

Toprak İşlemede Yeni Yaklaşımlar: Albedo Etkisi

Yasemin VURARAK*¹, Ahmet ÇIKMAN², M. Emin BİLGİLİ¹, Zinnur GÖZÜBÜYÜK³

¹ Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana

² GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Şanlıurfa

³ Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Erzurum

*Sorumlu yazar e-posta: yasemin.vurarak@tarimorman.gov.tr

Geliş Tarihi (Received): 01.10.2019

Kabul Tarihi (Accepted): 05.11.2019

Özet

İklim değişikliğine bağlı olarak aşırı sıcaklıkların yaşandığı günlerin artışı, toplumlar için bir endişe kaynağıdır. Bu durum insanoğlu ve ekosistem için büyük bir tehlike oluşturmaktadır. Son yıllarda araştırmacılar, iklim değişikliğini kasıtlı olarak manipüle edip, bu etkileri hafifletmeyi amaçlayan tarımsal uygulamaları olan "İklim Mühendisliği Tekniklerini" sıklıkla kullanıyorlar. Bu tarımsal uygulamalardan birisi de toprak işleme uygulamalarıdır. Topraktaki karbon salınımını yavaşlatmak için toprak işlemeyi azaltmak ya da toprağı bastırmak, küresel ısınmanın yavaşlamasına yardımcı olabilir. Aslında bu uygulamaların toprak yüzeyinin fiziksel özelliklerini değiştirerek, bölgesel iklim üzerinde doğrudan bir etkiye de sahip oldukları konusunda pek çok araştırmacı hemfikir. Ancak, dünya da olduğu gibi Ülkemizde de bu biyo-jeofizik etkiler hala iyi bilinmemektedir. Ancak, toprak işleme şekline göre Albedo (yansıtılabilirlik) etkisinin belirlenmesi ve iklim değişikliğinin azaltılmasında bu etkinin kullanılması iklim mühendislerinin ilgisini çeken konulara arasında yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Albedo, ışıınım, mekanizasyon, toprak işleme, toprak yönetimi

New Approaches to Soil Tillage: Albedo Impact

Abstract

Due to the climate change, increase days when extreme temperatures are experienced is a source of concern for societies. These changes are a great danger to mankind and the ecosystem. In recent years, researchers deliberately manipulate climate change by using techniques known as "Climate Engineering Techniques", thus aiming to reduce these adverse effects. One of these agricultural practices is soil tillage. To reduce carbon emissions can help reducing soil tillage or press soil for slow global warming. In fact, many researchers agree that these practices have a direct influence on the regional climate, changing the physical characterizes of the soil. However, as in the world, these bio-geophysical effects are still not well known in our country. However, the determination of the Albedo (reflectance) effect according to the soil tillage methods is among the topics that interest the climate engineers. Thus, it may be possible to use the albedo effect to reduce the effect of climate change.

Key words: Albedo, radiation, mechanization, soil tillage, soil management

GİRİŞ

Litertürde, Albedo (Latince *albus* = beyaz) diğer adıyla yansıtılabilirlik, yüzeylerin ışığı yansıtma gücü ya da bir yüzeyin üzerine düşen elektromanyetik enerjiyi yansıtma kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Güneşten gelen radyasyon dünya atmosferine çarptığında, bir kısmı uzaya geri gönderilirken, geri kalan kısım atmosfere girer. Giren enerji %100 olarak değerlendirildiğinde, ortalama olarak %7'lik kısmı atmosferde dağılır, %24'lük kısmı bulutlardan uzaya yansıtılır ve %4'lük kısmı da yerden uzaya yansır. Buna

göre, atmosfere giren enerjinin ortalama olarak %35'i (24+7+4) direkt olarak uzaya yansıtılmış olur. Yansıyan bu %35'lik kısım "Albedo" olarak adlandırılır. Yeryüzünü oluşturan ögeler, gelen enerjinin diğer bölümünü ise tutar. Çeşitli çalışmalarda Dünyanın Albedo değeri ortalama olarak %37-39 arasında olduğu belirtilmiştir (Anonim, 2018).

Albedo değeri, cismin yüzey dokusuna, rengine ve alanına bağlı olarak değişebildiği gibi yerküreyi kaplayan en büyük örtülerden biri olan toprak

