



Repikajlı büyük fidan ve ağaçlarda nakil tekniği

Salih Parlak ¹, Kamil Erken ²

¹Bursa Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü

²Bursa Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 28/02/2024

Kabul Tarihi: 23/09/2024

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1480462>

*Sorumlu Yazar:

salih.parlak@btu.edu.tr

ÖZ

Giriş ve hedefler Ağaçlardan beklenen etkilerin en kısa sürede karşılanması için büyük ağaç dikilmesi veya herhangi bir sebeple buldukları konumdan nakledilmesi gerekebilmektedir. Büyük ağaçların söküm, taşıma ve dikim işlemlerinde fidanlardan daha farklı prosedür uygulanmaktadır. Nakledilen ağaçların yaşamını sürdürmesi türe, yaşına, yapılan işlemlerin ve uygulanan tekniklerin doğruluğuna bağlıdır. Farklı türlerde ve yaşlardaki ağaçlar farklı yöntemler ve ekipmanlar kullanılarak nakledilmektedir. Fakat bu nakillerdeki başarı özellikle Türkiye’de

düşük düzeydedir. Yanlış türlerin yanlış zamanda, yanlış tekniklerle ve özensiz uygulamalarla nakledilmesi başarısızlıkla sonuçlanabilmektedir. Harcanan emek, zaman ve finansman boşa gitmektedir. Bu çalışmada özellikle yerel yönetimler tarafından büyük fidan dikimi ve ağaç naklinde yapılan hataların giderilmesi için yapılması gereken teknik çalışmaların ortaya konulması amaçlanmıştır.

Yöntemler Çalışmada büyük ağaçların nakli konusundaki çalışmalarla ilgili geniş bir literatür taraması yapılmıştır. Elde edilen literatür bilgileri ormancılık ve peyzaj mimarlığı uygulamalarından elde edilen tecrübelerle sentezlenmiştir. Sonuç olarak; büyük ağaçların naklinde başarıyı etkileyen faktörler, ağaçların nakil için hazırlanması, nakil öncesi nakil sırasında ve nakil sonrasında uygulanması gereken doğru prosedürler gerek literatür taramaları ve gerekse uygulamalardan elde edilen deneyimlerle aktarılmıştır.

Bulgular Ağaç nakli konusunda Ülkemizin yeterli tecrübeye sahip olmadığı, nitelikli teknik personel ve araç gereç bakımından yetersiz olduğu görülmüştür. Büyük maliyetlerle alınan boylu fidan ve ağaçların nakil ve dikiminde yapılan hatalardan dolayı büyük bir maddi kayıp oluştuğu belirlenmiştir.

Sonuçlar Bu çalışmada aktarılan teknik bilgi ve prensiplere riayet edilerek yapılan büyük ağaç nakillerinde başarı daha yüksek olacaktır. Yüksek meblağlar ödenerek alınan boylu ağaçlar ve nakil ihtiyacı olan ağaçların başarılı bir şekilde nakledilmesi kaynakların daha verimli kullanımını sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Büyük ağaç, nakil tekniği, transplantasyon

Derleme Makale

Replanting and transplanting technique for large saplings with root balls and trees

ABSTRACT

Background and aims In order to meet the expected effects of trees as soon as possible, it may be necessary to plant big trees or to transplant them from their current location for any reason. A different procedure is applied for the removal, transportation and planting of big trees than for saplings. The survival of transplanted trees depends on the species, age, the accuracy of the procedures and techniques applied. Trees of different species and ages are transported using different methods and equipment. However, the success of these transplants is low, especially in Türkiye. Transplanting the wrong species at the wrong time, with the wrong techniques and careless practices can result in failure. The effort, time and finance spent are wasted. This study aims to identify the technical work needed to eliminate mistakes made by local governments, particularly in planting large saplings and tree transplantation.

Methods In this study, an extensive literature review was conducted regarding studies on the transplantation of big trees. The literature information obtained was synthesized with experiences gained from forestry and landscape architecture practices. As a result, the factors affecting the success in transplanting big trees, the preparation of trees for transplantation, the correct procedures to be applied before, during and after transplantation are explained through both literature reviews and experiences gained from practice.

Results It has been observed that our country lacks sufficient experience in tree transplantation and is inadequate in qualified technical personnel and equipment. Significant financial losses occur due to mistakes made in the transplantation and planting of tall saplings and trees purchased at high costs.

Conclusion In this study, following the technical information and principles conveyed will increase the success of large tree transplants. Successfully relocating tall trees, which are purchased at high costs, and trees that require transplanting will ensure more efficient use of resources.

Key Words: Big tree, transplantation technique, transplantation

Bu makaleye atıf:

Parlak, S., Erken, K., 2024. Repikajlı büyük fidan ve ağaçlarda nakil tekniği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 10(2), 175-196.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Ağaçlar kentsel yaşamın sürdürülebilir olmasında oldukça etkin bir rol oynar. Estetik, ekolojik, psikolojik, hijyenik ve işlevsel kapsamlı çok yönlü yararları ile son yıllarda kentlerin yaşam kalitesinin ortaya konmasında belirleyici bir unsur olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle ağaç kültürü kent kimliği, kent profili ve kent imgesi gibi kavramsal değerlerin önemli bir bileşeni oluşturur (Dirik, 2014). Şehirlerin aşırı kalabalıklaşması yeşil alanlara baskıyı artırmaktadır. Bu bakımdan yerel yönetimler yeşil alan miktarlarını artırarak bu baskıyı dengelemeye çalışmaktadır. Turna (2012) kişi başına düşen yeşil alan miktarı kent toplumu için yaşanabilir, memnuniyet verici, sağlıklı ve çekici olması bakımından önemli bir gösterge olduğunu ve yeşil alanların miktarı ve dağılımının kent yeşil alan sistemini oluşturduğunu belirtmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün verilerine göre sağlıklı bir toplum için kişi başına en az 9 metrekare yeşil alan önerilmektedir (Turna, 2012). Yerel yönetimler yeşil alanların önemli bir bileşeni olan ağaçların daha kısa sürede fonksiyonel hale gelmesini arzu etmektedir. Bunun için boylu fidan dikimi veya ağaç naklini tercih edebilmektedirler. Bu suretle peyzaj uygulamalarında bazen kent içinde ağaçların fonksiyonunu kısa sürede yerine getirebilmesi için büyük boyda nakledilmesi tercih edilerek 20-30 yıl beklemeden yetişkin bir park görünümü elde edilebilir (Ürgenç, 1990). Çoğunlukla belediyelerin tercih ettiği bu nakiller, ağacın kendi yetişme ortamından usulüne uygun kazılarak, yeni yerine taşınması, dikimi ve bakım işlemlerini kapsar. Ayrıca ticari veya toplumsal miras değeri bulunan bazı ağaçların da farklı sebeplerden dolayı taşınması söz konusu olabilmektedir (Özyurt Öktem ve Pehlivan 2021; Çorbacı ve ark., 2023). Ağaçların tekniğine uygun taşınması yaşama ihtimallerini artırmaktadır. Bu makalede özellikle büyük ağaçların nakillerinde teknik gereklilikler, başarıyı artıran veya azaltan unsurlar detaylı olarak ele alınmıştır.

Özellikle büyük ağaçlar için nakil süreci mühendislik bilgisi, kaynak ve zaman gerektirir. Bir ağacın nakil kararı, ağacın koşulları, büyüklüğü, türü, koruma durumu, değeri, dikime uygunluğu, çevresel ve kültürel faktörler, işlevsel ve mühendislik hususları ile maliyet unsurlarının değerlendirilmesiyle alınmalıdır. Bu bakımdan nakle karar verme süreci sistematik bir yaklaşım gerektirir. Aşağıdaki şemada nakil kararı verme sürecini kapsayan iş akışı görülmektedir (Hartman et al., 2000; Çorbacı ve ark., 2023) (Şekil 1).



Şekil 1. Ağaç nakillerinde karar süreci (Hartman et al., 2000'den değiştirilerek)

2. Ağaç Naklini Etkileyen Faktörler

Nakledilecek ağaçların sağlık, form ve yapısı naklin başarısını etkiler. Genel bir kaide olarak saçak, ince ve kompakt kök teşekkülüne sahip sığ köklü ağaç türleri, uzun ve derine inen, kazık köklere veya seyrek bir kök sistemine sahip türlere nazaran nakilde daha başarılı olur (Ürgenç, 1990). Kök formu da ağaç nakillerinde başarıyı etkileyen bir husustur. Genel olarak sığ kök sistemine sahip ağaçlar kalp kök sistemine göre, kalp kök sistem geliştirenler ise kazık kök geliştirenlere göre daha kolay ve başarılı nakledilebilir (Dirik, 2014). Taç formu ve sağlığı kötü olan ağaçların normal şartlarda nakli düşünülmemelidir. Bir ağacı nakil için kazmak, emici köklerin yüzde 90'ının kaybına ve bu durum ağaçta nakil şokuna neden olur. Nakledilen ağaç, hayatini sürdürürebilmek için yeterli kökü yeniden oluşturabilmelidir. Ağacın sağlığı kötüyse hayatta kalma ihtimali düşüktür. Nakilden önce maliyet ve nakil sonrası ağacın ömrü ile sağlığı etüt edilmeli, ağaç nakli zaman çaba ve maliyet gerektireceğinden nakilden sonraki sağlayacağı faydanın, maliyetle orantılı olup olmadığı dikkate alınmalıdır. Kültürel/çevresel değeri de ağacın nakline karar vermede göz önünde bulundurulmalıdır (Hartman et al., 2000). Nakilde aşırı kök ve gövde budaması gerektirmesi, düşük yaşama ihtimali, nakledilme fizibilitesinin mali ve teknik açıdan mümkün olmaması, dengesiz büyüme, eğilme, büyük kovuk/çatlak/yarık gibi sağlıksız durumlar, yapısı veya biçimi bozulmuş olması durumunda nakil yapılmamalıdır (Atay, 1986; Lane and Mandir, 2021).

Büyük nakledilen ağaçlarda, yeniden yeterli büyümenin sağlanması için daha büyük kök kütlelerine ihtiyaç vardır. Nakledilmesi zor olan türler, kolay nakledilen türlere göre daha büyük kök kütleleri ve kök yoğunluğuna ihtiyaç duyar. Uluslararası uygulamalar genellikle nakilde kök kütlelerinin, gövde çapının 8-10 katı olmasını önermektedir. Fakat büyük ağaçlarda nakil daha zor olduğundan nakilden sonra daha iyi kök gelişimi için toprak kütlelerinin, ağaç gövde çapının 12 katı kadar olması önerilmektedir. Binaya ve diğer ağaçlara olan uzaklık, toprak derinliği ve toprak yapısı gibi sökülme yapılan yetişme yeri koşulları da kök kütlelerini etkileyebilmektedir. Bu gibi durumlarda çıkarılan kök kütlelerinin çap ve yoğunluğunun yeterli olup olmadığı değerlendirilerek nakil yapılmalıdır (Hartman et al., 2000; Çorbacı ve ark., 2023)

Taşınması zor olan türlerin, nakledilmesi daha kolay olanlara göre daha büyük ve yoğun toprak kütlelerine sahip olması gerekir. Ağaçlar ve çalıları naklederken toprak kütlelerinin parçalanmaması için killi veya killi-balçık gibi ağır topraklar tercih edilir. Gevşek, kumlu topraklar kolay dağıldığından nakilleri daha zordur (Iles and Wray, 2000).

Genel bir kural olarak, küçük ağaçların nakli büyük ağaçlardan daha başarılı olabilir. Ağacın boyutu, lojistik gereksinimleri taşıma maliyetini etkiler. Özellikle derin kazık köklü ağaçların yaşları 75'in üzerindeyse nakledilmesi zordur. Özel önem taşıyan ve koruma değeri yüksek olan ağaçların sadece yerinde muhafaza edilememesi durumunda nakledilmesi düşünülmelidir. Kazma aşamasının da dâhil olduğu nakil işlemine hazırlanması için yeterli zaman bulunmalıdır. Ağacın naklinden sonra yapılacak bakımlar ve sorumlu bakım ekipleri belirlenmelidir. Ağacın nakledileceği alanın topoğrafyası, nakil ekipmanlarının manevra kabiliyeti ve sahanın erişilebilirliği gibi mühendislik kısıtlamaları dikkate alınmalıdır. Taşıma esnasında

güvenlik önlemleri alınmalıdır. Ağacın nakliye araçlarına sığacak şekilde aşırı ölçüde budanması tavsiye edilmez. Nakil esnasında bir üst geçit, yaya köprüsünün altı, rampalar, yapılarla çok yakın konumlar, araç ve yaya hareketleri nakilde önemli zorluklar çıkarabilir (Hartman et al., 2000; Özyurt Öktem ve Pehlivan, 2021; Çorbacı ve ark., 2023).

3. Nakillerde Başarıyı Etkileyen Faktörler

Ağaçların taşınması ne kadar dikkatli yapılırsa yapılırsın sökülmesi ve taşınması sırasında kök tacının çevresinde daha yoğun bulunan özellikle beslemeyi sağlayan ince köklerin çoğu kaybedilir. Kök sisteminin büyük ölçüde tahrip olması, nakilden sonra büyüme ve gelişmede meydana gelen gecikme, su ve mineral alımının azalması nedeniyle ağaç üzerinde fizyolojik stres “nakil şoku-nakil stresi” oluşturur. Büyüme ve gelişmenin yeniden başlayabilmesi için, dikimden sonra hasar gören köklerin yerine yeni köklerin oluşması gerekir. Bu nedenle ağacın dikkatli taşınması fizyolojik stresi en aza indirecektir. Hatalı nakil ise ağacın büyümesini geciktirir, hatta ölümüne neden olabilir (Dirik, 1998; Hartman et al., 2000). Ağaç naklinde uzun tecrübelerle rağmen, kent ortamlarında ilk birkaç vejetasyon döneminden sonra başarısızlık oranları %30-70 arasındadır (Hirons and Thomas, 2018). Büyük ağaçların nakillerinden sonraki sürekli bakım maliyetleri çok yüksektir. Bu bakımdan nakledilen büyük ağaçlarda daha yüksek ölüm oranları sebebiyle daha fazla yenileme maliyetleri ortaya çıkmaktadır (Carreiro et al., 2008).

Nakillerde başarıyı etkileyen en önemli faktörler; türün nakle uygunluğu ve nakil zamanıdır. Nakil yapılan ağaçlarda başarı türlere göre değişmekte (Kshirsagar et al., 2018; Özyurt Öktem ve Pehlivan 2021; Çorbacı ve ark., 2023) ve ağacın biyolojik, fizyolojik ve mekanik özellikleri nakil başarısını etkilemektedir (Kumar, 2022). Bitkilerin ekolojik şartları tolere etme yeteneği türler arasında önemli farklılık gösterir (Swanson et al., 2024). Nakil başarısı zamanlama, çevre koşulları ve nakilden sonraki kültürel uygulamalara da bağlıdır (Gilman, 1994) (Pryor, 2014). Nakle uygunluk, türün özellikleri, büyüklüğü, sağlığı ve bulunduğu yaşam alanı gibi faktörlere bağlıdır (Hartman et al., 2000).

Nakil alanının koşullarına dayanıklı bitkilerin seçilmesi, hayatta kalması ve gelecekteki performansı açısından kritik öneme sahiptir. Nakillerde ağacın özellikleri yanında dikim yerinin toprak türü, drenajı, su ve ışık şartları, kurutucu rüzgârlara maruz kalma ve diğer faktörler etkili olur (Swanson et al., 2024; Özyurt Öktem ve Pehlivan 2021). Kural olarak toplu ve saçak kök sistemine sahip ağaçlar, ana veya yan kökleri seyrek ve dağınık olanlardan daha başarılı nakledilir. Yaprak döken türlerin dökmeyenlere, küçük ağaçların büyüklere göre nakilleri daha kolay ve başarılıdır (Hartman et al., 2000).

Nakle uygunluğu yüksek türlerin normal bakımla yaşama olasılıkları yüksektir. Orta düzeyde nakle uygun bitki türlerinin normal bakıma ihtiyacı vardır ve uygun nakil yapılmazsa hayatta kalma olasılıkları daha düşüktür. Nakle uygunluğu düşük türleri yaşatmak büyük özen gerektirir ve nakil yapılacak yer uygun şartlara haiz değilse nakil yapılmamalıdır (Hartman et al., 2000) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bazı taksonların taşımaya uygunluk durumları (Hartman et al., 2000 ve Ürgenç, 1990'ten değiştirilerek)

Yüksek	Orta	Düşük
<i>Abies</i> spp	<i>Acer rubrum</i>	<i>Betulus</i> spp
<i>Acer</i> spp.	<i>Aesculus hippocastanum</i>	<i>Carpinus betulus</i>
<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Ginkgo biloba</i>	<i>Cornus</i> spp
<i>Catalpa bignonioides</i>	<i>Laburnum anagyroides</i>	<i>Crataegus monogyna</i>
<i>Celtis occidentalis</i>	<i>Larix decidua</i>	<i>Fagus sylvatica</i>
<i>Fraxinus ornus</i>	<i>Malus sylvestris</i>	<i>Fagus orientalis</i>
<i>Maclura pomifera</i>	<i>Picea</i> spp	<i>Liquidambar styraciflua</i>
<i>Ostrya carpinifolia</i>	<i>Prunus avium</i>	<i>Liriodendron tulipifera</i>
<i>Paulownia tomentosa</i>	<i>Quercus macrocarpa</i>	<i>Magnolia</i> spp
<i>Platanus</i> spp	<i>Quercus robur</i>	<i>Quercus alba</i>
<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Quercus rubra</i>	<i>Quercus coccinea</i>
<i>Tilia tomentosa</i>	<i>Salix</i> spp	
<i>Ulmus glabra</i>	<i>Taxodium distich</i>	
<i>Taxus baccata</i>		
<i>Castanea sativa</i>		
<i>Platanus</i>		
<i>Populus</i> spp.		
<i>Salix</i> spp.		
<i>Palm</i> spp		
<i>Olive</i> spp.		
<i>Gleditsia</i>		

Fidanlıklardaki ağaçların kök kütlesi taç boyutuyla orantılı olmasına rağmen, büyük ağaçlar sökülmesi esnasında daha fazla kök kütlesi kaybedilir. Bu nedenle gövde çapı 10 cm'den fazla ağaçlar genellikle dikimden sonra birkaç yıl boyunca çok yavaş büyürken, daha küçük çaplı dikilen ağaçlar birkaç yıl içinde boyut olarak onları geçebilir. Bu bakımdan küçük ağaçlar ve daha fazla karbonhidrat deposuna sahip sağlıklı ağaçlar, cılız ve zayıf ağaçlara göre nakle daha uygundur (Hartman et al., 2000).

