

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

## Kimyasal ve Doğal Sürgün Gelişimi Engelleyicileri ile Depo Sıcaklığının Patates (*Solanum tuberosum* L.)’de Cips Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Arif ŞANLI\* Tahsin KARADOĞAN

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta  
\*eposta: arifsanli@sdu.edu.tr Tel: +90 (246) 211 85 96

**Özet:** Bu araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde 2011 yılında yürütülmüştür. Çalışmada, yüksek oranda Karvon içeren kimyon (*Carum carvi* L.), dereotu (*Anethum graveolens* L.) ve nane (*Mentha spicata* L.) uçucu yağları ile kimyasal sürgün gelişimi engelleyicisi CIPC ve kimyon uçucu yağından elde edilen saf S-(+)-Karvon’un farklı sıcaklıklarda depolanan (5, 10 ve 15 °C) patates yumrularında cips kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Depolama süresi boyunca toplam şeker miktarı ve cips verimi artarken, indirgen şeker miktarı depolamanın 120. gününden sonra, cips yağ çekme oranı ise depolama süresi boyunca azalmıştır. Düşük sıcaklık koşullarında yumru toplam şeker ve indirgen şeker miktarı ile cipslerin yağ çekme oranları önemli düzeyde artış göstermiştir. Kontrolle karşılaştırıldığında tüm uygulamalar toplam şeker miktarı ve cips verimini azaltırken, indirgen şeker miktarı ile cipslerin yağ çekme oranını arttırmıştır. Depo sıcaklığı ve uygulamalara bağlı olarak toplam şeker miktarı % 0.78-2.49, indirgen şeker miktarı 130-470 mg/100g taze yumru, cips verimi % 32.6 - 35.4, yağ çekme oranı % 26.5-31.9 ve cips rengi değerleri 6.6-9.4 arasında değişim göstermiştir. Yumru dormansisinin sürdürülmesi için yapılan uygulamalar cips kalitesini olumsuz yönde etkilemekle birlikte, indirgen şeker miktarı ve cips rengi gibi kalite kriterleri cips endüstrisinin kabul ettiği sınırlar içerisinde bulunmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde, patates yumrularının yüksek sıcaklıklarda (>10 °C) sürgün gelişimi engelleyicisi uygulanarak cips kalitesinde önemli değişimler meydana gelmeden uzun süre depolanabilecekleri sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Cips kalitesi, Depo sıcaklığı, Patates, Sürgün gelişimi engelleyicisi

### Effects of Chemical and Natural Sprout Inhibitors and Storage Temperature on Potato (*Solanum tuberosum* L.) Chips Quality

**Abstract:** The present study was carried out at Suleyman Demirel University Field Crops Department in 2011. Effects of caraway (*Carum carvi* L.), dill (*Anethum graveolens* L.) and spearmint (*Mentha spicata* L.) volatile oils, containing high levels of Carvone, were used along with chemical sprout inhibitor, CIPC and pure S-(+)-Carvone on chips quality of potato (*Solanum tuberosum* L. Agria cv.) stored under different storage conditions (5, 10, 15 °C) were investigated. Throughout the storage period, total soluble sugars and chips yield increased, while oil holding capacity decreased. At the same time, reducing sugar content of tubers started decreasing after 120th days of storage. Total soluble sugars, reducing sugars and oil holding capacity of chips were significantly increased at low temperature conditions. All treatments decreased total sugar content and chips yield, and increased reducing sugar content and oil holding capacity of chips compared to control. For all treatments and storage conditions, total soluble sugar content was observed between 0.78-2.49 %, reducing sugars content was 130-470 mg/100g fw, chips yield was 32.6-35.4 %, oil holding capacity was 26.5-31.9 %, and chips color scale was 6.6-9.4. While chips quality was adversely affected with sprout inhibitor treatments, chips quality parameters such as reducing sugar content and chips color were found to be at acceptable levels for chips industry. Overall, potato tubers can be stored for a long time using sprout inhibitors at relatively high temperatures (>10 °C) without important chips quality changes.

**Keywords:** Chip quality, Potato, Sprout inhibitors, Storage temperature

## Giriş

Ülkemizde patates üretiminin belirli dönemlerde yapıyor olması, yumruların hem değişik alanlarda kullanılmak üzere (taze tüketim, cips endüstrisi, nişasta üretimi, vb.) hem de tohumluk olarak muhafazası için uzun süre depolanmasını gerektirmektedir. Patates yumrularının yüksek nem içeriği ve metabolik aktiviteye sahip olmaları depolama sırasında ağırlık ve besin maddesi kayıplarına neden olmaktadır (Gottschalk ve Ezhekiel 2006). Meydana gelen bu kayıpların önemli bir kısmı solunum, transpirasyon ve sürgün gelişiminden kaynaklanmaktadır (Burton ve ark. 1992). Sürgün gelişimi ile birlikte yumrulara ağırlık kaybının yanı sıra yumru tekstürü, sertliği ve besin değeri azalmakta, büzüşme ve toksik alkaloid birikimi artmaktadır (Sorice ve ark. 2005; Delaplace ve ark. 2008). Düşük sıcaklıklarda (2-4 °C) depolama ile sürgün gelişimi uzun süre engellenmekle birlikte, cips kalitesini olumsuz yönde etkileyen indirgen şeker birikimi artış göstermektedir (Daniels-Lake ve Prange 2007; Kumar ve ark. 2007). İndirgen şekerler kızartma sırasında serbest amino asitlerle birlikte Maillard reaksiyonuna girerek cips renginin koyulaşmasına ve kansere neden olan acrylamide birikimine neden olmaktadır (Chuda ve ark. 2003). Bu durum, cips sanayisinde kullanılacak patateslerin nispeten daha yüksek sıcaklıklarda (7-8 °C) depolanmalarını gerektirmektedir.

Patates yumrularının 7-8 °C'den daha yüksek sıcaklıklarda uzun süre depolanmaları sürgün gelişimi inhibitörlerinin kullanımını zorunlu kılmaktadır (Kersholt ve ark. 1997). Patateste sürgün gelişiminin engellenmesi amacıyla kullanılan en etkili inhibitör Chlorpropham (CIPC; isopropyl N-(3-chlorophenyl) carbamate)'dır (Todoriki ve Hayashi 2004; Saraiva ve Rodrigues 2011). Ancak, birçok ülkede CIPC'nin insan ve çevre sağlığına olan olumsuz etkileri bu kimyasalın kullanımında yasal tedbirlerin alınmasına neden olmuş, izin verilen CIPC kalıntı miktarı düzeyi ABD'de 2002 yılından itibaren 30 ppm'e, Avrupa da ise 10 ppm'e düşürülmüştür (Kleinkopf ve ark. 2003).

