

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ASEPTİK TORBA AMBALAJLI DOMATES SALÇASININ DEPOLAMA
SIRASINDAKİ KALİTE DEĞİŞİMİ**

Cansu TUFAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2013**

Her hakkı saklıdır

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

Tarih:

İmza:

Cansu TUFAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ASEPTİK TORBA AMBALAJLI DOMATES SALÇASININ DEPOLAMA SIRASINDAKİ KALİTE DEĞİŞİMİ

Cansu TUFAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aziz EKŞİ

Bu araştırmada; aseptik ambalajlı domates salçasının kalite değişiminin ve buna bağlı olarak raf ömrünün belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bunun için domates salçası örnekleri 3 farklı sıcaklıkta (20°C, 28°C ve 37°C) depolanmış ve her ay HMF, serum rengi (A_{420}), toplam asit, pH değeri, suda çözünür kuru madde, likopen, renk (L,a,b), konsistens ve duyuşal özellikleri analiz edilmiştir. Depolama süresine bağlı olarak, kalite değişkenlerinden HMF, A_{420} miktarı ve toplam asitlik artarken; likopen, L, a, b, a/b oranı, tat ile renk puanı ve pH değeri azalmaktadır. Raf ömrünün belirlenmesinde doğrusal, ikinci derece, hiperbolik, üstel ve logaritmik olmak üzere beş ayrı model denenmiştir. Her üç sıcaklıkta da HMF, serum rengi, likopen, L, a, b, a/b, pH değeri, toplam asit ile tat ve renk gibi duyuşal özelliklerdeki değişimi en iyi ikinci derece modelin yansıttığı saptanmıştır.

Bulgulara göre; 20°C depolama sıcaklığında domates salçası için en kısa raf ömrü a/b kriteri ile 10 ay 25 gündür. Bu sıcaklıktaki raf ömrü serum rengine göre 2 yıl 2 ay 12 gün, pH değerine göre 2 yıl 4 ay 24 gün, duyuşal özelliklerden renge göre 3 yıl 8 ay 12 gün, HMF miktarına göre 4 yıl 3 ay 18 gündür.

Depolama sıcaklıkları arasındaki fark dikkate alınarak kalite değişimi için Q_{10} değeri de hesaplanmıştır. Buna göre HMF miktarı, renk puanı ve serum rengi sıcaklık değişiminden en fazla etkilenen kalite kriterleri olmuştur.

Bulgular, aseptik ambalajlı domates salçasında depolamaya bağlı olarak rengin değiştiğine ilişkin bildirimleri doğrulamakla birlikte bunun ancak yüksek depolama sıcaklığında ortaya çıkabileceği anlaşılmaktadır. Buna karşılık, depolama sırasında salça kıvamının değiştiğine ilişkin bildirimler doğrulanmamıştır.

Aralık, 2013 70 sayfa

Anahtar Kelimeler: Domates salçası, kalite değişimi, aseptik ambalaj, depolama sıcaklığı, depolama süresi, raf ömrü

ABSTRACT

Master Thesis

QUALITY CHANGE OF TOMATO PASTE PACKED IN ASEPTIC BAG DURING STORAGE

Cansu TUFAN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Aziz EKSI

In this research, it is aimed to determine quality change of tomato paste packed in aseptic bag and accordingly the shelf life.

For this, samples were stored at three different temperatures as 20°C, 28°C and 37°C and HMF, serum color (A_{420}), lycopene, total acid value, total dry matter, pH value, paste color (L, a, b, a/b), consistence and sensorial properties were analyzed during six months with one month intervals.

Quality variables such as HMF, serum color and total acid value increased; the quantity of lycopene, the value of pH, L, a, b, a/b and color points decreased, depending on the storage time and temperature. As storing temperature increased, quality change speed increased. For the determination of shelf life five different models which were linear, quadratic, hyperbolic, exponential and logarithmic were applied. It was determined that quadratic model reflected the change of HMF, serum color, lycopene, L, a, b, a/b, pH value, total acid and sensory properties such as taste and color at three temperatures.

According to the findings; the shortest shelf life of tomato paste at 20°C is 10 months 25 days. On the other hand, the shelf life of tomato paste at same temperature are according to serum color 2 years 2 months and 12 days, according to pH value 2 years 4 months and 24 days, according to color point 3 years 8 months and 12 days, according to HMF 4 years 3 months and 18 days.

For quality changes Q_{10} values were also calculated with difference between the storage temperature taken into account. According, HMF quantity, color point and serum color were the quality criteria that were affected most by temperature change.

While findings, depending on storage in aseptic packaged tomato paste verify the notification that it changes color, and it is also understood that it can only happen at higher storage temperatures. In contrast, notifications of the changing of paste consistency during storage have not been confirmed.

December, 2013 70 pages

Key Words: Tomato paste, quality change, aseptic package, storage temperature, storage time, shelf life

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen, desteği ve anlayışıyla her an yanımda olan sayın danışmanım, değerli hocam Prof. Dr. Aziz EKŞİ'ye (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü),

Analiz sonuçlarımın istatistiksel değerlendirilmesinde yardımcı olan Prof. Dr. Zahide KOCABAŞ, Prof. Dr. Ensar BAŞPINAR ve Araş. Gör. Rabia ALBAYRAK'a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi), çalışmalarım sırasında ilgilerini eksik etmeyip yanımda olan Araş. Gör. Burcu Uncu KİRTİŞ ve Araş. Gör. İlkay TÜRKMEN'e (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü), araştırma materyalini sağlayan TAT Konserve A.Ş. yöneticilerinden Tuncay ÖZBEN'e, bana maddi olarak destek olan TÜBİTAK'a, burs başvurusu sırasında beni yalnız bırakmayan Sezai Kaya ve eşi Zehra Kaya'ya,

Her zor anımda yanımda olan çözüm sürecinde bilgisi ve deneyiminden yararlandığım en büyük manevi destekçim, arkadaşım Gülen YEŞİLÖREN'e (Türk Akreditasyon Kurumu), öğrenim hayatım boyunca maddi-manevi desteğini esirgemeyen halam Fatma TUFAN ile üniversite hayatım boyunca fikirleriyle yol gösteren teyzem Samiye Yıldız AKKUR'a, kuzenim Betül Duvarcı'ya,

Her zaman bana maddi-manevi destek olan ve sevgisini hiçbir zaman eksik etmeyen babam Halis TUFAN, annem Şaziye TUFAN ve kardeşim, aynı zamanda ev arkadaşım Şensu TUFAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Cansu TUFAN

Ankara, Aralık 2013

İÇİNDEKİLER

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1 Domates ve Domates Salçasının Bileşimi	4
2.2 Domates Salçasında Kalite Değişimi	9
2.3 Raf Ömrünün Belirlenmesi	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	21
3.1 Materyal	21
3.2 Yöntem	23
3.2.1 Analiz Yöntemleri.....	23
3.2.1.1 Suda çözünür kuru madde tayini	23
3.2.1.2 pH değeri tayini	23
3.2.1.3 Toplam asit tayini.....	23
3.2.1.4 Salça rengi ölçümü	24
3.2.1.5 Serum rengi tayini.....	24
3.2.1.6 Hidroksimetilfurfural (HMF) tayini	24
3.2.1.7 Likopen tayini.....	25
3.2.1.8 Konsistens tayini	26
3.2.1.9 Duyusal analiz	27
3.2.2 İstatistikî yöntemler	27
3.2.2.1 Raf ömrü için en uygun modelin belirlenmesi.....	27
3.2.2.2 Q ₁₀ değerinin hesaplanması.....	29

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	30
4.1 Domates Salçasında Depolama Sırasında Kalite Değişimi.....	30
4.1.1 HMF miktarının değişmesi	31
4.1.2 Serum renginin değişmesi	32
4.1.3 Likopen miktarının değişmesi.....	33
4.1.4 Salça renginin değişmesi.....	34
4.1.5 Duyusal özelliklerin değişmesi	36
4.1.6 pH değerinin değişmesi.....	38
4.1.7 Toplam asit miktarının değişmesi.....	39
4.2 Domates salçasında Raf Ömrünün Hesaplanması İçin En Uygun Modelin Belirlenmesi	40
4.3 Değişik Kriterlere Göre Domates Salçasının Raf Ömrü	40
4.4 Domates Salçasında Kalite Değişim Kriterleri İçin Q₁₀ Değerleri.....	46
5. SONUÇ.....	48
KAYNAKLAR	51
EKLER.....	59
EK 1 Domates Salçasında 20°C Depolamada Süreye Bağlı Olarak Kalite Kriterlerinin Değişimi.....	60
EK 2 Domates Salçasında 28°C Depolamada Süreye Bağlı Olarak Kalite Kriterlerinin Değişimi.....	61
EK 3 Domates Salçasında 37°C Depolamada Süreye Bağlı Olarak Kalite Kriterlerinin Değişimi.....	62
EK 4 Domates Salçasında Üç Farklı Sıcaklıkta Kalite Değişimini Yansıtan En Uygun Modeller.....	63
EK 5 HMF Artışına Göre Raf Ömrü Eğrisi.....	65
EK 6 Serum Rengi (A₄₂₀) Artışına Göre Raf Ömrü Eğrisi.....	66
EK 7 Renk Puanı Azalmasına Göre Raf Ömrü Eğrisi.....	67
EK 8 a/b Oranı Azalmasına Göre Raf Ömrü Eğrisi.....	68
ÖZGEÇMİŞ.....	69

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
USDA	Amerika Birleşik Devletleri Ziraat Departmanı
RDI	Tavsiye edilen günlük alım miktarı
HMF	Hidroksimetilfurfural
UV/VİS	Ultraviyole/görünür bölge ışınları
a_w	Su aktivitesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Maillard reaksiyonu mekanizması	11
Şekil 2.2 Likopenin kimyasal yapısı	13
Şekil 2.3 Hunter L, a, b Renk Skalası	17
Şekil 3.1 Aseptik ambalajlı domates salçası üretim şeması	22
Şekil 3.2 Standart HMF kurvesi	25
Şekil 3.3 Bostwick konsistometresi	26
Şekil 4.1 20°C, 28°C ve 37°C’de depolanan salça örnekleri	36
Şekil 4.2 Üç farklı depolama sıcaklığında süreye bağlı olarak HMF miktarı artış grafiği	42
Şekil 4.3 Üç farklı depolama sıcaklığında süreye bağlı olarak serum rengi (A_{420}) artış grafiği	43
Şekil 4.4 Üç farklı depolama sıcaklığında süreye bağlı olarak renk puanı azalış grafiği	43
Şekil 4.5 Üç farklı depolama sıcaklığında süreye bağlı olarak tat puanı azalış grafiği	44
Şekil 4.6 Üç farklı depolama sıcaklığında süreye bağlı olarak a/b oranı azalış grafiği	44
Şekil 4.7 Üç farklı depolama sıcaklığında süreye bağlı olarak pH değeri azalış Grafiği	45
Şekil 4.8 Üç farklı depolama sıcaklığında süreye bağlı olarak toplam asitliğin azalış grafiği	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Domatesin Kimyasal bileşimi	5
Çizelge 2.2 Domates salçasının kimyasal bileşimi	7
Çizelge 2.3 Meyve ve domates ürünlerinde likopen içeriği.....	13
Çizelge 2.4 İnsan dokularında likopen düzeyi.....	15
Çizelge 4.1 Depolanan üç farklı sıcaklıktaki briks, bostwick ve koku puanı ortalamları.....	30
Çizelge 4.2 Domates salçasında sıcaklığa ve süreye bağlı olarak HMF miktarı	31
Çizelge 4.3 Domates salçasında sıcaklığa ve süreye bağlı olarak serum rengi değerleri.....	32
Çizelge 4.4 Domates salçasında sıcaklık ve süreye bağlı olarak likopen miktarı.....	33
Çizelge 4.5 Domates salçasında sıcaklığa ve süreye bağlı olarak renk değerleri	35
Çizelge 4.6 Domates salçasında sıcaklığa ve süreye bağlı olarak verilen duyuşal özellik puanları.....	37
Çizelge 4.7 Domates salçasında sıcaklığa ve süreye bağlı olarak pH değeri.....	38
Çizelge 4.8 Domates salçasında sıcaklığa ve süreye bağlı olarak toplam asit miktarı ...	39
Çizelge 4.9 Domates salçasının 20°C’de depolamada belirlenen raf ömrü süreleri	41
Çizelge 4.10 Domates salçasının 28°C’de depolamada belirlenen raf ömrü süreleri.....	41
Çizelge 4.11 Domates salçasının 37°C’de depolamada belirlenen raf ömrü süreleri	41
Çizelge 4.12 20-28°C, 28-37°C ve 20-37°C sıcaklığına ait hızlandırıcı faktörlerin belirlenmesi	47

1. GİRİŞ

Domatesin anavatanının Meksika ya da Peru olduğu düşünülmektedir. Orta Amerika ve Güney Meksika’da domates çeşidinin fazla olması bu görüşü desteklemektedir (Günay 2005). Bazı kaynaklarca domates kelimesi Güney Amerika kökenlidir ve Azteklerin *xitomate* ve *zitotomate* kelimelerinden türemiştir. 16. yy’ ın başlarında Avrupa’ya gelen domatesin Türkiye’de tanınması ise I. Dünya Savaşı yıllarına rastlamaktadır (Gould 1983, Uylaşer 1996).

Domates, dünyada en çok üretilen, tüketilen ve ticarete konu olan tarım ürünlerinin başında gelmektedir. Dünyada domates üretimi FAO (2011) verilerine göre 160 milyon ton dolayındadır. Türkiye uzun yıllardır domates üreten başlıca ülkelerden biridir. 1988 yılında 5 250 000 ton olan domates üretimi yaklaşık ikiye katlanarak 2011 yılında 11 003 433 tona ulaşmış ve böylece Türkiye dünya domates üretiminde Çin (48 450 000 ton), Hindistan (16 826 000 ton) ve ABD’nden (12 526 070 ton) sonra 4. sırada Avrupa’da ise 1. sırada yer almaktadır.

Türkiye’de 2011 yılında yaklaşık 41,7 milyon ton yaş meyve sebze üretilmiş ve domates üretimi tek başına yaş meyve sebze üretiminin yaklaşık $\frac{1}{4}$ ’ünü oluşturmuştur (FAO 2013). Ekolojik açıdan ülkemizin hemen her bölgesi domates tarımına uygundur. Sofralık tipi domates üretimi daha çok Akdeniz Bölgesi’nde yoğunlaşırken, sanayi tipi domates üretimi daha çok Marmara ve Ege Bölgelerinde özellikle de Bursa, Manisa, Balıkesir, Çanakkale ve İzmir illerinde yoğunlaşmıştır (Sarısacılı 2009, Keskin 2010). Üretilen domatesin büyük bir kısmı taze olarak tüketime sunulurken üretimin %25-30’u endüstriyel işlemeye tabi tutulmaktadır (TÜİK 2013). İşlenen domateslerin %80’i domates salçası, %15’i domates konservesi, kalanı ise ketçap, domates suyu ve benzeri diğer domates ürünlerinin üretiminde kullanılmaktadır (Sarısacılı 2009).

Domatesin hasat sonrası uzun süreli depolamaya uygun olmaması ve iklim koşulları nedeniyle bulunmasının güçleşmesi domatesin çeşitli yöntemlerle farklı ürün tiplerine işlenmesini zorunlu kılmıştır. Bu nedenle domatesten maksimum düzeyde yararlanmak amacıyla başta salça olmak üzere sos, ketçap, domates suyu, domates püresi, soyulmuş

domates, dilimlenmiş domates, küp şeklinde doğranmış domates, domates konservesi gibi çok değişik şekillerde değerlendirilmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Salça ve Püre Tebliği'ne göre domates salçası; domates bitkisinin olgun, sağlam, kırmızı renkli ve taze meyvelerinin parçalandıktan sonra tekniğine uygun olarak kabuk, çekirdek ve lif gibi parçalarından ayrılarak elde edilen domates pulpunun tuz hariç en az %28 brikse kadar koyulaştırılan ve ısıtıl işlem uygulanana ürün olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2013a). Tanımdan da anlaşıldığı üzere domatesler öncelikle yıkama, ayıklama ve parçalama işlemlerinden geçirilir. Daha sonra sıcak (hot break, 85-90°C) veya soğuk (cold break, 60-65°C) yöntemine göre istenilen sıcaklığa ısıtılır ve 2 kademeli palper sisteminden geçirilir. Bu sistemde kabuk, lif ve çekirdekler ayrılarak domates pulpu (4-5°Bx) elde edilir. Elde edilen domates suyu evaporatörde konsantre edilir. Suda çözünen tuzsuz kuru madde miktarına göre konsantre; püre, duble (ikili) konsantre salça veya triple (üçlü) konsantre salça olarak adlandırılır. Domates pulpunun tekniğine uygun olarak işlenmesi ile üretilen ve tuz hariç briksi en az %7 olan ürünü püre, %28 olan duble konsantre salça, %36 olan triple (üçlü) domates salçası olarak tanımlanmaktadır. Suda çözünen tuzsuz kuru madde üzerinden en çok %2.5 tuz içeren salçaya tuzsuz, en çok %10 içeren salçaya ise tuzlu salça denilmektedir.

Domates salçası teneke kutu veya kavanozlara sıcak dolum tekniği ile doldurulmakta ya da aseptik dolum ile aseptik torbalarda ambalajlanmaktadır. Teneke kutu ve kavanoz genelde yurt içi tüketim için kullanılırken aseptik torba daha çok ihracat için kullanılmaktadır.

Domates dünyada birçok ülkede yetiştirilmekte olup uygun iklim koşulları sayesinde Türkiye domates üretimi yapan önemli ülkelerden biridir. TÜİK verilerine göre Türkiye'de 2010 yılında yaklaşık 10 milyon ton domates üretimi gerçekleşmiştir. Bunun 7 173 188 tonu sofralık amaçlı, 2 878 812 tonu ise salça için üretilmiştir. Türkiye'de domates salçası yıla göre değişmekle birlikte 270 bin ton dolayındadır. 2010 yılında ihraç edilen salça miktarı ise 112 bin tondur ve ihracatın nerdeyse tamamı aseptik torba (bag in box) içinde gerçekleştirilmektedir (TÜİK 2013).

Domates salçasının kalitesi gerek işleme gerekse depolama ve dağıtım sırasında birçok faktörden etkilenmektedir. Son yıllarda, ihraç edilen ülkelerden, depolama sırasında salçanın renginin ve kıvamının değiştiğine ilişkin geri bildirim söz konusudur. Bu durum, aseptik ambalajlı domates salçasının özellikle depolama sıcaklığına bağlı olarak bilimsel yaklaşımla belirlenmesini gerekli kılmaktadır.

Bu araştırma; aseptik ambalajlı domates salçasında kalite değişiminin ve buna bağlı olarak raf ömrünün belirlenmesi amacı ile yapılmıştır. Bu amaçla domates salçası örnekleri 3 farklı sıcaklıkta (20°C, 28°C ve 37°C) depolanmış ve kalite değişim kriteri olarak briks, pH değeri, toplam asit, likopen, konsistens, HMF, serum rengi, yüzey rengi analizi yapılmış, ayrıca duyu analizi uygulanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Domates ve Domates Salçasının Bileşimi

Domates (*Lycopersicum esculentum* Mill), anavatanı Güney ve Orta Amerika olan, Solanaceae ailesinden otsu bir bitki türüdür. Botanik açıdan üzümzü bir meyve olmakla birlikte sebze olarak yetiştirilir ve tüketilir (Yılmaz 2001). Tropik bölgelerde çok yıllık, diğör bölgelerde tek yıllık bir kültür bitkisidir. Köklerinin derinliğe ve yanlara dağılımı 1-1,5 m'yi bulur. Gövdesi ise başlangıçta yuvarlak, yumuşak ve tüylü iken daha sonraki dönemlerde yuvarlaklık köşeliğe, yumuşaklık sertliğe dönüşür (Anonim 2013b). Yapraklar bileşik yaprak tipi olup gençken yumuşak, ileri dönemlerde etli ve kırılğan yapıdadır. Çiçekler, iki yaprakta bir boğum arasında salkım şeklinde oluşur. Bu çiçeklerde en iyi dölleme 15-20°C sıcaklıklar arasında gerçekleşir (Ayan 2010). Çünkü domates ılık ve sıcak iklim sebzesidir. Bu nedenle soğukta ciddi şekilde zarar görür. Sıcaklık 2-3°C'ye düştüğünde bitki tamamen ölebilir. En iyi büyümeyi 15-28°C arasındaki sıcaklıklarda sağlayan domates, toprak istekleri bakımından seçici değildir (Anonim 2013b).

Domatesin bileşim öğeleri büyüme yılı, iklim koşulları, ışık, sıcaklık, toprak, gübreleme, sulama ve diğör yetiştirme koşullarına göre değişir (Yılmaz 2001). Domates yaklaşık olarak % 94,5 su, % 5,8 karbonhidrat, %2,6 toplam şeker, % 1,2 toplam lif, % 0,88 protein ve % 0,2 toplam lipid içermektedir (USDA 2013). Domatesin bileşiminde bunlardan başka organik asitler, aminoasitler, pigmentler, vitaminler, mineraller ve fenolikler yer almaktadır. Sarıbay'ın (2004) diğör kaynaklardan derlediği domatesin kimyasal bileşimine ilişkin ayrıntılı bilgiler Çizelge 2.1 de verilmiştir.

Olgun bir domatesin toplam şeker içeriği % 1.7-4.7 arasında değişmektedir (Petro-Turza 1987). Bu miktarı daha çok glukozdan (%0,79-1,90) ve früktozdan (%1,15-2,59) oluşmaktadır, sakkaroz içeriği oldukça düşüktür. İçerdiği başlıca polisakkaritler ise pektin, arabinogalaktan, ksilan, arabinoksilan ve selülozdur (Gould 1983).

