



## Helva Üretim Endüstriyel Atıksuyunda Vakum Distilasyon Yöntemi ile Elde Edilen Distilatın Kimyasal Oksijen İhtiyacı Değişiminin Belirlenmesi

Ömer Yasin BALIK<sup>1\*</sup>, Serdar AYDIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çevre Mühendisliği Bölümü, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, İstanbul, Türkiye

E-Posta: [omeryasin.balik@ogr.iuc.edu.tr](mailto:omeryasin.balik@ogr.iuc.edu.tr), [saydin@iuc.edu.tr](mailto:saydin@iuc.edu.tr)

**Gönderim 31.08.2023; Kabul 05.02.2024**

**Özet:** Gıda endüstrisinden kaynaklanan atık sular bir çevre sorunu oluşturan Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) parametresinin yüksek değerde olduğu sulardır. Bu nedenle atıksuların her sektörde olduğu gibi geri dönüştürülebilmesi, yeniden kullanılabilmesi veya arıtılarak ilgili yasal sınırlar çerçevesinde deşarj edilmesi gerekmektedir. Temin edilen Helva Üretim Endüstrisi atık suyundaki Kimyasal Oksijen İhtiyacı başlangıçta 8.805 mg O<sub>2</sub>/L' dir. Isıtmalı ve harici pompalı vakumlu evaporatör kullanılarak bu suyun "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği / Tablo 5.11a: Gıda Sanayii (Şekerleme, Çikolata ve Bisküvi Dahil)" deki çıkış sınırı olan 400 mg O<sub>2</sub>/L değerine düşürülmesi ve kirli sulardan distilasyon yöntemi ile kullanılabilir su eldesi değerlendirilmiştir. Deneysel uluslararası geçerliliği olan Standart Methods (SM), International Standard Organization (ISO), Environmental Protection Agency (EPA) metodlarının prensipleri ile gerçekleştirilmiştir. Buharlaştırma sırasında 64, 68 ve 70°C olmak üzere farklı koşullarda uygulanmıştır. Kimyasal Oksijen İhtiyacında sınır değer altındaki değere 64 derecede ulaşılmıştır. Optimum çalışma sıcaklığı ise enerji verimliliği de değerlendirildiğinde 68°C olarak belirlenmiştir. Çalışma sırasında uygulanan vakum basınç değeri 510 mmHg' dir.

**Anahtar Kelimeler:** Yeniden Kullanılabilir Su Eldesi, Çevre Mühendisliği, Gıda Endüstrisi Atık Suları, Vakum Distilasyon

### Determination of Chemical Oxygen Demand Change of Distillate Obtained by Vacuum Distillation Method in Halva Production Industrial Wastewater

**Received 31.08.2023; Accepted 05.02.2024**

**Abstract:** Waste waters originating from the food industry are waters with a high Chemical Oxygen Demand (COD) parameter, which constitutes an environmental problem. For this reason, wastewater should be recycled, reused or discharged within the relevant legal limits, as in every sector. Chemical Oxygen Demand in the supplied Halva Production Industry wastewater. It has been evaluated to reduce this water to 400 mg O<sub>2</sub>/L, which is the output limit in "Water Pollution Control Regulation / Table 5.11a: Food Industry (Including Confectionery, Chocolate and Biscuit)" and obtaining usable water from polluted waters by using a vacuum evaporator with heating and external pump. The experiments were carried out with the principles of the internationally recognized Standard Methods (SM), International Standard Organization (ISO), Environmental Protection Agency (EPA). Evaporation was applied at different conditions, 64, 68 ve 70°C. The value below the limit value for Chemical Oxygen Demand was reached in the 64°C. The optimum operating temperature is determined as 68°C when energy efficiency is also evaluated. The vacuum pressure value applied during the study is 510 mmHg.

