

# Agroforestry uygulamalarından olan rüzgâr perdelerinin tarımsal alanlarda kullanımı

Utilization of windbreaks in agricultural areas as agroforestry practices

İbrahim TURNA<sup>1</sup>

Fahrettin ATAR<sup>1</sup>

Deniz GÜNEY<sup>1</sup>

Hülya TURNA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon

<sup>2</sup> Doğu Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trabzon

**Sorumlu yazar** (*Corresponding author*)

İbrahim TURNA

turna@ktu.edu.tr

**Geliş tarihi** (*Received*)

09.05.2024

**Kabul Tarihi** (*Accepted*)

24.05.2024

**Sorumlu editör** (*Corresponding editor*)

Sinan GÜNER

sinanguner@artvin.edu.tr

**Atıf** (*To cite this article*): Turna, İ., Atar, F., Güney, D., Turna, H. (t.y.). Agroforestry uygulamalarından olan rüzgâr perdelerinin tarımsal alanlarda kullanımı. Ormanlık Araştırma Dergisi, 11(1), 65-80. <https://doi.org/10.17568/ogmoad.1457661>



Creative Commons Atıf -  
Türetilemez 4.0 Uluslararası  
Lisansı ile lisanslanmıştır.

## Öz

Türkiye'nin çeşitli ekolojik bölgelerinde, arazi kullanımının sürdürülebilirliği ve korunması amacıyla tarım, ormancılık, korunan alanlar ve yerleşim bölgeleri dengeli bir şekilde ele alınmalıdır. Özellikle küresel iklim değişikliği, çölleşme ve erozyon gibi sorunlarla mücadelede arazi kabiliyet sınıflarına dayalı agroforestry uygulamaları önemli bir rol oynamaktadır. Rüzgâr erozyonunun etkileri göz önüne alındığında, tarımsal faaliyet alanlarında rüzgâr perdelerinin kullanımı büyük önem taşımaktadır. Rüzgâr perdelerinin etkinliği, kurulum ilkelerinin (yükseklik, süreklilik, geçirgenlik, yön ve uzunluk gibi faktörlerin) birlikte değerlendirilmesine bağlıdır. Tüm bu unsurlar ele alınırken her yörenin kendine has özellikleri incelenmeli ve yöresellik kanuna bağlı olarak ekonomik, ekolojik ve sosyal faktörler tesis edilecek sahaya göre etüt edilerek uygulamalar yapılmalıdır. Ancak, bu uygulamaların etkin olabilmesi için bitki seçimi, kurulum teknikleri ve bakım gibi unsurların dikkatle ele alınması gerekmektedir. Tarımsal ormancılık uygulamalarının, özellikle rüzgâr perdelerinin tarımsal üretime çok yönlü katkı sağlaması ve iklim değişikliği senaryolarına karşı önleyici bir rol oynaması beklenmektedir. Bu nedenle, bölgeye özgü çalışmaların hızlandırılması ve devlet desteğinin artırılması gerekmektedir. Tarımsal faaliyetlerle uğraşan doğaseverlerin arazi kullanımında, dikenli tel çit, ahşap kazıklar ya da betonarme engeller yerine canlı rüzgâr perdelerini tercih etmesi, doğaya uyum ve biyolojik çeşitliliğe katkı vererek sürdürülebilir ekosistemlerin oluşmasına yardımcı olur.

**Anahtar Kelimeler:** Sürdürülebilir arazi kullanımı, Rüzgâr perdesi, İklim değişikliği, Yeşil kuşak

## Abstract

In order to ensure sustainable land use and conservation in various ecological regions of Türkiye, a balanced approach must be taken towards agriculture, forestry, protected areas, and settlements. Particularly in combating issues such as global climate change, desertification, and erosion, agroforestry practices based on land capability classes play a crucial role. Given the impacts of wind erosion, the utilization of windbreaks in agricultural areas becomes paramount. The effectiveness of windbreaks relies on a comprehensive analysis of installation principles, including factors such as height, continuity, permeability, orientation, and length. When considering all these factors, the unique characteristics of each region should be examined, and studies should be conducted based on the economic, ecological, and social factors specific to the area, in accordance with regional conditions. However, for these practices to be effective, careful attention must be paid to aspects such as plant selection, installation techniques, and maintenance. Agricultural forestry practices, particularly the multifaceted contributions of windbreaks to agricultural production and their preventive role against climate change scenarios, are expected to play a significant role. Therefore, region-specific studies should be accelerated, and governmental support should increase. In the realm of agricultural pursuits, environmentally conscious individuals opting for living windbreaks over barbed wire fences, wooden stakes, or concrete barriers contribute to the establishment of sustainable ecosystems by fostering harmony with nature and enhancing biological diversity.

**Keywords:** Sustainable land use, Windbreaks, Climate change, Green belt

## 1. Giriş

Türkiye’de bilimsel manada agroforestry (tarımsal ormancılık) uygulamaları, dünyada olduğu gibi çok eski tarihlere gidemese de geleneksel uygulamaların çok eski zamanlardan beri uygulandığı bilinmektedir. Gerek bilimsel gerekse geleneksel uygulamaların son zamanlarda giderek daha fazla kullanılmaya başlandığı görülmektedir. İklim değişikliği süreçlerinin de etkisiyle gerek tarım ve hayvancılık kaynaklı gıdaların giderek sorun haline gelmesi, gerekse ormanlık alanlarda görülen yangınların etki alanlarının büyümesi, başta tarım alanları olmak üzere arazi kullanımının önemini artırmaktadır. Agroforestry teknikleri dünyada çok eski zamanlarda uygulanmaya başlamış ve çok sayıda ülkede kullanılmaktadır.

Türkiye’de agroforestry teknik manada kısıtlı çalışmalarla irdelenmiş ve yaygın olarak uygulanmamıştır. Gerek tarım gerekse ormancılık amaçlı arazi kullanımları bağımsız ele alınmış ve üretim odaklı tatbik edilmiştir. Oysa agroforestry teknikleri ile aynı alandan daha fazla ürün çeşidi elde edilmesi yanında doğaya uygun uygulamalara geçilememiştir. Bununla beraber tarihi süreçte geleneksel agroforestry pratiklerine de rastlanılmaktadır. Günümüzde bu uygulamalardan büyük oranda vazgeçilmiş, rantiyeye dayalı arazi kullanımı ile hem ekosistemin bozulmasına hem de kırsal kalkınmanın tahribine sebep olunmaktadır (Turna, 2023). Diğer taraftan kırsaldan kente göçün de katkılarıyla giderek artmakta olan organik ürünlere dayalı gıda sorunları agroforestry pratiklerinin önemini artırmaktadır. Bu uygulamalardan birisi de bugünün ve geleceğin tarımı niteliğinde olan tarım alanlarındaki rüzgâr perdeleridir.

Agroforestry pratiği olarak tarımsal alanlarda rüzgâr perdelerinin ana amacı; tarımsal faaliyetlere konu sınırlı alanlardaki araziye ekolojik, teknolojik, ekonomik ve sosyo-politik koşul ve olanakların bileşkesini bularak, kişi ve toplum yararına en uygun (optimal) şekilde değerlendirerek çok amaçlı ürünleri elde etmektedir. Bunun içinde bilimsel olarak tarımsal ürünlerin üretim alanlarında çok amaçlı otsu ve odunsu bitkilerin eko-silvikültürel özelliklerinin iyi bilinmesi, bu özelliklere ve ekolojik koşullara göre doğru yerde, doğru bitki türlerinin ve doğru tekniklerle yetiştirilmesi gerekir.

Bu çalışmada, rüzgâr perdelerinin Türkiye’deki agroforestry potansiyeli ve uygulamaları, tarım alanları esasıyla ele alınmıştır. Dolayısıyla ülkemizde agroforestry pratiği olarak rüzgâr perdelerinin tarımsal alanlarda kullanımı, tür seçim kriterleri ve çok amaçlı faydaları, yetişme ortamı esaslı olarak ele alınacak ve literatür destekli olarak analiz di-

lecektir.

Agroforestry; aynı arazi üzerinde aynı zamanda veya birbirini takip edecek şekilde ormancılık, ziraat ve hayvancılık faaliyetlerinin birleştirilerek (kombine) arazi kullanımını sağlayan, arazinin verimliliğini artıran ve halkın kültürel çalışmaları ile uygun planlama çalışmaları yapan bir devamlı arazi kullanım şeklidir. Sistem sosyal, ekonomik ve çevresel boyutta etkileşimin bir ürünü olarak kırsal arazi kullanımı amaçlı ortaya çıkmaktadır (Turna, 2023). Lundgren ve Raintree (1982)’ye göre, agroforestry, odunsu çok yıllık bitkilerin (ağaçlar, çalılar, vb.) tarımsal ürünler ve/veya hayvanlarla aynı arazi yönetimi birimlerinde bilinçli olarak kullanıldığı arazi kullanım sistemleri ve teknolojileri için bir toplu isimlendirmedir. Agroforestry sistemlerinde, farklı bileşenler arasında hem ekolojik hem de ekonomik etkileşimler bulunur ve bu sistemlerde farklı bir mekânsal düzenleme veya zamansal sıralama söz konusudur.

Avrupa’da bu kavram, tarımsal ormancılık veya tarımsal silvikültür olarak ifade edilmekte, ekin tarlalarının veya otlakların çevresinde ya da aralarında ağaç, ağaççık veya çalıların yetiştirildiği bir arazi kullanım sistemi olarak tanımlanmaktadır. Sistem, çok çeşitli, üretken, karlı, sağlıklı ve sürdürülebilir arazi kullanımını sağlamak için tarım ve ormancılık faaliyetlerinde teknolojik yeniliklerle beraber ağaç, ağaççık ve çalılarının kombine yetiştirilmesi esasına dayanır. Avustralya’da ise ağaç yetiştirme faaliyetleri, çiftliğe veya havzaya bütünleştirilerek toprak ve su korumasını sağlarken, çiftliğin ve bölgenin üretkenliği ve kârlılığı artırılır (Washusen ve Reid, 1996).

## 2. Rüzgâr Perdeleri ve Yeşil Kuşaklar

Genel olarak ele alındığında, zarar verme potansiyeli olan rüzgârın hızını kesmek ya da azaltmak amacıyla canlı ya da cansız materyallerden oluşan rüzgâr perdeleri ve yeşil kuşak bitkilendirmeleri çok farklı fonksiyonlara hizmet etmek üzere tesis edilirler. Gelişmiş ülkelerde giderek artan öneminden dolayı yaygın bir şekilde kullanılmakta olan *koruma kuşakları*; kullanım yerlerine, tesis şekillerine, tesislerde kullanılan materyallere göre değişik isimler almaktadır. Örneğin canlı materyal kullanılarak tesis edilenlere yeşil kuşak, cansız materyal kullanılarak oluşturulanlara ise rüzgâr kırıcıları ismi verilmektedir.

Pamay ve Atay (1952)’a göre, Rusya’da Orta Asya’dan gelen sıcak ve kuru rüzgârlara karşı 1717 yılında koruyucu orman şeritleri tesisine başlanmıştır. ABD’de 1935-1942 yılları arasında hükümet, kamu ve şahıslar tarafından 96.400 hektar (ha) zi-

raat arazisini çevreleyen 29.900 km uzunluğunda koruyucu orman perdesinin tesis edildiğini bildirmektedir. Aynı kaynakta Sovyetler Birliğinde de koruyucu orman şeritleri halinde tesisi düşünülen ağaçlandırma sahalarının genel alanının 5.709.000 ha olması planlanmıştır.

