

Soya ve Mısırın Sıkıştırma Yükü Altındaki Mekanik Davranışları

Ergin DURSUN¹

Geliş Tarihi : 09. 11.2002

Özet: Bu çalışmada, iki farklı soya ve mısır çeşidinin sıkıştırma yükü altındaki mekanik davranışları belirlenmiştir. Denemeler 40.2 mm/mio'lık sıkıştırma hızında, iki farklı yüklem ekseninde ve üç farklı nem içeriğinde yapılmıştır. Araştırma sonuçları, soya ve mısırın nem içeriği arttıkça kopma kuvvetinin azaldığını, buna karşın kopma enerjisinin arttığını göstermiştir. x-x ekseninde yüklenen soya fasulyesi ve mısır çeşitlerinin kopma kuvveti ve kopma enerjisi değerleri y-y eksenine göre daha yüksek bulunmuştur. Hem x-x hem de y-y ekseninde, michell çeşidi soyanın kopma kuvveti ve kopma enerjisi, clark çeşidinden daha yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde, din mısırı çeşidinin kopma kuvveti ve kopma enerjisi at dışi mısır çeşidine göre daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: soya, mısır, mekanik davranış, kopma kuvveti, kopma enerjisi

Mechanical Behaviour of Soybean and Corn Under Compression Loading

Abstract: in this study, mechanical behaviour of two different soybean and corn varieties were determined Under compression loading. The tests were made at deformation rate of 40.2 mm/min, two loading axis, and three moisture contents. Research results showed that rupture force decreased as soybean and corn moisture content increased while rupture energy increased. Rupture force and rupture energy values of soybean and corn varieties loaded in the x-x axis were found higher than those in the y-y axis. Rupture force and rupture energy of michell soybean variety were higher than clark soybean variety at both x-x and y-y load position. Similarly, rupture force and rupture energy of din corn variety were found higher than at dışi corn variety.

Key Words: soybean, corn, mechanical behaviour, rupture force, rupture energy

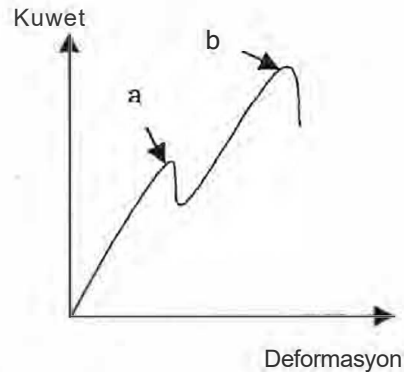
Giriş

Taneli ürünler tarlada fizyolojik olgunluğa ulaştıklarında en yüksek kaliteye sahiptirler. Ancak hasat, kurutma, taşıma ve iletim, depolama, çeşitli işleme yöntemleri ve diğer fiziksel-mekaniksel zedelenme şekilleriyle ürün kalitesi gittikçe azalmaktadır. örneğin, soya fasulyesinin kabuğundaki kırık ve çatlaklar küflelenme ve çürümeye neden olan bakterilerin oluşmasına neden olur (Henry ve ark. 2000). Ayrıca, ürün içerisinde kırık tanelerin bulunması kaliteyi de düşürmektedir. Bu nedenle diğer ürünlerde olduğu gibi taneli ürünlerin fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi, ürün kalitesinin korunması yanında ekim, hasat-harman, taşıma-iletim, hasat sonrası işleme ekipman ve sistemlerinin tasarımlarında iyileştirmeye yardımcı olmaktadır.

Mekanik özellikler, biyolojik materyallerin statik veya dinamik yük altındaki davranışlarını, akıcılığı, aerodinamik ve hidrodinamik özelliklerini içerir. Yük altındaki biyolojik materyallerde, uygulanan kuvvete ve kuvvetin uygulanma süresine bağlı olarak deformasyon ve akış meydana gelir. Biyolojik materyallere ait tipik bir kuvvet deformasyon eğrisi Şekil 1' de gösterilmiştir. Kuvvet-deformasyon eğrisindeki biyolojik akma noktası, eğri üzerinde deformasyonda bir artış olmasına karşın uygulanan kuvvetin azaldığı ya da sabit kaldığı noktadır. Bu noktadan önce hücre herhangi bir zarar görmez iken bu noktaya ulaşıldığında hücre içi kopmalar meydana gelir. Kopma noktasında ise materyalde kırılma, çatlama ve bozulma meydana gelir ve maksimum kopma kuvveti elde edilir. Bu noktadan sonra deformasyon hızla artmasına karşın

ürünün kuvvete karşı dtrenci hızla azalır (Mohsenin 1970, Alayunt 2000).

