

# Çukurova bölgesinde don riski taşıyan bölgelerin NOAA uydu verileri ile belirlenmesi

**B.Y.Yıldız\***, **M.Şahin**, **H.M.Kandırmaz**, **V.Peştemalci**

Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, 01330, Balcalı, Adana-Türkiye

## Özet

*Bu çalışmada, 2000 ile 2003 yılları arasında Çukurova bölgesinde (36.5° -37.5° enlem, 35-36 boylam) meydana gelen atmosferik don olayından etkilenen alanların NOAA-12, NOAA-14, NOAA-15 uyduları termal bantları kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. NOAA uyduları termal bantları yüzey sıcaklığının hesaplanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Literatürde Split-Window tekniği olarak adlandırılan bir çok model mevcuttur. Bu modeller, kullanılan parametrelere bağlı olarak seçilen bölge için farklı sonuçlar verebilmektedir. Bu çalışmada sırası ile Becker-Li, Ulivieri, Sobrino algoritmaları kullanılmıştır. Bu üç farklı modelden elde edilen yüzey sıcaklıkları yer ölçümleri ile kıyaslanmış ve bölge için en iyi sonucu Ulivieri Split-Window algoritmasının verdiği görülmüştür.*

*Ayrıca yüksek dağların hemen önünde yer alan Çatalan ve Seyhan Baraj gölünden başlayan bir don koridorunun ovaya doğru geldiği ve burada dağılarak etkisini kaybettiği uydu verilerinden tespit edilmiştir.*

**Anahtar kelimeler:** LST, Split-Window Algoritmaları, Yayınrlık, NOAA-AVHRR

## Determination Of Frost Risk Corridors In Cukurova Region Using By Noaa satellite data

### Abstract

*In this study, we have tried to determine the areas, which affected from atmospheric frost for the time period between 2000 and 2003 for Cukurova region (36,5°-37,5° latitude, 35°-36° longitude) by using NOAA satellite images. In literature there are a lot of models called Split-Window techniques. These models may give sometimes different results for the selected areas depending on parameters in the model. Models used in this study, in order, are Becker-Li, Ulivieri, Sobrino. Land surface temperatures got from these three various models were compared with ground measurements and seen that the best for the selected area is Ulivieri Split-Window algorithm.*

*Besides, it was fixed from satellite datas that a frost corridor, beginning from Çatalan and Seyhan Dam lakes situated in front of high mountains, spreads to the plain, then dissipates losing its effect.*

**Key words:** LST, Split-Window algorithm, emissivity, NOAA-AVHRR

\*Yazışmaların yapılacağı yazar: B.Yiğit Yıldız, yildizy@cu.edu.tr; Tel: (322) 3386084/2480/129

## Giriş

Atmosferde oluşan don yer yüzeyinde doğrudan tarım alanlarını etkileyebileceği için ciddi ekonomik kayıplara yol açabilir. Yer yüzeyindeki gözlemler donun belirli şartlar altında oluştuğunu ve coğrafik özelliklere bağlı olarak belirli koridorlar boyunca hareket ettiğini göstermiştir. Bu akış olayı öyle bir şekilde gerçekleşebilir ki bazı alanlar dondan etkilenirken hemen yanı başında bulunan diğer alanların etkilenemeyebilir.

Yer yüzeyinin radyasyon ve kondüksiyon ile aşırı soğumasına neden olan olaylar donun oluşması için elverişli temel koşulları sağlarlar. Özellikle belirli bir yerin soğuk ve kuru bir polar hava kütlesi tarafından doldurulması, havanın açık ve sakin olması, atmosferin su buharı oranının düşük olması, karasal bir sıcaklık rejimi don için elverişli koşulları oluştururlar. Bu koşullar altında kondüksiyon ve radyasyonla yeryüzü sıcaklığının özellikle geceleyin aşırı düşmesi, sıcaklığın 0°C 'ın altına inmesiyle donun oluşmasına yol açar.