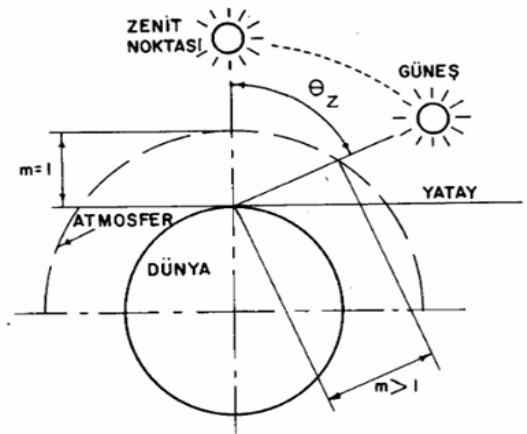
örtüsünün fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre de değişir. Albedo değerinin öncelikli olarak toprağın organik maddesi, demir oksit miktarı, toprak yüzeyinin parçacıklığından kaynaklı agregat yapısı, üzerinde yetiştirilen ya da var olan bitki örtüsü, toprak yüzeyinin yansıtma geometrisi ve güneş açısına bağlı olarak değiştiği bildirilmektedir (Cierniewski, 2018). Albedo değeri, toprak yüzeyi pürüzlülüğü, tuzu ve nemi ile ters orantılı olarak değişir. Koyu renkli, nemli ve çok pürüzlü (işlenmiş) tarım alanlarında albedo değeri aralığı 0.35-0.40 olarak belirlenmiştir. Ancak, toprak rengi koyu renkten açık renge döndükçe ve bitki örtüsünün kaplama oranı arttıkça albedo değerinin azaldığı bazı çalışmalarda bildirilmektedir (Dobos *et al.*, 2006., Oke *et al.*, 1992., Rechid *et al.*, 2005). Albedo değerinin yüksek olması, o yerdeki ısınma kapasitesini düşürmektedir. Albedo değeri yüksek cisimler ya da yüzeyler, gelen enerjiyi yansıtıkları için az ısınır, yani çevreleri için kısmen soğuma etkisi yaratırlar. Buna rağmen düşük Albedo değerine sahip cisimler gelen enerjinin büyük kısmını soğururlar. Genel olarak sürdürülebilir şehir planlamalarında kullanılan Albedo değerinin planlama etkileri üzerinde de sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Albedo değeri şehir mimarisinde (yol ve bina dış yüzeylerinin yapımı, sanayi bölgelerinin seçimi, şehirlerin büyümesi ile birlikte iklim üzerindeki etkilerinin belirlenmesi gibi) son yıllarda kullanılan bir parametre olarak sıklıkla görülmektedir. Çizelge 1'de arazi durumuna ve yapısına göre ölçülmüş Albedo değerlerinden bazıları verilmiştir.

Çizelge 1. Farklı bazı yüzeylerin Albedo değeri (Anonim, 2018)

Arazi örtüsü	Albedo değeri
Su	0.10
Bataklık	0.10
Karışık Orman	0.10
Fundalık	0.15
Şehir	0.15
Çayır	0.20
Çalılık	0.20
Karışık Arazi	0.20
Kum	0.20

Her yüzeyin belirli bir Albedo değeri olduğu gibi, toprağın da Albedo değeri vardır ve bu değer mevimselere ve konuma göre değişimi bitki, toprak ve

atmosfer arasındaki ilişkileri düzenler. Toprağın yüzeyini yumuşatmak ve tarım yapabilmek için kullanılan makinaların toprağa yapmış olduğu etki ile toprağın yüzeyi değişmekte ve toprak tarafından absorbe edilen kısa dalga boylu radyoaktif dalgalar azalmaktadır. Böylece toprak yüzeyin sıcaklığı azalmaktadır (Davin *et al.*, 2007). Albedo değerinin Zenit Açısı ile değiştiği bildirilmektedir (Kıncay, 2018). Zenit Açısı (θ_z) yatay yüzeyin normali ile güneş ışını arasındaki açıdır (Şekil1). Bu açı mevsimlerin etkisi ile yaz aylarında azalmakta, kış aylarında artmaktadır.



Şekil 1. Zenit açısı (θ_z) (Kıncay, 2018)

Matthias *et al.* (2000), çalışmalarında toprak işleminin yansımayı %25 oranında azalttığını bildirmiştir. Fones (1996) ise Albedo değerinin azalmasıyla birlikte bölgesel sıcaklığın toprağın ısıyı daha fazla absorbe etmesiyle beraber arttığı belirlenmiştir. Dolayısıyla toprak işleminin doğrudan iklim değişikliğini etkilediği farklı bir bakış açısı kullanarak da söylemek mümkündür. Küresel Albedo değerinde 0.005 lik bir azalma çevre sıcaklığının 0.9°C artmasına neden olduğu bildirilmektedir (Desjardins, 2009). Toprak işlemez uygulamalarda elde edilen lokal soğutma etkisi 2°C olarak belirlenmiştir. Lokal olarak oluşan bu etki nicel olarak küçük görülse de aslında iklim değişikliği üzerinde niteliği büyük olan bir etkiye sahiptir (Davin *et al.*, 2014; Pierre *et al.*, 2016).

Tarım alanlarında toprağa yapılan fiziksel müdahaleler, toprağın Albedo değerini doğrudan etkilemektedir. Toprak işleme yöntemlerinin yapmış olduğu etkiler ve bu işlemlerin maliyetler üzerindeki etkileri ile ilgili pek çok çalışma ülkemizde uzun yıllardır yapılagelmektedir. Ancak, toprak işleminin Albedo

değerine ve iklim değişikliği üzerine etkisinin araştırıldığı çalışma sayısı oldukça azdır. Son yıllarda, uluslararası toprak işleme çalışmalarında sıklıkla kullanılmaya başlanan Albedo değeri, iklim mühendislerinin de en önemli konularından bir haline gelmiştir. Bu çalışmada, yurt dışında konu ile ilgili yapılmış araştırmaların sonuçları ve tarım alanlarında Albedo değerinin iklim değişikliği üzerindeki kanıtlanmış etkileri üzerinde durulmuştur. Yerküre sıcaklığının azaltılmasında, tarım topraklarına uygulanan mekanik işlemlerin farklı bir bakış açısı ile yeniden gözden geçirmek ve iklim değişikliğine neden olan Albedo değeri ve etkisini anlamak önemli olduğu kadar yeni bir konu olarak da karşımıza çıkmaktadır.