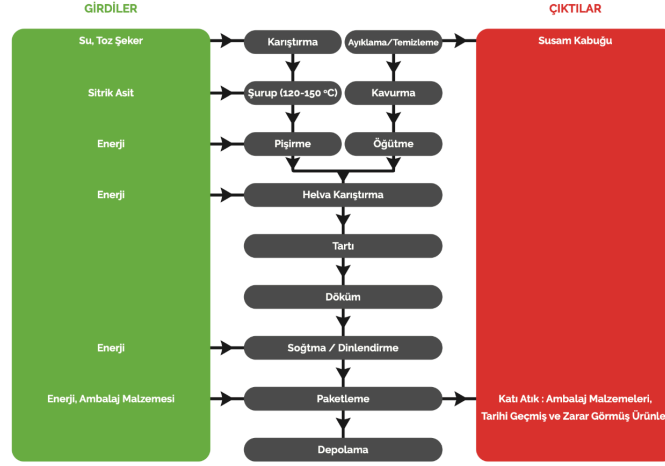
**Key Words:** Obtaining Reusable Water, Environmental Engineering, Food Industry Waste Water, Vacuum Distillation.

### GİRİŞ

Gıda ürünlerinin imalatı sektörü, hijyen ve sanitasyon amaçlı çok miktarda su kullanılan bir sektördür [1]. Bunun yanı sıra faaliyet alanı tarımsal hammaddenin satın alınması, sonrasında işlenerek yüksek kaliteli gıda ürünlerine dönüştürülmesi olan süreçlerinin odak noktalarının en önemlilerinden biri de su ve atık su yönetimidir. [2]

Tahin helvası üretimi de bir gıda üretimi alt kategorisi olarak belirtilebilir ve tahin helvası kabukları çıkarılmış susam tanelerinin kavrulduktan sonra özel değirmenlerde ezilmesi ile elde edilen ve tahin denilen koyu kıvamlı yağlı maddenin şeker, sitrik asit, tartarik asit ve çöğen köklerinin kaynatılmış suyu ile beraber pişirilerek hazırlanması sonucu elde edilmektedir [3].

\*İlgili E-posta/ Corresponding E-mail: [omeryasin.balik@ogr.iuc.edu.tr](mailto:omeryasin.balik@ogr.iuc.edu.tr) (ORCID: 0009-0007-6668-6104)



Şekil 1. Helva Üretim Akış Şeması[4].

Şekerleme imalatında şekerli-şekersiz sakız, sert-yumuşak şeker vb. üretim proseslerinde üretim sırasında herhangi bir atıksu oluşumu söz konusu değildir. Ancak, ekipmanların yıkanması işlemi, elekler, hamur kazanları, şurup/pişirme kazanı ve tepsilerin yıkanması gibi işlemlerden kaynaklı atıksu oluşmaktadır. Bu endüstri dalında faaliyet gösteren işletmelerden kaynaklanan atıksular genellikle asidik karakterdedir ve yüksek organik madde içerirler[5].

Helva üretim prosesine özgü olarak ayrıca susam ile ilişkili bazı işlemler sırasında da su kullanılır. Susam önce taş ve çöplerden ayrılması için tuzlu suya yatırılarak temizlenir. Bu işlem genel olarak organik ve inorganik materyallerden ayrışma işlemi olarak da bilinir. Ayrıca kabuk soyma ve ayırma tekrar tuzlu su banyosundan geçirilerek kabukların susamdan ayrılması sağlanır ve tuzlu sudan arındırmak için de tekrar yıkanmaktadır[6,7].

Yapılan literatür taraması sonucunda şekerleme endüstrisi atıksularının yaklaşık 9.000-20.000 mg O<sub>2</sub>/L Kimyasal Oksijen İhtiyacı, 2.900-6.700 mg O<sub>2</sub>/L Biyolojik Oksijen İhtiyacı, 28,5 mg/L Amonyum Azotu ve 3,8-6 pH değer aralıklarında olduğu görülmüştür[8,9,10].

Türkiye’ de şekerleme imalatı yapan 532 tesis, 817.144 ton/yıl üretim kapasitesi ile hizmet vermektedir[4]. Şekerleme imalatı sektöründen kaynaklanan atıksuyun, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve İSKİ Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği’ne göre limitleri de Tablo 1’ de verilmiştir[11,12].

