

MEYVE SEBZE İŞLEMEDE MİKRODALGA HAŞLAMA UYGULAMALARI

Duygu Başkaya Sezer; Aslıhan Demirdöven*

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü, Tokat

Geliş tarihi / Received: 30.06.2014
Kabul tarihi / Accepted: 27.08.2014

Özet

Meyve ve sebze işleme sanayinde kullanılan geleneksel haşlama yöntemleri, uzun işlem süreleri, yüksek işlem maliyetlerinin yanında ürünlerin besinsel, duysal ve tekstürel özelliklerinde bazı istenmeyen etkiler meydana getirmektedir. Son yıllarda teknolojik gelişmeler ile beraber tüketicinin hızlı hazırlanan gıda tercihinin artması ile gıda sanayi, ürün kalitesini koruyarak, pratik ve düşük maliyetli işleme tekniklerine yönelmiştir. Meyve ve sebze işlemede de bu tekniklerin kullanılması ile üretim maliyetleri düşürülerek verim artışı sağlanmaktadır. Bunlardan biri olan mikrodalga, geleneksel yöntemle alternatif olarak kullanılmaktadır. Bu derlemede mikrodalga haşlama uygulamasının enzim inaktivasyonu, toplam pektin, toplam karotenoid, renk, doku ve ağırlık değişimi gibi bazı kalite özelliklerine etkilerinin geleneksel haşlama uygulaması ile kıyaslanması amaçlanmıştır. Sonuç olarak, mikrodalga haşlama uygulamasının minimal işlem özellikleri, enerji ve zaman tasarrufu, işlem hızı, etkin enzim inaktivasyonu açısından avantajlarının yanı sıra, hızlı ısı değişimi nedeni ile ürünlerde nem kaybına bağlı ağırlık azalması ve renk farklılıkları meydana getirdiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Haşlama, mikrodalga, enzim, doku, renk.

MICROWAVE BLANCHING APPLICATIONS in FRUIT and VEGETABLE PROCESSING

Abstract

Conventional blanching methods used in fruit and vegetable processing industry generates some deleterious effects on nutritional, organoleptic and textural properties of foods, besides having long process time and high operating costs. In recent years, with technological developments and choice of consumers trends toward instant-prepared foods, food industry is apt to practical and low-cost processing techniques along with preserving quality of material. Similarly, in vegetable and fruit processing, production costs are being tried to cut in the expectation of increase in efficiency that is ensured by using these techniques. Microwave being one of them is used as an alternative to conventional method. In this review it is aimed that comparing the effects of microwave blanching application on certain quality characteristics such as enzyme inactivation, total pectin, total carotenoid content, color, texture, change in weight, with those of conventional blanching treatment. Consequently, it has been determined that microwave blanching application provides advantages from the point of view of giving minimal process characteristics, saving of energy and time, high process rate, efficient enzyme inactivation, however, weight loss and color differences relating with loss in moisture content arising due to flash heating mechanism.

Keywords: Blanching, microwave, enzyme, texture, color.

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ aslihan.demirdoven@gop.edu.tr,

☎ (+90) 356 252 1616 (2895),

☎ (+90) 356 252 1729

GİRİŞ

Mikrodalga hacimsel ısıtma sağlayan dielektrik ısıtma tekniklerindendir. Hacimsel ısıtma nedeni ile ısıtının materyalin içinde oluşması, mikrodalga ürün penetrasyonunun fazla olmasından ve su molekülleri tarafından absorbe edilmesinden dolayı, ürünler geleneksel yöntemden daha kısa sürede istenilen sıcaklık düzeylerine getirilebilmektedir (1). Bu nedenle mikrodalga tekniği, geleneksel yöntemlerden 3 kat daha hızlı ısıtma sağlamakta, enerji gereksinimi düşük; fakat enerji verimi yüksek olmaktadır (2). Ayrıca ekipmanlarının kolay temizlenebilmesi, az yer kaplaması, ambalajlı gıdalara da uygulanabilir olması ve besin öğeleri içeriğini korumasından (1, 3) dolayı geleneksel yöntemlere alternatif olarak kullanılmaktadır.

Mikrodalga, gıda endüstrisinde; ısıtma, pişirme, pastörizasyon, sterilizasyon, çözündürme, haşlama, kurutma, dezenfekte etme, kavurma ve ekstraksiyon gibi işlemlerde kullanılabilmektedir (4-7).