Taneli ürünlerin sıkıştırma yükü altındaki kuvvet-deformasyon eğrilerinden yararlanılarak biyolojik akma noktası, kopma noktası ve bu noktalara ulaşılması için gerekli enerji değerleri, elastisite modülü ve özgül deformasyon gibi temel mekanik özellikler belirlenebilmektedir. Tarımsal ürünlerin yük altındaki mekanik davranışlarının belirlenmesi amacıyla yurt dışında oldukça fazla araştırma yapılmıştır. Ülkemizde ise bu konuya ilişkin çalışmalar özellikle son yıllarda yapılmaya başlanmıştır.



Şekil 1. Biyolojik materyallere ait kuvvet-deformasyon eğrisi (a.Biyolojik Akma noktası, b. Kopma noktası)

¹ Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölüm-Ankara

Bargale ve ark. (1995), kanola ve buğdayın reolojik davranışlarını araştırmışlardır. Araştırmacılar, nem içeriğinin artmasıyla kanola ve buğday tanelerinin maksimum sıkıştırma temas gerilmesinin lineer bir şekilde azaldığını bildirmişlerdir. Bilanekl (1966), soya fasulyelerine 1.27 mm/min deformasyon hızında sıkıştırma yükü uygulayarak tohum kabuğunda ilk kırılma için gerekli kuvvet ve enerjili ölçmüştür. Yatay hilum konumunda yüklenmiş bir soya tanesinde, nem içeriğinin artmasıyla kırılma için gerekli ortalama kuvvetin azaldığını belirtmiştir. Gunasekaran ve Paulsen (1985), kuruma oranının bir fonksiyonu olarak mısırın kırılma direncini belirlemişlerdir. Sonuçta, kuruma oranı arttığında kırılma hassasiyetinin arttığını, biyolojik akma ve kopma için uygulanan kuvvetin ve sıkıştırma enerjisinin azaldığını vurgulamışlardır. Kang ve ark. (1995), buğday tanelerinin temel mekanik özelliklerini belirlemişlerdir. Denemelerde beş farklı buğday çeşidi kullanılmışlardır. Üç farklı nem içeriği (% 10, 14 ve 17) ve iki farklı sıkıştırma hızında (1 ve 250 mm/min) yaptıkları denemeler sonunda, nem içeriği arttıkça biyolojik akma için gerekli enerjinin ve kuvvetin azaldığını belirtmişlerdir. Oloso ve Clarke (1993), mahun cevzinin sıkıştırma yükü altındaki dayanım karakteristiklerini farklı nem içeriği ve yükleme yönlerinde belirlemişlerdir. Araştırmacılar, nem içeriğindeki artışla kopma enerjisinin arttığını, buna karşın kopma kuvvetinin azaldığını vurgulamışlardır. Paulsen (1978), soyanın sıkıştırma yükü altındaki kırılma direncini üç farklı soya çeşidi, dört farklı nem içeriği (% 8, 11, 14 ve 17) ve iki farklı yükleme ekseninde (yatay ve düşey hilum konumlarında) belirlemiştir. Araştırmacı, soyada nem içeriğinin artmasıyla kopma kuvvetinin azaldığını belirtmiştir. Ayrıca dikey hilum konumunda yüklenen soyalarda kabuk kırılması için gerekli enerjinin yatay hilum konumunda yüklenenlere göre daha az olduğunu bildirmiştir. Henry ve ark. (2000), soya fasulyesinin sıkıştırma yükü altındaki direncini belirlemek için iki farklı yükleme hızı, üç farklı yükleme eksenini ve dört farklı nem içeriğinde denemeler yapmışlardır. Sonuçta, nem içeriği arttıkça kırılma için gerekli kuvvetin azaldığını, sıkıştırma hızı arttıkça kopma kuvvetinin de arttığını belirtmişlerdir. Ayrıca, cotyledon' a dik ekseninde yapılan sıkırtmada kırılma için gerekli kuvvetin diğer eksenlerden daha yüksek olduğunu vurgulamışlardır. Zoerb ve Hall (1960), yaptıkları çalışmada bezelye, mısır ve buğday tanelerinin temel mekanik ve reolojik özelliklerini farklı nem içerikleri ve sıkıştırma hızlarında belirlemişlerdir. Nem arttıkça kuvvetin, elastisite modülünün ve maksimum sıkıştırma gerilmesinin azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca, nem arttıkça enerji gereksiniminin mısırdaki arttığını, bezelyede ise önce artma daha sonra azalma olduğunu belirtmişlerdir. Sağlam ve Dikilitaş (1998), kayısı çekirdeği kırma makinasının dizaynına yönelik olarak kayısı çekirdeğinin boyut, hacim ağırlığı, kabuk kalınlığı, statik ve dinamik yığılma açıları ve çekirdek kırılma kuvveti gibi bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemişlerdir. Güner ve ark. (1999), beş farklı kayısı çeşidine ait çekirdeklerin kırılma karakteristiklerini belirlemişlerdir. Nem içeriği arttıkça kırılma kuvvetinin azaldığını, kırılma enerjisinin ise arttığını bildirmişlerdir. Dursun (1997), ayçiçeği, yer fıstığı, ceviz ve fındık gibi ürünlerin kabuk kırılma dirençlerini uzunluk, genişlik ve kalınlık konumlarında belirlemiştir. Konak ve ark. (2002), nohutun fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, nem arttıkça kopma (kırılma) kuvvetinin azaldığını ve en yüksek kopma kuvvetinin kalınlık ekseninde

