerleri

#### 4.1.4. Yüzey Alanı

Barbunya tohumlarının yüzey alanı değerleri, %9,00 nemden %22,00 neme doğru değişimde, 1,244-1,522 cm<sup>2</sup> arasında değişmiştir (Şekil 4.6). Çizelde 4.4.'de görüldüğü gibi nem içeriğinin yüzey alanı değeri değişimine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0,01). Nem içeriği ile yüzey alanı arasındaki lineer ilişki aşağıdaki regresyon denklemiyle açıklanmıştır.

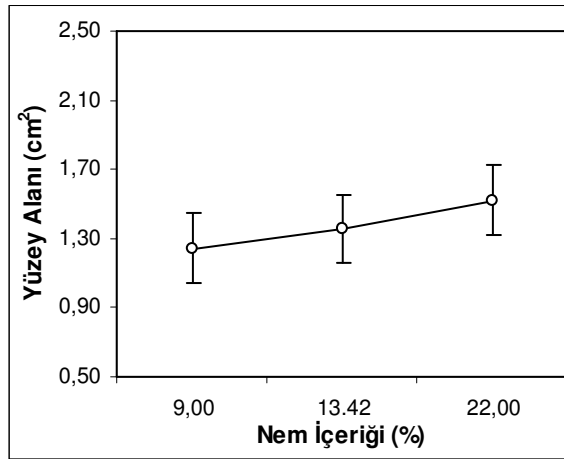
$$S = 1,096 + 0,139 \cdot Nİ \quad (R^2 = 98,76) \quad (4.3.)$$

Burada;

S : Yüzey alanı

Nİ : Nem içeriği

Barbunya tohumunun yüzey alanı ve nem içeriği arasındaki artış eğilimi, farklı araştırmacılar (Desphande et al. (1993) soya fasulyesi, Çarman (1996) mercimek, Öğüt (1998) acı bakla, Aydın et al. (2002) mahlep, Baryeh (2002) darı, Konak et al. (2002) nohut, Özarslan (2002) pamuk tohumu, Sacilik et al. (2003) kenevir, Akar ve Aydın (2004) bamya çeşitleri, Çalışır et al. (2005) aspir, Aydın (2006) yarfıstığı için) tarafından da benzer şekilde açıklanmaktadır.



Şekil 4.6. Barbunya için nem içeriği ile yüzey alanı değerleri değişimi

#### 4.1.5. Yığın ve Tane (Gerçek) Hacim Ağırlığı

Barbunya tohumlarının yığın hacim ağırlığı değerleri nem içeriğinin %9,00'dan %22,00'ye kadar değişimiyle 467,21- 446,45 kg/m<sup>3</sup> arasında; tane hacim ağırlıkları ise 1182,78 -1150,01 kg/m<sup>3</sup> arasında azalış göstermiştir (Şekil 4.7.). Nem içeriğinin yığın hacim ağırlığı değeri değişimine etkisi istatistiki olarak önemli (p<0,01), tane hacim ağırlığı değeri değişimine etkisi ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Nem içeriği ile yığın ve tane hacim ağırlıkları arasındaki ilişki aşağıdaki regresyon denklemleriyle açıklanmıştır.

$$\rho_y = 477,15 - 10,376 \cdot N\dot{I} \quad (R^2 = 99,48) \quad (4.4)$$

$$\rho_t = 1198,2 - 16,382 \cdot N\dot{I} \quad (R^2 = 98,97) \quad (4.5)$$

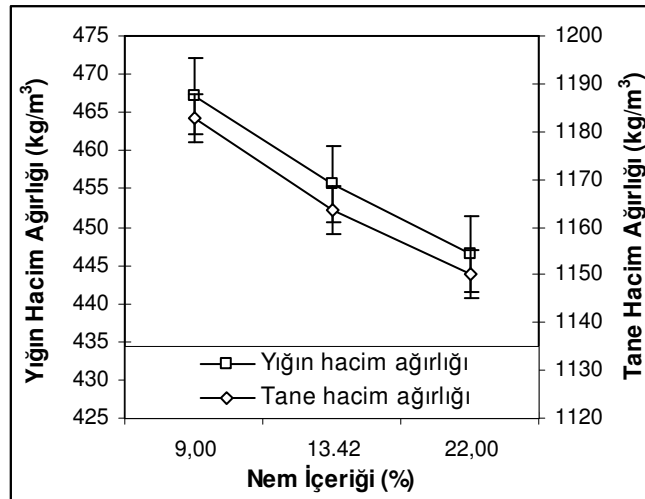
Burada;

$\rho_y$  : Yığın hacim ağırlığı

$\rho_t$  : Tane hacim ağırlığı

$N\dot{I}$  : Nem içeriği

Barbunya tohumunun yığın ve tane hacim ağırlıklarının nem içeriği ile azalan yönde değişimi, farklı araştırmacılar (Desphande et al. (1993) soya fasulyesi, Aviara et al. (1999) “guna” tohumları, Aydın et al. (2002) mahlep, Demir et al. (2002) çitlembik, Kaleemullah ve Gunasekar (2002) “arecanut” taneleri, Konak et al. (2002) nohut, Özarslan (2002) pamuk tohumu, Baryeh and Mangope (2003) “pigeon pea”, Sacilik et al. (2003) kenevir, Akar ve Aydın (2004) bamya çeşitleri, Aydın (2006) yerfıstığı için) tarafından da benzer şekilde açıklanmaktadır.



Şekil 4.7. Barbunya için nem içeriği ile yığın ve tane hacim ağırlıkları değişimi

#### 4.1.6. Tohum Hacmi

Barbunya tohumlarının nem içeriğindeki artışla hacimlerdeki değişim %9,00 nemden %22,00 neme kadar,  $0,616-0,657\text{cm}^3$  arasında artış göstermiştir(Şekil 4.8). Çizelge 4.4.'de görüldüğü gibi nem içeriğinin tohum hacim değişimine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Nem içeriği ile tohum hacmi arasındaki değişim aşağıdaki regresyon denklemiyle açıklanmıştır.

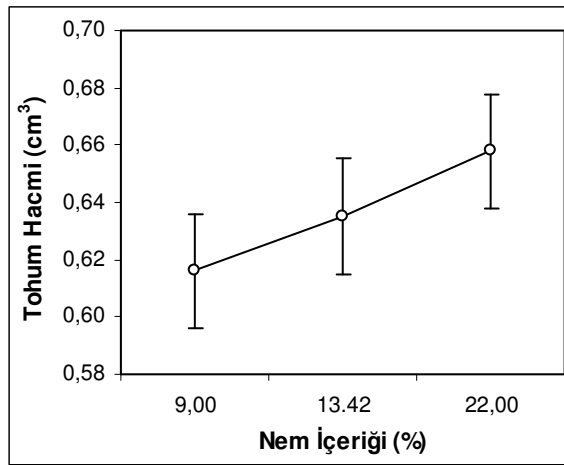
$$V = 0,5943 + 0,021 \cdot Nİ \quad (R^2 = 99,70) \quad (4.6)$$

Burada;

V : Tohum hacmi

Nİ : Nem içeriği

Tohum hacmi ile nem içeriği arasındaki benzer artış eğilimi, farklı araştırmacılar (Desphande et al. (1993) soya fasulyesi, Ögüt (1998) acı bakla, Aviara et al. (1999) “guna” tohumları, Baryeh (2002) darı, Özarıslan (2002) pamuk tohumu, Sahoo and Srivastava (2002) bamya, Saçılık ve ark. (2003) kenevir, Akar ve Aydın (2004) bamya çeşitleri, Aydın (2006) yerfıstığı için) tarafından da açıklanmaktadır.



Şekil 4.8. Barbunya için nem içeriği ile tohum hacmi arasındaki değişim

#### 4.1.7. Porozite

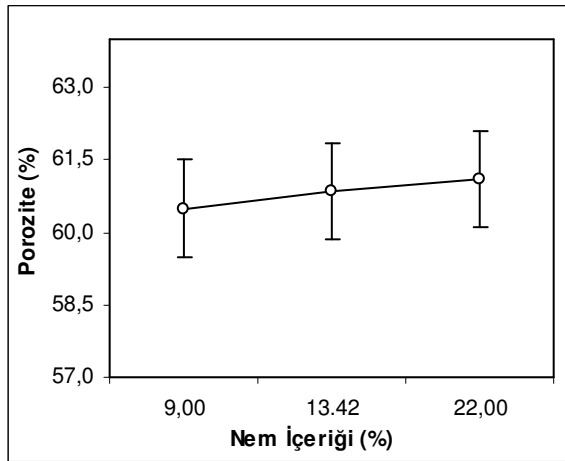
Barbunya tohumlarının, Eşitlik 3.4 yardımıyla yığın ve tane ağırlıkları değerleri kullanılarak elde edilen porozite değerleri, Şekil 4.9'da verilmiştir. Barbunya tohumlarının porozite değerleri, %9,00 nemden %22,00 neme doğru sırasıyla %60,50-%61,11 arasında artış göstermiştir. Nem içeriğinin porozite değeri değişimine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.4). Nem içeriği ile porozite değerleri arasındaki ilişki lineer görülmekte olup aşağıdaki regresyon denklemiyle açıklanmıştır.

$$\varepsilon = 60,2 + 0,3085 \cdot Nİ \quad (R^2 = 99,56) \quad (4.7)$$

Burada;

$\varepsilon$  : Porozite

$Nİ$  : Nem içeriği



Şekil 4.9. Barbunya için nem içeriği ile porozite değerleri değişimi

Porozite ile nem içeriği arasındaki benzer artış eğilimi, farklı araştırmacılar (Desphande et al. (1993) soya fasulyesi, Joshı et al. (1993) kabak çekirdeği, Balasubramanian (2001) raw cashew nut, Nimkar and Chattopadhyay (2001) yeşil börülce,

Demir et al. (2002) çitlembik, Kaleemullah ve Gunasekar (2002) “arecanut”, Konak et al. (2002) nohut, Akar ve Aydın (2004) bamya çeşitleri, Amin et al. (2004) mercimek, Çalışır et al. (2005), aspir, Aydın (2006) yerfıstığı için) tarafından da açıklanmaktadır.

#### 4.1.8. Doğal Yığılma Açısı Değerleri

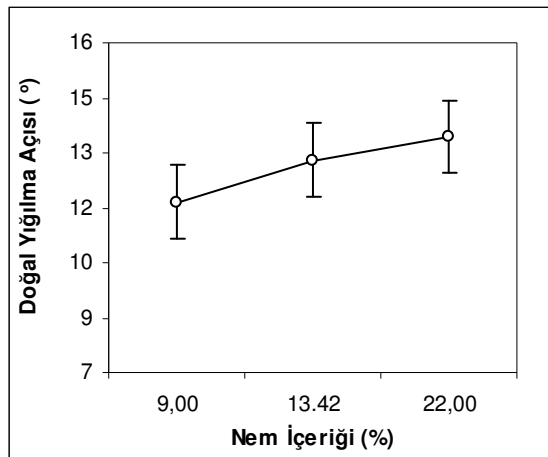
Barbunya tohumlarının doğal yığılma açısı değerleri, %9,00 nemden %22,00 neme doğru sırasıyla 11,66-13,43 ° arasında değişmiştir (Şekil 4.10). Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi nem içeriğinin doğal yığılma açısı değeri değişimine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ). Nem içeriği ile doğal yığılma açısı değerleri arasındaki ilişki lineer görülmekte olup aşağıdaki regresyon denklemiyle açıklanmıştır.

$$\theta = 10,857 + 0,885 \cdot Nİ \quad (R^2 = 97,41) \quad (4.8)$$

Burada;

$\theta$  : Doğal yığılma açısı

Nİ : Nem içeriği



Şekil 4.10. Barbunya için nem içeriği ile doğal yığılma açısı değerleri değişimi

Doğal yığılma açısı ile nem içeriği arasındaki benzer artış eğilimi, farklı araştırmacılar (Joshı et al. (1993) kabak çekirdeği, Gupta and Das (1997) ayçiçeği, Aviara et al. (1999) “guna” tohumları, Aydın et al. (2002) mahlep, Baryeh (2002) darı, Demir et al. (2002) çitlembik, Baryeh and Mangope (2003) “pigeon pea” için) tarafından da açıklanmıştır.

#### 4.1.9. Sürtünme Katsayılarının Değişimi

Barbunya tohumlarının statik ve dinamik sürtünme katsayısı değerleri Şekil 4.1.9.1 ve 4.1.9.2’de verilmiştir. Buna göre galvaniz sac, sunta, sac, kontrplak ve lastik sürtünme yüzeylerinde, statik sürtünme katsayısı değerleri %9,00 nemden %22,00 neme doğru sırasıyla; 0,281-0,395, 0,360-0,407, 0,372-0,461, 0,379-0,497 ve 0,501-0,603 arasında değişmiştir. Dinamik sürtünme katsayısı değerleri ise galvaniz sac, sunta, sac, kontrplak ve lastik yüzeyler için sırasıyla; 0,221 - 0,310, 0,237 - 0,327, 0,267 - 0,346, 0,295 - 0,370 ve 0,403 - 0,431 olarak bulunmuştur.

