

Nohutun Değişik Çeşit ve Nem Özelliklerine Göre Kırılma Karakteristiklerinin Belirlenmesi

Mustafa VATANDAŞ¹

Recai GÜRHAN¹

Mustafa ÇETİN¹

Geliş Tarihi: 03.10.2001

Özet: Bu çalışmada beş farklı nohut çeşidinin sıkıştırma yükü altındaki mekanik davranışı belirlenmiştir. Deneyler dört değişik nem seviyesi, üç farklı deformasyon hızı ve iki farklı yükleme ekseninde yapılmıştır. Deney sonuçları nem içeriğindeki artışın kırılma kuvvetini azaltırken deformasyon enerjisini artırdığını göstermiştir. Bunun yanında, deformasyon hızı arttıkça kırılma kuvveti artmakta; deformasyon enerjisi ise azalmaktadır.

Anahtar Kelimeler: nohut, kırılma kuvveti, deformasyon enerjisi

Determination of Cracking Characteristics of Chickpea According to Different Varieties and Moisture Levels

Abstract: In this study, mechanical behaviour of five various chickpea varieties was determined under compression load. Tests were made for four moisture level, three deformation speeds and two loading axis. Experimental results showed that, moisture level decreases rupture force but increases deformation energy, However, deformation speed increases rupture force but decreases deformation energy.

Key Words : chickpea, rupture force, deformation energy

Giriş

Statik yada dinamik yük altında bulunan biyolojik materyaller, yapısal özelliklerine bağlı olarak tipik bazı davranışlar göstermektedirler. Bunlar akma yada kopma şeklinde ortaya çıkmaktadır. Uygulanan basma kuvveti biyolojik materyalin kılınmasına, çekme kuvveti ise uzamasına neden olmaktadır. Şekil 1'de görülen kuvvet-deformasyon eğrisi yardımıyla materyalin elastikiyet modülü, biyolojik akma sınırı, kopma noktası ve bu noktalara kadar oluşan kuvvet-deformasyon ve enerji değerleri belirlenebilmektedir.

Biyolojik akma noktası eğri üzerinde deformasyonda bir artışın, kuvvette ise bir azalışın olduğu yada değişiminin olmadığı bir noktadır. Kopma noktası ise yük altındaki materyalin kırıldığı, çatladığı veya bozulmanın olduğu noktadır. Bu noktadan sonra kuvvette hızlı bir azalma görülmektedir (Alayunt 2000, Gunasekaran and Paulsen 1985).

Tane materyalin fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesinde sıkıştırma yükü altındaki davranışı özel bir önem taşımaktadır. Bu yolla kuvvet-deformasyon karakteristiğinin yanında, kırılma enerjisi de hesaplanabilmektedir. Elde edilen bu büyüklükler ekim, hasat ve hasat sonrasına ilişkin makine prosesleri yönünden temel tasarım parametrelerini oluşturmaktadır.

Oloso ve Clarke (1993), çalışmalarında Mahun cevizinin (cashew nuts) dayanım karakteristiklerini belirlemişlerdir. Sıkıştırma denemelerini farklı nem içeriği

ve farklı yükleme yönlerinde gerçekleştirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre en yüksek kırılma enerjisi %15 nem içeriğinde gerçekleşirken, en düşük enerji ise %7,3 nem içeriğinde oluşmuştur. Diğer yandan en yüksek kırılma kuvveti %7,3, en düşük kırılma kuvveti %13,4'lük nem içeriğinde ortaya çıkmıştır.

Paulsen (1978), araştırmasında soyanın sıkıştırma yükü altındaki kırılma direncini belirlemiştir. Bu amaçla %8, 11, 14 ve 17 nem içeriğindeki farklı çeşitleri, değişik deformasyon hızlarında yüklemiştir. Araştırmacı soyada nem içeriğinin %8 den %17'ye çıkmasıyla kabuğun kırılmaya başlaması için gerekli olan kuvvetin azaldığını belirtmiştir. Diğer yandan kırılma için gerekli enerjinin %11-14'lük nem aralığında maksimum olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca kabuğun kırılmasında düşey hilum konumunda yüklenen tanelerin, yatay konumda yüklenenlerden daha az enerjiye gereksinimlerinin olduğunu belirtmiştir.