Aydemir (1978), koruyucu orman kuşakları ve rüzgâr perdelerinin 18'inci yüzyıldan itibaren tarım ve ormancılar tarafından ele alındığını, Fransa'da 1716 yılında Atlas Okyanusu sahillerinde kumulu önlemede kullanıldığını, 1866'da Danimarka'da ve 1873'te ABD'de ilk uygulamaların başladığını ifade etmektedir.

Türkiye'de gerek rüzgâr kırıcılar, gerekse rüzgâr perdeleri ve koruyucu yeşil kuşakların önemi ve kullanım yerleri ile kuruluş aşamasındaki teknik esasları hakkında yeterli sayıda araştırma ve uygulamanın olduğunu söylemek zordur. Az da olsa yeşil kuşak tesislerinin fonksiyonları, tesis amaçları ve şekilleri konusunda teknik bilgilerin ve örnek bazı uygulamaların geçmiş yıllarda kaleme alındığı bilinmektedir. İlk rüzgâr perdeleri tesisi 1954 yılında Ankara-Bala Devlet Üretim Çiftliği arazisinde yapılmış ve mikroklima ve tarımsal ürün verimine etkileri incelenmiştir. Bu kapsamda; Beşkök (1957)'ün "Koruyucu Orman Şeritleri ve Bala Koruyucu Orman Şeritleri Tesisi" denemeleri, Aydemir (1975)'in "Bala Koruyucu Orman Şeritlerinin Mikroklima ve Tarımsal Ürün Verimine Etkisi" ve yine Aydemir (1978)'in "Koruyucu Orman Şeritleri ve Rüzgâr Perdelerinin Mikroklima ve Tarımsal Ürün Verimine Etkisi" çalışmaları bulunmaktadır. Bunların dışında, Tavşanoğlu (1976)'nun "Türkiye'de Rüzgâr Erozyonunun Kapsamı, Rüzgâr Erozyonuna Karşı Mücadele (İç Anadolu Konya Karapınar'da Rüzgâr Erozyonu İle Mücadele)" çalışması yanında, Atay (1969), Saatçioğlu (1976), Ürgenç (1990), Dirik (2005) ve Boydak ve Çalışkan (2014) gibi bazı yayınlar da bulunmaktadır.

**Rüzgâr kırıcıları:** Yeşil kuşak tesisleri içerisinde değerlendirilen ve karayolları boyunca ve dar mekânlarda özellikle gürültüyü önlemeye yönelik olarak çok sık kullanılan "rüzgâr kırıcıları" canlı ve cansız olmak üzere iki farklı ana materyalle tesis edilirler. Ürgenç (1990), rüzgâr kırıcıları; rüzgâr perdeleri ile az çok eş anlamlı ifade etse de daha ziyade çok dar (çitler gibi) veya tek sıra canlı materyalle veya doğrudan bir parmaklık ve perde gibi cansız materyalden oluşan rüzgârı önleyici tesisler olarak tanımlamaktadır.

Genel olarak rüzgâr perdeleri, ekonomik, çevresel ve toplumsal faydaları sağlamak için tasarlanmış doğrusal bir hat boyunca; ağaç, ağaççık ve çalı

türlerinin dikimlerinden oluşan *canlı materyaller* ile ahşap, plexiglass, vb. malzemeden oluşan *cansız materyallerden* oluşan ve tamamı yapay olan tesisleri kapsamaktadır. Tanımdan da anlaşılacağı gibi, rüzgâr perdeleri kurulum materyali olarak canlı hem de cansız materyalden yararlanılarak tesis edilirler. Genel olarak rüzgâr perdeleri denilince birden çok (genellikle 3-10) ağaç, ağaççık ve çalı sırasından oluşan ve genişlikleri 5-20 m arasında değişen canlı perdeler anlaşılır (Ürgenç, 1990). Daha anlaşılır bir ifadeyle rüzgâr perdeleri; canlı (bir, iki veya çok sıralı) ya da cansız (genellikle bir sıra) materyal kullanılarak bir veya daha fazla çevresel ve ekonomik amacı karşılamak için kurulan tesislerdir.

Türkiye'de, hâkim rüzgâr yönüne dik, canlı materyal kullanılarak çok sayıda sıralar halinde, birbirine yakın aralık mesafelerde ve dikimle tesis edilen yeşil kuşaklar, daha çok koruyucu orman kuşakları olarak tanımlanmaktadır. Ürgenç (1990), canlı rüzgâr perdelerindeki ağaç, ağaççık ve çalı gibi bitkisel materyalin doğrusal bir hat boyunca 20-50 sıradan oluşan ve genişlikleri 30 m ile 60 m arasında değişen canlı perdeler olarak tanımlamaktadır. Dirik (2005) ise koruyucu orman kuşaklarını, genellikle 15-30 veya 20-50 ağaç sırasından oluşan ve genişlikleri 30-60 m arasında değişen tesisler olarak ifade etmektedir.

Rüzgâr perdesi ve yeşil kuşaklar gerek materyal ve gerekse tesis yerlerinde bazı farklılıklar gösterse de genel itibarıyla ana amaç; sadece rüzgârı hızını keserek ya da azaltarak yapacakları zararları ortadan kaldırmak ya da etki derecelerini azaltmaktır. Ana amaç dışında rüzgâr perdelerinin çok sayıda işlevi bulunmaktadır ve bunlar kullandıkları konuma göre değişiklik gösterirler. Bir konum için bir işlev çok iyi çalışırken, farklı bir konumda ise başka bir işlev çok daha iyi çalışabilir. Bu nedenle uygun yerlerin seçilmesi ve buna göre amaç ya da amaçların belirlenmesi gerekir.

Rüzgâr perdelerinin faydalarını özetlemek gerekirse, *ekosistemi iyileştirme ve biyoçeşitliliğe katkı sağlama, iklim değişikliğine uyum ve karbon yutak alanlarını oluşturma, tarım alanlarında ve hayvancılık faaliyetlerinde ürün çeşitliliğini ve kalitesini artırma* sayılabilir. İlave olarak ekonomik ve sosyal faydalar, *estetik değerlerde artış ve toprak, su ve hava kalitesinde iyileşmeler* de sayılabilir.

Söz konusu fonksiyonların birini veya birden fazlasını karşılayabilmek için başta rüzgâr perdeleri olmak üzere koruma kuşaklarının planlanması, tesis tekniği ve tür seçimi esasları iyi analiz edilmeli; gerek projelendirme ve gerekse tesis tekniği ile koruma ve bakım çalışmalarının devamlı ve

sürdürülebilir şekilde yerine getirilmesi şarttır. Aksi durumda beklenen faydaların yerine zararlı etkilerle (anafor oluşumu, çeşitli hastalıklara neden olma, kırılan ya da devrilen dallar ve ağaçların neden olduğu can ve mal kayıpları gibi) karşılaşılabılır. Bu manada rüzgâr perdeleri özelinde yeşil kuşak tesisleri stratejik öneme sahip mühendislik hizmetini gerektiren çalışmalarlardır.

Canlı yeşil kuşak tesisleri içerisinde yer alan koruyucu orman kuşakları ve rüzgâr perdelerinin tesis şekil, sıra sayısı, bitkisel materyal seçimi ve bu türlerde aranan özellikler başta yetiştirme ortamı koşulları olmak üzere entegre çalışmayı gerektirir. İlk olarak tesisin ana amacının belirlenmesi, sonra ana amaca yönelik olarak aralık-mesafe, şerit veya perde genişliği, perde geçirgenliği, türün/türlerin seçimi ve türlere verilecek aralık- mesafeler ile bakım ve koruma tedbirleri dikkate alınır.

Tarım Bakanlığı (USDA) Orman İdaresine ait Ulusal Agroforestry Merkezi (fs.usda.gov/nac) tarafından ABD’de rüzgâr perdeleri kullanımının kapsamlı bir sentezi, üreticilerin rüzgâr perdelerinin dolaylı ekonomik faydaları (toprak erozyonunun kontrolü, hayvancılığın korunması, rüzgâr ve karın kontrolü) için projeler geliştirdikleri, rüzgâr perdelerinin doğrudan tarımsal faydaları (artan mahsul ve hayvancılık üretimi), rekreasyon ve yaban hayatı habitatını izledikleri anlaşılmaktadır. 1949-2020 yılları arasında ABD’li üreticilerin görüşlerini kapsayan çalışmada 32 rüzgâr perdesi üreticisinin memnuniyeti %72- %99 arasında, yani inanılmaz derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir (URL-1).

Değişik amaçlara hizmet eden yeşil kuşaklardan gürültü kirliliğini ve rüzgârın olumsuz etkilerini önleme amaçlı tesis edilecek olanları gerek materyal seçimi ve gerekse tesis şekli ile bakım ve korunmaları bakımından mimari ve mühendislik hizmetlerinin gerektirdiği için makalede ele alınmamıştır. Dolayısıyla bu bölümde canlı yeşil kuşak tesislerinin kuruluş esasları ve bitkilendirme tekniği, tarımsal faaliyet alanlarında agroforestry uygulaması olarak rüzgâr perdeleri konusu değerlendirilecektir.

### 3. Agroforestry Uygulamalarında Rüzgâr Perdeleri

Türkiye’nin farklı ekolojik koşulları dikkate alınarak koruma-kullanma dengesi içerisinde; sürdürülebilir arazi kullanımı ve yönetiminde, ziraat (tarım ve hayvancılık) ve ormancılık faaliyetleri ile korunan alanlar, sulak alanlar ve yerleşim alanları söz konusudur. Zira küresel iklim değişimi ve çölleşme, erozyon, sel, taşkın, çığ vb. sorunlara karşı mücadelede çözüm yollarından biri de arazi kabili-

yet sınıfları esaslı agroforestry uygulamalarına yer vermektir. Rüzgâr perdeleri ve yeşil kuşak ağaçlandırmaları da agroforestry uygulamaları içerisinde önemli bir yere sahiptir.

Rüzgâr erozyonu, Türkiye gibi kurak ve yarı kurak bölgelerin giderek artma eğiliminde olduğu ve su sorunlarının yaşandığı yerlerde etkili ve zararlı olmaktadır. Bu etki önlem alınmadığı sürece daha da artacaktır. Tavşanoğlu (1976), rüzgâr erozyonunun arazi üzerindeki etkisinin yok edici olduğunu belirtmekte olup bu bölgelerde yaşayan insanlar için gerek ekonomik ve gerekse sosyal bakımdan büyük bir tehlike teşkil ettiğini, kontrol altına alınmadığı takdirde ise endüstriyi, kültür (tarım) ve otlak arazilerini tahrip edeceğini ve insanlarda akciğer hastalıklarına neden olabileceğini ifade etmektedir.

Türkiye’de rüzgâr erozyonunun etkili olduğu alanlar çok fazla olmasına rağmen, ekonomik ve sosyal nedenlerle yüzyıllardır topraklar bilinçsizce işlenmekte ve gelişigüzel kullanılmaktadır. Buna karşılık rüzgâr erozyonu ile mücadele konusunda sadece Orman genel Müdürlüğü gibi bazı kamu kurumları sınırlı da olsa mücadele etmektedir. En güzel örnekleri ise iç kumul önlemede Iğdır-Aralık ve Konya- Karapınar’daki çalışmalardır. Buna karşılık sahil kumullarını önleme bakımından çok güzel çalışmalar yapıldığını da (Adana-Akyatan örneği) belirtmek gerekir.

