

Tokat'ta Güneş Enerjili Raflı Kurutucu İle Domates Kurutma Koşullarının Belirlenmesi

Alper MUTLU*

Gazanfer ERGÜNEŞ

Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Tokat.

*Sorumlu Yazar

e-posta: alpermutlu@gop.edu.tr

Geliş Tarihi: 10.06.2008

Kabul Tarihi: 22.08.2008

Özet

Tokat ili sınırları içerisinde domates üretimi yoğun olarak yapılmaktadır. Son yıllarda hazır gıda sanayinde kurutulmuş domatese olan talep artışı, üreticilere ellerindeki fazla domatesi kurutarak değerlendirme imkanı sunmaktadır. Kurutmada, toplam giderin önemli bir kısmını enerji gideri oluşturduğu için, alternatif enerji kaynaklarından faydalanmak önemli bir unsurdur. Bütün bu gerçekler dikkate alındığında, Tokat'ta güneş enerjisinden faydalanılarak domates kurutmanın hem ekonomik hem de teknik temeli mevcuttur. Tokat ilinde yetiştirilen Yüksel (Y-67-F1) çeşidi domates örnekleri ön işlemlerden geçirilerek güneş enerjili doğal akışlı rafli tip kurutucuda ve eşzamanlı olarak açık havada ayaklı tel örgülü tepsilerde kurutulmuştur. Kurutma denemeleri 2006 yılında iki dönem halinde gerçekleştirilmiştir. Kurutulan ürünler kuruma zamanı, yüzde ağırlık kaybı ve ürün kalitesi açısından karşılaştırılmıştır. Birinci denemede, kurutucu içerisinde en alt raftaki ürünler 120 saatte kurumuşlardır. Bu örneklerle ait hue açısı ve kroma değerleri sırasıyla 54.43° ve 22.52 olarak bulunmuştur. Taze örneklerle kıyaslandığında kroma değeri yaklaşık % 45 oranında azalmıştır. İkinci denemede, kurutucu içerisinde en alt raftaki ürünler 168 saatte kurumuşlardır. Bu örneklerle ait hue açısı ve kroma değerleri sırasıyla 55.78° ve 17.69 bulunmuştur. Taze örneklerle kıyaslandığında kroma değeri yaklaşık % 54 oranında azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi, rafli kurutucu, domates kurutma, açık havada kurutma.

Abstract

Tomato growing is widely done in Tokat. Increase in demand for dried tomato in recent years gives the growers opportunity to value the extra product. As energy prices constitute the highest amount in drying cost it is an important factor to make use of alternative energy sources. When considering all these facts we can come to the conclusion that it is economically and technically possible to use solar energy in tomato drying in Tokat. Sample of tomato which is called Yüksel (Y-67-F1) has been pre-processed and dried on a solar multi shelf dryer. Drying time, weight loss and quality of products are simultaneously compared to the dried tomato in open air under the same solar radiation. Two separate drying experiment were carried out in 2006. At the end of the first experiment the products which were in the bottom shelf of the drier got dry in 120 hours. Hue angle and chroma values of these experiments have been found as approximately 54.43° and 22.52. When compared with the fresh products chroma value went down to % 45. At the end of the second experiment, the products which were at the bottom shelf of the drier got dry in 168 hours. Hue angle and chroma values of these experiments have been found as approximately 55.78° and 17.69. When compared with the fresh products chroma value went down to % 54.

Key Words : Solar energy, solar multi shelf dryer, drying tomatoes, open sun drying.

GİRİŞ

Tarımsal ürünlerin bozulmadan ve kalitesini koruyarak uzun süre saklanabilmeleri için uygulanan yöntemlerden birisi olan kurutma, en eski ve uygulama alanı en geniş olan yöntemdir. Tarımsal ürünlerin soğutularak, dondurularak, kimyasal maddelerle işlemlerden geçirilerek, oksijensiz ortamda depolanarak, ultraviyole ve radyoaktif ışıklardan yararlanmak suretiyle uzun süre saklanması mümkün olmakla birlikte bu uygulamalar içerisinde kendine en geniş uygulama alanı bulan yöntem kurutmadır [8].

Kurutma, bir madde içindeki suyun uzaklaştırılması olarak tanımlanabilir. Kurutma işleminin amacı, yaş ürünlerdeki serbest suyu uzaklaştırarak ürünlerde meydana gelebilecek biyokimyasal reaksiyonları ve mikroorganizmaların gelişmesini durdurmak ve ürün nemini üreyemeyeceği bir orana indirerek gıda maddelerinin bozulmadan uzun süre dayanmalarını sağlamaktır.

Türkiye'de meyve ve sebzelerin çoğu genellikle açık havada güneşe serilerek kurutulmaktadır. Açık havada kurutma bilinen en eski yöntemdir. Bazı sebzeler iplere dizilip asılarak, bazı sebzeler ve meyveler ise güneş gören yerlerde sergilere serilerek kurutulurlar. Güneşte kurutma hiçbir enerji ve bakım masrafı istemediğinden ucuz bir metottur. Yalnız ürünün kalitesi hava şartlarına bağlı olarak değişir. Havalarda açık, güneşli olursa iyi kalitede ürün elde edilebildiği halde; yağışlı havalarda kuruma süresi uzar, ürünün kalitesi bozulmaya başlar ve ürün çürür. Açık sergilerde kurutmanın diğer bir sakıncası da ürünü kuşların ve böceklerin ye-

mesi yanında; toz, toprak, böcek artıkları vb. yabancı maddelerin ürünü kirletmesidir. Ayrıca, kuruma hızı çok düşük olduğundan sınırlı kapasite aşılamamaktadır. Bu olumsuz faktörleri ortadan kaldırmak için değişik kurutma tesis ve düzenleri geliştirilmiştir. Kurutma yöntemleri arasında doğal kurutmadan sonra en ekonomik olanı sıcak hava yardımıyla yapılan kurutmadır.

Tokat ilinde farklı tarımsal ürünler yetiştirilmektedir. Yetiştirilen çeşitli sebze ve meyveler hem taze olarak hem de çeşitli endüstriyel işlemlere tabi tutularak tüketime sunulmakta ve ihraç edilmektedir. Bu çalışmanın konusunu oluşturan domates dikkate alındığında, ülkemiz, domates üretim alanı bakımından Çin ve Hindistan'ın, üretim miktarı bakımından ise Çin ve Amerika Birleşik Devletleri'nin ardından üçüncü sırada yer almaktadır [4]. Ülkemizde yetiştirilen yaklaşık 10 milyon ton domatesin 664 bin tonu Tokat'ta yetiştirilmektedir [1].

Domates, sofralık ve sanayi tipi olmak üzere tüketim amacına göre iki ana sınıfa ayrılır [2]. Sofralık çeşitler genellikle yuvarlak, sanayi tipi domatesler ise genellikle oval şekildedir. Hem sofralık hem de sanayide değerlendirilmesi uygun yuvarlak tipte domates çeşitleri de mevcuttur. Sanayi tipi domatesler sert, kalın kabuklu ve sofralık domateslere göre daha fazla kuru madde içerirler [2].

