

**T.C.
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü**

**GÜNEY AFRİKA’NIN GELENEKSEL KURU ET ÜRÜNÜ
‘BİLTONG’UN ÜRETİMİNDE
DAMLAMA KAYBININ, KURUTMA SÜRESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisi Pelin BASKAN

Tezin Savunulduğu Tarih: 04.02.2009

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Semih Tevfik ENGEZ

**Diğer Jüri Üyeleri : Yrd. Doç Dr. Filiz İÇİER (E.Ü.)
Dr. Ersel OBUZ (C.B.Ü.)**

Manisa, 2009

T.C.
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

GÜNEY AFRİKA'NIN GELENEKSEL KURU ET ÜRÜNÜ
‘BILTONG’UN ÜRETİMİNDE
DAMLAMA KAYBININ, KURUTMA SÜRESİ ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisi Pelin BASKAN

Tezin Savunulduğu Tarih: 04.02.2009

Tez Danışmanı
(Jüri Başkanı)

Adı Soyadı: Semih Tefvik ENGEZ
Ünvanı: Yrd. Doç. Dr.
İmzası:



ÜYE

Adı Soyadı: Filiz İÇİER

Ünvanı: Yrd. Doç. Dr.

İmzası:

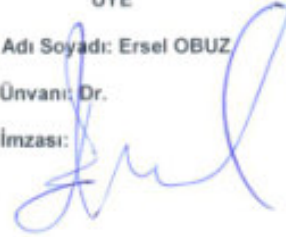


ÜYE

Adı Soyadı: Ersel OBUZ

Ünvanı: Dr.

İmzası:



İÇİNDEKİLER.....	I
ŞEKİL LİSTESİ.....	III
FOTOĞRAF LİSTESİ.....	III
RESİM LİSTESİ.....	III
TABLO LİSTESİ.....	IV
GRAFİK LİSTESİ.....	V
KISALTMALAR.....	VI
TEŞEKKÜR.....	VII
TÜRKÇE ÖZET.....	VIII
YABANCI DİLDE ÖZET (ABSTRACT).....	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	1
2.1. Kurutma İşlemi.....	1
2.2. Dondurma işlemi.....	3
2.3. Çözündürme İşlemi.....	5
2.4. Damlama Kaybı.....	6
2.5. Orta Nemli Et Mamülleri.....	7
2.6. Biltong ve Biltong Üretim Aşamaları.....	8
2.6.1. Biltong.....	8
2.6.2. Biltong üretim aşamaları.....	9
2.6.2.1. Et seçimi.....	9
2.6.2.2. Kürleme.....	10
2.6.2.3. Kurutma.....	12
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	15
3.1. Gereç.....	15
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Etlerin hazırlanması.....	15
3.2.2. Dondurma işlemi.....	15
3.2.3. Çözündürme işlemi ve damlama kaybı ölçümü.....	16
3.2.4. Biltong üretim aşamaları.....	16
3.2.5. Kurutma ve Kurumaya İlişkin Grafiklerin Çizilmesi.....	18
3.2.6. Analizler.....	20
3.2.6.1. pH Tayini.....	20
3.2.6.2. Nem tayini.....	20
3.2.6.3. Su aktivitesi tayini.....	20
3.2.6.4. Yağ tayini.....	20
3.2.6.5. Tuz tayini.....	21
3.2.6.6. Kül tayini.....	21
3.2.6.7. Tekstür analizi.....	22
3.2.6.8. Duyusal analiz.....	23
3.2.6.9. İstatistiksel Analiz.....	24
4. BULGULAR.....	24
4.1. Farklı hızda dondurma işleminin damlama kaybı miktarı üzerine etkisi.....	25
4.2. Kuruma Verilerinin Değerlendirilmesi.....	26

4.3. Farklı hızda dondurma ve farklı sıcaklıklarda kurutmanın renk üzerine etkisi.....	34
4.4.Farklı hızda dondurma ve farklı sıcaklıklarda kurutmanın sertlik üzerine etkisi	36
4.4.1. Duyusal test değerlendirmesi	36
4.4.2. TA-XT Tekstür Analiz cihazından alınan verilere göre değerlendirme	38
4.5. Farklı hızda dondurma ve farklı sıcaklıklarda kurutmanın çiğnenebilirlik üzerine etkisi.....	39
4.6. Farklı hızda dondurma ve farklı sıcaklıklarda kurutmanın sululuk üzerine etkisi.....	40
4.7. Hammadde ve son ürünlerin kimyasal ve fiziksel analiz bulguları.....	42
5. TARTIŞMA	44
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	46
7. KAYNAKLAR	47
8.EKLER.....	52

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1.1. Zamana karşı çizilen Serbest Nem İçeriği Eğrisi.....	2
Şekil 2.1.2. Kuruma Akısı Eğrisi	2
Şekil 2.2.1. Bazı Gıdalara ait Donma Noktaları.....	3
Şekil 2.2.2. İnce bir parça sığır etindeki buz kristali oluşumu ve donan su (%) miktarını gösteren donma eğrisi.....	4
Şekil 3.2.4.1. Biltong Kurutma Kabini.....	16

FOTOĞRAF LİSTESİ

Fotoğraf 2.6.2.3.1. Ticari Üretim için Tasarlanmış Kurutma Kabini	13
Fotoğraf 2.6.2.3.2. Bütün halinde kurutulan Biltong.....	14
Fotoğraf 2.6.2.3.3. Parçalara ayrılmış Biltong	14
Fotoğraf 2.6.2.3.4. Öğütülmüş / Toz Biltong	14
Fotoğraf 3.2.4.1. Çalışmada Kullanılan Kurutma Kabini.....	17
Fotoğraf 3.2.4.2. Kurutma Kabininin Üstten Görünümü (kapak).....	17
Fotoğraf 3.2.4.3. Kurutma Kabini İç Görünüm (askılar, ısıleş ve delikli ara yüzey).....	18
Fotoğraf 4.1. Çalışmada elde edilen Biltong örnekleri	24
Fotoğraf 4.2. Çalışmada elde edilen dilimlenmiş Biltong	25

RESİM LİSTESİ

Resim 2.6.2.1.1. Parçalama ile Sığırdan Elde Edilen Et Bölümleri	9
Resim 2.6.2.1.2. Sığır Karkasının Parçalanmasıyla Elde Edilen Et Bölümleri	10

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.2.6.8.1. Eti Tanımlayıcı Nitelikler ve Puanlamaları	23
Tablo 4.1.1. Farklı hızda dondurma işleminin damlama kaybı miktarı üzerine Etkisi.....	25
Tablo 4.3.1. Farklı Dondurma Yöntemlerinin Renk üzerine Etkisi.....	34
Tablo 4.3.2. Farklı Kurutma Yöntemlerinin Renk üzerine Etkisi.....	35
Tablo 4.3.3. Donma hızı * kurutma sıcaklığı interaksiyonunun Renk üzerine Etkisi	35
Tablo 4.4.1.1. Farklı Donma hızlarının sertlik üzerine etkisi	36
Tablo 4.4.1.2. Farklı Kurutma hızlarının sertlik üzerine etkisi	37
Tablo 4.4.1.3. Donma hızı * kurutma sıcaklığı interaksiyonunun Sertlik üzerindeki Etkisi.....	37
Tablo 4.4.2.1. Farklı uygulamalara tabi tutulmuş etlerin sertlik puanları.....	38
Tablo 4.5.1. Farklı uygulamalara tabi tutulmuş etlerin çiğnenebilirlik puanları.....	39
Tablo 4.6.1. Farklı uygulamalara tabi tutulmuş etlerin sululuk puanları.....	41
Tablo 4.6.2. Farklı kurutma yöntemlerinin Sululuk üzerine Etkisi.....	41
Tablo 4.7.1. Hammaddelere ait Yağ İçerikleri.....	42
Tablo 4.7.2. Hammadde ve son ürünlere ait nem, su aktivitesi, tuz ve kül değerleri	43

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 4.2.1. 28 °C'de kurutulan (1.tekrar) et parçalarına ait Serbest Nem - Zaman Grafiği.....	26
Grafik 4.2.2. 28 °C'de kurutulan (2.tekrar) et parçalarına ait Serbest Nem - Zaman Grafiği.....	26
Grafik 4.2.3. 28 °C'de kurutulan (3.tekrar) et parçalarına ait Serbest Nem - Zaman Grafiği.....	27
Grafik 4.2.4. 28 °C'de kurutulan (4.tekrar) et parçalarına ait Serbest Nem - Zaman Grafiği.....	27
Grafik 4.2.5. 42 °C'de kurutulan (1.tekrar) et parçalarına ait Serbest Nem - Zaman Grafiği.....	28
Grafik 4.2.6. 42 °C'de kurutulan (2.tekrar) et parçalarına ait Serbest Nem - Zaman Grafiği.....	28
Grafik 4.2.7. 42 °C'de kurutulan (3.tekrar) et parçalarına ait Serbest Nem - Zaman Grafiği.....	29
Grafik 4.2.8. 42 °C'de kurutulan (4.tekrar) et parçalarına ait Serbest Nem - Zaman Grafiği.....	29
Grafik 4.2.9. 28 °C'de kurutulan (1.tekrar) et parçalarına ait Kuruma Akısı - Serbest Nem Grafiği.....	30
Grafik 4.2.10. 28 °C'de kurutulan (2.tekrar) et parçalarına ait Kuruma Akısı - Serbest Nem Grafiği.....	30
Grafik 4.2.11. 28 °C'de kurutulan (3.tekrar) et parçalarına ait Kuruma Akısı - Serbest Nem Grafiği.....	31
Grafik 4.2.12. 28 °C'de kurutulan (4.tekrar) et parçalarına ait Kuruma Akısı - Serbest Nem Grafiği.....	31
Grafik 4.2.13. 42 °C'de kurutulan (1. tekrar) et parçalarına ait Kuruma Akısı - Serbest Nem Grafiği.....	32
Grafik 4.2.14. 42 °C'de kurutulan (2. tekrar) et parçalarına ait Kuruma Akısı - Serbest Nem Grafiği.....	32
Grafik 4.2.15. 42 °C'de kurutulan (3. tekrar) et parçalarına ait Kuruma Akısı - Serbest Nem Grafiği.....	33
Grafik 4.2.16. 42 °C'de kurutulan (4. tekrar) et parçalarına ait Kuruma Akısı - Serbest Nem Grafiği.....	33

KISALTMALAR

TERMİNOLOJİ

- A: Alan (m^2)
 a_w : Su aktivitesi
 D_R : Hacimdeki değişim oranı
R: Kuruma akısı ($kg\ su/ m^2 \cdot saat$)
V: Hacim (m^3)
W: Herhangi bir andaki ıslak katının ağırlığı (kg)
 W_s : Toplam katı miktarı (kg kurumadde)
X: Serbest nem içeriği ($kg\ su/kg\ KM$)
 X' : Denge nemi ($kg\ su/kg\ KM$)

YUNAN SEMBOLLERİ

- ρ : Yoğunluk ($kg\ m^{-3}$)
 ε : Porozite

TEŞEKKÜR

Sadece okul hayatımda değil, her zaman beni destekleyen ve her konuda bana yardımcı olan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Semih Tefvik Engez' e, tez çalışmam boyunca emek veren tüm arkadaşlarıma ve bugünlere gelebilmemi sağlayan, her zaman minnettar kalacağım aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

GÜNEY AFRİKA'NIN GELENEKSEL KURU ET ÜRÜNÜ 'BILTONG'UN ÜRETİMİNDE DAMLAMA KAYBININ, KURUTMA SÜRESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Çözündürme sonucu oluşan damlama kaybının, kurutma süresi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada, Güney Afrika'ya ait bir ürün olarak oldukça beğenilen, sığır veya av hayvanı eti kullanılarak elde edilen kurutulmuş et mamulü 'biltong'un üretimi gerçekleştirilmiştir.

Standart biltong üretiminde 1.5 cm kalınlığında, lif yönüne paralel şekilde kesilmiş et parçaları sirkede bekletilip, marine edildikten sonra kurutma kabinine alınmıştır. Kurutma kabinine alınan et parçalarının ağırlıkları, başlangıç ağırlıklarının %50'sine ulaştığında kurutma işlemine son verilmiştir.

Damlama kaybının kuruma süresine etkisini inceleyebilmek amacıyla bütün halindeki nuardan elde edilen et parçaları standart üretimin yanı sıra, yavaş (1.5 °C/saat) ve hızlı (2.5 °C/saat) dondurma işlemlerine tabi tutulmuşlardır. Mikrodalga fırında (360W) çözündürülen parçaların damlama kayıpları ölçüldükten sonra biltong standart üretim aşamaları uygulanmıştır.

Kurutma işlemi, kurutma kabininde, 28°C (±0.1°C) ve 42°C (±0.1°C) olmak üzere iki farklı sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir.

Hammaddede ve son üründe nem, su aktivitesi, yağ, tuz, kül tayinleri ile duyuşal ve tekstürel (renk, sertlik, çiğnenebilirlik, sululuk) analizler gerçekleştirilmiş, farklı donma hızlarının ve kurutma sıcaklıklarının etkisi incelenerek istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmanın sonunda, donma hızları, oluşan damlama kayıpları, kurutma sıcaklıkları, kaydedilen kuruma süreleri arasındaki ilişkiler ve bu değişkenlerin ürün kalitesine etkileri belirlenmiştir.

Farklı dondurma işlemlerine (yavaş/hızlı) tabi tutulmuş et parçalarına ait damlama kaybı miktarları karşılaştırıldığında, yavaş dondurma işleminin, hızlı dondurma işlemine göre daha fazla damlama kaybına yol açtığı görülmüştür.

Farklı uygulamalara tabi tutulmuş et parçalarına ait kuruma akısı (R)-serbest nem (X) grafikleri çizilerek değerlendirildiğinde, parçaların aynı kuruma eğilimini gösterdikleri, farklı uygulamaların kuruma aşamasında farklılık oluşturmadığı görülmüştür.

Duyuşal ve tekstürel analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, farklı hızlarda dondurulmuş et parçalarına ait renk farklılıklarının ve farklı sıcaklıklarda kurutulmuş et parçalarına ait renk, sertlik ve sululuk farklılıklarının önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında, 'donma hızı * kurutma sıcaklığı'nın et parçalarına ait renk ve duyuşal panel ile belirlenmiş sertlik özellikleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biltong, Donma Hızı, Kuruma Hızı, Dondurma İşlemi, Kurutma İşlemi

ABSTRACT

THE EFFECT OF DRIP LOSS ON DRYING TIME DURING THE PRODUCTION OF BILTONG- TRADITIONAL DRIED MEAT PRODUCT OF SOUTH AFRICA

To determine the effect of drip loss on drying time, the favourite dried meat product of South Africa - BILTONG (obtained from beef or game meat) was produced in this study.

In standard biltong production, meat slices (1.5 cm thick, cut parallel to the fiber direction) were put in vinegar, marinated and then, hung in the drying cabin. The drying process was stopped when the weight of dried meat slices reached the 50% of their initial weight.

In addition to standard production, the beef slices were frozen slowly (1.5 °C/h) and rapidly (2.5 °C/h) in order to analyse the effect of drip loss on drying time. After thawing by microwave oven (360W), the beef slices were weighed in order to determine the drip loss; and then they were subjected to the standard production steps.

Drying process was achieved in drying cabin by applying one of the two different drying temperature (28°C (±0.1°C) and 42°C (±0.1°C)).

Moisture, fat, salt, ash contents and water activity of the products were measured. The effect of different freezing rates and drying temperatures on the sensory and textural properties (colour, toughness, chewiness, juiciness) were statistically evaluated.

The relationships between freezing rates, drip losses, drying temperatures and drying times were established and the effects of these parameters on final product quality were determined.

When drip loss amount belonging to beef slices frozen by two different freezing rates were compared, the amount of drip loss was more in slow freezing than that of drip loss in rapid freezing.

When the graphs for drying flux (R) and free moisture (X) were drawn, the drying curves were similar.

When sensory and textural properties were statistically evaluated, the different freezing rates caused an important difference on the colour and the different drying temperatures caused an important difference on the colour, toughness, juiciness. 'Freezing rate * Drying temperature' had an important effect on the colour and toughness of beef slices.

Key Words: Biltong, Freezing Rate, Drying Rate, Freezing, Drying.

1. GİRİŞ

Gıdaları korumada uygulanan en eski yöntemlerden biri, gıdalardaki su aktivitesi değerinin, mikrobiyal gelişimin gerçekleşemeyeceği seviyeye düşürülmesidir (1). Buna bağlı olarak, kurutma işleminin, gıdaların korunmasında ideal bir yöntem olabileceği belirtilmiştir (2).

Günümüzde, gıdalardan aşırı miktarda suyun uzaklaştırılmasının yerine, en az miktarda su uzaklaştırılmasıyla elde edilebilecek dayanıklı gıda ürünlerinin geliştirilmesi için çalışılmaktadır. İşte bu noktada, 'orta nemli gıda ürünleri' kavramı ortaya çıkmaktadır (2).

Su aktivitesi değerleri ($a_w = 0.60-0.90$) göz önünde bulundurulduğunda, orta nemli gıda grubuna dahil olan biltong, Güney Afrika'ya ait bir ürün olarak oldukça beğenilen, sığır veya av hayvanı eti kullanılarak elde edilen kurutulmuş et mamulüdür (3,4).

Bu çalışmada, et parçalarının bir bölümü direkt olarak biltong standart üretim aşamalarına tabi tutulmuşken, diğer bir bölümü de çözündürme sonucu oluşan damlama kaybının, kurutma süresi üzerine etkisini belirlemek amacıyla biltong standart üretim aşamalarından önce yavaş ve hızlı dondurma işlemlerine tabi tutulmuşlardır.

Çalışmanın sonunda, donma hızları, oluşan damlama kayıpları, kurutma sıcaklıkları, kaydedilen kuruma süreleri arasındaki ilişkiler ve bu değişkenlerin ürün kalitesine etkileri belirlenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

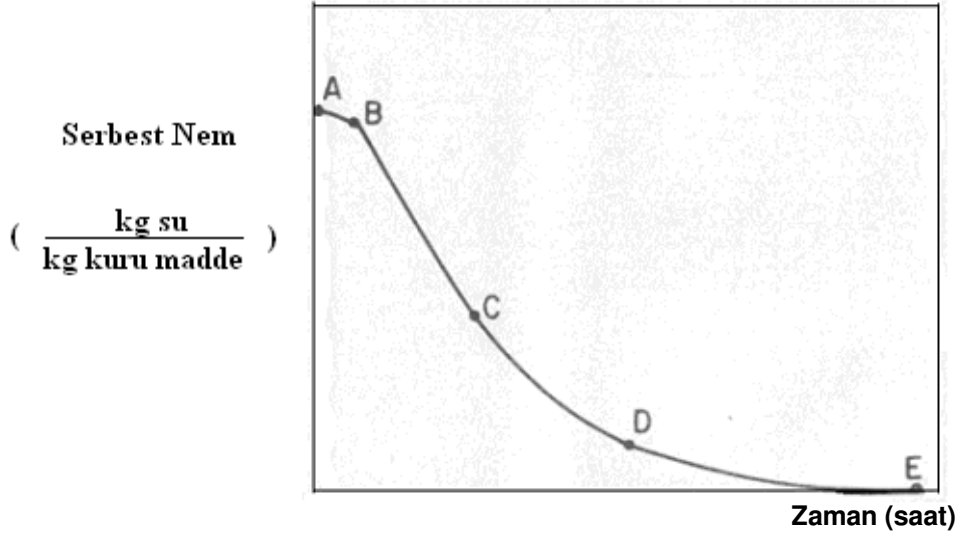
2.1. Kurutma İşlemi

Gıdaların birçoğu, ağırlıklarının %20-50'si kadar nem içerirler ve 0.95- 1.0 arasında su aktivitesi değerlerine sahiptirler. Bu durumda sudaki çözünmüş maddelerin konsantrasyonu, mikrobiyal ve biyokimyasal aktiviteyi engellemek için yeterli değildir (5).

Kurutma işlemi ile, gıdanın nem içeriği istenilen seviyeye düşürülebilmektedir. Bu nedenle, gıdaların korunmasında çok eski zamanlardan beri kullanılan ideal bir yöntemdir (2).

