

57355

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HAMUR HAZIRLANMASINDA ŞERBETÇİOTU ve  
LAKTİK STARTER KULLANIMININ HAMUR ve  
EKMEĞİN ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

I.C. GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ

**DUYGU GÖÇMEN**

**DOKTORA TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
1996**


ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

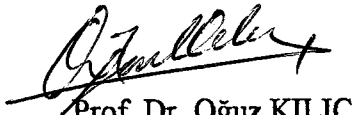
HAMUR HAZIRLANMASINDA ŞERBETÇİOTU ve  
LAKTİK STARTER KULLANIMININ HAMUR ve  
EKMEĞİN ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

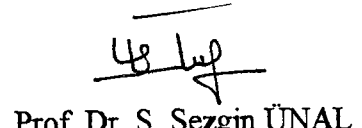
DUYGU GÖÇMEN

DOKTORA TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
1996

Bu tez; 19 / 04 / 1996 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

  
Prof. Dr. İsmet ŞAHİN  
(Danışman)

  
Prof. Dr. Oğuz KILIÇ

  
Prof. Dr. S. Sezgin ÜNAL

  
Prof. Dr. Recai ERCAN

  
Yrd. Doç. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU

## ÖZET

Bu araştırmada, maya yanında laktik starter ve şerbetçiotu kullanımı ile hamur ve ekmek kalitesine, özellikle bayatlama üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bunun için, saf kùltür olarak çoğaltılan laktik asit bakterilerinden *L. plantarum* ve *L. fermentum* türleri, karışık starter olarak kullanılmıştır. Denemelerde  $2 \times 10^9$ /ml hücre içeren karışık kùltür, tartılan un miktarına göre %2 ve %4 oranında aşılanmıştır. şerbetçiotu ise, ön denemelerde acılık hissedilmeyecek şekilde saptanan %0.025 ve %0.05 oranlarında tartılmış ve su ile kaynatılarak, elde edilen ekstrakt yoğurmada kullanılmıştır. Materyal olarak, Ankara piyasasından sağlanan Tıp 1, Tıp 3 ve Tıp 5 unları Aralık 1993, Mart ve Haziran 1994 olmak üzere üçer ay aralarla, üç farklı dönemde; kimyasal bileşim, teknolojik özellikler ve ekmek denemesi yönünden araştırmaya tabi tutulmuştur.

Elde edilen sonuçlara göre; en iyi bulgular her üç tip un için de ikinci dönemde saptanırken, en düşük değerler ikinci üç aylık bekletme sonunda yapılan üçüncü dönem sonunda ortaya çıkmıştır. İkinci dönem sonundaki bu olumlu gelişme, unun öğütmeden sonra bir süre depolanması ile biyokimyasal yapısında gerçekteşen olgunlaşmaya bağlanabilir. Üçüncü dönemdeki kalite kaybı ise, uzun süre depolamanın neden olduğu bayatlamanın bir belirtisi olarak kabul edilebilir.

Hemen tüm katkı maddeleri, hamur ve ekmek özelliklerine, pH ve asitlik gelişimine ve ayrıca bayatlama üzerine etkide bulunmuştur. Özellikle, laktik starter—şerbetçiotu karışık katkıları, her iki katkı maddesinin ayrı ayrı kullanımlarından daha etkili sonuçlar vermiştir. Örneğin, bayatlamanın geciktirilmesinde en iyi sonuç, %0.05 şerbetçiotunun %2 ve %4 laktik starterler ile kombine uygulamalarında elde edilmiştir. Bunları %0.025 şerbetçiotu ile her iki orandaki laktik starter kombinasyonları izlemiştir. Katkı maddelerinin ayrı ayrı uygulamaları hamur ve ekmek özelliklerinde, sayısal olarak büyük farklar ortaya koyamamışsa da, %4 oranındaki laktik starter kullanımında daha belirgin olmak üzere laktik starter katkısı, ekmeğin bayatlamasını geciktirici etki yapmıştır. %0.025 ve %0.05 şerbetçiotu katkıları ise kalite ve bayatlama üzerine en az etkide bulunan uygulamalar olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Laktik starter, saf kùltür, karışık kùltür, şerbetçiotu, ekstrakt, kimyasal bileşim, teknolojik özellik, hamur ve ekmek kalitesi, bayatlama ve bayatlamanın geciktirilmesi.*

## ABSTRACT

### **The Effect Of The Use Of Hop And Lactic Starter On The Properties Of Dough And Bread In The Preparation Of Dough**

In this research, the effects of lactic starter and hop additives, nearby yeast on the quality of dough and bread, especially on staling were investigated. With this purpose, of the lactic acid bacteria propagated as pure culture, *L. plantarum* and *L. fermentum* were used as mixed starter. In the trials, the mixed culture containing  $2 \times 10^9$  cells per ml was inoculated at the rates of 2% and 4% depending on the flour quantity. Hop was weighed at the rates of 0.025% and 0.05% which were determined not to cause bitterness in preliminary trials, then it was boiled with water and the resulted extract was used in preparation of dough. The Type 1, Type 3 and Type 5 flours were subjected to investigation with respect to chemical composition, technological properties and bread trial at three different periods, with three-month intervals, i.e. December 1993, March and June 1994.

According to the results obtained, the best values for all three types of flours were determined at the second period, whereas the lowest values were observed at the end of the third term following the second three-month-keeping. This positive development at the end of the second period can be attributed to the maturation in the biochemical structure of flour due to the storage of it following milling. The quality loss at the third period can be considered as an indication of staling caused by long term storage.

Almost all additives were affective on dough and bread properties, pH and acidity development and moreover on staling. Especially, lactic starter and hop mixed additives gave more effective results compared with the use of these additives separately for instance, the best result in the delaying of staling was obtained from the combined application of 0.05% hop and lactic starters at the rates of 2% and 4%. This was followed by the combination of 0.025% hop and lactic starters at the two rates stated above. Although the separate applications of additives could not lead to numerically important differences in the dough and bread properties, the lactic starter additives had delaying effect on the staling of bread, being more pronounced with the use of 4% lactic starter. 0.025% and 0.05% hop additives were determined as the applications having least effect on the quality and staling.

**KEY-WORDS :** *Lactic starter, pure culture, hop, extract, chemical composition, technological properties, dough and bread quality, stalling and delaying of staling.*

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM .....	20
3.1. Materyal .....	20
3.1.1. Un örnekleri .....	20
3.1.2. Katkı maddeleri .....	20
3.1.2.1. Maya .....	20
3.1.2.2. Tuz .....	20
3.1.2.3. Şerbetçiotu .....	20
3.1.2.4. Laktik asit bakterileri .....	20
3.2. Yöntem .....	21
3.2.1. Kimyasal bileşim analizleri .....	21
3.2.1.1. Nem tayini .....	21
3.2.1.2. Kül tayini .....	21
3.2.1.3. Protein tayini .....	21
3.2.1.4. Asitlik .....	22
3.2.1.5. Nişasta tayini .....	22
3.2.1.6. pH .....	22
3.2.2. Teknolojik özelliklerin belirlenmesi .....	22
3.2.2.1. Yaş gluten (yaş öz) tayini .....	22
3.2.2.2. Kuru gluten (kuru öz) tayini .....	23
3.2.2.3. Sedimentasyon testi .....	23
3.2.2.4. Düşme sayısı (falling number) tayini .....	23
3.2.2.5. Farinograf değerlerinin belirlenmesi .....	23
3.2.2.6. Ekstensograf değerlerinin belirlenmesi .....	23
3.2.2.7. Ekmek denemesi .....	23
3.2.2.8. Penetrometre değerinin (sertlik derecesinin) saptanması .....	24

3.2.3. Mikrobiyolojik yöntemler .....	25
3.2.3.1. Laktik asit bakterilerinin izolasyonu .....	25
3.2.3.1.1. Hücre şekilleri .....	26
3.2.3.1.2. Gram boyama .....	26
3.2.3.1.3. Katalaz testi .....	26
3.2.3.1.4. Gaz oluşumu .....	26
3.2.3.1.5. Nitrat indirgeme .....	26
3.2.3.1.6. Değişik koşullarda gelişme deneyi .....	26
3.2.3.1.7. Argininden amonyak oluşumu .....	27
3.2.3.1.8. İndol oluşumu .....	27
3.2.3.1.9. DAP aranması .....	27
3.2.3.1.10. Asit oluşturma yeteneği .....	28
3.2.3.1.11. Fermentasyon deneyi .....	28
3.2.3.1.12. Turnusollu sütü indirgeme deneyi .....	28
4. BULGULAR ve TARTIŞMA .....	29
4.1. Un Örneklerinin Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri .....	29
4.2. Katkı Maddelerinin Unların Teknolojik Özelliklerine Etkisi .....	32
4.3. Hamur Fermentasyonu .....	49
4.4. Ekmek Denemesi Bulguları .....	57
5. SONUÇ .....	75
KAYNAKLAR .....	79
TEŞEKKÜR	
ÖZGEÇMİŞ	

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.4.1 : Tıp 1 unu katkı ve katkısız ekmeklerin kesitleri .....	59
Şekil 4.4.2 : Tıp 1 unu katkı ve katkısız ekmeklerin kesitleri .....	60
Şekil 4.4.3 : Tıp 1 unu katkı ve katkısız ekmeklerin kesitleri .....	60
Şekil 4.4.4 : Tıp 3 unu katkı ve katkısız ekmeklerin kesitleri .....	64
Şekil 4.4.5 : Tıp 3 unu katkı ve katkısız ekmeklerin kesitleri .....	64
Şekil 4.4.6 : Tıp 3 unu katkı ve katkısız ekmeklerin kesitleri .....	65
Şekil 4.4.7 : Tıp 5 unu katkı ve katkısız ekmeklerin kesitleri .....	67
Şekil 4.4.8 : Tıp 5 unu katkı ve katkısız ekmeklerin kesitleri .....	67
Şekil 4.4.9 : Tıp 5 unu katkı ve katkısız ekmeklerin kesitleri .....	68

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1 : Un örneklerinin kimyasal ve teknolojik analiz bulguları .....	30
Çizelge 4.2 : Un örneklerinin farinograf bulguları .....	31
Çizelge 4.3 : Un örneklerinin ekstensograf bulguları .....	31
Çizelge 4.4 : Tip 1 ununda katkı maddelerinin farinograf özelliklerine etkisi .....	33
Çizelge 4.5 : Tip 3 ununda katkı maddelerinin farinograf özelliklerine etkisi .....	36
Çizelge 4.6 : Tip 5 ununda katkı maddelerinin farinograf özelliklerine etkisi .....	39
Çizelge 4.7 : Tip 1 ununda katkı maddelerinin ekstensograf özelliklerine etkisi .....	41
Çizelge 4.8 : Tip 3 ununda katkı maddelerinin ekstensograf özelliklerine etkisi .....	44
Çizelge 4.9 : Tip 5 ununda katkı maddelerinin ekstensograf özelliklerine etkisi .....	47
Çizelge 4.10: Tip 1 unu ve değişik katkı maddeleri ile hazırlanan hamurların fermentasyonunda pH ve asitliğin değişimi .....	50
Çizelge 4.11: Tip 3 unu ve değişik katkı maddeleri ile hazırlanan hamurların fermentasyonunda pH ve asitliğin değişimi .....	52
Çizelge 4.12: Tip 5 unu ve değişik katkı maddeleri ile hazırlanan hamurların fermentasyonunda pH ve asitliğin değişimi .....	54
Çizelge 4.13: Tip 1 ununda katkı maddelerinin ekmeğe özelliklerine etkisi .....	58
Çizelge 4.14: Tip 3 ununda katkı maddelerinin ekmeğe özelliklerine etkisi .....	62
Çizelge 4.15: Tip 5 ununda katkı maddelerinin ekmeğe özelliklerine etkisi .....	66
Çizelge 4.16: Tip 1 ununda katkı maddelerinin ekmeğe penetrometre değerlerine etkisi .....	70
Çizelge 4.17: Tip 3 ununda katkı maddelerinin ekmeğe penetrometre değerlerine etkisi .....	71
Çizelge 4.18: Tip 5 ununda katkı maddelerinin ekmeğe penetrometre değerlerine etkisi .....	73



## 1. GİRİŞ

Günümüzde, dünya genelindeki nüfus artış hızı, gıda üretiminde sağlanan artıştan çok daha fazla olduğu için, besin gereksiniminin karşılanabilmesi gün geçtikçe zorlaşmaktadır. Bunun doğal sonucu olarak aç kalan veya dengesiz beslenen insan sayısı da giderek artmaktadır. Bu nedenle gıda açığının kapatılabilmesi için mevcut kaynakların daha bilinçli kullanımı yanında, yeni kaynaklar yaratılması gerekmektedir. Böylece, gıda teknolojisinde gerçekleştirilen araştırmalar, günümüzde daha da önem kazanmış ve özellikle gelişmiş ülkelerde giderek yaygınlaşmıştır. Bu çalışmalar arasında, sofraların vazgeçilmez besinini teşkil eden ekmele ilgili olanlar geniş yer tutmaktadır. Çünkü ekmele, tüm yiyeceklerin yanında mutlaka yer alan ve özellikle ekonomik güçlükleri olan ülkelerde fazla tüketilen bir besin maddesidir. Birçok ülkede olduğu gibi, ülkemizde de insanlarımızın günlük enerji gereksiniminin büyük bir kısmı, tahıl ürünlerinden sağlanmaktadır. Tahıllar arasında buğday değişik şekillerde işlenmekte olup, özellikle ekmele hammaddesi olarak beslenmede büyük önem kazanmaktadır. Ekmeleğin diğer gıda maddelerine göre daha ucuz ve doyurucu olması yanında, beslenme alışkanlıklarımız da ekmele tüketim oranının artmasına yol açmakta ve ekmele, en fazla tüketilen gıda maddelerimizin başında yer almaktadır. Kişi başına günlük ekmele tüketimimiz, değişik yöreye ve sosyo-ekonomik duruma göre 100-800 g/kişi-gün arasında değişmektedir. Böylece, ülkemizde ortalama olarak, yaklaşık 400 g/kişi-gün civarında ekmele tüketildiğini belirtmek mümkündür (Baysal 1986).

Geleneksel ekmele çeşitlerine son yıllarda yabancı ekmele tipleri de eklenince, oldukça fazla sayıda ekmele çeşidinden söz edilmeye başlanmıştır. Bunların başında normal halk tipi francala ve somun ekmeleği gelir. Sınırlı veya mahalli olarak üretilen diğer ekmele çeşitlerimiz ise, sütlü, susamlı, kepekli, çavdar, yulaf, mısır, sütlü-susamlı, tava, soyalı, tuzsuz, haşhaşlı, alman (bauern brot), tost, hamburger, baget,

atom, sandviç, tahinli, cevizli, taneli, ruşeymli, ayçiçekli, hamsili, keten tohumlu, köy ve diyet ekmeği ile yufka, bazlama, pide ve lavaştır (Metin 1986, Özkaya 1992).

Ekmek sanayimiz, tarıma dayalı gıda sanayi içinde en yaygın, fakat hemen hemen en geri kalmış olanıdır. Hatta ekmekçiliğimizin, birkaç kuruluş dışında sanayi niteliğinde olmadığı bile söylenebilir. Büyük şehirlerde faaliyet gösteren, büyük kapasiteli fırınlarda bile, teknik bilgi ve uygulanmakta olan teknoloji yetersizdir. Ülkemizde diğer gıda sanayii kollarında olduğu gibi, bu dalda da kalite kontrolü ve denetimi, gereken etkinliğe ulaşamamış ve yasal düzenlemeler veya uygulamalar yetersiz kalmıştır. Ayrıca, ekmeğin kendine özgü yapısı nedeniyle seçeneğinin olmaması ve kalite bakımından nasıl olursa olsun alıcı bulması, bu üretim dalının gelişmesini engellemektedir(Özkaya ve Gürses 1986, Özkaya ve Özkaya 1993).

Genellikle kaliteli ve özellikle taze olan ekmekler sevilerek yenmektedir. Ekmek kabuk rengi, ekmek içinin tekstürü ve yumuşaklığı, tüketiciler tarafından ekmeğin kabul edilebilirliğini değerlendirmede en fazla kullanılan ölçütlerdir. Hafif nemli ve sümgerimsi bir yapıya sahip ekmeğin kalitesi, üretimi izleyen zaman içinde kaçınılmaz olarak yavaş yavaş bozulmakta ve bu da çoğunlukla bayatlama olarak tanımlanmaktadır.

Ekmek, karmaşık ve değişken bir yapıya sahip olup, çabuk bayatlama eğilimi olan bir besin maddesidir. Genel anlamda ekmeğin bayatlaması denince, "fırından çıktıktan sonra meydana gelen tüm değişiklikler" anlaşılır (Ercan ve Bildik 1993).

Ekmeğin bayatlaması, bileşimi ve besin değeri üzerinde etkili olmamakla birlikte, tüketilebilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Böylece, bayatlamış ekmek tüketici tarafından değerlendirme dışı bırakılmakta, bu da fazla miktarda ekmek ziyanına neden olmaktadır. Ülkemizde, özellikle büyük kentlerde görülen ekmek ziyanında, diğer

faktörler yanında en önemli payı ekmeğin bayatlaması almaktadır (Ercan ve Bildik 1993). Bu sorun, özellikle toplu beslenmenin olduğu yerlerde büyük boyutlara ulaşmaktadır. Milli Prodüktivite Merkezi verilerine göre, yılda 100 milyar lira değerinde ekmek ziyan edilmektedir. Ekmek ziyanında, gereğinden fazla üretim, gramajın uygun olmaması ve un kalitesinin yetersizliği de önemli etkenlerdir (Anonim 1992). Bu durumda, her öğün sofraya taze ekmeğin konulabilmesi veya geç bayatlayan ekmek üretimine ağırlık verilmesi, alınacak en etkili önlemler olacaktır.

Büyük boyutlara ulaşan ziyanın, mümkün olduğunca azaltılabilmesi için ekmek üretiminin kaliteyi iyileştirecek şekilde yapılması gerekmektedir. Bunun için de ekmek hammaddesi unun eldesinde kullanılan buğdayın, kaliteli ve standart özellikte üretilmesinin önemini vurgulamak gerekir. Çünkü, buğday kalitesini etkileyen faktörler, kaçınılmaz bir şekilde ekmek kalitesini de etkilemektedir. Her zaman ve her koşulda istenilen özellikte buğday yetiştirilemediğinden, hamurun fiziko-kimyasal özelliklerinin iyileştirilmesi ve böylece kaliteli ekmek üretilebilmesi için çeşitli katkı maddeleri önerilmektedir. Bu amaçla kullanılan katkı maddeleri undan gelen eksiklikleri kapatmalı, çok yönlü etkiye sahip olması yanında, az miktarı yeterli olmalı, hamurun işlenmesini kolaylaştırmalı, ekmek hacmini artırmalı, görünüş ve yapıyı düzeltmeli, besin değerini yükseltmeli ve özellikle bayatlamayı mümkün olduğunca geciktirmelidir (Ünal 1980, 1992). Bayatlamayı geciktirmek amacıyla, ülkemizde ve dünyada çok çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bu maddeler genel olarak malt unu, mikrobiyel enzimler, soya unu, emülgatörler, katı yağlar, süt ürünleri ve patates unudur. Bu tür katkıların doğal ve yenebilir özellikte maddeler olmalarına dikkat edilmektedir. Her ülke kendi ekmek yapısına ve hammadde durumuna göre en uygun ve ekonomik katkı maddelerini kullanmak zorundadır (Tanju ve ark. 1989, Göçmen 1993).

Ülkemizde, bayatlama konusuna çözüm getirmek için değişik katkı maddelerinin denendiği bir çok araştırma yapılmış olmasına rağmen,

henüz bayatlamayı geciktirmede teknik ölçekte uygulanabilir bir yöntem geliştirilememiştir. Aslında, yakın zamana kadar ekmeğin raf ömrünün uzadığı ve aroma bakımından daha kaliteli olduğu da bilinen bir gerçektir. Ekşi maya tekniğinden vazgeçilerek saf maya kullanımının zorunlu hale getirilmesi, üreticilerin işgücü ve zamandan kazanmak için saf maya miktarını gereğinden fazla artırmalarının sonucu olarak, ekmeğe bayatlama sorunu daha da büyük boyutlara ulaşmıştır.

Ülkemizde ekmeğin üretiminde yöresel bazı teknikler de uygulanmıştır. Örneğin; Samsun yöresinde uzun yıllar uygulama bulan "**Çiçek Mayası**" hala övgü ile anılmaktadır. Çiçek mayası, antiseptik etkili şerbetçiotu çiçeklerinin, ana maya hazırlanmasında kullanılması ile ortaya çıkmış ve büyük olasılıkla kafkaslardan ülkemize gelmiş bir uygulamadır.

Bazı Avrupa ülkeleriyle, Amerika'da belirli ekmeğin tiplerinin üretiminde ekşi maya uygulaması günümüzde de sürmektedir. Ayrıca şerbetçiotunun ekmeğin üretiminde kullanılmasına ilişkin patent haberleri de yayımlanmaktadır (Umezama 1977).

Giderek artan ekmeğin ziyanına çözüm arayışları sürerken, maya yanında laktik starter ve şerbetçiotu kullanımının ekmeğin kalitesini düzelterek, bayatlamayı, dolayısıyla ekmeğin ziyanını önleyip önlemeyeceğini belirlemek amacıyla bu araştırma planlanmıştır. Bunun için saf kültürler olarak yetiştirilen laktik asit bakterilerinin ekmeğin mayasına eklenmesi ve şerbetçiotu sulu ekstraktının yoğurma suyuna katılmasıyla, ekmeğin kalitesi ve bayatlamaya etkisi araştırılmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

İnsanlığın ekmeği tanınması ve ekmek üretimi çok eski çağlara uzanmaktadır. İlk zamanlar buğdayın ezilip, su ile karıştırıldıktan sonra, kızgın taşlarda haşlanarak pişirilmesiyle başlayan ekmek yapımı; tarihin akışı içerisinde gelişme göstererek, çağımızda ileri teknolojilerden yararlanan bir bilim dalı haline gelmiştir (Boz ve Özkaya 1984).

Günümüzde gıda maddeleri içinde önemini koruyan ve özellikle ülkemiz insanının en önemli yiyeceği olan ekmek, bilindiği gibi "buğday unu, su, tuz ve maya karışımının yoğurulmasıyla oluşan hamurun, belirli koşullarda fermentasyona uğratılması ve pişirilmesi sonucu elde edilen temel gıda maddesidir" (Ünal 1980). Kaliteli ekmek üretimi, fabrika ve fırınların kapasitesine, uygulanan teknolojiye, alet-ekipman durumuna ve ayrıca önemli ölçüde, ekmeğin elde edildiği una bağlıdır (Ertugay 1982).

Bütün üretim dallarında olduğu gibi, gıda sanayiinin gelişmesi, üretim ve tüketimde güvenilir bir ortam yaratılması, yani standart ve kaliteli bir üretimle mümkündür. Üretimde kayıp ve atıkların azaltılarak yüksek verim sağlanması, seri üretim yöntemlerinin uygulanabilmesi, tüketimde ise güven, kıyaslama ve sipariş kolaylığının sağlanabilmesi, standart bir üretimi zorunlu kılmaktadır. Kaliteli ekmek eldesi için katkı maddelerinin kullanımı gerekli görölmektedir (Ünal 1992). Katkı maddesinden beklenen esas amaç, ekmek kalitesini düzeltmesi, besin değerini artırması ve bayatlamayı geciktirmeye yardımcı olmasıdır (Boz ve Özkaya 1984).

Ülkemizde de uzun yıllardan beri yöresel ekmek çeşitlerine, dayanma sürelerini ve gıda değerini artırmak amacıyla değişik katkı maddeleri ilave edilmektedir (Tekeli 1970). Etkileri genel özelliklerine göre değişen bu maddeler, unun su kaldırmasını artıran ve ekmeğin su miktarını yükselten maddeler ile nişastanın retrogradasyonunu ve protein komplekslerini doğrudan etkileyen maddelerdir (Ercan, 1985).

Bir iddiaya göre ekmek mayasının keşfi tümüyle bir rastlantıya

bağlıdır. Bu iddia, hazırladığı hamuru pişirmeyi unutan bir kadın hamurun mayalanmasını keşfettiği şeklindedir. Günümüze ulaşan bu varsayıma göre, hazırladığı hamuru pişirmeyi unutan kadın, ziyan olmaması için bunu yeni hazırladığı hamura katar ve böylece ürettiği ekmeğin mükemmel bir şekilde kabardığını ve çok daha lezzetli olduğunu farkeder (Anonim 1986). Tümöyle rastlantı sonucu olan mayanın bulunuşuyla, ekmeğin lezzeti artmış, kalitesi yükselmiş ve sindirimi kolaylaşmıştır.

Mısırlılar ve Musaviler'den fırıncılık sanatını öğrenen eski Yunanlılar, doğulularinkine benzer ekmekler yapmaya başlamışlardır. Romalılar da ekmeği, ancak M.Ö.600 yılından sonra Yunanlılar'dan öğrenerek, ekmekçiliği hızla geliştirmişlerdir. Yunanlılar ve Romalılar tarafından çok eskilerde uygulanan bira mayasının ekmeğe hamuruna katılmasıyla, daha yumuşak ve daha güzel ekmeğe elde edilmiştir. Nihayet, 19. yüzyılda Hollanda'da buğday ekmeği üretimine yönelik maya kullanımı bulunmuş, fakat mayanın yaygın olarak kullanılması 20. yüzyılın başından itibaren gerçekleşmiştir. Yüzyılımızın ikinci yarısında ileri düzeyde gelişmiş ekmeğe yapım tekniklerinin ve alet-ekipmanların kullanımı gittikçe yaygınlaşmıştır. Gelişen teknolojiye koşut olarak, bir yandan kalite yükseltilmeye çalışılmakta, diğer yandan tüketiciye bol çeşit sunulmaya çaba harcanmaktadır. Burada amaç üretimde otomasyonun, üründe ise tad, görünüş, kalite ve çeşitliliğin artırılması ile tüketiciye yüksek kaliteli, çeşitçe zengin ürünlerin sunulmasıdır (Anonim 1986).

Değişik tipte ekmeğe üretimi, doğal olarak çok çeşitli katkı maddelerinin kullanımını da gündeme getirmiştir. Ayrıca un kalitesindeki olumsuz etmenlerin belirli ölçülerde azaltılabilmesi, standart bir un ve buna bağlı olarak kaliteli ekmeğe üretilebilmesi için de çeşitli katkı maddeleri geliştirilmiştir. Özellikle yapıyı düzeltme ve bayatlamayı geciktirme amacına yönelik birçok katkı maddesi kullanım bulmaktadır. Ekmeğe lezzet vermesi için zeytinyağı, badem ve baharat gibi doğal

maddeler ilavesiyle ilk katkı uygulaması da başlamıştır (Anonim 1986).

Ekmeğin raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılan katkılar, ekmeğin protein içeriğini artırmakta ya da ekmeğin yapısında yer alan nişasta ve protein özelliklerini etkileyerek iyileştirmektedir. Bu maddelerin başlıcaları gluten, soya unu, malt unu, patates unu ve bitkisel yağlar ile lesitin, yağ asitlerinin mono- ve digliserid esterleri, mono- ve digliseridlerin asetik asit, asetil tartarik asit, laktik asit, sitrik asit esterleri ve sodyum steroil laktilat gibi yüzey aktif maddelerdir. Ayrıca ekmeğin besin değerini yükseltmek, yapısını ve kalitesini iyileştirmek, üretimini kolaylaştırmak, değişik tip ve çeşitlerde ekmek üretmek ve bozulmayı geciktirmek için vitaminler, mineral maddeler, süt tozu, şeker, enzim, asit düzenleyiciler, stabilizerler, propiyonik asit, sorbik asit, asetik asit ve tuzları da katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Cabı 1992).