Çizelge 2.1 Domatesin kimyasal bileşimi (Sarıbay 2004)

Bileşim Ögesi	Birim	Minimum-Maksimum	Ortalama
Kuru madde	%	4,80-6,60	5,80
Titrasyon asitliği	% SSA	0,26-0,55	0,29
Sitrik asit	%	1,92-4,74	3,33
Malik asit	%	0,60-2,08	0,87
İndirgen Şeker	%	1,66-3,99	3,00
Glikoz	%	0,79-1,90	1,49
Früktoz	%	1,15-2,59	1,90
Protein	%	0,69-1,00	0,95
Ham selüloz	%	0,60-0,84	0,75
Ham yağ	%	0,2-0,3	0,21
Kül	%	0,51-0,70	0,64
Potasyum	mg/kg	1770-3400	2600
Fosfor	mg/kg	128-277	206
Magnezyum	mg/kg	68-124	97
Kalsiyum	mg/kg	28-68	46
Sodyum	mg/kg	12-21	14
Demir	mg/kg	3,50-9,50	5,60
Mangan	mg/kg	0,40-2,50	1,40
Çinko	mg/kg	0,00-1,40	0,70
Tiyamin	mg/kg	0,16-0,80	0,57
Riboflavin	mg/kg	0,20-0,50	0,35
Niyasin	mg/kg	3,00-8,50	5,30
Pantotenik asit	mg/kg	2,80-3,40	3,10
B6 vitamini	mg/kg	0,74-1,50	1,00
Folik asit	mg/kg	0,07-0,09	0,08

Domateste bulunan başlıca amino asitlerin ise glutamik asit, arjinin, asparajin, aspartik asit, serin, lösin, treonin ve valin olduğu belirlenmiştir (Yılmaz 2000). Glutamik asitin bu serbest aminoasitler içindeki oranı ise %45'tir ve glutamik asitten sonra en yüksek

miktarda bulunan aminoasit aspartik asittir. Çünkü bu amino asitlerin miktarı domatesin olgunlaşmasıyla hızla artmaktadır (Gould 1983). Bu nedenle Kader vd. (1978) glutamik asit ve aspartik asit içeriğinin domatesin aromasını etkilediğini belirtmektedir.

Domatesin içerdiği organik asitlerden baskın olanı % 1,92-4,74 ile sitrik asittir ve bunu % 0,60-2,08 ile malik asit izlemektedir. Bunların yanında formik, asetik, trans-asetonik asit ve oksalik asit de bulunmaktadır (Davies 1966) .

Domateste bulunan mineral bileşiklerin başında potasyum gelmektedir ve miktarı 1770-3400 mg/kg arasında değişmektedir. Bu değer FDA'nın belirlediği RDI değerlerine göre 200 g servis porsiyonu için günlük referans potasyum değerinin yaklaşık %15'ini karşılamaktadır (Yeşilören 2011). Bunu fosfor (128-277 mg/kg), magnezyum (69-124 mg/kg), kalsiyum (28-68 mg/kg) ve sodyum (12-21 mg/kg) mineralleri izlemektedir. Domates ayrıca demir, mangan ve çinko da içermektedir.

Domateste bulunan başlıca vitaminler C vitamini, niyasin, pantotenik asit, B₆ vitamini, tiyamin, riboflavin ve folik asittir. Olgun kırmızı bir domateste askorbik asit miktarı yaklaşık 13,7 mg/100g' dır (USDA 2013). Bu miktar günlük C vitamini gereksiniminin (75-90 mg/gün) yaklaşık %20' sini karşılamaktadır (Yeşilören 2011). Abushita vd. (1997) domateste askorbik asit miktarının olgunlaşma ile azaldığını, Periago vd. (2009) ise bu miktarının olgunlaşma ile arttığını belirtmiştir.

Domateste bulunan karotenoidler likopen, β -karoten, ksantofil, α -karoten, violaksantin, neoksantin, lutein, zeaksantin ve fitofluendir (Tan 1988, Guil-Guerrero ve Reboloso-Fuentes 2009). Bunların miktarları çeşit ve olgunluğa göre değişiklik göstermektedir. Başlangıçta yeşil domateste başat olan pigment klorofildir. Olgunlaşmayla birlikte klorofil miktarı hızla azalır ve kaybolur. Renklenme öncelikle sarı renkli β - karoten ve ksantofillerin sentezlenmesiyle başlar. Daha sonra diğer karotenoidler ve domatesin tipik kırmızı renginden sorumlu likopen sentezlenir ve domateste bulunan karotenoidlerin yaklaşık % 90'ını oluşturur. Olgunlaşma sırasında likopen biyosentezi, kloroplastların kromoplastlara dönüşümü sonucunda hızlanmaktadır (Çapanoğlu ve Boyacıoğlu 2010).

Domateste bulunan fenolik asitler p-kumarik, ferulik, kafeik ve klorojenik asittir (Odriozola-Serrano vd. 2009). Baskın flavanol ise quersetindir (Martinez-Valverde 2002). Olgunlaşmayla domatesteki toplam fenolik bileşik ve flavanoid içeriği artmaktadır (Periago vd. 2009).

Domates salçasının başlıca bileşenlerine ilişkin değerler Çizelge 2.2’de özetlenmiştir. Verilere göre domates salçası % 74 su, % 4,3 protein, %18,9 karbonhidrat, %12,2 toplam şeker ve % 4,1 toplam lif içermektedir.

Çizelge 2.2 Domates salçasının kimyasal bileşimi

Bileşim Ögesi	Birim	Miktar (100g)	Kaynak
Su	g	74	USDA 2013
Briks	%	26	USDA 2013
Protein	g	4,3	USDA 2013
Karbonhidrat	g	18,9	USDA 2013
Ham yağ	g	0,47	USDA 2013
Toplam şeker	g	12,2	USDA 2013
Toplam lif	g	4,1	USDA 2013
Potasyum (K)	mg	1014	USDA 2013
Fosfor (P)	mg	83	USDA 2013
Magnezyum (Mg)	mg	42	USDA 2013
Kalsiyum (Ca)	mg	36	USDA 2013
Sodyum (Na)	mg	790	USDA 2013
Demir (Fe)	mg	3	USDA 2013
Çinko (Zn)	mg	0,63	USDA 2013
C vitamini	mg	67,54	Koh vd. 2012
Tiyamin	mg	0,06	USDA 2013
Riboflavin	mg	0,15	USDA 2013
Niyasin	mg	3,1	USDA 2013
B6 vitamini	mg	0,22	USDA 2013
Triptofan	g	0,025	Anony. 2004

Çizelge 2.2 Domates salçasının kimyasal bileşimi (devam)

Bileşim Ögesi	Birim	Miktar (100g)	Kaynak
Treonin	g	0,083	Anonymous 2004
İzolösin	g	0,071	Anonymous 2004
Lösin	g	0,102	Anonymous 2004
Metionin	g	0,018	Anonymous 2004
Fenil alanin	g	0,078	Anonymous 2004
Alanin	g	0,115	Anonymous 2004
Aspartik asit	g	0,459	Anonymous 2004
Glutamik asit	g	1,466	Anonymous 2004

Domates salçasında bulunan başlıca mineral potasyumdur. 100 g salçada 1014 mg potasyum, 790 mg sodyum, 83 mg fosfor, 42 mg magnezyum, 36 mg kalsiyum, 3 mg demir ve 0,6 mg çinko bulunmaktadır.

Domates salçasında bulunan en önemli vitamin ise C vitamindir. Bunu niyasin, riboflavin, B6 vitamini ve tiyamin izlemektedir. Isıl işlem ve depolama sırasında C vitamini içeriğinde kayıp olduğu saptanmıştır. Askorbik asit kaybı; salça üretimi sırasında % 54,6 (Abushita vd. 2000), salçanın bir yıllık depolanması sonucunda ise % 81 (Koh vd. 2012) düzeyindedir.

Salçada bulunan başlıca aminoasitler ise glutamik asit, aspartik asit, alanin, lisin, lösin olduğu anlaşılmıştır (Anonymous 2004).

Domates salçasında 29,84-51,5 mg/100g karotenoid bulunmaktadır (Podsdek vd. 2003). Bunun yaklaşık % 85'ini likopen oluşturmaktadır. Domates salçasındaki likopen miktarı gerek domatesin çeşidi ve yetiştirme koşullarına gerekse proses faktörlerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Salçada bulunan likopen Khachick vd. (1992)'e göre 317-618 mg/kg, Tonucci vd. (1995)'e göre 554.5 mg/kg, Kadakal (2003)'e göre 659.5 mg/kg düzeyindedir.

2.2 Domates Salçasında Kalite Değişimi

Gıdalar; enzimatik, mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal reaksiyonların aynı anda gerçekleştiği karmaşık, farklı ve aktif sistemlerdir. Bu durum, gıdaların hasatından veya üretiminden başlayarak tüketimine kadar kalitelerinin korunması için çeşitli yöntemlerin uygulanmasını gerektirmektedir. Bu yöntemlerin amacı; istenilen değişimlerin devamlılığının sağlanması, kalite kaybına yol açanların ise sınırlandırılmasıdır (Labuza 2003).

Gıdalarda kalite değişimi üzerine gıdanın bileşimi önemli olduğu kadar çevre koşulları da etkilidir. Sıcaklık, bağıl nem, oksijen ve ışık başlıca çevre faktörleridir. Özellikle gıdaların işlenmesi ve depolanması sırasında bu faktörler dikkate alınmalıdır (Heis ve Eicher 1984).

Domates salçasının bileşimi, işleme, depolama koşulları ve ambalaj materyali dikkate alındığında HMF, salça renginin değişmesi, serum renginin değişmesi, likopen kaybı, duyu özelliklerinin değişmesi (renk, tat, koku) kalite kaybını gösteren başlıca kriterlerdir (Sarıbay 2004).

Gıdalara uygulanan ısı işlem veya gıdaların depolanması esnasında oluşan renk esmerleşmelerinin ve aroma oluşumlarının sebebi Maillard Reaksiyonlarıdır. Maillard reaksiyonu gıdalarda görülen başlıca enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından biridir. İsmi glikoz ve lizin çözeltilisinin ısıtılması sonucu renginin esmerleştiğini belirleyen Fransız bilim adamı Louis Camille Maillard' tan alan bu reaksiyon pek çok gıdada rengin esmerleşmesine neden olan kompleks bir seri reaksiyondan oluşur (Eskin 1990). Ayrıca karbonil-amino tepkimesi olarak da adlandırılmaktadır. Çünkü indirgen şekerlerin karbonil grubu ve aminoasitlerin α -amino grupları arasındaki tepkime ile başlar (Eskin vd. 1976, Deman 1980).

Maillard reaksiyonu, ısı işlem uygulanan ve depolanan gıda maddelerin renk, tat, koku ve besin değerleri üzerine etkilidir. Ekmek, bira, çay, kahve gibi gıdalara karakteristik tat, renk ve aroma verirken meyve suyu, salça, kuru meyve gibi gıdalarda rengin esmerleşmesine ve besin değeri kaybına yol açmaktadır (Heimann 1980, Hodge 1953,

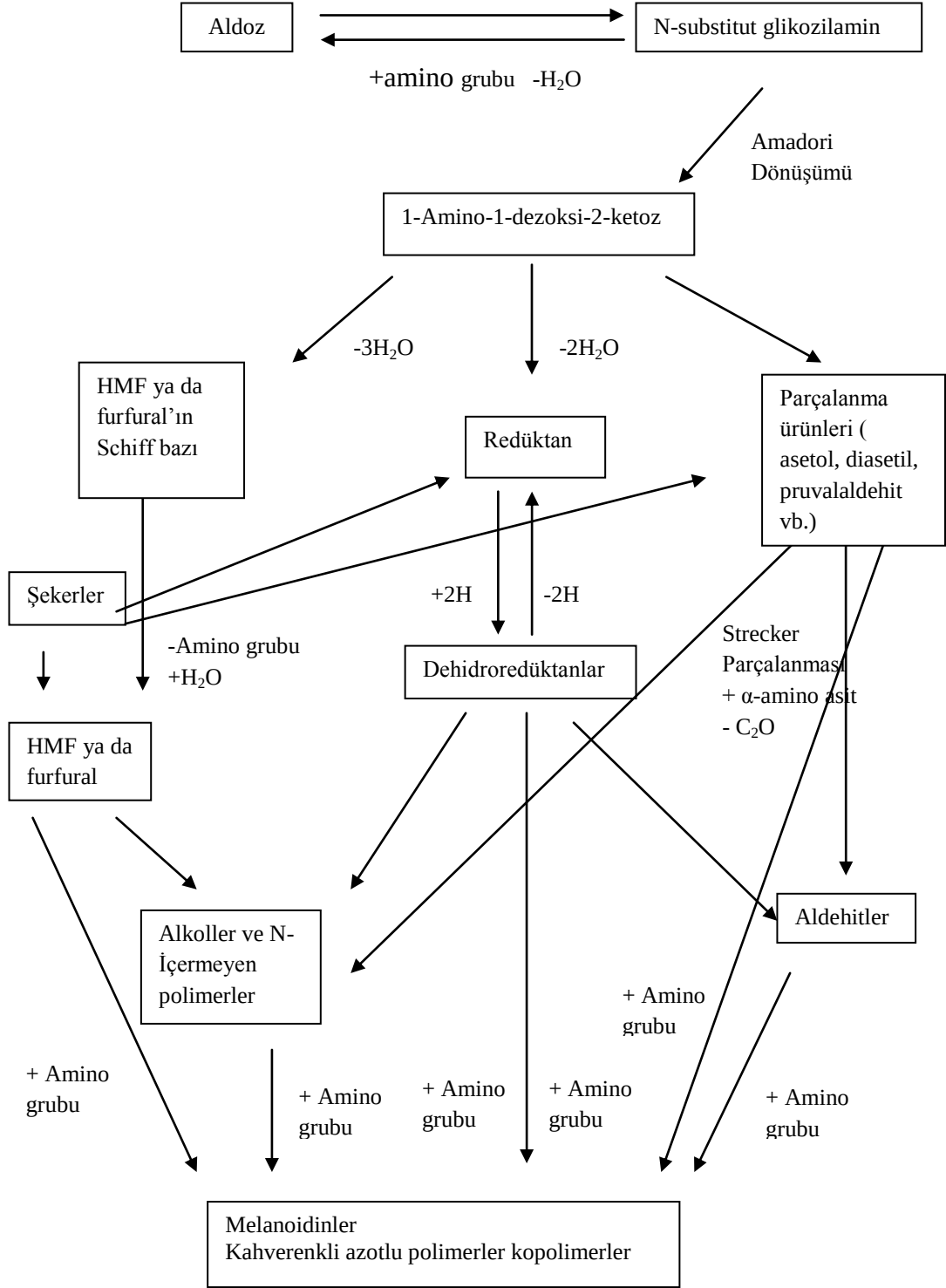
Labuza ve Schmidl 1986, Handwerk ve Coleman 1988, Lingnert ve Waller 1983, Gazzani vd. 1987, Daniel ve Whistler 1985). Ayrıca reaksiyon sonucunda oluşan bazı bileşiklerin antioksidatif (Lingnert ve Waller 1983) ve antibakteriyel (Einarsson 1987a, Einarsson 1987b) etkili olduğu belirtilirken bazılarının da mutajenik (Shinohara vd. 1986) ve kanserojen (Bogen 1994) olduğu aktarılmaktadır.

Bir gıdada karbonil ve amino grubu varsa, ısı etkisi ile maillard tepkimesinin başlaması kaçınılmazdır. Reaksiyonun oluşumu reaksiyona giren bileşenlerin türüne, miktarına, ortam pH'sı, sıcaklık ve su aktivitesine bağlı olarak değişim göstermektedir. Yüksek pH daha hızlı yürümekte (Ashoor ve Zent 1984), 0,6-0,7 a_w aralığında maksimum hıza ulaşmakta (Eskin 1990, Şahbaz 1998) ve her 10°C'lik artışın reaksiyon hızını 4 kat arttırmaktadır (Eskin 1990).

Maillard Reaksiyonlarının oldukça karmaşık olmasına rağmen genel olarak 4 basamakta meydana geldiği bilinmektedir (Şekil 2.1). Karbonil ve amino grubu içeren bileşiğin kondensasyonu ve glikozilamin oluşması birinci basamak olarak kabul edilir. İkinci basamakta; glikozilaminin izomerize olması ile 1-amino-1-dezoksi-2-ketoz türevi bileşikler oluşturmaktadır. Bu basamağa amadori dönüşümü adı verilmektedir. Üçüncü basamakta; birbirinden farklı 3 tepkime yolu söz konusudur. Birinci yol, 1-amino-1-dezoksi-2-ketoz' dan 2 mol su ayrılması ile önce metilkarbonil ve bundan da redüktankarbonil oluşmasıdır. İkinci yol; 1-amino-1-dezoksi-2-ketoz 'dan 3 mol su ayrılması ile dezoksiheksozen ve bundan da 5- HMF oluşmasıdır. Eğer tepkimeye giren şeker pentoz olsaydı HMF yerine furfural oluşurdu. Üçüncü yol ise; aminoasitlerin 1-amino-1-dezoksi-2-ketoz etkisi ile oksidasyonu ve sonuçta aldehit ve CO₂ oluşmasıdır. Üçüncü yol, strecker degradasyonu olarak bilinmektedir. Gıdada renk, tat ve koku değişimi bu basamakta başlamaktadır. Dördüncü basamak ise 3. basamakta oluşan bileşiklerin aminlerle kondensasyonu veya birbiri ile polimerizasyonu ile melanoidin oluşmasıdır (Ekşi 1989).

Hidroksimetilfurfural (HMF), ısıtma işlemi uygulanan ve uzun süre depolanan gıdalarda maillard tepkimesi sonucu oluşan bir bileşiktir. Esas olarak heksozlardan 3 mol su ayrılması ile oluşmaktadır. Gıdalarda oluşan HMF miktarı; gıdanın bileşimine, işlem ve

depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak göre değişir. Bu nedenle HMF miktarı; gıdanın maruz sıcaklık derecesi hakkında da bilgi verir (Kuş vd. 2005).



Şekil 2.1 Maillard reaksiyonu mekanizması (Hodge 1953)

Domateste maillard reaksiyonunu başlatan indirgen şeker ve amino asit bulunduğu için işleme ve depolama sırasında HMF oluşumu kaçınılmazdır ve bu aşamalarda uygulanan sıcaklık HMF miktarı üzerine oldukça etkilidir. Hidalgo ve Pompei (2000) yaptıkları bir çalışmada proses sırasındaki sıcaklığın HMF miktarı üzerine etkisini incelemişlerdir. 4 farklı sıcaklık (60, 80, 100 ve 120°C) uygulayarak 4 farklı konsantrasyonda (10.2, 25.5, 28.6 ve 34.5 %) domates ürünleri elde etmişlerdir. Çalışma sonucunda 120°C ile elde edilen farklı konsantrasyondaki domates ürünlerinin en yüksek HMF miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. Bir başka çalışmada da HMF içeriği palper aşamasından sonra 0,48 mg/kg, evaporasyon işlemi sonunda ise domates salçasında 4,24 mg/kg düzeyinde saptanmıştır (Güreş 1990).

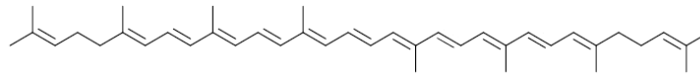
HMF miktarındaki artış depolama sıcaklığı ve süresiyle de ilişkilidir. Luh vd. (1958) domates salçasını 6, 20, 25, 35, 45, ve 55 °C’ de depolamışlar. 6, 20 ve 25 °C’ de depolanan örneklerde 448 gün sonra bile HMF artışı olmazken, daha yüksek sıcaklıkta depolanan örneklerde HMF miktarının çok kısa bir süre sonra önemli miktarda arttığını saptanmışlardır. Kadakal (2003) ise domates salçasını 4, 20, 28 ve 37°C’ de 10 ay süreyle depolamış ve başlangıçta 2,3 mg/kg olan HMF miktarının 10 ay sonunda 4 ve 20°C’ de depolanan örneklerde değişmediğini, 28°C’ de depolananlarda 14,8 mg/kg’ a, 37°C’ de depolananlarda ise 145 mg/kg’ a ulaştığını saptamıştır.

Renk, tüketicinin bir ürünü red ya da kabul etmesinde önemli bir parametredir. Domates ve salça renginin başlıca kaynağı da likopendir. Adını, domatesin Latince ismi olan *Solanum lycopersicum*'den alan likopen, çeşitli sebze ve meyvelerde doğal olarak bulunan karoten ailesine ait bir pigmenttir (Hekimoğlu 2010). Guava, karpuz, papaya ve kırmızı greyfurt gibi meyvelerde bulunan likopen, domatesteki karotenoidlerin yaklaşık %85’ini oluşturmaktadır (Bramley 2000, Rao vd. 2006). Bu gıdalar arasında likopen olarak en zengin ve ulaşılabilirliği en kolay olanın domates olduğu belirtilmektedir. (Choksi ve Joshi 2007). Ayrıca; domates suyu, çorbası, salçası, ketçap, pizza ve spagetti sosları da iyi likopen kaynağıdır (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3 Meyve ve domates ürünlerinde likopen içeriği (Bramley 2000)

Meyve veya Domates ürünü	Likopen içeriği (µg/g yaş ağırlık)
Domates	8.8±42.0
Karpuz	23.0±72.0
Guava	54.0
Greyfurt	33.6
Papaya	20.0±53.0
Domates sosu	62.0
Domates salçası	54.0±1500.0
Domates suyu	50.0±116.0
Ketçap	99.0±134.4
Pizza sosu	127.1

Likopen ilk kez 1910 yılında izole edilmiş ve 1931 yılında da molekül yapısı belirlenmiştir (Şekil 2.2). Moleküler ağırlığı 536,9 g/mol olan likopen, 40 karbon ve 56 hidrojen atomundan oluşur (Hekimoğlu 2010). Doymamış bir asiklik hidrokarbon olan likopen 11'i konjuge olmak üzere 13 çift bağ içerir (Olempska-Beer 2006) ve all-trans ile çeşitli cis konfigürasyonlardan oluşur. Doğal olarak meydana gelen likopen ağırlıklı olarak all-trans formdadır. Yani, domateste bulunan likopenin %94-96'sı all-trans formdadır.