Son yıllarda, insan ve çevre üzerine zararlı etkisi olmayan, daha güvenli, sağlıklı ve çevre dostu alternatif yöntemlerin hasat sonrası depolama devresinde patateste sürgün gelişiminin engellenmesinde kullanım olanakları üzerine ilgi artmıştır (Vokou ve ark. 1993). Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda kimyon (Cizkova ve ark.2000; Şanlı, 2012), karanfil (Song ve ark. 2004; Elsadr ve Waterer 2005), dereotu (Gomez ve ark. 2010; Şanlı 2012) ve nane (Vokou ve ark. 1993; Coleman ve ark. 2001; Frazier ve ark. 2004) uçucu yağlarının patateste sürgün gelişimini değişik süre ve oranlarda engellediği belirtilmiştir. Kimyon tohumlarından elde edilen S-(+)-Karvon, patates yumrularında sürgün oluşumunu engellemek amacıyla kullanılan en yaygın monoterpindir (Meijer ve Oosterhaven 1994; Hartmans ve ark. 1995; Oosterhaven ve ark. 1995). Ancak, oldukça yüksek konsantrasyona sahip saf bir bileşik olan S-(+)-Karvon oldukça pahalı olmakla birlikte yumrulara toksik etki gösterebilmektedir (Coleman ve ark. 2001). Depolanmış yumrulara uçucu yağların doğrudan uygulanması sürgün gelişiminin engellenmesi ve depolama sonrası kalite kayıplarının azaltılmasında alternatif bir yaklaşım sunmaktadır. Kimyasal inhibitörler ile uçucu yağlar gibi doğal bileşiklerin patates yumrularında sürgün gelişimine etkileri üzerine çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen, bu uygulamaların depolama sonrası yumruların cips kalitesine etkileri konusunda yeterince araştırma bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmada, CIPC ve S-(+)-Karvon'a alternatif olarak, yüksek oranda Karvon içeren kimyon (*Carum carvi* L.), dereotu (*Anethum graveolens* L.) ve nane (*Mentha spicata* L.) uçucu yağlarının değişik sıcaklıklarda depolanan (5, 10 ve 15 °C) patates yumrularının cips kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

### Materyal

Araştırmada depolama amacıyla SDÜ Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi deneme alanlarında 2010 yılında üretimi yapılan Agria (*Solanum tuberosum* L. var. Agria) çeşidinin yumruları kullanılmıştır. Sürgün gelişimini engelleyici materyal olarak, Karaman kimyonu (*Carum carvi* L.) ve dereotu (*Anethum graveolens* L.) tohumları ile nane (*Mentha spicata* L.) yapraklarından elde edilen uçucu yağlar ile saf S-(+)-Karvon (2-methyl-5-isopropenyl-2-cyclohexen-1-one) ve sentetik sürgün gelişimi engelleyicisi olan CIPC (Grostop EC 300 (240 g/L CIPC 40 g/L IPC)) kullanılmıştır.

**Metod**

Karaman kimyonu (*Carum carvi* L.) ve dereotu (*Anethum graveolens* L.) tohumları ile nane (*Mentha spicata* L.) yapraklarının uçucu yağları Clevenger tipi hidro-distilasyon cihazı kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen uçucu yağların ana bileşenleri GC/MS cihazında (QP-5050 GC/MS, Quadrapole detektörlü) belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Karaman kimyonu, dereotu ve nanenin uçucu yağ bileşenleri

Uçucu yağ bileşimi (%)	Karaman kimyonu	Dereotu	Nane
Karvon	55.07	73.02	79.60
Limonen	29.87	26.51	6.72
1.8-sineol	-	0.18	7.90
B-pinen	7.01	-	1.37
Karveol	6.77	-	4.40
<b>Toplam</b>	<b>98.75</b>	<b>99.71</b>	<b>99.99</b>

Kimyon, dereotu ve nane uçucu yağlarının uygulama miktarları, içerdikleri karvon oranları dikkate alınarak, S-(+)-Karvon'un uygulama dozuna eşdeğer olacak şekilde hesaplanmış, tüm uygulamaların uygulama süre ve miktarları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Çalışmada yapılan uygulamalar ve dozları

Uygulamalar	Karvon içeriği (%)	Önerilen doz (ml/1 ton)	Her uygulamada kullanılacak miktar (ml)	Uygulama sayısı ve zamanı	Her konteynıra uygulanacak toplam miktar (ml)	Toplamda kullanılacak miktar (ml)
CIPC	-	20	0.4	3 x / 2 ay	1.2	10.8
S-(+)-Karvon	95	600	0.5	24 x / 1 hafta	12.0	108
Kimyon yağı	55.1	-	0.96	24 x / 1 hafta	21.8	196
Dereotu yağı	73.0	-	0.69	24 x / 1 hafta	16.6	150
Nane yağı	79.6	-	0.63	24 x / 1 hafta	15.1	136
<b>Kontrol</b>	<b>Uygulama yapılmamıştır</b>					

Kaynak: CIPC dozu için IKC-AT/PD (1993), S-(+)-Karvon dozu için Hartmans ve ark. (1995)

Araştırmada kullanılan tüm bileşikler, depo içerisinde dağılımın daha homojen olması açısından, airwick sistemi kullanılarak aerosol formunda uygulanmıştır. Her bir plastik konteynıra (20 kg yumru içeren) 6 ay boyunca uygulanması gereken uçucu yağlar (kimyon 21.8 ml, dereotu 16.6 ml, nane 15.1 ml) son hacimleri 62.5 ml olacak şekilde % 95'lik etil alkol içerisinde çözüldükten sonra, CIPC ve S-(+)-Karvon ise saf olarak (62.5 ml) 250 ml hacmindeki tüplere basınçlı LPG gazı kullanılarak doldurulmuştur. Çalışmada kullanılan tüplerin her seferinde 32 µl uygulama yaptığı dikkate alınarak, uçucu yağların depolama süresi boyunca haftada 1 kez olmak üzere her uygulamada 2600 µl/hafta (62 ml/ 24 hafta) uygulanması gerektiği hesaplanmış, bu miktarın sağlanması için airwick makineleri 7.5 dk/1 püskürtme ayarında her hafta (sadece 1 gün) 10 saat süre ile açık tutulmuştur (Çizelge 3). CIPC uygulaması için, her uygulamada (2 ayda bir kez) 400 µl uygulama yapmak için, airwick tüpleri 30 dk/1 püskürtme ayarında 2

Çizelge 3. Uygulamaların süresi ve miktarları

Uygulamalar	Airwick çalışma ayarı	Uygulama süresi (saat/gün)	Uygulama sayısı (adet/gün)	Haftalık uygulanan miktar (µl)	Uygulama sayısı (hafta)	Toplam uygulanan miktar (ml)
Kimyon yağı	7.5 dak/1	10	80	2560	24	61.4
Nane yağı	7.5 dak/1	10	80	2560	24	61.4
Dereotu yağı	7.5 dak/1	10	80	2560	24	61.4
S-(+)-Karvon	30 dak/1	7.5	15	500	24	12.0
CIPC	30 dak/1	6.25	12	400	3	1.2

ayda 1 kez yaklaşık 6 saat süre ile açık tutulmuştur. Her bir kutuya 6 ay süresince 12 ml S-(+)-Karvon (500 µl/gün x 24 kez) uygulaması için, airwick makineleri 30 dk/1 püskürtme ayarında haftada 7.5-8 saat süre ile çalıştırılmıştır. Bu şekilde tüplere doldurulan CIPC'nin 1.2 ml'si, S-(+)-Karvon'un ise sadece 12 ml'si kullanılmıştır (Çizelge 3.).

