

---

Makale / Research Paper

---

## Vişne Suyunun Antioksidan Aktivite Değerinin Yanıt Yüzey Metodu İle Modellenmesi Ve Genetik Algoritma Kullanılarak Optimizasyonu

Tuğba TÜRKEN<sup>1</sup>, Tuba PALA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 14280, Bolu, Türkiye

<sup>2</sup>Düzce Üniversitesi, Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 81620, Düzce, Türkiye

<sup>1</sup>[turkentugba@gmail.com](mailto:turkentugba@gmail.com), <sup>2</sup>[tubapala@duzce.edu.tr](mailto:tubapala@duzce.edu.tr)

**Geliş/Received:** 18.02.2016

**Düzeltilme/Revised:** 16.04.2016

**Kabul/Accepted:** 30.04.2016

**Özet:** Günümüzde geliştirilen yeni teknolojiler ile gıda maddelerinin kalite kriterlerini koruması ve uzun süre muhafaza edilebilir hale getirilmesi amaçlanmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde ultrasonikasyon, gıda endüstrisinde geniş uygulama alanı bulan bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bu araştırmada; antioksidan içeriği yüksek bir meyve olan vişneden elde edilen vişne suyuna ılımlı sıcaklık koşullarında (20°C, 30°C, 40°C), farklı genlik değerlerinde (% 50, % 75, % 100) ve farklı sürelerde (2, 6, 10 dakika) ultrasonikasyon işlemi uygulanmıştır. Vişne suyunun antioksidan aktivite değeri deneysel olarak belirlenmiştir ve yanıt yüzey metodu kullanılarak modellenmiştir. Oluşturulan model için optimizasyon genetik algoritma (GA) tekniği kullanılarak yapılmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmada vişne suyunun antioksidan aktivite optimum değerleri belirlemek için yanıt yüzey metodu ile GA birlikte kullanımının mümkün olabileceği görülmüştür. Modelleme için yanıt yüzey metodu ve optimizasyon için GA'nın kullanılması, etkin ve sistematik bir yaklaşım sağladığı göstermiştir. GA ile elde edilen sonuçlardan maksimum antioksidan aktivite değerinin 41.95 mmolTroloks/L olduğu görülmüştür. Bu değer, 20.04 °C sıcaklık, %98.35 genlik ve 9.74 dakika boyunca uygulanan ultrasonikasyon parametreleri ile oluşturduğu hem deneysel sonuçlar hem de GA sonuçları ile belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Antioksidan Aktivite, Yanıt Yüzey Metodu, Genetik algoritma, Ultrasonikasyon, Vişne Suyu

---

## Modeling and Optimization of Sour Cherry Juice Antioxidant Activity by Using Response Surface Methodology and Genetic Algorithm

**Abstract:** Recently developed new technologies aimed that to protect quality criteria for foodstuffs and to produce long shelf life foods. In this respect, ultrasonication is used wide range of application in food industry. In this study; high antioxidant source of cherry juice is used. Ultrasonication was applied at moderate temperature conditions (20 °C, 30 °C, 40 °C) at different amplitude values (50%, 75%, 100%) and at different times (2, 6, 10 min). Antioxidant activity value of cherry juice was determined experimentally and modeled using response surface method. Also optimization was made with using genetic algorithm (GA) technique. The purpose of this study is to demonstrate a systematic procedure by using response surface method and GA to find a combination of optimum ultrasonication parameter to obtain maximum antioxidant activity value. It is clearly seen that response surface method and genetic algorithm technique can be used together effectively to determine optimum values. GA optimization results observed that maximum antioxidant activity value is 41.95 mmolTroloks / L. The ultrasonication parameters to obtain this value are 20.04 °C temperature, 98.35% amplitude and 9.74 min ultrasonication time. Both the experimental results and optimization results support each other.

**Keywords:** Antioxidant Activity, Response Surface Method, Genetic Algorithm, Ultrasonication, Sour cherry Juice.

*Bu makaleye atıf yapmak için*

Türken, T., Pala, T., "Vişne Suyunun Antioksidan Aktivite Değerinin Yanıt Yüzey Metodu İle Modellenmesi Ve Genetik Algoritma Kullanılarak Optimizasyonu", El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi 2016, 3(2); 238-247.

*How to cite this article*

Türken, T., Pala, T., "Modeling and Optimization of Sour Cherry Juice Antioxidant Activity by Using Response Surface Methodology and Genetic Algorithm", El-Cezerî Journal of Science and Engineering, 2016, 3(2); 238-247.

