



Glutopik Analizinin Aynı Kategoride Yer Alan Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin (*Triticum aestivum* L.) Sınıflandırma ve Değerlendirmesinde Kullanılabilirliğinin Belirlenmesi

Gökhan Çeliker¹, Halef Dizlek^{2*}

¹ Diyarbakır Ticaret Borsası, Diyarbakır, Türkiye (ORCID: 0000-0002-0165-8619), mrgkan@gmail.com

² Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Osmaniye, Türkiye (ORCID: 0000-0001-5873-5462), hdizlek@osmaniye.edu.tr

(İlk Geliş Tarihi 2 Eylül 2020 ve Kabul Tarihi 25 Ekim 2020)

(DOI: 10.31590/ejosat.796345)

ATIF/REFERENCE: Çeliker, G. & Dizlek, H. (2020). Glutopik Analizinin Aynı Kategoride Yer Alan Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin (*Triticum aestivum* L.) Sınıflandırma ve Değerlendirmesinde Kullanılabilirliğinin Belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (20), 409-424.

Öz

Çalışmada TS 2974 Buğday standardına göre aynı kategoride yer alan ekmeklik buğday çeşitlerinin (*Triticum aestivum* L.) Farinograf ve Ekstensograf özelliklerinin belirlenerek TMO hububat alım kriterleriyle uyumluluğunun incelenmesi ve Glutopik analizinin bu sınıflandırma ve değerlendirme çerçevesinde kullanılabilirliğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Sunulan çalışma iki kısımdan oluşmaktadır: Birinci kısımda; temel teknolojik ve reolojik özellikleri saptanan 6 farklı buğday örneğinde tavlı, tavsız ve tam buğday unu şeklinde üç farklı öğütme tekniği uygulanmış olup örneklere glutopik analizi ayrıca uygulanmıştır. İkinci kısımda ise, TS 2974 buğday standardına göre sınıflandırılan 36 farklı buğday çeşidiyle analizler gerçekleştirilmiştir. Glutopik cihazının düşük numune miktarı ihtiyacı, kısa analiz süresi ve gluten yapısı hakkında bilgi vermesi avantajlı yönlerini oluştururken, elde edilen verilerin değişkenliğinin çok olması ve araştırma devam ederken üretici firmanın cihazla ilgili yazılımı güncellemesi Glutopik üzerinde daha fazla çalışma yapılmasına gereksinim olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte maksimum tork değeri yüksek olan buğday unlarının su absorpsiyonlarının yüksek olduğu, A(0-5) arası alan ve mesafenin büyümesine koşut olarak hamurun direnç ve uzama yeteneğinin arttığı, elastikiyetinin geliştiği belirlenmiştir. Birinci kısımda Glutopik parametreleri ile Ekstensograf uzama kabiliyeti arasında daha fazla ilişki kurulmuşken, ikinci kısımda Glutopik parametreleri ile daha çok Ekstensograf enerji değeri arasında ilişki kurulmuştur. Farinograf su absorpsiyon değeri ile maksimum tork arasında (her iki kısım çalışmada da aynı düzeyde) pozitif yönde ilişki olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Ekmeklik buğday, TS 2974 Buğday standardı, Tasnif, Glutopik.

Determination of the Usability of Glutopik Analysis on Classification and Evaluation of Bread Wheat Varieties (*Triticum aestivum* L.) in the Same Category

Abstract

In this study, firstly Farinograph and Extensograph properties of bread wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) in the same category according to the TS 2974 Wheat standard were determined. Then it is aimed to determine the examination of compliance with the Soil Products Office's grain purchase criteria and the availability of Glutopik analysis within the frame of classification and evaluation. The presented study consists of two parts: In the first part; three different grinding techniques in the form of tempered, no tempered and whole wheat flour were applied to 6 different wheat samples whose basic technological and rheological properties were determined, and glutopik analysis was also applied to the samples. In the second part, 36 different wheat varieties classified according to the TS 2974 wheat standard were analyzed. While the requirement of low amount of sample, short analysis time and giving information about gluten structure are creating the advantageous aspects of Glutopik device; the large variability of obtained data and when the research continues producing company's updating the software about device have suggested the necessity for further work needed to be done with the Glutopik device. In addition to this, it is determined that the water absorption of wheat flour

* Sorumlu Yazar: hdizlek@osmaniye.edu.tr

is high whose maximum torque value is high, the dough's resistance and extensibility increased and elasticity improved in parallel with A(0-5) area and distance's increasing. In the first part, a more correlation was established between Glutopeak parameters and Extensograph extensibility, while in the second part, a correlation was established between Glutopeak parameters and Extensograph energy value. It has been observed that there is a positive correlation between the Farinograph water absorption value and the maximum torque (at the same level in both parts study).

Keywords: Bread wheat, TS 2974 Wheat standard, Classification, Glutopeak.

1. Giriş

Buğdaylar, Türkiye'de TS 2974 (TSE, 2018) Buğday standardı çerçevesinde hazırlanan TMO Alım bareminde belirlenen kriterler doğrultusunda, yetkili sınıflandırıcı laboratuvarlar tarafından sınıflandırılmaktadır. Ancak aynı grup ve sınıfta yer alması nedeniyle aynı depoda sınıflandırılan bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin piyasada farklı fiyatlar üzerinden alınıp-satıldığı görülmektedir. Piyasada farklı fiyatlardan alınıp satılan ekmeklik buğday çeşitlerinin lisanslı depolarda aynı sınıfta depolanması ve depolanan ürünün piyasa fiyatının daha düşük gerçekleşmesi, ürünlerin lisanslı depoya götürülmemesi riskini doğurmaktadır. Bu durum; depolamada reolojik değerler açısından yüksek kaliteli buğday çeşitlerinin diğer kalite bandındaki çeşitler ile karışmasına ve orta seviyede bir kalite sınıfının ortaya çıkmasına, ekmeklik buğday piyasasında yüksek kalitedeki buğday arzının düşmesine, bu nedenle iç piyasada kaliteli buğday piyasa fiyatlarının yükselmesine ve buğday ithalatının artmasına sebep olmaktadır (Dizlek ve Çeliker, 2017; Çeliker ve Dizlek, 2020).

Türkiye, özelde durum buğdayı (*Tr. durum*) genelde ise buğday üretiminde bölgesel olarak önemli bir aktördür. Ekmeklik buğdayda kalite kriterlerinin genel itibari ile %10-14 nem miktarına sahip, yabancı madde içeriği az, hektolitreye ağırlığı yüksek, homojen (irilik bakımından yeknesak) yapıda, ait olduğu tür ve çeşidin karakteristik özelliklerini taşıyan, yüksek un verimine sahip, protein ve gluten miktarı ile gluten kalitesi yüksek ve yeterli enzim etkinlik düzeyine sahip olması istenir (Posner ve Hibbs, 1997; Dizlek ve Özer, 2016).

Protein ve gluten miktarı, gluten indeksi, sedimantasyon değerleri, düşme sayısı ve fiziksel analizler buğday kalite değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmakla birlikte, kalite hakkında sınırlı bilgilere ulaşılmakta ve bazı analizlerin tekrarlanabilirliği düşük ölçekte gerçekleşmektedir (Chandi ve Seetharaman, 2012). Hamurun reolojik özelliklerini belirleyen analizler (Farinograf, Ekstensograf, Alveograf, Miksograf vb.) daha kapsamlı bilgiler sağlayan, tekrarlanabilirliği yüksek testlerdir (Lukow ve ark., 1989). Ancak analiz sürelerinin uzun olması ve fazla miktarda numuneye ihtiyaç duyulması, bu reolojik analizlerin kullanılmasını kısıtlamaktadır (Chandi ve Seetharaman, 2012; Karaduman ve ark., 2015). Bu nedenle gluten kalitesinin tahmin edilebilmesi için, kısa süreli ve az numune ile çalışma yapılabilen yeni tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır. Buna yönelik yapılan araştırmalar sonucunda, Glutopik cihazı ile hızlı bir şekilde buğday kalitesi hakkında bilgi edinildiği ifade edilmiştir (Anonymus, 2018; Karaduman ve ark., 2019; Zawieja ve ark., 2020). Bu cihazın temel prensibi; belirli oranlardaki un-su karışımına uygulanan farklı yoğurma kuvveti (0-3000 d⁻¹ arası) ve bu kuvvete karşı oluşan tepkinin ve sürenin ölçülmesi, yani ilkin gluten ve gluten ağı oluşumu ve devam eden hızlı yoğurma ile oluşan ağı parçalanması ilkesine dayanmaktadır. Bu analizin temel çıktıları; maksimum noktaya ulaşmak için geçen süre, pik yüksekliği ve takip eden pikteki azalışın ölçülmesi olup, oldukça kısa süre içerisinde (buğday

çeşidine göre değişmekle birlikte genel itibari ile 1-4 d arasında) ölçüm yapılabilir (Karaduman ve ark., 2015).