Büyük bir narenciye üretim kapasitesine sahip olan Çukurova bölgesi bu olaydan sürekli olarak etkilenmektedir. Bu çalışmada (36.5° -37.5° enlem, 35-36 boylam) Toros dağlarından Çukurova'nın içlerine doğru akan ve don olayına neden olan soğuk hava koridorları ve bunun etkilediği alanların belirlenmiştir. Bu alanların belirlenmesinde NOAA uydusunda yer alan AVHRR algılayıcısından alınan veriler kullanılmıştır. AVHRR 4. ve 5. bantların ısı duyarlılığına sahip olması yeryüzü sıcaklık ölçümleri, sıcaklık haritalarının oluşturulması, yer yüzeyinden yayılan enerji ile ilgili çalışmalara olanak sağlar. Bu veriler ve yayınlılığına bağlı Split-Window algoritmaları kullanılarak yüzey sıcaklığı değerleri elde edilmiştir. Bundan sonraki amacımız bölgede tekrarlanan don olaylarını izleyerek oluşan koridorların sistematikliğini araştırmaktır.

## Veriler ve metot

### Çalışma alanı

Bu çalışmada TÜBİTAK-BİLTEN araştırma merkezinden 2000,2001,2002 ve 2003 yıllarının Ocak, Şubat,Mart,Nisan aylarına ait olan 148 adet NOAA-AVHRR görüntüsünden don olayının gerçekleştiği günlere ait olan 7 adet NOAA 12,NOAA 14 ve NOAA 15 uydu verileri kullanılmıştır. Bu görüntüler seçilmeden önce Adana Meteoroloji Bölge müdürlüğünden don olayının gerçekleştiği günlerin tarihleri ve bu günlere ait sıcaklık ölçüm değerleri alınmıştır. Don olayının özellikle sabahın erken saatlerinde olduğu göz önüne alınarak kullanılan uydu verilerinden sabah zamanlı olanlar seçilmiştir. Uydu verilerinden elde edilecek olan sıcaklık değerlerini karşılaştırmak için meteoroloji istasyonundan alınan sıcaklık ölçüm değerlerinin günlük ortalama değerler değil de uydu geçiş saatine yakın olanları alınmıştır bu hesaplamalarda ortaya çıkan hata oranını azaltmıştır.

### NOAA-AVHRR Termal Kanal Verilerinin Kalibrasyonu

Termal kanalların her ölçüm için skala edilmiş eğim ve kesişme değerlerinin birimi  $mW/(m^2-sr-cm^{-1})$ 'dir. Sensörün herhangi bir  $i$  kanalı için ölçülmüş yayılan enerji değeri giriş verilerini bir lineer fonksiyonu olarak şöyle ifade edilir;

$$E_i = S_i x C_i + I_i \quad (1)$$

Burada  $E_i$ ,  $mW/(m^2-sr-cm^{-1})$  biriminde hesaplanan enerji değeri,  $C$  giriş verisi (0 ile 1023 arasında değişir) ve  $S_i$  ile  $I_i$  'lerde eğim ve kesişim değerleridir. Her bir bant için artış ve eğim kalibrasyonun katsayıları, kullanıcıya lineer kalibrasyonun yapması için imkan veren level 1B veri setinin içine koyulur. Ancak, bu katsayılar, her bir bant için bir sabit olan ve iç kalibrasyonun hedef sıcaklığından bağımsız parlaklık düzeltmeleri yapan sıfır olmayan uzay parlaklığı  $R_{sp}$  kullanarak elde edilir.

$$S = \frac{R_T - R_{SP}}{C_T - C_{SP}} \quad (2)$$

$$I = R_{SP} - S \times C_{SP} \quad (3)$$

burada S eğim (slope), I durdurma (intersept),  $R_T$  hedef parlaklık ,  $C_T$  hedef sayısı ve  $C_{sp}$  uzay sayısıdır. Bu katsayılar aşağıda tanımlanan lineer bir parlaklık sağlar.

$$R_{Li} = S_i \times C_i + I_i \quad (4)$$

AVHRR 4. ve 5. bandı için denklem 4'den elde edilen lineer parlaklığın bir fonksiyonu olan düzeltilmiş parlaklık yayınan enerjiyi sağlar.

