

İstanbul 100. Yıl Parkı'ndaki Ağaçların Risk Analizinin Belirlenmesi ve Ağaçların Risk Yönetimi*

Determination of Risk Analysis of Trees in Istanbul 100th Year Park and Risk Management of Trees

 Tuğsem SÖNMEZ¹,  Bilal ÇETİN¹

Özet

Kentsel alanlarda bulunan her ağacın varlığı değerlidir ve bu ağaçların korunması gerekir. Ancak zayıf ve güçsüz yapıdaki ağaçlar, kentsel alanlarda önemli riskler oluşturabilmektedir. Bu alanlardaki insanların can ve mal güvenliğini sağlamak amacıyla ağaçların sistematik olarak derecelendirilerek risk analizinin yapılması ve gerekli önlemlerin alınması önemlidir. Böylece her ağacın risk düzeyine göre gerekli önlemler alınarak karşılaşılabilecek problemlere karşı tedbirler alınabilmektedir. Bu çalışmada İstanbul 100. Yıl Parkı'nda bulunan 164 ağacın ölçüm ve değerlendirmesi ile ağaçların risk analizinin yapılması amaçlanmıştır. Risk analizine göre risk derecesi 0 (en düşük) ile 6 (en yüksek) arasında değişiklik göstermektedir. Buna göre parkta risk derecesi 4 olan 43 ağaç ve risk derecesi 6 olan 11 ağaç vardır. Bu da parktaki ağaçların %32,9'unun orta ve yüksek riskli ağaçlar olduğunu ortaya koymaktadır. Yaş sınıfına göre yapılan değerlendirmeye göre, genç ağaçların %70,4'ünün risk derecesi 2 ve 2'nin altında iken, olgun ağaçlarda bu değer %55,5 ve sayıca çok az olan yaşlı ağaçların ise hepsinin düşük risk derecesinde olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ağaçların risk düzeyine göre, risk yönetim planının oluşturulması ve gerekli önlemlerin alınması önerilmiştir. Bu önlemler sayesinde kentsel alanlarda yaşayan insanların olası risklere karşı korunması sağlanarak daha güvenli park alanları oluşturulmuş olacaktır.

Abstract

Every tree in urban areas is valuable and needs to be protected. However, weak and vulnerable trees can pose significant risks in urban areas. To ensure the safety of life and property in these areas, it is important to systematically grade and analyze the risk of trees and take necessary precautions. Thus, necessary measures can be taken according to the risk level of each tree, and measures can be taken against problems that may be encountered. In this study, we conducted a risk analysis of trees by measuring and evaluating 164 trees in Istanbul 100th Year Park. According to the risk analysis, the degree of risk varied between 0 (lowest) and 6 (highest). Accordingly, there were 43 trees in the park with a risk rating of 4, and 11 trees with a risk rating of 6. This shows that 32.9% of the trees in the park were medium- and high-risk. According to the evaluation by age class, 70.4% of the young trees had a risk level of 2 and below, 55.5% of the mature trees had a risk level of 2 and below, and very few of the old trees had a low risk level. Based on the results obtained, it is recommended to create a risk management plan and take necessary measures according to the risk level of the trees. Thanks to these measures, people living in urban areas will be protected against all of these possible risks, and safer park areas will be created.

Keywords: Urban tree, human, risk analysis, management

Anahtar Kelimeler: Kent ağacı, insan, risk analizi, yönetim

Geliş Tarihi: 11.12.2024, Düzeltme Tarihi: 27.01.2025, Kabul Tarihi: 11.02.2025

Adres: ¹Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü

E-mail: bilacetin@duzce.edu.tr

*Bu çalışma, Düzce Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda "Kent ağaçlarının iklim değişikliğindeki rolü: İstanbul Anadolu Yakası sahil parkları örneği" isimli doktora tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

Doğal hayatın destek sisteminin önemli bir elementi olan ağaçlar, aynı zamanda kentsel yaşamın sürdürülebilir olmasında oldukça etkin bir rol oynamaktadır (Kuchelmeister, 2000; Dirik ve Ata, 2005). Ancak, kentleşmenin etkisiyle yeni yerleşim ve ticaret alanlarının oluşturulmasına yönelik yapılaşma ve altyapı talepleri, doğal ekosistemler ve kentsel yeşil alanlar üzerinde ciddi baskı oluşturmaktadır (Coşkun Hepcan, 2019). Hem bu baskılar hem de zamanında uygulanmayan bakım müdahaleleri gibi birtakım uygulama yetersizliğinin de etkisiyle birlikte özellikle zayıf yapıda olan kent ağaçları giderek kötüleşme eğilimi göstermektedir. Ağaçlar, zayıf yapısı ve sağlığı ile kentsel ortamlardaki elverişsiz alan koşulları nedeniyle kamu güvenliği açısından önemli yükümlülükler ve riskler de oluşturabilmektedir. Kent ağaçlarının karıştığı kazalarda çeşitli maddi hasarların yanı sıra yaralanmalar hatta can kaybı bile meydana gelebilmektedir. Ağaç risk analizi halk, iş ve mülk güvenliğini sağlamak için ağaç kusurlarının (yani bir ağacın bazı bölümlerinin veya tamamının) kazalara yol açma olasılıklarını ortaya koymaktadır. Ağaçların genel sağlığını ve çevre koşullarını dikkate alarak ağaçların sistematik olarak derecelendirilmesi, ağaç uzmanları tarafından yapılan ağaç risk değerlendirmesinin ortak bir parçası olmaktadır (Eşen, 2016). Bu çalışma ile birlikte, ağaç risk analizine göre ağaçların mevcut durumlarının saptanması ve ağaçların risk derecesinin sayısal verilerle ifade edilmesi amaçlanmıştır. Özellikle kusurlu ve olgun-yaşlı ağaçların, iklim koşullarındaki olağanüstü durumların sebep olabileceği kuvvetli rüzgâr ve fırtına etkilerine karşı tespiti gün geçtikçe daha da önemli hâle gelmektedir. Kent halkının can ve mal güvenliğinin sağlanması için ağaç risk analizinin yapılması ve böylece risk derecesi tespit edilerek, tehlike düzeyine göre önlem önceliğinin belirlenmesi hedefler arasında yer almaktadır.

1.1. Ağaç risk analizine özgü bileşenler

Ağaç risk analizi, bir ağacın yapısal olarak dış görünüşündeki hasar ya da kusurların tespiti ile yapılabileceği gibi, yüksek maliyetli test cihazları yardımı sayesinde görünmeyen hasar ya da kusurlarının tespiti ile de yapılabilmektedir. Kent ağaçları üzerinde çalışan uzmanlar (Arboristler ya da Ağaç uzmanları) “Görsel Ağaç Değerlendirme” (Visual Tree Assessment) (VTA)” yöntemi ile bir ağacın dış görünüşüne göre kusurlarının tespit edilmesini sağlamakta ve ağaçların içsel kusurlarından kaynaklanan tehlikeleri zamanında belirlenebilmektedir. Böylece, insanlara veya mülklere zarar gelmesini önlemek için gerekli önlemler mümkün olduğunca erken alınabilmektedir (ASCA, 2023). Görsel değerlendirmenin net bir görüş bildirmek için yeterli olmadığı durumlarda, yüksek maliyetli test cihazlarından

faaydalanılabılır. Bu gibi durumlarda amaç, söz konusu ağaç ile ilgili risk değerdendirilmesi hakkındaki belirsizliğı azaltmak için ek ayrıntılar (kusur derinliğı, büyüklüğü, etki alanı vb.) sunmaktır (NPF, 2024). Ağaç risk analizinin, “risk yönetimi” için bir kılavuz görevi gördüğü söylenebilmektedir. Bir ağaç risk analizi, söz konusu ağacın riskleri hakkında bilgi verirken “risk yönetimi” kapsamında dikkate alınan faktörlerden de biri olmaktadır (ASCA, 2023).