Buğday unu sektöründe nispeten yeni bir ekipman olan Glutopik cihazı ile son yıllarda bazı çalışmalar yapılmıştır (Melnyk, 2011; Chandi ve Seetharaman, 2012; Brunnbauer ve ark., 2012; Marti ve ark., 2014 ve 2015; Karaduman ve ark., 2015 ve 2019; Sissons, 2016; Wang ve ark., 2017 ve 2018; Şanal ve ark., 2018; Malegori ve ark., 2018; Zawieja ve ark., 2020; Şahin ve ark., 2020). Genel olarak söz konusu araştırmalarda, buğday kalitesinin değerlendirilmesinde Glutopik parametrelerinin kullanılabilirliği araştırılmıştır. Daha önce bir örneğine rastlamadığımız bu çalışmada, diğer vasıfları aynı hale getirilerek sadece protein miktarına göre sınıflandırılan ve temel reolojik özellikleri ortaya konulan muhtelif ekmeklik buğday çeşitlerinin (*Triticum aestivum* L.), Glutopik analizleri yapılarak buğday sınıflandırmasında Glutopik cihazının kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Protein miktarının sınıflandırmadaki etkisini belirleyerek ortaya koymak amacıyla araştırmada kullanılan buğday örnekleri, öncelikle TS 2974 (TSE, 2018) doğrultusunda hazırlanan 2017-2018 Dönemi Hububat Alım Baremine göre, protein dışındaki diğer parametreleri müsavi (birbirine denk) hale getirmek için safiyet analizleri yapılmış (analiz yapılan numune içerisinde bulunan saf tohum ve numune ile istenmeyen diğer komponentlerin [diğer mahsul, ot tohumları, zararlı ot tohumları ve cansız yabancı madde vb.] ağırlıkça yüzde oranları tespit edilmiş), tüm numuneler TS 2974 standardı doğrultusunda aynı sınıfta olacak şekilde saf tohum dışında kalan komponentleri ayıklanmış ve temizlenmiştir. Böylelikle buğday numuneleri sadece protein miktarına göre sınıflandırılacak duruma getirilmiştir. Müsavi hale getirilen numunelerin TS 2974 (TSE, 2018) ve TMO Alım Bareminde (TMO, 2018) belirtilen metotlar doğrultusunda analizleri yapılmış ve bu kriterlere göre buğday grupları ile sınıfları tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan materyal ve bu materyalin temel özellikleri Çeliker ve Dizlek (2020)'de detaylı olarak belirtilmiştir. Yine "Buğday Grupları ve Sınıflarının Oluşturulması" ile "Buğday Gruplarının Sınıflandırılması ve Numuneleri Kıрма İşlemleri" ayrı alt başlıklar halinde söz konusu makalede verilmiş, bu nedenle burada verilmemiştir.

2.2. Buğday Kalite Analizleri

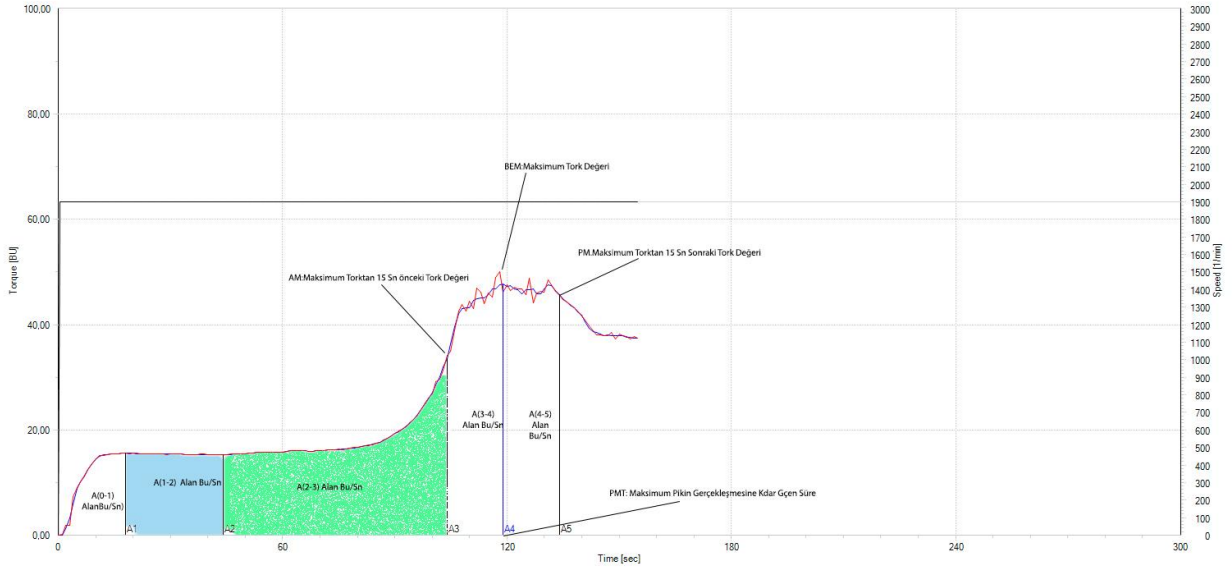
Hazırlanan numunelerin rutubet ve protein miktarı tayinleri TS EN 15948 (TSE, 2015a), yaş gluten miktarı ve gluten indeksi değeri TS EN ISO 21415-2 (TSE, 2016), sedimantasyon endeksi TS EN ISO 5529 (TSE, 2013a), gecikmeli sedimantasyon testi Greenaway ve ark. (1965), düşme sayısı TS EN ISO 3093 (TSE, 2013b), Farinograf ve Ekstensograf analizleri ise sırasıyla TS EN ISO 5530-1 (TSE, 2015b) ve TS EN ISO 5530-2 (TSE, 2015c) metotlarına göre yapılmıştır.

2.3. Glutopik Analizi

Protein, Farinograf ve Ekstensograf değerleri belirlenen buğday numuneleri, aralarındaki olası farkı ortaya koymak açısından üç farklı buğday kırma metodu ile öğütülmüş (tavlı, tavsız ve tam buğday unu olarak [tavlı öğütülen buğdayların un randımanı %60-65, tavsız öğütülen buğdayların un randımanı ise %40-45 aralığında belirlenmiştir]) ve Glutopik cihazında analizleri yapılmıştır. Çalışmada Glutopik ölçümlerinde Melnyk (2011) tarafından kullanılan yöntem esas alınmıştır. Buna göre, bir numune kabına toplamda 18 g olacak şekilde (%14 rutubete

göre 8.5 g numune ve 9.5 g 0.5 M CaCl₂ çözeltisi) eklenmiş, sabit 1900 d d⁻¹'da dönen bıçağın uyguladığı torka karşı oluşan direnç ölçülmüştür.

Glutopik cihazından elde edilen grafikten Maksimum tork (BEM), Maksimum pik süresi (PMT), Maksimum torktan 15 s önceki tork değeri (AM), Maksimum torktan 15 s sonraki tork değeri (PM), A0 ile A1 arası alan (A(0-1)), A1 ile A2 arası alan (A(1-2)), A2 ile A3 arası alan (A(2-3)), A3 ile A4 arası alan (A(3-4)) ve A4 ile A5 arası alan (A(4-5)) belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Örnek bir Glutopik Grafiği

Glutopik cihazının yazılım güncelleme çalışmalarının devam ediyor olması ve parametreleri ile ilgili net bir bilginin tarafımıza sunulamamış olması, ayrıca yapılan çalışmalarda birbirinden oldukça farklı metotların kullanılmış olması ve literatürde birbirleriyle çelişen bulguların varlığı nedeniyle çalışma iki kısımdan oluşturulmuştur:

Birinci kısımda; protein, Farinograf ve Ekstensograf değerleri bilinen numuneler ile Glutopik analizleri yaparak cihazın parametreleri (BEM, PMT, AM, PM, A(0-1), A(1-2), A(2-3), A(3-4) ve A(4-5)) hakkında daha net bilgi edinilmeye çalışılmıştır.

İkinci kısımda; TS 2974 (TSE, 2018) buğday standardına göre sınıflandırılan 36 çeşit numune ile analizler yapılmıştır. Cihazın yeni yazılımında; A(0-1) alan adı "Start-up energy (Başlangıç enerjisi)", A(1-2) alan adı "Plateau energy (Plato enerjisi)" olarak adlandırılmış olup, A(2-3) parametresi yeni parametreler arasından çıkarılmış ve A(3-4) ile A(4-5) alan değerleri birleştirilerek A(3-5) "Aggregation energy (Toplanma enerjisi)" olarak tanımlanmıştır. Bu nedenle "Araştırma Sonuçları ve Tartışma" kısmında Glutopik cihazı ile gerçekleştirilen ikinci kısım çalışmalarda cihazın yeni parametrelerine yer verilmiştir.

2.4. İstatistiksel Analizler

Denemelerde değişkenler arasındaki ilişkinin düzeyi ölçülmeye çalışılmış ve analizleri yapılan buğday-un örneklerine ait değerler arasındaki korelasyon ilişkisi JMP Release 5.0, Windows NT 6.1, SAS Institute 1989-2002 programı ile belirlenmiştir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Birinci Kısım Analizler

3.1.1. Glutopik Cihazı Parametrelerinin Protein Miktarı ile Karşılaştırılması

Protein ve gluten miktarı farklı olduğu bilinen altı çeşit buğday, Glutopik analizleri için öğütme metodundan kaynaklanacak tesirin de görülebilmesi amacıyla iki farklı şekilde öğütülmüştür: tam buğday unu ve tavlı öğütülmüş buğday unu. Glutopik cihazında yapılan analizlere ait bulgular Çizelge 1 ve 3'de, bu bulguların protein-gluten miktarları ile korelasyon ilişkisi ise Çizelge 2 ve 4'de verilmiştir. Çizelge 2'de sunulan analiz bulgularına göre, Glutopik cihazı parametrelerinden maksimum pik süresi ile gluten miktarı arasında negatif yönde 0.88 (P<0.01) düzeyinde önemli bir ilişkinin olduğu görülmüştür.

Çizelge 1. Farklı Buğday Çeşitlerinin Tam Buğday Unu Numunelerine Ait Protein-Gluten Miktarları İle Bu Buğdayların Glutopik Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

Tam Buğday Unu	Protein Miktarı (%)	Gluten Miktarı (%)	Gluten İndeks (%)	PMT (s)	BEM (BU)	AM (BU)	PM (BU)	A(0-1) (GPI, Alan)	A(1-2) (GPI, Alan)	A(2-3) (GPI, Alan)	A(3-4) (GPI, Alan)	A(4-5) (GPI, Alan)
Adana-99	12.4	24.5	95	82	45	22	34	1451	1451	914	537	572
Abuşbey	12.9	38.8	57	59	53	48	44	1353	155	512	769	703
Bahaki	13.6	37.8	44	63	54	25	46	119	64	593	673	746
Sibirya	14.3	33.9	81	80	54	51	41	1890	322	643	804	675
Wafia	15.9	41.9	45	54	50	25	40	1243	1243	637	606	670
GWB-47	16.7	42.4	60	42	81	66	64	2144	2144	1049	1095	1072

PMT: Maksimum pik süresi, BEM: Maksimum tork, AM: Maksimum torktan 15 s önceki tork değeri, PM: Maksimum torktan 15 s sonraki tork değeri, A(0-1): A0 ile A1 arası alan, A(1-2): A1 ile A2 arası alan, A(2-3): A2 ile A3 arası alan, A(3-4): A3 ile A4 arası alan, A(4-5): A4 ile A5 arası alan.