Sığ köklü türlerde kök kütlesi, daha büyük oranda sökülmesi üzerindeki toprak kütlesinde kalacağından nakil başarıları daha yüksek olabilir (Pryor and Watson, 2016). Ağaç nakillerinde başarısızlık riski çapı 20 cm'nin üstünde olan ağaçlarda önem kazanır. 50 cm'yi geçtiğinde ise kritik bir durum arzeder. Bunlara ek olarak nakil zorluğu artar ve maliyetler yükselir (Dirik, 2014).

Nehir kıyısındaki ağaçların hızlı ve yüksek kök üretebilme yeteneği nakilden sonra kök sisteminin tekrar oluşmasına yardımcı olur. Bu bakımdan subasar veya taban suyu yüksek alanlarda yetişen *Acer rubrum*, *A. saccharinum*, *Fraxinus excelsior*, *F. pennsylvanica*, *Gleditsia triacanthos*, *Prunus padus*, *Quercus palustris*, *Q. phellos*, Kızılağaç türleri (*Alnus* spp), ve kavak (*Populus* spp) türleri nakil için daha uygundur (Hirons and Thomas, 2018). Kavak ve söğüt ağaçları gibi ağaçlar uyur gözlerden kök sistemlerini hızla yenileme yeteneğine sahiptir. *Eucalyptus* spp., gibi bazı cinsler ise kök kaybına karşı son derece hassastır ve nakilden sonra kök gelişimleri çok düşüktür (Konijnendijk et al., 2005).

Nakil zamanı başarıda önemli rol oynar. Genellikle vejetasyon dışı dönem ağaç nakli için en uygun zaman kabul edilir (Norman, 2018). Uygun kaplarda büyüyen bakımlı ağaçların her mevsim dikimi ve nakli mümkündür. Ancak yılın belirli zamanlarında yapılması başarı olasılığını etkiler (zyurt ktem ve Pehlivan, 2021). Skmlerde kaçınılmaz olarak kök kayıpları meydana geleceğinden söküm-dikim işlemlerinin kök yenilenme yeteneğinin yüksek olduğu geç ilkbahar ve özellikle kış sonunda gerçekleştirilmesi daha uygundur (Dirik, 2014). Kışın yapraksız ağaçların toprak donmadan sonbaharda başlanarak vejetasyon başlamadan önceki ilkbahara kadar taşınması daha uygundur. Sonbahar nakillerinde odunsu bitkilerin hücreleri odunlaşır ve dokularındaki su azlığından dolayı daha az strese maruz kalır. Sonbaharda dikilen ağaçların, yeni kök sayısı ve çap gelişimi açısından ilkbaharda dikilen ağaçlara göre avantajlı olduğu belirlenmiştir. Fakat kurak geçen sonbaharın ardından gelen aşırı soğuk havalar sonbaharda nakledilen ağaçların ölümüne neden olabilmektedir. Bu bakımdan kışın bazı yapraksız ağaçlar ilkbaharda dikildiğinde yaşama oranı artar. Kızılcaık (*Cornus* spp), manolya (*Magnolia* ssp), meşe (*Quercus phellos*), lale ağacı (*Liriodendron tulipifera*) ve *Cladrastis kentukea* gibi etli kök sistemine sahip ağaçların ilkbaharda nakilleri daha başarıdır. Huş gibi ince kabuklu ağaçlar ilkbaharda taşınmalı veya sonbaharda taşınacaksa gövdeleri koruyucu örtülerle sarılmalıdır. Kayın (*Fagus* spp), göknar (*Abies* spp), huş (*Betula* spp), beyaz püskül (*Chionanthus virginicus*), ginkgo (*Ginkgo biloba*), *Koelreuteria paniculata*, *Carya* spp, *Carpinus caroliniana*, kırmızı ve beyaz meşeler (*Quercus* spp), *Carya illinoensis*, *Diospyros* spp, *Prunus* spp, *Sassafras* spp, *Oxydendrum arboreum*, *Liquidambar* spp, *Nyssa sylvatica*, badem (*Prunus amygdalus*), ceviz (*Juglans* spp), erik (*Prunus* spp) ve söğüt (*Salix* spp) türleri ilkbaharda nakle daha uygundur. İbrelitrler yılın herhangi bir mevsiminde nakledilebilir fakat en yüksek başarı 15-30 cm'lik toprak katmanında sıcaklığın 35-40 C derece olduğu ağustos ve eylül aylarındaki nakillerden sağlanır (Hartman et al., 2000). Palmiyelerin ise geç ilkbahar veya yazın kökler en aktif dnemdeyken taşınıp dikilmeleri önerilmektedir (Ürgenç, 1990).

Ekipmanın alışması için toprak fazla çamurlu hale gelmediği sürece, ılıman iklimlerde nakil kış boyunca yapılabilir. Kışın toprak donduğunda nemini kaybeder ve kökler kuruyarak ölür. Japon kirazı (*Prunus serrulata*), lale ağacı (*Liriodendron tulipifera*), manolya (*Magnolia* spp) ve *Quercus phellos* donmuş toprakla nakli yapılmamalıdır. Kapta yetiştirilen ağaçlar herhangi bir mevsimde dikilebilse de çıplak köklü türlerin ilkbaharda nakledilmesi daha iyidir. İlbaharda tomurcuklar kabarıırken ağaçlar kök salmaya başlar.

Tomurcuklar kabarmadan önce nakil işlemleri tamamlanmalıdır. Bazı ibrelitrler ekim ayı başından itibaren asla taşınmamalıdır. İstisnalar arasında selvi (*Cupressus* spp), göknar (*Abies* spp), *Tsuga*, *Larix* spp ve karaçam (*P. nigra*) yer alır. Bunların taşınması en iyi ilkbaharda, toprak sıcaklıklarının artmaya başlamasından sonra yapılır. Geniş yapraklı herdem yeşil türlerin nakli ilkbaharda daha başarıdır. Fakat bu ağaçlar kış boyunca korunabileceklerse sonbaharda da taşınabilir. Bazı koşullarda yaz ortasında nakil yapmak gerekebilir. Böyle durumlarda ağacın çevresi kazıldığında toprak kütlesinin maksimum su tutma kapasitesine sahip olması gerekir. Kazılmadan bir gün önce hendek açılması ve sulanmasıyla bu durum sağlanabilir. Kazı yapıldıktan sonra ağaç hemen dikilmeyecekse korunaklı bir alanda muhafaza edilmelidir (Dirik, 1998; Hartman et al., 2000).

4. Ağaçların Nakil İçin Hazırlanması

4.1 Fidanlıktaki türlerde nakile hazırlık

Bir repikajda fidan kök yüzeyinin %10-15'i kesilmesine rağmen yeni repikaj alanında % 25 oranında kök artışı meydana gelmektedir. Fidanlık ortamındaki türlerde 5-6 repikajdan sonra taşınabilir toprağın içinde çok yoğun bir kök sistemi oluşturularak başarılı şekilde nakil sağlanabilir (Ürgenç, 1998). Avrupa standartlarına göre kk çaplı ağaçların naklinde toprak kütlesi kalınlığı, toprak kütlesi çapının %60'ı kadar olması önerilmektedir. Kök yoğunluğu tre ve toprak ortamına bağlı olmasına rağmen, genel olarak kök biyokütlesi büyük oranda toprağın 0-45 cm'lik st katmanlarında yoğunlaşır (Pryor, 2014). Standart aralık mesafe ile fidanlıkta yetiştirilen ağaçlarda köklerin büyük kısmı kk bir alanda bulunur. Köklerin saçaklı hale gelmesi ve kılcal köklerin gövdeye daha yakın oluşmasını teşvik etmek için birkaç yılda bir kök kesimi yapılabilir. Bunun için kök faaliyeti başlamadan önce gövdeden belirli bir uzaklıkta, örneğin 7-8 cm çaplı fidanda 25-30 cm yarıçaplı olmak üzere dairesel olarak bir bel küreği dikine saplanarak yan zayan kökler kesilir. Bu uygulama ile kesim yerinden yeni kökler oluşur ve saçaklı hale gelen kök sistemi sayesinde nakil başarısı daha yüksektir (Ürgenç, 1990; Dirik, 1998; Hartman et al., 2000).

4.2 Dikili ağaçlarda nakil için kök kütlesinin artırılması

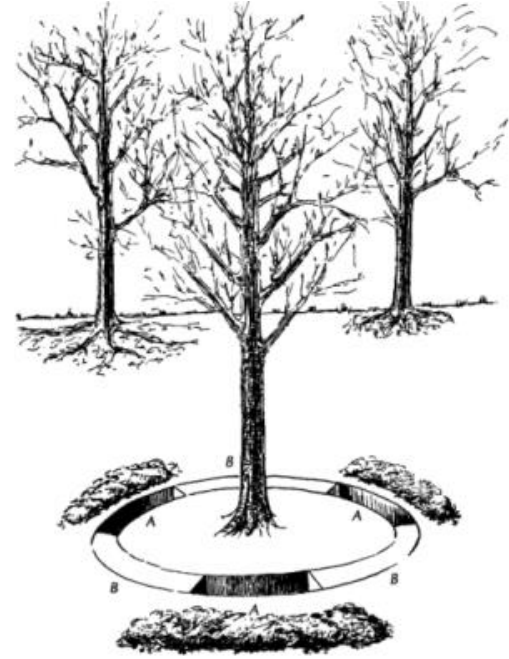
şehir ortamında büyüyen ağaçlarda köklerin, alt katmanlara doğru toprak koşullarının kötüleşmesi nedeniyle büyük oranda st toprak kısmında yoğunlaştığı belirlenmiştir (Wang et al., 2006). Sokak ağaçlarında yüzeysel kök oluşumunun sık görülmesi bunu doğrulamaktadır. Ayrıca bu ağaçların kök habitusu, açık alan şartlarında büyüyen ağaçlara göre daha karmaşık ve asimetriktir. Ayrıca kök biyokütlesi, özellikle emici köklerin büyük kısmı gövdenin hemen çevresinde yoğunlaşmaktadır. Kentteki ağaçların kök yayılımını tahmin etmek, yer altındaki değişken koşullar nedeniyle oldukça zordur ve ağaç boyu ve gövde çapı kök yayılımının göstergesi değildir (Day et al., 2010). Sokaktaki ağaçlarda, çevredeki toprağın kök büyümesi için elverişli olduğu yerlerde bile, sınırlı gelişen kök sistemleri gözlenmiştir (Urbis, 2013). Bu muhtemelen yetişme alanı ile çevresindeki kaplama yzeyleeri arasındaki farklı toprak nemi ve oksijen seviyelerinden kaynaklanmaktadır. Açık alan

koşullarında büyüyenlere göre şehir ağaçları daha sığ köklü olma eğilimindedir (Pryor and Watson, 2016; Pryor, 2014). Bu nedenle şehir içerisinde sokulup nakledilen ağaçlarda başarı farklı olabilmektedir.

Ayrıca, sürgün/kök oranı daha yüksek olan ağaç türlerinin, sürgün/kök oranı daha düşük olan türlere göre nakilde hayatta kalma şansı daha azdır. Bazı türler köklerinin %98'inden fazlasını kaybedebilir (Gilman, 1988). Hazırlık amaçlı kök budaması bu kaybı %92-95 kadar azaltabilir. Nakillerde kök toprak kütleğinde 2mm'den küçük emici köklerin yalnızca %5 ila %18'i kalmaktadır (Gilman and Beeson, 1996) ve bu orandaki yetersiz kök miktarı su emilimini karşılayamadığında su stresi ve nakil şoku meydana gelmektedir (Pryor, 2014).

Bir ağaç serbest büyüdüğünde kök sisteminin %60'ından fazlası taç izdüşümünün dışında yer almaktadır. Dolayısıyla nakil esnasında besleyici ve emici köklerin çoğu geride kalır. Besleyici kökleri kök yumağında yoğunlaştırmak için önceden belirli bir süre kök budaması ile ağaçları nakile hazırlamak mümkündür. Yeterince büyük bir kök kütlelerini ağaçla birlikte nakletmek için büyük mekanik ekipmana ihtiyaç vardır (Dirik, 1998; Konijnendijk et al., 2005). Küçük ağaçların taşınmasında fazla hazırlığa gerek duyulmaz. Ancak büyük ağaçlarda gövdeye daha yakın ve yoğun kök sistemi oluşumunu teşvik etmek için köklerinin budanması gerekir. Ağaçların kökleri taşınmadan önce, birbirini takip eden iki yıl boyunca budandıktan sonra nakil yapıldığında daha başarılı olmaktadır. Bu işlem için ilkbaharda veya sonbaharda, ağacın çevresinde gövde çapının yaklaşık 5 katı uzaklıkta dairesel bir alan işaretlenir. Çevrenin yarısını kaplayan 40 cm genişliğinde üç hendek bir kürekle kazılır (hedeğin A kısımları) ve açıkta kalan tüm kökler kesilir (Şekil 2). Kazılan hendeklere, toprak, hayvan gübresi, yaprak çürüntüsü ve kimyasal gübre karıştırılarak doldurulur. Bir yıl sonra kalan alanda (hedeğin B kısımları) hendek açılır. İkinci hendeklerin kazılıp yeniden doldurulmasıyla ağaca yakın kısımlarda yeni köklerin oluşması sağlanır ve bir yıl sonra ağaç taşınmaya hazır hale gelir. Bu şekilde hendek açılıp kök budaması yapılarak, içinin organik maddesi bol ve gevşek materyalle doldurulması bu kısımda daha fazla ince ve saçak kök gelişimini teşvik eder. Ayrıca ağaçta oluşacak dikim şoku 3 yıllık bir süreye yayılmış olur (Hartman et al., 2000). Bu uygulama ile ayrıca ağaçların rüzgârla devrilme riski de önlenmiş olur. Kök budama zamanının nakil başarısını etkilediği, ancak en uygun zamanın türlere göre değiştiği belirlenmiştir (Ürgeç, 1990; Dirik, 1998; Pryor, 2014).

Nakilden önce kök budaması, kök uçlarındaki kallus dokusunu uyararak yeni emici köklerin oluşumunu sağlar ve kök kütleindeki 3 mm'den küçük çaplı ince kök miktarını artırır. Bu durum su ve besin alma kapasitesini artırarak kök kaybının etkisini azaltabilir (Watson, 1998). Yeni kökler ağaçtaki karbonhidrat rezervlerini de artırabilir (Pryor, 2014). Bu ince emici kökler dikim sonrası su stresini azaltır. Köklerin budanması ile nakil arasındaki süre ne kadar uzun olursa ince emici köklerin gelişme şansı artar. Aktif sürgün büyümesi sırasında kök budamasından kaynaklanan kök kaybı, taç gelişimini baskılayabilir (Koeser and Stewart, 2009). Fakat bu durum nakledilen büyük ağaçların nakil stresine alışması için bir avantaj olabilir (Gilman, 1994; Pryor and Watson, 2016).



Şekil 2. Ağaçların naklinde kök sisteminin gelişmesi için yapılan hazırlıklar (Hartman et al., 2000)

Kök budamasının etkinliği mevsime, özellikle de aktif kök büyüme dönemlerine bağlıdır. Ağır budanmış kök sistemlerinin rejenerasyonu, vejetasyon döneminde aktif sürgün büyümesinin azaldığı dönemlerde daha fazladır. Yılım belirli zamanlarında kök budaması ile nakil sonucu arasındaki ilişki, başarılı bir nakil için budamanın aktif kök ve sürgün büyüme dönemleri (Dirik, 1998; Richardson-Calfee and Harris, 2005; Harris and Bassuck, 1993) dışında yapılması gerektiği görüşünü desteklemektedir. Aktif sürgün büyüme dönemleri içinde yapılmadığı sürece, önceden kök budaması yararlı olabilir (Pryor and Watson 2016; Pryor, 2014).

4.3 Nakil için yapılacak budamalar

Nakil sırasında tacın küçültülmesi her zaman gerekli değildir. Yapraklar kök oluşumu için enerji sağlayan şekerleri ürettiklerinden mümkün olduğunca korunmaları gerekir. Yeni nakledilen ağaçlarda zayıf, ölü, hasarlı, hastalıklı ve çapraz dallar budanmalıdır. Şekilsiz dallar veya çift lider dallar ağaç büyüdükçe yapısal problemler yaratabilir, bu nedenle merkezi ana gövde bırakılarak diğeri çıkarılabilir. Aşırı budama ağacın doğal formunu bozabilir ve fotosentezi azaltabilir (Atay,1986; Hartman et al., 2000; Gauthier and Kaiser, 2014; Lane and Mandir, 2021). Kök budaması veya nakli sonrasında sağlıklı dalların çıkarılması kök oluşumu ve büyümesi yavaşlatılabilir. Tomurcularda üretilen oksinler köklere büyüme için sinyal gönderir ve aşırı budama tomurcuları azalttığında kök oluşumu da azalabilir. Ek olarak, yapraklarda üretilen bazı şekerler ve diğere fotosentetik ürünler, gelişmekte olan köklere aktarıldığından dalları aşırı budanarak nakledilen bir ağaçta kök gelişimi azalabilmektedir (Dirik, 1995; Gilman ve ark., 2002).

Yeni taşınan ağaçlar, hastalıklı veya kırık dallar haricinde budanmamalıdır. Kök kaybından dolayı kök-gövde dengesini sağlamak için nakledilen ağaçların taç kısımlarının budanması gerektiği düşünülüyordu. Ancak son araştırmalar bu uygulamanın nakil şokunu önlemede faydalı olmayabileceği,

fotosentez ve hormon üretimi kapasitesini azaltarak zararlı olabileceğini göstermiştir. Yapraklarda üretilen yüksek seviyedeki oksin, daha hızlı kök oluşumu için gerekli olan sitokinin hormonlarını uyandır. Bitkinin üst kısmının budanmamasından kaynaklanan ilave nem stresi, üretilen ilave karbonhidrat ve hormondan dolayı destekleyici kök sisteminin daha hızlı gelişmesiyle dengelenmektedir. Optimum dal aralığı ve ağaç dengesi için genç ağacın budanması, nakil yapılana kadar bekleyebilir. Kırılmış veya ağır yaralanmış dalların çıkarılması dışında, topraklı herdem yeşil türlerde çok az budamaya ihtiyaç duyulur veya hiç gerekmez. Nakil sırasında lider sürgün kırılırsa en yakın yan dallardan biri yukarıya doğru bükülerek bağlanır veya biri hariç yan dalların tümü kaldırılarak sadece bırakılan yan dal dik olarak büyüme eğilimi gösterecek ve kısa sürede kırık liderin yerini alacaktır (Atay, 1986; Dirik, 1995; Hartman et al., 2000). Nakil yapılacak ağaçlarda fazlalık dalların budanması ağaçtaki statik denge bozukluğunun giderilmesine ve ağaca aktarılan rüzgâr enerjisini azaltarak ağacın stabilitesine de yardımcı olabilir (Hirons and Thomas, 2018).