Tarımsal faaliyet alanlarında koruyucu kuşakların kullanımı genel olarak agroforestry tekniklerinden biri olan agrosilvikültürel (tarım ve ormancılık sistemi) sistem kapsamında değerlendirilir. Bu alanlarda kullanılacak rüzgâr perdeleri aynı zamanda gölgede tarım ve *taungya* gibi sistemler içerisinde de kullanılmaktadır (Turna, 2023). Turna (2022), tarımsal faaliyetlerden tarla ve bahçe bitkileri yetiştiriciliği ile hayvancılık faaliyetlerine (büyükbaş ve küçükbaş hayvancılık, su ürünleri yetiştiriciliği, kümes hayvancılığı, arıcılık, ipek böcekçiliği, vb.) konu alanlarda agroforestry uygulamalarından rüzgâr perdelerine agrosilvikültürel sistemler şeklinde yer verilmesini önermektedir. Ayrıca bu sistemler içerisinde; nadas, çok amaçlı bahçeler, çok amaçlı odunsu bitkiler, diğer kültürlerde odunsu bitkiler, plantasyonların karışımı, zirai ürün için gölge ağaçları, odun ve enerji amaçlı agroforestry, rüzgâr perdeleri ve canlı çitlere yer vermektedir.

Agroforestry uygulamaları içerisinde önemli bir yere sahip olan rüzgâr perdelerinin tarımsal üretim yapılan alanlardaki çok amaçlı fonksiyonları yerine getirebilmesi için, kuruluş esasları başta olmak üzere bitkisel materyal seçimi, tesis tekniği ve bakım gibi tekniklerin yerine getirilmesi gerekir.

### 3.1. Rüzgâr perdelerinin kuruluş esasları

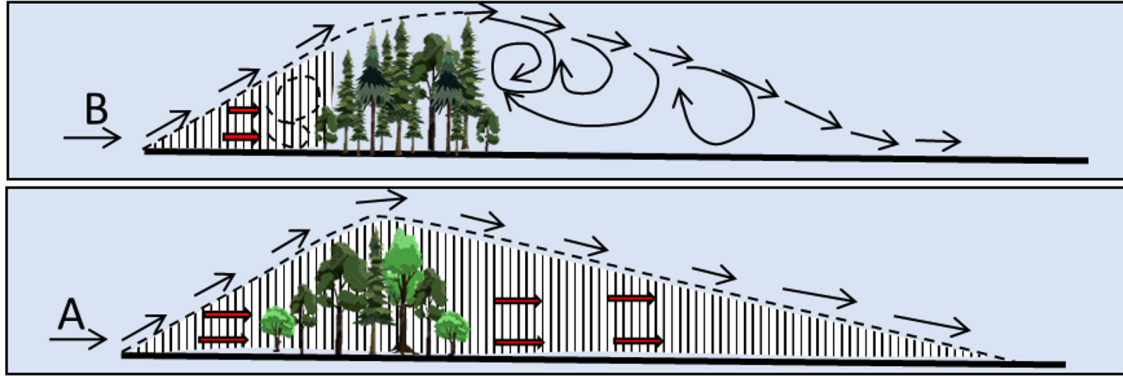
Tarımsal faaliyet alanlarında rüzgâr perdelerinin kuruluş esasları bakımından önemli olan tarım ürünlerine en az zararı verecek, buna karşılık ürün verimi ve çeşitliliği ile kaliteye katkı sağlayacak perdenin tesis yeri seçiminin doğru yapılmasıdır. Bu amaçla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak, hem yetiştirme ortamı koşullarının iyi analiz edilmesi, hem de yer seçiminin birden fazla amaca hizmet edecek şekilde yapılması sağlanır. Yer seçiminden sonra tür seçimi, perdelerin yüksekliği, genişliği, uzunluğu, geçirgenliği ve tekrarı (şeritler arasındaki mesafe (m) gibi çok sayıda kriter proje aşamasında tespit edilir.

**Rüzgâr perdelerinin geçirgenliği;** kullanım yerine, şerit sıralarının sayısına ve en önemlisi de rüzgârın şiddetine ve perdede kullanılacak ağaç türüne göre değişiklik göstermektedir. Rüzgâr perdelerinin geçirgenliği perdelerdeki yaprak, ibre, dal ve gövdenin miktarı ve boyutları ile ilgili olup perdenin etkinliğini artırabilir veya engelleyebilir. Çok yoğun ağaç popülasyonuna sahip bir rüzgâr perdesi, rüzgâr tarafında hava birikmesine neden olabilir. Bu da şeridin önünde bir alçak basınç alanı oluşturarak rüzgârı ağaç hattının üzerine iter ve burada türbülans oluşumuna sebep olur. Bu durum

tarım ürünlerinde çok daha büyük zararlara neden olur. Bu yüzden şeritlerin geçirgenliği çok iyi ayarlanmalıdır (Şekil 1).

Geçirgenlik hem ağaç sıraları arasında hem de her bir ağacın arasındaki mesafeyle ilişkilidir. Bu konularda kesin rakam vermek doğru değildir. Zira kullanılacak materyallerin biyolojik özellikleri, tesis yerinin yetiştirme ortamı koşulları ve sıra sayıları gibi çok sayıda faktör geçirgenliğe etki etmektedir. Şeridin geçirgenliği konusunda Ürgenç (1966) %30-60, USDA ise (URL-1) yollar ve binalar için %50-60, tarla bitkilerinin yetiştirildiği tarım arazilerinde ise %40-60 olması gerektiğini belirtmektedir.

Pratik amaçlar için yüksek yoğunluktaki rüzgâr perdeleri için geçirgenlik %60-80, orta yoğunluktaki rüzgâr hızı için %40-60 ve düşük yoğunluktaki rüzgâr hızları için ise %40'tan daha az olabilir (Kafer ve ark., 2022). Mahsulleri ve toprağı korumak ve karları eşit dağıtmak için; %25-50 geçirgenlikte, bir sıra yapraklı çalılar ve iki sıra yapraklı ağaç ve çalılarla; karın etkilerine karşı korumak için %50-65 geçirgenlikte, bir sıra her dem yeşil ağaçlar, ikinci sırada ibreli ve yapraklı ağaçlar ve üçüncü sırada yapraklı ağaçlık ve çalılarla kombinasyonu şeklinde olabilir (Wyatt, 2020).



Şekil 1. Geçirgenliği %50 olan (üst) ve geçirgen olmayan (alt) rüzgâr perdeleri (Çizen: E. Atar)  
Figure 1. Permeable (top) and impermeable (bottom) windbreaks with 50% porosity (Drawn by: E. Atar)

Genel olarak şerit geçirgenliğinin ortalama %50 olması önerilir. Koruma ve bakım çalışmaları ile de şeritlerin geçirgenliğinin devamlılığı sağlanır. Şeritlerdeki sıraların arasında boşluk bırakılmaması önemlidir. Buna göre orta derecede gevşek kapalılıkta tesis edilen bir rüzgâr perdesinin etki sahası yüksek olmakta ve rüzgârın zararsız kısmının şeridin arkasında kalan alanlar için uygun bir hava hareketinin oluşmasına katkı vermektedir.

**Rüzgâr perdelerinin yüksekliği (boyu):** Tesis edilecek şeritlerin boyu, rüzgâr hızından ziyade bitkisel materyalin biyolojik özellikleri ile bakım

tedbirlerine göre değişir. Rüzgâr perdelerinin ana amacı olan rüzgârın hızını kesmek ya da kontrol altına almak için perde yüksekliği yani şeridin boyu önemlidir. Zira perde yüksekliği arttıkça etki alanı artmaktadır. Bitkisel materyalin maksimum büyüme yüksekliğine ulaşması zamanla olacağından etkisinin de buna göre hesaplanması gerekir. Her canlıda olduğu gibi bitkilerin de biyolojileri gereği maksimum boy, çap ve ömürleri olduğu unutulmamalıdır. Ancak bunun da kontrollü ve uygun türlerle tesis edilmeleri gerekir. Şerit yüksekliği ile geçirgenliğin iyi ayarlanması sonucu etki alanı çok daha yüksek seviyelere çıkarılır. Ürgenç (1966) ve

Ürgeç (1990), şerit yüksekliği sabit tutulduğunda şeridin gerisindeki açık rüzgâr hızının %60'ına sahip saha uzunluğu, geçirgen olmayan şeritte ise şerit boyunun 10,5 misli olmasına karşılık orta ile gevşek arası geçirgenlikteki şeritte 20 misline ulaşmaktadır. Geçirgenlik düştükçe bu değer şerit boyunun 16 katı ve altına inmektedir. Şerit boyunun yüksekliği oranında muhafaza ettiği alan da fazla olmaktadır.

Heisler (1984) tarafından, rüzgâr perdelerinin yüksekliğinin rüzgârın hızını azaltmasına ilişkin verdiği bilgilere göre etkinin birkaç ağaç boyu mesafede başladığı, perde boyunun 15 katına kadar rüzgâr hızında %20 azalma olduğu, 30 katı mesafede ise maksimum (%60-85) seviyelere ulaştığı ifade edilmektedir. Bir başka çalışmaya, (URL-2) göre saatte 5 millik rüzgâr hızı, rüzgâr perdesi sayesinde %90 azalışla ½ mil hızına düşer. Saatte 30 mil hızla esen rüzgârda ise bu oran %50 azalarak saatte 15 mile düşer. Perde yüksekliğinin 30 katına kadar mesafede etkilidir.

Tokmanoğlu (2008), rüzgâr perdelerinin arkasındaki arazilerde, perde yüksekliğinin 10 katı genişliğindeki bir alanda tam bir korumanın sağlandığını bildirmektedir. Bu alanın dışında bulunan 10-20'inci kat arasındaki şeritte orta derecede bir koruma, 20-30'uncu kat arasındaki şeritte ise zayıf bir koruma sağlamaktadır. Örneğin rüzgâr perdesinin yüksekliği 25 m ve rüzgâr kuzeyden geliyorsa, perdenin güney tarafındaki ilk 250 m genişliğindeki şeritte tam bir koruma, 250-500 m şeritte orta derecede koruma, 500-750 m şerit içerisinde ise zayıf bir koruma olmaktadır. Aynı rüzgâr perdesinin kuzey tarafında rüzgârlar rahat esemediği için, tozları kaldıramamakta ve böylelikle topraklarda zayıf bir koruma sağlamış olmaktadır. Rüzgâr perdeleri güney taraflarında geniş bir alanı, kuzey taraflarında ise dar bir alanı korumaktadırlar.

Rüzgâr hızındaki en büyük azalış, perde yüksekliğinin iki katından (2H) on katına (10H) kadar olan alanlarda meydana gelmektedir. Ölçülebilir azalmalar yüksekliğin 30 katına kadar uzakta da meydana gelebilir. Örneğin, en uzun ağaçların 9 m olduğu bir rüzgâr perdesi için, rüzgâr hızındaki en büyük düşüşler rüzgâr perdesinin 18 m ile 90 m'lik bir alanında meydana gelecektir. Bu, 30 m ile 150 m'lik korumalı bir bölgeye sahip 15 m'lik bir rüzgâr perdesiyle karşılaştırılmalı. Rüzgâr perdesi tarafında rüzgâr hızındaki düşüşler, perde yüksekliğinin iki ila beş katı kadar mesafe için ölçülebilir (Kafer ve Straight, 2022).

**Perde genişliği;** yetişme ortamına, arazinin verim durumuna, tesisin amacına, kullanılacak olan tür- lere ve tür karışımlarına, dikim sıklığına, bakım

ve aralama işlemlerine göre değişir. Ürgeç (1966), genel olarak perde genişliğinin 5-10 sıradan oluşmasını önermektedir. Perde ya da şerit genişlikleri doğru türlerin seçilmesi ve tekniğine uygun tesis ve bakımların yapılması ile 1-3 sıralı uygulanarak da istenen sonuçlar alınabilir. Önemli olan sıra sayısından ziyade perde geçirgenliğinin doğru tespit edilmesidir. Boydak ve Çalışkan (2014), rüzgâr perdesinin 5 sıranın altında olması durumunda geçirgenliğin arttığını, buna karşılık 10 sıranın üstünde ise azaldığını ve bu değerlerle ilgili olarak Danimarka, Avustralya ve Kuzey Amerika kıtasında 3-6 sıralı olacak şekilde tesis edildiğini bildirmektedir.