Waananen ve Okos (1988) araştırmalarında mısır tanelerinin kırılma karakteristiklerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar tanenin nem içeriğinin artışıyla kırılma gerilmesinin azaldığını, kırılma uzamasının ise arttığını belirtmişlerdir.

Zoerb ve Hall (1960), çalışmalarında, bezelye, mısır ve buğday tanelerinin temel mekanik ve reolojik özelliklerini üç farklı deformasyon hızında ve çeşitli nem içeriklerinde ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar tanenin dayanım özelliklerini arttıran en önemli faktörün nem içeriği

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



Şekil 1. Biyolojik materyalde kuvvet-deformasyon eğrisi (Alayunt 2000)

olduğunu belirterek, nem içeriğindeki artışın sıkıştırma dayanımı, elastikiyet modülü, maksimum sıkıştırma gerilmesini ve kesme gerilmesini azalttığını belirtmişlerdir. Enerji gereksinimlerinin ise nem içeriğindeki artışla birlikte yükselme gösterdiğini bildirmişlerdir. Elastiklik sınırına kadar maksimum deformasyon kuvvetinin ve maksimum dayanımın, nem içeriğinin artışı ile azaldığını vurgulamışlardır.

Bu çalışmada; Türkiye tarımında yemeklik tane baklagiller içinde ekim alanı bakımından 1999 verilerine göre (Anonim 2001) %40'lık gibi önemli bir paya sahip olan nohutun ekiminden tüketimine kadarki süreç içerisinde karşılaşılabileceği fiziksel etkiler karşısındaki mekanik davranışının ortaya konulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada, Türkiye de yetiştirilen beş farklı nohut çeşidi kullanılmıştır. Denemeler dört değişik nem, üç farklı deformasyon hızı ve iki farklı eksende tanelerin paralel plakalar arasında sıkıştırılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Çizelge 1'de çeşitlerin bazı özellikleri Şekil 2 'de ise materyal sıkıştırma eksenleri, verilmiştir.

Denemelerde kullanılan nohut taneleri %4-5 doğal nem oranında temin edilmiş, bunların bir kısmı fırında kurularak %0 nem değerine indirilmiştir. Diğer taneler ise higroskopik olarak %5, 10 ve 15'lik nem değerlerine koşullandırılarak denemelerden önce minimum 48 saat süresince nem dengelenmesi için süre tanınmıştır. Nem değerleri 24 saat süreyle 105 °C' de örneklerin kurutulmasıyla belirlenmiştir (Paulsen 1978). Denemeye alınan nohut örneklerinde çatlak veya kırık gibi fiziksel kusurlar olmamasına dikkat edilmiştir. Deneyler her nem düzeyi, deformasyon hızı, yükleme eksen ve çeşit için 5 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Deformasyon hızı değerleri 1,35 , 4,69 , 7,50 cm/min olarak alınmıştır. Tanelerin yüklenmesi x-x ve y-y eksenlerinde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla biri sabit diğeri hareketli iki paralel plaka kullanılmıştır. Deneme düzeninin şematik görünümü Şekil 3' de verilmiştir.

Denemeler sırasında plakalar arasındaki tanelere uygulanan kuvvet bir yazıcı kullanılarak kuvvet-zaman eğrisi olarak elde edilmiş daha sonra bu eğriler kuvvet-deformasyon eğrisine dönüştürülmüştür. Elde edilen bu eğriler altında kalan alan elektronik bir planimetre kullanılarak okunmuş ve enerji değerleri belirlenmiştir.

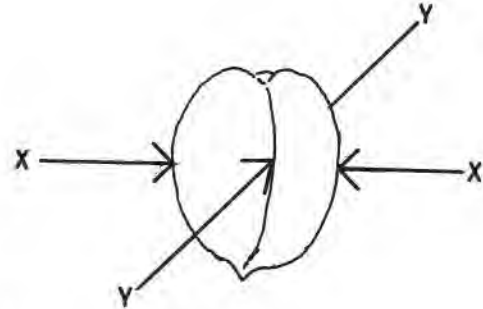
Bulgular ve Tartışma

Nohut tanesine ilişkin tipik kırılma eğrileri Şekil 4' de görülmektedir. Eğri, Akçın-91 çeşidinde 1,35 cm/min deformasyon hızında y-y konumunda elde edilmiştir. Grafikte düşey eksen bölüntüleri 9,06 N' luk kuvveti, yatay eksen bölüntüleri ise 0,48 mm 'lik deformasyonu veya 2,1 s' lik zamanı göstermektedir.