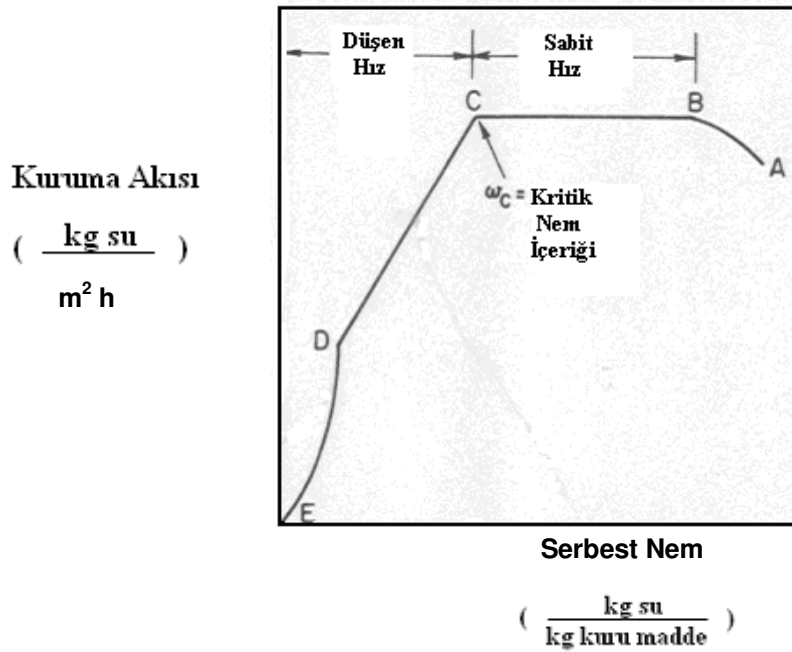
Kuruma hızı eğrisi, genellikle bir kurutma kabini yada bir boru içinde askıda bekletilen nemli bir örneğin, hava akımına maruz bırakılması ile kaydedilen nem içeriği verilerinin kullanılmasıyla oluşturulmaktadır. Örneğin kurutulmasında kullanılan hava akımı, sabit sıcaklık, sabit nem, sabit hız ve sabit akım yönüne sahip olmalıdır. Örneğin ağırlığı, zamanın bir fonksiyonu olarak devamlı kaydedilmektedir. Bu veriler, kuru temelde nem içeriğinin hesaplanabilmesini sağlamaktadır. Kuru temelde nem içeriği değerleri ve denge nemi değerlerinden yararlanılarak serbest nem içeriği değerleri hesaplanabilmektedir.

Şekil 2.1.1'de zamana karşı serbest nem içeriği değerlerine ait eğri görülmektedir:



Şekil 2.1.1. Zamana karşı çizilen Serbest Nem İçeriği Eğrisi (6).

* Heldman ve Singh, 1981'den adapte edilmiştir.



Şekil 2.1.2. Kuruma Akısı Eğrisi (6).

* Heldman ve Singh, 1981'den adapte edilmiştir.

Şekil 2.1.2.'de görülen kuruma akısı eğrisinde 'AB' ısınma periyodunu, 'BC' sabit hız periyodunu, 'CE' ise düşen hız periyodunu göstermektedir. Sabit hızdan, düşen hıza geçilen C noktasındaki nem içeriği 'kritik nem içeriği' olarak adlandırılmaktadır. Kritik nem içeriği, kurutulan ürünün karakteristik niteliklerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Düşen hız periyodu, ilk düşen hız (CD) ve ikinci düşen hız (DE) periyodu olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır (6).

2.2. Dondurma işlemi

Dondurma işleminin, gıdalar için bir muhafaza yöntemi olarak kullanılması çok uzun bir geçmişe dayanmaktadır. İlk defa 1755 yılında İskoçyalı profesör William Cullen tarafından buz üretebilen küçük ölçekli bir makine yapılmış, sonraki 100 yıl içerisinde de bir çok mucit tarafından bu tür makineler geliştirilmiştir. Dondurma işleminin ticari anlamda bir muhafaza yöntemi olarak kullanılması ise 1870'lerin sonlarına rastlamaktadır (7).

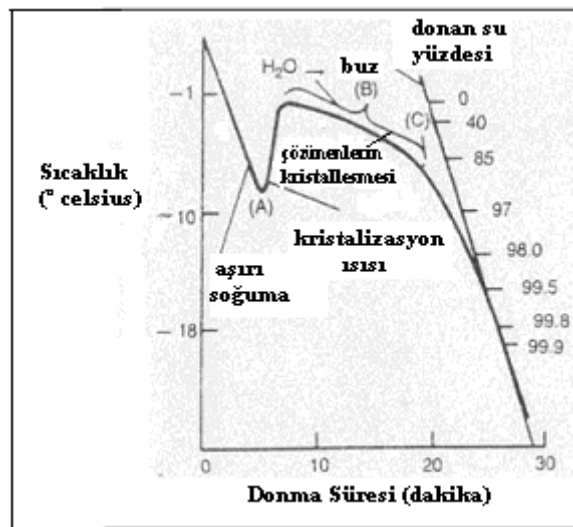
Canlı hücreler, kendi ağırlıklarının genellikle 2/3'ü kadar yada daha fazla miktarda su içermektedirler. Bir sıvının donma noktası, katı ve sıvı fazlarının dengede olduğu sıcaklıktır. Saf çözücünün buhar basıncından daha düşük buhar basıncına sahip bir çözelti, normal donma noktasında katı çözücü ile dengede olmayacaktır. Sistem, çözeltinin ve katı çözücünün aynı buhar basıncına sahip olduğu sıcaklığa kadar soğutulmalıdır. Bir çözeltinin donma noktası, saf çözücünün donma noktasından daha düşüktür. Gıdalar yapılarında çözelti halinde bir çok organik ve inorganik maddeyi barındırdıkları için, donma noktaları da, saf çözücünün donma noktasından daha düşüktür. Gıdalardan bazılarının donma noktaları Şekil 2.2.1'de verilmiştir:

SICAKLIK °C.	GIDA MADDESİ
0	su
-0.6	bezelye
-1.1	havuç
-1.7	kırmızı et
-2.2	balık
-2.8	kuzu eti
-3.3	
-3.9	muz
-4.4	
-5.0	
-5.6	
-6.1	
-6.7	ceviz
-7.2	
-7.8	
-8.3	yer fıstığı
-8.9	

Şekil 2.2.1. Bazı Gıdalara ait Donma Noktaları (8)

* Desrosier, 1977 ' den adapte edilmiştir.

Su, buz kristali yapmak için çekildikçe, çözünmüş maddelerin konsantrasyonu artmaktadır. Konsantrasyondaki bu artış nedeniyle, suyun büyük bir bölümü donmadan önce sıcaklığın -5 °C civarına düşmesi gerekmektedir. Bu sıcaklıkta bile, gıda bünyesinde donmamış su bulunabilmekte ve bu donmamış suyun miktarı başlangıçtaki su miktarının %20 sine kadar ulaşabilmektedir. Buz kristali oluşumu sonlandığında (-30 °C/-22 °F civarında), gıda hızlı bir şekilde soğur (8).



Şekil 2.2.2. İnce bir parça sığır etindeki buz kristali oluşumu ve donan su (%) miktarını gösteren donma eğrisi (6).

* Heldman ve Singh, 1981'den adapte edilmiştir.

Çiğ et, içersindeki çözünmüş maddelere bağlı olarak, yaklaşık -2 °C (28 °F)' de donmaya başlamaktadır. Şekil 2.2.2.'de görüldüğü gibi, -5 °C 'de dondurulabilir suyun yaklaşık %80'i, -30 °C (-22 °F)'de ise %90'ı donmaktadır (6).

Gıdaların dondurulmasında dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri donma hızıdır. Kaynaklar incelendiğinde, donma hızı kavramına ait çeşitli tanımlamaların olduğu görülmektedir. Bu tanımlamalardan en sık kullanılanlar aşağıda belirtilmiştir (7):

- Yüzey ile ısı merkez arasındaki minimum uzaklığın, yüzey sıcaklığının 0 °C olduğu an ile, termal merkez sıcaklığının ilk buz oluşumunun gözlemlendiği sıcaklıktan 10 °C daha düşük olduğu an arasında geçen süreye oranıdır (International Institute of Refrigeration, 1993).
- Gıdanın ilk ve son sıcaklıkları arasındaki farkın donma süresine bölünmesiyle elde edilen değerdir (°C/h).

Donma hızı, donma sırasında oluşan buzun hareket etme hızıyla (cm/h) da hesaplanabilmektedir (7).

Dunker ve Hankins (1953), donma hızının, etin yapısında bulunan bileşenlerden etkilendiğini belirtmişlerdir. Örneğin, Ramsbottom, Goeser ve Strandine (1950)'in etin donma süresi üzerine yaptıkları çalışmalar sonucu, yağ içeriği yüksek olan etin, yağ içeriği düşük olan ete göre daha çabuk donduğu ortaya çıkmıştır (11).

Yavaş donma ile:

- Buz kristalleri hücre dışında oluşmaktadır.
- Oluşan buz kristalleri büyüktür.
- Donmamış kısımda artan çözünmüş madde konsantrasyonu nedeniyle, hücre içindeki su ozmotik olarak yarı geçirgen hücre zarlarına (dış yüzeye) doğru çekilir (12,13, 14). Bu nedenle, yer değiştiren su miktarı maksimumdur; liflerin büzüştüğü açıkça görülür hatta miyofibril duvarlarında çatlamalar görülebilir.

- Yavaş donmuş ürün çözündürülürken oluşan damlama kaybı, hızlı donmuş ürün çözündürülürken oluşan damlama kaybına oranla çok daha fazladır.

- Fazla su kaybından ötürü, kalitesi düşük gıda elde edilir.

Hızlı donma ile:

- Buz kristalleri hücre dışında ve (çoğunlukla) içinde oluşmaktadır.
- Hücre sıvısı olduğu yerde kalır ve hücrenin her yerine düzgün bir şekilde dağılmış küçük kristaller halinde donmaya başlar.

- Buz kristali miktarı fazladır.

- Yer değiştiren su miktarı minimumdur.

- Hızlı donmuş ürün çözündürülürken oluşan damlama kaybı, yavaş donmuş ürün çözündürülürken oluşan damlama kaybına oranla çok daha azdır. Bu nedenle yavaş donmaya göre daha yüksek kalitede gıda elde edilir (12,13, 14).

Dondurma ve sonrasında depolama sırasında meydana gelen 'büzüşme'nin derecesini, dondurucunun sıcaklığı, etin nem içeriği ve etin bulunduğu yerde hava akımına karşı korumalı olup olmaması belirlemektedir. Büzüşme, nem kaybından ileri gelmekte ve nem içeriği ne kadar fazla olursa, büzüşme de o kadar artmaktadır (11).

2.3. Çözündürme İşlemi

Çözündürme işleminin, dondurma işleminin zıttı olarak nitelendirilmesi yanlıştır. Bu durumu kanıtlayan en iyi örnek, nişasta jelinin - 80°C'den +80°C'ye çözündürülmesi sırasında geçen sürenin, ilk sıcaklığı +80°C olan aynı jelin son sıcaklığının - 80°C'ye ulaşması sırasında geçen sürenin üç-dört katı kadar uzun olduğunun belirlenmesidir. Sürelerdeki farklılık, suya ve buza ait termal özelliklerin farklılığından kaynaklanmaktadır. Su, buza göre daha yüksek ısı kapasiteye

sahip olmasına rağmen, daha düşük bir ısı iletkenliğe, dolayısıyla daha düşük ısı difüziviteye sahiptir. Bu sebeple çözündürme sırasında yalıtım işlevi görmektedir. Sonuç olarak, çözündürme sırasında iç sıcaklık süratle -5°C civarına yükselir ve uzunca bir süre bu sıcaklığa yakın değerlerde kalır. Bu arada, yüzeyde de erime başlar. Önemli olan, ürünün karakteristik özellikleri değiştirilemeyeceğinden, ürün yüzeyindeki ısı aktarımının en yüksek düzeyde gerçekleşmesini sağlayabilmektir (15).

Isı transferi ile eş zamanlı olarak meydana gelen damlama ve buharlaşma kayıplarını, mikrobiyal gelişimi ve bozulma reaksiyonlarını en aza indirmek amacıyla çözündürme koşullarının uygun bir şekilde tasarlanması gerekmektedir (16).

2.4. Damlama Kaybı

Donmuş ette meydana gelen makroskopik etkilerin en önemli nedenleri, buzun donmuş dokuda neden olduğu yapı, oluşan kristallerin büyüklüğü ve bu kristallerin iç ya da dış hücrelerdeki dağılımlarıdır. Bu makroskopik etkiler, etin su tutma kapasitesinde, tekstüründe ve yüzey renginde meydana gelen değişimleri kapsamaktadır. Kasın su tutma kapasitesinde meydana gelen değişim, bu etkilerden en önemlisidir (16).

Su tutma kapasitesi, çözündürme sonunda etten uzaklaşan suyun (damlama kaybı) miktarı göz önünde bulundurularak ölçülmektedir (16). Çözündürme sırasında oluşan bu süzüntü, protein, peptit, aminoasit, laktik asit, pürin, B kompleksi vitaminler ve çeşitli tuzlar içermektedir. Süzüntü ile uzaklaşan bu bileşiklerin miktarı, donma nedeniyle hücrede meydana gelen bozulmanın derecesine bağlıdır (12).

Su tutma kapasitesi:

- Etin cinsi
- Kas tipi
- Olgunlaştırma koşulları, pH değeri
- Kesilen parçanın alan/hacim oranı
- Donma hızı
- Depolama koşulları
- Çözündürme hızı gibi faktörlere bağlıdır (16, 17).

Donma veya çözündürme sırasında meydana gelen sızıntıdaki (damlama kaybındaki) artışın nedeni, birçok farklı mekanizmaya dayandırılmıştır. Burada göz önünde bulundurulması gereken nokta, oluşan buz kristallerinin hücre içinde mi yoksa hücre dışında mı oluştuğunun belirlenmesidir. Hücre içi kristal oluşumuna bağlı olarak ortaya çıkan hasarlar hakkında, kimyasal ve mekaniksel yorumlamalar yapılmıştır. Kimyasal hasar, hücre içi kristal oluşumu sırasında çözünmüş maddelere ait konsantrasyonun artmasıyla ilgilidir. Konsantrasyon artışı,

kolloidal sistemlerde düzensizlik, aktomiyosin ve diğer hücre içi proteinlerde denaturasyon, yapısal su ve protein arasındaki dengede bozulma ve sarkolemmanın geçirgenliğinde değişim gibi durumlara neden olmaktadır.

Damlama kaybı miktarını belirleyen ana faktörler, donma hızı ve bunun sonucunda oluşan buz kristallerinin büyüklüğüdür (12).

Donma hızının, su tutma kapasitesi üzerine etkisini incelemek amacıyla oldukça fazla çalışma yapılmıştır; fakat bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar birbiriyle çelişmektedir (16). Bu çalışmalardan bazıları aşağıda belirtilmektedir (18):

- 1926'da Cook ve ark., donma hızının süzüntü kaybı üzerine etkisinin, sadece parçanın yüzeyi/hacmi oranının çok büyük olduğu durumlarda etkisi olduğunu belirtmiştir.

- Moran&Hale (1932), Ramsbottom&Koonz (1939) ve Hiner ve ark.(1945) süzüntü kaybı miktarının dondurma koşullarına değil, depolama koşullarına bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

- Bailey (1972) ve Penny (1974) ise hızlı yada yavaş dondurmanın, süzüntü kaybı miktarı üzerinde bir fark yaratmadığını belirtmişlerdir.

Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde, elde edilen sonuçlardaki çelişkinin, kullanılan et parçaları içerisindeki farklı konumlara ait ısı farklılıklarının hesaba katılmamış olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (16).

2.5. Orta Nemli Et Mamülleri

Kurutulmuş gıdalar, suyun bir kısmının uzaklaştırılması sonucu meydana gelen ağırlık azalması sayesinde taşıma kolaylığı yaratmaları ve uzun süre depolanabilir özellik kazanmaları sayesinde avantaj sağlamaktadırlar. Fakat uzun depolama süreleri sonunda, gıda bileşenleri arasında meydana gelen kimyasal değişimlere bağlı olarak bozulmalar görülmektedir. Bu bozulmalar, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları başlığı altında incelenebilmektedir. Bu bozulma sonucu, sadece renkte değil, aroma maddelerinde de olumsuz yönde bir değişim, bunun yanında besleyicilik değerinde de bir azalma görülebilmektedir. Enzimatik olmayan esmerleşme, buna neden olan bileşiklerin (şeker vb.) uzaklaştırılması, sülfite eklenmesi ve daha düşük nem seviyelerine kadar kurutma işlemi uygulanmasıyla önlenmektedir. Ne yazık ki, daha düşük nem seviyelerine kadar kurutma enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını engellemesine rağmen, gıdanın oksidasyona karşı hassasiyetini artırarak bir başka probleme neden olabilmektedir (2).

Günümüzde, mikrobiyal bozulmanın önüne geçebilmek için, gıdadan aşırı miktarda suyun uzaklaştırılmasının yerine, en az miktarda su uzaklaştırılmasıyla elde edilebilecek dayanıklı gıda ürünlerinin geliştirilmesi için çalışılmaktadır. İşte bu noktada da, 'orta nemli gıda ürünleri' kavramı ortaya çıkmaktadır (2).

Su aktivitesi değerleri açısından gıdaları, yüksek nemli ($a_w = 0.90 - 1.0$), orta nemli ($a_w = 0.60 - 0.90$) ve düşük nemli ($a_w = 0.00-0.60$) olmak üzere üç gruba ayırmak mümkündür (3).

Orta nemli gıdalar soğutulmadan depolanabilmektedir (4). Uzun süre mikrobiyal stabilitelerini koruyabilmeleri ve düşük enerji maliyetlerine bağlı olarak daha ekonomik olmaları nedeniyle dondurulmuş ürünlere alternatif olarak gösterilebilmektedirler (19). Ayrıca kolayca hazırlanabilmeleri ve pahalı ambalajlama gerektirmemeleri sayesinde, gelişmekte olan ülkeler için büyük avantaj sağlamaktadırlar (4).

Güney Afrika'ya ait bir lezzet olan biltong, orta nemli bir et mamulü olarak nitelendirilse de, yüksek nem içeriğine (nem miktarı $>40\%$, $a_w = 0.85-0.93$) sahip olanlarının tüketiciler tarafından daha çok beğenildiği görülmektedir (20, 21).

Genellikle iklimin sıcak ve soğutmanın pahalı olduğu yerlerde üretilen diğer geleneksel orta nemli et ürünlerinden bazıları, yabancı kaynaklarda yer alan isimleriyle aşağıda verilmiştir (22, 23):

- Country-cured Hams : Avrupa, Kuzey Amerika
- Salami; Fermented sausage: Avrupa
- Brhdauerwurst; Speckwurst: Almanya
- Bndnerfleisch: İsviçre
- Pastırma: Türkiye ve Mısır
- Kilishi: Kuzey Afrika
- Khundi: Batı Afrika
- Quanta: Doğu Afrika
- Jerky; Pemmican: Kuzey Amerika
- Carne de Sol: Güney Amerika
- Charqui, Cecina, Salchichon: Latin Amerika
- Lup Cheong (La Zang), Tsusou Gan, Njorsou Gan, Sou Song, Zousoon: in
- Dendeng Giling: Endonezya

2.6. Biltong ve Biltong retim Aşamaları

2.6.1. Biltong

Felemenkçe kökenli bir kelime olan biltong, 'kalça' anlamına gelen 'BIL' ve 'şerit' anlamına gelen 'TONG' kelimelerinin birleşmesiyle oluşmuştur (24). Biltong, Güney Afrika'ya ait bir ürün olarak oldukça beğenilen, sığır veya av hayvanı eti kullanılarak elde edilen kurutulmuş et mamuldr (4).

Birçok ülkede benzer ürünlere rastlamak mümkündür. Kurutulmuş etin, çerez olarak tüketime sunulması ilk olarak Amerika'da görülmüş ve bu tür etler 'jerky' olarak adlandırılmıştır. Bu nedenle 'kurutulmuş et' dendiğinde genellikle akla 'jerky' kelimesi gelmektedir. Fakat zaman içinde hammadde olarak farklı etlerin kullanılması, karışımlara farklı baharatların ve katkı maddelerinin katılması, farklı teknik prosedürlerin uygulanması sayesinde, hepsi farklı özelliklere sahip kurutulmuş et çeşitleri ortaya çıkmış ve bu çeşitler kendine ait isimlerle anılmaya başlanmıştır. Örneğin, Kuzey Amerika'ya özgü et mamülü 'beef jerky' ile biltong arasındaki en önemli bir fark, beef jerky üretiminde yer alan tütsüleme işleminin, biltong üretiminde bulunmamasıdır (25).