Statik ve dinamik sürtünme katsayılarının tüm sürtünme yüzeylerindeki lineer eşitlikleri aşağıdaki gibi formüle edilebilir.

$$\mu = A + B \cdot Nİ \quad (4.9)$$

Burada ;

$\mu$  : Sürtünme katsayısı

A ve B : Regresyon katsayıları

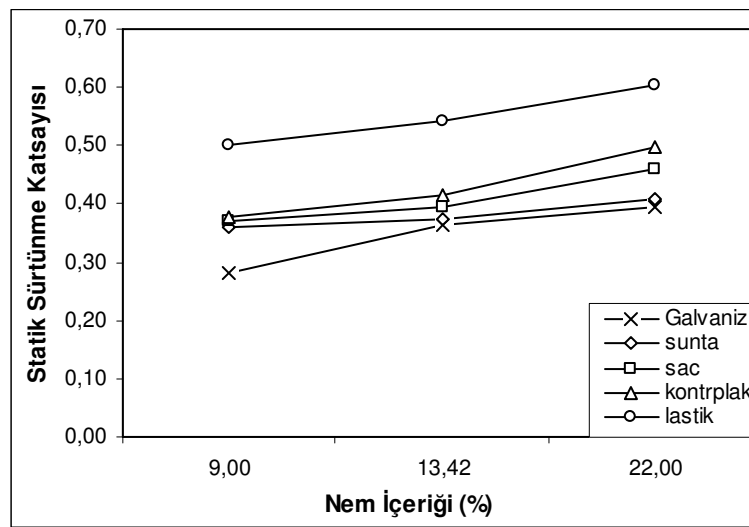
Barbunya tohumu için statik ve dinamik regresyon katsayıları değişimi Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Statik ve dinamik sürtünme katsayısı değerlerinde en yüksek değer lastik yüzeyde elde edilirken en düşük değer ise galvaniz sac yüzeyde bulunmuştur. Statik ve dinamik sürtünme katsayılarının değişik nem düzeylerindeki ve sürtünme yüzeylerindeki değişimi, sırasıyla Şekil 4.11 ve Şekil 4.12 de verilmiştir. Lastik yüzeyde tohumlar daha

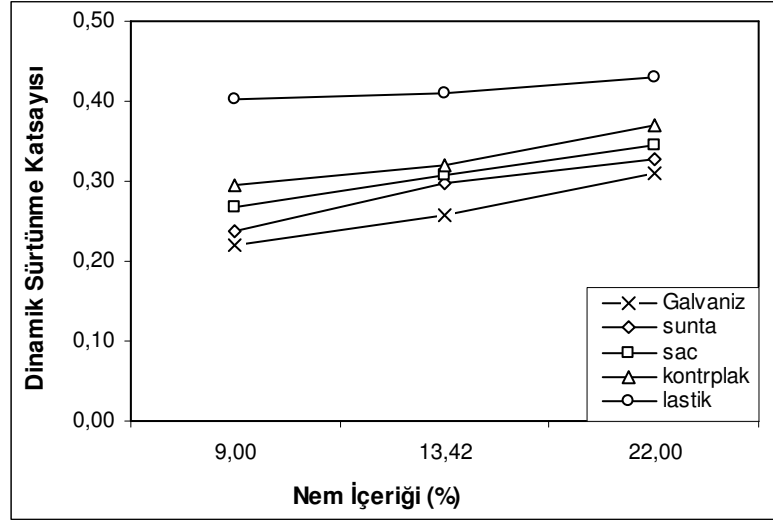
fazla tutunurken, galvaniz sac yüzeyde ise daha parlak ve kaygan düz bir yüzey olmasından dolayı daha kolay kayma eğilimi gösterdiği söylenebilir. Benzer sonuçlar, “guna” tohumları için Aviara et al. (1999), nohut için Konak et al. (2002), kenevir için Saçılık ve ark. (2003) ile, bamya çeşitleri için Akar ve Aydın (2004) gibi araştırmacılar tarafından da açıklanmaktadır.

Çizelge 4.2. Barbunya tohumunun değişik sürtünme yüzeyleri için (Eşitlik 4.9’ a göre belirlenen) regresyon katsayıları değişimi

Sürtünme yüzeyi	Regresyon katsayıları		Belirtme katsayısı (R <sup>2</sup> )
	A	B	
<b>Statik sürtünme katsayısı</b>			
Galvaniz sac	0,232	0,057	0,942
Sunta	0,333	0,024	0,938
Sac	0,320	0,044	0,926
Kontrplak	0,312	0,059	0,954
Lastik	0,447	0,051	0,988
<b>Dinamik sürtünme katsayısı</b>			
Galvaniz sac	0,175	0,044	0,993
Sunta	0,197	0,045	0,959
Sac	0,226	0,040	0,999
Kontrplak	0,254	0,037	0,961
Lastik	0,387	0,014	0,948



Şekil 4.11. Barbunya tohumlarının statik sürtünme katsayısı üzerine nem içeriğinin etkisi



Şekil 4.12. Barbunya tohumlarının dinamik sürtünme katsayısı üzerine nem içeriğinin etkisi

Nem içeriğinin barbunya tohumlarının statik ve dinamik sürtünme katsayı değerleri değişimine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Barbunya tohumlarında farklı nem içerikleri ve sürtünme yüzeylerindeki sürtünme katsayıları değerleri için istatistik analiz sonuçları

Sürtünme yüzeyi	Nem İçeriği			
Statik sürtünme katsayısı	9,00	13,42	22,00	ort.
Galvaniz sac	0,281	0,362	0,395	<b>0,346 d**</b>
Sunta	0,360	0,373	0,407	<b>0,380 c</b>
Sac	0,372	0,395	0,461	<b>0,409 b</b>
Kontrplak	0,379	0,415	0,497	<b>0,430 b</b>
Lastik	0,501	0,542	0,603	<b>0,548 a</b>
<b>ort</b>	<b>0,379 c**</b>	<b>0,418 b</b>	<b>0,472 a</b>	
Dinamik sürtünme katsayısı	9,00	13,42	22,00	ort.
Galvaniz sac	0,221	0,259	0,310	<b>0,263 d**</b>
Sunta	0,237	0,298	0,327	<b>0,287 c</b>
Sac	0,267	0,307	0,346	<b>0,307 bc</b>
Kontrplak	0,295	0,319	0,370	<b>0,328 b</b>
Lastik	0,403	0,411	0,431	<b>0,415 a</b>
<b>ort</b>	<b>0,285 c**</b>	<b>0,319 b</b>	<b>0,357 a</b>	

\*\* : Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir ( $p < 0,01$ )

Çizelge 4.4. Barbunya tohumlarında farklı nem içerikleri ve fiziksel özellik değerleri için istatistik analiz sonuçları

Nem İçeriği (%)			
Fiziksel Özellikler	9,00	13,42	22,00
Uzunluk (mm)	16,661 <sup>ns</sup>	16,663 <sup>ns</sup>	16,766 <sup>ns</sup>
Genişlik (mm)	8,861 <sup>ns</sup>	8,940 <sup>ns</sup>	8,992 <sup>ns</sup>
Kalınlık (mm)	7,170 <sup>ns</sup>	7,197 <sup>ns</sup>	7,242 <sup>ns</sup>
Geometrik ort. Çap (mm)	10,168 <sup>ns</sup>	10,211 <sup>ns</sup>	10,277 <sup>ns</sup>
Tek Tane Ağırlığı (g)	0,715 <sup>ns</sup>	0,739 <sup>ns</sup>	0,772 <sup>ns</sup>
1000 Tane Ağırlığı (g)	694,53 c*	709,80 b	746,60 a
Küresellik (%)	61,03 <sup>ns</sup>	61,28 <sup>ns</sup>	61,31 <sup>ns</sup>
Yüzey Alanı (cm <sup>2</sup> )	1,244 b**	1,356 b	1,522 a
Yığın Hacim Ağırlığı (kg/m <sup>3</sup> )	467,21 a**	455,54 b	446,45 c
Tane Hacim Ağırlığı (kg/m <sup>3</sup> )	1182,78 <sup>ns</sup>	1163,51 <sup>ns</sup>	1150,02 <sup>ns</sup>
Tohum Hacmi (cm <sup>3</sup> )	0,616 b*	0,635 ab	0,658 a
Porozite (%)	60,497 <sup>ns</sup>	60,841 <sup>ns</sup>	61,114 <sup>ns</sup>
Doğal Yığılma Açısı (°)	11,659 b**	12,794 a	13,429 a

\*\* : Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir (p<0,01)

\* : Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir (p<0,05)

ns: Önemli değil

## 4.2. Bezelye Tohumu ile İlgili Fiziksel Özellikler

Bezelye tohumunun bazı fiziksel özellikleri nem içeriğinin bir fonksiyonu olarak aşağıda açıklanmıştır.

### 4.2.1. Boyutsal Dağılım ve Tek Tane Ağırlıkları

Bezelyenin çalışması yapılan üç nem içeriği (%9,00- %13,79 ve %17,05) için boyutsal dağılım ve tek tane ağırlıklarının değişimi Çizelge 4.5'de verilmektedir. Nem içeriği %9,00 olan bezelyenin boyut dağılımı incelendiğinde %63'ü 6,87-7,88 mm uzunluğunda, %85'i 5,19-6,37 mm genişliğinde, %78'si 4,17-5,03 mm kalınlığında ve %75'i 0,13-0,20 g ağırlığındadır. Nem içeriği %13,79'a arttığında; %87,88'i 6,71-7,67 mm uzunluğunda, % 69,07'si 5,79-6,65 mm genişliğinde, %72,17'si 4,39-4,87 mm kalınlığında ve %81,44'ü 0,15-0,24 g ağırlığındadır. Nem içeriği %17,05 olduğunda ise uzunluğun %61,23'ü 6,94-7,53 mm, genişliğin %53,06'sı 6,17-7,03 mm, kalınlığın %46,95'i 4,51-

5,00 mm ve tek tane ağırlığının %79,59'u 0,12-0,28 g arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Araştırma sonuçları incelendiğinde, nem içeriğindeki artışa bağlı olarak tek tane ağırlıkları değerlerinde ve boyutsal değerlerde de artış görülmüştür.(Şekil 4.13, 4.14 ve 4.15)

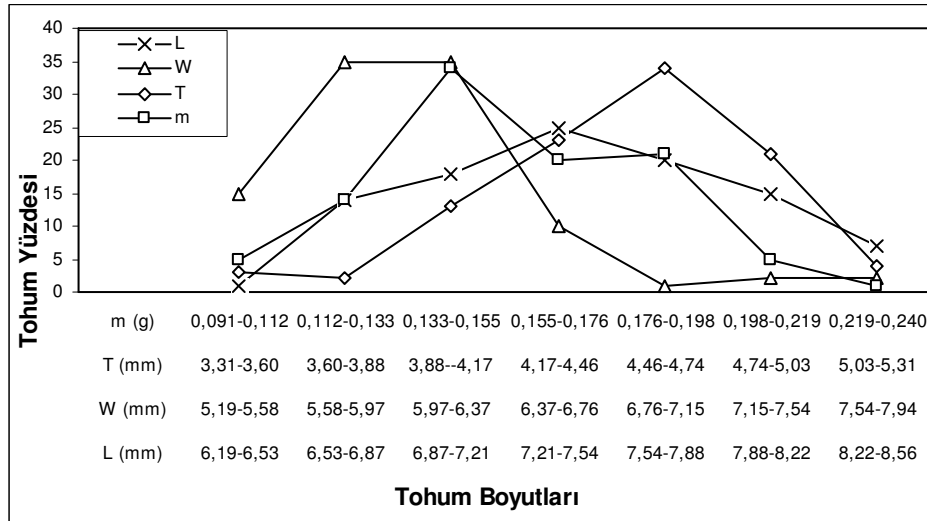
Çizelge 4.5. Bezelyenin boyut ve ağırlık ölçülerine ilişkin frekans dağılımı

<b>Uzunluk</b>					
% 9 nem		% 13.79 nem		% 17.05 nem	
sınıflar	frekans	sınıflar	frekans	sınıflar	frekans
6,19-6,53	1	6,06-6,38	1,01	6,94-7,13	16,33
6,53-6,87	14	6,38-6,71	3,03	7,13-7,33	22,45
6,87-7,21	18	6,71-7,03	23,23	7,33-7,53	22,45
7,21-7,54	25	7,03-7,35	40,4	7,53-7,72	8,16
7,54-7,88	20	7,35-7,67	24,25	7,72-7,92	4,08
7,88-8,22	15	7,67-7,99	6,06	7,92-8,12	20,41
8,22-8,56	7	7,99-8,31	2,02	8,12-8,31	6,12
<b>Genişlik</b>					
% 9 nem		% 13.79 nem		% 17.05 nem	
sınıflar	frekans	sınıflar	frekans	sınıflar	frekans
5,19-5,58	15	4,94-5,22	5,15	5,31-5,60	18,37
5,58-5,97	35	5,22-5,51	2,07	5,60-5,88	18,37
5,97-6,37	35	5,51-5,79	14,43	5,88-6,17	6,12
6,37-6,76	10	5,79-6,08	27,84	6,17-6,46	28,57
6,76-7,15	1	6,08-6,37	25,77	6,46-6,74	16,33
7,15-7,54	2	6,37-6,65	15,46	6,74-7,03	8,16
7,54-7,94	2	6,65-6,94	9,28	7,03-7,31	4,08
<b>Kalınlık</b>					
% 9 nem		% 13.79 nem		% 17.05 nem	
sınıflar	frekans	sınıflar	frekans	sınıflar	frekans
3,31-3,60	3	3,91-4,07	3,1	4,03-4,19	14,29
3,60-3,88	2	4,07-4,23	5,15	4,19-4,35	24,49
3,88-4,17	13	4,2-4,39	15,46	4,35-4,51	2,04
4,17-4,46	23	4,39-4,55	25,77	4,51-4,67	16,33
4,46-4,74	34	4,55-4,71	28,87	4,67-4,83	14,29
4,74-5,03	21	4,71-4,87	17,53	4,83-5,00	16,33
5,03-5,31	4	4,87-5,03	4,12	5,00-5,16	12,23
<b>Ağırlık</b>					
% 9 nem		% 13.79 nem		% 17.05 nem	
sınıflar	frekans	sınıflar	frekans	sınıflar	frekans
0,09-0,11	5	0,07-0,010	2,06	0,11-0,12	14,29
0,11-0,13	14	0,10-0,13	5,15	0,12-0,20	36,73
0,13-0,16	34	0,13-0,15	10,31	0,20-0,24	22,45
0,16-0,18	20	0,15-0,18	36,08	0,24-0,28	20,41
0,18-0,20	21	0,18-0,21	30,93	0,28-0,33	4,08
0,20-0,22	5	0,21-0,24	14,43	0,33-0,37	0
0,22-0,24	1	0,24-0,27	1,04	0,37-0,41	2,04