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Albedo değeri, iklim değişikliği ile arasındaki ilişki daha çok anlaşılmasına başlanmasıyla özellikle iklim bilimciler, şehir planlamacılar tarafından kullanılan bir parametre olarak çalışmalarda yer almıştır. Tarım alanında ise Albedo değeri ile ilgili yapılan ilk çalışmalar genel olarak çıplak toprak Albedo değeri ve üzerinde yetiştirilen ürünlere ait yetiştirme sezonu boyunca değişen Albedo değerinin karşılaştırılması şeklindedir. Daha sonra yapılan farklı çalışmalarda toprak yapısı, toprak işleme yöntemleri ve toprak nem içeriğine göre değişen Albedo değerinin belirlenmesi üzerine odaklanılmıştır. Günümüzde bölgesel ya da küresel olarak iklim değişikliği senaryolarında kullanılan parametreler arasında Albedo değeri de yer almaktadır.

Graham and King (1961), mısır tarlasının Albedo değerinin belirlenmesinde sulu koşullarda toprak için günlük radyasyona dayanan yansıma katsayısını kullanmışlardır. Bitkilerin küçük ve toprağın nemli olduğu koşullarda bu değer 0.12-0.15, bitkiler tam olgunlukta ise Albedo değerinin 0.17-0.19 olduğunu belirlemişlerdir. Toprak yüzeyi kuru ve bitkilerin küçük ise Albedo değerinin 0.21 ye kadar yükseldiğini tespit etmişlerdir.

Kung (1964), Amerika'nın farklı bölgelerinde yetiştirilen bitkilere ait Albedo değeri değişimini takip etmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, Iowa'da mısır tarlası 0.14, Louisiana'da şeker kamışı tarlası 0.16, Wyoming'da kuru çıplak tarım alanı 0.20-0.22, W. Colorado'da otlak alanları 0.19-0.20, W. Colorado'da çöl 0.19-0.25, Batı New Mexico yakınında çöl 0.27-

0.28, Güney Arizona'da Sonoran çölü 0.22 ve Orta Kuzey Carolina'da orman alanları 0.14 Albedo değerine sahip oldukları tespit edilmiştir.

Fritschen (1967), farklı ürünlerin yetiştiriciliğinde ekimden hasada kadarki gelişme evrelerine göre Albedo değeri değişimini belirlemiştir. Buna göre, yonca 0.20-0.27, arpa 0.20- 0.26, buğday 0.18-0.23, sorgumda 0.19- 0.22 arasında Albedo değeri belirlenirken, yulafla da bu değer kuru ve nemli koşullara göre değişmiş ve 0.16-0.25 aralığında olduğu bildirilmiştir. Pamuğun Albedo değeri, bitkinin büyümesiyle birlikte ilk evrelerinde 0.18, 115 cm bitki boyuna ulaştığında ise 0.27'ye kadar yükseldiği tespit edilmiştir. Ayrıca ürün olmayan tarlalarda kuru koşullarda toprak Albedo değeri 0.24 iken, nemli alanlarda 0.14'e kadar düştüğü bildirilmiştir.

Seo (1972), çalışmasında Albedo değerinin bitki ve bitkinin büyüme mevsimi boyunca değiştiğini bildirmiştir. 15°'lik bir güneş yüksekliği için, pirinç tarlasında Albedo değeri 0.315, buğday tarlasında 0.30, tatlı patates tarlasında 0.27, soya tarlasında 0.28 olarak belirlemiştir. Albedo değerinin yüksek olduğu ürünlerin yetiştiricilikte tercih edilmesini üreticilere önermiştir.

Reginato *et al.* (1977), çalışmalarında verimli ve kuru topraklarda toprak yüzeyi işlenmemiş ya da bastırılarak düz hale getirilmiş ise 0.29, sert ve tınlı koşullar mevcutsa 0.22 Albedo değerini tespit etmişlerdir. Ancak nemli koşullar altında pürüzsüz ve sert toprak için Albedo değeri 0.15 ve 0.11 olarak azalmış ve sonuç olarak nemli koşullarda Albedo değerinin azaldığı belirlemişlerdir.

Mikhajlova (1986), çalışmasında büyük düzensiz agregalara sahip bir toprak yüzeyi, daha küresel ve daha küçük agregatlara sahip aynı kimyasal özelliklere sahip toprağa göre, daha düşük bir spektral yansımasına sahip olduğunu tespit etmiştir. Bu sonucun, toprağı erozyona açık hale getiren yoğun toprak işleme sistemlerinin iklim üzerinde negatif etkilere sahip olduğunun da bir göstergesi olarak kabul edilebileceğini bildirmiştir.