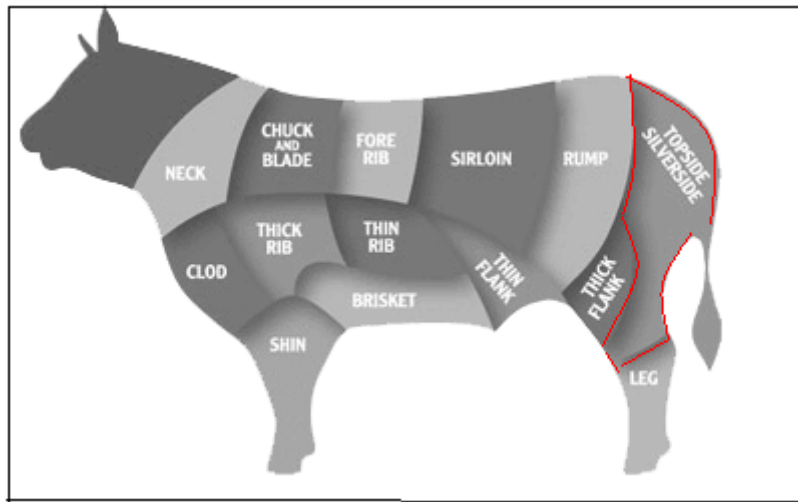
Van den Heever (1970) tarafından 70 biltong örneği üzerinde yapılan çalışma sonucu, biltongun ortalama nem içeriği %25, tuz içeriği %6.6, su aktivitesi değeri 0.74 olarak belirlenmiştir. Van der Riet (1976) tarafından 20 biltong örneği üzerinde yapılan çalışma sonucu ise, biltongun ortalama nem içeriği %23, tuz içeriği %5.6, su aktivitesi değeri 0.70 olarak belirlenmiştir. (22)

2.6.2. Biltong üretim aşamaları

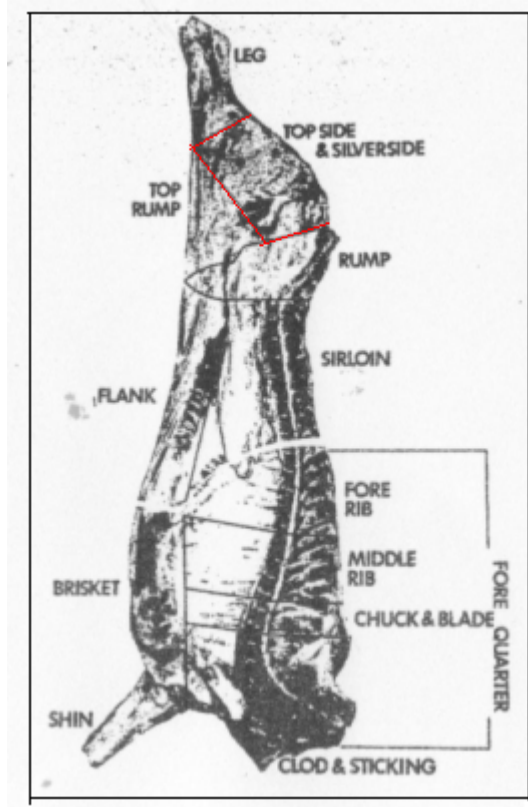
2.6.2.1. Et seçimi

Biltong üretimi için karkastaki çoğu kas kullanılabilmektedir. Kullanılan etler hayvanın yağ içeriği az olan bölümlerinden elde edilmektedir (2).

Yabancı kaynaklar incelendiğinde, sığır etinden biltong üretiminde genellikle Silverside, Topside ve Eye of Round olarak adlandırılan parçaların kullanıldığı görülmektedir (24, 25, 26). Bu parçalar, Resim 2.6.2.1.1. ve Resim 2.6.2.1.2. 'de kırmızı çizgi ile belirtilmiştir (27, 28):



Resim 2.6.2.1.1. Parçalama ile Sığırdan Elde Edilen Et Bölümleri



Resim 2.6.2.1.2. Sığır Karkasının Parçalanmasıyla Elde Edilen Et Bölümleri

2.6.2.2. Kütleme

Et, liflere paralel olarak kesilmiş uzun şeritler halinde tuzlu suya yatırılır ya da genellikle kuru halde tuzlanır (4).

Tuzun et ürünlerindeki işlevleri şu şekilde özetlenebilir (29):

- Antimikrobiyal etkiye sahiptir. Ürün içerisinde ozmotik basıncı yükselterek, ortamda bulunan oksijenin çözünürlüğünü ve bakteriyel proteolitik enzimlerin aktivitesini sınırlayarak mikroorganizmalar üzerinde bakteriyostatik etki yapar. Ayrıca klorür (Cl) iyonlarının bakteriler üzerinde toksik etkisi de vardır.
- Ürüne lezzet ve aroma kazandırır.
- Ete gevrek bir yapı kazandırır.
- Tuz, proteinlerin daha fazla suyu bağlamasına neden olarak etin su tutma kapasitesini ve proteinlerin çözünürlüklerini arttırmaktadır.

Tuz, etteki su aktivitesini düşürerek, mikroorganizma gelişimini azaltmaktadır. (30). Genellikle, et ürünlerinde %2-3 oranında bulunacak şekilde ayarlanmasına rağmen, bu oran %1,5 ile %5 arasında da değişebilmektedir (31). Fazla miktarda tuzlanmış olan etler, soğuk ve kuru yerlerde saklanmaları durumunda 2-3 ay kadar tüketilebilir niteliklerini korurlar.

Fakat genelde etler az tuzlanarak, vakum ambalajlarda ve/veya soğukta tutularak muhafaza edilirler (32). Kürlenmiş etlerde eklenecek tuz miktarını etkileyen en önemli faktörlerden biri de, tuzun kattığı lezzetin kabul edilebilir düzeyde olmasıdır. Eğer kürlemeden sonra, etteki tuz konsantrasyonu çok yüksek ($> \%6$) yada çok düşük ($< \%2$) ise, etin sahip olduğu lezzet bir çok tüketici tarafından kabul görmeyecektir (32).

Ete tuz eklenmesi, etin pH değerini ayarlamamakta; fakat et proteinlerine ait izoelektrik noktalarının pozisyonlarına etki etmektedir. Hamm (1973)'e göre bu etki, eklenen tuz konsantrasyonu $\%2$ olduğunda pH değerinde bir birimlik düşme şeklinde olmaktadır. Böylece tuz, et proteinlerinin su tutma kapasitelerini yüksek pH değerlerinde, düşük pH değerlerindeki gibi daha fark edilir şekilde artırmaktadır (33).

Kuru halde tuzlamanın en basit şekli, bütün haldeki etin yada et parçalarının yüzeyine öncelikle sodyum nitrat veya potasyum nitrat püskürtülmesi, sonrasında ise etlerin kuru tuz yığınının içine bırakılmasıdır. Çoğu zaman başlangıçta, kontaminasyon et yüzeyinde gerçekleştiği için, bu işlem genelde başarılı olmaktadır. Fakat bazı ürünlerde (jambon vb.) kemikten dış kısımlara doğru gelişen iç enfeksiyon nedeniyle, iç kısımlarda bozulmaların meydana geldiği de görülmektedir (32).

Kürlemede önemli olan nokta, tuz ve sodyum nitrat veya potasyum nitratın en kısa sürede etin içine işlenmesini sağlamaktır. Nüfuz süresinin daha da kısaltılmasını sağlamak için, yöntem modifiye edilmiştir. Bu yeni yöntemde, tuz ve sodyum nitrat veya potasyum nitratın oluşan çözelti iğne kullanılarak etlere enjekte edilir; böylece çözeltinin kısa sürede kas içlerine kadar nüfuz etmesi sağlanır (32).

Kuru halde tuzlamadan sonra etler, içinde şeker, sirke (genellikle elma sirkesi), karabiber, kişniş ve tercihen diğer baharatların da bulunduğu karışımın içine yatırılırlar (4).

Baharatlar, içerdikleri antimikrobiyal maddeler, eterik yağlar, aromatik bileşikler ve diğer maddeler nedeniyle ürünün rengi, dayanıklılığı, lezzeti, sindirilebilirlik yeteneği üzerinde etkili olmaktadır. Örneğin, sarımsak, yenibahar, biberiye ve kişnişin antimikrobiyel, kırmızı biberin ise askorbik asit içerdiğinden antioksidan özelliği vardır (29).

Bazen bu karışıma nitrat, nitrit ve tercihen diğer koruyucular (borik asit, pimarisin, potasyum sorbat) da eklenebilmektedir (4).

Kürlemede çoğunlukla lezzeti arttırmak amacıyla kullanılan şekerin, lezzet üzerine olumlu etkisinin yanında, önemli ölçüde bakteriyostatik etkiye de sahip olduğu bilinmektedir. Üründe uygun görülen konsantrasyonu $\% 0.6$ dır (32).

Biltong üretiminde genellikle elma sirkesi kullanılmaktadır. Elma sirkesi, elma şirasından elde edilmektedir. Asetik asit içeriğinin en az $\% 5.5$ düzeyinde olduğu belirtilmektedir (34).

Tuz, nitrit ve pH arasında, bakteri gelişimini azaltmaya yönelik kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişki tam olarak çözülememiş olsa da, tuz ve nitrit konsantrasyonunun

artması ve pH değerinin düşmesiyle mikroorganizma gelişimi üzerindeki etkileri artmaktadır (32).

Kürlemede nitritin üstlendiği en belirgin rol, bahsedilen diğer faktörlerle birlikte insanlarda botulizme neden olan *Clostridium botulinum*'un gelişimini engellemesidir. Ticari koşullar altında, *Clostridium botulinum*'un vejetatif hücrelerinin gelişimini engelleyebilmek için, en az 100 mg/kg nitrit kullanılması gerekmektedir. Pişirilmeyen kürlenmiş etlerde, pH değerindeki her bir birimlik düşüşte nitritin etkisi on kat artmaktadır. Bu etkiyi yaratanın, başlangıçta eklenen ya da depolama sürecindeki herhangi bir zamanda var olan nitrite ait olduğu belirtilmiştir; fakat ikisi arasında hangisinin kesin bir etkiye sahip olduğu konusunda sonuca ulaşılammıştır. Yine de, pişirilmeyen kürlenmiş etler için, başlangıçta en az 100 mg/kg sodyum nitrit eklenmesi önerilmektedir (32).

Nitrit ya da nitrat, renk stabilitesini sağlamak için de kullanılabilir (22). Bunun yanında, lezzet ve aroma üzerine de etkilidirler (29).

Eklenen nitrat miktarı ve sonucunda oluşacak nitrit miktarı arasındaki dengeyi kurmak problem yaratabilmektedir. Bu sebeple, kürlemede nitrata yer verilmemesi, herhangi bir aşamada, eklenen miktardan daha fazla nitritin meydana gelmesi riskini ortadan kaldırması açısından büyük bir avantajdır; fakat nitratın kürden çıkarılması durumunda, başlangıçta küre eklenen nitrit miktarının üretimden dağıtıma kadar tüm aşamalarda kontrollü bir şekilde izlenmesi gerekliliği göz ardı edilmemelidir (32).

Güney Afrika'da yapılmış olan düzenlemelere göre, maya gelişimini önlemek için %0.1 potasyum sorbat kullanımına izin verilmektedir (22).

Tuzlanan ve sonrasında içinde şeker, sirke, karabiber, kişniş ve tercihen diğer baharatların da bulunduğu karışımın içine yatırılan etlerin bu karışımı çekebilme yetenekleri, etin pH değerine, içerdiği bağ doku ve yağ miktarına, parçanın büyüklüğüne, tuz konsantrasyonuna, karışımda kalış süresine, karışımın ve ortamın sıcaklığına göre değişmektedir (29).

Biltong üretiminde etler, karışımın (kaya tuzu, karabiber, esmer şeker, dövülmüş kişniş) içinde birkaç saat bekletildikten sonra sirkeli sıcak suya batırılırlar.

2.6.2.3. Kurutma

Sirkeli sıcak sudan çıkarılan etler kancalara takıldıktan sonra kurumaları için 1-2 hafta açık havada bırakılırlar yada kurutma kabininde kurutulurlar (4). Kurutma kabinleri, kaynaklarda verilmiş olan talimatlardan yararlanılarak kolaylıkla yapılabilmektedir (24).

Sirkeli sıcak sudan çıkarılan etler, kancalara takıldıktan sonra kabindeki askılara asılırlar. Kurutma işlemi için gerekli olan ısı, ahşap kabinin tabanında bulunan ampulle sağlanmaktadır. Ampulün gücü, ortam sıcaklığına bağlı olarak istenilen sıcaklığa ulaşılmasını sağlayacak şekilde seçilmektedir. Kabinin yan yüzeylerinde, üst bölümünde ve ara kademesinde açılan delikler

sayesinde, kabin içersinde hava sirkülasyonu sağlanmaktadır. Ara kademeye yerleştirilen delikli parça, etlerden damlayabilecek suyun, elektrik sistemine ulaşmasını engellemektedir.

Fazla miktarda üretim yapılması isteniyorsa, ticari üretim için tasarlanmış kurutma kabinleri de mevcuttur (25):



Fotoğraf 2.6.2.3.1. Ticari Üretim için Tasarlanmış Kurutma Kabini

Kuruma hızı, kurutma işleminin yapıldığı ortamın ve kurutulan gıdanın özelliklerine bağlıdır. Kurutma işleminin yapıldığı ortama ait özellikler ortamdaki hava sirkülasyonu, ortamın bağıl nemi ve sıcaklığıdır (33). Çalışmada kullanılan kurutma kabininde hava sirkülasyonu kabine yerleştirilmiş olan fanlarla, sıcaklık kontrolü ise ısıleşler ve termostat kullanımıyla sağlanmıştır. Kabine ait detaylı bilgilere 'gereç ve yöntem' bölümünde yer verilmiştir. Kurutulan gıdaya (ete) ait özellikler ise, etin pH değeri, yağ içeriği, içerdiği yağın doymamışlık derecesi ve parça büyüklüğüdür (33).

Biltong üretiminde genellikle, kurutma kabinine alınan et parçalarının ağırlıkları, başlangıç ağırlıklarının %50'sine ulaştığında kurutma işlemine son verilmektedir (24).

Elde edilen biltong şeritler halinde, parçalara ayrılmış olarak ve öğütülmüş/toz halinde satılmaktadır (4, 25, 35):



Fotoğraf 2.6.2.3.2. Bütün Halinde Kurutulan Biltong



Fotoğraf 2.6.2.3.3. Parçalara Ayrılmış Biltong



Fotoğraf 2.6.2.3.4. Öğütülmüş / Toz Biltong

Genelde biltong, üretim sırasında veya tüketim öncesi bir ısıtma işlemine tabi tutulmamaktadır; bu nedenle çiğ olarak tüketilmektedir (4).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

Çalışmada, kesimden sonra +4°C'de 24 saat bekletilip, 24 saatten sonra da 3 gün boyunca -1°C'de depolanan 18 aylık danadan elde edilen nuar kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Etlerin hazırlanması

Kasaptan bütün halinde alınan nuar, öncelikle bıçak yardımıyla liflere dik olacak şekilde ikiye ayrıldıktan sonra liflere paralel olacak şekilde, dilimleme makinası (General Machines, Cassano Magnago VA, İtalya) yardımıyla 1.5 cm kalınlığındaki altı parçaya ayrılmıştır. Bu parçalardan dondurma işlemi uygulanacak olanların merkezine ısıleşler yerleştirilmiştir.

3.2.2. Dondurma işlemi

Elde edilen bu altı parçanın iki tanesi hızlı dondurma (H) için derin dondurucuya (Uğur, Aydın, Türkiye), iki tanesi yavaş dondurma (Y) için buzdolabının (Indesit, Fabriano AN, İtalya) derin dondurucu bölümüne alınmış, son iki tanesi ise dondurulmamıştır (STD). Dondurma işlemi uygulanmayan parçalar zaman kaybedilmeden biltong üretim aşamalarına tabi tutulmuşlardır.

Hızlı dondurma için seçilmiş olan derin dondurucunun (iç sıcaklık -30 °C) dondurma hızı 2.5 °C/saat, yavaş dondurma için seçilmiş olan buzdolabının (iç sıcaklık -11 °C) derin dondurucusunun dondurma hızı ise 1.5 °C/saat olarak önceden ölçülmüştür.

Isıleşler (Hanna HI 98804, Póvoa de Varzim, Portekiz) yardımıyla ölçülen sıcaklık değeri -5°C olarak okunduğu anda parçalar donduruculardan alınmıştır.

3.2.3. Çözündürme işlemi ve damlama kaybı ölçümü

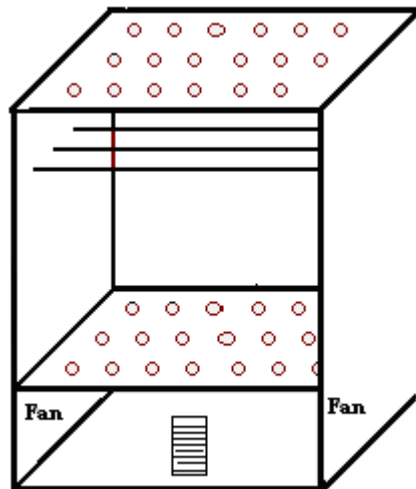
Dondurulan et parçaları, mikrodalga fırının (Arçelik MD 594, Bolu, Türkiye) çözündürme programına göre (360W,Orta-Düşük Defrost modu) çözündürülmüştür. Et parçalarının çözündürme öncesi ağırlıkları ile, çözündürme sonrası ağırlıkları arasındaki fark alınarak damlama kaybı hesaplanmıştır (36):

$$\text{Damlama kaybı (\%)} = \left[\frac{\text{İlk Ağırlık} - \text{Son Ağırlık}}{\text{İlk Ağırlık}} \right] \times 100 \quad (\text{Denklem 3.2.3.1})$$

3.2.4. Biltong üretim aşamaları

Damlama kaybının ölçümünden sonra, çözündürülmüş olan etler biltong üretim aşamalarına tabi tutulmuşlardır.

Öncelikle et parçaları, elma sirkesine yatırılmış ve 30 dak. boyunca sirkede bekletilmiştir. Bu süreç sonunda sirke içinden alınan etler, kaya tuzu, esmer şeker, karabiber ve kişniş karışımına yatırılıp, 3 saat boyunca buzdolabında (+4°C) bekletilmiştir. Üç saat sonunda alınan etler, yüzeylerindeki tuzun uzaklaştırılması amacıyla 2/3 oranında sıcak su ve 1/3 oranında elma sirkesi bulunan karışıma batırılmış, bu işlem sonrasında ise yüzeylerindeki suyun bir kısmının alınabilmesi amacıyla mendil ile hafifçe temas ettirilmiştir. Sonrasında etler, 28 °C / 42 °C iç sıcaklığına sahip kurutma kabine alınmış ve et parçalarının ağırlıkları, başlangıç ağırlıklarının %50'sine ulaştığında kurutma işlemine son verilmiştir (24). Kurutma işlemi için, genel bilgiler bölümünde açıklanan kurutma kabini seçilmiş; fakat kurutmanın daha kontrollü yapılabilmesi amacıyla kabin üzerinde bazı düzenlemeler yapılmıştır. Yapılan düzenlemelerden sonra üretimlerde kullanılan kurutma kabininin şekli Şekil 3.2.4.1. 'de verilmiştir (24):



Şekil 3.2.4.1. Biltong Kurutma Kabini

Kabinin yan yüzeylerine delikler açmak yerine fanlar yerleştirilmiş; böylece fanlar yardımıyla, sıcaklığın kabin içerisine homojen olarak dağılması sağlanmıştır. İstenilen sıcaklığa kolaylıkla ulaşılabilmesi amacıyla, ahşap kabinin tabanında bulunan ampul yerine, elektrikli ısıtıcı (500W) kullanılmıştır.

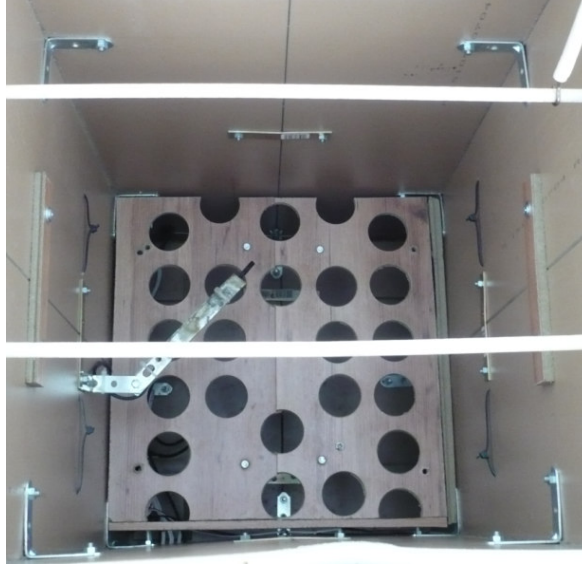
Kabin içersindeki sıcaklığın kontrolü, kabinin ön yüzüne yerleştirilen $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta çalışan termostat (EVKO 41N7VC, İstanbul, Türkiye) yardımıyla sağlanmıştır. Fotoğraf 3.2.4.1, Fotoğraf 3.2.4.2, ve Fotoğraf 3.2.4.3. 'de çalışmada kullanılan kurutma kabini görülmektedir.



Fotoğraf 3.2.4.1. Çalışmada Kullanılan Kurutma Kabini



Fotoğraf 3.2.4.2. Kurutma Kabininin Üstten Görünümü (kapak)



Fotoğraf 3.2.4.3. Kurutma Kabini İç Görünüm (askılar, ısıtış ve delikli ara yüzey)

3.2.5. Kurutma ve Kurumaya İlişkin Grafiklerin Çizilmesi

Kurutma işlemi sırasında, zamana karşı et parçalarına ait ağırlık verileri not edilmiştir. Herhangi bir andaki serbest nem içeriğini (X_t) (kg su / Kg KM) hesaplayabilmek için Denklem 3.2.5.1. kullanılmıştır (37):

$$X_t = \frac{W - W_s}{W_s} \left[\frac{\text{kg su}}{\text{kg KM}} \right] \quad (\text{Denklem 3.2.5.1.})$$

Burada,

W : herhangi bir andaki ıslak katının ağırlığı (kg)

W_s : toplam katı miktarı (kg KM)

Kurutma koşullarındaki denge nemini (X^*) (kg su/kg KM) hesaplayabilmek için, bir parça et kurutma kabinine alınmış, sabit tartıma getirilmiş ve sabit tartıma geldiği anda nem tayini yapılmıştır. Serbest nem içeriği (X) Denklem 3.2.5.2 'den hesaplanmıştır. (37):

$$X = X_t - X^* \quad (\text{kg su / kg KM}) \quad (\text{Denklem 3.2.5.2})$$

Denklem 3.2.5.2'den hesaplanan serbest nem içeriği (X) değerlerinden yararlanılarak, serbest nem içeriği (X)- zaman (t) grafikleri çizilmiştir.