1.2. Risk oluşturan ve risk düzeyini arttıran etkenler

Kent ağaçlarında risk oluşturan ya da mevcut risk düzeyini arttıran başlıca önemli etkenler, yalnızca geçmişte ya da günümüzde kabul gören ve üzerinde durulan konu başlıkları olarak değil, aynı zamanda olası gelecek koşullar da önemsenerek hazırlanmıştır (Duntemann, 2006). Bunlar; yapısal olarak değerdendirilen etkenler (eş baskın gövdeler, kovuk oluşumu, asimetrik yapıdaki taç oluşumu vb.), tür nitelikleri (hassas odun yapısı, zararlılara ya da patojenlere karşı duyarlılık vb.), iklim değışikliğınden kaynaklanan etkenler (stres ve yıpranma, kuvvetli rüzgârlar vb.), ekolojik koşullardan kaynaklanan etkenler (drenaj yetersizliğı, kirletici unsurlar vb.), çevresel koşullardan kaynaklanan etkenler (inşaat çalışmaları ya da budama hataları vb.) olarak ayrı ayrı değerdendirmeye alınmıştır. Bunun yanında bakım, budama ve benzeri işlemlerin yanlış ve zamanında yapılmaması, uzman olmayan kişiler tarafından yapılması ağaçlarda risk oluşturmakta veya risk düzeyini arttırmaktadır.

1.3. Kent ağaçlarında risk belirleme ve yönetimi

Ağaç risk derecesinin belirlenmesi için farklı çalışmalar sonucu geliştirilen risk analizi yöntemleri bulunmakta ve uygulanmaktadır. Bunlar, Uluslararası Arborikültür Derneğı (ISA) Ağaç Risk Değerdendirmesi, Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı Ağaç Risk Değerdendirme Yöntemi ve ISA Ağaç Risk Değerdendirmesi En İyi Yönetim Uygulaması (BMP) Yöntemi kullanılan yöntemlerin bazılarıdır (He ve ark., 2022). Ağaç risk değerdendirme, ağaçlarda yapılan ölçüm ve gözlemlere dayalı olabileceğı gibi, ağaçların odun örneklerinde gerçekleştirilen test ve ölçümlerle de tespit edilebilmektedir. Burada ağaçların yaşı, odunun nem içeriğı, elastikiyeti, büyüme koşulları, türü ve konumu risk derecelerini etkilemektedir (Clair ve ark., 2003; Dahle ve Grabosky, 2010; Kane ve Finn, 2014). Birçok yönden benzer olan bu yöntemler ve esas olarak ağaç yapısı, kusurları ve potansiyel tehlikelerin değerdendirmelerini içerir. Buna karşın bu yöntemler risk faktörünü derecelendirme konusunda farklılıklar gösterir. Bu yöntemler, ağaçlar hakkında hızlı tanı koyabilme yöntemi olarak kabul edilmekte ve bilgiler sunmaktadır. Ancak gövde içindeki

ve toprak altı kök sistemlerindeki iç çürümeyi doğru bir şekilde belirleyememektedir (He ve ark., 2021). Yaşlı veya büyük ağaçlar için daha doğru tanı ve değerlendirme için tahribatsız farklı yöntemler kullanılmaktadır (Dare ve ark., 2015; Koeser ve ark., 2017; Allison ve ark., 2020).

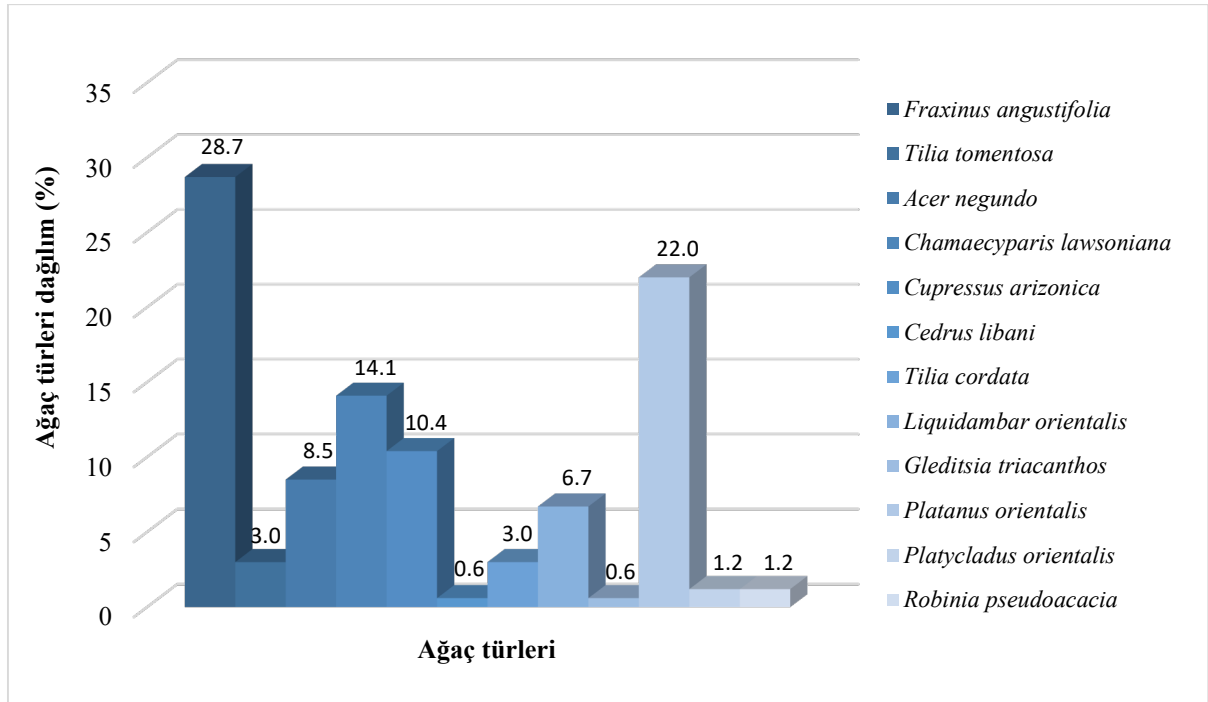
Ağaçlardaki mevcut riskleri doğru belirlemek, uygun bakım-koruma önlemlerini uygulayabilmek ve bir risk yönetim planı oluşturabilmek için ABD’nde USDA Orman Birimi tarafından derecelendirme sistemini içeren bir risk analizi kullanılmaktadır (USDA, 2022). Bu risk analizi tarafımızca geliştirilerek, 100. Yıl Parkı’ndaki her ağacın olası risk derecesi tespit edilmesinde kullanılmıştır. Risk derecesi tespit edilen kent ağaçlarının rutin bakım ve koruma işlemleri yanında risk değerlendirme yöntemine göre ortaya çıkan önemli sorunları ortaya koymak ve ağaç yönetimiyle ilgili veriler sunulması açısından ayrıca değerlendirilmesi gerekmektedir. Zira kentsel alanlarda ortaya çıkabilecek devrilme, yarılma, kırılma vb. hasarlar, ağaçların zarar görmesinin yanında kent toplumunun can ve mal güvenliği açısından da büyük tehdit oluşturmaktadır. Belirtilen sakıncalara karşı alınması gereken önlemlerin seçilmesi, belirlenmesi ve uygulanması, hazırlanan “ağaç risk yönetim planları” kapsamında gerçekleştirilmektedir (Dirik, 2014). Planlar, olası riskleri önleme ve riskli ağaçların kusurlarını düzeltme odaklı olmalı, potansiyel tehlike taşıyan ağaçların tespiti, değerlendirilmesi ve gerekli düzeltici işlemlerin uygulanması açısından yazılı, sistematik bir prosedüre dayandırılmalıdır (Hauer ve Johnson, 2003; Dirik, 2014).