Potter *et al.* (1987), çalışmalarında toprak sıcaklığı ile toprak işleme arasındaki ilişkide genellikle toprak agregat yapısının görmezden gelindiğini bildirmişlerdir. Çalışma sonunda, toprak yüzeyinin agregat yapısı arttıkça, net radyasyon enerjisinin de arttığını belirlemişlerdir. Yani, yüzey pürüzlülüğü arttıkça yüzey

yansıma azalarak, net radyasyon değerlerinin büyümesine neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum, pürüzsüz bir yüzeye göre, pürüzlü bir toprak yüzeyinde daha radyant bir enerjinin mevcut olduğu anlamına gelmesi şeklinde yorumlamışlardır. Toprak işleme ile birlikte yansımanın azalarak toprak sıcaklığının da arttığını bildirmişlerdir.

Cresswell *et al.* (1993), çalışmalarında yeni Zelanda'da yeni sürülmüş topraklarda kısa dalga boylu Albedo etkisini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Böylece, toprak işlemenin Albedo değerini etkileyip etkilemediğini belirleyerek, toprak yönetiminin Albedo değerini daha yüksek değerlere çıkartan uygulamaların yaygınlaştırılmasının sağlanması gerektiği vurgulanmıştır. Çalışmalarında, siltli-tınlı toprak yapısına sahip deneme alanında üç farklı toprak işleme

uygulanmıştır (1-Kültüvatör: minimum toprak işleme, 2-pulluk+yaylı tırmık: orta düzey toprak işleme ve 3-pulluk+kültüvatör+yaylı tırmık: ağır toprak işleme). Uygulamalar kuru ve nemli toprak koşullarında tekrarlanmıştır. Kuru koşullarda, ekim öncesi yapılan ağır toprak işleme ve toprak nemi tarla kapasitesinde iken (%32) Albedo değerinin daha yüksek (%14.6), sulu koşullarda minimum toprak işlemede ve toprak neminin tarla kapasitesinde olduğu durumda (%32) ise bu değer daha düşük (%4.3) seviyede kaldığını belirlemişlerdir (Çizelge 2). Ayrıca, çalışma sonunda, Zenit açısı ile Albedo değeri arasında ters yönlü bir ilişki olduğunu yani Zenit açısı attıkça Albedo değerinin azaldığını tespit edilmişlerdir.

Çizelge 2. Toprak işleme uygulamalarına göre Albedo değişimi (Cresswell *et al.*, 1993)

Toprak işleme uygulamaları	Toprak işleme öncesi toprağın su içeriği	Kuru koşullarda Albedo (%)	Sulu koşullarda Albedo (%)	Yüzey pürüzlülüğü (LD index)	Agregat yapısı (%) (<18 mm)
Minimum	Tarla kapasitesi(%32)	12.6	4.3	17.0	26.8
	Solma noktası(%18)	13.6	6.3	21.4	58.9
Orta düzey	Tarla kapasitesi(%32)	13.3	5.7	16.7	61.8
	Solma noktası(%18)	14.4	5.7	14.7	61.8
Ağır	Tarla kapasitesi(%32)	14.6	5.8	10.2	78.0
	Solma noktası(%18)	14.2	5.6	5.8	93.4

Sellers *et al.* (1995), çalışmalarında toprak Albedo değerinin gün boyunca değişen Solar Zenith Açısı (θ_s) ile değiştiğini belirlemişlerdir. Buna göre, Albedo değerinin yerel öğle saatlerinde (saat 12.00-15.00 arasında) en yüksek, güneşin doğumu ve batımında en düşük seviyede olduğunu bildirmişlerdir. Pürüzlü ve derin sürülmüş toprak yüzeyi olduğu gibi bırakılırsa, Zenith açısının 75° dan daha düşük olduğu durumlarda Albedo değerlerinin, toprağın bastırılması ve düzleştirilmesi işlemleri yapıldığında aynı açılarda kademeli bir artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Horton *et al.* (1996), çalışmalarında tarla kalıntı yönetimi (anız yönetimi) ile toprak yüzeyi Albedo değerinin değiştirilebileceğini ve böylece iklim üzerinde bir soğutma etkisi sağlanabileceğini bildirmişlerdir. Ürün kalıntılarını muhafaza eden sistemler geleneksel toprak işleme sistemlerine kıyasla yüzey Albedo değerini arttırdığı, bu durumda toprak yüzeyi tarafından emilen güneş enerjisinin azalmasına neden olduğunu belirlemişlerdir.