Depo çalışması, Tesadüf Parselleri Deneme Planında Faktöriyel Düzenlemeye göre 3 faktörlü ve (Uygulama (6) x Depo Sıcaklığı (3) x Depolama Süresi (12)) 3 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Çalışma, 5, 10 ve 15 °C sıcaklıkta yaklaşık % 80 ± 5 nispi nemde 17 m<sup>3</sup> hacimli (3 m uzunluk x 2.2 m en x 2.6 m yükseklik) 3 farklı soğutmalı depoda 6 ay süre ile (Eylül-Mart) yürütülmüştür. Yumrular, 50 x 50 x 40 cm (100 L) ebatlarında plastik konteynırlar içerisinde depolanmış, bu amaçla her bir konteynır içerisinde ortalama ağırlığı 100-150 g olan 200 adet yumru (20-25 kg) konulmuştur. Yumruların havalandırması konteynırlara yerleştirilen vantilatör sistemi (Aircol 100, 200 devir/dak. 9 m<sup>3</sup>/h) ile sağlanmıştır. Konteynır içerisindeki havanın CO<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub> seviyeleri dijital infrared gaz analizatörü (Systech Instruments Gaspac 2) ile ölçülmüş ve CO<sub>2</sub> miktarının % 0.23-0.31 arasında, O<sub>2</sub> miktarının ise % 18.4-19.3 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan bileşiklerin uçucu özelliğe sahip olması nedeniyle, uygulamalar yapıldıktan sonra 38 saat süre ile vantilatörler kapalı tutulmuştur. Depo çalışması süresince 15'er gün aralıklarla alınan yumru örneklerinde toplam şeker miktarı, indirgen şeker miktarı, cips verimi, yağ çekme oranı ve cips rengi değerleri belirlenmiştir.

Çalışma sonunda elde edilen veriler SAS (1998) istatistik paket programında GLM prosedürü kullanılarak standart varyans analizi tekniğinde (ANOVA) analiz edilmiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar DUNCAN testi ile belirlenmiştir.

## Araştırma Bulguları ve Tartışma

Çizelge 4. Araştırmada incelenen karakterlere ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D	Toplam Şeker Miktarı	İndirgen Şeker Miktarı	Cips Verimi	Yağ Çekme Oranı	Cips Rengi Değeri
Depolama süresi (D)	11	**	**	**	**	**
Uygulama (U)	5	**	**	**	**	**
D x U	55	ns	**	**	ns	*
Sıcaklık (S)	2	**	**	**	**	**
D x S	22	**	**	*	ns	**
S x U	10	**	**	**	**	**
D x S x U	110	ns	**	ns	ns	**
Hata	432					
Genel	647					
CV		9.6	10.7	4.5	6.3	9.9

ns önemsiz, \* % 5, \*\* % 1 seviyesinde önemli farklılıkları göstermektedir.

### Toplam Şeker Miktarı

Düşük sıcaklık koşulları toplam şeker miktarının önemli oranda (P<0.01) artmasına neden olmuş, 15 °C'de depolanan yumrulara ortalama % 0.86 olan toplam şeker içeriği 10 ve 5 °C'de sırası ile % 1.57 ve % 2.34 olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). Toplam şeker içeriği depolama süresince depo sıcaklığına bağlı olarak önemli derecede (P<0.01) değişim göstermiş, ortalama toplam şeker içeriği 5 °C'de depolanan yumrulara 120. güne kadar önemli miktarda artarken, bu artış 15 °C'de 135. günden sonra gerçekleşmiştir. Düşük sıcaklıklarda (4-5 °C) asit invertaz enzimi aktivitesinin artması, nişastanın yıkımını hızlandırmakta ve toplam şeker miktarı artış göstermektedir (Pressey ve Shaw 1966). Depolama devresi boyunca toplam şeker içeriğinde gözlenen artış, solunum için gerekli enerjinin sağlanması amacıyla nişastanın sürekli şekerlere indirgenmesi (Nielsen ve ark. 1997; Matsuuro-Endo ve ark. 2004) ile açıklanabilir. Konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda depolama süresi ve sıcaklığına bağlı olarak patates yumrularında toplam şeker miktarının artış gösterdiği çok sayıda araştırmacı tarafından da

belirtilmiştir (Zrenner ve ark. 1996; Illeperuma ve Wickramasinghe 2000; Matsuuroa-Endo ve ark. 2004; Karim ve ark. 2008).

Çizelge 5. Depo Sıcaklığına bağlı olarak depolama süresi boyunca toplam şeker miktarı değişimi

Sıcaklık (°C)	Depolama Süresi (gün)												Ort.
	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
5	1.61	1.84	2.03	2.23	2.38	2.44	2.48	2.59	2.58	2.63	2.65	2.69	2.34 a
10	1.25	1.32	1.36	1.44	1.48	1.52	1.54	1.62	1.67	1.77	1.90	2.04	1.57 b
15	0.79	0.78	0.78	0.81	0.82	0.81	0.82	0.88	0.89	0.94	1.00	1.07	0.86 c
Ort.	1.21 <sub>i</sub>	1.31 <sub>h</sub>	1.39 <sub>g</sub>	1.49 <sub>f</sub>	1.56 <sub>e</sub>	1.59 <sub>e</sub>	1.61 <sub>e</sub>	1.70 <sub>d</sub>	1.71 <sub>d</sub>	1.78 <sub>c</sub>	1.85 <sub>b</sub>	1.93 <sub>a</sub>	

Lsd<sub>depolama süresi x sıcaklık</sub> : 0.10

Sürgün gelişiminin engellenmesi amacıyla yapılan tüm uygulamalarda toplam şeker içeriği kontrole göre daha düşük olarak belirlenmiş, nane ve dereotu yağı (% 1.59) ile CIPC (% 1.57) uygulanan yumruların ortalama toplam şeker içerikleri birbirine yakın olurken, en düşük toplam şeker içeriği kimyon yağı uygulanan (% 1.47) yumrularda belirlenmiştir.

Çizelge 6. Uygulama ve depo sıcaklığına bağlı olarak toplam şeker miktarı ortalamaları

Uygulamalar	Sıcaklık (°C)			
	5	10	15	Ort.
Kimyon	2.13	1.51	0.78	1.47 <sub>d</sub>
Nane	2.25	1.64	0.87	1.59 <sub>c</sub>
Dereotu	2.42	1.53	0.80	1.59 <sub>c</sub>
S-(+)-Karvon	2.49	1.58	0.88	1.65 <sub>b</sub>
CIPC	2.36	1.48	0.88	1.57 <sub>c</sub>
Kontrol	2.42	1.71	0.97	1.70 <sub>a</sub>

Lsd<sub>sıcaklı x uygulama</sub> : 0.071

Uygulamaların toplam şeker içeriği üzerine etkileri depo sıcaklığına bağlı olarak önemli düzeyde farklılık ( $P < 0.01$ ) göstermiş, 5 °C sıcaklıkta kimyon yağı (% 2.13), 10 °C'de CIPC (% 1.48) ile kimyon (% 1.51) ve dereotu yağı (% 1.53), 15 °C'de ise kimyon (% 0.78) ve dereotu (% 0.80) yağı uygulanan yumrular en düşük toplam şeker içeriği değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 6). Uygulamaların depolama süresine bağlı olarak toplam şeker miktarı üzerine etkileri arasındaki farklılıklar önemsiz olmuştur. Sürgün gelişimi üzerine engelleyici etkisi yüksek olan uygulamalarda (kimyon, dereotu uçucu yağı gibi) toplam şeker içeriğinin daha düşük olması, dormansinin kırılması ile toplam şeker içeriği arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermektedir. Nitekim, dormansinin kırılması ve sürgün gelişimi için ihtiyaç duyulan enerjinin başta sukroz olmak üzere glikoz ve fruktoz'un hidrolize olması ile sağlandığı (van Es ve ark. 1987) ve buna bağlı olarak toplam şeker içeriğinin dormansinin kırılmasından sonra daha fazla artış gösterdiği bazı araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir (Bailey ve ark. 1978; Razee ve ark. 2011).