Tablo 1. Şekerleme İmalatı Atıksu Sınır Değerleri Tablosu

Parametre	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği	İSKİ Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği	
	Tablo 5.11a: Gıda Sanayii (Şekerleme, Çikolata ve Bisküvi Dahil)	Kanalizasyon Sistemleri Tam Arıtma İle Sonuçlanan Atıksu Altyapı Tesislerinde	Kanalizasyon Sistemleri Ön Arıtma + Derin Deniz Deşarjı İle Sonuçlanan Atıksu Altyapı Tesislerinde
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (mg/L)	400	800	480
Askıda Katı Madde (mg/L)	100	500	350
pH	6-9	6-12	6-12
Yağ ve Gres (mg/L)	-	150	50

Atıksu arıtımı için birçok mekanik, fizikokimyasal ve biyolojik yöntem kullanılmaktadır[8]. Arıtma yöntemlerinden biri olan distilasyon, suyun uçucu madde olduğu ve konsantreyi atılacak alt kalıntı olarak bıraktığı bir damıtma işlemidir. Bu operasyonun amacı atıksuyun hacmini azaltmak veya ana sıvıyı konsantre etmektir. Uçucu buhar bir kondenserde toplanır ve gerektiğinde daha sonraki arıtmadan sonra geri dönüştürülür. Vakum altında çalışma kaynama sıcaklığını azaltır ve diğer taraftan ayrışacak maddelerin geri dönüşümünü sağlar[13].

Bu çalışmada, helva üretim endüstrisi atıksularından distilasyon prosesinin ile kullanılabilir su eldesinin çevresel ve ekonomik etkilerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Elde edilen distilatın kirlilik seviyesinin değerlendirilebilmesi için hedef değerler ulusal yasal mevzuatlara göre belirlenmiştir. Bu bağlamda, distilasyon sonrası sonuçlar yasal mevzuat değerleri ile karşılaştırılarak incelenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar vakumlu evaporatörün gıda endüstrisi atıksuyundan kullanılabilir su elde edilmesi yönünde örnek teşkil edecektir.

Değerlendirme için hesaplanan Kimyasal Oksijen İhtiyacı giderim yüzdesi Eşitlik 1, verim ise toplanan hacmin başlangıç hacmine oranı üzerinden değerlendirilen bir veri olmakla beraber Eşitlik 2 ile hesaplanmaktadır.

$$KOI_{giderim} (\%) = (1 - (KOI_{distilat} / KOI_{hamsu})) \times 100 \quad (\text{Eşitlik 1})$$

$$\text{Verim} (\%) = (V_{distilat} / V_{hamsu}) \times 100 \quad (\text{Eşitlik 2})$$

KOI : Kimyasal Oksijen İhtiyacı  
V : Hacim

## MATERYAL VE METOT

Çalışmada kullanılan ve arıtması gerçekleştirilen Helva Endüstrisi ham atıksuyu yasal mevzuat ile karşılaştırılacak parametreler üzerinden ele alındığında; KOİ değeri 8.805 mgO<sub>2</sub>/L, pH değeri 5,53, Yağ ve Gres değeri 42,5 mg/L ve Askıda Katı Madde değeri 491 mg/L olan bir atıksudur. Atıksuyun tam karakterizasyonu ve çalışmalar için kullanılan metotlar ise aşağıdaki gibidir :

**Tablo 2.** Çalışmada Kullanılan Helva Üretim Endüstrisi Atıksuyun Karakterizasyonu

Parametre	Kullanılan Analiz Metodu	Konsantrasyon
Nitrit (mg/L)	SM 4500 NO <sub>2</sub> :B	0,079
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (mg/L)	TS 4957-1 EN 1899-1	4216
Yağ ve Gres (mg/L)	SM 5520:B	42,5
Askıda Katı Madde (mg/L)	SM 2540:D	491
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (mg/L)	SM 5220:B	8805
Amonyum (mg/L)	SM 4500 NH <sub>3</sub> B C	22,38
Klorür (mg/L)	SM 4500 Cl C	623,8
Florür (mg/L)	SM 4500 F B D	31,7
Nitrat (mg/L)	SM 4500 NO <sub>3</sub> E	<0,2
Sülfat (mg/L)	SM 4500 SO <sub>4</sub> E	299,4
Siyanür (mg/L)	EPA 9010 C - EPA 9014	<0,005
Krom (mg/L)	TS EN ISO 17294-2	<0,0037
Kadmiyum (mg/L)		<0,0005
Bor (mg/L)		0,8
Civa (mg/L)		<0,0001
Arsenik (mg/L)		0,0002
Antimon (mg/L)		0,0036
Selenyum (mg/L)		0,0026
Kurşun (mg/L)		0,0035
Nikel (mg/L)		0,152
Mangan (mg/L)		0,872
Demir (mg/L)		0,43
Sodyum (mg/L)		253,7
Bakır (mg/L)		0,588
Aluminyum (mg/L)		0,422
pH		SM 4500 H:B
Koku	Duyusal Kontrol	Şiddetli çürüksü
Renk (Pt-Co)	SM 2120 C	1805,3
Bulanıklık (NTU)	SM 2130 B	206,9
İletkenlik (µs/cm)	SM 2510 B	3623,9
Toplam Koliform Bakteri Sayısı (kob/250 mL)	TS EN ISO 9308-1	6,9x10 <sup>4</sup>