Çizelge 2. Çizelge 1'de Verilen Buğday Çeşitlerinin Tam Buğday Unu Numunelerine Ait Protein-Gluten Miktarları İle Bu Buğdayların Glutopik Analiz Sonuçlarının Korelasyon İlişkisi

Tam Buğday Unu	PMT (s)	BEM (BU)	AM (BU)	PM (BU)	A(0-1) (GPI, Alan)	A(1-2) (GPI, Alan)	A(2-3) (GPI, Alan)	A(3-4) (GPI, Alan)	A(4-5) (GPI, Alan)
Protein	-0.73	0.72	0.47	0.68	0.4	0.58	0.38	0.62	0.72
Gluten	-0.88**	0.58	0.43	0.66	0	0.05	-0.18	0.55	0.64
Gluten indeks	0.74	-0.23	0.03	-0.39	0.5	0.21	0.42	-0.15	-0.35

PMT: Maksimum pik süresi, BEM: Maksimum tork, AM: Maksimum torktan 15 s önceki tork değeri, PM: Maksimum torktan 15 s sonraki tork değeri, A(0-1): A0 ile A1 arası alan, A(1-2): A1 ile A2 arası alan, A(2-3): A2 ile A3 arası alan, A(3-4): A3 ile A4 arası alan, A(4-5): A4 ile A5 arası alan.

*P<0.05 seviyesinde önemli, **P<0.01 seviyesinde önemli.

Çizelge 3. Farklı Buğday Çeşitlerinin Tavlı Öğütülmüş Buğday Unu Numunelerine Ait Protein-Gluten Miktarları İle Bu Buğdayların Glutopik Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

Tavlı Öğütülmüş Un	Protein Miktarı (%)	Gluten Miktarı (%)	Gluten İndeks (%)	PMT (s)	BEM (BU)	AM (BU)	PM (BU)	A(0-1) (GPI, Alan)	A(1-2) (GPI, Alan)	A(2-3) (GPI, Alan)	A(3-4) (GPI, Alan)	A(4-5) (GPI, Alan)
Adana-99	12.4	24.5	95	135	46	37	40	258	437	1176	666	662
Abuşbey	12.9	38.8	57	56	52	29	45	1410	1410	730	680	740
Babahaki	13.6	37.8	44	67	51	24	44	123	161	556	635	739
Sibirya	14.3	33.9	81	114	54	52	47	149	101	2573	767	736
Wafia	15.9	41.9	45	48	49	25	41	1106	1106	544	562	694
GWB-47	16.7	42.4	60	62	59	52	50	1485	336	557	844	818

PMT: Maksimum pik süresi, BEM: Maksimum tork, AM: Maksimum torktan 15 s önceki tork değeri, PM: Maksimum torktan 15 s sonraki tork değeri, A(0-1): A0 ile A1 arası alan, A(1-2): A1 ile A2 arası alan, A(2-3): A2 ile A3 arası alan, A(3-4): A3 ile A4 arası alan, A(4-5): A4 ile A5 arası alan.

Çizelge 4. Çizelge 3'de Verilen Buğday Çeşitlerinin Tavlı Öğütülmüş Buğday Unu Numunelerine Ait Protein-Gluten Miktarları İle Bu Buğdayların Glutopik Analiz Sonuçlarının Korelasyon İlişkisi

Tavlı Öğütülmüş Un	PMT (s)	BEM (BU)	AM (BU)	PM (BU)	A(0-1) (GPI, Alan)	A(1-2) (GPI, Alan)	A(2-3) (GPI, Alan)	A(3-4) (GPI, Alan)	A(4-5) (GPI, Alan)
Protein	-0.52	0.64	0.34	0.5	0.51	-0.07	-0.21	0.31	0.59
Gluten	-0.93**	0.61	-0.12	0.49	0.67	0.32	-0.47	0.06	0.66
Gluten İndeks	0.94**	-0.23	0.56	-0.12	-0.41	-0.35	0.66	0.35	-0.36

PMT: Maksimum pik süresi, BEM: Maksimum tork, AM: Maksimum torktan 15 s önceki tork değeri, PM: Maksimum torktan 15 s sonraki tork değeri, A(0-1): A0 ile A1 arası alan, A(1-2): A1 ile A2 arası alan, A(2-3): A2 ile A3 arası alan, A(3-4): A3 ile A4 arası alan, A(4-5): A4 ile A5 arası alan.

*P<0.05 seviyesinde önemli, **P<0.01 seviyesinde önemli.

Çizelge 4'de tavlı öğütülmüş un numunelerinde yapılan Glutopik analizi neticesinde, gluten miktarı ile maksimum pik süresi arasında $r = -0.93$ ($P<0.01$) düzeyinde negatif yönde korelasyon olduğu, gluten indeks değeri ile $r = 0.94$ ($P<0.01$) düzeyinde pozitif yönde bir korelasyon ilişkisi saptanmıştır. Sonuç olarak, maksimum pik süresi ile gluten miktarı arasında negatif, gluten indeks değeri arasında ise pozitif yönde korelasyon olduğu görülmüştür. Elgün ve Ertugay (1997), unun

gluten miktarındaki artışın gelişme süresini arttırdığını bildirmişlerdir. Buna göre gluten miktarı ile maksimum pik süresi arasında pozitif yönde bir ilişki olması beklenir. Bu çalışmada gluten miktarı artışının unun su absorbe etme hızını arttırdığı saptanmıştır.

3.1.2. Glutopik Cihazı Parametrelerinin Ekstensograf Değerleri ile Karşılaştırılması

Araştırmanın bu bölümünde altı farklı buğday çeşidi ile çalışılmıştır. Bunlar yerli buğday çeşitleri olan Pandas, Bezostaja, Adana-99 ile ithal buğday çeşitleri Litvanya, Sibirya

ve Rus buğdaylarıdır (Çizelge 5). Ekstensograf analizleri (Çizelge 6) yapılan bu çeşitlerin uzaya bilirlilik değerleri ile tavlı, tavsız ve tam buğday unu olarak öğütülmüş numunelerin Glutopik analiz sonuçları Çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 5. Üç Farklı Metotla Kırılmış Altı Çeşit Buğday Numunesinin (Pandas, Bezostaja, Adana-99, Litvanya, Sibirya, Rus) Ekstensograf 135. d Uzama Yeteneği Değerleri İle Yüksek Korelasyon İlişkisi Gösteren Glutopik Parametreleri

Un Örneği	BEM	AM	A(2-3)	A(3-4)
Tavlı	0.80*	0.88*	0.96**	0.90*
Tavsız	0.62	0.65	0.71	0.71
Tam Buğday	0.85*	0.89*	0.22	0.95**

BEM: Maksimum tork, AM: Maksimum torktan 15 s önceki tork değeri, A(2-3): A2 ile A3 arası alan, A(3-4): A3 ile A4 arası alan.

*P<0.05 seviyesinde önemli, **P<0.01 seviyesinde önemli.

Çizelge 5’de görüleceği üzere, Ekstensograf analizinin 135. dakikasındaki ölçüme ilişkin uzama kabiliyeti ile Glutopik maksimum tork, maksimum tork sonrası tork, A(2-3) ve A(3-4) alan değerleri arasında çok yüksek düzeyde pozitif bir korelasyon olduğu görülmüştür. 135. dakikadaki uzama kabiliyetinin maksimum tork değeri ile tavlı kırılmış numune üzerinde yapılan analizinde, $r = 0.80$ ($P < 0.05$) oranında bir ilişki gözlenmişken, çekiçli değirmende öğütülmüş numunede ise ilişkinin $r = 0.85$ ($P < 0.05$) düzeyinde gerçekleştiği görülmüştür. 135. dakikadaki uzama kabiliyetinin maksimum tork 15 s sonrası tork değeri ile ilişkisine bakıldığında, tavlı kırılmış numunede 0.88 ($P < 0.05$) ve çekiçli değirmende kırılmış tam buğday unu numunesinde ise 0.89 ($P < 0.05$) düzeyinde ilişki olduğu görülmüştür. 135. dakikadaki hamur uzama yeteneğinin tavlı kırılmış numunenin Glutopik analiz parametresi olan A(2-3) değeri ile $r = 0.96$ ($P < 0.01$) düzeyinde oldukça yüksek olan ilişkisinin tavsız ve tam buğday unu numunelerinde çok düşük olduğu görülmüştür. 135. dakikadaki uzama kabiliyetinin tavlı un numunesinin A(3-4) değeri ile 0.90 ($P < 0.05$) düzeyinde olan ilişkisi, tam buğday ununda 0.95 ($P < 0.01$) düzeyinde gerçekleşmiştir. Sonuçların incelenmesiyle; ortamda bulunan suyun absorbe edilmeye başlandığı A(2-3) alan ile suyun maksimum absorbe edildiği an olduğunu değerlendirdiğimiz maksimum torka kadar geçen kısım olan A(3-4) alanlarının büyüklüğü, çeşidin uzama kabiliyeti ile pozitif yönde bir ilişki göstermiştir.

Çalışmada kullanılan numunelerin Glutopik sonuçları ile Ekstensograf maksimum direnç değerleri Çizelge 6’da, Ekstensograf 135. d maksimum direnç değerleri ile maksimum pik süresi arasındaki korelasyon ilişkisi ise Çizelge 8’de sunulmuştur. Çizelge 8’de verilen korelasyon düzeyleri karşılaştırmasında, tavlı un numunesinde maksimum pik süresi ile Ekstensograf 135. d maksimum direnç değeri arasında $r = 0.74$ düzeyinde ilişki görülmüştür.