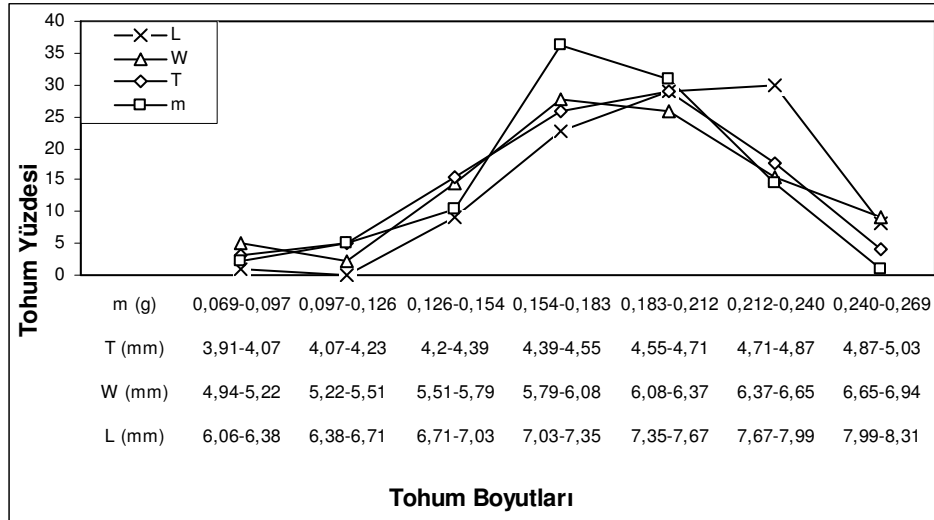
Bezelye tohumlarının nem içeriğinin %9,00'dan %17,05'e artması ile ortalama uzunluk, genişlik, kalınlık ve tek tane ağırlıkları sırasıyla 7,459-7,521 mm, 6,024-6,168 mm , 4,490-4,577 mm, 0,158-0,204 g arasında değişkenlik göstermiştir.

Bezelye için geometrik ortalama çap değerleri, Eşitlik 3.2 kullanılarak elde edilmiştir. Nem içeriğinin %9,00 dan, %17,05'e artması ile elde edilen geometrik ortalama çap değerleri 5,85-5,95 mm arasında değişmektedir.

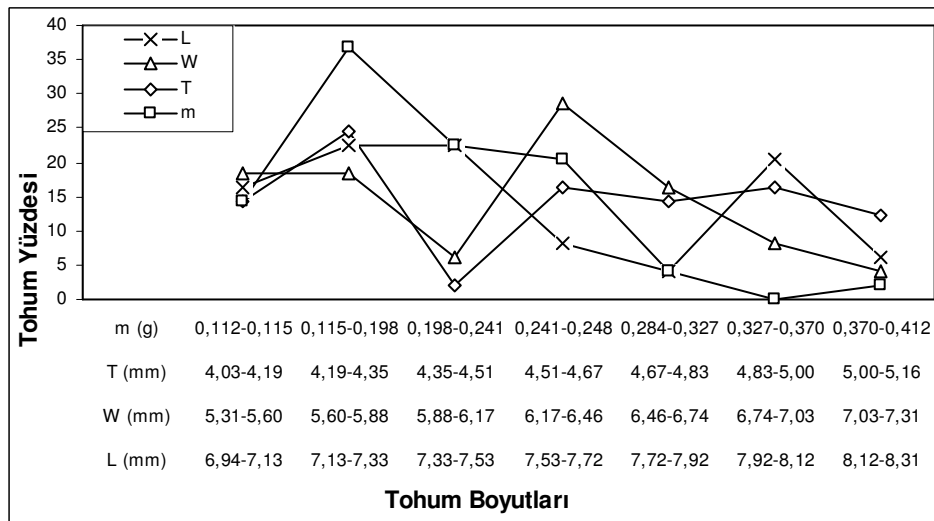
Nem içeriğinin bezelye tohumlarının uzunluk, genişlik, kalınlık ve geometrik ortalama çap değerleri değişimine etkisi istatistiki olarak önemsiz; tek tane ağırlığı değeri değişimine etkisi ise istatistiki olarak önemli ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.8).



Şekil 4.13. Bezelye tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (%9,00 nem)



Şekil 4.14.Bezelye tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (%13,79 nem)



Şekil 4.15.Bezelye tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (%17,05 nem)

#### 4.2.2. 1000 Tane Ağırlığı

Bezelye için ortalama 1000 tane ağırlık değişimi, Şekil 4.16'da verilmiştir. Bezelye tohumlarının 1000 tane ağırlıklarının ortalama olarak nem içeriğinin %9,00'dan

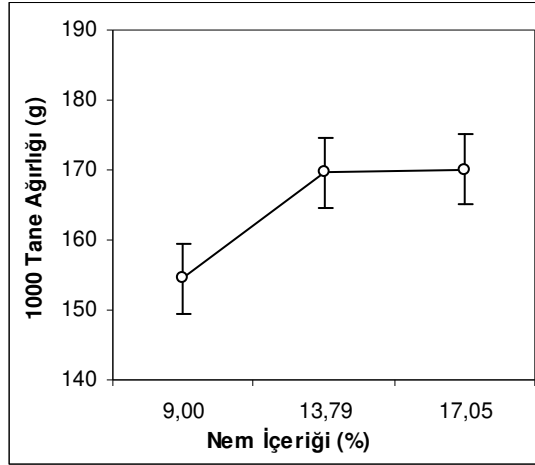
%17,05'e artışıyla 154,43-170,13 g arasında değiştiği bulunmuştur. Çizelge 4.8'de görüldüğü gibi nem içeriğinin 1000 tane ağırlığına etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Nem içeriği ile 1000 tane ağırlığı değerleri arasındaki ilişki lineer bir karakter gösterip aşağıdaki regresyon denklemiyle açıklanmıştır.

$$m_{1000} = 149,04 + 7,85 \cdot Nİ \quad (R^2 = 77,23) \quad (4.10)$$

Burada;

$m_{1000}$  : 1000 tane ağırlığı

Nİ : Nem içeriği



Şekil 4.16. Bezelye için nem içeriği ile ortalama 1000 tane ağırlık değişimi

#### 4.2.3. Küresellik Değerleri

Bezelye için ortalama küresellik değeri (Eşitlik 3.3 yardımıyla elde edilen sonuçlar) Şekil 4.17'de verilmiştir. Bezelye tohumlarının küresellik değerleri %9,00 nemden %17,05 neme doğru sırasıyla %78,51- %79,12 arasında artış göstermiştir. Nem içeriğinin küresellik değeri değişimine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur

(Çizelge 4.8.). Nem içeriği ile küresellik değerleri arasındaki ilişki lineer görülmekte olup aşağıdaki regresyon denklemiyle açıklanmıştır.

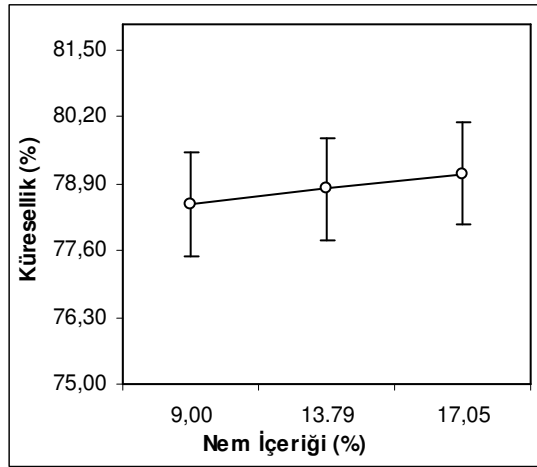
$$\phi = 78,2 + 0,3. Nİ \quad (R^2= 100) \quad (4.11)$$

Burada;

$\phi$  : Küresellik

Nİ : Nem içeriği

Küresellik ile nem içeriği arasındaki benzer artış eğilimi, farklı araştırmacılar ( Desphande et al. (1993) soya fasulyesi, Aydın et al., (2002) mahlep için) tarafından da açıklanmaktadır.



Şekil 4.17. Bezelye için nem içeriği ile ortalama küresellik değerleri

#### 4.2.4. Yüzey Alanı

Bezelye tohumlarının yüzey alanı değerleri, %9,00 nemden %17,05 neme kadar değişimde, 0,367-0,511 cm<sup>2</sup> arasında değişmiştir. (Şekil 4.18.). Çizelge 4.8’de görüldüğü

gibi nem içeriğinin yüzey alanı değeri değişimine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ). Nem içeriği ile yüzey alanı arasındaki ilişki aşağıdaki regresyon denklemiyle açıklanmıştır.

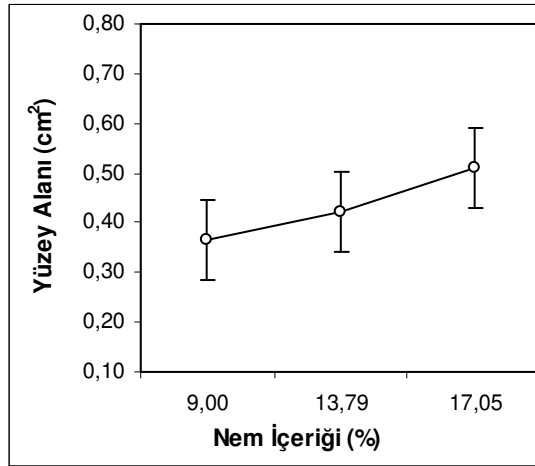
$$S = 0,2893 + 0,072 \cdot Nİ \quad (R^2 = 98,18) \quad (4.12)$$

Burada;

S : Yüzey alanı

Nİ : Nem içeriği

Bezelye tohumunun yüzey alanı ve nem içeriği arasındaki artış eğilimi, farklı araştırmacılar (Desphande et al. (1993) soya fasulyesi, Çarman (1996) mercimek, Öğüt (1998) acı bakla, Aydın et al. (2002) mahlep, Baryeh (2002) darı, Konak et al. (2002) nohut, Özarslan (2002) pamuk tohumu, Sacilik et al. (2003) kenevir, Akar ve Aydın (2004) bamya çeşitleri, Çalışır et al. (2005) aspir, Aydın (2006) yerfıstığı için) tarafından da benzer şekilde açıklanmaktadır.



Şekil 4.18. Bezelye için nem içeriği ile yüzey alanı değerleri değişimi

#### 4.2.5. Yığın ve Tane (Gerçek) Hacim Ağırlığı

Bezelye tohumlarının yığın hacim ağırlığı değerleri nem içeriğinin %9,00'dan %17,05'e kadar değişimiyle 503,72- 482,01 kg/m<sup>3</sup> arasında; tane hacim ağırlıkları ise 1263,14 -1235,51 kg/m<sup>3</sup> arasında azalış göstermiştir (Şekil 4.19.). Nem içeriğinin yığın hacim ağırlığı değeri değişimine etkisi istatistiki olarak önemli (p<0,01), tane hacim ağırlığı değeri değişimine etkisi ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.8). Nem içeriği ile yığın ve tane hacim ağırlıkları arasındaki ilişki aşağıdaki regresyon denklemleriyle açıklanmıştır.

$$\rho_y = 517,27 - 10,858. N\dot{I} \quad (R^2= 84,39) \quad (4.13)$$

$$\rho_t = 1276,6 - 13,813. N\dot{I} \quad (R^2= 99,79) \quad (4.14)$$

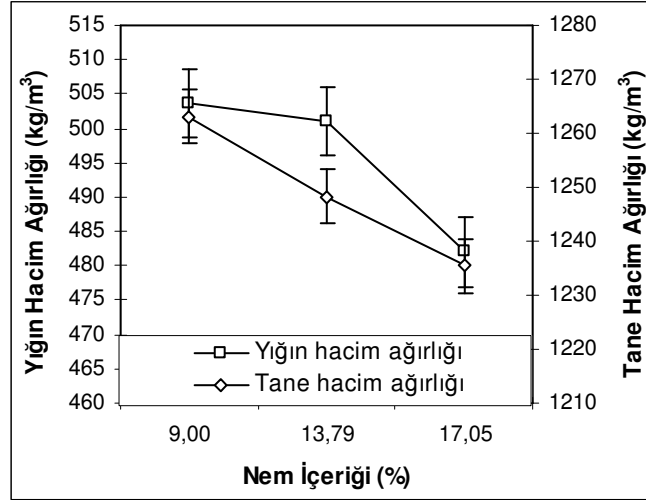
Burada;

$\rho_y$  : Yığın hacim ağırlığı

$\rho_t$  : Tane hacim ağırlığı

$N\dot{I}$  : Nem içeriği

Bezelye tohumunun yığın ve tane hacim ağırlıklarının nem içeriği ile azalan yönde değişimi, farklı araştırmacılar (Desphande et al. (1993) soya fasulyesi, Aviara et al. (1999) “guna” tohumları, Balasubramanian (2001) “raw cashew nut”, Aydın et al. (2002) mahlep, Demir et al. (2002) çitlembik, Konak et al. (2002) nohut, Kaleemullah ve Gunasekar (2002) “arecanut”, Özarlan (2002) pamuk tohumu, Sahoo and Srivastava (2002) bamya, Sacilik et al. (2003) kenevir, Akar ve Aydın (2004) bamya çeşitleri, Aydın (2006) yarfıstığı için) tarafından da benzer şekilde açıklanmaktadır.