elde edildiğini açıklamışlardır. Aydın (2002), fındıkların ve içlerinin bazı fiziksel özelliklerini nem içeriğine bağlı olarak değerlendirmiştir. Nem içeriğindeki artışla kırılma kuvvetinin azaldığını ve en yüksek kırılma kuvvetinin kalınlık doğrultusunda yüklenen fındıklarda elde edildiğini belirtmiştir.

Bu çalışmada, iki farklı soya (michell ve clark) ve iki farklı mısır (at dişi ve cin) çeşidinin sıkıştırma yükü altındaki mekanik davranışlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Belirtilen ürünlerin kopma kuvveti ve kopma enerjileri üç farklı nem içeriği ve iki farklı yükleme (sıkıştırma) ekseninde belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada, deneme materyali olarak Türkiye'de yetiştirilen iki farklı mısır çeşidi ve iki farklı soya fasulyesi çeşidi kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan mısır ve soya fasulyesi çeşitlerinin ölçülen bazı özellikleri Çizelge 1' de verilmiştir.

Mısır ve soya fasulyesi çeşitlerinin sıkıştırma yükü altındaki mekanik davranışlarını belirlemek için Şekil 2' de şematik görünümü verilen deneme düzeni kullanılmıştır. Taneler, deneme düzenindeki sabit plakaya yerleştirilmiş ve hareketli plaka yardımıyla sıkıştırılmışlardır. Plakalar arasındaki tanelere uygulanan kuvvet amplifikatör üzerinden bir X-Y yazıcısına aktarılmıştır. Yazıcının kalem hızı 23.6 mm/s' dir. Böylece öncelikle yazıcıdan kuvvet-zaman eğrileri elde edilmiş, daha sonra bu eğriler kuvvet-deformasyon eğrilerine dönüştürülmüştür. Bu eğriler yardımıyla ilk kırılmanın gerçekleştiği kopma noktasındaki kopma kuvveti (maksimum kuvvet), ve kopma enerjisi değerleri belirlenmiştir. Kopma enerjisi, kopma noktasına kadarki eğri altında kalan alanın elektronik bir planimetre kullanılarak ölçülmesiyle elde edilmiştir.

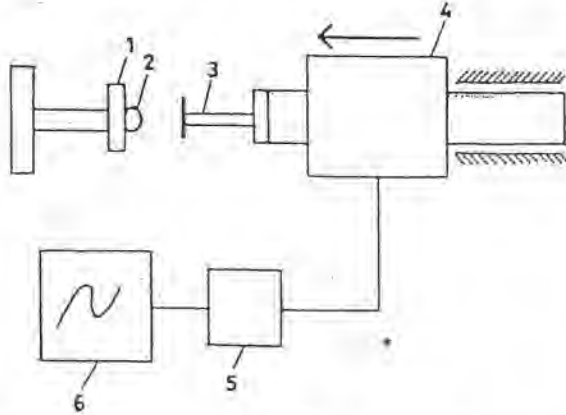
Denemeler 40.2 mm/min' lik sabit sıkıştırma hızında, üç farklı nem seviyesinde ve iki farklı eksende tanelerin paralel plakalar arasında sıkıştırılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Nem seviyesinin etkisi sadece at dişi mısır ve clark soya fasulyesi çeşitlerinde araştırılmıştır. Sıkıştırma ekseninin etkisi, Şekil 3' de gösterilen iki farklı eksende belirlenmiştir. Soya fasulyesinde x-x yüklenme eksenini, ürünün en kısa boyutunu (kalınlık) veren eksenidir. Bu ekseninde hilum plakalara dikey konumdadır. İkinci yüklenme eksenini olan y-y ekseninde ise hilum plakalara paralel konumda olup ürün en uzun boyutunda (uzunluk) sıkıştırılmıştır. Mısırdaki x-x yüklenme eksenini ürünün en kısa boyutunu (kalınlık) veren eksen, y-y ise orta büyüklükteki ölçüsünü (genişlik) veren eksenidir.

