

## UNUN EKMEKÇİLİK KALİTESİ İLE FARKLI METOTLARLA ÖLÇÜLEN HAMUR REOLOJİK ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

### A RESEARCH ON DETERMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN BAKING QUALITY OF FLOUR AND DOUGH RHEOLOGIC PROPERTIES MEASURED WITH DIFFERENT METHODS

Neslihan DİKİCİ<sup>1</sup>, Nermin BİLGİÇLİ<sup>2</sup>, Adem ELGÜN<sup>2</sup>, Nilgün ERTAŞ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Konya Ticaret Borsası, Konya

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya

**ÖZET:** Bu araştırmada Tip 550 ve Tip 650 un örneklerinin farinograf - ekstensograf ve consistograf-alveograf vasıtasıyla ölçülen bazı reolojik hamur özellikleri ile, bu unlardan yapılan ekmeklerin kalite parametreleri arasındaki ilişkiler araştırılmış, ekmekçilik değerini tahmin etmede en güvenilir ve tekrarlanabilir sonuç veren parametrelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. 13'er adet Tip 550 ve Tip 650 un numunesinde reolojik analizler ve ekmek denemeleri yapılmıştır. Ekmek özellikleri ile ölçülen hamur özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları karşılaştırıldığında; un tipine bakılmaksızın, ekmekçilik kalitesinin tahmininde uzama testleri, yoğurma testlerinden daha etkili olmuş, düşük randımanlı-kuvvetli unlarda (Tip 550) ekstensograf, yüksek randımanlı-zayıf unlarda (Tip 650) alveograf daha etkili bulunmuştur. Ekmek hacmi, tekstürü ve bayatlamasının tahmininde ekstensografta enerji ve direnç, alveografta ise enerji ve elastikiyet değerlerinin en uygun parametreler olduğu görülmüştür ( $p<0,01$ ). Yoğurma testleri ancak düşük randımanlı-kuvvetli (Tip 550) unlarda etkili görülmüş, consistogram değerleri farinograma göre un tipinden aşırı derecede etkilenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Ekmek, farinograf, ekstensograf, consistograf, alveograf.

**ABSTRACT:** In this research, it was aimed that which method is more reliable, repeatable and accurate to detect the relationship between dough rheologic properties measured by the means of farinograph - extensograph and consistograph - alveograph, and the bread quality parameters of the flour. 13 samples from the each one of Type 550 and Type 650 flours were used in the bread making experiments and rheologic analyses. As a result of the comparison of the correlation coefficients between the bread quality and rheological analyses for each flour type separately and together with them, at the prediction of the breadmaking qualities of the flours, the dough extensibility test parameters became more effective than these of the dough mixing tests. The extensograph parameters on the low extraction-strong flours, showed the higher performance than the other one. The most effective parameters were, the energy and resistance values of extensograms and the energy and elasticity values of alveograms ( $p<0,01$ ). Mixing tests gave some reasonable results for only low extraction-strong flours (Type 550), but the consistogram parameters showed excessive deviations with the flour types used.

**Key words :** Bread, farinograph, extensograph, consistograph, alveograph.

### GİRİŞ

Unların ekmekçilik değerini ortaya koyan en kesin sonuçlar reolojik analiz yöntemleri ile elde edilmektedir. Bu amaçla geliştirilen cihazlar arasında en yaygın olanları farinograf + ekstensograf ile alveograf + consistograf test ekipmanlarıdır. Son yıllarda alveograf ile consistografin tek bir cihazda birleştirilmesiyle, ortaya çıkan alveo-consistografin da farinograf + ekstensograf gibi kullanım alanı hızla artmıştır (1). Farinograf, unun normal bir hamur halini alması için gerekli su miktarının (%) tespitinde ve yoğurma sırasında hamurun yoğurucu

\* E-posta: nabasiz@selcuk.edu.tr

paletlere gösterdiği direncin grafik olarak belirlenmesinde kullanılır (2). Ekstensograf, farinografta hemen hemen hiç gözlenemeyen bromat ve iyodat gibi oksidan hamur geliştiricilerin etkisini gösterebilmekte (3) ve süreye bağlı olarak ölçülen hamurun uzama kabiliyeti ve uzamaya karşı göstermiş olduğu direnç kolaylıkla saptanabilmektedir (4). Konsistograf, istenilen konsistenste hamur eldesi için su kaldırma kapasitesinin ve fırın mikserinden alınan hamurun konsistensinin hesaplanmasında kullanılır. Alveograf, ekstensograf gibi, hamurun uzamaya karşı gösterdiği direnci saptamak amacıyla geliştirilmiş bir alettir (5). Hamurun uzamaya karşı gösterdiği direncin bir kurve halinde kaydedilmesinden sonra elde edilen kurvenin şekli, büyüklüğü ve şişen hamurun patlama anındaki hacmi unun ekmeçlik değeri hakkında fikir verir (6). Alveo-konsistografta alveograf NG ve konsistografin tüm özelliklerine ek olarak su kaldırma kapasitesine göre farklı alveograf testi yapmak mümkün olabilmekte ve alveo-konsistograf kullanımı ile, kısa sürede, daha az enerji ile analizlerin gerçekleştirilebileceği ileri sürülmektedir (7).

Bu çalışma ile hamur reolojik özelliklerinden yararlanarak; unun ekmeçlik değerini tahmin etmede en uygun parametrelerin belirlenebilmesi ve farinograf + ekstensograf ile alveograf + konsistograf reolojik test setlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

## **MATERYAL VE YÖNTEM**

### **Materyal**

2003 yılında Konya ve Adana piyasasından temin edilen 13'er adet 10'ar kg'lık Tip 550 ve Tip 650 ticari unlar ekmeç yapımında kullanılmıştır.