Fontes (1996), araştırmasında toprak işlemeden kaynaklı yüzey renk değişimine bağlı olarak yüzey Albedo değeri değişimi belirlemeye çalışmıştır. Çıplak arazilerdeki renk değişiminin kuru ve nemli koşulu ile doğrudan ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Albedo değerinin yüzey pürüzlülüğü ile lineer olmayan bir ilişkisinin olduğunu tespit etmiştir. Albedo değeri, toprak rengi, nem koşulları, toprak yüzeyindeki kireçtaşı betonlarının varlığı, demir, organik madde içeriği, doku, pürüzlülük ve bitki örtüsünü içeren çeşitli değişkenlerden doğrudan etkilendiği vurgulanmıştır. Çalışma sonunda, kuru topraklarda pullukla toprak işlenmiş alanların Albedo değerinin ortalama olarak 0.15 'in altında kaldığı tespit edilmiştir. Bu değer, bant ekim yapılan alanda ortalama olarak 0.17 civarında bulunurken, diskaro ile sürüm yapılan alanda 0.18 ve hiçbir işlemin yapılmadığı pürüzsüz alanlarda ise ortalama olarak $0.22-0.26$ arasında ölçülmüştür. Yansıma özelliği en düşük konu pullukla işlenen alanlarda bulunmuştur. Nemli alanlarda ise bu değer

sırasıyla, pullukta 0.09-0.07, yalnız tohum yatağı işlenmiş alanda 0.09-0.10, diskaro ile işlenmiş alanda 0.11-0.10, işlem yapılmamış alanda ise 0.14-0.10 arasında değiştiği ve nemli alanlarda Albedo değerinin azaldığı bildirilmiştir. Albedo değerinin azalmasıyla birlikte bölgesel sıcaklığın toprağın ısıyı daha fazla absorbe etmesiyle beraber arttığı belirlenmiştir.

Dexter (2004), çalışmasında Dünyanın kara yüzeylerinin Albedo değerlerinin mevsime göre değiştiğini bildirmiştir. Albedo değerinin çok yüksek olan kar örtüsü, kış mevsiminde fazlaca kar yağışı nedeniyle %0.8-0.95 arasında iken, ilkbaharda karların erimesine bağlı olarak ve bitki örtüsünün oluşumundan hemen önce bu değer 0.05–0.1'e kadar ulaştığını bildirmiştir. Bitkilerin ve doğal bitki örtüsüne ait Albedo değerinin, büyüme mevsimi boyunca olgunlaşma ve boy ve yaprak alanlarındaki artışla birlikte yaklaşık 0.25'e kadar kademeli olarak yükselmeye devam ettiğini bildirmiştir.

Lobell *et al.* (2006), araştırmalarında araştırmacıların toprak Albedo değerinin yalnızca ortalama iklim üzerindeki potansiyel etkilere odaklanıldığını bildirmiş, bunun tarımsal faaliyetler üzerindeki yansımaları çoğu kez unutulmuş olduğu vurgulanmıştır. Toprak işleme ile birlikte kalıntı yönetimi ve toprak nemi değişikliklerinin de iklim koşullarını etkilediği bildirilmiş ve bu konuda daha çok çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu belirtmişlerdir.

Desjardins (2009) çalışmasında, sera gazlarının ısınmaya neden olurken, bunun yanında yüzeydeki Albedo değeri ve aerosollerin yansıtıcılığının artması gibi nedenler, esas olarak soğumaya neden olduğunu bildirmiştir. Araştırmacıya göre, artmış Albedo değeri ile sonuçlanan herhangi bir faktör kombinasyonu, dünya yüzeyinde daha az güneş enerjisinin emildiğini ifade etmektedir. Dünya üzerinde 30 farklı iklim kuşağında Albedo etkisi ölçülmüş ve dünya üzerinde ortalama olarak 0.30 Albedo değerine sahip olduğunu belirlemiştir. Ancak, yüksek Albedo değerli kar, buz, çöllerde 0.30-0.90 arasında değiştiği bildirilmiştir. Buralarda hava sıcaklığının her zaman düşme eğiliminde olduğu bildirmiştir. Albedo değeri düşük olan okyanuslar, çayırlar ve ormanlarda (0.05-0.0) hava sıcaklığı artmaktadır. Küresel Albedo değerinde 0.005 lik bir azalma çevre sıcaklığının 0.9°C artmasına neden olduğunu bildirmiştir.

Schwaiger and Bird (2010), çalışmalarında tarımsal faaliyetler bakımından insanlar belirli bir biyo-enerji hammaddesinin üretimi için kullanılan bitki yetiştirme yöntemlerini yöneterek, tarım arazilerinin yüzey özelliklerini değiştiren Albedo değerini doğrudan değiştirebileceklerini vurgulamışlardır. Bu değişimin yönü gezegenin emdiği güneş enerjisi miktarını da etkiler. Araştırmacılar, yüzey Albedo değeri yönetiminin, arazi yönetimi faaliyetleriyle değiştirilmesi konusunda kullanılmasının son yıllarda ilgi çekici bir konu olduğunu bildirmişlerdir.