Çizelge 1. Soya fasulyesi ve mısır çeşitlerinin bazı özellikleri

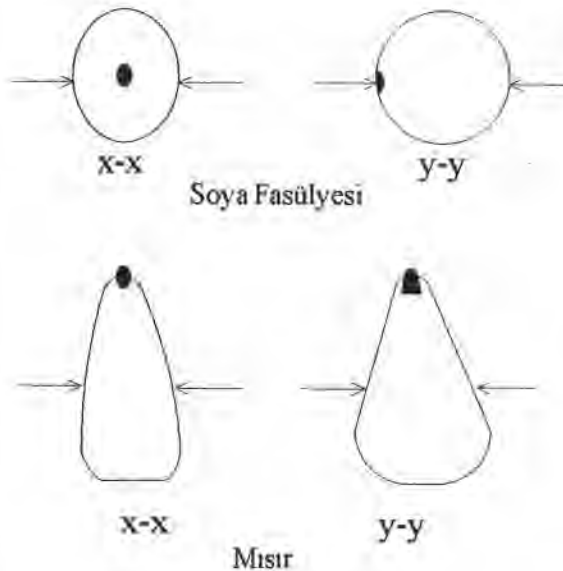
Ürün	Ortalama boyutlar (mm)			1000 tane ağırlığı (gram)
	Uzunluk	Genişlik	Kalınlık	
Soya (michell)	7,0±0.28	6,1±0.22	5,1±0.19	155
Soya (clark)	6,8±0.16	5,7±0.11	4,5±0.14	108
Mısır (atdişi)	10,7±0.35	6,9±0.09	4,8±0.13	296
Mısır (cin)	8,2±0.17	5,9±0.12	3,9±0.12	150

Denemelerde kullanılan mısır ve soya fasülyesi taneleri nemin etkisini incelemek için higroskopik olarak değişik nem değerlerine koşullandırılmıştır. Bu amaçla ürünler üzerine su eklenmiştir. Islanan ürünler plastik poşetler içine konulup buzdolabında belirli bir süre bekletilerek nemin tekdüze dağılımı sağlanmıştır. Daha sonra buzdolabından çıkarılan ürünler oda sıcaklığında bekletilerek normal sıcaklıklarını almaları sağlanmıştır. Nem değerleri, yaş baz (w.b) esasına göre örneklerin 105 °C ' de 24 saat süreyle kurutulmasıyla belirlenmiştir (Paulsen 1978).

Denemeye alınan mısır ve soya fasülyesi tanelerinin kırık ve çatlak olmamasına dikkat edilmiştir. Denemeler her nem seviyesi, yüklenme eksen ve çeşit için 10 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Denemelerden elde edilen kopma kuvveti ve kopma enerjisi değerleri Minitab 11 istatistiksel paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir.



Şekil 2. Deneme düzeninin şematik görünümü
(1. Sabit plaka, 2. Örnek, 3. Hareketli plaka,
4. Dinamometre, 5. Amplifikatör, 6. X-Y yazıcı)