### İndirgen Şeker Miktarı

Depolamanın ilk haftalarında indirgen şeker miktarında uygulamalara bağlı olarak önemli bir değişim oluşmazken, depolamanın 45. gününden depo devresi sonuna kadar sürekli dalgalanmalar meydana gelmiştir. Depolama devresi sonunda en yüksek indirgen şeker içeriği kimyon yağı (275 mg/100g yumru) ve CIPC (262 mg/100g yumru) uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 7). Depolama devresinde yumru solunumunda kullanılmak üzere nişasta sukroza, sukroz ise invertaz enzimi aracılığıyla indirgen şekerlere hidrolize olmakta ve indirgen şeker birikimi artış göstermektedir (Richardson ve ark. 1990; Zrenner ve ark. 1996). Bunun yanında, indirgen şekerlerin yumrulara dormansinin kırılmasından sonra sürgün gelişimi için kullanılması (Rezaee ve ark. 2011) indirgen şeker miktarının azalmasına neden olmaktadır. Çalışmamızda da, yumruların çoğunun dormant kaldığı ilk 4 ay içerisinde indirgen şeker miktarlarının arttığı, sürgün gelişiminin artmaya başladığı depolamanın son iki ayında ise azaldığı

saptanmıştır. Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda patates yumrularında indirgen şeker miktarının depolama süresi boyunca dalgalanma göstermekle birlikte genellikle arttığı bildirilmiştir (Richardson ve ark. 1990; Dogras ve ark. 1991; Hill ve ark. 1996; Matsuura-Endo ve ark. 2004; Razaee ve ark. 2011).

Çizelge 7. Uygulamalara bağlı olarak depolama süresi boyunca indirgen şeker miktarı değişimi

Uygulamalar	Depolama Süresi (gün)												
	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	Ort.
Kimyon	192	215	282	329	371	353	332	334	288	299	288	275	297a
Nane	194	243	277	309	341	345	298	319	251	293	239	234	279b
Dereotu	203	230	305	339	338	338	316	311	297	250	217	229	281b
S-(+)-Karvon	187	214	299	309	312	315	295	294	251	250	253	246	269c
CIPC	204	209	262	284	310	319	305	310	276	240	214	262	266c
Kontrol	196	231	293	272	296	274	289	324	229	249	197	227	256d
Ort.	201g	224f	286c	307b	328a	324a	306b	315b	265d	264d	235f	246e	

Lsd depolama süresi x uygulama : 21.42

Çizelge 8. Depo sıcaklığı ve süresine bağlı olarak indirgen şeker miktarı değişimi

Sıcaklık (°C)	Depolama Süresi (gün)												
	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	Ort.
5	279	298	403	447	489	511	536	554	449	493	393	424	440a
10	206	261	280	303	319	330	227	230	206	159	172	192	241b
15	117	132	190	171	181	145	154	162	142	139	119	120	148c

Lsd depolama süresi x sıcaklık : 19.39

Depolama sıcaklığı indirgen şeker içeriğini önemli derecede etkilemiş, ortalama indirgen şeker miktarları 5, 10 ve 15 °C sıcaklıkta sırası ile 440, 241 ve 148 mg/100g olarak belirlenmiştir. 5 °C sıcaklıkta depolanan yumrulara 15-30., 10 °C'de 150-180., 15 °C sıcaklıkta ise depolamanın ilk ve son aylarında indirgen şeker miktarı diğer dönemlere göre daha düşük olmuştur (Çizelge 8). Her üç sıcaklıkta da kimyon ve dereotu yağı uygulanan yumruların indirgen şeker içerikleri diğer uygulamalara göre daha yüksek olurken, 5 °C'de kontrol, 10 °C'de CIPC, S-(+)-Karvon ve kontrol, 15°C'de ise kontrol ve S-(+)-Karvon uygulanan yumruların indirgen şeker içerikleri daha düşük olarak saptanmıştır (Çizelge 9).

Çizelge 9. Uygulama ve depo sıcaklığına bağlı olarak indirgen şeker miktarı ortalamaları

Uygulamalar	Sıcaklık (°C)		
	5	10	15
Kimyon	470	260	170
Nane	442	242	152
Dereotu	467	254	157
S-(+)-Karvon	433	231	132
CIPC	429	221	146
Kontrol	397	235	130

Lsd sıcaklık x uygulama : 13.71

Düşük sıcaklıkta depolama sırasında, nişasta UDP-glikoz pirofosforilaz ve sukroz fosfat sentez enzimleri aracılığıyla sukroza yıkılmakta (Sowokinos 1994; Hill ve ark. 1996), sukroz ise asit invertaz enzimi aracılığıyla indirgen şekerlere parçalanmaktadır (Pressey 1969; Richardson ve ark. 1990; Zrenner ve ark. 1996). Düşük sıcaklık koşullarında ortaya çıkan bu durum, "düşük sıcaklık tatlanması" olarak bilinmektedir (Burton 1978; van Es ve Hartmans 1987; Burton 1989; Sowokinos 1990). Bununla birlikte, yüksek sıcaklıklarda solunumun ve nişastanın yeniden sentezlenme hızının yüksek olması (Hughes ve Fuller 1984) indirgen şeker miktarında azalmaya neden olmaktadır. Düşük sıcaklıklarda indirgen şeker

miktarının arttığı birçok araştırmacı (Uppal ve Verma 1990, Wismer ve ark. 1995; Yosuke ve ark. 2000; Matsuuro-endo ve ark. 2004) tarafından da rapor edilmiştir. Depolama sırasında yumruların indirgen şeker içeriklerinde bir yandan sürgünler tarafından kullanılmak üzere azalma, diğer taraftan da sukrozun parçalanması ile artışlar meydana gelebildiği van Es ve ark. (1987) tarafından da belirtilmiştir.

### Cips Verimi

Depolama devresinin ilk haftasında ortalama % 32.4 olarak belirlenen yumru cips verimi değerlerinin depolama süresi boyunca artış göstermiş ve depo devresi sonunda % 34.7'ye yükselmiştir. Uygulamalar cips verimlerini önemli derecede ( $P<0.01$ ) etkilemiş, ortalama olarak en yüksek cips verimleri % 34.8 ile kontrolden, en düşük ise kimyon ve dereotu yağı uygulamalarından elde edilmiştir (Tablo 10). Uygulamaların depolama süresine bağlı olarak yumruların cips verimleri üzerine etkileri de farklı ( $P<0.01$ ) olmuştur. yumruların ortalama cips verimleri yapılan tüm uygulamalarda da genellikle depolamanın 60. gününe kadar artarken, kimyon ve dereotu uçucu yağı ile CIPC uygulamalarında depolamanın 75., nane yağı uygulamalarında 90., S-(+)-Karvon uygulamalarında ise 135. gününden sonra önemli bir değişim göstermemiştir (Çizelge 10). Kontrol olarak depolanan yumruların cips verimleri ise depolamanın 165. gününe kadar artmıştır. Cips verimi yumru nem kaybından önemli ölçüde etkilenmekte (Lulai ve Orr 1979), nem kaybı ise sürgün gelişimi ile birlikte artış göstermektedir (Kaaber ve ark. 2001). Özellikle kontrol olarak depolanan yumruların cips verimlerinde depolama devresi sonuna kadar gözlenen artışın, aşırı sürgünlenme ile birlikte artış gösteren nem kayıplarından ileri geldiği düşünülmektedir. Bulgularımıza benzer olarak, cips veriminin özgül ağırlık ve nem içeriğindeki azalmaya bağlı olarak artış gösterdiği birçok araştırmacı tarafından da belirtilmiştir (Şenol 1970; Lulai ve Orr 1979; Karadoğan 1994; Shaheen ve ark. 1995).