## 1. Giriş

Son yıllarda yapılan birçok çalışmaya göre meyve ve sebzeler sağlıklı beslenmenin vazgeçilmez bileşenlerindedir. Buna bağlı olarak daha az işlem görmüş meyve – sebzelere olan talep her geçen gün artmaktadır. Tüketicilerin doğal ürünlere yönelmeleri nedeni ile pastörizasyon ve sterilizasyon gibi ısıya hassas moleküllere (fenolik bileşikler ve vitaminler gibi) zarar veren uygulamalar sorgulanmaya başlanmıştır. Bunların yerine konsantreler, taze sıkılmış meyve suları ve düşük sıcaklık uygulamaları yer almaya başlamıştır. Ancak bu tür minimum işlenmiş meyve sularında kontaminasyon kaynaklı bazı patojenlerin neden olduğu hastalıkların ortaya çıkması; sterilizasyon veya pastörizasyon işleminin yerini alacak yeni teknolojilerin geliştirilmesinin gerekli olduğunu göstermiştir. Bu yeni teknolojinin hem besinlerin kalite kriterlerini koruması hem de kontaminasyon kaynaklı patojenleri inaktive edebilmesi gerekmektedir. Bunlar arasında; ultrasonikasyon, gıda endüstrisinde geniş uygulama alanı bulan bir yöntem olarak değerlendirilmektedir [1]. Ultrasonikasyonun ısı işleme kıyasla en önemli avantajı, uygulanan gıdanın kalite özelliklerini korumasıdır [2], [3], [4]. 1960'lı yıllarda denizaltılarında kullanılan ses dalgası sisteminin balık ölümlerine yol açtığı belirtilmiştir [5]. Bu bilgilerden yola çıkan bilim adamları ultrasonikasyon yönteminin gelişmesine katkıda bulunmuşlardır. Ultrasonikasyon, “saniyede 20.000 veya daha fazla titreşim gerçekleştiren ses dalgaları ile enerji meydana getirilmesi” olarak tanımlanmaktadır. Ultrasonikasyon için geliştirilen cihazlar genellikle 20 kHz’ den 10 MHz’ e kadar değişen frekanslarda kullanılabilir [6].

Antioksidanlar; “oksidasyonu geciktiren ya da engelleyen bileşikler” olarak tanımlanırlar. Vitaminler (C ve E), karotenoidler ve fenolik bileşikler antioksidatif etkiye sahip en önemli gıda bileşenleridir. Meyve ve sebzelerin antioksidan aktivite değerlerinin antioksidan aktivite gösteren antosiyanin bileşikler ve fenolik bileşiklerden kaynaklandığı yapılan birçok çalışma ile de kanıtlanmıştır [7],[8]. Antioksidan aktivite gösteren bu bileşiklerin birçok sağlık faydası olduğu hatta birçok hastalığı (kanser, kalp hastalıkları, katarakt, göz hastalıkları, yaşlılık hastalıkları vb.) önlediği bilinmektedir. Tüm bu etkiler göz önüne alındığında antioksidan aktivite gösteren bileşiklerce zengin beslenmenin hastalıklara yakalanma riskini azalttığı ve sağlık üzerine olumlu etkide bulunduğu ileri sürülmektedir [9].

Vişne meyvesinde bulunan antosiyaninlerin antioksidan aktivite göstermeleri nedeniyle, insan sinir hücrelerinin, serbest radikallerin etkisi ile oksidatif strese maruz kalarak hasar görmesini engellediği kanıtlanmıştır [10]. Ayrıca yapılan klinik çalışmalar sonucu, meyve ve sebze yönünden zengin beslenen bireylerde mide kanserine yakalanma riskinin diğerlerine oranla daha az olduğu belirtilmiştir [11], [12]. Diğer bir çalışmada ise vişne suyunda bulunan antosiyaninlerinin diyabet hastalarının beslenmesine olan etkileri incelenmiştir. Antaie ve ark. [13], yaptıkları çalışmada; 19 diyabet hastası kadına 6 hafta boyunca günde 40 g vişne suyu konsantresi vermişlerdir. Hastaların kan basınçlarının, vücut ağırlıklarının, hemogloblin A1C’ nin (HbA1cv) ve toplam kolesterol değerlerinin önemli oranda azaldığı belirlenmiştir. Bunun sonucunda ise, vişne suyunun diyabet hastalarının diyeti için uygun olduğu belirtilmiştir.

Optimizasyon bir şeyin en iyisini gerçekleştirme sürecidir. Bu süreci gerçekleştirmek için Optimizasyon teknikleri kullanılır. Bu teknikler kullanılarak oluşturulan çözüm, Optimum Çözüm olarak adlandırılır. Optimizasyon, prosesin belirlenen hedefler (yanıtlar) doğrultusunda, bağımsız değişkenlerin birbirleriyle olan etkileşimleri ve bu bağımsız değişkenlerin hedefe (yanıt) olan etkilerini de göz önünde bulundurularak bir araya getirilip uygulanması işlemidir. Genellikle amaç fonksiyonu adı verilen önceden tanımlanmış kriterleri maksimize veya minimize etmek için bağımsız değişkenler adı verilen koşulların değiştirilmesini içerir [14], [15].