Bu çalışmada; İstanbul, Kartal - 100. Yıl Parkı’ndaki ağaçların tür ve adet tespiti yapılmış, bu ağaçlar, geniş yapraklı ve iğne yapraklı oluşana göre ayrılmış, parkların kullanım yoğunluğu belirlenmiş, yaş sınıfları kategorize edilmiş, sabit yapıya olan uzaklıkları ile risk dereceleri arasındaki ilişki incelenmiş ve elde edilen sonuçlara göre risk yönetimi için çözüm önerileri getirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma alanı olarak Türkiye’nin en kalabalık ve aynı zamanda en dinamik kenti olan İstanbul tercih edilmiştir. İstanbul’un Anadolu Yakası’nda bulunan Pendik ilçesi ve Pendik Bölge Şefliği içindeki 100. Yıl Parkı, kent merkezinin sahil şeridinde olup, deniz seviyesine yakın ve kent halkı tarafından sıklıkla ziyaret edilebilen bir konumdadır. Güney ve kuzeye bakan kısımlarında yoğun araç ve yaya trafiğinin olması, içinde çocuk oyun alanı, bisiklet yolu, futbol sahası, yürüyüş ve oturma alanlarının da bulunması sebebi ile park, örnek alan



Şekil 2. 100. Yıl Parkı'ndaki ağaç türleri ve yüzde dağılımı.

2.2. Yöntem

Parklardaki her bir ağacın, artım burgusu ile yaş tespitini tek tek yapmak doğru bir yaklaşım olmadığı için parklardaki ağaçlar; genç ağaç (5-20 yaş), olgun ağaç (20-40 yaş) ve yaşlı ağaç (>40 yaş) olarak 3 ayrı grup ile sınıflandırılmıştır. Her ağaç, sınıfını en iyi şekilde temsil edebilecek sayıda ağaç seçilerek yaş tespiti yapılmıştır. Bu sınıflandırma, ağaçların yaş sınıflarına göre risk durumlarını ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Ağaç risk derecesinin belirlenmesi için farklı çalışmalar sonucu geliştirilen risk analizi uygulamaları bulunmakta ve uygulanmaktadır. Ağaçlardaki mevcut riskleri doğru belirlemek, uygun bakım-koruma önlemlerini alabilmek ve bir risk yönetim planı oluşturabilmek için ABD'nde USDA Orman Birimi tarafından derecelendirme sistemini içeren bir risk analizi kullanılmaktadır (USDA, 2022). Bu risk analizi tarafımızca geliştirilerek, 100. Yıl Parkı'ndaki her ağacın olası risk derecesi tespit edilmiştir. Elde edilen verilerin girişi bilgisayar ortamına aktararak, aşağıdaki tablonun ilgili satır ve sütunlarına kaydedilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Ağaç risk analizi.

Ağaç numarası		
Ağaç türü		
Göğüs yüksekliği çapı (cm)		
Ağaç boyu (m)		
Ağaca en yakın sabit yapı		
En yakın sabit yapıya uzaklık		
Tepe izdüşümü		
Hedef	2	İnsan yoğunluğu, kalıcı yapı mevcudiyeti, araç geçiş sıklığı
	1	Ana ve tali yollar
Kusur	3	Yaralar-Çürükler (Ağacın gövde çevresinin %50'sinden daha fazla bir alanı etkileyen kusurlar)
		Doğal olmayan eğrilik
		Kök boğazı çevresindeki kusurlar veya toprak üstü kök yayılımı
		Çatlak, çatlakla ilişkili çürüme ve kovuk oluşumu
		Ölü ağaç
		Ağaç gövde çevresinde gözlemlenen kusurlar (>%50)
		Büyük fırçalı tepe durumu veya taç hasarları (>%50)
	2	Yaralar-Çürükler (Ağacın gövde çevresinin %33-50'sini etkileyen kusurlar)
		Kök boğazı çevresindeki kusurlar veya toprak üstü kök yayılımı (Ağacın gövde çevresinin %50'sinden daha az)
		Çürük eğilimi göstermeyen çatlak ve yarıklar
		Zayıf dal birleşimleri (Kaynaşmayı engelleyen, gömülü kabuğun olduğu eşbaskın - aynı çapta iki lider - dallar)
		Büyük fırçalı tepe durumu veya taç hasarları (%33-50)
		Ağaç gövde çevresinde gözlemlenen kusurlar (%33-50)
		Çürüme, mantar ya da budak sebebiyle kalitesiz meyve oluşumu
	1	Yaralar-Çürükler (Ağacın gövde çevresinin %10-33'ünü etkileyen kusurlar)
		Yıldırım kaynaklı yara, küçük çatlak oluşumu
		Büyük fırçalı tepe durumu veya taç hasarları (%10-33)
		Zayıf dal birleşimleri (Kaynaşmayı engelleyen, gömülü kabuğun olduğu eşbaskın - aynı çapta iki lider - dallar)
		Açıkta görünür kökler
		Doğal eğrilik
	0	Görünür bir kusur olmaması; küçük kusur veya yara vs.
Risk derecesi		Hedef x Kusur

Ağaç risk analizine ait çizelgede bulunan ana başlıklara ve envanter sürecine ait açıklayıcı bilgilere aşağıda yer verilmiştir:

Ağaç numarası: Yapılan çalışmada envanteri çıkarılan bir ağacı, diğer ağaçlardan ayıran kod numarasıdır. Bu numara özellikle aynı türlere ait ağaçların birbirinden ayırt edilebilmesi ve gerekli bir durumda ilgili ağacı kolaylıkla bulabilmek için gereklidir.

Ağaç türü: Ağaçların bilimsel literatürde kabul gören Latince adlarıdır.

Göğüs yüksekliği çapı (cm): Ağaçların yerden 1.30 m yüksekliğindeki çapını ifade etmektedir.

Ağaç boyu (m): Ağaçların boy uzunluğunu belirten bölümdür. Ölçümler uzaktan boy ölçüm yöntemi, lazerli ölçüm cihazları veya şerit metre gibi aletlerle yapılabilir. Bu çalışmada yüksek boylu ağaçların boyu lazerli boy ölçer ile ölçülmüş ve kaydedilmiştir.

Ağaca en yakın sabit yapı (m): Her bir ağaca mesafe olarak en yakın noktada bulunan bir referans noktası olan basketbol sahası, futbol sahası, aydınlatma, oturma alanı, tek katlı yapı, yönlendirme levhaları vb. gibi hareketsiz sabit yapılar alınmıştır.

Ağacın en yakın sabit yapıya uzaklığı (m): Ağacın en yakınında bulunan sabit yapıya olan uzaklığı metre ile ölçülmüştür.

Tepe izdüşümü (m): Her bir ağacın park sınırları içine düşen tepe tacı izdüşümünün genişliğini ifade etmektedir.

Hedef: Ağacın etrafındaki potansiyel durumu ifade etmektedir. İnsan yoğunluğu, kalıcı yapı mevcudiyeti ve gözlemlere dayalı araç geçiş sıklığı varsa “2”; ana ve tali yollar varsa “1” değeri verilmiştir. 2 verilen değer, ağaç üzerindeki baskıya göre stresin, 1 verilen değerden daha yüksek olduğunu ifade etmektedir.

Kusur: Mevcut bir göstergedir. Ağaçta gözlemlenen kusurların, ağacın gövdesinin %10-33, %33-50 ya da %50’sinden daha fazla bir alanı etkilemesi durumuna göre kategorize edilmiştir. Ayrıca çürük, yara, kovuk oluşumu, fırçalı tepe durumu veya taç hasarları, kök boğazı çevresindeki kusurlar veya toprak üstü kök yayılımı, çatlak/yarıklar, mantar, zayıf dal birleşimleri, doğal olan ya da olmayan eğrilik durumuna göre 1 ile 3 arasında değişen bir değer verilmektedir. Görünürde herhangi bir kusur bulunmaması durumu ise 0 değeri ile ifade edilmektedir. Kusurun şiddetini belirleyen en yüksek değer 3 iken, en az kusur ya da görünür bir kusur bulunmaması 0 ile belirtilmektedir.