Şekil 2.2 Likopenin kimyasal yapısı

Domateste bulunan likopenin all-trans formda olmasına rağmen serum ve dokularda bulunan likopenin % 50 den fazlası cis-likopen formundadır (Clinton vd. 1996, Stahl vd. 1992). Hem hayvan hem de insan dokularında bulunan likopenin yarısı cis likopendir. Çünkü cis-izomer safra asidi miçellerinde daha çözünürdür ve tercihen kan serumunda görülen yağ damlacıklarına dahil edilebilir (Boileau vd. 1999). Yani trans

likopene göre daha fazla absorbe edilir. Bu nedenle işlenmiş domates ürünlerindeki likopenin, çiğ domatese göre biyoyararlılığı daha yüksektir (Rao 2004). Çünkü domatesin işlenmesi sırasında likopen trans formdan cis forma dönüşür (Olempska-Beer 2006). Ayrıca proses sırasında hücre duvarları parçalandığı için likopenin biyoyararlılığı domates ürünlerinde taze domatese oranla daha yüksektir (Shi ve Maguer 2000).

Domateslerde bulunan karotenoid maddelerinin miktarı çeşit, yetiştirme koşulları ve olgunluk aşamasına bağlı olarak değişmektedir. Olgun kırmızı domatestes biriken temel karotenoidlerin % 90'ını likopen oluşturmaktadır. Aynı zamanda olgun domatesin koyu kırmızı renginden de sorumludur. Domatesin olgunlaşmasıyla likopen miktarı da hızla artmaktadır. Likopen miktarının olgunlaşma ile 0,25 mg/kg' dan 70,50 mg/kg' a kadar yükselebildiği tespit edilmiştir (Fraser vd. 1994). Başlangıçta 24,78 mg/kg olan likopen miktarının domatesin ön ısıtma ve palperden geçirilmesiyle elde edilen domates pulpunda 77,05 mg/kg, %28-30 kuru maddeli domates salçasında ise 450,81 mg/kg olduğu belirlenmiştir (Güreş 1990). Benzer bir çalışmada da likopen miktarları taze domatestes 56,8 mg/kg, daha sonra oluşan domates pulpunda 58,7 mg/kg, evaporasyon sonucunda elde edilen domates salçasında ise 266,6 mg/kg olduğu bildirilmiştir (Koh vd. 2012). Domatesin salçaya işlenmesi sırasında domates ve domates salçasındaki (% 28 kuru madde) likopen miktarları arasında önemli bir fark olmadığı yani işleme sırasında likopenin proses koşullarından etkilenmediği belirtilmiştir (Abushita vd. 2000).

Başka bir çalışmada ise domatesin salçaya işlenmesi sırasında likopen kaybının % 9-28 arasında değiştiği bildirilmiştir (Takeoka vd. 2001). Depolama sırasındaki sıcaklığın domates salçasındaki likopen miktarı üzerine etkisine bazı çalışmalarda değinilmiştir. Sarıbay (2004) 1/1 laklı teneke kutuda bulunan domates salçasını 3 farklı sıcaklıkta (20, 28 ve 37°C) 24 ay boyunca depolamış ve başlangıçta 482 mg/kg olan miktar 37°C'de 10 ay depolamanın sonunda 323,7'e düşmüştür. Bir başka çalışmada aynı firmadan alınan domates püresi, domates salçası ve domates pulpu 3 ay süreyle 40°C' de depolanmış ve tüm ürünlerde likopen miktarında önemli bir değişimin olmadığı belirtilmiştir (Giovanelli vd. 2001). Yapılan başka bir çalışmada ise domates salçası 20, 28 ve 37°C' de 10 ay depolanmış ve depolama sonucunda başlangıçta 659,5 mg/kg

likopen miktarı sırasıyla 644.4, 517.9 ve 397.7'e düşmüştür (Kadalkal 2003). Koh vd. (2012) domates salçasını 12 ay boyunca oda sıcaklığında depolamış ve likopen miktarında ise herhangi bir değişimin olmadığını belirtmişlerdir.

Likopen yalnız domates ve türevi gıdalarda değil insan organizmasında da bulunmaktadır (Parker 1989, Kaplan vd. 1990, Schmitz 1991, Khachik vd. 1997). En çok bulunduğu organlar, testisler, böbrek üstü bezleri, prostatta bezeleri ve plazmadır. Yağ dokudaki miktarı 1 nmol/g iken böbreküstü bezlerde ve testislerdeki miktarı 20 nmol/g düzeyindedir (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4 İnsan dokularında likopen düzeyi (Bramley 2000)

Doku	Likopen (nmol/g yağ ağırlık)
Yağlı doku	0.2-1.3
Böbrek üstü bezi	1.9-21.6
Beyin kökü	-
Göğüs	0.8
Kalın bağırsak	0.3
Karaciğer	1.3-5.7
Akciğer	0.2-0.6
Yumurtalık	0.3
Prostat	0.8
Deri	0.4
Mide	0.2
Testis	4.3-21.4

Son yıllarda, likopenin ve likopen içeren gıdaların kanser ve kardiyovasküler hastalıklardan koruyucu etkisi hakkında birçok epidemiyolojik ve deneysel araştırma yapılmaktadır.

Giovannucci (1999) likopen ile ilgili yapılmış 72 araştırmayı incelemiş ve çalışmaların 57'sinde domates tüketimi veya kandaki likopen seviyesi ile düşük kanser riski arasında ilişki olduğunu bildirmiştir. Bu ilişkinin 57 çalışmadan 35'inde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bulmuştur. Dolayısı ile domates ve türevleri gibi likopen zengin gıdaların tüketimi ile kanser riski arasında negatif bir korelasyon olduğu saptanmıştır. Bu ilişki özellikle prostat, akciğer ve mide kanseri için oldukça güçlüdür. Ayrıca pankreas, kolon, rektum, yemek borusu, ağız boşluğu, meme ve rahim kanseri için de geçerlidir.

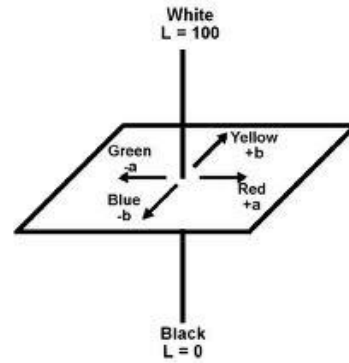
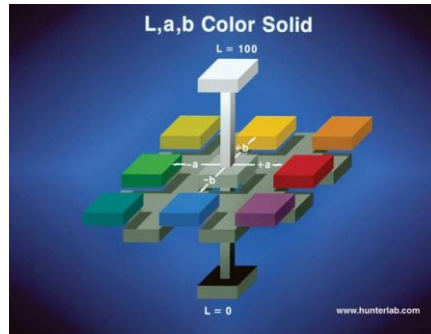
Kanser tedavisinde likopenin; oksidatif stresi önleme, DNA hasarını azaltma (Park vd. 2005), metastazı yavaşlatma (Chiang ve ark 2007) ve kanser hücre siklusunu bozma (Nahum vd. 2006), apoptozu indüklemeye (Hantz vd. 2005), hücre proliferasyonunu düşürme (Fornelli vd. 2007) gibi çok yönlü etkisi vardır. Antioksidan özelliğini yanı sıra hücreden hücreye iletişimi desteklemekte (Zhang 1991), hormon, bağışıklık sistemi ve diğer metabolik yolları modüle etmektedir (Fuhrman ve ark 1997).

Gıdaların hazırlanması ve muhafazası için uygulanan haşlama, pişirme, pastörizasyon, sterilizasyon gibi ısı işlemleri besin ögesi kaybı gibi renk, tat, tekstür değişmesine de yol açabilmektedir. Bunlar arasında özellikle karotenoid ve klorofil pigment degradasyonu, Maillard reaksiyonu ve askorbik asit oksidasyonu gibi esmerleşme reaksiyonları özellikle önemlidir (Bontovits 1981, Mauron 1981). Domates salçasında Maillard tepkimesinin neden olduğu renk esmerleşmesi 420 nm dalga boyunda absorbans değeri (A_{420}) ile belirlenebilmektedir. Eckerle vd. (1984)'e göre salça serumunda bu absorbans değerinin 0.400'ün üzerinde olması salçada istenmeyen renk, tat ve kokunun oluştuğunun göstergesidir. Yapılan bir çalışmada domates salçasının serum renginin 37°C' de 10 ay depolanmasının sonunda 0.205 absorbanstan 1.943 absorbansa yükseldiği bulunmuş ve yapılan duyusal değerlendirmede istenmeyen tat, renk ve kokunun oluştuğu belirtilmiştir (Sarıbay 2004).

Domatesin salçaya işlenmesi sırasında bu karotenoidler farklı miktarda pulpa geçmektedir. Evaporasyon işlemiyle de miktarları oransal olarak arttığı için domates salçasının rengi koyulaşmaktadır. Ancak salça renginin değerlendirilmesinde karotenoid analizinden çok objektif renk ölçümü daha önemlidir. Günümüzde bu amaçla daha çok

Hunter L, a, b renk skalası kullanılmaktadır. Hunter L,a,b renk sistemi; karşıt renkler teorisine bağlı 3 boyutlu renk dikdörtgeninden oluşmaktadır. Bu sistemde L parlaklık, a ve b ise renk koordinatlarıdır. Aydınlık derecesi olarak tanımlanan Hunter L düşey eksendedir ve L değeri 0 (siyah) ve 100 (beyaz) arasında değişmektedir. Renk koordinatlarından a değeri kırmızı-yeşil eksenini (+ ise kırmızı, - ise yeşil) ; b değeri ise mavi-sarı eksenini (+ ise sarı, - ise mavi) göstermektedir (Cemeroğlu 2009) (Şekil 2.3)

Domates salçasının renginin tanımlanmasında çoğunlukla a/b oranı ile L değeri kullanılmaktadır. Kaliteli salçada kırmızı/sarı ya da a/b oranı 1.90 ve üzerindedir. Bu oranın 1.80'in altında olması salça kalitesinin renk açısından yeterli olmadığını göstermektedir. Öte yandan yeşil kısımları olan domateslerden işlenen salçanın L değeri düşük olmaktadır. Bunun nedeni klorofilin ısı etkisiyle kahve renkli bileşiklere dönüşmesidir. Dolayısı ile salçada L değerinin olabildiğince yüksek olması istenmektedir (Cemeroğlu 2009).



Şekil 2.3 Hunter L, a, b Renk Skalası

Tüketici gıdayı öncelikle renk, tat, koku ve kıvam gibi duyuşal özelliklere göre değerlendirdiği için raf ömrü çalışmalarında duyuşal analiz uygulanması gerekli görülmektedir. Çok sayıda duyuşal analiz yöntemi vardır ve bunlardan hangisinin kullanılacağı analiz amacına bağlıdır. Kalite değişimlerin belirlenmesinde genellikle puanlama skalası kullanılır. Puanlama testleri; örneklerin renk, tat, koku gibi bir duyuşal

özelliklerinin bir panel tarafından sayısal olarak değerlendirilmesidir. Her bir özellik 9, 7 veya 5 puan üzerinden skalaya göre puanlanır ve elde edilen bulgular istatistik yöntemle değerlendirilir (Ekşi 1998). Her bir özellik ayrı ayrı yorumlanır ve herhangi bir özellik istenmeyen puanın altına düştüğünde raf ömrünün sonlandığı varsayılır. Domates salçasının duyuusal yolla değerlendirilmesinde renk, tat, koku ve kıvam ön plana çıkar. Ancak en önemli özellik renktir (Ekşi ve Artık 1985).

2.3 Raf Ömrünün Belirlenmesi

Gıda etiketlerinde raf ömrünün belirtilmesi ilk kez 1967 yılında ABD’de tüketicilerin talebiyle gündeme gelmiştir. Bu tarih üretici firma tarafından bilimsel bir yaklaşıma ve araştırmaya dayalı olarak belirlenmektedir (Labuza 1982). Raf ömrünün belirtilme zorunluluğu ve formatı Türk Gıda Kodeksi Etiketleme Tebliği’nde yer almaktadır (Anonim 2012).

Raf ömrü; gıdanın üretildiği ve ambalajlandığı tarihten sonra belirli çevre koşulları altında gıda kodeksine aykırı veya tüketici tarafından kabul edilemez duruma geldiği noktaya kadar geçen süre olarak tanımlanmaktadır (Ellis 1994). Üretimden tüketime gıda maddesinde oluşabilecek değişimleri saptayarak gıdanın yasalarla belirlenmiş kalite standartlarına uygun, duyuusal özellikler bakımından tüketilebilir olacak şekilde son tüketim tarihinin belirlenmesidir. Duyusal özellikler, ürünün kabul ya da red edilmesinde önemli bir kriter olduğu için raf ömrü belirlemede özellikle dikkate alınır.

Mikrobiyolojik açıdan kolay bozulabilen ve bu yüzden kısa bir süre sonra insan sağlığı açısından tehlike teşkil etmesi muhtemel olan gıdalarda ‘son tüketim tarihi’ (use by date), diğer gıdalarda ‘tavsiye edilen tüketim tarihi’ (best before) belirtilir. Tavsiye edilen tüketim tarihinin; raf ömrü 3 aydan önce olan gıdalarda gün ve ay, 3 ile 18 ay arasında olan gıdalarda ay ve yıl, 18 aydan daha uzun süre muhafaza edilecek gıdalarda yıl olarak belirtilmesi yeterlidir. Son tüketim tarihi süt ve süt ürünleri, kırmızı et, kanatlı et ve balık gibi kolay bozulabilen gıdalara verilmektedir. Ambalaj üzerinde gün ve ay olarak veya gün, ay ve yıl olarak belirtilir (Anonim 2012).

Gıda ambalajının üzerinde raf ömrünün belirtilmesi üretici firma sorumluluğundadır ve deklerasyonun doğru olması gereklidir. Gerçeğinden daha uzun veya daha kısa raf ömrü deklerasyonu firmanın zararınadır. Doğru deklerasyonun için raf ömrünün bilimsel bir yaklaşımla belirlenmesi zorunludur. Bu amaçla hızlı deney, simülasyon ve matematiksel-istatistiksel (regresyon) olmak üzere olmak üzere başlıca 3 model uygulanmaktadır (Tarhan ve Ekşi 1988).

Hızlı deney yöntemi ise raf ömrünün kısa sürede tahmin edilmesini sağlayan bir metottur. Öncelikle ürünün raf ömrünü kısıtlayan bozulmalar belirlenir. Raf ömrü açısından Q_{10} değeri aynı gıda ve aynı ambalaj için birbirinden 10°C farklı iki ayrı sıcaklık derecelerindeki tepkime hızı veya raf ömrü değerlerinin birbirine oranıdır. Bu yaklaşımdan yola çıkarak gıdanın daha yüksek sıcaklıktaki kalite değişimi incelenir ve bu bulgulardan daha düşük sıcaklıklardaki raf ömrü tahmin edilir (Labuza ve Schmidl 1985).

Simülasyon yöntemi ise konuya ambalajlama açısından yaklaşır. Ambalaj geçirgenliğine bağlı olarak kabul edilebilir hata sınırları içerisinde pratik olarak sonuca ulaşmasını sağlar. Yöntemde ürün, ambalaj ve çevreden oluşan toplam sistem ele alınır. Belirli bir gıda için en uygun ambalajın seçilmesi ve aynı gıda için farklı ambalaj malzemelerinin karşılaştırılmasında bu yöntem çabuk sonuçlar vermektedir. Ancak yöntem bazı varsayımlara dayalıdır. Bu yüzden kesin çözüm vermemektedir. Ambalaj geliştirme çalışmalarında karar verme aracı olarak kullanılır (Tarhan ve Ekşi 1988).

Matematiksel- istatistiksel yöntemin prensibi, farklı ambalajlarda ve/veya farklı depolama şartlarında depolanan aynı ürünün karakteristik özelliklerinde meydana gelen değişikliklerin depolama süresinin bir fonksiyonu olarak belirlenmesine dayanmaktadır. Değişimin tipini ve boyutunu belirlemek için depolama süresiyle kalite ölçütleri arasındaki ilişki araştırılır (Varsanyi 1986).

Bu amaçla, kalite değişimini yansıtan özellikler belirli aralıklarla analiz edilir ve elde edilen bulgular regresyon denklemlerine uygulanır. En uygun model, belirtme katsayısı (R^2) dikkate alınarak seçilmiştir (Ekşi 2004).

Sarıbay (2004), matematiksel-istatistiksel yöntemle laklı teneke kutudaki domates salçasının raf ömrünü saptamıştır. Ancak, aseptik ambalajlı domates salçasında raf ömrünün bu yaklaşımla belirlenmesi hakkında herhangi bir yayına rastlanılmamıştır.

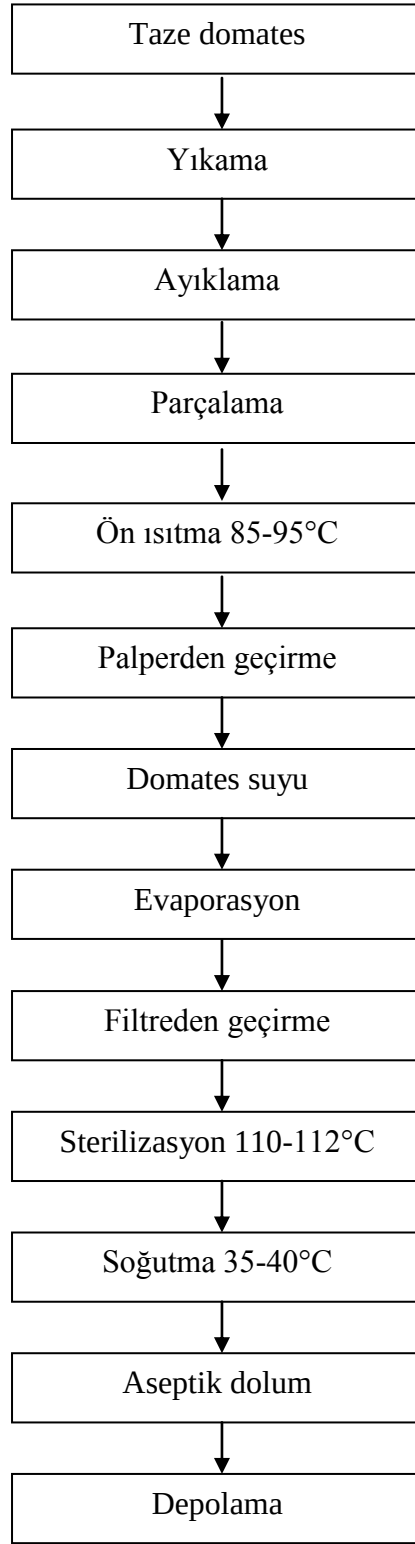
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu çalışmada, materyal olarak Mustafa Kemalpaşa'da bulunan Tat Konserve Ticaret ve Sanayi A.Ş' ne ait fabrikada işlenen aseptik ambalajlı domates salçası kullanılmıştır.

Salça örnekleri 13.09.2012 tarihinde Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne getirilmiş ve aynı gün 20°C (Sanyo MIR153), 28°C (Özerson inkübasyon odası), 37°C (Linchtermostat) sıcaklığa ayarlı inkübatörlere yerleştirilmiştir. Tüm örnekler 1 aylık aralıklarla 6 ay boyunca analiz edilmiştir.

Aseptik ambalajlı domates salçasının üretimi Şekil 3.1' de görüldüğü gibidir. Fabrikaya gelen domatesler öncelikle yıkama, ayıklama ve parçalama işlemlerinden geçirilir. Daha sonra 85-95°C'ye ısıtılır ve 2 kademeli (1.elek delik çapı 1.2 mm, 2.elek delik çapı 0.8 mm) palper sisteminden geçirilir. Bu sistemde kabuk, lif ve çekirdekler ayrılarak domates suyu (4-5°Bx) elde edilir. Elde edilen domates suyu evaporatörde 28-30°Bx'e konsantre edilir. Evaporatörden çıkan domates salçası filtreden geçirilerek 110-112°C sterilize edilir ve 35-40°C'ye soğutularak aseptik dolum gerçekleştirilir.



Şekil 3.1 Aseptik ambalajlı domates salçası üretim şeması

3.2 Yöntem

3.2.1. Analiz yöntemleri

Aseptik ambalajlı domates salçaları 20°C, 28°C ve 37°C olmak üzere üç farklı sıcaklıkta 6 ay boyunca depolanmış ve 1 aylık aralıklarla HMF, serum rengi (A_{420}), toplam asit, pH değeri, suda çözünür kuru madde, likopen, renk (L, a, b), konsistens ve duyusal analizler yapılmıştır. Deneme 2 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve analizler 2 paralelli olarak yapılmıştır.

3.2.1.1 Suda çözünür kuru madde tayini

Suda çözünen kuru madde miktarı refraktometrik olarak belirlenmiştir. Ölçümlerde Atago marka Rx-5000 α model digital refraktometre kullanılmış ve sonuçlar briks derecesi (Bx°) olarak ifade edilmiştir (Anonymous 1991).

3.2.1.2 pH değeri tayini

Örneklerin pH değeri, WTW marka Inolab720 model pH metre kullanılarak doğrudan ölçülmüştür. Bu amaçla 50 gram domates salçası 50 mL su ile seyreltilip homojen hale getirildikten sonra 20°C’ de ölçüm gerçekleştirilmiştir.

3.2.1.3 Toplam asit tayini

Bu amaçla, 25 gram domates salçası örneği 250 mL’lik ölçülü balona aktarıldıktan sonra saf su ile hacmine tamamlanmış ve filtre edilmiştir. Alınan 25 mL filtrat pH-metre ile pH 8.1 değerine ulaşıncaya kadar 0.1 N sodyum hidroksit ile titre edilmiştir. Sonuçlar harcanan baz çözeltisi miktarı dikkate alınarak susuz sitrik asit cinsinden (g/100 mL) verilmiştir (Anonymous 1996).