Türkiye'de kurutulmuş domates üretimi 1980'li yılların başında çok küçük alanlarda başlamıştır. Fakat son yıllarda kurutulmuş ürünlerin neredeyse tamamına yakın kısmının dünyanın

önemli marketlerine ihraç edilmesi, kurutulmuş domates üretimini de hızlı bir şekilde artırmıştır [3].

Ülkemizde domateslerin tamamına yakın kısmı yere serilerek kurutulmaktadır. Kurutma işlerini yapan firmalar, topladıkları kırmızı, lekesiz ve orta boy domatesleri genellikle yıkama, ayıklama, boylama, kesim, kükürtleme ve tuzlama işlemlerinden geçirdikten sonra kurutma için sergilere sererek güneşte kurutmaktadırlar. Sergi yeri olarak kullanılan alanlar örtü malzemeleri ile kaplanmakta ve serilen ürünlerin üzerine toz, çöp vb. gelmemesi için etrafı perdelerle çevrilmiştir [7]. Bu perdeler yabancı maddelerin bir kısmını tutsa da ürünün çeşitli malzemelerle kirlenmesine engel olmamaktadır. Bu durum ürünün kuruyup toplandıktan sonra işletmelerde tekrar temizleme işlemine tabi tutulmasına yol açmaktadır.

Tarımsal ürünlerin dışarıda güneşe serilerek kurutulması ve korunması çok ekonomik bir yöntem olmakla birlikte, ürünlerin kirletici dış etkilere açık olması nedeniyle hijyenik ürün elde edilememektedir. Açık havada yapılan kurutma işlemi dış hava koşullarına bağlı olmaktadır. Bu durum, ürün kalitesine olumsuz yönde etki etmektedir. Ayrıca, değişen meteorolojik koşullar nedeniyle, sürekli olarak aynı kuruma kalitesi elde edilememektedir. Güneşe serilerek yapılan kurutma işlemi uzun zaman aldığından, kurutulan ürün çevredeki kirletici etmenlerden etkilenmekte ve ayrıca besin değerini de önemli oranlarda yitirebilmektedir. Bu nedenle, ürünün kuruma süresini kısaltmak, istenilen nem içeriğinde ürün elde etmek, ürünlerin daha temiz ve kaliteli kurutulabilmesi için öncelikle güneş enerjili kurutucular büyük öneme sahiptir.

Çalışmanın amacı; Tokat şartlarında domates kurutmada raflı tip güneş enerjili bir kurutucu imal etmek ve kurutmadaki performansını belirlemektir.

MATERYAL VE METOT

Kurutma materyali olarak ülkemizde üretimi yapılan standart salçalık domates çeşitlerinden Yüksel çeşidi (*Lycopersicum esculentum* L.) (Y-67-F1) seçilmiştir. Denemelerde, Tokat'ta bir üreticiye ait bahçede yetiştirilen uygun nitelikte domates kullanılmıştır. Kurutma denemelerinde kullanılan tüm örnekler aynı üretim alanından temin edilmiştir.

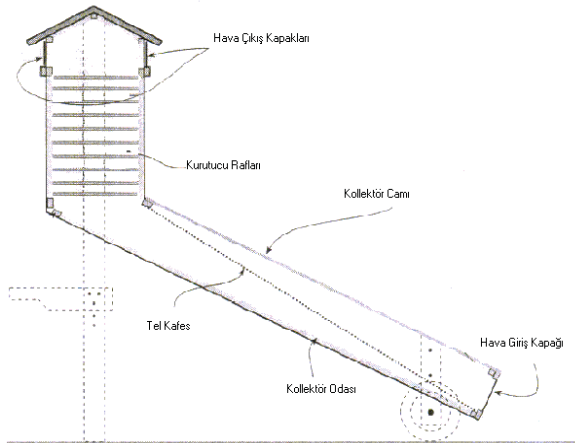
Kurutma denemeleri, Tokat şartlarında güneş enerjili raflı kurutucuda gerçekleştirilmiştir. Kontrol olarak aynı ışınım şartlarında eşzamanlı olarak açık havada ayaklı ve tel örgülü tepsilerde yapılan kurutma yöntemi alınmıştır.

Kurutma denemelerinin yapıldığı raflı tip kurutucu, hava akışlı güneş toplacı (kollektör), güneş bacası, kurutma odası bölümlerinden oluşmaktadır (Şekil 1) [6].

Hava akışlı güneş toplacının görevi, üzerine gelen güneş ışınlarını tutarak ısı enerjisine çevirmek ve kurutma havasına aktarmaktır. Toplaç içinde ısınan hava termal kuvvet etkisiyle kurutma odasına girer ve domateslerin yerleştirildiği kurutma tepsilerinden geçerek ürünün nemini alır ve bacadan dışarı çıkar.

Havalı güneş toplayıcı; 60 x 120 cm ebatlarında olup, ahşap kasa, güneş ışığını tutan siyaha boyanmış ve metalden yapılmış tutucu eleman ve saydam örtüden oluşmaktadır. Tutucu eleman, 3 adet delikli sac plakanın 1 cm aralıklarla üst üste yerleştirilmesiyle, saydam örtü ise çift camdan oluşmaktadır. Havalı güneş toplacının içinden geçerken ısınan hava termal kuvvet etkisiyle kurutma odasına girmekte, ürünlerin yerleştirildiği delikli raflardan geçerek her iki yüzeyde yer alan ayarlanabilir hava çıkış açıklıklarından nemlenmiş olarak kurutucu dışına çıkmaktadır.

Kurutucu kabine 35x60 cm ölçülerinde, 12 cm aralıklarla 10 adet raf yerleştirilmiştir. Raf kasaları ahşap malzemeden yapılmış, hava geçişini kolaylaştırmak için



Şekil 1. Güneş enerjili raflı kurutucunun yapı elemanları ve genel görünüşü



çelik elek teli kullanılmıştır. Kurutucu kabinin arka cephesine menteşeli bir kapak konulmuştur.

Tokat şartlarında temmuz ayının sonunda domatesler hasat olgunluğuna gelmektedir. Hasat edildikten sonra üzerinde leke bulunmayan, bir tanesinin kütlesi 100-150 g olan domatesler seçilmiştir. Ürün boyutlarının homojen olmasına dikkat edilmiştir.

Kurutma denemelerinde kullanılan domatesler uzun eksenleri boyunca keskin bir bıçak yardımıyla ikiye bölünmüş ve üzerlerine ince tuz tabakası oluşana kadar sanyu tuzu serpilmiştir. Domatesler kesik yüzü üste gelecek şekilde kurutma tepsiyelerine dizildikten sonra kurutma yapılacak ortamlara yerleştirilmiş ve denemeler eş zamanlı başlatılmıştır.