Risk derecesi: Olası risk derecesi, çizelgedeki “hedef (2, 1)” ve “kusur (3, 2, 1, 0)” sütunlarına girilen her iki değerın çarpma işlemi [hedef (2, 1) x kusur (3, 2, 1, 0)] ile hesaplanmaktadır. Olası risk derecesi 0 (en düşük) ile 6 (en yüksek) arasında değişiklik göstermektedir. Parkta bulunan 164 ağacın risk derecesi tespit edilmiştir. Buna göre yürütülen çalışma sonuçları ile risk derecesi belirlenen ağaçlar için nasıl bir planlama olabileceği ortaya konulacaktır.

3. Bulgular

3.1. 100. Yıl Parkı’ndaki ağaçların risk analizinin değerlendirilmesi

100. Yıl Parkı’ndaki ağaçların göğüs yüksekliği çapı 11 cm ile 61 cm arasında değişiklik göstermiştir. Ölçülen ağaçlar arasında en küçük çaplı ağaç, 11 cm ile *Tilia*

cordata, en kalın çaplı ağaç ise 61 cm ile *Platanus orientalis* olarak kaydedilmiştir. Ağaçların boyu 4 m ile 11 m arasında değişmiştir. En kısa boylu ağaç 4 m ile *Cupressus arizonica* ve *Tilia cordata* olarak ölçülürken, en uzun boylu ağaç 11 m ile *Platanus orientalis* olarak ölçülmüştür. Park sınırları içerisindeki ağaçların tepe izdüşümleri 32 cm ile 382 cm arasında olmuştur. Envanter çalışmasına göre ağaç adedi türlere göre değişkenlik göstermiştir. Parkta en az bireyle *Cedrus libani* (1 adet) ve *Gleditsia triacanthos* (1 adet), en fazla bireyle *Fraxinus angustifolia* (47 adet) ve *Platanus orientalis* (36 adet) temsil edilmiştir.

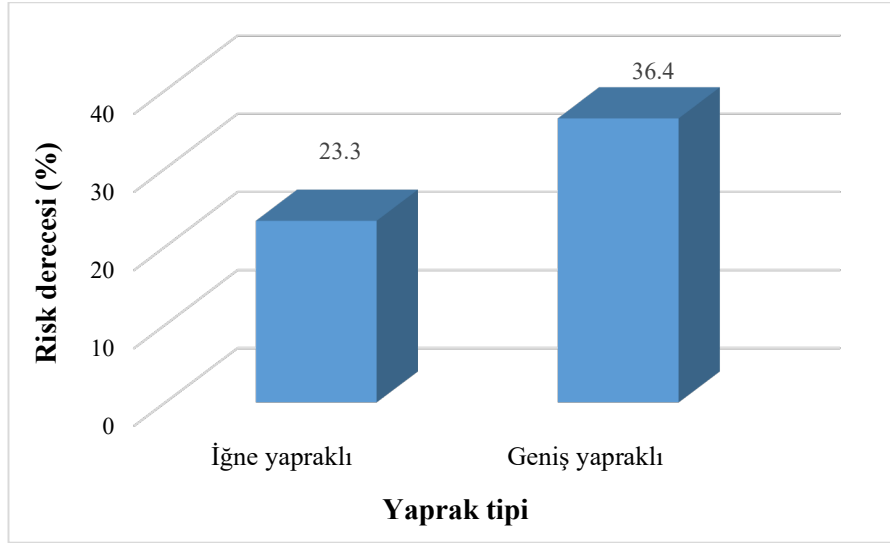
Ağaçların risk derecesine göre kategorize edilmesinin, önlem ve teknik uygulamaların da bu risk düzeylerine göre belirlenmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Buna göre 0-2 aralığı düşük risk, 2-4 aralığı orta risk, 4 ve üzeri risk derecesi ise yüksek risk olarak tanımlanmaktadır. Parktaki ağaçların olası risk dereceleri 0, 1, 2, 3, 4 ve 6 olup, 5 risk derecesine sahip ağaç bulunmamaktadır. Parkta en fazla bulunan türlerden *Fraxinus angustifolia* %46,8 oranı ile 4 risk derecesinde yer alırken, *Platanus orientalis* %36,1 oranı ile 2 risk derecesinde yer almaktadır. Buna göre; 50 adet ağacın olası risk derecesi 0, 5 adet ağacın olası risk derecesi 1, 54 adet ağacın olası risk derecesi 2, 1 adet ağacın olası risk derecesi 3, 41 adet ağacın olası risk derecesi ise 4 ve 11 adet ağacın olası risk derecesi 6'dır. Olası risk derecesi 4 ve üzerinde olan ağaçlar, parktaki ağaçların %31,7'sini oluşturmaktadır. Toplam 164 adet ağacın türlere göre adedi, yüzde dağılımı ve risk derecesi Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. 100. Yıl Parkı'ndaki türlerin risk derecesi ve yüzde dağılımı.

	Risk Derecesi															
Ağaç Türleri	Adet	%	0	%	1	%	2	%	3	%	4	%	5	%	6	%
<i>Fraxinus angustifolia</i>	47	28,7	3	6,4	-	-	19	40,4	-	-	22	46,8	-	-	3	6,4
<i>Tilia tomentosa</i>	5	3	3	60	-	-	2	40	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer negunda</i>	14	8,5	-	-	-	-	5	35,7	-	-	6	42,9	-	-	3	21,4
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	23	14,1	8	34,8	-	-	9	39,1	-	-	4	17,4	-	-	2	8,7
<i>Cupressus arizonica</i>	17	10,4	14	82,3	-	-	-	-	-	-	2	11,8	-	-	1	5,9
<i>Cedrus Libani</i>	1	0,6	-	-	-	-	1	100	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tilia cordata</i>	5	3	4	80	-	-	-	-	-	-	1	20	-	-	-	-
<i>Liquidambar orientalis</i>	11	6,7	8	72,7	-	-	3	27,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gleditsia triacanthos</i>	1	0,6	1	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Platanus orientalis</i>	36	22	9	25	4	11,1	13	36,1	1	2,8	7	19,4	-	-	2	5,6
<i>Platycladus orientalis</i>	2	1,2	-	-	-	-	1	50	-	-	1	50	-	-	-	-
<i>Robinia pseudoacacia</i>	2	1,2	-	-	1	50	1	50	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. İğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaçların olası risk derecesinin değerlendirilmesi

100. Yıl Parkı'ndaki ağaçların, iğne yapraklı ve geniş yapraklı oluşuna göre olası risk dereceleri değerlendirilmiştir. Parkta iğne yapraklı türler; *Chamaecyparis lawsoniana*, *Cupressus arizonica*, *Cedrus libani*, *Platycladus orientali*'dir. Geniş yapraklı türler ise; *Fraxinus angustifolia*, *Tilia tomentosa*, *Acer negundo*, *Tilia cordata*, *Liquidambar orientalis*, *Gleditsia triacanthos*, *Platanus orientalis* ve *Robinia pseudoacacia*'dır. İğne yapraklı türler toplam 43 ağaçtan oluşmakta ve bu da tüm ağaçların %26,3'ünü oluşturmaktadır. Geniş yapraklı türler ise 121 ağaçtan oluşmakta, bu da parkın %73,7'sine karşılık gelmektedir. Ağaçların risk derecelerinin 4 ve üzerinde olması bu ağaçlara sağlığının önemli derecede bozulduğunu göstermektedir. İğne yapraklı 43 ağaçtan 10'unun olası risk derecesi 4 ve üzerinde olup, parktaki iğne yapraklı ağaçların %23,3'ünü oluştururken; geniş yapraklı 121 ağacın 44'ünün olası risk derecesi ise 4 ve üzerinde olup, parktaki geniş yapraklı ağaçların %36,4'ünü oluşturmaktadır (Şekil 3).