Günümüze üretim sektöründeki teknolojinin ilerlemesi sayesinde tam otomasyon üretim prosesleri gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Bu nedenle, üretimi verimli hale getirmek, kaliteyi iyileştirmek ve

maliyeti minimize etmek için üretim sürecinin modellenmesi ve optimizasyonunun yapılması gerekli hale gelmektedir. Bilgisayar yazılımlarında matematiğin, sayısal analizin ve mühendisliğin uygulanması ile son yıllarda optimizasyon teori ve tekniklerinde çok fazla ilerleme kaydedilmiştir [14], [16]. Gıda alanındaki optimizasyon çalışmalarına ilişkin örnekler verilecek olursa; raf ömrü kısa olan gıda ürünlerinde satış süresinin yapay sinir ağları ve genetik algoritma ile optimizasyonu [17], soya peynirinde optimal şartlarda üretim için yanıt yüzey modeli geliştirilmesi ve genetik algoritma ile optimizasyonu [18], bazı meyvelerin depolanmaları sırasındaki ısıl işlem uygulamalarının yapay sinir ağları ve genetik algoritma yöntemleri kullanılarak optimizasyonunun sağlanması [19] şeklinde çalışmalar ve daha fazlası literatürde yer almaktadır.

## **Yanıt Yüzey Metodu Ve Genetik Algoritma**

### ***Yanıt Yüzey Metodu***

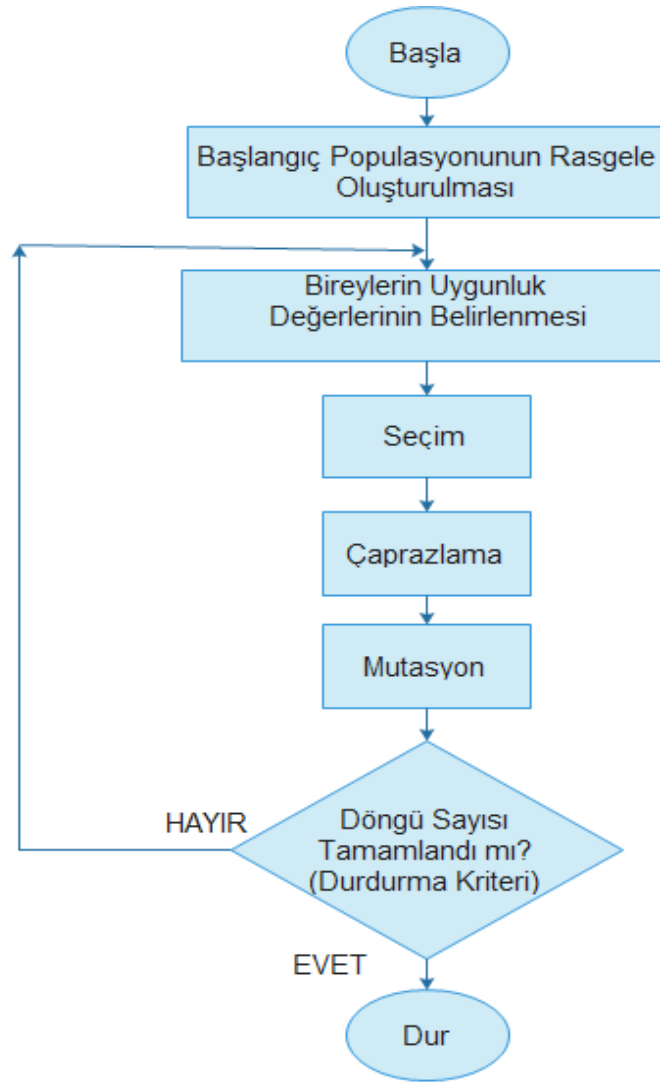
Yanıt yüzey metodu, “Denemelerin Optimum Koşullara Ulaşması” ismi ile 1951 yılında Box and Wilson tarafından geliştirilen ve tanımlanan bir istatistik yöntemidir. Myers ve Montgomery [20, 21] yanıt yüzey yöntemini, *proseslerin geliştirilmesi ve optimizasyonu için gerekli istatistiksel ve matematiksel tekniklerin birlikte kullanıldığı bir yöntem* olarak tanımlamıştır. Yanıt yüzey yöntemi, deneysel stratejileri, sistemin yanıtı ve üzerinde etkili olan bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için kullanılan empirik modelleme tekniklerini ve proses değişkenlerinin sistemin yanıtında istenen etkiyi gösterdiği seviyelerinin bulunması için kullanılan optimizasyon tekniklerini içermektedir [21].