Taç budaması nakillerde söküm esnasında kökte meydana gelen kayıpları dengelemek için dikkatli yapılmalıdır. Yapılan araştırmalar, taç budamasının çok az fayda sağladığına dair görüşler olduğu gibi hayatta kalma ve gelişmesini önemli ölçüde artırabileceğine dair görüşler de bulunmaktadır. Bazı araştırmacılar nakilden önce ağaçların %15-40 arasında budanması ve ağacın su harcamasının düşürülmesini tavsiye etmektedir. Bunun yanında budamanın hayatta kalmayı etkilemediğini ve tacın %15 den fazla budanması halinde görsel kalitesinin düşeceği belirtilmektedir. Bir ağaç, nakil sırasında emici kök sisteminin %90'ını kaybedebilir ve taç kısmındaki budama ağacın doğal şeklini bozabilir. Budama, fotosentez ürünlerini azaltacağından potansiyel köklerin büyümesini yavaşlatabilir. Aşırı taç budamaları enerji rezervlerini tüketerek olumsuz etki yaratabileceği belirtilmiştir (atay,1986; Dirik, 1995; Harris et al., 2004; Pryor, 2014). Çoğu çalışma, dikim sırasında orta dereceli taç budamasının küçük ağaçlardaki kök veya sürgünlerin büyümesinde çok az veya hiç etkisi olmadığını göstermektedir. Ağaç uykuda olduğu dönemde nakledildiğinde, yaprak genişlemesi bir sonraki sezonda azalacak ve köklerden gelen su miktarının azalmasıyla en azından kısmen dengelenecektir. Yaprak yüzey alanındaki bu doğal azalma budama ihtiyacını azaltacaktır (Harris and Bassuck, 1993; Pryor and Watson, 2016).

Kök sistemi yeterli su sağlayamazsa, yapraklar büyüyemez ve yaprak alanının azalması karbon üretimini azaltır. Ağacın terlemeyle kaybettiği su köklerin karşılama kapasitesini aştığında su kıtlığı oluşur ve hidrolik iletkenlik kaybı meydana gelebilir. Fidanlıktan araziye nakil sırasında kök kaybı, erken ağaç ölümlerinin önemli bir nedenidir (Hirons and Thomas, 2018). Nakillerde köklerin mümkün olduğunca korunması gerekir fakat ağacın nakil için kazılması ve sökülmesi esnasında kök budaması gerekli olmaktadır (Hartman et al., 2000). Kök kesimlerinin keskin aletlerle temiz bir şekilde yapılması gerekir. Ağır ekipmanlarla sökülerde kökler yarılar veya yırtılabilir. Yeni kökler genellikle temiz bir kesğin hemen gerisinden meydana gelir. Fakat kökte meydana gelen pürüzlü bir yırtık veya çatlak budanmadığı takdirde kökte bazen birkaç metre geriye doğru kurumalar meydana gelebilir (Gilman, 2002). Önemli kök kaybının olduğu daha büyük gövde çaplı (> 30 cm)

ağaçlar üzerinde yapılan bir çalışma, üç taraftaki hendek açma nedeniyle kök sisteminin tahminen %75'inin kaybindan sonra yaprak alanının %30'u budandığında geri ölümün azaldığını göstermiştir (Pryor and Watson (2016).

Budama veya darbeden kaynaklanan yaralanmalar, ağacın enerji ihtiyacını artıran ve gövdede yapı-işlev dengesini değiştiren hususlardır (Pryor and Watson, 2016). Su yürütme döneminde kabuk ve kambium kolayca zarar gördüğünden bu dönemde budama yapmamak en iyisidir. Kış sonlarında veya tomurcuk patlamasından önce erken ilkbaharda budamalar yapılabilir. Tomurcukların patlamasından sonra kabuk çok hassastır ve yapılan kesimlerde kabuğun koparak zarar görmesi muhtemeldir (Gilman, 2002; Joyce, 2017).

4.4 Antitranspirant uygulamaları

Taşınacak herdem yeşil geniş yapraklı ağaçlarda ağaç naklinden hemen önce su kaybını önleyici antitranspirantlar püskürtülebilir. Yaprakların üzerinde balmumu, plastik veya reçineden bir film oluşturarak stoma gözeneklerini tıkar ve yaprak hücrelerini su geçirmez bir filmle kaplar. Su kaybına karşı bu koruma birkaç hafta sürebilir. Yanlış kullanıldığında, terlemeyi önleyici maddelerin bazı koşullar altında özellikle yaprak dökmeyen bitkilerde toksik etkisi olabilir ve fotosentez için gerekli karbondioksitin yapraklara geçişini engelleyebilir. Kullanılacaksa toksiditenin oluşup oluşmadığını belirlemek için öncelikle ağaç tacının bir kısmında deneme yapılmalıdır (Hartman et al., 2000). Antitranspirant spreyle herdem yeşil ağaçlara ve vejetasyon döneminde yapraklı nakledilen ağaçlara, nakilden önce veya nakilden sonra uygulanabilir. Bu uygulamalar özellikle kış sonu-ilkbahar başında daha fazla önem kazanır. Terlemeyi sağlayan stomalar yaprakların altında daha fazla bulunduğundan püskürtme alttan yukarı doğru yapılmalıdır. Antitranspirant uygulama gaz değişimi, stoma iletkenliği ve özümleme kapasitesini de düşürdüğünden, yaz kuraklığı ve nispi nem açığının olduğu şartlarda uygulanması tercih edilmelidir (Dirik, 2014).

4.5 Ağaçların sökülmesi

Ağaç kök çevresindeki toprağın doğru kazılması, kök sisteminin büyük kısmının, özellikle de daha ince ve saçak köklerin korunmasını sağlar. Suyu ve besin maddelerini absorbe etmede en aktif kökler olan bu köklerde meydana gelen aşırı kayıp ağacın büyümesinde gecikmeye neden olur ve yeniden toparlanmasını güçleştirir. Sadece yaprağını döken çıplak köklüler en fazla 5 cm gövde çapına kadar taşınabilir. Daha büyük çaplı yaprak döken ağaçlar, yaprak dökmeyen ağaçlar ve kışın veya yazın taşınan ağaçlar, toprak kütlesiyle birlikte taşınmalıdır. Kazmaya başlamadan önce ağaç dallarının hasar görmesi veya kırılmasını önlemek için kalın halatla bağlanmalıdır (Hartman et al., 2000).

Çıplak köklü ağaçlarda nakiller genellikle yaprak döken ve çapı 5cm'den küçük ağaçlarla sınırlıdır. Ağacın etrafına kök sisteminin hemen altına doğru 45-50 cm derinlikte bir hendek kazılır. Fidanlıkta büyüyen türlerde bu hendek her 2,5 cm gövde çapına karşılık gövdeden 30 cm'lik mesafeden açılır. Açığa çıkan yan kökler budanır ve kurumalarını önlemek için ıslak telislerle örtülmelidir. Yan köklerin tamamı çıkıncaya kadar gövdeye yakın toprak kütlesi dağılmamalıdır. Ağaç yavaş yavaş

devrilince gövdenin altındaki toprak çıkarılabilir. Alt kökler 45-50 cm uzunlukta kesilir. Ağaçlar direkt güneş ve rüzgârdan korunaklı bir yerde muhafaza edilmelidir. Sadece 30 dakikada yüksek sıcaklık ve düşük nem koşullarında yan kökler kolayca zarar görmektedir. Bu bakımdan kökler ıslak telis, nemli saman veya gevşek toprakla sarılmalıdır. Ancak suyunu kaybetmiş köklerin dikimden önce birkaç saat suda bekletilmesi hasarı azaltılabilir (Hartman et al., 2000). Kazı esnasında açıkta kalan kökler sulama ya da sisleme ile sık sık nemlendirilmeli ve kurumalarını önlemek için ıslak çuval bezi ile örtülmelidir (Dirik, 2014).

Kök toprak kütesinin hacmi ve şekli, orijinal kök sisteminin miktarını ve nakilden sonra büyümeyi destekleyecek besin miktarını belirler (Pryor and Watson, 2016). Mümkün olduğunda, gövde çapı 5 cm den fazla ve yaprak dökten ağaçlar, yaprak dökmeden ve herdem yeşil küçük ağaçlar kökleri topraklı taşınmalıdır. Toprak kütesinin çapı ve derinliği büyük ölçüde toprağın türüne, köklenme tipine, ağaç türüne ve ağacın boyutuna bağlıdır. Sığ kökleri olan küçük ağaçlar dâhil toprağın kolay dağılması için kök kütesi çoğunlukla küresel bir şekle getirilir. Daha büyük ağaçlar genellikle genişliği derinliğinden daha fazla bir toprak kütesiyle taşınır (Çizelge 2). Taşıma esnasında kökü tutan toprak kütesi dağılmamalıdır. Toprak kütesinde mümkün olduğunca fazla sayıda kök bulunmalıdır.

Çizelge 2. Kışın yapraksız ağaçlarda nakledilecek ağaç çapına göre kök kütesini taşıyan toprağın boyutları (Hartman et al., 2000'den değiştirilerek-inç ölçüleri cm'ye çevrilerek yuvarlanmıştır)

Yerden 50 cm yükseklikteki gövde çapı (cm)	Balya çapı (cm)	Balya kalınlığı (cm)
4,0-5,0	60	40
5,0-6,5	70	50
6,5-7,5	80	50
7,5-8,5	95	60
8,5-10,0	105	65
10,0-11,5	120	75
11,5-12,5	140	75
12,5-13,5	145	80
13,5-15,0	150	85
>15,0	Çapın 10-12 katı	90

Yaprak dökten ağaçlarda toprak kütesi genellikle gövde çapının her 2,5 cm'si için 25-30 cm çap olarak hesap edilir. Kural olarak, her dem yeşil türlerde daha küçük çaplı toprak kütesi gerekir. Balyalama çapı için pratik bir ölçü de fidanın topraktan bir metre yuksekteki gövde çevresinin 3 katı kadar olmasıdır (Dirik, 2014). Çıkarılacak toprak kütesinin derinliği büyük ağaçlarda 75cm'den az olmamalıdır. Küçük ağaçlarda derinlik çapın % 75'i, büyük ağaçlarda ise % 40 civarına tekabül etmektedir. Amerika'da genel kural olarak kök toprağının büyüklüğü ağaç çapının 9 katı olması önerilmektedir. Ağacın çapı kalınlaştıkça kök kütesinin altına taşıyıcı platform yerleştirilmesi öngörülmektedir (Ürgeç, 1990). Balyalı fidanlarda gereğinden daha fazla toprak olmamalıdır. Toprak kuru ise kazılmamalı ve en az iki gün önceden iyice sulanmalıdır. Bu yapılmadığı takdirde toprak kütesi kırılacak ve kökler topraktan ayrılacaktır. Böyle bir ağacın nakil yerinde

hayatta kalma şansı çok daha azdır. Küçük fidanların sökülmesinde toprak kütesinin çıkarılmasına gövdeden 15 ila 20 cm uzakta bir dairenin kesilmesiyle başlanır. Kesme işleminde toprak kütesinin gevşemesini önlemek için küreğin arkası ağaca gelecek şekilde başlanmalıdır. Büyük kökler makasla veya testereyle temiz bir şekilde kesilmelidir (Hartman et al., 2000). Ağacın etrafında çepeçevre hendek kazıldıktan sonra, ağacın gövdesine doğru 45 derece açıyla kürekle yontularak kök toprak kütesi oval hale getirilir (Şekil 3). Daha sonra altına telis yerleştirilerek toprak kütesi ters yöne doğru eğilir, altındaki telis açılır ve sarılarak köşelerinden bağlanır. Sarkan telisler tellerle sabitlenebilir. Kumlu topraklarda yapılan sökülme tel kafeslerle desteklemek gerekebilir. Balya çapının 50 cm'yi geçtiği durumlarda dağılmayı önlemek için mutlaka kafes telle sarılmalıdır (Dirik, 2014). Söküm sonrasında ağaçlar aşırı kurumaya maruz bırakılmamalı, balyalanmış ağaçlar gölge bir alana yerleştirilmeli ve dikime kadar toprak kütesi nemli talaş veya samanla kapatılmalıdır (Iles and Wray, 2000). Balya çapı 60 cm'ye kadar olan ağaçlar, iki insan tarafından çıkarılıp taşınabilir (Dirik, 2014). Mekanik kazıcılar kullanıldığında bile fidan balyasına son şekil elle verilir. Ağacın alt kısma denk gelen köklerinin kesilmesinde toprağın dağılmasına dikkat edilmelidir. Kestikten sonra topraklı balya çukurdan çıkarılır ve telise sarılır (Hartman et al., 2000).



Şekil 3. Ağacın nakil için sökülmesi

Gövdeden tutup kaldırmak toprak kütesinin gevşemesine ve köklerin zarar görmesine neden olur. Bir kürek ya da çuval askı gibi kullanılarak kaldırılmalı ve sonra telisin ortasına yerleştirilmeli ve karşılıklı köşeler balyanın üst kısmından bağlanmalıdır. Toprak gevşek veya kumlu ise balyanın iple veya

telle güçlendirilmesi gerekir. Daha büyük ağaçlar kaldırımdan önce balyanın kenarlarına sabitlenmelidir. Bu telisler balyanın üst kısmında 10-15 cm örtüşmeli ve alttan telisler kesildikten sonra topun altını kaplayacak kadar geçmeli, telisin altı balyanın altına doğru kıvrılarak iple sabitlenmeli ve toprağın dağılması önlenmelidir. Toprak gevşekse veya balya büyükse, toprak dağılması için ipin yerine tel sepet kullanılmalıdır (Şekil 4). Büyük balyalı ağaçların kaldırılması için mekanik ekipmana ihtiyaç olabilir. Çapı 1 metre ve daha geniş olan balyalar genellikle vinçlerle römorklara yüklenerek taşınır. Kaldırımdan sonra ağaçlar aşırı kurumaya karşı korunaklı bir alana taşınmalı, birbirine yakın yerleştirilmeli, balya toprağı ıslak mal veya telisle örtülmelidir. Nakil esnasında zarar görmemesi ve çalışma kolaylığı açısından büyük dallar bağlanmalıdır (Hartman et al., 2000; Dirik, 2014)).

Toprağın 30 cm veya daha derinlere kadar donduğu yerlerde ağaçlar donmuş toprak kütleleriyle çıkarılabilir. Bu tür sökümden fidanlar daha az zarar görür ve ambalajlama daha kolay yapılır. Ağaç aynı yöntemle kazılır, ancak taşınmadan hemen önce toprağın çatlamaması için altı kesilmemelidir. Dikim çukurunun içinin donmaması için nakilden kısa bir süre önce kazılmalıdır. Taşıdıktan sonra ağaç yalnızca balyanın etrafındaki toprağın yerleşmesine yetecek kadar sulanmalı ve daha fazla donmayı önlemek için mal uygulanmalıdır. Sıcaklık -5 C^0 'tan aşağı düştüğünde nakil yapılmamalıdır (Hartman et al., 2000).



Şekil 4. Kök toprak kütlelerinin dağılması için telisin telle(üst) ve iple (alt) sarılması

Kök kütlelerini taşıyan toprağın aşırı kalın olması kaldırma esnasında kopmalara ve parçalanmalara neden olabilir. Nakil ne kadar dikkatli yapılırsa yapılsın söküme emici köklerin büyük

kısımının tahrip olmasıyla sonuçlanır. Kazma, taşıma ve yeniden dikim işlemlerinin kalan kök sistemine mümkün olan en az zarar verecek şekilde yapılması gerekir. Kazma, toprağın nemli olduğu ve bitkinin nem stresi altında olmadığı bir dönemde yapılmalıdır (Iles and Wray, 2000). Kök ve toprak sorunları nedeniyle yeni köklerin oluşması engellenirse, su temini azalacağından terleme ile kaybedilen su karşılanamaz ve su kıtlığı ortaya çıkabilir. Bu durum nakledilen ağaçlarda nakil şoku ve ağaın ölümünün en büyük nedenidir (Hirons and Thomas, 2018).

Tekniğine uygun yapıldığında ekipman kullanılarak yapılan nakiller daha başarılı olur. Makina veya ekipmanla köklerini çevreleyen toprak kütleleriyle söküme yapıldığında telisle sarmaya gerek olmadan yeni yerlerine taşınabilir. Bu tür ekipmanlarda dört sivri uçlu hidrolik bıçak toprağı bastırılır. Bıçaklar ağaç kökünün altında birleştirilerek toprak kütleleri kap şeklinde çıkarılır. Toprak kütleleri geleneksel nakil yöntemine göre daha uzundur ancak çapın her ikisi için de aynı olması gerekir. Dikimden önce çukurun içerisinde 40-50 cm su bulunması önerilmektedir. Bu su köklerin arasında hava hapsolmesini önleyerek kök toprağının çukura daha iyi yerleşmesini sağlar. Bazen bıçak uçlarının birleştiğı yerde veya iki bıçak arasına kalın kök sıkışır. Bu durumda toprak kütleleri dağılabilir ve kökler ezilebilir. Kökler temiz bir şekilde kesilmez ve parçalandığı için uçtan birkaç santim geriye doğru kurur. Bu durum, nakil şokunu artırır ve ağaın toparlanmasını geciktirir. Bu nedenle hidrolik ekipmanın bıçakları keskin olmalıdır (Ürgenç, 1990; Hartman et al., 2000). Köklerin yarılmasını veya kırılmasını önlemek için kesimler temiz yapılmalıdır. Yarılmış ve kırılmış kökler sağlam dokulara kadar temiz bir şekilde kesilmelidir. Pürüzsüz kesilmiş dokular yeni saçak köklerin oluşmasını teşvik ederek ağaç yaralarının daha hızlı iyileşmesine yardımcı olur (Lane and Mandir, 2021). Küçük ağaçlar kolayca taşınırken, büyük ağaçlar genellikle özel taşıma ekipman ve araçları gerektirir. Söküm makineleri kamyon veya çekici römorklarına monte edilmiş durumdadır (Şekil 5).

Taşınacak ağaın boyut sınırı, ağaın taşınacağı yol ve köprülerin geçiş şartlarına göre değışir. Taşınma sırasında ağaçlarda gövde, dal ve kabuğın zedelenmesini ve kaymasını önlemek için çıplak yerlerin çuval, kanvas veya başka bir malzemeyle sarılması gerekir. Dalların kırılmasını önlemek için tüm gevşek ve sarkık kısımlar toparlanarak bir iple bağlanmalıdır. Toprak kütlelerinin nemli tutulması için kökler ıslak çuval telislerle örtülmelidir. Özellikle yaprak dökmeyen ağaçların aşırı kurummasını önlemek için üzerlerinin branda veya telisle örtülmesi ve su kaybının önlenmesi gerekir. Ağaçların yeni yerlerine dikilmeden önce bir süre beklenmesi gerekiyorsa köklerinin üzeri kurumaya karşı örtülmelidir (Hartman et al., 2000). Ağaın nakil alanına giderken yolda hasar görmesi mümkündür. Nakilde kapalı gölgelikli bir araç kullanılmazsa açıkta kalan kökler, tomurcuklar veya yapraklar hızla kuruyacağından tutma ihtimalleri azalacaktır (Hirons and Thomas, 2018).