Düşük sıcaklık koşulları cips veriminin azalmasına neden olmuş, 5, 10 ve 15 °C'de depolanan yumruların ortalama cips verimleri sırası ile % 33.1 33.8 ve 34.3 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 11). Sıcaklığın depolama süresine bağlı olarak cips verimine etkisi önemli ( $P<0.05$ ) olmuş, yumru cips verimleri 10 ve 15 °C sıcaklıkta depolama süresi boyunca artarken, 5 °C sıcaklıkta 120. günden sonra önemsiz olmakla birlikte bir miktar azalma meydana gelmiştir. Yüksek sıcaklıklarda depolanan yumrulara dormansinin erken kırılmasına bağlı olarak sürgün yüzeylerinden gerçekleşen nem kaybının daha fazla olması, cips veriminin oransal olarak artmasına neden olmuş olabilir.

Çizelge 10. Uygulamalara bağlı olarak depolama süresi boyunca cips verimi değişimi

Uygulamalar	Depolama Süresi (gün)												Ort.
	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
Kimyon	32.2	32.4	32.7	32.8	33.0	33.3	33.4	33.4	33.5	33.6	33.5	33.6	33.1e
Nane	32.5	32.8	32.9	33.1	33.3	33.4	33.6	33.7	34.0	34.0	34.0	34.1	33.4d
Dereotu	32.2	32.4	32.7	32.9	33.2	33.4	33.6	33.6	33.8	33.7	33.7	33.7	33.2e
S-(+)-Karvon	32.6	32.9	33.3	33.6	34.0	34.3	34.6	34.7	35.0	35.3	35.4	35.5	34.2b
CIPC	32.5	32.8	33.1	33.3	33.7	34.0	34.2	34.3	34.5	34.5	34.4	34.4	33.8c
Kontrol	32.6	32.9	33.4	33.9	34.3	34.7	35.1	35.5	35.8	35.8	36.3	36.7	34.8a
Ort.	32.4f	32.7f	33.0e	33.3de	33.6d	33.9c	34.1c	34.2bc	34.4ab	34.5ab	34.6a	34.7a	

Lsd<sub>Depolama x uygulama</sub> = 0.72

Çizelge 11. Depo sıcaklığına bağlı olarak depolama süresi boyunca cips verimi değişimi

Sıcaklık (°C)	Depolama Süresi (gün)												Ort.
	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
5	32.3	32.5	32.7	32.8	33.1	33.4	33.5	33.8	33.8	33.7	33.7	33.6	33.2c
10	32.4	32.6	33.0	33.3	33.6	33.8	34.0	34.1	34.3	34.4	34.7	34.9	33.8b
15	32.6	33.0	33.5	33.7	34.1	34.4	34.6	34.7	35.1	35.3	35.4	35.5	34.3a

Lsd<sub>sıcaklık x uygulama</sub> = 0.36

Uygulamaların depolama sıcaklığına bağlı olarak cips verimi üzerine etkileri de istatistiki açıdan önemli ( $P<0.01$ ) olmuştur. Kimyon, nane ve dereotu yağı uygulanan yumruların cips verimleri depolama sıcaklığının artmasına paralel olarak artış gösterirken, kontrol ve S-(+)-Karvon uygulamalarında  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta gözlenen artış miktarı  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye göre daha yüksek olmuştur (Çizelge 12). CIPC uygulanan yumruların cips verimleri ise  $5$  ve  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de yapılan depolama ile önemli bir değişim göstermemiştir. Yüksek sıcaklıklarda ( $>15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) sürgün gelişiminden kaynaklanan nem kaybının fazla olmasına rağmen, bu sıcaklıklarda yüksek metabolik aktiviteye bağlı olarak kuru madde kayıpları da daha fazla olmaktadır (Pinhero ve ark.2009). Bu durumun,  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta kontrol ve S-(+)-Karvon uygulanan yumruların cips verimlerinin  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye göre daha düşük oranda artmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 12. Uygulama ve depo sıcaklığına bağlı olarak cips verimi ortalamaları

Uygulamalar	Sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ )		
	5	10	15
Kimyon	32.6	33.1	33.7
Nane	32.9	33.4	34.1
Dereotu	32.6	33.1	33.9
S-(+)-Karvon	33.7	34.4	34.7
CIPC	33.7	33.6	34.2
Kontrol	33.9	34.9	35.4
Lsd uygulama x sıcaklık = 0.36			

### Yağ Çekme Oranı

Depolamanın 15. gününde % 30.6 olan cipslerin ortalama yağ çekme oranları, depolama devresi sonunda yaklaşık % 5 oranında azalarak % 28.0 olarak belirlenmiştir (Çizelge 13). Bu durumun, yumruların depolama süresi boyunca özellikle dormansinin kırılmasından sonra nem kaybetmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yağ çekme oranı ile kuru madde oranı (nem içeriği) arasında negatif bir ilişki olduğu ve kuru madde oranı yüksek olan yumruların elde edilen cipslerin yağ çekme oranlarının daha düşük olduğu birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Lulai ve ark. 1979; Hagenimana ve ark. 1996; Abong ve ark. 2010). Cipslerin ortalama yağ çekme oranları depolama sıcaklığındaki artışla birlikte önemli oranda ( $P<0.01$ ) azalma göstermiş ve  $5$ ,  $10$  ve  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta depolanan yumrularda sırası ile % 31.4, 28.8 ve 27.2 olarak belirlenmiştir (Çizelge 14). Depolama sıcaklığındaki artışla birlikte solunum hızının ve sürgün gelişiminin artmasına bağlı olarak yumruların daha fazla nem kaybetmeleri, cipslerin yağ çekme oranlarındaki azalmayı açıklar niteliktedir. Bulgularımıza benzer olarak Kaur ve ark. (2008),  $4-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan yumruların  $15-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye göre daha yüksek nem içerdiğini ve buna bağlı olarak daha yüksek yağ çekme oranına sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Çizelge 13. Depo sıcaklığına bağlı olarak depolama süresi boyunca yağ çekme oranı değişimi

Sıc. ( $^{\circ}\text{C}$ )	Depolama Süresi (gün)											
	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
5	32.7	32.4	32.2	32.0	31.8	31.5	31.1	30.9	30.8	30.7	30.5	30.4
10	30.2	30.0	29.7	29.4	29.1	28.7	28.5	28.3	28.1	27.9	27.8	27.7
15	29.0	28.8	28.3	27.9	27.5	27.3	27.0	26.7	26.5	26.2	26.0	25.9
Ort.	30.6a	30.4ab	30.1bc	29.8c	29.5d	29.2d	28.9e	28.6ef	28.5fg	28.3gh	28.1h	28.0h