Domates örnekleri, raflardan geçen hava akımından düzgün olarak yararlanabilmek için homojen olarak yerleştirilmiştir. Denemeler üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Güneşli hava ısıtıcısının toplam yüzey alanı 0,72 m² dir. Kurutucu kabin içerisinde her biri 0.21 m² alana sahip 10 raf bulunmaktadır.

Hasattan hemen sonra, kurutmaya alınacak domateslerden rastgele örnekler alınarak taze domateslerin renk ölçümleri yapılmıştır. Bu amaçla Minolta CR 300 renk ölçme cihazı kullanılmıştır. Kurutulan domates örneklerinden rastgele seçilenlerin L*, a* ve b* renk değerleri aynı cihaz ile belirlenmiştir.

Kurutma işleminden önce rasgele seçilen 10 adet domatesin her birinde 3'er kez renk ölçümü yapılarak domateslerin ilk renk değerleri belirlenmiştir. Renk ölçer her okumasında üç farklı renk skalasına (L*, a*, b*) ait sayısal değerler vermektedir. "L" değeri parlaklığı ifade etmekte, 0-100 arasında değişmektedir. Sıfır değerini siyah renkte hiçbir yansımının olmadığı durumda alırken, 100 değerini mükemmel yansımının olduğu beyaz renkte almaktadır. "a*" renk skalası, kırmızılık değeri olarak bilinmektedir. Pozitif a* değerleri kırmızılığı gösterirken, negatif a* değerleri yeşil rengi temsil etmektedir. "b*" renk skalası sarılık değeri olarak bilinmektedir. Pozitif b* değerleri sarılığı temsil ederken, negatif b* değerleri maviliği temsil etmektedir. Sıfır kesim noktasında (a=0 ve b=0) renksizlik yani grilik olmaktadır [5].

Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra kuruyan domateslerin içerisinden 3 tekerrürlü olarak seçilen 20'şer adet domates parçasında renk ölçümleri yapılarak kurutma sonundaki renk değerleri belirlenmiştir.

L*, a* ve b* değerleri, piyasada doğrudan alıcı ve satıcı tarafından algılanan renk olguları olmadığı için bu değerlerden insanların renk algısına hitap eden hue açısı ve kroma değerleri hesaplanmaktadır [5]. Hue açısı bir renk dairesi olarak tanımlanmakta olup kırmızı-mor renkleri 0°-360° açı değerlerinde almakta, sarı rengi 90° açı değeri-

nde almakta ve mavimsi yeşil rengi de 180°-270° açı değerlerinde almaktadır. Kroma değeri, rengin doygunluğunu göstermektedir. Donuk renklerde kroma değerleri düşerken canlı renklerde ise kroma değeri yükselmektedir. C ve H değerlerinin elde edilmesinde yararlanılan eşitlikler aşağıda belirtilmiştir.

$$C = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (1)$$

$$H = \arctan \frac{b}{a} \quad (2)$$

Kurutma süresince dış ortamda ve güneş enerjili raf-lı kurutucunun girişinde sıcaklık ve bağıl nem değerleri elektronik kaydedicilerle 15 dakika aralıklarla ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Bu amaçla kullanılan kaydediciler, 0.6 °C sıcaklık ve % 0.5 bağıl nem hassasiyetinde olup, Box Car Pro 3.5 programıyla çalıştırılmaktadır.

Kurutma öncesinde yaş örneklerin başlangıç nem değerinin belirlenmesi amacıyla, başlangıç ağırlığı belirlenen dilimlenmiş domates örnekleri sıcaklığı 75 °C'ye ayarlanmış etüve yerleştirilmiştir. Ağırlığı sabitleninceye kadar bekletildikten sonra tekrar tartılan örneklerin ilk ve son ağırlıkları kullanılarak yaş baza göre nem içerikleri hesaplanmıştır.

Üründeki nem değişimini belirlemek için, deneme başlangıcından itibaren domates örnekleri belirli aralıklarla kurutma ortamından alınarak tartılmıştır. Bu amaçla, 0,01 g duyarlılıkta ölçüm yapabilen elektronik dijital teraziden (Sartorius, Type: 3100P) yararlanılmıştır.

Kurumakta olan domates örneklerinin yüzde ağırlık değişimlerini (YAD) belirlemek amacıyla aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$YAD = [(W_0 - W_t)/W_0] \times 100 \quad (3)$$

Eşitlikte; W₀ örneklerin kuruma öncesindeki ağırlığı, W_t kuruma sırasında tartım anlarındaki ağırlıklarını ifade etmektedir.

Denemeler üç tekerrürlü ve tesadüf parselleri deneme deseni kullanılarak yapılmıştır. Kurutma ortamlarının ürünlerin kurummasına olan etkilerini belirlemek için yapılan varyans analizlerinde yüzde ağırlık değişim verileri bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Varyans analizi, SPSS 11.5 paket programı yardımıyla yapılmış, verilerin işlenmesi ve grafiklerin çiziminde ise Microsoft Excel programından yararlanılmıştır.

Güneşli kurutucu içerisinde hava hızı değerleri ölçülmüştür. Kurutucu boş konumda fakat raflar kurutucu içerisinde iken yapılan ölçümlerde hız değerlerinin 0.17 – 0.9 m/s arasında değiştiği görülmüştür.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Bu araştırmada, Tokat yöresinde güneş enerjili raflı tip kurutucuda, domates örnekleri değişik çalışma koşullarında kurutulmuştur. Aynı çevre şartlarında eşzamanlı olarak açık havada da denemeler yürütülmüştür. Kurutulan domatesler, yüzde ağırlık kaybı ve ürün kalitesi açısından karşılaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan Yüksel çeşidi domateslerin ilk nem içeriği tuzlanmamış örneklerde % 93.7, tuzlanmış örneklerde % 89.35 bulunmuştur.

Birinci Dönem Deneme Sonuçları

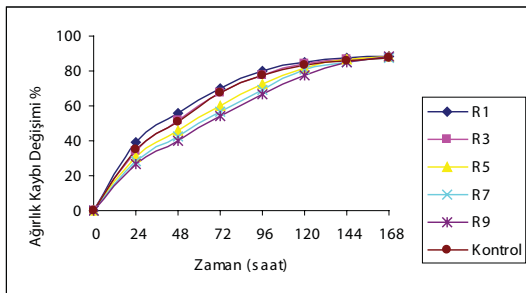
Kurutma denemeleri 31.07.2006 – 08.08.2006 tarihleri arasında yapılmıştır. Kurutucu içerisinden geçen havanın sıcaklığı ve nemi gün içerisinde dış ortama şartlarına bağlı olarak değişmiştir. Deneme süresince kaydedilen sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin ortalamaları 34.53 °C ve % 33.71 olarak hesaplanmıştır.