$$E = A \times R_{Li} + B \times R_{Li}^2 + C \quad (5)$$

Burada A, B ve C bantlara ait katsayılarıdır. Yayınan enerji değerlerinden parlaklık sıcaklığı değerlerine geçiş ters Planck ışıma eşitliği diye adlandırılan bir eşitlik yardımıyla gerçekleşir

$$T(E) = \frac{C_2 V}{\ln\left(1 + \frac{C_1 V^3}{E}\right)} \quad (6)$$

Burada T, E yayınan enerji değerine karşılık gelen  $^0K$  cinsinden sıcaklık, V ölçüm yapılan bantın merkezi dalga boyudur ( $cm^{-1}$ ). Bu değerler NOAA Technical Memorandum NESS 107'de yer almaktadır. Elde edilen T(E) değerine ek sıcaklık düzeltilmesi uygulanmaz. Bu işlemlerde dikkat edilmesi gereken nokta, level 1B veri setini kullanan kullanıcıların kalibrasyon işlemine 4. basamaktan devam etmesidir. NOAA-15 uydu verilerinden sıcaklık hesaplaması yapabilmek için eşitlik (6)' dan elde edilen T(E) değeri eşitlik (7) yardımıyla düzeltilmelidir.

$$T = [T(E) - A] / B \quad (7)$$

### NDVI ile Yayırlık Değerlerinin Belirlenmesi

Yer yüzeyi yayırlığının belirlenmesi ve ölçülmesi için birçok yöntem vardır. Bu yöntemlerin en başında NDVI yardımı ile yayırlığın belirlenmesi gelir. Yüzey yayırlığı bir cismin ısı enerjisini cisimden dışarı ışık enerjisi olarak çevirebilme yeteneğidir ve 0 ile 1 arasında birimsiz olarak değer alabilir. Suyun yayırlığı 1' e çok yakın iken granit yüzeylerinin yayırlığı 0.82 civarındadır. Laboratuarlarda 8 ile 14  $\mu m$  dalga boyu aralığında yapılan bir çok çalışmalara rağmen, genel olarak doğal yüzeylerin spektral yayırlık dereceleri pek belli değildir NOAA-AVHRR verilerinde yayırlık tespitinin zorluğu, verideki bir pikselin dünya yüzeyinde 1.1 x 1.1  $km^2$  lik bir alanı göstermesi ve bu alandaki yüzey bitki örtüsünün ve doğal olarak bitki örtüsüne bağlı olarak yayırlık değerlerinin farklı olmasıdır. (Wan, 1999).

NDVI ve yayırlık arasındaki bağıntı açıklamak için yapılan deneyler sonunda aşağıdaki logaritmik fonksiyonelde edilmiştir.

$$\varepsilon = a + b \log(NDVI) \quad (8)$$

a ve b bağıntı sabitleri 8 – 14 µm aralığındaki spektral bölge için belirlenmiştir ve değerleri sırasıyla 1.0094 ve 0.047 dir. (Griend ve Owe, 1993)

Çıplak toprak ve örtü yerin iki önemli yüzey tipidir. Kıraç ve yarı-kıraç çevrelerde, yer yüzeyinin % 80'i çıplak toprak, % 20'si veya daha azı ise bitki örtüsüdür. Bundan dolayı toprak yayınlılığı, bu tip çevrelerdeki yer yüzey sıcaklığını hesaplarırken önemli rol oynar. Toprak yayınlılığının, toprak çeşidine ve nemine göre oldukça değişken olmasına rağmen, yapılan çalışmalar toprak yayınlılığının değeri 0.84- 0.98 örtü yayınlılığının değeri 0.94- 0.99 ve doymuş örtü yayınlılığının değerinin 0.98-1.0 arasında olduğunu göstermiştir.

10- 14 µm aralığında Dünya yüzeyinin % 70 için bitkili ve bitkisiz bölgelerin yayınlılık faktörlerini belirlemek gereksizdir (Wan, 1999). Bu kabullenim yüzey sıcaklığının belirlenmesinde ortalama bir yayınlılık değeri olan 0.975'in kullanılmasına sebep olur. Birçok araştırmacı yeşil bitki yüzeylerin 0.98 yayınlılık değeri ile çok iyi ifade edildiğini kabul ederler (Cihlar ve ark. 1997).

Yer yayınlılığının, uzaktan algılama verileriyle yer yüzey sıcaklığı hesabının doğruluğu üzerinde önemli bir etkisi vardır. Genellikle bir çok yer yüzeyi için yayınlılığı 0.96 alınması mantıklıdır. Bununla beraber, 4. ve 5. kanal arasındaki yer yayınlılık farkının, yer yüzey sıcaklığının hesabının doğruluğu üzerinde önemli bir etkisi vardır (Oin, Karnielli,1999).

