

Çiftçi ve Fabrika İş Birliği ile Sürdürülebilir Hasat Çizelgeleme

Bedirhan Sarıme Mehmet^{1*}, Mehmet Pınarbaşı², Hacı Mehmet Alakaş³ ve Tamer Eren⁴

^{1,2,3,4}Endüstri Mühendisliği, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Kırıkkale Üniversitesi, Türkiye

*(sarimehmetbedirhan@gmail.com)

Özet – Tarım sektöründe sürdürülebilirliğin önemi her geçen gün artmaktadır. Sürdürülebilirliğin sağlanması için ele alınan bitki türüne göre farklı optimizasyon problemlerinin çözülmesi gerektiği görülür. Bunlardan bir tanesi de hasat çizelgeleme problemleridir. Bu çalışmada çay hasadı çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Çay hasadı çiftçi tarafından gerçekleştirilen ve çiftçi-fabrika iş birliği ile sonlandırılan bir süreçtir. Bu sebeple her iki tarafın da kısıtları ve istekleri bulunmaktadır. Sürdürülebilir bir çay tarımı için bu kısıt ve isteklere olabildiğince uyulmalıdır. Fabrikalar kendi kapasitelerine göre işleyebileceklerinden fazla çay almamalıdır. Bunun yanı sıra hasadın satışının gerçekleştiği alım yeri adı verilen yapıların da kapasiteleri bulunmaktadır. Çiftçi tarafından bakıldığında çiftçilikle uğraşan insanların genellikle asıl mesleklerinin farklı olduğu görülür. Bu insanlar hasat zamanları birincil mesleklerinden uzak kalmakta ve çay hasadı gerçekleştirmektedirler. Bu sebeple çiftçilerin hasat günü tercihlerine uymak tarımda sürdürülebilirlik için önemlidir. Bu çalışmada, bahsi geçen kısıtları ve tercihleri göz önünde bulundurup optimal çay hasat çizelgesi oluşturan bir hedef programlama modeli önerilmiştir. Kurulan hedef programlama modeli fabrika ve alım yeri kapasitelerine tamamen uymakta, çiftçilerin hasat günü tercihlerine olabildiğince uymaktadır. Mevcut sistemin aksine çiftçiler yalnızca bir alım yerine ait değil iki alım yerine ait yapılmıştır. Bu sayede model alım yeri kapasiteleri kısıtı ile çok sınırlandırılmadan çiftçilerin hasat günü tercihlerine olabildiğince uymuştur. Rize’de gerçekleştirilen örnek uygulamanın ve yapılan duyarlılık analizinin sonucuna göre geliştirilen modelin problemin çözümü için etkin olduğu, çay tarımında sürdürülebilirliği ve teşviki artırabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler – Sürdürülebilir Tarım, Hasat Optimizasyonu, Hasat Çizelgeleme, Çay Hasadı, Hedef Programlama

I. GİRİŞ

Tahminlere göre 2023’te 7.9 milyar olan dünya nüfusu 2050 yılında 9.7 milyara ulaşacaktır. İnsan yaşamının devamı için temel ihtiyaçlardan birisi ise beslenmedir. Tahmin edilen nüfus artışı karşısında beslenme gereksinimlerinin karşılanması için tarımsal üretimin %70 oranında artırılması gerektiği düşünülmektedir [1]. Bu oranda bir artış tarım sektöründe uygulanacak optimizasyon çalışmaları ile mümkündür. Bunun yanı sıra üreticilerin, çiftçilerin ve fabrikaların bir araya gelip süreçlerini iyileştirmek adına yaptıkları toplumsal optimizasyonu çalışmaları da oldukça değerlidir.

Tarım sektöründe gerçekleştirilecek optimizasyon faaliyetleri kıt kaynakları en verimli şekilde kullanarak karar mekanizması geliştirmeyi kapsar. Bu verimlilik birçok etkenden etkilenir. Bunlardan

biri tarım sektöründe toplumsal optimizasyon çalışmalarını destekleyen politikalarıdır.