Bu işlemler sırasında mikrodalga penetrasyon derinlikleri ürüne göre değişiklik göstermektedir. Örneğin, 2450 MHz frekans ile havuçta 23.15 mm, bezelyede 17.17 mm, enginar da ise 21.19 mm penetrasyon saptanmıştır (8). Bu yüzden materyallerin ısınmaları arasında farklılıklar meydana gelmekte; ıspanak; 99 °C sıcaklığa 20 saniyede ulaşırken, 3 mm kalınlığındaki havuç örnekleri 92 °C'ye 58 saniyede, biber ise 101 °C'ye 59 saniyede ulaşmaktadır (1). Materyalin elektriksel iletkenlik ve dielektrik özelliklerindeki değişikliklere bağlı olarak da mikrodalga haşlanan örneklerde daha kısa sürede sıcaklık düşüşünün meydana geldiği ifade edilmiştir (9).

Mikrodalga uygulamalarında örnek miktarı azaldıkça absorbe edilen güç miktarı artmaktadır. Uygulanan güç miktarındaki artış ise ürün tarafından absorbe edilen gücü arttırmakta, işlem süresini kısaltmaktadır. Örneğin ıspanakta absorbe edilen güç, 360 W için 220.5 W; 600 W için 233.7 W; 900 W için ise 856.8 W'dır (1).

Buna göre bu derlemede, mikrodalga haşlama uygulamasının enzim inaktivasyonu, toplam pektin, toplam karotenoid, renk, doku ve ağırlık değişimi gibi bazı kalite özelliklerine etkilerinin geleneksel haşlama uygulaması ile kıyaslanması amaçlanmaktadır.

Enzim İnaktivasyonu

Mikrodalga gıda işlemede enzim inaktivasyonu

amacıyla geleneksel ısı işlemlerin yerine kullanılmaktadır (7, 10). Mikrodalga güç seviyesi arttıkça enzim (peroksidaz, pektin methilesteraz, polifenol oksidaz) inaktivasyonu hızlanmakta böylece, işlem süresi azalmaktadır (11-14). Peroksidaz inaktivasyonu sağlamada mikrodalga işlem süresinin geleneksel yöntemle göre en az %30 daha kısa sürdüğü ifade edilmiştir (15). Hatta geleneksel olarak buhar ve suda haşlamada peroksidaz inaktivasyon süresi açısından önemli bir farka rastlanmazken mikrodalga haşlamada bu süre ürün çeşidine göre değişiklik göstermiş, bezelyede %50, havuçta %44.4 ve enginar da %60 daha kısa sürede haşlama işlemi gerçekleşmiştir (8). Bu durum; mikrodalga ürün ısı etkisinin yanı sıra ısı olmayan etkileri ile de açıklanabilmektedir. Bu mekanizmalardan biri olan enzim proteinlerinin mikrodalga alanı ile interaksyonu sonucu, enzimin inaktive olduğu düşünülebilir. Proteinlerin polar veya yüklü bileşenleri içermesinden ve enzimlerin mikrodalga ürün ısı olmayan mekanizmasından daha çok etkilenmesinden dolayı inaktivasyonun hızlandığı hatta aktivite kaybının geleneksel yöntemle göre daha etkili ve kısa sürede gerçekleştiği bilinmektedir (16-19).

Buna göre mikrodalga uygulaması geleneksel yöntemle göre peroksidaz üzerine daha etkilidir (12, 20). Fakat diğer taraftan materyalin yüzey alanının hacmine oranı düşük ise peroksidaz inaktivasyonu için mikrodalga ürün geleneksel yöntemle tercih edilebileceği ifade edilmektedir (1).

Peroksidaz enziminin de ısıya duyarlı ve dirençli formları bulunmaktadır. 700 W için %70-100 mikrodalga güçlerinde peroksidaz inaktivasyonunun büyük bölümü 1. dakikada gerçekleşirken, materyalin özelliğine ve peroksidaz enziminin ısıya dirençli formuna bağlı olarak süre artmaktadır. Brokoli, yeşil fasulye, kuşkonmaz, brüksel lahanası ve havuç ile yapılan çalışmalarda 2 dakikada aktivitenin oldukça azaldığı saptanmıştır. Düşük mikrodalga güçlerinde (<%60) ise inaktivasyon için daha uzun işlem sürelerine ihtiyaç duyulmaktadır (21-24). Fakat her ne kadar peroksidaz enziminin benzer özelliklerinden bahsedilse de farklı materyallerde enzimin davranışları ve materyal içindeki yerleşiminden kaynaklanan farklılıkların olduğu göz ardı edilmemelidir (25).