Kuruma akısı (R) (kg su / h.m²) eğrilerinin elde edilmesinde, veri alınan zaman aralıklarındaki (Δt) serbest nem kayıpları (ΔX) göz önünde bulundurularak Denklem 3.2.5.3 kullanılmıştır: (37):

$$R = -\left(\frac{W_s}{A}\right) \times \left(\frac{\Delta X}{\Delta t}\right) \quad (\text{kg su / h.m}^2) \quad (\text{Denklem 3.2.5.3})$$

Burada,

W_s: Toplam katı miktarı (kg KM)

A: Kurumaya açık alan (m²)

Kurumaya açık alan değeri, çığ et parçalarının istenilen kalınlıkta kesilmesinden sonra yağlı milimetrik kağıtlara yatırılıp, kalemle kenarlarından geçilerek, boyutlarının belirlenmesi ile hesaplanmıştır.

Dikkat edilmesi gereken noktalardan biri Denklem 3.2.5.3' de yer alan ΔX değerinin, (ΔX_t + ΔX_{t+1})/2 olarak hesaplanması gerekliliğidir.

Dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta ise, kurutma sırasında meydana gelen büzüşme nedeniyle, et parçalarının hacmindeki ve kurumaya açık alanındaki değişimdir. Bu nedenle kuruma sırasında herhangi bir andaki yeni alan değerleri hesaplanmalıdır. Hesaplanması gereken alan değerleri için Denklem 3.2.5.4 ile Denklem 3.2.5.5 kullanılmalıdır.

Etin kurumaya açık alanındaki değişimi hesaplayabilmek için, hacmindeki değişim oranından yararlanılabilmektedir. Levha biçimindeki sığır etinin hacmindeki değişim oranını hesaplayabilmek için Denklem 3.2.5.4 kullanılabilmektedir (38):

$$D_R = \frac{1}{(1-\epsilon)} \left[1 + \frac{\rho_0(X-X_0)}{\rho_w(1+X_0)} \right] \quad (\text{Denklem 3.2.5.4})$$

Burada,

D_R: Hacimdeki değişim oranı

ε: Porozite

ρ₀: Taze etin yoğunluğu (kg m⁻³)

ρ_w: Suyun yoğunluğu (kg m⁻³)

Hesaplama yapılırken, porozite (ε) değeri sıfır olarak kabul edilmiştir. Taze etin yoğunluğu ise, 1.053 g/ cm³ olarak alınmıştır (39).

Denklem 3.2.5.4 ile hesaplanan hacimdeki değişim oranı (V / V_0), Denklem 3.2.5.5 'de yerine konulduğunda, et parçasının kurumaya açık alanı değerindeki değişim hesaplanabilmekte, böylece herhangi bir andaki yeni alan değerleri elde edilebilmektedir (38):

$$\frac{A}{A_0} = \left(\frac{V}{V_0} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (\text{Denklem 3.2.5.5})$$

Hesaplanan değerlerin Denklem 3.2.5.3 'e yerleştirilmesiyle, kuruma akısı (R) - serbest nem içerikleri ($\Delta X_t + \Delta X_{t+1}$)/2 grafikleri çizilmiştir.

3.2.6. Analizler

3.2.6.1. pH Tayini

10 g örnek, üzerine 100 ml saf su eklendikten sonra, blenderde iyice parçalanmış, parçalandıktan sonra szlmştir. 4,0 ve 7,0 pH değerine sahip tampon çözeltileri ile kalibre edilen (Hanna Instruments HI 9321 Microprocessor, Kehl am Rhein, Almanya) pH-metre ile pH değeri saptanmıştır (40).

3.2.6.2. Nem tayini

Hammaddeye ve son ürüne ait nem içerikleri, hızlı nem tayin cihazında (Scaltec, Göttingen, Almanya) belirlenmiştir. Sonuçlar, nem tayin cihazından okunarak not edilmiştir.

3.2.6.3. Su aktivitesi tayini

Et ve et ürünü örneklerinin su aktivitesi değerleri, su aktivitesi cihazı kullanılarak yapılmaktadır (40). Su aktivitesi tayininde, 3-5 g örnek su aktivitesi ölçüm cihazına (Durotherm, Haiterbach, Almanya) aktarılmış, 2.5-3 saat kadar beklenmiş ve su aktivitesi değeri sabitlendiğinde rakam kaydedilmiştir.

3.2.6.4. Yağ tayini

Kartuşlara aktarılan 5 g rneğin, Soxhlet cihazı ile dietil eter kullanılarak 2-6 saat içinde yağı alınmış, Denklem 3.2.6.4.1. kullanılarak, örneklerin % yağ nicelikleri hesaplanmıştır (41).

$$Yağ(\%) = \frac{(M_2 - M_1) \times 100}{m} \quad (\text{Denklem 3.2.6.4.1.})$$

Burada;

M₁: Ekstraksiyon balonunun darası (g)

M₂: Çözücü uzaklaştırılıp etüvde kurutulan ekstraksiyon balonun ve içindeki yağın toplam ağırlığı (g)

m: Alınan örnek miktarı (g)

3.2.6.5. Tuz tayini

Üretim yöntemine göre kullanılacak tuzun son ürünündeki miktarı, ürün kalitesini önemli ölçüde etkilediğinden son ürünün tuz içeriği belirlenmiştir. Tuz tayini, Mohr yöntemine göre yapılmıştır. 10 gr. örnek üzerine 100 ml saf su eklenmiş, blenderde iyice parçalanmış ve süzölmüştür. 10 ml süzöntü alınıp üzerine 10 damla potasyum kromat eklenerek açık sarı renk elde edilmiştir. Büretten yavaş olarak ve karıştırılarak gümüş nitrat eklenerek titrasyon yapılmış ve renk kahverengine dönüşünce titrasyon sonlandırılmıştır (40).

$$\text{Tuz (\%)} = \left[\frac{(V \times N \times 0.584)}{m} \right] \times 100 \quad (\text{Denklem 3.2.6.5.1.})$$

Burada;

V: AgNO₃ 'dan harcanan miktar

N: AgNO₃ normalitesi

m: Alınan örnek miktarı

3.2.6.6. Kül tayini

Kül tayini, sabit tartıma getirilmiş porselen krozelere konan yaklaşık 3 g. örneğin, elektrikli ısıtıcıda nemi uzaklaşana kadar ön yakma işlemine tabi tutulmasının ardından 550°C'deki kül fırınında gri-beyaz kül elde edinceye kadar esas yakma işlemine tabi tutulmasıyla gerçekleştirilmiştir. Krozeler desikatörde soğutulduktan sonra tartılarak ağırlık kaybı esasına göre hesaplama yapılmış, % kül niceliği hesaplanmıştır (40).

$$Kül(\%) = \frac{(M_2 - M_0)}{m} \times 100 \quad (\text{Denklem 3.2.6.6.1.})$$

Burada;

M₂: Yakmadan sonra kroze + örnek ağırlığı

M₀: Kroze ağırlığı (g)

m: Alınan örnek miktarı (g)

3.2.6.7. Tekstür analizi

Etin sertliğini etkileyen iki ana faktör vardır. Bunlar (42):

- Miyofibril yapısı,
- Bağ doku yapısıdır.

Etin sertliğinde rol oynayan diğer faktörler ise, etin son pH değeri ve su tutma kapasitesidir.

Bağ dokunun dayanıklılığını, hayvanın yaşı belirlemektedir.

Miyofibril yapısı üzerinde etkili olan faktörler ise,

- Kesimden sonra karkasın soğutulması sırasında, kaslarda meydana gelen kasılma/kısalma,
- pH değeri
- Olgunlaştırma aşamasıdır.

Kesimden sonra karkasın soğutulması sırasında, kaslarda meydana gelen kasılma/kısalma, soğutma hızındaki çeşitliliğe bağlıdır (42). Donma hızındaki çeşitlilik ele alınacak olursa, yavaş donan etin, donma sırasında oluşan buz kristallerinin büyüklüğüne bağlı olarak hızlı donmuş olan ete göre çözündürme sırasında daha fazla su saldıgı; bu nedenle pişirme sonucu daha sert yapıda bir ürün elde edildiği söylenebilmektedir (43).

Elde edilen ürünlerin sertliğini belirlemek amacıyla, et parçaları 1 mm kalınlığında kesilmiş ve TA-XT Tekstür Analiz cihazında (StableMicro Systems Ltd, Surrey UK) Warner Bratzler (WB) kesme bıçağı kullanılarak kesme kuvvetleri ölçülmüştür.

Etin sertliğini ölçmek amacıyla, yıllar boyu çok sayıda alet geliştirilmiş olmasına rağmen, en çok tercih edilen cihazın Warner Bratzler (WB) olduğu belirtilmektedir (42). AMSA (Amerikan Et Bilimi Birliği, 1978), bütün haldeki kaslardan elde edilen et ürünleri için, Warner Bratzler kesme kuvveti cihazının kullanımını önermiştir. Warner Bratzler kesme kuvveti, bir parça eti kesmek için sarfedilen toplam kuvveti yansıtmaktadır; o parçaya ait tekstür karakterlerinin tümünü açıklayamamaktadır. Fakat Warner Bratzler kesme kuvveti değerleri, duyu panel ile belirlenen gevreklik değerleri ile yüksek korelasyon göstermektedir (44).

Warner Bratzler kesme kuvveti cihazı kullanımıyla alınan verilerde, bağ doku varlığına bağlı olarak ortaya çıkabilecek farklılıklar büyük oranda azaltılabilmektedir (42).

Her parça için kaydedilen ortalama kesme kuvveti verileri kullandığımız istatistik programına (SAS) yerleştirilerek, parçaların sertlikleri değerlendirilmiştir.

3.2.6.8. Duyusal analiz

Etin duyusal niteliklerini tanımlamak amacıyla yapılan analizler, 1978 yılında AMSA (Amerikan Et Bilimi Birliği) tarafından standart hale getirilmiştir. Bütün haldeki kaslardan elde edilen et ürünleri için başlıca tanımlayıcı nitelikler sululuk, kas lifi gevrekliği, bağ doku miktarı, genel gevreklik (kas lifi gevrekliği ve bağ doku miktarının toplam etkisi) ve aroma yoğunluğudur. Bu nitelikler değerlendirilirken, 8 puanlık skalalar kullanılmaktadır (45).

Sululuk, çiğneme sırasında üründen sızan suyun hissedilen miktarına göre değerlendirilmektedir (45).

Kas lifi gevrekliği, çiğneme sırasında kas liflerine bağlı olarak hissedilen çiğneme kolaylığı ile bağlantılıdır. Bağ doku miktarı ise, çiğneme sırasında parçalanmayan, kas lifini saran yapısal bileşen miktarıdır. Gevreklik ve bağ doku miktarı arasındaki farklılığı açıklayabilmek zordur (45).

Genel gevreklik, bağ doku miktarı 6 veya daha az ise, kas lifi gevrekliği ve bağ doku miktarının ortalama değeri olarak kabul edilmektedir. Bağ doku miktarı 7 veya 8 ise, genel gevreklik, kas lifi gevrekliğine eşittir (45).

Eti tanımlayıcı nitelikler ve puanlamaları Tablo 3.2.6.8.1. 'de gösterilmektedir (45):

Tablo 3.2.6.8.1. Eti Tanımlayıcı Nitelikler ve Puanlamaları

Puanlama	Sululuk	Kas lifi ve Genel Gevreklik	Bağ doku Miktarı	Aroma Yoğunluğu
8	Aşırı sulu	Aşırı gevrek	Yok	Aşırı kuvvetli/keskin
7	Çok sulu	Çok gevrek	Neredeyse yok	Çok kuvvetli/keskin
6	Orta derecede sulu	Orta derecede gevrek	İzlere rastlanıyor	Orta derecede kuvvetli/keskin
5	Az sulu	Az gevrek	Az	Az kuvvetli/keskin
4	Az kuru	Az sert	Orta	Az yumuşak/keskin
3	Orta derecede kuru	Orta derecede sert	Az yoğun	Orta derecede yumuşak/keskin
2	Çok kuru	Çok sert	Orta derecede yoğun	Çok yumuşak
1	Aşırı kuru	Aşırı sert	Yoğun	Aşırı yumuşak

Çalışmada kasın elde edildiği bölümün bağ doku miktarının, yukarıdaki skalaya göre 7-8 puan civarında olduğu belirlenmiştir; bu nedenle panelistlerin verdiği sertlik puanlarının, sadece kas liflerinden ileri gelen gevreklik/sertliğe ait olduğunu belirtmekte fayda vardır.

Etin, tüketici tarafından kabul edilebilirliğinde önemli rol oynayan niteliklerden biri de 'renk'tir. Çalışmada panelistler, et parçalarının rengini değerlendirirken, kendilerine verilmiş olan formdaki değerlendirme skalasını kullanmışlardır.

3.2.6.9. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel olarak değerlendirilmesi istenen uygulamalara (farklı dondurma hızları ve farklı kurutma sıcaklıkları) ait yeterli verinin elde edilebilmesi amacıyla her bir uygulama için dört tekrar yapılmıştır. Elde edilen veriler istatistik programına (SAS) yerleştirilmiş, PROC MIXED ya da PROC GLM prosedürü uygulanarak, belirlenen ürün nitelikleri üzerinde önemli etkiye ($P < 0.05$) sahip olan uygulamalar belirlenmiştir. Ürün nitelikleri üzerinde, diğer uygulamalara göre farklı etkiye sahip uygulamalar, hesaplanan LSD (en küçük anlamlı fark) değerine göre harflendirme yapılarak belirtilmiştir (46).

4. BULGULAR

Kurutma işlemi sonunda elde edilen ürünlere (biltong) ait fotoğraflar Fotoğraf 4.1. ve Fotoğraf 4.2. ' de verilmiştir:



Fotoğraf 4.1. Çalışmada elde edilen Biltong örnekleri



Fotoğraf 4.2. Çalışmada elde edilen dilimlenmiş Biltong

4.1. Farklı hızda dondurma işleminin damlama kaybı miktarı üzerine etkisi

Farklı hızda dondurma işlemlerine tabi tutulmuş olan et parçalarının çözündürülmesinden sonra kaydedilmiş damlama kaybı miktarları, kullanmış olduğumuz istatistik programına (SAS) yerleştirilmiş, PROC GLM prosedürü (Lsd, Duncan, Tukey, Snk ve Scheffe) uygulanmıştır. Prosedürde, her bir replikasyonda farklı hayvan kullanıldığı için 'hayvan' blok faktörü olarak alınmıştır (46).

Yavaş (Y) dondurmanın, hızlı (H) dondurmaya göre daha fazla damlama kaybına yol açtığı, hayvan farklılığının damlama kaybı üzerinde önem taşımadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Değerlendirme sonuçları Tablo 4.1.1. 'de görülmektedir:

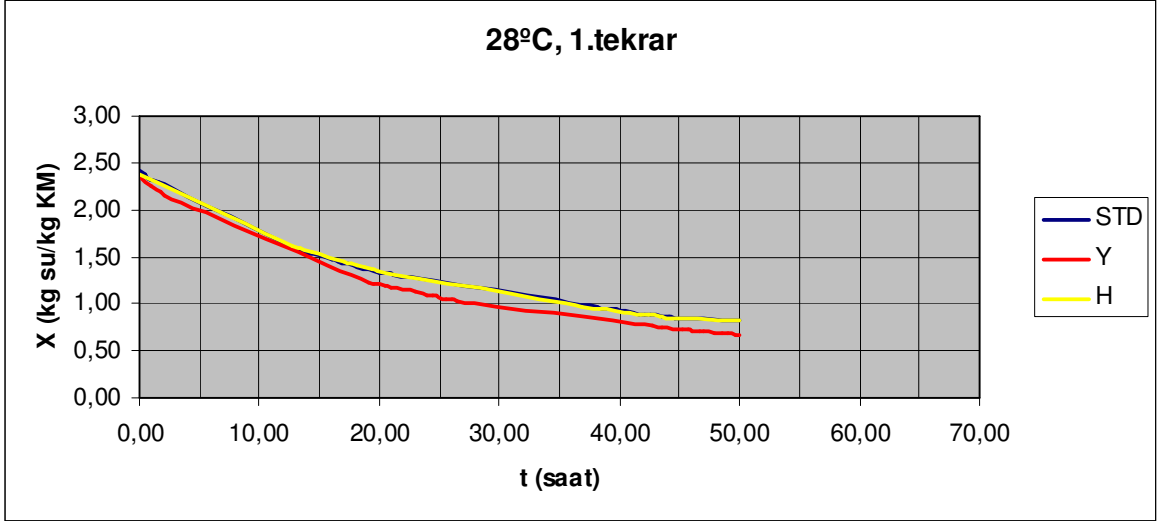
Tablo 4.1.1. Farklı hızda dondurma işleminin damlama kaybı miktarı üzerine etkisi

Donma hızı	Damlama Kaybı Ortalama Değer (g)	Gruplama (harflendirme)
Y	2.50	A
H	1.51	B

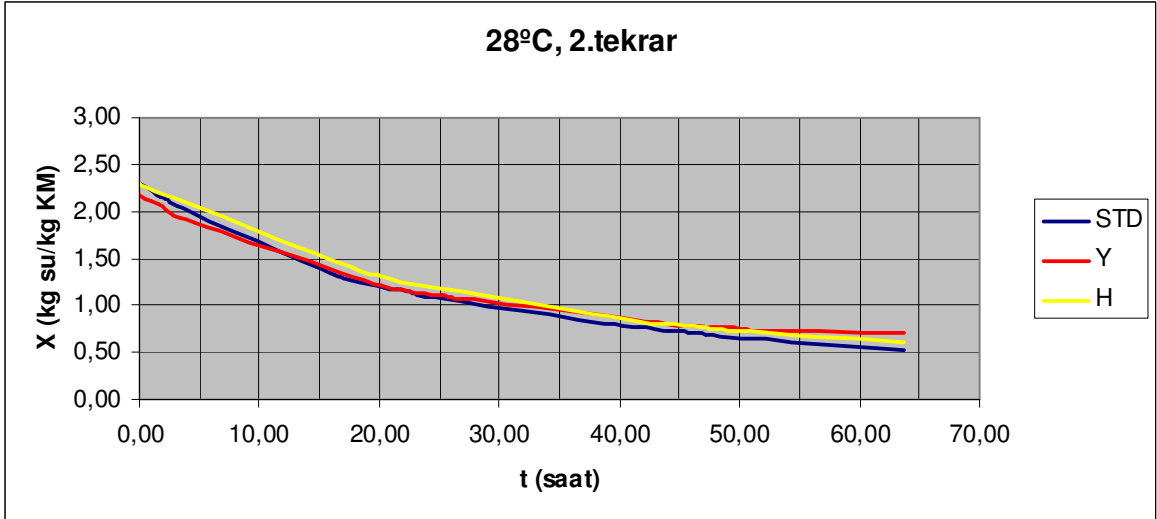
4.2. Kuruma Verilerinin Değerlendirilmesi

Denklem 3.2.5.1. ve Denklem 3.2.5.2. kullanılarak, serbest nem içerikleri (X) hesaplanmış ve her bir tekrardaki her bir farklı uygulama için X'in zamana (t) karşı grafikleri çizilmiştir.

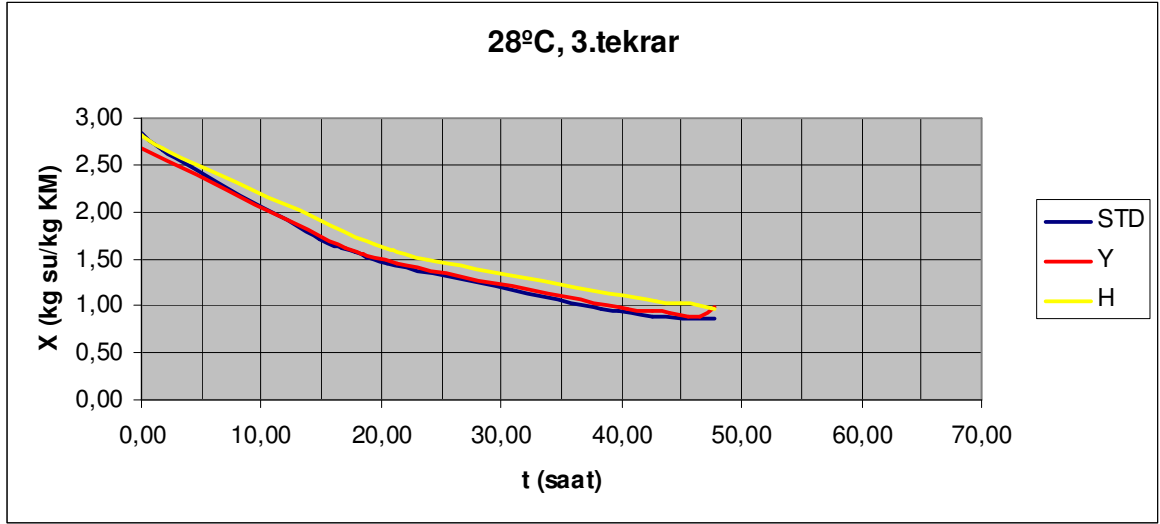
Doğru bir karşılaştırma yapabilmek amacıyla her bir eğri, istediğimiz nem değerine ilk ulaşan parçanın, o nem değerine ulaştığı sürede sonlandırılmıştır.