Buğday ununa en çok katılan katkı maddelerinden birisi patates unudur. Una patates unu ilave edilmesine 2. Dünya Savaşı yıllarında başlanmıştır. Patates unu, unun su kaldırma oranı ve hamur verimi yanında ekmek verimini de artırmaktadır. Ancak, patates unu katkısı artıkça, ekmek hacminin azaldığı ve bu verilere göre buğday ununa %5 oranına kadar patates unu katılabileceği sonucuna varılmaktadır. Ayrıca, patates unu ilave edilmiş ekmeklerin daha geç bayatladığı görüşü de çeşitli araştırmacılar tarafından kabul edilmiştir (Ercan 1985).

Ekmeğin bayatlamasını geciktirmek için yaygın olarak kullanılan bir diğer katkı maddesi de yüzey aktif maddelerdir. Bunların hamur ve ekmek üzerindeki genel etkileri, yağla suyun emülsiyon teşkil etme gücünü artırmasıdır. Buna bağlı olarak, emülsiyon teşkil eden suyun hamurda daha iyi tutulması sağlanmış olur (Ercan ve Özkaya 1986).

Emülgatör maddeler fiziksel olarak toz, sıvı ve jel halde olabilir. Bunlar, aktif maddeler bakımından mono- ve digliseridler, diasetil tartarik asit, monogliserid esteri, sodyum steroil-2-laktilat, lesitin, poligliserin, laktik asit, asetik asit ve sitrik asit gibi asitlerin esterleri yapısındadır

(Ünal 1991).

Ercan (1985) ise yaptığı bir araştırmada %0.2 ve 0.7 oranında damıtılmış monogliserid kullanımının, ekmeğin sertliğini 48 saat süreyle olumlu yönde etkilediğini saptamıştır. Pisesookbuntern ve D'Appolonia'nın (1983) ifadelerine göre, Schoch surfaktantların amiloz ile bir kompleks meydana getirdiğini ve bunun sonucunda da taze ekmekte daha yumuşak bir iç yapı oluşturduğunu ileri sürmüştür; Favor ve Johnston ise yine surfaktantların ekmeğin başlangıçtaki ekmeğin yapısında etkisi olmadığını, depolama sırasında bayatlamaya üzerine etki ettiğini belirtmişlerdir.

Ekmeğin üretiminde katkı olarak süt ve süt ürünleri de denenmiştir. Örneğin sütün peynire işlenmesinden sonra artan kalan laktoz ve süt serum proteinlerince zengin bir yan ürün olan peynir suyu veya peynir suyu tozu, mineral madde, tiyamin ve riboflavin bakımından ekmeğin besleyici değerini artırmaktadır (Ercan 1985).

Özkaya ve Gürses (1986) un'a katılan peynir suyu tozu miktarının artırılması ile hamur verimi, ekmeğin verimi, ekmeğin spesifik hacmi ve değer sayısının azaldığını, yani peynir altı suyu tozunun, unların ekmeğin kalitelerini ters yönde etkilediğini saptamışlardır.

Bir diğer süt ürünü olarak süt tozu da kullanılmaktadır. Yağsız süt tozu, hamur üzerine tampon etkide bulunmakta ve bu hamurlarda daha fazla CO<sub>2</sub> oluşabilmektedir (Özkaya ve Seçkin 1984).

Yapılan araştırmalarda, yağsız süt tozu ve süt katkısının ekmeğin sertliğini artırıcı etki yaptığı; ayrıca lesitin katkısı ile birlikte kullanılmaları durumunda bayatlamayı geciktirdiği gözlenmiştir (Elgün ve ark. 1987).

Bayatlamamanın geciktirilmesi, yani ekmeğin raf ömrünün uzatılmasında kullanılan bir başka katkı maddesi de enzim preparatlarıdır. Enzim preparatı olarak, bakteriyel veya fungal enzimler kullanılabildiği gibi, malt unu da uygulanabilmektedir.

Anonim'e (1991) göre Boysa, Hebeda ve arkadaşları ile Boyle ve



Hebeda, bakteriyel  $\alpha$ -amilaz enzimlerinin sıcaklığa dayanıklılıklarının daha yüksek olması nedeniyle, fungal enzimlere göre tercih oranlarının fazla olduğunu ve her iki tip enzimin de, ekmeğin raf ömrünü iki ya da üç gün uzattıklarını rapor etmişlerdir.

Batum (1992) ise, fungal amilaz enziminin fermentasyon süresince normal işlevini yapıp, pişme başlangıcında yeterli miktarda dekstrin oluşumunu sağlayarak, buğday nişastası tamamen çirşlenmeden bozunup etkisini kaybettiğini ve bu özelliğinden dolayı kullanımı en güvenli  $\alpha$ -amilaz enzimi olduğunu ileri sürmüştür. Yanlışlıkla aşırı dozlarda ilavesi bile ekmeğin kalitesini bozmamaktadır.

Daha ucuz olması ve doğal yapısı nedeniyle daha yaygın olarak kullanılan tahıl maltı da, ekmeğin içi nemini artırarak bayatlamayı geciktirmektedir (Ertugay 1983).

Soya unu da, bayatlama üzerine etkisi araştırılan bir katkı maddesidir. Tanju ve ark. (1989) yaptıkları araştırmada %1-2 oranında soya katkısının bayatlamayı 3-4 gün geciktirdiğini, %3 oranına çıkılması durumunda ise bayatlamayı geciktirici etkinin son bulunduğunu saptamışlardır.

Katı ve yarı katı yağlar, unun doğal yağı ile tam bir karışım sağlayamadığı için hamuru oluşturan kütleler arasında kalarak, hamur konsistensini değiştirmekte ve yumuşaklık vermektedir (Ünal 1991). Ayrıca, sözkonusu yağlar, nemin ekmeğe tutulmasını sağlayarak da bayatlamayı geciktirmektedir (Kegal 1964).

Pederson (1979) ekmeği, mayalanmamış ekmeğin kimyasal madde ile mayalanmış ekmeğin ve mikrobiyolojik yolla mayalanmış ekmeğin olmak üzere, üç ayrı tipe ayırmıştır. Mayalanmamış ekmeğin, un, su ve tuz karışımı ile hazırlanmış hamurların sıcak yüzeyler üzerinde pişirilmesiyle elde edilirken; kimyasal maddelerle mayalanmış ekmeğin, kimyasal kabartıcıların kullanıldığı ve fermentasyon uygulanmayan; mikrobiyolojik

yolla mayalanmış ekmek ise maya ve bakteri ile fermente edilmiş hamurlardan üretilmektedir. Mayalanmış ekmek üretiminde, saf maya veya bakteri kültürleri kullanılabilir. Daha önceleri kullanılan ekşi maya ya da diğer tanımı ile ekşi hamur tekniğinde, maya ve bakteri birlikte kullanılmakta ve bu uygulama doğal floraya dayanmaktadır.

Ekşi maya tekniği, ülkemizde geçmiş dönemlerde yaygın olarak uygulanmış olan bir yöntemi teşkil etmektedir. Bu yöntemde, ilk kez üretime başlarken, una beyaz peynir, yoğurt gibi içinde laktik asit bakterileri bulunan maddeler katılarak, küçük bir parça hamur hazırlanmış ve bu ılık bir yere konularak ekşimesi beklenmiştir. Bir başka şekilde ise az miktarda un ile küçük bir parça hamur hazırlanarak, kanaviçe bir torbaya konmuş ve hamurhanede bir yere asılarak, ekşimeye bırakılmıştır. Kanaviçe torbanın gözeneklerinden çıkmaya başlayınca hazır olduğu kabul edilen bu ön hamurlar, asıl hamur için aşılama materyali olarak kullanılmıştır. Daha sonraki üretimlerde ise bir gün önceki hamurdan bir miktar ayrılarak, bir sonraki hamurun hazırlanması ile işlem sürdürülmüştür (Arat 1949).

Salovaara ve Spicher (1987) buğday ekmeklerinin kalitece iyileştirilmesinde, ekşi maya kullanımının büyük yarar sağlayacağını belirtmişlerdir. Bu sayede hamurun reolojik özellikleri iyileşmekte, ekmek içi yapısı olumlu yönde etkilenmekte, hacim artmakta, karakteristik ve aromatik lezzet oluşmakta, bayatlama gecikmekte ve oluşan asit ortam sayesinde küf oluşumu engellenmektedir.

Ekşi hamur ekmeği (buğday, çavdar ya da karışık undan yapılmış olsun) uygun hacim, iyi bir ekmek içi ve uzun bir raf ömrü ile tanımlanmıştır (Seibel ve Brümmer 1991).

Ekşi hamurun gerçek orijini bilinmemekle birlikte, 13. yüzyılda Mısır'da bu tekniğin kullanıldığı, daha sonraları ise Doğu Akdeniz ülkeleri ve en son Almanya'da bu yöntemin uygulamaya konulduğu bildirilmektedir. Bu yöntemin olumlu sonuçları, ekşi hamur hazırlanmasında

mikrobiyolojik açıdan bilimsel araştırmaların başlamasına neden olmuştur. İlk alışmalar Almanya'da 1900'lü yıllarda başlamış ve 1930'da pişirme testleri yapılmıştır (Seibel ve Brümmer 1991).

Ekşi hamur mayası, **S. exiguus** (*Torulopsis holmii*) ve **L. brevis**'in ağırlıkta olduğu maya ve laktik asit bakterileri karışımını içermektedir. Karışımdaki diğer mayalar ise **S. cerevisiae**, **Candida krusei** ve **Pichia saitoi** türleridir. Fermentasyon sırasında oluşan asıl metabolitler alkol, CO<sub>2</sub> ve organik asitlerdir. Ekmekçilikte bakteriyel fermentasyon, öncelikle lezzet ve aroma oluşumunda etkilidir. Ünlü **Sanfrancisco** ekmeği, ekşi hamur ile hazırlanan bir Fransız ekmek tipi olup bu ününü, undaki maltozu organik asitlere ve diğer lezzet verici bileşiklere dönüştüren ve tek bakteri türü olarak izole edilen **L. sanfrancisco** türüne borçludur (Spicher ve Nierle 1984, Gilliland 1988).

Ekşi hamur fermentasyonu üzerine, mayanın etkisi hakkındaki sorular, fikir çatışmalarına yol açmaktadır. Maya varlığındaki ekşi hamur fermentasyonu, hızlı bir şekilde seyretmekte ve üretilen ekmekler güzel lezzetleri ile dikkat çekmektedir (Spicher ve Nierle 1984).

Günümüzde klasik yöntemle ekmek üretiminde, ekşi maya tekniğinin uygulaması terkedilmiştir. Bunun nedeni, işçiliğin fazla olması ve her işletmede mayalık hamur için ayrı bir yer ve kap gerektirmesidir. Bu nedenle giderek saf maya ya da starter kültür kullanımı yoluna gidilmiştir. Ekşi hamur tekniğinden esinlenerek, bazı ülkelerde laktik starter uygulaması ağırlık kazanmaya başlamıştır (Garly 1993). Ekşi hamur yöntemi en çok avdar ekmeği üretiminde kullanılmaktadır. Arzu edilen tekstür ve güçlü flavor eldesinde kullanılan ekşi hamurda, hakim floranın maya ve laktik asit bakterileri olmasından yola çıkılarak, fermentasyonu kontrol etmek ve güvence altına alabilmek için saf laktik asit bakterilerinden oluşan starter kültür kullanımı üzerinde durulmuştur (Hansen ve ark. 1989 a). Örneğin, Mısır'ın **Balady**, İtalya'nın **Pandora** ekmeği, Almanya'nın **Pumpernickel** avdar ekmeği ile Fransa ve

Amerika'nın **Sanfrancisco** ekmeği laktik starter kullanılarak üretilmektedir (Garly 1993).

Gilliland (1988), laktik starter kullanımının amaçları Őu Şekilde özetlemiŐtir:

- İstenen kalite ve miktarda ürün elde etmek,
- Üretim zamanından, yerden ve iŐçilikten tasarruf sağlamak,
- Farklı partilerde gerçekleştirilen ürünler arasında tek düzelik sağlamak,
- Yeni ürünler geliŐtirmek ve
- Bozucu mikroorganizmaların etkisini ortadan kaldırarak üretim güvencesi sağlamak.

Garly'e (1993) göre de starter kültür kullanımıyla daha iyi bir tad, güzel bir yapı ve uzun raf ömrü gibi avantajlar elde edilmektedir. Bu nedenle, ekmekçilikte starter kültür kullanımı gittikçe önem kazanmakta ve yaygınlaŐmaktadır.

Yapılan araştırmalarda, ekşi hamur üretiminde kullanılan starter kültür içeriğinin, **L. sanfrancisco**, **L. plantarum**, **L. fructivorans**, **L. delbruckii** ve **L. fermentum** olduğu saptanmıştır (Hammes 1990).

Chr. Hansen's laboratuvarında yapılan araştırmalar, çavdar ve buğday ekmeği üretiminde starter kültür kullanımı üzerinde değişik sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır. Yapılan çeşitli çalıŐmalarla, fermentasyon sonucunda laktik ve asetik asit dışında çeşitli aromatik bileşiklerin olduğu ve bayatlamamanın geciktiği belirlenmiştir (Anonim 1993). Hansen ve ark. (1993), ekşi hamur fermentasyonu sırasında pH'nın düŐtüđünü, asitliğin yükseldiğini ve hamur özelliklerinin geliştiğini tesbit etmişlerdir. Spicher ve Rabe'e (1983) göre de, laktik asit bakterilerinin meydana getirdiği pH ve asitlik değişimleri, ekmek kalitesini olumlu yönde etkilemektedir.

Laktik asit bakterileri, homo- ve heterofermentatif olmak üzere iki

kısmen ayrılmaktadır. Homofermentatif bakteriler şekeri fermente ederek laktik asit ve iz miktarda diğer ürünleri oluştururken; heterofermentatif olanlar laktik asit yanında önemli miktarlarda CO<sub>2</sub>, alkol, asetik asit ve diğer uçucu bileşikler meydana getirmektedir (Kunz 1995). Oluşan asetik asit ve laktik asit oranı ise 1:4'dür. Saf laktik starter kültürleri, homo- ve heterofermentatif laktik asit bakterilerini ve ekşi hamur mayalarını değişen oranlarda ve bileşimlerde içermektedir (Brümmer ve Lorenz 1991, Thomsen ve Anderson 1988).

Lönner ve Preve-Akesson (1988 a) yaptıkları bir araştırmada, ekşi hamur yönteminde bazı heterofermentatif *Lactobacillus spp.* ile yapılan denemede, homofermentatif türlere göre daha yüksek asitlik ve daha düşük pH değerine ulaşıldığını ve ekmekte daha güçlü, aromatik bir lezzet hissedildiğini tespit etmişlerdir.

Lund ve ark. (1989), çavdar ekmeği üretiminde dört heterofermentatif ve üç homofermentatif laktik asit bakteri türünü, yarı sıvı ve katı preparat şeklinde ekşi hamurda starter olarak kullanmışlardır. 30°C'deki fermentasyon ile bu bakterilerin asit ve uçucu madde üretimlerini araştırmışlar ve en yüksek asit oluşumunu, yarı sıvı ekşi hamur ve heterofermentatif kültür kullanımında elde etmişlerdir. Kullanılan heterofermentatif türler, *L. sanfrancisco*, *L. brevis*, *L. fermentum* iken; homofermentatifler *L. delbrückii*, *L. plantarum* ve *L. alimentarius* türleridir.

Hansen ve ark. (1989 b), üç heterofermentatif ve iki homofermentatif laktik asit bakterisi kullanarak yarı sıvı kültürler hazırlamış ve 25, 30, 35, 40°C'lerdeki fermentasyonlar ile ekşi hamurlar üreterek, asit ve uçucu madde oluşumlarını incelemişlerdir. Asitlikteki en hızlı artışın 35°C'de meydana geldiğini ve titre edilebilir asitliğin en fazla heterofermentatif laktik asit bakterileri tarafından artırıldığını belirlemişlerdir.

Martinez-Anaya ve ark. (1990), beş maya ve altı laktik asit bakterisinin etkileşimi ve ekmek kalitesi üzerine faydaları konusunu araştırmışlardır. *S. cerevisiae* içeren tüm maya kombinasyonları yüksek kaliteli ekmek

üretimine uygun sonuçlar vermiştir. Ayrıca *C. boidinii* ve *S. fructuum* ile *S. cerevisiae* karışımları, *H. subpelliculosa* ya da *C. guilliermondii* ile *S. cerevisiae* karışımlarından daha iyi sonuç vermiştir. Mayalarla birlikte laktik asit bakterilerinin kullanıldığı kombinasyonlar arasında yalnızca *S. cerevisiae* ile olan karışımlar pişme yeteneğini artırmışlardır.

Sahlstrom ve Fardal (1993), ekşi hamurdan izole edilen laktik asit bakterilerinden oluşan saf ekmek kültürleri (**Flora Pan**) ile ekşi hamur uygulamalarından daha iyi sonuç alındığını, pişme özellikleri ve ekmek niteliklerinin de düzeldiğini ifade etmişlerdir.

Halen, hamur özelliklerinin geliştirilmesi, ekmek hacminin artırılması ve raf ömrünün uzatılması gibi, ekmekçiliğe ait bazı özel amaçlar için en uygun bakteri türlerinin seçilip, üretilebilmesi amacıyla Chr. Hansen's laboratuvarındaki çalışmalar sürdürülmektedir (Garly 1993).

Son olarak Kunz (1994) yayınladığı bir eserde, "**Flora-Pan**" ticari adı ile satışa sunulan hazır kültürlerin farklı tipleri olduğunu belirtmiş ve bunların özelliklerini aşağıdaki şekilde vermiştir:

**Flora Pan L-22 (*Lactobacillus delbrückii*)** : L(+)-laktik asit oluşturur. Ekmeğe yumuşak ve hoşça giden tat verir. Düşük düşme sayısına sahip çavdar unlarında da ekşitici yeteneğe sahiptir.

**Flora Pan L-62 (*L. brevis*)** : Tüm ekmek çeşitleri için uygundur. Güçlü asetik asit oluşturma yeteneğine sahiptir. Özellikle uzun dayanma süresine sahip ürünler için kullanılır.

**Flora Pan L-73 (*L. plantarum*)** : Bu kültür DL-laktik asit oluşturur. Yumuşak tatda ekmek tipleri için uygundur.

**Flora Pan L-99 (*L. sanfrancisco*)** : Asetik asit oluşumu ile dayanıklılıkta olduğu kadar, tat yönünden de uygun ekmek tipleri için kullanılır. Asetik asit: laktik asit oluşum oranı 1:6'dır.

**HEMA Flora Pan** : HEMA yöntemi ile üretimde kullanılır. 1:4 oranında asetik asit: laktik asit oluşturan, değişik laktik asit bakteri türlerini

içerir.

Kunz (1994), ayrıca ekşi hamur starteri **DT83**'ün her gramında  $10^{10}$ - $10^{12}$  adet canlı hücre içerecek şekilde **L. brevis**, **L. plantarum** ve **L. fructivorans** türlerinin karışımı olduğunu ve ticari starterlerin  $3 \times 10^4$  —  $6 \times 10^6$  adet/g laktik asit bakterisi ve  $0$ —  $2 \times 10^5$  adet/g maya hücresi içerdiğini belirtmektedir.

Ekmekçilikte kullanılan, fakat Samsun ve Trabzon illerimiz dışında pek bilinmeyen bir diğer uygulama şekli de, şerbetçiotunun "**Çiçek Mayası**" eldesinde kullanımudur. Bu yöntem kullanıldığı dönemlerde, yörede ayrı bir ün yapmıştır. Söz konusu teknikte, şerbetçiotu çiçeklerinin kaynatma suyu ile hazırlanan ana maya (dinoj), asıl hamurun aşılmasında kullanılmıştır (Tekeli 1964).

Şerbetçiotu, **Cannabaceae** familyasından dişi ve erkek çiçekleri ayrı bitkilerde bulunan çok yıllık bir bitkidir. Şerbetçiotunun en önemli bileşenleri reçineler, eteri yağlar ve tanendir. Reçineler acı tad verirken, eteri yağlar karakteristik aroma kazandırır. Acı reçineler ve eteri yağlar, şerbetçiotunun kozalak denilen dişi çiçeklerinin lupulin tanecikleri içinde bulunmaktadır. Teknike şerbetçiotu denilince bu dişi çiçek topluluğu, yani kozalaklar anlaşılmalıdır. Şerbetçiotu, zararlı mikroorganizmaların üremelerine engel olur ve enfeksiyonları önler. Bu etkisi ile ekme hamurundaki maya ve laktik starter dışındaki mikroorganizmalara durdurucu etkiye sahiptir. Reçineler, lupulin tanelerinde bulunmakta; kozalakların gelişmesi sırasında lupulin taneciklerinde  $\alpha$ - ve  $\beta$ - asitleri meydana gelmektedir. Humulon, lupulon olarak da isimlendirilen bu  $\alpha$ - ve  $\beta$ - asitleri birer kompleks madde özelliğindedir. Şerbetçiotunun antiseptik etkisi de büyük ölçüde bu  $\alpha$ - ve  $\beta$ - asitlerinden kaynaklanmaktadır.  $\alpha$ - asidi, şerbetçiotunun başlıca acı maddesidir ve  $\beta$ - asidine oranla antiseptik etkisi daha fazladır. Lupulin tanecikleri acı reçine asitleri gibi eteri yağları da içermektedir. Bu eteri yağlar da, koku ve aroma maddeleridir (Türker 1977). Belki de çiçek mayası ekmeğinin

tadının güzelliği de eteri yağlardan kaynaklanmaktadır.

Yazıcıoğlu (1966), şerbetçiotunun özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi'nde ekmeği aromalize etmek ve mayalık ekşi hamuru bir ölçüde de olsa dezenfekte etmek amacıyla kullanıldığını ifade etmiştir.

Ekmeçiliğin en önemli sorunlarından biri de bayatlamadır. Bu nedenle, ekmeğin bayatlaması ve bayatlamayı geciktirici veya engelleyici önlemlerin araştırılması da değişik araştırmalar ve yayınlarda ele alınmıştır. Bu kaynak bilgileri aşağıda özet olarak verilmiştir.

Ekmeğin bayatlaması kavramı, ekmeğin fırından çıktıktan sonra meydana gelen değişimlerin tümünü kapsamaktadır. Bayatlamamanın nasıl gerçekleştiği konusunda çok değişik fikirler ileri sürülmüştür. Kimi araştırmacılara göre, ekmeğin bekletilmesi sırasında uçucu bileşiklerin kaybı nedeniyle tad ve aromada meydana gelen değişimler, ekmeğin içi sertliğindeki ve ufalanmadaki artış, ekmeğin içinde matlaşma ve su tutma kapasitesi ile çözünür nişasta miktarındaki azalma, bayatlama olarak değerlendirilmektedir (Willhoft 1973, D'Appolonia ve Morad 1981, Richardson ve Finley 1985). Bir diğer görüşe göre ise bayatlama, mikroorganizmaların neden olduğu değişikliklerin dışında kalan ve tüketici beğenisini azaltan, ekmeğin içi katılığının artması, kabuk gevrekliğinin ve taze ekmeğin aromasının kaybolması gibi değişikliklerin tümünü kapsamaktadır (Pomeranz ve Shellenberger 1971).

Bayatlama sırasında ekmeğin fiziksel özelliklerinde ve kimyasal bileşiminde bir çok değişimler meydana gelmektedir (Boyacıoğlu 1993). Bunlar ;

- Tad ve kokunun değişimi,
- Sertliğin artması,
- Ekmeğin içinin ufalanması,
- Ekmeğin içi donukluğunun artması,



- Nişasta kristallerinin artması,
- Ekmek içinin su bağlama kapasitesinin azalması,
- Ekmek içinde ekstrakte edilebilir çözünmüş nişasta miktarının azalması,
- Nişastanın amilaz enzimine duyarlılığının azalması ve
- Sıcaklığa duyarlılığın değişmesidir.

Ekmekğin bayatlaması sırasında iki ayrı olay meydana gelmektedir. Bunlar, ekmek içinin ve kabuğunun bayatlaması şeklinde ayrı ayrı incelenmektedir. Ekmek kabuğunun bayatlaması, ekmek içinden ve atmosferden nem çekmesi sonucu kabuk dokusunun yumuşaması ile meydana gelmektedir. Buna karşın ekmek içinin bayatlaması ise ekmek içinin nem kaybı sonucunda sertleşip, kayış gibi bir yapı kazanması ile tanımlanmaktadır (Pomeranz ve Shellenberger 1971, Pyle 1973).

Ekmek içinde ve kabukta meydana gelen değişimlerin oluş sırası; önce ekmek içi katılaşması ve sertleşmesi, daha sonra ufalanma ve buharlaşma sonucu su kaybı nedeniyle kurumadır (Ercan 1985).

Bazı araştırmacılar ekmek içinin bayatlamasını sadece nem kaybına bağlamaktadır. Faridi ve Rubenthaler (1984 a ve b), yüksek oranda nem içeren ekmek içinin daha geç bayatladığını ileri sürmüşlerdir.

Hellman ve ark.'na göre, su miktarı nişastanın çirleşme oranını, dolayısıyla kristalizasyonunu ve jel katılığını etkilemektedir. Bu araştırmacılar röntgen spektroskopisi ile yaptıkları çalışmada, artan nem miktarı ile kristalizasyon hızının azaldığını ve %63'ün üzerindeki nem oranlarında giderek sınırlı bir kristalizasyonun meydana geldiğini saptamışlardır. Ekmek içinin ve nişastanın sertleşmesinde, ekmek içindeki su transferinin etkisinin çok az olduğu ileri sürülmekte ise de, bazı araştırmacılar bunun aksine bayatlama sırasında nem transferinin glutenden nişastaya doğru olduğunu ve gluten fraksiyonundaki nemin %30'unun nişasta fraksiyonuna geçtiğini belirtmişlerdir (Ercan 1985).

Bayatlama olayı temel olarak, nişastanın yapısında meydana gelen değişmelere dayanmaktadır. Nişastanın kolloidal çözeltili durumunda iken, sonradan çökmesi olayına "**Retrogradasyon**" denilmektedir (Ünal 1991). Ekmeğın bayatlaması, ekmeğ içindeki nişastanın zamanla retrogradasyonuna bağlanmaktadır. Retrogradasyon olayı dönüşüm yeteneğinde olduğundan, çöken nişasta ısıtılınca tekrar kolloidal hale gelmektedir. Bayat ekmeğın ısıtılması ile, tazeliğindeki bazı özellikleri yeniden kazanması nişastanın bu özelliğine bağlanmaktadır (Ercan 1985).

Yapılan araştırmalarda ekmeğın bayatlaması üzerine nişastanın amiloz, ya da amilopektin fraksiyonlarının ayrı ayrı etkileri olduğuna ileri sürülmektedir. Ancak, bu bileşenlerden hangisinin bayatlama üzerine daha etkili olduğuna hakkında tam bir görüş birliğı sağlanmış değildir (Pomeranz ve Shellenberger 1971, Maga 1975, Berk 1980).

Araştırmacılardan bazıları, bayatlamayı amilozun retrogradasyonuna bağlarken; bazıları da amilopektinde meydana gelen değişmelerle açıklamaktadırlar (Zobel 1973, Maga 1975).

Ancak sonradan yapılan araştırmalarda, nişastanın her iki fraksiyonunun da bayatlamada etkili olduğuna belirtilmiştir (Ercan 1985, Heinz 1983).

Berk'in (1980) belirttiğine göre, amiloz solüsyonu çok yavaş bir şekilde soğutulacak ya da amiloz jeli bekletilecek olursa, çözünmeyen formda kristaller oluşturmaktadır. Bu dönüşüm "retrogradasyon" olarak tanımlanır. Amilopektin retrogradasyonu oldukça yavaş seyretmekle birlikte, bayatlama üzerine etkisi büyük olmaktadır.