### **Yöntem**

#### **Denemenin kuruluşu ve istatistik analizler**

Tip 550 ve 650 unlardan hazırlanan hamurlarda reolojik (farinograf, konsistograf, ekstensograf ve alveograf) analizler yapılmış, aynı un numuneleri ile ekmeç denemeleri gerçekleştirilerek ekmeçin bazı fiziksel ve duyu kalite özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler istatistik analize tabi tutulup karakterler arasındaki basit korelasyon katsayıları belirlenmiştir (8).

#### **Laboratuvar analizleri**

Ekmeç hamurlarında, farinograf (AACC 54-21), ekstensograf AACC 54-10 ve alveo-konsistograf (AACC 54-30A ve 54-50) analizleri Anonymous (9)'a göre yapılmıştır.

#### **Ekmeç denemeleri**

Ekmeç üretiminde AACC metot-10-10 modifiye edilerek kullanılmıştır (9). 100 gram un esasına göre; %3 maya, %1,5 tuz ve farinografta kaldırdığı suyun 2 puan üstü kullanılarak ekmeç üretimi gerçekleştirilmiştir. Ekmeç özellikleri 1-10 puan arasında puanlanarak değerlendirilmiş. Ekmeç içi sertlik (Biyolojik Test Ünitesi) değeri 72 saat sonra belirlenmiştir. Kabuk ve ekmeç içi renk (L, a, b) ölçümleri, Minolta CR 300 cihazı kullanılarak yapılmıştır (10,11).

## **ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA**

### **Hamur Reolojik Özellikleri ile Ekmeç Kalitesi Arasındaki İlişkiler**

#### **Ekmeç ağırlığı**

Ekmeç ağırlığı, unun ekmeç verimini ve ekmeçin pişkinliğini ifade eder. Tip 550 unlardan elde edilen ekmeç ağırlıkları ile farinogram su absorpsiyonu ( $r=+0.465$ ,  $p<0.05$ ), gelişme süresi ( $r=+0.475$ ,  $p<0.01$ ) ile konsistogramda elde edilen su absorpsiyonu ( $r=0.803$ ,  $p<0.01$ ) ve maksimum basınç ( $r=+0.804$ ,  $p<0.01$ ) arasında (Çizelge 1), Tip 650 unlardan yapılan ekmeç ağırlıkları ile farinograf su absorpsiyonu ( $r=+0.643$ ,  $p<0.01$ ), stabilite ( $r=+0.607$ ,  $p<0.01$ ), farinograf kalite derecesi ( $r=+0.603$ ,  $p<0.01$ ) arasında önemli korelasyon katsayıları belirlenmiştir (Çizelge 2). Tip 550 unlarda ekmeç ağırlığı ile konsistografta elde edilen su absorpsiyonu arasındaki korelasyon katsayısı farinografta belirlenen absorpsiyondan daha yüksek bulunmuştur. Tip 650'de ise aksi söz konusu olmuştur (Çizelge 2). İlgili olarak bu sonuç ile un tipine bağlı

Çizelge 1. Tip 550 unlarla hazırlanan ekmekek hamurlarının farinogram ve konsistogram değerleri arasındaki ilişkiler

Ekmek Özellikleri	Farinogram Değerleri					Konsistogram Değerleri	
	Absorpsiyon (%)	Gelişme (dk)	Stabilite (dk)	Yumuşama (BU)	FKD	Absorpsiyon (%)	Max Basınç (mb)
Ağırlık	+0.465*	+0.475**	-0.194 ns	+0.011 ns	+0.054 ns	+0.803**	+0.804**
Hacim	-0.059 ns	-0.486**	+0.312 ns	-0.195 ns	-0.505**	-0.431*	-0.411*
Tekstür	+0.448*	-0.612**	+0.390*	-0.289 ns	-0.292 ns	+0.064 ns	+0.144 ns
İç Sertliği	-0.057 ns	+0.396*	-0.297 ns	+0.239 ns	+0.629**	+0.221 ns	+0.224 ns
İç Rengi (L)	+0.016 ns	-0.529**	+0.376*	-0.127 ns	-0.024 ns	-0.354 ns	-0.290 ns
İç Rengi (b)	+0.341 ns	+0.339 ns	-0.543**	+0.463*	+0.597**	+0.493**	+0.477**
Kabuk Rengi (L)	+0.217 ns	+0.253 ns	-0.209 ns	-0.214 ns	+0.109 ns	+0.534**	+0.525**
Kabuk Rengi (a)	-0.132 ns	-0.423*	-0.153 ns	+0.205 ns	+0.016 ns	-0.425*	-0.426*

FKD: Farinograf Kalite Derecesi

Çizelge 2. Tip 650 unlarla hazırlanan ekmekek hamurlarının farinogram ve konsistogram değerleri arasındaki ilişkiler

Ekmek Özellikleri	Farinogram Değerleri					Konsistogram Değerleri	
	Absorpsiyon (%)	Gelişme (dk)	Stabilite (dk)	Yumuşama (BU)	FKD	Absorpsiyon (%)	Max Basınç (mb)
Ağırlık	+0.643**	-0.157 ns	+0.607**	-0.275 ns	+0.603**	+0.175 ns	+0.167 ns
Hacim	+0.178 ns	+0.156 ns	+0.057 ns	+0.041 ns	+0.007 ns	+0.458*	+0.474**
Tekstür	+0.367*	-0.213 ns	+0.331 ns	-0.407*	+0.192 ns	+0.063 ns	+0.042 ns
İç Sertliği	-0.459*	-0.236 ns	-0.415*	+0.135 ns	-0.352 ns	-0.507**	-0.543**
İç Rengi (L)	+0.100 ns	-0.257 ns	+0.202 ns	-0.258 ns	+0.252 ns	-0.280 ns	-0.315 ns
İç Rengi (b)	-0.255 ns	-0.013 ns	-0.136 ns	+0.315 ns	-0.100 ns	+0.268 ns	+0.227 ns
Kabuk Rengi (L)	+0.141 ns	-0.168 ns	+0.144 ns	-0.288 ns	+0.165 ns	-0.471**	-0.474**
Kabuk Rengi (a)	+0.119 ns	+0.355 ns	-0.103 ns	+0.355 ns	-0.116 ns	+0.547**	+0.581**