**Perdeler arası mesafeler;** şeridin geçirgenliği ve şeridin genişliğinde olduğu gibi başta yetişme ortamı koşulları, tür seçimi ve tesis şekli gibi faktörlere göre değişiklik göstermektedir. Özellikle şeritlerin boyu şeritler arası mesafede çok etkilidir. Zira rüzgâr perdesinin boyu ile koruduğu alan (etki alanı) arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Ürgeç (1966)'e göre, perdenin arkasında, yaklaşık olarak perde boyunun 30 katı kadar bir etki alanı söz konusu olup bu alanın ¼'ü perdenin önünde, ¾'ü ise perdenin arkasındadır. Aynı kaynakta perde boyunun yaklaşık 25-30 katı kadar etki alanının olduğu ve buna göre ikinci perdenin 25-30 katı kadar bir mesafe sonrasında tesis edilmesi gerektiği bildirilmektedir. Buna karşılık Boydak ve Çalışkan (2014), etkili bir koruma için perdeler arasındaki mesafenin, koşullara göre perde boyunun yaklaşık 20-25 katı kadar olmasını ve bu perdelerin 20-25 katı ağaç boyu aralıklarla, birbirine paralel ve rüzgâr yönüne dik tesis edilmesini önermektedir.

Şeritler arasındaki mesafelerle ilgili olarak, Norveç'te 12, Danimarka'da 10, Avustralya'da 6-15, ABD'de 10 ve 20, Rusya'da ise 25-30 katı şerit boyu esas alınmaktadır (Ürgeç, 1990). Aydemir (1978) Guyot'a (1963) atfen, perdeler arasında en az 20 perde yüksekliği mesafenin verilmesini tavsiye etmektedir. USDA'ya göre (URL-1) ise korunmasız (ağaçsız) tarım arazilerinde 1-3 sıradan oluşacak bir rüzgâr perdesinin tesis edilmesi durumunda şeritler arasındaki mesafenin rüzgâr perdesi boyunun 10-15 katı kadar bir mesafede olması, ideal olanın ise boyun 10 katı mesafede tesis edilmesidir. Sıra sayısının artması ile yaban hayatı habitat alanlarının oluşacağı unutulmamalıdır (Şekil 2).

Şeritler arası mesafe konusunda rüzgârın hızı kadar yetişme yeri koşullarının etkili olduğu unutulmamalıdır. Nitekim genel olarak şeritler arası mesafenin, şerit yüksekliğinin 10-15 katı mesafede olması, şerit yüksekliğinin üç katının alınması ile şeritler arasında minimum mesafe, 1-5 katı mesafenin de maksimum etki alanını oluşturacağı



Şekil 2. Rüzgâr perdelerinin tarım ürünleri içerisinde kullanımı (URL-1)  
Figure 2. The utilization of windbreaks within agricultural crops

düşünülmektedir.

**Perdelerin uzunluğu:** Perdelerin uzunluğu, korunması istenen alanın miktarına ve boyutlarına bağlıdır. Perde uzunluğunun mümkün olduğunca devamlı, kesiksiz ve uzun şeritler halinde olması istenir. En iyi koruma için perdenin kesintisiz uzunluğu, yüksekliğin en az 10 katı olmalıdır. Örneğin perde yüksekliği 10 m ise perde uzunluğu en az 100 m olmalıdır.

**Rüzgâr perdelerinde kullanılacak bitki türleri:** Şeritlerde kullanılacak türlerin belirli özelliklere sahip olmalıdır. Bunlar; gençlikte hızlı büyüyen, yüksek boylara ulaşabilen, tepe tacını yaymayan, uzun ömürlü, derin kök sistemine sahip, dipten itibaren dallanan, budamaya uygun, esnekliği yüksek, havanın serbest azotunu tutabilen (iğde, akasya, vb.) türler olmalıdır. Seçilecek türlerin özellikle ağaççık ve çalı türlerinin tıbbi ve aromatik ya da odun dışı orman ürünü verebilecek niteliklerde olmasına ve yaban hayatı için habitat alanı oluşturacak özelliklere sahip türlerden seçilmesine de dikkat edilmelidir. Bu türler aynı zamanda her türlü böcek, mantar, vb. biyotik hastalıklara karşı dirençli, erken veya geç donlardan zarar görmeyen, rüzgâr, fırtına ve kuraklık gibi abiyotik faktörlere karşı dayanıklı olmalıdır. Ayrıca iklim değişikliği senaryolarına göre Türkiye’de giderek artma ihtimali olan kurak ve yarı kurak alanlar düşünülerek kuraklığa dayanıklı ve su tüketimi az olan türlerin seçimine de dikkat etmek gerekir (Turna ve ark., 2019).

Tüm bu özellikleri sağlama bakımından önceliğin yörede doğal olarak yayılış gösteren türlerden seçilmesi ve yörenin ekolojisi ile uyumlu olması önemlidir. Türkiye’nin ekolojik özelliklerinin çok kısa mesafelerde bile değişiklik gösterdiği, buna

karşılık bitkisel tür çeşitliliği bakımından zengin olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla tür seçimi çok hassas olup, yöresellik kanunu unutulmamalıdır. Bununla beraber tarım arazilerinde, gölgeleme yapabilecek derecede yayvan tepe tacı geliştirme (azmanlaşma) eğiliminde olan, kuvvetli ve yoğun yan kökler geliştirerek (istilacı kökler) tarımsal ürünlerle besin ve kök mücadelesine giren türlerin seçilmesine dikkat edilmelidir. Bu türlerin yöreye uygun türler olması durumunda perdenin iç kısımlarında ya da tarım alanına aksi istikamette dikilmeleri gerekir. Kısaca bitişindeki tarım ürünlerine en az zarar verecek özelliklerde olmalıdır.

Türkiye’de rüzgâr perdesi amaçlı kullanılabilecek bitkisel materyalin seçiminde, yukarıda belirtilen genel özellikleri yanında, kullanıldıkları ekolojik bölge ve kullanıldıkları arazi şekli de önem arz etmektedir. Örneğin tarlaların sulak alanlara yakın kısımlarında; Euroamerik karakavak melezleri, Servi kavağı, okaliptüs, söğüt, kızılgağaç, dişbudak, iğde, dut ve ılgın gibi türler tercih edilir. Sulak alanlar dışında ise iklim ve bakıya bağlı olarak değişmekle birlikte genel olarak; ıhlamur, akçaağaç, dişbudak, meşe ve demirağacı ile iğne yapraklılardan servi türleri, kızılçam, karaçam ve sarıçam; ağaççık ve çalı türleri arasında ise mazi, Ateş dikenini, iğde, ılgın, üvez, alıç, ahlat, Geyik elması, erik, mahlep, badem, keçiboynuzu (harnup), sakız, karagöz, cehrilere, karaçalı, kuşburnu, kurtbağrı, kadıntuzluğu, karayemiş, defne, karamuk, sumak, kızılıçık, sandal, kocayemiş, hünnap ve Süpürge çalısı gibi çok sayıda takson sayılabilir.

### 3.2. Rüzgâr perdelerini bitkilendirme tekniği

Ana amaç olan rüzgârın hızını kesmeye yönelik olarak cansız materyal ile yapılan perdeler genel-

de rüzgâr kırıcıları ya da rüzgâr kıranlar olarak tanımlanır. Karayolu ulaşım ağındaki teknolojik gelişmelere bağlı olarak, yetiştirme ortamı koşullarını da dikkate alarak gerek otoyol ve gerekse çift taraflı ya da tek yönlü karayollarında, köprüler, üst geçitler ve dar alanların olduğu yerlerde çok sayıda rüzgâr kırıcı tesis edilmektedir. Bunların tamamına yakını canlı çit tesisleri şeklinde değil, yapay tesisler olup çok çeşitli malzemelerden ve çeşitli modellerden oluşabilirler. Her ne kadar yol vb. güzergâhları için kullanılsa da tarımsal alanları sınırlayan ulaşım güzergâhlarında tesis edilmeleri durumunda tarım ürünleri üzerinde de etkilidirler. Dolayısıyla canlı rüzgâr perdelerinde olduğu gibi özellikle geçirgenliğin düzenlenmesi vb. teknik esaslara uyularak tesis edilmeleri gerekir. Ana konu tarım ürünleri olduğu için bu konu burada işlenmeyecektir. Benzer şekilde canlı tesisler içerisinde kalan, çok sıralı ve geniş alanlarda tesis edilen ve adına koruyucu orman kuşakları denilen tesisler de konu dışında kalacaktır. Zira bu tür tesislerin tarımsal faaliyet alanlarında, alan kısıtlamalarına sebep olduğu ve dikilen ağaçların ürünlere zarar vereceği düşüncesi söz konusudur.

Rüzgâr perdelerinin tarım ürünleri üzerinde etkili olabilmesi için, farklı konumlarda ve farklı tasarımlarla ele alınması gerekir. Her fonksiyonun kendine ait bir ölçüğü ve işlevi vardır. Dolayısıyla yer seçimi kadar planlama ilkeleri ve tasarım konusu da karmaşık bir iş olup bilimsel çalışmayı gerektirir. Planlama süreci, bu görevi organize etmek, yürütmek ve tüm hedeflerin ele alınmasını sağlamak için yapılandırılmış bir yöntemdir. Süreç boyunca sorun, fırsat ve hedeflerin belirlenmesi, mevcut kaynakların envanterinin ve analizinin yapılması, alternatif çözüm yollarını değerlendirilmesi ve planın uygulanabilir olması gerekir.

Rüzgâr perdelerinin veya şeritlerinin tesisinde yer seçimi yapıldıktan sonra tesis aşamasına geçilir. Bu işlem bitkilendirme çalışmalarında olduğu gibi planlama, arazi hazırlığı, dikim tekniği ile bakım ve koruma çalışmalarından oluşur.

**Planlama:** Planlamaya rüzgâr perdeleri yapılacak sahanın iklimatik (iklim), edafik (toprak) ve fizyografik (rakım, bakı, eğim ve özellikle rüzgâr yönü) özellikleri ile tarımsal faaliyet çeşitlerinin analiz edilmesini kapsayan büro çalışmaları ile başlanır. Sonra, rüzgârın yönüne ve hızına bağlı olarak tesis yerleri (uzanış ve cephe yönleri), aralık- mesafeler, tür seçimi ve seçilen türlerle verilecek aralık- mesafe değerleri ile dikim yerlerine karar verilerek işletmelerin yapıldığı *arazi hazırlığı aşaması* ile devam edilir. Toprak işleme ve dikim yöntemine (tohum ekimi, fidan dikimi) bağlı olarak kullanılacak mekanizasyon teknikleri belirlenerek gerekli

koruma önlemleri ve bakım çalışmaları da dikkate alınarak projelendirme aşaması tamamlanır (Turna ve ark., 2021). Özellikle rüzgâra duyarlı çeşitli mahsullerin korunması, rüzgâr erozyonunun kontrol edilmesi, mahsul veriminin artırılması, tozlaşma, sulama ve böcek ilacının kullanımı, karın tarlaya eşit dağılımının sağlanması ve toprak nemini muhafaza etme gibi görevleri yerine getirecek şekilde planlama gerekir.