Davin *et al.* (2014), çalışmalarında Fransa'da özellikle yaz aylarında toprak işleme yapılmayan tarım alanlarında yüzey Albedo değerinin yükseldiğini ve sonuç olarak ortaya çıkan soğutma etkisinin artarak sıcaklık dalgalanmalarını hafiflettiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, toprak işleme yapılmayan tarım alanlarında (doğrudan ekim) yüzey Albedo değerinden kaynaklı sıcaklık azalmalarını kullanarak buharlaşmayı da takip edebilecekleri otomasyon sistemleri üzerinde yoğunlaşmışlar ve bu sistemlerin tüm Avrupa'ya yayılması ile bölgesel ısınmayı azaltabileceklerini bildirmişlerdir. Yaz serinlemesinin toprak yüzeyi Albedo değerinden kaynaklandığını böylece açık gökyüzü koşullarından dolayı dünyanın ısı dengesi üzerinde etkiye sahip olduğunu vurgulamışlardır. Ancak, ürünlerin hasat sonrası kalıntılar ile örtülmesi ile buharlaşma azalmış ve böyle bölgelerde Albedo değeri kaynaklı soğumaya karşı bir direnç oluştuğu belirlemişlerdir. Yine de sıcak günlerde bu gibi arazilerde Albedo değeri her zaman dominant faktör olarak bildirmişlerdir. Toprak işlemsiz uygulamalarda elde edilen lokal soğutma etkisi 2°C olarak belirlemişlerdir. Lokal olarak oluşan bu etki nicel olarak küçük görülse de aslında iklim değişikliği üzerinde niteliği büyük olan bir etkiye sahiptir olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmalarında, toprak işlemsiz tarım yapılan alanlarda Albedo etkisinin geleneksel toprak işleme yapılan alanlara göre 0.10 değerinde bir fark oluşturduğunu belirlemişlerdir. Bunun nedeninin toprak yüzeyinde kalan sap-saman kalıntılarının güneş ışığını geleneksel toprak işleme yöntemine göre daha çok yansıtması olarak değerlendirmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında yağışla birlikte Albedo etkisinin azaldığını da bildirmişlerdir. Kahverengi tarım topraklarının Albedo değerinin 0.10' den daha düşük olduğu, anızla kaplı toprakların Albedo değerinin ise

0.30' ün üzerinde olabileceğini çalışmalarında belirlemişlerdir.

Pierre *et al.* (2016), çalışmalarında toprak yüzeyi Albedo değerinin nasıl değiştiği açıklamışlardır. Albedo değerinin, karada ve atmosferde ısı ve nem bütçeleri üzerindeki etkileriyle iklimi etkileyen ve değiştirebilen biyo-jeofiziksel özelliklerin bir parçası olarak kabul edilebileceğini vurgulamışlardır. Ayrıca Albedo değerinin çok küçük miktarlarda bile değiştirilmesiyle sıcaklık, dolayısıyla iklim üzerinde büyük etkiler sağlanabileceğini bildirmişlerdir.

Kaye and Quemada (2017), çalışmalarında İspanya ve Amerika'da, farklı toprak tipleri ve farklı bitki yetiştiriciliği yapılarak, dünyadan tekrar yansıyan radyasyon miktarını artıran toprak ve bitki kombinasyonu araştırılmışlardır. Bu çalışmalarla soğuma etkisi artırmanın mümkün olabileceğini bildirmişlerdir. Albedo değerinin en yüksek olduğu bitki ve toprak kombinasyonlarında 46 ve 45 g CO₂e/m²/yıl (sırasıyla İspanya ve Amerika'da) olarak CO₂ salınımının da en düşük seviyede kaldığı belirlenmiştir. Isınmayı hafifletmek için düşük Albedo değerli topraklarda yüksek Albedo değerli bitkilerin yetiştirilmesi önerilmiştir. Isınmayı şiddetlendiren kombinasyon ise düşük Albedo değerli bitkiler ile birlikte yüksek Albedo değerli toprakların kullanılması olarak belirlenmiştir.

Cierniewski *et al.* (2018), çalışmasında İsrail'de tarıma elverişli alanlarda toprağın Albedo değerini belirlemede kullanılan kısa boylu radyasyon dalgalarının pulluk, diskli tırmık ve hafif yaylı tırmıkla değişimini incelemişlerdir. Sürülmemiş çıplak arazideki yansımaların takibi için Zenit açısından faydalanmışlardır. Sonuç olarak, ekilebilir ancak çıplak arazilerin Albedo değerinin Zenit açısı kullanılarak da hesaplanabileceğini tespit etmişlerdir. En az yansıma kış aylarında (1. ve 70. günler arasında), en yüksek yansıma ise yaz aylarında (200. ve 250. günler arasında) meydana geldiğini belirlemişlerdir. Bu değerler kış ayları için ortalama 3-5 J/gün, yaz ayları için ise ortalama 16-23 J/gün olarak belirlenmiştir.

Yan *et al.* (2018), araştırmalarında Çin'de arazi sahipleri azaltılmış toprak işleminin ve doğrudan ekim yöntemlerinin, toprak sıcaklığını düşürdüğünü ve bu durumun çimlenmeyi etkilediğini düşünerek korumalı toprak işleme yöntemlerine sıcak bakılmadığını bildirmişlerdir. Çalışmada, toprak nemini artırarak ve