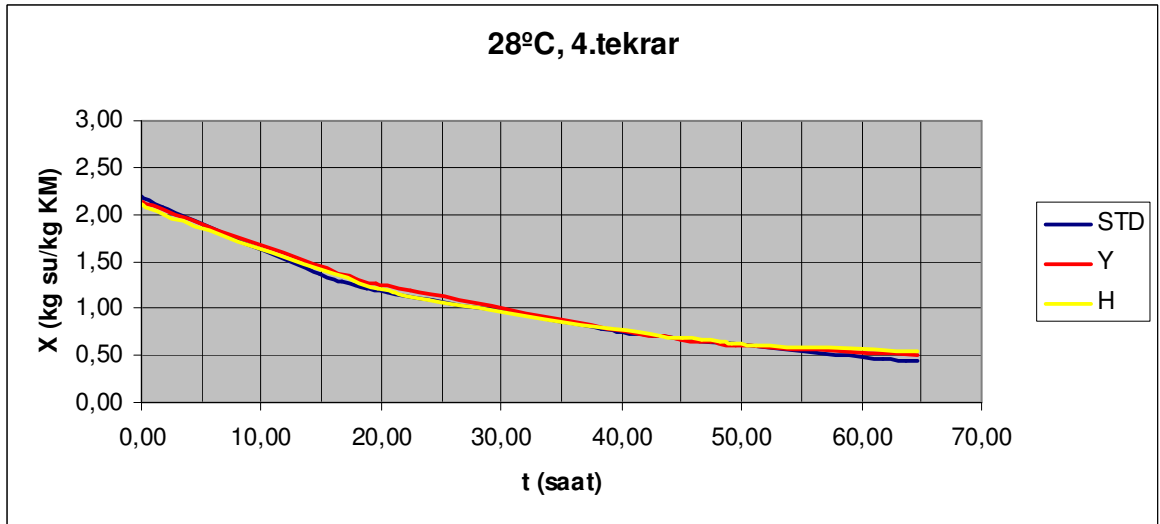
Grafik 4.2.1. 28 °C'de kurutulan (1.tekrar) et parçalarına ait Serbest Nem - Zaman Grafiği



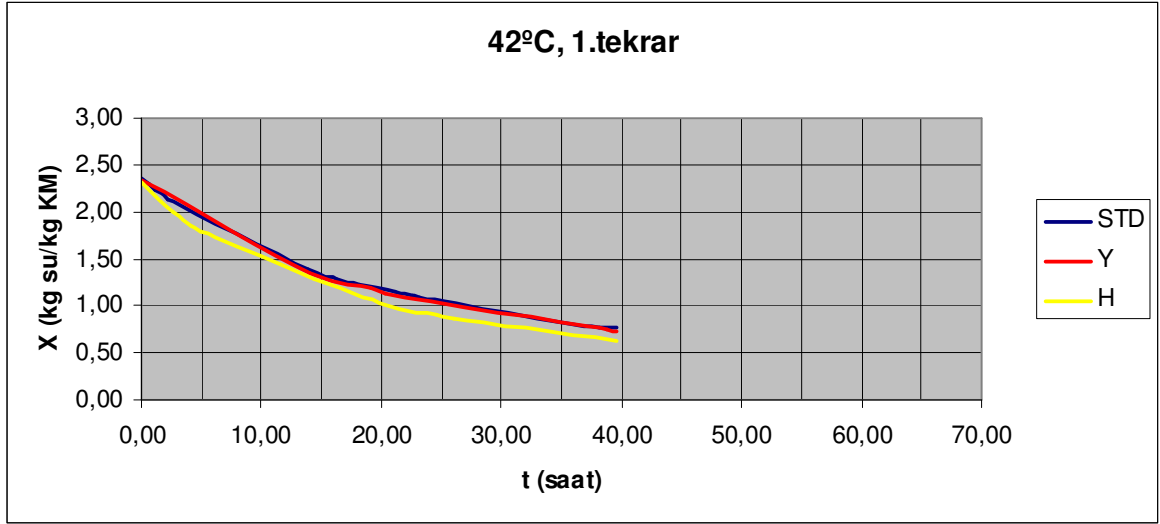
Grafik 4.2.2. 28 °C'de kurutulan (2.tekrar) et parçalarına ait Serbest Nem - Zaman Grafiği



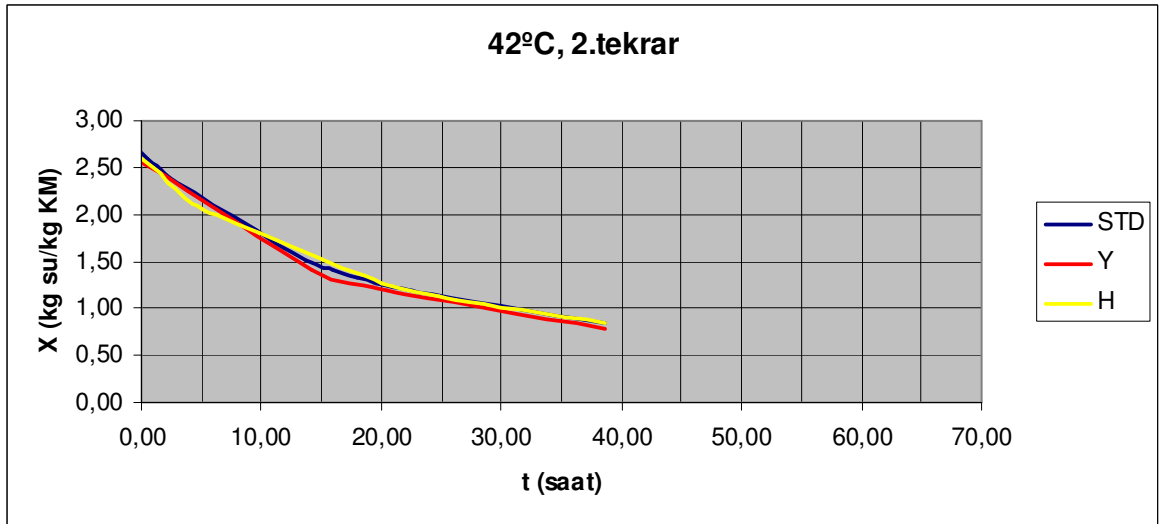
Grafik 4.2.3. 28 °C'de kurutulan (3.tekrar) et parçalarına ait Serbest Nem - Zaman Grafiği



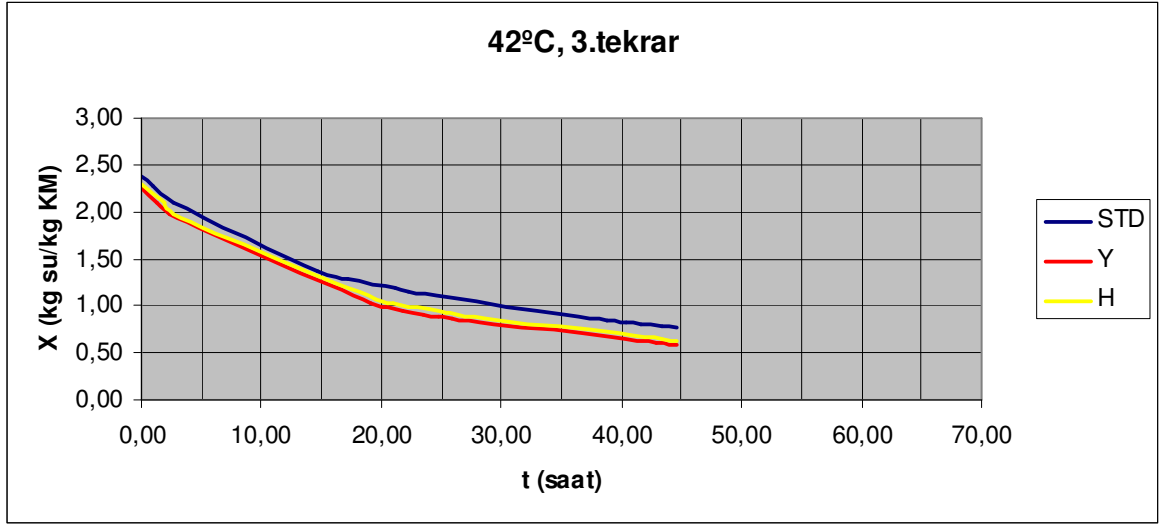
Grafik 4.2.4. 28 °C'de kurutulan (4.tekrar) et parçalarına ait Serbest Nem - Zaman Grafiği



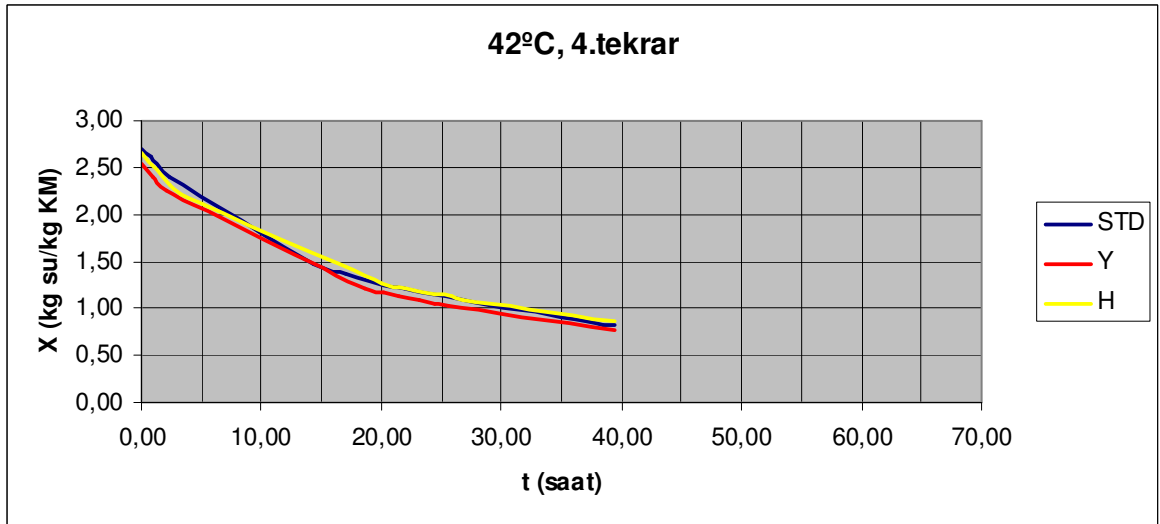
Grafik 4.2.5. 42 °C'de kurutulan (1.tekrar) et parçalarına ait Serbest Nem - Zaman Grafiği



Grafik 4.2.6. 42 °C'de kurutulan (2.tekrar) et parçalarına ait Serbest Nem - Zaman Grafiği



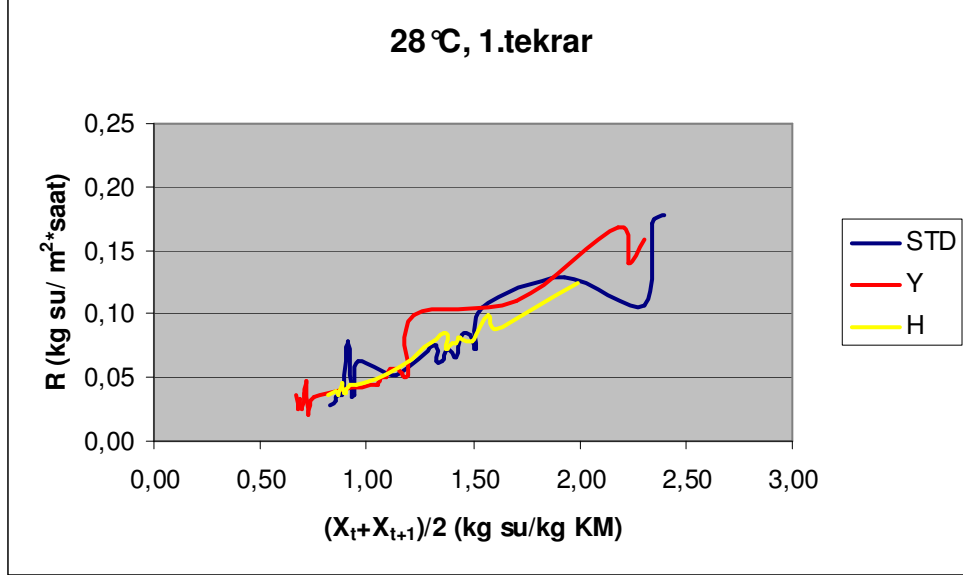
Grafik 4.2.7. 42 °C'de kurutulan (3.tekrar) et parçalarına ait Serbest Nem - Zaman Grafiği



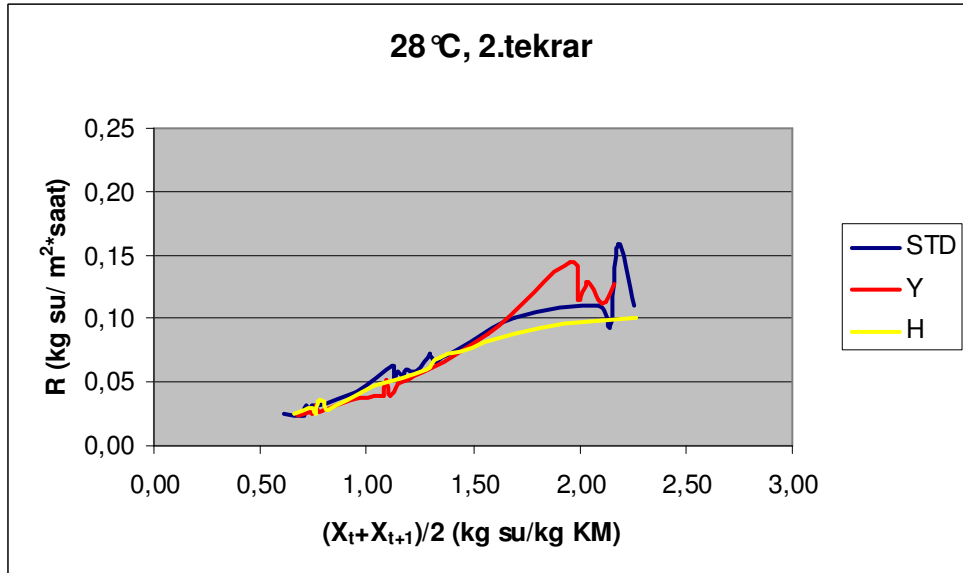
Grafik 4.2.8. 42 °C'de kurutulan (4.tekrar) et parçalarına ait Serbest Nem - Zaman Grafiği

Denklem 3.2.5.3., Denklem 3.2.5.4 ve Denklem 3.2.5.5. kullanılarak, kuruma akısı değerleri (R) hesaplanmış ve her bir tekrardaki her bir farklı uygulama için kuruma akısına (R) karşılık serbest nem içeriklerinin grafikleri çizilmiştir.

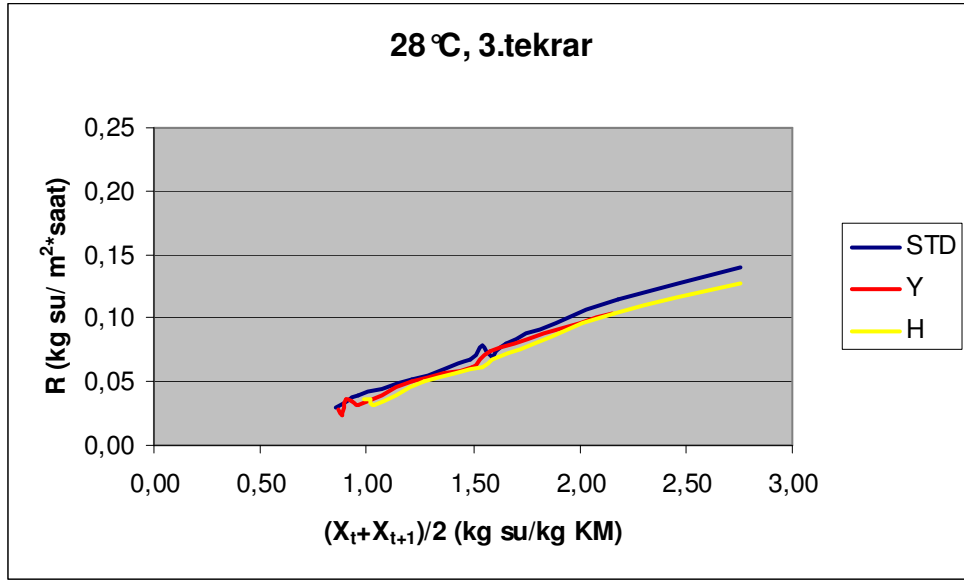
Grafikler çizilirken, serbest nem içerikleri, ortalama $(\Delta X_t + \Delta X_{t+1})/2$ değerleri olarak alınmıştır.



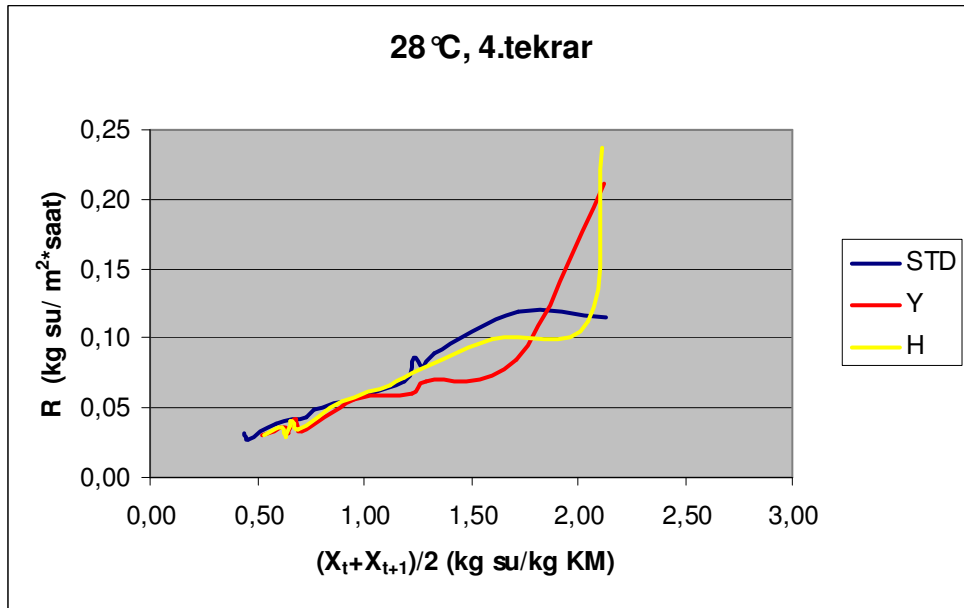
Grafik 4.2.9. 28 °C'de kurutulan (1.tekrar) et parçalarına ait Kuruma Akısı - Serbest Nem Grafiği



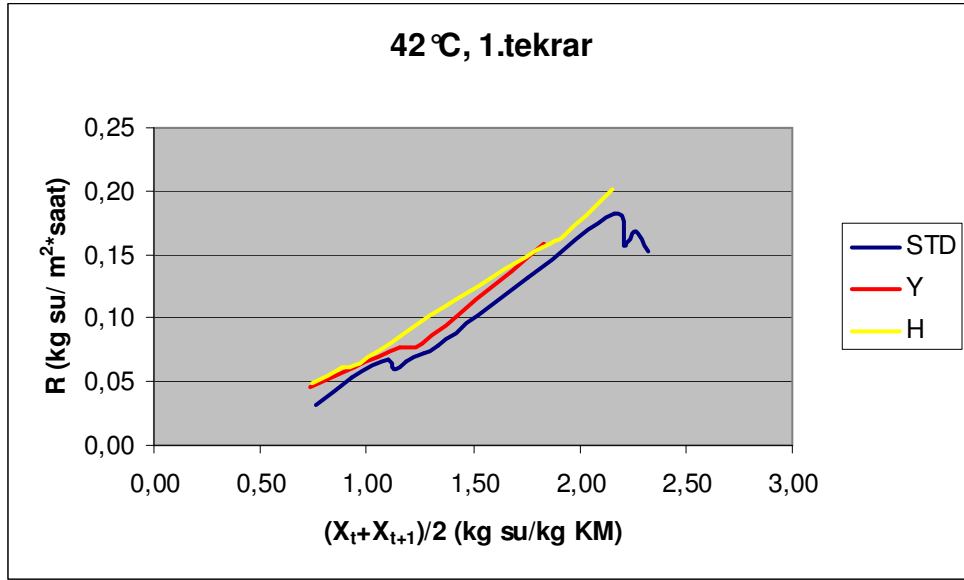
Grafik 4.2.10. 28 °C'de kurutulan (2.tekrar) et parçalarına ait Kuruma Akısı - Serbest Nem Grafiği



