



Anadolu karaçamı meşcerelerinde enerji nakil hatlarının orman tür bileşimine etkisi: Ankara-Çubuk yöresi örneği

Mehmet Korkmaz¹, Süleyman Çoban², Bora İmal^{3*}, Gamze Tuttu⁴

¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Çankırı, Türkiye

²İstanbul Üniversitesi-Cerrahpařa, Orman Fakóltesi, Orman Mühendislięi Bölümü, Silvikültür Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

³Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakóltesi, Orman Mühendislięi Bölümü, Silvikültür Anabilim Dalı, Çankırı, Türkiye

⁴Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakóltesi, Orman Mühendislięi Bölümü, Orman Botanięi Anabilim Dalı, Çankırı, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 07 /11/2025

Kabul Tarihi: 30/12/2025

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1819385>

*Corresponding author:

bimal@karatekin.edu.tr

ÖZ

Araştırma Makalesi

Giriş ve Hedefler Orman alanlarından geçen Enerji Nakil Hatları (ENH), yangın riskini azaltmak amacıyla yapılan tıraşlama kesimleri nedeniyle orman ekosistemleri üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır. ENH, meşcere tipine bağlı olarak farklı bitki toplumlarının oluşmasına neden olmaktadır. Bu araştırmada, İran-Turan fitocoğrafik bölgesi içerisinde yer alan Çubuk bölgesi içinden geçen ENH'nın Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* J.F.Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.)) meşcerelerinin tür bileşimine etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Yöntemler Araştırmada, ENH hattı altından ve hattın hemen bitişiğindeki orman alanı içerisinden 10×10 m büyüklüğünde 22 adet örnek alan alınmıştır. Örnek alanlardaki vejetasyon alımları, Braun-Blanquet yöntemine göre gerçekteşirilmifitir. ENH altındaki örnek alanlar ile orman alanlarından alınan örnek alanların tür bileşimleri, Jaccard benzerlik indisi, Shannon-Wiener index ve Detrended Correspondence (DCA) ile analiz edilmiştir.

Bulgular Düzenli olarak tıraşlanan enerji nakil hattı altında İspir meşsesi (*Quercus macranthera* Fisch. ve C.A.Mey. ex Hohen. subsp. *sympirensis* (K.Koch) Menitsky) hâkimiyetinde bir vejetasyon oluşurken, ormanlık alan Anadolu karaçamı hâkimiyetindedir. ENH altından alınan örnek alanların tür çeşitliliklerinin, ormandan alınan örnek alanların tür çeşitliliklerine göre yüksek olduğu belirlenmiştir.

Sonuç Kapalılığın nispeten daha düşük olduğu ve orman parçalanmasının daha yüksek olduğu bölgelerden geçen ENH altındaki örnek alanların tür bileşimi ile bitişiğindeki orman alanlarının tür bileşimi arasında yüksek bir benzerlik bulunmaktadır. ENH, normal kapalılığa sahip orman parçalarında daha fazla parçalanmaya neden olmakta, buna bağlı olarak da orman içine bağımlı türlerin (meşcere siperine gereksinim duyan türler) yayılışını sınırlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: İran-Turan, step ormanı, enerji tesisi, vejetasyon

The effect of powerline corridors on forest species composition in Anatolian black pine stands: A case study of Ankara-Çubuk region

ABSTRACT

Background and aims Power line corridors (PLC) crossing forest areas negatively affect forest ecosystems due to the clear-cut strips created as fire prevention measures. Depending on stand type, PLCs lead to the development of different plant communities. This study aims to reveal the impact of PLCs on the species composition of Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* J.F.Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.)) stands within the boundaries of Çubuk region, located in the Irano-Turanian phytogeographical region.

Methods A total of 22 sample plots (10 × 10 m) were established both beneath PLCs and in adjacent forest areas. Vegetation surveys in the plots were conducted using the Braun-Blanquet method. Species composition of plots under PLCs and those within forest areas was analyzed using the Jaccard similarity index, Shannon-Wiener index, and Detrended Correspondence Analysis (DCA).

Results Under the regularly cleared PLCs, vegetation dominated by İspir Oak (*Quercus macranthera* Fisch. ve C.A.Mey. ex Hohen. subsp. *sympirensis* (K.Koch) Menitsky) was formed, while the adjacent forest was dominated by Anatolian Black Pine. Species diversity in the sample plots beneath PLCs was higher compared to those in forest plots.

Conclusion In regions with relatively lower canopy closure and higher fragmentation, a high similarity was observed between the species composition of plots under PLCs and those in adjacent forest areas. While PLCs cause fragmentation of highly closed and continuous forest areas, they also restrict the distribution of forest interior species.

Key Words: Irano-Turanian, energy facility, steppe forest, vegetation

Bu makaleye atıf:

Korkmaz, M., Çoban, S., İmal, B., Tuttu, G., 2025. Anadolu karaçamı meşcerelerinde enerji nakil hatlarının orman tür bileşimine etkisi: Ankara-Çubuk yöresi örneği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 11(2), 445-451.



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

1. Giriş

Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de artan enerji gereksinimi, enerji kaynaklarının tüketicilere düşük maliyetli ve güvenilir şekilde ulaştırılabilmesi için gerekli tesislerin kurulmasını zorunlu hale getirmektedir. Elektrik enerjisinin üretim noktasından son kullanıcıya kadar kesintisiz biçimde iletebilmesi, üretim sahaları, iletim ve dağıtım hatları, şalt sahaları ve trafo merkezleri gibi farklı bileşenlerden oluşan bir sistemin varlığını gerektirmektedir. Genel olarak “elektrik tesisleri” olarak adlandırılan bu yapılar arasında, enerjinin tüketicilere ulaştırılmasında en kritik unsurlardan biri enerji nakil hatlarıdır (ENH). ENH’nın güzergâh seçimleri çoğu zaman ormanlık alanları da kapsamaktadır. Hatların güvenliği amacıyla oluşturulan 20-60 m genişliğindeki tıraşlama alanları, orman ekosistemlerinin bütünlüğünü bozarak habitat parçalanmasına neden olmaktadır (Wagner ve ark., 2014).