Uygulamaların cipslerin yağ çekme oranları üzerine etkileri istatistiki açıdan önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuş, ortalama olarak en düşük yağ çekme oranları kontrolde (% 28.4) tespit edilirken, kimyon (% 29.8) ve dereotu (% 29.6) yağı uygulanan yumrular en yüksek yağ çekme oranına sahip olmuşlardır (Çizelge 14). Uygulamaların depolama süresine bağlı olarak cipslerin yağ çekme oranları üzerine etkisi ise birbirine benzer olmuştur. Gamble ve ark. (1987), nem kaybı ve yağ çekme oranı arasında pozitif bir ilişki olduğunu ve kızartma işleminden önce cipslerin nem içeriğinin düşürülmesi sonucu yağ çekme oranının önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda da sürgün gelişimini uzun süre engelleyerek



yumruda ağırlık ve nem kaybını azaltan uygulamalarda (başta kimyon ve dereotu yağı) cipslerin daha fazla yağ çektiği saptanmıştır. Uygulamaların değişik sıcaklıklarda depolanan yumruların yağ çekme oranları üzerine etkileri arasında da önemli ( $P<0.01$ ) farklılıklar tespit edilmiştir. Kimyon ve dereotu yağı uygulamalarında yağ çekme oranı sıcaklığın artması ile birlikte linear olarak azalırken, diğer uygulamalarda 10 °C’ de meydana gelen azalma miktarı 15 °C’ dekinden daha yüksek olmuştur. Bu durumun, yüksek sıcaklıklarda solunum hızının artmasına bağlı olarak yumru kuru madde oranının azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 14. Uygulama ve depo sıcaklığına bağlı olarak yağ çekme oranı ortalamaları

Uygulamalar	Sıcaklık (°C)			
	5	10	15	Ort.
Kimyon	31.9	29.7	27.9	29.8a
Nane	31.4	28.5	27.0	29.0b
Dereotu	31.8	29.5	27.6	29.6a
S-(+)-Karvon	31.1	28.2	26.9	28.7c
CIPC	31.5	28.8	27.4	29.2b
Kontrol	30.7	28.0	26.5	28.4d
Ort.	31.4a	28.8b	27.3c	
Lsd sıcaklık x uygulama: 0.38				

### Cips Rengi

Uygulamaların depolama süresine bağlı olarak cips rengi üzerine etkileri farklı ( $P<0.05$ ) olmuş, depolamanın 45. gününe kadar tüm uygulamalarda cips rengi değerleri birbirine yakın olurken, depolama devresi sonunda kimyon yağı ve CIPC uygulanan yumruların cips renklerinin kontrol ve S-(+)-Karvon’a göre daha koyu olduğu belirlenmiştir (Çizelge 15). Kontrol ile kimyon ve dereotu yağı uygulamalarında depolamanın 135., nane yağı ve S-(+)-Karvon uygulamalarında 165. ve CIPC uygulananlarda ise 120. gününden sonra cips renklerinde meydana gelen değişimler önemsiz olmuştur. Cips rengine etki eden faktörlerin başında gelen yumru indirgen şeker içeriğinin 200 mg/100g ‘dan fazla olması cips renginin koyulaşmasına neden olmaktadır (Ohara ve ark. 2005). Çalışmamızda da yumru indirgen şeker içeriğinin depolama süresine bağlı olarak artmasına neden olan uygulamalar aynı zamanda cipslerin de daha koyu renk almasına neden olmuşlardır. Konu ile ilgili yapılan araştırmalarda indirgen şeker miktarındaki artışla birlikte cips renginin koyulaştığı bir çok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Mazza ve ark. 1991; Sinha ve ark. 1992; Ohara ve ark. 2005).

Çizelge 15. Uygulamalara bağlı olarak depolama süresi boyunca cips rengi değişimi

Uygulamalar	Depolama Süresi (gün)												Ort.
	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
Kimyon	8.2	8.2	7.9	7.7	7.6	7.8	7.8	7.8	8.0	8.0	8.0	8.0	7.9 d
Nane	8.3	8.2	7.9	7.8	7.6	7.7	7.9	7.9	8.1	8.0	8.3	8.2	8.0 c
Dereotu	8.2	8.1	7.9	7.7	7.7	7.8	7.8	7.9	8.1	8.1	8.2	8.2	8.0 c
S-(+)-Karvon	8.3	8.3	7.9	7.8	7.8	7.8	7.8	8.1	8.2	8.1	8.3	8.3	8.1 b
CIPC	8.2	8.2	7.9	8.0	7.9	7.9	7.9	8.0	8.1	8.1	8.2	8.1	8.0 bc
Kontrol	8.3	8.2	7.9	8.0	7.9	8.2	7.9	8.0	8.3	8.3	8.4	8.3	8.1 a
Ort.	8.3 a	8.2bc	7.9d e	7.8 ef	7.8 f	7.9 de	7.9 de	7.9 d	8.1 c	8.1 c	8.2 ab	8.2 ab	
Lsd depolama x uygulama : 0.18													

Farklı sıcaklıklarda depolanan yumruların cips renkleri depolama süresine bağlı olarak önemli seviyede ( $P<0.01$ ) değişim göstermiştir. Depo devresi öncesi değeri ile (9.6) karşılaştırıldığında, depolamanın ilk haftalarında 15 °C’ de depolanan yumruların ortalama cips rengi değerleri (9.7) önemli bir değişim göstermezken, sıcaklığın azalmasına bağlı olarak önemli ölçüde azalmıştır. En yüksek cips rengi değerleri

5 ve 15 °C sıcaklıkta depolanan yumrulara depolamanın ilk 30 gününde, 10 °C' de ise 135. günden sonra belirlenmiştir (Çizelge 16). Düşük sıcaklıkta depolanan yumrulara indirgen şeker birikimi artmakta (Yosuke ve ark. 2000; Matsuuro-endo ve ark. 2004) ve kızartma sırasında indirgen şekerlerin yumru hücrelerindeki serbest aminoasitlerle reaksiyona girmesi (Maillard reaksiyonu) sonucu ciplerde kahverengiden siyaha kadar renk değişimi meydana gelmektedir (Tareke ve ark. 2002; Chuda ve ark. 2003; Ohara ve ark. 2005). Kızartma işleminden sonra cipslerde renk kaybı meydana gelmesi (renk skalasının düşük olması) cips sanayisi tarafından arzu edilmeyen bir durum olmakla birlikte, kanserojen bir madde olan acrylamide birikimine neden olmaktadır (Chuda ve ark. 2003).