Pomeranz ve Shellenberger (1971), çözünmeyen tortuda yavaş bir retrogradasyon, katı jelde ise hızlı bir retrogradasyon meydana geldiğini ileri sürmüşlerdir. Amiloz oda sıcaklığında, 24 saatte hemen hemen tümüyle retrograde olmakta; buna karşın amilopektin retrogradasyonu daha uzun sürmektedir. Ercan'a (1990) göre düz zincir, yani amiloz

fraksiyonu pişirme sırasında ve pişme sonrasındaki kısa süre içinde; dallı yapıya sahip amilopektin fraksiyonu ise taze ekmeğin içinde, zamana bağlı olarak bayatlamaya neden olmaktadır.

Bayatlamamanın nedenleri hakkında ileri sürülen değişik fikirlerden birisi de suyun etkisidir. Bazı araştırmacılar ekmeğin içi su miktarının, veya buna bağlı olarak hamur verimi ve yumuşaklığının artması ile, bayatlamamanın gecikmesi arasında bir ilişki olduğuna değinmişlerdir (Ünal 1991). Su kaybı bayatlamayı teşvik etmekte ve hızlandırmaktadır. Su içeriği %30'dan az olan ekmeğin, yalnızca ısıtılarak tazelenememekte, nemlendirme ve ısıtma işlemlerinin birlikte uygulanması gerekmektedir (Altan 1989).

Bayatlama üzerine etkili olduğu iddia edilen diğer bir faktör de, ekmeğin protein miktarı ve kalitesidir. Nişasta jelatinize olmakta ve glutendeki suyu soğurmaktadır. Pişirmeden hemen birgün sonra, ekmeğin protein içeriğinin bayatlamaya önemli katkısı olmamakla birlikte, ekmeğin uzun bir süre saklanacak olursa düşük protein içeriğine sahip olanların, yüksek oranda protein içerenlere göre daha çabuk bayatladığı saptanmış bulunmaktadır (Pomeranz ve Shellenberger 1971).

### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Un örnekleri**

Bu çalışmada materyal olarak üç tip un örneği kullanılmıştır. Bunlardan Tip 1 ve Tip 5 unları Ankara'da üretim yapan bir işletmeden, Tip 3 unu ise yine Ankara'da bulunan bir başka kuruluştan temin edilmiştir.

##### **3.1.2. Katkı maddeleri**

Araştırmada katkı maddesi olarak maya ve tuz yanında şerbetçiotu ve laktik asit bakterileri kullanılmıştır.

###### **3.1.2.1. Maya**

Hamur hazırlanmasında piyasada satılan, taze paket ekmekek mayası tartılan una göre %3 oranında kullanılmıştır.

###### **3.1.2.2. Tuz**

Araştırmada kristal mutfak tuzu tartılan unun %1'i hesabıyla kullanılmıştır.

###### **3.1.2.3. Şerbetçiotu**

Kullanılan şerbetçiotu, Bilecik Yöresinden taze kozalak olarak sağlanmış ve 50°C'de özenle kurutulmuştur. Ön denemelerle acılık algılanmayacak şekilde saptanan 0.25 g/l ve 0.50 g/l şerbetçiotu hesabı ile tartılıp, su ile beş dakika kaynatılmış ve 40°C'ye kadar soğutulup süzöldükten sonra sulu ekstrakt hamur yoğurmada kullanılmıştır.

###### **3.1.2.4. Laktik asit bakterileri**

Starter olarak kullanılacak laktik asit bakterilerinin izolasyonu için, un, su ve tuz ile hazırlanan az miktarda hamur, bulaşma olmamasına

özen gösterilerek steril bir kavanoza alınmıştır. Hazırlanan bu hamur, ortam sıcaklığında doğal fermentasyona bırakılmış ve izolasyon çalışmalarında kullanılmıştır. İzole edilen ve tanısı yapılan suşlar içinde, asit oluşturma yetenekleri dikkate alınarak biri heterofermentatif diğeri homofermentatif olmak üzere seçilen iki suş karışık starter kültür olarak kullanılmıştır. Denemelerde  $2 \times 10^9$ /ml hücre içeren karışık kültürden, tartılan un miktarına göre %2 ve %4 oranında aşılama uygulanmıştır.

### **3.2. Yöntem**

Araştırmada uygulanan yöntemleri kimyasal bileşim analizleri, teknolojik ve mikrobiyolojik yöntemler olarak üç alt başlıkta incelemek doğru olacaktır.

#### **3.2.1. Kimyasal bileşim analizleri**

##### **3.2.1.1. Nem tayini**

Unlarda gerçekleştirilen nem tayini, ICC standart No. 110 yöntemine göre, kurutma dolabında  $133^\circ\text{C}$ 'de yapılmıştır (Anonim 1960a).

##### **3.2.1.2. Kül tayini**

Unların toplam kül miktarı ICC standart No. 104 yöntemine göre  $900^\circ\text{C}$ 'de yakılarak kurumadde üzerinden belirlenmiştir (Anonim 1960b).

##### **3.2.1.3. Protein tayini**

Un örneklerinin azot miktarı, ICC standart No. 105 yöntemine göre, Büchi 426 model Yakma ve 323 model Damıtma aleti kullanılarak yapılmış ve bulunan azot miktarı 5.70 faktörü ile çarpılarak toplam protein hesaplanmıştır (Anonim 1960c). Protein miktarının hesaplanması da kurumadde üzerinden yapılmıştır.

#### **3.2.1.4. Asitlik**

Yoğurma sonunda ve fermentasyonun 60. ve 115. dakikalarında hamurlarda asitlik tayini yapılmıştır. Bu amaçla, 10 g hamur örneği bir havan içine alınarak, üzerine 5 ml aseton ilave edildikten sonra spatül ile iyice ezilmiştir. Bir ölçü silindiri yardımıyla 95 ml su alınmış, bu suyun 45-50 ml'si havana azar azar verilerek ezme işlemi sürdürülmüştür. Hamur iyice süspansiyon haline gelince 200 ml'lik bir behere aktarılmış ve havan ve spatül ölçü silindirinde kalan su ile behere yıkanmıştır. Elde edilen süspansiyon, manyetik karıştırıcıda sürekli karıştırılarak 0.1N NaOH ile 8.5 pH'ya kadar titre edilmiştir. Harcanan 0.1N NaOH miktarı, 100 g hamurda ml olarak 1N aside karşılık gelmektedir (Uluöz 1965).

#### **3.2.1.5. Nişasta tayini**

Unların nişasta miktarı, Uluöz'ün (1965) önerdiği esaslar dikkate alınarak, asit hidrolizasyonu ve polarimetrik yöntemle saptanmıştır.

#### **3.2.1.6. pH**

Yoğurma sonunda, fermentasyonun 60. ve 115. dakikalarında hamurlarda pH ölçümleri de yapılmıştır. Hamurun pH'sı, AACC 02-52 yöntemiyle ölçülmüştür. Bunun için 10 g hamur tartıldıktan sonra, üzerine yeni kaynatılıp hemen 25°C'ye soğutulmuş 100 ml su ilave edilmiş, hamur süspansiyon haline gelene kadar kuvvetlice çalkalanmış ve 25°C'de 30 dak çökmesi için beklenip sonra üstteki berrak kısım alınarak pH'sı belirlenmiştir (Anonim 1976).

### **3.2.2. Teknolojik özelliklerin belirlenmesi**

#### **3.2.2.1. Yaş gluten (yaş öz) tayini**

Unda yaş gluten tayini, ICC standard No. 106 yöntemi ile yapılmıştır (Anonim 1960d).

### **3.2.2.2. Kuru gluten (kuru öz) tayini**

Unda kuru gluten "**Glutork**" aleti kullanılarak tayin edilmiştir. Bu amaçla alet 10 dak ısıtıldıktan sonra, yaş gluten alete yerleştirilip ilk 30 saniye elle bastırılarak toplam 5 dakika alette bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda kurumuş olan gluten aletten alınıp, desikatörde soğutulmuş ve tartılarak kuru gluten miktarı hesaplanmıştır.

### **3.2.2.3. Sedimentasyon testi**

Unların sedimentasyon değerlerinin belirlenmesi, ICC standart yöntemi No. 116'ya göre yapılmıştır (Anonim 1960e).

### **3.2.2.4. Düşme sayısı (falling number) tayini**

Unda düşme sayısı ICC standart No. 107 yöntemiyle belirlenmiştir (Anonim 1960f).

### **3.2.2.5. Farinograf değerlerinin belirlenmesi**

Katkı maddelerinin hamurun yoğurma özelliklerine etkisi, ICC standart yöntemi No. 115'e göre (Anonim 1960g) araştırılmış; çizilen farinogramlar Bloksma'ya (1971) göre değerlendirilmiştir.

### **3.2.2.6. Ekstensograf değerlerinin belirlenmesi**

Ekstensograf deneyi, ICC standart yöntemi No. 114'e (Anonim 1960h) göre yapılmış ve ekstensogramlar Bloksma'ya (1971) göre değerlendirilmiştir.

### **3.2.2.7. Ekmek denemesi**

Araştırmada amaca yönelik ekmeklerin hazırlanmasında AACC standart No. 54-10'da belirtilen hızlı yoğurma yöntemi uygulanmıştır (Anonim 1971). Bunun için önce farinograf deneyi ile saptanan miktarda

su, sonra %15 nem esasına göre 1000 g un tartılıp yoğurucuya alınmıştır. Diğer katkıları ilave edildikten sonra üstteki kol el ile 3 kez döndürülerek içerik karıştırılmış, sonra 1400 devir/dakika hızda toplam 1 dakika yoğurulmuştur. Tartılan hamur, nisbi nemi %80-85 olan 30°C'deki fermentasyon dolabında 30 dakika bekletilip birinci havalandırma, bundan 30 dakika sonra ikinci havalandırma yapılmıştır. Bunun arkasından hamura şekil verilerek pişirme kabına alınmış ve aynı koşullarda 55 dakika parça fermentasyonuna bırakılmıştır. Daha sonra 230°C'deki Matador Werner and Pfleiderer marka elektrikli fırında 25 dakika pişirilmiştir. Ekmeklerin fırından çıktıktan 2 saat sonra hacmi, 6 saat sonra ise ağırlığı saptanmıştır. Daha sonra ortadan ikiye kesilerek, ekmek içi yapısı üç kişilik araştırmacı grubu tarafından değerlendirilmiş ve "**Dallmann eşitliği**" ile "**Ekmek değer sayısı**" bulunmuştur (Pelshenke ve ark. 1964).

$$\text{Ekmek Değer Sayısı} = \frac{\text{Gözenek faktörü} \times \text{Hacim faktörü}}{100} \pm \text{İçerik Değerleri}$$

Ekmek içi değerleri olarak gözeneklerin homojenliği, ekmek içinin tekstürü ve elastikiyeti değerlendirmeye alınmıştır.

### **3.2.2.8. Penetrometre değerinin (sertlik derecesinin) saptanması**

Fiziksel bir analiz olan penetrometre değerinin belirlenmesinden amaç, belirli ağırlığın, belirli süre serbest kalması sonucunda penetrometre başlığının örneğe ne kadar battığını saptamaktır. Ekmeklerin sertlik dereceleri, "Sur Penetrometer PNR-6" aleti ile saptanmıştır. Bu amaçla 98.0 g'lık dalıcının üst kısmına 70.0 g'lık standart ağırlıktaki disk ve altına da 50.0 g'lık penetrometre başlıkları takılarak toplam test ağırlığı 218.0 g olarak ayarlanmıştır. Aletin zaman göstergesi 5 saniyeye kurulmuş, ölçü birimi olarak 0.1 mm (penetrometre ünitesi) okuma değeri kullanılmıştır. Ölçüm için ekmeklerden 5 cm



kalınlıkta dilimler kesilmiş ve ölçümler dilimlerin her iki tarafında 5'er noktada ve 22°C'lik laboratuvar sıcaklığında yapılmıştır. Aletin 218 g'lık test ağırlığının 5 saniyelik süre içerisinde örneğe battığı uzunluk göstergeden okunarak değerlendirilmeye alınmıştır.

### 3.2.3. Mikrobiyolojik yöntemler

#### 3.2.3.1. Laktik asit bakterilerinin izolasyonu

Laktik asit bakterilerinin izolasyon ve tanımlanmasında De Man ve ark. (1960) tarafından önerilen ve aşağıda bileşimi verilen MRS (Man-Rogosa-Sharp) besiyeri, sıvı veya %1.0 agar ilave edildikten sonra katı şekilde, 121°C'de, 15 dakika süreyle sterilize edilerek kullanıma hazırlanmıştır.

#### MRS Besiyeri :

Pepton	10 g	CH <sub>3</sub> COONa.3 H <sub>2</sub> O	5 g
Et ekstraktı	8 g	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	200 mg
Maya ekstraktı	4 g	Triamonyum sitrat	2 g
Tween 80	1 ml	MnSO <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O	0.05 g
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	2 g	Damıtık su	1000 ml
Glikoz	20 g		

pH 6.2

Steril kavanozlarda doğal fermentasyona bırakılan hamurdan steril fizyolojik su ile hazırlanan süspansiyonlardan steril petri kaplarına ekim yapılmıştır. Koloniler yeterli büyüklüğe ulaştıkça her petride 3-4 koloni işaretlenerek, makroskopik ve mikroskopik inceleme sonunda saf olduğu izlenimi edinilen kolonilerden, agarlı MRS-besiyerine batırma kültürleri yapılmış, yeterli gelişmeyi takiben buzdolabında korumaya alınmıştır. Böylece doğal fermentasyonlu hamur örneklerinden toplam 15 suş izole edilmiş ve bu suşların tamsında aşağıdaki testlerden yararlanılmıştır.

### **3.2.3.1.1. Hücre şekilleri**

İzole edilen suslar, sıvı MRS besiyerine aşılandıktan sonra 30°C'de inkubasyona bırakılmış ve elde edilen 24 saatlik genç kültürlerden, basit preparat hazırlanarak mikroskopta 400 büyütme ile hücre şekilleri incelenmiştir.

### **3.2.3.1.2. Gram boyama**

Sıvı besiyerinde geliştirilen 24 saatlik kültürler alınarak, Köşker'e (1976) göre boyamaya tabi tutulmuş ve immerziyon objektifi kullanılarak incelenmiştir.

### **3.2.3.1.3. Katalaz testi**

Katalaz testi, Eschenbecher (1968/69) tarafından önerilen yöneme göre 24 saatlik sıvı kültürlerle gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.3.1.4. Gaz oluşumu**

Bu deney Hayward (1957) yöntemiyle, glikoz içeren besiyerinde durham tüpü kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.3.1.5. Nitrat indirgeme**

Bu test için %0.1 oranında  $KNO_3$  ilave edilmiş, şekersiz sıvı besiyeri kullanılarak Harrigan ve McCance'in (1966) önerdikleri yöntem uygulanmıştır.

### **3.2.3.1.6. Değişik koşullarda gelişme deneyi**

Gelişme deneyleri değişik sıcaklık derecelerinde ve değişik tuz konsantrasyonlarında yapılmıştır. Burada kullanılan sıcaklık dereceleri 15°C ve 45°C, tuz konsantrasyonları ise %6.5 ve %10'dur. Bu deneyler Şahin (1981) tarafından bildirilen yöneme göre yapılmış, 15°C ve

45°C'lerde gelişme için doğrudan sıvı MRS-besiyeri, tuzda gelişme için belirtilen konsantrasyonlarda tuz ilave edilmiş sıvı MRS-besiyerleri kullanılmıştır. Tuzda gelişme deneyi 30°C'de gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.3.1.7. Argininden amonyak oluşumu**

Bakterilerin argininden amonyak oluşturmaları Sharpe'in (1962) önerdiği yöntemle incelenmiştir. Deney MRS-besiyerine %0.3 oranında a-argininmonohidroklorür ilave edilerek gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.3.1.8. İndol oluşumu**

Harrigan ve Mc Cance'in (1966) önerdikleri yöntemle göre yapılmış; 5 ml sıvı MRS-besiyerinde, 3 gün geliştirilen kültürlerle 0.5 ml indol belirtecinden (0.4 g p-dimetilaminobenzaldehit + 3.8 ml %96'lık etil alkol + 8 ml konsantre HCl) eklenerek su banyosunda 15 dakika tutulmuştur.

### **3.2.3.1.9. DAP aranması**

Diaminopimelik asit varlığının belirlenmesinde, Abo-Elnaga ve Kandler'in (1965) vermiş olduğu yöntem uygulanmış, kağıt kromatografisinde gelişme aşağıdan yukarıya çıkan yöntemle göre yapılmıştır. Bu amaçla bakteriler 10 ml sıvı MRS-besiyerine aşılansarak 24 saatlik genç kültürleri hazırlanmış ve santrifüjde hücreler sıvıdan ayrılarak, 5 ml 6N HCl içinde süspansiyon haline getirilip, 10 ml'lik ampullere alındıktan sonra ampul ağzı alevde eritilerek hava giriş-çıkışı olmayacak şekilde kapatılmıştır. 24 saat, 100 C'de hidrolize edildikten sonra, ampul içindeki sıvı boşaltılmış, 60°C'de ve hava cereyanı altında HCl tamamen uçurulmuştur. Geriye kalan kuru tortu tabakası birkaç damla damıtık su ile çözüldürülerek, ince uçlu bir pipetle önceden hazırlanmış kromatografi kağıdına taşınmış ve yöntemine uygun şekilde gelişmeye terk edilerek, sonuç ninhidrinle püskürtmeden sonra sarı lekeler oluşumuna göre değerlendirilmiştir.

### **3.2.3.1.10. Asit oluşturma yeteneği**

%5 glikoz içeren 10'ar ml sıvı MRS-besiyeri konularak sterilize edilmiş 7 tüpe, aynı suştan aşılama yapılmış ve 30°C'de 7 gün boyunca her gün bir tp alınarak, 0.1N NaOH ile titre edilmiştir. Böylece her bir suşun dışarıdan herhangi bir etki yapılmadan oluşturabileceği en fazla asit % laktik asit cinsinden, o suşun asit oluşturma yeteneği olarak değerlendirilmiştir.

### **3.2.3.1.11. Fermentasyon deneyi**

Onsekiz değişik karbon kaynağı (şekerler, alkol ve glikozit) kullanılarak, suşlar tarafından fermente edilip edilmedikleri Eschenbecher'e (1968/69) göre test edilmiştir. Burada et ekstraktı ve glikoz içermeyen MRS-sıvı besiyeri kullanılmış, porsiyonlara ayrılan besiyerinin herbir porsiyonuna tek bir karbon kaynağı %1 oranında ilave edilmiştir. Ancak, eskulin için konsantrasyon %0.5 olarak alınmıştır. Aşılama materyali olarak 24 saatlik genç kültürlerden 1-2 damla kültür kullanılmıştır. İnkubasyon 30°C'de yapılmış ve gerektiğinde iki haftaya kadar uzatılmıştır. Renk dönüşümünü izleyebilmek için besiyerine eskulinde %0.05 oranında FeCl<sub>3</sub>, diğerlerinde %0.004 oranında klorfenol kırmızısı ilave edilmiştir.

### **3.2.3.1.12. Turnusollu sütü indirgeme deneyi**

Bakterilerin turnusollu sütü indirgemeleri; Anonim'e (1982) göre test edilmiştir.

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Doğal fermentasyona bırakılmış hamurdan izole edilen ve *Lactobacillus* cinsinin temsilcileri olarak tanılanan 15 suşdan, asit oluşturma yeteneği en yüksek olan bir heterofermentatif ve bir de homofermentatif suşun, *L. fermentum* ve *L. plantarum* türlerine ait oldukları belirlenmiş ve bunlar, araştırmada starter olarak kullanılmışlardır. Bu iki suş da gram pozitif olup, katalaz, diasetil-asetoin ve indol oluşturma ve %10 tuzda gelişme yetenekleri yoktur. Turnusollu sütü indirgememişler ve melesitoz, dekstrin ve sorbozu fermente edememişlerdir. %6.5 tuzda rahatlıkla gelişen bu suşlar, arabinoz, glikoz, fruktoz, galaktoz, maltoz, laktoz, sakkaroz, trehaloz, riboz ve rafinozu fermente etmişlerdir. *L. plantarum* suşu gaz oluşturma, 45°C'de gelişme, ksilozu ve nişastayı fermente edebilme ve argininden NH<sub>3</sub> oluşturabilme yönünden negatif; 15°C'de gelişme mannit, salisin ve eskulini fermente etme ve DAP testi yönünden ise pozitif özellik göstermiştir. *L. fermentum* suşu ise 15°C'de gelişmemiş, mannit, salisin ve eskulini fermente etme yeteneği gösterememiştir. Gaz oluşumu, 45°C'de gelişme, ksiloz ve nişastayı fermente etme ve argininden amonyak oluşturma bakımından pozitif özellik göstermiştir.

Araştırma materyalini oluşturan ve Aralık 1993'de satın alınan ticari Tip 1, Tip 3 ve Tip 5 unları, üçer aylık aralarla, üç ayrı dönemde ekmek denemesinde kullanılmışlardır. Bu dönemlerde elde edilen bulgular, aşağıda incelenecektir.

##### 4.1. Un Örneklerinin Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri

Piyasadan sağlanan ticari Tip 1, Tip 3 ve Tip 5 unlarının kimyasal ve teknolojik özellikleri Çizelge 4.1, 4.2 ve 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi, unların nem oranları ilk dönemde

%13.7-14.4 arasında değişmiştir. Birinci dönemde un örneklerinde tipe göre %0.49-1.34 kül, %11.9-14.7 protein, %65.1-70.3 nişasta, %27.0-32.0 yaş gluten ve %9.1-10.5 kuru gluten bulunmuştur. Sedimentasyon değerlerinin 15-41 ml ve düşme sayılarının da 291-389 saniye arasında değiştiiği saptanmıştır.

İlk üç aylık bekleme süresince unların nem oranlarında küçük de olsa bir azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4.1). Buna bağlı olarak kül ve protein içeriklerinde artış izlenmiştir. Nişasta, yaş ve kuru gluten miktarları ile sedimentasyon değerleri azalırken, düşme sayıları önemli artış göstermiştir. Bu da undaki fiziksel ve biyokimyasal gelişmelerin bir sonucu olarak görülebilir. Üçüncü dönemde ise kül içeriğinin ilk döneme göre biraz arttığı, ikinci döneme göre alt sınırdaki önemli fark olmadığı, ancak üst sınırdaki önemli azalma meydana geldiği saptanmıştır. Unların proteini içeriğinin her iki döneme göre azaldığı, aynı azalmanın nişasta, yaş ve kuru gluten içeriklerinde de belirgin olarak ortaya çıktığı görülmüştür. Unların sedimentasyon değeri azalmasını sürdürürken, düşme sayısı ilk iki döneme göre daha yüksek çıkmıştır. Bu da zaman içinde unlardaki bu özelliklerin olumsuz yönde geliştiğinin göstergesidir.

**Çizelge 4.1. Un örneklerinin kimyasal ve teknolojik analiz bulguları**

Un Tipi	Nem (%)	Kül (%)	Protein (Nx5.7, %)	Nişasta (%)	Yaş gluten (%)	Kuru gluten miktarı (%)	Sedimentasyon değeri (ml)	Düşme sayısı (s)	
Tip 1	1*	14.4	0.49	11.9	70.3	27.0	9.1	41	293
	2**	13.4	0.53	11.6	68.7	25.7	8.6	39	311
	3***	12.4	0.57	11.3	67.9	25.3	8.4	33	316
Tip 3	1*	14.3	0.66	12.4	69.5	27.5	9.2	34	389
	2**	13.6	0.70	12.3	67.9	26.1	8.7	32	428
	3***	12.7	0.76	12.1	66.8	24.4	8.1	31	431
Tip 5	1*	13.7	1.34	14.7	65.1	32.0	10.5	15	291
	2**	13.0	1.36	14.6	63.2	27.8	9.2	13	334
	3***	12.3	1.38	14.3	61.3	25.2	8.4	12	343

\* Birinci dönem bulguları \*\* İkinci dönem bulguları \*\*\* Üçüncü dönem bulguları  
(Daha sonraki çizelgelerde de aynı tanımlama devam edecektir.)

Un örneklerinin farinograf değerleri, Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi, unların birinci dönem farinograf özellikleri tipe göre değişmekte olup, su kaldırma oranları %57.5-64.7, gelişme süreleri 2.1-3.9 dakika stabilite 3.7-7.1 dakika, yoğurma tolerans sayıları 65-100 B.U ve yumuşama değerleri 90-95 B.U arasında değişmiştir.

**Çizelge 4.2. Un örneklerinin farinograf bulguları**

Un Tipi	Su kaldırma oranı (%)			Gelişme süresi (dak)			Stabilite (dak)			Yoğurma tolerans sayısı(B.U)			Yumuşama derecesi (B.U)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tip 1	57.5	57.1	56.1	2.1	1.8	2.0	7.1	4.8	2.5	65	70	75	90	80	70
Tip 3	59.1	59.0	58.5	2.1	2.0	1.7	3.7	3.2	2.8	70	60	60	90	80	70
Tip 5	64.7	63.5	63.0	3.9	4.2	4.0	4.1	5.5	5.0	100	80	40	95	82	75

Unların birinci dönemdeki ekstensograf özellikleri Çizelge 4.3'de görülmektedir. Un tipine bağlı olarak 135 dakika dinlendirme sonunda, beşinci dakikadaki hamur direnci 110-470 B.U, en yüksek direnç 110-505 B.U, uzama yeteneği 121-180 mm, enerji değeri 25.0-84.1 cm<sup>2</sup> ve oran sayısı da 0.61-3.88 B.U/mm arasında saptanmıştır. İkinci dönemde birinci döneme göre ekstensograf özelliklerinde önemli artışlar meydana gelmiştir. Bu sonuçlar ekmeklik unların üç ay bekletme ile yapılarında bir takım değişiklikler olduğunu göstermektedir.

**Çizelge 4.3. Un örneklerinin ekstensograf bulguları\***

Un Tipi	5.dakikada hamur direnci (R <sub>s</sub> , B.U)			Hamurun en yüksek direnci (R <sub>m</sub> , B.U)			Uzama yeteneği (mm)			Enerji değeri (cm <sup>2</sup> )			Oran sayısı (B.U/ mm)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tip 1	470	540	480	505	630	500	121	124	115	84.1	101.0	71.0	3.88	4.36	4.35
Tip 3	235	295	282	270	335	342	141	140	140	52.3	64.5	61.2	1.67	2.11	2.44
Tip 5	110	160	150	110	160	150	180	157	156	25.0	37.5	34.0	0.61	1.02	0.96

\* 135 dakika sonunda çizilen ekstensograf değerleri

#### 4.2. Katkı Maddelerinin Unların Teknolojik Özelliklerine Etkileri

Üç tip un örneğine değişik oranlarda katkı maddeleri ilavesi ile yapılan farinograf denemelerinin bulguları, Çizelge 4.4, 4.5 ve 4.6'da ayrı ayrı verilmiştir.

Çizelge 4.4'den de izlendiği gibi, birinci dönemde Tip 1 un örneklerinde su kaldırma oranı, katkısız olanda %57.5 iken, %2 ve %4 laktik starterlerde sırasıyla %57.6 ve %57.7'ye çıkmıştır. Böylece yoğurmada %2 ve %4 laktik starter kullanılması, Tip 1 ununun su kaldırma oranında, az olmakla birlikte sürekli bir artış sağlamıştır. Benzer şekilde %0.025 ve %0.05 şerbetçiotu katkısı ile, Tip 1 ununda su kaldırma değerleri önemli sayılabilecek bir artışla sırasıyla %57.9 ve %58.1 bulunmuştur. %0.05 şerbetçiotu- %2 laktik starterin birlikte kullanılması durumunda su kaldırma oranı %56.9'a düşmüştür. Buna karşın %0.025 şerbetçiotu- %2 laktik starterin birlikte kullanılması ile su kaldırma oranındaki düşüş daha az olmuş ve %57.1'lik bir değer elde edilmiştir. Katkısız una göre su kaldırma oranında %0.05 şerbetçiotu-%4 laktik starter kullanımında düşüş daha da azalarak %57.3 bulunmuştur. %0.025 şerbetçiotu-%4 laktik starterin birlikte kullanıldığı deneyde su kaldırma oranında değişiklik olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.4). Su kaldırma oranının yüksek olması, birim undan elde edilen ekmek miktarını artırmaktadır (Seçkin 1971). Ekmeklik unların su kaldırma oranına yönelik katkı maddelerinin etkisi ile ilgili yayınlanmış bir esere rastlanamadığı için, burada elde edilen sayısal sonuçları, kaynak bilgilerle karşılaştırma olanağı bulunamamıştır.