### ***Genetik Algoritma(GA)***

Genetik Algoritma, evrimsel mantığı temel alan çok değişkenli optimizasyon problemlerinde yaygın olarak kullanılan ve başarılı sonuçlar alınan bir yöntemdir [22]. Genetik algoritmanın temel ilkeleri John Holland tarafından ortaya atılmıştır. Holland evrim mantığını genetik algoritmalar içinde optimizasyon problemleri için kullanmıştır. Sonrasında David Goldberg tezinde; gaz boru hattının kontrolünü içeren bir problemin çözümünü genetik algoritma ile gerçekleştirmiştir ve Genetik Algoritma David Goldberg ile popüler olmuştur. GA rastgele oluşturulan bir başlangıç popülasyonuna göre çok sayıda çözümler ile çalışmaya başlamaktadır. Daha sonra genetik operatörleri (seçim, çaprazlama, mutasyon) kullanarak çözümleri optimum çözüme getirmeye çalışmaktadır [23]. Genetik Algoritma ile yapılan işlemler akış diyagramı olarak Şekil 1’ de gösterilmiştir.

### **Deney Tasarımının Oluşturulması**

Ultrasonikasyon sırasında kullanılan parametrelerin vişne suyunda antioksidan aktivite değerine etkilerini belirleyebilmek için yanıt yüzey yönteminden yararlanılarak Merkezi Karma Tasarım (Central Composite Design) yöntemine göre deney tasarımı oluşturulmuştur. Bu amaçla; Design Expert 9 programı kullanılmıştır. Deneysel çalışmalar için sıcaklık (°C), genlik (%) ve süre (dk) bağımsız değişkenler olarak seçilmiştir. Bu bağımsız değişkenler Tablo 1’ de verilmiştir.



Şekil 1. Genetik Algoritma Akış Şeması [24]

Tablo 1. Deney parametreleri ve merkezi karma tasarım seviyeleri

Bağımsız Değişkenler	Sembol	Değer
		20
Sıcaklık, °C	X	30
		40
Genlik, %	Y	50
		75
		100
Süre, dk	Z	2
		6
		10

### Ultrasonikasyon ve Antioksidan Aktivite Değerinin Belirlenmesi

Vişne suyunun ultrasonikasyonu, ultrasonik homojenizatör (Bandelin–GM 3200) kullanılarak Tablo 1’ de verilen parametrelere göre yürütülmüştür. Antioksidan aktivite tayininde TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) dekolorizasyon (renksizleşme) yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde; ABTS (2,2-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) ve potasyum persülfat ( $K_2S_2O_4$ )

arasında gerçekleşen reaksiyon sonucu mavi-yeşil renkli ABTS'+ radikal katyonu oluşturulmaktadır. Bu radikal çözelti üzerine antioksidan içeren bir örnek eklendiğinde indirgenen radikalın mavi-yeşil rengi kaybolmaktadır. Renkteki değişim, 734 nm dalga boyunda absorban ölçümü ile belirlenmektedir.

### Antioksidan aktivite değerinin yanıt yüzey metoduna dayalı matematiksel modeli

Sıcaklık, genlik ve süre gibi farklı parametrelerin kendi arasında kombinasyonları ile yapılan ultrasonikasyon işleminin vişne suyunda antioksidan aktivite değerine etkisini belirlemek amacı ile deneyler yapılmıştır. Bu çalışmadaki deneyler Merkezi Karma Tasarım (Central Composite Design) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen deney sonuçlarının istatistiksel analizi Design Expert 9 programı kullanılarak yanıt yüzey yöntemi ile modellenmiştir. Antioksidan aktivite değerine ilişkin karesel modele uygun eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$\begin{aligned} \text{Antioksidan aktivite} = & +22.74612 + 0.30519X + 0.28587Y + 0.48039Z \\ & -3.05000E-003XY - 7.18750E-003 XZ - 3.37500E-003YZ \\ & -1.55172E-004X^2 - 9.84828E-004Y^2 + 5.28017E-003 Z^2 \end{aligned} \quad (1)$$