Çizelge 6. Glutopik Analizleri Yapılan Altı Farklı Buğday Çeşidinin Bazı Ekstensograf Ve Su Absorbsiyon İle Düşme Sayısı Değerleri

Örnek Adı	45. d			90. d			135. d			Su Absorbsiyonu (500 FU) [%]	Düşme Sayısı (s)
	Enerji (cm ²)	Uzama Kabiliyeti (mm)	Maksimum Direnç (BU)	Enerji (cm ²)	Uzama Kabiliyeti (mm)	Maksimum Direnç (BU)	Enerji (cm ²)	Uzama Kabiliyeti (mm)	Maksimum Direnç (BU)		
Pandas	106	166.1	480	95.7	162.9	441.3	106	166.1	480.1	62	473
Rus (İthal)	115.9	171.1	519.6	141.1	171.3	643.6	148.7	171.4	666.5	59	395
Bezostaja	71.6	136	384.7	71.7	130.9	419.5	67.2	122.7	418.4	60	415
Litvanya (İthal)	87.3	167.9	382.5	102.9	170	453.9	88.8	156.9	424.4	61	324
Adana-99	103.6	170.4	464.1	122.2	156.5	611.7	133.7	156.9	682.9	59	400
Sibirya (İthal)	108	205.2	385.2	117.4	213.4	410.8	120.9	215.2	419.7	63	358

Çizelge 7. Üç Farklı Şekilde Öğütülmüş Altı Farklı Buğday Çeşidinin Glutopik Testi Sonuçları

Örnek Adları	PMT (s)	BEM (BU)	AM (BU)	PM (BU)	A(0-1) (GPI, Alan)	A(1-2) (GPI, Alan)	A(2-3) (GPI, Alan)	A(3-4) (GPI, Alan)	A(4-5) (GPI, Alan)
Tavsız Öğütülmüş Buğday Unu (un randımanı %40-45)									
Pandas	56	63	57	51	1540	290	522	881	836
Rus (İthal)	93	53	51	46	1459	243	554	780	720
Bezostaja	58	54	41	43	1685	1685	910	775	709
Litvanya (İthal)	64	57	56	50	1122	106	379	843	794
Adana-99	69	53	35	42	1845	1845	1099	746	703
Sibirya (İthal)	95	63	60	56	322	78	2820	924	851
Tavlı Öğütülmüş Buğday Unu (un randımanı %60-65)									
Pandas	69	50	45	45	1829	1829	1101	718	731
Rus (İthal)	126	47	44	38	115	247	1836	685	642
Bezostaja	72	47	25	41	362	81	462	603	691
Litvanya (İthal)	91	48	46	42	117	82	1459	716	654
Adana-99	135	46	37	40	258	437	1176	666	662
Sibirya (İthal)	114	54	52	47	149	101	2573	767	736
Tam Buğday Unu									
Pandas	53	51	27	38	1198	1198	1268		
Rus (İthal)	64	52	23	40	1303	1303	702	601	693
Bezostaja	54	44	20	33	1001	1001	502	498	561
Litvanya (İthal)	54	50	24	40	1097	1097	524	573	646
Adana-99	82	45	22	34	1451	1451	914	537	572
Sibirya (İthal)	80	54	51	41	1890	322	643	804	675

PMT: Maksimum pik süresi, BEM: Maksimum tork, AM: Maksimum torktan 15 s önceki tork değeri, PM: Maksimum torktan 15 s sonraki tork değeri, A(0-1): A0 ile A1 arası alan, A(1-2): A1 ile A2 arası alan, A(2-3): A2 ile A3 arası alan, A(3-4): A3 ile A4 arası alan, A(4-5): A4 ile A5 arası alan.

Çizelge 8. Üç Farklı Metotla Kırılmış Altı Çeşit Buğday Numunesinin (Pandas, Bezostaja, Adana-99, Litvanya, Sibiry, Rus) Ekstensograf 135. D Maksimum Direnç Değerleri İle Glutopik Maksimum Pik Süresi Arasındaki Korelasyon İlişkisi

Un Örneği	Maksimum Pik Süresi
Tavlı	0.74
Tavsız	0.28
Tam Buğday	0.44

*P<0.05 seviyesinde önemli, **P<0.01 seviyesinde önemli.

3.1.3. Glutopik Cihazı Parametrelerinin Farinograf Su Absorbsiyon ve Düşme Sayısı Değerleri ile Karşılaştırılması

Tam buğday unu şeklinde öğütülmüş numuneler dışında tavlı ve tavsız olarak öğütülen buğday örneklerine ait unların su absorpsiyon değerleri ile Maksimum Tork değerleri arasında önemli bir ilişki olduğu gözlenmiştir. Çizelge 9'da görüleceği üzere tavlansız olarak öğütülmüş buğday ununda en yüksek korelasyon ilişkisi Maksimum Tork ve Maksimum Tork 15 s sonrası parametrelerinde görülmüştür. Tavsız öğütülmüş buğday ununda yapılan analizde Maksimum Tork ve A(4-5) parametrelerinde, tam buğday unu olarak öğütülmüş buğday ununda yapılan analizlerde ise en yüksek korelasyon ilişkisi Maksimum Tork 15 s öncesi ile A(3-4) parametre değerlerinde görülmüştür. Netice olarak özellikle Maksimum Tork

parametresi ile unun su absorpsiyon değeri hakkında daha kuvvetli bir şekilde bilgi sahibi olunabileceği öngörülmektedir (Çizelge 6). Wang ve ark. (2017), su absorpsiyon değerleri benzer olan un numunelerinde yapılan analizlerde; un mukavemetinin artmasıyla birlikte maksimum pik zamanı ve maksimum pik noktasına kadar olan alan değerinin arttığını, maksimum torkta ise çok az değişiklik gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Zawieja ve ark. (2020), farinograf su absorpsiyon değeri ile Glutopik maksimum tork değeri arasında $r = 0.85$, maksimum pik süresi arasında $r = 0.45$ düzeyinde korelasyon ilişkisi belirlemişlerdir.

Çizelge 9. Üç Farklı Metotla Kırılmış Altı Çeşit Buğday Numunesinin (Pandas, Bezostaja, Adana-99, Litvanya, Sibiry, Rus) Farinograf Su Absorbsiyon Değerleri İle Glutopik Cihazı Parametreleri Arasındaki Korelasyon İlişkisi

Un Örneği	PMT	BEM	AM	PM	A(0-1)	A(1-2)	A(2-3)	A(3-4)	A(4-5)
Tavlı	-0.41	0.93**	0.59	0.97**	0.36	0.27	0.45	0.73	0.84*
Tavsız	0.14	0.94**	0.72	0.90**	-0.73	-0.57	0.57	0.92**	0.95**
Tam Buğday	0.22	0.64	0.81	0.55	0.75	-0.79*	-0.06	0.85	0.05

PMT: Maksimum pik süresi, BEM: Maksimum tork, AM: Maksimum torktan 15 s önceki tork değeri, PM: Maksimum torktan 15 s sonraki tork değeri, A(0-1): A0 ile A1 arası alan, A(1-2): A1 ile A2 arası alan, A(2-3): A2 ile A3 arası alan, A(3-4): A3 ile A4 arası alan, A(4-5): A4 ile A5 arası alan.

*P<0.05 seviyesinde önemli, **P<0.01 seviyesinde önemli.

Düşme sayısı ile aynı numunelerin Glutopik analiz parametreleri değerleri karşılaştırılmış, sonuçlar Çizelge 6'da verilmiş ve sadece tavlansız olarak öğütülmüş buğday unu numunelerinde Çizelge 10'da görüleceği üzere, düşme sayısı değeriyle A(0-1) arasında $r = 0.82$ ($P<0.05$) düzeyinde korelasyon olduğu görülmüştür. Bu alan, hamurun su ile ilk temas bölgesi olup glutenin gelişmeye henüz başlamadığı ve

sadece nişasta ile suyun birleşiminden oluşan kıvam yoğunluğunun bıçağa uyguladığı karşı kuvvet alanı olarak değerlendirilmiştir. Bunun, aynı değirmende öğütülmeleri nedeniyle zedelenmiş nişasta miktarları aynı düzeyde olduğu kabul edilen unlardaki amilaz aktivitesinin etkisini ortaya çıkardığı ve amilaz aktivitesi düşük yani düşme sayısı değeri yüksek olan çeşitlerin zedelenmiş nişastaya etkisinin az olması nedeniyle Glutopik A(0-1) parametre değeri ile aynı yönde ilişki içinde olduğu değerlendirilmiştir.

Çizelge 10. Üç Farklı Metotla Kırılmış Altı Çeşit Buğday Numunesinin Düşme Sayısı Değerleri İle Glutopik Cihazı Parametreleri Arasındaki Korelasyon İlişkisi

Un Örneği	PMT	BEM	AM	PM	A(0-1)	A(1-2)	A(2-3)	A(3-4)	A(4-5)
Tavlı	-0.38	-0.12	-0.33	0.02	0.82*	0.80	-0.50	-0.31	0.38
Tavsız	-0.42	0.14	-0.20	-0.25	0.56	0.28	-0.27	-0.11	-0.07
Tam Buğday	-0.25	-0.22	-0.28	-0.44	-0.17	0.36	0.33	-0.44	-0.51

PMT: Maksimum pik süresi, BEM: Maksimum tork, AM: Maksimum torktan 15 s önceki tork değeri, PM: Maksimum torktan 15 s sonraki tork değeri, A(0-1): A0 ile A1 arası alan, A(1-2): A1 ile A2 arası alan, A(2-3): A2 ile A3 arası alan, A(3-4): A3 ile A4 arası alan, A(4-5): A4 ile A5 arası alan.

*P<0.05 seviyesinde önemli, **P<0.01 seviyesinde önemli.

Özetlenecek olursa (Çizelge 7); buğdaylarda maksimum pik süresi ile gluten miktarı arasında negatif, gluten indeks değeri arasında pozitif yönde bir korelasyon olduğu görülmüştür. Ekstensograf analizi 135. dakikadaki hamur uzama kabiliyetinin tavlı, tavsız öğütülmüş un ve çekiçli değirmende öğütülmüş tam buğday unu numunelerinde önemli sayılabilecek ilişkisinin A(3-4) değeri, maksimum tork ve maksimum tork sonrası tork değerleri ile olduğu görülmüştür. Ekstensograf maksimum direnç değerleri ile Glutopik parametreleri arasında ilişkinin zayıf olduğu görülmüştür. Farinograf su absorpsiyon değerleri ile Glutopik parametreleri arasında yapılan değerlendirmede, su absorpsiyonunun özellikle maksimum tork değeri ile pozitif korelasyonunun olduğu gözlenmiştir. Glutopik verilerinin düşme sayısı değeri ile olan ilişkisine bakıldığında, sadece tavlanaarak öğütülmüş buğday ununda A(0-1) parametre değeri ile düşme sayısı arasında bir ilişkinin olduğu görülmüştür.