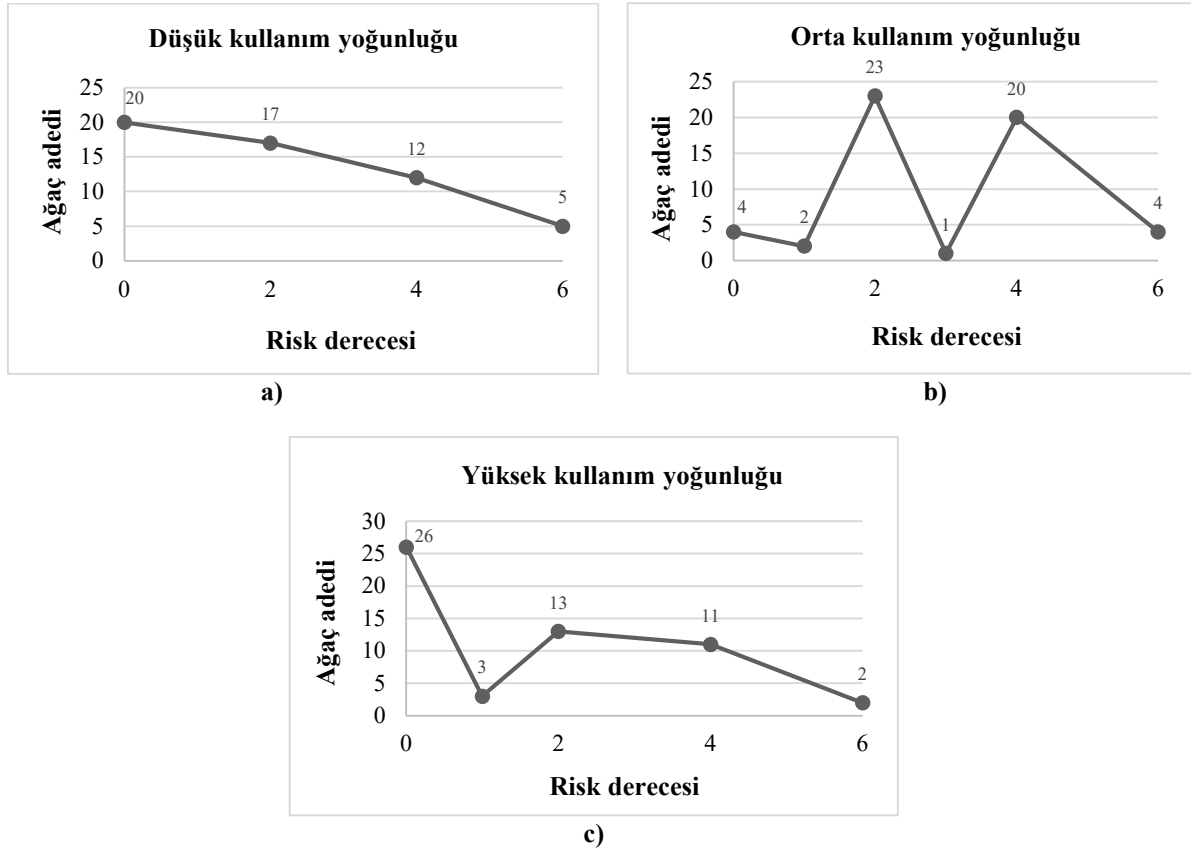


Şekil 3. Olası risk derecesi 4 ve üzerinde olan ağaçların iğne yapraklı ve geniş yapraklı oluşuna göre yüzde dağılımları.

3.3. Ağaç risk analizi ile insan kullanım yoğunluğu arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi

100. Yıl Parkı insanların kullanım yoğunluğuna göre 3 kategoriye ayrılmıştır. Bunlar; düşük kullanım yoğunluğu, orta kullanım yoğunluğu ve yüksek kullanım yoğunluğu olarak belirlenmiştir. Amaç; insanların kullanım yoğunluğuna göre ağaçların risk derecesine bir etki olup olmadığını belirlemektir. Düşük kullanım yoğunluğuna sahip alandaki en fazla (20 adet) ağacın olası risk derecesi 0, orta kullanım yoğunluğuna sahip alandaki en fazla (23

adet) ağacın olası risk derecesi 2 olmuştur. Yüksek kullanım yoğunluğuna sahip alandaki, en fazla (26 adet) ağacın olası risk derecesi yine 0 olarak belirlenmiş ve diğer risk dereceleri daha düşük seviyede çıkmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. 100. Yıl Parkı'nda kullanım yoğunluğuna göre ağaç adedi ve risk derecesi arasındaki ilişki: a) Düşük kullanım yoğunluğu b) Orta kullanım yoğunluğu c) Yüksek kullanım yoğunluğu.

3.4. Ağaçların yaş sınıfı ve risk derecesi arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi

Bu sınıflandırma ile yaş faktörü ile olası risk derecesi arasındaki ilişkinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Sınıflandırmaya göre; 98 adet (%59,8'i) genç ağaç, 63 adet (%38,4'ü) olgun ağaç ve 3 adet (%1,8'i) yaşlı ağaç bulunmaktadır. Parktaki ağaçların çoğunluğunu genç ağaç sınıfındaki bireyler oluşturmaktadır. Ağaçların her 3 sınıflandırmaya göre olası risk dereceleri ise aşağıda gösterilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Ağaçların yaş sınıfına göre risk derecesi ve yüzde cinsinden dağılımı.

Yaş Sınıfı	Adet	%	Olası risk derecesi													
			0	%	1	%	2	%	3	%	4	%	5	%	6	%
Genç ağaçlar	98	59,8	34	34,7	1	1	35	35,7	-	-	23	23,5	-	-	5	5,1
Olgun ağaçlar	63	38,4	15	23,8	4	6,3	16	25,4	2	3,2	20	31,7	-	-	6	9,6
Yaşlı ağaçlar	3	1,8	1	33,3	-	-	2	66,7	-	-	-	-	-	-	-	-

3.5. Ağaçların sabit yapılara olan uzaklığına göre risk derecesinin değerlendirilmesi

100. Yıl Parkı'nda ağaçların en yakınında bulunan ve tespit edilen sabit yapılar; aydınlatma, basketbol sahası, bilgilendirme levhası, oturma alanı ve tek katlı yapılardır. Bu sabit yapılar arasında, ağaçlara en yakın konumda olan ise aydınlatmadır ve bu tüm sabit yapıların yarısı kadardır. Sabit yapılar ile ağaçların olası risk derecesi arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için bir çizelge hazırlanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. 100. Yıl Parkı'ndaki sabit yapıların olası risk derecesi ve yüzde cinsinden dağılımı.

Sabit Yapılar	En Yakın Ağaç Sayısı	%	Olası risk derecesi													
			0	%	1	%	2	%	3	%	4	%	5	%	6	%
Aydınlatma	83	50,6	24	28,9	4	4,8	24	28,9	1	1,2	21	25,3	-	-	9	10,9
Basketbol sahası	12	7,3	2	16,7	1	8,3	3	25	1	8,3	5	41,7	-	-	-	-
Bilgilendirme levhası	2	1,2	1	50	-	-	1	50	-	-	-	-	-	-	-	-
Oturma alanı	40	24,4	6	15	-	-	19	47,5	-	-	14	35	-	-	1	2,5
Tek katlı yapı	27	16,5	17	63	-	-	6	22,2	-	-	3	11,1	-	-	1	3,7