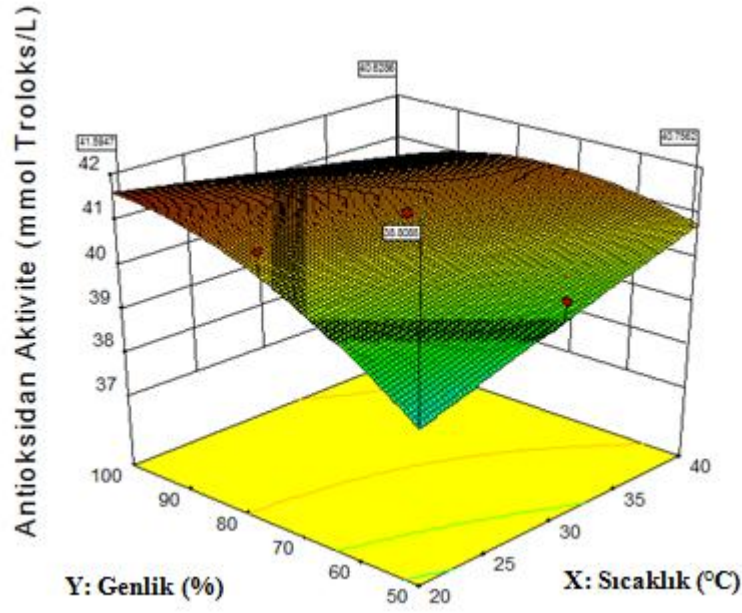
Antioksidan aktivite ile ilgili modelin ve modeldeki katsayıların doğruluğunu belirleyen F testi ve ultrasonikasyon parametrelerinin antioksidan aktivite üzerine belirlemek için varyans analizi(ANOVA) uygulanmıştır. Tablo 2 antioksidan aktivite için uygun olduğu belirlenen karesel modele ilişkin varyans analizi sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 2.Ultrasonikasyon parametrelerinin antioksidan aktivite üzerine etkisine ilişkin varyans analizi (ANOVA) sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D. (serbestlik derecesi)	K.O. (kareler ortalaması)	F (F testi)	R <sup>2</sup>
Model	9	1.48	4.42*	0.869
X-Sıcaklık	1	0.58	1.72	
Y-Genlik	1	4.36	12.98*	
Z-Süre	1	0.90	2.68	
XY	1	4.65	13.86**	
XZ	1	0.66	1.97	
YZ	1	0.91	2.72	
X <sup>2</sup>	1	0.00063	0.00189	
Y <sup>2</sup>	1	1.00	2.98	
Z <sup>2</sup>	1	0.019	0.056	
Uyum eksikliği	5	0.38	3.02	
Hata	1	0.13		
Genel	15			

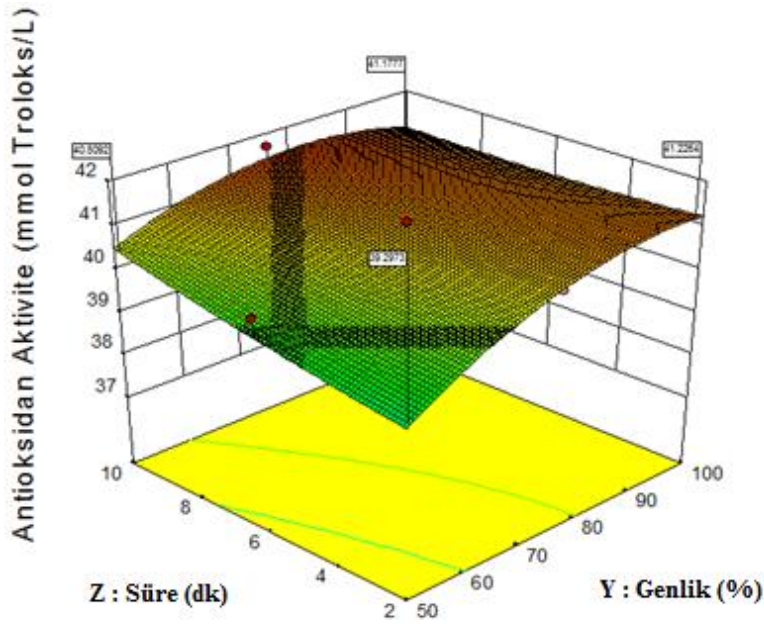
\*P<0.05, \*\*P<0.01

Ultrasonikasyon sıcaklığı-dalga genliği etkileşimi (Şekil 2) vişne suyunda antioksidan aktivite üzerinde önemli bulunmuştur (P<0.01). Antioksidan aktivite, ultrasonikasyon sıcaklığı ve dalga genliğine bağlı olarak artmıştır.