Çalışmadan elde edilen bulgularla genel olarak uyumlu bir biçimde Brunnbauer ve ark. (2012); 9 buğday çeşidini Glutopik cihazıyla analize tabi tuttukları çalışmalarında; maksimum pik süresi değerinin hamur gelişme süresi ile $r = 0.735$, maksimum tork ile protein miktarı arasında 0.956 , uzama kabiliyeti arasında 0.664 , ekmek hacmi arasında 0.768 değerinde ilişki bulunduğunu, sonuçların protein içeriği ve ekmek hacmi ile yüksek korelasyon gösterdiğini, bununla birlikte zayıf ekmeklik özelliklere sahip bazı buğday çeşitlerinin bu korelasyonlara uymadığını bildirmişlerdir. Marti ve ark. (2014), Glutopik çalışmasında, protein içeriği ve maksimum pik arasında anlamlı bir pozitif korelasyon ($r = 0.70$, $P < 0.01$) ilişkisinin gözlemlendiğini, pikin altındaki alan ve gluten arasında pozitif korelasyon değerine ulaşıldığını ($r = 0.76$, $P < 0.01$) bildirmişlerdir. Söz konusu araştırmacılar ayrıca, Glutopik testinde, iyi kalitedeki buğdayların alanının 2400 AU değerinden büyük olmasıyla numunelerin kalitesiz olanlardan (alan < 2400 AU) ayırt edilebildiğini bildirmişlerdir. Wang ve ark. (2018) Glutopik test cihazının, tam buğday unlarında gluten oluşumunun değerlendirilmesinde etkin biçimde kullanılabilirliğini; Karaduman ve ark. (2019) Glutopik Maksimum Tork değerinin buğday genotiplerinin protein kalitesini ayırt etmek için yararlı bir parametre olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, Sissons (2016)'ın bildiriyle de uyumlu olarak Maksimum Tork ve Maksimum Tork 15 s sonrası tork değeri ile orta, zayıf ve çok zayıf un gruplarının açıkça birbirinden ayırt edilebildiğini ve söz konusu değerlerin tam buğday unlarındaki gluten'in kuvvetiyle yüksek oranda korelasyon gösterdiğini ifade etmişlerdir. Wang ve ark. (2017), Glutopik kuvvet indeksinin, pik maksimum alan ve zaman, pik maksimum tork, ekstensograf maksimum direnç ve alan, farinograf stabilite ve yoğurma tolerans indeksi gibi un-hamur mukavemet parametreleri ile önemli korelasyonlar ($P < 0.05$) sergilediğini ifade etmişlerdir.

3.2. İkinci Kısım Analizler

Çalışmanın bu bölümünde Glutopik cihazı parametreleri hakkında edinilen bilgiler ışığında TS 2974 Buğday standardı (TSE, 2018) ve bu doğrultuda hazırlanmış 2018 yılı TMO Alım Baremine göre yapılan sınıflandırma ile Farinograf ve Ekstensograf değerleri karşılaştırılmıştır. İkinci kısım Glutopik analizlerinde, üretici firma mevcut yazılımı güncellemiş ve yeni yazılımın kullanımını tavsiye etmiştir. Analizlere ait veriler Çizelge 11'de sunulmuştur.

Çizelge 12'nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi, protein miktarı ile en yüksek korelasyon ilişkisinin tavsız ve tavlı öğütülmüş unda $r = 0.67$ ($P < 0.01$) düzeyinde Maksimum

Tork parametresi ile; protein miktarı ile tam buğday unu olarak öğütülmüş numunelerde ise en yüksek korelasyonun $r = 0.65$ ($P < 0.05$) düzeyinde Toplanma enerjisi arasında olduğu görülmüştür. Özellikle Anadolu Beyaz Sert ve Anadolu Kırmızı Sert grubundaki buğdaylar ile korelasyon ilişkisinin $r = 0.70$ - 0.84 aralığında ($P < 0.01$) olduğu görülmüştür.

Brunnbauer ve ark. (2012)'nin yapmış olduğu çalışmada maksimum tork ile protein arasında $r = 0.956$ oranında bir korelasyon ilişkisi olduğu belirlenmiş, Marti ve ark. (2014)'nin yapmış olduğu çalışmada ise protein içeriği ve maksimum tork arasında anlamlı bir pozitif korelasyon ($r = 0.70$, $P < 0.01$) gözlemlendiği belirtilmiştir. Benzer biçimde Amoriello ve ark. (2016), Glutopik cihazının unun protein içeriğini değerlendirmede yararlı bir araç olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar ile çalışmadan elde edilen bulguların nispeten uyumlu olduğu görülmüştür. Protein miktarının fazla olmasının cihazın bıçağının çevirme gücüne karşı oluşan tepki gücünün yani torkun artmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Glutopik cihazından elde edilen verilerin Ekstensograf parametreleri ile olan ilişkisi incelendiğinde (Çizelge 13); özellikle 135. d çizim parametrelerinden enerji değeri ile tavsız öğütülmüş numunelerde maksimum pik süresinin $r = 0.78$ ($P < 0.01$), tavlı öğütülmüş numunede $r = 0.51$ ($P < 0.01$) ve tam buğday unu olarak öğütülmüş numunede $r = 0.60$ ($P < 0.01$) düzeyinde önemli bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Bu bulgular, gerek uzama yeteneğinin ve gerekse maksimum direnç değerinin PMT ile olan ilişkisi konusunda bize fikir vermekte olup, gluten gelişim süresi ve dönme kuvvetine karşı oluşan mukavemetin süresinin PMT parametre değerini belirlediği düşüncesi ile örtüşmektedir. Tam buğday unu olarak öğütülmüş numunelerde başlangıç enerjisi ile Ekstensograf 135. d enerji değeri arasında $r = 0.78$ ($P < 0.01$), maksimum direnç arasında $r = 0.69$ ($P < 0.01$) düzeyinde bir ilişki olduğu görülmüştür. Uzama yeteneği ile birinci kısma göre ikinci kısımda yapılan çalışmada Glutopik parametreleri ile daha zayıf bir ilişki olduğu görülmüş, özellikle Ekstensograf enerji değeri ile daha kuvvetli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Birinci kısımda yapmış olduğumuz çalışmada da maksimum direnç ile Glutopik değerleri arasında ilişki olmadığı görülmüştür.

Elde edilen verilerin genel olarak incelenmesiyle; tavlı ve tavsız öğütülen numuneler ile Glutopik parametrelerinin korelasyon ilişkisinin tam buğday unu ile öğütülmüş numunelere göre daha az olduğu görülmüştür. Birinci kısımda yapmış olduğumuz çalışmada ise daha çok tavlı öğütülmüş numunelerde korelasyon ilişkisinin gerek su absorpsiyon değeri ile gerekse Ekstensograf uzama kabiliyeti ile daha iyi olduğu izlenmiştir. Lu ve Seetharaman (2014), genellikle sert buğday unları ile yapılan glutopik çizimlerinin yumuşak buğday unları ile yapılan çizimlere göre daha uzun PMT ve daha yüksek BEM değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Farinograf su absorpsiyon değeri ile Glutopik değerleri karşılaştırıldığında, birinci kısımda yapmış olduğumuz çalışmaya benzer olarak, tavlı öğütülmüş buğday ununda maksimum tork ile $r = 0.80$ ($P < 0.01$) düzeyinde pozitif yönde bir korelasyon olduğu görülmüştür. Analiz metoduna bakıldığında standart olarak bir hacim alanda rutubet değerine göre verilen su miktarının, glutenin su absorpsiyon yeteneğine göre oluşumu sırasında ortamdaki su miktarını azalttığı, bunda dönen bıçağa karşı oluşan kuvveti yani oluşan maksimum torku arttırdığı kanısına varılmıştır. Ayrıca Başlangıç enerjisi ile $r = 0.73$ ($P < 0.01$) düzeyinde bir ilişki olduğu, Maksimum pik süresi ile r

= -0.62 ($P < 0.01$) düzeyinde negatif yönde bir ilişkinin olduğu, bunun dışında kalan diğer Farinograf parametreleri ile Glutopik değerleri arasında çok fazla (anlamlı) bir ilişki olmadığı görülmüştür (Çizelge 13). Benzer biçimde Şanal ve ark. (2018) Farinograf su absorpsiyon değeri ile Glutopik maksimum pik süresi arasında negatif yönde bir korelasyon ($r = -0.25$) olduğunu bildirmişlerdir.