Toplam Koloni Sayısı (37°C) (kob/mL)	TS EN ISO 6222	1x10 <sup>7</sup>
Toplam Koloni Sayısı (22°C) (kob/mL)	TS EN ISO 6222	1,4x10 <sup>7</sup>

ISO, International Organization for Standardization; EPA, United States Environmental Protection Agency; TSE, Türk Standartları Enstitüsü; SM, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater ve EN, The European Committee for Standardization kurum ve organizasyonlarının kısaltmasıdır.

Evaporatör ve düzeneğe vakum sağlamak için kullanılan pompadan oluşan sistemin genel özellikleri Tablo 3’ de verilmiştir. Pompa olarak “TECORA ISOSTACK G4” markalı cihaz kullanılmıştır. Isıtıcının her 10 derece ısı artışı sağlamak için 1 dakika çalıştığı ve çalışma sırasında ısının sabit kalması için de 15 dakikada 2 dakika çalıştığı gözlemlenmiştir.

**Tablo 3.** Evaporatör ve Vakum Pompasının Özellikleri

Özellik	Evaporatör	Vakum Pompası
Isıtma Teknolojisi	Termostat	-
Gürültü (dBA)	<80	<80
Maksimum Distilat Üretimi (Su ile – L/saat)	2 ± %10	-
Elektrik Beslemesi (V)	220	220
Elektrik Beslemesi (Hz)	50	50
Enerji Tüketimi (watt/saat)	2.800	160 (15 lt/dakika çekiş gücü için)

Çalışma için 4,8 L atıksu buharlaştırıcıya doldurulmuştur. 15 dakika ile 540 dakika arasında değişen farklı çalışma süreleri ve 64, 68 ve 70°C’ lik üç farklı çalışma sıcaklığı araştırılmıştır. Deneylerle ile en iyi verimlerin elde edildiği değerler belirlenmiş, denemelerden sonra ulusal mevzuat ile uyumluluğun yakalanıp yakalanmadığını tespit etmek için distilatın KOİ, Renk, Yağ ve Gres değerleri de ölçülmüştür. Nikel ve Bakır analizleri de distilata metal geçişi olup olmadığını tespit için çalışılmıştır.

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Çalışmada her bir deneme için 4.800 ml atıksu numunesi kullanılmıştır. Atıksu numunesinin başlangıç Kimyasal Oksijen İhtiyacı değeri 8.805 mg O<sub>2</sub>/L’ dir.

Tablo 4’ te çalışma sonuçları özetlenmiştir. Kimyasal Oksijen İhtiyacı gideriminin her üç sıcaklıkta da yüksek yüzdelerle gerçekleştirildiği görülmektedir. Verimin ise %80’ in üzerine çıkması için 64°C sıcaklık değerinde 540 dakika, 68°C sıcaklık değerinde 120 dakika, 70°C sıcaklık değerinde ise 75 dakika süre gerektiği belirlenmiştir. Tüm çalışmalar için 510 mmHg negatif basınç değeri sağlayacak şekilde pompa 15 litre/dakika çekiş debisi ile çalıştırılmış ve basınç ara ayarı vana vasıtası ile sağlanmıştır.