FKD: Farinograf Kalite Derecesi

olmaksızın bir genelleme yapmanın mümkün olmayacağı, ancak, düşük randımanlı-kuvvetli unlarda tahmin parametresi olarak kullanılabileceği görülmektedir.

Tip 550 unlardan elde edilen ekmekek ağırlıkları ile ekstensogram enerji değerleri ( $r=-0.511$ ,  $p<0.01$ ) ve maksimum direnç ( $r=-0.340$ ,  $p<0.05$ ) arasında (Çizelge 3), Tip 650 unlarla yapılan ekmekeklerin ağırlıkları ile ekstensogram uzayabilirlik ( $r=-0.508$ ,  $p<0.01$ ), oran sayısı ( $r=+0.484$ ,  $p<0.01$ ) ve alveogramda maksimum basınç ( $r=+0.475$ ,  $p<0.01$ ), kurvenin taban uzunluğu ( $r=-0.428$ ,  $p<0.05$ ), uzayabilirlik ( $r=-0.452$ ,  $p<0.05$ ), enerji ( $r=+0.387$ ,  $p<0.05$ ) ve kurvenin biçimsel oranı ( $r=+0.529$ ,  $p<0.01$ ) değerleri arasında önemli korelasyon katsayıları bulunmuştur (Çizelge 4). Tip 550 unlarda ekmekek ağırlığı, alveogram değerleri ile önemli bir ilişki vermezken ekstensogram değerlerinden özellikle enerji değeri ile önemli ve negatif bir ilişki göstermiştir. Tip 650 unların ekstensogram değerlerinden uzayabilirlik ve oran sayısı ekmekek ağırlığı hakkında fikir verirken, alveogram özelliklerinden maksimum basınç, kurve taban uzunluğu, uzayabilirlik ve kurvenin biçimsel oranı değerlerinin ekmekek ağırlığı ile önemli korelasyon verdiği gözlenmiştir. Bu bakımdan, un tipine bakılmaksızın özellikle ekstensogram ve alveogram özelliklerini ekmekek verimini tahmin etmede etkin bir parametre olarak kullanılamayacağı sonucuna varılabilir.

Çizelge 3. Tip 550 unlarla hazırlanan ekmekek hamurlarının ekstensogram ve alveogram değerleri arasındaki ilişkiler

Ekmek Özellikleri	Ekstensogram Değerleri					Alveogram Değerleri					
	Enerji (cm <sup>2</sup> )	Direnç (BU)	Uzayab. (mm)	Max Direnç (BU)	Oran Sayısı	Max Basınç (mmH <sub>2</sub> O)	Uzama (mm)	Uzayab (mm)	Enerji (Joule)	Elastik (%)	Biçimsel Oran
Ağırlık	-0.511**	-0.265 ns	-0.139 ns	-0.340*	-0.131 ns	-0.024 ns	-0.222 ns	-0.222 ns	-0.317 ns	-0.217 ns	+0.115 ns
Hacim	+0.565**	+0.550**	-0.361*	+0.541**	+0.500**	+0.393*	-0.235 ns	-0.236 ns	+0.438*	+0.587**	+0.311 ns
Tekstür	+0.605**	+0.720**	-0.629**	+0.663**	+0.710**	+0.725**	-0.590**	-0.591**	+0.693**	+0.671**	+0.685**
İç Sertliği	-0.483**	-0.578**	+0.568**	-0.548**	-0.588**	-0.500**	+0.440*	+0.437*	-0.560**	-0.689**	-0.463*
İç Rengi (L)	+0.547**	+0.468**	-0.279 ns	+0.476**	+0.417*	+0.474**	-0.156 ns	-0.158 ns	+0.603**	+0.459*	+0.298 ns
İç Rengi (b)	-0.505**	-0.459*	+0.431*	-0.531**	-0.456*	-0.315 ns	+0.217 ns	+0.218 ns	-0.486**	-0.667**	-0.243 ns
Kabuk Rengi(L)	-0.302 ns	-0.207 ns	-0.165 ns	-0.215 ns	-0.099 ns	+0.078 ns	-0.296 ns	-0.302 ns	-0.120 ns	+0.008 ns	+0.137 ns
Kabuk Rengi(a)	+0.473**	+0.390*	+0.002 ns	+0.399*	+0.277 ns	+0.153 ns	+0.009 ns	+0.029 ns	+0.322 ns	+0.172 ns	+0.089 ns

Çizelge 4. Tip 650 unlarla hazırlanan ekmeğin hamurlarının ekstensogram ve alveogram değerleri arasındaki ilişkiler