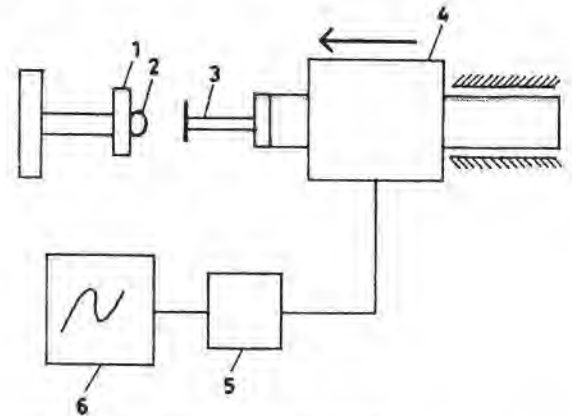
Çeşitlerin ortalaması alınarak düzenlenmiş maksimum kuvvet-nem içeriği grafikleri x-x ve y-y eksenlerine göre Şekil 5 ve 6 'da verilmiştir.

Çizelge 1. Nohut çeşitlerinin bazı özellikleri

Çeşit	Ortalama boyutlar (mm)			Fırın kuru durumda 1000 tane ağırlığı (gr)
	Kalınlık	Genişlik	Uzunluk	
Er-99	7,5	8,1	10,1	397,0
Akçın-91	7,4	7,4	9,4	332,4
Küsmen	7,8	7,7	10,7	376,2
Gökçe	7,6	7,4	10,2	369,2
Uzunlu-99	7,8	7,6	10,3	454,8



Şekil 2. Materyal sıkıştırma eksenleri

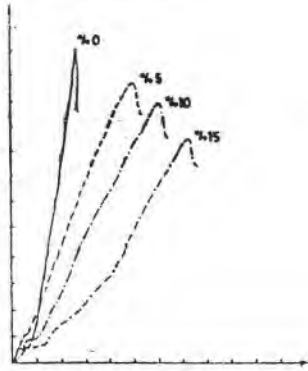


Şekil 3. Deneme düzeninin şematik görünümü (1.Sabit tutucu,2.Nohut, 3.Hareketli sıkıştırma plakası, 4.Dinamometre 5. Amplifikatör, 6.X-Y yazıcı)

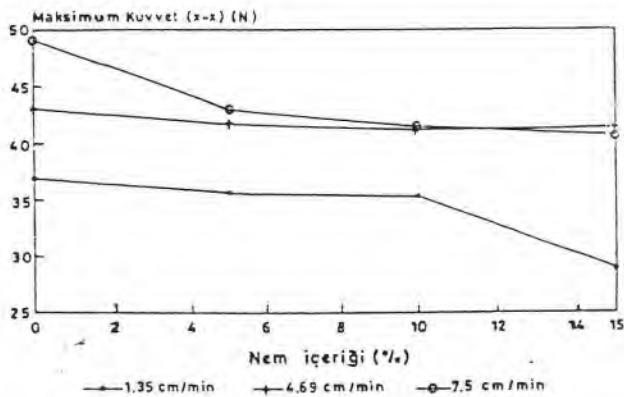
Şekillerin incelenmesinden de görüleceği gibi her iki ekseninde de nem içeriği arttıkça kırılmayı başlatan kuvvet değeri genel bir azalma göstermektedir. Bu değer y-y ekseninde, x-x eksenine göre tüm deformasyon hızlarında daha yüksek olarak elde edilmektedir.

Aynı deformasyon hızında (1,35 cm/min) çeşitlere göre nem içeriğine bağlı olarak elde edilen maksimum kuvvet değerlerinin değişimi ise Şekil 7 ve 8'de görülmektedir. Burada da tüm çeşitlerde nem içeriğinin artışıyla her iki ekseninde de maksimum kuvvette genel bir azalış eğilimi belirlenmiştir. Ayrıca Gökçe ve Er-99 çeşitlerinin diğerlerine göre daha büyük kırılma direnci gösterdiği izlenebilmektedir.