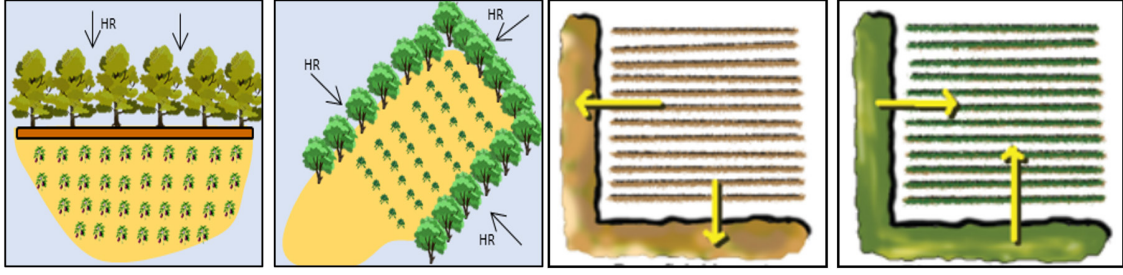
**Bitkilendirme Tekniği:** Genel olarak bitkilendirmede ekim ya da dikim yöntemleri kullanılır. Etkili ve hızlı bir perdenin tesisi ve kısa zamanda faydalarının sağlanabilmesi için ekim yerine dikim yöntemleri tercih edilir. Zira son dönemlerde gelişen teknolojilere bağlı olarak fidanlıklarda kaliteli ve yeterli sayıda fidan çeşidini bulmak mümkündür. Fidan tipinin de genellikle kalite sınıflarına uygun ve kaplı fidan olması istenir. Dikim şeklinin çukur dikimi olması ve organik madde bakımından zenginleştirilmiş olması hem tutma başarısına hem de ilk yıllardaki büyümeye katkı sağlar.

Tesis şekli bakımından değerlendirildiğinde; saf yapraklı ya da saf ibreli türlerin kullanılması ibreli+ yapraklı karışımından oluşan perdelerden çok daha az etkilidir. Zira saf yapraklı türlerden oluşan perdelerin vejetasyon dönemi dışında etkisinin azalacağı, buna karşılık saf ibreli türlerden oluşan perdelerin ise geçirgenliklerinin çok düşük olacağı unutulmamalıdır. Yapraklı türler içerisinde yer alan her dem yeşil bitkilerin de yeterli geçirgenliği sağlaması mümkün olmadığından saf olarak dikilmeleri tercih edilmemelidir. Bu nedenlerle ideal olan yapraklı+ ibreli tür karışımı ya da her dem yeşil yapraklı+ yaprağını döken yapraklı tür karışımı tercih edilmelidir. Böylece kışın karın savrulması, kar dağılımının eşit yayılması ve tarımsal ürünleri için gerekli rutubetin de eşit dağılmasını sağlar.

Tesis şeklinde bir başka konu ise ağaç, ağaççık ve çalı türlerinin dikim şekli ve aralık- mesafe değerlerinin belirlenmesidir. Ana kıstas, türlerin biyolojik özelliklerinin iyi bilinmesidir. Hızlı gelişen ağaç türlerinin perdenin orta kısmında yer alması, kazık köklü ve rüzgâra karşı dayanıklı türlerin ise hâkim rüzgârın geldiği tarafta tesis edilmesi örnek verilebilir.

**Dikim şekli:** Hâkim rüzgâr yönüne dik, düz bir hat boyunca, çok tabakalı, ikizkenar veya dik kenar üçgen şeklinde de olabilir. Uzun kenarı rüzgâr yönüne dik olacak şekilde ya da rüzgâr yönünün değişkenlik gösterdiği yerlerde dikdörtgen içerisinde L, U veya E biçimli birden fazla yönde tesis edilir. Perdeler aynı zamanda yararlı böceklerin sahada kalmasına, zararlı olanların ise sahaya girmesine karşı tampon görevi görür (Şekil 3). Dirik (2005),





Şekil 3. Rüzgâr erozyonuna karşı tek (sol), U (ortada) ve L (sağ) şekilli rüzgâr perdeleri  
Figure 3. Windbreaks for wind erosion: single row (left), U-shaped (middle), and L-shaped (right)

dikdörtgen şeklinde tesis edilen rüzgâr perdelerinin birbirine paralel uzanan doğrusal sistemlere göre %55 daha fazla etkili olduğunu bildirmektedir.

Bitkisel materyale verilecek dikim aralık mesafesinin değerleri türlere göre değişir. Ağaç türlerinin bir ibrelili ve bir yapraklı olacak şekilde ve ağaçlar arasında 2,5-4 m, sıralar arasında ise 3-6 m değişen mesafelerle dikilmeleri tavsiye edilir. Benzer şekilde ikinci sırada yine ibrelili + yapraklı karışımı ağaç türlerinin dikimi gerçekleştirilir. Ağaç türlerinde sıralar arası ve türler arasındaki mesafe değerleri ağaçlara göre daha kısa (türler arası 2-4 m) tutulur. Perdenin en dış kısmına ise çalılar için 1-2 m aralıklarla dikilir. Ürgenç (1966)'e göre genel olarak sıra aralıkları 1-3 m arasında değişir. Örneğin bu Selvi kavağında 1-1,5 m, melez kavaklarda 2,5-3 m'dir. Sıralardaki fidan aralıkları ise ağaçlar için 1,5-3 m, çalılar için ise 0,5-2 m olabilir. Wyatt (2020) tarafından, çalılar için türler arasında 1-2 m ve sıralar arasında ise 2-3 m, ağaçlar için türler arası 2-4,5 m ve sıralar arası 6 m; yapraklı ağaçlar için türler arası 3,5-6,0 m ve sıralar arası 6 m; ibrelili türler için de sırasıyla 6-7,5 m x 6-7,5 m önerilmektedir.

Koruyucu şeritler ile rüzgâr perdelerinin tesis edilmesinde kullanılacak türlerin sıra sayısı ve diziliş şekilleri, şerit veya perdelerin fonksiyonlarını yerine getirmeleri bakımından önemlidir. Örtülü ve örtüsüz ağaç sıraları ile üç ve beş sıralı bir rüzgâr perdesinin görünümü Şekil 4'te verilmiştir.

### 3.3. Rüzgâr perdelerinin çok yönlü faydaları

Agroforestry uygulamaları içerisinde yer alan ve tarımsal üretim alanlarında tesis edilmesi gerekli rüzgâr perdelerinin zirai ürünler için çok çeşitli fonksiyonları bulunmaktadır.

Ürün çeşitliliği ve kalitesini artırma: Rüzgâr perdelerinin tesisi ile tarımsal faaliyet alanlarında üretilen ürünlerin gerek verimi ve gerekse kalitesi artmaktadır. Zira rüzgâr perdeleri ile tarım alanlarında toprağın taşınması önlenerek ya da azalacak, kar birikimi sağlanarak toprağın nem kapasitesini düzelecek, evaporasyon (buharlaştırma) azalacak, yeni ekimlerde tohumların rüzgârla savrulup kaybolması

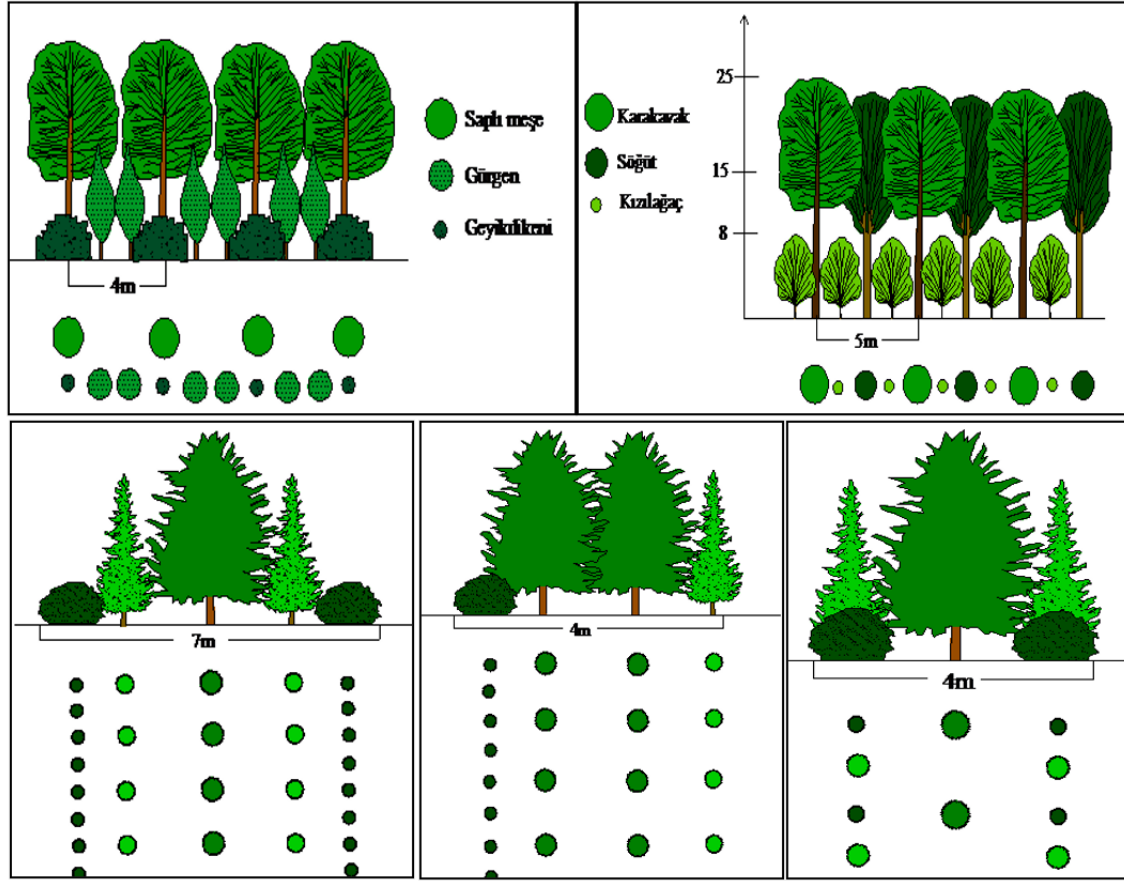
engellenecek, olgunlaşmış ekim alanlarında bitkilerin yatması ortadan kalkacak ve sulama sonucu oluşabilecek tuzlanmanın da önüne geçilecektir.

Rüzgâr perdeleri özellikle tarım alanlarındaki kumulların hareketlerini azaltmak ya da durdurmak, denizden gelen tuzlu suyu ise süzerek tarım alanına yapacağı zararı engellemek gibi görevleri (Şekil 5) bulunmaktadır. Ayrıca tarım alanlarında işlenmiş toprağı farklı yollarla (rüzgâr, su, vb.) hareket ettirerek hem mevcut tarım ürünlerine zarar vermesi hem de organik maddece zengin olan üst toprağın belirli alanlarda yığılmasını ya da uzaklaşmasını engellemektedir. Süreç; ayrılma, taşıma ve biriktirme şeklinde işler ve bu durum toprağın fiziksel özelliklerine göre değişir. Zira zayıf, çıplak ve yakın zamanda işlenmiş bir toprak, biraz da eğimli bir alanda ise rüzgâr erozyonuna hassastır.

Bu sorunları önlemek amacıyla tesis edilen rüzgâr perdeleri ile sorunların azaltılması ya da ortadan kaldırılmasına ve kullanılan bitkisel materyale bağlı olarak odun ve odun dışı ürün ve hizmetler (tıbbi ve aromatik bitkiler gibi) başta olmak üzere çok çeşitli ürünlerin yetiştirilmesi mümkündür. Böylece ana amacın dışında ek gelir kaynakları yaratılmış olunur (Turna ve ark., 2013).

Yörenin ekolojik koşullarına uygun çok amaçlı türlerin seçimi, rüzgâr perdelerinin fonksiyonel özelliklerini arttıracaktır. Budama başta olmak üzere bakım çalışmaları ile elde edilecek gövdeler, dallar ve yapraklar çit, sıvık, yakacak odun ve yapacak odun, el sanatları, yemlik yaprak ve kompost gibi çok amaçlı değerlendirilebilmektedir. Çiçek açan (arıcılık) ve meyve veren taksonların kullanımı ile ilave gelirler de elde edilebilir.