Tıraşlama işlemi uygulanan sahalarda, çevresindeki ormanlık alanlara kıyasla daha kısa boylu ve yapısal olarak daha homojen öncü bitki toplulukları gelişmektedir (Çoban ve ark., 2019). Bu homojen yapı, orman içine bağımlı türlerin yeni habitatlara yayılışını kısıtlayabilir; aynı zamanda popülasyonlar arası bağlantıları zayıflatarak, dar yayılışlı ve belirli ekolojik gereksinimlere sahip türlerin yaşam alanlarının küçülmesine neden olabilir. Öte yandan, bu tür koridorların istilacı bitki türleri ile bazı yırtıcı hayvanların doğal ekosistemlere ve orman sınırındaki habitatlara daha kolay girişine olanak tanıyabileceği yönünde artan endişeler bulunmaktadır (Clarke ve ark., 2007; Clarke ve White, 2008; Swarnamaheswaran, 2023; Sarah ve ark., 2024; Fernandes ve ark., 2025).

Enerji nakil hatlarında gerçekleştirilen tıraşlama kesimleri, çevrede keskin orman kenarları oluşturarak, özellikle istilacı türlerin yayılış alanlarını genişletmelerine ve orman içlerine doğru ilerlemelerine neden olabilmektedir. Bu gelişmeler, orman içi türlerin yaşam alanlarının tahribatına yol açabilir. Çoban ve ark. (2019), meşe-gürgen karışık ormanlarından geçen enerji nakil hatları altında yapılan tıraşlamalar sonucunda; sürgünlerden gelişen bireylerin yanı sıra *Robinia pseudoacacia* L., *Cistus creticus* L. ve *Cistus salviifolius* L. gibi bazı türlerin baskın olduğu yeni bitki topluluklarının oluştuğunu bildirmektedir. Bununla birlikte, bu hatlar boyunca gözlemlenen bitki topluluğu çeşitliliğinin beklenenin oldukça altında olduğunu belirten çalışmalar da bulunmaktadır (Wagner ve ark., 2014; Ursavaş ve Öztürk, 2016).

Ormanlık alanlardan geçen ENH’nın ekosistem üzerindeki olumsuz etkilerini inceleyen çok sayıda çalışma mevcuttur (Clarke ve ark., 2007; Eldegard ve ark., 2017; Yin ve ark., 2025). Bununla birlikte, kısa boylu vejetasyonun bazı yaban hayatı türlerine beslenme ve barınma imkanı sağlaması gibi olumlu etkileri olabileceğine dikkat çeken araştırmalar da bulunmaktadır (Russell ve ark., 2005; Askins ve ark., 2012; Nekola, 2012; Bennett ve ark., 2025). Bu durum, enerji nakil koridorlarının işletilmesinde, ekolojik dengeyi gözetken ve koridorun potansiyel faydalarını ön plana çıkarırken zararlarını asgariye indirmeyi amaçlayan çevresel olarak hassas uygulamaların önemini ortaya koymaktadır (Clarke ve White, 2008).

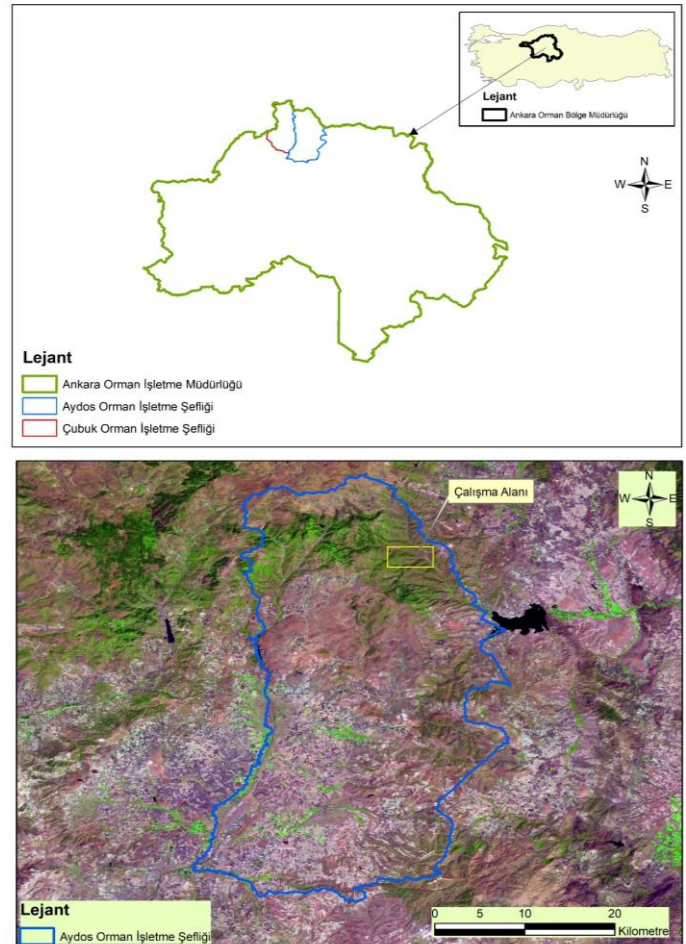
Bu çalışmada, step orman bölgesinde yer alan bir Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* J.F.Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.)