Şekil 5. Söküm taşıma ve dikim yapabilen kamyon (üst) (Resim K.K. Kılıç), ve makinayla açılan dikim çukuru (alt)

4.6 Dikim çukurunun hazırlanması ve ağaçların dikimi

Dikim çukurunun hazırlanmasında gösterilen özen, nakilde başarıyı sağlayan önemli bir faktördür. Dikim çukuru kök uçlarını bükmeden ve kırmadan köklerin sığabileceği kadar geniş olmalıdır. Çukurun hazırlanmasında boyut ve derinlik, toprak kalitesi ve drenaj dikkate alınmalıdır. Çıplak köklü türler için açılacak çukur, tüm kök sisteminin sığacağı, kökleri bükmeyecek veya sıkıştırmayacak kadar derinlik ve genişlikte olmalıdır. Balyalı veya kaplarda yetiştirilen ağaçlar için toprak kütesinin etrafında dolgu yapılmasına izin verecek ve toprağın havalandırılmasını sağlamak için çukur, toprak kütesinden biraz daha geniş ve derin açılmalıdır. Fakat çok derin kazmak, dolgunun çökmesi nedeniyle ağacın sağlığını riske atacaktır (Hartman et al., 2000). Bitkiler orijinal derinliklerinden daha derin dikilmemelidir. Derin dikim, köklerde düşük oksijen, aşırı su nedeniyle kök çürümesinden sebep olduğundan, nakil şokuna ve bitkinin ölümüne neden olabilir (Gauthier and Kaiser, 2014).

Nakillerde yapılan hatalardan bir diğeri ise dikim derinliğidir. Sökümde yeterli kök kütlesi bulunmadığında ağacın devrilmemesi için derin dikim yapılmaktadır. Fakat bu durumda kök boğazının üstündeki gövde kısmının gömülmesi, toprak kökenli mantari hastalılardan kolay etkilenmesine neden olmaktadır. Herdem yeşil türlerdeki derin dikimlerde dalların gömülmesinden dolayı dikim boşluğu kalmaktadır. Her iki durumda, ağaç kök sistemini geliştiremeyip kurumayla sonuçlanmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Derin/yüzeysel dikim, yetersiz kök ve sonuçta meydana gelen kurumalar (Leylandi)

Mümkünse çukurun elle kazılması tercih edilmelidir. Burgu veya direk kazıcıları gibi mekanik kazıcıların kullanımı özellikle kil içeriği yüksek topraklarda, çukurun kenar yüzeylerinin düz, pürüzsüz ve sıkışmış hale gelmesine neden olur. Bu durumlarda kökler kaygan veya parlak yüzeylere nüfuz edemez ve dolayısıyla kök kütesinden çıkıp çevredeki toprağa doğru genişleyemez (Bakınız Şekil 5). Bu sakıncayı önlemek için kazmadan sonra çukurun kenarları kazma, kürek, çapa gibi el aletleri ile kabartılarak pürüzlü hale getirilip toprak gevşetilebilir. Kazma yöntemi ne olursa olsun, asla ıslak toprakta, özellikle ıslak kil veya killi balçık toprakta çalışılmamalıdır (Hartman et al., 2000; Gauthier and Kaiser, 2014). Makine ile taşınan ağaçlarda çukurun içine 30-40 cm yüksekliğinde su doldurulması faydalıdır. Bu şekilde çukurun yanlarından su yukarı yükselir ve sıkışan yüzey topraklarının gevşemesine ve kaynaşmasına yardımcı olur (Dirik, 2014).

4.7 Toprak yapısı ve incelenmesi

Nakledilecek ağacın büyüdüğü alan kök gelişimini ve dolayısıyla nakledilebilirliğini etkiler. Dikim yerinde ilk yapılması gereken toprağın incelenmesidir. Toprak inceleme hem ağacın kazılacağı hem de nakledileceği alan için yapılmalıdır. Toprak tekstürü, strüktürü, drenajı, organik maddesi, kumlu veya killi karakterde olup olmadığı, toprak sıkışması olup olmadığı incelenmelidir (Swanson et al., 2024). Kazılacağı alandaki toprak tipi sökümün işleyişini ve başarısını etkiler. Kumlu topraklar kolay dağıldığı için sökümün daha

özenli yapılması gerekir. Kumlu, iyi drenajlı topraklarda kök sistemi daha geniş ve daha derin gelişir. Böylece kumlu yerden nakil yapılırken söküm esnasında daha fazla kök zarar görecektir. Ağaçlar kumlu topraklarda derin ve dağınık bir kök sistemi oluşturduklarından kilce zengin topraklardan sökülenlere nispetle nakilde daha fazla risk taşır. Killi topraklarda da oksijen yetersizliği nedeniyle kılcal köklerin gelişimi sekteye uğramaktadır. Toprağın çeşitli yöntemlerle havalandırılması başarıyı artırır. Ancak Bu bakımdan genel olarak ağır topraklardan hafif topraklara nakil yapıldığında başarı daha yüksektir. Fidanlıkta ise genellikle kıvrımlara izin verilmediği sürece, kök alanı daha kısa alanda geliştiği için kök sistemleri nakil için daha iyidir ve bu bakımdan kaplarda yetiştirilen ağaçlar daha az nakil şokuna maruz kalır ve nakil başarıları daha yüksektir (Ürgeç, 1990; Hartman et al., 2000). Sık büyüyen ve fakir, kurak ortamlarda yetişen ağaçlarda kökler dar bir alanda sıkışık halde büyüme özelliği gösterirler. İşlenmiş topraklarda ise daha entansif, doğal ortamlarda ise daha dağınık bir kök sistemi geliştirirler. Bütün bu durumlar nakil başarısını etkilemektedir (Ürgeç, 1990).

Mekanik olarak ağaç dikme ekipmanı kumlu topraklarda daha iyi çalışır. Ancak kumlu toprak nakil sırasında kök sisteminden kopma ve dağılma eğilimindedir. Bunun sonucunda kılcal köklerde hasar meydana gelir ve bu hasar ağacın ölümüne yol açabilir. Ağaçların ağır topraklardan kazılması daha zordur, ancak kök sistemi daha az zarar görür. Ağaçların kumlu topraklardan sökülmesi gerekiyorsa, toprağı plastikleştirmek ve kök kütesini içinde tutmak için kazma işleminde kök bölgesi sulanmalıdır. Ağacın söküldüğü alandaki toprak ile yeni nakledildiği yerdeki toprak tipi benzer olmalıdır. İki bölgedeki topraklar arasında önemli bir fark olması durumunda komplikasyonlar ortaya çıkabilir. Ağaç ağır topraktan kumlu toprağa taşındığında, su kök kütesinden drene olma eğilimindedir. Tersine, bir ağaç kumlu bir alandan ağır topraklı bir alana taşındığında su kök kütesine akma eğilimindedir. Her iki durumda da drenaj sorun haline gelir (Ford and Foote, 1966).

Toprak pH'sı, toprağın asitliği veya bazlık derecesinin bir ölçüsüdür. 7'lik bir toprak pH'ı nötrdür. 7'nin altındaki pH asidik toprağı, 7'nin üzerindeki pH ise alkali toprağı ifade eder. Pek çok bitkinin optimum pH aralığı vardır; bazıları asit sever, bazı bitkiler alkali toprağı tolere eder ve bazıları pH 7'ye yakın olduğunda en iyi şekilde büyür. Çoğu bitki 6,0-7,0 arasındaki bir pH'da gelişir. Kalsiyum karbonat veya kireç uygulanarak toprak pH'ı örneğin 6'dan 7'ye yükseltilebilir. Amonyum sülfat veya demir sülfat gibi asitli gübreler veya kükürt eklenmesiyle toprak pH'ı da düşürülebilir. Toprak pH'sını düşürmek yavaş bir süreçtir ve yükseltmekten çok daha zordur. Ancak toprağı değiştirmeye çalışmaktansa mevcut pH'ya uygun bitkiler seçilmelidir. Temellere ve kaldırımlara yakın alanlar için yüksek pH'yı tolere edebilecek bitki türleri dikkate alınmalıdır. *Fraxinus pennsylvanica*, *Fraxinus americana*, *Acer saccharinum*, *Populus deltoides*, *Phellodendron amurense*, *Ginkgo biloba*, *Celtis occidentalis*, *Gleditsia triacanthos*, *Quercus bicolor*, *Gymnocladus dioicus*, *Ostrya virginiana*, *Catalpa bignonioides*, *Juglans nigra*, *Acer platanoides*, *Acer tataricum*, *Elaeagnus angustifolia* gibi türler, 7,2-8,0 gibi yüksek pH değerlerine toleranslı olan türlerdir. Genel olarak herdem yeşil türler hafif asidik koşullarda en iyi performansı gösterir. Mazı (*Thuja occidentalis*) Ponderosa çamı (*Pinus ponderosa*), çoğu ardiç türü, *Picea pungens* gibi bazı istisna

türler 6,5 ile 7,3 arasındaki daha geniş bir pH aralığını tolere edebilir. Açelyalar, orman gülleri ve yaban mersini, pH 4,5 ile 5,5 arasında asidik topraklarda iyi gelişir (Swanson et al., 2024).

Kentsel ortamda büyüyüp nakledilen büyük ağaçlarda, düşük toprak nemi, düşük toprak geçirgenliği, zayıf havalandırma ve çözünebilir tuzların yüksek olduğu topraklar nakil sonrası stresi artırmaktadır (Kozłowski, 1987). Bitki büyümesi için doğru miktarda su önemlidir. Suya toleranslı bitkiler, taban suyunun yüzeye çok yakın olduğu veya ağır killi toprağın bulunduğu, sürekli ıslak alanlara dikilmelidir. Durgun su veya yüksek taban suyu toprakta düşük oksijen içeriği anlamına gelir. Aşırı nemi ve düşük oksijeni tolere edebilen ağaçlar; *Fraxinus pennsylvanica*, *Betula nigra*, *Celtis occidentalis*, *Quercus bicolor*, *Acer rubrum*, *Elaeagnus angustifolia*, *Alnus* spp, *Acer X freemanii*, *Larix decidua*, *Populus* spp, *Salix* spp taksonlarıdır. Kuraklığa dayanıklı ağaçlar uzun süre susuzluğa dayanabilir ve kumlu topraklar için en uygun türlerdir. Kuraklığa dayanıklı ağaç türleri; *Fraxinus pennsylvanica*, *Phellodendron amurense*, *Ginkgo biloba*, *Celtis occidentalis*, *Gymnocladus dioicus*, *Acer X freemanii*, *Crataegus*, *Gleditsia triacanthos*, *Populus tremuloides*, *Pinus* spp, *Quercus ellipsoidalis*, *Ulmus* spp, *Juniperus virginiana*, *Elaeagnus angustifolia*'dır. Kuraklığa dayanıklı çalışlar; *Acer ginnala*, *Berberis* spp, *Caragana* spp, *Lonicera* spp (Hanımeli), *Rhus typhina* (Sumak), *Ribes alpinum*, *Sambucus* spp, *Shepherdia argentea* (Gümüş beri), *Spiraea* spp (Keçi sakalı), *Syringa vulgaris* (Leylak), *Potentilla* spp (Beřparmak otu), *Juniperus* spp (Ardıçlar), *Microbiota decussata* gibi türlerdir (Pryor and Watson, 2016).

4.8 Drenaj durumunun belirlenmesi

Ağacın iyi gelişmesi için ağır karakterli ve drenajı zayıf topraklarda, dikimden önce bazı önlemlerin alınması gerekir. Bir alanın drenaj kapasitesi, 50 cm derinliğinde bir delik açılıp içi suyla doldurularak belirlenebilir. Delikteki su 30 dakika içinde kayda değer ölçüde azalmazsa drenajı iyileştirecek önlemler alınmalıdır. Dikim çukurunun dibinde kil dolgu-toprakla karşılaşılırsa kil tabakası boyunca drenaj delikleri açılarak iri çakılla doldurulabilir. Drenaj sorunu çok şiddetli değil veya lokal alanlarda ise "yüksek dikim" tekniği uygulanarak bu sakınca giderilebilir (Hartman et al., 2000). Yüksek dikimin amacı köklerle durgun su zonu arasında mümkün olduğunca havalanma kapasitesi yeterli ve kök gelişimine elverişli toprak derinliği yaratmaktır. Bu tür alanlarda dikimde bitkisel toprak+torf+kum karşımı kullanılmalı ve killi topraktan kaçınılmalıdır. Bunların dışında dikim çukurunun dibine kanal açılarak yaş, çakıl, kiremit parçaları konulur ve dikim yeri yükseltilebilir (Dirik, 2014). Nakilden sonra köklerin gelişmemesi durumunda ağaç dikim şokundan sonra kuruma aşamasına gelecektir. Toprak aşırı sıkışmış veya geçirimsiz katmanın olması halinde kökler yeterince gelişmediği için büyümede durgunluk ve uzun vadede kurumalar görülmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. *Lagerstroemia indica*'da (Oya ağacı) geçirimsiz katmana gelen köklerin gelişimi (sol), *Liquidambar occidentalis*'te (Amerikan sığla ağacı) nakilde yetersiz kök ve ağır killi topraktan dolayı gelişmemiş kök yapısı (sağ)

Toprak dokusu ve drenaj yakından ilişkilidir. Genel olarak kumlu topraklar geniş gözenekli boşluklara, iyi drenaja ve düşük su tutma kapasitesine sahiptir. Tersine, killi topraklar çok daha küçük gözenek boşluklarına sahiptir, drenajı zayıftır ve ağaç köklerini oksijenden yoksun bırakabilir. Topraktaki gözenekler bitki gelişimi için çok önemlidir çünkü gözeneklerde bulunan oksijen kök büyümesi için gereklidir. Bitki kökleri büyüme için hem neme hem de oksijene ihtiyaç duyduğundan, nakilden önce toprağın drenajı kontrol edilmelidir. Nemi yüksek, ancak oksijeni düşük, kötü drenajlı bir toprak hem uygun kök gelişimini hem de organik maddenin ayrışmasından ve bitki besin maddelerinin salınmasından sorumlu olan yararlı toprak mikroorganizmalarının gelişimini engeller. Drenajı kötü toprağa dikilen bitkinin gelişimi yavaş, gücü zayıf olur ve zamanla yavaş yavaş ölür. Islak alanlarda, zayıf drenajlı topraklara toleranslı türlerin dikilmesi veya toprağın drenajının yapay olarak iyileştirilmesi gereklidir (Swanson et al., 2024). Drenajı düzeltilmenin fiziksel veya ekonomik olarak mümkün olmadığı durumlarda en iyi alternatif, bataklık servisi (*Taxodium distichum*), Sığla (*Liquidambar orientalis*), kavak (*Populus* spp), söğüt (*Salix* spp) ve *Nyssa sylvatica* gibi drenajı ağır toprakları tolere edebilecek türlerin seçilmesidir. Yaprak dökmeyen türler, porsuk ve özellikle geniş yapraklı türleri dikmekten kaçınılmalıdır (Hartman et al., 2000). Palmiyelerin dikildiği topraklar iyi drene olabilmelidir (Ürgenç, 1990). Drenaj güçlüğü ve oksijen eksikliği başta *Pinus* türleri olmak üzere ortama 3 yıl içinde, bazen de aynı yıl kurumalara neden olabilir (Dirik, 2014).

Toprak drenajı farklı yöntemlerle iyileştirilebilir. Sadece dikim çukurunun dibine çakıl eklemek yeterli drenajı sağlamaz. Geçirimsiz katmana çakıl eklendiğinde su geçirimsiz tabakada birikecek ve köklerin oksijen alımını daha da azaltacaktır. Gözenek hacmini arttırmak için killi toprağa kumlu toprakla birlikte kaba turba ve kaba kompost gibi organik maddeler eklenebilir. Organik madde aynı zamanda su tutma kapasitesini arttırmak için kumlu toprağa da eklenebilir. Toprağı değiştirirken, iki toprak türü arasında köklerin nüfuz edemeyeceği ve mevcut toprağa doğru büyümeyeceği bir arayüz oluşturmamaya dikkat edilmelidir. Mevcut toprak profiline bir geçiş bölgesi oluşturmak için değiştirilen toprak mevcut toprakla karıştırılmalıdır. Toprağın araçlar veya insanlar

tarafından sıkıştırılması gözenek hacmini ve dolayısıyla oksijeni azaltabilir, suyun sızmasını kısıtlayabilir ve bitki köklerine fiziksel olarak zarar verebilir. Sıkıştırılmış toprakta oksijen tükenir ve karbondioksit birikir, bu da kök büyümesine zarar verir. Toprağı havalandırmak sorunun çözümlenmesine yardımcı olabilir (Swanson et al., 2024).

4.9 Ağacın dikim çukuruna yerleştirilmesi ve çukurun doldurulması

Nakle konu ağaçlar sökümden en geç 24 saat sonra hazırlanan yeni ortamlarına dikilmelidir (Dirik, 2014). Ağacın sökümü esnasında söküm yönü işaretlenmeli ve mümkünse doğal yetişme yerindeki güneş, rüzgâr ve ışık şartları gözeticilerle aynı yönde dikilmelidir. Ağacın yetiştiği yöne dikkat edilerek, dikim yerinde de aynı yöne dikilmesi kabuğun güneşten yanma riskini azaltacaktır. Kök boğazının toprak yüzeyi ile aynı hizada olması için dikim derinliği söküm pozisyonuna yakın olmalıdır (Hartman et al., 2000; Norman, 2018).