Türkiye coğrafyasında tarımsal faaliyetler incelendiğinde, bu çeşit uygulamaların yeterli sayıda ve tekniğine uygun olarak tesis edilmediği (Şekil 6) görülecektir. Bunun sonucu olarak GAP Bölgesi örneğinde olduğu gibi tekniğine uygun yapılmayan ve özellikle toprak işlemeli tarımsal faaliyetler ile hatalı sulamaların neden olduğu tuzlanma nedeniyle geniş alanlarda yapılan tarımsal üre-



Şekil 4. Üst: Örtülü ağaç sıraları; Altta sol: Beş sıralı bir rüzgâr perdesi, Orta: Dört sıralı bir rüzgâr perdesi, Sağ: Üç sıralı bir rüzgâr perdesi örneği (Ürgenç, 1998'den uyarlanmıştır)  
Figure 4. Top: Covered rows of trees; bottom left: A windbreak with five rows; Middle: A windbreak with four rows; Right: An example of a windbreak with three rows (Adapted from Ürgenç, 1998)

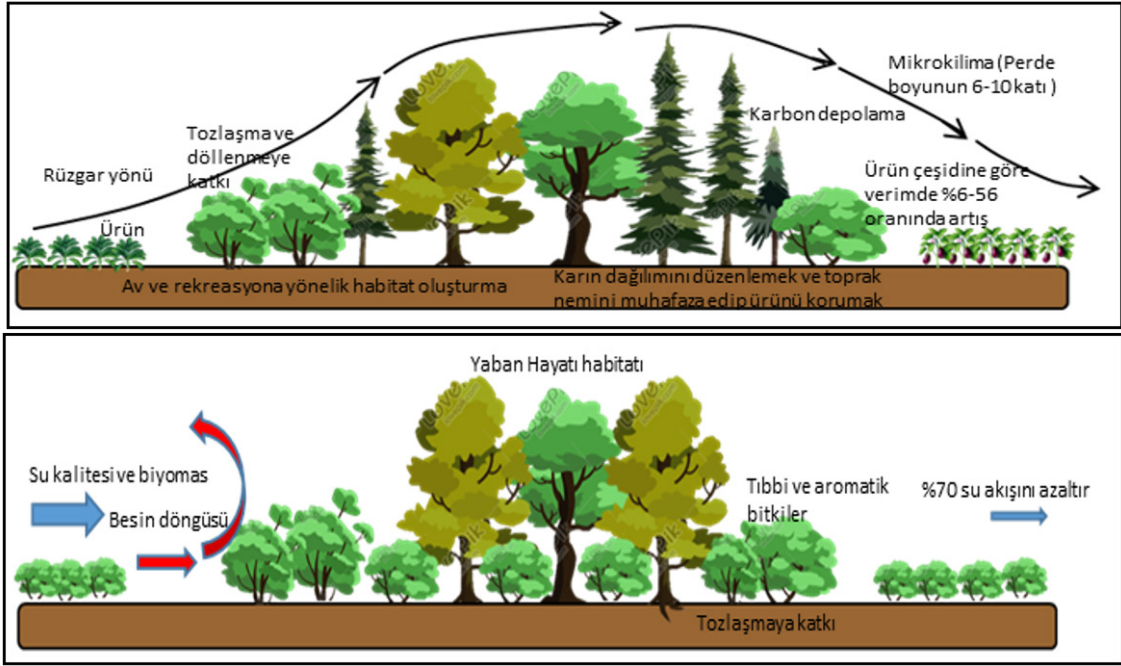
timlerden istenen ürün alınamamaktadır. Oysa rüzgâr perdelerinin tesisi ile derine giden kökler sayesinde taban suyu beslenmekte ve derinlerde bulunan tuzun yüzeye taşınmasının ve tuzlanmanın önüne geçilecektir. Bu nedenle gelişmiş ülkelerde tarımsal üretim alanlarında ve özellikle tarla bitkileri yetiştiriciliğinde rüzgâr perdelerine geniş alanlarda yer verilmektedir (Turna, 2023).

Rüzgâr perdelerinin, tarım ürünlerinde verim ve kalite artışını sağladığı araştırmalar ile tespit edilmiş olmasına rağmen, özellikle geri kalmış ya da gelişmekte olan ülkelerde neden istenen düzeyde uygulamaya aktarılamamaktadır? Bu konuda en büyük engel bazı arazi sahiplerinin, tarıma ayrılan tarlalarının küçüleceğini ve üretimlerinin azalacağını düşünerek karşı çıkmalarıdır. Karşı çıkış gerekçelerinden biri de bilimsel verilerle elde edilen bulguların uygulamalı olarak çiftçilere aktarılamamasıdır. Özellikle tarımsal arazi kullanımının kamu tarafından kontrol edildiği alanlarda bu tür tesislerin kurulması ve sonuçlarının tarımla uğraşan çiftçilere iyi örnekler olarak gösterilmesi

gerekir. Böylece tesis edilen perdelerle bir miktar tarım alanı işgal edilmesine rağmen verimin daha çok artması sağlanabilir.

Çiftlik sahiplerinin rüzgâr perdelerinin tesisine karşı çıkmaları, 19. yüzyılın ortalarında ilk uygulamalarının yapıldığı ABD'nin Nebraska Eyaleti'nde de görülmüş, ancak rüzgâr perdeleri tesis edildikten sonra tarım ürünlerinde azalmanın olmadığı, aksine ürün miktarlarında ve kalitesinde artışların olduğu tespit edilmiştir. Kafer ve Straight (2022)'e göre, toplam mahsul veriminde ürüne göre değişmekle birlikte net artışın %10-20 arasında olduğu tespit edilmiştir. Tokmanoğlu (2008) ise rüzgâr perdeleri sayesinde Nebraska'daki tarım ürünlerinin %30-40 arttığını belirtmektedir.

Rüzgâr perdeleri, rüzgâra duyarlı tarım ürünlerine ait sıraları, tahılları, sebzeleri, meyve bahçelerini ve asma bitkilerini korur. Mahsulün tozlaşma ve döllenenmesine katkı verdiği gibi pestisit kaynaklı bulaşmalara, yararlı böceklerin sahada kalmasına, zararlı olanların da sahaya girmesine karşı koru-



Şekil 5. Rüzgâr perdelerinin çok amaçlı faydaları (URL-1'den uyarlanmıştır)  
Figure 5. Multifunctional windbreaks (Adapted from URL-1)



Şekil 6. Rüzgâr perdeli ve perdesiz tarım alanları (URL-1)  
Figure 6. Agricultural fields with windbreaks and without windbreaks

ma sağlar. Ayrıca toprak parçacıklarından kaynaklı morarma ve aşınmayı azaltarak ürün kalitesini artırır. Bu durum özellikle sebze ve meyve bahçelerindeki mahsuller için önemlidir. Mısır, soya fasulyesi ve olgun yoncanın kum hareketlerine toleransı orta derecede iken, sebzelerin çok daha düşüktür. Meyve bahçelerinde ise hem meyve tutulumu hem de ürün kalitesi olumsuz etkilenmektedir.

Tarımsal ürünlerin tozlaşmasında rüzgâr ve böceklerin etkin olduğu bilinmektedir. Rüzgârın hızını kesen bitkisel materyalin çeşitliliği ve dikim şekilleri farklı zamanlarda çiçeklenmeleri hem daha çok böceklere yuva oluşturmada, hem de bölgedeki tozlaştırıcıları desteklemektedir.

Rüzgâr perdelerinin oluşturduğu bitki örtüsü, sıcak

günlerde rüzgârın toprak nemini alıp götürmesini (buharlaşmayı) engelleyerek, kışın ise yağışların toprak üzerindeki akışını yavaşlatarak toprakta daha fazla su tutulmasını sağlar. Ayrıca, tesis edilecek rüzgâr perdeleri ile toprak üstünde (dal, kabuk, yapraklar, vb.) ölü örtü, toprak altında ise kökleriyle toprağın havalanması ve özellikle organik madde birikimine katkı vermesi sağlanır. Buharlaşmanın önlenmesi ve bitkilerin aşırı su kaybı azaltılarak verimin artmasını sağlar. Dolayısıyla toprak neminin düzenlenmesi ile verimin artması yanında, bitki örtüsünden yoksun zamanlarda toprak erozyonunun önlenmesi de tarımsal faaliyetlere katkı sağlamaktadır.

Kosta Rika'da tarım alanlarının sınır boyunca rüzgâr perdesi olarak tek (bir) sıra halinde dikilen

ağaçların ekonomik değerini belirlemek için yapılan analizin sonuçları Tablo 1’de verilmiştir (Kapp, 2002).

Gıda sorunlarının giderek artmaya başladığı günlerde gelişmiş ülkelerin bu konularda bilimsel çalışmalar yaptığı ve tarım ürünlerini ihraç eder durumu geldikleri ortadadır. Nitekim Caborn (1957), Rusya’da yulaf tarlaları etrafındaki beş sıradan oluşan rüzgâr perdelerinin verim üzerindeki etkisinin %25-28 artış gösterdiğini, saman verimi-

nin ise rüzgâr perdesiz açık alana göre %100-300 daha fazla ürün verdiğini belirtmektedir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde rüzgâr perdelerinin hidrolojik koşulları iyileştirmesi nedeniyle çok daha etkili sonuçlar verdiğini, tarım ürünleri için sadece niceliksel değil nitelik olarak da artışlar gösterdiğini belirtmektedir. Ayrıca rüzgâr perdeleri ile ot %34, yonca %27, tahıl %12-17, saman %12-17, pancar %23, lahana %13, şalgam %7-12, patates %9-17, çimen ve yonca %24 ve acı baklada %49-54 verim artışı olduğu ifade edilmektedir.

Tablo 1. Tarım ürünü ile tek sıralı ağaç dikiminin ekonomik analizi (Kapp, 2002)  
Table 1. Economic analysis of single-row tree planting with agricultural crops

Çiftliğin büyüklüğü	20 ha
Yıllık ortalama tarım geliri	4.500 US Dolar
Hasat zamanındaki (10 yaş) ağaç sayısı	150
Hasat zamanı tomruk üretimi	100–150 m <sup>3</sup>
Tomruk değeri (20–90 US Dolar/m <sup>3</sup> )	2.000–18.000
Üretim maliyeti	300–1.300 US Dolar
Tomruk net geliri (yıllık)	1.700–16.700 US Dolar
Tarım gelirinin tomruk gelirine oranı	% 4–17

Guyot’a (1963) atfen Aydemir (1978), Rusya’da yapılan bir araştırmada, perde etki alanındaki arazilerde kış buğdayında %41, ilkbahar buğdayında %21, kış çavdarında %47, yulafta %22, ayçiçeğinde %18, yem bitkilerinden ayrık otunda (*Agropyron repens*) %94 ve bromda (*Bromus sp.*) %85 daha fazla verim alınmıştır. Buna karşın yine Rusya’nın güneyindeki steplerde, perdeler, çayır otlarının verimini %100 artırdığı halde tahıllarda bir değişiklik olmadığını bildirmektedir. Aynı kaynağa göre, İsrail’de kurak Akdeniz ikliminde bulunan Besor bölgesinde rüzgâr perdelerinin soğan ve sarımsak verimini %23, yarfıstığı verimini %42, greyfurt verimini %14 ve domates verimini ise %16 artırdığı tespit edilmiştir. Aynı kaynakta, Danimarka’da yapılan bir araştırmaya göre ise perdenin siperinde bulunan tarladaki verim; buğdayda tane %11,1 ve saman %13, arpada tane %19 ve saman %33, yulafta tane %20 ve saman %20, çavdarda ise tane %15 ve saman %11 artış göstermiştir. Aynı işlemlerde; pancar %23, şalgam %7, patates %17, çayır otları %22, yonca %24 ve bakla %49 daha fazla verim artışı ortaya koymuştur. Nebraska Lincoln Üniversitesi’nin (unl.edu) Mead Araştırma İstasyonu’ndaki 40 dönümlük (dekar= da) arazideki kalıcı rüzgâr perdeleri, soya fasulyesinin verimini %18, mısırın verimini %20 ve buğdayın verimini %22 artırdığı bildirilmiştir (URL-3).