Ekmek Özellikleri	Ekstensogram Değerleri					Alveogram Değerleri					
	Enerji (cm <sup>2</sup> )	Direnç (BU)	Uzayab. (mm)	Max Direnç (BU)	Oran Sayısı	Max Basınç (mmH <sub>2</sub> O)	Uzama (mm)	Uzayab (mm)	Enerji (Joule)	Elastik (%)	Biçimsel Oran
Ağırlık	-0.088 ns	+0.318ns	-0.508**	+0.253ns	+0.484**	+0.475**	-0.428*	-0.452*	+0.387*	+0.315 ns	+0.529**
Hacim	+0.534**	+0.295ns	-0.146 ns	+0.375*	+0.112 ns	+0.402*	-0.292 ns	-0.279 ns	+0.579**	+0.524**	+0.308 ns
Tekstür	+0.422*	+0.550**	-0.453*	+0.505**	+0.496**	+0.602**	-0.544**	-0.528**	-0.077 ns	+0.655**	+0.567**
İç Sertliği	-0.450*	-0.561**	+0.598**	-0.562**	+0.496**	-0.827**	+0.667**	+0.660**	-0.430*	-0.761**	-0.742**
İç Rengi (L)	-0.370*	-0.322 ns	+0.137 ns	-0.382*	-0.445*	-0.243 ns	-0.018 ns	-0.026 ns	+0.088 ns	-0.324 ns	+0.058 ns
İç Rengi (b)	+0.147 ns	+0.276ns	-0.142 ns	+0.273ns	-0.503**	-0.272 ns	+0.432*	+0.420*	+0.060 ns	-0.016 ns	-0.742**
Kabuk Rengi(L)	-0.657**	-0.267 ns	-0.156 ns	-0.437*	-0.274 ns	+0.043 ns	-0.389*	-0.401*	+0.185 ns	-0.345 ns	-0.074 ns
Kabuk Rengi(a)	+0.523**	+0.266ns	-0.057 ns	+0.397*	+0.287 ns	+0.297 ns	+0.039 ns	+0.058 ns	-0.282 ns	+0.439*	-0.309 ns

Çizelge 5. Tip 550 ve 650 unların ayrı ayrı ve birlikte değerlendirilmesi ile elde edilen reolojik parametreler ve ekmeğin özellikleri arasındaki ilişkiler

Ekmek Özelliği	Ölçüm metodu	Tip 550	Tip 650	Tip 550 ve 650
Hacim	Extensograf enerji	+ 0.565 **	+ 0.534 **	+ 0.491 **
Hacim	Alveograf enerji	+ 0.438 *	+ 0.579 **	+ 0.522 **
Hacim	Alveograf elastikiyet	+ 0.587 **	+ 0.524 **	+ 0.593 **
Ekmek içi sertlik	Extensograf enerji	- 0.483 **	- 0.450 **	- 0.408 **
Ekmek içi sertlik	Extensograf uzayabilirlik	+ 0.568 **	+ 0.598 **	+ 0.585 **
Ekmek içi sertlik	Extensograf max direnç	- 0.548 **	- 0.562 **	- 0.499 **
Ekmek içi sertlik	Alveograf max. basınç	- 0.500 **	- 0.496 **	- 0.737 **
Ekmek içi sertlik	Alveograf elastikiyet	- 0.689 **	- 0.761 **	- 0.666 **

### 3.1.2. Ekmek hacmi

Tip 550 unlardan elde edilen ekmeğin hacimleri ile farinografteki gelişme süresi ( $r=-0.486$ ,  $p<0.01$ ), farinograf kalite değeri ( $r=-0.505$ ,  $p<0.01$ ); konsistogramda belirlenen su absorpsiyonu ( $r=-0.431$ ,  $p<0.05$ ) ve maksimum basınç ( $r=-0.411$ ,  $p<0.05$ ), arasında (Çizelge 1), Tip 650 unlardan yapılan ekmeğin hacimleri ile konsistogramda elde edilen su absorpsiyonu ( $r=+0.458$ ,  $p<0.05$ ) ve maksimum basınç ( $r=+0.474$ ,  $p<0.01$ ) arasında önemli korelasyonlar bulunmuştur (Çizelge 2). Pyler (2), yüksek su absorpsiyonuna sahip unların yüksek hacimli ekmeğin verdiğini belirtmiştir. Bu husus çok değişik granülasyon ve randımana sahip ticari un örneklerinde saptanmıştır (Çizelge 1 ve 2). Ekmek hacminin tahmininde, konsistogram parametrelerinin Tip 550'de negatif, Tip 650'de pozitif korelasyon vermesi, ilişkinin un tipi veya randımandan önemli düzeyde etkilendiğini, genel bir tahmin parametresi olarak kullanılamayacağını göstermektedir.