3.2.1.4 Salça rengi ölçümü

Domates salçası renk ölçümlerinde, Minolta CR-300 (Osaka, Japan) reflektans kolorimetresi kullanılarak L (0=siyah, 100=beyaza kadar örneğin açıklık koyuluğu) , a (a+ = kırmızı, a- = yeşil) ve b (b+ =sarı, b- = mavi) renk yoğunluk değerleri okunmuş ve a/b oranı hesaplanmıştır. Kolorimetre cihazı her ölçümden önce beyaz plakaya karşı standardize edilmiştir.

3.2.1.5 Serum rengi tayini

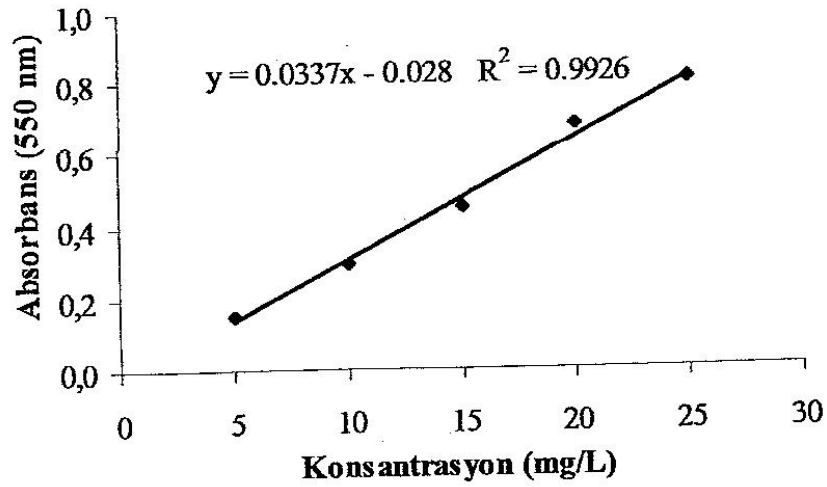
Domates salçasında serum rengi tayini için Eckerle vd (1984) tarafından tanımlanan yöntem uygulanmıştır. Örnekler, refraktometre ile 6.2° Bx kadar seyreltildikten sonra 1800 rpm’de 10 dakika süreyle santrifüj edilmiştir (Hettich EBA 12). Üstte kalan berrak kısım (10 mL) deney tüpüne aktarılmıştır. Deney tüpünün içerisine 2.5 mL, % 10’luk pektolitik enzim ilave edilmiş ve vortex ile karıştırılmıştır. Bu aşamadan sonra deney tüpleri 45°C’ de 90 dakika inkübasyona (Memmert 400) bırakılmıştır. Inkübasyon sonunda tüp içeriği Whatman No:42’den geçirilerek filtre edilmiştir. Filtrat saf su ile 2.5°Bx’e seyreltildikten sonra 420 nm’de saf suya karşı absorbans değeri okunmuştur. Absorbans okumalarında UNICAM UV2 UV/VIS spektrofotometre kullanılmıştır.

3.2.1.6 Hidroksimetilfurfural (HMF) tayini

Domates salçasında depolama süresince oluşan HMF miktarı Anonymous (1974)’e göre belirlenmiştir. Yöntem, HMF’nin, barbitürik asit ve p-toluidin ile kırmızı renkli bileşikler oluşturması ve oluşan renk yoğunluğunun kolorimetrik ölçümü ilkesine dayanmaktadır.

Bu amaçla, 5 g salça örneği yaklaşık 50 mL saf su ile seyreltildikten sonra 100mL ‘lik ölçü balonuna aktarılmış ve üzerine Carrez I (potasyum ferrosiyonid; $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$) ve Carrez II (çinko asetat; $Zn(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$) çözeltilerinden 5’er mL eklenerek balon çizgisine tamamlanmıştır. Balon içeriği hafifçe karıştırıldıktan sonra kaba filtre kağıdından süzölmüştür.

Bu aşamadan sonra iki ayrı tüpe 2' şer mL filtrat, 5' er mL p-toluidin ve tüplerin birincisine 1 mL saf su diğerine de 1 mL barbitürik asit ilave edilerek vortexle karıştırılmıştır. Barbitürik asit eklendikten sonra 3-4 dakika içinde UNICAM UV2 UV-VIS spektrofotometre'de 550 nm'de absorbans okuması yapılmıştır. HMF miktarının belirlenmesinde absorbans farkı kullanılmıştır. Standart HMF eğrisi Şekil 3.2' de görülmektedir.



Şekil 3.2 Standart HMF kurvesi

3.2.1.7 Likopen tayini

Domates salçasında likopen miktarını belirlemek amacıyla Darbishire (1965) tarafından tanımlanan yöntem kullanılmıştır. Yöntemin esası, örnekten petrol eteri yardımıyla likopenin ekstrakte edilmesi ve 505 nm'de okunan absorbans değeri ile molar absorpsiyon katsayısını kullanarak likopen değerinin hesaplanmasına dayanmaktadır. Bu amaçla 1 g örnek tartılmış ve bir miktar damıtık su ile çözündürüldükten sonra 500 mL'lik balona aktararak çizgisine tamamlanmıştır. Çalkaladıktan sonra 25 mL alınarak 250 mL'lik erlene aktarılmış ve üzerine 10 mL petrol eter eklenmiştir. Daha sonra 15 dakika mekanik çalkalayıcıda çalkalanmış ve 10 dakika 1500 rpm'de santrifüj edilmiştir. 1 cm ışık yollu küvetler kullanılarak, petrol etere karşı 505 nm'de absorbans değerleri okunmuştur.

Örnekteki likopen miktarı aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır:

$$\text{Likopen (mg/kg)} = A \times 10^4 \times S / 2820$$

A: Absorbans değeri

S: Seyreltme Faktörü

2820: Likopenin molar absorpsiyon katsayısı

3.2.1.8 Konsistens tayini

Domates salçasında konsistens tayini için bostwick konsistometresi kullanılmıştır. Bu cihaz yardımıyla akışkanlığı oldukça sınırlı olan materyallerin konsistensi belirlenebilmektedir. Şekil 3.3' te görüldüğü gibi cihaz iki bölümden oluşmaktadır. Birincisi; örneğin doldurulduğu hazne, ikincisi ise; örneğin akışının gerçekleştiği akış yatağıdır. Hazne ile akış yatağı birbirinden bir kapı ile ayrılmıştır. Akış yatağı, hazne ile olan sınırından başlayarak yatağın sonuna kadar cetvel gibi cm olarak işaretlenmiştir.



Şekil 3.3 Bostwick konsistometresi

Ölçüm için bir behere yaklaşık 100-200 g örnek tartılmıştır. Saf su ile 12°Bx' e seyreltilerek iyice karıştırılmıştır. Burada dikkat edilmesi gereken noktalardan biri karışımın homojen olması ve aynı zamanda hava kabarcıkları içermemesidir. Bu nedenle blender veya mikser gibi bir cihazın kullanılması doğru değildir. Diğer bir

nokta ise homojen haldeki örneğin sıcaklığının 25°C olmasıdır. Mutlaka her ölçümden önce cihaz, su terazisi yardımıyla dengede tutulmalıdır.

Sıcaklığı ayarlanmış, 12°Bx'e seyreltilmiş homojen salça örneği cihazın ön haznesine boşaltılmıştır. Hava kabarcığı oluşmayacak şekilde silme çubuğu yardımıyla fazla dolum uzaklaştırılmıştır. Cihazın yerinden oynamaması için üzerinden bastırılarak sabit tutulurken diğer yandan ön hazne ile akış yatağını ayıran kapının kolu serbest bırakılmıştır. Tam bu sırada kronometre çalıştırılarak 30 saniye sonunda örneğin akış yatağında aldığı yol okunmuştur (Lange 1972).

3.2.1.9 Duyusal analiz

Salça örneklerinin tat, koku ve renk gibi özellikleri duyusal analiz ile belirlenmiştir. 8-10 kişiden oluşan panelde duyusal değerlendirme 5 puanlı genel skalaya göre yapılmıştır. Bu skalada 5 puan: çok iyi, 4 puan: iyi, 3 puan: yeterli, 2 puan: kötü, 1 puan: çok kötü özelliğinin karşılığıdır (Ekşi 1998). Panelistler tarafından her bir özellik için verilen puanların ekstrem olanları dikkate alınmamıştır. Eckerle vd (1984) tarafından salçanın duyusal analizinde 5 puanlı şema kullanılarak 1-5 aralığında puanlanmıştır. Raf ömrü için limit 5-1 (iyiden kötüye) puanlamada 2.5 puandır.

3.2.2 İstatistik yöntemler

3.2.2.1 Raf ömrü için en uygun modelin belirlenmesi

Raf ömrünün belirlenmesinde doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon modellerinden yararlanılmıştır (Sokal ve Rohlf 1995). Bu amaçla kalite değişimini yansıtan her bir özellik için beş farklı model uygulanmıştır (Varsanyi 1986).

Doğrusal model : $y = a + bx$

İkinci derece model : $y = a + b_1 x + b_2 x^2$

Hiperbolik model : $y = ax^b$

Üstel model : $y = ae^{bx}$

Logaritmik model : $y = a + b \ln(x)$

y = Kalite değişimine ilişkin katsayı

x = Depolama süresi

a = Regresyon sabiti

b = Regresyon katsayısı

Her bir sıcaklık derecesinde her bir kalite kriteri için zamana karşı elde edilen deneysel bulgular belirtilen modellere uygulanarak kalite değişimini en doğru yansıtan model belirlenmiştir. Uygun model, belirtme katsayısı (R^2) dikkate alınarak seçilmiştir.

Kritik değerin, yani raf ömrünün hangi değere ulaştığında sona ereceğinin belirlenmesinde; Türk Gıda Kodeksi'nden, benzeri gıdalarla ilgili limitlerden ve kaynak bilgilerinden yararlanılmıştır. Gıda kodeksinde domates salçası için maksimum toplam asit % 10, minimum Hunter renk değeri (a/b) 1,8 ve maksimum pH değeri 4,6 iken minimum pH değeri ise 3,9 olarak belirtilmektedir. Eckerle vd (1984) serum rengi için maksimum 0,400 absorbans değerini, duyu özelliklerin (renk, tat, koku) her biri için ise 5 üzerinden minimum 2.5 puanı belirlemişlerdir. Domates salçasındaki konsistens, HMF ve likopen miktarına ilişkin gıda kodeksinde herhangi bir kısıtlama yoktur. Ancak benzeri bir gıda olan domates suyu için önerilen maksimum HMF miktarı 20 mg/ L'dir (Anonymous 1993). Bazı firmalarında kendi spesifikasyonlarında konsistens, soğuk işlemede 14 cm, sıcak işlemlerde ise maksimum 7 cm olarak belirlediği bildirilmektedir (Ekşi ve Açıktan 1985). Likopen kaybı için ise herhangi bir limit bulunmamaktadır.

Raf ömrü, en hızlı değişen kriter ve dolayısıyla en kısa raf ömrünü veren model ile hesaplanmıştır.

3.2.2.2 Q₁₀ değerinin hesaplanması

Raf ömrünün daha sonraki araştırmalarda daha çabuk belirlenebilmesi için Q₁₀ değerleri aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmıştır (Labuza ve Schmidl 1985).

$$Q_{10}^{\Delta T/10} = \theta_1 / \theta_2$$

Q₁₀ : Sıcaklık 10 °C arttığında raf ömrünün kaç kat kısılacağını gösteren değer

ΔT : T₂ – T₁)

θ₁ : Düşük sıcaklıktaki (T₁) raf ömrü

θ₂ : Yüksek sıcaklıktaki (T₂) raf ömrü

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Domates Salçasında Depolama Sırasında Kalite Değişimi

Aseptik ambalajlı salça örnekleri 20°C, 28°C ve 37 °C’ de 6 ay depolanmıştır. Her ay HMF, serum rengi (A_{420}), toplam asit, pH değeri, suda çözünür kuru madde, likopen, renk (L,a,b), konsistens ve duyusal özellikleri analiz edilmiştir. Her bir analiz iki tekerrürlü olarak yapılmıştır. Her bir depolama sıcaklığındaki bulgular EK 1 (20°C), EK 2 (28°C) ve EK 3 (37°C)’ te özetlenmiştir.

Elde edilen bulgular tekrarlanan ölçümlü varyans analizi tekniği ile değerlendirilmiş ve farklı grupların belirlenmesinde DUNCAN çoklu karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır. Varyans analizine sonucunda HMF, likopen, serum rengi, salça rengi L,a,b ile a/b, duyusal özelliklerden renk ve tat, toplam asit, pH değerlerinde ay x sıcaklık interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur. Bu nedenle, kalite değişimini yansıtan kriterler olarak bunlar seçilmiştir. Briks derecesi, bostwick değeri ve duyusal özelliklerden koku puanında böyle bir interaksiyon görülmemiştir. Koku puanları bakımından yalnızca sıcaklık faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmuştur. Sıcaklığın artmasıyla koku puanında düşüş görülmüştür (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Depolanan üç farklı sıcaklıktaki briks, bostwick ve koku puanı ortalamaları

Süre			
ay	Briks	Bostwick, cm	Koku
20°C	29,8 ± 0,129	3,9 ± 0,058	4,1 ± 0,078 A
28°C	29,8 ± 0,126	3,9 ± 0,067	4,1 ± 0,055 A
37°C	29,8 ± 0,108	3,9 ± 0,063	3,8 ± 0,113 B

4.1.1 HMF miktarının değişmesi

Domates salçasında, üç farklı depolama sıcaklığında depolama süresine bağlı olarak HMF miktarında ortaya çıkan değişmeler Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Domates salçasında sıcaklığa ve süreye bağlı olarak HMF miktarı

Süre, ay	HMF, mg/kg		
	20°C	28°C	37°C
0	2,20 ± 0,100 Aa	2,20 ± 0,050 Ab	2,20 ± 0,100 Ag
1	2,35 ± 0,050 Ba	2,50 ± 0,100 Bb	13,85 ± 1,65 Af
2	2,30 ± 0,100 Ba	3,20 ± 0,000 Bb	21,75 ± 2,75 Ae
3	2,35 ± 0,050 Ba	3,80 ± 0,100 Bab	39,25 ± 0,650 Ad
4	2,30 ± 0,000 Ba	4,65 ± 0,150 Bab	52,05 ± 0,650 Ac
5	2,40 ± 0,000 Ca	5,80 ± 0,100 Bab	76,05 ± 3,35 Ab
6	2,55 ± 0,050 Ca	7,35 ± 0,050 Ba	89,55 ± 0,850 Aa

Ay faktörünün seviyelerinde sıcaklıkların karşılaştırılmasında büyük harfler kullanılmıştır. Sıcaklık faktörünün seviyelerinde ayların karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır.

Varyans analizi sonucunda ay x sıcaklık interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Depolama sıcaklığı artıkça salça örneklerinde HMF artışının hızlandığı görölmüştür. Domates salçasının depolama başlangıcındaki HMF miktarı 2.2 mg/kg’dır. 20°C’ de depolanan örneklerin her aydaki HMF miktarları karşılaştırıldığında aralarındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Dolayısı ile 20°C’ deki depolamanın domates salçasında HMF miktarı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı görölmüştür. 28°C’de depolanan örneklerde ise başlangıçtaki ile depolama sonundaki HMF miktarları arasında farkın olduğu ve arttığı görölmüştür. 37°C depolama sıcaklığında ise süreye bağlı olarak HMF miktarı artmaktadır. Depolamanın 6. ayında belirlenen HMF miktarı 28°C’ de 7.35 mg/kg iken, 37°C ise 89,55 mg/kg’dır.

Daha öncede belirtildiği gibi HMF, ısıl işlem uygulanan ve uzun süre depolanan gıdalarda maillard tepkimesi sonucu oluşan bir bileşiktir. İndirgen şeker ve amino asit

içeren (Çizelge 2.2) domates salçası bu tepkime için elverişli bir gıdadır. Bu nedenle domatesin salçaya işlenmesi ve domates salçasının depolamasında sırasında HMF oluşumu kaçınılmazdır. Oluşan HMF miktarı; gıdanın bileşimine, işlem ve depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak göre değişir. Sıcaklık arttıkça domates salçasında HMF miktarının arttığı ve artışın depolama sıcaklığı ile de ilişkiliği olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Eckerle vd. 1984, Luh vd. 1958, Sarıbay 2004).

Domates salçasında bulunan HMF miktarına ilişkin gıda kodeksinde herhangi bir kısıtlama yoktur. Ancak benzeri bir gıda olan domates suyu için önerilen maksimum 20 mg/L HMF limiti dikkate alındığında, domates salçasındaki HMF miktarı; 20°C ve 28°C’ de bu limitin altında kalırken; 37°C’ de ise 2. ayda bu limiti aşmaktadır (Çizelge 4.2).

4.1.2 Serum renginin değişmesi

Gıdaların hazırlanması ve muhafazası için uygulanan işlemler besin ögesi kaybı ve renk, tat, tekstür değişmesin yol açabilmektedir. Bunlar arasında özellikle karotenoid ve klorofil pigment degradasyonu, Maillard reaksiyonu ve askorbik asit oksidasyonu gibi esmerleşme reaksiyonları önemlidir (Bontovits 1981, Mauron 1981). Domates salçasında bu tepkimelerin neden olduğu renk esmerleşmesi 420 nm dalga boyunda absorbans değeri (A_{420}) ile belirlenebilmektedir. Üç farklı sıcaklıkta süreye bağlı olarak serum renginde meydana gelen değişmeler Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Domates salçasında sıcaklığa ve süreye bağlı olarak serum rengi değerleri

Süre, ay	$A_{420}, \text{abs (S)}$		
	20°C	28°C	37°C
0	0,120 ± 0,002 Ab	0,120 ± 0,002 Ad	0,120 ± 0,002 Ag
1	0,121 ± 0,001 Bb	0,125 ± 0,001 Bd	0,149 ± 0,000 Af
2	0,120 ± 0,001 Cb	0,126 ± 0,001 Bc	0,169 ± 0,002 Ae
3	0,120 ± 0,000 Cb	0,136 ± 0,001 Bb	0,201 ± 0,000 Ad
4	0,126 ± 0,002 Ca	0,141 ± 0,002 Bb	0,234 ± 0,003 Ac
5	0,128 ± 0,002 Ca	0,147 ± 0,002 Ba	0,261 ± 0,011 Ab
6	0,130 ± 0,002 Ca	0,154 ± 0,003 Ba	0,300 ± 0,002 Aa

Varyans analizi sonucunda ay x sıcaklık interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.01$). Depolama sıcaklığı arttıkça salça örneklerinde A_{420} değerinin arttığı görülmüştür. Domates salçasının depolama başlangıcındaki A_{420} değeri 0,120 abs'dir 20°C' de depolanan örneklerde başlangıçtaki ile depolama sonundaki A_{420} değerleri arasında farkın olduğu ve arttığı görülmüştür. 28°C'de depolanan örneklerde ise 2. aydan itibaren miktarın arttığı ve 0,154 abs'ye ulaştığı görülmüştür. 37°C depolama sıcaklığında ise süreye bağlı olarak A_{420} değeri artmaktadır. Depolamanın 6. ayında belirlenen serum rengi 0,300 abs'dir

Eckerle vd (1984)'nin bulgularına göre domates salçasında duyuşal özelliklere göre raf ömrü bittiği zaman serum rengi için A_{420} değeri 0,400'dür. Bulgulara göre üç sıcaklıkta da bu limite ulaşma süresi 6 aydan daha uzundur.

4.1.3 Likopen miktarının değışmesi

Likopen olgun domatesin kırmızı renginden sorumlu bir pigmenttir. Domatesteki karotenoidlerin % 85-90'ını likopen oluşturmaktadır. Örneklerde depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak belirlenen likopen miktarı Çizelge 4.4' te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Domates salçasında sıcaklık ve süreye bağlı olarak likopen miktarı

Süre, ay	Likopen, mg/kg (S)		
	20°C	28°C	37°C
0	1108,5 ± 0,70 Aa	1108,5 ± 0,70 Aa	1108,5 ± 0,70 Aa
1	1064,0 ± 2,60 Ab	1051,3 ± 8,05 ABb	1045,6 ± 5,50 Bb
2	1024,5 ± 4,95 Ac	1038,2 ± 8,45 Ab	1032,8 ± 0,55 Ab
3	1005,0 ± 5,70 Ad	982,3 ± 5,30 Bc	875,2 ± 0,90 Cc
4	972,05 ± 3,95 Ae	971,6 ± 8,30 Ac	777,1 ± 0,80 Bd
5	955,15 ± 8,45 Af	950,8 ± 14,3 Ad	716,3 ± 4,90 Be
6	950,35 ± 0,35 Af	929,3 ± 2,35 Be	616,8 ± 8,25 Cf

Varyans analizi sonucunda ay x sıcaklık interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.01$). Depolama sıcaklığı ve süresi artıkça salça örneklerinde likopen miktarının azaldığı görülmüştür. Domates salçası başlangıç örneklerinde likopen miktarı 1108,5 mg/kg'dır. 6 aylık depolama sonunda 20°C' de 950,35 mg/kg olan likopen, 28°C' de 929,3 mg/kg ve 37°C' de 616,8 mg/kg'dır. Verilere göre domates salçasında likopen kaybının 37°C' de daha hızlı olduğu görülmektedir. İşleme ve depolama sırasında likopen miktarının azaldığını diğer araştırma bulguları da göstermektedir (Takeoka vd. 2001, Kadakal 2003, Sarıbay 2004, Akanbi ve Oludemi 2004).

Domates salçasında likopen miktarına ilişkin gıda kodeksinde herhangi bir limit yoktur. Raf ömrü açısından likopen miktarının % 50 azalması dikkate alınırsa bu süre bulgulara göre üç sıcaklıkta da 6 aydan daha uzundur.