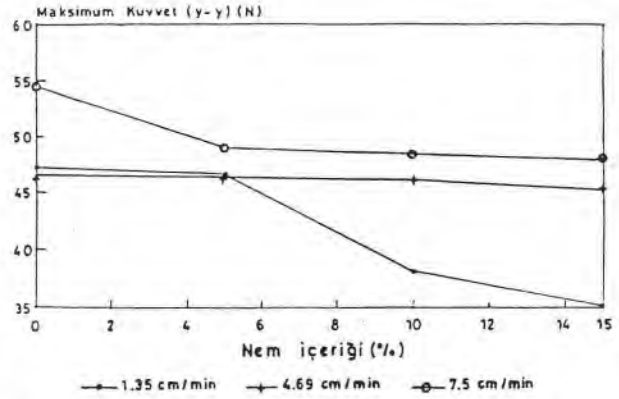
Aynı nem içeriğinde (%10) tüm çeşitlerin deformasyon hızına bağlı maksimum kırılma kuvveti gereksinimleri ise Şekil 9 ve 10'da görülmektedir. Her iki konumda da deformasyon hızı arttıkça kırılma kuvveti gereksiniminin genel bir artış eğilimi gösterdiği izlenmektedir. Diğer yandan Gökçe çeşidinin tüm deformasyon hızlarında en yüksek kırılma direnci gösterdiği belirlenmiştir.



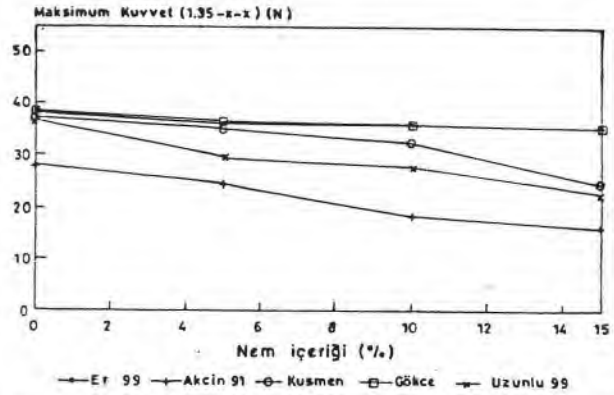
Şekil 4. Kırılma eğrileri



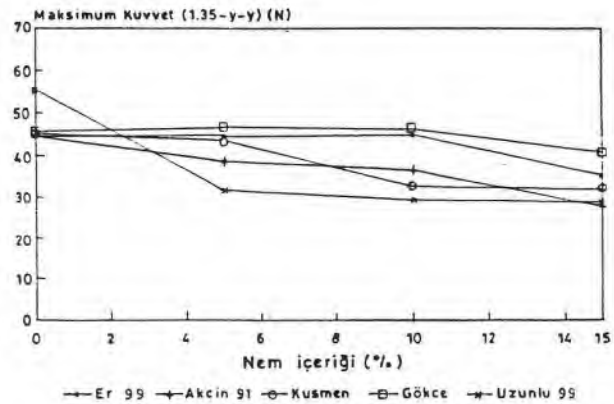
Şekil 5. Çeşitler ortalamasına göre x-x ekseninde maksimum kuvvet-nem içeriğinin deformasyon hızlarına göre değişimi



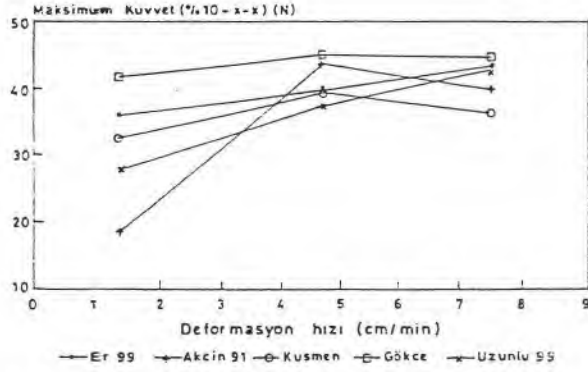
Şekil 6. Çeşitler ortalamasına göre y-y ekseninde maksimum kuvvet-nem içeriğinin deformasyon hızlarına göre değişimi