İç Anadolu Bölgesi’nin kurak ikliminde yer alan Ankara-Bala’daki koruyucu orman şeritlerinin perde etkisinde kalan tarlalarda buğdayın ortalama

tane veriminin komşu tarlalardan %24,9 fazla olduğu belirlenmiştir. Akdeniz ikliminde, dört taraftan perde ile çevrili bir deneme sahasında; perde siperindeki tarlada verim, denize açık ve hemen bitişiğinde bulunan tarladakinden, tane %21, saman %8,5; başak boyu %2,9; 1000 tane ağırlığı %8 daha az ve kültür boyu %3,5 daha fazla ölçülmüştür. Ayrıca, perde içinde olgunlaşma 10 gün kadar daha geç olmuştur. Buna karşılık denizden uzak mesafede tesis edilen rüzgâr perdelerinin siperinde; buğdayın tane verimi kontrol parseline göre, bir perde yüksekliğinde (=1×h) %30, 2×h’da %20, 3×h’da %8, 8×h’da %8, 9×h’da %20 daha az; ama 5×h’da %1, 6×h’da %13 ve 7×h’da 15,2 daha fazla tespit edilmiştir. Pamuk verimi bakımından ise perde kenarından 0.5×h’da %50 verim düşüklüğü, diğer mesafelerde ise verimin aynı olduğu belirlenmiştir. Kontrol parseline göre ise 1×h’da %42 daha az; ama 2×h’da %22, 3×h’da %38, 6×h’da %86, 7×h’da %48 ve 8×h’da %12 daha fazla bulunmuştur (Aydemir, 1978). Veriler incelendiğinde, rüzgâr perdelerinden belirli mesafelere kadar verim bir miktar azalmakta, sonra giderek artmakta ve çok uzak mesafelerde tekrar azalmaktadır. Bu durum perdenin geçirgenliği, perdenin yüksekliği ve özellikle yetiştirme ortamı koşullarına göre değişmektedir.

Gerek Rusya ve Danimarka’da gerekse Türkiye’de yapılan çalışmalar dikkate alındığında ve özellikle iklim değişikliği senaryoları da düşünüldüğünde, rüzgâr perdelerinin tarımsal faaliyet alanlarındaki

önemi çok eski tarihlerde ortaya konulmuş olmasına rağmen neden yaygınlaştırılmadığı anlaşılmamaktadır.

Düşük eğimli tarımsal faaliyet alanlarında tesis edilecek rüzgâr perdeleri ile aynı zamanda toprak erozyonunun ve sel ile taşkınların önlemesine de katkı sağlanır. Bu durum arazisinin %80'i, %15'ten fazla eğimli olan Türkiye'de potansiyel erozyon tehlikesine karşı önemli bir tedbirdir. Böyle alanlarda yapılacak tarımsal faaliyetlerin muhafazalı tarım işletmeleri şeklinde olması gerekir. Ortalama sayılarla tarım arazilerimizin yaklaşık 16 milyon hektarında (ha) orta, şiddetli ve çok şiddetli derecede su erozyonu ve 330.000 hektarında ise rüzgâr erozyon zararı ve toprak kaybı tehlikesi bulunmaktadır (URL-2).

Tarımsal faaliyet alanları içerisinde gerek doğal ve gerekse yapay sulama kanalları ve sulak alanlar boyunca tesis edilecek rüzgâr perdeleri tarım alanındaki toprak erozyonuna ve kullanılan gübrelerle suyun kirlenmesine karşı filtre oluşturmaktadır. Bu tampon bölge, hem sucul habitatların sürdürülebilirliğine katkı vermekte hem de yaban hayatı için yaşam alanları ile halka açık bir rekreasyon sahası hizmetini sunmaktadır. Ayrıca tarım alanlarında kullanılan gübrelerin sulak alanlar üzerindeki olumsuz etkilerini (su kirliliği) azaltmak gibi fonksiyonları karşılamaktadır.

Tarım alanlarında tesis edilecek rüzgâr perdelerinin bir başka önemli fonksiyonu da yaban hayatının habitatına katkı vermesidir. Zira rüzgâr perdeleri pek çok yaban hayvanına yaşam alanı ve besin kaynağı sağlar. Bu hayvanların bölgede bulunması sanılanın aksine çiftçilere zarardan çok yarar sağlar. Rüzgâr perdesi bulunan alanlarda doğal olarak çoğalan bazı kuş ve böcek türleri, tarım zararlılarının doğal avcılarını olduklarından, tarlalardaki ilaçlama ihtiyacını azalttıkları bilinmektedir.

Rüzgâr perdelerinin tarım alanlarında kullanımı ile gerek toprak altı ve gerekse toprak üstü biyokütle bakımından karbon tutulumuna da önemli katkıları bulunmaktadır. Türkiye için çok geniş kullanım alanlarına sahip tarımsal arazilerde ciddi boyutlarda karbon yutak alanları oluşacaktır. Rüzgâr perdelerinin karbon depolamaya yönelik projelendirilmesinde ve uygulanmasında ihtiyaç duyulan ekonomik desteğin sağlanması gerekir. Türkiye'de özellikle birçok arazi sahibi öncelikli olarak kendi amaçlarına ve arazi yapılarına yönelik rüzgâr perdelerini tesis etmeleri için teşvik edilemeli ve kendi arazilerindeki uygun yerlere dikim yapımları sağlanmalıdır.

Agroforestry uygulamaları içerisinde rüzgâr per-

delerinin bir başka katkısı da; *ekosistemi iyileştirmek ve biyoçeşitliliğe katkı vermektir*. Gerek tesis aşamasında kullanılan doğal ve egzotik bitkisel materyallerle ve gerekse tesis sonrası doğal olarak bulunan flora ve fauna elemanları ile biyolojik çeşitliliğin o alanda artmasını sağlarlar. Evapotranspirasyonu azaltarak bitkilerin ve toprağın su kaybını düşürmek, rüzgârlarla oluşan kumul hareketini hafifleterek toprak kaybını önlemek ve böylece toprağın verim gücünü artırmak suretiyle ekosistemin iyileşmesine katkı verirler.

#### 3.4. Rüzgâr perdelerinde bakım ve koruma

Rüzgâr perdelerinin, amaçlanan faydaları yerine getirebilmesi için kuruluş özellikleri ve tesis tekniğinin ne kadar önemli olduğu vurgulanmıştır. Bu tesislerin bakım ve koruma tedbirleri ile hem optimal faydalanma hem de sürdürülebilir hedeflere ulaşılır. Bu nedenle tesis edildikten sonra ve büyüme dönemi boyunca aşağıdaki bakımların yapılması gerekir.

- Kurak dönemlerde sulama imkânı varsa yapılması, tesis sonrası ölmüş ve yaralanmış bireylerin hemen çıkarılması ve tamamlamaların yapılması,
- Tesis edildikten sonra yeterli kök gelişiminin oluşması için yabancı bitki (diri örtü) rekabetini azaltmak ve zararlı yabancı otları kontrol altına almak için ilk üç-beş yıl içerisinde diri örtü ile mücadele edilmesi,
- Rüzgâr geçirgenliğinin iyi ayarlanması ve kar dağılımının düzenlenmesi için budamanın (özellikle ibrelili türlerde) yapılması,
- He türlü hastalıklara ve zararlılara karşı deneimlerin düzenli olarak gerçekleştirilmesi,
- Nem kaybının azaltılması ve organik madde katkısı bakımından malçlama, toprak işleme ve ot biçme işlemlerinin uygulanması,
- Bitkisel materyalin büyüme performansına bağlı ve budamalara ilave olarak seyreltme müdahalelerinin yapılması,
- Doğal ömrünü tamamlamış (yaklaşık 60-70 yıl) rüzgâr perdelerinin çoğu, kendi etkinliklerini kaybetmiş olup korumayı sağlayacak yeterli sıklığa sahip olmayabilir. Benzer şekilde büyüme enerjisini kaybetmiş, tepeleri çökmüş ve çeşitli hastalıklar nedeniyle kurumaları artmış perdeler ana görevlerini yapamaz duruma gelebilir. Bu durumda olan rüzgâr perdeleri yenilenmeye veya onarılmaya ihtiyaç duyarlar.

Bakım ve koruma çalışmalarında kullanılacak alet

ve ekipmanlar dikkate alınarak rüzgâr perdeleri tasarlanmalı, buna göre perdelerin genişlikleri, aralık- mesafe değerleri, yollar, kavşaklar ile alt ve üst yapı elemanları dizayn edilmelidir. Aksi halde bakım ve koruma çalışmaları sağlıklı yapılamaz. Rüzgâr perdeleri en iyi şekilde tesis edilmiş olsalar dahi fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri için bakımlarının düzenli olarak yapılması ve koruma tedbirlerinin yerine getirilmesi gerekir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Tarımsal ormancılık uygulamaları içerisinde önemli bir faaliyet alanı olan yeşil kuşak bitkilendirme ve özellikle rüzgâr perdeleri, tarımsal faaliyetlerde çok amaçlı fonksiyonlar üstlenmektedir. Türkiye'nin farklı özelliklere sahip coğrafi bölgelerinde birbirinden farklı uygulamaları gerektirse de bu konu mutlaka daha detaylı ele alınarak hem bilimsel hem de uygulamalı çalışmalara hız verilmelidir. Her rüzgâr perdesinin tasarımı, ayrıntılı bir saha analizine ve arazi sahiplerinin isteklerine dayalı olarak geliştirilmelidir.

Özellikle küresel iklim değişikliği senaryolarına göre giderek artmakta olan rüzgâr ve fırtına tehlikelerine karşı, kuraklık durumunda ortaya çıkabilecek gıda sorunlarının çözümünde, sürdürülebilir ekosistemlerin devamlılığı ve her şeyden önce yaşanabilir bir çevre için rüzgâr perdelerinin gerek kuruluş esasları ve gerekse tekniğine uygun uygulamalarına acilen başlanmalıdır. Zira bir yandan artan nüfus ve ulusal ekonomik süreçler, bir yandan da iklim değişikliğine karşı alınacak önlemler bakımından rüzgâr perdeleri en öncelikli seçenekler arasında yer alabilir.

Rüzgâr perdelerinin agroforestry uygulamalarındaki kullanımı ve özellikle tarımsal ürün verimine etkileri konusunda bölgeden gölgeye değişik sonuçlar vereceğinden, lokal yetiştirme ortamı koşullarına ve işletme amacına uygun çalışmaların yapılması gerekir.

Coğrafi bölgelere göre değişmekle birlikte, giderek parçalanmış arazilerdeki arazi sahipleri dar ve küçük yerlerde perde tesis edememekte ve bu yüzden tarımsal ürün çeşitliliği iklimin de etkisiyle azalmaktadır. Bu durumda arazilerin birleştirilmesi (toplulaştırma), arazi kabiliyet sınıflarına uygun olarak arazi kullanımına karar verilmesi ve rüzgâr perdesi tesisleri için Tarım ve Orman Bakanlığı ile valilikler başta olmak üzere devletin desteğine ihtiyaç duyulmaktadır.