Şekil 4.19. Bezelye için nem içeriği ile yığın ve tane hacim ağırlıkları değişimi

#### 4.2.6. Tohum Hacmi

Bezelye tohumlarının hacimlerindeki değişim %9,00 nemden %17,05 neme kadar, 0,125-0,163 cm<sup>3</sup> arasında artış göstermiştir (Şekil 4.20). Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi nem içeriğinin tohum hacim değişimine etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur (p<0,01). Nem içeriği ile tohum hacmi arasındaki değişim aşağıdaki regresyon denklemiyle açıklanmıştır.

$$V = 0,1053 + 0,019 \cdot Nİ \quad (R^2 = 99,63) \quad (4.15)$$

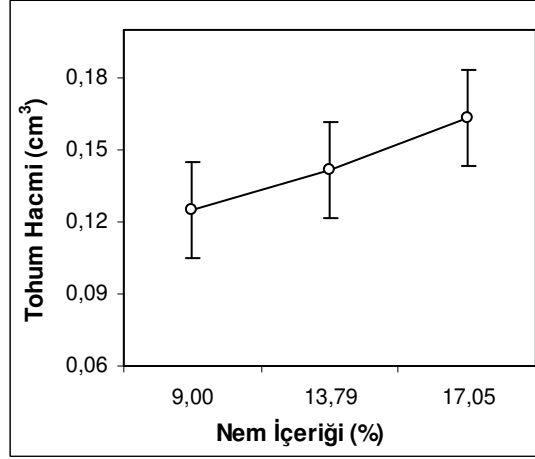
Burada;

V : Tohum hacmi

Nİ : Nem içeriği

Tohum hacmi ile nem içeriği arasındaki benzer artış eğilimi, farklı araştırmacılar (Desphande et al. (1993) soya fasulyesi, Ögüt (1998) acı bakla, Aviara et al. (1999) “guna” tohumları, Baryeh (2002) darı, Özarslan (2002) pamuk tohumu, Sahoo and Srivastava

(2002) bamyası, Saçılık ve ark. (2003) kenevir, Akar ve Aydın (2004) bamyası çeşitleri, Aydın (2006) yerfıstığı için) tarafından da açıklanmaktadır.



Şekil 4.20. Bezelye için nem içeriği ile tohum hacmi arasındaki değişim

#### 4.2.7. Porozite

Bezelye tohumlarının Eşitlik 3.4 yardımıyla yığın ve tane ağırlıkları değerleri kullanılarak elde edilen porozite değerleri, Şekil 4.21’de verilmiştir. Bezelye tohumlarının porozite değerleri, %9,00 nemden %17,05 neme doğru sırasıyla %60,10 - %60,98 arasında değişiklik göstermiştir. Nem içeriğinin porozite değeri değişimine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.8). Nem içeriği ile porozite değerleri arasındaki ilişki lineer görülmekte olup aşağıdaki regresyon denklemiyle açıklanmıştır.

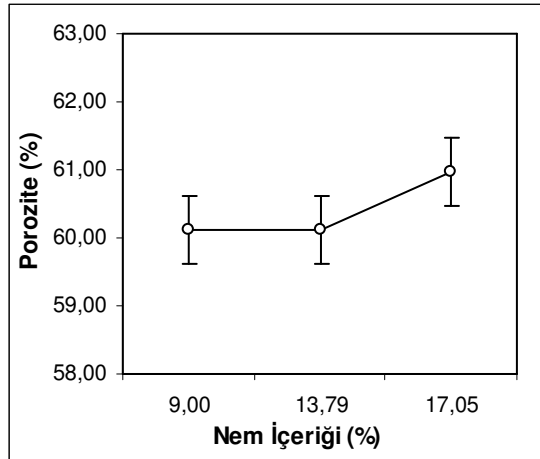
$$\varepsilon = 59,528 + 0,439. Nİ \quad (R^2 = 77,39) \quad (4.16)$$

Burada;

$\varepsilon$  : Porozite

$Nİ$  : Nem içeriği

Porozite ile nem içeriği arasındaki benzer artış eğilimi, farklı araştırmacılar (Özarıslan (2002) pamuk tohumu, Sahoo and Srivastava (2002) bamya için) tarafından da benzer şekilde açıklanmaktadır.



şekil 4.21. Bezelye için nem içeriği ile porozite değerleri değişimi

#### 4.2.8. Doğal Yığılma Açışı Değerleri

Bezelye tohumlarının doğal yığılma açışı değerleri, şekil 4.22'de verilmiştir. Bezelye tohumlarının doğal yığılma açışı değerleri, %9,00 nemden %17,05 neme doğru sırasıyla 14,08-16,41 ° arasında artış göstermiştir. Nem içeriğinin doğal yığılma açışı değerleri değişimine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ). Nem içeriği ile doğal yığılma açışı değerleri arasındaki ilişki lineer görölmekte olup aşağıdaki regresyon denklemiyle açıklanmıştır.

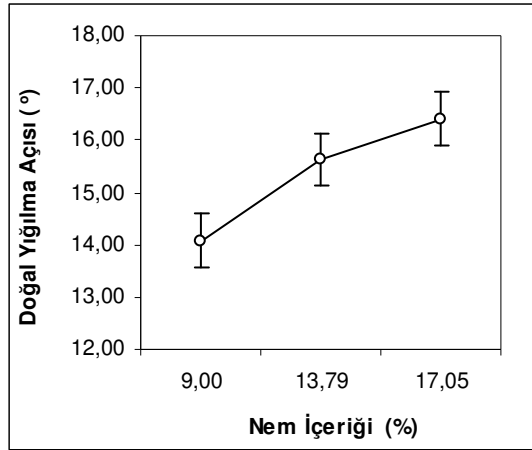
$$\theta = 13,04 + 1,1665 \cdot Nİ \quad (R^2 = 96,64) \quad (4.17)$$

Burada;

$\theta$  : Doğal yığılma açışı

Nİ : Nem içeriği

Doğal yığılma açısı ile nem içeriği arasındaki benzer artış eğilimi, farklı araştırmacılar (Gupta and Das (1997) ayçiçeği, Aydın et al. (2002) mahlep için ) tarafından da açıklanmaktadır.



Şekil 4.22. Bezelye için nem içeriği ile doğal yığılma açısı değerleri değişimi

#### 4.2.9. Sürtünme Katsayılarının Değişimi

Statik ve dinamik sürtünme katsayısı değerleri bezelye tohum örnekleri için farklı sürtünme yüzeylerine göre Şekil 4.23 ve Şekil 4.24’de verilmiştir. Galvaniz sac, sunta, sac, kontrplak ve lastik sürtünme yüzeylerinde statik sürtünme katsayısı değerleri %9,00 nemden %17,05 neme doğru sırasıyla 0,250 - 0,322, 0,342 - 0,395, 0,366 - 0,391, 0,383 - 0,472, 0,553 - 0,598 elde edilmiştir. Dinamik sürtünme katsayısı değerleri ise galvaniz sac, sunta, sac, kontrplak ve lastik sürtünme yüzeyleri için sırasıyla 0,222-0,265, 0,280-0,316, 0,291-0,374, 0,359-0,387, 0,467-0,502 olarak bulunmuştur.

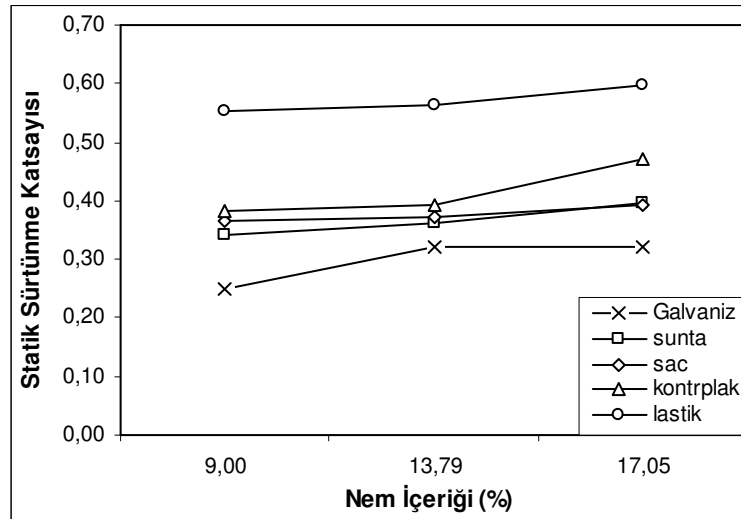
Bezelye tohumu için statik ve dinamik regresyon katsayıları değişimi Çizelge 4.6’da verilmiştir.

En yüksek statik ve dinamik sürtünme katsayısı değerleri lastik yüzeyde, en düşük ise galvaniz sac malzemedeki bulunmuştur. Lastik yüzeyde bezelye tohumlarının

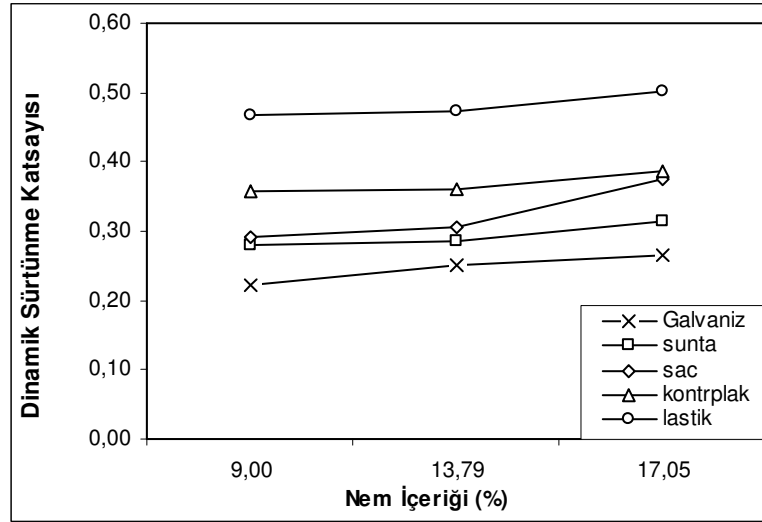
tutunması daha yüksek olurken, galvaniz sac malzemede ise tohumlar daha fazla kayma göstermiştir

Çizelge 4.6. Bezelye tohumunun değişik sürtünme yüzeyleri için (Eşitlik 4.9'a göre belirlenen) regresyon katsayıları değişimi

Sürtünme yüzeyi	Regresyon katsayıları		Belirtme katsayısı ( $R^2$ )
	A	B	
<b>Statik sürtünme katsayısı</b>			
Galvaniz sac	0,226	0,036	0,760
Sunta	0,313	0,027	0,980
Sac	0,351	0,013	0,884
Kontrplak	0,326	0,045	0,817
Lastik	0,527	0,022	0,926
<b>Dinamik sürtünme katsayısı</b>			
Galvaniz sac	0,203	0,022	0,974
Sunta	0,258	0,018	0,878
Sac	0,242	0,041	0,889
Kontrplak	0,341	0,014	0,817
Lastik	0,447	0,017	0,889



Şekil 4.23. Bezelye tohumlarının statik sürtünme katsayısı üzerine nem içeriğinin etkisi



Şekil 4.24. Bezelye tohumlarının dinamik sürtünme katsayısı üzerine nem içeriğinin etkisi

Nem içeriğinin bezelye tohumlarının statik ve dinamik sürtünme katsayı değerleri değişimine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Bezelye tohumlarında farklı nem içerikleri ve sürtünme yüzeylerindeki sürtünme katsayıları değerleri için istatistik analiz sonuçları

Sürtünme yüzeyi	Nem İçeriği			ort.
	9,00	13,79	17,05	
<b>Statik sürtünme</b>				
katsayısı	9,00	13,79	17,05	<b>ort.</b>
Galvaniz sac	0,250	0,321	0,322	<b>0,298 d**</b>
Sunta	0,342	0,362	0,395	<b>0,366 c</b>
Sac	0,366	0,371	0,391	<b>0,376 c</b>
Kontrplak	0,383	0,391	0,472	<b>0,415 b</b>
Lastik	0,553	0,565	0,598	<b>0,572 a</b>
<b>ort</b>	<b>0,379 b**</b>	<b>0,402 b</b>	<b>0,436 a</b>	
<b>Dinamik sürtünme</b>				
katsayısı	9,00	13,79	17,05	<b>ort.</b>
Galvaniz sac	0,222	0,250	0,265	<b>0,246 e**</b>
Sunta	0,280	0,286	0,316	<b>0,294 d</b>
Sac	0,291	0,307	0,374	<b>0,324 c</b>
Kontrplak	0,359	0,361	0,387	<b>0,369 b</b>
Lastik	0,467	0,474	0,502	<b>0,481 a</b>
<b>ort</b>	<b>0,324 b**</b>	<b>0,336 b</b>	<b>0,369 a</b>	