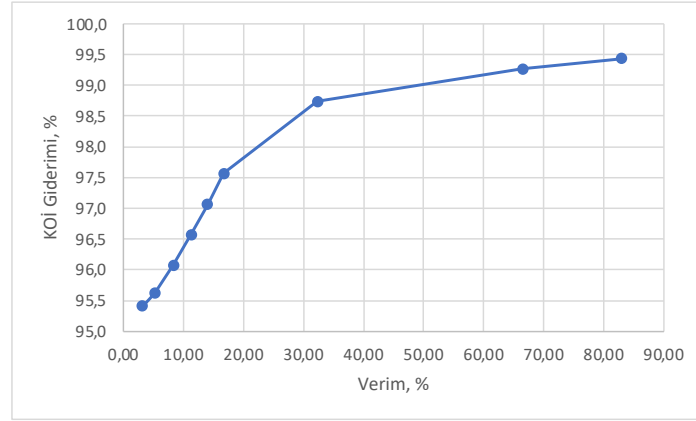
Su buharlaşma veriminin %80’ in üzerine çıkması için gerekli olan elektrik tüketim miktarları değerlendirildiğinde 64°C çalışma sıcaklığı için 5.099 watt, 68°C çalışma sıcaklığı için 1.384 watt, 70°C çalışma sıcaklığı için ise 993 watt elektrik tüketimi olduğu görülmektedir. Sistemin ısınması için gerekli olan süre ± 1 dakika sapma ile yaklaşık olarak 6 dakikadır ve her sıcaklık değeri için yaklaşıktır.

**Tablo 4.** Çalışma Sonuçları

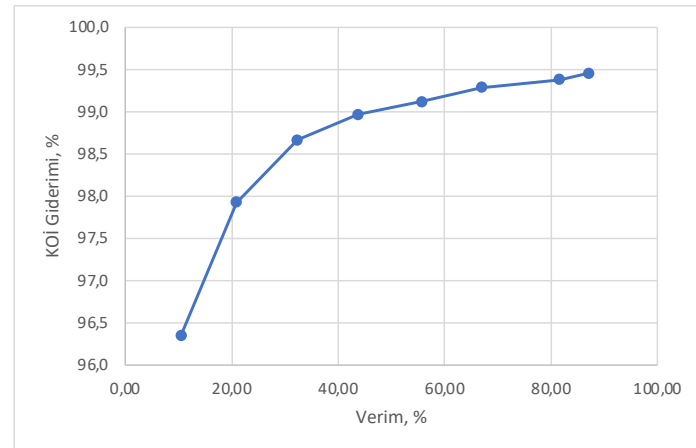
Çalışma Sıcaklığı (°C)	Çalışma Süresi (dakika)	Toplanan Distilat (ml)	Distilattaki KOİ Değeri (mg/L)	Verim (%)	KOİ Giderimi (%)	Toplam Elektrik Tüketimi (watt)
64	15	150	404	3,13	95,4	432
	30	250	386	5,21	95,6	565
	45	400	345	8,33	96,1	699
	60	540	302	11,25	96,6	832
	75	670	258	13,96	97,1	965
	90	800	214	16,67	97,6	1.099
	180	1.550	111	32,29	98,7	1.899
	360	3.190	65	66,46	99,3	3.499
540	3.980	50	82,92	99,4	5.099	

68	15	500	322	10,42	96,3	451
	30	1.000	183	20,83	97,9	584
	45	1.550	118	32,29	98,7	717
	60	2.100	91	43,75	99,0	851
	75	2.670	78	55,63	99,1	984
	90	3.210	63	66,88	99,3	1.117
	112	3.915	55	81,56	99,4	1.313
	120	4.180	48	87,08	99,5	1.384
70	15	750	233	15,63	97,4	460
	30	1.500	121	31,25	98,6	593
	45	2.325	84	48,44	99,0	727
	60	3.150	66	65,63	99,3	860
	75	4.005	52	83,44	99,4	993

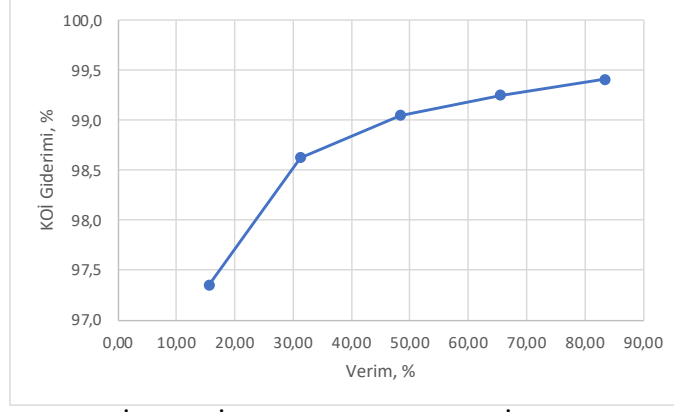
Şekil 2, 3 ve 4 verimin bir fonksiyonu olarak farklı sıcaklıklarda Kimyasal Oksijen İhtiyacı giderimini göstermektedir. KOİ giderim yüzdesi düşük verimlerden itibaren çok yüksek seviyelerde gözükmeyle birlikte ilerleyen sürelerde azalan bir ivme ile artmaktadır.