Çiftçilerin ilgilendikleri bitki türleri buldukları bölgenin iklimine bağlıdır. Bundan ötürü yapılacak toplumsal optimizasyon çalışmaları önem coğrafi bölgelere göre değişmektedir. Türkiye’de Karadeniz bölgesi ele alındığında tarım alanlarını çay, fındık, mısır ve kivi kapladığı görülür. Bilhassa Doğu Karadeniz’de çay tarlaları dikkat çeker. Türkiye çay tarımı konusunda dünyada ilk sıralarda konumlandırılan bir ülkedir. Kuru çay üretimi bakımından beşinci, çay tarım alanları bakımından yedinci, kuru çay üretimi bakımından beşinci sırada yer alan Türkiye, kişi başına çay tüketimine göre dünyada birinci sıradadır [2]. Bu sebeplerden ötürü Türkiye’de çay tarımı ile ilgili

gerçekleştirilecek optimizasyon çalışmaları değerlidir.

Yılda ortalama üç kez hasat edilen çay birçok aşamadan geçer. Birinci aşama çay kesim veya çay toplama olarak isimlendirilen hasat aşamasıdır. Bu aşamadan sonra çaylar vakit geçirilmeden, güneşte bırakılmadan fabrikalara satılmalıdır. Aksi takdirde güneş altında kalan çaylar yanabilmekte, hasat zayı olabilmektedir. Çaylar satılmak için alım yeri adı verilen yapılara götürülür. Alım yerlerinde çaylar tartılır, gerekli kayıtlar tutulur ve satış işlemi tamamlanır. Hasat çizelgeleme esnasında alım yeri kapasitelerine uyulması çayların alım yeri dışarısında güneşte kalmamaları adına önemlidir. Şekil 1’de bir alım yeri gösterilmiştir.



Şekil 1. Alım yeri

Çay hasadı haftanın altı günü gerçekleştirilir. Çiftçilerin genellikle asıl meslekleri farklıdır ve mevsimlik olarak çay hasadı gerçekleştirmektedirler. Bu sebeple çay hasat eden insanlar hasat günleri birincil mesleklerinden uzak kalmaktadırlar. Hasat çizelgesinin oluşturulmasında çiftçilerin hasat günü tercihlerini dikkate almak tarımda teşviğin ve sürdürülebilirliğin artırılmasında önemli bir rol oynar. Fakat çiftçilerin istedikleri günlere atanmalarını engelleyen alım yeri ve fabrika kapasiteleri mevcuttur. Bu çalışmada bu hasat çizelgeleme problemi ele alınmıştır.

Bu çalışmada, çay tarımında çiftçi-fabrika ilişkilerini iyileştirecek, teşviki ve sürdürülebilirliği artıracak bir hedef programlama modeli önerilmiştir. Probleme özgü geliştirilen bu model ile Rize’de 988 çiftçi, 3392 dekar çay tarlası, 12 alım yeri ve bir fabrika barındıran bir bölgede örnek uygulama gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen hedef programlama modeli IBM ILOG CPLEX Optimisation Studio (COS) ile çözülmüştür.

Uygulamanın gerçekleştirilmesi esnasında çiftçilerin hasat günü tercihleri rassal olarak üretilmiştir. Modelin farklı tercih matrislerindeki etkinliğini ölçmek amacıyla 100 farklı tercih matrisi yine rassal olarak üretilmiş, COS ve Python kullanılarak çözülmüştür.

Literatürde hasat optimizasyonu alanında farklı konularda yapılmış çalışmalar mevcuttur. Bunlardan bazıları şu şekildedir:

- Hasat çizelgeleme [3]
- Ekim ve hasat zamanı optimizasyonu [4]
- Hasatta kullanılacak makinelerin çizelgelenmesi [5]
- Tarımda işgücü optimizasyonu [6]
- Yer seçimi [7]
- Bitki türü seçimi [8]

Literatürde en çok ele alınan bitkilerin şeker kamışı [9-11] ve üzüm [12,13] olduğu görülmektedir. Pirinç [14], ağaçlandırma [15], kekik [16], zeytinyağı [17] ele alınıp gerçekleştirilmiş çalışmalar da mevcuttur. Hasat optimizasyonu literatüründe en çok kullanılan yöntemin ise matematiksel modelleme olduğu görülmektedir [18,19].

Bu çalışma, ele alınan bitki türü, önerilen hedef programlama modelindeki özel kısıtlar ve örnek uygulamanın gerçekleştirildiği bölge gibi özellikleri ile literatüre katkı sağlamaktadır.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde hedef programlama yönteminden, ele alınan problemin tanımından, problemin verilerinden ve geliştirilen modelden bahsedilmiştir.