Çizelge 16. Depo sıcaklığına bağlı olarak depolama süresi boyunca cips rengi değişimi

Sıcaklık ( °C )	Depolama Süresi (gün)												Ort.
	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
5	7.2	7.3	6.8	6.8	6.7	6.5	6.4	6.3	6.6	6.5	6.8	6.8	6.7 c
10	8.0	7.7	7.6	7.4	7.5	7.9	8.0	8.3	8.5	8.6	8.5	8.5	8.0 b
15	9.7	9.6	9.3	9.3	9.2	9.2	9.2	9.2	9.3	9.3	9.4	9.3	9.3 a

Lsd depolama süresi x sıcaklık : 0.13

Çizelge 17. Uygulama ve depo sıcaklığına bağlı olarak cips rengi değeri ortalamaları

Uygulamalar	Sıcaklık ( °C )		
	5	10	15
Kimyon	6.6	8.0	9.2
Nane	6.7	8.0	9.3
Dereotu	6.7	8.0	9.2
S-(+)-Karvon	6.8	8.1	9.3
CIPC	6.7	8.2	9.3
Kontrol	6.9	8.0	9.4

Lsd sıcaklı x uygulama : 0.09

Uygulamalarının depolama sıcaklığına bağlı olarak yumrularının cips rengi değerlerine etkisi önemli ( $P < 0.01$ ) olmuş, en yüksek cips rengi değerleri 5 ve 15 °C' de kontrolde, 10 °C' de ise CIPC uygulanan yumrulara belirlenmiştir (Çizelge 17). Yumruların cips rengi değerlerinde ortaya çıkan bu durum, uygulamaların sıcaklığa bağlı olarak indirgen şeker içeriğinde gösterdiği etkiye benzer olmuş, indirgen şeker birikimine neden olan uygulamalar aynı zamanda cips renginin de koyulaşmasına neden olmuştur.

## Sonuç

Patates yumrularının düşük sıcaklıkta depolanmaları halinde cips renginin kararmasına neden olan indirgen şeker birikimi meydana gelmektedir. 10 C ve üzeri sıcaklıklarda yapılan depolama ile indirgen şeker birikimi önemli ölçüde azalmakta ve cipslerde acrylamide birikimine neden olan renk değişimi önlenmektedir. Yüksek sıcaklıklarda sürgün gelişiminin engellenmesi amacıyla CIPC ve S-(+)-Karvon'a alternatif olarak kullanılan kimyon, dereotu ve nane uçucu yağlarının kontrole göre cips kalitesini kısmen düşürmesine rağmen, elde edilen değerler cips endüstrisinin belirlediği sınırlar içerisinde yer almıştır. Sonuç olarak, doğal, ucuz ve kolay elde edilebilir nitelikte olan bu uçucu yağların cipslik patateslerin yüksek sıcaklıkta depolanmasında başarılı bir şekilde kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

## Teşekkür

Bu araştırma, Arif Şanlı'nın doktora çalışmasının bir bölümünden uyarlanmıştır.

## Kaynaklar

- Abong GO, Okoth MW, Karuri EG, Kabira J.N, Mathooko FM (2010). Influence of potato cultivar and fries(chips) made from eight Kenyan potato cultivars. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*, 9 (8): 1667-1682.
- Bailey KM, Phillips DJ, Pitt D (1978). The role of buds and gibberellin in dormancy and the mobilization of reservematerials in potato tubers. *Ann. Bot.*, 42: 649-657.
- Burton WG (1978). The physics and physiology of storage. In, P. M. Harris (Ed.), *The potato crop. The scientific basis for improvement* (Chapman and Hall/A Halsted Press Book/John Wiley and Sons) pp. 545-606, London/New York.
- Burton WG (1989). *The Potato*. Harlow: Longman Scientific and Technical, 742p.
- Burton WG, van Es A, Harmants KJ (1992). The physics and physiology of storage. In P. M. Harris (Ed.), *The potato crop*. London, Chapman and Hall.
- Chuda Y, Ono H, Yada H, Ohara AT, Matsuro-Endo C, Mori M (2003). Effects of physiological changes in potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) after low temperature storage on the level of acrylamide formed in potato chips. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 67: 1188-1190.
- Cizkova H, Vacek J, Voldrich M, Sevcik R, Kratka J (2000). Caraway essential oil as potential inhibitor of potato sprouting. *Rostlinna Vyroba* 46: 501-507.
- Coleman WK, Lonergan G, Silk P (2001). Potato sprout growth suppression by menthone and neomenthol, volatile oil components of *Minthostachys*, *Satureja*, *Bystropogon*, and *Mentha* Species. *American Journal of Potato Research*, 78: 345-354.
- Daniels-Lake BJ, Prange RK (2007). The canon of potato science, 41. Sprouting. *Potato Research*, 50: 379-382.
- Delaplace P, Brostaux Y, Fauconnier ML, du Jardin P (2008). Potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber physiological age index is a valid reference frame in postharvest ageing studies. *Postharvest Biol Technol* 50:103-106.
- Dogras C, Siomos A, Psomakelis C (1991). Sugar and dry matter changes in potatoes overwintered in soil in Greece. *Potato Research*, 34 (2), 215-218.
- Elsadr H, Waterer D (2005). Efficacy of natural compounds to suppress sprouting and fusarium dry rot in potatoes. [www.usask.ca/agriculture/plantsci/vegetable](http://www.usask.ca/agriculture/plantsci/vegetable) Erişim Tarihi, 22.03.2012.
- Fraizer MJ, Olsen NL, Kleinkopf GE (2004). Organic and alternative methods of potato sprout control in storage. University of Idaho Extension, Accessed at, <http://info.ag.uidaho.edu/pdf/CIS/CIS1120.pdf>. Erişim Tarihi, 16.03.2012.
- Gottschalk K, & Ezhekiel, R (2006). Storage. In "Handbook of Potato Production, Improvement, and Postharvest Management". Pp. 489-522, Food Products Press, New York London, Oxford.
- Gamble MH, Rice P, Selman JD, (1987). Relationship between oil uptake and moisture loss during frying of potato slices. *J. Food Sci.*, 22, 233-241.
- Gomez D, Bobo G, Arroqui C, Virseda P (2010). Essential oils as sprouting inhibitor on potatoes tuber. *International Conference on Food Innovation*, pp. 1-4, Spain.
- Hagenimana V, Hall A, Low J (1996). Sweet potato processed products in Kampala. NRI and CIP. Kampala, Uganda.
- Hartmans KJ, Diepenhorst P, Bakker W, Gorris LGM (1995). The use of karvon in agriculture, sprout suppression of potatoes and antifungal activity against potato tuber and other plant diseases. In, W.J.M. Meijer (Editor), applications, properties and production of S-(+)- Karvon from caraway. *Ind. Crops Prod.*, 4 (1), 3-13.
- Hill L, Reimholz R, Schroder R, Stilt M (1996). A new starch-degrading enzyme activity is induced by storage of potato tubers at low temperature. *Plant Cell Environ.*, 14, 1223-1237.
- Hughes JC, Fuller TJ, (1984). Fluctuations in sugar in cv. Record during extended storage at 10 C. *Potato Res.*, 27, 229-236.
- Illeperuma DCK., Wickramasinghe NK (2000). Suitability of locally available potato varieties for chipping. *J. Natn. Sci. Foundation, Sri Lanka*, 28 (2), 143-151.
- Kaaber L, Brathen E, Martinsen BK, Shomer I (2001). The effect of storage conditions on chemical content of raw potatoes and texture of cooked potatoes. *Potato Research*, 44 (2), 153-163.
- Karadoğan T (1994). Bazı patates çeşitlerinin cips ve parmak (kızarmış) patates kalitesi üzerinde bir araştırma. *Atatürk Ü. Zir. Fak. Der.*, 25 (1), 30-38.
- Karim MDR, Khan MMH, Uddin MDS, Sana NK, Nikkon F, Rahman MDH (2008). Studies on the sugar accumulation and carbohydrate splitting enzyme levels in post harversted and cold stored potatoes. *J. Bio-sci.*, 16, 95-99.