Tip 550 unlardan elde edilen ekmeğin hacimleri ile ekstensogramda elde edilen enerji ( $r=+0.565$ ,  $p<0.01$ ), uzamaya karşı direnç ( $r=+0.550$ ,  $p<0.01$ ), uzayabilirlik ( $r=-0.361$ ,  $p<0.05$ ), maksimum direnç ( $r=+0.541$ ,  $p<0.01$ ), oran sayısı ( $r=+0.500$ ,  $p<0.01$ ), ve alveogramda belirlenen maksimum basınç ( $r=+0.393$ ,  $p<0.05$ ), enerji ( $r=+0.438$ ,  $p<0.05$ ), elastikiyet indeksi ( $r=+0.587$ ,  $p<0.01$ ) değerleri arasında (Çizelge 3), Tip 650 unlardan elde edilen ekmeğin hacimleri ile ekstensogramdaki enerji ( $r=+0.534$ ,  $p<0.01$ ), maksimum ( $r=+0.375$ ,  $p<0.05$ ) ve alveogramda belirlenen maksimum basınç ( $r=+0.402$ ,  $p<0.05$ ), enerji ( $r=+0.579$ ,  $p<0.01$ ) ve elastikiyet indeksi ( $r=+0.524$ ,  $p<0.01$ ) değerleri arasında önemli korelasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 4). Tip 550 ve 650 unlar birlikte değerlendirildiğinde ekmeğin hacmi üzerinde ekstensograf ve alveogram enerji değerleri ve alveogram elastikiyet değerlerinin önemli ve pozitif yönde korelasyonlar verdiği görülmektedir (Çizelge 5). Bu sonuç ekstensograf ve alveograf enerji değerlerinin parametre olarak oldukça paralel sonuçlar verdiğini (Çizelge 6) ve un tipine bakılmaksızın ekmeğin hacminin tahmininde kullanılabileceğini ifade etmektedir. Tip 550 unlardan elde edilen ekmeğin hacimleri ile ekstensogramın tüm değerleri (enerji, uzamaya karşı direnç, uzayabilirlik, maksimum direnç ve oran sayısı) arasında önemli korelasyonlar elde edilirken, alveogram değerlerinden ancak enerji ve elastikiyet indeksi ile önemli korelasyon sağlanmıştır (Çizelge 3). Benzer şekilde Tip 650 unlardan elde edilen ekmeğin hacimleri ile ekstensogramda elde edilen enerji, maksimum direnç ve alveogramda elde edilen enerji, maksimum basınç, elastikiyet indeksi değerleri arasında önemli korelasyonlar bulunmuştur (Çizelge 4). Ekmek hacmini tahmin etmede; reolojik testlerden, uzama özelliklerinde ekstensogram ve alveogramın özellikle enerji değerlerinin, un tipine bakılmaksızın kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

### Tekstür

Tip 550 unlardan yapılan ekmeklerde tekstür özellikleri ile farinografda su absorpsiyonu ( $r=+0.448$ ,  $p<0.05$ ), gelişme süresi ( $r=-0.612$ ,  $p<0.01$ ) ve stabilite ( $r=+0.390$ ,  $p<0.05$ ) değerleri arasında (Çizelge 1), Tip 650 unlarda ekme tekstürü ile farinografdaki su absorpsiyonu ( $r=+0.367$ ,  $p<0.05$ ) ve yumuşama derecesi ( $r=-0.407$ ,  $p<0.05$ ) arasında önemli korelasyon katsayıları bulunmuştur (Çizelge 2). Tip 550 unlarda farinografda belirlenen gelişme süresi ile tekstür arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Nitekim Özen (12), gelişme süresi arttıkça ekme gözenek yapısının bozulacağını belirtmiştir. Yoğurma özellikleri ile un tipine bağlı kalmaksızın tekstür tahminini genelleştirmek mümkün olmamıştır.

Tip 550 unlardan yapılan ekmeklerin tekstür ile ekstensografdaki enerji ( $r=+0.605$ ), uzamaya karşı direnç ( $r=+0.720$ ), uzayabilirlik ( $r=-0.629$ ), maksimum direnç ( $r=+0.663$ ), oran sayısı ( $r=+0.710$ ); alveogramda maksimum basınç ( $r=+0.725$ ), uzama ( $r=-0.590$ ), uzayabilirlik ( $r=-0.591$ ), enerji ( $r=+0.693$ ), elastikiyet indeksi ( $r=+0.671$ ), kurvenin biçimsel oranı ( $r=+0.685$ ) arasında önemli ( $p<0.01$ ) korelasyonlar elde edilmiştir (Çizelge 3). Tip 650 unlara ait ekmeklerin tekstür puanları ile ekstensogramda elde edilen enerji ( $r=+0.422$ ,  $p<0.05$ ), uzamaya karşı direnç ( $r=+0.550$ ,  $p<0.01$ ), uzayabilirlik ( $r=-0.453$ ,  $p<0.05$ ), maksimum direnç ( $r=+0.505$ ,  $p<0.01$ ), oran sayısı ( $r=+0.496$ ,  $p<0.01$ ); alveogramın maksimum basınç ( $r=+0.602$ ,  $p<0.01$ ), uzama ( $r=-0.544$ ,  $p<0.01$ ), uzayabilirlik ( $r=-0.528$ ,  $p<0.01$ ), elastikiyet indeksi ( $r=+0.655$ ,  $p<0.01$ ), kurvenin biçimsel oranı ( $r=+0.567$ ,  $p<0.01$ ), arasında önemli korelasyon katsayıları elde edilmiştir (Çizelge 4). Enerji değeri arttıkça gözenek yapısı düzelmektedir. Enerji değeri yüksek olan unlar daha yüksek hacimli ekme vermekte (2) ve yüksek hacimli ekmeklerin tekstürleri düzeltilmektedir (13). Ekme içi tekstürü her iki tip un için, hem ekstensogram ve hem de alveogram parametreleri oldukça önemli ilişkiler vermişlerdir. Her iki metod ile de Tip 550 unlarda daha sıkı ilişkiler bulunmuştur. Ekstensogramda uzamaya karşı direnç, alveogramda maksimum basınç en iyi ilişkiyi vermiştir.

### Ekme içi sertliği

Tip 550 unlardan yapılan ekmeklerin 72. saat sertlik değeri ile farinografda elde edilen gelişme süresi ( $r=+0.396$ ,  $p<0.05$ ), farinograf kalite değeri ( $r=+0.629$ ,  $p<0.01$ ) arasında (Çizelge 1), Tip 650 unlardan yapılan ekmeklerin 72. saat sertlik değeri ile farinografdaki su absorpsiyonu ( $r=-0.459$ ,  $p<0.05$ ), stabilite ( $r=-0.415$ ,  $p<0.05$ ); konsistogramda elde edilen su absorpsiyonu ( $r=-0.507$ ,  $p<0.01$ ), maksimum basınç ( $r=-0.543$ ,  $p<0.01$ ) arasında önemli korelasyon katsayıları tespit edilmiştir (Çizelge 2). Farinogram parametreleri, un tipine bakılmaksızın ekme içi sertliği tahmininde yeterince güvenilir bulunmamıştır.