daha fazla bitkisel artık bırakılarak güneş radyasyonunun yansımaya neden olmanın, toprak sıcaklığını azaltamayacağı varsaymaktadırlar. Çalışmalarında, uzun yılları kapsayacak şekilde deneme alanları oluşturulmuştur. Ekim sonrası 10 cm derinlikte toprak sıcaklığını takip etmişlerdir. Denemelerde toprak hazırlıkları farklı yapılmıştır. Bunlar pulluk, doğrudan ekim ve sırta doğrudan ekim konularıdır. Bu şekilde hazırlanan ekim yataklarına mısır ve soya ekilmiştir. Toprak işleminin, işlemeden sonraki 15 haftalık periyodun ilk 10 haftasında toprak sıcaklığı üzerinde önemli etkisi olduğunu belirlemişlerdir. Haftalık ortalama olarak doğrudan ekimde toprak sıcaklığının pullukla işlenmiş alanlara göre 0-1.5°C daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Sırta ekimlerde, toprak sıcaklığının artmasında doğrudan ekime göre belirgin bir avantajı olmadığı da belirlenmiştir. Daha fazla anızın daha düşük toprak sıcaklığına neden olduğu, ancak bu etkinin mısır kalıntılarında daha belirgin bir şekilde kaydedildiği bildirilmiştir. Soya kalıntıları altında kalan toprağın, mısır kalıntıları altında kalan toprak sıcaklığına göre 0-1.1°C düşük toprak sıcaklığı ile sonuçlandığı bildirilmiştir. Kalıntı miktarı ile toprak sıcaklığı arasında negatif ilişki tespit edilmiştir. Bu etki ilk 15 haftalık dönemlerde devam etmiştir. Çalışma sonucunda, toprak işlemede, toprak işleme yüzeyinde kalan bitki artıkları güneş ışınımının yansımaya artırdığı için toprak sıcaklığı azaltabilir şeklinde yorumlamışlardır. Bu durumun bitki artıklarıyla ve onun yönetimine ait Albedo değeri ile ilgili olduğunu bildirmişlerdir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Ülkemizde, ürün ya da toprağa yapılan uygulama odaklı (toprak işleme, sulama, gübreleme...) Albedo değişimi tespiti yapılmamıştır. Bu çalışmaların yapılması ile havza bazlı üretim senaryoları da değişebilir. İklim değişikliği üzerinde küçümsenemeyecek derecede etkisi bulunan Albedo değeri, geniş tarım alanlarında takip edilip, bu alanlarda değerinin artırılması sağlamak bölgesel soğuma etkisinin oluşturulması bakımından mümkün gibi görülmektedir. Örnek vermek gerekirse; yapılan literatür araştırmalarına göre Avrupa özellikle Fransa' da son yıllarda olumsuz iklim değişikliği etkilerinin yavaşlatılması ve üretim senaryolarının değişen koşullara göre yeniden belirlenmesinde Albedo etkisi dikkate alınarak bir sistematığın oluşturulması

üzerine çalışmaların olduğu bilinmektedir (Davin *et al.*, 2014). Güneş ışığını en fazla yansıtan ürünlerin seçiminden yine en fazla yansıtma gücüne sahip toprak yönetimi uygulamalarına kadar farklı seçeneklerin üreticilere sunulması ile iklim değişikliği hükümetlerce manipüle edilmektedir. Amerika'da ise ülkenin 5. büyük tarımsal gelirin olduğu Kaliforniya Eyaletinde faal olarak çalışan bir çiftçi bilgi ağında üreticilere Albedo değerinin artırılması için gerekli tarımsal uygulamaların neler olduğu hakkında, değişen iklim koşulları da dikkate alınarak bilgiler verilmektedir. Bu bilgi ağı ile cep telefonlarına konuyla ilgili kısa mesajlar gönderilmekte ya da çeşitli el broşürleri hazırlanarak

çiftçi davranışlarının değiştirilmesi üzerinde çeşitli çalışmalar yapılmaktadır (Anonim, 2011).