Holmboe) ormanından geçen ENH’nın tür bileşimine etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Araştırma alanının genel tanıtımı

Araştırma alanı, Ankara Orman İşletme Müdürlüğü’ne bağlı Çubuk ilçesi Aydos Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almakta olup 40°02’20" ile 40°33’04" kuzey enlemleri ve 32°46’36" ile 33°16’15" doğu boylamları arasında konumlanmaktadır. Çalışma sahası, İran-Turan fitocoğrafik bölgesi içerisinde bulunmakta ve idari olarak Çubuk ve Akyurt ilçeleri sınırları içerisinde yer almaktadır. Şefliğin ormanlık alanları ağırlıklı olarak Çubuk ilçe merkezinin kuzey kesimlerinde yoğunlaşırken, güney kesimlerde tarım arazileri, açıklık alanlar ile dağınık halde bulunan bozuk ormanlar ve ağaçlandırma sahaları yer almaktadır. Kuzeydeki yoğun ormanlık alanlar, Çubuk ilçe merkezine yaklaşık 30 km, Ankara kent merkezine ise yaklaşık 70 km uzaklıktadır (Şekil 1). Araştırma sahası, Çubuk ilçesine bağlı Dağkalafat Köyü’nün kuzeyinde yer alan ormanlık alanlardan geçen enerji nakil hattı güzergâhı üzerinde bulunmaktadır. Çalışma alanının deniz seviyesinden yüksekliği 1295-1545 m arasında değişmekte olup, ortalama eğim değeri %7’dir (Anonim, 2018).



Şekil 1. Çalışma alanının genel görünümü

Amenajman planı verilerine göre, İşletme Şefliği toplamda 158.128 ha'lık bir alana sahiptir. Bu alanın 6.264 ha'lık kısmını verimli, 19.285 ha'lık bölümünü ise bozuk nitelikteki ormanlık alanlar oluşturmaktadır. Toplamda 28.307 ha ormanlık alana karşılık gelen bu rakamların dışında, 129.750 ha ise orman dışı arazilerden meydana gelmektedir (Anonim, 2018).

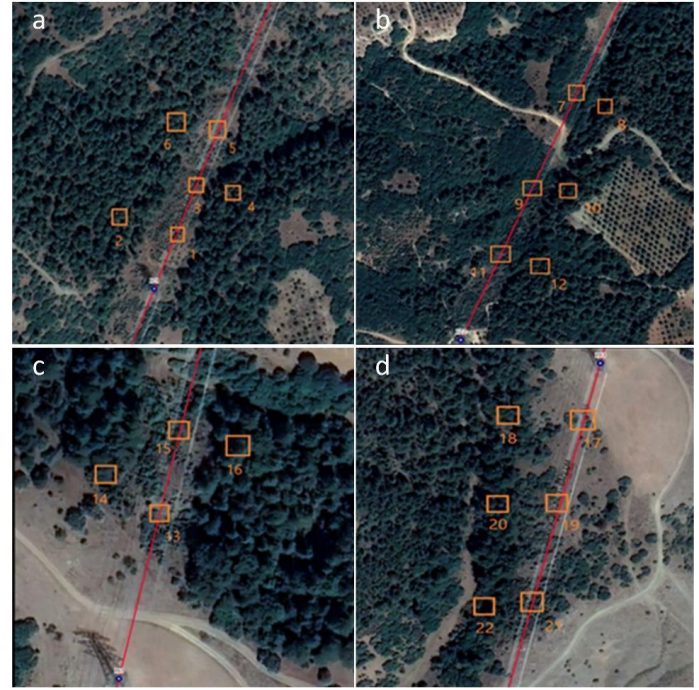
İşletme Şefliği sahası, İç Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Sakarya bölümünde yer almakta olup Karadeniz ve İç Anadolu bölgeleri arasında bir geçiş zonu niteliği taşımaktadır. Köroğlu Dağları'nın güney eteklerinde konumlanan saha, yüksek plato karakteri göstermekte ve Çubuk Ovası'nı kapsamaktadır. Jeolojik açıdan sahada kuaterner alüvyonları ile volkanik ve metamorfik kayalar yaygın olup, bu durum farklı yetiştirme ortamlarının oluşmasına zemin hazırlamaktadır (Anonim, 2010). Yetiştirme ortamlarında Anadolu karaçamı başta olmak üzere sarıçam, göknar, titrek kavak ve çeşitli meşe türleri yayılış göstermekte, geçiş zonlarında saf ve karışık meşcereler ile yer yer ardıc ve ağaçlandırma alanları bulunmaktadır.

Ankara iline bağlı Çubuk ilçesi, Karadeniz Bölgesi'nin nemli ve yağışlı iklimi ile İç Anadolu'nun belirgin karasal iklimi arasında bir geçiş iklimi sergilemektedir. Kış mevsimi soğuk ve yağışlı geçerken, yaz ayları sıcak ve kuraktır. Kışın özellikle kar şeklinde yağışlar gözlenmektedir. Araştırma alanında araştırma alanı yıllık ortalama sıcaklık 11°C ve yıllık toplam yağış 477,1 mm'dir. Aylık maksimum sıcaklıklar ağustos ayında 37,4 °C'ye ulaşırken, aylık minimum sıcaklıklar ocak ayında -19,8 °C olarak kaydedilmiştir (Anonim, 2018; MGM, 2022).

2.2 Örneklemeye deseni ve örnek alanlarda gerçekleştirilen işlemler

Yangın riskini azaltmak için gerçekleştirilen tıraşlama kesimleri Çubuk Orman İşletme Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilmiştir. ENH güzergâhında en son tıraşlama kesimi 2012 yılında uygulanmış, ardından 2021 yılında bu bölgelerde mayıs, haziran ve temmuz aylarında arazi gözlemleri ve ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Tıraşlama kesimlerinin tür bileşimi üzerindeki etkisini ortaya koyabilmek amacıyla, tıraşlama yapılan hattın ortasından ve bitişiğindeki kapalılığın en yüksek olduğu alandan örnek alanlar seçilmiştir.

