Endüstriyel Çay Üretimi Artıklarından Olan Sap ve Çöp Kısımlarından Nades (Doğal Derin Ötektik Çözeltiler) Kullanarak Ultrasonik Destekli Ekstraksiyon Yöntemiyle Kafein Elde Edilmesi

Levent Nuralın

Dr. Öğr. Üyesi, Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği, Ankara, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4811-6048

Güler Suvari

Öğrenci, Gazı Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği, Ankara, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-5975-6597

Aylin Arslan

Öğrenci, Gazı Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği, Ankara, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-4961-5459

Muhammet Oğuzhan Çakmak

Öğrenci, Gazı Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği, Ankara, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-8384-2900

Gülben Türk

Öğrenci, Gazı Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği, Ankara, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-8021-4756

Sılanur Yüksel

Öğrenci, Gazı Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği, Ankara, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-9808-477X

Özet

Çay üretiminde genellikle bitkinin yaprak ve tomurcuk kısımları kullanılmakta, geri kalan kısımlar ise atık olmaktadır. Çayın artık kısmı olarak bilinen sap ve çöp kısımları ise antioksidan kapasitesi açısından zengin bir kaynaktır. Bu çalışmada, çayın sap ve çöp kısımlarındaki kafein içeriği değerlendirilmiştir. Ekstraksiyon işlemi için çevre dostu bir yöntem olan ultrasonik destekli ekstraksiyon (UAE) ve doğal derin ötektik çözücüler (NADES) kullanılmıştır. İlk olarak, çay atıklarından NADES karışımı (kolin klorür-gliserol) kullanılarak UAE yöntemiyle kafein ekstrakte edilmiş; elde edilen ürünlerdeki kafein miktarı HPLC cihazı ile analiz edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi için deneysel tasarım gerçekleştirilmiş; NADES-su oranı, sıcaklık ve süre gibi parametreler bağımsız değişkenler olarak belirlenmiştir. Bu değişkenler doğrultusunda 18 deney ile optimizasyon çalışması yapılmıştır. Deneysel tasarım Design Expert 11 Demo yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur. HPLC analizleri sonucunda, elde edilen ekstraktlarda kafein miktarı en yüksek 13330 μg/g tespit edilmiştir. Çay tomurcuk ve yapraklarının 20000-30000 μg/g olduğu düşünülürse bu çalışma kafein üretimi açısından oldukça zengin bir kaynaktır. Elde edilen veriler

doğrultusunda optimum ekstraksiyon koşulları belirlenmiştir. Bu çalışmanın özgün yönü, çay endüstrisi atıklarından çevreye duyarlı ve toksik olmayan bir yöntemle, ticari potansiyele sahip aktif bileşenlerin elde edilmesidir. Ayrıca kullanılan yöntem; hem gıda hem de kozmetik sektörlerinde yaygın etkiler yaratabilecek nitelikte inovatif ve sürdürülebilir bir yaklaşım sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Doğal antioksidan, Kafein, NADES, Ekstraksiyon, Deneysel tasarım

Abstract

In tea production, generally the leaves and buds of the plant are used, while the remaining parts become waste. The stem and dust parts of tea, known as tea waste, are a rich source in terms of antioxidant capacity. In this study, the caffeine content in the stem and dust parts of tea was evaluated. An environmentally friendly method, ultrasonically assisted extraction (UAE), and natural deep eutectic solvents (NADES) were used for the extraction process. Initially, caffeine was extracted from tea waste using a NADES mixture (choline chloride–glycerol) through the UAE method, and the caffeine content in the obtained products was analyzed using an HPLC device. An experimental design was carried out for the extraction process; parameters such as NADES-water ratio, temperature, and duration were selected as independent variables. Optimization was conducted with 18 experiments based on these variables. The experimental design was obtained using Design Expert 11 Demo software. As a result of HPLC analysis, the highest caffeine content in the obtained extracts was determined to be 13,330 μg/g. Considering that the caffeine content in tea buds and leaves is typically between 20,000–30,000 μg/g, this study demonstrates that tea waste is a remarkably rich source for caffeine production. Based on the obtained data, the optimum extraction conditions were determined. The unique aspect of this study is the use of an environmentally friendly and non-toxic method to obtain active compounds with commercial potential from tea industry waste. Furthermore, the applied method offers an innovative and sustainable approach that can May lead to widespread effects in both the food and cosmetic industries.

Keywords: Natural antioxidant, Caffeine, NADES, Extraction, Experimental design

Acknowledgment: This work was supported by the Scientific Research Project Department of Gazi University. Grant number: FGA-2024-9521