A. Hedef Programlama Yöntemi

Hedef programlama (HP) yöntemi 1955 yılında ortaya çıkmıştır [20]. HP çok kriterli karar verme ve çizelgeleme alanlarında sıklıkla kullanılan bir yöntemdir [21-24]. İlgilenilen problemin amaçlarının tamamını kısıt haline getirebilmekte ve amaç fonksiyonunu bu kısıtlar ile oluşturmaktadır. Doğrusal programlama yönteminde tek bir amaç optimize edilirken HP’de çok sayıda amaç ele alınabilir. Genel bir HP modeli şu şekildedir:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^M (d_i^+ + d_i^-) \quad (1)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_{ij} - d_i^+ + d_i^- = b_i \quad \forall i \quad (2)$$

$$d_i^+ * d_i^- = 0 \quad \forall i \quad (3)$$

$$x_j, d_i^+, d_i^- \geq 0 \quad \forall i \quad (4)$$

Eşitlik 1 sapma değişkenlerinin minimizasyonunu belirten amaç fonksiyonudur. İkinci eşitlikte sapma değişkenleri oluşmaktadır. Bu sapma değişkenlerinin yalnızca tek yöne doğru olması ise üçüncü eşitlik ile sağlanmıştır. Dördüncü eşitlik değişkenlerin negatif olmama kısıtıdır. Bu temel HP modeli hedeften pozitif ve negatif sapmaları minimize ederken yalnızca pozitif veya yalnızca negatif sapmaları minimize eden modeller de kurulabilir. Ayrıca birçok amaç ele alınıp öncelikli veya ağırlıklı hedef programlama modelleri kurulabilir.

B. Problemin Tanımı

Çay hasadı yılda iki veya üç kez gerçekleşir. Hasat öncesi budama ve gübreleme gibi bazı süreçler bulunur. Fakat bu işlemlere rağmen çay çiftçiliği genellikle tam zamanlı bir iş olarak yapılmaz. Çay yetiştiricileri genellikle farklı mesleklere tabiidir. Bu sebeple çiftçilerin hasat günü tercihleri önem arz etmektedir. Bu çalışmada gerçekleştirilen hasat çizelgeleme uygulamasında çiftçilerin gün tercihleri dikkate alınmıştır.

Çiftçiler bir alım yerine bağlıdır. Fakat bu çalışmada her bir alım yerine alternatif bir alım yeri belirlenmiştir. Böylece çiftçilerin iki alım yeri olmuştur. Alım yerlerinde yoğunluk olması çayların güneşte kalmasına ve yanmasına sebep olabilmektedir. Yanan çaylar zayi olmakta ve çiftçilerin emeğini boşa çıkarmaktadır. Bu sebeple çalışmamızda gerçekleştirilen hasat çizelgeleme uygulamasında alım yeri kapasiteleri dikkate alınmıştır.

C. Problemin Verileri

Örnek uygulama Rize’de gerçekleştirilmiştir. Ele alınan bölgenin verileri şu şekildedir:

- 988 çiftçi
- 3392 dekar çay tarlası
- 12 alım yeri
- Bir fabrika

Tek bir fabrika ve ona bağlı 12 alım yeri ele alınmıştır. Fabrikanın ele alınan bölge için kapasitesi günlük 288 tondur. Alım yerlerinin günlük kapasiteleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Alım yeri kapasiteleri

Alım Yeri	Kapasite (kg)
1	32.827
2	33.452
3	25.021
4	12.278
5	16.679
6	11.719
7	14.612
8	37.289
9	41.125
10	31.542
11	17.984
12	20.207

Uzman görüşüne göre dekar başına 500 kilogram olarak haftalık kontenjan belirlenmiştir. Kontenjan koymak adil bir satış için devletin genellikle uyguladığı bir süreçtir. Bu çalışmadaki fark kontenjanın günlük değil haftalık olarak belirlenmiş olmasıdır.

Örnek uygulamada çiftçilerin haftalık hasat günü sayıları çay miktarlarına istinaden oluşturulmuştur. Çiftçilerin hasat günü sayısına göre dağılımı Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Çiftçilerin hasat günü sayısına göre dağılımı

Haftalık Hasat Günü	Çiftçi Sayısı
1	363
2	267
3	155
4	144
5	38
6	21

Çiftçilerin gün tercihleri haftalık hasat günü sayıları dikkate alınarak rastgele oluşturulmuştur.