ENH boyunca, hem hat altından (11 örnek alan) hem de hemen bitişiğindeki ormanlık alanlardan (11 örnek alan), her biri 10×10 m boyutlarında olmak üzere toplam 22 örnek alan oluşturulmuştur (Şekil 2). Bu alanların her birinin konumu ve yükseltisi GPS cihazı yardımıyla belirlenmiş, elde edilen veriler harita üzerine işlenmiştir. Örnek alanlardaki bitki türlerinin miktarlarının belirlenmesinde Braun-Blanquet tarafından ortaya konulan örtme derecesi skalası kullanılmıştır (r: bir veya çok az birey (çok az bir alanı örten), +: Seyrek ve %5'ten daha az bir alanı örten, 1: bol fakat örtme derecesi %5'ten az, 2: örtme derecesi %5-25 arası, 3: örtme derecesi %25-50 arası, 4: örtme derecesi %50-75 arası, 5: örtme derecesi %75-100 arası) (Mueller-Dombois ve Ellenberg, 1974; Van der Maarel, 2005).



Şekil 2. Araştırma alanındaki örnek alanların konumu

Örnek alanlarda teşhisi yapılamayan bitki türlerinden alınan örneklerle, tanımlamayı kolaylaştırmak amacıyla ayrı numaralar verilmiştir. Toplanan bitki örneklerinin, bitkide bulunan kök, gövde, yumru, soğan, çiçek, meyve ve yaprak gibi farklı organları mümkün olduğunca içermesine özen gösterilmiştir. Her bir örnek alanda bulunan bitki türleri, örtü katmanlarındaki yerlerine göre, en üst tabakadan başlanarak vejetasyon kayıt çizelgesine kaydedilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında bitkiler toplanmadan önce fotoğraflanmış; alanların koordinatları ile yükselti bilgileri GPS yardımıyla belirlenerek kayıt altına alınmıştır (Şekil 3). Alandan elde edilen örnekler plastik torbalarda laboratuvara taşınmış ve burada herbaryum tekniklerine uygun biçimde kurutulmuştur (Yaltırık ve Efe, 1996; Seçmen ve ark., 2004).



Şekil 3. Araziden toplanan bitki örneklerinden bazıları a) *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* var. *oxycedrus*, b) *Colutea cilicica* Boiss. & Balansa

Bitki türlerinin teşhisinde, "Flora of Turkey and the East Aegean Islands" adlı eserin Vol. 1-9 (Davis, 1965-1985), Vol. 10 (Davis ve ark., 1988) ve Vol. 11 (Güner ve ark., 2000) ciltlerinden yararlanılmıştır. Teşhis sürecinde, Leica S6T model stereo araştırma mikroskobu kullanılmış olup, morfolojik

terimlerin açıklamalarını anlamada ‘İngilizce-Türkçe Botanik Kılavuzu’ (Baytop, 1998) ile ‘Plant Identification Terminology’ (Harris ve Harris, 2001) kaynakları referans alınmıştır.

2.4 Veri analizi

Tıraşlamaya maruz kalan alanlar ile orman içindeki örnek alanlarda bulunan tanıtıcı tür grupları ve tür çeşitliliği (Shannon-Wiener index) JUICE 7.1 (Tichý, 2002) programı kullanılarak belirlenmiştir. Her bir örnek alan için tür çeşitliliği hesaplanmış ve ardından bu çeşitlilik değerleri doğrultusunda ortaya çıkan grupların ortalama tür çeşitlilikleri karşılaştırılmıştır. Tanıtıcı tür grupları, JUICE programında yer alan sadakat değeri (phi katsayısı ile Fisher’in kesin testi $p > 0,05$) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Örnek alanların ve türlerin yetiştirme ortamı değişkenleriyle ilişkilerini ortaya koymak ve vejetasyon verisindeki ekolojik gradyentleri belirlemek amacıyla CANOCO 5 (Ter Braak ve Smilauer, 2012) programı kullanılarak dolaylı bir ordınasyon tekniği olan Detrended Correspondence Analizi (DCA) uygulanmıştır.

Farklı alanlardaki (Şekil 2) ENH ve orman içi örnek alanların tür bileşimindeki benzerlikler Jaccard benzerlik

indisine göre hesaplanmıştır (Mueller-Dombois ve Ellenberg, 1974).

$$IS_j = \frac{c}{a+b+c} \times 100 \quad (1)$$

c: ortak türlerin sayısı

a: Sadece ENH altındaki örnek alanlarda bulunan tür sayısı

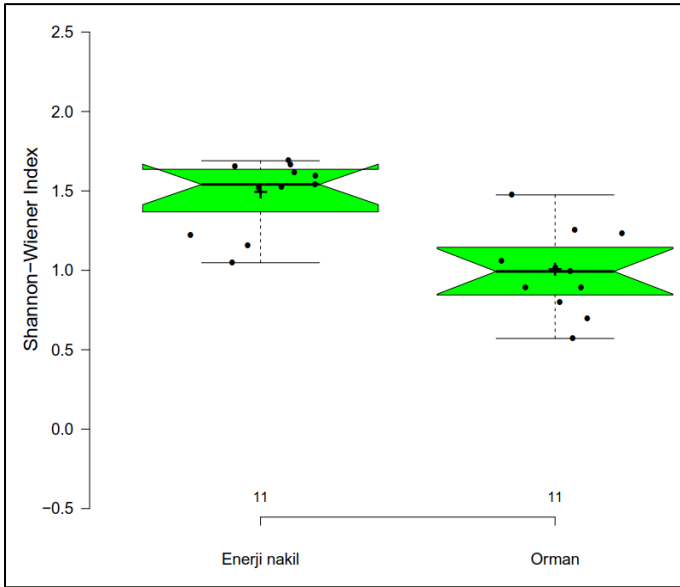
b: Sadece ormandan alınan örnek alanlarda bulunan tür sayısı