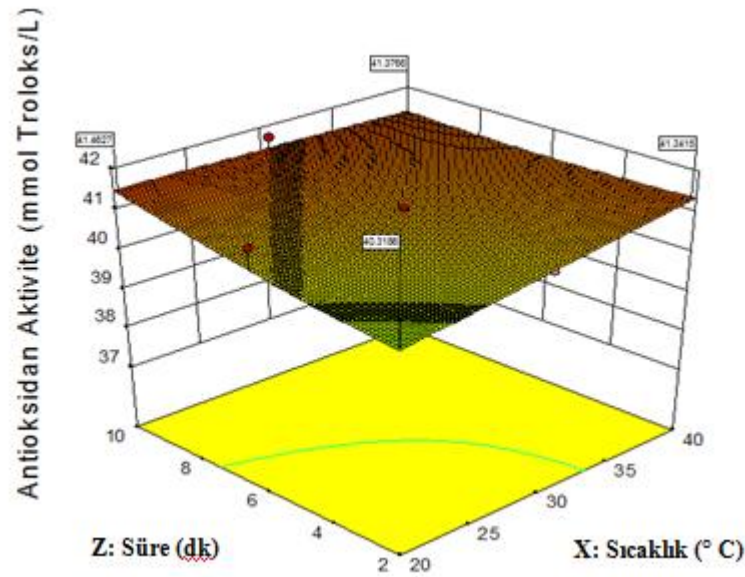
Şekil 2. Ultrasonikasyon sıcaklığı ve ultrasonik dalga genliğinin vişne suyunda antioksidan aktivite üzerine etkisi

Ultrasonikasyon süresinin ve ultrasonik dalga genliğinin vişne suyunda antioksidan aktivite üzerindeki etkisi Şekil 3’ de verilmektedir. Buna göre; ultrasonikasyon dalga genliğinin ultrasonikasyon süresindeki artışa bağlı olarak antioksidan aktiviteyi artırdığı görülmektedir.



Şekil 3. Ultrasonikasyon süresi ve ultrasonik dalga genliğinin vişne suyunda antioksidan aktivite üzerine etkisi

Ultrasonikasyon sıcaklığı ve süresi etkileşiminin vişne suyu antioksidan aktivitesi üzerine etkisi Şekil 4’ de görülmektedir. Ultrasonikasyon sıcaklığı ve süresinin antioksidan aktivite üzerinde önemli bir değişim oluşturmadığı belirlenmiştir ( $P>0.05$ )



Şekil 4. Ultrasonikasyon süresi ve sıcaklığının vişne suyunda antioksidan aktivite üzerine etkisi

### Antioksidan Aktivitenin Genetik Algoritma İle Optimizasyonu

Bu çalışmanın temel amacı vişne suyunda antioksidan aktiviteyi **maksimum** yapan ultrasonikasyon parametrelerini genetik algoritma yardımıyla belirlemektir. Yapılan deneyler sonucunda elde edilen veriler ve yanıt yüzey yöntemi kullanılarak matematiksel model oluşturulmuştur (denklem (1)).

Bu model denklem (1) ultrasonikasyon sıcaklığı (X), dalga genliği (Y) ve süresi (Z) parametrelerinin antioksidan aktivite ile olan ilişkisini gösterir. Bu denklem Genetik Algoritma için amaç fonksiyonudur. Amaç fonksiyonu değişkenlerinin alabileceği en büyük değişim aralıkları;

$$\begin{array}{ll}
 20 \leq X \leq 40 & X=\text{sıcaklık} \\
 50 \leq Y \leq 100 & Y=\text{genlik} \\
 2 \leq Z \leq 10 & Z=\text{süre} \quad \text{olarak verilmiştir.}
 \end{array}$$

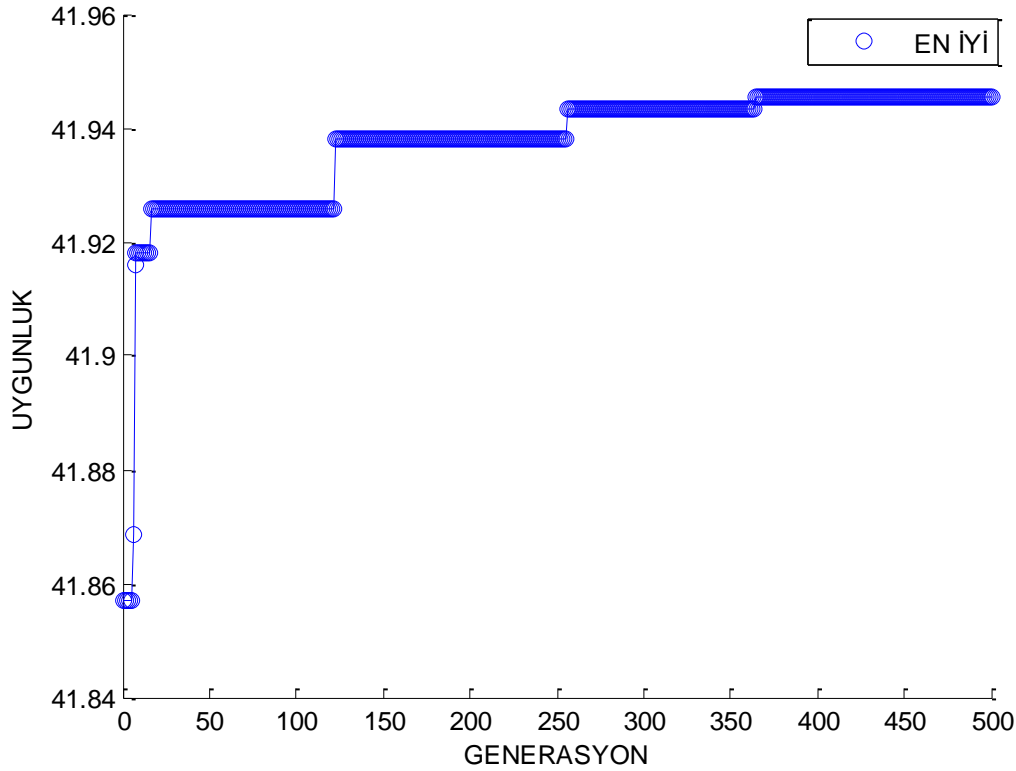
Bu çalışmada kullanılan genetik algoritma parametreleri özet olarak Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Genetik algoritma parametreleri