Gelişme süresi, normal işlemlerle Tip 1 ununda birinci dönemde 2.1 dakika bulunurken, %2 laktik starter kullanıldığında 2.0 dakika, %4 laktik starter kullanıldığında 2.9 dakika bulunmuştur. Aynı şekilde gelişme süresi %0.025 şerbetçiotu ilavesinde 1.8 dakika, %0.05 şerbetçiotu ilavesinde de 2.0 dakika olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara



**Çizelge 4.4. Tıp 1 ununda katkı maddelerinin farinograf özelliklerine etkisi**

Katkı maddesi çeşit ve oranları	Su kaldırma oranı (%)			Gelişme süresi (dak)			Stabilite (dak)			Yoğurma tolerans sayısı (B.U)			Yumuşama derecesi (B.U)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tanık	57.5	57.1	56.1	2.1	1.8	2.0	7.1	4.8	2.5	65	70	75	90	80	70
%2 Laktik starter	57.6	57.3	56.3	2.9	1.9	1.8	6.5	2.7	4.6	40	70	55	90	90	70
%4 Laktik starter	57.7	56.3	56.3	2.0	1.7	2.1	6.2	6.0	4.3	40	75	60	70	78	70
%0.025 Şerbetçiotu	57.9	57.3	56.5	2.0	1.8	2.5	6.4	6.5	3.1	40	60	60	90	70	70
%0.05 Şerbetçiotu	59.1	56.3	56.4	1.8	2.1	2.5	7.0	2.9	2.0	40	50	50	60	70	80
%0.025 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	57.1	56.7	55.7	3.0	2.0	2.4	7.5	5.2	6.5	40	50	40	80	78	70
%0.025 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	57.5	56.7	55.9	2.5	2.0	2.0	6.7	3.7	2.9	40	60	60	90	90	75
%0.05 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	56.9	56.5	56.1	1.9	1.5	2.3	5.9	1.5	2.0	45	80	50	100	100	80
%0.05 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	57.3	56.7	55.9	1.7	2.0	1.9	5.8	5.0	2.0	30	60	60	78	78	75

göre, %4 oranında laktik starter uygulaması gelişme süresini uzatırken, diğer uygulamalar bu süreyi kısaltmıştır. %0.025 şerbetçiotu- %2 laktik starterin birlikte uygulanması gelişme süresini 3 dakikaya, %0.025 şerbetçiotu- %4 laktik starter karışımı ise gelişme süresini 2.5 dakikaya çıkarmıştır. Buna karşın %0.05 şerbetçiotu- %2 ve %4 laktik starter karışık uygulamaları gelişme süresini sırasıyla 1.9 ve 1.7 dakikaya indirmiştir. Gelişme süresinin uzun olması, özün geç kabardığını ve dolayısıyla yoğurma süresinin uzun olacağını göstermektedir (Uluöz 1965). Bu da ekmekçilikte, belirli sürelerde arzulanan bir durumdur. Böylece %4 laktik starter uygulaması gelişme süresi bakımından olumlu etki yapmıştır.

İlk dönemde Tip 1 ununda stabilite değeri 7.1 dakika olarak saptanmıştır. Yoğurmada %2 laktik starter kullanılıncaya bu değer 6.2'ye düşerek azalma göstermiştir. %4 laktik starter kullanımında 6.5 dakika olan değer, yine tanığa göre düşme göstermiştir. %0.025 ve %0.05 şerbetçiotu kullanımı da stabilite değerinin düşmesine yol açmış ve böylece 6.4 ve 7.0 dakikalık stabilite değerleri belirlenmiştir. Görüldüğü gibi, laktik starter ve şerbetçiotu katkılarının ayrı ayrı kullanımı stabilite değerini düşürmektedir. Buna karşın, iki katkının bir arada %0.025 şerbetçiotu-%2 laktik starter uygulaması, stabilite süresini artırarak 7.5 dakikaya çıkarmıştır. Ancak, şerbetçiotu ve laktik starterin diğer kombinasyonları da bu süreyi kısaltmıştır.

Uluöz'e (1965) göre, hamurun işleme sırasında kıvamını muhafaza etmesi ve hiç bir şekilde yumuşayıp sulanmaması gerekmektedir. Yumuşama, yani kıvamdan düşme ne kadar fazla ve çabuk olursa, hamurun işleme yeteneği de o denli azalacağından, bu tür bir hamur düşük kaliteli sayılmakta ve fermentasyon süresi de kısa tutulmaktadır.

Abou-Guendia ve D'Appolonia'ya(1972) göre de, stabilitenin artması kalitenin de artmasını sağlamaktadır. Böylece %0.025 şerbetçiotu- %2 laktik starterin birlikte kullanımı stabilite yönünden kalite artırıcı, diğer

uygulamalar ise kalite düşürücü etkide bulunmuştur.

Yoğurma tolerans sayısı, Tip 1 ununda normal olarak 65 B.U iken, ayrı ayrı veya birlikte gerçekleştirilen tüm katkı uygulamaları ile bu değer 30-45 B.U arasında saptanmıştır. Yoğurma tolerans sayısının düşmesi, kalite üzerine olumlu etkide bulunmaktadır. Yoğurma tolerans sayısının yüksek olması, hamurun işlemeye elverişliliğini azaltmaktadır (Kundakçı ve Göçmen 1992).

Tip 1 unu tanık hamurunda ilk dönemde yumuşama derecesi 90 B.U olarak ölçülmüştür. Bu değer, %0.05 şerbetçiotu- %2 laktik starter kullanılan hamurda 100 B.U'ya çıkarken; %4 laktik starter kullanıldığında 70 B.U'ya; %0.05 şerbetçiotu kullanımında 60 B.U'ya; %0.025 şerbetçiotu-%2 laktik starter kombinasyonunda ise 80 B.U'ya düşmüştür. Diğer katkı uygulamaları yumuşama değerinde herhangi bir değişiklik yapmamıştır.

Tip 3 ununun farinograf değerleri Çizelge 4.5'de verilmiştir. Bu un örneğinin birinci dönemdeki su kaldırma değeri %59.1 olarak saptanmıştır. Ancak, bu değer %2 laktik starter kullanımında %59.6'ya, %4 laktik starter kullanımında ise, %60.2'ye yükselmiştir. Şerbetçiotu kullanımı ile su kaldırma değerleri daha da fazla artmış ve %0.025 şerbetçiotu ilavesiyle %60.2'ye, %0.05 şerbetçiotu ilavesiyle de %60.4'e çıkmıştır. Görüldüğü gibi katkı maddelerinin ayrı ayrı kullanımları Tip 3 ununun su kaldırma oranında artış sağlamıştır. Şerbetçiotu ve laktik starter uygulamalarının birlikte gerçekleştirilmesi halinde ise sadece %0.025 şerbetçiotu- %2 laktik starter karışımı su kaldırma oranını düşürerek %58.2'ye indirmiştir (Çizelge 4.5).

İlk dönemde normal şekilde hazırlanmış Tip 3 unu hamurunda gelişme süresi 2.1 dakika olarak saptanırken, %2 laktik starterle hazırlandığında, 2.0 dakika ile çok az düşme göstermiştir. Buna karşın %4 laktik starter kullanımında 2.5 dakika ile artış saptanmıştır. %0.025 şerbetçiotu ilavesi, gelişme süresini 1.8 dakikaya, %0.05 şerbetçiotu

**Çizelge 4.5. Tıp 3 ununda katkı maddelerinin farinograf özelliklerine etkisi**

Katkı maddesi çeşit ve oranları	Su kaldırma oranı (%)			Gelişme süresi (dak)			Stabilite (dak)			Yoğurma tolerans sayısı (B.U)			Yumuşama derecesi (B.U)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tanık	59.1	59.0	58.5	2.1	2.0	1.7	3.7	3.2	2.8	70	60	60	90	80	70
%2 Laktik starter	59.6	59.6	58.5	2.5	2.5	1.7	4.1	4.0	4.0	60	60	55	90	90	70
%4 Laktik starter	60.2	59.4	58.9	2.0	1.7	2.0	4.5	6.2	3.2	65	60	60	70	78	70
%0.025 Şerbetçiotu	60.2	59.2	58.5	2.0	2.3	2.3	3.2	4.0	3.7	70	60	60	90	70	70
%0.05 Şerbetçiotu	60.4	59.4	58.3	1.8	2.3	2.1	5.2	3.0	4.6	60	70	60	80	85	50
%0.025 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	58.2	58.8	58.5	2.3	1.5	2.0	5.0	3.5	4.0	70	70	60	80	78	70
%0.025 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	60.2	59.2	58.9	1.8	2.3	1.9	4.3	3.2	2.8	60	60	60	60	85	70
%0.05 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	59.6	58.8	58.5	1.8	1.5	2.2	3.7	4.5	3.3	75	78	60	100	80	60
%0.05 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	59.9	59.4	59.3	2.0	1.9	2.0	5.2	3.3	3.0	65	60	60	70	78	60

ilavesi ise 2.0 dakikaya indirmiştir. Böylece %4 laktik starter uygulaması dışındaki katkıların ayrı ayrı uygulanmaları gelişme süresini az veya çok kısaltmıştır. Gelişme süresinin az olması, yoğurma süresinin de kısa tutulması gerektiğini göstermekte olup, aksi takdirde hamur kıvamında bozulma meydana gelmektedir (Uluöz 1965). Şerbetçiotu ve laktik starterin birlikte uygulamalarında, yalnızca %0.025 şerbetçiotu- %2 laktik starter kombinasyonu gelişme süresini çok az artırarak 2.3 dakikaya çıkarmış, diğer tüm kombinasyonlar gelişme süresine olumsuz etki yapmışlardır.

Tip 3 unutanık hamurunda birinci dönemde stabilite değeri 3.7 dakika olarak belirlenmiştir. %2 laktik starterle hazırlanan hamurda bu süre 4.1 dakikaya, %4 laktik starterle hazırlanan hamurda ise 4.5 dakikaya çıkmıştır. Stabilite değerindeki bu artış, hamur kalitesinde de yükselme anlamına gelmektedir (Arat 1949, Uluöz 1965). %0.025 şerbetçiotu uygulaması ile stabilite değeri 3.2 dakikaya gerilerken; %0.05 şerbetçiotu ilavesi ile 5.2 dakikayla en yüksek değerine ulaşmıştır. Bu sonuçlara göre %0.025 şerbetçiotu katkısı hamur kalitesi yönünden olumsuz bir etkiye sahiptir. Laktik starter ve şerbetçiotunun belirtilen oranlarda birlikte uygulanmaları, stabilite süresini artırıcı yönde etki ederek bu süreyi 5.2 dakikaya kadar yükseltmiştir.

Katkısız olarak hazırlanan Tip 3 unu hamurunun yoğurma tolerans sayısı 70 B.U değerini vermiştir. Bu değer %2 laktik starter ile hazırlanan hamurda 60 B.U'ya, %4 laktik starterle hazırlananda ise 65 B.U'ya düşmüştür. Benzer şekilde, %0.025 şerbetçiotu ilavesi hamurun yoğurma tolerans sayısını 60 B.U'ya düşürürken, %0.05 şerbetçiotu kullanılan hamurda bir değişme izlenmemiştir. Karışık katkılılardan yalnızca %0.05 şerbetçiotu- %2 laktik starter birlikte kullanımı yoğurma tolerans sayısını 75 B.U'ya çıkarmıştır. Buna göre laktik starter ve şerbetçiotunun ayrı ayrı ve birlikte kullanımı Tip 1 ununda kaliteyi düzeltirken, Tip 3 ununda iyileştirici etki daha az, hatta %0.05 şerbetçiotu- %2 laktik starter karışık

uygulaması kalite üzerine olumsuz yönde etkili olmuştur. Çünkü yoğurma tolerans sayısının fazlalığı, o unun işlemeye elverişli olmadığını ve gaz tutma kapasitesinin düşük olduğunu göstermektedir. (Arat 1949).

Tip 3 unu tanık hamurunda ilk dönemde yumuşama derecesi 90 B.U bulunmuştur. %2 laktik starter- %0.025 şerbetçiotu katkıları bu değeri değiştirmemiş, %0.05 şerbetçiotu- %2 laktik starter kombinasyonu ise olumsuz bir etki ile yumuşama derecesini 100 B.U'ya yükseltmiştir. Diğer katkı uygulamaları ise 60-80 B.U arasına düşürmüşlerdir.

Tip 5 ununun farinograf bulguları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelge 4.6'dan da görüldüğü gibi, su kaldırma oranı tanık uygulamada birinci dönemde %64.7 olarak saptanırken, %2 ve %4 laktik starter uygulamalarında sırasıyla %64.3 ve %64.5'e; %0.025 ve %0.05 şerbetçiotu ilavelilerde ise %64.5'e düşmüştür. Laktik starter ve şerbetçiotu karışık katkı kullanılanlarda su kaldırma oranındaki düşüş sürmüş ve %64.3 değeri bulunmuştur. Böylece, tüm katkı uygulamaları su kaldırma oranı üzerine azaltıcı etkide bulunmuştur. Bu da Tip 1 ve Tip 3 unlarına göre ters bir durum yaratmıştır. Su kaldırma oranının yüksek olması unun ekmek veriminin de yüksek olması anlamına geldiğinden, buradaki sonuçların teknik yönden de olumsuz etkili olduğu söylenebilir.

Tanık olarak katkısız işlenen Tip 5 ununda ilk dönemde gelişme süresi 3.9 dakika olarak saptanmıştır. Her iki oranda kullanılan laktik starter bu süreyi 4.0 dakikaya çıkarmış, %0.025 şerbetçiotu ilavesi 3.5 dakikaya düşürmüştür ve %0.05 şerbetçiotu ilavesi ise herhangi bir değişikliğe yol açmamıştır. Görüldüğü gibi yalnızca %0.025 şerbetçiotu uygulaması bu süreyi az da olsa kısaltmış ve böylece kalite üzerine ters etkide bulunmuştur. Bu iki katkının birlikte uygulamaları arasında yalnızca %0.05 şerbetçiotu- %4 laktik starter karışımı olumsuz yönde bir etki ile gelişme süresini 3.0 dakikaya düşürerek azalmaya yol açmıştır.

Şerbetçiotu ve laktik starter kullanılmayan Tip 5 ununun stabilite değeri 4.1 dakika bulunmuştur. Buna karşın %2 ve %4 laktik starter

**Çizelge 4.6. Tıp 5 ununda katkı maddelerinin farinograf özelliklerine etkisi**

Katkı maddesi çeşit ve oranları	Su kaldırma oranı (%)			Gelişme süresi (dak)			Stabilite (dak)			Yoğurma tolerans sayısı (B.U)			Yumuşama derecesi (B.U)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tanık	64.7	63.5	63.1	3.9	4.2	4.0	4.1	5.5	5.0	100	80	40	95	80	75
%2 Laktik starter	64.3	63.3	63.3	4.0	4.5	3.4	3.8	5.4	5.7	100	100	50	105	90	65
%4 Laktik starter	64.5	63.9	63.5	4.0	4.0	3.8	3.7	4.2	5.4	100	80	60	100	90	70
%0.025 Şerbetçiotu	64.5	63.7	63.7	3.5	4.0	4.0	3.9	5.4	5.0	100	60	70	95	90	85
%0.05 Şerbetçiotu	64.5	64.5	63.5	3.9	5.0	4.2	4.1	4.5	5.8	100	30	60	90	90	75
%0.025 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	64.3	64.3	63.7	3.9	3.7	3.9	3.9	4.8	6.2	100	80	55	100	90	70
%0.025 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	64.3	63.9	64.1	4.0	4.3	3.9	4.0	5.3	5.0	100	100	45	100	90	70
%0.05 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	64.3	64.5	63.7	4.0	4.0	4.0	4.0	4.2	6.0	100	70	60	100	90	70
%0.05 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	64.3	64.7	64.3	3.0	4.5	4.3	4.1	4.2	4.7	100	80	65	100	90	80

kullanıldığında sırasıyla 3.7 ve 3.8 dakikaya, %0.025 şerbetçiotu kullanılması ise 3.9 dakikaya düşmüş ve %0.05 şerbetçiotu kullanımında 4.1 dakika ile değişim göstermemiştir. Her iki katkının birlikte uygulanması durumunda, 3.9-4.1 dakika arasında değişen stabilite değerleri elde edilmiştir. Burada, 4.1 dakika ile tanık değere eşdeğer sonuç %0.05 şerbetçiotu- %4 laktik starter kombinasyonu ile saptanmıştır. Böylece %0.05 oranında şerbetçiotu ve aynı oranda şerbetçiotu ile %4 laktik starterin birlikte kullanımı olumlu veya olumsuz bir etki gösteremezken; diğer katkı uygulamaları tek başına veya bir arada, stabilite değerini ve hamur kalitesini düşürücü etki göstermişlerdir.

Yoğurma tolerans sayısı, Tip 5 unu tanık ve her tür katkı uygulamalı denemelerde 100 B.U olarak saptanmıştır. Böylece katkı maddelerinin bu dönemde Tip 5 unu yoğurma tolerans sayısında herhangi bir etkiye sahip olmadığı anlaşılmaktadır.

Tip 5 unu katkısız hamurunda yumuşama derecesi 95 B.U iken, yalnızca %0.05 şerbetçiotu ilavesi ile 90 B.U'ya düşerek olumlu yönde bir gelişme göstermiştir. Kullanılan diğer katkı maddeleri ile yumuşama derecesi 95-105 B.U arasında bulunmuştur.

Değişik uygulamalarla Tip 1, Tip 3 ve Tip 5 unları ile 135 dakika dinlendirmeler sonucu elde edilen ekstensograf değerleri Çizelge 4.7, 4.8 ve 4.9'da ayrı ayrı verilmiştir.

Tip 1 unundan, ilk dönemde laktik starter ve şerbetçiotu ilavesi ile hazırlanan hamurların 135 dakika dinlendirme sonunda en yüksek hamur direnci katkısız hazırlanan tanık hamurda 505 B.U'dur. Bu değer %2 laktik starter kullanımında 500 B.U'ya düşmüş, %4 laktik starter kullanımında ise 540 B.U'ya çıkmıştır. Hamur direnci, %0.025 şerbetçiotu ilavelilerde aşırı bir düşme ile 400 B.U bulunmuş, şerbetçiotu oranının %0.05'e çıkarılması direnci bir ölçüde artırmış ise de 475 B.U ile tanık değerinin altında sonuç vermiştir. Laktik starter ve şerbetçiotu kombinasyonu uygulamalarından %0.025 şerbetçiotu ve %4 laktik starter



**Çizelge 4.7. Tip 1 ununda katkı maddelerinin ekstensograf özelliklerine etkisi \***

Katkı maddesi çeşit ve oranları	5. dakikada hamur direnci (R <sub>5</sub> , B.U)			Hamurun en yüksek direnci (R <sub>m</sub> , B.U)			Uzama yeteneği (mm)			Enerji değeri (cm <sup>2</sup> )			Oran sayısı (B.U/mm)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tanık	470	540	480	505	630	500	121	124	115	84.1	101.0	71.0	3.88	4.36	4.35
%2 Laktik starter	335	450	610	500	540	690	146	128	116	94.6	86.7	94.0	2.30	4.22	5.95
%4 Laktik starter	430	410	570	540	500	628	150	135	110	108.5	87.5	77.2	2.87	3.70	5.71
%0.025 Şerbetçiotu	410	480	390	470	575	450	130	120	115	77.8	91.0	63.3	3.15	4.00	3.92
%0.05 Şerbetçiotu	420	510	558	475	590	578	125	131	105	78.3	101.0	76.0	3.36	3.89	5.50
%0.025 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	330	370	510	435	435	565	138	132	120	76.0	76.5	81.0	2.39	3.30	4.71
%0.025 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	420	380	570	510	510	580	138	134	117	92.5	84.5	86.7	3.04	3.81	4.96
%0.05 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	380	470	760	500	530	760	152	121	91	99.5	84.0	87.8	2.50	3.88	8.35
%0.05 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	380	360	442	490	440	532	133	136	129	82.0	81.5	82.0	2.86	2.65	4.12

\* 135 dakika sonunda çizilen ekstensograf değerleri

karışımı, hamur direncini biraz artırarak 510 B.U'ya çıkarırken; diğerleri düşürücü etki göstermişlerdir. Böylece, tek başına %4 laktik starter uygulaması ve %0.025 şerbetçiotu- %4 laktik starter karışık uygulaması hamur direncini artırarak, kalite üzerine düzeltici bir etki yapmışlardır. Hamur direnci, hamurun dayanma derecesini gösteren bir ölçüt olduğuna göre (Özkaya ve Kahveci 1990), bu değerdeki düşmelerin hamur kalitesinde azalmaya yol açacağı söylenebilir.

Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi birinci dönemde Tip 1 unundan laktik starter ve şerbetçiotu katkısı ile hazırlanan hamurlarda 5. dakika sonundaki hamur direnci 470 B.U olarak belirlenmiştir. Laktik starter ve şerbetçiotu kullanımı, bu değer üzerine azaltıcı etki yapmış ve 330-430 B.U arasında hamur dirençleri ölçülmüştür.

Tip 1 unundan ilk dönemde katkısız olarak hazırlanan hamurun 135 dakikalık dinlendirmeden sonraki uzama yeteneği 121 mm, %2 laktik starter kullanılanlarda 146 mm ve %4 laktik starterlilerde 150 mm olarak saptanmıştır. Bu değer %0.025 şerbetçiotu katkılıda 125 mm, %0.05 şerbetçiotu katkılıda ise 130 mm bulunmuştur. Her iki katkının birlikte kullanıldığı hamurlarda ise 133-152 mm arasında değişen uzama yeteneği değerleri ölçülmüştür. Böylece tüm katkı uygulamalarının uzama yeteneğini az veya çok artırdığı belirlenmiştir. Uzama yeteneğinin artması hamur kıvamındaki azalmayı gösterir (Ercan 1987).

Tanık olarak hazırlanan Tip 1 ununun hamurunda yapılan ölçümlerde enerji değeri 84.1 cm<sup>2</sup> bulunmuştur. Tip 1 ununun laktik starter kullanımında enerji değeri artış göstererek %2 starter ilavelerinde 94.6 cm<sup>2</sup>'ye ve %4 starter ilavelilerde 108.5 cm<sup>2</sup>'ye yükselmiştir. Buna karşın, şerbetçiotu katkıları enerji değerine azaltıcı bir etki yaparak, %0.025 şerbetçiotu ilavesinde 77.8 cm<sup>2</sup>'ye, %0.05 şerbetçiotu ilavesinde ise 78.3 cm<sup>2</sup>'ye düşmüştür. Laktik starter ve şerbetçiotu kombinasyon uygulamalarından %0.025 şerbetçiotu-%2 laktik starter karışımı enerji değerini 76.0 cm<sup>2</sup>'ye, %0.05 şerbetçiotu- %4 laktik starter karışımı ise 82.0 cm<sup>2</sup>'ye düşürmüştür. Bu durumda enerji değerini düşürücü etkiye

sahip uygulamaların kalite üzerine olumsuz etkili oldukları rahatlıkla belirtilebilir. Enerji değerinin yüksek olması gaz tutma kapasitesinin ve fermentasyona dayanıklılığın fazla olduğunu göstermekte ve böylece ekmek hacminde artış sağlamaktadır (Özkaya ve Kahveci 1990, Uluöz 1965).

Tip 1 unu ile birinci dönemde hazırlanan tanık ve katkılı hamurların oran sayısı, 5. dakikadaki hamur direncine benzer bir durum göstermiştir. Yani, burada da en yüksek oran sayısı 3.88 B.U/mm ile tanık hamurda bulunmuş, katkı uygulamalarında 2.30-3.36 B.U/mm değerleri arasında değişim göstermiştir.

Tip 3 unu ile 135 dakika dinlendirmeli olarak yapılan uygulamalarda da, ekstensograf özelliklerinde önemli değişiklikler izlenmiştir (Çizelge 4.8). Örneğin, normal tanık hamurun ilk dönemdeki en yüksek direnci 270 B.U bulunmuştur. Bu değer %2 laktik starter kullanılıncaya biraz azalışla 255 B.U'ya düşerken; %4 laktik starter kullanılıncaya önemli bir artışla 330 B.U bulunmuştur. %0.025 ve %0.05 şerbetçiotu katkılı deneylerin her ikisinde de dirençte azalma belirlenerek sırasıyla 220 ve 225 B.U değerleri elde edilmiştir. Karışık katkılardan yalnızca %0.025 şerbetçiotu-%4 laktik starter kombinasyonu artış sağlayarak 300 B.U değerini vermiş; diğer kombinasyonlar hamur direncini 235-255 B.U değerleri arasına düşürmüştür. Böylece %4 laktik starterin tek başına veya %0.025 şerbetçiotu ile birlikte kullanımı ile hamur direncini artırarak, kalite üzerine olumlu bir etkiye bulunduğu ortaya çıkmıştır.

Hamurun 5. dakikadaki direnci Tip 3 unu katkısız hamurunda 235 B.U iken, %4 laktik starter ilavesi ile 270 B.U'ya, %0.025 şerbetçiotu- %4 laktik starter kombinasyonu ile 250 B.U'ya yükselmiştir. Diğer katkı maddeleri ise direnci 200-220 B.U arasına düşürmüştür.

Normal şekilde hazırlanmış Tip 3 unu hamurunda uzama yeteneği 141 mm iken, %2 laktik starter ile hazırlanan da çok küçük bir düşme ile 140 mm, %4 laktik starter ile hazırlananda ise artış ile 145 mm

**Çizelge 4.8. Tip 3 ununda katkı maddelerinin ekstensograf özelliklerine etkisi \***

Katkı maddesi çeşit ve oranları	5. dakikada hamur direnci (R <sub>5</sub> ,B.U)			Hamurun en yüksek direnci (R <sub>m</sub> ,B.U)			Uzama yeteneği (mm)			Enerji değeri (cm <sup>2</sup> )			Oran sayısı (B.U/mm)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tanık	235	295	282	270	335	342	141	140	140	52.3	64.5	61.2	1.67	2.11	2.44
%2 Laktik starter	215	210	320	255	235	350	145	137	123	50.3	42.5	58.0	1.48	1.72	2.85
%4 Laktik starter	270	260	359	330	320	390	140	148	113	62.2	61.8	58.7	1.93	2.16	3.45
%0.025 Şerbetçiotu	200	255	298	220	300	325	139	146	120	43.6	61.0	50.6	1.44	1.75	2.71
%0.05 Şerbetçiotu	200	280	282	225	340	338	149	139	135	47.3	63.0	60.0	1.34	2.01	2.50
%0.025 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	205	190	258	235	330	280	146	137	137	47.8	60.5	49.6	1.40	2.41	2.04
%0.025 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	250	215	350	300	250	390	138	140	118	51.2	47.5	60.0	1.81	1.79	3.31
%0.05 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	215	220	548	245	250	570	140	139	99	46.5	48.0	74.8	1.54	1.58	5.76
%0.05 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	220	210	292	255	240	342	131	134	145	46.8	44.0	60.3	1.68	1.57	2.36

\* 135 dakika sonunda çizilen ekstensograf değerleri

bulunmuştur. Şerbetçiotu katkılılarda da benzer durum ortaya çıkmış ve %0.025 şerbetçiotu katkısı azalmaya neden olarak 139 mm'lik uzama yeteneği sağlarken, %0.05 şerbetçiotu katkısı ile 149 mm değerini vermiştir. Her iki katkının birlikte yapıldığı uygulamalardan yalnızca %0.025 şerbetçiotu-%2 laktik starter kombinasyonu uzama yeteneğini artmış ve 146 mm'ye çıkarmıştır. Diğer karışık katkı uygulamaları ise 131-140 mm arasındaki değerlerde kalmıştır. Görüldüğü gibi %4 laktik starter, %0.05 şerbetçiotu ve %0.025 şerbetçiotu- %2 laktik starter karışık kombinasyonu hamur uzama yeteneğini artırarak kıvamda azalmaya neden olmuştur.