4.1.4 Salça renginin değişmesi

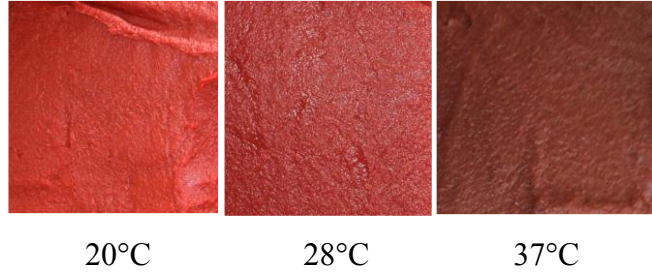
Domates salçasının kendine özgü kırmızı rengi başta likopen olmak üzere domatesin barındırdığı karotenoidlerden kaynaklanmaktadır. Domatesin salçaya işlenmesi sırasında bu karotenoidler farklı miktarda pulpa geçerler. Evaporasyon işlemiyle de miktarları oransal olarak artar ve domates salçasının yoğun rengi oluşur. Ancak salça renginin değerlendirilmesinde karotenoid miktarından çok objektif sistemlerle ölçülen değerler önemlidir. Günümüzde bu amaçla daha çok Hunter L, a, b renk skalası kullanılmaktadır. Bilindiği gibi bu sistemde L aydınlık, +a kırmızı, -a yeşil, +b sarı, -b mavi rengi simgelemektedir. Salça örneklerinde ölçülen L, a, b değerleri ve a/b oranı Çizelge 4.4' te verilmiştir.

Varyans analizi sonucunda ay x sıcaklık interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.01$). Depolama sıcaklığı ve süresi artıkça salça örneklerinde a/b oranının azaldığı görülmüştür. Verilere göre, 20°C ve 28°C'de depolanan örneklerin L, a, b değerleri ile a/b oranında önemli bir değişim yoktur. Buna karşılık 37°C'deki depolamada L değeri 27,2 iken 24,5'e, a değeri 23,8 iken 17,9'a, b değeri 11,3 iken 9,4'e ve a/b oranı 2,11 iken 1,89'a düşmektedir. 37°C'deki azalmaların daha belirgin olduğu görülmektedir.

Verilere göre depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak salça renginin koyulaştığı, kırmızı ve sarı rengin azaldığı anlaşılmaktadır (Çizelge 4.5). 6 aylık depolamanın sonunda örneklerdeki renk değişimi Şekil 4.1’de görülmektedir.

Çizelge 4.5 Domates salçasında sıcaklığa ve süreye bağlı olarak renk değerleri

Depolama sıcaklığı	Süre ay	Renk değerleri (S)			
		L	a	b	a/b
20°C	0	27,2 ± 0,050 Aa	23,8 ± 0,000 Ab	11,3 ± 0,100 Ac	2,11 ± 0,020 Aab
	1	27,9 ± 0,200 Aa	25,1 ± 0,500 Aa	11,9 ± 0,250 Aa	2,12 ± 0,002 Aab
	2	27,9 ± 0,150 Aa	25,0 ± 0,500 Aa	11,8 ± 0,050 Aab	2,13 ± 0,033 Aab
	3	27,7 ± 0,000 Aa	25,2 ± 0,500 Aa	11,7 ± 0,050 Aab	2,16 ± 0,039 Aa
	4	27,8 ± 0,050 Aa	25,1 ± 0,200 Aa	11,9 ± 0,050 Aa	2,12 ± 0,022 Aab
	5	27,8 ± 0,150 Aa	24,8 ± 0,050 Aa	11,8 ± 0,100 Aa	2,10 ± 0,012 Aab
	6	27,2 ± 0,350 Aa	23,8 ± 0,500 Ab	11,5 ± 0,100 Abc	2,07 ± 0,033 Ab
28°C	0	27,2 ± 0,050 Aa	23,8 ± 0,000 Ac	11,3 ± 0,100 Ac	2,11 ± 0,020 Aab
	1	27,4 ± 0,000 Aa	25,6 ± 0,550 Aa	11,9 ± 0,050 Aa	2,15 ± 0,054 Aa
	2	27,7 ± 0,100 Aa	24,6 ± 0,300 Abc	11,6 ± 0,000 ABab	2,12 ± 0,028 Aab
	3	27,9 ± 0,050 Aa	24,9 ± 0,000 Aab	11,7 ± 0,150 Aab	2,13 ± 0,027 Aab
	4	27,7 ± 0,200 Aa	24,6 ± 0,100 Abc	11,6 ± 0,100 Aab	2,12 ± 0,026 Aab
	5	27,4 ± 0,150 Aa	23,9 ± 0,350 Ac	11,4 ± 0,100 Bb	2,08 ± 0,044 Aab
	6	27,5 ± 0,000 Aa	23,9 ± 0,200 Ac	11,6 ± 0,050 Abc	2,07 ± 0,021 Ab
37°C	0	27,2 ± 0,050 Aab	23,8 ± 0,000 Ab	11,3 ± 0,100 Ab	2,11 ± 0,019 Aa
	1	27,9 ± 0,300 Aa	24,9 ± 0,250 Aa	11,8 ± 0,100 Aa	2,11 ± 0,037 Aa
	2	27,4 ± 0,200 Aab	24,1 ± 0,550 Ab	11,4 ± 0,050 Bb	2,11 ± 0,043 Aa
	3	26,7 ± 0,350 Bbc	23,7 ± 0,250 Bb	11,2 ± 0,100 Bb	2,11 ± 0,040 Aa
	4	26,0 ± 0,300 Bcd	22,6 ± 0,050 Bc	10,9 ± 0,000 Bc	2,07 ± 0,004 Aa
	5	25,6 ± 0,200 Bd	20,0 ± 0,000 Bd	10,2 ± 0,050 Cd	1,97 ± 0,013 Bb
	6	24,5 ± 0,850 Be	17,9 ± 0,350 Be	9,4 ± 0,150 Be	1,89 ± 0,005 Bc



Şekil 4.1 20°C, 28°C ve 37°C’de depolanan salça örnekleri

4.1.5 Duyusal özelliklerin değişmesi

Raf ömrü çalışmaları ile gıdanın kalite düzeyini ve kalite değişimlerini belirlemede gıdanın duyusal özellikleri büyük önem taşır. Bu amaçla enstrümantal analiz yöntemleri ile duysal analiz yöntemleri birlikte kullanılır. Bu amaçla genellikle puanlama skalası kullanılır. Salça örnekleri için renk, koku ve tat duyusal özellikleri seçilmiş ve her bir özellik beş üzerinden puanlanmıştır. Duyusal özelliklere depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak verilen puanlar Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Domates salçasında sıcaklığa ve süreye bağlı olarak verilen duyusal özellik puanları

Depolama sıcaklığı	Süre ay	Duyusal özellik, (S)	
		Tat	Renk
20°C	0	4,00 ± 0,000 Aa	4,35 ± 0,050 Aab
	1	3,85 ± 0,050 Aa	4,15 ± 0,150 Abc
	2	4,05 ± 0,350 Aa	4,25 ± 0,150 Aab
	3	3,85 ± 0,150 Aa	4,45 ± 0,050 Aa
	4	3,90 ± 0,100 Aa	4,00 ± 0,000 Ac
	5	4,10 ± 0,200 Aa	4,40 ± 0,100 Aa
	6	4,00 ± 0,000 Aa	4,15 ± 0,050 Abc
28°C	0	4,00 ± 0,000 Aa	4,35 ± 0,050 Aab
	1	3,75 ± 0,050 Aab	4,15 ± 0,150 Abc
	2	3,60 ± 0,000 Bb	4,20 ± 0,100 Aabc
	3	3,80 ± 0,200 Aab	4,40 ± 0,100 Aa
	4	3,50 ± 0,100 Bb	4,20 ± 0,100 Aabc
	5	3,65 ± 0,050 Bb	4,35 ± 0,050 Aab
	6	3,55 ± 0,050 Bb	4,00 ± 0,000 Ac
37°C	0	4,00 ± 0,000 Aa	4,35 ± 0,050 Aa
	1	3,55 ± 0,050 Ab	4,10 ± 0,000 Ab
	2	3,50 ± 0,000 Bb	4,00 ± 0,100 Ab
	3	3,30 ± 0,200 Bb	4,00 ± 0,000 Bb
	4	3,40 ± 0,200 Bb	4,00 ± 0,100 Ab
	5	2,95 ± 0,050 Cc	3,55 ± 0,050 Bc
	6	2,45 ± 0,050 Cd	2,55 ± 0,050 Bd

Varyans analizi sonucunda tat ve renk duyusal özelliklerinde ay x sıcaklık interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.01$). Depolama sıcaklığı arttıkça salça örneklerinde tat ve renk puanlarının azaldığı görülmüştür. Verilere göre, 20°C’ de depolanan örneklerin tat ve renk puanlarında önemli bir değişim yoktur. Buna karşılık 28°C’ de depolanan örneklerde tat puanı 4,0 iken 3,55’e, renk puanı 4,35’ ten 4,0’a,

37°C'deki depolamada ise tat puanı 4,0 iken 2,45' e, renk puanı 4,35 iken 2,55'e düşmektedir. 37°C'deki azalmaların daha belirgin olduğu görülmektedir.

Raf ömrü açısından, duyuşal özellikler için 2.5 puanın kritik olduğu belirtilmektedir (Eckerle vd. 1984). 20°C ve 28°C'de depolanan örneklerde duyuşal özelliklerin hiçbirini bu limite ulaşmamaktadır. 37°C'deki örneklerde ise tat puanı 6. ayda bu değere ulaşırken renk puanı için bu değere ulaşma süresi 6 aydan daha uzundur.

4.1.6 pH değeriinin değışmesi

Domates salçasında, üç farklı depolama sıcaklığında depolama süresine bağılı olarak pH değeriinde ortaya çıkan değışmeler Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Domates salçasında sıcaklığa ve süreye bağılı olarak pH değeri

Süre, ay	pH , (S)		
	20°C	28°C	37°C
0	4,43 ± 0,015 Aa	4,43 ± 0,015 Aa	4,43 ± 0,015 Aa
1	4,43 ± 0,010 Aa	4,42 ± 0,015 Aa	4,41 ± 0,025 Ab
2	4,43 ± 0,010 Aa	4,42 ± 0,015 Aa	4,39 ± 0,015 Ac
3	4,44 ± 0,005 Aa	4,41 ± 0,020 ABa	4,38 ± 0,025 Bcd
4	4,44 ± 0,015 Aa	4,41 ± 0,020 ABa	4,37 ± 0,015 Bde
5	4,44 ± 0,005 Aa	4,41 ± 0,020 Aa	4,36 ± 0,025 Be
6	4,43 ± 0,010 Aa	4,41 ± 0,015 Aa	4,34 ± 0,010 Bf

Varyans analizi sonucunda pH değeriinde ay x sıcaklık interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.01$). Depolama sıcaklığı artıkça salça örneklerinde pH değeriinin azaldığı görülmüştür. Verilere göre, 20°C ve 28°C'de depolanan örneklerde pH değeriinde önemli bir değışim yoktur. Buna karşılık 37°C'deki depolamada pH değeri 4,43'ten 4,34'e düşmüştür.

Raf ömrü açısından, pH değeri için tebliğe göre kritik değerin maksimum 4,6 ve minimum 3,9 olduğu belirtilmektedir. Her üç sıcaklıkta da belirlenen pH değerleri bu sınırlar içerisindeydir. Özellikle 37°C’de depolanan örneklerin minimum değere ulaşma süresi 6 aydan daha uzundur.

4.1.7 Toplam asit miktarının değışmesi

Domates salçasında, üç farklı depolama sıcaklığında depolama süresine bağı olarak toplam asit değeriinde ortaya çıkan değışmeler Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Domates salçasında sıcaklığa ve süreye bağı olarak toplam asit miktarı

Süre, ay	Toplam asit, %		
	(S)		
	20°C	28°C	37°C
0	1,52 ± 0,010 Aa	1,52 ± 0,010 Ad	1,52 ± 0,010 Ad
1	1,53 ± 0,005 Aa	1,53 ± 0,000 Ac	1,55 ± 0,005 Ac
2	1,52 ± 0,005 Aa	1,53 ± 0,005 Ac	1,55 ± 0,010 Ac
3	1,52 ± 0,005 Ba	1,54 ± 0,010 Bbc	1,61 ± 0,010 Ab
4	1,51 ± 0,020 Ca	1,56 ± 0,000 Bb	1,64 ± 0,015 Aa
5	1,52 ± 0,015 Ca	1,60 ± 0,010 Ba	1,64 ± 0,010 Aa
6	1,51 ± 0,005 Ca	1,61 ± 0,010 Ba	1,66 ± 0,015 Aa

Varyans analizi sonucunda toplam asit değeriinde ay x sıcaklık interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.01$). Depolama sıcaklığı artıkça salça örneklerinde toplam asit miktarının arttığı görülmüştür. Verilere göre, 20°C’de depolanan örneklerde asit içeriğinde önemli bir değışim yoktur. Buna karşılık 28°C ve 37°C’deki depolamada örneklerdeki toplam asit miktarları sırasıyla 1,61 ve 1,66’a yükselmiştir.

Tebliğe göre domates salçasında toplam asit miktarı % 10’dan (kuru maddede) fazla olamaz. Bu kritik değeri briksi yaklaşık %29 olan domates salçası için % 2.9 olarak

hesaplanmıştır. Her üç sıcaklıkta da toplam asit miktarının bu limiti 6 ayda aşmadığı görülmektedir.

4.2 Domates salçasında Raf Ömrünün Hesaplanması İçin En Uygun Modelin Belirlenmesi

Raf ömrünün belirlenmesinde doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon modellerinden yararlanılmıştır (Sokal ve Rohlf 1995). Her bir sıcaklık derecesinde her bir kalite kriteri için zamana karşı elde edilen deneysel bulgular doğrusal, ikinci derece, hiperbolik, üstel ve logaritmik olmak üzere beş ayrı modele uygulanmıştır. Uygun model, belirtme katsayısı (R^2) dikkate alınarak seçilmiştir. Üç sıcaklıkta her bir kalite değişimi için belirlenen model ve ona ait denklem ve belirtme katsayısı Ek 4'te verilmiştir.

20°C, 28°C ve 37°C' de HMF ve toplam asit miktarı artışı, likopen ve serum rengi (A_{420}) değişimi, tat ve renk puanı, L, a, b, ve a/b oranı ve pH değeri azalışı için en iyi yansıtan modelin ikinci derece model olduğu belirlenmiştir.

4.3 Değişik Kriterlere Göre Domates Salçasının Raf Ömrü

Her bir kalite kriterine ait seçilen modele ait denklemde, kalite kriterine ait limit (y) yerine konularak, domates salçasının raf ömrü (x) hesaplanmıştır. Daha öncede belirtildiği gibi HMF için 20 mg/kg (Anonymous 1993), serum rengi (A_{420}) için 0,400 abs (Eckerle vd.1984), minimum Hunter renk değeri (a/b) 1.8, minimum pH değeri ise 3.9, maksimum toplam asit değeri % 2.9 (Anonim 2013a) , duyuşal özelliklerin (renk, tat,) her biri için ise 5 üzerinden minimum 2.5 (Eckerle vd.1984) puanı kritik değer olarak alınmıştır.

Aseptik ambalajlı domates salçası için üç farklı depolama sıcaklığında (20°C, 28°C, 37°C) bu kritik değerler kullanılarak hesaplanan raf ömrü Çizelge 4.9, 4.10 ve 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.9 Domates salçasının 20°C’de depolamada belirlenen raf ömrü süreleri

Kriter	Limit	Model	Denklem	Raf Ömrü (yıl, ay, gün)*
HMF	20 mg/ kg	İkinci Derece	$y = 0,0065x^2 + 0,0018x + 2,2595$	4 yıl 3 ay 18 gün
A₄₂₀	0,400 abs	İkinci derece	$y = 0,0004x^2 - 0,0005x + 0,1201$	2 yıl 2 ay 12 gün
Renk	2,5 puan	İkinci Derece	$y = -0,0006x^2 - 0,0089x + 4,2845$	3 yıl 8 ay 12 gün
Tat	2,5 puan	İkinci Derece	$y = 0,0089x^2 - 0,0411x + 3,9714$	X
a/b	1,8	İkinci Derece	$y = -0,0058x^2 + 0,0289x + 2,1048$	10 ay 25 gün
pH	3,9	İkinci Derece	$y = -0,0008x^2 + 0,0061x + 4,4269$	2 yıl 4 ay 24 gün
T. asit	% 2,9	İkinci Derece	$y = -0,0002x^2 - 0,0007x + 1,5238$	X

* 1 yıl 365, 1 ay 30 gün üzerinden hesaplanmıştır.

Çizelge 4.10 Domates salçasının 28°C’de depolamada belirlenen raf ömrü süreleri

Kriter	Limit	Model	Denklem	Raf Ömrü (yıl, ay, gün)*
HMF	20 mg/ kg	İkinci derece	$y = 0,1071x^2 + 0,1964x + 2,2321$	11 ay 27 gün
A₄₂₀	0,400 abs	İkinci derece	$y = 0,0003x^2 + 0,004x + 0,1198$	2 yıl 18 gün
Renk	2,5 puan	İkinci derece	$y = -0,0125x^2 + 0,0518x + 4,2429$	1 yıl 2 ay
Tat	2,5 puan	İkinci derece	$y = 0,0149x^2 - 0,1482x + 3,944$	X
a/b	1,8	İkinci derece	$y = -0,004x^2 + 0,015x + 2,119$	11 ay
pH	3,9	İkinci derece	$y = 0,0008x^2 - 0,0082x + 4,4295$	X
T. asit	% 2,9	İkinci derece	$y = 0,0026x^2 - 2E-15x + 1,5217$	1 yıl 11 ay

* 1 yıl 365, 1 ay 30 gün üzerinden hesaplanmıştır.

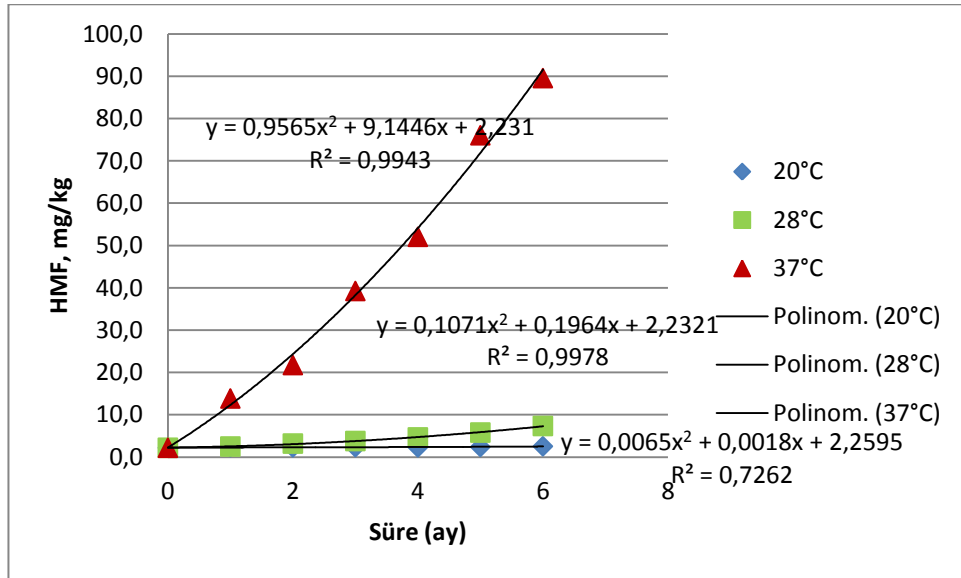
Çizelge 4.11 Domates salçasının 37°C’de depolamada belirlenen raf ömrü süreleri

Kriter	Limit	Model	Denklem	Raf Ömrü (yıl, ay, gün)*
HMF	20 mg/ kg	İkinci derece	$y = 0,9565x^2 + 9,1446x + 2,231$	1 ay 18 gün
A₄₂₀	0,400 abs	İkinci derece	$y = 0,001x^2 + 0,0234x + 0,1212$	8 ay 21 gün
Renk	2,5 puan	İkinci derece	$y = -0,0625x^2 + 0,1482x + 4,1679$	6 ay 12 gün
Tat	2,5 puan	İkinci derece	$y = -0,0196x^2 - 0,0946x + 3,8464$	6 ay 6 gün
a/b	1,8	İkinci derece	$y = -0,0117x^2 + 0,035x + 2,0995$	6 ay 21 gün
pH	3,9	İkinci derece	$y = 0,0006x^2 - 0,0175x + 4,4276$	1 yıl 2 ay 18 gün
T. asit	% 2,9	İkinci derece	$y = -0,0013x^2 + 0,0325x + 1,5152$	X

* 1 yıl 365, 1 ay 30 gün üzerinden hesaplanmıştır.

20°C’ de depolanan örneklerde tat ve toplam asit, 28°C’ de depolanan örneklerde tat ve pH değeri ve 37°C’ de depolanan örneklerde toplam asit kalite kriterine ait limit belirlenen denklemde yerine koyulmuştur. Ancak elde edilen değer karmaşık sayıyı ifade ettiği için bu kalite kriterlerine göre domates salçasının raf ömrü hesaplanamamıştır.

Domates salçasındaki HMF miktarına ilişkin 20 mg/kg kritik değeri dikkate alındığında domates salçası için raf ömrü 20°C’ de 4 yıl 3 ay 18 gün, 28°C’ de 11 ay 27 gün, 37°C’ de ise 1 ay 18 gün olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.9, 4.10 ve 4.11). Bununla ilgili grafik Şekil 4.2’ de verilmiştir.