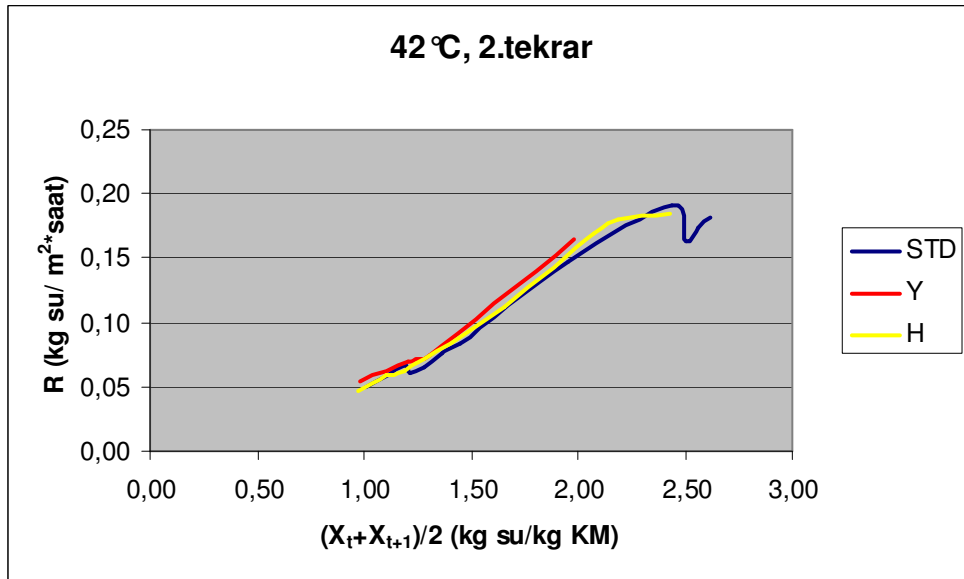
Grafik 4.2.11. 28 °C'de kurutulan (3.tekrar) et parçalarına ait Kuruma Akısı - Serbest Nem Grafiği



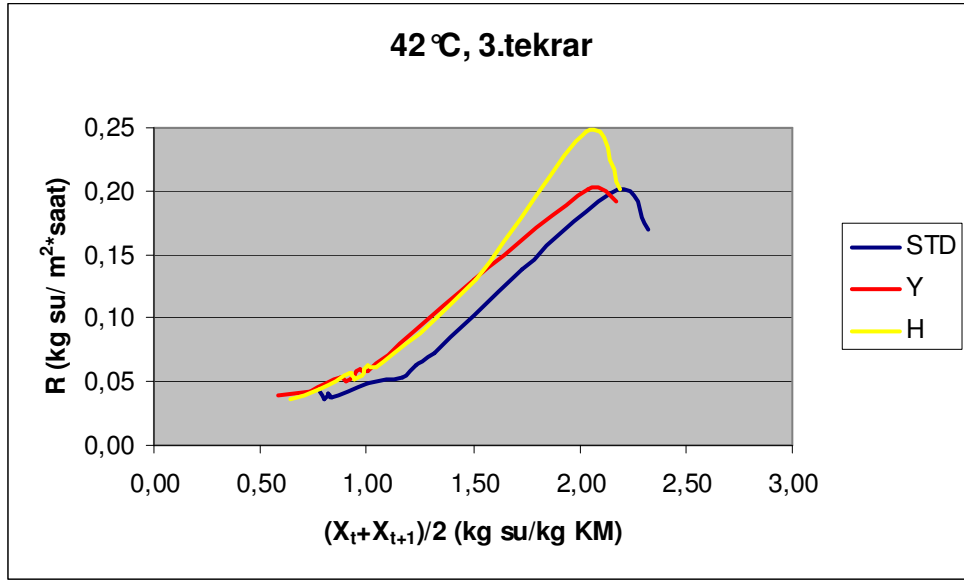
Grafik 4.2.12. 28 °C'de kurutulan (4.tekrar) et parçalarına ait Kuruma Akısı - Serbest Nem Grafiği



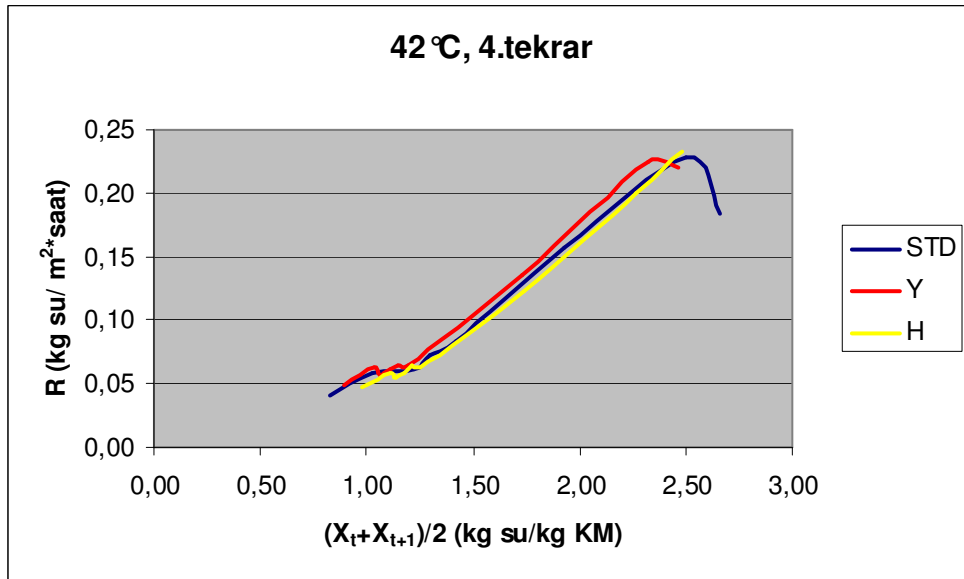
Grafik 4.2.13. 42 °C'de kurutulan (1. tekrar) et parçalarına ait Kuruma Akısı - Serbest Nem Grafiği



Grafik 4.2.14. 42 °C'de kurutulan (2. tekrar) et parçalarına ait Kuruma Akısı - Serbest Nem Grafiği



Grafik 4.2.15. 42 °C'de kurutulan (3. tekrar) et parçalarına ait Kuruma Akısı - Serbest Nem Grafiği



Grafik 4.2.16. 42 °C'de kurutulan (4. tekrar) et parçalarına ait Kuruma Akısı - Serbest Nem Grafiği

4.3. Farklı hızda dondurma ve farklı sıcaklıklarda kurutmanın renk üzerine etkisi

Farklı hızda dondurma ve farklı sıcaklıklarda kurutma işlemlerine tabi tutulmuş olan et parçalarının renk farklılıklarını ortaya koymak amacıyla donma hızı (Y / H) , kurutma sıcaklıkları (28°C / 42°C) ve panelistler tarafından verilmiş renk puanları, kullanmış olduğumuz istatistik programına (SAS) yerleştirilmiş, PROC MIXED prosedürü uygulanmıştır (46).

Panelistler, et parçalarının rengini değerlendirirken, kendilerine verilmiş olan formdaki değerlendirme skalasını kullanmışlardır. Bu skalaya göre puanlar şu şekilde dağılmaktadır:

1 – 2 : Kırmızı

3 – 4 : Koyu Kırmızı

5 – 6 : Kahverengi

7 – 8 : Koyu Kahverengi

Panelistlerin blok faktör olarak seçilmesinin önem taşımadığı, farklı donma hızı ($P = 0.07$) ve kurutma sıcaklığı ($P < 0.001$) uygulamaları ile donma hızı-kurutma sıcaklığı etkileşiminin ($P = 0.04$) renk üzerinde önemli etkiye sahip oldukları belirlenmiştir.

Farklı dondurma yöntemlerinin, renk üzerine etkisi Tablo 4.3.1. 'de harflendirme yapılarak gösterilmiştir:

Tablo 4.3.1. Farklı Dondurma Yöntemlerinin Renk üzerine Etkisi

Uygulama	Renk Puanı Ortalama Değer
Donma hızı	
Dondurulmamış	5.38 ^a
Y	5.63 ^a
H	6.10 ^b

Harflendirme, LSD (en küçük anlamlı fark) = 0.45 değeri göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

Tablo 4.3.1. 'e göre,

Yavaş dondurma ile dondurma işlemi uygulamamanın renk üzerinde aynı, hızlı dondurma işleminin ise farklı etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Farklı kurutma yöntemlerinin, renk üzerine etkisi Tablo 4.3.2. 'de harflendirme yapılarak gösterilmiştir:

Tablo 4.3.2. Farklı Kurutma Yöntemlerinin Renk üzerine Etkisi

Uygulama	Renk Puanı Ortalama Değer
Kurutma Sıcaklığı	
42°C	5.28 ^a
28°C	6.13 ^b

Harflendirme, LSD (en küçük anlamlı fark) = 0.37 değeri göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

Tablo 4.3.2. 'ye göre,

42°C ve 28°C 'nin, renk üzerinde farklı etkilere sahip olduğu görülmektedir. Donma hızı * kurutma sıcaklığı etkileşiminin renk üzerindeki etkisi Tablo 4.3.3. 'de harflendirme yapılarak gösterilmiştir:

Tablo 4.3.3. . Donma hızı * kurutma sıcaklığı etkileşiminin Renk üzerine Etkisi

Uygulama	Renk Puanı Ortalama Değer
Donma hızı * Kurutma sıcaklığı	
H * 28°C	6.21 ^a
H * 42°C	6.00 ^a
Y * 28°C	6.13 ^a
Y * 42°C	5.13 ^b
Dondurulmamış* 28°C	6.04 ^a
Dondurulmamış * 42°C	4.71 ^b

Harflendirme, LSD (en küçük anlamlı fark) = 0.64 değeri göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

Tablo 4.3.3. 'e göre,

H*28 ve H*42'nin renk üzerinde etkisinin aynı, Y*28, Y*42, Dondurulmamış*28 ve Dondurulmamış*42'den ise farklı olduğu görülmektedir.

Fakat, panelistlerin puanlamaları için oluşturulmuş değerlendirme skalasına göre, 5 – 6 renk puanına sahip olan et parçaları 'kahverengi' olarak nitelendirilmiştir; ortalama değerler göz önüne alındığında parçalar arasında renk farkı görülmemektedir.

4.4.Farklı hızda dondurma ve farklı sıcaklıklarda kurutmanın sertlik üzerine etkisi

4.4.1. Duyusal test değerlendirmesi

Farklı hızda dondurma ve farklı sıcaklıklarda kurutma işlemlerine tabi tutulmuş olan et parçalarının sertlik farklılıklarını ortaya koymak amacıyla donma hızı (Y / H) , kurutma sıcaklıkları (28°C / 42°C) ve panelistler tarafından verilmiş sertlik puanları, kullanmış olduğumuz istatistik programına (SAS) yerleştirilmiş, PROC MIXED prosedürü uygulanmıştır.

Prosedürde panelistler, blok faktör olarak alınmış; donma hızı ve kurutma sıcaklığı etkileşimi incelenmiştir (46).

Panelistler, et parçalarının sertliğini değerlendirirken, kendilerine verilmiş olan formdaki değerlendirme skalasını kullanmışlardır. Bu skalaya göre puanlar şu şekilde dağılmaktadır:

1 – 2 : Çok gevrek

3 – 4 : Gevrek/Az sert

5 – 6 : Orta derecede sert

7 – 8 : Çok Sert

Panelistlerin blok faktör olarak seçilmesinin ve farklı donma hızlarının ($P = 0.47$) sertlik üzerinde önemli bir etkiye neden olmadığı ($P = 0.47$), farklı kurutma sıcaklığı ($P = 0.0035$) ve donma hızı-kurutma sıcaklığı etkileşiminin ($P = 0.04$) ise sertlik üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Bu nedenle, farklı donma hızı değerleri için LSD hesaplaması ve harflendirme yapılmamıştır. Tablo 4.4.1.1.' de , bu etkene ait sadece ortalama değerler verilmektedir:

Tablo 4.4.1.1. Farklı Donma hızlarının sertlik üzerine etkisi

Uygulama	Sertlik Puanı Ortalama Değer
Donma hızı	
Dondurulmamış	5.38
Y	5.63
H	6.10

Farklı kurutma yöntemlerinin, sertlik üzerine etkisi Tablo 4.4.1.2. 'de harflendirme yapılarak gösterilmiştir:

Tablo 4.4.1.2. Farklı Kurutma hızlarının sertlik üzerine etkisi

Uygulama	Sertlik Puanı Ortalama Değer
Kurutma Sıcaklığı	
42°C	5.28 ^a
28°C	6.13 ^b

Harflendirme, LSD (en küçük anlamlı fark) = 0.37 değeri göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

Tablo 4.4.1.2.'ye göre,

42°C ve 28°C 'nin, sertlik üzerinde farklı etkilere sahip olduğu görülmektedir.

Donma hızı * kurutma sıcaklığı etkileşiminin sertlik üzerindeki etkisi Tablo 4.4.1.3. 'te harflendirme yapılarak gösterilmiştir:

Tablo 4.4.1.3. Donma hızı * kurutma sıcaklığı etkileşiminin Sertlik üzerindeki Etkisi

Uygulama	Sertlik Puanı Ortalama Değer
Donma hızı * Kurutma sıcaklığı	
Dondurulmamış * 42°C	4.71 ^a
Y * 42°C	5.13 ^a
H * 42°C	6.00 ^b
Dondurulmamış * 28°C	6.04 ^b
Y * 28°C	6.13 ^b
H * 28°C	6.21 ^b

Harflendirme, LSD (en küçük anlamlı fark) = 0.64 değeri göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

Tablo 4.4.1.3. 'e göre,

Dondurulmamış * 42°C ile Y * 42°C uygulamalarının sertlik üzerinde etkisinin aynı olup, H * 42°C, Dondurulmamış * 28 °C, Y * 28°C, H * 28°C'den farklı olduğu görülmektedir.

Fakat, panelistlerin puanlamaları için oluşturulmuş değerlendirme skalasına göre, 5 – 6 sertlik puanına sahip olan et parçaları 'orta derecede sert' olarak nitelendirilmiştir; ortalama değerler göz önüne alındığında parçalar arasında sertlik farkı görülmemektedir.

4.4.2. TA-XT Tekstür Analiz cihazından alınan verilere göre değerlendirme

Elde edilen ürünlerin sertliğini belirlemek amacıyla, et parçaları 1 mm kalınlığında kesilmiş ve TA-XT Tekstür Analiz cihazında Warner Bratzler (dikdörtgen) kesme bıçağı kullanılarak kesme kuvvetleri ölçülmüştür. Her parça için üçer ölçüm yapılmış, ortalama değerler kaydedilmiştir.

Farklı hızda dondurma ve farklı sıcaklıklarda kurutma işlemlerine tabi tutulmuş olan et parçalarının sertlik farklılıklarını ortaya koymak amacıyla donma hızı (Y / H) , kurutma sıcaklıkları (28°C / 42°C) ve kaydedilen ortalama kesme kuvveti verileri kullanmış olduğumuz istatistik programına (SAS) yerleştirilmiş, PROC MIXED prosedürü uygulanmıştır (46).

Sonuç olarak, farklı donma hızı (P = 0. 41) ve kurutma sıcaklığı (P = 0. 84) uygulaması ile donma hızı-kurutma sıcaklığı etkileşiminin (P = 0. 42) sertlik üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir.

Bu nedenle farklı donma hızı ve kurutma sıcaklığı uygulaması ile donma hızı-kurutma sıcaklığı etkileşimi için LSD hesaplaması ve harflendirme yapılmamıştır. Tablo 4.4.2.1. 'de bu etkenlere ait sadece ortalama değerler verilmiştir:

Tablo 4.4.2.1. Farklı uygulamalara tabi tutulmuş etlerin sertlik puanları

Uygulama	Sertlik Ortalama Değer (kg)
Donma hızı * Kurutma sıcaklığı	
Dondurulmamış * 28°C	4.29
Y * 28°C	4.50
H * 28°C	3.55
Dondurulmamış * 42°C	3.71
Y * 42°C	4.30
H * 42°C	4.11

4.5. Farklı hızda dondurma ve farklı sıcaklıklarda kurutmanın çiğnenebilirlik üzerine etkisi

Farklı hızda dondurma ve farklı sıcaklıklarda kurutma işlemlerine tabi tutulmuş olan et parçalarının çiğnenebilirlik farklılıklarını ortaya koymak amacıyla donma hızı (Y / H) , kurutma sıcaklıkları (28°C / 42°C) ve panelistler tarafından verilmiş sertlik puanları, kullanmış olduğumuz istatistik programına (SAS) yerleştirilmiş, PROC MIXED prosedürü uygulanmıştır. (46)

Prosedürde panelistler, blok faktör olarak alınmıştır; donma hızı ve kurutma sıcaklığı interaksyonu kurulmuştur.

Panelistler, et parçalarının çiğnenebilirliğini değerlendirirken, kendilerine verilmiş olan formdaki değerlendirme skalasını kullanmışlardır. Bu skalaya göre puanlar şu şekilde dağılmaktadır:

1 – 2 : Çok zor çiğnenebilir

3 – 4 : Zor çiğnenebilir

5 – 6 : Kolay çiğnenebilir

7 – 8 : Çok kolay çiğnenebilir

Panelistlerin blok faktör olarak seçilmesinin, farklı donma hızı(P = 0. 36) ve kurutma sıcaklığı (P = 0. 60) uygulamaları ile donma hızı-kurutma sıcaklığı etkileşiminin (P = 0. 53) çiğnenebilirlik üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiş; bu nedenle LSD hesaplaması ve harflendirme yapılmamıştır. Tablo 4.5.1. 'de bu etkenlere ait sadece ortalama değerler verilmiştir:

Tablo 4.5.1. Farklı uygulamalara tabi tutulmuş etlerin çiğnenebilirlik puanları

Uygulama	Çiğnenebilirlik Puanı Ortalama Değer
Donma hızı	
H	4.89
Dondurulmamış	4.92
Y	5.15
Kurutma Sıcaklığı	
42°C	4.94
28°C	5.03
Donma hızı * Kurutma sıcaklığı	
H * 42°C	4.79
Dondurulmamış * 28°C	4.83
Dondurulmamış * 42°C	5.00
H * 28°C	5.00
Y * 42°C	5.04
Y * 28°C	5.25

Panelistlerin puanlamaları için oluşturulmuş değerlendirme skalasına göre, 5 – 6 çiğnenebilirlik puanına sahip olan et parçaları 'kolay çiğnenebilir' olarak nitelendirilmiştir; ortalama değerler göz önüne alındığında parçaların arasında çiğnenebilirlik farkı görülmemektedir.

4.6. Farklı hızda dondurma ve farklı sıcaklıklarda kurutmanın sululuk üzerine etkisi

Farklı hızda dondurma ve farklı sıcaklıklarda kurutma işlemlerine tabi tutulmuş olan et parçalarının sululuk farklılıklarını ortaya koymak amacıyla donma hızı (Y / H) , kurutma sıcaklıkları (28°C / 42°C) ve panelistler tarafından verilmiş sertlik puanları, kullanmış olduğumuz istatistik programına (SAS) yerleştirilmiş, PROC MIXED prosedürü uygulanmıştır. (46).

Prosedürde panelistler, blok faktör olarak alınmıştır; donma hızı ve kurutma sıcaklığı etkileşimi incelenmiştir..