Bu çalışmada AVHRR 4. bant ve 5. bant için yayınlılık değerleri sırası ile 0.96 ve 0.98 olarak kullanılmıştır.

### Split-window algoritmaları

Split-window tekniği birbirinden farklı fakat birbirine yakın yan yana 2 dalga boyu aralığındaki değişik atmosferik soğurulma karakteristiğini içerir. Bu kanalların ölçülebilen ısı farkı atmosferden geçen ışınların etkisiyle yorumlanır. Bu teknikte yayınlılık ve parlaklık sıcaklığı ana değişkenlerdir.

Yüzey sıcaklığı belirlemede kullanılan algoritmalar, atmosferik sıcaklık verileri içeren termal kanalların lineer kombinasyonundan oluşmuştur. Yüzey sıcaklığı hesaplamalarında çalışma bölgesinden yerden ölçülen sıcaklık verileri veya değişik modeller yardımıyla hesaplanan sıcaklık verileri için değişik düzeltme algoritmaları ortaya çıkarılmıştır. Split-window algoritmalarının temel formülasyonu şudur;

$$T_{sr} = a_0 + a_1 T_{kanal4} + a_2 T_{kanal5} \quad a_1 + a_2 \quad (9)$$

$T_{sr}$  = Yüzey sıcaklığı

$T_{kanal4}$  = 4. kanal için parlaklık sıcaklığı

$T_{kanal5}$  = 5. kanal için parlaklık sıcaklığı

$a_0, a_1, a_2$  'ler sabitlerdir.(Becker,Li 1990)

Bu metodun temeli, her kanalın yayınlılık değerlerinin bilinir olmasıdır. Split-Window algoritmalarındaki sabitler 4. ve 5. kanalların yayınlılık değerlerine çok güçlü bir şekilde bağlıdır (Cihlar ve ark. 1997).

Split-window algoritmalarını kabaca aşağıdaki başlık altında toplayabiliriz;

1. Saf ampirik SW tekniği
2. Yayınlığa bağlı SW tekniği
3. Su buharına bağlı SW tekniği
4. Görüş açısına bağlı SW tekniği

### **Yayınlığa Bağlı Split-Window Algoritmaları**

Bu tip fonksiyonlarda, algoritmalarda yer alan sabitler spektral yayınlığın bir fonksiyonudur. Sadece değişik dalga boyları aralığında spektral yayınlık değerlerinin bilinmesi durumunda tam ve uygun sabitlerin bulunması mümkün kılınabilir. Bu sabitler Becker ve Li (1990) tarafından türetilmiştir.

Yüzey sıcaklığı hesaplamasında birçok algoritma vardır, bunlardan bir kısmı Becker-Li algoritmasına benzerken bir kısmı ise direkt bu algoritmayı baz alarak türetilmiştir Becker-Li çalışmasındaki ana temel  $a_i$  sabitlerinin atmosferik etkilerden bağımsız olarak direkt yayınlığı temel olarak geliştirilmiş olmasıdır. Daha sonraki bazı çalışmalarda ise atmosferik etkiler belirli ölçülerde hesaba katılarak  $a_i$  katsayıları hesaplanmıştır.

Bu çalışmada yer alan algoritmaların tümü yayınlığa bağlı ve Literatürde yer alan algoritmalarıdır. Bu algoritmalar seçilirken, çalışma bölgesi, kesinlik ve algoritmanın temel aldığı parametreler dikkate alınmıştır. Bu çalışmada test edilen algoritmalar şunlardır.