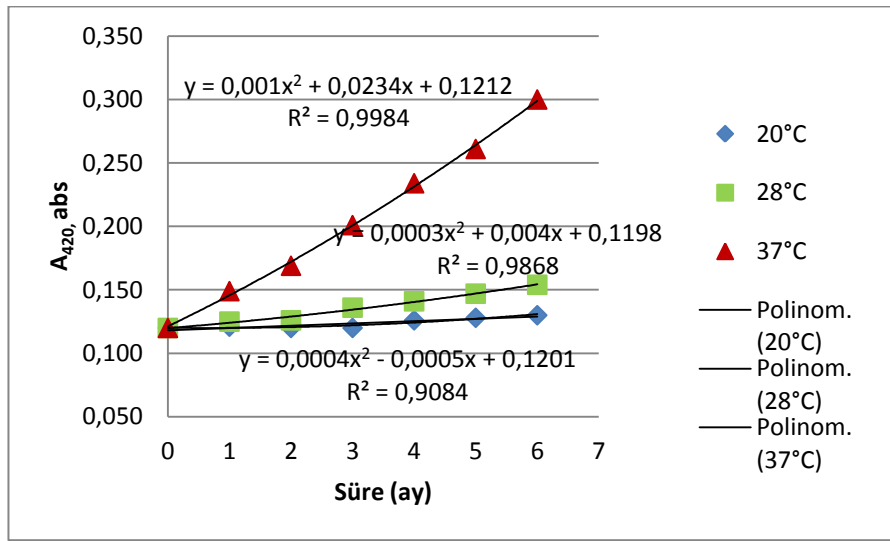
Şekil 4.2 Üç farklı depolama sıcaklığında süreye bağlı olarak HMF miktarı artış grafiği

Domates salçasındaki serum rengi miktarına ilişkin 0,400 abs kritik değeri dikkate alındığında domates salçası için raf ömrü; 20°C’ de 2 yıl 2 ay 12 gün, 28°C’ de 2 yıl 18 gün, 37°C’ de ise 8 ay 21 gün olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.9, 4.10, 4.11). İlgili grafik Şekil 4.3’ te verilmiştir.

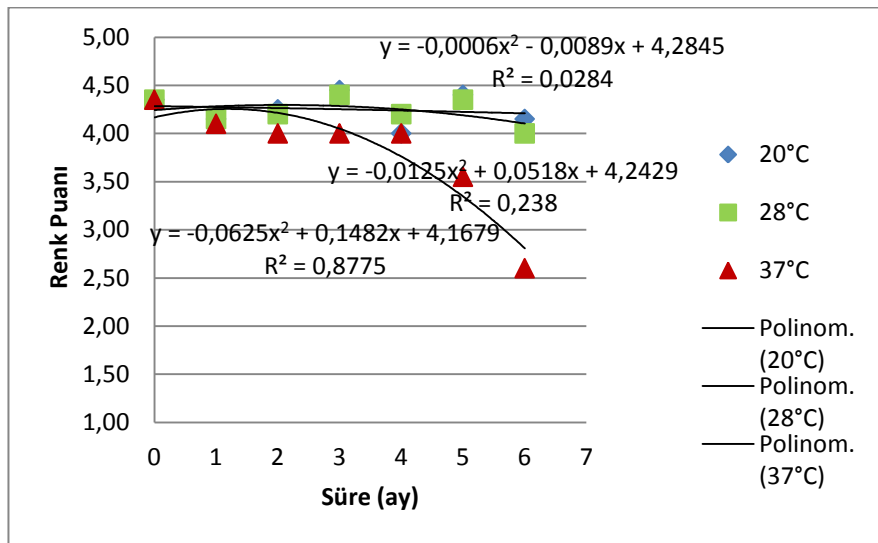
Duyusal özelliklerin her biri için 5 üzerinden 2.5 puan raf ömrü için kritik değer olarak alınmıştır. Buna göre renk açısından domates salçasının raf ömrü 20°C’ de 3 yıl 8 ay 12 gün, 28°C’ de 14 ay, 37°C’ de 6 ay 12 gün, tat açısından 37°C’ de 6 ay 6 gün olarak

hesaplanmıştır (Çizelge 4.9, 4.10, 4.11). Renk ve tat değişimini yansıtan grafikler 4.4 ve 4.5'te verilmiştir.

Domates salçasındaki a/b oranına ilişkin 1.8 kritik değeri dikkate alındığında domates salçası için raf ömrü; 20°C' de 10 ay 25 gün, 28°C' de 11 ay, 37°C' de 6 ay 21 gün olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.9, 4.10, 4.11). İlgili grafik 4.6'da verilmiştir.

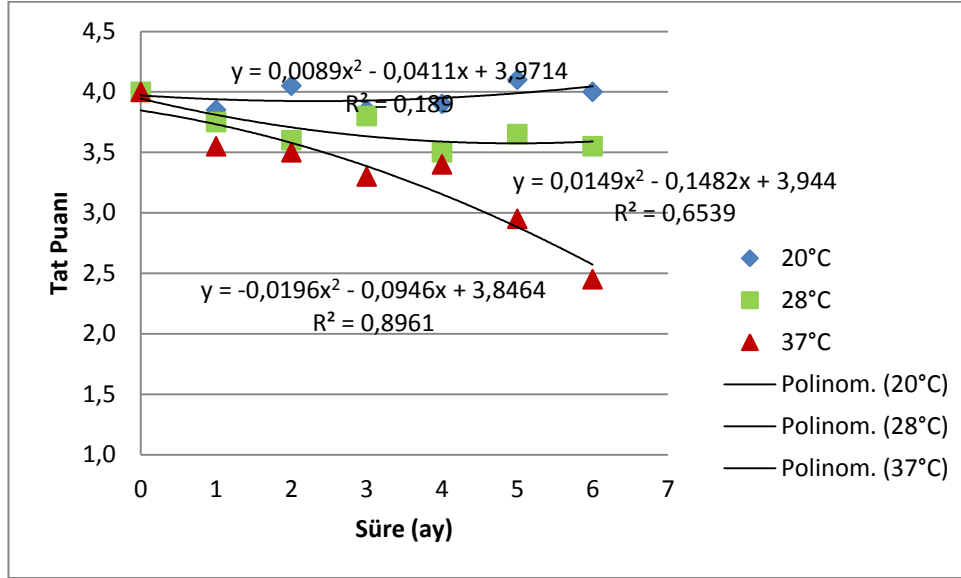


Şekil 4.3 Üç farklı depolama sıcaklığında süreye bağlı olarak serum rengi (A_{420}) artış grafiği

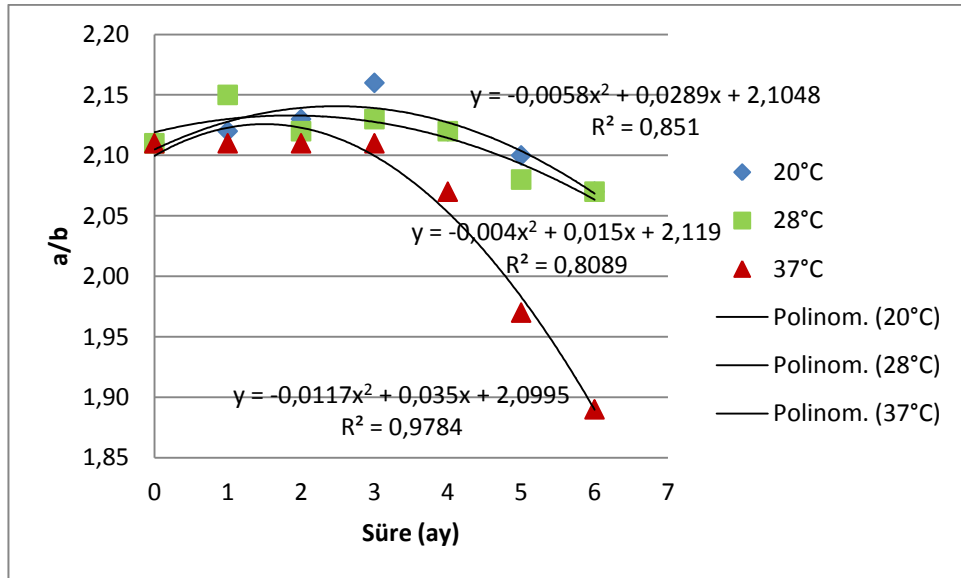


Şekil 4.4 Üç farklı depolama sıcaklığında süreye bağlı olarak renk puanı azalış grafiği

Domates salçasındaki pH değerine ilişkin 3.9 kritik değeri dikkate alındığında domates salçası için raf ömrü; 20°C’ de 2 yıl 4 ay 24 gün, 37°C’de 1 yıl 2 ay 18 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.9, 4.11). İlgili grafik 4.7’de verilmiştir.

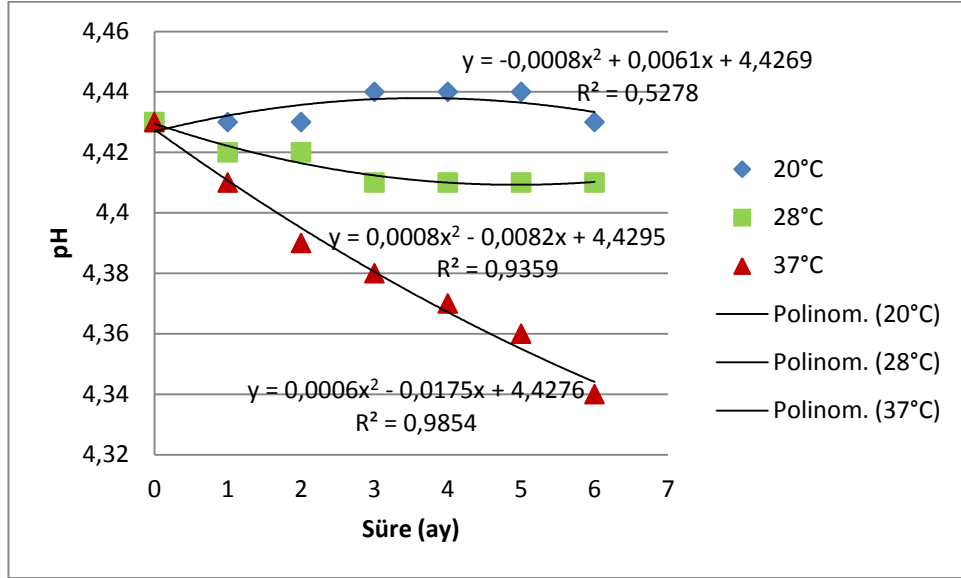


Şekil 4.5 Üç farklı depolama sıcaklığında süreye bağlı olarak tat puanı azalış grafiği

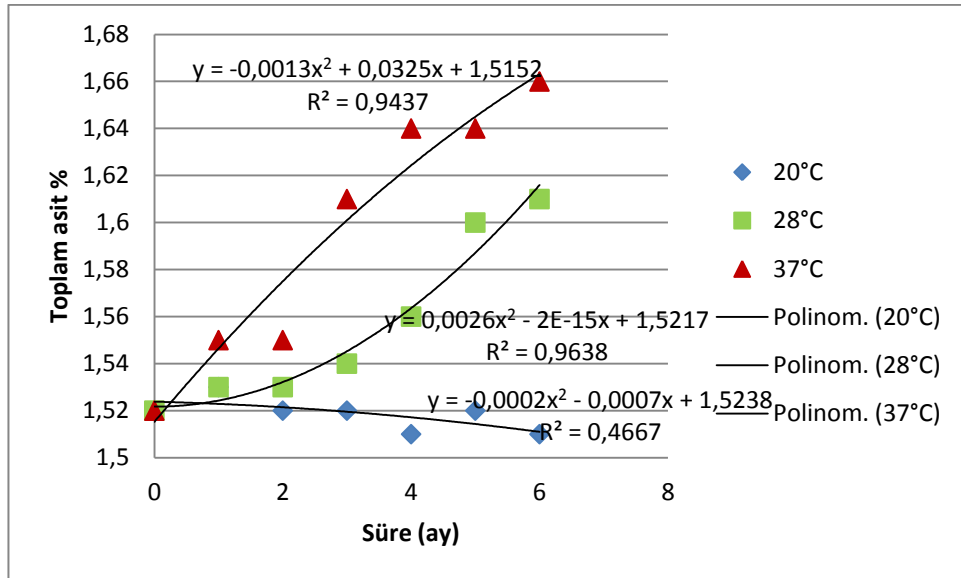


Şekil 4.6 Üç farklı depolama sıcaklığında süreye bağlı olarak a/b oranı azalış grafiği

Domates salçasındaki toplam asitliğe ilişkin %2.9 kritik değeri dikkate alındığında domates salçası için raf ömrü 28°C’ de 1 yıl 11 ay olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.10). Bununla ilgili grafik Şekil 4.8’ de verilmiştir.



Şekil 4.7 Üç farklı depolama sıcaklığında süreye bağlı olarak pH değeri azalış grafiği



Şekil 4.8 Üç farklı depolama sıcaklığında süreye bağlı olarak toplam asitliğin azalış grafiği

Kalite değişimini en doğru yansıtan model belirlendikten sonra raf ömrü, en hızlı değişen kriter ve dolayısıyla en kısa raf ömrünü veren model ile hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre; 20°C depolama sıcaklığında domates salçası için raf ömrü a/b için 10 ay 25 gün, serum rengi için 2 yıl 2 ay 12 gün, pH için 2 yıl 4 ay 24 gün, duyuşal özelliklerden renk için 3 yıl 8 ay 12 gün, HMF için 4 yıl 3 ay 18 gün olarak hesaplanmıştır. Bu sıcaklıkta raf ömrünü belirleyici kriter a/b oranı olmuştur. 20°C depolama sıcaklığında domates salçası için raf ömrü 10 ay 25 gündür.

28°C depolama sıcaklığında domates salçası için raf ömrü a/b için 11 ay, HMF için 11 ay 27 gün, duyuşal özelliklerden renk için 1 yıl 2 ay, toplam asit değeri için 1 yıl 11 ay, serum rengi için 2 yıl 18 gün olarak hesaplanmıştır. Bu sıcaklıkta raf ömrünü belirleyici kriter a/b olmuştur. 28°C depolama sıcaklığında domates salçası için raf ömrü 11 aydır.

37°C depolama sıcaklığında domates salçası için raf ömrü HMF için 1 ay 18 gün, a/b için 6 ay 21 gün, duyuşal özelliklerden renk için 6 ay 12 gün, tat için 6 ay 6 gün, serum rengi için 8 ay 21 gün, pH için 1 yıl 2 ay 18 gün olarak hesaplanmıştır. Bu sıcaklıkta raf ömrünü belirleyici kriter HMF olmuştur. 37°C depolama sıcaklığında domates salçası için hesaplanan en kısa raf ömrü 1 ay 18 gündür.

4.4 Domates Salçasında Kalite Değişim Kriterleri İçin Q_{10} Değerleri

Matematiksel- istatistiksel yöntemin dezavantajı zaman alıcı ve pahalı olmasıdır. Bu nedenle raf ömrünü kısa sürede tahmin edebilmek için hızlı deney yöntemine başvurulur. Raf ömrü açısından Q_{10} değeri aynı gıda ve aynı ambalaj için birbirinden 10°C farklı iki ayrı sıcaklık derecelerindeki tepkime hızı veya raf ömrü değerlerinin birbirine oranıdır. Bu yaklaşımdan yola çıkarak gıdanın daha yüksek sıcaklıktaki kalite değişimi incelenir ve bu bulgulardan daha düşük sıcaklıklardaki raf ömrü tahmin edilir (Labuza ve Schmidl 1985).

Q_{10} değeri, depolama sıcaklıkları arasındaki fark dikkate alınarak $Q_{10}^{\Delta T/10} = \theta_1 / \theta_2$ bağlantısı ile hesaplanmaktadır.

Domates salçasında başlıca kalite değişim kriterleri için Q_{10} değerleri belirtilen formülle hesaplanarak Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Q_{10} değeri ne kadar yüksek ise, kalite kriterlerinin sıcaklığa bağımlılığı o kadar fazladır (Labuza 1982).

Çizelge 4.12’deki verilere göre 20-28°C aralığında Q_{10} değeri HMF için 6.36, A_{420} için 1.09, duyu özelliklerinden renk için 4.29, a/b oranı için 0.9, 28-37°C aralığında Q_{10} değeri HMF için 9.29, A_{420} için 3.22, renk için 2.21, a/b 1.73 ve 20-37°C aralığında Q_{10} değeri HMF için 7.77, A_{420} için 1.94, renk için 3.02, a/b için 1.59, pH için 1.50 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.12 20-28°C, 28-37°C ve 20-37°C sıcaklığına ait hızlandırıcı faktörlerin belirlenmesi

Kriter	Q_{10}	Q_{10}	Q_{10}
	20-28°C	28-37°C	20-37°C
HMF	6.36	9.29	7.77
A_{420}	1.09	3.22	1.94
Renk	4.29	2.21	3.02
a/b	0.9	1.73	1.59
pH	-	-	1.50

Bu verilere göre domates salçasında HMF miktarı, renk puanı ve serum rengi değeri sıcaklık değişiminden en fazla etkilenen kalite kriteri olduğu görülmektedir.

Her bir kalite kriterine ait raf ömrü değerlerinin logaritmasının sıcaklığa (K) karşı çizilmesi ile elde edilen raf ömrü grafikleri EK (5-8)’te verilmiştir. Bu grafiklerden yararlanılarak Q_{10} değeri ve farklı sıcaklıklarda raf ömrü tahmin edilebilmektedir.

5. SONUÇ

Türkiye, 2011 FAO verilerine göre domates üretiminde Avrupa’da birinci, dünyada ise dördüncü sırada yer almaktadır. 2010 yılında yaklaşık 10 milyon ton domates üretimi gerçekleşmiştir. Bunun %70’i taze olarak tüketilmiş, %29’u ise salça üretiminde kullanılmıştır. Türkiye’nin yıllık domates salçası üretimi, yıla göre değişmekle birlikte 270 bin ton dolayındadır. 2010 yılında ihraç edilen salça miktarı ise 112 bin tondur ve ihracatın nerdeyse tamamı aseptik torba (bag in box) içinde gerçekleştirilmektedir (TÜİK 2013).

Aseptik torba içinde ihraç edilen domates salçasının, depolama sırasında renginin ve kıvamının değiştiğine ilişkin ihraç edilen ülkelere geri bildirimler olduğu belirtilmektedir. Bu araştırmanın amacı, aseptik ambalajlı domates salçasında kalite değişiminin ve buna bağlı olarak raf ömrünün belirlenmesidir. Bunun için domates salçası örnekleri 3 farklı sıcaklıkta (20°C, 28°C ve 37°C) depolanmış ve kalite değişim kriteri olarak briks, pH değeri, toplam asit, likopen, konsistens, HMF, serum rengi, yüzey rengi belirlenmiş ve ayrıca duyusal analiz uygulanmıştır. Bulgulardan ortaya çıkan sonucun özeti aşağıdaki gibidir:

1. Depolama süresine bağlı olarak, kalite değişkenlerinden HMF, A_{420} miktarı ve toplam asit artarken; likopen, L, a, b, a/b oranı, tat ve renk puanı ile pH değeri azalmaktadır. Briks derecesi, bostwick değeri ve duyusal özelliklerden koku puanında ise sıcaklık ve zamana bağlı bir değişim gerçekleşmemiştir.
2. Depolama sıcaklığı arttıkça, kalite değişim hızı da artmaktadır. Domates salçasının depolama başlangıcındaki A_{420} değeri 0,120 absorbanstır. 20°C’ de depolanan örneklerde 0,130, 28°C’de depolanan örneklerde 0,154 ve 37°C depolama sıcaklığında ise 0,300 absorbansa ulaştığı görülmüştür. Başlangıçta 2.2 mg/kg olan HMF miktarı depolamanın 6. ayında 20°C’ deki örneklerde değişmezken, 28°C’ de 7.35 mg/kg, 37°C ise 89,55 mg/kg’a artmaktadır. Depolama başlangıcındaki toplam asit değeri %1,52’dir. 6. ayında 20°C’ deki örneklerde değişmezken, 28°C’ de %1,61, 37°C ise %1,66’a yükselmiştir.

3. Kalite değişimini en iyi yansıtan modelin belirlenmesi için her bir sıcaklık derecesinde her bir kalite kriteri için zamana karşı elde edilen deneysel bulgular doğrusal, ikinci derece, hiperbolik, üstel ve logaritmik olmak üzere beş ayrı modele uygulanmıştır. Uygun model, belirtme katsayısı (R^2) dikkate alınarak seçilmiştir. Her üç sıcaklıkta da HMF, serum rengi, likopen, L, a, b, a/b, pH değeri, toplam asit, tat ve renk duyusal özellikleri için en uygun model olarak ikinci dereceden model belirlenmiştir.
4. Kalite değişimini en doğru yansıtan model belirlendikten sonra raf ömrü, en hızlı değişen kriter ve dolayısıyla en kısa raf ömrünü veren model ile hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre; 20°C depolama sıcaklığında domates salçası için raf ömrü a/b için 10 ay 25 gün (en kısa), serum rengi için 2 yıl 2 ay 12, pH için 2 yıl 4 ay 24 gün, duyusal özelliklerden renk için 3 yıl 8 ay 12 gün, HMF için 4 yıl 3 ay 18 gün olarak hesaplanmıştır. Bu sıcaklıkta raf ömrünü belirleyici kriter a/b oranı olmuştur. 20°C depolama sıcaklığında domates salçası için raf ömrü 10 ay 25 gündür. 28°C depolama sıcaklığında domates salçası için raf ömrü a/b için 11 ay (en kısa), HMF için 11 ay 27 gün, duyusal özelliklerden renk için 1 yıl 2 ay, toplam asit değeri için 1 yıl 11 ay, serum rengi için 2 yıl 18 gün olarak hesaplanmıştır. Bu sıcaklıkta raf ömrünü belirleyici kriter a/b olmuştur. 28°C depolama sıcaklığında domates salçası için raf ömrü 11 aydır. 37°C depolama sıcaklığında domates salçası için raf ömrü HMF için 1 ay 18 gün (en kısa), duyusal özelliklerden renk için 6 ay 12 gün, tat için 6 ay 6 gün, a/b için 6 ay 21 gün, serum rengi için 8 ay 21 gün, pH için 1 yıl 2 ay 18 gün olarak hesaplanmıştır. Bu sıcaklıkta raf ömrünü belirleyici kriter HMF olmuştur. 37°C depolama sıcaklığında domates salçası için hesaplanan en kısa raf ömrü 1 ay 18 gündür.
5. Kalite değişimi için sıcaklığa bağlı Q_{10} değeri, kalite kriterine göre değişmektedir. 20-28°C aralığında Q_{10} değeri HMF için 6.36, A_{420} için 1.09, duyusal özelliklerden renk için 4.29, a/b oranı için 0.9, 28-37°C aralığında Q_{10} değeri HMF için 9.29, A_{420} için 3.22, renk için 2.21, a/b 1.73 ve 20-37°C aralığında Q_{10} değeri HMF için 7.77, A_{420} için 1.94, renk için 3.02, a/b için 1.59, pH için 1.50 olarak hesaplanmıştır. Bu verilere göre domates salçasında HMF

miktarı, renk puanı ve serum rengi değeri sıcaklık değışiminden en fazla etkilenen kalite kriteri olduğu gör÷lmektedir.