D. Matematiksel Model

Çay hasadı çizelgeleme problemine sürdürülebilir bir çözüm getiren hedef programlama modeli kurulmuştur. Modelde kullanılan indisler, parametreler ve karar değişkenleri aşağıdaki gibidir:

İndis ve parametreler	Anlamı
c:	Çiftçi indisi
a:	Alım yeri indisi
g:	Gün indisi
C:	Çiftçi sayısı (988)
A:	Alım yeri sayısı (12)
G:	Gün sayısı (6)
k_{ag} :	a. alım yerinin g. gün kapasitesi (kg)
f_g :	g. gün fabrikanın kapasitesi (kg)
m_c :	c. çiftçinin haftalık kontenjmanı (kg)
I_{ca} :	c. çiftçinin a. alım yerine ait olması (1: ait, 0: ait değil)
g_c :	c. çiftçinin haftada kaç gün hasat yapmak istediği
p_{cg} :	c. çiftçinin g. gün satış yapmak istemesi (1: istiyor, 0: istemiyor)
M:	Yeterli büyüklükteki bir sayı

Karar Değişkenleri	Anlamı
dp_{cg} :	c. çiftçinin g. gün hasat etmeyi isteyip atanmaması durumu (1: tercih edip atanmama durumu, 0: diğer durumlar)
dn_{cg} :	c. çiftçinin g. gün hasat etmeyi istemeyip atanması durumu (1: tercih etmeyip atanma durumu, 0: diğer durumlar)
x_{cga} :	c. çiftçinin g. gün a. alım yerine atanması (1: atandı, 0: atanmadı)

Kurulan hedef programlama modeli şu şekildedir:

$$\text{Min } Z = \sum_{c=1}^C \sum_{g=1}^G dn_{cg} \quad (5)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{a=1}^A x_{cga} - p_{cg} + dn_{cg} - dp_{cg} = 0 \quad \forall c, g \quad (6)$$

$$\sum_{a=1}^A x_{cga} \leq 1 \quad \forall c, g \quad (7)$$

$$I_{ca} \geq x_{cga} \quad \forall c, g, a \quad (8)$$

$$\sum_{g=1}^G \sum_{a=1}^A x_{cga} = \sum_{g=1}^G p_{cg} \quad \forall c \quad (9)$$

$$\sum_{c=1}^C (I_{ca} x_{cga} (m_c / g_c)) \leq k_{ag} \quad \forall a, g \quad (10)$$

$$\sum_{c=1}^C \left(\sum_{a=1}^A x_{cga} (m_c / g_c) \right) \leq f_g \quad \forall g \quad (11)$$

$$x_{cga}, dn_{cg}, dp_{cg}, 0 \text{ veya } 1 \quad \forall c, g \quad (12)$$

Eşitlik 5 çiftçilerin istemediği günlere atanmasını minimize eden amaç fonksiyonudur. 6 numaralı eşitlikte çiftçilerin atandıkları güne göre sapma değişkenleri 0 veya 1 değerini almaktadır. Çiftçinin o günü tercih edip atanmaması halinde dn_{cg} değişkeni 1 değerini almakta ve amaç fonksiyonun kötüleştirmektedir. Eşitlik 7 her çiftçinin her gün en fazla bir alım yerine atanmasını sağlamaktadır. Eşitlik 8 çiftçilerin yalnızca ait oldukları alım yerlerine atanabileceklerini ifade eden kısıttır. Eşitlik 9 çiftçileri haftalık gerekli sayıda güne atanmalarını sağlamaktadır. 10 numaralı eşitlik alım yeri, 11 numaralı eşitlik ise fabrika kapasite kısıtıdır. 12 numaralı eşitlik sapma değişkenlerinin ve karar değişkenlerinin negatif olmama durumudur.

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde örnek uygulama ve duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir.

E. Örnek Uygulama

988 çiftçinin 2254 hasat günü tercihi bulunmaktadır. Bu tercihler çiftçiler adına rastgele üretilmiş ve model çözülmüştür. Örnek uygulamanın çözümünde Intel(R) Core(TM) i7-7700HQ CPU @ 2.80GHz 2.81 GHz, 8 GB RAM özelliklerine sahip bir bilgisayar kullanılmıştır. Çözümler COS ile gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen çözüm 5.33 saniye sürmüştür. Oluşturulan çizelge incelendiğinde 2254 gün tercihinden 2253 tanesine uyulduğu görülmüştür. Bu sonuca göre çiftçi tercihlerine uyum oranı %99,96 olarak hesaplanmıştır. Oluşan çizelgeye göre alım yerlerinin kapasite kullanım oranı Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Alım yerlerinin kapasite kullanım oranları