Enerji değeri, hamur dayanıklılığını gösteren bir ölçüt olarak, ekmek kalitesi hakkında da fikir vermektedir (Ercan ve ark. 1988). Tip 3 ununun 135 dakikalık dinlendirmeden sonraki enerji değeri tanık deneyde 52.3 cm<sup>2</sup> bulunurken, %2 laktik starter kullanılanda 50.3 cm<sup>2</sup>'ye düşmüş, %4 laktik starter ilavesinde ise önemli bir artışla 62.2 cm<sup>2</sup>'ye yükselmiştir. Bu değer, %0.025 ve %0.05 şerbetçiotu katkılılarda sırasıyla 43.6 ve 47.3 cm<sup>2</sup>'ye düşmüştür. Ancak, enerji değerindeki düşüş %0.05 şerbetçiotu ilavesinde daha azdır. Laktik starter ve şerbetçiotunun bir arada uygulamalarında enerji değeri tanık deneye göre sürekli düşük kalmış ve 46.5-51.2 cm<sup>2</sup> arasında değişen değerler saptanmıştır. Böylece, hamurun enerji değeri üzerine yükseltici yöndeki etki yalnızca %4 laktik starter kullanımı ile sağlanabilmiştir.

En yüksek direncin uzama yeteneğine oranlanmasıyla bulunan oran sayısı, Tip 3 unu katkısız hamurunda ilk dönemde 1.67 B.U/mm olarak ölçülmüştür. Bu değer %4 laktik starter ilavesi ile 1.93 B.U/mm'ye, %0.025 şerbetçiotu- %4 laktik starter katkısıyla ise 1.81 B.U/mm'ye yükselmiş ve kalite üzerine olumlu etkide bulunmuştur. Oran sayısı ne kadar küçük olursa, hamur o nisbette özsüz olup, ekmekçilik değeri düşmektedir (Tekeli 1964).

Tip 5 unundan hazırlanan hamurların 135 dakika dinlendirilmesi ile gerçekleştirilen ekstensograf bulguları Çizelge 4.9'da verilmiştir. İlk dönemde tanık deney olarak, katkısız hazırlanan hamurun en yüksek direnci 110 B.U bulunmuştur. %2 laktik starter kullanımında bu değer azalarak 90 B.U'ya düşmüş, %4 laktik starter kullanımında artarak, 135 B.U'ya kadar yükselmiştir. %0.025 şerbetçiotu ilavesi azaltıcı etki ile 100 B.U değerini verirken, %0.05 şerbetçiotu katkılı da tanığa göre, herhangi bir değişiklik izlenmemiştir. Böylece, %4 laktik starter kullanımı, Tip 5 unlarında hamur direncini artırmak sureti ile kalite üzerine olumlu bir etkide bulunmuştur. Aynı düzeyde olmasa da %0.025 şerbetçiotu- %4 laktik starter, %0.05 şerbetçiotu- %4 laktik starter karışımları da direnci sırası ile 120 ve 115 B.U'ya yükseltmiş ve kaliteyi pozitif yönde etkilemişlerdir.

Tip 5 ununda beşinci dakikadaki hamur direnci katkısız denemede 110 B.U olarak ölçülmüş ve en yüksek direnç ile aynı değeri vermiştir. %2 laktik starter, %0.025 şerbetçiotu, %0.025 şerbetçiotu- %2 laktik starter, %0.05 şerbetçiotu- %2 laktik starter uygulamaları bu değeri, 80-100 B.U'ya düşürmüştür. Diğerleri ise 110-130 B.U arasında ölçülmüştür.

Katkısız olarak hazırlanan Tip 5 unu hamurunun birinci dönemdeki uzama yeteneği 180 mm olarak ölçülmüştür. Aynı undan %2 ve %4 laktik starter ilavesiyle hazırlanan hamurlarda uzama yeteneği azalma göstererek sırasıyla 150 ve 173 mm; %0.025 ve %0.05 şerbetçiotu katkılılarda ise artarak 181 ve 193 mm değerlerini vermiştir. Laktik starter kullanımlarının uzama yeteneğini düşürmesi, kaliteyi olumlu; şerbetçiotu kullanımlarının bu yeteneği yükseltmesi ise kaliteyi olumsuz yönde etkilediklerinin ifadesidir. İki katkı maddesinin kombine uygulamalarının tümü uzama yeteneğini düşürerek 156-178 mm arasında ve kaliteyi düzeltici yönde sonuçlar vermiştir.

Tanık olarak hazırlanan Tip 5 hamurunda enerji değeri 25.0 cm<sup>2</sup> olarak saptanmıştır. Ancak, enerji değeri %2 laktik starter kullanımında,

**Çizelge 4.9. Tıp 5 ununda katkı maddelerinin ekstensograf özelliklerine etkisi \***

Katkı maddesi çeşit ve oranları	5. dakikada hamur direnci (R <sub>5</sub> ,B.U)			Hamurun en yüksek direnci (R <sub>m</sub> ,B.U)			Uzama yeteneği (mm)			Enerji değeri (cm <sup>2</sup> )			Oran sayısı (B.U/mm)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tanık	110	160	150	110	160	150	180	157	156	25.0	37.5	34.0	0.61	1.02	0.96
%2 Laktik starter	90	120	218	90	120	218	1501	146	129	18.3	24.5	38.0	0.60	0.82	1.69
%4 Laktik starter	130	110	178	135	110	178	173	149	140	34.0	27.6	36.5	0.75	0.74	1.27
%0.025 Şerbetçiotu	100	120	150	100	120	150	181	166	144	22.0	30.5	33.4	0.55	0.72	1.04
%0.05 Şerbetçiotu	110	140	170	110	140	178	193	178	150	26.5	36.5	36.4	0.57	0.79	1.19
%0.025 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	95	155	159	95	155	159	178	155	153	22.3	30.5	33.4	0.53	1.00	1.04
%0.025 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	120	90	260	120	90	262	173	168	140	28.8	20.0	53.8	0.69	0.54	1.87
%0.05 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	80	100	160	80	100	160	156	168	142	17.0	22.5	34.4	0.51	0.60	1.13
%0.05 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	115	105	168	115	105	168	164	176	151	27.2	27.5	39.1	0.70	0.60	1.11

\* 135 dakika sonunda çizilen ekstensograf değerleri

düşme göstererek 18.3 cm<sup>2</sup>; %4 laktik starter kullanımında önemli bir artışla 34.0 cm<sup>2</sup> bulunmuştur. Bu denli belirgin olmasa da, %0.025 şerbetçiotu ilavelide azalarak, 22.0 cm<sup>2</sup>'ye düşen enerji değeri, %0.05 şerbetçiotu ilaveli de artarak 26.5 cm<sup>2</sup>'ye çıkmıştır. %0.025 şerbetçiotu- %4 laktik starter, %0.05 şerbetçiotu- %4 laktik starter kombinasyonları da enerji değeri üzerine yükseltici etki yaparak, sırasıyla 28.8 ve 27.2 cm<sup>2</sup> değerlerini vermişlerdir. Enerji değerinde sağlanan artışlar, aslında ürün kalitesindeki olumlu gelişmeyi ifade etmektedir (Salovaara 1986). Buna göre %4 laktik starterin tek başına kullanımı en iyi kalite gelişmesini sağlarken, bunu sırası ile aynı oranda laktik starterin %0.025 ve %0.05 şerbetçiotu ile birlikte kullanımı ve en son olarak tek başına %0.05 şerbetçiotu uygulaması izlemiştir (Çizelge 4.9).

Tip 5 unu tanık hamurunda oran sayısı 0.61 B.U/mm gibi düşük bir değer vermiştir. Bu değer, %4 laktik starter, %0.025 şerbetçiotu- %4 laktik starter, %0.05 şerbetçiotu- %4 laktik starter ilaveleri ile olumlu yönde gelişme göstererek 0.69-0.75 B.U/mm arasına yükselmiştir. Diğer uygulamalar ise 0.51-0.60 B.U/mm arasına düşürmüştür.

Daha önce de belirtildiği gibi, laktik starter ve şerbetçiotu katkılarının, hamurun teknolojik ve reolojik özellikleri üzerine etkisi hakkında sayısal değerler veren kaynaklara rastlanamadığından, sayısal sonuçlarımızı kaynak verileri ile tartışmak mümkün olmamıştır. Ancak, bu konuda Salovaara ve Spicher (1987), ekşi maya kullanımının hamurun reolojik özelliklerini iyileştirdiğini, Hansen ve ark.(1993) ise ekşi hamur fermentasyonu ile hamur özelliklerinin geliştiğini ifade etmişlerdir. Bu araştırmada elde edilen bazı bulgular, her iki kaynakla da ters düşmektedir.



### 4.3. Hamur Fermentasyonu

Araştırmanın materyal olarak kullanılan her üç tip una katkı maddeleri ilavesi ile hazırlanan ekmeğin hamurlarının fermentasyon sırasındaki pH ve asitlik değişimleri Çizelge 4.10, 4.11 ve 4.12'de verilmiştir.

Tip 1 unu ilk dönem tanık ve katkılı hamurlarında pH ve asitliğin değişimi Çizelge 4.10'da verilmiştir. Buna göre tanık hamurun başlangıç pH'sı 6.4 iken, katkı uygulamalarında az çok düşerek, 5.9-6.3 arasında değerler vermiştir. İlk fermentasyon süresi sonunda tanık hamurun pH'sı 6.15'e düşerken, katkılı hamurlarda 5.7-6.1 arasında değişim göstermiştir. Parça fermentasyonu sonunda ise tanık hamurun pH'sı 6.10'a inerken, katkı uygulamalı hamurların pH'sı ise 5.4-5.95 arasına düşmüştür. Her üç zaman diliminde de pH üzerine en az etki şerbetçiotunun farklı konsantrasyonlarda tek başına kullanımı ile ortaya çıkmıştır.

Tip 1 unu tanık hamurunun birinci dönemde başlangıç asitliği 1.2 iken, katkılı hamurların asitliği 1.2-2.0 arasında bulunmuştur. İlk fermentasyon sonunda tanık hamurun asitliği 2.1'e yükselirken, katkı uygulamalıları ise 2.1-2.7 arasına çıkmıştır. Parça fermentasyonu sonunda ise asitlik tanık denemede 2.6 değerine ulaşırken, katkılı hamurlarda 2.8-3.4 arasındaki değerlere ulaşmıştır. Asitlik gelişimi üzerine de en az etkiyi yine şerbetçiotunun tek başına uygulamaları yapmıştır. Laktik starterin tek başına veya şerbetçiotu ile birlikte karışık kullanımı, asitlik üzerine daha etkili olmuştur.

Fermentasyon bulgularımız, bu yönde yapılmış araştırma bulguları ile benzerlik göstermektedir. Barber ve ark. (1989), saf ekmeğin mayası (*S. cerevisiae*) ve laktik asit bakterilerinin (*L. plantarum* ve *S. spp.*) karışık kültürlerinin, fermentasyon sırasındaki laktik ve asetik asit üretimlerini incelemişler ve en düşük asitlik değerini *S. cerevisiae*'nin tek

**Çizelge 4.10. Tip 1 unu ve değişik katkı maddeleri ile hazırlanan hamurların fermentasyonunda pH ve asitliğin değişimi**

Katkı maddesi çeşit ve oranları	1						2						3																
	Ferm. başlangıcı			İlk ferm. sonu (60.dakika)			Parça ferm.sonu (115. dakika)			Ferm. başlangıcı			İlk ferm. sonu (60.dakika)			Parça ferm.sonu (115. dakika)			Ferm. başlangıcı			İlk ferm. sonu (60.dakika)			Parça ferm.sonu (115. dakika)				
	pH	Asitlik	pH	Asitlik	pH	Asitlik	pH	Asitlik	pH	Asitlik	pH	Asitlik	pH	Asitlik	pH	Asitlik	pH	Asitlik	pH	Asitlik	pH	Asitlik	pH	Asitlik	pH	Asitlik	pH	Asitlik	
																													Asitlik
Tanıık	6.40	1.2	6.15	2.1	6.10	2.6	2.1	5.85	2.5	5.80	2.8	6.15	2.1	5.85	2.5	5.80	2.8	6.15	2.1	5.85	2.5	5.80	2.8	5.65	2.8	5.55	2.9	5.40	3.1
%2 Laklık starter	6.20	1.8	5.90	2.3	5.80	3.0	2.5	5.80	3.0	5.70	3.2	6.10	2.5	5.80	3.0	5.70	3.2	6.10	2.5	5.80	3.0	5.70	3.2	5.50	3.0	5.35	3.3	5.25	3.9
%4 Laklık starter	5.90	2.0	5.70	2.5	5.50	3.2	2.5	5.70	3.2	5.70	3.4	5.80	2.5	5.70	3.2	5.60	3.4	5.80	2.5	5.70	3.2	5.60	3.4	5.40	3.2	5.25	3.5	5.15	4.1
%0.025 Şerbetçiotu	6.30	1.2	6.10	2.3	5.95	2.8	2.1	5.90	2.7	5.85	3.0	6.10	2.1	5.90	2.7	5.85	3.0	6.10	2.1	5.90	2.7	5.85	3.0	5.55	2.8	5.50	3.1	5.40	3.3
%0.05 Şerbetçiotu	6.30	1.2	6.10	2.1	5.90	3.0	2.4	5.90	2.9	5.85	3.0	6.05	2.4	5.90	2.9	5.85	3.0	6.05	2.4	5.90	2.9	5.85	3.0	5.55	2.8	5.50	3.0	5.35	3.3
%0.025 Şerbetçiotu + %2 Laklık starter	6.20	1.7	5.90	2.4	5.70	3.1	2.4	5.85	2.7	5.60	3.4	6.00	2.4	5.85	2.7	5.60	3.4	6.00	2.4	5.85	2.7	5.60	3.4	5.50	3.0	5.40	3.6	5.25	4.0
%0.025 Şerbetçiotu + %4 Laklık starter	5.95	1.8	5.70	2.7	5.60	3.2	2.5	5.60	2.8	5.50	3.5	5.90	2.5	5.60	2.8	5.50	3.5	5.90	2.5	5.60	2.8	5.50	3.5	5.40	3.3	5.35	3.8	5.15	4.1
%0.05 Şerbetçiotu + %2 Laklık starter	6.00	1.6	5.90	2.6	5.80	3.2	2.7	5.85	3.1	5.80	3.2	5.95	2.7	5.85	3.1	5.80	3.2	5.95	2.7	5.85	3.1	5.80	3.2	5.55	3.3	5.30	3.8	5.20	4.1
%0.05 Şerbetçiotu + %4 Laklık starter	5.90	1.9	5.80	2.7	5.40	3.4	2.9	5.75	3.2	5.70	3.4	5.80	2.9	5.75	3.2	5.70	3.4	5.80	2.9	5.75	3.2	5.70	3.4	5.40	3.4	5.30	3.8	5.15	4.2

başına kullanıldığı hamurlarda elde ederken, en yüksek asitlik değerini ise *L. plantarum*'un tek başına kullanıldığı hamurlarda saptamışlardır.

Thomsen ve Anderson (1988), çavdar ekmeğinin kalitece iyileştirilmesinde starter kültür kullanımını araştırmışlardır. Araştırmacılar, Danimarka çavdar unundan yapılan denemelerde, Alman Böcker ekşi mayasının pH'yı hızla 4'ün altına düşürdüğünü ve asitliği ise 14'ün üzerine çıkardığını saptamışlardır. Kullanılan ekşi hamur ve starter kültürlerdeki laktik asit bakterileri, *L. brevis var. lindneri*, *L. plantarum* ve *L. delbrückii* olarak bildirilmiştir. Ekşi hamur kullanımının pH'yı düşürüp, asitliği artırması, araştırmada elde edilen bulgularla uyum göstermektedir.

Tip 3 unundan hazırlanan hamurların fermentasyon sırasındaki pH ve asitlik değişimleri Çizelge 4.11'de görülmektedir. İlk dönemde katkısız tanık deneyde fermentasyon başlangıcında pH 6.30 iken, katkı uygulamalarında bu değer 6.0-6.3 arasında tespit edilmiştir. İlk fermentasyon sonunda pH tanık denemede 6.15'e, katkılı uygulamalarda ise 5.9-6.2 arasındaki değerlere düşmüştür. Parça fermentasyonu sonunda da tanığın pH'sı 6.1'e inerken, katkılı denemelerin pH'sı 5.7-6.1 arasına düşmüştür. Tip 3 ununda da pH üzerine en az etkiyi şerbetçiotu uygulamaları yapmıştır.

İlk dönemde fermentasyon başlangıcında Tip 3 unu tanık hamurunda asitlik 1.6 bulunurken, katkılı hamurlarda 1.7-2.0 arasında değişen değerler elde edilmiştir. İlk fermentasyon sonunda asitlikte meydana gelen artışla tanık hamurda 2.6 bulunurken, katkı uygulamalı hamurlarda 2.4-3.1 arasına çıkmıştır. Parça fermentasyonu sonunda ise asitlik daha da artarak, tanık hamurda 2.8 değerine ulaşırken, katkılılarda 2.9-3.9 değerleri arasında sonuçlar elde edilmiştir. Asitlik gelişimi üzerine en büyük etkiyi, %0.05 şerbetçiotunun laktik starterler ile karışık katkı haminde uygulamaları yapmıştır.

Torner ve ark.'nın (1989) çalışmasında, dondurulmuş ya da dondurularak depolanmış laktik asit bakterilerinin (*L. plantarum*, *L.*

**Çizelge 4.1.1. Tıp 3 unu ve değişik katkı maddeleri ile hazırlanan hamuların fermentasyonunda pH ve asitliğin değişimi**

Katkı maddesi çeşit ve oranları	1						2						3					
	Ferm. başlangıcı			İlk ferm. sonu (60 dakika)			Parça ferm. sonu (115. dakika)			Ferm. başlangıcı			İlk ferm. sonu (60 dakika)			Parça ferm. sonu (115. dakika)		
	pH	Asitlik		pH	Asitlik		pH	Asitlik		pH	Asitlik		pH	Asitlik		pH	Asitlik	
Tanık	6.30	1.6	6.15	2.6	6.10	2.8	6.25	2.5	6.00	3.2	5.90	3.4	5.75	3.2	5.65	3.4	5.60	3.6
%2 Laktik starter	6.20	1.9	6.10	2.8	6.00	3.0	6.20	2.7	5.95	3.8	5.85	4.0	5.60	3.2	5.55	3.9	5.45	4.1
%4 Laktik starter	6.15	2.0	5.90	3.1	5.70	3.3	6.00	2.9	5.90	3.7	5.60	4.1	5.55	3.1	5.45	3.8	5.40	4.2
%0.025 Şerbetçiotu	6.30	1.8	6.20	2.6	6.10	2.9	6.20	2.5	6.10	3.4	6.00	3.6	5.75	3.2	5.65	3.5	5.60	3.8
%0.05 Şerbetçiotu	6.30	1.8	6.20	2.4	6.05	3.3	6.15	2.6	6.00	3.0	5.95	3.7	5.75	3.3	5.55	3.5	5.50	3.7
%0.025 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	6.30	1.9	6.00	3.0	5.90	3.0	6.10	2.8	6.00	3.4	5.85	4.0	5.60	3.2	5.50	3.8	5.45	4.1
%0.025 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	6.10	2.0	5.95	3.0	5.85	3.4	6.05	3.0	5.90	3.6	5.80	4.1	5.50	3.3	5.45	3.9	5.40	4.3
%0.05 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	6.20	1.7	6.00	2.5	5.90	3.5	6.10	2.8	6.00	3.4	5.95	3.8	5.55	3.4	5.40	3.8	5.40	4.2
%0.05 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	6.00	1.9	5.90	3.0	5.75	3.9	6.00	3.0	5.95	3.6	5.90	3.9	5.55	3.5	5.40	4.0	5.35	4.4

*brevis*, *L. cellobiosus*, *S. faecium*), buğday unu hamurundaki etkileri incelenmiştir. Dört saatlik fermentasyon sonunda değişik denemelerle elde edilen pH'lar 3.96-5.64, asitlikler ise 3.1-8.6 arasında değişim göstermiştir. pH'larda bu araştırma sonuçlarına yakın değerler elde edilirken, asitliklerde oldukça yüksek değerlere ulaşılmıştır. Asitlikte bu farkın, fermentasyon sürelerinin farklı oluşundan kaynaklandığı söylenebilir.

Yapılan bir başka araştırmada, üç değişik tip ekşitme yöntemi ve 35 farklı starter kültür ile ekşi hamur üretimi gerçekleştirilmiş ve üç saat sonunda pH 4.1-5.1, asitlik 7.1-12.0; on sekiz saat sonunda pH 3.6-5.4, asitlik 7.4-20.9; yirmi saat sonunda ise pH 3.4-3.9 ve asitlik 12.2-18.6 arasında bulunmuştur (Lönner ve Preve Akesson 1988 b). Buradaki fermentasyon süreleri uzun tutulduğu için değerlerin daha yüksek olması doğal karşılanmalıdır.

Sahlstrom ve Fardal'ın (1993) araştırmasında, ekşi hamur kültürü ile yapılan tüm denemelerde pH değeri düşerken, asitliklerde artış kaydedilmiştir. Saf starter olan *Flora Pan*'in kullanımının üretimi güvenceye aldığı için, ekşi hamur ilaveli ekmek denemelerine göre daha kaliteli sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

Tüm bu araştırma sonuçları ikinci dönemde elde edilen fermentasyon bulguları ile de uyum göstermektedir.

Çizelge 4.12'den anlaşılacağı üzere Tip 5 unu ile hazırlanan katkısız hamurda ilk dönemde fermentasyon başlangıcında pH 6.6 ölçülürken, katkılı denemelerde 6.3-6.6 arasında değişen değerler elde edilmiştir. İlk fermentasyon sonunda tanık hamurun pH'sı 6.35'e, katkı uygulamalılarinki ise 6.1-6.3 arasına düşmüştür. Parça fermentasyonu sonunda katkısız hamurun pH'sı 6.3'de kalırken, diğer uygulamalılarının pH'sı 5.9-6.25 arasına inmiştir. pH'da en az düşmeye neden olan uygulamalar şerbetçiotunun tek başına kullanıldığı denemeler olmuştur.

**Çizelge 4.12. Tıp 5 unu ve değişik katkı maddeleri ile hazırlanan hamurların fermentasyonunda pH ve asitliğin değişimi**

Katkı maddesi çeşit ve oranları	1						2						3					
	Ferm. başlangıcı		İlk ferm. sonu (60.dakika)		Parça ferm.sonu (115. dakika)		Ferm. başlangıcı		İlk ferm. sonu (60.dakika)		Parça ferm.sonu (115. dakika)		Ferm. başlangıcı		İlk ferm. sonu (60.dakika)		Parça ferm.sonu (115. dakika)	
	pH	Asitlik	pH	Asitlik	pH	Asitlik	pH	Asitlik	pH	Asitlik	pH	Asitlik	pH	Asitlik	pH	Asitlik	pH	Asitlik
Tanıık	6.60	2.0	6.35	3.5	6.30	3.9	2.8	6.20	4.2	6.15	5.0	5.95	4.7	5.85	5.0	5.75	5.3	5.7
%2 Laktik starter	6.60	2.1	6.30	3.5	6.20	4.1	3.0	6.15	4.5	6.05	5.4	5.85	5.0	5.75	5.3	5.65	5.7	5.7
%4 Laktik starter	6.50	2.5	6.20	4.2	6.10	4.5	3.1	6.10	5.0	6.00	5.6	5.75	5.1	5.60	5.3	5.55	5.8	5.8
%0.025 Şerbetçiotu	6.40	2.8	6.30	3.6	6.25	4.0	3.1	6.20	4.4	6.15	5.2	5.90	4.5	5.75	4.9	5.70	5.4	5.4
%0.05 Şerbetçiotu	6.40	2.1	6.30	3.6	6.25	4.2	3.3	6.20	4.5	6.15	5.4	5.85	4.6	5.75	5.0	5.70	5.5	5.5
%0.025 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	6.40	2.8	6.30	3.6	6.20	4.1	3.6	6.15	4.5	6.10	5.1	5.75	5.1	5.70	5.4	5.60	5.8	5.8
%0.025 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	6.30	2.6	6.10	3.9	6.00	4.6	3.8	6.00	4.8	5.95	5.6	5.70	5.2	5.60	5.6	5.55	5.9	5.9
%0.05 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	6.40	2.5	6.20	4.0	6.05	4.5	3.5	6.15	4.5	6.10	5.2	5.65	5.2	5.55	5.6	5.50	6.0	6.0
%0.05 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	6.30	2.7	6.15	4.2	5.90	4.9	3.8	6.10	4.8	5.90	5.4	5.60	5.3	5.50	5.7	5.40	6.1	6.1

Tip 5 unu tanık hamurunun birinci dönemde başlangıç asitliği 2.0 iken, katkılı hamurların 2.1-2.8 arasında bulunmuştur. İlk fermentasyon sonunda asitlik katkısız hamurda 3.5'e, katkılılarda 3.5-4.2 değerleri arasına yükselmiştir. Parça fermentasyonu sonunda ise tanığın asitliği 3.9 bulunurken, katkı uygulamalı hamurların asitliği 4.0-4.9 arasındaki değerlere ulaşmıştır. En yüksek asitlik %0.05 şerbetçiotu- %4 laktik starter kombinasyonunda elde edilirken, bunu diğer karışık katkı uygulamaları ve laktik starterin tek başına kullanımı izlemiştir.

Laktik starterler üzerine yapılan diğer araştırmalarda da, asit oluşturma yeteneği en yüksek laktik asit bakterilerinin, *L. plantarum* ve *L. brevis* türleri olduğu ileri sürülmüştür (Barber ve Baguena 1988, Martinez-Anaya ve ark. 1989). Genellikle laktik starter hazırlanmasında *L. plantarum*, *L. brevis*, *L. fermentum*, *L. casei* ve *L. brevis var. lindneri* türlerinin kullanılması, asit oluşumunun olabildiğince artırılmak istenmesinden kaynaklanmaktadır. Bu araştırmanın yürütülmesi sırasında starter olarak kullanılmak üzere, doğal fermentasyonlu hamur örneklerinden izole edilen suşlar arasından en yüksek asit oluşturma yeteneğine sahip olan iki suşun seçilmesinin nedeni de budur. Burada bir kez daha önemle vurgulanması gereken durum Tip 1 ve Tip 3 ekmeçlik unlarda olduğu gibi, pH'nın unun saklanma süresi arttıkça önemli düşme göstermesi, asitliğin ise artmasıdır. Örneğin, Tip 5 ununda ilk dönem tanık hamurunun fermentasyon sonundaki pH'sı 6.3 iken, ikinci dönemde 6.15'e, üçüncü dönemde ise 5.75'e düşmüştür. Asitlik ise aynı sıraya göre 3.9, 5.0 ve 5.3 olarak saptanmıştır. Katkı uygulamalılarda da benzer bir gelişme izlenmiştir. Ayrıca, Tip 5 unu pH ve asitlik yönünden Tip 1 ve Tip 3'e göre daha yüksek değerler vermiştir.