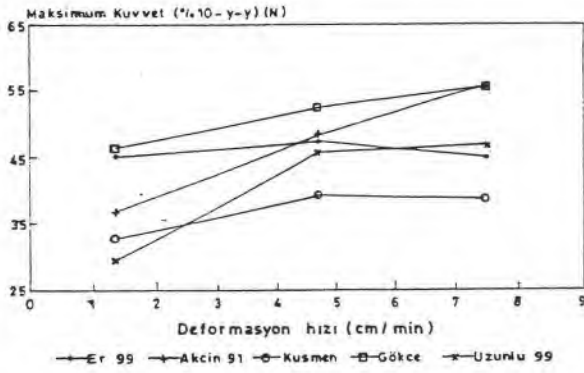
Şekil 7. 1,35 cm/min'lik deformasyon hızında x-x ekseninde çeşitlere göre nem içeriğine bağlı olarak maksimum kuvvet değerlerinin değişimi



Şekil 8. 1,35 cm/min'lik deformasyon hızında y-y ekseninde çeşitlere göre nem içeriğine bağlı olarak maksimum kuvvet değerlerinin değişimi



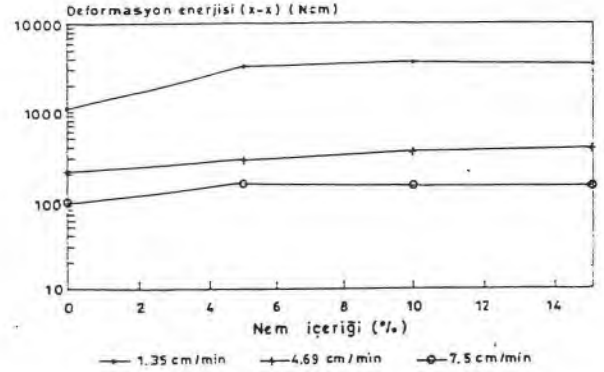
Şekil 9. %10 nem içeriğinde x-x ekseninde deformasyon hızına bağlı maksimum kuvvet değerlerinin değişimi



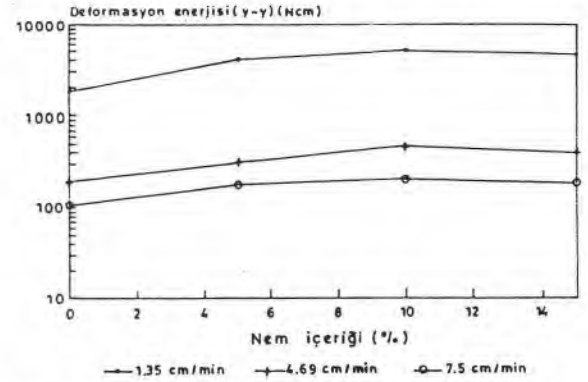
Şekil 10. %10 nem içeriğinde y-y ekseninde deformasyon hızına bağlı maksimum kuvvet değerlerinin değişimi

Deformasyon enerjisi için elde edilen bulguların grafik olarak gösterimleri çeşitler ortalamasına göre Şekil 11 ve 12' de verilmiştir. Bu şekillerin incelenmesiyle nem içeriği artışının deformasyon enerjisinde logaritmik bir artışa yol açtığı görülmektedir. Aynı zamanda deformasyon hızındaki artışın deformasyon enerjisinde genel bir artışa neden olduğu da izlenebilmektedir. Bu artış %10 düzeyine kadar daha belirgin olmakta, bu nem düzeyinin üzerinde ise daha yatay bir seyir göstermektedir.

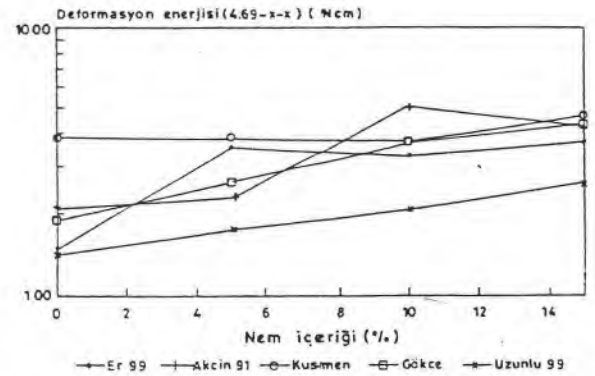
Aynı deformasyon hızında (4,69 cm/min) çeşitlere göre nem içeriğine bağlı olarak elde edilen deformasyon enerjisi değerlerinin değişimi Şekil 13 ve 14'de görülmektedir. Şekillerde nem içeriği artışının deformasyon enerjisinde genel bir artışa neden olduğu izlenebilmektedir. Özellikle %10 nem içeriğinde bu artışın en büyük değerine ulaştığı ve bunun da Akçin-91 çeşidinde elde edildiği görülebilmektedir.