4. Tartışma

Bir ağacın gelişiminin kötü olması ve yapısal kusurlar barındırması, o ağacın sağlığının olumsuz etkilendiğini göstermektedir. 100. Yıl Parkı'nda risk derecesi 4 olan 43 ağaç ve risk derecesi 6 olan 11 ağaç vardır. Bu da parktaki ağaçların %32,9'unun orta ve yüksek riskli ağaçlar olduğunu, park içinde tehlike yaratabilecek koşullara karşı risk yönetimi kapsamında belirlenen sıklıkla denetlenmesinin önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu konuyla ilgili Terho ve Hallaksela (2008) Helsinki'de 181 ağacı incelemiş ve yapısal olarak tehlikeli bulunan park ağaçlarının alandan çıkarılması gerektiği belirtilmiştir. Kentsel alanlarda stres faktörü ağaçların gelişimini etkileyen önemli bir faktördür. Maribel ve ark. (2024) tarafından yapılan bir çalışmada, Amerika'nın kuzeyindeki bazı türlerin stres etkenlerine karşı tolerans düzeyleri incelenmiştir. Ağaç uzmanları; *Ginkgo*

biloba, *Gleditsia triacanthos*, *Quercus* spp. ve *Ulmus* spp. türlerini en toleranslı türler olarak belirlemiştir. Ancak aslında hiçbir türün, tüm stres etkenlerine karşı toleranslı olamayacağı da çalışma kapsamında belirtilmiştir. Ayrıca belirli bir stres etkeninden, belirli bir türün, nasıl etkileneceği veya ona nasıl tepki vereceği konusunda da fikir ayrılığı yaşanmıştır. Bu çalışmanın yürütüldüğü süreç, türlerin stres etkenlerine karşı gösterdiği tepkiyi belirlemek için yeterli olmadığı gibi, farklı uzman görüşlerine de ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır. Harris ve ark. (2004) yetiştirme ortamı koşulları, komşu ağaçlar, kötüleşen zemin, bina ve tesislerin yarattığı baskı yoğunluğunun türlere olan etki düzeyini belirlemişlerdir. Baskı yoğunluğunun şiddeti arttıkça *Platanus orientalis* direnç gösterirken, *Magnolia grandiflora* aynı direnci gösterememiş, daha duyarlı kalmıştır. 100. Yıl Parkı'ndaki *Platanus orientalis*'in %72,2'sinin risk derecesinin 2 ve altında yer aldığı, bu ve benzer (ağaca en yakın sabit yapı etkisi) koşullara karşı dirençli olduğu söylenebilmektedir. Ancak her tür için uygun yetiştirme ortamı koşulları değişkenlik göstermektedir. Hickman ve ark. (1995) tarafından 695 Meşe ağacı (*Quercus wislizeni* ve *Quercus lobata*) görsel olarak değerlendirilip, derecelendirme yapılmıştır. Ağacın yapısı ve gücü için çevresel faktörler de dahil olmak üzere 11 bileşene hedef değer belirlenmiş, bu derecelendirmeden 7 yıl sonra ağaçlar tekrar incelendiğinde yaprak yoğunluğu ve rengi, ağacın gövde yapısı ve zayıf görünümünün derecelendirme ile yakından ilişkili olduğu bulunmuştur. Daha titiz bir değerlendirme için görsel değerlendirme tek başına yetersiz kalabilir. Bu gibi durumlar, ekipman ve teknik cihaz kullanımı gerektirebilir. Ancak hiçbir ekipman da tam bir değerlendirme sağlamamaktadır. Bu parktaki ağaçlar için de herhangi bir ekipman desteği olmaksızın bir değerlendirme yapılmıştır. Burada da yine uzun dönem sonra (örneğin; 7 yıl) aynı parkta, aynı ağaçlar için aynı risk analizi yapılarak, farklı dönemlerdeki iki derecelendirme arasındaki ilişki irdelenebilir.

Wang ve Allison (2008) tarafından *Quercus rubra* üzerinde yapılan bir çalışmada hem görsel hem de ekipman desteği ile bir değerlendirme yapıp, kesit alınarak numune analizinin sonuçları karşılaştırılmıştır. Görsel bir değerlendirmenin ardından ağaçlar teknik cihaz (fakopp, picus sonic tomograph, iml resistograph) kullanılarak incelenmiştir. Bu incelemelerden sonra ağaçlar kesilmiş ve numunelerin bir laboratuvarında analizi yapılmıştır. Görsel değerlendirme ile kusur (çürüme) tespiti yapılmış, teknik cihazlar ise bu kusur tespitini doğrulamıştır. Ancak numunelerin laboratuvar analizi kusurun tespit edilenden daha derin ve büyük olduğunu ortaya koymuştur. Cihaz ve ekipman desteği ağaçtaki sorunu kusursuz olarak yansıtamamıştır. Ancak her ağacın risk durumunu tespit etmek için kesi ile numune alınması işlemi mümkün görünmemektedir. Bu nedenle risk analizi için görsel

değerlendirmeler yeterli kabul edilmekte, gerekli durumlarda ekipman desteği önerilmektedir. Baker ve Bell (1992) iklim değişikliği sebebiyle kuvvetli rüzgâr ve fırtına etkilerini tehlike yaratabilecek durumlar arasında görmektedir. Çünkü kent ağaçlarının, orman, meşcere veya ağaçlık arazilerdeki ağaçlardan daha fazla rüzgâr etkilerine maruz kaldığı varsayılmaktadır. Luley ve Bond'a (2006) göre ağaçların devrilmesi, çoğu zaman fırtına sonrası ağaç kusurları araştırmalarını ortaya koymaktadır. Örneğin; kar yükü, buzlanma ağaçlarda hasar bırakmakta, bu hasarın derecesi ise tür ve konuma göre değişiklik gösterebilmektedir. Hauer ark. (1993) tarafından yapılan bir araştırmaya göre *Acer platanoides* buz hasarlarına karşı nispeten dirençliyken, *Acer saccharinum* ise büyük ölçüde hasara uğramıştır. James ark. (2006) rüzgâr kuvvetinin statik değil, dinamik olduğu ve ağaçların tahmin edilenden daha az rüzgâr kuvveti altında da yıkılabildiği konusunda uyarılarda bulunmuştur. Nitekim 100. Yıl Parkı'nda yapılan ölçüm ve değerlendirme gözlemlerine dayanarak, özellikle toprağı iyi kavrayamayan, sık köklü türlerden kaçınılması gerekli görülmüştür. Ayrıca genç ağaçların henüz güçlü bir yapıya kavuşmaması ve bu gibi etkilere karşı daha savunmasız olması sebebiyle dikim sonrası destekleme, bağlama vb. uygulamaların aksatılmaması önemlidir.

Kane ve Clouston (2008) eş baskın gövdeli ağaçların (u veya v) tek gövdeli ağaçlardan daha zayıf olduğunu doğrulayan bir çalışma yapmıştır. 30 adet *Acer platanoides*, *Acer rubrum* ve *Acer saccharum* için çekme testleri yapılmış ve testlerde eş baskın gövdeli ağaçların %45'i başarılı olurken, tek gövdeli ağaçların ise %79'u başarılı olmuştur. Nitekim 100. Yıl Parkı'nda eş baskın gövdeli çok sayıda ağaç bulunmaktadır. Çalışma sırasındaki gözlemler, çevresel koşulların ve istemeden de olsa zamanla yapılan doğru olmayan uygulamaların (budama vb.) ağaç risk derecesi üzerinde belirleyici etkileri olduğunu ortaya koymaktadır. Bulgular, risk derecesi 0 ya da 0'a yakın bir değer ile en düşük risk derecesine sahip ağaçların daha uzun aralıklarla, 6 ya da 6'ya yakın (≥ 4) bir değer ile orta ve yüksek risk derecesine sahip ağaçların daha sık zaman aralığında kontrol edilmesinin önemli olduğunu göstermektedir.