Dikim esnasında toprak tavda ve işlenebilir nitelikte olmalıdır (Dirik, 2014). Ağaç dikiminden sonra toprakta bir miktar çökme olabilir. Ağaçların kılcal emici köklerinin çalışması için oksijene ihtiyaç olduğundan oksijen seviyelerinin çok düşük olduğu derinliğe dikildiklerinde ölür. Kızılcık (*Cornus* spp), Kayın (*Fagus grandifolia*), meşeler (*Quercus* spp) ve iğne yapraklı ağaçlar çok derin dikimlere karşı hassastır. Ağaçların kökleri yüzeyden hafif bir açıyla aşağıya doğru büyüdüğünden, çıplak köklü dikimlerde çukurun dip kısmının hafif tümsek yapılması (çukurda tepe dikim yöntemi) başarıyı artıracaktır. Dikimden önce hastalıklı, kuru ve kırılmış kökler budanmalıdır. Kök tacı daha sonra çukur içerisindeki tümseğin üzerine yerleştirilebilir, kökler yanlara ve aşağıya doğru yayılır ve böylece toprakla yakın temas sağlanır. Dikimden sonra balya ve kökleri saran telisler gevşetilir çıkarılmalıdır. Ağaç tel kafesle sarılı halde taşındı ise teller bir makasla kesilmelidir (Hartman et al., 2000). Kökler daha önce büyüdükleri derinliğe yerleştirilmelidir. Özel durumlarda dışında kök boğazı toprak hizasında olacak şekilde dikim yapılmalıdır (Dirik, 2014). Dikimlerde kök boğazına dikkat edilmeli, dikimden sonra toprağın bir miktar çökeceği hesaplanmalıdır. Çukurlar çok derin kazılmışsa, çökme riskini azaltmak için tabana toprak atılmalı ve iyice sıkıştırılmalıdır. Orijinal bitki derinliğini belirlemek zor olabilir. Orijinal kök boğazı net değilse, kök genişlemesi ve/veya ilk kökler görünene kadar kök kütesinin üst kısmındaki fazla toprak dikkatlice yayılır. Daha sonra bitkinin üst köklerin 5 ila 10 cm toprakla kapanacak şekilde yerleştirilir. Ağaçlarda gövde kısmına doğru şişkinleşen kök yapısı varsa bu kısım toprak dışında bırakılmalıdır (Gauthier and Kaiser, 2014). Bazı türlerde derin dikim sakınca oluşturmaz. Örneğin *Morus*, *Populus* ve *Salix* gibi türlerde gövdenin toprak altında kalan kısımlarında da köklenme meydana gelebilmekte ve kök sistemi zenginleşmektedir (Dirik, 2014).

Yapılan araştırmalar, ağaç dikilirken kazı çukurundan çıkan toprakla doldurmanın daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir. Fakat kazı toprağının dolgu olarak kullanılmadan önce havalanma şartlarının iyileştirilmesi önemlidir. Yetersiz toprak koşullarında ise dikim ortamı toprağına %50 oranında karıştırılan uygun nitelikli harç materyali kullanılabilir. Normal koşullarda dikim toprağına %20-25 oranında torf karıştırılabilir

(Dirik, 2014). Dolgu toprağının kötü drenajlı olduğu durumlarda, kökler ıslak dönemlerde çok fazla, kurak dönemlerde ise çok az su tutar. Doldurma esnasında büyük hava boşlukları kalmaması için büyük kesekler parçalanmalıdır. Ağaç uygun derinlikte ve yönde çukura yerleştirildikten sonra yavaş yavaş toprakla doldurulmalıdır. Çıplak köklü ağaçlar için, ilk atılan toprak köklerin dibine sıkıca yerleştirilmeli, daha sonra çukurun geri kalan kısmı doldurulmalıdır. Hava boşluğu kalmaması ve kökleri toprakla yakın temasını sağlamak için doldurma sırasında ağaç hafifçe kıvıldatılabilir. Çukur tamamen doldurulduktan sonra hafifçe sıkıştırılır. Ağır topraklarda oksijen ve suyun köklere ulaşmasını engelleyeceğinden, köklerin etrafında aşırı sıkıştırma yapılmamalıdır. Dikimden sonra can suyu verilmeli ve toprağın çökmesini takiben bir miktar daha toprak doldurulmalıdır. Topraklı nakledilen ağaçlarda, hava boşluğu kalmayacak şekilde kök kütlelerinin oturacağı toprak gevşetilmelidir. Bu tür nakillerde çukur yaklaşık yarısına kadar toprak doldurulur ve ağaç dikildikten sonra sulama yapılarak toprağın çökmesi sağlanır ve geri kalan kısım tekrar doldurulur (Hartman et al., 2000).

Dikim çukurlarının diplerine çakıl veya diğeryabancı madde konulmaz. Toprağın turba, çam kabuğu gibi maddelerle değıştirilmesi önerilmez. Değıştirilen topraklar gevşek ve daha verimli olduğundan kökler bu ideal ortamın dışına kolaylıkla çıkamaz ve bunun sonucunda kök sistemleri yeterince genişlemez. Ayrıca değıştirilen bu dikim çukurlarının dibinde su killi doğal toprağa ulaştığında nüfuz edemez ve tabanda birikir. Bu durum "kâse" etkisi yaratabilir ve içindeki kökler ıslak ortamdandolayı köklerde çürüme meydana gelir. Çukur yarıya kadar doldurulur, hafifçe bastırılır ve iyice sulanır. Su sızdıktan ve toprak çöktükten sonra, her seferinde birkaç santim daha toprak eklenir. Çıplak köklü türlerde köklerin arasını doldurmak için ekstra özen gerekir. Ağaçların dikim sırasında veya yeni yerdeki büyümenin ilk yılında gübrenlenmesine gerek yoktur. Büyük ekimlerde, ağır toprakların organik maddelerle karıştırılması ve iyileştirilmesi yoluyla dikim yatağı oluşturulabilir. Bu, daha iyi havalandırma ve su hareketi sağlar, böylece kök büyümesini artırır. Ormangülü ve açelya gibi düşük pH gereksinimlerine sahip bitkilerde toprak ıslahı gerekebilir (Gauthier and Kaiser, 2014).

5. Nakilden Sonra Yapılacak İşlemler

Avrupa'daki uygulamalarda normal koşullarda yapılan nakillerde ortalama %85 başarı tatminkâr bulunmaktadır (Dirik, 2014). Ağaçların naklinde başarısızlığının yaklaşık yüzde 70'inin yetersiz bakımdan kaynaklandığı belirlenmiştir (Norman, 2018). Ağaçlar yeni büyüme alanlarına nakledildiklerinde bakım ve kültürel işlemler gerektiği ve tekniğine uygun yapılmadığı takdirde nakil işlemi başarısızlıkla sonuçlanabilir. Yapılan emek ve masraflar boşuna gider. Bu nedenle taşıma işlerinden daha önemlisi nakilden sonraki bakım ve diğerykültürel işlemlerdir.

5.1 Destekleme

Dikim sonrasında fidanların fiziksel dirençleri en zayıf düzeydedir. Fidanların fizyolojik aktivitelerini normal düzeye çıkarabilmeleri için ortam ile güçlü fiziksel ilişki kurması

gerekir. Bu da ancak köklerin dikim çukurundan çevre toprağa geçmesiyle mümkündür. 3-4 haftalık kritik süre içinde rüzgâr, fırtına ve diğeryçevre faktörlerinin neden olduğu sarsıntılar köklerin kopmasına ve uyum sürecinin gecikmesine neden olur. Bu etkiler güçlü ise fidan veya ağaçlar devrilebilir (Dirik, 2014). Devrilmeyi önlemek ve yatma riskini azaltmak için nakilden sonra ağaçların sabitlemesi gerekebilir. Yeni dikilen ağaçların rüzgârla aşırı sallanmasını önlemek, dik büyümeyi teşvik etmek veya mekanik hasara karşı koruma sağlamak için desteğe ihtiyaç vardır (Norman, 2018). Sabitlemek için herkekbağlama veya germe, kökler gelişene kadar ağacı sabit tutar ve dik konumda durmasını sağlar. Etkin sabitleme ve ağaçta aşınma zararını önlemek için gergiler, kazıklar ve bağlar gerektiği şekilde bağlanmalı, çıkarılmalı, değıştirilmeli veya ayarlanmalıdır (Lane and Mandir, 2021). Ağaçlar bireysel olarak rüzgâra maruz kaldıklarında genel olarak daha dayanıklı olurlar. Bitkiler yalnızca kuvvetli rüzgârlarla devrilme tehlikesi olduğunda desteklenmelidir. Taç kısmı ağır ağaçların devrilmesini önlemek için de destekleme gerekebilir. Desteklemede dikim çukurlarının dışına, zeminin sağlam olduğu noktaya eşit açılı üç kazıktan bağlama yapılmalıdır. Ağaçları her iki yönden desteklemek için geniş, esnek, kayış benzeri bağlama malzemeleri kullanılır. Bağlama ağaçların alt yarısından yapılmalı ve gövde hareketine izin verecek kadar gevşek olmalıdır. Sürtünme gövde yaralanmasına neden olabileceğinden tek destek önerilmez. Gövdenin boğulmasını önlemek için kayışlar periyodik olarak kontrol edilmelidir (Gauthier and Kaiser, 2014). Destekleme, gövdenin gücü, rüzgâr koşulları ve trafik düzeni dikkate alınarak yapılmalıdır. Doğru destekleme sorunları azaltılabilir. Kök kütlelerine göre daha büyük taca sahip, ıslak dikim alanı veya rüzgarlı bir dikim alanına dikilen ağaçlar desteklenmelidir (Hartman et al., 2000). Sabitleme halatları en az iki yıl ve bazı durumlarda beş yıla kadar yerinde kalmalıdır (Norman, 2018) (Şekil 8).



Şekil 8. Ağaçları, tek noktadan (A), iki noktadan (B) ve süs kirazında güneş yanığına karşı gövdenin sarılması ve üç noktadan bağlama (C)

Fidanlıkta desteksiz ve geniş aralıklarla yetiştirilen ağaçlar, dikimden sonra desteğe ihtiyaç duymaz. Bazen kent ortamında, ağaçları araçlardan ve yayalardan korumak için kalıcı destek ve gövde koruması gerekebilir. Güçlü gövdeli ağaçlar, yalnızca çim biçme makinesinin zarar görmesini önlemek ve kökleri çevredeki toprağa yerleşene kadar sabitleme için desteklemeye ihtiyaç duyabilir. 100-150 cm uzunluğunda iki veya üç kazık

yere 30 cm kadar çakılır. Kazıklar gövdeden yaklaşık 30 cm uzağa ve 25 cm derinliğe çakılmalıdır. Gövdenin bir miktar hareket etmesini sağlayacak şekilde bez bağlarla sabitlemesi gerekir. Gövdeleri zayıf olan ağaçların destek için kazıklara ihtiyacı olabilir. Yüksekliği 6 metreye kadar olan ağaçlar için, 180-200 cm uzunluğunda bir veya iki sağlam kazık yere 60 cm kadar ve gövdeden 15-30 cm uzağa çakılabilir. Sabitleme tellerini bağlamak için kazıklar dışı doğru 45 derecelik açıyla çakılmalıdır. Ağacı desteklemek için kazığa bağlanan geniş kumaş bant ağacın etrafına sarılır. Bu bağlama esnek maddelerle de yapılabilir. Gergi halatları genellikle daha büyük ağaçları desteklemek için kullanılır. Gövdenin yaklaşık yarısından bağlanarak, yaklaşık 45 derecelik bir açıyla yere sabitlenir. Bağlama halatlarının ağacın sallanması esnasında gövdeyi kesmemesi için plastik veya kauçuk malzemeler tampon olarak kullanılabilir. Halatların gövdeye bağlanması bir halka ile yapılabilir. Halatların alt uçları toprağa çakılan kazıklara bağlanır. Genellikle büyük ağaçlara 3-4 halat bağlanabilir. Üç noktadan sabitleme denge açısından tercih edilmelidir (Hartman et al., 2000). Yaya dolaşımının yoğun olduğu alanlarda ise kök balyasından bağlamayı esas alan toprak altı gergileme sistemi uygulanabilir (Dirik, 2014). Bağlama malzemesi olarak, aşınmayı azaltmak için kendir veya kauçuk geniş şeritler kullanılarak gövde üzerindeki yük dağıtılmaya çalışılmalı ve gövdenin kalınlaşmasını engellememelidir. Yeni kökler oluşup ağaç yeterince sağlamlaştıktan sonra her türlü destek kaldırılmalıdır. Bu, ağaç türüne, büyüklüğüne, toprak tipine ve alandaki rüzgâr koşullarına göre değişebilir ancak genel bir kural olarak, dikimden sonraki iki yıl içinde tüm desteklerin kaldırılması mümkün olmalıdır. Ağaç kazıklarının ve bağlarının sürekli bırakılması ağacın gövdesini sıkarak veya sürtünerek hasara neden olabilir (Hirons and Thomas, 2018).

Küçük fidanlarda tek kazık destekleme için uygun olabilir fakat 3-4 metre boylu fidanlarda ikili, üçlü kazıklar sağlam şekilde toprağa çakılmalıdır. Üst kısmı ise fidana destek olacak uzunlukta bırakılır. Kazığa bağlama fidanın gövdesini kesmemesi için 8 şekilde yapılmalıdır (Ürgeç, 1990). Hereklerin fidan gövdesinden farklı renk olması bakımlarda kolay ayırt edilmelerini sağlar (Dirik, 2014).

Özellikle rüzgâr yükü fazla olan herdem yeşil türlerde nakilden sonra devrilme riski daha fazladır. Palmiye gibi kök sistemi yüzlek ve gövdesi ağır ve uzun türlerin mutlaka üç noktadan toprağa sabitlenmesi gerekir. Aksi halde rüzgârla sallanmadan dolayı köklerin toprağa sabitlenmesi mümkün olmayacak ve nakil başarısızlıkla sonuçlanacaktır (Şekil 9).

Herdem yeşil rüzgâr yükü fazla olan ağaçlarda destek herekleri yerine gergileme yöntemlerinin kullanılması daha etkili olacaktır. Bu yöntemin herekleme yöntemlerine göre 2 kat daha etkili olduğu ortaya konulmuştur (Dirik, 2014).

5.2 Sulama

Ağaçlar her ne kadar uygun yöntemlerle taşınırsa bile söküm, taşıma ve dikim işlemlerinde meydana gelen kök kayıpları su ve mineral alımını azalttığından fizyolojik olarak kritik hale getirir. Bu durumda sulamaların daha özenli yapılması zorunludur. Dikim çukurunun doldurulmasından sonra kök boğazı çevresine çanak yapılarak fidanın bolca sulanması gerekir (Dirik, 2014). Ağaç söküldükten sonra mümkün olan en kısa sürede dikilmeli ve iyice sulanmalıdır.

Nakledilen ağaçlarda kök kütlelerinin önemli bir kısmı kaybolduğundan bitkilerin su alabilme kapasitesi önemli ölçüde azalır. Bu nedenle, nakledilen ağaçlar ve çalılar ciddi ölçüde su stresi yaşayabilir ve dikim şokuna girebilir (Gauthier and Kaiser, 2014). Bakım ve sulama nakledilen ağaçların tutma başarısında en kritik faktördür (Norman, 2018). Ancak yeterli miktarda ve düzenli olarak sulama uygulanırsa dikim şoku çabuk atlatılarak adaptasyon ve büyüme sağlanabilir. Bir sezonluk sulama, dikim şoku kaynaklı ölümleri %50-60 oranında azaltacaktır, ancak sorunun tamamen ortadan kalkması için iki vejetasyon dönemi sulama devam etmelidir (Ford and Foote, 1966).



Şekil 9. Üçlü kazıkla destekleme (A), üç noktadan sabitleme (B), desteklenmeyen ağaçlarda meydana gelen devrilmeler (C) ve gövdede sallanma sonucu oluşan boşluk (D)

Nakil sonrası toprağın çöküp ağacın kökleri sağlam bir şekilde yerleşinceye kadar zaman zaman sulamaya devam edilmelidir. Sulama sıklığı toprağın türüne, ağacın büyüklüğüne ve yağış miktarına bağlıdır. Ancak genel olarak iyi drenajlı topraklarda bir haftalık aralıkla 50 cm derinliğe kadar sulanması gerekir. Köklere kadar ıslanabilmesi için su yavaş verilmelidir. Suyun nüfuz ettiği derinlik bir çubukla kontrol edilebilir. Yalnızca birkaç santim derinliğe kadar, sık sık yapılan hafif sulamalar çok faydalı olmaz (Şekil 10). Sonbahar veya kışın taşınan yaprak döken ağaçlar, baharda yeni yapraklar çıkıncaya kadar çok az suya ihtiyaç duyar. Hava sıcaklığı yüksek ve nem oranı düşükse, iki hafta boyunca her gün birkaç kez taç kısmına su püskürtülebilir (Hartman et al., 2000). Sisleme uygulaması

ağacın tacına kurulan püskürtme sistemi ile de yapılabilir (Dirik, 2014). Yeterli ve uygun sulama, kök adaptasyonu ve gelişimi için önemlidir. Strese duyarlılığı en aza indirmek ve hayatta kalmayı garantilemek için kök hacmini tamamen ıslatacak şekilde sulama yapılmalıdır (Lane and Mandir, 2021). Ağaçların yetersiz sulanması toprak yüzeyine yakın kök gelişimini teşvik ettiğinden ve böylece yüzeysel gelişen kökler kurak zamanlarda daha fazla zarar göreceğinden, sık ve hafif sulama yapılmamalıdır. (Ford and Foote, 1966).

Özellikle nakilleri meyilli alana yapılan ağaçların sulanmasında daha dikkatli davranılmalıdır. Suyun kolay akıp gitmesini engellemek ve ağacın kök bölgesine sızmasını sağlamak için sulama çukuru oluşturulmalıdır. Nakledilen ağaçların etrafında çim ekilmesi ve çimin sulanması toprağın üst tabakasına nem sağlar. Fakat nemin derin katmanlara ulaşması gerekir. Bu bakımdan ağacın etrafına ekilen çim sulamaları yanıtıcı olabilir, suyun sızma derinliği kontrol edilmelidir. Gerekli görüldüğü takdirde sulama sistemlerinde nakledilen her ağaç için su çıkışı bırakılarak bol sulanmaları sağlanmalıdır.



Şekil 10. Hatalı nakil ve budama sonrası kurumuş ağaçlar

Yeni nakledilen ağaçlarda ilk 1 ila 2 hafta boyunca, her gün yaklaşık her 5 cm gövde çapı için 10-20 litre su verilerek sulanmalıdır. Daha sonraki 2 ila 3 ay boyunca her 2 ila 3 günde bir, sonrasında ağaç tutup yerleşene kadar haftada bir sulanmalıdır. Yeni nakledilen ağaçlar kesilen kök bölgesinden su emdiğinden ilk sulamalar doğrudan bu kök kütlesine uygulanmalıdır. Daha sonra tedrici olarak sulama yapılan alan genişletilir. Nem için daha büyük bir toprak hacminden yararlanılabilmesi için köklerin oluşması ve çevredeki toprağa doğru büyümesi gerekir. Köklerin de oksijene ihtiyacı vardır ve sulamalar yeni oluşan kökleri boğmadan yeterli nem sağlayacak şekilde yapılmalıdır. Sulama programı yağmurlu veya kuru koşullara göre ayarlanmalıdır (Pokorny, 1992). Mevsime, toprak tipine, drenaja ve su kalitesine bağlı olarak sulamanın sık sık yapılması gerekir. Ancak uygun drenajın sağlanması gerekir ve malçlama nemin korunmasına çok yardımcı olacaktır (Kshirsagar et al., 2018). Verilecek su miktarı ve sıklığı ağaç çağına ve iklim özelliklerine göre değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin naklin ilk yılında büyüme dönemi boyunca 20 kez, 2. yılında 15 ve 3. yılında 10 kez sulama yapılması tavsiye edilmektedir. Ekstrem şartlarda 30-50 cm çaplı ağaçlarda 500 litre, 50-80 cm çaptakilere 1 ton, 80cm'den büyük ağaçlarda 1,5 ton su verilmesi tavsiye edilmektedir (Dirik, 2014).