### **Becker- Li**

$$T_{BELI} = 1.274 + \left[ \frac{(T_4 + T_5)}{2} \times \left[ 1 + 0.015616 \frac{(1 - \varepsilon)}{\varepsilon} - 0.482 \frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon^2} \right] + \frac{(T_4 - T_5)}{2} \times \left[ 6.26 + 3.98 \frac{(1 - \varepsilon)}{\varepsilon} + 38.33 \frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon^2} \right] \right] \quad (10)$$

### **Ulivieri**

$$T_{UL} = T_4 + 1.8(T_4 - T_5) + 48(1 - \varepsilon) - 75\Delta \varepsilon \quad (11)$$

### **Sobrino**

$$T_{SO} = T_4 + 2.76(T_4 - T_5) + 38.6(1 - \varepsilon) - 96\Delta \varepsilon \quad (12)$$

Bu algoritmalarda yer alan yayınlık parametreleri için geçerli olan eşitlikler ise;

$$\Delta \varepsilon = \varepsilon_4 - \varepsilon_5 \quad (13)$$

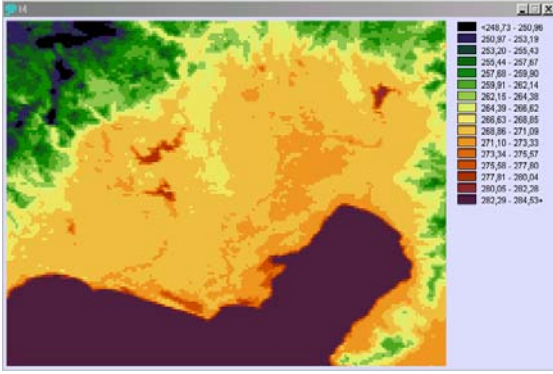
$$\varepsilon = (\varepsilon_4 + \varepsilon_5) / 2 \quad (14)$$

### **Sonuçlar**

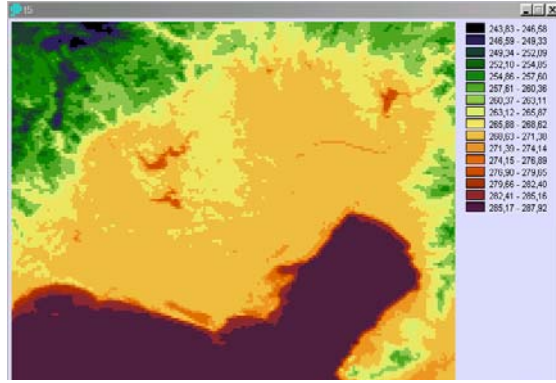
TÜBİTAK BİLTEN Araştırma kurumundan alınan 2000, 2001, 2002 ve 2003 yıllarında don olaylarının meydana geldiği tarihlere ait NOAA 12, NOAA 14 ve NOAA 15 uydularına ait veriler kullanılmıştır. Don olayının meydana geldiği tarihler ve o günlere ait sıcaklık değerleri Adana

Meteoroloji Müdürlüğünden sağlanmıştır. NOAA verileri Level 1B veri seti olarak kullanıldığından 0- 1023 arasındaki görüntüyü oluşturan piksel değerleri eşitlik (4)' nin kullanılması ile yayınan enerji değerlerine dönüştürülmüştür.

Yayınan enerji değerlerinden ters Planck ışınım eşitliği olarak adlandırılan eşitlik (6) yardımı ile parlaklık sıcaklığı hesaplanmıştır. Bu hesaplama sonucu oluşan görüntüler şekil 1 ve şekil 2 de yer almaktadır.



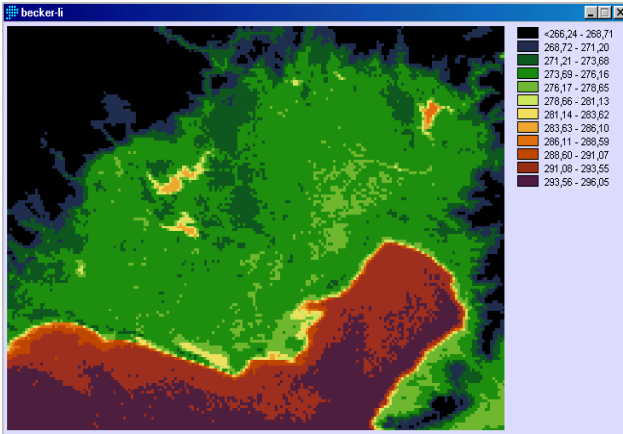
Şekil 1.