Katkı maddelerinin hamur pH'sı ve asitliği üzerine etkileri karşılaştırıldığında, her üç tip un örneğinde de pH ve asitliğin en az oranda şerbetçiotu katkıları ile değiştiği ve bunu sırasıyla yalnızca %2 ve %4 laktik starter kullanımlarının izlediği görülmüştür. Şerbetçiotu ve laktik

starter katkılarının karışımları fermentasyon sonu hamur pH ve asitliğinde en fazla etkiyi sağlamıştır. Asitlik gelişimi üzerine en yüksek etki %0.05 şerbetçiotu- %4 laktik starter kombinasyonu ile ortaya çıkmıştır. Böylece, hamur hazırlanmasında şerbetçiotu kullanımının, laktik asit bakterilerinin etkinliğini artırarak pH'nın düşmesinde ve asitlik değerinin artmasında önemli bir etkisi olduğu saptanmıştır. Bunun sonucu olarak, laktik starter katkısının yalnız kullanıldığında sağlanan pH ve asitlik değişimleri karışık katkılılarda daha da artmıştır.

Brümmer ve Lorenz'in (1991) yaptıkları, farklı miktarda kül içeren unların ekşi hamur denemelerinde de ilginç sonuçlar verilmiştir. Bu araştırmacıların sonuçlarına göre, unun kül miktarı arttıkça, hamurun fermentasyon sonu asitlik değeri artmakta ve pH değeri düşmektedir. Bu yönden bakılacak olursa Tip 5 ununda kül miktarı Tip 1 ve Tip 3 unlarından daha fazla olduğundan, en yüksek asitlik değerlerine Tip 5 unu hamurlarında rastlanması doğaldır.

Lönner ve Preve-Akesson (1988 a), yaptıkları bir araştırmada dört farklı laktik asit bakterisi ile çalışmışlar ve hazırladıkları hamurların 20 saatlik fermentasyon sonunda pH'larını 3.5-3.7, asitliklerini ise 12.5-15.4 arasında bulmuşlardır. Uygulanan fermentasyon süresi, bizim çalışmamıza göre oldukça uzun olduğu için kesin bir karşılaştırma yapmak olanaksız ise de, bulguların aynı yönde olduğu ifade edilebilir.

Martinez-Anaya ve ark. (1990), laktik asit bakterileri ile hazırladıkları hamurların 3 saatlik fermentasyon sonundaki pH'larını 4.8-5.35, asitliklerini ise 3.64-4.51 arasında tespit etmişlerdir. Buradan sonuçların uyumlu olduğu bir kez daha görülmektedir.



#### 4.4. Ekmek Denemesi Bulguları

Farklı üç tip un örneğine, değişik oranlarda katkı maddeleri ilavesi ile yapılan ekmek denemesi bulguları Çizelge 4.13, 4.14 ve 4.15'de, ekmek kesitleri ise Şekil 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4, 4.4.5, 4.4.6, 4.4.7, 4.4.8 ve 4.4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.13'de de görüldüğü gibi ilk dönemde Tip 1 ununun katkısız denemesinde ekmek verimi 139.1 g/100 g un olarak saptanmıştır. %2 laktik starter katkılıda ekmek verimi 136.8 g/100g un'a, %4 laktik starterlide ise 138.2 g/100 g un'a düşmüştür. Ekmek verimi %0.025 şerbetçiotu katkılıda ise 134.4 g/100 g un, %0.05 şerbetçiotu ilavelide ise 135.2 g/100 g un bulunmuştur. Karışık katkı uygulamaları içinde ekmek verimi üzerine en olumsuz etkiyi %0.05 şerbetçiotu- %2 laktik starter karışımı yapmış ve 134.8 g/100 g un değeri saptanmıştır. %0.025 şerbetçiotu- %4 laktik starter karışımı ekmek verimini 135.2 g/100 g un değerine düşürmüştür. Benzer şekilde, %0.05 - %4 laktik starter karışımı katkısı 136.3 g/100 g un ve %0.025 şerbetçiotu- %2 laktik starter karışık uygulaması 136.9 g/100 g un ekmek verimi sağlamıştır. Böylece bütün katkı uygulamalarının ekmek verimi üzerine olumsuz bir etkide bulunduğu ortaya çıkmıştır.

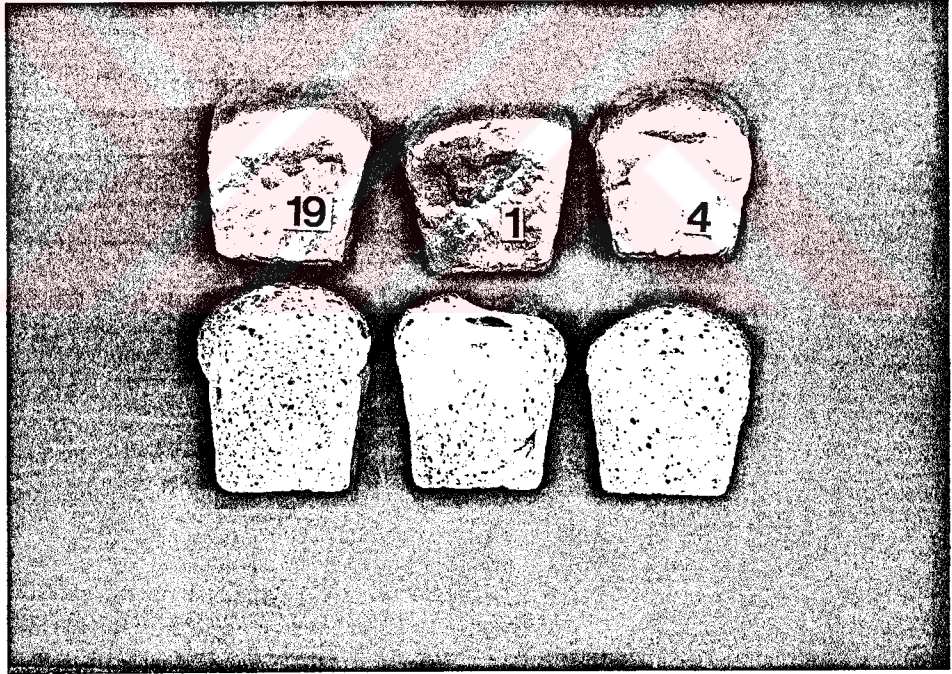
Ekmek hacim verimi birinci dönemde Tip 1 tanık denemesinde 507.7 cm<sup>3</sup>/100 g un olarak belirlenmiş; %2 laktik starter uygulandığında bu değer 498.6 cm<sup>3</sup>/100 g un'a ve %4 laktik starter uygulandığında ise 487.2 cm<sup>3</sup>/100 g un'a düşmüştür. Görüldüğü gibi her iki konsantrasyonda laktik starter kullanımı da ekmek hacim verimini olumsuz yönde etkilemektedir. %0.025 şerbetçiotu katkılı ekmekte hacim verimi 501.7 cm<sup>3</sup>/100 g un, %0.05 şerbetçiotu katkılıda ise 476.2 cm<sup>3</sup>/100 g un saptanmıştır. %0.05 şerbetçiotu uygulaması hacim verimini önemli ölçüde düşürürken, %0.025 şerbetçiotu katkısının bu yöndeki etkisi daha sınırlı kalmıştır. Karışık katkı uygulamaları arasında yalnızca %0.025 şerbetçiotu- %2 laktik starter

Çizelge 4.13. Tıp 1 ununda katkı maddelerinin ekmeğe özelliklerine etkisi

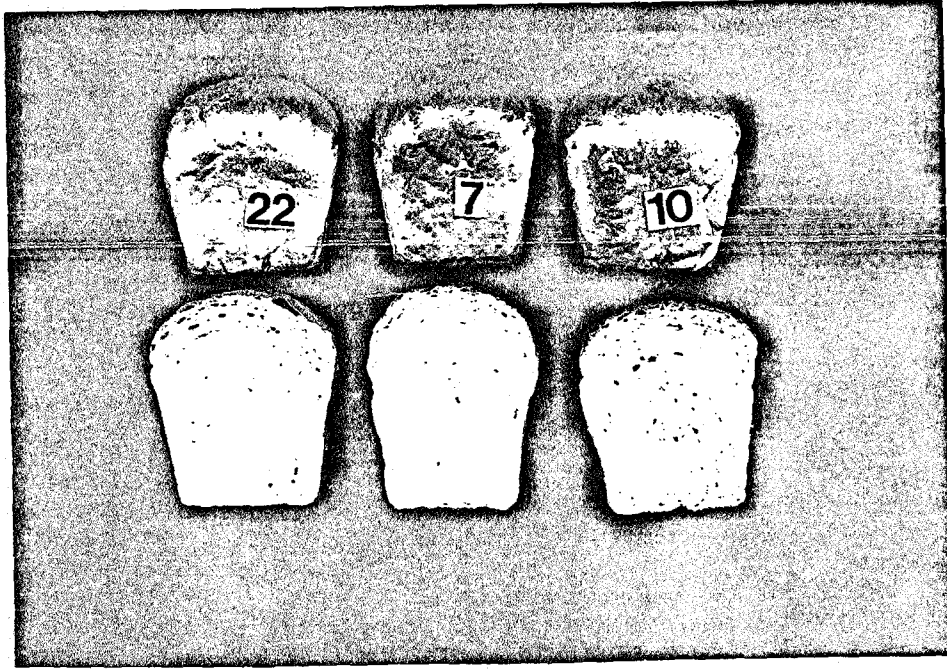
Katkı maddesi çeşit ve oranları	Ekmeğe verimi (g/100 g un)			Hacim verimi (cm <sup>3</sup> /100 g un)			Özgül ekmeğe hacmi (g/cm <sup>3</sup> )			Değer sayısı			Ekmeğe içi değerleri						Gözenek				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Tekstür			Elastikiyet			Homojenlik			1	2	3		
										1	2	3	1	2	3	1	2	3				1	2
Tanık	139.1	185.1	136.5	507.7	466.6	408.7	3.65	2.52	3.00	148.1	148.3	128.9	30	30	-5	0	0	0	5	5	6.0	6.5	7.0
%2 Laktik starter	138.2	179.9	135.6	498.6	671.5	412.0	3.61	3.73	3.04	132.0	223.6	120.1	20	30	25	0	0	0	5	25	5.5	6.0	6.5
%4 Laktik starter	136.8	181.3	132.4	487.2	608.0	426.0	3.56	3.35	3.22	149.2	193.4	115.4	15	20	25	0	0	0	5	0	7.0	6.5	6.0
%0.025 Şerbetçiotu	134.4	183.9	135.4	501.7	467.9	419.7	3.73	2.54	3.10	133.2	143.9	128.9	15	25	25	0	0	0	5	5	5.5	6.5	7.0
%0.05 Şerbetçiotu	135.2	186.2	135.4	476.2	455.5	391.2	3.52	2.45	2.89	111.7	115.8	96.5	15	25	20	0	0	0	-5	0	5.0	5.5	6.0
%0.025 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	136.9	184.7	132.8	521.8	629.6	404.9	3.81	3.41	3.05	107.6	201.7	112.2	0	25	20	0	0	-5	5	0	5.0	6.0	7.0
%0.025 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	135.2	182.5	133.4	484.9	606.7	415.4	3.59	3.32	3.12	116.8	177.6	116.2	10	15	25	0	0	0	0	5	5.5	6.0	6.0
%0.05 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	134.8	180.2	135.4	490.6	625.7	403.2	3.64	3.47	2.98	116.7	189.6	116.4	15	25	30	-5	0	0	5	5	5.0	5.5	6.5
%0.05 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	136.3	182.1	136.0	485.5	601.0	421.9	3.56	3.30	3.10	114.9	175.4	124.3	15	25	30	-5	0	0	5	0	5.0	5.5	6.5

birlikte kullanımı, ekmek hacim verimini önemli sayılabilecek düzeyde artırarak  $521.8 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$  un'a çıkarmıştır. Diğer kombinasyon uygulamaları ise olumsuz yönde bir etki ile önemli oranda azalmalara neden olmaktadır (Çizelge 4.13).

Martinez-Anaya ve ark. (1990), laktik asit bakterileri ile yaptıkları bir denemede, en yüksek ekmek hacmini *L. cellobiosus*, en düşük hacmi ise *L. brevis* starter katkısı ile elde ederlerken, bütün laktik starter katkılı hamurlardan yapılan ekmeklerin tekstürünü kaba olarak nitelendirmişlerdir.



Şekil 4.4.1. Tip 1 unu katkılı ve katkısız ekmeklerinin kesitleri  
19- Tanık  
1- %2 laktik starter  
4- %4 laktik starter

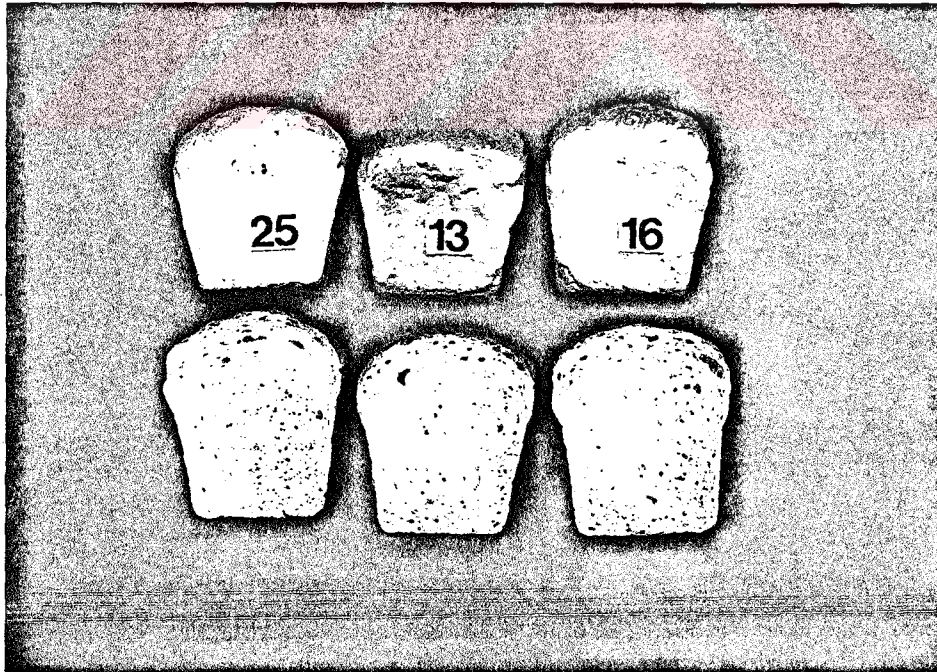


Şekil 4.4.2. Tip 1 unu katkılı ve katkısız ekmeklerinin kesitleri

22- %0.025 şerbetçiotu

7- %0.025 şerbetçiotu - %2 laktik starter

4- %0.025 şerbetçiotu - %4 laktik starter



Şekil 4.4.3. Tip 1 unu katkılı ve katkısız ekmeklerinin kesitleri

25- %0.05 şerbetçiotu

13- %0.05 şerbetçiotu - %2 laktik starter

16- %0.05 şerbetçiotu - %4 laktik starter

Özgül ekmek hacmi ilk dönem Tip 1 tanık denemesinde 3.65 cm/g iken, katkı ilaveli ekmeklerde 3.52-3.81 cm/g değerleri arasında bulunmuştur. Özgül ekmek hacmi üzerine yalnızca %0.025 şerbetçiotunun tek başına kullanımı ve %0.025 şerbetçiotu- %2 laktik starter kombinasyonu olumlu etkide bulunarak bu değeri artırmıştır. Mehta ve ark. (1987) un ve hamur kalitesinin yükselmesi ile özgül ekmek hacminde artış sağlandığını belirtmişlerdir.

Tip 1 unu tanık ekmeğinde 148.1 bulunan değer sayısı, %2 laktik starterlide azalarak 132.0'ye inerken, %4 laktik starter katkılıda artış göstererek 149.2'ye çıkmıştır. Böylece %4 laktik starter katkısı çok az da olsa ekmek içi değerlerinde bir düzelme sağlamış ve değer sayısını yükseltmiştir. %0.025 şerbetçiotu ilavesi ile 133.2'ye ve %0.05 şerbetçiotu katkısıyla da 111.7'ye düşen değer sayısı, karışık katkı uygulamalarıyla daha da azalarak 107.6-116.8 arasına inmiştir. Bu sonuçlardan anlaşılabilceği gibi %4 laktik starter katkısı dışındaki tüm katkı uygulamaları değer sayısı üzerine olumsuz yönde etkide bulunmuştur.

Tip 3 unu ekmek denemesi bulguları Çizelge 4.14'de ekmek kesitleri ise Şekil 4.4.4, 4.4.5 ve 4.4.6'da görülmektedir. Çizelgeye göre ilk dönem katkısız ekmek denemesinde ekmek verimi 137.1 g/100 g un olarak saptanırken, %2 laktik starter uygulamalıda 140.7 g/100 g un'a, %4 laktik starter uygulamasında ise 140.9 g/100 g un'a yükselmiştir. Şerbetçiotu kullanımı da ekmek verimini artırmış ve %0.025 şerbetçiotu kullanıldığında 139.1 g/100 g un, %0.05 şerbetçiotu kullanıldığında ise 140.2 g/100 g un verimleri sağlanmıştır. Laktik starter ve şerbetçiotu katkılarının karışık uygulamaları da, olumlu yönde etki göstermiş, ekmek verimleri 139.5-149.9 g/100 g un değerleri arasına yükselmiştir.

Katkısız Tip 3 unu ekmeğinde birinci dönemde hacim verimi 425.3 cm<sup>3</sup>/100 g un bulunmuştur. Tip 3 ununa %2 laktik starter katılması artış sağlayarak 433.9 cm<sup>3</sup>/100 g un değerini vermiştir. Buna karşın, %4 laktik starter ilavesi düşürücü etki yaparak 422.1 cm<sup>3</sup>/100 g un hacim verimi

Çizelge 4.14. Tıp 3 ununda katkı maddelerinin ekmeek özelliklerine etkisi

Katkı maddesi çeşit ve oranları	Ekmeek verimil (g/100 g un)			Hacim verimil (cm <sup>3</sup> /100 g un)			Özgöl ekmeek hacmi (g/cm <sup>3</sup> )			Değer sayısı			Ekmeek içi değerleri						Gözenek									
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Teksür			Elastikiyet			Homojenlik									
													1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
Tanık	137.1	188.8	137.3	425.3	418.7	368.2	3.10	2.22	2.68	66.3	102.0	77.9	10	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.0	5.5	6.5	
%2 Laktik starter	140.7	185.6	136.3	433.9	572.3	381.8	3.08	3.08	2.80	65.2	173.9	97.7	0	20	20	0	0	0	0	0	5	5	4.0	5.5	6.0			
%4 Laktik starter	140.9	186.9	136.9	422.1	435.1	388.8	3.00	2.33	2.84	72.2	92.30	95.8	0	15	20	0	0	0	0	0	0	0	5	4.5	5.0	5.5		
%0.025 Şerbetçiotu	139.1	190.4	139.4	428.7	417.7	370.5	3.08	2.19	2.66	84.3	102.1	81.4	10	15	25	0	0	0	0	0	0	0	0	4.5	6.0	6.0		
%0.05 Şerbetçiotu	140.2	188.9	138.5	415.4	471.0	361.9	2.96	2.51	2.61	80.0	110.9	63.3	10	20	20	0	0	0	0	0	-5	0	4.5	5.0	5.5			
%0.025 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	149.9	196.7	139.2	440.6	599.3	376.8	2.94	3.05	2.71	72.2	174.7	82.6	0	25	20	0	0	0	0	0	0	0	5	4.0	5.5	5.5		
%0.025 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	139.5	198.0	137.6	428.5	549.4	378.8	3.07	2.91	2.75	62.2	147.3	79.1	10	20	20	0	0	0	5	5	0	3.0	5.0	5.5				
%0.05 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	141.5	184.1	136.1	436.0	581.9	366.5	3.08	3.16	2.69	71.7	148.7	64.9	0	15	20	-5	0	0	0	0	-5	4.5	5.0	5.5				
%0.05 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	142.0	184.5	137.1	416.7	431.3	367.7	2.94	2.34	2.68	70.4	107.5	64.2	0	15	15	0	0	0	0	0	-5	4.5	6.0	6.0				

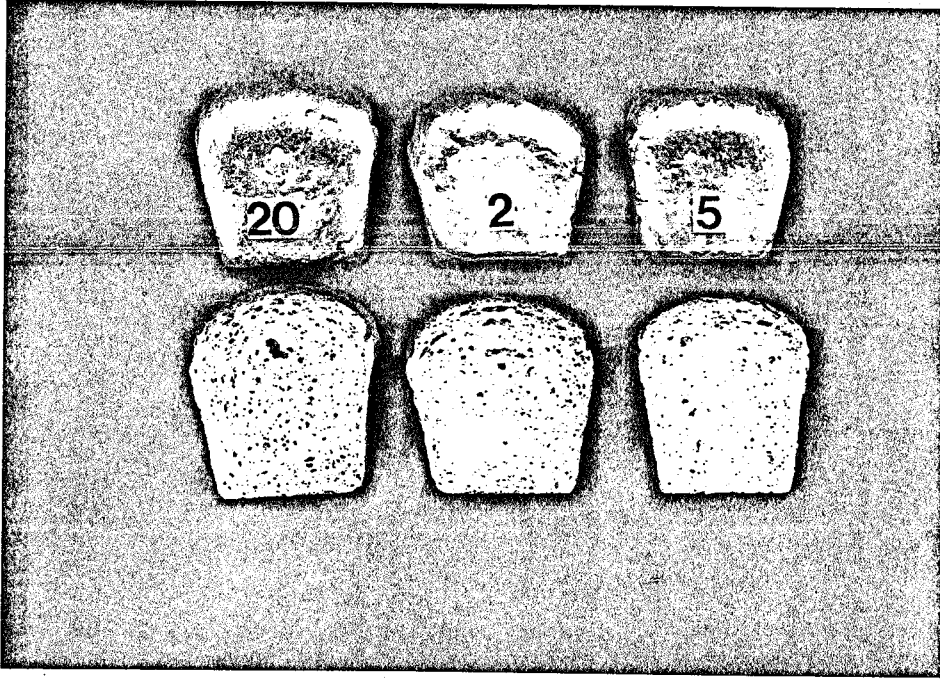
sağlamıştır. Benzer durum şerbetçiotu katkısında da yaşanmış ve %0.025 oranında kullanılan şerbetçiotu hacim verimini 428.7 cm<sup>3</sup>/ 100 g un'a çıkarırken; %0.05 oranındaki şerbetçiotu ters bir etki ile 415.4 cm<sup>3</sup>/100 g un'a düşmesine neden olmuştur. Karışık katkı uygulamaları arasında yalnızca %0.05 şerbetçiotu- %4 laktik starter karışımı hacim verimini 416.7 cm<sup>3</sup>/100 g un'a düşürmüştür. Diğer karışık katkı ilaveleri, hacim verimi üzerine artırıcı etki yaparak (428.5-440.6 cm<sup>3</sup>/100 g un) tanığa göre daha yüksek değerler sağlamışlardır.

Salovaara ve Spicher (1987) ile Seibel ve Brümmer (1991), ekşi hamur tekniğinin en uygun hacim ve iyi bir ekmek içi sağladığını belirtmişlerdir. Araştırma sırasında özellikle laktik starter kullanımı, ekmek içi yapısı ve hacim üzerine olumlu etki göstererek, kaynak verilerde benzerlik göstermiştir.

Hacim veriminin ekmek verimine oranı olan özgül ekmek hacmi Tip 3 unu ile hazırlanan tanık ekmekte 3.10 cm<sup>3</sup>/g olarak belirlenmiştir. Özgül ekmek hacmi, bütün katkı uygulamaları ile olumsuz yönde etkilenerek 2.94-3.08 cm<sup>3</sup>/ g değerleri arasına düşürmüştür.

Tip 3 unu tanık ekmeğinin değer sayısı 66.3 bulunmuştur. %2 laktik starter katkısı ile 65.2'ye düşen bu değer, %4 laktik starter kullanımı ile 72.2, %0.025 şerbetçiotu katkısı ile 84.3'e ve %0.05 şerbetçiotu katkısı ile de 80.0 gibi oldukça yüksek değerlere ulaşmış, yani ekmek içi değerlerinin olumlu yönde iyileşmesini sağlamıştır. Her iki katkının karışım uygulamalarında, yalnızca %0.025 şerbetçiotu-%4 laktik starter karışımı değer sayısını 62.2'ye düşürmüş, diğer karışımlarda 70.4-72.2 arasında ve tanıktan daha yüksek değerler bulunmuştur.

Spicher ve Rabe (1983) yaptıkları bir araştırmada, laktik asit bakterilerinin starter kültür olarak kullanımı ile ekmek kalitesinde gelişme sağlamışlardır. Böylece, araştırmada saptanan bulgular bu sonuçlarla benzerlik göstermiştir.