Kentsel alanlarda park yenileme projeleri, yakın çevrede inşaat çalışmaları, alt yapı ve yol bakım çalışmaları sıklıkla yapılmaktadır. Bu da mevcut ağaç varlığının hassasiyetleri üzerinde etkilidir. Çünkü bilinmektedir ki özellikle yaş ilerledikçe ağaçların direnci azalmakta ve risk derecesi artmaktadır. Parkın yakın çevresindeki bu gibi uygulamaların da yaygın olduğu gözlemlenmiştir. Nitekim Harris ark. (2004) inşaat çalışmaları ile ağaçların yaşları arasındaki ilişkiye dair yürüttükleri bir çalışmada 70 yaş ve üzeri yaşlardaki ağaçların bu gibi durumlara karşı daha az direnç gösterdiğini, 40 yaş ve altı yaşlardaki ağaçların ise

oldukça dirençli davrandıklarını ortaya koymuştur. 100. Yıl Parkı'ndaki olgun ve yaşlı ağaçların sayısı, genç ağaçlara göre daha azdır. Bu nedenle genç bir park olduğu söylenebilmektedir. Bulgular, ağaçların büyüme evresi değiştikçe ve bağlı oldukları yaş sınıfları ilerledikçe risk derecesinin arttığını göstermektedir. Parktaki genç ağaçların risk derecesi düşük, olgun ağaçların ise risk derecesi daha yüksektir. Genç ağaçların %70,4'ü 2 ve 2'nin altındaki risk derecesinde yer alırken, olgun ağaçların ise %41,3'ü 4 ve 4'ün üzerindeki risk derecesinde yer almaktadır. Parktaki ağaçların bulundukları konuma en yakın sabit yapıların ağaç ile mesafesi ölçülmüştür. Bu sabit yapılar ile ağaçların olası risk derecesi arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Buna göre; 83 adet ağacın en yakınındaki sabit yapının aydınlatmalar olduğu saptanmıştır ve bu da ağaçların %50,6'sını oluşturmaktadır. Aydınlatmaların yakınındaki ağaçların %36,2'sinin risk derecesinin ise 4 ve 4'ün üzerinde olduğu kaydedilmiştir. Sabit yapılarla ilgili Caggiu ve ark., (2023) şehirde her ağaç için, ağacın yakınındaki sokak, bina ve yürüyüş ve bisiklet yollarının sayısını ve kategorilerini dikkate alan bir çalışma yapmışlar. Çalışmada bir ağacı çevreleyen alandaki hem sokak hem de yürüyüş ve bisiklet yolu sayısının bulunduğu ağaç riskini etkilediği diğer faktörlerin çok etkili olmadığını tespit etmiştir.

Tree Management Office (2011) tarafından risk yönetimi ile ilgili yapılan çalışmaya göre; Çin'in Hong Kong kenti için yaklaşık 1,5 milyon ağacı kapsayan bir risk yönetim planı hazırlanmıştır. Kent geneli yaya ve trafik yoğunluğu ile ağaç varlığının durumu dikkate alınarak risk derecelerine düşük, orta ve yüksek olmak üzere 3 ayrı risk alanı oluşturulmuştur. Bu çalışmada olduğu gibi risk derecelerine göre, ayrı risk alanları oluşturmak, önlem ve uygulamaların doğru belirlenmesini sağlamaktadır. Duntemann (2006) tarafından risk yönetimi için 3 farklı alanı kapsayan risk bölgesi haritası oluşturulmuştur. Bu haritalar hem risk derecelendirmesi yapılmış ağaçları izlemek hem de kuvvetli rüzgâr ya da fırtına karşısında müdahale önceliğini belirlemek için kullanılmaktadır. Bu bölgelerden biri olan ABD'nin Vermont eyaletinde yer alan Worcester için yüksek, orta ve düşük olmak üzere risk bölgesi haritası oluşturulmuştur. Yüksek riskli kısımlar yılda bir, orta riskli kısımlar her 3 yılda bir ve düşük riskli kısımlar ise yalnızca fırtınalardan sonra denetlenmektedir. Fırtınalar sırasında kentsel ağaç yönetiminin nasıl olması konusunda üç ABD şehrinde yapılan çalışmada uzmanlar fırtınaların ağaç dikimini, tür seçimini ve kaldırmaları doğrudan ve dolaylı olarak etkilediğini tespit etmişler. Fırtına esnasında ağaçlardan algılanan riski artırdığını ancak, yöneticiler ve halk arasında iş birliği yapılması durumunda ağaç yönetimine olumlu katkılar sağladığını belirtmektedirler (Cadaval ve ark., 2024). ABD'nin Wisconsin eyaletinde yer alan Shorewood bölgesi için ise

2003 yılında ağaç risk yönetimi politikası geliştirmek üzere risk bölgesi haritası oluşturmak bir hedef olarak belirlenmiştir. Bölge, olgun ağaçlar temel alınarak kendi içinde 2'ye ayrılmıştır. Harita üzerinde yüksek riskli ağaçların bulunduğu kısımlar kırmızı, orta riskli ağaçların bulunduğu kısımlar ise turuncu renk ile gösterilmiştir. Bir başka bölge ABD Montana-Glacier Ulusal Parkı'dır. Çokça ziyaretçisi olan bu parkın 1995 yılında risk bölgesi haritası oluşturulmuştur. Parkın yüksek kullanım alanları kırmızı oklar, düşük kullanım alanları ise mavi oklar ile belirtilmiştir. Böylece herhangi bir olası müdahale için öncelik oluşturulmuştur.

Çalışmanın yürütüldüğü 100. Yıl Parkı konum itibariyle insanlar tarafından sıklıkla ziyaret edilmektedir. Bu denli sıklık, kullanım yoğunluğu ile ağaç risk derecesi arasında bir ilişki olup olmadığının incelenmesi ve insanlar tarafından kullanım yoğunluğu ile ağaç risk derecesi arasında kayda değer bir ilişki bulunamamıştır. Ancak uzun dönemde bu kullanım yoğunluğu artarak devam eder ya da gerekli önlemler alınmazsa, buradaki ağaçların mevcut sağlığı olumsuz etkilenebilir ve bu da ileri ki yıllarda olası risk derecelerini daha da arttırabilir. İnsanların yoğun kullandığı yerlerdeki ağaçlarda bu riskin yüksek çıkmamasında parktaki ağaçların çoğunluğunun genç bireyler olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Risk dereceleri hesaplanan ağaçlar içinde, yüksek risk derecesine sahip olan ağaçların bulunduğu kısımlar işaretlenerek, insanların olası tehlikelere karşı (devrilme vb.) korunması ile bir risk yönetiminin sağlanması mümkündür.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu parkta yapılan çalışmanın bulguları ve sonuçlar, kent genelinde ağaç risk analizinin önemini ortaya koymaktadır. Günümüzde yerel yöneticiler, karar vericiler, kent planlamacıları ve kent halkının katılımının sağlandığı yaklaşımlar önemli olmaktadır. Hem kent ağaçlarının kente sağladığı katkı ve hizmetlerden en yüksek düzeyde faydalanma noktasında hareket etmek, hem de aynı zamanda kent ağaçlarının olası risklerine karşı korunma noktasında bir plan dahilinde ortak kararlar alabilmek “kent bilinci” çerçevesinde giderek daha da önemli hale gelmektedir.

Bir kentin, özellikle insanlar tarafından yoğun kullanılan park, cadde ve meydanlarında, hem can hem de mülk güvenliğinin sağlanabilmesi için ağaçların risk analizinin yapılması ve bir risk yönetim planı oluşturulması önemlidir. Tek ağaç ya da risk düzeyine göre belirlenmiş bölgeler halinde ve belirli önceliklere göre yapılan bir planlama ile yüksek risk derecesine sahip ağaçlar, öncelikli risk disiplini içinde sıklıkla denetlenebilir. Özellikle yüksek risk grubundaki ağaçlarda yapılan görsel analiz ve değerlendirmeler ile

mevcut kusur derinliği ve büyüklüğünün tespiti teknik cihazlar ile desteklenebilir. Orta ve düşük risk grubundaki ağaçlar için denetleme sıklığı daha seyrek yapılabilir. Parkta fidanların başlangıçta sık dikim yapıldığı bundan dolayı da ağaçların simetrik ve iyi bir ta yapısı oluşturamadığı görülmektedir. Bu gibi durumlardan dolayı dikimlerin, uygun dikim aralığı ile yapıldığı, dikim sonrası süreçte bakım ve koruma (budama, destekleme, tekli ya da 2’li-3’lü hereklerle bağlama, gergileme, malçlama vb.) alışmalarının düzenli uygulandığı, sağlıklı bir risk yönetim planı oluşturulması gerekmektedir.