3. Bulgular

Araştırma alanında, orman içi ve ENH altında olmak üzere toplam 42 bitki türü belirlenmiştir (Çizelge 1). Bu türlerin 26’sı her iki alanda ortak olarak bulunurken, 12 tür yalnızca ENH altındaki örnek alanlarda, 4 tür ise yalnızca orman içi örnek alanlarda tespit edilmiştir. ENH altında yer alan örnek alanların tür Shannon-Wiener tür çeşitliliği 1,048 ile 1,690 arasında değişmekte olup, ortalama değer 1,48’dir. Buna karşılık, orman içerisinden alınan örnek alanlarda tür çeşitliliği 0,571 ile 1,475 arasında değişmekte ve ortalama olarak 0,99 düzeyindedir (Şekil 4).

Çizelge 1. Araştırma alanında tespit edilen türler

Familya	Takson	Familya	Takson
1 Adoxaceae	<i>Viburnum lantana</i> L.	22 Iridaceae	<i>Iris kerneriana</i> Asch. & Sint. ex Baker
2 Apiaceae	<i>Anthriscus nemorosa</i> (M.Bieb.) Spreng.	23 Lamiaceae	<i>Sideritis</i> sp.
3 Apiaceae	<i>Caucalis platycarpus</i> L.	24 Leguminosae	<i>Astracantha microcephala</i> (Willd.) Podlech
4 Apiaceae	<i>Malabaila secacul</i> (Mill.) Boiss.	25 Leguminosae	<i>Cicer anatolicum</i> Alef.
5 Asparagaceae	<i>Muscari armeniacum</i> Leichtlin ex Baker	26 Leguminosae	<i>Colutea cilicica</i> Boiss. & Balansa
6 Asteraceae	<i>Achillea coarctata</i> Poir.	27 Leguminosae	<i>Cytisus austriacus</i> L.
7 Asteraceae	<i>Carlina vulgaris</i> L.	28 Leguminosae	<i>Lotus aegaeus</i> (Griseb.) Boiss.
8 Asteraceae	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	29 Leguminosae	<i>Trifolium canescens</i> Willd.
9 Asteraceae	<i>Cyanus triumfettii</i> (All.) Dostál ex Á.Löve & D.Löve	30 Leguminosae	<i>Trifolium ochroleucon</i> Huds.
10 Asteraceae	<i>Lapsana communis</i> L. subsp. <i>intermedia</i> (M.Bieb.) Hayek	31 Leguminosae	<i>Vicia villosa</i> subsp. <i>varia</i> (Host) Corb.
11 Asteraceae	<i>Onopordum tauricum</i> Willd.	32 Pinaceae	<i>Pinus nigra</i> J.F.Arnold subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe
12 Asteraceae	<i>Pilosella auriculoides</i> (Láng) Arv.-Touv.	33 Poaceae	<i>Bromus sterilis</i> L.
13 Asteraceae	<i>Tanacetum poteriifolium</i> Grierson	34 Poaceae	<i>Bromus tectorum</i> L.
14 Asteraceae	<i>Xeranthemum annuum</i> L.	35 Rosaceae	<i>Cotoneaster nummularia</i> Fisch. & Mey.
15 Berberidaceae	<i>Berberis crataegina</i> DC.	36 Rosaceae	<i>Prunus mahaleb</i> L. var. <i>mahaleb</i>
16 Campanulaceae	<i>Campanula</i> sp.	37 Rosaceae	<i>Rosa boissieri</i> Crép.
17 Caryophyllaceae	<i>Silene italica</i> (L.) Pers.	38 Rosaceae	<i>Rubus canescens</i> DC. var. <i>canescens</i>
18 Cupressaceae	<i>Juniperus oxycedrus</i> L. subsp. <i>oxycedrus</i> var. <i>oxycedrus</i>	39 Rosaceae	<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz var. <i>torminalis</i>
19 Euphorbiaceae	<i>Euphorbia anacampseros</i> Boiss.	40 Rosaceae	<i>Sorbus umbellata</i> (Desf.) Fritsch
20 Euphorbiaceae	<i>Euphorbia macroclada</i> Boiss.	41 Rosaceae	<i>Sorbus taurica</i> Zinserl.
21 Fagaceae	<i>Quercus macranthera</i> Fisch. & Mey. ex Hohen. subsp. <i>syspirensis</i> (C. Koch) Menitsky	42 Scrophulariaceae	<i>Verbascum thapsus</i> L.



Şekil 4. Enerji nakil hattı altı ve orman içinden alınan örnek alanlarının Shannon-Wiener indeksine göre çeşitlilik değerleri

ENH altından alınan örnek alanlarda, 2. ağaç katında *Quercus macranthera* egemen durumda olup, *Pinus nigra* da karışıma katılmaktadır. Alanın yangın riskine karşı tıraşlanması sonucunda oluşan vejetasyon yapısı; *Lotus aegaeus*, *Verbascum thapsus*, *Prunus mahaleb* gibi türlerden oluşmaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Enerji nakil hattı altından alınan örnek alanların tür grupları

Tanıttıcı türler	Katlar	Sadakat değeri
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i>	Ağaç	91,3
<i>Lotus aegaeus</i>	Ot	47,1
<i>Verbascum thapsus</i>	Ot	39,7
<i>Prunus mahaleb</i>	Çalı	39,7
<i>Trifolium ochroleucon</i>	Ot	31,6
<i>Pilosella auriculoides</i>	Ot	31,6
<i>Onopordum tauricum</i>	Ot	31,6
<i>Iris kerneriana</i>	Ot	31,6
<i>Cicer anatolicum</i>	Ot	31,6
<i>Anthriscus nemorosa</i>	Ot	31,6
Egemen türler	Örtüş yüzdesi	
<i>Quercus macranthera</i> subsp. <i>sympirensis</i>	Ağaç	27

ENH bitişiğinde orman alanından alınan örnek alanlarda 1. ağaç katında *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, 2. Ağaç katında ise *Quercus macranthera* subsp. *sympirensis* egemen durumdadır (Çizelge 3).