Panelistler, et parçalarının sululuğunu değerlendirirken, kendilerine verilmiş olan formdaki değerlendirme skalasını kullanmışlardır. Bu skalaya göre puanlar şu şekilde dağılmaktadır:

1 – 2 : Çok Nemli

3 – 4 : Nemli/Az kuru

5 – 6 : Orta derecede kuru

7 – 8 : Çok kuru

Panelistlerin blok faktör olarak seçilmesinin, farklı donma hızı ($P = 0.95$) uygulaması ile donma hızı-kurutma sıcaklığı etkileşiminin ($P = 0.07$) sululuk üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı, farklı kurutma sıcaklığı ($P = 0.0001$) uygulamasının ise sululuk üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Bu nedenle farklı donma hızı uygulaması ve donma hızı-kurutma sıcaklığı etkileşimi için LSD hesaplaması ve harflendirme yapılmamıştır. Tablo 4.6.1. 'de bu etkenlere ait sadece ortalama değerler verilmiştir:

Tablo 4.6.1. Farklı uygulamalara tabi tutulmuş etlerin sululuk puanları

Uygulama	Sululuk Puanı Ortalama Değer
Donma hızı	
Y	4.75
Dondurulmamış	4.77
H	4.81
Donma hızı * Kurutma sıcaklığı	
Dondurulmamış * 42°C	4.21
H * 42°C	4.45
Y * 42°C	4.66
Y * 28°C	4.83
H * 28°C	5.16
Dondurulmamış * 28°C	5.33

Farklı kurutma yöntemlerinin, sululuk üzerine etkisi Tablo 4.6.2. 'de harflendirme yapılarak gösterilmiştir:

Tablo 4.6.2. Farklı kurutma yöntemlerinin Sululuk üzerine Etkisi

Uygulama	Sululuk Puanı Ortalama Değer
Kurutma Sıcaklığı	
42°C	4.44 ^a
28°C	5.11 ^b

Harflendirme, LSD (en küçük anlamlı fark) = 0. 33 değeri göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

Tablo 4.6.2. ' ye göre,

42°C ve 28°C 'nin, sululuk üzerinde farklı etkilere sahip olduğu görülmektedir. Panelistlere göre elde edilen ürünler sululuk özellikleri açısından, 'nemli-az kuru' (puan:3 – 4) ve 'orta derecede kuru'(puan:4 - 5) olarak değerlendirilmiştir.

4.7. Hammadde ve son ürünlerin kimyasal ve fiziksel analiz bulguları

Hammadde temin edildiğinde öncelikle pH değeri ölçülmüştür. Buna göre, kullanılan hammadde pH değerlerinin 5,56 – 5,70 arasında değiştiği görülmüştür.

Biltong üretimi için, özellikle yağ içeriği düşük olan ‘nuar’ seçilmiştir. Kullanılan hammaddelere ait yağ içerikleri Tablo 4.7.1. ‘de gösterilmektedir:

Tablo 4.7.1. Hammaddelere ait Yağ İçerikleri

Kurutulacağı Sıcaklık	Kullanılan Hammadde	% yağ (kg yağ/ kg KM)
28°C	1.tekrar için	1.10
28°C	2.tekrar için	1.39
28°C	3.tekrar için	0.88
28°C	4.tekrar için	1.16
42°C	1.tekrar için	0.60
42°C	2.tekrar için	0.45
42°C	3.tekrar için	0.95
42°C	4.tekrar için	1.29

Hammaddelerde ve son ürünlerde nem, su aktivitesi, tuz ve kül değerleri ölçülmüştür. Tablo 4.7.2.’de, nem ve su aktivitesi değerleri toplam örnek ağırlığı, tuz ve kül değerleri ise kurumadde ağırlığı üzerinden verilmiştir:

Tablo 4.7.2. Hammadde ve son ürünlere ait nem, su aktivitesi, tuz ve kül değerleri

Kurutma Sıcaklığı Ve Örnekler			Kurumadde Üzerinden	
	Nem (%)	Su Aktivitesi (20°C)	Tuz (%)	Kül (%)
28°C / 1.tekrar				
Hammadde	72.05	0.90	1.67	4.23
STD	41.31	0.82	10.35	13.08
Y	41.73	0.82	9.35	13.59
H	41.69	0.84	7.59	12.75
28°C / 2.tekrar				
Hammadde	70.96	0.94	1.61	4.84
STD	36.76	0.82	8.27	12.74
Y	38.49	0.80	5.6	12.11
H	35.37	0.79	5.2	12.22
28°C / 3.tekrar				
Hammadde	75.18	0.94	4.07	4.51
STD	35.56	0.79	6.39	12.62
Y	43.16	0.80	8.55	15.52
H	42.82	0.82	7.59	12.74
28°C / 4.tekrar				
Hammadde	70.27	0.90	2.91	4.13
STD	44.94	0.85	6.03	16.70
Y	45.13	0.83	7.68	15.94
H	45.02	0.83	7.71	13.58
42°C / 1.tekrar				
Hammadde	71.46	0.94	2.35	4.22
STD	47.14	0.86	7.33	14.30
Y	48.08	0.85	7.04	15.57
H	42.89	0.84	5.91	14.55
42°C / 2.tekrar				
Hammadde	73.62	0.91	2.35	4.36
STD	45.01	0.82	7.28	12.74
Y	42.09	0.84	6.5	10.85
H	44.17	0.83	4.91	12.53
42°C / 3.tekrar				
Hammadde	71.55	0.94	2.92	4.06
STD	42.76	0.82	6.65	12.17
Y	39.69	0.81	7	12.82
H	39.45	0.81	6.8	13.67
42°C / 4.tekrar				
Hammadde	74.32	0.9	5.06	4.40
STD	46.55	0.82	6.59	13.08
Y	40.18	0.81	6.10	11.83
H	43.63	0.81	7.67	11.33

- **STD:** Dondurulmamış, **Y:** Yavaş dondurulmuş, **H:** Hızlı dondurulmuş.

5. TARTIŞMA

Çözündürme sonunda elde edilen damlama kaybı değerlerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucu, yavaş dondurma işleminin, hızlı dondurma işlemine göre daha fazla damlama kaybına yol açtığı, hayvan farklılığının damlama kaybı üzerinde önem taşımadığı belirlenmiştir.

Damlama kaybı miktarları arasındaki farkın nedeni, yavaş donma sırasında meydana gelen buz kristallerinin büyük olması ve hücre dışında oluşmasıdır. Donmamış kısımda artan çözünmüş madde konsantrasyonu nedeniyle, hücre içindeki suyun ozmotik olarak yarı geçirgen hücre zarlarına (dış yüzeye) doğru çekilmesi sonucu, yer değiştiren su miktarı da maksimumdur. Hızlı donmada ise, hücre sıvısı olduğu yerde kalmakta ve hücrenin her yerine düzgün bir şekilde dağılmış küçük kristaller halinde donmaktadır; yer değiştiren su miktarı da minimumdur (12, 13, 14).

Kuruma grafikleri hakkındaki beklenti, 'yavaş dondurulan parçanın hızlı dondurulan parçaya göre hücre yapısı anlamında daha fazla zarar görmüş olması nedeniyle, çözündürme sırasında daha fazla su kaybetmesi, buna bağlı olarak da kurutma sırasında istenen nem değerine daha çabuk ulaşması' şeklindedir. Fakat her bir tekrar için oluşturulan serbest nem (X) -zaman (t) ve kuruma akısı (R) – serbest nem ortalama değer $(\Delta X_t + \Delta X_{t+1})/2$ grafikleri incelendiğinde, parçaların aynı kuruma eğilimini gösterdikleri, farklı uygulamaların (yavaş / hızlı dondurma, 28°C / 42°C'de kurutma) kuruma aşamasında farklılık yaratmadığı görülmüştür.

Farklı uygulamaların kuruma aşamasında farklılık yaratmamasının nedeni, et parçalarının çözündürüldükten sonra tabi tutuldukları işlemler (sirkede bekletme, marinasyon) sırasında, kaybettikleri suyu geri kazanmış olmaları şeklinde açıklanabilmektedir. Böylece, farklı hızda dondurulan et parçalarına ait damlama kayıplarının, kuruma süresi üzerinde beklenen etkiyi yaratmadığı görülmüştür.

Duyusal ve tekstürel analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, farklı hızlarda dondurulmuş et parçalarına ait renk farklılıklarının ve farklı sıcaklıklarda kurutulmuş et parçalarına ait renk, sertlik ve sululuk farklılıklarının önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında, 'donma hızı * kurutma sıcaklığı' etkileşiminin et parçalarına ait renk ve duyusal panel ile belirlenmiş sertlik özellikleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Duyusal analiz sonuçlarına göre, 28°C' de kurutulan et parçalarının, kurutma işleminin sonlandırılacağı nem içeriğine daha uzun sürede ulaşmaları nedeniyle 42°C' de kurutulan et parçalarına göre hem daha koyu renge hem de daha sert bir yapıya sahip oldukları belirlenmiştir. Fakat, TA-XT tekstür analiz cihazında yapılan sertlik analizine göre, farklı uygulamalara tabi tutulmuş et parçaları arasında sertlik farkı olmadığı belirlenmiştir.

Farklı uygulamaların çignenebilirlik üzerinde önemli bir etkisi görülmezken, farklı kurutma sıcaklığı uygulamasının sululuk üzerinde önemli bir etkisi olduğu görülmüştür. 28°C' de

kurutulan et parçalarının, kurutma işleminin sonlandırılacağı nem içeriğine daha uzun sürede ulaşmaları nedeniyle 42°C' de kurutulan et parçalarına göre daha az nemli/sulu olarak değerlendirildikleri belirtilmiştir.

Son ürünlere ait nem içeriklerinin, Güney Afrika'dan getirilen biltong örneklerine (Sherwood's Beef Biltong Crisps, Kalahari Biltong- Springbok ve Beef Snapstix) ait nem içeriklerine (%25, %26 ve %18) göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Biltongun nem, su aktivitesi ve tuz içeriklerini belirleme üzerine yapılan çalışmalarda (22) elde edilmiş nem ve su aktivitesi değerleri ile karşılaştırıldığında, bu çalışmada elde edilen son ürünlere ait özellikle nem ve su aktivitesi değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir

Son ürünlere ait tuz içeriklerinin, Güney Afrika'dan getirilen biltong örneklerine (Sherwood's Beef Biltong Crisps, Kalahari Biltong- Springbok ve Beef Snapstix) ait tuz içeriklerine (KM üzerinden %3.65, %5.08 ve %4.58) göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çözündürme sonunda elde edilen damlama kaybı değerlerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucu, yavaş dondurma işleminin, hızlı dondurma işlemine göre daha fazla damlama kaybına yol açtığı belirlenmiştir.

Farklı uygulamaların kuruma aşamasında farklılık yaratmamasının nedeni, et parçalarının çözündürüldükten sonra tabi tutuldukları işlemler (sirkede bekletme, marinasyon) sırasında, kaybettikleri suyu geri kazanmış olmaları şeklinde açıklanabilmektedir. Böylece, farklı hızda dondurulan et parçalarına ait damlama kayıplarının, kuruma süresi üzerinde beklenen etkiyi yaratmadığı görülmüştür.

Farklı hızlarda dondurulan et parçaları, çözündürüldükten sonra herhangi bir işlemten geçirilmeden kurutmaya alındığında damlama kayıplarının, kuruma süresi üzerinde beklenen etkiyi yaratabileceği düşünülmektedir; biltong üretiminde bu etkiyi gözlemleyebilmek mümkün olmamıştır.

7. KAYNAKLAR

(1) **Karel M.** Technology and Application of New Intermediate Moisture Foods. In: Davies R, Birch GG, Parker KJ, editors. Intermediate Moisture foods. Essex: Applied Science Publishers; 1976. p. 4-31.

(2) **Rolfe EJ.** A Place for Intermediate Moisture Foods. In: Davies R, Birch GG, Parker KJ, editors. Intermediate Moisture foods. Essex: Applied Science Publishers; 1976. p. 1-3

(3) **Leistner L, Rödel W.** The Stability of Intermediate Moisture foods with Respect to Micro-organisms. In: Davies R, Birch GG, Parker KJ, editors. Intermediate Moisture foods. Essex: Applied Science Publishers; 1976. p. 120-35.

(4) **Leistner L.** Shelf-Stable Products and Intermediate Moisture foods Based on Meat. In: Rockland LB, Beuchat LR, editors. Water Activity: Theory and Applications to Food. New York: Marcel Dekker, Inc.; 1987. p. 295-327.

(5) **Robson JN.** Some Introductory Thoughts on Intermediate Moisture foods. In: Davies R, Birch GG, Parker KJ, editors. Intermediate Moisture foods. Essex: Applied Science Publishers; 1976. p. 32-42.

(6) **Heldman DR, Singh RP.** Food Dehydration. In: Food Process Engineering. 2 nd ed. New York: Van Nostrand Reinhold; 1981. p. 261 - 332.

(7) **Persson PO, Löndahl G.** Freezing Technology. In: Mallet CP, editors. Frozen Food Technology. Glasgow: Blackie Academic & Professional; 1993. p.20-59

(8) **Desrosier NW, Desrosier JN.** Principles of Food Freezing. In: The Technology of Food Preservation. 4th ed. Westport: The AVI Publishing Company Inc; 1977. p. 110-52.

(9) **Proudlove RK.** Freezing. In: The Science and Technology of Foods. London: Forbes Publications Ltd; 1989. p. 218- 29.

(10) **Marsden JL, Henrickson RL.** Meat and Meat Products. In: Mallet CP, editors. Frozen Food Technology. Glasgow: Blackie Academic & Professional; 1993. p.168-96.

(11) Tressler DK, Evers CF. Freezing of Meat. In: The Freezing Preservation of Foods. Vol 1- Freezing of Fresh Foods, 3 rd ed., West Port: The AVI Publishing Company; 1957. p. 679 - 84.

(12) Sulzbacher WL, Gaddis AM. Meats: Preservation of Quality by Freezer Storage. In: Tressler DK, Arsdel WBV, Copley MJ, editors. The Freezing Preservation of Foods. Volume 2- Factors Affecting Quality in Frozen Foods. 4th ed. London: The AVI Publishing Company, Inc; 1968. p. 159-178.

(13) Honikel KO. The Meat Aspects of Water and Food Quality. In: Hardman TM, editors. Water and Food Quality. Essex: Elsevier Science Publishers; 1989. p. 277-304

(14) Rogers JL, Binsted R. The General Technology of Frozen Foods. In: Quick-Frozen Foods. London: Food Trade Press Ltd; 1972. p.48-58

(15) Mallett CP, Physical Phenomena in the Freezing of Tissues. In: Mallett CP, editors. Frozen Food Technology. Glasgow: Blackie Academic & Professional; 1994. p. 14-7.

(16) Calvelo A. Recent Studies on Meat Freezing. In: Lawrie R, editors. Developments in Meat Science-2. Essex: Applied Science Publishers; 1981. p. 125-58.

(17) Tressler DK, Evers CF. Changes Occuring in Foods. In: The Freezing Preservation of Foods. Vol 1- Freezing of Fresh Foods, 3 rd ed., West Port: The AVI Publishing Company; 1957. p. 325

(18) Anon MC, Calvelo A. Freezing Rate Effects on the Drip Loss of Frozen Beef. Meat Science. 1980, 4: 1-14.

(19) Torres JA, Microbial Stabilization of Intermediate Moisture Food Surfaces. In: Rockland LB, Beuchat LR, editors. Water Activity: Theory and Applications to Food. New York: Marcel Dekker, Inc.; 1987. p. 329-68.

(20) Nortjé K, Buys EM, Minnaar A. Effect of γ -irradiation on the sensory quality of moist beef Biltong. Meat Science 71, 2005. p. 603- 11.

(21) Nortjé K, Buys EM, Minnaar A. Use of γ -irradiation to reduce high levels of *Staphylococcus aureus* on casein- whey protein coated moist beef Biltong. *Food Microbiology* 23, 2006. p. 729- 37.

(22) Chang SF, Huang TC, Pearson AM. Control of the Dehydration Process in Production of Intermediate- Moisture Meat Products: a review. *Advances in Food and Nutrition Research*. Vol. 39,1996. p. 71-161.

(23) Kalilou S, Collignan A, Zakhia N. Optimizing the Traditional Processing of Beef into Kilishi. *Meat Science*, Vol. 50 (1), 1998. p. 21 – 32.

(24) What is biltong, Available from: <http://www.3men.com/biltong.htm#Drying>, 2008.

(25) The Biltong Story, Available from:
http://www.biltongmakers.com/biltong04_biltongstory.html, 2008.

(26) How to make Real South African Biltong, Available from:
<http://www.biltongbox.com/biltong.html>, 2008.

(27) Make Your Own Biltong, Available from: <http://www.makeyourownbiltong.com/info/> , 2008.

(28) Wilson NRP, Dyett EJ, Hughes RB, Jones CRV. Meats for Processing. In: Meat and Meat Products- Factors Affecting Quality Control. Essex: Applied Science Publishers; 1981. p. 125-38.

(29) Çelikel FG. Et Mamüllerinin Dayanıklı Hale Getirilmesi. In: Gıda Üretimi ve Muhafazası Teknolojileri. Ankara: Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı Matbaası; 2006. p. 267- 72.

(30) Catsberg CME, Kepmen-Van Dommelen GJM. Meat and Meat Products. In: Food Handbook, 1st ed. West Sussex: Ellis Horwood Ltd; 1990. p. 67 - 89.

(31) Claus JR, Colby JW, Flick GJ. Processed Meats/Poultry/Seafood. In: Kinsman DM, Kotula AW, Breidenstein BC, editors. Muscle Foods. New York: Chapman & Hall; 1994. p. 106-163.

- (32) **Wilson NRP, Dyett EJ, Hughes RB, Jones CRV.** Curing. In: Meat and Meat Products- Factors Affecting Quality Control. Essex: Applied Science Publishers; 1981. p. 138-64.
- (33) **Girard JP.** Dehydration. In: Girard JP, editors. Technology of Meat and Meat Products. West Sussex: Ellis Horwood Ltd; 1992. p. 83 – 114.
- (34) **Catsberg CME, Kepmen-Van Dommelen GJM.** Vinegar. In: Food Handbook, 1st ed. West Sussex: Ellis Horwood Ltd; 1990. p. 360 - 62.
- (35) Closwa Biltong, Available from: <http://www.closwa.com/products.htm>, 2008.
- (36) **Ngapo TM, Babare IH, Reynolds J, Mawson RF.** Freezing and Thawing Rate Effects on Drip Loss from Samples of Pork. Meat Science. 1999, 53: 149-158.
- (37) **Geankoplis, C.J.** Transport Process and Separation Process Principles (Includes unit Operations), 4th Ed., New Jersey: Prentice Hall Pub; .2003.
- (38) **Mayor L, Sereno AM.** Modelling Shrinkage during Convective Drying of Food Materials: a review. Journal of Food Engineering. 2004, 61: 373-386
- (39) **Perez MGR, Calvelo A.** Modeling the Thermal Conductivity of Cooked Meat. Journal of Food Science. 1984, 49: 152- 156.
- (40) **Vural H, Öztan A.** Et ve Ürünleri Kalite Kontrol Laboratuvarı Uygulama Kılavuzu. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları; 1996. p. 43-4
- (41) **AOAC.** Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Virginia: IAC. Arlington, 1990.
- (42) **Harris PV, Shorthose WR.** Meat Texture. In: Lawrie R, editors. Developments in Meat Science – 4. Essex: Elsevier Science Publishers; 1988. p. 245-96.
- (43) **Epley RJ.** Meat Tenderness, Available from: <http://www.extension.umn.edu/distribution/nutrition/DJ0856.html#cold> , 2008.
- (44) **Miller RK.** Quality Characteristics. In: Kinsman DM, Kotula AW, Breidenstein BC, editors. Muscle Foods. New York: Chapman & Hall; 1994. p. 296-332.

(45) Miller RK. Sensory Methods to Evaluate Muscle Foods. In: Kinsman DM, Kotula AW, Breidenstein BC, editors. Muscle Foods. New York: Chapman & Hall; 1994. p. 333-360.

(46) SAS Institute. SAS Users Guide, Version 8.2. SAS Institute, Cary, NC; 2001.

8. EKLER

EK1:

Farklı hızda dondurma işleminin damlama kaybı miktarı üzerine etkisi

```
The GLM Procedure
Class Level Information

Class          Levels    Values
blok           8        1 2 3 4 5 6 7 8
donma          2        H Y

Number of observations      16

The GLM Procedure
Dependent Variable: drip

Source          DF          Sum of
                Squares    Mean Square  F Value  Pr > F
Model           8        6.51700000    0.81462500    1.29  0.3750
Error           7        4.42020000    0.63145714
Corrected Total 15       10.93720000

R-Square      Coeff Var      Root MSE      drip Mean
0.595856      39.58370      0.794643      2.007500

Source          DF      Type I SS    Mean Square  F Value  Pr > F
donma           1      3.90062500    3.90062500    6.18  0.0419
blok            7      2.61637500    0.37376786    0.59  0.7472

Source          DF      Type III SS    Mean Square  F Value  Pr > F
donma           1      3.90062500    3.90062500    6.18  0.0419
blok            7      2.61637500    0.37376786    0.59  0.7472

The GLM Procedure
t Tests (LSD) for drip

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the
      experimentwise error rate.

Alpha          0.05
Error Degrees of Freedom      7
Error Mean Square      0.631457
Critical Value of t      2.36462
Least Significant Difference  0.9395
```

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	donma
A	2.5013	8	Y
B	1.5138	8	H

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for drip

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	7
Error Mean Square	0.631457

Number of Means	2
Critical Range	.9395

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	donma
A	2.5013	8	Y
B	1.5138	8	H

The GLM Procedure

Student-Newman-Keuls Test for drip

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	7
Error Mean Square	0.631457

Number of Means	2
Critical Range	0.9394691

Means with the same letter are not significantly different.