Çam, ladin gibi iğne yapraklı ve geniş yapraklı her dem yeşil türler kış aylarında yaprakları yoluyla su kaybetmeye devam

ettiğinden, kışın kurak dönemlerde toprak donmadığı sürece sulanmalıdır. Akçaağaç, meşe gibi kışın yaprak döken ağaçlar türler kış aylarında genellikle sulamaya ihtiyaç duymaz. Ancak az yağışlı kışlarda, yeni dikilen yaprak döken bitkilerde kış sulaması gerekebilir. Yeni nakledilen ağaçlar ve çalılar haftada en az 3-5mm/m² yağmura ihtiyaç duyarken, suyu seven ağaçlar ve kumlu topraklara nakledilenler daha fazla yağışa ihtiyaç duyar (Gauthier and Kaiser, 2014).

Nakledilen ağaçların hayatta kalmasını riske atan en ciddi tehditlerden bir tanesinde kökleri oksijensiz bırakacak kadar aşırı sulama ve toprak kökenli hastalıklardır. Ağacın nakli sonucu meydana gelen kök kaybı strese neden olur ve bazı hastalık ve zararlılara karşı duyarlılığı artırır. Nakledilen ağaçlarda karşılaşılan en yaygın hastalık, zayıf drenaj ve aşırı sulamayla ilişkili olarak ağaçların köklerinde meydana gelen fitoftora'dır. Fitoftora ile baş etmenin en iyi yolu uygun sulama uygulamalarıdır (Norman, 2018; Özyurt Öktem ve Pehlivan, 2021).

5.3 Malçlama

Malç, peyzaj ağaçları ve çalılarının dikim ve bakımının önemli bir parçasıdır. Yeni nakledilen ağaçlara malçlama yapıldığında daha iyi tutma performansı gösterir. Kök bölgesine serilen malçlar, toprak nemini korur ve yabancı otları ve istenmeyen bitki örtüsünü kontrol etmek için kullanılabilir. Ayrıca çim biçilmesi sırasında makinelerinin gövdeye vereceği zararı önler. Malçlama toprak nemini korumaya ve toprak erozyonunu azaltmaya yardımcı olurken aynı zamanda toprağın aşırı ısınmasını önler, toprağın verimliliğini artırabilir, toprak yapısını iyileştirebilir ve toprağın sıkışmasını azaltabilir. İyi uygulanmış bir malçlama toprağın havalanmasını azaltmadan toprağın kendisinden daha fazla su tutabilir (Gauthier and Kaiser, 2014; Lane and Mandir, 2021). Malç tabakasında köklenme artışı meydana gelse de malçların aynı zamanda köklenme derinliğini de artırdığı düşünülmektedir. Malçlamanın faydaları arasında toprak sıcaklığı ve toprak nemindeki dalgalanmaların azaltılması; toprağı besin bakımından zenginleştirilmesi, şiddetli yağmurlardan kaynaklanan toprak erozyonunun önlenmesi, pH'm ve katyon değişim kapasitesinin ağaç lehine düzenlenmesi bitki hastalıklarının baskılanması ve toprağın biyolojik aktivitesinin teşvik edilmesi yer almaktadır. Buna ek olarak malç, ağaç gövdesinde mekanik hasarın önlenmesine yardımcı olabilir ve buzlanma için kullanılan tuzların kök bölgesine sızmasını önlemede tampon görevi görebilir (Chalker-Scott, 2007; Hiron and Thomas, 2018). Malçlama, fidanları toprağın donma-çözülme süreçlerinde zararlardan korur, toprak yüzeyinin kurumasını geciktirir. Şiddetli yağmurlardan sonra yabancı ot büyümesini ve toprak erozyonunu azaltır. Birkaç yıl içinde ayrışan malç, toprağın organik madde içeriğine de katkıda bulunur (Carreiro et al., 2008).

Malç olarak ağaç kabuğu, talaş, ibre yapraklar, organik kompost, ağaç yaprakları gibi organik maddeler kullanılabilir. İnorganik maddeler; kırma taş, kırma tuğla, kum, çakıl, polietilen filmler, kauçuk ve plastik filmler malç olarak kullanılabilir. Fakat malç olarak siyah plastik kullanılmamalıdır. Plastik altındaki kökler oksijen alamaz ve dolayısıyla yetersiz oksijen ortamda erken kök çürümleri görülebilir. Kökler ayrıca sıcaklık dalgalanmalarının yaygın olduğu plastiğin hemen

altındaki toprak yüzeylerinde yayılış gösterir. Bu istenilen bir kök yayılışı değildir. Malçlama kök sistemi üzerine mümkün olduğu kadar geniş bir daire şeklinde 5-10 cm kalınlığında uygulanmalıdır. Bu pratik değilse, malçlama küçük ağaçlar için en az 0,3 m, orta boy ağaçlar için 1 m ve büyük ağaçlar için 3 m yarıçaplı bir daire şeklinde yapılmalıdır. Malç, ağaşın tabanı çevresinde hastalığa yol açabilecek nemi tutacağından gövdeye yakın yerleştirilmemelidir. Malçlama gövdenin değil köklerin ihtiyaçı için yapılır (Hartman et al., 2000; Gauthier and Kaiser, 2014; Hirons and Thomas, 2018). Malçlanan alanın büyüklüğü ağaşın büyüklüğüne bağlıdır. Yaklaşık 5-10 cm kalınlığındaki malç tabakası genellikle dikimden sonraki ilk iki yıl boyunca köklerin büyüyeceği alanı kaplar. Ancak kullanılan malç zararlılardan ve hastalıklardan arındırılmış olmalıdır. Uygun malçlama için ağaçların kök bölęesi şalıardan veya diğer bitkilerden arındırılmış olmalıdır (Lane and Mandir, 2021; Özyurt Öktem ve Pehlivan 2021).

Toprağın drenajı zayıf veya malç malzemeleri ince dokulu olduğunda, daha ince tabaka halinde organik malç tabakası serilir. Toprakların drenajı yetersiz olduğunda, aşırı malçlama oksijen alımını azaltacağından kökler zarar görebilir. Malçlama küçük ağaçların gövdelerine 5-10 cm den, büyük ağaçların gövdelerine ise 20 cm den daha yakın yapılmalıdır (şekil 11). Gövdeye temaslı yığılan malçlar, oksijen eksikliği veya fermentasyonla oluşan aşırı ısı nedeniyle gövdenin floem dokusunun ölüme ve aşırı nemli koşullar oluşturarak gövde kabuğunun şürütmesine neden olan patojenlerin artmasına, malçta bulunan kemirgenlerin zarar yapmasına neden olabilir. Ayrıca malçın ayrışması nitrojeni bağlayabilir ve toprağın pH'sını değiştirebilir. Bazı sert ağaç kabuğu malçları toprak pH'nı artırabilir ve iğne yapraklı türler ayrıştığından toprak pH'nı düşürebilir. Malçın kaynağına bağlı olarak, toprakta pH ilgili sorunları önlemek için azot, kireç veya kükürt ilavesiyle iyileştirmeler yapılabilir (Hartman et al., 2000; Gauthier and Kaiser, 2014).

5.4 Gövdenin sarılması

Çoğu nakilde ağaç gövdesinin sarılmasına gerek yoktur. Fakat güneş yanığı ve don çatlaklarını önlemek amacıyla gövde ve kalın dallar tekstil ve kâğıt kökenli örtülerle sarılabilir. Kuzey bölgelerde, yeni dikilen ağaçları güneşin sıcaklığından güney yöndeki kambiyumun zarar görmesini önlemek için gövde sarılabilir. Gölgeyi yetişme ortamından güneşli bir alana nakledilen ağaçların kabukları güneş yanığına karşı daha hassastır ve korumak için sarılmalıdır. Dirik (2014) gövdeleri siperli durumda yetişen *Tilia* spp, *Liriodendron* spp, *Fagus* spp, *Prunus* spp, *Acer* spp, *Ulmus* spp, gibi ince kabuklu türlerin yeni dikim ortamlarında kuvvetli güneş ışınlarında kambiyum ölümleri ve güneş yanıkları ortaya çıkabileceğini ve seyrek de olsa soğuk kışlarda don çatlaklarının görülebileceğini bildirmektedir. Kabuk yanmaları fizyolojik olarak zayıflamaya neden olabileceği gibi patojenlere de zemin hazırlar. Bu gibi sakıncaları gidermek için dikim sonrası fidan gövdelerinin kâğıt, sargı bantları, çuval bezi, hasır, kumaş örgüleri, plastikten yapılmış geçirgen materyalle sarılması gerekir (Dirik, 2014). Sargılar sağlam bir şekilde bağlanmalı ve bir yıl kaldıktan sonra çıkarılmalıdır. Yeni nakledilen ağaçta gövdenin sarılması, bazen kabuk böceklerinin artmasına ve sarılmayan ağaçlara kıyasla zararın artmasına neden olabilir. Sarılan malzemenin altında

gövdenin ıslak kalması mantar ve kanserlerin gelişimini teşvik edebilir. Özellikle çam ve meşeler bu tür kanserlere karşı hassastır. Bazı ağaçları kemirgenlere karşı korumak için sonbaharda ağaşın dip kısmına çepeçevre metal koruyucu sarılabilir. Çimlere dikilen ağaçların, çim biçme makinasından kaynaklanan dip yaralanmaları önlemek için koruyucularına ihtiyaç olabilir. Bu sarma aynı zamanda sera etkisi yaparak sıcaklık, nem ve karbondioksiti artırıp genellikle boy uzamasının artmasına, ancak gövde kalınlığının azalmasına neden olur. Ağaç korunakları nakledilen ağaşın gövde uzunluğuna bağlı olarak 1-5 metre yüksekliğinde olabilir (Hartman et al., 2000).



şekil 11. Volkanik cüruf (üst) ve dekoratif çakılla (alt) hatalı malçlama

Çoğu ağaç güneş yanığından/kış yaralanmasından etkilenmezken, ince kabuklu türler kışın gündüz/gece sıcaklık dalgalanmalarına karşı son derece hassastır. İnce kabuklu akçağaş, keçiboynuzu ve elma gibi türlerde yeni dikilen ağaçlar bir ile üç yıl kış mevsimi boyunca gövdeleri sarılarak korunmalıdır. Donlar başlamadan önce sonbahar sonunda beyaz kaba kâğıtlarla kaplanmalı ve donma riski geçtikten sonra ilkbaharda çıkarılmalıdır. Beyaz ağaç sargıları hassas gövdelere gelen güneş ışığını yansıtır ağaç kabuğunu donma-çözülme döngülerine karşı yalıtıma yardımcı olur. Asla siyah plastik drenaj borusu veya plastik ağaç koruyucuları kullanılmamalıdır. Çünkü bunlar kış aylarında ve dormant dönemlerde daha yüksek yüzey sıcaklıklarına neden olabilir (Gauthier and Kaiser, 2014).

5.5 Nakilden sonra gübreleme

Nakilden sonra gübreleme yapılmaz ve ağaçların en az bir yıl mevcut ortamdaki besin maddeleri ile büyümelerine izin verilir. Nakil alanında besin eksikliği yoksa gübrelemeye hiç gerek yoktur. Hem malç hem de dolgu toprağına eklenen organik maddenin ayrışması yoluyla besin maddelerinin orta

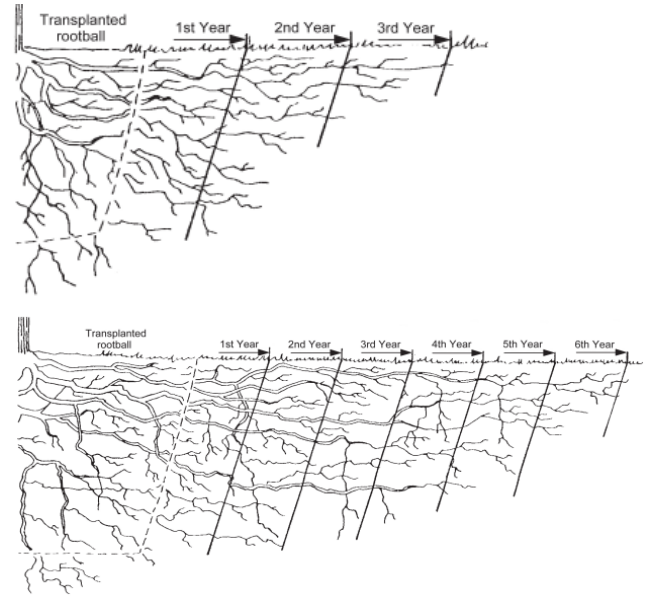
derecede salınımı ilk nakil döneminde yeterlidir. Aşırı gübre uygulaması ve yetersiz su alımı sonucu “gübre yakması” meydana gelebilir (Lane and Mandir, 2021). İlk yılda amaç, kök sistemlerinin yeniden gelişmesidir. Kural olarak nakil sırasında gübre uygulanırsa dahi ilk sezondaki büyüme döneminde ağaç tarafından kullanılamayacağından yeni kökler oluşuncaya kadar fazla azot uygulanmamalıdır. Yüksek düzeyde azotun kök büyümesi üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğu ve nakil şokunu uzatabileceği belirlenmiştir. Toprak koşullarına bağlı olarak ilk vejetasyon döneminden sonra gübre uygulamalarına başlanabilir. Dikim sırasında gübre kullanılacaksa, özellikle dolgu toprağında azot oranı düşükse, çok az takviye edilmesi önerilir. Aşırı yağış alan kumlu topraklarda, yavaş salımlı gübreler tercih edilmelidir. Ağaç nakledildikten sonra 10-15 cm derinlikte açılan deliklere uygulanıp kapatılmalıdır (Hartman et al., 2000). Gübreleme daha fazla yaprak üretimi sağlar. Bitkiler genellikle gübrelemeden önce dikim şokunu atlattırlarsa daha iyi gelişir. Çoğu toprak türü, ek besin gereksinimi olmadan, belirli bir süre bitki büyümesine yetecek kadar verimlidir. Dikimden 1-2 yıl sonra toprak tahlili sonuçlarına göre gübre uygulanabilir. Uygulamalar sonbahar sonu veya ilkbahar başında yapılmalıdır (Gauthier and Kaiser, 2014). Nakillerde zarar verme ihtimaline karşı ağacın büyüklüğüne göre 4,5-23 kg arasında iyi yanmış sığır gübresi önerilmektedir (Ürgenç, 1990). Başta koniferler olmak üzere bazı özel nitelikli türlerde “taban gübrelemesi” yapılabilir. Dikim çukuru kök derinliğinin 2 katı açılarak çukurdaki harcin üzerine 8-10 cm yavaş salımlı gübreler ve üzerine tekrar 10-15 cm harç konularak dikim yapılabilir (Dirik, 2014).

6. Nakilden Sonra Kök Gelişimi

Nakil şokunun atlatılması ve köklerin hızlı büyümesi için yedek enerji gerekir (Hartman et al., 2000). Kök büyümesi için gerekli besin, yapısal olmayan karbonhidratlardan, vejetatif dönemde depolanan ve sürgün büyümesi sona erdikten sonra yeni fotosentatlardan sağlanır. Nakil sırasındaki kök kaybı kökte depolanan karbonhidratları azaltmaktadır. Bir ağacın kök sisteminde, ince kök oluşumu için odunsu köklere kıyasla 10-15 kat daha fazla karbonhidrat gereklidir (Janssens et al., 2002). İnce köklerinin çoğunu kaybetmiş, nakledilen bir ağaçta kök oluşumunu desteklemek için gereken karbonhidratlar önemli ölçüde azalacaktır. Gövde çapı 60 mm'ye kadar olan ağaçlarda kök toprak kütlesi içinde toplam kök biyokütlesinin yüzdesi %53-100, gövde çapı 60-200 mm olan ağaçlar için %29-83 olduğu bildirilmektedir (Gerhold and Johnson, 2003). Yetişkin ağaçlarda gövde, dal ve yapraklarda, kök sistemine göre daha fazla karbonhidrat depolanabilir (Kozłowski and Pallardy, 1997). Sökülen ağacın kök toprağında nem çabuk kaybolabilir. Su stresi şartlarında sürgün büyümesine ayrılan besin miktarı azaldığından, köklerdeki karbonhidrat miktarı artabilir (Galvez et al., 2011). Kök kaybı stres yaratabilir ve yaprak alanını azaltabilirken (Watson, 2004), azalan fotosentat üretimi kök büyümesini sınırlayabilir. Köklerde depolanan karbonhidrat miktarı dikimden bir yıl sonra nakledilen ağaçlarda, taşınmayan ağaçlara göre daha yüksek olabilir (Pryor and Watson (2016).

Uygun büyüme ortamında ağaçlar tacın 2,5-3 katı daha fazla yatay kök yayılımı yaparlar. Bu köklerin %95'inden fazlası toprağın sadece 1 metrelik üst kısmında ve %60 dan fazlası taç izdüşümünün dışında meydana gelir. En ince kökler ise 15

cm'lik üst kısımda yayılım gösterir. Bu durum ağaç taşındığında ince köklerin sadece küçük bir kısmının nakledilebileceğini göstermektedir. Köklerin yaklaşık %91-95'inin nakil esnasında toprakta kaldığı tahmin edilmektedir. Nakilden sonra ince köklerin çoğu toprakta kaldığından alınabilir su miktarında azalma olacaktır. Sulama, gübreleme, balyalama, fidan üretim metodu gibi bazı hususlar nakledilen kök miktarını etkileyebilmektedir. Kök uçlarının yok olması hormon sentezini ve sürgün oluşumundaki kök sinyalini ortadan kaldırmaktadır (Harris and Bassuck, 1993). Uygun koşullar altında, yeni köklerin yanal olarak yılda yaklaşık 45 cm uzaması beklenir. Elbette bu oran türe, toprak koşullarına, ağacın sağlığına vb. bağlı olarak değişebilmektedir (Watson, 1987) (Şekil 12).