6. Öte yandan bu araştırma bulguları; aseptik ambalajlı domates salçasında depolamaya bağılı olarak rengin değıştiğıne ilişkin bildirimleri doğrulamakla birlikte bunun ancak yüksek depolama sıcaklığında ortaya çıkabileceğı anlaşılmaktadır. Buna karşılık, depolama sırasında salça kıvamının değıştiğıne ilişkin bildirimler doğrulanmamıştır.

KAYNAKLAR

- Abushita, A. A., Hebshi, E. A., Daood, H. G. and Biacs, P. A. 1997. Determination of antioxidant vitamins in tomatoes. Food Chemistry, Vol. 60(2), pp. 207-212.
- Abushita, A. A., Daood, H. G. and Biacs, P. A. 2000. Change in Carotenoids and Antioxidant Vitamins in Tomato as a Function of Varietal and Technological Factors. J. Agric. Food Chem., Vol. 48, pp. 2075-2081.
- Akanbi, C. T. and Oludemi F. O. 2004. Effect of Processing and Packaging on the Lycopene Content of Tomato Products. International Journal of Food Properties, Vol. 7(1), pp. 139-152.
- Anonim. 2012. Etiketleme Yönetmeliği, Türk Gıda Kodeksi Yönetmelikleri, Ankara.
- Anonim. 2013a. Türk Gıda Kodeksi Salça ve Püre Tebliği (Taslak).
- Anonim. 2013b. Domates yetiştiriciliği. Burdur Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, Burdur.
- Anonymous. 1974. Bestimmung von hydromexymethylfurfural (HMF). IFU-analysen Nr.12.Internationale Fruschtsaft-Union, Zurich.
- Anonymous. 1981. Open shelf-life of dating. The Scientific Status Summaries of the Food Technologists' Expert Panel on Food Safety&Nutrition, Food Technology; 89-96.
- Anonymous. 1991.Determination of soluble solids (indirect method by refractometry). IFJP- Analysis Nr. 8.International Federation of Fruit Juice Produces.(I.F.J.P.)
- Anonymous. 1993. AIJN code of practice for evaluation of fruit and vegetable juices. Association of the Industry of Juices and Nectars from Fruits and Vegetables of the EU. Brussels.
- Anonymous. 1996. Determination of titratable acidity. IFJP- Analysis Nr.3. International Federation of Fruit Juice Produces. (I.F.J.P.) Paris.
- Anonymous. 2004. www.doggieconnection.com/recipe/info/tomato_paste_canned.html (Sarbay 2004'ten alınmıştır.)
- Ashoor, S. H. and Zent, J. B. 1984. Maillard browning of common aminoacids and sugars. J. Food Sci., Vol. 49, pp. 1206-1207.

- Ayan, H. 2010. Güneşte Ve Yapay Kurutucuda Kurutulmuş Domates (*Lycopersitcum Esculentum*) Üretimi Ve Proses Sırasındaki Değişimlerin Belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilimdalı, 109, Ankara.
- Barreiro, J. A., Milano, M. and Sandovali, A. J. 1997. Kinetics of Colour Change of Double Concentrated Tomato Paste During Thermal Treatment. *Journal of Food Engineering*, Vol. 33, pp. 359-371.
- Bogen, K. T. 1994. Cancer potencies of heterocyclic amines found in cooked foods. *Food Chem. Toxicol.*, Vol. 32, pp. 505-515.
- Boileau, A. C., Merchen, N. R., Wasson, K., Atkinson, C. A. and Erdman, J. W. 1999. Cis-lycopene is more bioavailable than trans-lycopene in vitro and in vivo in lymph-cannulated ferrets. *Journal of Nutrition*, Vol. 129, pp. 1176-1181.
- Bontovits, L. 1981. The effect of processing technologies on colour changes in tomato. *Acta Aliment.*, Vol. 10(3), pp. 215-228.(Barreiro 1997'den alınmıştır)
- Bramley, P. M. 2000. Is lycopene beneficial to human health ? *Phytochemistry*, Vol. 54, pp. 233-236.
- Cemeroğlu, B. 2009. Meyve sebze işleme teknolojisi-2. In: Salça Üretim Teknolojisi, Ferya Karadeniz (Eds.), Gıda Teknolojisi Derneği yayınları N0:39 s. 429, Ankara.
- Choksi, P. M. and Joshi V. Y. 2007. A Review on Lycopene-Extraction, Purification, Stability and Applications. *International Journal of Food Properties*, Vol. 10(2), pp. 289-298.
- Chiang, H. S., Wu, W.B. , Fang, J.Y. 2007. Lycopene inhibits PDGFBB- induced signalling and migration in human dermal fibroblasts through interaction with PDF-BB. *Life Sci.*, Vol. 81, pp. 1509–1517.
- Clinton, S. K., Emenhiser, C., Schwartz, S. J., Bostwick, D. G., Williams, A. W., Moore, B. J. and John W. Erdman, Jr. 1996. *Cis-trans* lycopene isomers, carotenoids, and retinol in the human prostate. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, Vol. 5, pp. 823–833.
- Çapanoğlu, E. ve Boyacıoğlu, D. 2010. Domatesin Gelişimi Sırasında Antioksidan Bileşiklerinde Meydana Gelen Değişimler. *Akademik Gıda*, No: 8 (1), s. 44-48.
- Daniel, J. R. and Whistler, R. L. 1965. Carbonhydrates. In: *Food Chemistry*. O. R. Fennema (Eds.), Second Edition, Marcel Dekker, p. 70-137, New York.

- Darbishire O. B. 1965. The estimation of tomato solids by determination of lycopene. *Analyst*, Vol. 90, pp. 439-440.
- Davies, J. N. and Hobson, G. E. 1981. The constituents of tomato fruit, the influence of environment, nutrition and genotype *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, Vol. 15, pp. 205-280. (Ercan 2002'den alınmıştır).
- Demam, J. M. 1980. Principles of food chemistry. The Avi. Publising Co. Westport, Connecticut.
- Eckerle, R. J.,Harvey, D. C. and Chen, T. 1984. Life cycle of canned tomato paste:correlation between sensory and instrumental testing methods. *Journal of Food Science*, Vol. 49, pp. 1188-1193.
- Einarsson, H. 1987a. The effect of pH and temperature on the antibacterial effect of Maillard reaction products. *Lebens. Wiss. Technol.*, Vol. 20, pp. 56-58.
- Einarsson, H. 1987b. The effect of time, temperature, pH and reactants on the formation of antibacterial compounds in the Maillard reaction. *Lebens. Wiss. Technol.*, Vol 20, pp. 51-55.
- Ekşi, A. ve Artık, N. 1985. Domates pulpu ve salçasında viskozite (konsistens) ve renk üzerine proses koşullarının etkisi. *Gıda*, No: 10(3), s. 129-132.
- Ekşi, A. ve Açıktan, F. 1985. Domates salçası işletmelerinde kalite kontrol uygulamaları. *Standart*, No: 24(285), s. 5-12.
- Ekşi, A. 1989. Gıdalarda kimyasal bileşim değişimleri ve kontrolü. Bursa I. Uluslararası Gıda Sempozyumu (4-6 Nisan 1986), 89-96, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını, Bursa.
- Ekşi, A. 1998. Gıda kalite kontrolünde duyu analizi yöntemleri. *Meşrubatçılar Derneği Dergisi*, No: 14, s. 8-11.
- Ekşi, A. 2004. Gıdaların Raf Ömrü, Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Programı Ders Notları, Ankara.
- Ellis, M. J. 1994. The methodology of shelf life determination. Blackie academic & Professional, pp. 3-72, London.
- Ercan, N. 2002. Domates meyvesinin büyüme ve olgunlaşması sırasında bileşiminde meydana gelen değişimler. *Derim*, 19(1), Antalya.
- Eskin, N. A. M., Henderson H. M. und Townsend, R. 1976. *Biochemie der Lebensmittel* Hütting Verlag. Heidelberg, 230p.(Sarıbay 2004'ten alınmıştır.)
- Eskin, N. A. M. 1990. *Biochemistry of food processing: Browning reaction in Foods*. Second Edition, Academic Press, pp. 240-295, London.

- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Web sitesi: <http://faostat.fao.org/>. Erişim Tarihi: 06.11.2013.
- Fornelli, F., Leone, A., Verdesca, I., Minervini, F., and Zacheo G. 2007. The influence of lycopene on the proliferation of human breast cell line (MCF-7). *Toxicol In Vitro*, Vol. 21, pp. 217-223.
- Fraser, P. D., Truesdale, M. R., Bird, C. R., Schuch, W. and Bramley, P. M. 1994. Carotenoid biosynthesis during tomato fruit development. *Plant Physiology*, Vol. 105, pp. 405-413.
- Fuhrman, B., Elis, A. and Aviram, M. 1997. Hypocholesterolemic effect of lycopene and β -carotene is related to suppression of cholesterol synthesis and augmentation of LDL receptor activity in macrophage. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, Vol. 233, pp. 658-662.
- Gazzani, G., Vagnarelli, P., Cuzzoni, M. T. and Mazza, P. G. 1987. Mutagenic activity of the Maillard products of ribose with different aminoacids. *J. Food Sci.*, Vol. 52(3), pp. 757-760.
- Giovanelli, G., Lavelli, V., Peri, C., Pagliarini, E., Zanoni, B. and Petrone P. 2001. The antioxidant activity of tomato. IV. Effects of storage on oxidative and heat damage. *Proc. 7th Int. Symp. on Processing Tomato*. Ed. T.K. Hartz. *Acta Hort.*, Vol. 542, pp. 221-226.
- Giovannucci, E. (1999) Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: review of the epidemiologic literature. *J. Natl. Cancer Inst.* 91:317–331.
- Gould, W.A. 1983. *Tomato production, processing and quality evaluation*. Avi. Pub. Co., Westport, CO., pp. 445. (Yılmaz 2001'den alınmıştır).
- Guil-Guerrero, J. L. and Rebollosa-Fuentes, M. M. 2009. Nutrient composition and antioxidant activity of eight tomato (*Lycopersicon esculentum*) varieties. *Journal of Food Composition and Analysis*, Vol. 22, pp. 123-129.
- Günay, A. 2005. *Sebze Yetiştiriciliği Cilt II. Meta Basımevi*, 530s. İzmir. (Ünlü 2008 den alınmıştır).
- Güreş, Y. 1990. Domates salçası üretim sürecinde aşamalar arasında oluşan fiziksel ve kimyasal değişimler. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 76, İzmir. (Sarıbay 2004'ten alınmıştır.)
- Handwerk, R. L. and Coleman, R. L. 1988. Approaches for the citrus browning problem. A review. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 36, pp. 231-236.

- Hantz H. L., Young, L. F. and Martin, K. R. 2005. Physiologically attainable concentrations of lycopene induce mitochondrial apoptosis in LNCaP human prostate cancer cells. *Experimental Biology and Medicine*, Vol. 230, pp. 171-179.
- Heimann, I. W. 1980. Carbonhydrates. In: *Fundamentals of Food*, I.Morton and R. Scott (Eds.), Ellis Horwood Limited, pp. 129-194, England.
- Heis, R. und Eicher, K. 1984. *Haltbarmachung von Lebensmitteln*. Springer Verlag, pp. 233, Berlin (Sarıbay 2004'ten alınmıştır).
- Hekimoğlu, A. 2010. Likopenin Antikarsinojenik Etki Mekanizmaları. *F.Ü.Sağ.Bil.Tıp Derg.*, No: 25(1), s. 57-62.
- Hidalgo, A. and Pompei, C. 2000. Hydroxymethylfurfural and furosine reaction kinetics in tomato products. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 48, pp. 78–82.
- Hodge, J. E. 1953. Deyhydrated foods: Chemistry of browning reactions in model system. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 1, pp. 928-943.
- Kadalkal, Ç. 2003. Domates mamullerinde Ergosterolün Düzeyi ve Proseste Değişiminin Kinetiği. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilimdalı, 122, Ankara.
- Kader, A. A., Stevens, M.A., Albright-Holton, M., Morris, L. L. 1978. Amino acid composition and flavour of fresh market tomatoes as influenced by fruit ripeness when harvested. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, Vol. 103(4), pp. 541-544.
- Kaplan, L. A., Lau, J. M. and Stein, E. A. 1990. Carotenoid composition, concentrations, and relationships in various human organs. *Clin. Physiol. Biochem.*, Vol. 8, pp. 1-10.
- Keskin, G. 2010. Türkiye’de domates salça sanayi ve iç piyasada fiyat değişimleri. *YYÜ. Tar. Bil. Derg.*, No: 20(3), s. 214-221.
- Khachik, F., Spangler, C. J. and J. Cecil Smith, Jr. 1997. Identification, quantification, and relative concentrations of carotenoids and their metabolites in human milk and serum. *Anal. Chem.*, Vol. 69, pp. 1873-1881.
- Koh, E., Charoenprasert, S. and Mitchell, A. E. 2012. Effects of industrial tomato paste processing on ascorbic acid, flavonoids and carotenoids and their stability over one-year storage. *J. Sci. Food Agric.*, Vol. 92, pp. 23–28.
- Kuş, S., Gögüs, F. and Eren, E. 2005. Hydroxymethyl Furfural Content of Concentrated Food Products. *International Journal of Food Properties*, Vol. 8, pp. 367-375.

- Labuza, T. P. 1982. Shelf life dating of foods. Food&Nutrition Press Inc., pp. 1-88, USA.
- Labuza, T. P. and Schmidl, M. K. 1986. Advances in the control of browning reactions in foods. In: Role of Chemistry in the Quality of Processed Food, O. R. Fennema, W. H. Chang and C. Y. Lee (Eds.), Food and Nutrition Press, 65, Westport, Conn.
- Labuza, T. P. and Schmidl, M. K. 1985. Accelerated shelf-life testing of foods. Food Technology, Vol .39(9), pp. 57-62.
- Labuza, T. 2003. Determination of shelf life of foods. Erişim Tarihi: Eylül 2013. http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/ShelfLife1corto_8507.pdf
- Lange, H-J. 1972. Untersuchungsmethoden in der Konservenindustrie. Verlag Paul Parey, Berlin, Germany.
- Lingnert, H. and Waller, G. R. 1983. Antioxidant formed from histidine and glucose by the Maillard reaction. J. Agric. Food Chem., Vol. 31, pp. 27-30.
- Luh, B., S., Leonard, S. and Marsh, G. L. 1958. Objective Criteria for storage changes in tomato Paste. Food Tech., Vol. 12, pp. 347-351.
- Martinez-Valverde, I., Periago, M. J., Provan, G. and Chesson, A. 2002. Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato (*Lycopersicum esculentum*). J. Sci. Food. Agric., Vol. 82, pp. 323-330.
- Mauron, J. 1981. The Maillard reaction in food: Critical review from the nutritional standpoint. Prog. Food Nuts: Sci., Vol. 5, pp. 5-35. (Barreiro 1997'den alınmıştır).
- Nahum, A., Zeller, L., Danilenko, M. 2006. Lycopene inhibition of IGF-induced cancer cell growth depends on the level of cyclin D1. Eur. J. Cancer , Vol. 45, pp. 275-282.
- Odriozola-Serrano, I., Soliva-Fortuny, R., Hernández-Jover, T. and Martín-Belloso, O. 2009. Carotenoid and phenolic profile of tomato juices processed by high intensity pulsed electric fields compared with conventional thermal treatments. Food Chemistry, Vol. 112, pp. 258-266.
- Olempska-Beer, Z. 2006. Lycopene (Synthetic) Chemical And Technical Assessment (Cta). U.S. Food and Drug Administration College Park, Maryland, USA.
- Park, Y. O., Hwang, E. S., Moon, T. W. 2005. The effect of lycopene on cell growth and oxidative DNA damage of Hep3B human hepatoma cells. Biofactors, Vol. 23, s. 129-139.

- Parker, R. S. 1989. Carotenoids in human blood and tissues. *J. Nutr.*, Vol. 119, pp. 101-104.
- Periago, M. J., Garcia-Alonso, J., Jacob, K., Olivares, A.B., Bernal, M.J., Iniesta, M.D., Martinez, C. and ROS, G. 2009. Bioactive compounds, folates and antioxidant properties of tomatoes (*Lycopersicum esculentum*) during vine ripening. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, Vol. 60(8), pp. 694-708.
- Petro-Turza, M. 1986. Flavor of tomato and tomato products. *Food Reviews International*, Vol. 2(3), pp. 309-351.
- Podsedek, A., Sosnowska, D. and Anders, B. 2003. Antioxidative capacity of tomato products. *Eur. Food Res. Technol.*, Vol. 217, pp. 296-300.
- Ragnarsson, J. O. and Labuza T. P. 1977. Accelerated shelf-life testing for oxidative rancidity in foods-A review. *Food Chemistry*, Vol. 2(4), pp. 291-308.
- Rao, A. V., Ray M. R., Rao L. G. 2006. Lycopene. *Adv. Food Nutr. Res.*, Vol. 51, pp. 99-164.
- Rao, A. V. 2004. Processed tomato products as a source of dietary lycopene: bioavailability and antioxidant properties. *Can J. Diet Pract. Res.*, Vol. 65(4), pp. 161-165.
- Sarıbay, M. U. 2004. Domates salçasının raf ömrünün belirlenmesi. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilimdalı, Ankara.
- Sarısaçlı, İ.E. 2009. Salça. www.igeme.gov.tr . (Keskin 2010'dan alınmıştır).
- Schmitz, H. H., Poor, C. L., Wellman, R. B. and John W. Erdman, Jr. 1991. Concentrations of selected carotenoids and vitamin A in human liver, kidney and lung tissue. *J. Nutr.*, Vol. 121, pp. 1613-1621.
- Shi, C. and Maguer, M. L. 2000. Lycopene in tomatoes: Chemical and physical properties affected by food processing. *Critical Reviews in Biotechnology*, Vol. 20(4), pp. 293-334.
- Shinohara, K., Kim, E. H., Omura, H. 1986. Furans as the mutagens formed by amino-carbonyl reactions. In: *Amino-carbonyl reactions in food and biological systems*, M. Fujmaki, M. Namiki, H. Kato(Eds.), Elsevier, pp. 353-361, Amsterdam.
- Sokal, R. R. and Rohlf, I. J. 1995. *Biometry*. Third edition, W. H. Freeman and company, New York.
- Stahl, W., Schwarz, W., Sundquist, A. R. and Sies, H. 1992. *Cis-trans* isomers of lycopene and b-carotene in human serum and tissues. *Arch. Biochem. Biophys.* Vol. 294, pp. 173-177.

- Stahl, H. S. 1996. Lycopene: A Biologically Important Carotenoid for Humans. Arch. Of Biochemistry and Biophysics., Vol. 336(1), pp. 1-9.
- Şahbaz, F. 1998. Su ve buz. In: Gıda Kimyası, Saldamlı İ. (Eds), Hacettepe Yayınları, s. 1-33, Ankara.
- Takeoka R. G., Dao, L., Flessa, S., Gillespre, D. M., Jewel, T. W., Huebner, B., Bertow, D. and Eberler, E. S. 2001. Processing effects on lycopone content and antioxidant activity of tomatoes. j. of Agric. Food. Chem. 49, 3713-3717.
- Tan B. 1988. Analytical and preparative chromatography of tomato paste carotenoids. Journal of Food Science, Vol. 53(3), pp. 954-959.
- Tarhan, G. ve Ekşi, A. 1988. Ambalajlı gıdalarda raf ömrü tayini için uygulanan başlıca yöntemler (seminer notu). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tonucci L. H., Holden, J. M., Beecher, G. R., Khachik, F., Davis C. S. and Mulokozi G. 1995. Carotenoid content of termally processed tomato-based food products. J. Agric. Food Chem., Vol. 43, pp. 579-586.
- TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu. Web sitesi: <http://www.tuik.gov.tr/>. Erişim Tarihi: 06/11/2013.
- USDA, United States Department of Agriculture National Nutrient Database for Standard Reference. Web sitesi: <http://ndb.nal.usda.gov/>. Erişim Tarihi: 2013.
- Uylaser, V. 1996. Salça üretim aşamalarına göre bakteri ve maya florasındaki değişim. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Ünlü, H. 2008. Organik domates yetiştiriciliğinde çiftlik gübresi, mikrobial gübre ve bitki aktivatörü kullanımının verim, kalite ve bitki besin maddeleri alımına etkileri. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilimdalı, Isparta.
- Varsanyi, I. 1986. Principle of shelf-life determination of packed food. Standart dergisi, Özel sayısı VI, s. 87-89.
- Yeşilören, G. 2011. Domates suyunun kimyasal bileşenleri ve fonksiyonel özellikleri. Yüksek Lisans Semineri, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilimdalı, Ankara.
- Yılmaz, E. 2000. The Chemistry of Fresh Tomato Flavor. Turk. J. Agric. For., Vol. 25, pp. 149-155.
- Zhang, L-X., Cooney, R. V. and Bertram, J. S. 1991 Carotenoids enhance gap junctional communication and inhibit lipid peroxidation in C3H/10T1/2 cells: relationship to their cancer chemopreventive action. Carcinogenesis, Vol.12, pp. 2109-2114.