SNK Grouping	Mean	N	donma
A	2.5013	8	Y
B	1.5138	8	H

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for drip

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
-------	------

Error Degrees of Freedom	7
Error Mean Square	0.631457
Critical Value of Studentized Range	3.34392
Minimum Significant Difference	0.9395

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	donma
A	2.5013	8	Y
B	1.5138	8	H

The GLM Procedure

Scheffe's Test for drip

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	7
Error Mean Square	0.631457
Critical Value of F	5.59145
Minimum Significant Difference	0.9395

Means with the same letter are not significantly different.

Scheffe Grouping	Mean	N	donma
A	2.5013	8	Y
B	1.5138	8	H

EK2:**Farklı hızda dondurma ve farklı sıcaklıklarda kurutmanın renk üzerine etkisi**

The Mixed Procedure

Model Information

Data Set	WORK.SET1
Dependent Variable	renk
Covariance Structure	Variance Components
Estimation Method	REML
Residual Variance Method	Profile
Fixed Effects SE Method	Model-Based
Degrees of Freedom Method	Containment

Class Level Information

Class	Levels	Values
blok	6	Bülent Deniz Neriman PelinB
		PelinE Yeliz
donma	3	H Y Yok
kurutma	2	28 42

Dimensions

Covariance Parameters	2
Columns in X	12
Columns in Z	6
Subjects	1
Max Obs Per Subject	144
Observations Used	144
Observations Not Used	0
Total Observations	144

Iteration History

Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	479.45342228	
1	1	453.53077514	0.00000000

Convergence criteria met.

The Mixed Procedure

Covariance Parameter
Estimates

Cov Parm	Estimate
blok	0.4472
Residual	1.2569

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood	453.5
AIC (smaller is better)	457.5
AICC (smaller is better)	457.6
BIC (smaller is better)	457.1

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
donma	2	133	5.24	0.0064
kurutma	1	133	20.56	<.0001
donma*kurutma	2	133	3.19	0.0444

Least Squares Means

Effect	donma	kurutma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
donma	H		6.1042	0.3174	133	19.23	<.0001
donma	Y		5.6250	0.3174	133	17.72	<.0001
donma	Yok		5.3750	0.3174	133	16.94	<.0001
kurutma		28	6.1250	0.3033	133	20.19	<.0001
kurutma		42	5.2778	0.3033	133	17.40	<.0001
donma*kurutma	H	28	6.2083	0.3562	133	17.43	<.0001
donma*kurutma	H	42	6.0000	0.3562	133	16.84	<.0001
donma*kurutma	Y	28	6.1250	0.3562	133	17.19	<.0001
donma*kurutma	Y	42	5.1250	0.3562	133	14.39	<.0001
donma*kurutma	Yok	28	6.0417	0.3562	133	16.96	<.0001
donma*kurutma	Yok	42	4.7083	0.3562	133	13.22	<.0001

The Mixed Procedure

Differences of Least Squares Means

Effect	donma	kurutma	_donma	_kurutma	Estimate	Standard Error	DF
donma	H		Y		0.4792	0.2289	133
donma	H		Yok		0.7292	0.2289	133
donma	Y		Yok		0.2500	0.2289	133
kurutma		28		42	0.8472	0.1869	133
donma*kurutma	H	28	H	42	0.2083	0.3236	133
donma*kurutma	H	28	Y	28	0.08333	0.3236	133
donma*kurutma	H	28	Y	42	1.0833	0.3236	133
donma*kurutma	H	28	Yok	28	0.1667	0.3236	133
donma*kurutma	H	28	Yok	42	1.5000	0.3236	133
donma*kurutma	H	42	Y	28	-0.1250	0.3236	133
donma*kurutma	H	42	Y	42	0.8750	0.3236	133
donma*kurutma	H	42	Yok	28	-0.04167	0.3236	133
donma*kurutma	H	42	Yok	42	1.2917	0.3236	133
donma*kurutma	Y	28	Y	42	1.0000	0.3236	133
donma*kurutma	Y	28	Yok	28	0.08333	0.3236	133
donma*kurutma	Y	28	Yok	42	1.4167	0.3236	133
donma*kurutma	Y	42	Yok	28	-0.9167	0.3236	133
donma*kurutma	Y	42	Yok	42	0.4167	0.3236	133
donma*kurutma	Yok	28	Yok	42	1.3333	0.3236	133

Differences of Least Squares Means

Effect	donma	kurutma	_donma	_kurutma	t Value	Pr > t
donma	H		Y		2.09	0.0382
donma	H		Yok		3.19	0.0018
donma	Y		Yok		1.09	0.2766
kurutma		28		42	4.53	<.0001
donma*kurutma	H	28	H	42	0.64	0.5209
donma*kurutma	H	28	Y	28	0.26	0.7972
donma*kurutma	H	28	Y	42	3.35	0.0011
donma*kurutma	H	28	Yok	28	0.51	0.6074

donma*kurutma	H	28	Yok	42	4.63	<.0001
donma*kurutma	H	42	Y	28	-0.39	0.6999
donma*kurutma	H	42	Y	42	2.70	0.0078
donma*kurutma	H	42	Yok	28	-0.13	0.8978
donma*kurutma	H	42	Yok	42	3.99	0.0001
donma*kurutma	Y	28	Y	42	3.09	0.0024
donma*kurutma	Y	28	Yok	28	0.26	0.7972
donma*kurutma	Y	28	Yok	42	4.38	<.0001
donma*kurutma	Y	42	Yok	28	-2.83	0.0053
donma*kurutma	Y	42	Yok	42	1.29	0.2002
donma*kurutma	Yok	28	Yok	42	4.12	<.0001

EK3:**Farklı hızda dondurma ve farklı sıcaklıklarda kurutmanın sertlik üzerine etkisi- Duyusal test değerlendirmesi**

The Mixed Procedure

Model Information

Data Set	WORK.SET1
Dependent Variable	sertlik
Covariance Structure	Variance Components
Estimation Method	REML
Residual Variance Method	Profile
Fixed Effects SE Method	Model-Based
Degrees of Freedom Method	Containment

Class Level Information

Class	Levels	Values
blok	6	Bülent Deniz Neriman PelinB PelinE Yeliz
donma	3	H Y Yok
kurutma	2	28 42

Dimensions

Covariance Parameters	2
Columns in X	12
Columns in Z	6
Subjects	1
Max Obs Per Subject	144
Observations Used	144
Observations Not Used	0
Total Observations	144

Iteration History

Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	404.86560277	
1	1	396.28513969	0.00000000

Convergence criteria met.

The Mixed Procedure

Covariance Parameter
Estimates

Cov Parm	Estimate
blok	0.1205
Residual	0.8539

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood	396.3
AIC (smaller is better)	400.3

AICC (smaller is better) 400.4
BIC (smaller is better) 399.9

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
donma	2	133	0.76	0.4714
kurutma	1	133	8.86	0.0035
donma*kurutma	2	133	3.10	0.0484

Least Squares Means

Effect	donma	kurutma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
donma	H		4.7500	0.1946	133	24.41	<.0001
donma	Y		4.8333	0.1946	133	24.84	<.0001
donma	Yok		4.6042	0.1946	133	23.66	<.0001
kurutma		28	4.9583	0.1787	133	27.74	<.0001
kurutma		42	4.5000	0.1787	133	25.18	<.0001
donma*kurutma	H	28	5.1250	0.2359	133	21.72	<.0001
donma*kurutma	H	42	4.3750	0.2359	133	18.54	<.0001
donma*kurutma	Y	28	4.7917	0.2359	133	20.31	<.0001
donma*kurutma	Y	42	4.8750	0.2359	133	20.66	<.0001
donma*kurutma	Yok	28	4.9583	0.2359	133	21.02	<.0001
donma*kurutma	Yok	42	4.2500	0.2359	133	18.01	<.0001

The Mixed Procedure

Differences of Least Squares Means

Effect	donma	kurutma	_donma	_kurutma	Estimate	Standard Error	DF
donma	H		Y		-0.08333	0.1886	133
donma	H		Yok		0.1458	0.1886	133
donma	Y		Yok		0.2292	0.1886	133
kurutma		28		42	0.4583	0.1540	133
donma*kurutma	H	28	H	42	0.7500	0.2667	133
donma*kurutma	H	28	Y	28	0.3333	0.2667	133
donma*kurutma	H	28	Y	42	0.2500	0.2667	133
donma*kurutma	H	28	Yok	28	0.1667	0.2667	133
donma*kurutma	H	28	Yok	42	0.8750	0.2667	133
donma*kurutma	H	42	Y	28	-0.4167	0.2667	133
donma*kurutma	H	42	Y	42	-0.5000	0.2667	133
donma*kurutma	H	42	Yok	28	-0.5833	0.2667	133
donma*kurutma	H	42	Yok	42	0.1250	0.2667	133
donma*kurutma	Y	28	Y	42	-0.08333	0.2667	133
donma*kurutma	Y	28	Yok	28	-0.1667	0.2667	133
donma*kurutma	Y	28	Yok	42	0.5417	0.2667	133
donma*kurutma	Y	42	Yok	28	-0.08333	0.2667	133
donma*kurutma	Y	42	Yok	42	0.6250	0.2667	133
donma*kurutma	Yok	28	Yok	42	0.7083	0.2667	133

Differences of Least Squares Means

Effect	donma	kurutma	_donma	_kurutma	t Value	Pr > t
donma	H		Y		-0.44	0.6593
donma	H		Yok		0.77	0.4408
donma	Y		Yok		1.21	0.2265
kurutma		28		42	2.98	0.0035
donma*kurutma	H	28	H	42	2.81	0.0057
donma*kurutma	H	28	Y	28	1.25	0.2136
donma*kurutma	H	28	Y	42	0.94	0.3503

donma*kurutma	H	28	Yok	28	0.62	0.5332
donma*kurutma	H	28	Yok	42	3.28	0.0013
donma*kurutma	H	42	Y	28	-1.56	0.1207
donma*kurutma	H	42	Y	42	-1.87	0.0631
donma*kurutma	H	42	Yok	28	-2.19	0.0305
donma*kurutma	H	42	Yok	42	0.47	0.6401
donma*kurutma	Y	28	Y	42	-0.31	0.7552
donma*kurutma	Y	28	Yok	28	-0.62	0.5332
donma*kurutma	Y	28	Yok	42	2.03	0.0443
donma*kurutma	Y	42	Yok	28	-0.31	0.7552
donma*kurutma	Y	42	Yok	42	2.34	0.0206
donma*kurutma	Yok	28	Yok	42	2.66	0.0089

EK4:**Farklı hızda dondurma ve farklı sıcaklıklarda kurutmanın sertlik üzerine etkisi- TA-XT**
Tekstür Analiz cihazından alınan verilere göre değerlendirme

The Mixed Procedure

Model Information

Data Set	WORK.SET1
Dependent Variable	toughness
Covariance Structure	Diagonal
Estimation Method	REML
Residual Variance Method	Profile
Fixed Effects SE Method	Model-Based
Degrees of Freedom Method	Residual

Class Level Information

Class	Levels	Values
donma	3	H Y yok
kurutma	2	28 42

Dimensions

Covariance Parameters	1
Columns in X	12
Columns in Z	0
Subjects	1
Max Obs Per Subject	24
Observations Used	24
Observations Not Used	0
Total Observations	24

Covariance Parameter
Estimates

Cov Parm	Estimate
Residual	0.7459

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood	54.1
AIC (smaller is better)	56.1
AICC (smaller is better)	56.4
BIC (smaller is better)	57.0

The Mixed Procedure

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
donma	2	18	0.93	0.4135
kurutma	1	18	0.04	0.8372
donma*kurutma	2	18	0.90	0.4249

EK5:**Farklı hızda dondurma ve farklı sıcaklıklarda kurutmanın çiğnenebilirlik üzerine etkisi**

The Mixed Procedure

Model Information

Data Set	WORK.SET1
Dependent Variable	cignenebilirlik
Covariance Structure	Variance Components
Estimation Method	REML
Residual Variance Method	Profile
Fixed Effects SE Method	Model-Based
Degrees of Freedom Method	Containment

Class Level Information

Class	Levels	Values
blok	6	Bülent Deniz Neriman PelinB PelinE Yeliz
donma	3	H Y Yok
kurutma	2	28 42

Dimensions

Covariance Parameters	2
Columns in X	12
Columns in Z	6
Subjects	1
Max Obs Per Subject	144
Observations Used	144
Observations Not Used	0
Total Observations	144

Iteration History

Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	419.17915290	
1	1	403.55245033	0.00000000

Convergence criteria met.

The Mixed Procedure

Covariance Parameter
Estimates

Cov Parm	Estimate
blok	0.2024
Residual	0.8874

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood	403.6
AIC (smaller is better)	407.6

AICC (smaller is better) 407.6
BIC (smaller is better) 407.1

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
donma	2	133	1.04	0.3560
kurutma	1	133	0.28	0.5965
donma*kurutma	2	133	0.63	0.5321

Least Squares Means

Effect	donma	kurutma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
donma	H		4.8958	0.2285	133	21.42	<.0001
donma	Y		5.1458	0.2285	133	22.52	<.0001
donma	Yok		4.9167	0.2285	133	21.52	<.0001
kurutma		28	5.0278	0.2146	133	23.43	<.0001
kurutma		42	4.9444	0.2146	133	23.04	<.0001
donma*kurutma	H	28	5.0000	0.2659	133	18.80	<.0001
donma*kurutma	H	42	4.7917	0.2659	133	18.02	<.0001
donma*kurutma	Y	28	5.2500	0.2659	133	19.74	<.0001
donma*kurutma	Y	42	5.0417	0.2659	133	18.96	<.0001
donma*kurutma	Yok	28	4.8333	0.2659	133	18.18	<.0001
donma*kurutma	Yok	42	5.0000	0.2659	133	18.80	<.0001

The Mixed Procedure

Differences of Least Squares Means

Effect	donma	kurutma	_donma	_kurutma	Estimate	Standard Error	DF
donma	H		Y		-0.2500	0.1923	133
donma	H		Yok		-0.02083	0.1923	133
donma	Y		Yok		0.2292	0.1923	133
kurutma		28		42	0.08333	0.1570	133
donma*kurutma	H	28	H	42	0.2083	0.2719	133
donma*kurutma	H	28	Y	28	-0.2500	0.2719	133
donma*kurutma	H	28	Y	42	-0.04167	0.2719	133
donma*kurutma	H	28	Yok	28	0.1667	0.2719	133
donma*kurutma	H	28	Yok	42	2.39E-15	0.2719	133
donma*kurutma	H	42	Y	28	-0.4583	0.2719	133
donma*kurutma	H	42	Y	42	-0.2500	0.2719	133
donma*kurutma	H	42	Yok	28	-0.04167	0.2719	133
donma*kurutma	H	42	Yok	42	-0.2083	0.2719	133
donma*kurutma	Y	28	Y	42	0.2083	0.2719	133
donma*kurutma	Y	28	Yok	28	0.4167	0.2719	133
donma*kurutma	Y	28	Yok	42	0.2500	0.2719	133
donma*kurutma	Y	42	Yok	28	0.2083	0.2719	133
donma*kurutma	Y	42	Yok	42	0.04167	0.2719	133
donma*kurutma	Yok	28	Yok	42	-0.1667	0.2719	133

Differences of Least Squares Means

Effect	donma	kurutma	_donma	_kurutma	t Value	Pr > t
donma	H		Y		-1.30	0.1958
donma	H		Yok		-0.11	0.9139
donma	Y		Yok		1.19	0.2355
kurutma		28		42	0.53	0.5965
donma*kurutma	H	28	H	42	0.77	0.4450
donma*kurutma	H	28	Y	28	-0.92	0.3596
donma*kurutma	H	28	Y	42	-0.15	0.8785

donma*kurutma	H	28	Yok	28	0.61	0.5410
donma*kurutma	H	28	Yok	42	0.00	1.0000
donma*kurutma	H	42	Y	28	-1.69	0.0943
donma*kurutma	H	42	Y	42	-0.92	0.3596
donma*kurutma	H	42	Yok	28	-0.15	0.8785
donma*kurutma	H	42	Yok	42	-0.77	0.4450
donma*kurutma	Y	28	Y	42	0.77	0.4450
donma*kurutma	Y	28	Yok	28	1.53	0.1279
donma*kurutma	Y	28	Yok	42	0.92	0.3596
donma*kurutma	Y	42	Yok	28	0.77	0.4450
donma*kurutma	Y	42	Yok	42	0.15	0.8785
donma*kurutma	Yok	28	Yok	42	-0.61	0.5410

EK6:**Farklı hızda dondurma ve farklı sıcaklıklarda kurutmanın sululuk üzerine etkisi**

The Mixed Procedure

Model Information

Data Set	WORK.SET1
Dependent Variable	sululuk
Covariance Structure	Variance Components
Estimation Method	REML
Residual Variance Method	Profile
Fixed Effects SE Method	Model-Based
Degrees of Freedom Method	Containment

Class Level Information

Class	Levels	Values
blok	6	Bülent Deniz Neriman PelinB PelinE Yeliz
donma	3	H Y Yok
kurutma	2	28 42

Dimensions

Covariance Parameters	2
Columns in X	12
Columns in Z	6
Subjects	1
Max Obs Per Subject	144
Observations Used	144
Observations Not Used	0
Total Observations	144

Iteration History

Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	426.94941707	
1	1	419.93937256	0.00000000

Convergence criteria met.

The Mixed Procedure

Covariance Parameter
Estimates

Cov Parm	Estimate
blok	0.1233
Residual	1.0178

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood	419.9
AIC (smaller is better)	423.9
AICC (smaller is better)	424.0

BIC (smaller is better) 423.5

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
donma	2	133	0.05	0.9534
kurutma	1	133	15.72	0.0001
donma*kurutma	2	133	2.72	0.0694

Least Squares Means

Effect	donma	kurutma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
donma	H		4.8125	0.2043	133	23.55	<.0001
donma	Y		4.7500	0.2043	133	23.24	<.0001
donma	Yok		4.7708	0.2043	133	23.35	<.0001
kurutma		28	5.1111	0.1863	133	27.44	<.0001
kurutma		42	4.4444	0.1863	133	23.86	<.0001
donma*kurutma	H	28	5.1667	0.2509	133	20.59	<.0001
donma*kurutma	H	42	4.4583	0.2509	133	17.77	<.0001
donma*kurutma	Y	28	4.8333	0.2509	133	19.26	<.0001
donma*kurutma	Y	42	4.6667	0.2509	133	18.60	<.0001
donma*kurutma	Yok	28	5.3333	0.2509	133	21.25	<.0001
donma*kurutma	Yok	42	4.2083	0.2509	133	16.77	<.0001

The Mixed Procedure

Differences of Least Squares Means

Effect	donma	kurutma	_donma	_kurutma	Estimate	Standard Error	DF
donma	H		Y		0.06250	0.2059	133
donma	H		Yok		0.04167	0.2059	133
donma	Y		Yok		-0.02083	0.2059	133
kurutma		28		42	0.6667	0.1681	133
donma*kurutma	H	28	H	42	0.7083	0.2912	133
donma*kurutma	H	28	Y	28	0.3333	0.2912	133
donma*kurutma	H	28	Y	42	0.5000	0.2912	133
donma*kurutma	H	28	Yok	28	-0.1667	0.2912	133
donma*kurutma	H	28	Yok	42	0.9583	0.2912	133
donma*kurutma	H	42	Y	28	-0.3750	0.2912	133
donma*kurutma	H	42	Y	42	-0.2083	0.2912	133
donma*kurutma	H	42	Yok	28	-0.8750	0.2912	133
donma*kurutma	H	42	Yok	42	0.2500	0.2912	133
donma*kurutma	Y	28	Y	42	0.1667	0.2912	133
donma*kurutma	Y	28	Yok	28	-0.5000	0.2912	133
donma*kurutma	Y	28	Yok	42	0.6250	0.2912	133
donma*kurutma	Y	42	Yok	28	-0.6667	0.2912	133
donma*kurutma	Y	42	Yok	42	0.4583	0.2912	133
donma*kurutma	Yok	28	Yok	42	1.1250	0.2912	133

Differences of Least Squares Means

Effect	donma	kurutma	_donma	_kurutma	t Value	Pr > t
donma	H		Y		0.30	0.7620
donma	H		Yok		0.20	0.8400
donma	Y		Yok		-0.10	0.9196
kurutma		28		42	3.96	0.0001
donma*kurutma	H	28	H	42	2.43	0.0163
donma*kurutma	H	28	Y	28	1.14	0.2544

donma*kurutma	H	28	Y	42	1.72	0.0883
donma*kurutma	H	28	Yok	28	-0.57	0.5681
donma*kurutma	H	28	Yok	42	3.29	0.0013
donma*kurutma	H	42	Y	28	-1.29	0.2001
donma*kurutma	H	42	Y	42	-0.72	0.4756
donma*kurutma	H	42	Yok	28	-3.00	0.0032
donma*kurutma	H	42	Yok	42	0.86	0.3922
donma*kurutma	Y	28	Y	42	0.57	0.5681
donma*kurutma	Y	28	Yok	28	-1.72	0.0883
donma*kurutma	Y	28	Yok	42	2.15	0.0337
donma*kurutma	Y	42	Yok	28	-2.29	0.0236
donma*kurutma	Y	42	Yok	42	1.57	0.1179
donma*kurutma	Yok	28	Yok	42	3.86	0.0002