Bir diğer açıdan, depolama aşamasında enzim rejenerasyonu ürünün kalitesini olumsuz yönde

etkilemektedir. Minimum rejenerasyon için işlemin etkin, sürenin uzun olması gerekmektedir. Her materyal, enzim karakteristiğine bağlı olarak farklılık gösterse de havuçla yapılan bir çalışmada 700 W'de 50 gram örnek için işlem süresi en az 60 saniye olarak saptanmıştır (21). Enzimlerin özellikle ısıya dirençli formları olmak üzere, düşük mikrodalga güçlerinde daha uzun işlem sürelerinde daha etkili ve yüksek oranda inaktivasyonunun gerçekleştiği belirlenmiştir. Ayrıca mikrodalga haşlama sırasında mikrodalga güç seviyesinin ve işlem süresinin inaktivasyona etki ettiği fakat kullanılan haşlama suyu miktarının inaktivasyon üzerine anlamlı bir etkisi olmadığı gözlenmiştir (26).

Toplam Pektin ve Doku

Bitkisel dokularda sertlik ve sıklık özelliklerine etki eden en önemli faktörlerden biri pektik maddelerdir. Isıl işlemler, pektik materyallere direkt ya da dolaylı etki ederek ürünün sağlamlık ve dayanıklılığını düşürür ve dokuda yumuşama meydana getirir (27). Geleneksel yöntemle haşlanan örneklerde, doku değerlerinin ürünün pektin içeriği ile daha yakından ilişkili olduğu belirlenmiştir. Pektin miktarı azaldıkça ürünün doku değerleri de azalmaktadır (28, 29). Bu durumu düşük sıcaklıkta uzun süre gerçekleştirilen ısı işlemler sonucu hücre zarının seçici geçirgenliğinin zarar görmesi tetiklemektedir. Böylece katyonların hücre içinden hücre duvarına doğru nüfuz etmesi ile pektin metilesteraz enzimi aktive olarak pektik maddelerdeki metil esterlerin hidrolizi ile pektinlerin kısmi de-esterifikasyonunu gerçekleştirmektedir (30, 31). Bu durum doku yumuşamasına ve dayanıklılığın azalmasına neden olmaktadır. Yüksek sıcaklıkta ise doku yumuşaması ilk fazda sıcaklığın iç doku katmanlarına transferi ile gerçekleşmekte, sıcaklığın yaklaşık 50 °C sıcaklığa erişmesi ile hücre membranları zarar görmeye başlamakta, hücresel turgor oldukça hızlı şekilde bozulmaktadır. Fakat hücre duvarı pektin molekülleri henüz bu durumdan etkilenmemektedir (28). Isıl işlemin devam etmesi durumda ise hücre duvarı ve orta lamel arasındaki pektinin yapısı bozularak, çözünür hale geçmekte (32) böylece, hücreler arasındaki boşluklar artmakta ve yapı yumuşamaktadır (28, 29).

Toplam pektin miktarı pektin metilesteraz inaktivasyonu ile doğrudan ilişkilidir. Enzim inaktivasyonunun yüksek oranda ve hızlı şekilde gerçekleşmesinden dolayı, pektin içeriğinin

yüksek mikrodalga gücünde geleneksel yöntemle göre daha iyi korunduğu saptanmıştır (13, 26). Diğer taraftan, mikrodalga haşlanan örneklerde mikrodalga güç seviyeleri arttıkça pektin değerleri artarken doku değerlerinin azalmış olduğu gözlenmektedir (33). Bunun mikrodalğanın ısı olmayan etki mekanizmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü hemiselüloz ve selüloz yapılarında pektinden farklı olarak ısı etkisi ile meydana gelen değişimler oldukça düşüktür. Burada mikrodalğanın iyonik elektrostatik ve hidrojen bağları üzerine yıkıcı etkisinden kaynaklı oluşabilecek doku yumuşamaları söz konusu olabilmektedir (34). Diğer bir açıdan, yüksek mikrodalga güçlerinde hemiselüloz-selüloz yapısının değişimi ile hemiselüloz miktarının azalarak doku yumuşamasının meydana geldiği ifade edilmiştir (35).