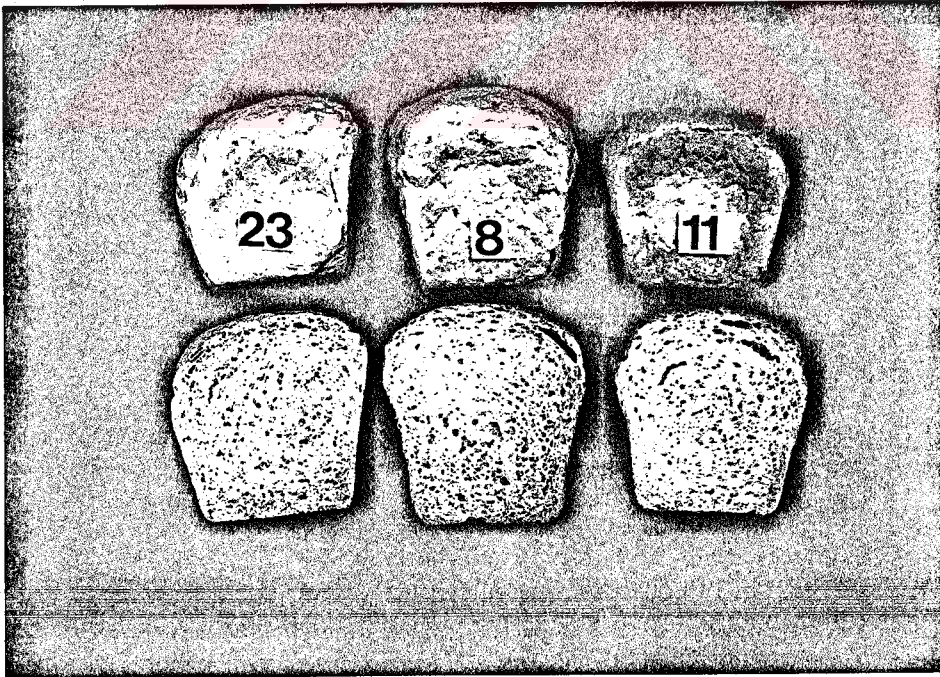


Şekil 4.4.4. Tip 3 unu katkılı ve katkısız ekmeklerinin kesitleri

20- Tanık

2- %2 laktik starter

5- %4 laktik starter



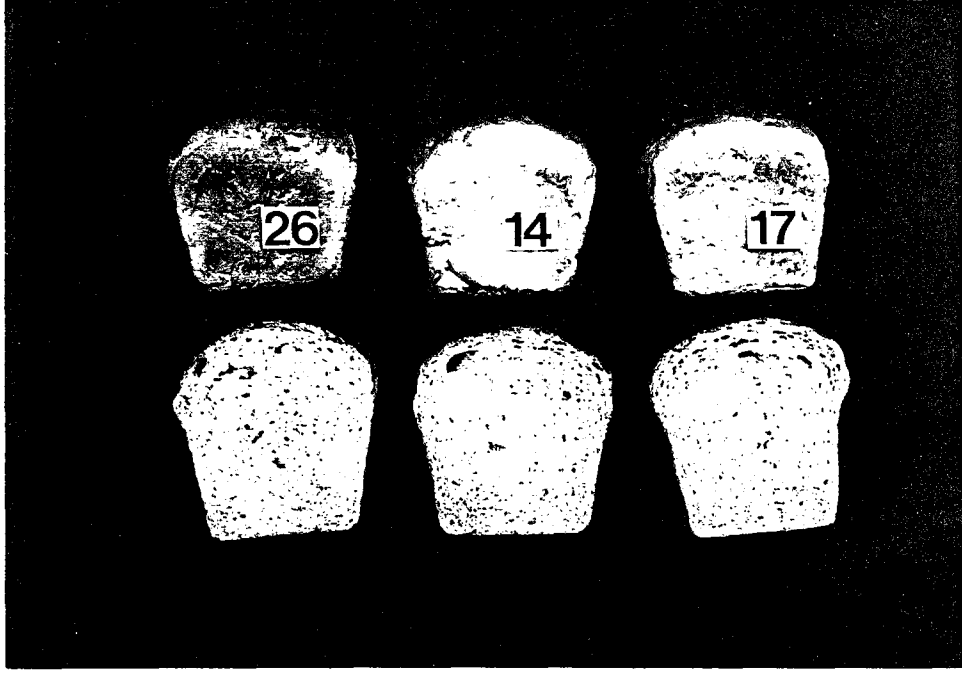
Şekil 4.4.5. Tip 3 unu katkılı ve katkısız ekmeklerinin kesitleri

23- %0.025 şerbetçiotu

8- %0.025 şerbetçiotu - %2 laktik starter

11- %0.025 şerbetçiotu - %4 laktik starter





Şekil 4.4.6. Tip 3 unu katkılı ve katkısız ekmeklerinin kesitleri

26- %0.05 Şerbetçiotu

14- %0.05 Şerbetçiotu - %2 laktik starter

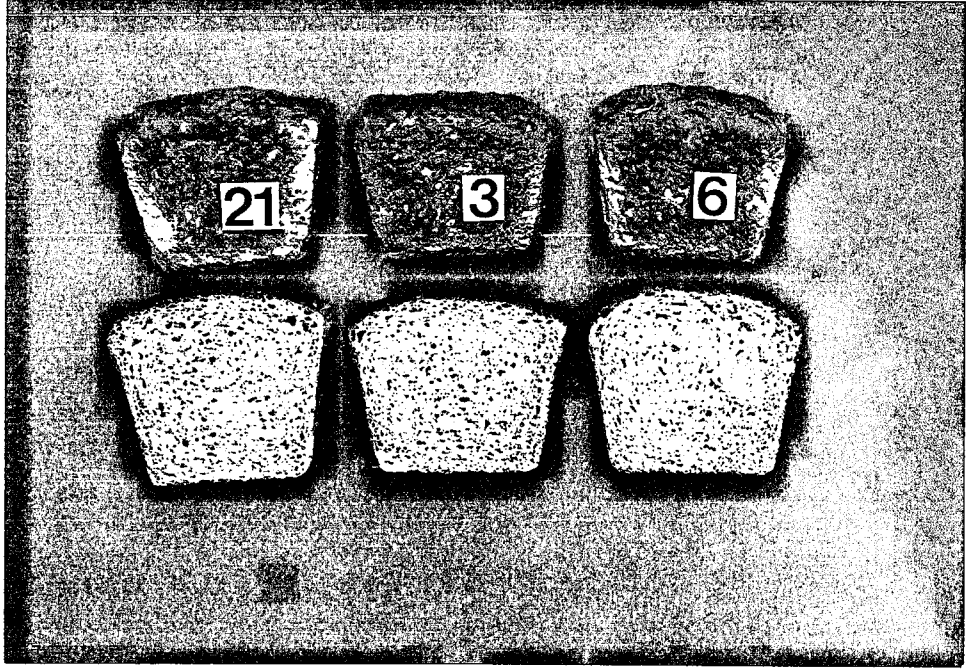
17- %0.05 Şerbetçiotu - %4 laktik starter

Tip 5 unu ekmek denemesi bulguları Çizelge 4.15'te, ekmek kesitleri ise Şekil 4.4.7, 4.4.8 ve 4.4.9'da verilmiştir. Tip 5 unu tanık ekmeğinde birinci dönemde ekmek veriminin 141.5 g/100 g un olduğu görülmektedir. Tip 5 ununda laktik starter kullanımı ekmek verimini artırmış ve %2 laktik starter 145.3 g/100 g un, %4 laktik starter ise 146.2 g/100 g un ekmek verimi sağlamıştır. Şerbetçiotu katkısı da ekmek verimini artırmış, %0.025 şerbetçiotu oranıyla 146.7 g/100 g un, %0.05 şerbetçiotu oranıyla da 145.5 g/100 g un verim saptanmıştır. Benzer şekilde karışık katkı uygulamaları da ekmek verimi üzerine olumlu etkide bulunarak, 144.1-147.9 g/100 g un arasındaki verim değerlerinin eldesini olanaklaştırmıştır.

Tip 5 unu katkısız ekmeğinde ilk dönemde hacim verimi 385.3 cm<sup>3</sup>/100 g un olarak saptanmış, %2 laktik starter uygulamasında azalarak 371.9 cm<sup>3</sup>/100 g un ve %4 laktik starter katkısında ise daha da azalarak 366.3 cm<sup>3</sup>/100 g un'a düşmüştür. %0.025 oranında şerbetçiotu ilavesi hacim

Çizelge 4.15. Tıp 5 ununda katkı maddelerinin ekmeç özelliklerine etkisi

Katkı maddesi çeşit ve oranları	Ekmeç verimi (g/100 g un)			Hacim verimi (cm <sup>3</sup> /100 g un)			Özgöl ekmeç hacmi (g/cm <sup>3</sup> )			Değer sayısı									Ekmeç içi değerleri						Gözeneç		
	Ekmeç verimi (g/100 g un)			Hacim verimi (cm <sup>3</sup> /100 g un)			Özgöl ekmeç hacmi (g/cm <sup>3</sup> )			Değer sayısı			Tektür			Elastikiyet			Homojenlik			Gözeneç					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Tanıç	141.5	200.6	142.1	385.3	351.8	327.2	2.72	1.75	2.30	36.7	46.3	24.1	0	10	15	0	0	-5	-5	0	-5	0	-5	2.5	5.0	5.0	
%2 Laklik starter	145.3	200.1	143.2	371.9	464.4	348.3	2.56	2.32	2.43	33.2	90.9	41.4	0	10	15	-10	-10	5	0	5	0	5	0	4.0	4.5	4.5	
%4 Laklik starter	146.2	200.8	141.2	366.3	472.9	307.4	2.51	2.36	2.18	33.1	66.9	14.4	0	0	10	-10	-10	-5	0	-5	-5	0	-5	4.5	4.0	4.0	
%0.025 Şerbetçiotu	146.7	208.1	144.6	375.9	359.1	314.6	2.56	1.73	2.18	28.0	28.4	8.8	0	0	15	-5	-10	10	-5	0	-5	0	-5	3.0	4.5	4.0	
%0.05 Şerbetçiotu	145.5	202.9	144.1	368.5	446.7	321.6	2.53	2.20	2.23	20.9	69.0	17.9	0	0	10	-5	-5	-5	-5	0	0	0	0	2.5	4.0	4.0	
%0.025 Şerbetçiotu + %2 Laklik starter	144.6	199.2	144.9	413.7	456.6	323.2	2.87	2.29	2.23	64.8	56.9	20.1	0	0	10	-10	-15	-5	0	-5	0	-5	0	5.0	4.0	4.5	
%0.025 Şerbetçiotu + %4 Laklik starter	144.1	204.0	143.1	372.8	500.2	378.8	2.58	2.45	2.41	26.4	102.6	38.9	0	10	15	-5	-5	0	-5	0	-5	0	-5	3.0	4.5	4.5	
%0.05 Şerbetçiotu + %2 Laklik starter	147.9	203.9	139.9	476.0	494.7	344.4	2.54	2.43	2.41	24.2	66.1	30.6	0	0	15	-5	-10	-5	-5	-5	-5	-5	2.5	3.5	5.0		
%0.05 Şerbetçiotu + %4 Laklik starter	147.7	202.1	142.8	475.1	377.5	340.4	2.54	1.87	2.38	40.1	37.7	28.3	0	0	10	0	0	-5	-5	-5	-5	-5	4.0	3.5	5.0		

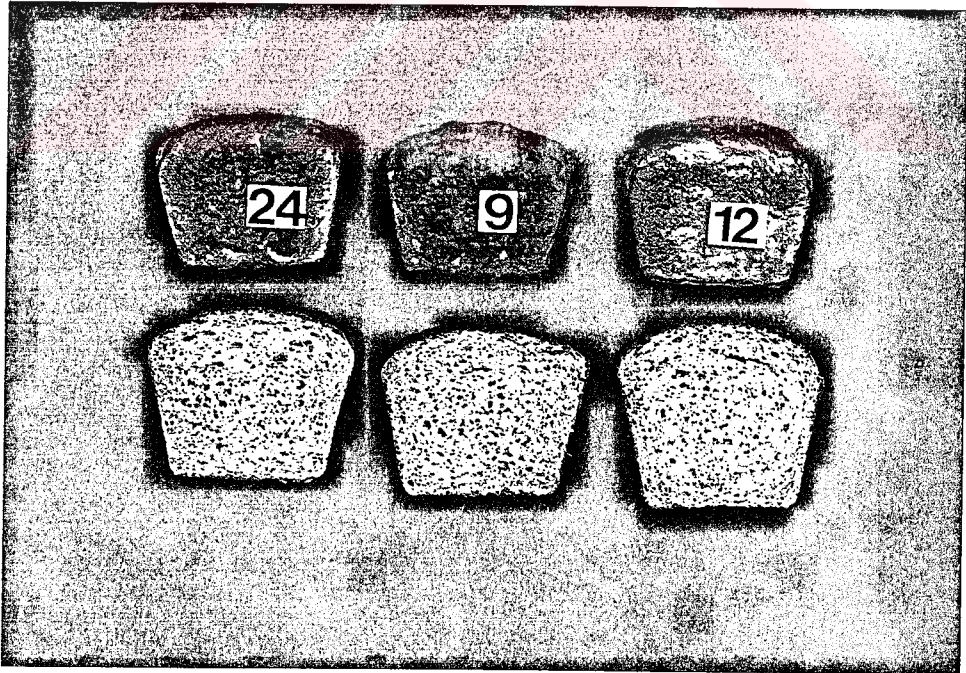


Şekil 4.4.7. Tip 5 unu katkılı ve katkısız ekmeklerinin kesitleri

21- Tanık

3- %2 laktik starter

6- %4 laktik starter

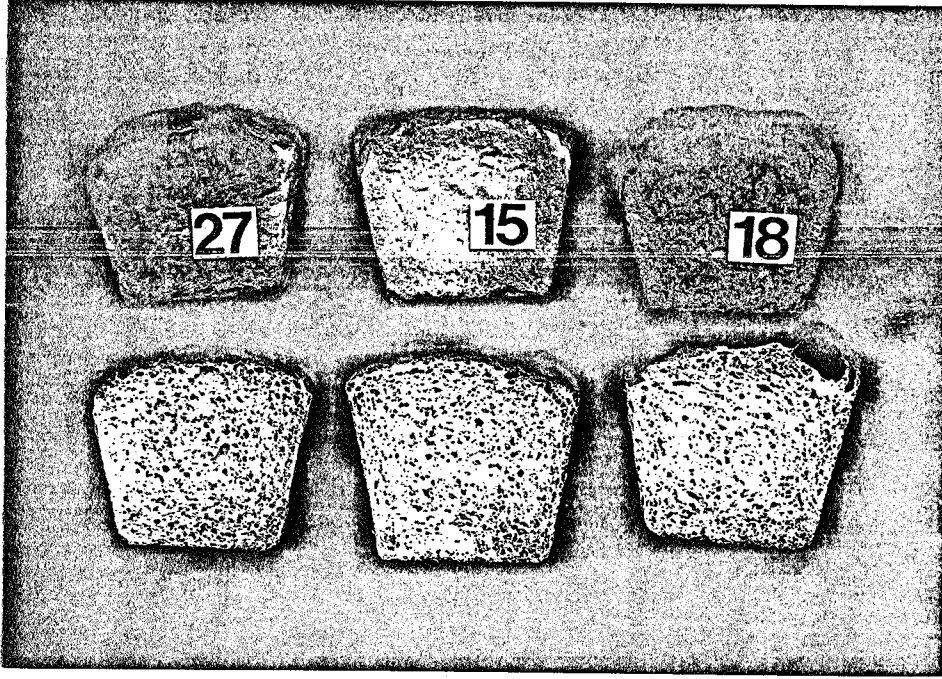


Şekil 4.4.8. Tip 5 unu katkılı ve katkısız ekmeklerinin kesitleri

24- %0.025 şerbetçiotu

9- %0.025 şerbetçiotu - %2 laktik starter

12- %0.025 şerbetçiotu - %4 laktik starter



Şekil 4.4.9. Tip 5 unu katkılı ve katkısız ekmeklerinin kesitleri

27- %0.05 Şerbetçiotu

15- %0.05 Şerbetçiotu - %2 laktik starter

18- %0.05 Şerbetçiotu - %4 laktik starter

verimini  $375.9 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$  un'a, %0.05 oranındaki şerbetçiotu ilavesi ise  $368.5 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$  un'a düşürmüştür. İki katkının birlikte kullanımı, hacim verimi üzerine genelde olumlu bir etkide bulunurken, yalnızca %0.025 şerbetçiotu-%4 laktik starter karışımı hacim verimini  $372.8 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$  un'a indirmiştir.

Thomsen ve Anderson (1988) ise, *L. brevis*'in kullanıldığı "Flora Pan" katkısı ile yapılan ekmeklerin daha iyi bir tekstüre sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Özgül ekmeğin hacmi katkısız Tip 5 unu ekmeğinde  $2.72 \text{ cm}^3/\text{g}$  iken, yalnızca %0.025 şerbetçiotu- %2 laktik starter kombinasyonu uygulaması ile  $2.87 \text{ cm}^3/\text{g}$  değeri elde edilmiştir. Diğer tüm katkı uygulamaları özgül ekmeğin hacmini düşürmek suretiyle, olumsuz yönde etkide bulunmuştur.

Tip 5 unu tanık denemesinde ilk dönemde 36.7 olarak saptanan ekmeğin değer sayısı, %2 laktik starterle hazırlanan ekmeklerde 33.2'ye, %4 laktik starterle hazırlanan ekmeklerde ise 33.1'e düşmüştür. Şerbetçiotu

katkısının ekmeğe değer sayısına etkisi çok daha olumsuz olmuş ve %0.025 oranı ile 28, %0.05 şerbetçiotu oranı ile de 20.9 değerleri saptanmıştır. Görüldüğü gibi, şerbetçiotunun tek başına kullanımı, laktik startere oranla ekmeğe değer sayısında daha fazla bir azalmaya neden olmuştur. Laktik starter ve şerbetçiotunun ayrı ayrı kullanılmasındaki bu olumsuzluklara karşın, birlikte uygulanmalarında %0.05 şerbetçiotu- %4 laktik starter karışımı değer sayısını 40.1'e, %0.025 şerbetçiotu- %2 laktik starter karışımı ise 64.8'e çıkararak olumlu bir etkide bulunmuştur.

Elde ettiğimiz sonuçlar, Salovaara ve Spicher'in (1987) bulguları ile benzerlik göstermektedir. Bu araştırmacılar ekşi hamurun, glutenin reolojik özelliklerini iyileştirerek, ekmeğe içi yapısını olumlu yönde etkilediğini, gözenek yapısını homojen hale getirdiğini ve hacmi artırdığını belirtmişlerdir.

Tip 1, Tip 3 ve Tip 5 unlarından yapılan ekmeğelerin pişirmeden 24, 48 ve 72 saat sonraki penetrometre değerleri ile Çizelge 4.16, 4.17 ve 4.18 düzenlenmiştir.

Çizelge 4.16'dan izlendiği gibi, birinci dönemde Tip 1 unu ile ekmeğe üretiminde %2 laktik starter katkısı, 24 saat sonundaki ekmeğe içi sertliğinde katkısız ekmeğe oranla önemli bir fark sağlayamamıştır. Ancak, ekmeğe içi sertliğinde 48 saat ve 72 saat sonunda önemli düzeyde bir azalma sağlayarak uzun dönemde bayatlamayı geciktirmiştir. Benzer durum, %4 laktik starter ilavesinde de görülmüş ve 24, 48 ve 72 saat sonunda olumlu yönde etkide bulunarak, ekmeğe içi sertliğinde önemli ölçüde azalmaya neden olmuştur. Unun hamura işlenmesi sırasında, %0.025 şerbetçiotu katılması ile 24 ve 48 saatler sonunda ekmeğe içi sertliğinde oldukça büyük sayılabilecek bir azalma görülmüştür. Fakat 72 saat sonunda bayatlama bakımından katkısız ekmeğe göre bu fark azalmıştır. %0.05 şerbetçiotu ilavesi 24, 48 ve 72 saatler sonunda ekmeğe içi sertliğinde büyük ölçüde azalma sağlayarak bayatlamayı geciktirmiştir.

Her iki katkının bir arada, değişik kombinasyon uygulamalarıyla da 24, 48 ve 72 saat sonunda ekmek içi sertliğinde önemli düzeyde azalma saptanmış, yani ekmeklerin bayatlama sürelerinde uzama sağlanmıştır.

**Çizelge 4.16. Tip 1 ununda katkı maddelerinin ekmek penetrometre değerlerine etkisi**

Katkı maddesi çeşit ve oranlar	Pişirmeden 24h sonra (1/10 mm)			Pişirmeden 48 h sonra (1/10mm)			Pişirmeden 72 h sonra (1/10mm)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tanık	46	48	46	39	37	35	33	20	18
%2 Laktik starter	49	52	49	37	44	40	39	28	25
%4 Laktik starter	53	52	50	48	45	41	40	28	26
%0.025 şerbetçiotu	57	52	50	44	39	40	34	23	26
%0.05 şerbetçiotu	62	54	52	49	40	42	39	26	27
%0.025 şerbetçiotu + %2 Laktik starter	67	59	56	52	46	42	42	29	26
%0.025 şerbetçiotu + %4 Laktik starter	71	63	60	54	49	46	43	33	30
%0.05 şerbetçiotu + %2 Laktik starter	76	60	57	53	46	43	42	30	27
%0.05 şerbetçiotu + %4 Laktik starter	79	65	61	63	51	47	47	35	31

Elgün ve ark.(1991), yaptıkları bir çalışmada *L. bulgaricus* ve *S. lactis* ve bunların 1:1 karışımlarından elde edilen sıvı starter uygulamasının, kontrol denemeye göre ekmek içi sertliğinde önemli ölçüde

düşme meydana getirdiğini saptamışlardır. Buna göre, araştırma bulgularının söz konusu yayındaki sonuçlarla aynı yönde olduğu belirtilebilir.

Tip 3 unundan yapılan ekmeklerin penetrometre değerleri Çizelge 4.17'de görülmektedir. İlk dönemde %2 laktik starter kullanılarak yapılan ekmeğin 24, 48 ve 72 saat sonundaki ekmek içi sertliği katkısız ekmeğe çok yakın bulunmuştur. Böylece %2 laktik starter katkısının Tip 3 unu

**Çizelge 4.17. Tip 3 ununda katkı maddelerinin ekmek penetrometre değerlerine etkisi**

Katkı maddesi çeşit ve oranlar	Pişirmeden 24h sonra (1/10 mm)			Pişirmeden 48 h sonra (1/10mm)			Pişirmeden 72 h sonra (1/10mm)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tanık	48	46	43	39	33	30	28	19	15
%2 Laktik starter	49	51	47	39	38	34	33	24	20
%4 Laktik starter	50	51	48	42	40	38	33	24	22
%0.025 Şerbetçiotu	51	49	45	40	35	32	30	22	18
%0.05 Şerbetçiotu	51	50	46	40	38	34	31	23	20
%0.025 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	53	57	54	41	39	35	35	25	21
%0.025 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	53	59	56	44	40	37	36	26	23
%0.05 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	57	60	56	42	40	38	38	30	23
%0.05 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	57	62	58	49	41	39	40	32	25

ekmeğinde bayatlama üzerine önemli ölçüde geciktirici bir etkisinin olmadığı anlaşılmıştır. %4 laktik starter katkısı da 24 ve 48 saat sonunda ekmeğin sertliğinde tanığa göre önemli bir değişime neden olmazken, 72 saat sonunda biraz azalma sağlamıştır. Katkı olarak %0.025 ve %0.05 oranlarında şerbetçiotunun kullanıldığı ekmeklerde 24, 48 ve 72 saatler sonunda bayatlamada gecikme sağlanamamıştır. %0.025 şerbetçiotu ile %2 laktik starterin bir arada kullanımında, 24 saat sonunda ekmeğin sertliğinde katkısız ekmeğe göre biraz azalma belirlenmiştir. Fakat 48 saat sonunda bu fark iyice belirsizleşmiş, 72 saatten sonraki ölçümde ise ekmeğin sertliğinde yeniden önemli bir azalma saptanmıştır (Çizelge 4.17).

%0.025 şerbetçiotu-%4 laktik starter ve %0.05 şerbetçiotu-%4 laktik starter karışımları da katkısız ekmeğe kıyasla, ekmeğin sertliğinde önemli ölçüde azalma meydana getirmişlerdir. %0.05 şerbetçiotu-%2 laktik starter karışımı 24 saat sonunda ekmeğin sertliğini azaltırken, 48 saat sonunda bu fark ortadan kalkmıştır. Ancak 72 saatin sonunda katkılı ekmeğin sertliği ile katkısız ekmeğin sertliği arasında yeniden önemli bir fark belirlenmiş ve katkı kullanımı ile ekmeğin sertliğinde azalma saptanmıştır.

Tip 5 ununa %2 laktik starter katılarak birinci dönemde hazırlanan ekmekte 24, 48 ve 72 saatler sonunda ölçülen penetrometre değerleri, katkısız ekmeğinkilere çok yakın bulunmuştur. Bu da %2 laktik starter katkısının, Tip 5 unu ekmeğinde bayatlama üzerine etkili olmadığını göstermektedir. Benzer bir durum %4 laktik starter katkılı ekmeklerde de saptanmıştır. %0.025 şerbetçiotu katkısı 24 ve 48 saat sonundaki ekmeğin sertliğini, katkısız ekmeğin sertliğiyle biraz azaltmışsa da, 72 saat sonunda yapılan ölçümde bir fark bulunamamıştır. %0.05 şerbetçiotu ilavesi ile yapılan ekmeklerde 24 saat sonunda ekmeğin sertliğinde önemli düzeyde bir azalma meydana gelmiş; 48 ve 72 saat sonunda ise yeniden katkısız ekmeğe çok yakın değerler elde edilmiştir (Çizelge 4.18). Katkı maddelerinin karışım şeklinde ve değişik kombinasyonlarda uygulanması ile



katkusuz tanık ekmeğe göre 24, 48 ve 72 saatler sonunda ekmek içi sertliğinde önemli ölçüde azalmalar belirlenmiştir. Bu ölçümlerde 24 ve 48 saatler sonunda en belirgin etki %0.025 şerbetçiotu- %4 laktik starter karışımında, 72 saat sonunda ise %0.05 şerbetçiotu- %4 laktik starter karışımında saptanmıştır.

**Çizelge 4.18. Tip 5 ununda katkı maddelerinin ekmek penetrometre değerlerine etkisi**

Katkı maddesi çeşit ve oranlar	Pişirmeden 24h sonra (1/10 mm)			Pişirmeden 48 h sonra (1/10mm)			Pişirmeden 72 h sonra (1/10mm)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tanık	34	37	33	28	25	22	20	15	11
%2 Laktik starter	36	38	36	30	26	25	23	19	18
%4 Laktik starter	37	39	37	32	27	26	24	20	18
%0.025 Şerbetçiotu	42	41	35	33	29	22	20	16	15
%0.05 Şerbetçiotu	43	44	35	32	31	24	21	18	17
%0.025 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	42	40	37	33	27	26	25	24	20
%0.025 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	53	41	38	41	28	27	30	26	22
%0.05 Şerbetçiotu + %2 Laktik starter	49	42	39	37	28	29	29	27	25
%0.05 Şerbetçiotu + %4 Laktik starter	51	45	41	40	31	31	31	30	28

Görüldüğü gibi şerbetçiotu ve laktik starterin tek başlarına kullanımları Tip 5 ununda bayatlama üzerine pek etkili olamazken;

bunların değişik oranlarda kombine halde kullanımları ekmek içi sertliğinde azalmaya neden olmuştur. Bu etki sürelerine göre de değişebilmektedir.

Sahlstrom ve Fardal (1993) aktif ekşi hamur kültürlerinin ekmek içi sertliğini azalttığını saptamışlardır. Chr. Hansen's laboratuvarlarında yapılan araştırmalarda da "**Flora Pan**" ticari isimli laktik starterlerin, bayatlamayı geciktirdiği vurgulanmıştır (Anonim 1993). Böylece hem laktik starter ve şerbetçiotu, hem de bu ikisinin birlikte kullanımının, ekmek bayatlamasını az veya çok geciktirdiği belirlenmiştir. Ancak, bayatlama üzerine bu etki katkı konsantrasyonu ve un tipine göre farklı olmaktadır. Bu durumda istenilen sonucu sağlamak için un tipine uygun katkı oranlarının belirlenmesi gerekecektir.

Ekşi hamur ve laktik starter kullanımı ile ilgili yapılmış birçok yabancı yayında, pH ve asitlik değişimi, laktik ve asetik asit ile aroma maddeleri oluşumu ve ekmek içi özellikleri üzerinde durulmuş, fakat genelde ekmek içi sertliğine değinilmemiştir. Bu nedenle, penetrometre değerlerini tartışabilecek araştırmalara rastlanamamıştır. Halen Chr. Hansen's Laboratuvarı Ekmekçilik Teknolojisi Bölümü'nde de laktik asit bakterilerinin, hamur özelliklerini geliştirmesi, hacmi artırması ve raf ömrünü uzatması üzerine çalışmaların sürdürüldüğü belirlenmiştir. Ancak, bu çalışmaların sonuçları da henüz yayınlanmadığı için tartışma olanağı bulunamamıştır.

## 5. SONUÇ

Üç farklı tipte ekmeklik unların üçer aylık bekletmeler sonucu farklı oranlarda laktik starter ve şerbetçiotu katkısı ile üç kez tekrarlanan araştırmada değişik sonuçlar elde edilmiştir. Birinci dönemde Tip 1 ununa ilave edilen katkı maddelerinden büyük çoğunluğu, ekmek özellikleri üzerine olumsuz etkide bulunurken yalnızca %4 laktik starter katkısı ekmek yapısında düzelme sağlamıştır. Buna karşın katkı maddesi uygulamalarının tümü, ekmek içi sertliğinde azalmaya neden olarak, bayatlama üzerine olumlu etkide bulunmuşlardır.

İkinci dönemde Tip 1 unu ile elde edilen değerler, birinci döneme göre artış göstermiştir. Bu da unun bir süre bekletilmesi ile özelliklerinde olumlu yönde bir değişiklik olduğuna ve katkı maddelerinin etkisinin de pozitif yönde geliştiğine işaret etmektedir. Katkı maddelerinin tek tek kullanılması ile bayatlamada az da olsa gecikme sağlanmasına karşın, bayatlama üzerine esas önemli etki, laktik starter ve şerbetçiotunun birlikte kullanıldığı değişik kombinasyonlar ile elde edilmiştir. Ekmek içi sertliğini azaltmada en iyi etkiyi %0.05 şerbetçiotu-%4 laktik starter karışımı yapmış ve bunu %0.05 şerbetçiotu-%2 laktik starter kombinasyonu izlemiştir.