Genetik Algoritma Parametreleri	
Kromozom Uzunluğu	24
Populasyon Büyüklüğü	55
Jenerasyon Sayısı	500
Crossover (Çaprazlama) Oranı	0.5
Mutasyon Oranı	0.04
Elitizm	Uygulandı

Genetik Algoritma MATLAB programlama dilinde kodlanmıştır ve uygulanmıştır. Sonuç olarak, Şekil 5'de Genetik Algoritma ile maksimizasyonu yapılmış antioksidan aktivite değerinin uygunluk değerleri – jenerasyon eğrisi verilmiştir.





Şekil 5. Uygunluk değeri ve jenerasyon eğrisi

Şekil 5’ de jenerasyon sayısının artmasıyla birlikte amaç fonksiyonunun değeri de artmaktadır. Ancak 312 nesilden sonra genetik algoritma yeni bir çözüm üretemediğinden amaç fonksiyonunun değerinde herhangi bir değişiklik olmamaktadır. Bu durumda GA ile yapılan optimizasyon işleminde maksimum Antioksidan Aktivite değeri **AA(max)=41.95 mmolTroloks/L** olarak elde edilmiştir. Bu Antioksidan Aktivite değerinin oluştuğu optimum ultrasonikasyon değerleri Tablo 4’ de verilmiştir.

**Tablo 4.** Maksimum antioksidan aktivite değeri için optimum ultrasonikasyon koşulları

Ultrasonikasyon parametreleri	Değişken	Değer
Sıcaklık (°C)	X	20.04° C
Genlik (%)	Y	% 98.35
Süre (dakika)	Z	9.74 dk

Tablo 4’ deki antioksidan aktivite parametreleri dikkate alınarak 20 °C sıcaklık %100 genlik ve 10 dakika boyunca uygulanan ultrasonikasyon parametreleri ile yapılan deneyler sonucunda antioksidan aktivite değerleri analiz edilerek Antioksidan Aktivite değeri **AA(max)= 41.95 mmolTroloks/L** olarak elde edilmiştir. Bu durumda deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçların GA’ dan elde edilen sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmüştür.

## Sonuçlar Ve Tartışma

Bu çalışmada; Vişne suyunun antioksidan aktivite değerinin belirlenmesinde yanıt yüzey metodu ve genetik algoritma birlikte kullanılarak ultrasonikasyon parametrelerinin optimizasyonu yapılmıştır. Yanıt yüzey metodu antioksidan aktivite değerinin matematiksel modelinin çıkarılmasında kullanılmıştır.



Genetik algoritmalar karmaşık optimizasyon problemleri için optimum çözümleri en kısa süre ve en kolay şekilde sunmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada Genetik Algoritma tekniği kullanılmıştır. Yanıt yüzey metodu ve Genetik Algoritma' dan elde edilen sonuçlar ile deneysel çalışmada ölçülen değerler birbirine yakın çıkmıştır. Bu da yapılan çalışmanın ultrasonikasyon parametrelerini belirlemek için kullanılabileceğini göstermiştir.

Bu modelin kullanımıyla meyve suyu üretim teknolojisinde uygun proses şartlarının belirlenmesi ve uygulanması işletmelerde deneysel süreci hızlandırarak zaman kaybını önleyecektir. Ayrıca optimum koşullarda, istenilen kalite kriterlerine sahip ürünlerin üretilmesine olanak sağlayacaktır.