Şekil 11. Çeşitler ortalamasına göre x-x ekseninde nem içeriğine bağlı olarak deformasyon enerjisi değerlerinin değişimi

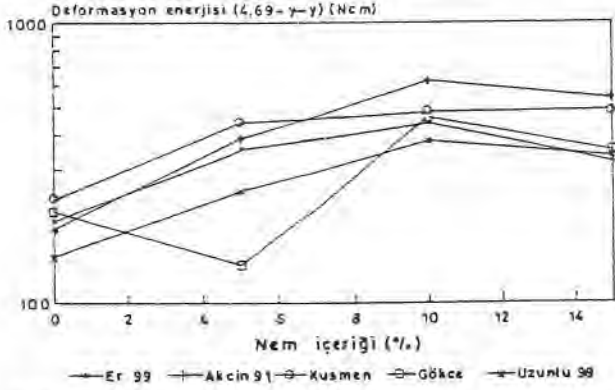


Şekil 12. Çeşitler ortalamasına göre y-y ekseninde nem içeriğine bağlı olarak deformasyon enerjisi değerlerinin değişimi

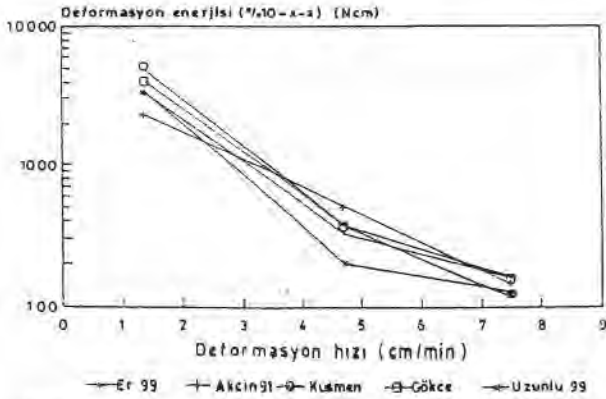


Şekil 13. 4,69 cm/min deformasyon hızında nem içeriğine bağlı olarak x-x ekseninde deformasyon enerjisi değerlerinin değişimi

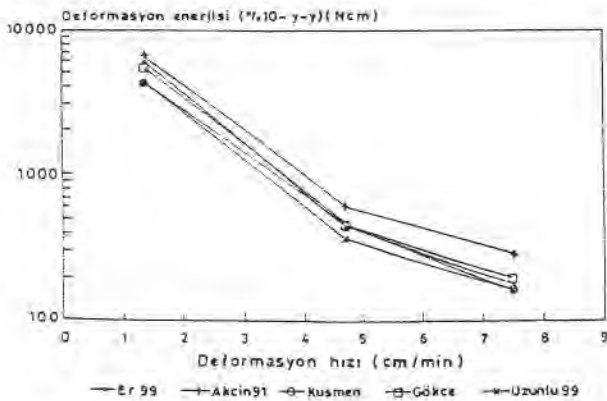
Aynı nem içeriğinde (%10) çeşitlere göre deformasyon hızına bağlı deformasyon enerjisi değişimleri ise Şekil 15 ve 16'de görülebilmektedir. Bu şekillerde de deformasyon hızıyla deformasyon enerjisi arasında logaritmik olarak azalan bir ilişki belirlenmiştir.