Mikrodalga haşlama işleminde sıcaklığın 110 °C'yi geçmesi ile meydana gelen sıcak noktalar, ürün kalitesini olumsuz etkilemekte (kuruma, kararma, besin maddeleri kaybı gibi) ve doku direncini düşürmektedir. Hatta yüksek mikrodalga güç uygulaması üründe yanıklar oluşturabilmektedir (23, 36). Bu açıdan ısıнын eşit dağılımı mikrodalga işlemlerinde oldukça önemlidir (21).

Mikrodalga ısıtma sırasında moleküller arası sürtünmeden kaynaklı hücre içi basıncı oluşabilmekte ve bu basınç, hücre içeriği ve yerleşimine de zarar vermektedir. Örneğin, mikrodalga uygulaması ile bitkisel dokularda meydana gelen kılcal gözenek yapısı ve su tutma kapasitesinde bazı değişimler meydana gelebilmektedir (37). Fakat düşük mikrodalga gücü (350 W) ile işlenmiş üründe; daha iyi mekaniksel performansın sağlandığı ve hidrofilik özellikler ile makromolekül hareketliliği artarak hücre duvarı polimerlerini değiştirmektedir. Doku yerleşimi ve hücreler arası adhezyon açısından da düşük mikrodalga güçlerinin, geleneksel yöntem ve yüksek mikrodalga güçlerine üstünlüğü söz konusudur. Çünkü bu güç seviyesinde komşu hücreler birbiri ile temasta iken, yüksek güç ve geleneksel yöntem uygulanan örneklerde hücre duvarı ve orta lamelde β -eliminasyonuna bağlı pektinin çözünür hale geçmesi ile meydana gelen ayrılmalar daha belirgin düzeyde olmakta, ayrıca materyalin hidrasyon özelliği daha çok zarar görmektedir (35). Özellikle yüksek mikrodalga güçlerinde üründe istenmeyen özelliklerin oluşumu

söz konusu olabildiğinden (21) işlem koşullarının (uygulama süresi, mikrodalga güç düzeyi gibi) optimizasyonu önem taşımaktadır (38).

Renk

Bir ürüne dokunmadan ürünün muhtemel tadını ve kalitesini değerlendirmek için en önemli kriterlerden biri renktir. Özellikle minimal işlem görmüş sebzelerde renk oldukça önemlidir. Renk değerleri, uygulanan işlem türü, işlem süresi, materyalin cinsi ve mikrodalga güç seviyesi gibi kriterlere göre değişiklik göstermektedir.

Düşük mikrodalga güçlerinde renk değerlerinin daha parlak (yüksek L^*), toplam renk farkı (ΔE) ve kroma-renk yoğunluğu değerlerinin (ΔC) de daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (22, 26). L^* (parlaklık) değerlerinin yanı sıra a^* (kırmızı-yeşil), b^* (sarı-mavi) değerlerinin geleneksel haşlanan örneklerde daha yüksek olduğu, depolamadan sonra mikrodalga uygulanan örneklerin parlaklık (L^*) değerlerinin daha iyi renk sonuçları verdiği görülmektedir (39, 40). Materyalin çeşidine göre renk değerlerindeki değişimler farklılık göstermektedir. Bezelye ile yapılan çalışmada da mikrodalga haşlanan örneklerin b^* değerlerinin daha yüksek olduğu ve depolama sonrasında da geleneksel haşlanan örneklerin değerlerinden daha yüksek seyrettiği belirlenmiştir (40).

Yüksek mikrodalga gücü, kısa işlem süresi koşullarında yeşil renkli bir örnek için renk değerlerinin daha mat (düşük L^*) fakat daha yeşil (düşük a^*) olduğu saptanmıştır (41). Diğer taraftan; uzun mikrodalga işlemlerde de klorofilin ısı bozulmasından kaynaklı feofitine dönüşerek renk kaybı meydana gelmesi ile beyazımsı yeşil renk oluşmaktadır (42).