Özetle Glutopik başlangıç enerjisi ile Ekstensograf uzama kabiliyeti ve enerji değerleri arasında, Farinograf su absorpsiyon düzeyi ile Glutopik maksimum tork ve başlangıç enerjisi arasında bir korelasyon olduğu görülmüştür. Bu çalışmadan elde edilen bulgularla uyumlu olarak Marti ve ark. (2015); GlutoPeak cihazının un kalitesini ortaya koyan hızlı bir test cihazı olarak potansiyel gösterilse, literatür çalışmalarında kullanılan farklı yazılımlar ve bu çerçevede farklı test koşullarının (yani un-su oranı ve karıştırma hızı) bu cihazdan elde edilen sonuçların birbirleriyle karşılaştırılmasını güçleştirdiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 11. Çalışmada Kullanılan Örneklerin Bazı Ekstensograf Değerleri İle Üç Farklı Şekilde Öğütülerek Yapılan Glutopik Testine Ait Verilerin Karşılaştırılması

No	Grup ¹	Örnek Kodu	45. d											90. d				135. d				Tavsız Öğütülmüş Un				Tavh Öğütülmüş Un				Tam Buğday Unu				
			Protein (%)	Sedimentasyon (ml)	Enerji (cm ²)	Uzama Kabiliyeti (mm)	Maksimum Direnç (BU)	Enerji (cm ²)	Uzama Kabiliyeti (mm)	Maksimum Direnç (BU)	Enerji (cm ²)	Uzama Kabiliyeti (mm)	Maksimum Direnç (BU)	PMT (s)	BEM (BU)	AM (BU)	PM (BU)	Başlangıç Enerjisi (GPI)	Plato Enerjisi (GPI)	Toplanma Enerjisi (GPI)	PMT (s)	BEM (BU)	AM (BU)	PM (BU)	Başlangıç Enerjisi (GPI)	Plato Enerjisi (GPI)	Toplanma Enerjisi (GPI)	PMT (s)	BEM (BU)	AM (BU)	PM (BU)	Başlangıç Enerjisi (GPI)	Plato Enerjisi (GPI)	Toplanma Enerjisi (GPI)
1	ABS	2CYH-ABS-3	11.6	35	108	155	515	134	144	716	141	136	832	59	47	27	39	1395	1395	1236	62	44	20	39	103	111	1174	71	43	22	33	1240	1240	1062
2	DK	PHV1-DK-2	13	32	62	139	315	70	128	400	40	63	534	33	54	27	45	945	945	1429	53	46	21	40	1091	1091	1229	42	44	17	33	741	741	1020
3	AKS	SKT-AKS-2	12.9	35	67	139	344	71	130	399	77	126	461	45	53	23	43	1101	1101	1337	61	49	31	40	1175	147	1368	57	44	18	33	957	957	1053
4	DB	VAF-DB-1	14	24	67	130	367	70	126	410	70	122	431	42	52	23	37	1010	1010	1235	60	48	26	36	1312	1312	1243	56	40	20	32	961	961	1016
5	DK	PHV-DK-4	11.4	31	63	134	338	64	111	424	71	117	455	37	51	24	40	964	964	1288	62	44	20	39	103	111	1174	49	42	18	32	812	812	963
6	DB	VAF-DB-4	11.7	29	68	132	365	71	118	451	64	108	449	49	47	21	36	1045	1045	1137	70	45	19	35	178	57	1107	61	39	17	27	916	916	911
7	AKS	ESP-AKS-2	13.1	40	110	157	526	112	144	605	110	136	624	71	54	46	44	1937	1937	1494	101	44	28	42	100	333	1269	63	45	20	35	1101	1101	1093
8	AKS	SKT-AKS-1	13.6	36	71	142	371	79	133	440	85	130	499	68	48	35	38	156	28	1359	71	49	45	41	1227	338	1396	51	50	20	37	1026	1026	1221
9	AKS	SKT-AKS-4	11.3	28	79	135	437	97	116	642	101	109	730	40	47	26	37	1012	1012	1183	91	43	24	36	196	39	1180	62	42	18	33	963	963	1014
10	AKS	ESP-AKS-3	12.6	39	94	151	459	111	141	617	111	128	679	70	51	27	42	1567	1567	1312	87	47	26	40	170	178	1264	60	42	23	32	1104	1104	1052
11	AKS	SKT-AKS-3	11.9	30	49	130	263	60	131	330	61	123	359	41	49	27	38	1014	1014	1229	57	46	20	38	1080	1080	1161	58	43	18	32	962	962	1039
12	DB	VAF-DB-3	12	25	62	132	332	69	123	408	64	116	406	49	43	19	34	955	655	1050	60	45	20	34	1162	1162	1104	57	39	18	28	908	908	923
13	DK	PHV2-DK-2	13	34	61	133	324	68	124	399	75	117	471	34	56	30	43	1047	1047	1432	37	47	22	42	859	859	1219	38	42	19	31	744	744	1018
14	DB	VAF-DB-2	13.1	30	67	127	386	85	129	488	83	125	504	42	49	22	36	952	952	1166	40	49	27	36	1083	1083	1241	58	41	18	31	923	923	997
15	ABS	CYH-ABS-1	13.6	42	130	164	603	155	150	823	147	135	887	70	51	33	41	1706	1706	1384	58	48	29	42	327	90	1363	72	46	22	35	1262	1262	1122
16	AKS	ESP-AKS-1	15	61	132	184	551	143	162	698	155	159	785	72	60	59	50	1751	233	1698	100	51	50	44	124	125	1461	61	53	24	42	1307	1307	1366
17	AKS	RML-AKS-3	12.2	35	84	126	495	97	105	732	105	98	868	49	45	26	44	1196	1196	1226	70	50	27	42	1598	1598	1351	73	38	26	34	1318	1318	1048
18	AKS	RML-AKS-2	12.9	40	97	138	531	118	117	796	121	114	864	50	52	30	45	1318	1318	1306	55	50	36	42	1625	1625	1382	65	44	26	35	1290	1290	1118

Çizelge 11'in Devamı: Çalışmada Kullanılan Örneklerin Bazı Ekstensograf Değerleri İle Üç Farklı Şekilde Öğütülerek Yapılan Glutopik Testine Ait Verilerin Karşılaştırılması

No	Grup ¹	Örnek Kodu	Protein (%)	Sedimentasyon (ml)	45. d		90. d		135. d		Tavsız öğütülmüş un				Tavlı öğütülmüş un				Tam buğday unu															
					Enerji (cm ²)	Uzama Kabiliyeti (mm)	Enerji (cm ²)	Uzama Kabiliyeti (mm)	Enerji (cm ²)	Uzama Kabiliyeti (mm)	PMT (s)	BEM (BU)	AM (BU)	PM (BU)	Başlangıç Enerjisi (GPI)	Plato Enerjisi (GPI)	Toplanma Enerjisi (GPI)	PMT (s)	BEM (BU)	AM (BU)	PM (BU)	Başlangıç Enerjisi (GPI)	Plato Enerjisi (GPI)	Toplanma Enerjisi (GPI)	PMT (s)	BEM (BU)	AM (BU)	PM (BU)	Başlangıç Enerjisi (GPI)	Plato Enerjisi (GPI)	Toplanma Enerjisi (GPI)			
19	ABS	CYH-ABS-3	11.9	38	150	500	139	139	785	121	120	814	75	46	23	37	233	205	1217	88	46	23	40	125	229	1219	76	43	20	33	1207	1207	1042	
20	ABS	CYH-ABS-2	12.7	35	98	165	449	115	145	632	114	137	664	60	51	28	37	1432	1432	1334	78	48	24	41	212	182	1311	66	46	19	31	1097	1097	1093
21	AKS	RML-AKS-4	11.3	44	89	131	509	121	121	773	111	106	848	58	52	32	44	1540	1540	1389	107	47	44	40	135	295	1356	70	46	24	34	1327	1327	1118
22	DK	VKT-DK-4	11.4	28	75	129	421	79	111	548	90	101	702	46	46	25	36	854	229	1231	93	41	20	35	490	35	1098	53	41	18	32	869	869	1004
23	AKS	RMK-AKS-1	13.6	42	100	135	566	111	113	779	96	97	828	55	57	34	46	1564	1564	1468	57	54	31	44	1498	1498	1402	62	47	22	38	1150	1150	1131
24	DK	VKT-DK-2	13.3	28	63	139	335	64	126	374	60	114	390	59	46	19	39	1113	1113	1195	77	46	21	41	1392	1392	1105	49	44	19	34	900	900	1086
25	DK	VKT-DK-3	12.1	25	65	130	362	81	115	531	87	115	586	58	45	21	36	285	44	1193	83	41	22	34	1308	1308	1105	53	44	19	34	908	908	1071
26	ABS	ADN-ABS-2	12.9	43	102	160	486	132	154	667	123	135	720	56	57	44	44	1726	1726	1572	94	48	36	41	296	70	1374	68	47	20	33	1163	1163	1133
27	ABS	ADN-ABS-1	13.8	47	98	159	462	111	145	604	118	138	689	52	57	44	45	1327	221	1570	75	47	26	40	131	156	1306	58	43	21	35	1044	1044	1071
28	ABS	ADN-ABS-4	11.4	35	99	158	475	106	125	672	117	125	760	86	44	20	38	305	282	1126	98	44	40	37	102	381	1252	77	40	21	32	1257	1257	1012
29	ABS	ADN-ABS-3	11.7	36	92	151	465	130	143	710	138	139	791	73	48	26	39	1530	1530	1277	105	46	21	41	106	462	1200	75	44	18	34	1126	1126	1036
30	DK	GÖK-RUS-1	12.7	37	74	147	365	85	138	452	73	122	450	44	62	51	48	1655	1655	1714	71	48	44	40	1241	329	1366	48	46	18	34	842	842	1064
31	DK	GÖK-RUS-4	11.4	38	90	147	455	104	132	602	90	125	559	68	50	24	44	1486	186	1319	131	42	21	37	122	230	1126	67	35	27	30	1268	1268	979
32	DK	GÖK-RUS-3	14.1	50	100	153	495	103	142	568	110	140	616	66	60	56	50	215	45	1680	104	48	45	40	160	195	1357	97	39	26	31	1458	1458	1087
33	DK	GÖK-RUS-2	13.4	35	97	159	458	112	154	561	103	148	531	66	57	53	48	1285	869	1594	122	47	45	40	107	322	1327	56	51	23	39	1204	1204	1278
34	DB	CUM-DB-4	11.3	26	80	131	448	86	117	552	82	101	612	100	40	18	33	207	119	1002	133	38	19	32	202	50	991	77	29	26	25	1029	113	834
35	AKS	ALD-AKS-3	12	38	80	141	410	76	127	450	80	127	475	77	48	24	38	162	109	1257	75	47	18	42	303	111	1168	60	44	18	33	1011	1011	1062
36	ABS	TOS-ABS-1	15,8	48	122	161	579	155	147	831	152	135	909																					

¹ ABS: Anadolu Beyaz Sert, DK: Diğer Kırmızı, AKS: Anadolu Kırmızı Sert, DB: Diğer Beyaz buğdayları ifade eder.