EKLER

EK 1 Domates Salçasında 20°C Depolamada Süreye Bağlı Olarak Kalite Kriterlerinin Değişimi

EK 2 Domates Salçasında 28°C Depolamada Süreye Bağlı Olarak Kalite Kriterlerinin Değişimi

EK 3 Domates Salçasında 37°C Depolamada Süreye Bağlı Olarak Kalite Kriterlerinin Değişimi

EK 4 Domates Salçasında Üç Farklı Sıcaklıkta Kalite Değişimini Yansıtan En Uygun Modeller

EK 5 HMF Artışına Göre Raf Ömrü Eğrisi

EK 6 Serum Rengi (A_{420}) Artışına Göre Raf Ömrü Eğrisi

EK 7 Renk Puanı Azalmasına Göre Raf Ömrü Eğrisi

EK 8 a/b Oranı Azalmasına Göre Raf Ömrü Eğrisi

EK 1 Domates Salçasında 20°C Depolamada Süreye Bağlı Olarak Kalite Kriterlerinin Değişimi

Kriter → Zaman ↓	HMF mg/kg	Likopen mg/kg	A ₄₂₀	L	a	b	a/b	Renk Puanı	Tat puanı	pH	Toplam asit
0.ay (1 gün)	2,20 ± 0,100	1108,5 ± 0,70	0,120±0,002	27,2 ± 0,050	23,8 ± 0,000	11,3 ± 0,100	2,11± 0,020	4,35 ± 0,050	4,00 ± 0,000	4,43 ± 0,015	1,52 ± 0,010
1.ay (30 gün)	2,35 ± 0,050	1064,0 ± 2,60	0,121 ±0,001	27,9 ± 0,200	25,1 ± 0,500	11,9 ± 0,250	2,12 ± 0,002	4,15 ± 0,150	3,85 ± 0,050	4,43 ± 0,010	1,53 ± 0,005
2.ay (60 gün)	2,30 ± 0,100	1024,5 ± 4,95	0,120 ±0,001	27,9 ± 0,150	25,0 ± 0,500	11,8 ± 0,050	2,13 ± 0,033	4,25 ± 0,150	4,05 ± 0,350	4,43 ± 0,010	1,52 ± 0,005
3.ay (90 gün)	2,35 ± 0,050	1005,0 ± 5,70	0,120 ±0,000	27,7 ± 0,000	25,2 ± 0,500	11,7 ± 0,050	2,16 ± 0,039	4,45 ± 0,050	3,85 ± 0,150	4,44 ± 0,005	1,52 ± 0,005
4.ay (120 gün)	2,30 ± 0,000	972,05 ± 3,95	0,126 ±0,002	27,8 ± 0,050	25,1 ± 0,200	11,9 ± 0,050	2,12 ± 0,022	4,00 ± 0,000	3,90 ± 0,100	4,44 ± 0,015	1,51 ± 0,020
5.ay (150 gün)	2,40 ± 0,000	955,15 ± 8,45	0,128 ±0,002	27,8 ± 0,150	24,8 ± 0,050	11,8 ± 0,100	2,10 ± 0,012	4,40 ± 0,100	4,10 ± 0,200	4,44 ± 0,005	1,52 ± 0,015
6.ay (180 gün)	2,55 ± 0,050	950,35 ± 0,35	0,130 ±0,002	27,2 ± 0,350	23,8 ± 0,500	11,5 ± 0,100	2,07 ± 0,033	4,15 ± 0,050	4,00 ± 0,000	4,43 ± 0,010	1,51 ± 0,005

EK 2 Domates Salçasında 28°C Depolamada Süreye Bağlı Olarak Kalite Kriterlerinin Değişimi

Kriter → Zaman ↓	HMF mg/kg	Likopen mg/kg	A ₄₂₀	L	a	b	a/b	Renk Puanı	Tat puanı	pH	Toplam asit
0.ay (1 gün)	2,20 ± 0,050	1108,5 ± 0,70	0,120 ± 0,002	27,2 ± 0,050	23,8 ± 0,000	11,3 ± 0,100	2,11 ± 0,020	4,35 ± 0,050	4,00 ± 0,000	4,43 ± 0,015	1,52 ± 0,010
1.ay (30 gün)	2,50 ± 0,100	1051,3 ± 8,05	0,125 ± 0,001	27,4 ± 0,000	25,6 ± 0,550	11,9 ± 0,050	2,15 ± 0,054	4,15 ± 0,150	3,75 ± 0,050	4,42 ± 0,015	1,53 ± 0,000
2.ay (60 gün)	3,20 ± 0,000	1038,2 ± 8,45	0,126 ± 0,001	27,7 ± 0,100	24,6 ± 0,300	11,6 ± 0,000	2,12 ± 0,028	4,20 ± 0,100	3,60 ± 0,000	4,42 ± 0,015	1,53 ± 0,005
3.ay (90 gün)	3,80 ± 0,100	982,3 ± 5,30	0,136 ± 0,001	27,9 ± 0,050	24,9 ± 0,000	11,7 ± 0,150	2,13 ± 0,027	4,40 ± 0,100	3,80 ± 0,200	4,41 ± 0,020	1,54 ± 0,010
4.ay (120 gün)	4,65 ± 0,150	971,6 ± 8,30	0,141 ± 0,002	27,7 ± 0,200	24,6 ± 0,100	11,6 ± 0,100	2,12 ± 0,026	4,20 ± 0,100	3,50 ± 0,100	4,41 ± 0,020	1,56 ± 0,000
5.ay (150 gün)	5,80 ± 0,100	950,8 ± 14,3	0,147 ± 0,002	27,4 ± 0,150	23,9 ± 0,350	11,4 ± 0,100	2,08 ± 0,044	4,35 ± 0,050	3,65 ± 0,050	4,41 ± 0,020	1,60 ± 0,010
6.ay (180 gün)	7,35 ± 0,050	929,3 ± 2,35	0,154 ± 0,003	27,5 ± 0,000	23,9 ± 0,200	11,6 ± 0,050	2,07 ± 0,021	4,00 ± 0,000	3,55 ± 0,050	4,41 ± 0,015	1,61 ± 0,010

EK 3 Domates Salçasında 37°C Depolamada Süreye Bağlı Olarak Kalite Kriterlerinin Değişimi

Kriter → Zaman ↓	HMF mg/kg	Likopen mg/kg	A ₄₂₀	L	a	b	a/b	Renk Puanı	Tat puanı	pH	Toplam asit
0.ay (1 gün)	2,20 ± 0,100	1108,5 ± 0,70	0,120 ± 0,002	27,2 ± 0,050	23,8 ± 0,000	11,3 ± 0,100	2,11 ± 0,019	4,35 ± 0,050	4,00 ± 0,000	4,43 ± 0,015	1,52 ± 0,010
1.ay (30 gün)	13,85 ± 1,65	1045,6 ± 5,50	0,149 ± 0,000	27,9 ± 0,300	24,9 ± 0,250	11,8 ± 0,100	2,11 ± 0,037	4,10 ± 0,000	3,55 ± 0,050	4,41 ± 0,025	1,55 ± 0,005
2.ay (60 gün)	21,75 ± 2,75	1032,8 ± 0,55	0,169 ± 0,002	27,4 ± 0,200	24,1 ± 0,550	11,4 ± 0,050	2,11 ± 0,043	4,00 ± 0,100	3,50 ± 0,000	4,39 ± 0,015	1,55 ± 0,010
3.ay (90 gün)	39,25 ± 0,65	875,2 ± 0,90	0,201 ± 0,000	26,7 ± 0,350	23,7 ± 0,250	11,2 ± 0,100	2,11 ± 0,040	4,00 ± 0,000	3,30 ± 0,200	4,38 ± 0,025	1,61 ± 0,010
4.ay (120 gün)	52,05 ± 0,65	777,1 ± 0,80	0,234 ± 0,003	26,0 ± 0,300	22,6 ± 0,050	10,9 ± 0,000	2,07 ± 0,004	4,00 ± 0,100	3,40 ± 0,200	4,37 ± 0,015	1,64 ± 0,015
5.ay (150 gün)	76,05 ± 3,35	716,3 ± 4,90	0,261 ± 0,011	25,6 ± 0,200	20,0 ± 0,000	10,2 ± 0,050	1,97 ± 0,013	3,55 ± 0,050	2,95 ± 0,050	4,36 ± 0,025	1,64 ± 0,010
6.ay (180 gün)	89,55 ± 0,85	616,8 ± 8,25	0,300 ± 0,002	24,5 ± 0,850	17,9 ± 0,350	9,4 ± 0,150	1,89 ± 0,005	2,55 ± 0,050	2,45 ± 0,050	4,34 ± 0,010	1,66 ± 0,015

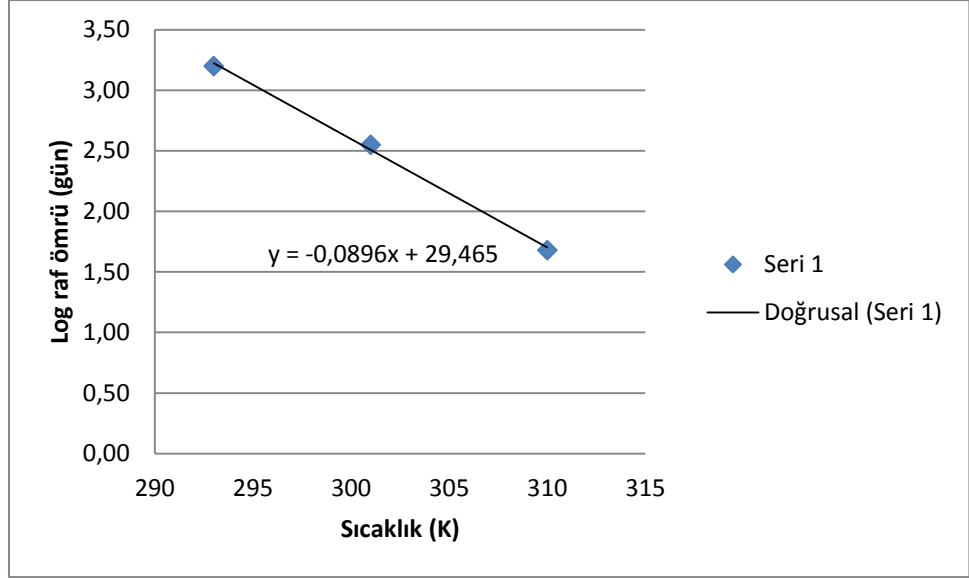
EK 4 Domates Salçasında Üç Farklı Sıcaklıkta Kalite Değişimini Yansıtan En Uygun Modeller

Kalite Değişimi	En uygun model ve denklemleri		
	20°C	28°C	37°C
HMF	İkinci Derece $y = 0,0065x^2 + 0,0018x + 2,2595$ $R^2 = 0,7262$	İkinci Derece $y = 0,1071x^2 + 0,1964x + 2,2321$ $R^2 = 0,9978$	İkinci Derece $y = 0,9565x^2 + 9,1446x + 2,231$ $R^2 = 0,9943$
A₄₂₀	İkinci Derece $y = 0,0004x^2 - 0,0005x + 0,1201$ $R^2 = 0,9084$	İkinci derece $y = 0,0003x^2 + 0,004x + 0,1198$ $R^2 = 0,9868$	İkinci Derece $y = 0,001x^2 + 0,0234x + 0,1212$ $R^2 = 0,9984$
Likopen	İkinci Derece $y = 3,3881x^2 - 46,921x + 1108,1$ $R^2 = 0,9961$	İkinci Derece $y = 2,7429x^2 - 45,214x + 1104,6$ $R^2 = 0,9807$	İkinci derece $y = -3,619x^2 - 63,621x + 1119,7$ $R^2 = 0,9778$
L	İkinci derece $y = -0,0702x^2 + 0,4107x + 27,324$ $R^2 = 0,7236$	İkinci Derece $y = -0,0512x^2 + 0,3393x + 27,19$ $R^2 = 0,7387$	İkinci Derece $y = -0,1012x^2 + 0,1036x + 27,476$ $R^2 = 0,9529$
a	İkinci Derece $y = -0,156x^2 + 0,9179x + 23,96$ $R^2 = 0,8966$	İkinci Derece $y = -0,1036x^2 + 0,5107x + 24,286$ $R^2 = 0,4796$	İkinci Derece $y = -0,3143x^2 + 0,85x + 23,964$ $R^2 = 0,9871$
b	İkinci Derece $y = -0,0464x^2 + 0,2964x + 11,414$ $R^2 = 0,6333$	İkinci Derece $y = -0,0226x^2 + 0,1321x + 11,483$ $R^2 = 0,1896$	İkinci Derece $y = -0,0976x^2 + 0,25x + 11,405$ $R^2 = 0,9772$

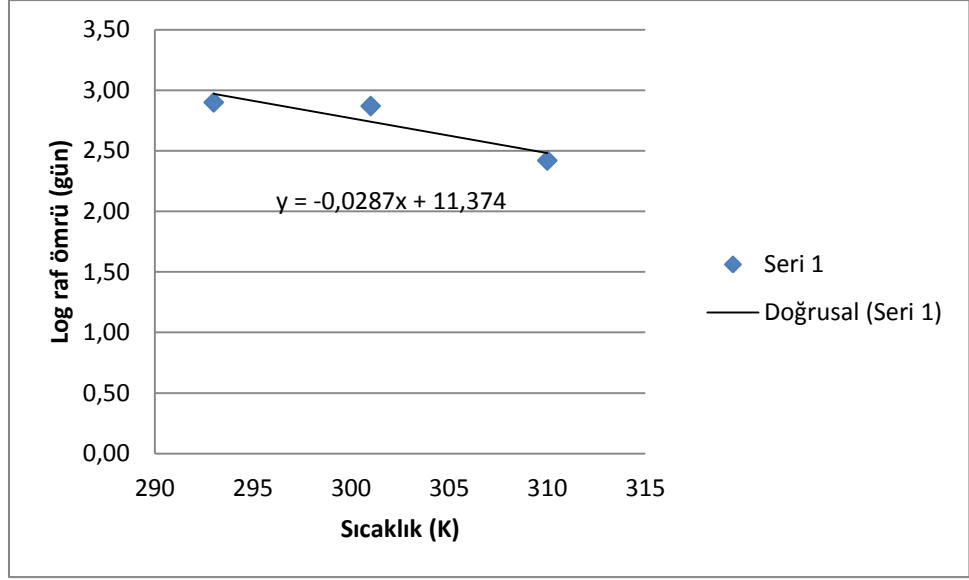
EK 4 Domates Salçasında Üç Farklı Sıcaklıkta Kalite Değişimini Yansıtan En Uygun Modeller (Devam)

Kalite Değişimi	En uygun model ve denklemi		
	20°C	28°C	37°C
a/b	İkinci Derece $y = -0,0058x^2 + 0,0289x + 2,1048$ $R^2 = 0,851$	İkinci Derece $y = -0,004x^2 + 0,015x + 2,119$ $R^2 = 0,8089$	İkinci Derece $y = -0,0117x^2 + 0,035x + 2,0995$ $R^2 = 0,9784$
Tat	İkinci Derece $y = 0,0089x^2 - 0,0411x + 3,9714$ $R^2 = 0,189$	İkinci Derece $y = 0,0149x^2 - 0,1482x + 3,944$ $R^2 = 0,6539$	İkinci derece $y = -0,0196x^2 - 0,0946x + 3,8464$ $R^2 = 0,8961$
Renk	İkinci Derece $y = -0,0006x^2 - 0,0089x + 4,2845$ $R^2 = 0,0284$	İkinci Derece $y = -0,0125x^2 + 0,0518x + 4,2429$ $R^2 = 0,238$	İkinci Derece $y = -0,0625x^2 + 0,1482x + 4,1679$ $R^2 = 0,8775$
pH	İkinci Derece $y = -0,0008x^2 + 0,0061x + 4,4269$ $R^2 = 0,5278$	İkinci Derece $y = 0,0008x^2 - 0,0082x + 4,4295$ $R^2 = 0,9359$	İkinci Derece $y = 0,0006x^2 - 0,0175x + 4,4276$ $R^2 = 0,9854$
Toplam asit	İkinci Derece $y = -0,0002x^2 - 0,0007x + 1,5238$ $R^2 = 0,4667$	İkinci derece $y = 0,0026x^2 - 2E-15x + 1,5217$ $R^2 = 0,9638$	İkinci Derece $y = -0,0013x^2 + 0,0325x + 1,5152$ $R^2 = 0,9437$

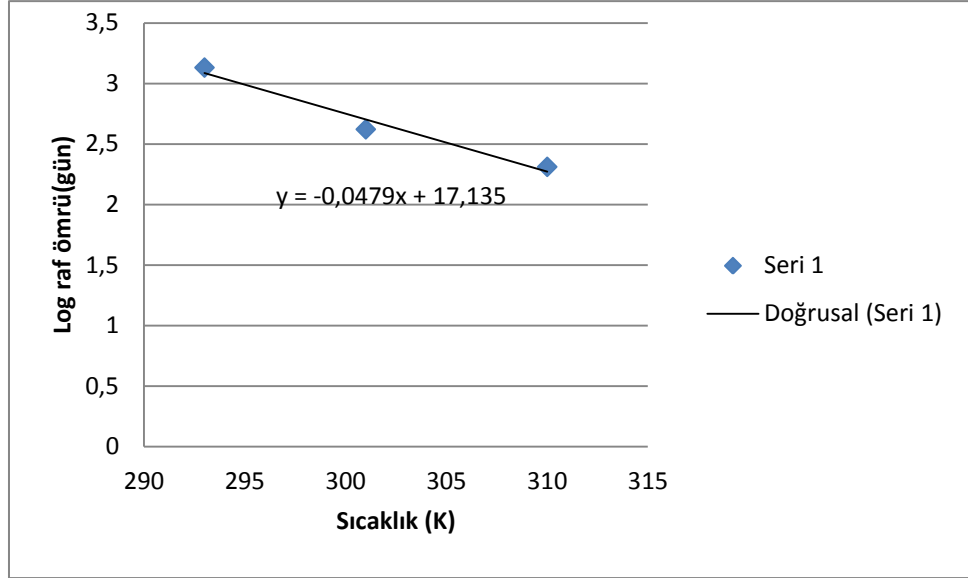
EK 5 HMF Artışına Göre Raf Ömrü Eğrisi



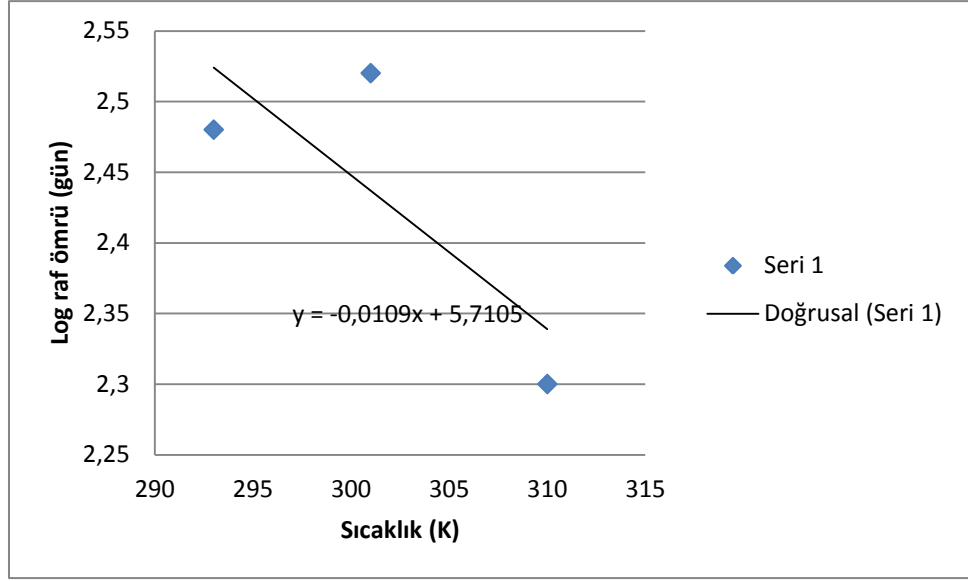
EK 6 Serum Rengi (A_{420}) Artışına Göre Raf Ömrü Eğrisi



EK 7 Renk Puanı Azalmasına Göre Raf Ömrü Eğrisi



EK 8 a/b Oranı Azalmasına Göre Raf Ömrü Eğrisi



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Cansu TUFAN
Doğum Yeri : Anamur / Mersin
Doğum Tarihi : 27/05/1988
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Anamur Anadolu Lisesi (2002-2006)
Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü
(2006-2011)
Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü (2011-...)

İş Deneyimi

Kurum	Görev	Tarih
Münih Teknik Üniversitesi	Stajyer	07-08 / 2010
Kavaklıdere Şarapları A.Ş.	Stajyer	08-09/2009
Mersin İl Kontrol Laboratuvarı Müdürlüğü	Stajyer	06-07/2009

Aldığı Burslar

Kurum	Burs	Tarih
TÜBİTAK	Yurtiçi Yüksek Lisans Bursu	2011-2013

Uluslararası Kongre Sunum

Tufan, C. ve Yeşilören, G. 2013. Sea fennel (*Crithmum maritimum* L., Apiaceae) leaves and its pickle as a traditional food. The 2nd International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, 24-26 October, Book of Abstract, 393, Struga, Macedonia.

Yeşilören, G., **Tufan, C.** ve Ekşi A. 2013. Chemical composition of apple juice from domestic variety Demir grown in Turkey. The 2nd International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, 24-26 October, Book of Abstract, 392, Struga, Macedonia.