Ortalama dış hava sıcaklığı 28.3 °C ve ortalama bağıl nem değeri % 34.6 olmuştur.

Güneşli raflı kurutucuda, ortalama hava sıcaklığı dışarıya göre 6.3 °C daha yüksek bulunmuştur. Gün içerisinde kurutucudaki hava sıcaklığı 64.3 °C'ye, dış ortam havası sıcaklığı ise 45.4 °C'ye kadar yükselmiştir.

Kuruma süresince raflı kurutucuda 1, 3, 5, 7 ve 9. raflardaki ve kontrol örneklerindeki yüzde ağırlık kaybı değişimi Şekil 2'de gösterilmiştir. Kurumanın başlamasından sonraki domates ağırlık kaybı verileri üzerinde yapılan varyans analizi ve Duncan testi sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'de soldan başlayarak verilen ikinci sütun en alttaki rafı (1 nolu raf) temsil etmektedir. Satırlarda ise farklı tartım saatleri verilmiştir. Deneme başlangıcında yani sıfırıncı saatte herhangi bir ağırlık değişimi meydana gelmediği için varyans analizi yapılmamıştır. Deneme materyalleri arasında belirli bir zamana kadar farklı raflardaki ve açık havadaki domateslere ait yüzde ağırlık değişim değerleri arasında istatistiksel bir farklılığın olduğu görülmektedir ($P < 0,05$). Bu istatistiksel fark 128. saatteki tartıma kadar devam etmiş daha sonra ise aralarındaki fark kaybolmuştur.



Şekil 2. Kurutucudaki domateslerin zaman içerisindeki ağırlık kaybı değişimi

Çizelge 1'de görüldüğü gibi, 24. Saat sonunda en hızlı ağırlık kaybı 1. rafta görülmüş, en yavaş ağırlık kaybı ise 9. rafta olmuştur. Fakat yapılan çoklu karşılaştırma testine göre, 5, 7, 8 ve 10'nuncu raflardaki domateslerin yüzde ağırlık kaybı ile 9'uncu raftaki domateslerin yüzde ağırlık kaybı değişiminin aynı olduğu bulunmuştur. İlk 24 saatlik kuruma süresince; 1. raftaki domatesler ilk ağırlıklarının yaklaşık % 30'unu kaybederken 9. raftaki domatesler ilk ağırlıklarının % 20'sini kaybetmişlerdir. Birinci raftaki domatesler yaklaşık % 10 daha fazla nem kaybetmişlerdir. Açık havada kuruyan domates örneklerinde ise 24 saatlik kuruma süresi sonunda % 23.11'lik bir ağırlık kaybı olmuştur. Bu değer 9'uncu raftaki değerle istatistiki açıdan aynıdır. Dolayısıyla ilk raftaki domatesler dış ortama göre yaklaşık % 7'lik daha fazla ağırlık kaybetmişlerken 9. raftaki domatesler ise yaklaşık % 3 daha az ağırlık kaybına uğramışlardır. İkinci günün sonunda yani 48 saatlik kuruma sonunda birinci raftaki domateslerin ağırlık kaybı % 52.86 iken, 9. raftaki domateslerin ağırlık kaybı % 36.93 olmuştur. Birinci raftaki domatesler 9. raftaki domateslere göre % 15.93 daha fazla ağırlık kaybına uğramışlardır. Aynı dönem sonunda açık havadaki örnekler ise % 47.52'lik ağırlık kaybına uğramışlardır. Bu değer 1. raftaki domateslerin ağırlık kaybından % 5.34 daha azdır. 24 saatlik kuruma dönemindeki değerler ile kıyaslandığında birinci raf ile 9. raf arasındaki farkın hala devam etmekte beraber günlük nem kayıp oranının küçüldüğü görülmektedir. Bunun nedeni 1. raftaki domateslerin nem kaybının azalmasına rağmen 9. raftaki domateslerin nem kaybındaki azalmanın daha az olmasındandır. Yani her iki raftaki domates örneklerinin kuruma eğrilerinin farklı noktalarında yer aldığı söylenebilir.

Birinci denemenin 120. saatinde 1. raftaki örnekler ağırlıklarının % 84.12'sini kaybederken 9. raftaki domatesler % 73.92'lik ağırlık kaybına uğramışlardır. Aynı şartlar altında açık havadaki domatesler % 81.37'lik ağırlık kaybına uğramışlardır. Yalnız bu farklılık istatistiki açıdan önemsizdir. Bu sonuçlar dikkate alındığında 1.raftaki ve açık havadaki domates örnekleri birinci denemede 120 saat sonra kururlarken, 9. raftaki örnekler 144 saat sonra kurumuşlardır. 9. raftaki örnekler 24 saat daha fazla kuruma süresine ihtiyaç duymuşlardır. Bu sonuçlar dikkate alındığında raflı güneşli kurutucunun açık havada domates kurutmaya kıyasla kısmen bir kuruma avantajı sağladığı görülmektedir. Bu avantaj gündüz saatlerinde kurutucuda daha yüksek kurutma sıcaklığı sağlayarak domatesin kurutma denemesinin ilk döneminde alt raflarda (yani ilk 3-4 rafta) hızlı bir ağırlık kaybı sağladığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, raflı güneşli kurutucuda olası olumsuz çevre şartlarından (yağmur, toz, vb.) domatesleri koruduğu gerçeği dikkate alındığında, güneşli kurutucunun avantaj sağladığı söylenebilir. Ancak, raflı

Çizelge 1. Kurutulan Domateslerin Zaman İçerisinde Nem Kaybına Bağlı Olarak Yüzde Ağırlık Değişimlerine Ait Varyans ve Duncan Analiz Sonuçları