Tarımsal faaliyetlerle uğraşan doğaseverlerin arazi kullanımında, dikenli/dikensiz tel çitler, ahşap kazıklar ya da betonarme engeller yerine canlı çitleri

tercih etmesi, doğaya uyum ve biyolojik çeşitliliğe katkı vererek sürdürülebilir ekosistemlerin oluşmasına yardımcı olacaktır.

Rüzgâr perdelerinin etkinliği, kuruluş esaslarının (perde yüksekliği, devamlılığı, geçirgenliği, yönü ve uzunluğu gibi) birlikte analiz edilmesine bağlıdır. Rüzgâr perdelerinin, zararlı etki yapan rüzgâr yönüne mümkün olduğunca dik şekilde tesis edilmesi, toprağa ve iklime uyum sağlayan ağaç ve çalı türlerinin seçimi gayet önemlidir.

#### Yazar Katkıları

Anafikir/Planlama: İ. TURNA; Veri toplama/İşleme: İ. TURNA ve F. ATAR; Veri analizi ve Yorumlama: İ. TURNA ve D. GÜNEY; Literatür taraması: İ. TURNA ve H. TURNA; Yazım: İ. TURNA ve F. ATAR; Gözden geçirme ve düzeltme: İ. TURNA, F. ATAR, D. GÜNEY ve H. TURNA

#### Kaynaklar

Atay, İ., 1969. Projede Saha Taksimatı. Ağaçlandırma (Planlama-Etüd ve Proje Semineri). İstanbul Üniv. Oman Fakültesi. Yayın No: 141. s.55- 65 İstanbul

Aydemir, H., 1975. Balâ Koruyucu, Orman Şeritlerinin Mikroklima ve Tarımsal Ürün Verimine Etkisi. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 68. Ankara

Aydemir, H., 1978. Koruyucu orman şeritleri ve rüzgâr perdelerinin mikroklima ve tarımsal ürün verimine etkisi. İstanbul Üniv. *Orman Fak. Dergisi*, A28

Beşkök, T.E., 1957. Koruyucu Orman Şeritleri ve Bala Koruyucu Orman Şeritlerinin Tesisi Denemeleri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü. Teknik Bülten No: 7. Ankara

Boydak, M., Çalışkan, S., 2014. Ağaçlandırma (Tohum- Ağaç Islahı-Doğaya Yakın Ormancılık-Alan Hazırlığı- Ekim-Dikim- Yarı Kurak-Kurak Alanlar- Endüstriyel Ağaçlandırmaları- Karstik Alanlar- Özel Nitelikli Ağaçlandırmalar). OGEM-VAK Yayını. Ankara. ISBN: 9789759394387

Caborn, J.M., 1957. Shelterbelts and microclimate. *Forestry Commission Bulletin* No: 29. Edinburgh

Dirik, H., 2005. Kırsal Peyzaj (Planlama ve Uygulama İlkeleri). İstanbul Üniv. Yayın No: 4559. Orman Fakültesi Yayın No: 486. İstanbul

Gordon, A.M., Newman, S.M., 1997. Temperate Agroforestry Systems. CABI Publishing, Wallingford

- Heisler, G.M., 1984. Planting Design for Wind Control. Şu eserde: E. G. McPherson ( Edt). Energy Conserving Site Design. American Soc. Landscape Archit., Washington, DC. p. 165-183
- Kafer, N., Straight, R., 2022. Windbreaks: An Agroforestry Practice. USDA Forest Service. National Agroforestry Center. Agroforestry Notes: 25
- Kapp, G.B., 2002. Agroforestry and small scale farm forestry systems in Central America as forms of a potentially sustainable land use (*Almanca*). *Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie* 46 (1): 15-25
- Lundgren, B.O., Raintree, J.B., 1982. Sustained Agroforestry. Şu eserde: Nestel, B (Edt). Agricultural Research for Development: Potentials and Challenges in Asia. ISNAR, The Hague, Report of a Conference. p.37-49
- Pamay, B., Atay, İ., 1952. Koruyucu orman şeritleri (step ağaçlandırmaları), İstanbul Üniversite Orman Fakültesi Dergisi, B2. (1): 32-54
- Saatçioğlu, F., 1976. Silvikültür I (Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri). İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 2187. Orman Fak. Yayın No: 222. İstanbul
- Tavşanoğlu, F., 1976. Türkiye’de rüzgâr erozyonunun kapsamı, rüzgâr erozyonuna karşı mücadele (örnek: İç Anadolu Konya Karapınar’da rüzgâr erozyonu ile mücadele). İstanbul Üniv. *Orman Fakültesi Dergisi*, 26(2): 65-94
- Tokmanoğlu, T., 2008. Rüzgâr perdeleri (Shelter belts). *S. Demirel Üniversitesi Orman Fak. Dergisi* A(2), 99-102. ISSN: 1302-7085
- Turna, İ., Güney, D., Atar, F. 2013. Assessment of Non-Wood Forest Products in Agroforestry. 3rd International Non-wood Forest Products Symposium, 8-10 May, Kahramanmaraş
- Turna, İ., Güney, D., Yıldırım, N., Bayraktar, A., 2019. The Importance in Terms of Agroforestry Applications of Medicinal and Aromatic Plants in the Aegean Region, III. International Mediterranean Forest and Environment Symposium, 3-5 October, Kahramanmaraş
- Turna, İ., Genç, M., Güney, D., 2021. Doğa Koruma Odaklı Ağaçlandırma. Şu eserde: Ekoloji ve Ekonomi Ekseninde Türkiye’de Orman ve Ormancılık (Editör: Pakdemirli, E., Küçük, Ö., Bayraktar, Z., Takmaz, S.). s. 119-160. Ankara
- Turna, İ., 2022. İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Arazi Yönetimi. İklim Değişikliğine Uyum Konusunda Kurumsal Kapasitenin Geliştirilmesi İçin Eğiticilerin Eğitimi. Çevre Şehircilik ve İklim Bakanlığı. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM). Amasya
- Turna, İ., 2023. Tarımsal Ormancılık (Agroforestry). Gece Kitaplığı. ISBN: 9786254250026, Ankara
- URL-1. USDA Forest Service. National Agroforestry Center [fs.usda.gov/nac/practices/windbreaks.php](https://fs.usda.gov/nac/practices/windbreaks.php) (Ziyaret tarihi: 27.03.2024)
- URL-2. [gencziraat.com/Toprak-Bilgisi/Turkiye-Topraklari-8.html](https://gencziraat.com/Toprak-Bilgisi/Turkiye-Topraklari-8.html) (Ziyaret tarihi: 27.03.2024)
- URL-3. University of Nebraska- Lincoln. *Doğru adresi* (Ziyaret tarihi: 27.03.2024)
- Ürgenç, S., 1966. Koruyucu orman şeritlerinin ağaçlandırma tekniği. İstanbul Üniv. *Orman Fakültesi Dergisi*. 16: 64-79. Doi: 10.17099/jffiu.74125
- Ürgenç, S., 1990. Genel Plantasyon ve Ağaçlandırma Tekniği (Arborikültür). İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3644. Orman Fakültesi Yayın No: 407. İstanbul
- Ürgenç, S., 1998. Ağaçlandırma Tekniği (Yenilenmiş ve Genişletilmiş 2. Baskı). İstanbul Üniv. Yayın No: 3994, Orman Fak. Yayın No: 441, İstanbul
- Washusen, R., Reid, R., 1996. Agroforestry and Farm Forestry: Productive Trees for Shelter and Land Protection in Northeast Victoria. Benalla Landcare Farm Forestry Group Pub, ISBN: 9780646282701
- Wyatt, G., 2020. Selecting trees and shrubs for windbreaks. Univ. of Minnesota Extension. ([extension.umn.edu/agroforestry/trees-shrubs-windbreaks](https://extension.umn.edu/agroforestry/trees-shrubs-windbreaks); Ziyaret tarihi: 27.03.2024)

Ek Tablo-1. Makaledeki ağaç/ ağaççık bitkilerin botanik ve Türkçe isimleri  
Ann. Table-2. Botanical and Turkish names of tree/ shrub taxa in the article

Karakavak melezleri	<i>Populus euroamericanae</i>	İlgın	<i>Tamarix sp.</i>
Servi kavağı	<i>Populus usbekistanica</i>	İhlamur	<i>Tilia sp.</i>
Okaliptüs	<i>Eucalyptus sp.</i>	Akçaağaç	<i>Acer sp.</i>
Söğüt	<i>Salix sp.</i>	Meşe	<i>Quercus sp.</i>
Kızılağaç	<i>Alnus sp.</i>	Demirağacı	<i>Casuarina equisetifolia</i>
Dişbudak	<i>Fraxinus sp.</i>	Servi türleri	<i>Cupressus sp.</i>
İğde	<i>Elaeagnus sp.</i>	Kızılcım	<i>Pinus brutia</i>
Dut	<i>Morus sp.</i>	Ateş dikenini	<i>Pyracantha coccinea</i>
Keçiboynuzu	<i>Ceratonia siliqua</i>	Mazı	<i>Thuja sp.</i>
Badem	<i>Prunus dulcis</i>	Sarıçam	<i>Pinus sylvestris</i>
Mahlep	<i>Prunus mahaleb</i>	Karaçam	<i>Pinus nigra</i>
Erik	<i>Prunus Domestica</i>	Sakız	<i>Pistacia lentiscus</i>
Geyik elması	<i>Malus trilobata</i>	Defne	<i>Laurus nobilis</i>
Ahlat	<i>Pyrus elaeagnifolia</i>	Süpürge çalısı	<i>Calluna vulgaris</i>
Alıç	<i>Crataegus Monogyna</i>	Hünnap	<i>Ziziphus jujuba</i>
Üvez	<i>Sorbus sp.</i>	Kocayemiş	<i>Arbutus unedo</i>
Karayemiş	<i>Prunus laurocerasus</i>	Sandal	<i>Arbutus acdrachne</i>
Kadıntuzluğu	<i>Berberis vulgaris</i>	Kızılcık	<i>Cornus mas</i>
Kurtbağrı	<i>Ligustrum vulgare</i>	Sumak	<i>Rhus coriaria</i>
Kuşburnu	<i>Rosa canina</i>	Karamuk	<i>Berberis crataegina</i>
Karaçalı	<i>Paliurus spina</i>	Karagöz	<i>Tagetes</i>
Cehriler	<i>Rhamnus petiolaris</i>	Akasya	<i>Acacia sp.</i>

Ek Tablo-2. Makaledeki otsu/ zirai bitkilerin botanik ve Türkçe isimleri  
Ann. Table-2. Botanical and Turkish names of herbaceous/agricultural plants in the article

Yonca	<i>Medicago sativa</i>	Çimen	<i>Lolium sp.</i>
Pancar	<i>Beta vulgaris</i>	Soya	<i>Glycine max</i>
Lahana	<i>Brassica oleracea</i>	Acı bakla	<i>Lupinus sp.</i>
Şalgam	<i>Brassica rapa</i>	Soğan	<i>Allium cepa</i>
Patates	<i>Solanum tuberosum</i>	Sarımsak	<i>Allium sativum</i>
Buğday	<i>Triticum sp.</i>	Yerfıstığı	<i>Arachis hypogaea</i>
Pamuk	<i>Gossypium sp.</i>	Greyfurt	<i>Citrus paradisi</i>
Yulaf	<i>Avena sativa</i>	Arpa	<i>Hordeum vulgare</i>
Çavdar	<i>Secale cereale</i>	Çayır otları	<i>Anthoxanthum sp.</i>
Ayrık otu	<i>Agropyron repens</i>	Mısır	<i>Zea mays</i>
Brom	<i>Bromus sp.</i>		