## Kaynaklar

- [1] Leistner, L., & Gorris, L. (1995). Food preservation by hurdle technology. *Trends Food Science Technology*, (6), 41-46.
- [2] Leighton, T. G. (2007). What is ultrasound? *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, (93), 3-83.
- [3] Chandrapala, J., Oliver, C., Kentish, S., & Ashokkumar, M. (2012). Ultrasonics in food processing - Food quality assurance and food safety. *Trends in Food Science & Technology*, (26), 88-98.
- [4] McClement, D. J. (1995). Advances in the application of ultrasound in food analysis and processing. *Trends in Food Science & Technology*, 6, 293-299.
- [5] Earnshaw, R. G., Appleyard, J., & Hurst, R. M. (1995). Understanding physical inactivation processes: combined preservation opportunities using heat, ultrasound and pressure. *International Journal of Food Microbiology*, 28, 197-219.
- [6] Butz, P., & Tauscher, B. (2002). Emerging technologies: chemical aspects. *Food Research International*, 35, 279-284.
- [7] Miller, N. J., & Rice-Evans, C. (1997). Factors influencing the antioxidant capacity determined by the ABTS' radical cation assay. *Free Radical Biology and Medicine*, (26), 195-199.
- [8] Wang, H., Cao, G., & Prior, R. (1996). Total Antioxidant Capacity of Fruits. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 44, 701-705.
- [9] Gharras, H. (2009). Polyphenols: food sources, properties and applications - a review. *International Journal of Food Science & Technology*, (44), 2512-2518.
- [10] Kim, D. O., Heo, H. J., Kim, Y. J., Yang, H. S., & Lee, C. Y. (2005). Sweet and Sour Cherry Phenolics and Their Protective Effects on Neuronal Cells. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 53, 9921-9927.
- [11] Serafini, M., Bellocco, R., Wolk, A., & Ekström, A. (2002). Total Antioxidant Potential of Fruit and Vegetables and Risk of Gastric Cancer. *Gastroenterology*, 123, 985-991.
- [12] Velioglu, Y. S., Mazza, G., Gao, L., & Oomah, B. D. (1998). Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits, Vegetables and Grain Products. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, (46), 4113-4117.
- [13] Ataie-Jafari, A., Hosseini, S., Karimi, F., & Pajouhi, M. (2008). Effects of sour cherry juice on blood glucose and some cardiovascular risk factors improvements in diabetic women. *Nutrition & Food Science*, 38(4), 355-360.
- [14] Koç, B. & Ertekin, F., K., (2009). Yanıt Yüzey Yöntemi Ve Gıda İşleme Uygulamaları, *GIDA*, 3(1), 1-8.
- [15] Banga, J., R., Balsa-Canto, E., Moles, C., G., Alonso, A., A., (2003). Improving food processing using modern optimization methods. *Trends Food Sci & Tech*, 14: 131-144.
- [16] Saguy, I., Mishkin, M., A., Karel, M., (1984). Optimization methods and available software, part1. *CRC Critical RevFood Sci and Nutr*, 20 (4): 275-299.
- [17] Doganis, P., Alexandridis, A., Patrinos, P., Sarimveis, H., (2006). Time series sales forecasting for short shelf-life food products based on artificial neural networks and evolutionary computing. *Journal of Food Engineering*, 75: 196-20.

- [18] Chen, M., Chen, K., Lin, C., (2005). Optimization on response surface models for the optimal manufacturing conditions of dairy tofu. *Journal of Food Engineering*, 68: 471–480.
- [19] Morimoto, T., Purwanto, W., Suzuki, J., Hashimoto, Y., (1997). Optimization of heat treatment for fruit during storage using neural networks and genetic algorithms. *Computers and Electronics in Agriculture*, 19: 87–10.
- [20] Myers RH, Montgomery DC. (1995). *Response Surface Methodology, Process and Product Optimization Using Designed Experiments*. 2nd ed. John Wiley and Sons, New York, NY.
- [21] Myers, R., H., Montgomery, D., C., Vining, G., G., Borror, C., M., Kowalski, S., M., (2004). Response Surface Methodology: A Retrospective and Literature Survey, *J Quality Tech*, 36:53-77.
- [22] Mazumder, P., Rudnick, E., M., (1999). *Genetic Algorithms for VLSI Design Layout&Test Automation*, Prentice Hall Inc.
- [23] Goldberg, D., E., (1989). *Genetic Algorithms in Search Optimization and Machine Learning*, Addison-Wesley, Reading.
- [24] Akyaz, Ö. GA ile Parametreleri Optimize Edilmiş Bulanık Mantık Denetleyici ile Kapalı Ortam Nem ve Sıcaklık Denetiminin Gerçeklenmesi Erişim tarihi: 10 Şubat 2016, <http://www.3eelectrotech.com.tr>