Şekil 3. Materyal sıkıştırma eksenleri

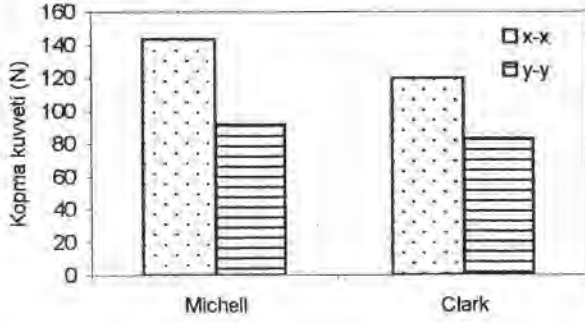
Bulgular ve Tartışma

İki farklı soya çeşidinde (michell ve clark) yüklenme eksenine bağlı olarak kopma kuvvetinin değişimi Şekil 4' de verilmiştir. Şekil 4 incelendiğinde görüleceği gibi, hem michell hem de clark çeşidi soyada x-x ekseninde elde edilen kopma kuvveti değerleri y-y eksenine göre daha yüksektir. Michell çeşidi soyanın x-x ve y-y eksenlerindeki kopma kuvveti değerleri sırasıyla 143.4 ve 91.7 N, clark çeşidinde ise sırasıyla 119.5 ve 83.0 N olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar çeşide bağlı olarak değerlendirildiğinde ise, her iki eksen de michell çeşidi soyanın kopma kuvveti değerlerinin clark çeşidinden daha yüksek olduğu görülebilir. Varyans analizi sonuçlarına göre, her iki soya çeşidinde de yüklenme ekseninin kopma kuvvetine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P < 0,01$) bulunmuştur. Ancak aynı yüklenme eksenini için michell ve clark çeşitlerinin kopma kuvvetleri arasındaki farklılık x-x ekseninde önemli ($P < 0,05$), y-y ekseninde önemsiz bulunmuştur.

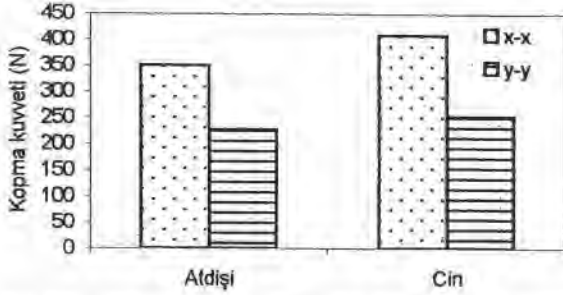
İki farklı mısır çeşidinde (at dişi ve cin mısır) yüklenme eksenine bağlı olarak kopma kuvvetinin değişimi ise Şekil 5' de verilmiştir. Şekil 5' de görüldüğü gibi, her iki mısır çeşidi için x-x ekseninde ölçülen kopma kuvveti değerleri y-y eksenine göre daha büyüktür. At dişi mısırın x-x ekseninde ölçülen kopma kuvveti 350.3 N iken, y-y ekseninde 227.3 N' dur. Cin mısırdan ise kopma kuvveti değerleri, x-x ve y-y eksenleri için sırasıyla 408.2 N ve 253.0 N olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçları da her iki mısır çeşidinde x-x ve y-y yüklenme eksenlerinde elde edilen kopma kuvvetleri arasındaki farklılığın önemli olduğunu ($P < 0,01$) göstermiştir. Ayrıca bu değerlerden anlaşılacağı gibi, hem x-x hem de y-y eksenlerinde cin mısırın kopma kuvveti değerleri at dişi mısırdan daha yüksektir. Ancak, aynı eksen de mısır çeşitlerinin kopma kuvvetleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Nemin kopma kuvvetine etkisi, soyada sadece clark çeşidi için, mısırdan ise sadece at dişi mısır çeşidi için belirlenmiş olup elde edilen sonuçlar sırasıyla Şekil 6 ve 7' de verilmiştir. Şekil 6 ve 7 incelendiğinde, her iki ürün çeşidinde de nem içeriğinin artmasıyla kopma kuvvetinin azaldığı görülebilir. Bu sonuç Zoerb ve Hall 1969, Bilanski 1966, Paulsen 1978, Kang ve ark. 1995, Braga ve ark. 1999, Henry ve ark. 2000, Aydın 2002 gibi araştırmacıların elde ettikleri sonuçlara benzerlik göstermektedir. Nem içeriği % 5.6, % 10.2 ve % 15.3 olan soya tanelerinin kopma kuvveti değerleri sırasıyla 119.5 N, 106.9 N ve 101.6 N olarak ölçülmüştür. % 4.8, % 10 ve % 16.3 nem içeriğindeki mısır tanelerinin kopma kuvveti değerleri ise sırasıyla 350.3 N, 269.7 N ve 267.1 N olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlardan anlaşılacağı gibi, mısırdan nem içeriği % 4.8' den % 10' a çıktığında kopma kuvvetindeki azalma oldukça yüksek olmuştur. Varyans analizi sonuçları ise hem soya hem de mısırdan nemin kopma kuvvetine etkisinin önemsiz olduğunu göstermiştir.