- Kaur A, Singh N, Ezekiel R (2008). Quality parameters of potato chips from different potato cultivars, effect of prior storage and frying temperatures. *International Journal of Food Properties*, 11 (4), 791-803.
- Kersholt RPV, Ree CM, Moll HC (1997). Environmental life cycle analysis of potato sprout inhibitors. *Industrial Crops and Products*, 6, 187-194.
- Kleinkopf GE, Oberg NA, Olsen NL (2003). Sprout inhibition in storage, current status, new chemistries and natural compounds. *Am. J. of Potato Res.*, 80, 317-327.
- Kumar S, Khade H D, Dhokane VS, Behere AG and Sharma, A (2007). Irradiation in Combination with Higher Storage Temperature Maintains Chip- Making Quality of Potato. *Food Sci. J.* 72:402.
- Lulai EC, Orr PH (1979). Influence of potato specific gravity on yield and oil content of chips. *American Potato Journal*, 56, 379-390.
- Matsuuro-Endo C, Kobayashi A, Noda T, Takigawa S, Yamauchi H, Mori M (2004). Changes in sugar content and activity of vacuolar acid invertase during low-temperature storage of potato tubers from six Japanese cultivars. *J. Plant Res.*, 117, 131-137.
- Mazza G, Hung J, Dench MJ (1991). Processing/nutritional quality changes in potato tubers during growth and long term storage. *Can Inst Food Sci Technol. J.*, 16, 39-44.
- Meijer WJM, Oosterhaven J (1994). *Karwij, corvon en biologische kiemremming voor aardappelen*. D.L.O. Wageningen.
- Nielsen TH, Deiting U, Stilt MA (1997). Amylase in potato tubers is induced by storage at low temperature. *Plant Physiol.*, 113 (2), 503-510.
- Ohara TA, Matsuura-Endo C, Chuda Y, Ono H, Yada H, Yoshida M, Kobayashi A, Tsuda S, Takigawa S, Noda T, Yamaguchi H, Mori M (2005). Change in content of sugars and free amino acids in potato tubers under short-term storage at low temperature and the effect on acrylamide level after frying. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 69 (7), 1232-1238.
- Oosterhaven K, Hartmans K.J, Scheffer JJC (1995). Inhibition of potato sprout growth by carvone enantiomers and their bioconversion in sprouts. *Potato Research*, 38, 219-230.
- Pinhero RG, Coffin R, Yada RY (2009). Post-harvest storage of potatoes. In, Singh, J., Kaur, L., (eds.) *Advances in potato chemistry and technology*. Academic Press, pp. 339–370.
- Pressey R (1969). Role of invertase in the accumulation of sugars in cold-stored potatoes. *Am. Potato J.*, 46, 291–297.
- Pressey R, Shaw R (1966). Effect of temperature on invertase, invertase inhibitors, and sugars in potato tubers. *Plant Physiology*, 41, 1657-1661.
- Rezaee M, Almassi M, Majdabahi Farahani A, Minaei S, Khodadahi M (2011). Potato sprout inhibition and tuber quality after post harvest treatment with gamma irradiation on different dates. *J. Agr. Sci. Tech.*, 13, 829-842.
- Richardson DL, Davies HV, Ross HA, Mackay GR (1990). Invertase activity and its relation to hexose accumulation in potato tubers. *J. Exp. Bo.*, 41 (222), 95-99.
- Saraiva JA, Rodrigues IM (2011). Inhibition of potato tuber sprouting by pressure treatments. *Int J Food Sci Technol* 46 (1), 61–66.
- Shaheen GH, Ahmed A, Baber S, Khan AR, Malik IA (1995). Studies on the processing and quality evaluation of potato varieties. Research and development of potato production in Pakistan. *Proceedings of the National Seminar held at NARC, 23-25 April, 335-343, Islamabad, Pakistan.*
- Sinha NK, Cash JN, Chase RW (1992). Differences in sugars, chip color, specific gravity
- Song X, Neeser C, Bandara M, Tanino KK. (2004). Using essential oils as sprout inhibitors and their effects on potato seed tubers performance. [www.agbio.ca/Docs/Plant%20Canada%202007%20PosterXin%20Song.pdf](http://www.agbio.ca/Docs/Plant%20Canada%202007%20PosterXin%20Song.pdf). Erişim Tarihi, 14.04.2012.
- Sorce C, Lorenzi R, Parisi B, Ranalli P (2005). Physiological mechanisms involved in potato (*Solanum tuberosum*) tuber dormancy and the control of sprouting by chemical suppressants. *Acta Horticulturae*, 177-185.
- Sowokinos J (1994). Post-harvest regulation of sucrose accumulation in transgenic potatoes, role and properties of potato tuber UDP-glucose pyrophosphorylase. In, Belknap, W.R., Vayda, M.E., Park, W.D., (eds) *The molecular and cellular biology of the potato*, 2nd edn. C.A.B. International, pp. 81-106, Wallingford, UK.
- Şanlı A (2012). *Depo Koşullarında Patates (Solanum tuberosum L.) Yumrularının Sürmesi Üzerine Karvon İçeren uçucu Yağların Etkisi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 198s.

- Şenol S (1970). Erzurum Şartlarında Bitki Sıklığı ve Tohum Ağırlığının Patatete Verim ve Diğer Bazı Özelliklerine Etkisi. Ayyıldız Matbaası, Ankara.
- Tareke E, Rydberg P, Karlsson P, Erikson S, Tornqvist M (2002). Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 4998-5006.
- Todoriki S, Hayashi T (2004). Sprout inhibition of potatoes with soft-electron (lowenergy electron beams). *J Sci Food Agric* 84 (15), 2010–2014.
- Uppal DS, Verma SC (1990). Changes in the sugar content and invertase activity in tubers of some Indian potato varieties stored at low temperature. Division of Crop Physiology and Biochemistry, Central Potato Research Institute, Shimla 17001, Himachal Pradesh, India. *Potato-Res.*, 33(1), 119-123.
- Van Es A, Hartmans K.J (1987). Dormancy, sprouting and sprout inhibition. In, A., Rastovski, A. van Es (Eds.), *Storage of potatoes*. pp.114–132, Wageningen, Netherlands.
- Vokou D, Vareltzidou S, Katinakis P (1993). Effects of aromatic plants on potato storage, Sprout suppression and antimicrobial activity. *Agric., Ecosyst. Environ.*, 47, 223-235.
- Wismer WV, Marangoni AG, Yada RY (1995). Low temperature sweetening in roots and tubers. *Hort. Rev.*, 17, 203-231.
- Yosuke M, Yaptenco KF, Tomohiro N, Toshiro S, Hiroaki S, Shinji M. and Katsumi T (2000). Property changes in potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) during cold storage at 0 and 10°C. *Food Preservation Science*, 26 (3), 153-160.
- Zrenner R, Schuler K, Sonnewald U (1996). Soluble acid invertase determines the hexose-to-sucrose ratio in cold-stored potato tubers. *Planta*, 198, 246-252.