Alım yeri	Minimum	Maksimum	Ortalama
1	%97,11	%99,98	%98,80
2	%97,29	%99,88	%98,85
3	%98,73	%99,94	%99,46
4	%94,39	%99,97	%97,99
5	%95,13	%98,52	%97,40
6	%48,58	%99,18	%76,91
7	%87,58	%99,41	%94,62
8	%96,83	%99,98	%98,50
9	%84,02	%97,58	%91,29
10	%97,61	%99,93	%99,33
11	%64,46	%99,24	%91,99
12	%81,22	%99,64	%94,45

Fabrikanın günlük kapasite kullanım oranı Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Fabrikanın kapasite kullanım oranları

Gün	Kapasite kullanım oranı
1	%99,96
2	%96,46
3	%99,80
4	%99,42
5	%97,28
6	%96,10

Tablo 3 ve Tablo 4 incelendiğinde alım yeri ve fabrika kapasite kısıtlarına uyulduğu görülmektedir.

F. Duyarlılık Analizi

Geliştirilen hedef programlama modelinin farklı tercih matrislerindeki etkinliğini ölçmek amacıyla duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Farklı hasat günü tercihlerinin modelin başarısına etkisi incelenmiştir. Python ile 100 farklı hasat günü tercih matrisi üretilmiştir. Python ve COS kullanılarak çözümler gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen 100 çözüme göre çiftçi tercihlerine uyum oranı ortalama %99,47'dir. Minimum çiftçi tercihlerine uyum oranı %98,40 olarak, maksimum da %100 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, modelin farklı hasat günü tercihlerinde de etkinliğini ispatlamaktadır.

IV. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında çay hasadı çizelgeleme konusunda bir hedef programlama modeli geliştirilmiştir. Rize'de yer alan bir bölgede örnek

uygulama gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen uygulama; 12 alım yerinin ve bir fabrikanın kapasitelerine uyarken, 988 çiftçinin hasat günü tercihlerine de olabildiğince uymayı amaçlamaktadır. Sonuçlar incelendiğinde çiftçilerin tercihlerine %99,96 oranında uyulduğu görülmüştür. Duyarlılık analizi gerçekleştirilmiş ve 100 farklı tercih matrisinde modelin başarısının minimum %98,4 oranında olduğu görülmüştür. Bu sonuç da modelin etkinliğini ispatlamaktadır. Geliştirilen bu model sayesinde çay hasadında çiftçi ve fabrikaların fayda değerleri optimize edilebilmektedir. Çiftçi tercihlerini dikkate alan bu modelin kullanılması çay tarımında sürdürülebilirliği artırır ve ülkenin ihracat rekabetçiliğinin bir adım öne geçirilmesinde rol oynar.

Gelecek çalışmalarda farklı kısıtlara ve süreçlere sahip bitkiler için hasat çizelgeleme çalışmaları gerçekleştirilebilir. Çay hasadı çizelgeleme modeline araç rotalama ve personel çizelgeleme gibi optimizasyonlar dahil edilebilir. Daha büyük çapta uygulama gerçekleştirilerek modellerin büyük verilerde başarısı incelenebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Kirmikil, M. ve Ertaş, B. "Tarım 4.0 İle Sürdürülebilir Bir Gelecek," *Icontech International Journal*, 4(1), 1–12, 2020.
- [2] (2019) The Çaykur Website. [Online]. Available: <https://www.caykur.gov.tr/Pages/Yayinlar/YayinDetay.aspx?ItemType=5&ItemId=721>
- [3] Arnaout, J. M. ve Maatouk, M. "Optimization of quality and operational costs through improved scheduling of harvest operations," *International Transactions in Operational Research*, 17(5), 595–605, 2010.
- [4] Astika, I. W., Sasao, A., Djojmartono, M., Pertiwi, S. ve Wiryokusumo, H. "Optimization of sugarcane planting-harvesting schedule for dry land sugarcane [Saccharum officinarum] plantations," *Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery (Japan)*, 1997.
- [5] Edwards, G., Sørensen, C. G., Bochtis, D. D. ve Munkholm, L. J. "Optimised schedules for sequential agricultural operations using a Tabu Search method," *Computers and Electronics in Agriculture*, 117, 102–113, 2015.
- [6] Busato, P. ve Berruto, R. "Minimising manpower in rice harvesting and transportation operations," *Biosystems Engineering*, 151, 435–445, 2016.
- [7] Moriguchi, K. "Identifying optimal forest stand selection under subsidization using stand-level optimal harvesting schedules," *Land Use Policy*, 108, 105674, 2021.
- [8] Poltroniere, S. C., Aliano Filho, A., Caversan, A. S., Balbo, A. R. ve de Oliveira Florentino, H. "Integrated planning for planting and harvesting sugarcane and