Şekil 14. 4,69 cm/min deformasyon hızında nem içeriğine bağlı olarak y-y ekseninde deformasyon enerjisi değerlerinin değişimi



Şekil 15. %10 nem içeriğinde x-x ekseninde deformasyon hızına bağlı deformasyon enerjisi değerlerinin değişimi



Şekil 16. %10 nem içeriğinde y-y ekseninde deformasyon hızına bağlı deformasyon enerjisi değerlerinin değişimi

Sonuç

Tüm verilerin istatistiksel değerlendirilmesi sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Nohut çeşitlerinde nem ve hız faktörleri arasında maksimum kuvvet yönünden varyans analizi yapıldığında, en yüksek değer Er-99 çeşidi için %5'lik nem içeriğinde, Akçin-91 çeşidi için tam kuruda, Küşmen çeşidinde tam kuru ve %5'lik nem seviyesinde, Uzunlu çeşidinde tam kuru nem düzeyinde elde edilmiştir. Gökçe çeşidinde ise tüm nem içeriklerinde maksimum kuvvet yönünden farkın önemli olmadığı sonucuna varılmıştır.

2. Maksimum kuvvet için nohut çeşitlerinde deformasyon hızlarına göre yapılan değerlendirmede ise Er-99 için 7,50 cm/min, Küşmen için 4,69 ve 7,50 cm/min de en büyük değerler elde edilmiştir. Ancak bu iki hız değeri arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Gökçe çeşidi için en büyük kuvvet gereksinimi 4,69 cm/min ile 7,50 cm/min değerlerinde elde edilirken benzer durum Akçin-91 çeşidi içinde gözlenmiştir. Uzunlu-99 çeşidinde ise en büyük değer 7,50 cm/min' de elde edilmiştir.

3. Maksimum kuvvet için nem ve deformasyon hızı etkileşiminde en yüksek kuvvet değerinin tam kuruda 7,50 cm/min' lik deformasyon hızında elde edilirken, %5, %10 ve %15 nem seviyelerinde ise en yüksek kuvvet değerinin 4,69 cm/min ve 7,50 cm/min' lik ilerleme hızında elde edilmiştir.

4. Maksimum kuvvet için çeşit ve yükleme eksen yönünden yapılan analizlerde tüm çeşitler için Y-Y eksenindeki yüklemelerde herhangi bir fark bulunmamıştır.

5. Yapılan varyans analizi sonucunda, deformasyon enerjisi üzerinde nem içeriği ve deformasyon hızı parametrelerinin etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Buna bağlı olarak yapılan Duncan testi sonucunda ise, her nem seviyesinde 1,35 cm/min' lik deformasyon hızı değerinin en yüksek deformasyon enerjisi gereksinimine ihtiyaç duyduğu belirlenmiştir.

6. Nohut çeşitleri nem içeriği ve yükleme eksenlerine göre varyans analizine tabi tutulduğunda her iki parametre yönünden de farklılıkların önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0,01$). Duncan testi sonuçları ise Y-Y ekseninde Küşmen ve Uzunlu-99 çeşitlerinin deformasyon hızı parametrelerine bağlı olarak aralarındaki farkın önemli olduğunu göstermiştir. X-X yükleme ekseninde ise Gökçe ve Akçin-91 nohut çeşitlerinin en yüksek deformasyon enerjisine gereksinim duydukları görülmüştür.

7. Yükleme eksenleriyle deformasyon hızları arasındaki etkileşim tüm çeşitlerde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ancak X-X yükleme ekseninde 1,35 cm/min' lik deformasyon hızı seviyesinde en yüksek deformasyon enerjisi elde edilmiştir. Aynı durumun Y-Y yükleme ekseninde geçerli olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

- Anonim, 2001. Tarım İstatistikleri Özeti, 1980-1999. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Alayunt, F. N. 2000. Biyolojik Malzeme Bilgisi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No:541, İzmir.
- Gunasekaran, S. and M. R. Paulsen, 1985. Breakage resistance of corn as a function of drying rates. Transaction of the ASAE, 28 (6) 2071-2076.
- Paulsen, M. R. 1978. Fracture resistance of soyabeans to compressive loading. Transaction of the ASAE, 21 (6) 1210-1216.
- Oloso, A. O. and B. Clarke, 1993. Some aspects of strength properties of cashew nuts. J. of Agric. Eng. Res., 55, 27-43.
- Zoerb, G. C. and C. W. Hall, 1960. Some mechanical and rheological properties of grains. J. of Agric. Eng. Res., 55, 27-43.
- Waananen, K. M. and M. R., Olcos, 1988. Failure properties of yellow-dent corn kernels. Transaction of the ASAE, 31 (6) 1816-1827.