Raf sıraları												
Saat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Kontrol	P
0												
24	30,52 ^a	25,58 ^{bc}	26,18 ^b	25,30 ^{bc}	23,72 ^{bcd}	25,24 ^{bc}	21,42 ^{cd}	20,61 ^d	20,10 ^d	20,79 ^d	23,11 ^{cd}	0,00
32	39,03 ^a	33,51 ^{bc}	34,10 ^b	32,31 ^{bcd}	30,62 ^{bcd}	31,74 ^{bcd}	28,54 ^{de}	27,69 ^{de}	26,63 ^e	28,55 ^{de}	34,88 ^{ab}	0,00
48	52,86 ^a	47,27 ^{ab}	47,96 ^{ab}	44,99 ^{bc}	42,80 ^{bcd}	42,93 ^{bcd}	39,01 ^{de}	39,11 ^{de}	36,93 ^e	39,11 ^{de}	47,52 ^{ab}	0,00
56	56,20 ^a	50,62 ^{ab}	51,56 ^{ab}	48,46 ^b	46,07 ^{bc}	46,30 ^{bc}	42,49 ^{cd}	42,63 ^{cd}	40,31 ^d	42,50 ^{cd}	50,77 ^{ab}	0,00
72	67,030 ^a	62,48 ^{ab}	63,40 ^{ab}	60,24 ^{bc}	55,99 ^{cd}	56,21 ^{cd}	51,92 ^{de}	51,80 ^{de}	49,15 ^e	52,15 ^{de}	60,59 ^{bc}	0,00
80	70,41 ^a	66,43 ^{ab}	67,12 ^{ab}	64,36 ^{bc}	60,21 ^{cd}	60,58 ^{cd}	56,52 ^{de}	56,66 ^{de}	54,06 ^e	57,24 ^{de}	67,18 ^{ab}	0,00
96	77,98 ^a	74,75 ^{ab}	74,97 ^{ab}	73,04 ^{ab}	69,42 ^{bc}	69,60 ^{bc}	65,42 ^{cd}	65,82 ^{cd}	62,44 ^d	65,34 ^{cd}	73,88 ^{ab}	0,00
104	79,95 ^a	77,34 ^{ab}	77,42 ^{ab}	76,05 ^{abc}	72,28 ^{cd}	73,22 ^{bcd}	69,36 ^{de}	69,92 ^{de}	66,96 ^e	69,88 ^{de}	77,70 ^{ab}	0,00
120	84,12 ^a	82,68 ^{ab}	82,48 ^{ab}	81,73 ^{ab}	79,19 ^{bc}	79,72 ^{bc}	76,31 ^{cd}	77,03 ^{cd}	73,92 ^d	76,75 ^{cd}	81,37 ^{ab}	0,00
128	84,84	83,68	83,76	83,37	81,51	82,08	80,52	80,26	77,38	80,00	83,47	0,14
144	86,36	85,98	85,66	85,51	85,15	85,11	83,07	84,40	82,64	85,10	85,06	0,13
152	87,15	86,88	86,54	86,60	86,72	86,46	84,91	86,33	85,02	86,76	86,25	0,50
168	88,09	88,04	87,66	88,00	88,47	88,24	87,14	88,69	87,85	88,67	87,15	0,57
176	88,26	88,26	87,85	88,24	88,71	88,42	87,51	88,81	88,21	88,88	87,65	0,66
192	88,77	88,91	88,43	88,93	89,39	89,15	88,54	89,50	89,23	89,56	88,17	0,39
200	89,25	89,41	88,89	89,39	89,77	89,63	89,07	89,79	89,78	89,77	88,64	0,60

^{a-e} Aynı satırda farklı harfleri taşıyan gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir. (P<0,05)

Çizelge 2. Kurutulan Domateslerin Renk Değerlerinin Varyans ve Duncan Analiz Sonuçları

Raf Sıraları													
Renk	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Kontrol	Taze	P
L*	29,54 ^a	28,20 ^{bcd}	27,17 ^{bcd}	27,24 ^{bcd}	28,70 ^{bc}	27,03 ^{bcd}	25,29 ^c	27,29 ^{bcd}	25,78 ^{de}	26,33 ^{cde}	28,70 ^{bc}	46,22 ^a	0,00
a*	13,10 ^b	10,85 ^{bc}	9,05 ^c	9,77 ^{bc}	11,18 ^{bc}	10,62 ^{bc}	8,67 ^c	10,87 ^{bc}	10,55 ^{bc}	10,33 ^{bc}	13,33 ^b	24,31 ^a	0,00
b*	18,30 ^b	17,79 ^b	11,32 ^{ef}	13,59 ^{cdef}	16,31 ^{bc}	14,21 ^{cde}	10,55 ^f	13,96 ^{ede}	12,72 ^{def}	11,68 ^{ef}	15,79 ^{bcd}	33,07 ^a	0,00

tip kurutucularda raf sayısının azaltılması veya raflar arasındaki hava akışının paralel olacak şekilde düzenlenmesi önerilebilir. Ayrıca, gece periyodunda ve/veya güneşin olmadığı günlerde de kurumanın devam edebilmesi için rafların bulunduğu kurutma odasının alt kısmına ek bir ısıtıcı yerleştirilebilir. Kurutulmuş örnekler için renk değerleri ve istatistiki analiz sonuçları Çizelge 2 ve 3 de verilmiştir.

1 numaralı raf, kurutucuda en alt rafı temsil etmektedir. Birinci rafta kurutulan domatesler en yüksek parlaklık (L*) değerine sahip olurken, en düşük parlaklık değeri 7'nci rafta kuruyan domates örneklerinde bulunmuştur. Fakat yapılan çoklu karşılaştırma testine göre, 3, 4, 6, 8, 9 ve 10'nuncu raflardaki domateslerin parlaklık değeri ile 7'inci raftaki domateslerin parlaklık değişiminin aynı olduğu bulunmuştur. Açık havada kurutulan domateslerin parlaklık değeri ise birinci raftaki domateslere göre daha düşük, 7 ve 9'uncu raflardaki domateslerden daha yüksektir. Diğer raflardaki domatesler ile açık havada kurutulan domateslerin çoklu karşılaştırma testinden elde edilen parlaklık değerleri aynıdır. Parlaklığın kahveren-

leşme reaksiyonları ile birlikte azaldığı bilinmektedir. En yüksek kırmızılık (a*) değeri birinci rafta kurutulan domateslerde elde edilmiş olup, bu değer yapılan çoklu karşılaştırma testine göre 2, 4, 5, 6, 8, 9 ve 10'nuncu raflardaki domateslerin kırmızılık değeri ile aynıdır. Açık havada kurutulan domateslerin kırmızılık değeri birinci raftaki domateslerin kırmızılık değerine çok yakın olup, yapılan çoklu karşılaştırma testi değerleri de aynıdır. En yüksek sarılık değeri (b*) ikinci rafta kurutulan domateslerde elde edilmiştir. 2'inci raftaki domateslerin çoklu karşılaştırma testinden elde edilen değer ile 1 ve 5'inci rafta bulunan değerler aynıdır. Açık havada kurutulan domateslerin sarılık değeri ise 2'inci raftaki domateslere göre daha düşüktür.

Taze örneklerin L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 46,22, 24,31 ve 33,07 bulunmuştur. Kurumanın en hızlı olduğu birinci raftaki domateslerin L*, a* ve b* değerleri, taze örnekler göre, sırası ile % 36, % 46 ve % 44,6 oranında azaldığı bulunmuştur. Kuruma süresinin uzaması ile birlikte renkteki değişim daha da artmıştır. Üst raflardaki domates örnekleri daha uzun sürede kurudukları ve daha

yavaş nem kaybettikleri için havadaki oksijenle reaksiyona girerek renklerde değişimlere neden olan oksidasyon reaksiyonlarına daha fazla maruz kalmışlardır.

Ölçülen L^* , a^* ve b^* değerleri ürün rengine ait temel bileşenler hakkında bilgi verirken, tüketicinin renk algılamasını tam olarak temsil etmemektedir. Bu değerlerin yerine, bu değerlerden hesaplanan a/b oranı, Hue açısı (H) ve kroma (C) değeri tüketicinin renk algılamasını daha iyi temsil etmektedir.