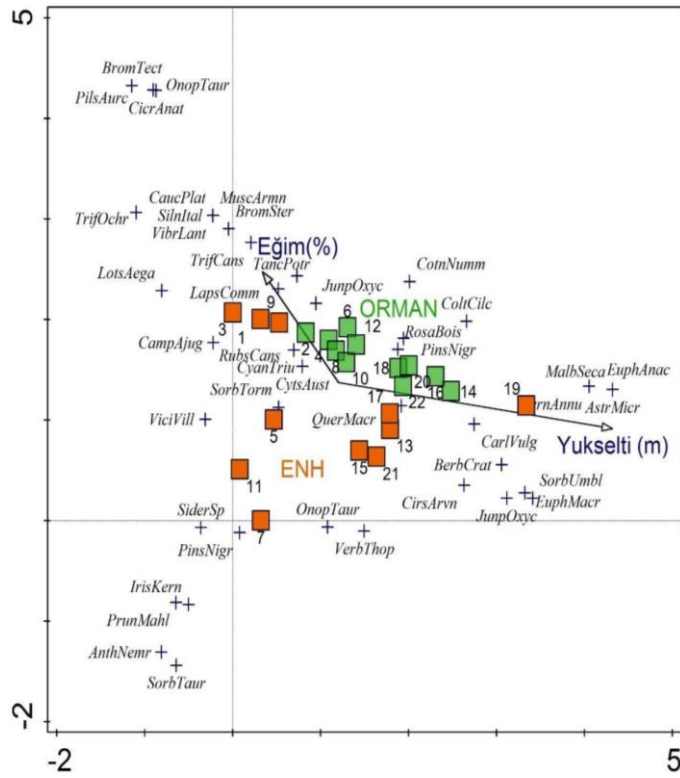
Çizelge 3. Enerji nakil hattı bitişiğinde orman alanından alınan örnek alanların tür grupları

Tanıttıcı türler	Katlar	Sadakat değeri
<i>Colutea cilicica</i>	Çalı	56,7
<i>Cotoneaster nummularia</i>	Çalı	54,2
<i>Rubus canescens</i>	Ot	47,1
<i>Lapsana communis</i>	Ot	40,8
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Çalı	39,7
<i>Sorbus torminalis</i>	Ağaç	31,6
<i>Cytisus austriacus</i>	Ot	31,6
<i>Cyanus triumfettii</i>	Ot	31,6
Egemen türler	Örtüş yüzdesi	
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i>	Ağaç	100

Dolaylı bir ordinasyon yöntemi olan Detrended Correspondence Analizi (DCA) sonuçlarına göre, çalışmada kullanılan vejetasyon verisi yüksek düzeyde beta çeşitliliği göstermektedir; bu durum ilk eksenelde elde edilen 3,34'lük gradient uzunluğu ile ortaya konmuştur. Tür verisindeki toplam varyasyonun %27,8'i ilk iki eksen tarafından açıklanmaktadır. Şekil 5'te de görülebileceği üzere, ENH altındaki örnek alanlar ordinasyon düzleminde daha dağınık bir dağılım sergilerken, orman içerisinden alınan örnek alanların daha belirgin ve kümelenmiş bir yapı oluşturduğu dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, orman alanlarının kapallılık ve parçalanma durumuna göre tıraşlama kesimlerin etkileri farklılık göstermektedir. Örneğin kapallılığın daha düşük olduğu alanlarda, ENH ile orman alanlarının tür bileşimlerinin benzerlikleri daha yüksektir. Şekil 2a ve 2b bölgelerindeki ENH altındaki örnek alanlarla ormandaki örnek alanların tür bileşimindeki benzerlikler sırasıyla %31 ve %26 olarak hesaplanmıştır. En yüksek benzerlik ise Şekil 2c'deki ENH ve orman içi örnek alanları arasında (%78) belirlenmiştir. Şekil 2d'deki örnek alanlar arasındaki benzerlik ise %57 olarak hesaplanmıştır. Şekil 2'deki görseller karşılaştırıldığında a ve b alanlarındaki meşcere kapallılığı ve parçalanmanın daha az olduğu görülmektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Endüstriyel faaliyetler, yalnızca yer aldıkları bölgelerle sınırlı kalmayıp, uzak mesafedeki orman ekosistemlerini de çeşitli yönlerden etkilemektedir. Artan enerji ihtiyacını karşılamak üzere doğal kaynakların çıkarılması ve bu enerjinin taşınması için inşa edilen altyapılar, orman alanlarında önemli ölçüde tahribata yol açmaktadır. Enerji nakil hatlarının altındaki ağaçların iletim hatlarına temas etme riski, orman yangınlarına neden olabileceğinden, bu alanlarda vejetasyon kontrolü amacıyla çeşitli müdahaleler gerçekleştirilmektedir. Bu müdahaleler arasında en yaygın olarak uygulanan yöntem, ENH altındaki bitki örtüsünün periyodik tıraşlama kesimleriyle kontrol altına alınmasıdır. Söz konusu kesimler; ışık miktarı, topraktaki nem oranı ve besin döngüsünü etkileyerek tür çeşitliliğinde artışa neden olabilmektedir (Keenan ve Kimmins, 1993). Aynı zamanda, bu müdahaleler toprağın hidro-fiziksel özellikleri ile mikroiklim koşulları üzerinde olumsuz etkiler de yaratabilmektedir (Sağlam ve Gökbülak, 2024).