\*\* : Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir ( $p < 0,01$ )

Çizelge 4.8. Bezelye tohumlarında farklı nem içerikleri ve fiziksel özellik değerleri için istatistik analiz sonuçları

Fiziksel Özellikler	Nem İçeriği (%)		
	9,00	13,79	17,05
Uzunluk (mm)	7,459 <sup>ns</sup>	7,504 <sup>ns</sup>	7,521 <sup>ns</sup>
Genişlik (mm)	6,024 <sup>ns</sup>	6,094 <sup>ns</sup>	6,168 <sup>ns</sup>
Kalınlık (mm)	4,490 <sup>ns</sup>	4,535 <sup>ns</sup>	4,577 <sup>ns</sup>
Geometrik ort. Çap (mm)	5,847 <sup>ns</sup>	5,903 <sup>ns</sup>	5,948 <sup>ns</sup>
Tek Tane Ağırlığı (g)	0,158 c**	0,180 b	0,204 a
1000 Tane Ağırlığı (g)	154,43 b*	169,67 a	170,13 a
Küresellik (%)	78,51 <sup>ns</sup>	78,76 <sup>ns</sup>	79,12 <sup>ns</sup>
Yüzey Alanı (cm <sup>2</sup> )	0,367 b**	0,422 b	0,511 a
Yığın Hacim Ağırlığı (kg/m <sup>3</sup> )	503,72 a**	500,95 b	482,01 c
Tane Hacim Ağırlığı (kg/m <sup>3</sup> )	1263,14 <sup>ns</sup>	1248,22 <sup>ns</sup>	1235,51 <sup>ns</sup>
Tohum Hacmi (cm <sup>3</sup> )	0,125 c**	0,142 b	0,163 a
Porozite (%)	60,104 <sup>ns</sup>	60,132 <sup>ns</sup>	60,982 <sup>ns</sup>
Doğal Yığılma Açısı (°)	14,081 b**	15,624 a	16,414 a

\*\* : Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir (p<0,01)

\* : Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir (p<0,05)

ns : Önemli değil

### 4.3. Börülce Tohumu ile İlgili Fiziksel Özellikler

Börülce tohumunun bazı fiziksel özellikleri nem içeriğinin bir fonksiyonu olarak aşağıda açıklanmıştır.

#### 4.3.1. Boyutsal Dağılım ve Tek Tane Ağırlıkları

%6,00-%11,00 ve %15,28 nem içeriklerinde incelenen börülcenin boyutsal dağılım ve tek tane ağırlıklarının değişimi Çizelge 4.9'da verilmiştir. Çizelgeye göre nem içeriği %6,00 olan börülcenin boyut dağılımı incelendiğinde; %87,88'i 7.39-10.61 mm uzunluğunda, %65,66'sı 6.22-7.79 mm genişliğinde, %75,75'i 5.63-6.87 mm kalınlığında ve %84'ü 0,16-0,30 g ağırlığındadır. Nem içeriği %11,00'e yükseldiğinde uzunluğun %83,54'ü 8,09-9,91 mm, genişliğin %70,89'u 6,38-7,35 mm, kalınlığın %68,36'sı 5,97-

6,88 mm, ağırlığın %82,28'i 0,16-0,29 g aralığındadır. %15,28 nemde ise uzunluğun %72'sinin 8,09-10,23 mm, genişliğin %79'unun 6,40-7,42 mm, kalınlığın %72'sinin 5,63-6,87 mm ve ağırlığın %79'unun 0,22-0,35 g arasında yoğunlaştığı görülmektedir.

Çizelge 4.9. Börülcenin boyut ve ağırlık ölçülerine ilişkin frekans dağılımı

<b>Uzunluk</b>					
%6,00 nem		%11,00 nem		%15,28 nem	
sınıflar	frekans	sınıflar	frekans	sınıflar	frekans
5,25-6,32	1,01	6,88-7,48	2,54	7,38-8,09	7
6,32-7,39	3,03	7,48-8,09	2,53	8,09-8,80	16
7,39-8,46	23,23	8,09-8,70	17,72	8,80-9,52	34
8,46-9,54	40,4	8,70-9,30	32,91	9,52-10,23	22
9,54-10,61	24,25	9,30-9,91	32,91	10,23-10,95	11
10,61-11,68	6,06	9,91-10,52	6,33	10,95-11,66	9
11,68-12,75	2,02	10,52-11,13	5,06	11,66-12,38	1
<b>Genişlik</b>					
%6,00 nem		%11,00 nem		%15,28 nem	
sınıflar	frekans	sınıflar	frekans	sınıflar	frekans
5,44-5,83	1,01	6,06-6,38	8,86	6,06-6,40	6
5,83-6,22	11,11	6,38-6,71	21,52	6,40-6,74	23
6,22-6,62	16,16	6,71-7,03	27,85	6,74-7,08	34
6,62-7,01	22,22	7,03-7,35	21,52	7,08-7,42	22
7,01-7,40	25,26	7,35-7,67	13,92	7,42-7,76	10
7,40-7,79	18,18	7,67-7,99	5,06	7,76-8,10	4
7,79-8,19	6,06	7,99-8,31	1,27	8,10-8,44	1
<b>Kalınlık</b>					
%6,00 nem		%11,00 nem		%15,28 nem	
sınıflar	frekans	sınıflar	frekans	sınıflar	frekans
4,81-5,22	2,02	5,06-5,37	2,52	4,81-5,22	4
5,22-5,63	10,1	5,37-5,67	3,8	5,22-5,63	7
5,63-6,04	25,25	5,67-5,97	15,19	5,63-6,04	16
6,04-6,46	22,22	5,97-6,28	17,72	6,04-6,46	28
6,46-6,87	28,28	6,28-6,58	31,65	6,46-6,87	28
6,87-7,28	7,07	6,58-6,88	18,99	6,87-7,28	9
7,28-7,69	5,06	6,88-7,19	10,13	7,28-7,69	8
<b>Ağırlık</b>					
%6,00 nem		%11,00 nem		%15,28 nem	
sınıflar	frekans	sınıflar	frekans	sınıflar	frekans
0,12-0,16	2	0,12-0,16	3,8	0,17-0,22	15
0,16-0,21	17	0,16-0,20	15,19	0,22-0,26	26
0,21-0,25	33	0,20-0,25	30,38	0,26-0,31	35
0,25-0,30	34	0,25-0,29	36,71	0,31-0,35	18
0,30-0,34	10	0,29-0,33	10,13	0,35-0,40	4
0,34-0,39	1	0,33-0,38	1,27	0,40-0,45	1
0,39-0,43	3	0,38-0,42	2,52	0,45-0,49	1

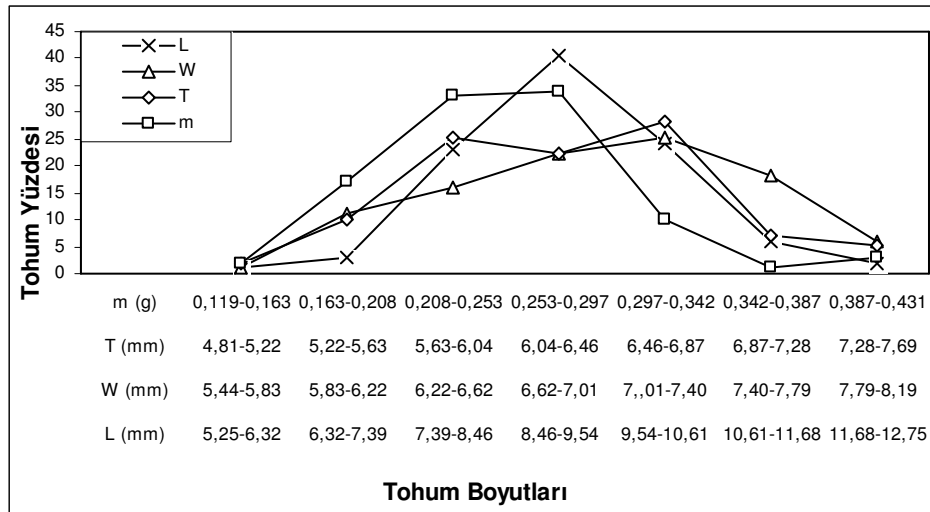
Sonuçlar incelendiğinde, nem içeriği artışına bağlı olarak uzunluk, genişlik, kalınlık ve tek tane ağırlıkları değerlerinde artış görülmüştür.

Börülce tohumlarının %6,00 nem içeriğinden %15,28 nem içeriğine doğru ortalama uzunluk, genişlik, kalınlık ve tek tane ağırlıkları sırasıyla 9,193-9,472 mm ye, 6,957-7,192 mm ye, 6,258-6,471 mm ye ve 0,255-0,273 g a nem içeriğindeki artışla birlikte artış göstermiştir.

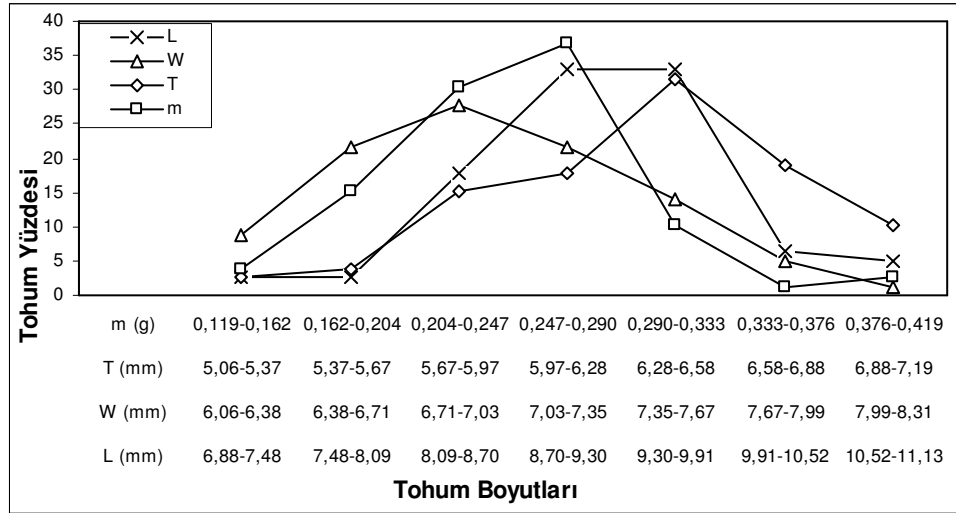
Börülce tohumları için geometrik ortalama çap değeri Eşitlik 3.2 kullanılarak %6,00 nemden %15,28 neme doğru sırasıyla 7,32-7,59 mm arasında bulunmuştur.

Nem içeriğinin börülce tohumlarının uzunluk, genişlik, kalınlık ve geometrik ortalama çap değerleri değişimine etkisi istatistiki olarak önemsiz; tek tane ağırlığı değeri değişimine etkisi ise istatistiki olarak önemli ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.12).

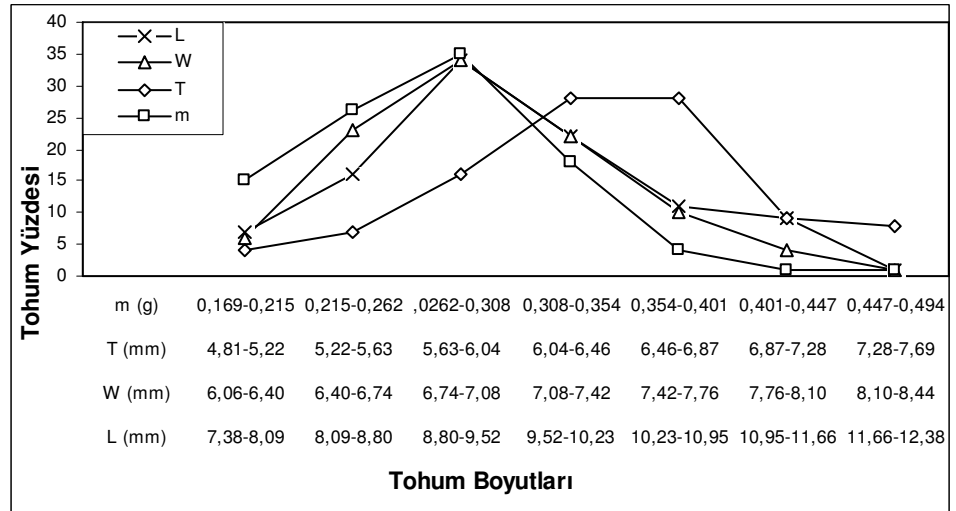
Börülce tohumunun %6,00-%11,00 ve %15,28 nem içeriklerindeki boyutsal dağılım ve tek tane ağırlık değişimi Şekil 4.25, Şekil 4.26 ve Şekil 4.27’de görülmektedir.



Şekil 4.25. Börülce tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (%6,00 nem)



Şekil 4.26. Börülce tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (%11,00 nem)



Şekil 4.27. Börülce tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (%15,28 nem)

#### 4.3.2. 1000 Tane Ağırlığı

Börülce için ortalama 1000 tane ağırlık değişimi, Şekil 4.28'de verilmiştir. Börülce tohumlarının nem içeriğinin %6,00'dan %15,28'e artışıyla 1000 tane ağırlıkları

ortalama olarak 253,53-273,97 g arasında bulunmuştur. Çizelge 4.12’de görüldüğü gibi nem içeriğinin bürölce tohumlarının 1000 tane ağırlığı değeri değişimine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ).