Çizelge 3'de L^* , a^* , b^* değerleri kullanılarak hesaplanan a/b , hue açısı (H) ve kroma (C) değerleri verilmiştir. Taze örneklerin a/b , hue açısı ve kroma değerleri sırasıyla 0.72, 53.81° ve 41.18 olarak hesaplanmıştır. En düşük a/b oranı ikinci rafta elde edilmiştir. En düşük hue açısı değeri, 10'uncu rafta hesaplanmıştır. En düşük kroma değeri ise 7. rafta bulunmuştur. 1. rafta kurutulmuş domates örneklerinin a/b ve hue açısı taze domates örneklerine en yakın değerler olarak bulunmuştur. Kurutmanın kroma değerleri üzerine önemli bir etkisi olmuş ve kroma değerlerini yaklaşık % 50 oranında azaltmıştır. En yüksek kroma değeri yine 1. rafta kurutulmuş domates örneklerinde olmuştur.

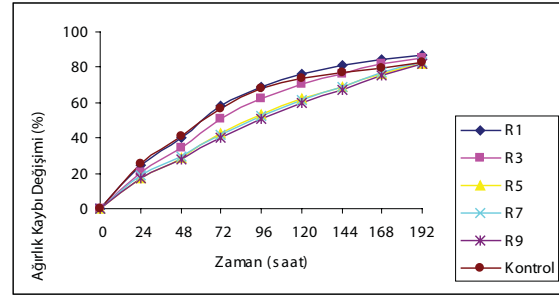
Kurutulmuş örnekler içerisinde ikinci en yüksek kroma değeri 2. raftaki domatesler ile dış ortamda kurutulmuş domateslere aittir. Bu sonuçlar ışığında, kuruma süresi uzadıkça domates örneklerinin renk doygunluğunu kaybettikleri ve donuklaştıkları söylenebilir. Bu durumun müşteriye karşı ürün albenisinin azalmasına sebep olacağı açıktır. Renk analiz sonuçları dikkate alındığında, domateslerin renk değişimlerini azaltmak için hızlı kurutulması gerekmektedir.

İkinci Dönem Deneme Sonuçları

Denemeler 15.08.2006–27.08.2006 tarihleri arasında yapılmıştır. Kurutucu içerisinde geçen havanın sıcaklığı ve nemi gün içerisinde dış ortam şartlarına bağlı olarak değişmiştir. Deneme süresince kaydedilen sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin ortalamaları 33.6 °C ve % 44.9 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3. Domates örneklerine ait hesaplanan renk değerleri

	L^*	a^*	b^*	a/b	H°	C
1	29,54	13,1	18,32	0,71	54,43	22,52
2	28,2	10,85	17,79	0,6	58,62	20,83
3	27,17	9,09	11,32	0,8	51,23	14,51
4	27,24	9,77	13,55	0,71	54,28	16,73
5	28,7	11,18	16,31	0,68	55,57	19,77
6	27,03	10,62	14,21	0,74	53,22	17,74
7	25,29	8,67	10,55	0,82	50,58	13,65
8	27,25	10,87	13,56	0,79	52,05	17,69
9	25,78	10,55	12,72	0,82	50,32	16,52
10	26,33	10,33	11,68	0,88	48,5	15,59
Kontrol	28,7	13,33	15,79	0,84	49,82	20,66
Taze	46,22	24,31	33,07	0,72	53,81	41,18



Şekil 3. Kurutucudaki domateslerin zaman içerisindeki ağırlık kaybı değişimi

Ortalama dış hava sıcaklığı 27 °C ve ortalama bağıl nemi % 46.2 olmuştur. Rafli tip kurutucuda, ortalama hava sıcaklığı 6.6 °C daha yüksek bulunmuştur. Gün içerisinde kurutucudaki hava sıcaklığı 64,3 °C'ye, dış ortam havası sıcaklığı ise 39.3 °C'ye kadar yükselmiştir.

Kuruma süresince 1, 3, 5, 7, 9 nolu raflardaki ve kontrol örneklerindeki % ağırlık kaybı değişimi Şekil 3'de gösterilmiştir. Ağırlık kaybı verileri üzerinde yapılan varyans analizi ve Duncan testi sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir.

Güneş enerjili rafli kurutucuda, belirli bir zamana kadar farklı raflardaki domateslere ait yüzde ağırlık değişim değerleri arasında istatistiksel bir farklılığın olduğu görülmektedir ($P < 0,05$). Bu istatistiksel fark 200. saate kadar devam etmiş, daha sonra ise aralarındaki fark istatistiksel bakımdan önemsiz hale gelmiştir. Aynı durum kontrol örnekleri için de geçerlidir.

Çizelge 4'de görüldüğü gibi, 24 saatlik kuruma sonunda en hızlı ağırlık kaybı 1. rafta, en yavaş ağırlık kaybı ise 5. rafta olmuştur. Denemenin ilk günü sonunda, 1. raftaki domatesler ilk ağırlıklarının % 17.49'unu kaybederken 5. raftaki domatesler ilk ağırlıklarının % 11.66'sını kaybetmişlerdir. Birinci raftaki domatesler % 6 daha fazla nem kaybetmişlerdir. Açık havada kuruyan domates örneklerinde ise ilk gün sonunda % 16.15'lik bir ağırlık kaybı olmuştur. Bu değer 1'inci raftaki değerle istatistiksel açıdan aynıdır. 5'inci raftaki domatesler dış ortamdaki domateslere kıyasla yaklaşık % 4 daha az ağırlık kaybına uğramışlardır. İkinci günün sonunda, birinci raftaki domateslerin ağırlık kaybı % 35.56 iken, 5. raftaki domateslerin ağırlık kaybı % 24.56 olmuştur. Birinci raftaki domatesler, 5. raftaki domateslere göre % 11 daha fazla ağırlık kaybına uğramışlardır. Aynı dönemde, kontrol örnekleri ise % 36.58'lik ağırlık kaybına uğramışlardır.