Şekil 2. 64°C Çalışma Sıcaklığı İçin KOİ Gideriminin Verim ile İlişkisi

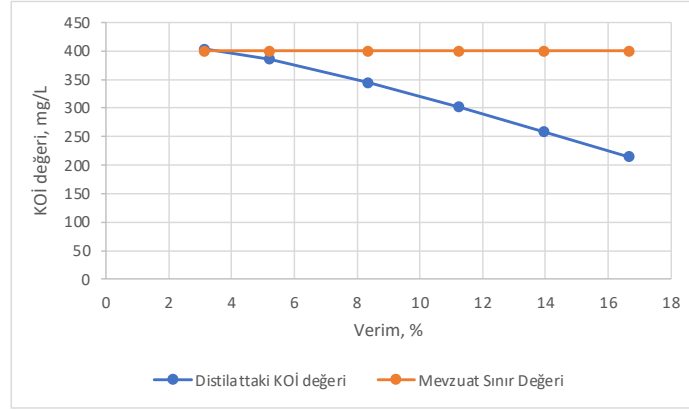


Şekil 3. 68°C Çalışma Sıcaklığı İçin KOİ Gideriminin Verim ile İlişkisi



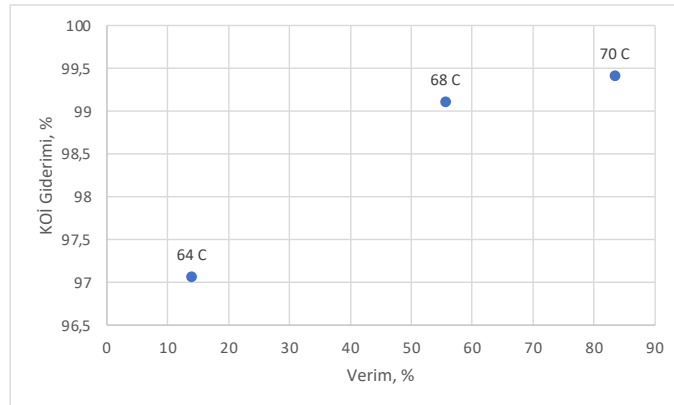
Şekil 4. 70<sup>0</sup>C Çalışma Sıcaklığı İçin KOİ Gideriminin Verim ile İlişkisi

Şekil 5' te KOİ değerleri 64<sup>0</sup>C' de yapılan çalışma için limit değerler ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, %5' ilk bir verimden itibaren mevzuat limit değerleri en düşük sınır değere sahip olan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği limitlerini karşılamaktadır.



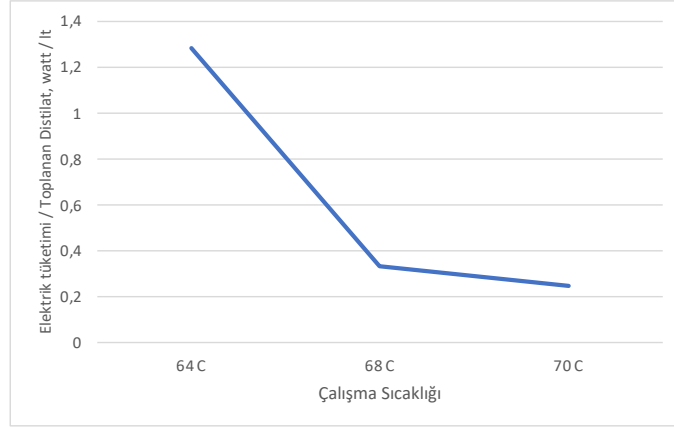
Şekil 5. 64<sup>0</sup>C Çalışma Sıcaklığı İçin Distilattaki KOİ Sonucunun Mevzuat Limiti ile Karşılaştırması

Şekil 6, verimi uygulama sıcaklıklarının fonksiyonu olarak göstermektedir. Çalışmaların karşılaştırılabilmesi için her bir sıcaklık denemesi için 75. dakikadaki verim değerleri grafikleştirilmiştir. 70<sup>0</sup>C çalışma sıcaklığı için 75. Dakikada verim %80' in üzerine çıkmaktadır. Sıcaklık ile artan bir verim elde edilmiştir.