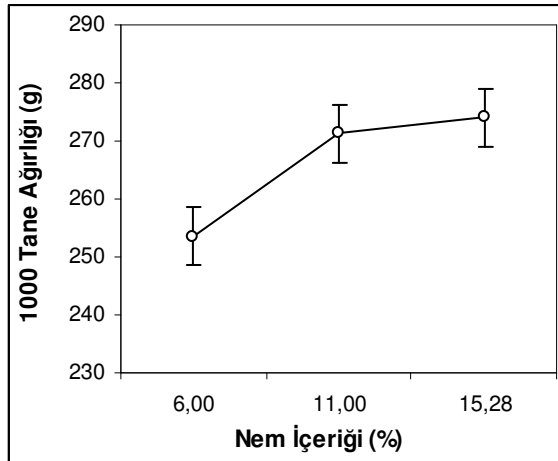
Nem içeriği ile 1000 tane ağırlığı değerleri arasındaki ilişki lineer bir karakter gösterip aşağıdaki regresyon denkleminde açıklanmıştır.

$$m_{1000} = 245,83 + 10,217 \cdot Nİ \quad (R^2 = 84,60) \quad (4.18)$$

Burada;

$m_{1000}$  : 1000 tane ağırlığı

$Nİ$  : Nem içeriği



Şekil 4.28. Bürölce için nem içeriğine göre ortalama 1000 tane ağırlık değişimi

#### 4.3.3. Küresellik Değerleri

Bürölce için ortalama küresellik değeri (Eşitlik 3.3 yardımıyla elde edilen sonuçlar) Şekil 4.29’da verilmiştir. Bürölce tohumlarının küresellik değerleri %6,00 nemden %15,28 neme doğru sırasıyla %79,72- %80,21 arasında artış göstermiştir. Nem

içeriğinin börülce tohumlarının küresellik değeri değişimine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.12). Nem içeriği ile küresellik değerleri arasındaki ilişki lineer görülmekte olup aşağıdaki regresyon denklemiyle açıklanmıştır.

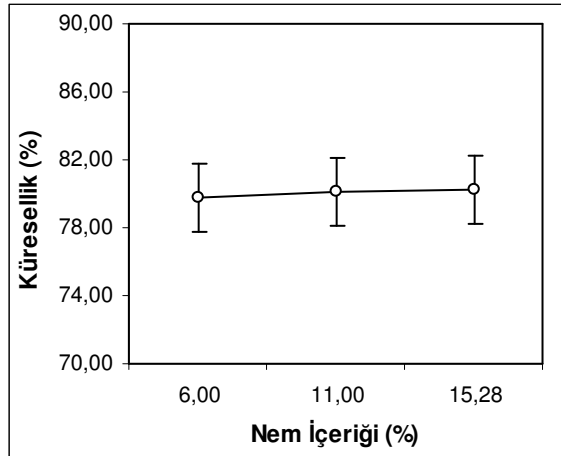
$$\phi = 79,523 + 0,245 \cdot Nİ \quad (R^2= 89,55) \quad (4.19.)$$

Burada;

$\phi$  : Küresellik

Nİ : Nem içeriği

Küresellik ile nem içeriği arasındaki benzer artış eğilimini, Özarlan (2002) pamuk tohumu için açıklamaktadır.



Şekil 4.29. Börülce için nem içeriğine göre ortalama küresellik değerleri

#### 4.3.4. Yüzey Alanı

Börülce tohumlarının yüzey alanı değerleri, %6,00 nemden %15,28 neme kadar, 0,578-0,733 cm<sup>2</sup> arasında değişmiştir (Şekil 4.30). Çizelge 4.12'de görüldüğü gibi nem içeriğinin yüzey alanı değeri değişimine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur

( $p < 0,05$ ). Nem içeriği ile yüzey alanı arasındaki ilişki aşağıdaki regresyon denklemiyle açıklanmıştır.

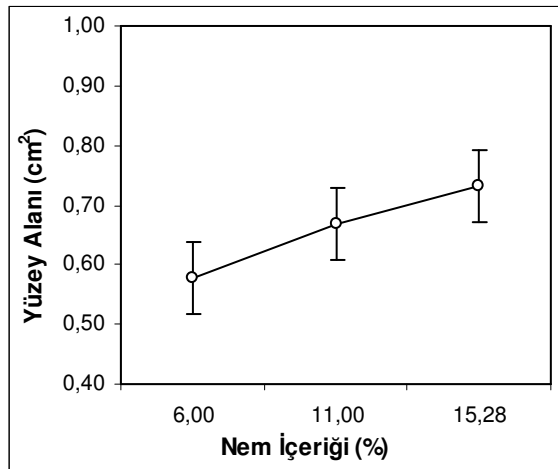
$$S = 0,5043 + 0,0775 \cdot Nİ \quad (R^2 = 99,27) \quad (4.20)$$

Burada;

S : Yüzey alanı

Nİ : Nem içeriği

Börölce tohumunun yüzey alanı ve nem içeriği arasındaki artış eğilimi, farklı araştırmacılar (Desphande et al. (1993) soya fasulyesi, Çarman (1996) mercimek, Aydın et al. (2002) mahlep, Baryeh (2002) darı, Konak et al. (2002) nohut, Özarılan (2002) pamuk tohumu, Sacilik et al. (2003) kenevir, Akar ve Aydın (2004) bamya çeşitleri, Çalışır et al. (2005) aspir, Aydın (2006) yerfıstığı için) tarafından da benzer şekilde açıklanmaktadır.



Şekil 4.30. Börölce için nem içeriğine göre yüzey alanı değerleri değişimi

#### 4.3.5. Yığın ve Tane (Gerçek) Hacim Ağırlığı

Börölce tohumlarının yığın hacim ağırlığı değerleri nem içeriğinin %6,00 nem içeriğinden %15,28'e kadar yükselişiyle 431,56- 426,26 kg/m<sup>3</sup> arasında; tane hacim

ağırlıkları ise 1155,01 -1144,23 kg/m<sup>3</sup> arasında azalış göstermiştir (Şekil 4.31). Nem içeriğinin börülce tohumlarının yığın hacim ağırlığı değeri değişimine etkisi istatistiki olarak önemli (p<0,01), tane hacim ağırlığı değeri değişimine etkisi ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Nem içeriği ile yığın ve tane hacim ağırlıkları arasındaki ilişki aşağıdaki regresyon denklemleriyle açıklanmıştır.

$$\rho_y = 434,32 - 2,6595. Nİ \quad (R^2= 99,68) \quad (4.21)$$

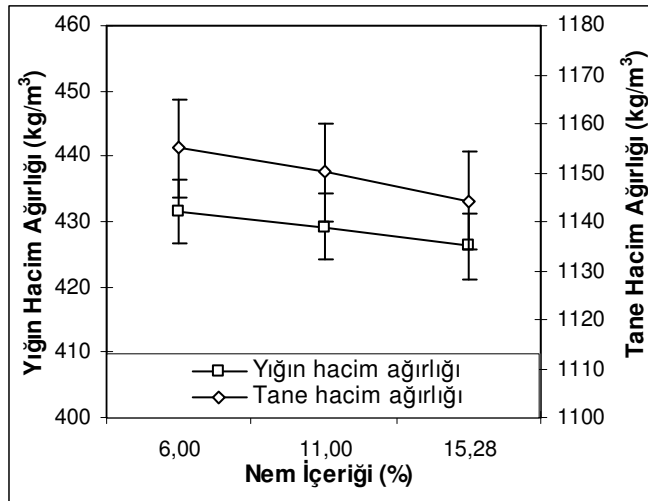
$$\rho_t = 1160,5 - 5,3915. Nİ \quad (R^2= 99,83) \quad (4.22)$$

Burada;

$\rho_y$  : Yığın hacim ağırlığı

$\rho_t$  : Tane hacim ağırlığı

Nİ : Nem içeriği



Şekil 4.31. Börülce için nem içeriğine göre yığın ve tane hacim ağırlıkları değişimi

Börülce tohumunun yığın ve tane hacim ağırlıklarının nem içeriği ile sırasıyla azalan yönde değişimi, farklı araştırmacılar (Desphande et al. (1993) soya fasulyesi, Aviara

et al. (1999) “guna” tohumları, Aydın et al. (2002) mahlep, Demir et al. (2002) çitlembik, Kaleemullah ve Gunasekar (2002) “arecanut” taneleri, Konak et al. (2002) nohut, Özarslan (2002) pamuk tohumu, Baryeh and Mangope (2003) “pigeon pea”, Sacilik et al. (2003) kenevir, Akar ve Aydın (2004) bamya çeşitleri, Aydın (2006) yerfıstığı için ) tarafından da benzer şekilde açıklanmaktadır.

#### 4.3.6. Tohum Hacmi

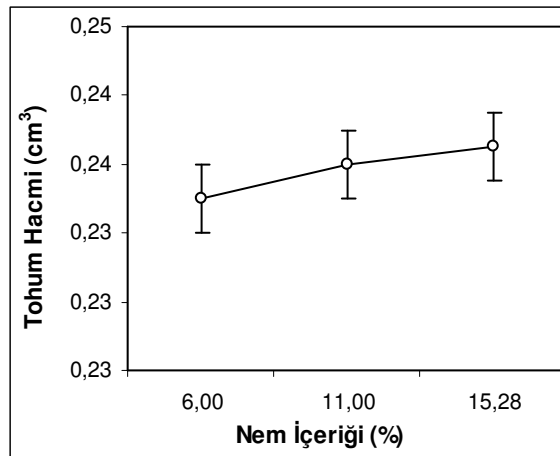
Börülce tohumlarının tohum hacim değişimi %6,00 nemden %15,28 neme kadar, 0,235-0,238 cm<sup>3</sup> arasında artış göstermiştir (Şekil 4.32). Nem içeriğinin börülce tohumlarının tohum hacim değişimine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.12). Nem içeriği ile tohum hacmi arasındaki değişim aşağıdaki regresyon denklemiyle açıklanmıştır.

$$V = 0,2337 + 0,0015 \cdot Nİ \quad (R^2 = 96,43) \quad (4.23)$$

Burada;

V : Tohum hacmi

Nİ : Nem içeriği



Şekil 4.32. Börülce için nem içeriğine göre tohum hacmi arasındaki değişim

Tohum hacmi ile nem içeriği arasındaki benzer artış eğilimi farklı araştırmacılar (Öğüt (1998) acı bakla, Baryeh (2002) darı, Sahoo and Srivastava (2002) bamya için) tarafından da açıklanmıştır.

#### 4.3.7. Porozite

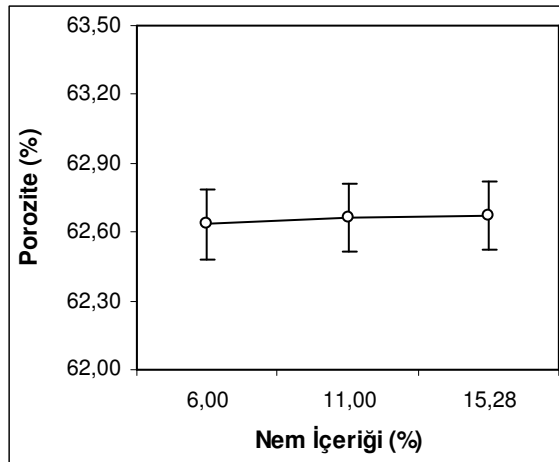
Börölce tohumlarının Eşitlik 3.4 yardımıyla yığın ve tane ağırlıkları değerleri kullanılarak elde edilen porozite değerleri, Şekil 4.33'de verilmiştir. Börölce tohumlarının porozite değerleri %6,00 nemden %15,28 neme doğru sırasıyla %62,63-%60,67 arasında artış göstermiştir. Nem içeriğinin porozite değerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.12). Nem içeriği ile porozite değerleri arasındaki ilişki aşağdaki regresyon denkleminde açıklanmıştır.

$$\varepsilon = 62,617 + 0,02 \cdot Nİ \quad (R^2 = 90,84) \quad (4.24)$$

Burada;

$\varepsilon$  : Porozite

Nİ : Nem içeriği



Şekil 4.33. Börölce için nem içeriğine göre porozite değerleri değişimi

Porozite ile nem içeriği arasındaki benzer artış eğilimi, farklı araştırmacılar (Çarman (1996) mercimek, Aydın et al. (2002) mahlep, Çalışır and Aydın (2004) “cherry laurel” için) tarafından da benzer şekilde açıklanmaktadır.