Mikrodalga uygulamasının ilk anda ürünün L^* değerini daha çok düşürdüğü işlemin devamı ile değerlerin artış gösterdiği belirlenmiştir (24). Diğer yandan mikrodalga haşlama işleminin ambalaj materyali içinde ağzı kapalı şekilde yapılması ile ürünün renk açısından kontrole en yakın değerde kaldığı, suda ve buharda geleneksel haşlanan örneklerden depolama öncesi ve sonrasında daha iyi değerler verdiği bilinmektedir (39, 40). Buna göre mikrodalga haşlanan örneklerin geleneksel haşlanan örneklerle göre daha kısa sürede benzer görüntüye ulaştığı ifade edilebilmektedir (3).

Ağırlık Değişimi

Mikrodalga, su molekülleri tarafından absorbe

edilerek materyal içerisinde hacimsel ısıtma meydana getirdiği için içten kurutma özelliği göstererek ürünlerde ağırlık azalması meydana getirmektedir (43). Bu ağırlık değişimi materyale, işlem çeşitlerine, mikrodalga güç seviyelerine, işlem sürelerine, haşlama suyu miktarına ve ortamın fiziksel koşullarına bağlı olarak farklılaşmaktadır.

Geleneksel yöntemde suda çözünen maddelerin kaybedilmesinden kaynaklanan ağırlık azalması ya da yapıdaki kolloidlerin su tutma özelliğinden ve suyun hücrelere bağlanmasından dolayı ağırlık artışı ile karşılaşlabilmektedir (1, 11). Mikrodalga haşlamada ise, güç seviyesinin ve işlem süresinin artışına bağlı olarak örnek ağırlığı azalmaktadır. Patricia ve ark (2011)'nin yaptıkları çalışmada mikrodalga haşlanan brokoliler %50 ve %60 mikrodalga güç düzeylerinde ağırlık kaybı $<5\%$ iken, %80 için %5-10 arasında, %100 güç düzeyinde ise $>20\%$ şeklindedir (23). Benzer şekilde Begum ve Brewer (2001; 2003) çalışmalarında da brokoli, yeşil fasulye, kuşkonmaz ve domateste mikrodalga haşlanan örneklerde özellikle mikrodalga gücünün artışı ile daha fazla ağırlık kaybı belirlemişlerdir (22, 39). Ramesh ve ark. (2002)'nin çalışmalarında da mikrodalga işlem sürelerinin artışı ile ıspanak, biber ve havuç örneklerinde ağırlık kayıplarının arttığı saptanmıştır (1).

Toplam Karotenoid

Isıl işlem ile sebzelerde belirlenebilen toplam karotenoid içeriği stabil hale gelmekte ve ürün çeşidine bağlı olarak yaklaşık %2–25 artış göstermektedir (44). Mikrodalga haşlanan ürünlerde toplam karotenoid içeriğinin geleneksel haşlanan örneklerden daha yüksek olduğu bilinmektedir (1, 45). Bunun nedeninin hücre içerisinde kromoplastlarda bulunan karotenoidlerin, mikrodalga ile ısı olmayan etki mekanizması ile geleneksel yöntemle göre daha çok zarar gören hücre zarından salınan kromoplastlardaki karotenoidlerin daha yüksek miktarda belirlenebilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, Pellegrini ve ark. (46) ile El-Din ve ark.'nın (47) çalışmalarında da mikrodalga uygulanan brokoli, beyaz lahanası, karnabahar, brüksel lahanası gibi ürünlerde de pişirme yöntemlerine göre ürünlerin karotenoid içerikleri belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır (45). Diğer taraftan mikrodalga ile başka elektriksel yöntemler ile kombine edilmesi ile toplam karotenoid içeriğinin yükseldiği belirlenmiştir (13).

Bunların dışında son yapılan çalışmalar mikrodalga haşlamanın, havuç (48), gotu kola (*Centella asiatica* (L.) (49), çemen otu, ıspanak (50), bamya (51), elma (52), biber (53), üzüm (54), avokado (55), lahanaya (56) mineral madde tutulumu, fitokimyasal ve fenolik madde içeriği, antioksidan etkileri, daha iyi renk değerleri, minimum kayıp, raf ömrü, ön işlem olarak ürün kalitesine etkisi gibi özellikleri üzerine etkileri de incelenmiş ve olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir.