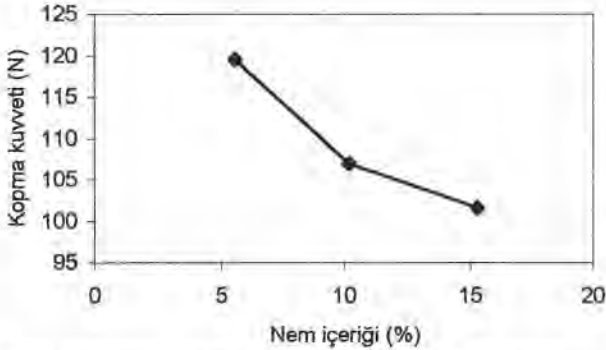
Soya ve mısırdan çeşide, yüklenme eksenine ve nem içeriğine bağlı olarak kopma kuvvetlerinin belirlendiği koşullar için kopma enerjileri de belirlenmiştir. Yüklenme eksenine bağlı olarak kopma enerjisindeki değişim soya için Şekil 8' de, mısır için Şekil 9' da verilmiştir.



Şekil 4. İki farklı soya çeşidinde yüklenme eksenine bağlı olarak kopma kuvvetinin değişimi (Nem içeriği: % 5.6)



Şekil 5. İki farklı mısır çeşidinde yüklenme eksenine bağlı olarak kopma kuvvetinin değişimi (Nem içeriği: % 4.8)



Şekil 6. Clark çeşidi soyada nem içeriğine bağlı olarak kopma kuvvetinin değişimi (Yüklenme eksen: x-x)

Şekil 8 incelendiğinde, her iki soya çeşidinde de x-x eksenindeki kopma enerjisi değerlerinin y-y eksenindeki değerlerden daha yüksek olduğu görülebilir. x-x ve y-y ekseninde ölçülen kopma enerjisi değerleri michell çeşidi soyada sırasıyla 173.6 Nmm ve 126.7 Nmm, clark çeşidi soyada ise sırasıyla 96.9 Nmm ve 61.6 Nmm'dir. Bu sonuçlardan ayrıca, michell çeşidi soyanın kopma enerjisinin clark çeşidinden daha yüksek olduğu anlaşılabilir. Varyans analizi sonuçları, her iki soya çeşidi için x-x ve y-y yüklenme eksenlerinde elde edilen kopma enerjileri arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermiştir ($P < 0,05$). Aynı yüklenme eksenine ait kopma enerjileri arasındaki farklılık ise $P < 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

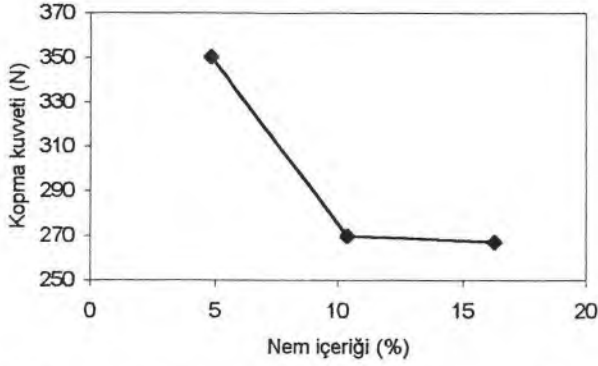
Şekil 9' da iki farklı mısır çeşidine ilişkin kopma enerjisi değerleri incelendiğinde, yine x-x ekseninde ölçülen değerlerin y-y ekseninde ölçülen değerlerden daha yüksek olduğu görülebilir. Ayrıca, hem x-x hem de y-y ekseninde at dişi mısırın kopma enerjisi değerleri cin mısırına göre daha küçük bulunmuştur. At dişi mısırın x-x ve y-y eksenlerindeki kopma enerjileri sırasıyla 415.0 Nmm ve 268.8 Nmm iken, cin mısırın sırasıyla 696.4 Nmm ve 358.0 Nmm olarak ölçülmüştür. Soyada olduğu gibi mısırdaki yüklenme ekseninin kopma enerjisine etkisi önemli bulunmuştur ($P < 0,01$). Aynı yüklenme ekseninde çeşitler arasındaki farklılık ise x-x eksenine için $P < 0,01$, y-y eksenine için $P < 0,05$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Soya ve mısırdaki nem içeriğine bağlı olarak kopma enerjisinin değişimi sırasıyla Şekil 10 ve 11' de verilmiştir. Bu şekillerden anlaşılacağı gibi, nem içeriğindeki artışa bağlı olarak hem soya hem de mısır tanelerinin kopma enerjileri artmaktadır. Zoerb ve Hall 1960, Mohsenin 1970, Oloso ve Clarke 1993, Güner ve ark. 1999 gibi araştırmacılar da nem içeriğindeki artışın kopma enerjisini artırdığını belirtmişlerdir. Clark çeşidi soyada % 5.6, % 10.2 ve % 15.3 nem içeriklerinde ölçülen kopma enerjileri sırasıyla 96.6 Nmm, 115.5 Nmm ve 121.7 Nmm'dir. At dişi mısırdaki % 4.8, % 10.0 ve % 16.3 nem seviyelerindeki kopma enerjileri ise sırasıyla 415.0 Nmm, 470.4 Nmm ve 528.7 Nmm olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçları, hem soya hem de mısırdaki nemin kopma enerjisine etkisinin önemsiz olduğunu göstermiştir.