Şekil 5. Detrended correspondence analizi (DCA)

Çoban ve ark. (2019)'a göre, ENH altındaki tıraşlama kesimleri sonucunda, terofit ve hemikriptofit yaşam formlarının baskın olduğu, tür bakımından zengin bir bitki topluluğu ortaya çıkmaktadır. Ancak bu çeşitlilik, uygulamanın üçüncü yılından itibaren sürgünle gelişen ağaç türleri ve istilacı bitkilerin hızlı gelişimiyle birlikte azalma eğilimi göstermektedir. Nitekim, söz konusu kesimlerin istilacı türlerin yayılış alanlarını genişlettiği de bildirilmektedir (Çoban ve ark., 2019). Bu araştırmada da ENH altından alınan örnek alanların tür çeşitliliğinin, orman içinden alınan alanlara kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum, açık alan koşullarında yaşam bulabilen çok sayıda türün bu bölgelerde gelişim gösterebildiğini ortaya koymaktadır.

ENH altındaki örnek alanlarda ağaç katında baskın tür *Quercus macranthera* subsp. *sypirensis* olarak tespit edilmiştir. Bu türün sürgün oluşturma yeteneği, alanda hâkimiyet kurmasını sağlamıştır. *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* ise, *Quercus macranthera* subsp. *sypirensis* sürgün ocakları arasında oluşan boşluklarda gelişme fırsatı bulabilmiştir. Bununla birlikte, tıraşlama yapılan alanın genişliği arttıkça, orman içi koşullara bağımlı türlerin oranında da düşüş gözlenmiştir (Çoban ve ark., 2019).

Meşcere siperine gereksinim duyan türlerle, açıklık alanlarda yayılış gösteren türlerin birlikte bulunması, çalışmada kullanılan vejetasyon verisinin yüksek düzeyde beta çeşitliliğe sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, ENH altındaki örnek alanların ordınasyon analizinde daha dağınık bir dağılım sergilemesiyle açık şekilde izlenebilmektedir. Eldegard ve ark. (2017)'ye göre, enerji nakil hatlarında uygulanan tıraşlama kesimleri, orman örtüsüne bağımlı türlerin oranını azaltmakta; buna karşılık kuraklığa dayanıklı ve ışık isteği yüksek olan türlerin (örneğin *Onopordum tauricum*, *Verbascum thapsus*) artış göstermesine neden olmaktadır.

Bu çalışmada ordınasyon analizi grafiği ve tür bileşimindeki benzerliklerle ortaya konulduğu üzere, ENH'nın tür bileşimi üzerindeki etkisi, çevredeki orman alanlarının kapallılığı ve parçalanma düzeyine göre farklılık göstermektedir. Kapallığın düşük, parçalanmanın ise yüksek olduğu alanlarda, ENH altındaki örnek alanlarla orman içindeki örnek alanlar arasında tür bileşimi bakımından yüksek benzerlikler gözlemlenmiştir. Öte yandan, bütünlüğünü koruyan ve kapallılığı yüksek olan orman alanlarında, ENH etkisiyle ortaya çıkan tür bileşimi belirgin biçimde farklılık göstermektedir.

Kamu yararı gözetilerek, enerji nakil hatlarının bazı durumlarda ormanlık alanlardan geçmesine izin verilmektedir. Bu hatların geçtiği güzergâhlarda, Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri (EKAT) Yönetmeliği'nde tanımlanan emniyetli yaklaşım mesafelerine uygun olarak güvenlik amacıyla tıraşlama kesimleri yapılması zorunlu hale gelmektedir (URL, 2000). Ancak, bu kapsamda buldozerle yapılan temizlik ya da tıraşlama kesimleri, geniş orman alanlarına kıyasla sınırlı büyüklükteki orman parçaları üzerinde daha ciddi ekolojik tahribatlara yol açabilmektedir. Geniş ve bütünlüğü korunan ormanlarda hat güzergâhında açılan açıklıklar, yaban hayatının beslenebileceği farklı bitki türlerinin gelişimi için uygun koşullar oluşturabilirken; yollar, tarım alanları ve yerleşim birimleriyle zaten parçalanmış olan ormanlık alanlara yeni enerji hatlarının eklenmesi, habitat bölünmesini daha da artırmaktadır.

Bu çalışmanın yürütüldüğü bölgede de orman bütünlüğünü bozan bu tür parçalanmalar gözlemlenmiştir. Orman alanlarının bu şekilde bölünmesi, her ne kadar tür çeşitliliğini artırsa da, orman içine bağımlı ve meşcere siperine gereksinim duyan bazı türlerin kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle, enerji nakil hatları için güzergâh planlaması yapılırken, ekosistem üzerindeki olumsuz etkilerin en aza indirileceği rotaların tercih edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, özellikle orman parçalarında daha fazla küçülmeye neden olmayacak şekilde planlamalar yapılmalıdır. Zorunlu olarak ormanlardan geçirilmesi gereken hatlar için, tıraşlama kesimleri yerine alternatif yöntemler uygulanabilir. Örneğin, yüksek boylu ağaçların selektif olarak kesilmesi ya da budanması yoluyla çalı formasyonlarının teşvik edilmesi, hatla temas riskini ortadan kaldırabilir (Çoban ve ark., 2019). Ayrıca, tıraşlama kesimleri yapılması gereken alanların orman yolları olarak kullanılması ya da hat güzergâhlarının yangın emniyet şeridi fonksiyonu görecektir şekilde planlanması da ekolojik işlevsellik açısından fayda sağlayabilir.