PMT: Maksimum pik süresi, BEM: Maksimum tork, AM: Maksimum torktan 15 s önceki tork değeri, PM: Maksimum torktan 15 s sonraki tork değeri, A(0-1): A0 ile A1 arası alan, A(1-2): A1 ile A2 arası alan, A(2-3): A2 ile A3 arası alan, A(3-4): A3 ile A4 arası alan, A(4-5): A4 ile A5 arası alan.

Çizelge 12. Üç Farklı Şekilde Öğütülen Örneklerin Glutopik Analiz Sonuçları İle Teknolojik Analiz Değerlerinin Korelasyon İlişkisi

Öğütme Türü	Tavsız öğütülmüş Un						Tavlı öğütülmüş un						Tam buğday unu									
	PMT (s)	BEM (BU)	AM (BU)	PM (BU)	Başlangıç Enerjisi (GPI)	Plato Enerjisi (GPI)	Toplanma Enerjisi (GPI)	PMT (s)	BEM (BU)	AM (BU)	PM (BU)	Başlangıç Enerjisi (GPI)	Plato Enerjisi (GPI)	Toplanma Enerjisi (GPI)	PMT (s)	BEM (BU)	AM (BU)	PM (BU)	Başlangıç Enerjisi (GPI)	Plato Enerjisi (GPI)	Toplanma Enerjisi (GPI)	
Teknolojik Analizler																						
Protein	-0.07	0.67**	0.63**	0.56*	0.23	0.05	0.65**	-0.30	0.67**	0.49**	0.54**	0.23	0.18	0.64**	-0.12	0.52**	0.14	0.57**	0.14	0.25	0.65**	
Sedimentasyon	0.29	0.66**	0.75**	0.76*	0.37*	0.04	0.75*	0.34	0.53**	0.64**	0.70**	-0.34*	-0.31	0.73**	0.36*	0.48**	0.47**	0.58**	0.65**	0.63**	0.67**	
Gecikmeli Sedimentasyon	0.18	0.67**	0.71**	0.78*	0.39*	0.10	0.75*	0.41*	0.45**	0.58**	0.64**	-0.25	-0.18	0.66**	0.32	0.46**	0.46**	0.55**	0.60**	0.61**	0.63**	
Gluten Miktarı	0.43*	0.43*	0.40*	0.23	-0.06	-0.12	0.39*	-0.37*	0.54**	0.44*	0.32	0.20	0.06	0.49**	-0.26	0.52**	-0.24	0.45**	-0.11	0.15	0.51**	
Gluten İndeks	-0.44*	0.00	0.07	0.15	0.30	0.16	0.04	0.52**	-0.11	0.04	0.07	-0.34*	-0.21	0.02	0.44**	-0.06	0.41*	0.07	0.50**	0.32	0.06	
Düşme Sayısı	-0.44	-0.32	-0.55**	-0.43	-0.25	-0.01	-0.49*	-0.64**	0.05	-0.39	-0.33	0.52**	0.66**	-0.27	-0.37	-0.23	-0.35	-0.19	-0.49*	-0.30	-0.35	
str	-0.01	0.29	0.26	0.17	-0.14	-0.30	0.33	-0.07	-0.28	0.07	-0.10	0.00	-0.15	-0.14	-0.32	0.02	-0.13	-0.04	-0.36*	-0.39	0.04	
sn	0.08	-0.36	-0.29	-0.33	0.16	0.15	-0.40*	0.00	0.01	-0.27	-0.10	-0.17	0.02	-0.07	0.17	0.06	-0.07	0.09	0.16	0.13	-0.01	
relax	-0.04	0.37	0.31	0.30	-0.12	-0.24	0.42*	0.00	-0.24	0.13	-0.02	0.03	-0.13	-0.11	-0.27	-0.07	-0.05	-0.11	-0.32	-0.34	-0.03	

PMT: Maksimum pik süresi, BEM: Maksimum tork, AM: Maksimum torktan 15 s önceki tork değeri, PM: Maksimum torktan 15 s sonraki tork değeri, A(0-1): A0 ile A1 arası alan, A(1-2): A1 ile A2 arası alan, A(2-3): A2 ile A3 arası alan, A(3-4): A3 ile A4 arası alan, A(4-5): A4 ile A5 arası alan.

*P<0.05 seviyesinde önemli, **P<0.01 seviyesinde önemli.

Çizelge 13. Farklı Metotlarla Öğütülmüş Numuneler İle Yapılan Glutopik Analizleriyle Ekstensograf Ve Farinograf Verileri Arasındaki Korelasyon Değerleri

	45. d			90. d			135. d			Farinograf ölçümleri						
	Enerji (cm ²)	Uzama Kabiliyeti (mm)	Maksimum Direnç (BU)	Enerji (cm ²)	Uzama Kabiliyeti (mm)	Maksimum Direnç (BU)	Enerji (cm ²)	Uzama Kabiliyeti (mm)	Maksimum Direnç (BU)	Su Absorbsiyonu (500 FU) [%]	Su Absorbsiyonu (%14) [%]	Gelişme Süresi (d)	Stabilite (d)	Yumuşama Derecesi (FU)	Yumuşama Derecesi (ICC) [FU]	
Tavsız Öğütülmüş Un	PMT (s)	0.54**	0.46**	0.52**	0.48**	0.42	0.41*	0.78**	0.37*	0.33*	-0.40*	0.16	0.13	-0.10	-0.06	0.01
	BEM (BU)	0.34*	0.45**	-0.19	-0.16	0.52**	-0.30	-0.21	0.33*	-0.26	0.45*	0.25	0.07	0.11	-0.04	0.14
	AM (BU)	0.56**	0.62**	-0.39*	-0.42*	0.65**	-0.24	-0.40*	0.52**	-0.23	0.20	0.32	0.13	-0.01	-0.13	0.15
	PM (BU)	0.47**	0.45**	-0.16	0.34*	0.41*	-0.02	0.03	0.23	0.00	0.33	0.08	0.03	0.21	-0.03	0.04
	Başlangıç Enerjisi (GPI)	0.47**	0.36**	-0.29	0.43**	0.38*	0.02	0.35*	0.28	0.03	0.09	0.15	0.20	-0.06	-0.16	0.03
	Plato Enerjisi (GPI)	0.28	0.19	-0.19	0.20	0.23	0.11	0.16	0.20	0.14	0.14	-0.11	0.05	-0.03	-0.03	-0.06
	Toplanma Enerjisi (GPI)	0.46**	0.57**	-0.15	-0.35*	0.60**	-0.27	-0.13	0.40*	-0.22	0.26	0.27	0.08	0.09	-0.03	0.15
Tavlı Öğütülmüş Un	PMT (s)	0.48	0.45**	0.45**	0.49**	0.43	0.43*	0.51**	0.36*	0.39*	-0.62**	-0.59**	-0.11	0.43*	0.05	-0.30
	BEM (BU)	0.15	0.28	-0.02	0.13	0.23	0.04		0.21	0.03	0.80**	0.82**	0.44	-0.28	-0.24	0.38
	AM (BU)	0.50**	0.47**	-0.41*	0.42*	0.44**	0.00	0.44**	0.42*	-0.07	0.51	0.51*	0.12	-0.01	-0.18	0.14
	PM (BU)	0.49**	0.49**	0.42*	0.44**	0.42*	0.35*	0.42*	0.35	0.35*	0.25	0.22	0.21	0.00	-0.01	0.20
	Başlangıç Enerjisi (GPI)	-0.47**	-0.53**	-0.13	-45**	-0.45**	0.16	-0.46**	-0.42*	0.19	0.73**	0.73**	0.05	-0.13	-0.12	0.24
	Plato Enerjisi (GPI)	-0.35*	-0.48**	-0.07	0.13	-0.44**	0.29	0.07	-0.41*	0.28	0.59**	0.53**	0.12	-0.18	-0.17	0.28
	Toplanma Enerjisi (GPI)	0.56**	0.49	-0.50**	0.52**	0.45**	0.43**	0.52**	0.36*	0.43*	0.44*	0.60**	0.36	-0.19	-0.22	0.36
Tam Buğday Unu olarak öğütülmüş	PMT (s)	0.55**	0.65	0.64**	0.58**	0.62	0.62**	0.60**	0.57	0.56**	-0.38	0.07	0.29	-0.22	-0.15	-0.02
	BEM (BU)	-0.05	0.49*	-0.04	-0.05	0.51**	-0.22	-0.06	0.39*	-0.19	0.34	0.34	0.23	-0.12	-0.14	0.27
	AM (BU)	0.54**	0.63	0.63**	0.47**	0.56	0.55**	0.46**	0.50	0.50**	0.07	0.04	0.09	0.16	-0.08	-0.08
	PM (BU)	0.47**	0.47**	0.39*	0.42*	0.39*	0.34**	0.44**	0.35*	0.34*	0.33	0.36	0.31	-0.17	-0.27	0.35
	Başlangıç Enerjisi (GPI)	0.76**	0.49**	0.82**	0.76**	0.35*	0.77**	0.76**	0.42*	0.69**	-0.13	0.17	0.27	-0.07	-0.17	0.00
	Plato Enerjisi (GPI)	0.60**	0.47**	0.59**	0.62**	0.37*	0.59**	0.63**	0.44**	0.52**	-0.13	0.17	0.27	-0.07	-0.17	0.00
	Toplanma Enerjisi (GPI)	0.54**	0.60**	-0.41*	0.48**	0.57**	-0.11	0.50**	0.52**	-0.12	0.30	0.41	0.24	-0.09	-0.18	0.24

PMT: Maksimum pik süresi, BEM: Maksimum tork, AM: Maksimum torktan 15 s önceki tork değeri, PM: Maksimum torktan 15 s sonraki tork değeri, A(0-1): A0 ile A1 arası alan, A(1-2): A1 ile A2 arası alan, A(2-3): A2 ile A3 arası alan, A(3-4): A3 ile A4 arası alan, A(4-5): A4 ile A5 arası alan.

*P<0.05 seviyesinde önemli, **P<0.01 seviyesinde önemli.