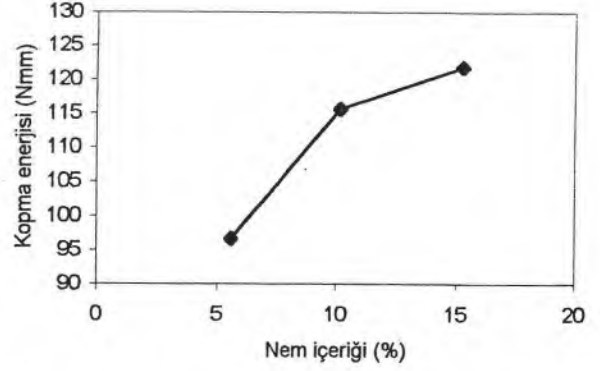
Sonuç

İki farklı soya (michell ve clark) ve iki farklı mısır (at dişi ve cin) çeşidinin iki paralel plaka arasında sıkıştırılmasıyla elde edilen araştırma sonuçları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

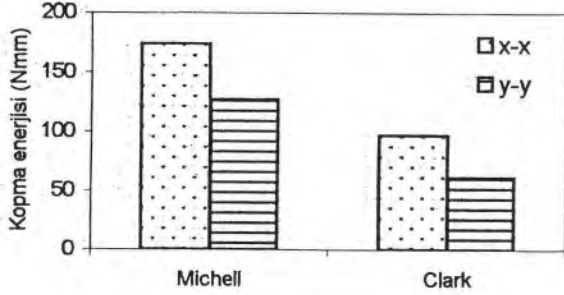
1. Aynı nemde, soya ve mısır çeşitlerinin x-x yüklenme eksenindeki kopma kuvveti değerleri y-y eksenine göre daha yüksek bulunmuştur.
2. Aynı ekseninde, en büyük kopma kuvvetleri michell çeşidi soya ve cin mısır çeşitlerinde elde edilmiştir.
3. Hem soya hem de mısırdaki nem arttıkça kopma kuvveti azalmıştır.
4. Kopma kuvvetinde olduğu gibi, ele alınan ürünlerin x-x yüklenme eksenindeki kopma enerjileri y-y eksenine göre daha yüksek bulunmuştur.
5. Aynı ekseninde, michell çeşidi soyanın kopma enerjisi clark çeşidinden, cin mısır çeşidinin kopma enerjisi ise at dişi mısır çeşidinden daha yüksek bulunmuştur.
6. Soya ve mısırdaki nem içeriği arttıkça kopma enerjileri artmıştır.
7. Varyans analizi sonuçları; gerek soya gerekse mısır çeşitlerinde, yüklenme ekseninin kopma kuvveti ve kopma enerjisine etkisinin önemli olduğunu göstermiştir.



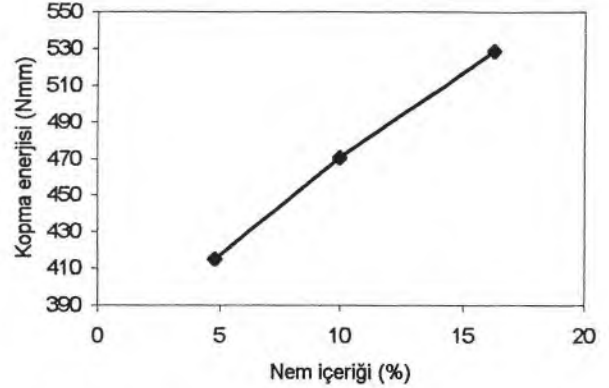
Şekil 7. At dişi mısırdaki nem içeriğine bağlı olarak kopma kuvvetinin değişimi (Yüklenme eksen: x-x)