Teşekkür

Bu çalışma, Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde 2022 yılında tamamlanan "Karaçam Meşcerelerinde Enerji Nakil Hatlarının Orman Tür Bileşimine Etkisi (Çubuk Yöresi Örneği)" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Bitki teşhislerine katkılarından dolayı Dr. Öğr. Üyesi Gamze TUTTU'ya teşekkür ederiz. Ayrıca arazi çalışmalarına verdiği destek ve yardımlardan dolayı Ankara Orman İşletme Müdürlüğü Aydos Orman İşletme Şefi Sadettin İLDOĞAN'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anonim, 2018. Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Ankara Orman İşletme Müdürlüğü, Çubuk Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı, Ankara.
- Askins R. A, Folsom-O'Keefe C. M, Hardy M.C., 2012. Effects of Vegetation, Corridor Width and Regional Land Use on Early Successional Birds on Powerline Corridors. PLoS ONE 7(2), e31520. doi:10.1371/journal.pone.0031520
- Bennett, A. J., Watson, D. M., Watson, M. J., 2025. Positive and negative impacts of electrical infrastructure on animal biodiversity: A systematic review. Oecologia 207(9), 142.
- Baytop, A. 1998. İngilizce-Türkçe Botanik Kılavuzu. İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, 373-386, İstanbul.
- Clarke, D. J., Pearce, K. A., White, J. G., 2007. Powerline corridors: degraded ecosystems or wildlife havens? Wildlife Research 33(8), 615–626.
- Clarke, D. J., White, J. G., 2008. Towards ecological management of Australian powerline corridor vegetation. Landscape and urban planning 86(4), 257-266.
- Çoban, S., Balekoğlu, S., Özalp, G., 2019. Change in plant species composition on powerline corridor a case study. Environmental monitoring and assessment 191(4), 1-13.
- Davis, P.H., 1965-1985. Flora of Turkey and East Aegean Islands Volume 1-9. Edinburg University Press, 628 page, Edinburgh.
- Davis, P.H., Mill, R.R., Tan, K., 1988. Flora of Turkey and East Aegean Islands Volume 10. Edinburg University Press, 250 page, Edinburgh.
- Eldegard, K., Eytayo, D. L., Lie, M. H., Moe, S. R., 2017. Can powerline clearings be managed to promote insect-pollinated plants and species associated with semi-natural grasslands? Landscape and Urban Planning 167, 419–428.
- Fernandes, R., Castro, A., Marchante, H., Marchante, E., Capinha, C., 2025. Diversity and distribution patterns of invasive alien plant species in mainland Portugal. NeoBiota 104, 139–162. https://doi.org/10.3897/neobiota.104.163291
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C., 2000. Flora of Turkey and East Aegean Islands. Volume 11. Edinburgh University Press, 680 page, Edinburgh.
- Harris, J.G. and Harris, M.W., 2001. Plant Identification Terminology (An Illustrated Glossary). Spring Lake Publishing, 206 page, Utah.
- Keenan, R. J., Kimmins, J., 1993. The ecological effects of clear-cutting. Environmental Reviews 1(2), 121–144. https://doi.org/10.1139/a93-010
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM). 2022. Ankara-Çubuk yöresi iklim verileri, Ankara.
- Mueller-Dombois, D., Ellenberg, D., 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York.
- Nekola, J. C., 2012. The impact of a utility corridor on terrestrial gastropod biodiversity. Biodiversity and Conservation 21(3), 781–795. https://doi.org/10.1007/s10531-011-0216-8
- Russell, K., Ikerd, H., Droegge, S., 2005. The potential conservation value of unmowed powerline strips for native bees. Biological Conservation 124(1), 133–148. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.01.022
- Sağlam, R., Gökbülak, F., 2024. Effect of frequent clearcutting on some soil properties, temperatures, and herbaceous vegetation and the potential of their recovery in a short time. Environ Monit Assess 196, 853. https://doi.org/10.1007/s10661-024-13044-9
- Sarah K., Katie T., Chris C., Lyndsay A.C., Sue M.H., Brian F., Rivka S., Autumn W., 2024. The Meadoway: native meadow creation in underutilized transmission line corridors. Botany 102(10), 421-427. https://doi.org/10.1139/cjb-2023-0157
- Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekât, L., Leblebici, E., 2004. Tohumlu Bitkiler Sistematigi, Ege Üniversitesi Yayınları, 394 sayfa, İzmir.
- Swarnamaheswaran, K.V., 2023. Sustainable management of green corridors below overhead lines in Europe. Master thesis, Technische Universität Wien.
- Ter Braak, C. J. F., & Smilauer, P., 2012. Canoco 5, Windows release (5.00). Software for multivariate data exploration, testing, and summarization. Biometris, Plant Research International, Wageningen.
- Tichy, L., 2002. JUICE, software for vegetation classification. Journal of Vegetation Science, 13(1), 451-453. URL., 2000. https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=9949&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5 Mevzuat Bilgi Sistemi web sayfası, (Erişim tarihi: 22.12.2025)
- Ursavaş, S., Öztürk E., 2016. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanında Ölü Ağaçlar Üzerinde Tespit Edilen Karayosunları. Anatolian Bryology 1(1-2), 21-46.
- Yaltırık, F., Efe, A., 1996. Otsu Bitkiler Sistematigi, Üniversite Yayın No: 3940 Orman Fakültesi Yayın No: 10, İstanbul.
- Yin, J., Wei, Q., Shao, D., Luo, Z., Ji, L., 2025. The impacts of power transmission and transformation projects on ecological corridors and landscape connectivity: a case study of Shandong province, China. Scientific Reports 15(1), 6709.
- Van Der Maarel, E., 2005. Vegetation ecology. Wiley-Blackwell publishing, 411 page, New Jersey.
- Wagner, D. L., Metzler, K. J., Leicht-Young, S. A., Motzkin, G., 2014. Vegetation composition along a New England transmission line corridor and its implications for other trophic levels. Forest Ecology and Management publishing, 327 page, Cambridge.