- energy-cane for the production of sucrose and energy,” *Computers and Electronics in Agriculture*, 184, 105956, 2021.
- [9] Higgins, A. J., Muchow, R. C., Rudd, A. V. ve Ford, A. W. “Optimising harvest date in sugar production: A case study for the Mossman mill region in Australia: I. Development of operations research model and solution,” *Field Crops Research*, 57(2), 153–162, 1998.
- [10] Salassi, M. E., Breaux, J. B. ve Naquin, C. J. “Modeling within-season sugarcane growth for optimal harvest system selection,” *Agricultural Systems*, 73(3), 261–278, 2002.
- [11] Grunow, M., Günther, H.-O. ve Westinner, R. “Supply optimization for the production of raw sugar,” *International Journal of Production Economics*, 110(1–2), 224–239, 2007.
- [12] Ferrer, J.-C., Mac Cawley, A., Maturana, S., Toloza, S. ve Vera, J. “An optimization approach for scheduling wine grape harvest operations,” *International Journal of Production Economics*, 112(2), 985–999, 2008.
- [13] Varas, M., Basso, F., Maturana, S., Osorio, D. ve Pezoa, R. “A multi-objective approach for supporting wine grape harvest operations,” *Computers & Industrial Engineering*, 145, 106497, 2020.
- [14] He, P., Li, J., Zhang, D. ve Wan, S. “Optimisation of the harvesting time of rice in moist and non-moist dispersed fields,” *Biosystems Engineering*, 170, 12–23, 2018.
- [15] Rollan, C. D., Li, R., San Juan, J. L., Dizon, L. ve Ong, K. B. “A planning tool for tree species selection and planting schedule in forestation projects considering environmental and socio-economic benefits,” *Journal of Environmental Management*, 206, 319–329, 2018.
- [16] Badi, H. N., Yazdani, D., Ali, S. M. ve Nazari, F. “Effects of spacing and harvesting time on herbage yield and quality/quantity of oil in thyme,” *Thymus vulgaris L. Industrial Crops and Products*, 19(3), 231–236, 2004.
- [17] Herrera-Cáceres, C., Pérez-Galarce, F., Álvarez-Miranda, E. ve Candia-Véjar, A. “Optimization of the harvest planning in the olive oil production: A case study in Chile,” *Computers and Electronics in Agriculture*, 141, 147–159, 2017.
- [18] Aliano Filho, A., Oliveira, W. A. ve Melo, T. “Multi-objective optimization for integrated sugarcane cultivation and harvesting planning,” *European Journal of Operational Research*, 2022.
- [19] Arora, R., Sowlati, T., Mortyn, J., Roeser, D. ve Griess, V. C. “Optimization of forest harvest scheduling at the operational level, considering precedence relationship among harvesting activities,” *International Journal of Forest Engineering*, 1–12, 2022.
- [20] Charnes, A., Cooper, W. W., ve Ferguson, R. O. “Optimal estimation of executive compensation by linear programming,” *Management Science*, 1(2), 138–151, 1955.
- [21] Dağdeviren, M. ve Eren, T. “Tedarikçi firma seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemlerinin kullanılması,” *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16(1), 41–52, 2001.
- [22] Varlı, E., ve Eren, T. “Vardiya çizelgeleme problemi ve bir örnek uygulama,” *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(2), 185-197, 2017.
- [23] Demirel, B., Yelek, A., Alakaş, H. M. ve Eren, T. “Ankaray güvenlik personelinin vardiya çizelgeleme probleminin hedef programlama yöntemi ile çözümü,” *Demiryolu Mühendisliği*, (8), 1-17, 2018.
- [24] Eren, T., Özder, E. H., Varlı, E. “Hedef programlama yaklaşımı ile temizlik personeli çizelgeleme problemi için bir model önerisi,” *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 2017, 7.2: 114-127, 2017.