Üçüncü dönemde ise depolama süresinin uzamasından kaynaklanan bir kalite kaybı söz konusudur. Hamur ve ekmek özelliklerinde olumsuz yönde bir değişiklik meydana gelirken, katkı maddeleri de olumsuz yönde etkide bulunmuştur. Ancak, katkı kullanarak bayatlamamanın geciktirilmesinde, ikinci dönem bulgularına yakın sonuçlar elde edilmiştir. Ekmek içi sertliğinin azaltılmasında katkı maddelerinin tek tek kullanımları çok önemli bir etki yapmazken, her iki katkının birlikte karışık uygulamaları olumlu yönde daha büyük etkide bulunmuştur.

Tip 3 unu birinci dönem bulgularına göre, katkı maddeleri uygulamaları hamur özelliklerinde az da olsa bir düzelme sağlarken, ekmek özelliklerinde genelde iyi yönde gelişmeye neden olmuşlardır. Katkı maddelerinin ayrı ayrı

kullanımları bayatlamamanın geciktirilmesinde önemli bir etkide bulunmazken, karışık kullanımları olumlu yönde gelişme sağlamıştır.

İkinci dönemde Tip 3 unu hamur ve ekmeklerinde az da olsa kalite artışı sağlanmıştır. Bu yine depolama ile unun bileşiminin iyileşmesinden kaynaklanmaktadır. Bu olumlu değişiklik, katkı maddelerinin etkisinde de izlenmiş ve %4 laktik starter ilavesi dışında tüm katkı uygulamaları ekmek yapısında gelişme sağlamıştır. Laktik starterin tek başına kullanımı yanında, şerbetçiotuyla birlikte karışım uygulaması da bayatlamada gecikme sağlamıştır. Şerbetçiotunun tek başına kullanımı ise ekmek içi sertliğinde önemli bir değişiklik yaratmamıştır.

Üçüncü ve son dönemde, Tip 3 unu kalitesindeki düşme, hamur ve ekmek özelliklerine de aynen yansımıştır. Katkı maddelerinden ise laktik starter ve %0.025 şerbetçiotunun tek başına uygulamaları ve bunların karışımları, ekmek yapısında iyileşme sağlarken, %0.05 şerbetçiotu ve bunun laktik starter ile karışım halinde kullanımları ekmek özellikleri üzerine olumsuz yönde etkide bulunmuştur. Ekmek içi sertliğinin azaltılmasında %2 laktik starter ve şerbetçiotunun ayrı ayrı uygulamaları önemli bir etkide bulunmamıştır. %4 laktik starterin tek başına kullanımı ve tüm karışık katkı denemeleri olumlu yönde etki yapmışlardır. Bayatlamamanın geciktirilmesinde en iyi etkiyi %0.05 şerbetçiotu-%4 laktik starter ve %0.05 şerbetçiotu-%2 laktik starter karışımları göstermiştir.

Tip 5 unu ile birinci dönemde yapılan denemelerde, laktik starter ve şerbetçiotunun ayrı ayrı uygulamaları ekmek özelliklerini olumsuz etkilemiş ve ekmek içi yapısında kalite kaybına, hacimde de küçülmeye neden olmuşlardır. Buna karşın her iki katkı maddesinin birlikte uygulandığı karışık katkıları, ekmek yapısını iyileştirici etkide bulunmuşlardır. Aynı durum bayatlamamanın geciktirilebilmesi için de geçerlidir. Laktik starter ve şerbetçiotunun ayrı ayrı uygulamaları ekmek içi sertliği üzerine önemli bir etki yapmazken, her iki katkının kombinasyonları bayatlamada gecikme sağlamıştır.

İkinci dönemde, diğer un tiplerinde olduğu gibi Tip 5 ununda da depolama, un özelliklerinde olumlu yönde gelişmeye neden olmuştur. Katkı maddelerinin tümü, ekmeğin hacminde artış sağlarken, %0.025 şerbetçiotu-%4 laktik starter kombinasyonu dışında kalan tüm uygulamalar ekmeğin içi yapısında da iyileşmeye neden olmuşlardır. Bayatlama üzerine katkı maddelerinin etkileri birinci döneme benzer şekilde gerçekleşmiş ve yalnızca karışık katkı uygulamaları geciktirici etkide bulunmuştur.

Tip 5 unu ile üçüncü dönemde yapılan çalışmada ise uzun süreli depolama sonucu, büyük oranda kalite kaybı meydana gelmiştir. Unun yapısında meydana gelen bozulma, hamur ve ekmeğin özelliklerini de olumsuz yönde etkilemiştir. En düşük değerler bu dönemde elde edilmiş ve katkı maddeleri ilaveleri ile yeterli iyileşme sağlanamamıştır. Bayatlama üzerine en büyük olumlu etkiyi %0.05 şerbetçiotu-%4 laktik starter karışımı yaparken bunu %0.025 şerbetçiotu-%4 laktik starter ve %0.025 şerbetçiotu-%2 laktik starter kombinasyonları izlemiştir. Şerbetçiotunun tek başına kullanımı ekmeğin sertliğini biraz azaltabilirken, laktik starter uygulamaları hiçbir değişiklik yapmamıştır.

Genel olarak katkı maddelerinin ayrı ayrı kullanılması ile hamur ve ekmeğin özelliklerinde önemli bir gelişme sağlanamamıştır. Ancak her iki katkı maddesinin birlikte kullanıldığı karışık uygulamalarda, un tipine, döneme ve katkı maddelerinin oranlarına bağlı olarak daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. En iyi sonuçlar, her üç tip un için de ikinci dönemde tespit edilmiş ve bu da unun öğütmeden sonra bir süre depolanması ile biyokimyasal yapısında meydana gelen değişikliklerin olumlu etkide bulunmasına bağlanmıştır. Denemeler sonucunda en düşük değerler ise ikinci üç aylık bekletmeyi takiben yapılan üçüncü dönemde elde edilmiştir. Bu da, uzun süre depolama sonucunda unların ekmeğin özelliklerinde kayıpların olduğunu göstermektedir. Hemen tüm katkı maddeleri pH ve asitlik gelişimi ve dolayısıyla da bayatlama üzerine, etkili olmuştur. Bayatlama üzerine laktik starter-şerbetçiotu karışık katkıları, her iki katkının ayrı ayrı kullanılmalarından daha olumlu etki yapmıştır.

Bu sonuçlara göre, hamur işlemede uygun oranda laktik starter ve şerbetçiotunun karışık olarak kullanılmasının kaliteyi iyileştirip, bayatlamayı geciktirerek, ekmeğin ziyanını önleyeceğini belirtmek yerinde olacaktır. Bunun için fazla sayıda örneklerle uygun katkı oranının belirlenmesi ve sonucun uygulamaya aktarılması büyük ekonomik yararlar sağlayacaktır. Bu nedenle söz konusu katkı maddelerini ekmeğin özellikleri ile bayatlama arasındaki dengeyi sağlayacak oranın, tez zamanda yapılacak araştırmalarla belirlenmesi gerekmektedir.



## KAYNAKLAR

- ABO-ELNAGA, I.G. ve O. KANDLER 1965. Zur Taxonomie der Gattung Lactobacillus Beijerinck (Das Subgenus Streptobacterium Orla-Jensen), Zbl. Bakt. II. Abt. 119, 1-36.
- ABOU-GUENDIA, M. ve B.L. D'APPOLONIA 1972. Effect of Stage of Maturity on Composition and Baking Quality of Hard Red Spring Wheat. Baker's Digest, October, 45-52.
- ALTAN, A. 1989. Ekmeğin Bayatlaması Olayı. Çiftçi Dergisi, 12: 27-29, Adana.
- ANONİM. 1960 a. International Association for Cereal Chemistry, ICC Standart No: 110.
- ANONİM. 1960 b. International Association for Cereal Chemistry, ICC Standart No: 104.
- ANONİM. 1960 c. International Association for Cereal Chemistry, ICC Standart No: 105.
- ANONİM. 1960 d. International Association for Cereal Chemistry, ICC Standart No: 106.
- ANONİM. 1960 e. International Association for Cereal Chemistry, ICC Standart No: 116.
- ANONİM. 1960 f. International Association for Cereal Chemistry, ICC Standart No: 107.
- ANONİM. 1960 g. International Association for Cereal Chemistry, ICC Standart No: 115.
- ANONİM. 1960 h. International Association for Cereal Chemistry, ICC Standart No: 114.
- ANONİM. 1971. Standard Methoden Fur Getreide Mehl und Brot. 5. Eweiterte Auflage. Im Verlag Moritz Scheafer. Detmold.
- ANONİM. 1976. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of the AACC. Method 02-52:1, Approved April 1961. The Association, St. Paul, MN.
- ANONİM. 1982. The Oxoid Manual. Oxoid Limited, Wade Road, Basingstoke Hampshire, RG 24, OPW. 352 s.

- ANONİM. 1986. Ekmeğin Öyküsü. Pasta Yiyecek-İçecek Dergisi, Ocak-Şubat (5):52, İstanbul.
- ANONİM. 1991. Enzymes: Catalysts for Food Processes. Food Technology, January, 78-84, USA.
- ANONİM. 1992. Ekmek İsrafi. Pakmaya Dergisi, 1(1) :21, İzmit.
- ANONİM. 1993. Starter Cultures for Rye Bread and Wheat Bread. Chr. Hansen's Laboratorium Article, 1-3, Danmark.
- ARAT, S.O. 1949. Buğday Teknolojisi. Tarım Bakanlığı Neşriyat Müdürlüğü, Sayı 654, Ankara. 232 s.
- BARBER, S. ve R. BAGUENA 1988. Microflora De La Masa Panaria. V. Aislamiento, Identificación y Evaluación De Las Propiedades Funcionales de Microorganismos De La Masa Madre. Revista De Agroquímica y Tecnol. Alimentos, 28 (1): 67-78, İspanya.
- BARBER, S., M.J. TORNER ve M.A. MARTINEZ-ANAYA 1989. Microflora of the Sourdough of Wheat Flour Bread IX. Biochemical Characteristics and Baking Performance of Wheat Doughs Elaborated with Mixtures of Pure Microorganisms. Lebensm Unters Forsch, 189: 6-1.
- BATUM, M. 1992. Un ve Ekmek Sanayiinde Kullanılan Enzimler. Un Mamülleri Dünyası Dergisi, 1(3): 15-16, İstanbul.
- BAYSAL, A. 1986. Ekmek-Beslenme ve Sağlık Yönünden Önemi. Standard Ekonomik ve Teknik Dergi. Özel Sayı VII/TSE, 82-85.
- BERK, Z. 1980. The Biochemistry of Foods. Elsevier Scientific Publishing Company, 120-123, Amsterdam-Oxford-New York.
- BLOKSMA, A.H. 1971. Rheology and Chemistry of Dough in Wheat Chemistry and Tecnology ed by Y. Pomeranz. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul Minnesota. 821 s.
- BOYACIOĞLU, H. 1993. Ekmeğin Bayatlaması, Tanımı, Teoriler, Tayin Yöntemleri ve Yavaşlatma Yolları. Un Mamülleri Dünyası Dergisi, 2(2): 15-18, İstanbul.
- BOZ, M. ve B. ÖZKAYA 1984. Peynir Altı Suyunun Ekmekçilikte Değerlendirilmesi. T.C. Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müd., Ank. Gıda Kont. ve Araş. Enst. Müd. Genel Yayın No: 110, Ankara. 44 s.



- BRUMMER, J.M. ve K. LORENZ 1991. European Developments in Wheat Sourdoughs. The American Association of Cereal Chemists, 36(3): 310-314, USA.
- CABI, O. 1992. Ekmek Yapımında Kullanılan Katkı Maddelerinin Gelişimi ve Ekmek Kalitesine Etkileri. Un Mamülleri Dünyası Dergisi, 1 (5): 16-19, İstanbul.
- D'APPOLONIA, B.L. ve M.M. MORAD 1981. Bread Stealing. Cereal Chemistry, 58(3): 186-190.
- DE MAN, J.C., M. ROGOSA ve M.E. SHARPE 1960. A Medium for the Cultivation of Lactobacilli. J. Appl. Bact., 23(1): 130-135.
- ELGÜN, A., Z. ERTUGAY ve A.F. KOCA 1987. Tam Süt ve Yağsız Süt Tozunun Hamur ve Ekmek Özelliklerine Etkisi Üzerinde Bir Araştırma. Gıda, 12(6): 369-376.
- ELGÜN, A., Z. ERTUGAY, F. AYDIN ve G. KOTANCILAR 1991. Sıvı Ferment Yöntemiyle Ekmek Üretiminde Laktik Kültür Katkısının Etkisi. Gıda, 16(4): 227-232.
- ERCAN, R. 1985. Bazı Katkı Maddelerinin Hamurun Fiziksel Özellikleri ile Ekmeğin Kalitesi ve Bayatlamasına Etkisi Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, 169 s.
- ERCAN, R. ve H. ÖZKAYA 1986. Ekmeğin Bayatlaması Üzerine Surfaktantların ve Bazı Katkı Maddelerinin Etkisi. Gıda, 11(1): 3-9.
- ERCAN, R. 1987. Bazı Oksidan Maddeler ve Emülgatörler ile Birlikte Katılan Soya Unununun Hamurun Reolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. Gıda, 12(2): 103-109.
- ERCAN, R., R. SEÇKİN ve S. VELİOĞLU 1988. Ülkemizde Yetiştirilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Ekmeklik Kalitesi. Gıda, 13(2): 107-114.
- ERCAN, R. 1990. Karbonhidratların Ekmekçilikteki Önemi. Gıda, 15(1): 29-34.
- ERCAN, R. ve E. BİLDİK 1993. Ekmeğin Bayatlaması ve Etki Yapan Önemli Faktörler. Un Mamülleri Dünyası Dergisi, 2(1): 10-14.
- ERTUGAY, Z. 1982. Buğday, Un ve Ekmek Arasındaki Kalite İlişkileri. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Ziraat Dergisi, 13(1-2): 165-168.

- ERTUGAY, Z. 1983. Buğdayda Amilolitik Aktivite ve Unların Alfa Amilaz Enzimi ile Katkılanması. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Ziraat Dergisi, 14(3-4): 173-179.
- ESCHENBÈCHER, F. (1968/69). Zur Kenntnis Der Biersauernden Lactobazillen, Brawiss. 21: 427, 464-471/ 22; 14-28.
- FARIDI, H.A. ve G.L. RUBENTHALER 1984 a. Effect of Baking Time and Temperature on Bread Quality, Starch Gelatinization and Staling of Egyptian Balady Bread. Cereal Chemistry, 61(2): 151-154.
- FARIDI, H. A. ve G.L. RUBENTHALER 1984 b. Effect of Various Flour Extractions, Water Absorption, Baking Temperature, and Shortening Level on the Physical Quality of Pita Breads. Cereal Foods World, September, 29(9): 575-578.
- GALAL, A.M., J.A. JOHNSON ve E. VARRIANO-MARSTON 1977. Lactic and Volatile (C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>) Organic Acids of San Francisco Sourdough French Bread. Cereal Chemistry, 55(4): 461-468, Danmark.
- GARLY, L. 1993. Culture Doughs in Breadmaking. Chr Hansen's Laboratium Article, 103-104, Danmark.
- GILLILAND, S.E. 1988. Bacterial Starter Cultures for Foods. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. 205 s.
- GÖÇMEN, D. 1993. Un ve Katkı Maddelerinin Ekmek Kalite ve Bayatlamasına Etkileri. Gıda, 18(5): 325-331.
- HAMMES, W.P. 1990. Bacterial Starter Cultures in Food Production. Food Biotechnology, 4(1): 383-397.
- HANSEN, A., B. LUND ve M.J. LEWIS 1989 a. Flavour of Sourdough Rye Bread Crumb. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 22: 141-144.
- HANSEN, A., B. LUND ve M.J. LEWIS 1989 b. Flavour Production and Acidification of Sourdough in Relation to Starter Culture and Fermentation Temperature. Lebensm. Wiss. u.-Technol., 22: 145-149.
- HANSEN, B., N. HULL ve A. HANSEN 1993. Farinogram Studies on Wheat Doughs with Added Sourdough. Chr. Hansen's Laboratorium Article, 249-252, Danmark.

- HARRIGAN, W.F. ve M.E. Mc CANCE 1966. Laboratory Methods in Microbiology. Academic Press, Inc., New York. 362 s.
- HAYWARD, A.C. 1957. Detection of Gas Production from Glucose by Heterofermentative Lactic Acid Bacteria. J. Gen. Microbiology, 16: 9-15.
- HEINZ, K. 1983. Untersuchungen Über die Retrogradation der Starke in Konzentrierten Weizenstarkegelelen. ADAG Administration and Druck A.G., Zurich. 107 s.
- KEGAL, P. 1964. The Student's Technology of Breadmaking and Flour Confectionery. Part of Bread Making and Fermented Goods. Routledge Ang, 104-113, London.
- KÖŞKER, Ö. 1976. Genel Mikrobiyoloji Uygulama Klavuzu. A.Ü.Z.F.Yayın No:586, Ankara. 138 s.
- KUNDAKÇI, A. ve D. GÖÇMEN 1992. Marmara Bölgesinde Üretilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Ekmeklik Kalitesi. Gıda 17(2): 101-107.
- KUNZ, B. 1994. Fortschrittsberichte Lebensmittertechnologie-Backwarentechnologie. Cena Verlag Meckenheim, Germany, 236 s.
- KUNZ, J.S.K. 1995. Preparation and Function of Sourdough. Practical Course Cereal and Baking Technology, Institut Für Lebensmitteltechnologie der Universität, Part C, Bonn. 26 s.
- LONNER, C. ve K. PREVE-AKESSON 1988 a. Effects of Lactic Acid Bacteria on the Properties of Sour Dough Bread. Food Microbiology, 3: 19-35.
- LONNER, C. ve K. PREVE-AKESSON 1988 b. Acidification Properties of Lactic Acid Bacteria in Rye Sour Dough. Food Microbiology, 5: 43-58.
- LUND, B., A. HANSEN ve M.J. LEWIS 1989. The Influence of Dough Yield on Acidification and Production of Volatiles in Sourdoughs. Lebensm-Wiss. u.-Technol., 22: 150-153.
- MAGA, J.A. 1975. Bread Staling. Crit. Rev. Food Technology, 5: 443 s.

- MARTINEZ-ANAYA, M.A., B. PITARCH, P. BAYARRI ve C. BENEDITO de BARBER 1989. Microflora de la Masa Madre Panaria. VIII. Cambios en Azucares y Produccion de Acidos Durante la Fermentacion de Masas de Trigo Elaboradas con Cultivos Puros de Microorganismos. Revista Agroquimica y Tecnologia de Alimentos, 29(1): 63-76.
- MARTINEZ-ANAYA, M.A., B. PITARCH, P. BAYARRI ve C. BENEDITO de BARBER 1990. Microflora of the Sourdoughs of Wheat Flour Bread. X. Interactions Between Yeasts and Lactic Acid Bacteria in Wheat Doughs and Their Effects on Bread Quality. Cereal Chemistry, 67(1): 85-91.
- MEHTAP, P., H.P.S. NAGI, K.S. SEKHON 1987. Effect of Conditioning Methods on Physico-chemical, Milling and Functional (Baking) Properties of Soaked Wheat. Journal of Food Sci. and Tech., 24(2): 55-60.
- METİN, D. 1986. Ekmek Katkı Maddelerinin İstanbul Bölgesinde Uygulamaları. "Standard" Ekonomik ve Teknik Dergi, Özel Sayı, VII/TSE, 58-63.
- ÖZKAYA, H. ve R. SEÇKİN 1984. Proteince Zenginleştirilmiş Unların Ekmeklik Kalitesi Üzerinde Araştırmalar. A.Ü.Z.F. Yıllığı, 34 (1-2-3-4'den Ayrıbasım): 52-65.
- ÖZKAYA, H. ve Ö.L. GÜRSES 1986. Peynir Altı Suyu Tozunun, Unun Ekmeklik Kalitesine Etkisi Üzerine Araştırmalar. A.Ü. Z.F. Yıllığı, 36 (1-2-3-4'den ayrıbasım): 42-51.
- ÖZKAYA, H. ve B. KAHVECİ 1990. Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri. Gıda Teknoloji Derneği Yayınları, No:14, Ankara. 152 s.
- ÖZKAYA, H. 1992. Ekmeğin Beslenmedeki Önemi ve Ekmek Türlerinin Sağlık Açısından Farklılıkları. Un Mamülleri Dünyası Dergisi, 1(5): 9-15.
- ÖZKAYA, H. ve B. ÖZKAYA 1993. Ekmek Hatalarını Önlemede Katkı Maddelerinin Rolü. Un Mamülleri Dünyası Dergisi, 2(1): 16-20.
- PEDERSON, C.S. 1979. Microbiology of Food Fermentation. Second Edition. Avi. Pub. Comp., Inc., Westport, Connecticut. 384 s.

- PELSHENKE, P.F., H. BOILLING, G. HAMPEL, W. KEMPW, A. MANGER, A. ROTSCH, S. SCHULB, G. SPINCHER ve G. TEGGE 1964. Standard Methoden fur Getraide Mehlund Brot. 4. Anflage. I. Verlag Meritz Scheafer. Detmold. 159 s.
- PISESOOKBUNTERNG, W. ve B.L. D'APPOLONIA 1983. Bread Staling Studies I. Effect of Surfactants on Moisture Migration from Crumb to Crust and Firmness Values of Bread Crumb. Cereal Chemistry, 60(4): 298-300.
- POMERANZ, Y. ve J.A. SHELLENBERGER 1971. Bread Science and Technology. The Avi Pub., Comp., Inc., Westport, Connecticut. 262 s.
- PYLER, E.J. 1973. Baking Science and Technology. Siebel Pub. Comp., Chicago. 1240 s.
- RICHARDSON, T. ve J.W. FINLEY 1985. Chemical Changes in Food During Processing. An Avi Book Pub. by Van Nostrand Reinhold Comp., 316-323, New York.
- SAHLSTROM, S. ve L.A. FARDAL 1993. Effect av Startkultur og Andre Syretilsetninger; Brod. Matforsk Report, Nr 8-93.
- SALOVAARA, H. 1986. Wheat and Flour Quality Related to Baking Performance in Industrial French Bread Processes. Acta Agric Scand, No:36, 387-398.
- SALOVAARA, H. ve G. SPICHER 1987. Anwendung von Weizensauerteigen zur Verbesserung der Qualitat des Weizenbrotes. Getreide Mehl und Brot, 41(4): 116-118.
- SEÇKİN, R. 1971. Ekmeğin Kalitesi İle İlgili Faktörler. İkinci Ekmekçilik Semineri, Türkiye Ticaret Odaları, Sanayii Odaları ve Ticaret Borsaları Birliği, Ankara.
- SEIBEL, W. ve J.M. BRUMMER 1991. The Sourdough Process for Bread in Germany. Cereal Foods World, March, 36(3): 299-304.
- SHARPE, M.E. 1962. Taxonomy of Lactobacilli. Dairy Sci., Abst., 24:109 s.
- SPICHER, G. ve E. RABE 1983. Der Einfluss der Parameter der Sauerteigbereitung. Alimenta 22, 67-71.

- SPICHER, G. ve W. NIERLE 1984. Die Microflora des Sauerteigs XX. Der Einflub der Hefe Auf Die Proteolytische Vorgange im Verlaufe der Sauerteiggarung. Lebensm. Unters Forsch, 179:109-112.
- SPICHER, G. 1985. Die Sauerteiggarung. Chem. Microb. Techno. Lebensm. 10: 65-77.
- ŞAHİN, İ. 1981. Türkiye Şaraplarında Rastlanan Laktik Asit Bakterileri ve Şarapçılığımızdaki Önemi Üzerinde Araştırmalar. A.Ü.Z.F. Yayın No. 750, Ankara. 100 s.
- TANJU, S., Y. SÜMBÜL ve R. ER 1989. Ekmeğin Bayatlamasını Geciktirici Bazı Katkı Maddeleri Üzerine Çalışmalar. Tübitak Yayın No: 91, Gebze. 20 s.
- TEKELİ, S.T. 1964. Hububat Teknolojisi. A.Ü.Z.F. Yayınları No: 228, Ders Kitabı:72, Ankara. 271 s.
- TEKELİ, S.T. 1970. Türkiye'de Köy Ekmekleri ve Tekniği. A.Ü.Z.F. Yayınları: 62, Ankara. 62 s.
- THOMSEN, A.D. ve H.M. ANDERSON 1988. Starter Cultures, Quality Improvement of Ryebread-Process and Production. Jysk Teknologisk, Marts, Germany. 4 s.
- TORNER, M.J., A. BAINOTTI, M.A. MARTINEZ-ANAYA ve C.B. de BARBER 1989. The Microflora of the Sour Dough of Wheat Flour Bread. XII. Effect of Freezing on the Viability and Functional Properties in Wheat Flour Doughs of Microbial Mass from Lactic Acid Bacteria. Lebensm. Unters Forsch, 189: 554-558.
- TÜRKER, İ. 1977. Malt-Bira Kimyası ve Teknolojisi. A.Ü.Z.F. Yayınları: 660, Ders Kitabı: 203, Ankara. 285 s.
- ULUÖZ, M. 1965. Buğday, Un ve Ekmek Analiz Metodları. E.Ü.Z.F. Yayınları No: 57, İzmir. 95 s.
- UMZAMA, H. 1977. Hop Leaven Preparation. British Patent. Patent No: 1 494 820, Cereals and Bakery Products, England.
- ÜNAL, S.S. 1980. Türkiye Ekmek Sanayiinde Katkı Maddelerinin Önemi. Gıda, 5 (4): 77- 82.
- ÜNAL, S.S. 1991. Hububat Teknolojisi. E.Ü. Müh. Fak. Çoğaltma Yayın No: 29, İzmir. 216 s.

- ÜNAL, S.S. 1992. Ekmekçilikte Standart Üretim ve Kaliteli Standart Üretimi Etkileyen Faktörler. Un Mamülleri Dünyası Dergisi, 1(5): 6-8.
- WILLHOFT, E.M.A. 1973. Recent Developments on the Bread Staling Problem Baker's Digest, 47(6): 14-18.
- YAZICIOĞLU, T. 1966. Türkiye'de Yabancı Şerbetçiotları ile Yapılan Ekim Denemelerinde Elde Edilen Şerbetçiotları Üzerine Araştırmalar. A.Ü.Z.F. Yılığı, Yıl:16, Fasikül 1-2'den Ayıbasım, Ankara.
- ZOBEL, H.F. 1973. A Review of Bread Staling. Baker's Digest, 47(5): 56-63.



## TEŞEKKÜR

Araştırma konumun seçiminden, son aşamaya gelinceye dek çok değerli bilgi ve yardımlarından daima yararlandığım tez danışmanım Sayın Hocam Prof.Dr. İsmet ŞAHİN'e, mikrobiyolojik çalışmalarım sırasında sonsuz desteğini gördüğüm Sayın Hocam Yrd.Doç.Dr. Mihriban KORUKLUOğLU'na ve blümümdeki tüm çalışma arkadaşlarım, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde tez çalışmamı gerçekleştirmemde bana yardımcı olan Sayın Hocam Prof.Dr. Recai ERCAN'a, Prof.Dr. Filiz ÖZÇELİK'e, Doç.Dr. Sedat DÖNMEZ'e, Araş.Gör. Emine DENLİ'ye, Araş.Gör. İnci HIZAL'a, Teknisyen Ali İhsan PAMUK'a ve bu tezin dizgisinde sonsuz emeği geçen Sayın Zir.Müh. Hülya ERTEM'e içtenlikle teşekkür ederim.



## **ÖZGEÇMİŞ**

1968 yılında Bursa'da doğmuş. İlk, orta ve lise tahsilini Bursa'da tamamladıktan sonra, 1985 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümünü kazanmıştır.

1989 yılında mezun olarak, aynı bölümde Yüksek Lisans eğitime başlamıştır. 1991 yılından bu yana Doktora eğitimini sürdürmekte olup, halen bu bölümde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.