Tip 550 unlardan yapılan ekmeklere ait 72. saat sertlik değeri ile ekstensogramdan elde edilen enerji ( $r=-0.483$ ,  $p<0.01$ ), uzamaya karşı direnç ( $r=-0.578$ ,  $p<0.01$ ), uzayabilirlik ( $r=+0.568$ ,  $p<0.01$ ), maksimum direnç ( $r=-0.548$ ,  $p<0.01$ ), oran sayısı ( $r=-0.588$ ,  $p<0.01$ ) ve alveogramda maksimum basınç ( $r=-0.500$ ,  $p<0.01$ ), uzama ( $r=+0.440$ ,  $p<0.05$ ), uzayabilirlik ( $r=+0.437$ ,  $p<0.05$ ), enerji ( $r=-0.560$ ,  $p<0.01$ ), elastikiyet indeksi ( $r=-0.689$ ,  $p<0.01$ ), kurvenin biçimsel oranı ( $r=-0.463$ ,  $p<0.05$ ) değerleri arasında önemli korelasyonlar bulunmuştur (Çizelge 3). Tip 650 unlardan yapılan ekmeklere ait 72. saat sertlik değeri ile ekstensogramda enerji ( $r=-0.450$ ,  $p<0.05$ ), uzamaya karşı direnç ( $r=-0.561$ ,  $p<0.01$ ), uzayabilirlik ( $r=+0.598$ ,  $p<0.01$ ), maksimum direnç ( $r=+0.505$ ,  $p<0.01$ ), oran sayısı ( $r=+0.496$ ,  $p<0.01$ ) ve alveogramda elde edilen maksimum basınç ( $r=-0.827$ ,  $p<0.01$ ), uzama ( $r=+0.667$ ,  $p<0.01$ ), uzayabilirlik ( $r=+0.660$ ,  $p<0.01$ ), enerji ( $r=+0.430$ ,  $p<0.05$ ), elastikiyet indeksi ( $r=-0.761$ ,  $p<0.01$ ), kurvenin biçimsel oranı ( $r=-0.742$ ,  $p<0.01$ ), arasında önemli korelasyon katsayıları bulunmuştur (Çizelge 4). Ekstensogram ve alveogramda tespit edilen hemen hemen tüm parametreler, 72. saat ekme içi sertliğini ifade etmede, un tipine bağımlı olmadan, oldukça önemli tahmin parametresi olarak görünmüştür. Bu hususta alveogram değerleri, ekstensograma göre daha belirleyici olmuştur (Çizelge 2, 4 ve 5). Ekstensogramda uzayabilirlik, alveogramda ise elastikiyet indeksi değerleri her iki un tipinde daha etkili parametreler olarak göze çarpmıştır (Çizelge 5). Her iki ölçüm cihazında da uzayabilirlik ile ekme içi sertliği arasında pozitif, diğer parametreler ile negatif yönlü ilişkiler elde edilmiştir. Bu durum, 135. dk uzama değerlerinin hamur sisteminin yıkılışını ifade etmesiyle açıklanabilir.

### Ekme içi rengi

Tip 550 unlardan yapılan ekmeklerin ekme içi parlaklığı değerleri ile farinografda elde edilen gelişme süresi ( $r=-0.529$ ,  $p<0.01$ ), stabilite ( $r=+0.376$ ,  $p<0.05$ ); ekme içi sarılığı değerleri ile farinografda elde edilen stabilite ( $r=-$

0.543,  $p<0.01$ ), yumuşama derecesi ( $r=+0.463$ ,  $p<0.01$ ), farinograf kalite değeri ( $r=+0.597$ ,  $p<0.01$ ); konsistogramda elde edilen su absorpsiyonu ( $r=+0.493$ ,  $p<0.01$ ) maksimum basınç ( $r=+0.477$ ,  $p<0.01$ ), arasında korelasyon katsayıları elde edilmiştir (Çizelge 1). Yoğurma parametreleri un tipinden aşırı derecede etkilenmiş, çok farklı yön ve önemlilikte korelasyon katsayıları elde edilmiştir.

Tip 550 unlardan yapılan ekmeklerin ekmek içi parlaklığı ile ekstensogramda elde edilen enerji ( $r=+0.547$ ,  $p<0.01$ ), uzamaya karşı direnç ( $r=+0.468$ ,  $p<0.01$ ), maksimum direnç ( $r=+0.476$ ,  $p<0.01$ ), oran sayısı ( $r=+0.417$ ,  $p<0.05$ ) ve alveogramda maksimum basınç ( $r=+0.474$ ,  $p<0.01$ ), enerji ( $r=+0.603$ ,  $p<0.01$ ), elastikiyet indeksi ( $r=+0.459$ ,  $p<0.01$ ); aynı ekmeklere ait ekmek içi sarılığı değeri ile ekstensogramda elde edilen enerji ( $r=-0.505$ ,  $p<0.01$ ), uzamaya karşı direnç ( $r=-0.459$ ,  $p<0.05$ ), uzayabilirlik ( $r=+0.431$ ,  $p<0.05$ ), maksimum direnç ( $r=-0.531$ ,  $p<0.01$ ), oran sayısı ( $r=-0.456$ ,  $p<0.05$ ) ve alveogramda elde edilen enerji ( $r=-0.486$ ,  $p<0.01$ ), elastikiyet indeksi ( $r=-0.667$ ,  $p<0.01$ ) değerleri arasında önemli korelasyonlar elde edilmiştir (Çizelge 3). Tip 650 unlarda ise ekmek içi parlaklığı ile ekstensogram enerji değeri ( $r=-0.370$ ), maksimum direnç ( $r=-0.382$ ) ve oran sayısı ( $r=-0.445$ ) arasında negatif önemli ( $p<0.05$ ) korelasyon katsayıları belirlenmiştir. Ekmek içi renginin tahmininde, un tipine bağlı kalmaksızın etkili olabilecek bir parametre tespit edilememiştir.