SONUÇ

Genel olarak, kısa işlem süresi ve yüksek enzim inaktivasyon oranı açısından mikrodalga tekniğinin geleneksel yöntemle göre daha üstün olduğu görülmektedir. Özellikle düşük mikrodalga güçlerinde yüksek mikrodalga güçlerine ve geleneksel yöntemle göre enzimlerin ısıya dirençli formlarının büyük bir kısmı inaktive edilebilmektedir. Ayrıca, hızlı enzim inaktivasyonu ile pektinin korunumu sağlanmaktadır. Örneklerin doku değerlerinde ise ısı mekanizmasının yanı sıra ısı olmayan etki mekanizmaları da göz önüne alınmalıdır. Diğer taraftan, mikrodalga ile kurutma özelliği ile ürünlerin nem içeriği azalmakta kuru madde oranı artmaktadır. Bu durum ambalaj içerisinde haşlama ile nispeten giderilebilmektedir. Yüksek mikrodalga gücü ile örnekler düşük L* ve a* değerlerine sahip olmakta, fakat depolama sonrasında geleneksel haşlanan örneklerin L* değerleri ile belirgin farklılıklar oluşmamaktadır. Ayrıca uzun işlem sürelerine dikkat edilmesi, pigmentlerin ısı bozulmalarını önlemek açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Ramesh MN, Wolf W, Tevini D, Bognár A. 2002. Microwave blanching of vegetables. *J Food Sci* 67 (1): 390-398.
2. Knutson KM, Marth EH, Wagner MK. 1987. Microwave Heating of Food. *Lebensm- Wiss Technol* 20: 101-110.
3. Bedouia ID, Abdellaoui H, Alexa R, Jacolot P, Druon C, Tessier FJ, Laguerre JC. 2011. Optimization of microwave cooking of courgette in terms of nutrient preservation ve energy consumption. 11th International Congress on Engineering and Food (ICEF11). *Procedia Food Sci* 1: 805-813.
4. Demirdöven A, Baysal T. 2008. Meyve ve sebze işleme sanayinde yeni uygulamalar, Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs, Erzurum Türkiye, 207-210.
5. Uysal N, Sumnu G, Sahin S. 2009. Optimization of microwave–infrared roasting of hazelnut. *J Food Eng* 90: 255-261.
6. Routray W, Orsat V. 2012. Microwave-assisted extraction of flavonoids: a review. *Food Bioprocess Technol* 5: 409-424.
7. Chandrasekaran S, Ramanathan S, Basak T. 2013. Microwave food processing-A review. *Food Res Int* 52: 243-261.
8. Baysal T. 1994. Bazı sebzelerin kalitesine mikrodalga ve diğer haşlama yöntemlerinin etkileri üzerine araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Doktora Tezi İzmir, Türkiye, 164 s.
9. Wanga Y, Zhang M, Mujumdar AS, Mothibe KJ, Azam SMR. 2012. Effect of blanching on microwave freeze drying of stem lettuce cubes in a circular conduit drying chamber. *J Food Eng* 113: 177-185.
10. Demirdöven A. 2009. Portakal suyu üretiminde bazı elektriksel yöntemlerin verim ve kalite üzerine etkileri. Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora tezi İzmir, Türkiye, 233 s.
11. Muftugil N. 1986. Effect of different types of blanching on the color and the ascorbic acid and chlorophyll contents of green beans. *J Food Process Preservation* 10: 69-76.
12. Benlloch-Tinoco M, Igual D, Martínez-Navarrete N. 2013. Comparison of microwaves and conventional thermal treatment on enzymes activity and antioxidant capacity of kiwifruit puree. *Innovative Food Sci Emerg Technol* 19: 166-172.
13. Rayman, A., Baysal, T. 2011. Yield and quality effects of electroporation and microwave applications on carrot juice production and storage. *J Food Sci* 76 (4): 598-605.
14. Palma-Orozco G, Sampedro JG, Ortiz-Moreno A, Nájera H. 2012. In situ inactivation of polyphenol oxidase in mamey fruit (*Pouteria sapota*) by microwave treatment. *J Food Sci* 77 (4): 359-365.
15. Baysal T, İçier F, Baysal HA. 2011. Güncel Elektriksel Isıtma Yöntemleri, Sidas Medya Yayınları, İzmir, Türkiye.