Ülkemizde de bu tür çalışmaların öncelikli olarak bilimsel araştırmalar şeklinde yapılması ve yaygınlaştırılması için konu ile ilgili bilincin geliştirilmesi ve farkındalığın artırılması gerekmektedir. Bölgesel olarak bu çalışmaların yapılarak uzaktan algılama ile desteklenmesi, uygulamaların takibi açısından son derece önemli bir konudur. Ülkemiz iklim koşullarına göre yapılan tarımsal uygulamalarda Albedo değerinin belirlenerek tarımsal uygulamalarda değerlendirilmeye alınması ve kullanılması sürdürülebilir toprak yönetimi ve sürdürülebilir tarım uygulamaları bakımından önemli bir adım olacağı düşünülmektedir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonim, 2018. Albedo Etkisi: Beton ve asfalt. <http://www.betonvecimento.com/beton-2/albedo> (Erişim: Mayıs 2018)
- Anonim, 2011. Climate solutions in agriculture. California Climate & Agriculture Network. www.calclimateag.org (Erişim: Haziran 2018)
- Cierniewski, J., J. Ceglarek, A. Karnieli, E. Ben-Dor, S. Królewicz, 2018. Shortwave radiation affected by agricultural practices and cesary Ka ´ zmierowski. *Remote Sens.*, 2015 vol: 10, 419. doi:10.3390/rs10030419. www.mdpi.com/journal
- Cresswell, H.P., D.J. Painter, K.C. Cameron, 1993. Tillage and water content effects on surface soil hydraulic properties and shortwave albedo. *Published in Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:816-824
- Davin, E.L., N. Noblet-Ducoudré, P. Friedlingstein, 2007. Impact of land cover change on surface climate: Relevance of the radiative forcing concept. *Geophys. Res. Lett.* 2007, 34.
- Davin, E. L., S. I. Seneviratne, P. Ciais, A. Olioso, T. Wang, 2014. Preferential cooling of hot extremes from cropland albedo management. *PNAS*, vol.111, no : 27, 9757-9761. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1317323111
- Desjardins, R.L., 2009. The impact of agriculture on climate change. Adapting agriculture to climate change. *Agriculture and Agri-Food Canada Ottawa, Ontario*, pp: 29-39. <http://hdl.handle.net/1813/51302>
- Dexter, R., 2004. Diurnal and seasonal albedo trends of wheat at the Bratt's Lake observatory, Saskatchewan. *M.S. thesis, Dept. of Geography, Simon Fraser University*, 113 pp.
- Dobos, E., 2006. Albedo. *In Encyclopedia of Soil Science; Taylor & Francis: London, UK*, 2006.
- Horton R., K. Bristow, G. Kluitenberg, T. Sauer, 199. Crop residue effects on surface radiation and energy balance-Review. *Theor Appl Climatol* 54(1-2):27-37.
- Fritschen, L.J., 1967. Net and solar radiation relations over irrigated field crops. *Agric. Meteorol.* 4:55-62.
- Fontes, A.F., 1996. Soil albedo in relation to soil color, moisture and roughness. *The University of arizona, department of soi, water and environmental science, doctor of philosophy.* <http://hdl.handle.net/10150/191203>
- Graham, W.G., and K.M. King. 1961. Short-wave reflection coefficient for a field of maize. *Quart. J. R. Meteorol. Soc.* 87(373):425-428.
- Kaye, J. P., M. Quemada, 2017. Using cover crops to mitigate and adapt to climate change: A review. *Agron. Sustain. Dev.* (2017) 37: 4. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0410-x>
- Kıncay, O., 2018. Güneş enerjisi ders notları, güneş enerjisi, II. bölüm. Erişim (Mayıs 2018) <http://www.solar-academy.com/menus/Gunes-Enerjisi.021720.pdf>.
- Kung, E.C., 1964. Study of a continental surface albedo on the basis of flight measurements and structure of the earth's surface over North America. *Mon. Wea. Rev.* 92(12):543-564.
- Lobell D., G. Bala, P. Duffy, 2006. Biogeophysical impacts of cropland management changes on climate. *Geophys Res Lett* 33(6), L06708, 10.1029/2005GL025492.
- Matthias, A.D.D., A. Fimbres, E.E.E. Sano, D.F.F. Post, L. Accioly, A.K.K. Batchily, L.G.G. Ferreira, 2000. Surface roughness effects on soil albedo. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2000, 64, 1035-1041
- Mikhajlova, N.A., D.S. Orlov, 1986. Opticheskie Svoystva Pochvi Pochvennych Komponentov. *Russ. Nauka. Moscow, Russia.*
- Oke, T.R., 1992. Boundary Layer Climates. *Routledge: London, UK*, 1992.
- Pierre Y. B., and R.M. Bright, 2016. Albedo effects of biomass production: a review. *Report to the IEA-Bioenergy Task 43 & Task 38.*

- Potter, K.N., R. Horton, and R.M. Cruse, 1987. Soil surface roughness effects on radiation reflectance and soil heat flux. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51:855-860.
- Rechid, D., D. Jacob, S. Hagemann, T.J. Raddatz, 2005. Vegetation effect on land surface albedo: Method to separate vegetation albedo from the underlying surface using satellite data. *Geophys. Res. Abstr.* 2005, 7, 7962.
- Reginato, R.J., J.F. Vedder, S.B. Idso, R.D. Jackson, M.B. Blanchard, and R. Goettelman, 1977. An evaluation of total solar reflectance and spectral band rationing techniques for estimating soil water content. *J. Geophys. Res.* 82:2101-2104.
- Schwaiger H.P., and D.N. Bird, 2010. Integration of albedo effects caused by land use change into the climate balance: Should we still account in greenhouse gas units? *Forest Ecology and Managemetn* 260: 278-286. doi:10.1016/j.foreco.2009.12.002
- Sellers, P.J., B.W. Meeson, F.G. Hall, G. Asrar, R.E. Murphy, R.A. Schiffer, F.P. Bretherton, R.E. Dickinson, R.G. Ellingson, 2005. Field, C.B.; et al. Remote sensing of the land surface for studies of global change: Models—Algorithms—Experiments. *Remote Sens. Environ.* 1995, 51, 3–26.
- Seo, T., 1972. Albedo of several field crops. *Berichte des Ohara Inst. Landwirt. Biol.Okayama Univ.* 15(3):111-132.
- Yan, S., N., Mclaughlin, X., Zhang, M., Xu, A., Liang, 2018. Effect of tillage and crop residue on soil temperature following planting for a Black soil in Northeast China. *Scientific Reports volume 8*, Article number: 4500 (2018)