### Kabuk rengi

Tip 550 unlardan yapılan ekmeklerin kabuk parlaklığı ile konsistogramda elde edilen su absorpsiyonu ( $r=+0.534$ ) ( $p<0.01$ ) ve maksimum basınç ( $r=+0.525$ ) ve arasında pozitif; kabuk kırmızılığı ile farinografteki gelişme süresi ( $r=-0.423$ ,  $p<0.05$ ); konsistogramda elde edilen su absorpsiyonu ( $r=-0.425$ ,  $p<0.05$ ) ve maksimum basınç ( $r=-0.426$ ,  $p<0.05$ ) arasında ise negatif korelasyon katsayıları elde edilmiştir (Çizelge 1). Tip 650 unlardan yapılan ekmeklerin kabuk parlaklığı ile konsistogramda elde edilen su absorpsiyonu ( $r=-0.471$ ,  $p<0.01$ ), maksimum basınç ( $r=-0.474$ ,  $p<0.01$ ) arasında negatif; kabuk kırmızılığı ile konsistogramda elde edilen su absorpsiyonu ( $r=+0.547$ ,  $p<0.01$ ), maksimum basınç ( $r=+0.581$ ,  $p<0.01$ ) arasında pozitif korelasyon katsayıları bulunmuştur (Çizelge 2). Değerler, un tipi ve ölçüm metoduna göre aşırı derecede varyasyon göstermiştir (Çizelge 1 ve 2). Dolayısı ile tahmin parametresi olarak kullanılamayacağı anlaşılmıştır.

Tip 550 unlardan yapılan ekmeklerin kabuk parlaklığı ile ekstensogramda elde edilen enerji ( $r=+0.473$ ,  $p<0.01$ ), uzamaya karşı direnç ( $r=+0.390$ ,  $p<0.05$ ), maksimum direnç ( $r=+0.399$ ,  $p<0.05$ ) değerleri arasında (Çizelge 3), Tip 650 unlardan yapılan ekmeklere ait kabuk parlaklığı ile ekstensogramda elde edilen enerji ( $r=-0.657$ ,  $p<0.01$ ), maksimum direnç ( $r=-0.437$ ,  $p<0.05$ ) ve alveogramda elde edilen uzama ( $r=-0.389$ ,  $p<0.05$ ), uzayabilirlik ( $r=-0.401$ ,  $p<0.05$ ); kabuk kırmızılığı ile ekstensogramda elde edilen enerji ( $r=+0.523$ ,  $p<0.01$ ), maksimum direnç ( $r=+0.397$ ,  $p<0.05$ ) ve alveogramda elde edilen elastikiyet indeksi ( $r=+0.439$ ,  $p<0.05$ ) arasında önemli korelasyon katsayıları tespit edilmiştir (Çizelge 4). Korelasyon hesaplama sonuçları, yalnızca ekstensogramda enerji değerinin, kabuk renginde Tip 550 unlarda pozitif, Tip 650 unlarda ise negatif bir ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir. Buradan, ilişkinin farklı paçal, randıman ve granülasyona sahip un tipi tarafından aşırı etkilendiği sonucuna varılmaktadır.

### Farklı Reolojik Ölçüm Metotları Arasındaki İlişkiler

Farinogram ile konsistogram, ekstensogram ile alveogram parametreleri arasındaki ilişkiler ise Çizelge 6'de özetlenmiştir. Buna göre yoğurma testlerinde absorpsiyon değerleri arasında oldukça yüksek ilişki ve paralellik tespit edilmiştir (Çizelge 6). Uzama testlerinde ise özellikle Tip 550 unlarda ekstensogram ve alveogram özellikleri sıkı ilişki gösterirken, Tip 650 unlarda ilişki oldukça düşük, önemlilikte bulunmuştur. Ekmekçilik kalitesinin tahmininde uzama testleri daha etkili tahmin parametresi olarak görülmüştür. Un tipine bakılmaksızın ekstensogramda uzayabilirlik, alveogramda ise elastikiyet diğer test metodu ile en yüksek düzeyde ilişki veren parametreler olmuştur (Çizelge 6).

Sonuç olarak unların ekmekçilik kalitesinin tahmininde, her iki reolojik ölçüm grubunun da başarılı bir şekilde kullanılabilmesi, düşük randımanlı-kuvvetli unlarda çok daha isabetli tahminde bulunulabileceği anlaşılmıştır.

Tip 550 unlarda Farinograf + Extensograf grubunu,

Tip 650 unlarda ise Konsistograf + Alveograf grubunun daha etkili olduğu, konsistografın su absorpsiyonu hariç diğer yoğurma özelliklerinde un tipinden aşırı derecede etkilendiği anlaşılmıştır.