16. Baysal T, İçier F, Ilıcalı C. 2003. Gıda sanayinde güncel elektriksel yöntemler. 3. Gıda Mühendisliği Kongresi 2-4 Ekim Ankara, Türkiye.
17. İçier F, Yıldız H. 2005. Elektriksel Yöntemlerin Gıdaların Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. *Gıda* 30 (4): 255-260.
18. Yadav DN, Patki PE, Srihari SP, Sharma GK, Bawa AS. 2010. Studies on polyphenol oxidase activity of heat stabilized whole wheat flour and its chapatti making wuality. *Int J Food Prop*, 13: 142-152.
19. Sharma P, Gujral HS. 2011. Effect of sand roasting and microwave cooking on antioxidant activity of barley. *Food Res Int* 44: 235-240.
20. Zheng H, Lu H. 2011. Effect of microwave pretreatment on the kinetics of ascorbic acid degradation ve peroxidase inactivation in different parts of green asparagus (*Asparagus officinalis* L.) during water blanching. *Food Chem* 128: 1087-1093.
21. Fakhouri MO. 1992. Microwave blanching and reheating of foods. McGill University Department of Food Science and Agricultural Chemistry MSc. Thesis Montreal, Canada 88 p.
22. Brewer MS, Begum S. 2003. Effects of microwave power level ve time on ascorbic acid content, peroxidase activity ve color of selected vegetables. *Food Sci Hum Nutr* 27 (6): 411-426.
23. Patricia MP, Bibiana DY, José PM. 2011. Evaluation of microwave technology in blanching of broccoli (*Brassica oleracea* L. var *Botrytis*) as a substitute for conventional blanching. 11th International Congress on Engineering and Food (ICEF11), *Procedia Food Sci* 1: 426-432.
24. Ruiz-Ojeda LM, Pe as FJ. 2013. Comparison study of conventional hot-water and microwave blanching on quality of green beans. *Innovative Food Sci Emerg Technol* 20: 191-197.
25. Vora H, Kyle WSA, Small DM. 1999. Activity, localisation and thermal inactivation of deteriorative enzymes in Australian carrot (*Daucus carota* L) varieties. *J Sci Food Agric* 79: 1129-1135.
26. Başkaya-Sezer D. 2014. Havuç dilimlerinde mikrodalga haşlama koşullarının optimizasyonu. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi Tokat, Türkiye, 89 s.
27. Ozan, S., 2009. Bazı Sebzelerin Dondurularak Muhafazasından Önce Uygulanan Haşlama İşleminin Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, Türkiye 44 s.
28. Greve LC, McArdle RN, Gohlke J, Labavitch, JM. 1994. The impact of heating on carrot firmness: Changes in cell wall components. *J Agric Food Chem* 42: 2900-2906.
29. Stolle-Smits T, Beekhuizen JG, Recourt K., Voragen AGJ, Van Dijk C. 1997. Changes in pectic and hemicellulosic polymers of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) during industrial processing. *J Agric Food Chem* 45: 4790-4799.
30. Bellur E. 2008. Pektin metilesterazın siyah havuçtan izole edilmesi, saflaştırılması ve bazı biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi Adana, Türkiye, 43 s.
31. Lemmens L, Tibäck E, Svelander C, Smout C, Ahrné L, Langton M. 2009. Thermal pretreatments of carrot pieces using different heating techniques: Effect on quality related aspects. *Innovative Food Sci Emerging Technol* 10: 522-529.
32. Lin N, Lin D, Barrett DM. 2005. Pectin methylesterase catalyzed firming effects on low temperature blanched vegetables. *J Food Eng* 70: 546-556.
33. Ponne C, Baysal T, Yüksel D. 1994. Blanching leafy vegetables with electromagnetic energy. *J Food Sci* 59(5): 1037-1041.
34. Latorre ME, Bonelli P, Rojas AM, Gerschenson LN. 2012. Microwave inactivation of red beet (*Beta vulgaris* L. var. *conditiva*) peroxidase ve polyphenoloxidase ve the effect of radiation on vegetable tissue quality. *J Food Eng* 109: 676-684.
35. Latorre ME, Plá MF, Rojas AM, Gerschenson LN. 2013. Blanching of red beet root. Effect of hot water or microwave radiation on cell wall characteristics. *Food Sci Technol* 50: 193-203.
36. Vadivambal R, Jayas DS. 2010. Non-uniform temperature distribution during microwave heating of food materials A review. *Food Bioprocess Technol* 3(2): 161-171.