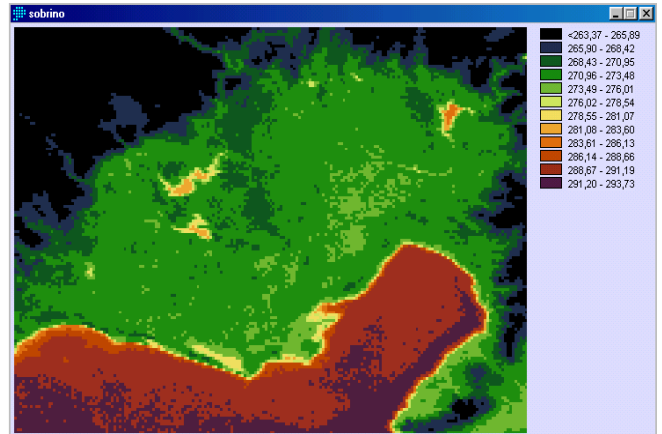
Şekil 2.

Şekil 1.2.. AVHRR 4. ve 5. bantlarından hesaplanan parlaklık sıcaklıkları

Elde edilen parlaklık sıcaklığı değerlerinden yüzey sıcaklığının hesaplanması için bu verilerin yüzey örtüsü yayınlılık verileri ile düzeltilmesi gerekir. Bu çalışmada kullanılan başlıca Split-Window teknikleri Becker-Li eşitlik (10), Ulivieri eşitlik (11) ve Sobrino eşitlik (12)'dir. Şekil 3, 4 ve 5'de bu metotların sonuçları görülmektedir.



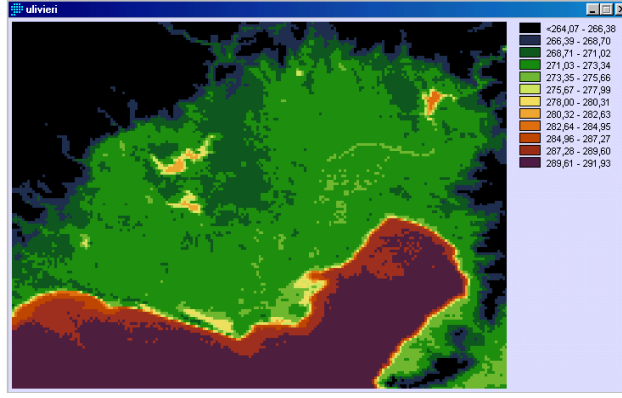
Şekil 3



Şekil 4

Şekil 3. Becker-Li tekniğinin uygulanması ile elde edilen yüzey sıcaklığı haritası

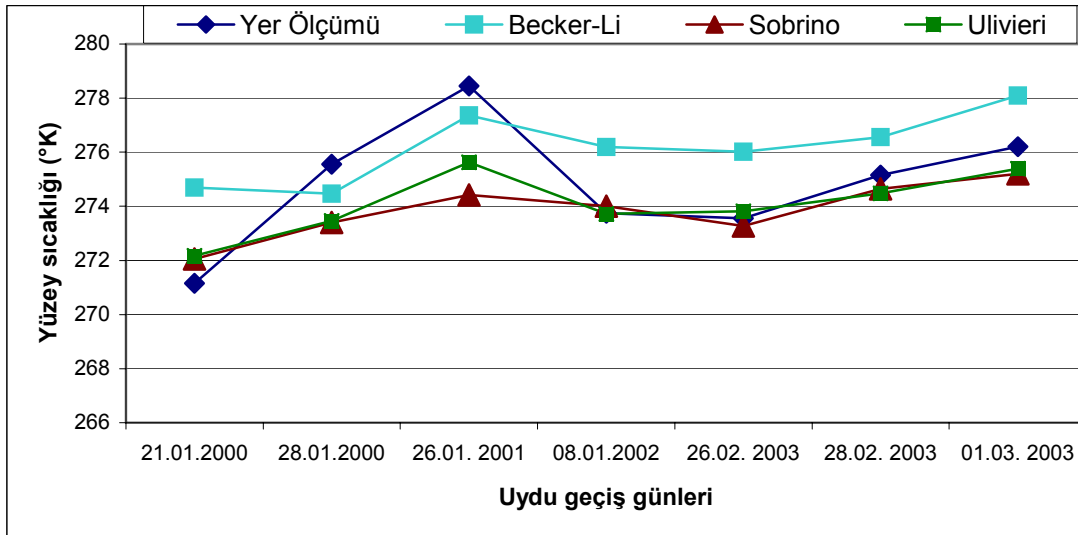
Şekil 4. Sobrino tekniğinin uygulanması ile elde edilen yüzey sıcaklığı haritası