#### 4.2.8. Doğal Yığılma Açısı Değerleri

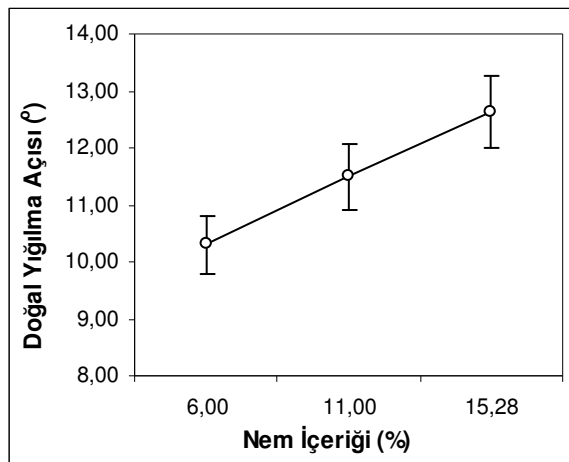
Börülce tohumlarının doğal yığılma açısı değerleri, Şekil 4.34’de verilmiştir. Börülce tohumlarının doğal yığılma açısı değerleri, %6,00 nemden %15,28 neme doğru sırasıyla 10,30-12,63 ° arasında artış göstermiştir. Çizelge 4.12’de görüldüğü gibi nem içeriğinin börülce tohumlarının doğal yığılma açısı değeri değişimine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ). Nem içeriği ile doğal yığılma açısı değerleri arasındaki ilişki lineer görülmekte olup aşağıdaki regresyon denklemiyle açıklanmıştır.

$$\theta = 9,1523 + 1,162 \cdot Nİ \quad (R^2 = 99,97) \quad (4.25)$$

Burada;

$\theta$  : Doğal yığılma açısı

Nİ : Nem içeriği



Şekil 4.34. Börülce için nem içeriğine göre doğal yığılma açısı değerleri değişimi

Doğal yığılma açısı ile nem içeriği arasındaki benzer artış eğilimi, farklı araştırmacılar (Joshı et al. (1993) kabak çekirdeği, Gupta and Das (1997) ayçiçeği, Aviara et al. (1999) “guna” tohumları, Nimkar and Chattopadhyay (2001) yeşil börülce, Baryeh (2002) darı, Demir et al. (2002) çitlembik, Irtwange and Igbeka (2002) two african yam bean, Kaleemullah ve Gunasekar (2002) “arecanut”, Konak et al. (2002) nohut, Baryeh and Mangope (2003) “pigeon pea”, Sacilik et al. (2003) kenevir için) tarafından da açıklanmaktadır.

#### 4.3.9. Sürtünme Katsayılarının Değişimi

Statik ve dinamik sürtünme katsayısı değerleri börülce tohum örnekleri için farklı sürtünme yüzeylerine göre Şekil 4.35 ve 4.36’da verilmiştir. Buna göre galvaniz sac, sunta, sac, kontrplak ve lastik sürtünme yüzeylerinde, statik sürtünme katsayısı değerleri %6,00 nemden %15,28 neme doğru sırasıyla, 0,289 - 0,313, 0,317 - 0,354, 0,330 - 0,391, 0,338 - 0,391, 0,537 – 0,598 olarak bulunmuştur. Dinamik sürtünme katsayısı ise galvaniz sac, sunta, sac, kontrplak ve lastik sürtünme yüzeylerinde %6,00 nemden %15,28 neme doğru sırasıyla 0,202 – 0,233, 0,256 – 0,274, 0,258 – 0,274, 0,267 – 0,288, 0,484 – 0,514 olarak elde edilmiştir. Börülce tohumu için statik ve dinamik regresyon katsayıları değişimi Çizelge 4.10’da verilmiştir.

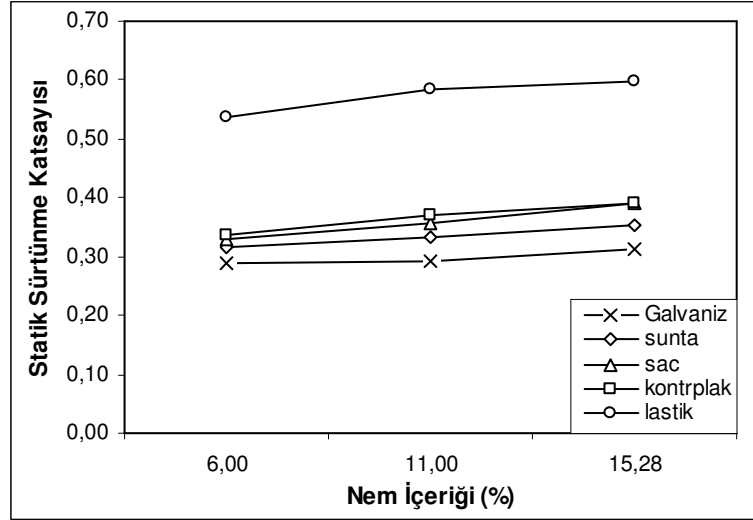
En yüksek statik ve dinamik sürtünme katsayısı değerleri lastik yüzeyde, en düşük değer ise galvaniz sac malzemedede bulunmuştur. Lastik yüzeyde börülce tohumlarının tutunması daha yüksek olurken, galvaniz sac malzemedede ise tohumlar daha fazla kayma göstermiştir. Konak et al. (2002), nem içeriği arttıkça sürtünme katsayısının artmasının nedeninin ürün ile sürtünme yüzeyi arasındaki sürtünmenin (adezyon) artması olduğunu ve nem içeriğinin etkisinin statik sürtünme katsayısına göre dinamik sürtünme katsayısı için daha belirgin olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.10. Börülce tohumunun değişik sürtünme yüzeyleri için (Eşitlik 4.9'a göre belirlenen) regresyon katsayıları değişimi

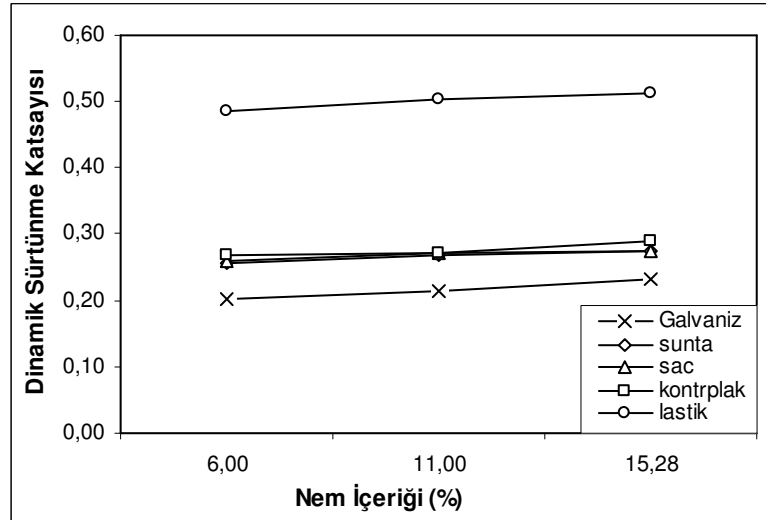
Sürtünme yüzeyi	Regresyon katsayıları		Belirtme katsayısı (R <sup>2</sup> )
	A	B	
<b>Statik sürtünme katsayısı</b>			
Galvaniz sac	0,274	0,012	0,871
Sunta	0,298	0,019	0,994
Sac	0,299	0,031	0,998
Kontrplak	0,313	0,027	0,986
Lastik	0,513	0,031	0,891
<b>Dinamik sürtünme katsayısı</b>			
Galvaniz sac	0,185	0,016	0,973
Sunta	0,249	0,009	0,938
Sac	0,251	0,008	0,923
Kontrplak	0,254	0,011	0,887
Lastik	0,470	0,015	0,977

Statik ve dinamik sürtünme katsayılarının değişik nem düzeylerindeki ve sürtünme yüzeylerindeki değişimi, sırasıyla Şekil 4.3.9.1. ve Şekil 4.3.9.2.'de yer almaktadır. Benzer sonuçlar; mercimek için Çarman (1996), acı bakla için Ögüt (1998), pamuk için Özarslan (2002), ile susam için Tunde-Akintunde and Akintunde (2004) gibi araştırmacılar tarafından da açıklanmaktadır.

Nem içeriğinin börülce tohumlarının statik sürtünme katsayı değerleri değişimine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p < 0,01$ ); dinamik sürtünme katsayı değişimine etkisi ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge.4.11).



Şekil 4.35. Börülce tohumlarının statik sürtünme katsayısı üzerine nem içeriğinin etkisi



Şekil 4.36. Börülce tohumlarının dinamik sürtünme katsayısı üzerine nem içeriğinin etkisi

Çizelge 4.11. Börülce tohumlarında farklı nem içerikleri ve sürtünme yüzeylerindeki sürtünme katsayıları değerleri için istatistik analiz sonuçları

Sürtünme yüzeyi	Nem İçeriği			
Statik sürtünme katsayısı	6,00	11,00	15,28	<b>ort.</b>
Galvaniz	0,289	0,293	0,313	<b>0,298 c**</b>
Sunta	0,317	0,333	0,354	<b>0,335 b</b>
Sac	0,330	0,358	0,391	<b>0,360 b</b>
Kontrplak	0,338	0,370	0,391	<b>0,366 b</b>
Lastik	0,537	0,586	0,598	<b>0,574 a</b>
<b>ort</b>	<b>0,362 b**</b>	<b>0,388 c</b>	<b>0,409 a</b>	
Dinamik sürtünme katsayısı	6,00	11,00	15,28	<b>ort.</b>
Galvaniz	0,202	0,213	0,233	<b>0,216 d**</b>
Sunta	0,256	0,269	0,274	<b>0,266 cd</b>
Sac	0,258	0,270	0,274	<b>0,267 c</b>
Kontrplak	0,267	0,271	0,288	<b>0,275 b</b>
Lastik	0,484	0,503	0,514	<b>0,500 a</b>
<b>ort</b>	<b>0,293 ns</b>	<b>0,305 ns</b>	<b>0,317 ns</b>	

\*\* : Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir (p<0,01)

ns : Önemli değil

Çizelge 4.12. Börülce tohumlarında farklı nem içerikleri ve fiziksel özellik değerleri için istatistik analiz sonuçları

Fiziksel Özellikler	Nem İçeriği (%)		
	6,00	11,00	15,28
Uzunluk (mm)	9,193 ns	9,220 ns	9,472 ns
Genişlik (mm)	6,957 ns	6,965 ns	7,192 ns
Kalınlık (mm)	6,258 ns	6,302 ns	6,471 ns
Geometrik ort. Çap (mm)	7,322 ns	7,384 ns	7,594 ns
Tek Tane Ağırlığı (g)	0,255 b*	0,267 ab	0,273 a
1000 Tane Ağırlığı (g)	253,53 b**	271,30 a	273,97 a
Küresellik (%)	79,72 ns	80,11 ns	80,21 ns
Yüzey Alanı (cm <sup>2</sup> )	0,578 b*	0,667 ab	0,733 a
Yığın Hacim Ağırlığı (kg/m <sup>3</sup> )	431,58 a**	429,18 ab	426,26 b
Tane Hacim Ağırlığı (kg/m <sup>3</sup> )	1155,01 ns	1150,02 ns	1144,23 ns
Tohum Hacmi (cm <sup>3</sup> )	0,235 ns	0,237 ns	0,238 ns
Porozite (%)	62,673 ns	62,664 ns	62,633 ns
Doğal Yığılma Açısı (°)	10,303 c**	11,499 b	12,627 a

\*\* : Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir (p<0,01)

\* : Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir (p<0,05)

ns: Önemli değil

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Baklagil tohumlarının fiziksel özelliklerinin bilinmesi bu bitkilerle ilgili çeşitli tarım makinaları tasarımları için önemlidir. Bu araştırma ile, bazı baklagil tohumları (barbunya, bezelye ve börülce) nın fiziksel özellikleri nem içeriğinin bir fonksiyonu olarak belirlenmiştir.

*Barbunya için elde edilen araştırma sonuçları ;*

- Nem içeriği %9,00'dan %22,00'ye arttıkça, uzunluk 16,66mm'den 16,77mm'ye, genişlik 8,86mm'den 8,99mm'ye, kalınlık 7,17mm'den 7,24mm'ye, geometrik ortalama çap değeri 10,17mm'den 10,28mm'ye ve tek tane ağırlıkları 0,72g'dan 0,77g'a artmıştır.
- Nem içeriğinin %9,00'dan %22,00'ye artmasıyla, 1000 tane ağırlığı 694,53g'dan 746,60g'a artmıştır.
- Nem içeriğinin %9,00'dan %22,00'ye artmasıyla, küresellik değeri %61,03'den %61,31'e artmıştır.
- Nem içeriğinin %9,00'dan %22,00'ye artmasıyla, yüzey alanı 1,24cm<sup>2</sup>'den 1,52cm<sup>2</sup>'ye artmıştır.
- Nem içeriğinin %9,00'dan %22,00'ye artmasıyla, yığın hacim ağırlığı 467,21kg/m<sup>3</sup>'den 446,45kg/m<sup>3</sup>'e ve tane (gerçek) hacim ağırlığı değeri ise 1182,78kg/m<sup>3</sup>'den 1150,02kg/m<sup>3</sup>'e azalmıştır.
- Nem içeriğinin %9,00'dan %22,00'ye artmasıyla, tohum hacmi 0,62cm<sup>3</sup>'den 0,66 cm<sup>3</sup>'e artmıştır.
- Nem içeriğinin %9,00'dan %22,00'ye artmasıyla, porozite değeri %60,50'den %61,11'e artmıştır.

- Nem içeriğinin %9,00'dan %22,00'ye artmasıyla, doğal yığılma açısı değeri 11,66°'den 13,43°'ye artmıştır.

- Nem içeriğinin %9,00'dan %22,00'ye artmasıyla, tüm yüzeyler için sürtünme katsayısı değerleri artış göstermekle birlikte en yüksek statik ve dinamik sürtünme katsayısı değeri lastik yüzeyde bulunurken en düşük değer ise galvaniz sac malzemede bulunmuştur.

*Bezelye için elde edilen araştırma sonuçları ;*

- Nem içeriği %9,00'dan %17,05'e arttıkça, uzunluk 7,46mm'den 7,52mm'ye, genişlik 6,02mm'den 6,17mm'ye, kalınlık 4,49mm'den 4,58mm'ye, geometrik ortalama çap değeri 5,85mm'den 5,95mm'ye ve tek tane ağırlıkları 0,16g'dan 0,20g'a artmıştır.

- Nem içeriğinin %9,00'dan %17,05'e artmasıyla, 1000 tane ağırlığı 154,43g'dan 170,13g'a artmıştır.