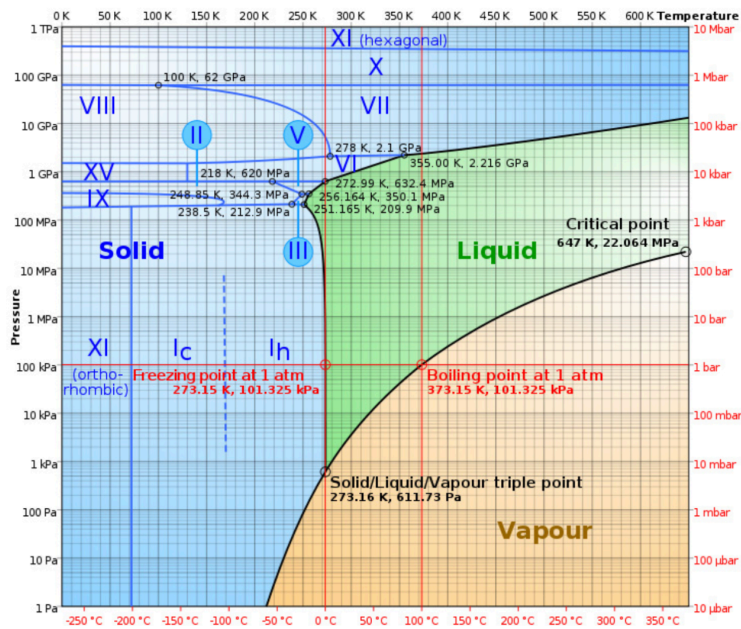
Şekil 6. 3 Farklı Çalışma Sıcaklıkları İçin 75. Dakikalara Ait KOİ Giderim ve Verim İlişkisi

Şekil 7, elektrik tüketimini farklı çalışma sıcaklıklarının fonksiyonu olarak göstermektedir. Çalışmaların karşılaştırılabilmesi için her bir sıcaklık denemesi 3955 ± 50 ml distilat toplanması için gerekli olan enerji sarfiyatı üzerinden grafikleştirilmiştir.



Şekil 7.3 Farklı Çalışma Sıcaklıkları İçin Toplanan Distilat ve Elektrik Tüketimi İlişkisi

510 mmHg ( 679 mbar ) bir negatif işletme basıncına karşılık gelen çalışmalarda 60°C' nin altında bir buhar fazı görülmemiştir. Toplanan distilatın sıcaklıkları da 50°C' nin altındadır. Çalışma sonuçları değerlendirmenin Şekil 8' e uyumlu olduğunu göstermektedir.



Şekil 8. Su Faz Diyagramı[14]

## SONUÇ

Pilot ölçekli kurulumda şekerleme üretimi ana başlığı altındaki helva üretimi atıksularının vakumlu distilasyon işlemi ile buharlaşması ve atıksudan kullanılabilir su eldesi araştırılmıştır. Buharlaşma oranları 64-70°C arasındaki çalışma sıcaklıklarından etkilenir. Sistem 510 mmHg negatif basınç ile 64°C' den itibaren yüksek verimle çalışmaktadır. Kimyasal Oksijen İhtiyacı değeri de 400 mg/L sınır değerinin altına %5' lik buharlaşma verimi elde edilmez inmektedir. Bu noktada KOİ giderim yüzdesi %95' in üstündedir. Çalışmaların sonucunda distilatlarda tüm denemeler için Askıda Katı Madde, Yağ ve Gres, Renk, Nikel ve Bakır sonuçları da analiz tespit değerinin altında çıkmıştır. Proses atık suyunun vakumlu evaporatör ile atıksu sınır değerlerinin altında azaltılabileceği sonucuna varılabilir. Bunun yanı sıra artılmış bu su geri dönüştürülebilir veya yeniden kullanılabilir olarak değerlendirilebilir.

Elektrik tüketimi değerleri, zamanın optimum kullanılması ve sıcaklığın KOİ giderim yüzdesine katkısı birlikte ele alındığında 68°C' ilk çalışma sıcaklığının özellikle zamanın verimli kullanılması hususunda en uygun çalışma sıcaklığı olduğu söylenebilir.