Şekil 5. Ulivieri tekniğinin uygulanması ile elde edilen yüzey sıcaklığı haritası

NOAA uydu verileri ile Becker- Li, Sobrino ve Ulivieri metodları ayrı ayrı kullanılarak Çukurova Bölgesinin yüzey sıcaklığı hesaplanmıştır. Don olayının gerçekleştiği günlere ait veriler incelendiğinde dağların hemen önünde yer alan Çatalan ve Seyhan Baraj gölünden başlayan bir don koridorunun ovaya doğru geldiği ve burada dağılarak etkisini kaybettiği uydu verilerinden belirlenmiştir. Bu sonuçlar ışığında don koridoru üzerinde bulunan bu alanların narenciye üretimi için uygun alanlar olmadığından söz etmek mümkündür.

Meteorolojiden alınan yüzey sıcaklığı değerleri ile Becker-Li, Sobrino ve Ulivieri metodları kullanılarak hesaplanan yüzey sıcaklığı değerleri karşılaştırılmış ve ortalama % hata oranları sırası ile %0.72, %0.48, % 0.40 olarak hesaplanmıştır. Şekil 6'da her veri için 3 algoritma ile hesaplanmış olan yüzey sıcaklığı ve yer ölçüm değerleri görülmektedir.



Şekil 6. Yer verileri ile Split-Window metodlarından elde edilen yüzey sıcaklığı değerleri

Bu çalışmada kullanılan 3 algoritma için hesaplanan RMSE,  $R^2$  ve MBE oranları tablo 1'de verilmiştir. Bu tabloya göre çalışma bölgesinde yüzey sıcaklığı hesaplamalarında en iyi sonucu Ulivieri algoritması vermiştir.

Tablo 1.Split-Window algoritmaları için hesaplanan hata oranları

	RMSE	R <sup>2</sup>	MBE
BECKER-Lİ	2,14	0,39	1,355714
SOBRİNO	1,81	0,57	-0,97286
ULİVİERİ	1,46	0,81	-0,74857

Bu sonuçlardan anlaşıldığı gibi Cukurova bölgesinde bundan sonra yapılacak don olayı ve yüzey sıcaklığı çalışmalarında Ulivieri algoritmasının seçilmesi uygun olacaktır. Bundan sonraki çalışmalarda don olayının ve don koridorlarının sistematüğını belirlemek için daha iyi çözünürlüğe sahip ve daha fazla sayıda verilerle yapılacak çalışmaların bölge ve tüm ülke ekonomisi için iyi sonuçlar verebilmesi için bu çalışmalar devam etmelidir.

### Kaynaklar

- Becker, F., Li, Z. L. (1990). Towards a local split window method over land surface *International Journal of Remote Sensing*, **3**, 369-393.
- Van de Griend, A.A and Owe, M., (1993). On the relationship between thermal emissivity and normalized difference vegetation index for natural surfaces, *International Journal of Remote Sensing*, **14**, 1119-1137.
- Coll, C., and Caselles, V., Sobrino J.A., (1993). Theoretical split-window algorithm for estimating land surface temperature. *II Nuovo Cimento*, **16**, 219-236.
- Ulivieri, C., M., Cartronouvo, M., Francioni, R. and Cardillo,A., (1994). A SW algorithm for estimating land surface temperature from satellites, in *COSPAR*, Washington D.C,
- Wan, Z., and Doizer, J.,(1996). A Generalized Split-Window Algorrithm for Retrieving Land-Surface Temperature from Space, *IEEE Transactions ON Geossience and Remote Sensing*, **34**, 892-905.
- Cihlar, J., LY,H., Z. Li, Chen ,J., Pokrant, H., and Huang, F., (1997). Multitemporal, multichannel AVHRR data sets for land biosphere studies-artifacts and corrections, *Remote Sensing of Environment*, **60**, 35-57.
- Qin, Z., Karnieli A.,(1999). Proress in the remote ensing of land surface temperature and ground emissivitiy using NOAA-AVHRR data, *International Journal of Remote Sensing*, **20**, 2367-2393.
- Goodrum, G., Kidwell, K.B., Winston, W. (2001). *NOAA KLM user's guide*.