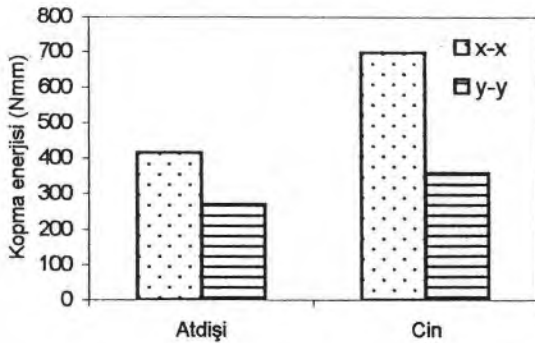
Şekil 10. Clark çeşidi soyada nem içeriğine bağlı olarak kopma enerjisinin değişimi (Yüklenme eksen: x-x)



Şekil 8. İki farklı soya çeşidinde yüklenme eksenine bağlı olarak kopma enerjisinin değişimi (Nem içeriği: % 5.6)



Şekil 11. At dişi mısır çeşidinde nem içeriğine bağlı olarak kopma enerjisinin değişimi (Yüklenme eksen: x-x)



Şekil 9. İki farklı mısır çeşidinde yüklenme eksenine bağlı olarak kopma enerjisinin değişimi (Nem içeriği: % 4.8)

Aynı yüklenme ekseninde, soya ve mısır çeşitlerine ait kopma kuvvetleri ve kopma enerjileri arasındaki farklılık da önemli bulunmuştur. Ancak denenen ürünlerde nemin kopma kuvvetine ve kopma enerjisine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Kaynaklar

- Alayunt, F. N. 2000. Biyolojik Malzeme Bilgisi. Ege Üniv. Zir. Fak. Yayınları, No: 541, Bornova, İzmir.
- Aydın, C. 2002. Physical properties of hazel nuts. Biosystems Engineering, 82 (3) 297-303.
- Bargale, P.C., J. Irudiyaraj and B. Marquis, 1995. Studies on rheological behaviour of canola and wheat. J. of Agric. Eng. Res., 61, 267-274.

- Bilanski, W. K. 1966. Damage resistance of seed grains. Transactions of the ASAE, 9 (3), 360-363.
- Braga, G. C., S. M. Couto, T. Hora and J. T. P. A. Neto, 1999. Mechanical behaviour of macadamia nut under compression loading. J.of Agric. Eng. Res., 72, 239-245.
- Dursun, İ. G. 1997. Bazı ürünlerin nokta yükü altındaki kabuk kırılma dirençlerinin belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, s. 950-957, Tokat.
- Gunasekaran, S. and M. R. Paulsen, 1985. Breakage resistance of corn as a function of drying rates. Transactions of the ASAE, 28 (6) 2071-2076.
- Güner, M., M. Vatandaş ve E. Dursun, 1999. Bazı kayısı çeşitlerinde çekirdek kırılma karakteristiklerinin belirlenmesi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi, 5 (1) 95-103.
- Kang, Y. S., C. K. Spillman, J. L. Steele and D. S Chung, 1995. Mechanical properties of wheat. Transactions of the ASAE, 38 (2) 573-578.
- Konak, M., K. Çarman ve C. Aydın, 2002. Physical properties of chick pea 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.
- Oloso, A. O. and B. Clarke, 1993. Some aspects of strength properties of cashew nuts. J. of Agric. Eng. Res., 55, 27-43.
- Paulsen, M.R. 1978. Fracture resistance of soybeans to compressive loading. Transactions of the ASAE, 21 (6) 1210-1216.
- Sağlam, R. ve S. Dikilitaş, 1998. Kayısı çekirdeğinin fizikomekanik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 18. Ulusal Kongresi, 721-730, Tekirdağ.
- Henry, Z. A., B. Su and H. Zhang, 2000. Resistance of soya beans to compression. J.of Agric. Eng. Res., 76, 175-181.
- Zoerb, G. C. and C. W. Hall, 1960. Some mechanical and rheological properties of grains. J.of Agric. Eng. Res., 5, 83-93.

İletişim adresi:

Ergin DURSUN

Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü-Ankara

Tel: 0 312 317 05 50/1663

E-Mail: edursun@agri.ankara.edu.tr