168. saatte, 1. rafta bulunan örnekler % 83.57 ağırlık kaybı ile kurumasını tamamlamıştır. 5. raftaki örnekler ise 200. saatin sonunda % 82'lik ağırlık kaybına uğramışlardır. Aynı şartlar altında, kontrol örnekleri % 82.4'lük ağırlık kaybına uğramışlardır. Yalnız bu farklılık istatistiksel açıdan önemsizdir. Bu sonuçlara göre, 1. raftaki örnekler

Çizelge 4. Kurutulan Domateslerin Zaman İçerisinde Nem Kaybına Bağlı Olarak Yüzde Ağırlık Değişimlerine Ait Varyans ve Duncan Analiz Sonuçları

Saat	Raf Sıraları										Kontrol	P
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0												
24	17,49 ^a	16,05 ^{ab}	14,21 ^{bc}	13,86 ^{bcd}	11,66 ^d	13,10 ^{cd}	12,58 ^{cd}	12,38 ^{cd}	12,41 ^{cd}	13,58 ^{cd}	16,15 ^{ab}	0,00
32	24,81 ^a	23,56 ^{ab}	20,68 ^{bcd}	20,53 ^{bcd}	17,08 ^c	17,68 ^{de}	18,52 ^{ede}	18,55 ^{ede}	17,54 ^{de}	21,39 ^{bc}	25,63 ^a	0,00
48	35,56 ^a	34,08 ^a	29,91 ^b	28,56 ^{bc}	24,56 ^{cd}	25,64 ^{cd}	24,99 ^{cd}	25,05 ^{cd}	23,83 ^d	28,46 ^{bc}	36,58 ^a	0,00
56	40,43 ^a	38,95 ^a	34,61 ^b	32,96 ^{bcd}	28,71 ^{de}	30,06 ^{cde}	29,23 ^{cde}	29,12 ^{cde}	27,93 ^e	33,28 ^{bc}	41,28 ^a	0,00
72	53,88 ^a	51,81 ^a	46,27 ^b	43,61 ^{bc}	38,26 ^{de}	39,04 ^{cde}	37,79 ^{de}	37,29 ^{de}	35,31 ^e	41,89 ^{bcd}	51,24 ^a	0,00
80	57,95 ^a	56,32 ^a	50,68 ^b	47,81 ^{bc}	42,40 ^{cde}	43,77 ^{cde}	42,06 ^{de}	41,91 ^{de}	40,12 ^e	46,70 ^{bcd}	56,90 ^a	0,00
96	65,48 ^a	64,04 ^a	58,07 ^{bc}	54,88 ^{cd}	49,14 ^{def}	50,42 ^{def}	48,27 ^{ef}	48,20 ^{ef}	46,32 ^f	53,09 ^{cde}	63,35 ^{ab}	0,00
104	68,87 ^a	67,83 ^a	61,96 ^b	58,52 ^{bc}	53,00 ^{cde}	54,62 ^{cde}	52,17 ^{de}	52,32 ^{de}	50,66 ^e	57,66 ^{bcd}	67,83 ^a	0,00
120	74,82 ^a	73,52 ^{ab}	67,88 ^{bc}	64,11 ^{cd}	58,49 ^{def}	60,67 ^{def}	57,50 ^{ef}	58,32 ^{def}	55,86 ^f	62,82 ^{cde}	72,24 ^{ab}	0,00
128	76,60 ^a	75,91 ^{ab}	70,84 ^{bc}	67,40 ^{cd}	62,08 ^{def}	64,20 ^{def}	61,44 ^{ef}	61,92 ^{def}	60,06 ^f	66,78 ^{cde}	73,92 ^{ab}	0,00
144	79,62 ^a	78,86 ^a	74,54 ^{abc}	71,46 ^{bcd}	66,29 ^{def}	68,42 ^{def}	65,64 ^{ef}	66,23 ^{def}	64,07 ^f	70,44 ^{cde}	75,99 ^{ab}	0,00
152	80,80 ^a	80,04 ^a	76,47 ^{ab}	73,75 ^{bc}	68,89 ^{cde}	71,12 ^{cde}	68,60 ^{de}	69,36 ^{cde}	67,38 ^e	72,90 ^{bcd}	77,12 ^{ab}	0,00
168	83,57 ^a	83,00 ^{ab}	80,65 ^{abc}	78,63 ^{bcd}	74,98 ^{de}	76,44 ^{cde}	74,56 ^{de}	74,76 ^{de}	73,21 ^e	77,21 ^{cde}	80,09 ^{abc}	0,00
176	84,12 ^a	83,61 ^a	81,74 ^{ab}	80,09 ^{bc}	76,39 ^{de}	78,29 ^{bcd}	76,76 ^{cd}	76,93 ^{cd}	75,55 ^d	78,71 ^{bcd}	79,80 ^{abcd}	0,00
192	86,18 ^a	85,78 ^{ab}	84,43 ^{abc}	83,75 ^{abcd}	80,71 ^{cd}	82,48 ^{abcd}	81,16 ^{cd}	81,35 ^{cd}	80,26 ^d	81,98 ^{bcd}	81,43 ^{cd}	0,02
200	86,6	86,2	85,1	84,7	82	83,8	82,7	82,9	82,1	83	82,4	0,16

^{a-e} Aynı satırda farklı harfleri taşıyan gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir. (P<0,05)

Çizelge 5. Kurutulan Domateslerin Renk Değerlerinin Varyans ve Duncan Analiz Sonuçları

Renk	Raflar										Kontrol	Taze	P
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
L*	22,35 ^b	22,96 ^b	23,31 ^b	22,50 ^b	22,10 ^b	21,42 ^b	22,79 ^b	23,09 ^b	23,019 ^b	23,34 ^b	21,83 ^b	39,66 ^a	0,00
a*	9,95 ^b	9,71 ^c	11,97 ^{bc}	11,09 ^{bc}	10,73 ^{bc}	10,97 ^{bc}	11,36 ^{bc}	10,81 ^{bc}	12,70 ^{bc}	12,94 ^b	12,37 ^{bc}	28,91 ^a	0,00
b*	14,63 ^b	12,44 ^{bc}	11,77 ^c	10,94 ^c	9,81 ^c	10,71 ^c	11,42 ^c	11,31 ^c	12,29 ^{bc}	12,66 ^{bc}	11,73 ^c	26,64 ^a	0,00

ile kontrol örnekleri birinci denemede 120 saatte kururlarken, ikinci kurutma denemesinde 1. raftaki örneklerin 168 saatte ve kontrol örneklerinin 200 saatte kurudukları görülmektedir. Bunun sebebi 1. denemede ortalama dış ortam ve kurutucu içi hava sıcaklığı sırasıyla 34,53 °C ve 28,3 °C iken bu değerler ikinci deneme döneminde 33,6 °C ve 27 °C değerlerine düşmüştür. Buna göre, güneş enerjili raflı kurutucunun açık havada domates kurutmaya kıyasla kısmen bir kuruma avantajı sağladığı söylenebilir. Kurutulmuş örnekler için renk değerleri ve istatistiki analiz sonuçları Çizelge 5 ve 6 da verilmiştir.