4. Sonuç

Gerek Türkiye’de ve gerekse diğer ülkelerde Glutopik hakkında yeterli çalışma olmaması ve parametreleri hakkında net bilgilere ulaşılamamış olması nedeniyle, sonuçları bilinen numuneler üzerinde farklı öğütme tekniklerinin de etkisinin görülmesi amacıyla birinci ve ikinci kısım çalışma diye adlandırılan çalışmalar neticesinde cihazın parametreleri hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Elde edilen verilerin incelenmesi ve birlikte değerlendirilmesiyle; özellikle tam buğday unu olarak öğütülmüş numunede protein miktarı ile birinci kısımda maksimum tork ve A(3-4) parametresi ile ilişkinin kurulabildiği, ikinci kısımda ise yine maksimum tork ve toplanma enerjisi (A(3-5)) parametresi ile ilişki kurulabildiği, sedimantasyon değerleri ile maksimum tork ve toplanma enerjisi değerleri arasında bir ilişki olduğu görülmüştür. Birinci kısımda Glutopik parametreleri ile Ekstensograf uzama kabiliyeti arasında daha fazla ilişki kurulmuşken, ikinci kısımda Glutopik parametreleri ile daha çok Ekstensograf enerji değeri arasında ilişki kurulmuştur. Farinograf su absorpsiyon değeri ile maksimum tork arasında (her iki kısım çalışmada da aynı düzeyde) pozitif yönde ilişki olduğu görülmüştür. Maksimum direnç değeri ile Glutopik parametreleri arasında anlamlı bir ilişkiye rastlanılmamıştır.

Glutopik cihazının düşük numune miktarı ihtiyacı, kısa analiz süresi ve gluten yapısı hakkında bazı bilgiler vermiş olması olumlu bir yan olarak dururken, elde edilen verilerin değişkenliğinin çok ve parametrelerinin tam olarak anlamlandırılmamış olması halen cihaz ile daha fazla çalışma yapılması gerektiğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte maksimum tork değeri yüksek olan buğdayların su absorpsiyonlarının yüksek olduğu, özellikle A(0-5) arası alan ve mesafenin büyümesine koşut olarak hamurun direnç ve uzamasının arttığı, elastikiyetinin geliştiği belirlenmiştir.

Glutopik analizi ve parametreleri ile öngörülen sınıflandırma çerçevesinde bazı değerlendirmeler yapılabileceği, ancak yapılan çalışmalarda birbirleriyle çelişen sonuçların olduğu, ayrıca halen yazılım çalışmalarının tam olarak neticelenmemiş olması cihazın parametreleri ile ilgili kuşku doğmasına sebep olmuştur. Bu itibar ile cihaz yazılımında verilen parametrelerin üretici firma tarafından gözden geçirilerek analiz esnasında çizilen grafikte, daha stabil sonuçlar verecek farklı parametrelerin üretilerek olgunlaştırılabileceği düşünülmektedir.

5. Teşekkür

Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiş olup, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Birimi tarafından OKÜBAP-2017-PT3-037 proje numarası ile desteklenmiştir.

Kaynakça

- Amoriello, T., Turfani, V., Galli, V., Mellara, F. & Carcea, M. (2016). Evaluation of new viscometer performance in predicting the technological quality of soft wheat flour. *Cereal Chemistry*, 93(4), 364-368.
- Anonymus (2018). *Use Gluten to Quickly Determine Quality, Using the GlutoPeak*. [https://www.brabender.com/food/produkte/rheometer/via-](https://www.brabender.com/food/produkte/rheometer/via-gluten-schnell-mehle-schrote-vital-gluten-qualifizieren-glutopeak/#)

- [gluten-schnell-mehle-schrote-vital-gluten-qualifizieren-glutopeak/#](https://www.brabender.com/food/produkte/rheometer/via-gluten-schnell-mehle-schrote-vital-gluten-qualifizieren-glutopeak/#). (Erişim tarihi: 25.01.2019).
- Brunnbauer, M., Selmair, P. & Köhler, P. (2012). Determination of the gluten aggregation behaviour from different wheat cultivars and correlation with the rheological and the baking properties. ISFRS 2012 Congress, 10-13 April 2012 (in Brabender Glutopeak inkl. Software Glutopeak book), Duisburg, Germany, p:171-172.
- Chandi, G.K. & Seetharaman, K. (2012). Optimization of gluten peak tester: a statistical approach. *Journal of Food Quality*, 35(1), 69-75.
- Çeliker, G. & Dizlek, H. (2020). Ülkemizdeki buğday standardına göre aynı kategoride yer alan ekmeçlik buğday çeşitlerinin reolojik özelliklerinin belirlenerek hububat alım kriterleriyle uyumluluğunun incelenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(1), 71-92.
- Dizlek, H. & Çeliker, G. (2017). Wheat purchase criterias of Soil Crops Office (TMO) in Turkey and examination of its suitability. 2nd International Energy and Engineering Conference, 12-13 October 2017, Gaziantep, s:1231.
- Dizlek, H. & Özer, M.S. (2016). Effects of sunn pest (*eurygaster integriceps*) damage ratio on physical, chemical, and technological characteristics of wheat. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 8(1), 145-156.
- Elgün, A. & Ertugay, Z. (1997). *Tahıl İşleme Teknolojisi*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi.
- Greenaway, W.T., Neustadt, M.H. & Zeleny, L. (1965). A test for stink bug damage in wheat. *Cereal Chemistry*, 42(6), 577-579.
- Karaduman, Y., Akın, A., Türkölmez, S. & Tunca, Z.Ş. (2015). Ekmeçlik buğday ıslah programlarında gluten kalitesinin değerlendirilmesi için glutopik parametrelerinin kullanılabilirliğinin araştırılması. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(1), 65-74.
- Karaduman, Y., Önder, O., Sayaslan, A. & Aydın, N. (2019). Utilisation of glutopeak tester on whole-wheat flour for gluten quality assessment. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 11(3), 295-304.
- Lu, Z. & Seetharaman, K. (2014). Suitability of Ontario-grown hard and soft wheat flour blends for noodle making. *Cereal Chemistry*, 91(5), 482-488.
- Lukow, O.M., Payne, P. & Tkauchuk, R. (1989). The HMW glutenin subunits composition of Canadian wheat cultivars and their association with bread-making quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 46, 451-460.
- Malegori, C., Grassi, S., Ohm, J.B., Anderson, J. & Marti, A. (2018). Glutopeak profile analysis for wheat classification: skipping the refinement process. *Journal of Cereal Science*, 79, 73-79.
- Marti, A., Cecchini, C., D’egidio, M.G., Dreisoerner, J. & Pagani, M.A. (2014). Characterization of durum wheat semolina by means of a rapid shear-based method. *Cereal Chemistry*, 91(6), 542-547.
- Marti, A., Qiu, X., Schoenfuss, T.C. & Seetharaman, K. (2015). Characteristics of Perennial Wheatgrass (*Thinopyrum intermedium*) and refined wheat flour blends: impact on rheological properties. *Cereal Chemistry*, 92(5), 434-440.
- Melnyk, J.P. (2011). Effect of the hofmeister series on gluten aggregation measured using a high shear-based technique. *Food Research International*, 44, 893-896.

- Posner, E.S. & Hibbs, A.N. (1997). *Wheat Flour Milling*. St. Paul, MN: American Association Cereal Chemists Incorporated.
- Sissons, M. (2016). GlutoPeak: a breeding tool for screening dough properties of durum wheat semolina. *Cereal Chemistry*, 93(6), 550-556.
- Şahin, M., Göçmen Akçacık, A., Aydoğan, S., Demir, B., Mecitoğlu Güçbilmez, Ç., Hamzaoğlu, S., Gür, S. & Yıldırım, T. (2020) Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*) genotiplerinin gluten kalitesinin glutopik cihazı ile değerlendirilmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(2), 151-164.
- Şanal, T., Evlice, A.K., Pehlivan, A. & Külen, S. (2018). The relationship between some quality characteristics and glutopeak parameters in bread wheat. Proceedings of the 13th International Gluten Workshop, 14-17 March 2018, Mexico.
- TMO (2018). Toprak Mahsulleri Ofisi, Hububat Raporu, Ankara.
- TSE (2013a). Buğday - Sedimentasyon Endeksi Tayini - Zeleny Deneyi. TS EN ISO 5529, Ankara.
- TSE (2013b). Buğday, Çavdar ve Bunların Unları, Durum Buğdayı ve Durum Buğdayı İrmigi - Hagberg - Pertene Göre Düşme Sayısının Tayini. TS EN ISO 3093, Ankara.
- TSE (2015a). Tahıllar - Nem ve Protein Tayini - Bütün Tanelerde Yakın - Infrared - Spektroskopi Kullanma Metodu. TS EN 15948, Ankara.
- TSE (2015b). Buğday Unu - Hamurun Fiziksel Karakteristikleri - Bölüm 1: Farinograf Kullanılarak Su Absorbsiyonunun ve Reolojik Özelliklerinin Tayini. TSE EN ISO 5530-1, Ankara.
- TSE (2015c). Buğday Unu - Hamurun Fiziksel Karakteristikleri - Bölüm 2: Ekstensograf Kullanılarak Reolojik Özelliklerinin Tayini. TSE EN ISO 5530-2, Ankara.
- TSE (2016). Buğday ve Buğday Unu - Gluten İçeriği - Bölüm 2: Mekanik Yöntemle Yaş Gluten ve Gluten İndeksi Tayini. TS EN ISO 21415-2, Ankara.
- TSE (2018). Buğday, TS 2974, Ankara.
- Wang, K., Dupuis, B. & Fu, B.X. (2017). Gluten aggregation behavior in high-shear-based glutopeak test: impact of flour water absorption and strength. *Cereal Chemistry*, 94(5), 909-915.
- Wang, J., Hou, G.G., Liu, T., Wang, N. & Bock, J. (2018). GlutoPeak method improvement for gluten aggregation measurement of whole wheat flour. *LWT-Food Science and Technology*, 90, 8-14.
- Zawieja, B., Makowska, A. & Gutsche, M. (2020). Prediction of selected rheological characteristics of wheat based on glutopeak test parameters. *Journal of Cereal Science*, 91, 102898.