Andras Jozsef Toth ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği benzer bir çalışmada, vakum distilasyon yöntemi kullanılarak kimya endüstrisinden kaynaklanan proses atık sularındaki yüksek KOİ içerikli yıkama deterjanlarının yeniden kullanımı değerlendirilmiştir. Denemeler LED Italia R150-v3 pilot aparatı ile gerçekleştirilmiştir. Hamsuyun KOİ değeri 7.500 mg/L' dir. Çalışmada maksimum KOİ giderim değerine %85 verimde ulaşılmış ve bu verimde giderim %88,7 olmuştur. Proses atıksuyunun KOİ' sini hedef limit değeri olan 1.000 mg/L altına düşürmek için verimin %84,5' e ulaşılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu çalışmadaki proses atık suyunun arıtılması için de kullanılan vakum distilasyon tasarımının uygun olduğu sonucuna varılmıştır[15].

## **KAYNAKLAR**

- [1] Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi Projesi Sonuç Raporu, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Verimlilik Genel Müdürlüğü, TÜBİTAK MAM, Ankara, 2017.
- [2] Gıda ve İçecek Sektör Raporu, Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sanayi Genel Müdürlüğü, 2021.
- [3] KSO, Şekerleme Sektör Raporu, Konya Sanayi Odası, Konya, 2008.
- [4] Kakao, Çikolata ve Şekerleme İmalatı Kaynak Verimliliği Rehberi, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Verimlilik Genel Müdürlüğü, TÜBİTAK MAM, Ankara, 2019.
- [5] Nursel KARAGÜL, Şekerleme Endüstrisinde Proses ve Kirlenme Profili İle Arıtılabilirlik Bazlı Deneysel Karakterizasyon, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012.
- [6] Birer, S., 1985, Tahin Helvasının Yapılışı ve Beslenmemizdeki Yeri, Gıda, Vol. 3, 133-135.
- [7] Batu, A., Elyıldırım F., 2009, Geleneksel Helva Üretim Teknolojisi, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, Vol. 4 (3), 32-43.
- [8] Magdalena Z. and Urszula A.K., 2019, Wastewater Treatment Methods for Effluents from the Confectionery Industry, Journal of Ecological Engineering, Vol. 20 (9), 293-304.
- [9] Özgün, H., Karagül, N., Dereli, R. K., Erşahin, M. E., Coşkuner, T., Çiftçi, D. İ., Öztürk, İ. and Altınbaş, M., 2012, Confectionery industry: a case study on treatability-based effluent characterization and treatment system performance, Water Science and Technology, Vol. 66 (1), 15-20.
- [10] Kabdaşlı, I., Tünay, O., Orhon, D., 2022, Chemically Enhanced Biodegradation of High Organic Matter in Wastewater – Confectionary Plant Effluents, Biointerface Research in Applied Chemistry, Vol. 12 (5), 6608-6617.
- [11] Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Resmî Gazete Tarihi: 31.12.2004, Resmî Gazete Sayısı: 25687 ( Son Revizyon Tarihi : 12.05.2023 / Resmi Gazete No : 32188 ).
- [12] İSKİ Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği, T.C. İstanbul Büyükşehir Belediyesi İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) Genel Müdürlüğü, İstanbul, 2013 ( T5 : 13.06.2023 Tarih,13 Sayılı Kararı ).
- [13] Brinkmann, T., Santonja, G.G., Yükseler H., Roudier S., Sancho L.D., Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector, 2016.
- [14] Bäuerlein, F.J.B., Saha, I., Mishra, A., Kalemanov, M., Martínez-Sánchez, A., Klein, R., Dudanova, I., Hipp, M.S., Hartl, F.U., Baumeister, W., Fernández-Busnadiego, R., 2017, In Situ Architecture and Cellular Interactions of PolyQ Inclusions, Vol 171(1), 179-187.e10
- [15] Toth, A.J., Haaz, E., Szilagyı, B., Nagy, T., Tarjani, A.J., Fozzer, D., Andre, A., Valentinyi, N., Solti, S., Mizsey, P., 2018, COD reduction of process wastewater with vacuum evaporation, Waste Treatment and Recovery, Vol 3, 1-7.