Şekil 12. Ağaçlarda nakilden sonraki kök gelişimi, üstte küçük ve altta büyük ağaçlarda nakilden sonra kök gelişimleri (Watson, 2005)

Kök çapı 1,1 metre olan bir ağacın kökleri ilk yılda yaklaşık 2 m'ye çıkar, ancak orijinal hacmin yalnızca yüzde 9'u kadardır. Nakilden sonraki ikinci yılda kök hacmi iki katına çıkmasına rağmen, orijinal emici kök yüzey alanının hala onda birinden daha azı ağacın su besin alımını destekler niteliktedir. 10/1 oranındaki taç/kök oranı, stomaların kapanması ve yaprak boyutunun küçülmesi gibi fizyolojik tepkilere rağmen besin ve su alımını telafi edemez ve ağaç genellikle şiddetli su stresi altına girer. Bu durum sürgün büyümesini ve tomurcuk oluşumunu engeller. Kök sisteminin çapı, ikinci yılda orijinal hacmin yüzde 23'ü artarak 3 m'ye çıkar. İkinci yılda da ağacın orijinal emici kök alanının yalnızca bir kısmı taç desteklediğinden ve bitki hala su stresi altındadır ve mevcut sezondaki büyümeyi azaltır. Üçüncü ve dördüncü yılda, kök çapı sırasıyla 4 m'ye (orijinal hacmin yüzde 41'i) ve 5 m'ye (orijinal hacmin yüzde 60'ı) yükselir. Kök sisteminin çapı arttıkça, yanal büyümenin birbirini izleyen yıllık artışı, daha büyük bir kök ve kullanılan toprak hacmini temsil eder. Nakilden sonra dengenin sağlanması yavaş olduğunda strese verilen normal fizyolojik tepkiler artabilir. 10 cm gövde çapında nakledilen bir ağacın kök sisteminin yeniden orijinal boyutuna ve yüzey alanının yüzde 100'üne ulaşması ancak beşinci yılda mümkün olur. Bu süre büyük çaplı ağaçlarda daha uzundur.

(Watson, 1987). Bir ağacın kök sistemini yeterli toprak hacmine kavuşturmak için ihtiyaç duyduğu süre, dikimden önce kökün yayılma derecesine göre değişir (Pryor and Watson, 2016). Büyük nakledilen bir ağacın taç büyümesi uzun bir süre o kadar yavaş seyrederek ki, tam boyutuna ulaştığında, aynı zamanda nakledilen daha küçük bir ağaç aynı boyutta veya daha büyük olabilir. Dikimden sonra kök sistemi her iki ağacın da boyutunu sınırlayan faktördür. Nakil, her iki kök sistemini de o kadar azaltmıştır ki, kök kütleindeki 8-10 cm'lik fark 10 veya 15 yıllık bir süre içinde önemsiz hale gelir. 10 cm çaplı bir fidanın tam olarak adaptasyonu yaklaşık beş yıl, 25 cm çaplı bir ağacın ise yaklaşık 13 yıl sürdüğü tahmin edilmektedir (Watson et al., 1982; Watson, 1987; Pryor and Watson, 2016).

Kök büyüme hızını toprak sıcaklığı oldukça etkilemektedir. Toprağın yıl boyunca sıcak olduğu iklimlerde kökler daha hızlı büyür, ağaçlar daha çabuk gelişir. Sıcak, nemli topraklar ve orta dereceli hava sıcaklıkları (düşük terleme), hızlı kök büyümesi, minimum stres başarılı nakil için ideal şartlardır (Harris et al., 2004; Richardson-Calfee and Harris, 2005). Kök uzama oranları yağışlı mevsimlerde kurak mevsimlere göre daha yüksektir (Green et al., 2005). Büyük ağaçlar genç olanlara göre daha az sürgün uzamasına, daha düşük fotosentetik hızı, daha düşük stoma iletkenliğine ve ayrıca daha düşük terleme oranlarına (su ve besin alımı için daha az potansiyel) sahip olabilir. Ağaçlardaki besin deposunun uzun vadeli nakil başarısı üzerinde bir belirleyici olduğu bildirilmektedir (Pryor and Watson, 2016).

7. Nakil Şoku-Nakil Stresi

Kök/sürgün oranı, kök sistemi ile ağacın tacı arasındaki fiziksel ve fizyolojik dengenin bir ifadesidir. Nakil stresi, kök sistemi ile taç arasındaki dengesizlik sonucu oluşur. Nakilde meydana gelen kök kaybı, stresin veya şokun uzun sürmesine neden olabilir. Daha düşük kök/taç oranlarına sahip ağaçların, daha yüksek kök/sürgün oranlarına sahip ağaçlara göre, nakil sonrasında hayatta kalma şansı genellikle daha düşüktür. Kök sisteminin nakilden hemen sonra faaliyete geçemediği durumlarda nakil stresi veya nakil şoku oluşur (Hirons and Thomas, 2018). İnce kök kaybının yüksek düzeyde su stresi yaratma potansiyeli vardır. Toprakta sökülen ağaçların nakli sırasında, özellikle su alımı için gerekli olan 2mm'den küçük ince emici köklerin yalnızca %5-18'i kök toprak kütlelerinde kalır (Gilman, 1988; Gilman and Beeson, 1996). Bir ağacın nakil sırasında yaşadığı su stresinde; nakilden önce kök budama, kök kütleindeki toprağın nem tutma kapasitesi, kökü saran toprak kütlelerinin dağılması gibi faktörler etkili olur. Su stresi ile birlikte, mekanik zararlar ve çevresel anormallikler nakledilen ağacı böceklerin ve patojenlerin saldırısına açık hale getirebilir (Pryor and Watson (2016). Toprak drenajının kötü olması, yüksek kil içeriğine sahip ağır topraklar, toprağın sürekli ıslak olması, toprak sıkışması nedeniyle kök büyümesinin ve oksijenin-su-hava değişiminin ve suyun nüfuzunun azalması gibi faktörlerle güneş ve gölge seven ağaçların nakil yerlerindeki uygun olmayan güneşlenme ve ışık şartları da nakil şokuna neden olabilir. Yanlış sulama, çok az veya hiç sulamama, özellikle ağır killi topraklarda aşırı sulama, sık sık fakat hafif yağmurlama sulama, fazla miktarda azotlu gübre verilmesi sonucu vejetatif aksamın aşırı büyümesi sonucu

kök/taç dengesinin bozulması gibi uygulamalarda strese neden olabilmektedir (Gauthier and Kaiser, 2014) (Şekil 13).



Şekil 13. Nakilden sonra sulama sistemi kurulan (sol) ve nakilden sonra aşırı sudan zarar gören ağaçlar (orta ve sağ)

Nakilden önce kök kütlelerinin kuruması ve donması, kazma, taşıma veya dikim sırasında mekanik yaralanma, dikimde köklerin sıkışması, özellikle makina ile dikimde çukurun kenarlarının parlak, kaygan ve sıkışmış bir yüzey oluşturması, gövdeyi çok sıkı bağlama malzemeleri, nakilde kök sarmada kullanılan ve dikimden sonra biyolojik olarak parçalanmayan telisler, çok derin veya çok sık dikimler, ağaç kabuğunun kış soğuklarında ve yaz sıcaklarından zarar görmesi sonucu don çatlağı veya yazın güneş yanıklarının oluşması, ağacın gövdesinde uzun süre kalan sarma malzemeleri, dikim sırasında aşırı gübre kullanımı sonucu "gübre yanığı" oluşması, ot biçme makinalarının kök boğazı noktasında verdiği zararlar nakil şokuna neden olabilmektedir (Gauthier and Kaiser, 2014).

Ağacın stresi dikimden hemen veya bir müddet sonra gözlemlenebilir. Uygun bitkilerin nakledilmesi, tekniğine uygun nakil işlemi gerçekleştirilmesi, ekolojilerine uygun yere ve uygun zamanda nakledilmesi, ölü ve zayıf dalların çıkarılması nakilden sonra yeterli ve sürekli sulama, naklin ertesi yıldan itibaren gübre uygulanması, malçlama stresin azaltılmasını ve daha yüksek nakil başarısı sağlar (Gauthier and Kaiser, 2014; Lane and Mandir, 2021). Başarılı bir nakil, kök kütlelerinin dışındaki toprakta yeni köklerin hızlı oluşmasına ve gelişmesine bağlıdır. Nakil başarısı; ağacın eski yerindeki sürgün büyüme hızına yeniden ulaşması olarak görülebilir (Pryor and Watson, 2016).

8. Doğru Nakil Prosedürleri

Uygun olmayan nakiller ağaç ölümünün ana nedenlerinden biridir. Başarılı bir nakil için şu hususlar önemlidir (Gauthier and Kaiser, 2014).

8.1 Fidan tipi

Odunsu türlerin en yaygın üretim tipleri, kaplı, balyalı ve çıplak köklüdür. Balyalı fidanlar fidanlıklar toprağında yetiştirilir ve satıştan önce kazılır. Kökleri saran toprakla birlikte ekim alanlarına taşınmak üzere telis bezine sarılır. Çıplak köklü bitkiler de fidanlıklar toprağında yetiştirilir ancak dikilinceye kadar gömüde veya soğuk depoda 4-5 °C arasında tutulmalıdır (Gauthier and Kaiser, 2014). Fidanlıkta kaplarda veya toprakta

yetiştirilip balyalanan aynı tür fidanların tutma başarısı çıplak köklülere göre daha yüksektir.

8.2 Bitkilerin korunma ve kullanımı

Ağaçlar ve çalılar ister kaplarda ister toprakta yetiştirilmiş olsun, sökümden sonra mümkün olan en kısa sürede dikilmelidir. Nakilden önce veya nakil esnasında fiziksel hasardan, dondan, sıcaktan, kuraklıktan veya diğer olumsuz koşullardan korunmalıdır. Nakliye sırasında nemlendirilmiş telis, talaş, kompost veya yosun gibi nemli tutan maddelerle kökler sarılarak muhafaza edilmelidir. Kökler ilk olarak kesilmiş uç kısımlardan yenilenmeye başlar. Bu bakımdan köklerin canlılığını muhafaza etmek için kök kütlesini saran toprak nemli kalmalıdır. Hemen dikme imkânı yoksa uygun şekilde gömüye alınmaları gerekir (Gauthier and Kaiser, 2014).

8.3 Yer Seçimi

Yalnızca estetik unsurlar gözetilerek değil, aynı zamanda bitkilerin en iyi uyum sağlayacağı ve gelişeceği yerler seçilmelidir. Ağaçlar tam boyuta ulaştıklarında tellere, binalara, yola, çitlere, diğer bitkilere zarar vermemelidir. Dikimden önce güneşe ve rüzgâra maruz kalmış ağaçlara özel ihtimam gösterilmelidir. Dikim yeri verimli, gevşek, iyi drenajlı, sert veya sıkışmış toprak katmanının bulunmadığı, derin topraklı olmalıdır (Gauthier and Kaiser, 2014).

8.4 Dikim zamanı

Ağaçların uyku döneminde taşınması önerilmektedir. İdeal nakil zamanları sonbaharda yaprak dökülmesinden sonra ve erken ilkbaharda tomurcukların patlamasından öncedir. Toprak neminin yüksek olduğu bu uyku döneminde erken kök gelişimi sağlanarak hayatta kalma oranları artar. Sonbahar dikimlerinde yeni köklerin gelişimi için daha fazla zaman vardır, çünkü kökler sonbahar ve kiş ayları boyunca, toprak donmadığı sürece büyüme devam eder. Meydana gelen yeni kök sistemleri, sıcak ve kurak yaz koşullarında su alımını artırır. Sonbahar dikimlerinin aksine, aşırı soğuk veya donma-çözülme döngüsünün fazla olduğu kiş aylarında erken ilkbahar dikimleri tercih edilebilir. İlex, şimşir ve orman gülleri gibi geniş yapraklı her dem yeşil bitkilerin erken ilkbaharda nakilleri önerilir. Bu bitkiler kişin yaprak dökmedikleri için yapraklardan su kaybı daha fazla olabilir. Kurutucu rüzgârlar, yaprakların ve dokularının su kaybetmesine ve kurumasına neden olur (İles and Wray, 2000; Gauthier and Kaiser, 2014).

8.5 Sarma ve bağlama materyalinin çıkarılması

Dal ve gövdenin bağlama malzemelerinin boğmasını önlemek için dikimden sonra tekniğine uygun yapılmış destek bağlamaları hariç tüm fidanlık etiketleri, ip, sicim veya teller çıkarılmalıdır. Kaplarda yetiştirilen fidanlarda dikimden önce kabı kolay çıkarmak için yanlardan ve kap dibinden baskı uygulanabilir. Balyalı veya telisle sarılmış ağaçlardaki tel sepetler çıkarılmalıdır. Sentetik çuval bezi genellikle çürümez, doğal çuval bezinin çürümesi de yavaştır. Her iki durumda da kökler bu malzemeleri geçmekte zorlanır ve sarmal kök büyümesi meydana gelebilir. Ambalaj ve paketleme

malzemeleri daima çıkarılır ve asla dikim çukurunun dibinde bırakılmaz (Gauthier and Kaiser, 2014). Balyalı dikilen ağaçlarda telislerin çıkarılmaması bazen kurumalara neden olabilmektedir. Özellikle kök gelişmesini sınırlandıracak kadar kalın, toprakta kolay çürümeyen ve köklerin geçemediği bir telis kurumaları artırmaktadır. Köklerin geçemeyeceği bir telisle balyalama yapılmışsa mutlaka çıkarılmalıdır. Ağaçlara yapılan sabit desteklemelerin uzun süre kalması, büyüme sonucu odun içine gömülmelerine neden olur. Bu nedenle destekle ağaç arasına esnek kauçuk malzemeler konulmalıdır (şekil 14).



şekil 14. Gövdede ip ve tel boğması ve desteklemelerde büyüme sonucu oluşan deformasyon ve desteklemede tampon kauçuk kullanımı

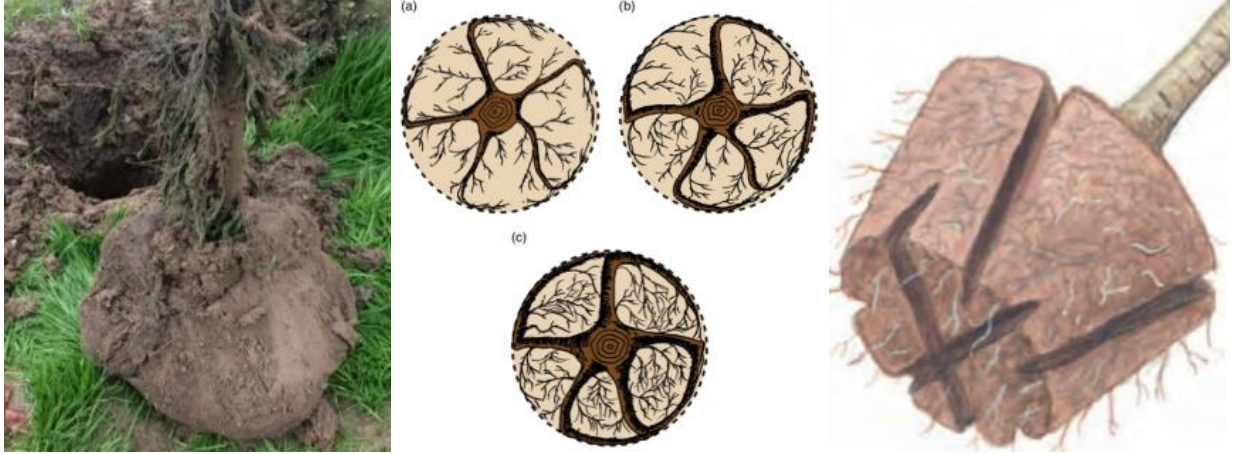
8.6 Çıplak köklü ve kaplı fidanlarda kök budaması

Plastik ambalajlı fidanlar kaptan dikkatli çıkarılmalıdır. Kaplı fidanlar kök sistemlerine, özellikle de hassas kılcak köklere zarar vermeden nakledildiklerinde yaşama oranları oldukça yüksektir (Carreiro et al., 2008). Bitkiler dikim çukuruna yerleştirildikten ve ambalaj malzemeleri çıkarıldıktan sonra kökleri incelenir. Hasar görmüş veya kırık kökler, hastalıklı ve ölü kök uçları keskin aletlerle zarar gören yerin gerisinden budanmalıdır. Hasarlı kök dokuları hastalık etmenleri için ideal giriş yerleridir. Çıplak köklü bitkilerin kökleri dikim çukurlarına eşit şekilde yayılmalıdır. Kökleri küçük bir çukura sıkıştırmak kökleri kıvrıacak ve kökün sarmal yapı oluşturmasını teşvik edecektir (Bozkuş, 1997; Gauthier and Kaiser, 2014).

Kaplı fidanlarda en önemli sakınca fazla bekletilmekten veya zamanında kap değiştirilmemesinden kaynaklanan “dairesel kök oluşumu” veya “kök dönmeleri” dir. Özellikle yuvarlak kesitli saksılarda daha çok rastlanan bu duruma “kuş yuvası” veya “yumak kök” oluşumu denilmektedir (Ürgenç, 1998). Kaplarda yetişen ağaçlar uzun süre kaldıklarında kök sistemleri kabın şekline uymaya zorlanır ve zamanla sarmal kök oluşumu (kuş yuvası oluşumu) meydana gelir. Kap içindeki bitkilerde kökler sarmal hale gelmişe dikim çukurunda da sarmal kök büyümesi devam eder. Bu ağaçlar toprakla kuvvetli

tutunamadıkları için ilerleyen yıllarda kar, rüzgâr, fırtına gibi etkilerle devrilebilmektedir. Kök gelişimi dar bir alanda olduğundan beslenme ve büyümeleri daha yavaş olmaktadır (Dirik, 2014). Kök dolanmasını önlemek için kökleri birbirinden ayırarak kesmek gerekir. Kabın dış kısmına denk gelen, sarmal

büyüme alışkanlığı gösteren kök katmanını budama makasıyla alttan çapraz, yanlardan da 3 cm derinliğinde 4-6 adet dikey kesim yapılmalıdır (Hartman et al., 2000; Gauthier and Kaiser, 2014) (Şekil 15).



Şekil 15. Sarmal kök yapısının oluşumu (Pokorny, 1992)

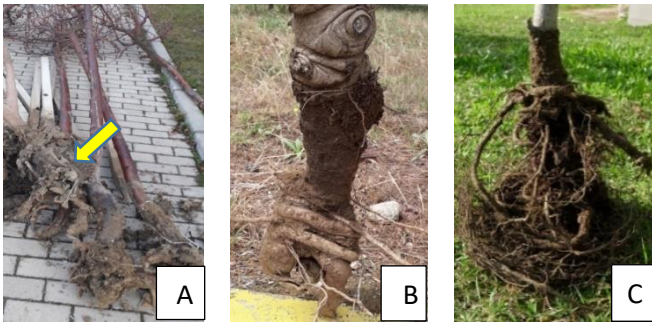
Kaplı fidanlarda sarmal kök oluşumu nedeniyle kazık kök sistemleri gelişmeyeceğinden ağaçta dengesizlik ve zayıf tutunmayla sonuçlanacaktır. Nakilden sonra devam eden kuş yuvası oluşumu, sonuçta ağacın devrilmesine neden olacaktır (Şekil 16). *Pinus contorta* gibi bazı türler kaplarda çok uzun süre kaldıklarında nakle son derece hassas hale gelir. Uygun boyutta ve şekilde tasarlanmış kap kullanımı, havai kök budaması ve kapların iç cidarının bakır ve bakır bazlı ürünlerle kaplanmaları gibi fiziksel yöntemler kök sistemini daha saçaklı hale getirilebilir ve sarmal kök büyümesi önenebilir (Konijnendijk et al., 2005; Hiron and Thomas, 2018).