Genel bir yaklaşımla, risk derecesi orta ve yüksek düzeyde olan ağaçların, tüm bakım ve koruma önlemlerinin uygulanması, söz konusu riskleri azaltıcı etki yaratabilmektedir. Risk derecesi yüksek ağaçların, kırılma ve devrilme ihtimali taşıması, can güvenliği açısından tehlikeli sonuçlara sebep olabileceği gibi, iklim değişikliği sebebiyle ani hava hareketleri ve kuvvetli rüzgârlar da bu tehlikeyi arttıran bir zemin oluşturmaktadır. Belirtmek gerekir ki, mikro ve makro ölçekli bir ağaç risk yönetim planı oluşturmak için, kentsel alanlarda yaşayan insanların olası risklere karşı korunması en önemli amaçlardan biridir. Bu nedenle idareciler, karar vericiler, yerel yöneticiler ile birlikte kent halkının da bilinçlendirilmesi ve bu risk yönetim planının bir parçası olması, günümüz şartlarında bir ihtiyaç olmaktadır. Risk derecesi orta ve yüksek ağaçlar için başta budama olmak üzere, bakımlarının düzenli ve uzman kişiler tarafından yapılması gerekmektedir. Böylece parklardaki ağaçlar hem daha sağlıklı ve uzun ömürlü olacak, insanların can ve mal güvenliği tehlikesine karşı olumsuz riskler önlenebilecek hem de ağaçların daha sağlıklı olması ile risk dereceleri düşecektir.

Teřekkür

Bu alışma Düzce Üniversitesi’nin Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında 2021.02.02.1239 proje numarası ile desteklenmiştir. Teřekkürlerimizi sunuyoruz.

Kaynaklar

- Allison, R. B., Wang, X., & Senalik, C. A. (2020). Methods for nondestructive testing of urban trees. *Forests*, 11(12), 1341. <https://doi.org/10.3390/f11121341>
- ASCA. (2023). *American Society of Consulting Arborists*. <https://www.asca-consultants.org/mpage/AC2018sb05> [Ziyaret tarihi: 10 Nisan 2023]
- Baker, C. J., & Bell, H. J. (1992). The aerodynamics of urban trees. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 44, 2655–2666.
- Cadaval, S., Clarke, M., Roman, L. A., Conway, T. M., Koeser, A. K., & Eisenman, T. S. (2024). Managing urban trees through storms in three United States cities. *Landscape and Urban Planning*, 248, 105102. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2024.105102>
- Caggiu, L., Fiorani, F., Corradini, E., Felice, E., & Minelli, A. (2023). Spatial analysis of risk exposure of urban trees: A case study from Bologna (Italy). *Urban Science*, 7(4), 123. <https://doi.org/10.3390/urbansci7040123>
- Clair, B., Fournier, M., Prévost, M. F., Beauchêne, J., & Bardet, S. (2003). Biomechanics of buttressed trees: Bending strains and stresses. *American Journal of Botany*, 90(9), 1349–1356. <https://doi.org/10.3732/ajb.90.9.1349>
- Coşkun Hepcan, Ç. (2019). Kentlerde iklim değişikliği ile mücadele için yeşil altyapı çözümleri. *Eğitim Modülleri Serisi*, 12, Ankara.
- Dahle, G. A., & Grabosky, J. C. (2010). Variation in modulus of elasticity (E) along *Acer platanoides* L. (Aceraceae) branches. *Urban Forestry & Urban Greening*, 9(3), 227–233. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2010.01.004>
- Dare, A. M., Ayinde, I. A., & Shittu, A. M. (2015). Urban trees forest management in Abeokuta Metropolis, Ogun State, Nigeria: An application of contingent valuation method. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 26(1), 72–83. <https://doi.org/10.1108/MEQ-06-2014-0094>
- Dirik, H., & Ata, C. (2005). Kent ormancılığının kapsamı, yararları, planlanması ve teknik esasları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 55(1), 1–14.
- Dirik, H. (2014). *Arborikültür (Kentsel Ağaç Kültürü)*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları No: 5200/509.
- Duntemann, M. (2006). Elements of an urban tree risk management program. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 1(1), 99.

- Eşen, D. (2016, Mayıs). Tree risk assessment and management in urban area. Paper presented at the 1st International Urban Environment and Health Congress, Magosa, Northern Turkish Republic of Cyprus.
- Harris, R. W., Clark, J. R., & Nelda, P. M. (2004). *Arboriculture: Integrated management of landscape trees, shrubs, and vines* (4th ed.). Prentice Hall.
- Hauer, R. J., & Johnson, G. R. (2003). Tree risk management. In *Urban tree risk management: A community guide to program design and implementation* (pp. 5–10).
- Hauer, R. J., Wang, W., & Dawson, J. O. (1993). Ice storm damage to urban trees. *Journal of Arboriculture*, 19(4), 184–194.
- He, K., Song, P., Wang, B. Y., Yan, W., & Song, T. (2021). Research on safety risk assessment of urban street trees in Shanghai. *Chinese Landscape Architecture*, 37, 106–111. <https://doi.org/10.19775/j.cla.2021.09.0106>
- He, K., Wei, L., & Wang, B. (2022). How to accurately detect and assess the street trees risk in mega cities: A tree risk assessment method and its application. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1605348/v2>
- Hickman, G. W., Perry, E. J., & Evans, R. (1995). Validation of a tree failure evaluation system. *Journal of Arboriculture*, 21(5), 23–34.
- İBB. (2023). *İstanbul Büyükşehir Belediyesi – Yeşil İstanbul*. <https://yesil.istanbul/> [Ziyaret tarihi: 12 Mayıs 2022]
- James, K. R., Nicholas, H., & Peter, K. A. (2006). Mechanical stability of trees under dynamic loads. *American Journal of Botany*, 93(10), 1522–1530.
- Kane, B., & Clouston, P. (2008). Tree pulling tests of large shade trees in the genus *Acer*. *Arboriculture & Urban Forestry*, 34(2), 101–109.
- Kane, B., & Finn, J. T. (2014). Factors affecting branch failures in open-grown trees during a snowstorm in Massachusetts, USA. *SpringerPlus*, 3, 720. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-720>
- Koeser, A. K., & Smiley, E. T. (2017). Impact of assessor on tree risk assessment ratings and prescribed mitigation measures. *Urban Forestry & Urban Greening*, 24, 109–115. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.03.027>
- Kuchelmeister, G. (2000). Des arbres pour millénaire urbain: Le point sur le foresterie urbaine. *Unasylva*, 51, 49–55.
- Luley, C. J., & Bond, J. (2006). Evaluation of the fate of ice storm-damaged urban maple (*Acer*) trees. *Arboriculture & Urban Forestry*, 32(5), 214–220.

- Maribel, C. A., Dupras, J., Messier, C., & Silva, R. S. (2024). Which tree species best withstand urban stressors? Ask the experts. *Arboriculture & Urban Forestry*, 50(1), 57–75.
- NPF. (2024). *Natural Path Forestry*. <https://naturalpathforestry.com/tree-risk-assessments/> [Ziyaret tarihi: 19 Ocak 2024]
- Terho, M., & Hallaksela, A. M. (2008). Decay characteristics of hazardous *Tilia*, *Betula*, and *Acer* trees felled by municipal urban tree managers in the Helsinki city area. *Forestry*, 81(2), 151–159.
- Tree Management Office. (2011). *Guidelines for tree risk assessment and management arrangement on an area basis and on a tree basis*. Development Bureau, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region.
- USDA. (2022). *United States Department of Agriculture, Forest Service*. https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5207861.pdf [Ziyaret tarihi: 3 Ocak 2022]
- Wang, X., & Allison, R. B. (2008). Decay detection in red oak trees using a combination of visual inspection, acoustic testing, and resistance microdrilling. *Arboriculture & Urban Forestry*, 31(1), 1–4.