Çizelge 6. Farinogram ile konsistogram ve ekstensogram ile alveogram parametreleri arasındaki ilişkiler

Konsistogram Özellikleri	Un Tipi	Farinogram Özellikleri				
		Su Absorpsiyonu (%)	Gelişme Süresi (dk)	Stabilite (dk)	Yumuşama Derecesi (BU)	F. K. D.*
Su Absorpsiyonu (%)	Tip 550	+ 0.651 **	+ 0.343 ns	- 0.217 ns	+ 0.120 ns	+ 0.237 ns
	Tip 650	+ 0.554 **	+ 0.348 ns	+ 0.462 *	+ 0.133 ns	+ 0.503 **
	Birlikte	+ 0.507 **	+ 0.307 ns	+ 0.177 ns	+ 0.032 ns	+ 0.361 *
Max basınç (mb)	Tip 550	+ 0.676 **	+ 0.228 ns	- 0.140 ns	+ 0.075 ns	+ 0.207 ns
	Tip 650	+ 0.562 **	+ 0.461 *	+ 0.454 *	+ 0.107 ns	+ 0.537 **
	Birlikte	+ 0.521 **	+ 0.364 *	+ 0.208 ns	+ 0.024 ns	+ 0.375 *
Alveogram Özellikleri		Ekstensogram Özellikleri				
		Enerji (cm <sup>2</sup> )	Direnç (BU)	Uzayab. (mm)	Max Direnç (BU)	Oran Sayısı
Max basınç (mmH <sub>2</sub> O)	Tip 550	+ 0.717 **	+ 0.895 **	- 0.901 **	+ 0.834 **	+ 0.919 **
	Tip 650	+ 0.236 ns	+ 0.538 **	- 0.704 **	+ 0.492 **	+ 0.592 **
	Birlikte	+ 0.401 *	+ 0.668 **	- 0.756 **	+ 0.621 **	+ 0.700 **
Uzama (mm)	Tip 550	- 0.419 *	- 0.650 **	+ 0.825 **	- 0.571 **	- 0.702 **
	Tip 650	- 0.168 ns	- 0.242 ns	+ 0.642 **	- 0.111 ns	- 0.366 *
	Birlikte	- 0.020 ns	- 0.365 *	+ 0.678 **	- 0.266 ns	- 0.447 *
Uzayabilirlik (mm)	Tip 550	- 0.416 *	- 0.651 **	+ 0.835 **	- 0.370 *	- 0.706 **
	Tip 650	+ 0.175 ns	- 0.235 ns	+ 0.638 **	- 0.106 ns	- 0.360 *
	Birlikte	- 0.025 ns	- 0.369 *	+ 0.677 **	- 0.271 ns	- 0.451 *
Enerji (Joule)	Tip 550	+ 0.914 **	+ 0.951 **	- 0.772 **	+ 0.951 **	+ 0.925 **
	Tip 650	+ 0.346 ns	+ 0.028 ns	- 0.247 ns	+ 0.108 ns	+ 0.173 ns
	Birlikte	+ 0.584 **	+ 0.445 *	- 0.152 ns	+ 0.519 *	+ 0.333 ns
Elastikiyet (%)	Tip 550	+ 0.807 **	+ 0.848 **	- 0.792 **	+ 0.863 **	+ 0.837 **
	Tip 650	+ 0.791 **	+ 0.854 **	- 0.573 **	+ 0.901 **	+ 0.745 **
	Birlikte	+ 0.744 **	+ 0.806 **	- 0.631 **	+ 0.839 **	+ 0.737 **
Kürve Biçimsel Oran	Tip 550	+ 0.396 *	+ 0.818 **	- 0.900 **	+ 0.737 **	+ 0.859 **
	Tip 650	+ 0.044 ns	+ 0.398 *	- 0.671 **	+ 0.320 ns	+ 0.491 **
	Birlikte	+ 0.233 ns	+ 0.564 **	- 0.723 **	+ 0.493 **	+ 0.617 **

\*F.K.D : Farinograf kalite derecesi

**KAYNAKLAR**

- Anonymous. 1998. Alveo-consistograph. Product File, Chopin Instruments.
- Pyler E.J. 1988. *Baking Science and Technology*. 3<sup>rd</sup> edn. Sosland Publishing Company, USA.
- Pomeranz Y. 1988. *Wheat: Chemistry and Technology*. AACC, 3<sup>rd</sup> Edt. USA.
- Ünal S, Boyacıoğlu M.H. 1984. Hamurun reolojik özellikleri. Gıda. 9 (1): 13-20.
- Elgün A, Türker S, Bilgiçli N. 2001. *Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü*. Ticaret Borsası Yayınları, Konya
- Özkaya H, Kahveci B. 1990. *Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları. No: 14 Ankara.
- Anonymous. 2002. Un ve Buğday Analizleri Laboratuvar Cihazları Katalogu.K.Kantar, Ankara.
- Açıkgöz N, Akkaş M.E, Moghaddam A, Özcan K. 1994. Database dependent Turkish statistical software for PC's: TARIST (in Turkish). I. Congress of Field Crops, İzmir
- Anonymous. 1990. AACC. Approved Methods. 8<sup>th</sup> edn. American Association of Cereal Chemists, St.Paul, MA, USA.
- Symons S.J, Dexter J.E. 1992. Estimation of milling efficiency prediction of flour refinement by the measurement of pericarp fluorescence. Cereal Chem. 69 (2): 137-141.
- Oliver J.R, Blakeney A.B, Allen H.M. 1993. The color of flour streams as related to ash and pigment contents. Journal of Cereal Science. 17 (2): 69-182.
- Özen H. 1986. Ekmeklik Unlara Katılan İrmik Altı Ununun Ekmeğin Kalitesine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Göçmen D. 1991. Marmara Bölgesinde Üretilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Ekmeklik Kalitesi Üzerinde Araştırmalar. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Elgün A, Ertugay Z, Çelik İ, Ertugay M.F. 1995. Süne zararı görmüş buğday ile görmemiş buğdaya farklı tavlama metodu uygulamasının I. öğütme değeri ile unun bazı kalitatif özellikleri üzerine etkisi. Un Mamülleri Dünyası Dergisi. 4 (2): 4