Kapta yetiştirilen ağaçlarla ilgili bir başka potansiyel sorun, küçük bir hacimde yoğunlaşan çok sayıda kökün bulunması nedeniyle sulamanın düzensiz yapılması halinde su kaybına bağlı kök ölümlerinin meydana gelmesidir. Bu bakımdan kabın şekli ve boyutu ağacın yaşama ve büyümesinde fark yaratabilir (Hiron and Thomas, 2018).

Kaldırma mutlaka kök kütesinde yapılmalı, gövdenin kaldırma ve taşıma esnasında zarar görmesini önlemek için sarılamalıdır (Ürgenç, 1990). Ağaçların nakilden önce veya nakilde sökümüleri, budanmaları veya taşınmaları esnasında köklerinde veya gövdede yaralanmalar meydana gelebilir. Özellikle su yürüdüktan sonra, gövdeden yapılan kaldırmalar ince kabuklu ağaçlarda kabuğun soyulmasına neden olabilir (Şekil 17). Bu dönemde bitkiler daha dikkatli taşınmalı, ağacın halata bağlanan noktasına tampon konulmalıdır. Gövdede meydana gelen kısmi yaralanmalarda aşı macunu, katran gibi uygun kapatma maddeleriyle yara yerleri kapatılmalıdır.

Taşıma sırasında ve nakil yerinde güneş ve rüzgâra maruz kalma gibi çevresel koşullardaki değişikliklerden kaynaklanan faktörler ağacı etkileyebilir. Nakilden sonra kök toprak kütesi tam nemlendirilmezse kısa sürede kuruma meydana gelebilir. Nakil yaraları, su stresini artırarak hastalıklara ve haşere saldırılarına karşı hassasiyeti artırır (Bozkuş, 1997; Pryor, 2014).

Büyük kök hasarları ve kayıpları sadece ağaçların su ve besin temini açısından değil, aynı zamanda statik sorunlara da neden olmaktadır. Azalan kök sistemleri ağacın gücünün azalmasına, zararlılara ve mantarlara karşı duyarlılığın artmasına neden olur (Konijnendijk et al., 2005). Kök ve taç kısmındaki budama kesiminin boyutu, ağacın yarayı kapatması için gereken zamanı ve besin kaynaklarını etkiler. Nakledilen büyük ağaçlarda yaralar büyük oluşabilir. Ağaçlardaki büyük yaralar çürüme için uygun yerlerdir. Bazı çalışmalarda köklerde budama arttıkça kök çürümesinin de arttığı bildirilmektedir (Pryor and Watson, 2016).



Şekil 16. Telisle dikim yapılan süs elmalarında kurumalar (A), yetersiz kap boyutu nedeniyle sarmal hale gelen kök yapıları (kuş yuvası oluşumu) (B, C)

9. Nakil Esnasında Meydana Gelen Yaralanmalar ve Tedavi

Ağaçlar hangi yöntemle taşınırsa taşınısın, hiçbir zaman gövdelerinden tutularak kaldırılmaz. Kök toprağının köklerle irtibatı kopar ve birkaç sene içinde kuruma ihtimali olur.



Şekil 17. Manolyada taşıma esnasında meydana gelen kabuk soyulması (A) ve çınardaki gövde yaralanması (B)

Nakilden sonra bakımlar esnasında da yaralanmalar meydana gelebilir. Özellikle çim alanların içinde bulunan ağaçlarda çim biçme veya misinalı ot biçme makinaları ağacın kök boğazında kabuk soyulmalarına ve yaralanmalara neden olmaktadır (Hirons and Thomas, 2018) (Şekil 18). Bu yaralanmaları kambiyum oluşumu bir dereceye kadar tolere ederek kapatabilmektedir. Fakat gövdedeki floem dokusunun tekrar kapatıp iletimi sağlayamayacak kadar geniş ve çepeçevre soyulması ağacın ölümüne neden olmaktadır. Hatta koruma önlemleri alınmadığı takdirde kabuk yaralarının 10 yıl içinde çürüme ihtimali %50'dir (Wiedenbeck and Smith, 2018). Kabuktaki kısmi soyulmalarda ise ağaç hayatiyetini devam ettirebilir. Yaralı ağaçlar genç, sağlıklı ve %10-20 oranında iletim dokusu varsa hayatta kalabilir. Ağacın gövde çevresinin %30'una kadar sağlam doku varsa yaşama ihtimali daha yüksektir (Albers et al., 2003; Moore, 2013). Bu tip ağaçlar kurumasa bile uzun süre gelişme gerilikleri görülmekte, ağaçlar zayıf kalmakta ve hastalık ve zararlılara dayanıksız hale gelmektedir.



Şekil 18. Kök boğazında misina yaralanması ve gövdenin güney yönünde güneş yanığı

Misina yaralanmaları toprak yüzeyine yakın kısımda (kök boğazı) meydana geldiğinden toprak kaynaklı hastalık ve zararlıların bitki dokularına girişi için çok müsait durum oluşmaktadır. Ağaçların dip kısımlarından yaralanmaları tedavi edilmezse ve ağacın kapatabileceği kadar büyük ise çürükçül mantarlar zarar yapmaya başlar ve dip kısmından çürüyen ağacın devrilmesi daha kolay olmaktadır. Bu bakımdan çim

veya yabancı otların biçilmesi esnasında dikkatli olunmalı, gerekirse gövdeyi koruyucu siperlik kullanılmalıdır.

Yaralanmalardan sonraki dört ile sekiz haftalık sürede yaralar ısıdan, ışıktan ve kurumadan korunarak kallus büyümesi teşvik edilir. Yaraların üzerinde kallus oluştuktan sonra, yeni floem, ksilem ve kabuk kaplama oluşturur. Yaralar hızlı bir şekilde kapatılırsa, çürümeye neden olan organizmaların girişinden korunmuş olur (Stebbins and MacCaskey, 1989). Kenarları parçalanmış yaraları onarmak için, sağlam dokulara zarar vermeden keskin bir bıçakla tüm parçalanmış kabuk kenarları düzeltilir ve yara içerisindeki kabuk çapakları alınır. Yaralanmış odun ve kabuk kısımları keskin aletlerle özsu akışı yönünde düzgün şekilde kesilip çıkarılır. Mümkünse yaraya dikey yönde uzun, oval şekil verilmelidir. Yaranın etrafındaki kabuklar kalkmamış olmalıdır (Clatterbuck, 2006). Kabuğun koptuğu durumlarda, kabuk hala kurumamış ve nemli ise tekrar kambiyum üzerine küçük çivilerle tutturularak üzeri kambiyumun kurumamasını önlemek için bir çuval beziyle sarılabilir (Joyce, 2017).

Reçine kanallarının bulunduğu *Pinus* ve *Picea* gibi birçok kozalaklı ağaçta yaralanma sonucu travmatik reçine kanalları oluşur. Bu reçine zararlıların ve patojenlerin nüfuzuna karşı oldukça dirençli, hidrofobik bir katman oluşturur ve çürümeyi engeller (Blanchette and Biggs, 1992; Bhatla and Lal, 2023). Reçine kanallarının bulunmadığı türlerde de mekanik yaralanma, mikroorganizma veya böcek aktivitesi nedeniyle patolojik veya travmatik salgı kanalları oluşturabilmektedir. Bu salgı maddeleri patojenlere karşı toksik etki yaparak ya da böceklerin ağız kısımlarını fiziksel olarak tıkayarak etkili olur (Hirons and Thomas, 2018). Yaranın yüzeyi antiseptik bir macunla da kapatılabilir. Macunla kapatmanın amacı kallusun gelişerek yarayı tamamen kapatabilmesi için gereken zamanda çürümenin önlenmesidir (Mol, 2010). Doğal çam katranı da yapraklı ağaçlarda yaraların tedavisinde kullanılabilir (Parlak, 2023).

Kaynaklar

- Albers, J.S., Pokorny, J.D., Johnson, G.R., 2003. How to Detect and Assess Hazardous Defects in Trees. [in:] S. Paul, (Ed.) Urban Tree Risk Management: A Community Guide to Program Design and Implementation. USA. USDA, Forest Service, Northeastern Area, State and Private Forestry, 41-116.
- Atay İ., 1986. Önemi Artan Bir Bakım Tedbiri «Budama». Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 36(1) 21-30.
- Bhatla, S.C., Lal, M.A., 2023. Plant Physiology, development and metabolism. Springer Nature. p. 1251.
- Blanchette, R.A., Biggs., A.R., 1992. Defense Mechanisms of Woody Plants Against Fungi, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p. 478.
- Bozkuş, H., 1997. Kent Ağaçlarında Başlıca Tesis ve Bakım Sorunları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 44(1-2), 83-100.
- Carreiro, M.M., Yong-Chang, S., Wu, J., 2008. Ecology, Planning, and Management of Urban Forests International Perspectives. Springer Science+Business Media, LLC.

- Chalker-Scott, L., 2007. Viewpoint impact of mulches on landscape plants and the environment: A review. *Journal of Environmental Horticulture*, 25, 239–249.
- Clatterbuck, W.K., 2006. Tree Wounds, Response of Trees and What You Can Do," The University of Tennessee Agricultural Extension Service, SP683-13.5M-10/06 R12-4910-065-009-07 07-0073, https://trace.tennessee.edu/utk_agexfores/83.
- Çorbacı, Ö.L., Ekren, E., Usta, Ö., 2023. Bitki Transplantasyon Uygulamaları: Rize Kenti Örneği. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 8(3), 291-299.
- Day, S.D., Wiseman, P.E., Dickinson, S.B., Harris, J.R., 2010. Contemporary concepts of root system architecture of urban trees. *Arboriculture and Urban Forestry* 36(4), 149-159.
- Dirik, H. (1998). Orman ağaçlarında köklerin büyümesi ve yenilenmesi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 48(1-2-3-4), 41-58.
- Dirik, H., 1995. Ornamental ağaçların budanması. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University* 43(3-4),43-56.
- Dirik, H., Arborikültür (Kentsel ağaç kültürü). Kayıhan ajans. İstanbul Üniversitesi yayın no: 5200, Orman Fakültesi yayın no: 509 İstanbul.
- Ford, D.H., Foote, L.E., 1966. Large Tree Moving. Forester and Director, respectively Office of Environmental Services Department of Highways St. Paul, Minnesota.
- Galvez, D.A., Landhauser, S.M., Tyree, M.T., 2011. Root carbon reserve dynamics in aspen seedlings: does simulated drought induce reserve limitation? *Tree Physiology*, 31, 250–257.
- Gauthier, N.W., Kaiser, C., 2014. Transplant Shock: Disease or Cultural Problem?. *Plant Pathology*, 1-10.
- Gerhold, H.D., Johnson, A.D., 2003. Root dimensions of landscape tree cultivars. *Journal of Arboriculture*, 29, 322–325.
- Gilman, E.F., Stodola, A., Marshall, M.D., 2002. Root pruning but not irrigation in the nursery affects live oak root balls and digging survival. *Journal of Environmental Horticulture*, 20, 122–126.
- Gilman, E.F. 1988. Predicting root spread from trunk diameter and branch spread. *Journal of Arboriculture*, 14, 85–89.
- Gilman, E.F., 1988. Tree root spread in relation to branch dripline and harvestable root ball. *HortScience*, 23, 351–353.
- Gilman, E.F., 1994. Establishing trees in the landscape. In G. W. Watson & D. Neely (Eds.), *The Landscape Below Ground* (pp. 69–77). Savoy, Illinois: International Society of Arboriculture.
- Gilman, E.F., 2002. *An Illustrated Guide To Pruning*. Second edition. a division of Thomson Learning, Inc. Printed in the United States.
- Gilman, E.F., Beeson, R.C. Jr. 1996. Nursery production method affects root growth. *Journal of Environmental Horticulture*, 14, 88–91.
- Green, J., Dawson, L., Proctor, J., Duff, E., Elston, D., 200). Fine root dynamics in a tropical rain forest is influenced by rainfall. *Plant and Soil*, 276, 23–32.
- Harris, J.R., Bassuck, N.L., 1993. Tree planting fundamentals. *Journal of Arboriculture* 19(2), 64-70.
- Harris, R., Clark, J., Matheny, N., 2004. Integration of growth over time. In: *Arboriculture: Integrated Management of Landscape Trees, Shrubs, and Vines*, 4th edn. Prentice Hall, pp. 49–51.
- Hartman, J.R., Pirone, T.P., Sail, M.A., 2000. *Pirone's Tree Maintenance Seventh Edition*. Oxford University Press, Inc.
- Hirons, AD., Thomas, PA., 2018. *Applied Tree Biology*. John Wiley & Sons Ltd.
- Iles, J., Wray, P.H., 2000. *Transplanting Trees and Shrubs*. Forestry Extension Notes Forestry Extension Notes Iowa State University University Extension.
- Janssens, I.A., Sampson, D.A., Curiel-Yuste, J., Carrara, A., Ceulemans, R., 2002. The carbon cost of fine root turnover in a Scots pine forest. *Forest Ecology and Management*, 168, 231–240.
- Joyce, D., 2017. *Pruning & Training* Christopher Brickell, Dorling Kindersley Limited DK, a Division of Penguin Random House LLC, 339 pp.
- Joyce, D., 2017. *Pruning & Training* Christopher Brickell, Dorling Kindersley Limited DK, a Division of Penguin Random House LLC, 339 pp.
- Koeser, A., Stewart, J.R. 2009. Effects of transplanting on the growth and survival of nursery stock. In G. Watson, et al. (Eds.), *The Landscape below Ground III* (pp. 222–229). Savoy, IL: International Society of Arboriculture.
- Konijnendijk, C.C., Nilsson, K., Thomas B. Randrup, Schipperijn, J., 2005. *Urban Forests and Trees*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Kozłowski, T., 1987. Soil moisture and absorption of water by tree roots. *Journal of Arboriculture*, 13, 39–46.
- Kozłowski, T.T., Pallardy, S.G., 1997. *Physiology of Woody plants (Second Edition)*. New York, NY: Academic Press. 411 pp.
- Kshirsagar, Y., Palanikumar, B., Manjunatha, T.V., Vrishini, S., 2018. Tree Transplanting: Success Stories of Trees Transplanting at Karnataka, India. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 7(10), 2709-2716.
- Kumar, M.A., 2022. *Transplantation of Trees - An Informative Manual for Freshers*.
- Lane, M., Mandir, M., 2021. *Large Tree Transplanting Guidelines A Guide to tree transplanting for the Common Central Secretariat, Building -1,2,3 DOC. NO.: CPWD-CS-GD-PL-101B. HCP Design, Planning & Management Pvt Ltd*.
- Mol, T., 2010. Kent Ağaçları ve Süs Bitkilerinde Bakım ve Budama Esasları. Bölüm: Bitkilere Zarar Veren Çeşitli Faktorler, 117-133. İBB basımevi., İstanbul.
- Moore, G.M., 2013. Ring-barking and girdling: how much vascular connection do you need between roots and crown? *Proceedings of The 14th National Street Tree Symposium*, September 2013, Australia, pp 87-96.
- Norman, K., 2018. *The art of tree moving*. *Arboricultural Consultant Volume* 51(4), 3-6.
- Özyurt Ökten, S.S., Pehlivan, G., 2021. İleri yaşta palmye (*Washingtonia filifera*) taşıma süreçlerine dair bir uygulama, İskenderun Teknik Üniversitesi örneği. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(1), 175-184.
- Parlak, S., 2023. Ağaçlarda Yara İyileşmesi. 2. Uluslararası Topkapı Bilimsel Araştırmalarda Güncel gelişmeler Kongresi 20-21 Ekim 2023, 734-762-İstanbul.

- Pokorny, J.D., 1992. Urban Tree Risk Management: A Community Guide to Program Design and Implementation. USDA Forest Service Northeastern Area. NA-TP-03-03.
- Pryor, M., 2014. Extreme Arboriculture: Lessons from moving big trees. In Proceedings of Trees People and the Built Environment II conference p196-209. Institute of Chartered Foresters. Birmingham UK. (April 2015).
- Pryor, M., Watson, G., 2016. Mature tree transplanting: Science supports best management practice, *Arboricultural Journal*, 38(1), 2-27.
- Richardson-Calfee, L.E. Harris, J.R., 2005 A review of the effects of transplant timing on landscape establishment of field-grown deciduous trees in temperate climates. *Horticultural Technology* 15(1), 132–135.
- Stebbins, R.L., MacCaskey, M., 1989. Pruning how to guide for gardeners, HP Books, Horticultural Publisher.
- Swanson B.T., Calkins J.B., Kleinhuizen, D., 2024. Planting and Transplanting.
- Turna, İ., 2012. Kent ormancılığı. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi ders notları no: 92, Trabzon.
- Urbis Limited., 2013. A comprehensive street tree management plan for Hong Kong. (Unpublished report). Development Bureau, Works Branch, HKSAR Government.
- Ürgenç, S., 1990. Genel plantasyon ve ağaçlandırma tekniği (Arborikültür). İ.Ü. Basımevi, Üniversite yayın no: 3644, fakülte yayın no: 407. İstanbul.
- Ürgenç, S., 1998. Ağaç ve süs bitkileri fidanlık ve yetiştirme tekniği. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Rektörlük No: 3395, Fakülte No: 442, Dilek ofset matbaacılık, İstanbul, 717 s.
- Wang, Z., Guo, D., Wang, J., Mei, L., 2006. Fine root architecture, morphology and biomass of different branch orders of two Chinese temperate tree species. *Plant and Soil* 288(1), 155–171.
- Watson, G.W. Himelick, E.B., 1982. Root distribution of nursery trees and its relationship to transplanting success. *J. Arboricult.* 8, 225-229
- Watson, G.W., 1987. The relationship of root growth and tree vigour following transplanting. *Arboricultural Journal*, 11(2), 97-104.
- Watson, G.W., 1998. Tree growth after trenching and compensatory crown pruning. *Journal of Arboriculture* 24(1), 47–53.
- Watson, G.W., 2004. Effect of transplanting and paclobutrazol on root growth of ‘Green Column’ black maple and ‘Summit’ green ash. *Journal of Environmental Horticulture*, 22, 209–212.
- Watson, G.W., Himelick, E.B. 1982. Seasonal variation in root distribution of nursery trees and its relationship to transplanting success. *J Arboriculture* 8, 225–229.
- Watson, W.T., 2005. Influence of tree size on transplant establishment and growth. *HortTechnology*, 15(1), 118-122.
- Wiedenbeck, J., Smith, K.T., 2018. Hardwood management, tree wound response, and wood product value. *The Forestry Chronicle*, 94(3), 292-306.