37. Kratchanova M, Pavlova E, Panchev I. 2004. The effects of microwave heating of fresh orange peels on the fruit tissue ve quality of extracted pectin. *Carbohydr Polym* 56: 181-185.
38. Dwivedy S, Rayaguru K. 2012. Response surface optimization of hot air –microwave combination drying medical Indian Borage (*Coleus aromaticus*) leaves. *J Med Aromat Plant* 2(4): 648-660.
39. Begum S, Brewer M. 2001. Chemical, nutritive ve sensory characteristics of tomatoes before ve after conventional ve microwave blanching veduring frozen storage. *J Food Qual* 24(1): 1-15.
40. Begum S., Brewer M. 2001. Physical, chemical and sensory quality of microwave-blanchd snow peas. *J Food Qual* 24: 479-493.
41. Tijssens LMM, Schijvens EPHM, Biekman ESA. 2001. Modelling the change in color of broccoli ve green peas during blanching. *Innovative Food Sci Emerging Technol* 2: 303-313.
42. Bahçeci KS, Serpen A, Gökmen V, Acar J. 2005. Study of lipoxygenase and peroxidase as indicator enzymes in green beans: Change of enzyme activity, ascorbic acid and chlorophylls during frozen storage. *J Food Eng* 66: 187-192.
43. Demir D. 2010. Kurutma işlemleri ve öncesinde uygulanan farklı haşlama tekniklerinin siyah havucun antioksidan etkili bileşikleri üzerine etkisi, Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya, Türkiye 57 s.
44. Sharma GK, Semwal AD, Arya SS. 2000. Effect of processing treatments on the carotenoids composition of dehydrated carrot. *J Food Sci Technol* 37: 196-200.
45. Murador DC, Thimoteo da Cunha D, Vera de Rosso V. 2014. Effects of cooking techniques on vegetable pigments: A meta-analytic approach to carotenoid and anthocyanin levels. *Food Res Int*, In press.
46. Pellegrini N, Chiavaro E, Gardana C, Mazzeo T, Contino D, Gallo M. 2010. Effect of different cooking methods on color, phytochemical concentration, and antioxidant capacity of raw and frozen Brassica vegetables. *J Agric Food Chem* 58 (7): 4310-4321.
47. El-Din MHAS, Kader MMA, Makhlof SK, Mohamed OSS. 2013. Effect of some cooking methods on natural antioxidants and their activities in some Brassica vegetables. *World Appl Sci J* 26 (6): 697-703.
48. Arikan MF, Ayhan Z, Soysal Y, Esturk O. 2012. Drying characteristics and quality parameters of microwave-dried grated carrots. *Food Bioprocess Technol* 5 (8): 3217-3229.
49. Trirattanapikul W, Phoungchandang S. 2012. Microwave blanching and drying characteristics of Centella asiatica (L.) urban leaves using tray and heat pump-assisted dehumidified drying. *J Food Sci Technol* doi:10.1007/s13197-012-0876-8.
50. Rai D, Agrawal R, Kumar R, Kumar Rai A, Kumar Rai G. 2014. Effect of processing on magnesium content of green leafy vegetables. *J Appl Spectrosc* 80 (6): 878-883.
51. Adediji AA, Gachovska TK, Ngadi MO, Raghavan GSV. 2008. Effect of pretreatments on drying characteristics of okra, *Drying Technol Int J* 26 (10): 1251-1256.
52. Askari GR, Emam-Djomeh Z, Mousavi SM. 2008. Investigation of the Effects of Microwave Treatment on the Optical Properties of Apple Slices During Drying. *Drying Technol Int J* 26 (11): 1362-1368.
53. Dorantes-Alvarez L, Flores EJ, Gonzalez K, Martinez R, Parada L. 2011. Blanching peppers using microwaves, 11th International Congress on Engineering and Food, *Procedia Food Sci* 1: 178-183.
54. Carranza-Concha J, Camacho MD, Martinez-Navarrete N. 2012. Effects of blanching on grapes (*Vitis vinifera*) and changes during storage in syrup. *J Food Process Preservation* 36: 11-20.
55. Guzmán-Gerónimo R, Lopez GM, Dorantes-Alvarez L. 2008. Microwave processing of avocado: Volatile flavor profiling ve olfactometry, *Inno Food Sci Emerging Technol* 9: 501–506.
56. Gupta S, Jaiswal AK, Abu-Ghannam N. 2011. Statistical optimization of blanching time and temperature of Irish York Cabbage using desirability function, *J Food Process Preservation* 1745-4549. doi:10.1111/j.1745-4549.2011.00574.x.