Çizelge 5’de verilen 1 nolu raf, kurutucuda en alt rafı temsil etmektedir. En yüksek parlaklık (L*) değerinde raflar arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık olmamıştır. Açık havada kurutulan domateslerin parlaklık değeri ile kurutucu içerisindeki domateslerin parlaklık değeri aynı bulunmuştur. Parlaklık değerinin kahverengileşme reaksiyonları ile birlikte azaldığı bilinmektedir. En yüksek kırmızılık (a*) değeri birinci rafta kurutulan domateslerde elde edilmiş olup bu değer yapılan çoklu karşılaştırma testine göre 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10’uncu raflardaki domateslerin kırmızılık değeri ile aynıdır. Açık havada kurutulan domateslerin kırmızılık değeri birinci raftaki domateslerin kırmızılık değeri çok yakın olup, yapılan çoklu karşıla-

tırma testi değerleri de aynıdır. En yüksek sarılık değeri (b*) 1’inci raftaki kurutulan domateslerde elde edilmiştir. 1’inci raftaki domateslerin çoklu karşılaştırma testinden elde edilen değer ile 2, 9 ve 10’uncu rafta bulunan değerler aynıdır. Kontrol örneklerinin sarılık değeri ise 1’inci raftaki domateslere göre daha düşüktür.

Taze örneklerin L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 39,66, 28,91 ve 26,64 olarak bulunmuştur. Kurumanın en hızlı olduğu birinci raftaki domateslerin L*, a* ve b* değerlerinin sırası ile % 39, % 65 ve % 45 oranında azaldığı bulunmuştur. Kuruma süresinin uzaması ile birlikte renkteki değişim daha da artmıştır. Üst raflardaki domates örnekleri daha uzun sürede kurudukları ve daha yavaş nem kaybettikleri için havadaki oksijenle reaksiyona girerek renklerde değişimlere neden olan oksidasyon reaksiyonlarına daha fazla maruz kalmışlardır.

Çizelge 6’da ölçülen L*, a*, b* değerlerinden hesaplanan a/b, hue açısı (H) ve kroma (C) değerleri verilmiştir. Taze örneklerin a/b, hue açısı ve kroma değerleri sırasıyla 1,08, 42,66° ve 39,34 olarak hesaplanmıştır. En düşük a/b oranı birinci rafta elde edilmiştir. En düşük hue açısı ve kroma değeri 5. rafta kurutulan örneklerde bulunmuştur.

Çizelge 6. İkinci kurutma dönemine ait domates örneklerinin hesaplanan renk değerleri

	L*	a*	b*	a/b	H ^o	C
1	22,35	9,95	14,63	0,68	55,78	17,69
2	22,96	9,71	12,45	0,77	52,04	15,78
3	23,31	11,97	11,77	1,01	44,51	16,78
4	22,5	11,09	10,94	1,01	44,6	15,57
5	22,1	10,73	9,81	1,09	42,43	14,53
6	21,42	10,59	10,71	1,02	44,26	15,34
7	22,75	11,36	11,42	0,99	45,15	16,1
8	23,05	10,81	11,31	0,95	46,29	15,64
9	23,19	12,7	12,22	1,03	43,89	17,62
10	23,36	12,54	12,66	1,02	44,37	18,1
Kontrol	23,83	12,37	11,73	1,05	43,47	17,04
Taze	39,66	28,91	26,64	1,08	42,66	39,34

5. rafta kurutulan örneklerin a/b ve hue açısı değerlerinin taze örneklere en yakın değerler olduğu görülmüştür. Kurutmanın kroma değerine önemli bir etkisi olmuş ve kroma değerlerini yaklaşık % 65 oranında azaltmıştır. En yüksek kroma değeri yine 1. rafta kurutulmuş örneklerde bulunmuştur.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Güneş enerjili raflı tip kurutucu, kuruma süresi ve kalitesi açısından açık havada kurutmaya göre üstünlük sağlamıştır. Özellikle gündüz saatlerinde oluşan sıcaklık farkı, kurumanın ilk dönemlerinde kuruma hızını artırmıştır. Bu durum, ürün kalitesinin korunması bakımından oldukça önemlidir.

Birinci dönem kurutma denemesinde, en alt raftaki ürünler 120 saat içerisinde kurumuşlardır. Bu örneklere ait hue açısı ve kroma değerleri 54.43^o ve 22.52 olarak bulunmuştur. Taze örneklere göre kroma değeri yaklaşık olarak % 45 azalmıştır. İkinci dönem kurutma denemesinde, en alt raftaki ürünler 168 saat içerisinde kurumuşlardır. Bu örneklere ait hue açısı ve kroma değerleri 55.78^o ve 17.69 bulunmuştur. Taze örneklere göre kroma değeri yaklaşık olarak % 54 azalmıştır.

Kurutucuda kurutulan domatesler, kontrol örneklerine göre, olumsuz çevre şartlarından (yağmur, toz, vb.) etkilenmemiş ve daha temiz kurumuşlardır. Kurutulan domatesler renk açısından incelendiğinde, kuruma süresinin uzaması ile birlikte renkteki değişme daha da artmıştır. Üst raflardaki domates örnekleri daha uzun sürede kurudukları için havadaki oksijenle reaksiyona girerek renklerde değişmelere neden olan oksidasyon reaksiyonlarına daha fazla maruz kalmışlardır.

Tokat koşullarında güneş enerjili raflı tip kurutucu ile başarılı bir şekilde domates kurutulabilir. Ancak, kuruma hızı ve renk oluşumu dikkate alındığında, raf sayısının azaltılması veya raflar arasındaki hava akışının paralel olacak şekilde düzenlenmesi önerilebilir. Ayrıca, gece periyodunda ve/veya güneşin olmadığı günlerde de kurumanın

devam edebilmesi için rafların bulunduğu kurutma odasının alt kısmına ek bir ısıtıcı ya da ısı depolama ünitesi yerleştirilebilir. Domates kurutma amacıyla imal edilen güneş enerjili raflı kurutucu, kurutma sezonunda diğer ürünlerde de başarıyla kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Anonim, 2006. Bir Köy Bir Ürün Projesi. TC. Tokat Valiliği ve Tarım İl Müdürlüğü., Tokat.
- [2] Güreş, H., 1997. Önemli Salçalık Domates Çeşitlerinin Pektik Madde ve Pektinesteraz Enzimi İçeriği ve Bekletme Sırasındaki Değişimleri ile Bu Enzimin İşletme Bazında İnaktivasyon Koşullarının Araştırılması, Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 91s.
- [3] Düzyaman, E., Duman, İ., 2003. dried Tomato as a New Potential in Export and Domestic Market Diversification in Turkey, Proceedings of the 8. International ISHS Symposium on the Proceeding Tomato, Acta Horticulturae, 613: 433-436.
- [4] Fao, 2005. Faostat Agricultural Database.
- [5] Mc GUIRE, R.G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27, 1254-1255.
- [6] Scanlin, D., Renner, M., Domermuth, D., Moody, H., 1999. Improving Solar Food Dryers. Home Power 69, February/March, 1999, s. 24-33.
- [7] Vural, H., Duman İ., 2000, Güneşte Kurutulmuş Domates Üretimi ve Bu Üretimin Sanayi Domatesi Üretimindeki Yeri, TİGEM Dergisi sayı 81.
- [8] Yağcıoğlu, A., 1996, Ürün İşleme Tekniği, EÜZF Yayınları No:536, İzmir, 348 s.