- Nem içeriğinin %9,00'dan %17,05'e artmasıyla, küresellik değeri %78,51'den %79,12'ye artmıştır.

- Nem içeriğinin %9,00'dan %17,05'e artmasıyla, yüzey alanı 0,37cm<sup>2</sup>'den 0,51cm<sup>2</sup>'ye artmıştır.

- Nem içeriğinin %9,00'dan %17,05'e artmasıyla, yığın hacim ağırlığı 503,72kg/m<sup>3</sup>'den 482,01kg/m<sup>3</sup>'e ve tane (gerçek) hacim ağırlığı değeri ise 1263,14kg/m<sup>3</sup>'den 1235,51kg/m<sup>3</sup>'e azalmıştır.

- Nem içeriğinin %9,00'dan %17,05'e artmasıyla, tohum hacmi 0,13cm<sup>3</sup>'den 0,16 cm<sup>3</sup>'e artmıştır.

- Nem içeriğinin %9,00'dan %17,05'e artmasıyla, porozite değeri %60,10'den %60,98'e artmıştır.

- Nem içeriğinin %9,00'dan %17,05'e artmasıyla, doğal yığılma açısı değeri 14,08°'den 16,41°'ye artmıştır.

- Nem içeriğinin %9,00'dan %17,05'e artmasıyla, tüm yüzeyler için sürtünme katsayısı değerleri artış göstermekle birlikte en yüksek statik ve dinamik sürtünme katsayısı değeri lastik yüzeyde bulunurken en düşük değer ise galvaniz sac malzemede bulunmuştur.

#### *Börülce için elde edilen araştırma sonuçları ;*

- Nem içeriği %6'dan %15,28'e arttıkça, uzunluk 9,19mm'den 9,47mm'ye, genişlik 6,96mm'den 7,19mm'ye, kalınlık 6,26mm'den 6,47mm'ye, geometrik ortalama çap değeri 7,32mm'den 7,59mm'ye ve tek tane ağırlıkları 0,26g'dan 0,27g'a artmıştır.

- Nem içeriğinin %6'dan %15,28'e artmasıyla, 1000 tane ağırlığı 253,53g'dan 273,97g'a artmıştır.

- Nem içeriğinin %6'dan %15,28'e artmasıyla, küresellik değeri %79,72'den %80,21'e artmıştır.

- Nem içeriğinin %6'dan %15,28'e artmasıyla, yüzey alanı 0,58cm<sup>2</sup>'den 0,73cm<sup>2</sup>'ye artmıştır.

- Nem içeriğinin %6'dan %15,28'e artmasıyla, yığın hacim ağırlığı 431,58kg/m<sup>3</sup>'den 426,26kg/m<sup>3</sup>'e ve tane (gerçek) hacim ağırlığı değeri ise 1155,01kg/m<sup>3</sup>'den 1144,23kg/m<sup>3</sup>'e azalmıştır.

- Nem içeriğinin %6'dan %15,28'e artmasıyla, tohum hacmi 0,235cm<sup>3</sup>'den 0,238 cm<sup>3</sup>'e artmıştır.

- Nem içeriğinin %6'dan %15,28'e artmasıyla, porozite değeri %62,63'den %62,67'ye artmıştır.

- Nem içeriğinin %6'dan %15,28'e artmasıyla, doğal yığılma açısı değeri 10,30°'den 12,63°'ye artmıştır.

- Nem içeriğinin %6'dan %15,28'e artmasıyla, tüm yüzeyler için sürtünme katsayısı değerleri artış göstermekle birlikte en yüksek statik ve dinamik sürtünme katsayısı değeri lastik yüzeyde bulunurken en düşük değer ise galvaniz sac malzemede bulunmuştur.

**KAYNAKLAR**

- AKAR, R., AYDIN, C., 2004.** Some Physical Properties of Gumbo Fruit Varieties, Journal of Food Engineering, 66, 387-393.
- ALTUNTAŞ, E., ÖZGÖZ, E., TAŞER, Ö.F., 2005.** Some Physical Properties of Fenugreek (*Trigonella foenum-graceum L.*) Seeds, Journal of Food Engineering 71: 37-43.
- AMIN, M.N., HOSSAIN, M.A., ROY, K.C., 2004.** Effects of Moisture Content on Some Physical Properties of Lentil Seeds, Journal of Food Engineering, 65, 83-87.
- AVIARA, N.A., GWANDZANG, M.I., HAQUE, M.A., 1999.** Physical Properties of Guna Seeds, Journal of Agricultural Engineering Research, 73, 105-111.
- AYDIN, C., 2006.** Some Engineering Properties of Peanut and Kernel, Journal of Food Engineering,
- AYDIN, C., ÖZCAN, M., 2002.** Some Physico-Mechanic Properties of Terebinth (*Pistica terebinthus L.*) Fruits, Journal of Food Engineering, 53, 97-101.
- AYIK, M., 1985.** Ürün İşleme Tekniği ve Makinaları. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, 957, Ders Kitabı: 277, Ankara.
- AYDIN, C., ÖĞÜT, H., KONAK, M., 2002.** Some Physical Properties of Turkish Mahaleb. Biosystem Engineering, 82(2), 231-234.
- BALASUBRAMANIAN, D., 2001.** Physical Properties of Raw Cashew Nut, Journal of Agricultural Engineering Research, 78(3), 291-297.
- BARYEH, E.A., 2002.** Physical Properties of Millet. Journal of Food Engineering, 51, 39-46.

- BARYEH, E. A., and MANGOPE, B.K., 2003.** Some Physical Properties of QP-38 Variety Pigeon Pea, *Journal of Food Engineering*, 56, 59-65.
- BEYHAN, M.A., NALBANT, M., TEKGÜLER, A., 1994.** Tane ve Zuruflu Fındıkların Sürtünme Katsayılarının Değişik Yüzeyler İçin Belirlenmesi. *Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi, Bildiriler kitabı*, 343-352, Antalya.
- BRUBAKER, J.E. ve POS, J., 1965.** Determination of Statik Coefficients of Friction of Some Grains on Various Structural Surfaces, *Transactions of The ASAE* ,8 (1), 53-55.
- CHUNG, J.H., VERMA, L.R., 1989.** Determination of Friction Coefficient of Beans and Peanuts. *Transaction of The ASAE*, 32(2), 745-750.
- ÇALIŞIR, S., AYDIN, C., 2004.** Some Physico-Mechanic Properties of Cherry Laurel (*Prunus Lauracerasus L.*) Fruits, *Article Journal of Food Engineering*, 65, 145-150.
- ÇALIŞIR, S., MARAKOĞLU, T., ÖZTÜRK, Ö., ÖĞÜT, H., 2005.** Some Physical Properties of Safflower Seed (*Carthamus Tinctorius L.*). *S. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(36), 87-92.
- ÇİLİNGİR, İ., 1988.** Biyolojik Materyalin Yüzey Alanı Ölçümlerinde Hava Akımlı Planimetrenin Kullanılma Olanakları. *A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları* 1093, *Bilimsel Araştırma ve İncelemeler* 592, Ankara.
- ÇARMAN, K., 1996.** Some Physical Properties of Lentil Seeds, *Journal of Agricultural Engineering Research*, 63 (1996), 87-92.
- DESPHANDE, S.D., BAL, S., OJHA, T.P. 1993.** Physical Properties of Soybean Seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 56, 89-92.

- DEMİR, F., DOĞAN, H., ÖZCAN, M., HACISEFEROĞULLARI, H., 2002.** Nutritional and physical properties of hackberry (*Celtis australis* L.). *Journal of Food Engineering*, 54, 241-247.
- DİE, 2001.** Tarımsal Yapı ( Üretim, Fiyat, Değer), DİE. Ankara.
- DİE, 2004.** Tarımsal İstatistikler. <http://www.die.gov.tr>
- DURSUN, E., GÜNER, M., ÖZTÜRK, R., 1996.** Determination of Surface Area By Coating Method And Physical Properties of Agricultural Products. 6.th Int. Kong. on Mechanization and Energy in Agriculture, 70-76, Ankara.
- GUPTA, R.K., DAS, S.K., 1997.** Physical Properties of Sunflower Seeds, *Journal of Agricultural Engineering Research*, 66,1-8.
- GÜNER, M., DURSUN, E., 1997.** Tarımsal ürünlerde Yüzey Alanı ve Hacim Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi. . Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, Bildiriler kitabı, 615-623, Tokat.
- GÜNER, M., 2003.** Fasulye, Barbunya ve Mercimeğin Yük Altındaki Mekanik Davranışlarının Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(2), 206-212.
- GÜZEL, E., ÖZCAN, M.T., 1991.** Bazı Tarımsal Ürünlerin İz Düşüm Alanlarının Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi, Bildiriler kitabı, 461-470, Konya.
- IRTWANGE. S. V., IGBEKA. J.C., 2002.** Selected Moisture Dedendent Friction Properties of Two African Yam Bean (*Sphenostylis Stenocarpa*) Accessions, *American Society of Agricultural Engineers*, 18(5), 559-565.
- JOSHI. D.C., DAS. S.K., MUKHERJEE. R.K., 1993.** Physical Properties of Pumpkin Seeds, *Journal of Agricultural Engineering Research*, 54 (3), 219-229.

- KALEEMULLAH, S., GUNASEKAR, J.J., 2002.** Moisture-dependet Physical Properties of Arecanut Kernels, Biosystem Engineering, 82 (3), 331-338.
- KARA, M., TURGUT, N., ERKMEN, Y., GÜLER, İ.E., 1997.** Bazı Taneli Ürünlerin Sürtünme Katsayılarının Belirlenmesi, Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, Bildiriler kitabı, 609-617, Tokat.
- KONAK, M., K. ÇARMAN, C. AYDIN, 2002.** Physical Properties of Chick Pes Seeds, Biosystems Engineering 82(1), 73-78.
- MOHSENIN, N.N., 1970.** Physical Properties of Plant and Animal Materials, Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- NIMKAR, P.M., CHATTOPADHYAY, P.K., 2001.** Some Physical Properties of Green Gram, Journal of Agricultural Engineering Research, 80(2), 183-189.
- ÖĞÜT,H., 1998.** Some Physical Properties of White Lupin. Journal of Agricultural Engineering Research, 69, 273-277.
- ÖĞÜT, H., ÇARMAN, K., 1991.** Bazı Küçük Taneli Ürünlerin Sürtünme Katsayılarının Değişik Yüzeyler İçin Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi, Bildiriler kitabı, 471-480, Konya.
- ÖĞÜT, H., AYDIN, C., MENGEÇOĞLU, H.O., 1992.** Değişik Buğday Çeşitlerinde Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi, Bildiriler Kitabı, 247-253, Samsun.
- ÖZARSLAN, C., 2002.** Some Physical Properties of Cotton Seed, Biosystems Engineering, 83 (2), 169-174.
- ÖZDEMİR, S., 2002.** Yemeklik Baklagiller, Hasad Yayıncılık Ltd. Şti Yayınları, İstanbul.

- ÖZGÖZ, E., TAŞER, Ö.F., ERGÜNEŞ, G., ALTUNTAŞ, E., 2004.** Bazı Tarımsal Ürünlerin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi. GOÜ. Bilimsel Araştırma (2001/43) nolu proje sonuç raporu. (Yayınlanmamış araştırma projesi).
- ÖZTÜRK, R., ÇOLAK, A., SABAHOĞLU, Y., 1995.** Bazı Yumru Bitkilerin Sürtünme Katsayılarının Belirlenmesi, Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi, Bildiriler Kitabı, 334-343, Bursa.
- SABAHOĞLU, Y., ÖZTÜRK, R., 1996.** Bazı Buğday Çeşitlerinin Sürtünme Katsayılarının Belirlenmesi. 6.th Int. Cong. on Mechanization and Energy in Agriculture. 543-549, Ankara.
- SAÇILIK, K., ÖZTÜRK, R., KESKİN, R., 2003.** Some Physical Properties of Hemp Seed. Biosystems Engineering, 86 (2), 213-215.
- SAHOO, P.K., SRIVASTAVA, A.P., 2002.** Physical Properties of Okra Seed, Biosystems Engineering, 83 (4), 441-444.
- SINGH, K.K., GOSWAMİ, K.K., 1996.** Physical Properties of Cumin Seed, Journal of Agricultural Engineering Research, 64, 93-98.
- SINN, H., ÖZGÜVEN, F., 1987.** Biyolojik Malzemenin Teknik Özellikleri Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları No : 27, Adana.
- ŞEHİRALİ, S., 1979.** Yemeklik Tane Baklagiller Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Ziraat İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- TUNALIGİL, B.H., 1993.** Biyolojik Malzemelerin Teknik Özellikleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 1305, Ders Kitabı: 379, Ankara.
- TUNDE-AKINTUNDE, T.Y., AKINTUNDE, B.O., 2004.** Some Physical Properties of Sesame Seed. Biosystems Engineering, 88 (1), 127-129.

**VILCHE, C., GELY, M., SANTALLA, E., 2003.** Physical Properties of Quinoa Seeds, Biosystems Engineering, 86 (1), 59-65.

**YEŐILOĐLU, E., PINAR, Y., 2006.** Mahlep Tohumunun ( *Prunus mahaleb* L.) Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi, Tarım Makinaları Bilimi Dergisi 2(3), 255-261.

## ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Tokat Zile’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Zile’de tamamladı. 1998 yılında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları bölümünde eğitimine devam etti. 2002 yılında lisansı bitirerek, 2003 yılında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı ve halen aynı bölümde yüksek lisans öğrenimini sürdürmektedir.