VİDA TEMEL SİSTEMİ VE BİR UYGULAMA

FOUNDATION SCREW SYSTEM AND AN APPLICATION

Hakan ÖZÇELİK[1], Ali Faik ULUSOY [2], M. Özgür YÜNCÜ [3]
Muhammed WARED[4], Ergun GÖK[5]

ÖZET

Geleneksel temel sistemleri, kazı, hafriyatın uzaklaştırılması, kalıp ve donatı imalatları ile beton dökümü ve kür süreçleri nedeniyle önemli miktarda zaman, iş gücü ve maliyet gerektirmektedir. Bu çalışma, alternatif bir temel çözümü olarak vida temel sisteminin uygulama alanlarını ve avantajlarını incelemektedir. Yüksek mukavemetli çelikten üretilen vida temeller, mini kazık prensibiyle zemine vidalanarak yüklerin güvenli bir şekilde aktarılmasını sağlamaktadır. Sistem tasarımı, zemin özellikleri ve hedef yük kapasitesine bağlı olarak belirlenen tork değerleri esas alınarak gerçekleştirilmektedir. Bildiride, Almanya'da gerçekleştirilen bir uygulama incelenmiştir. Bu uygulamada, yüksek yeraltı su seviyesine ve düşük taşıma gücüne sahip bir zeminde inşa edilen tiny house yapısı, zemin koşullarından dolayı vida temel sisteminin seçilmesi ve tasarımı anlatılmaktadır. Vida temeller sayesinde beton kullanımına, kalıp ve donatı işçiliğine ihtiyaç duyulmadan hızlı montaj gerçekleştirilmiş ve üstyapı imalatlarına kısa sürede başlanabilmiştir. Zemin etüdü verileri doğrultusunda yapılan tasarım, sahada uygulanan çekme ve basınç deneyleriyle doğrulanarak optimize edilmiştir. Sonuçlar, vida temel sisteminin sürdürülebilir, hızlı ve ekonomik bir temel alternatifi sunduğunu göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: *mini kazık, tork, vida temel, zemin etüdü*

ABSTRACT

Conventional foundation systems often involve extensive excavation, material disposal, formwork installation, reinforcement placement, concrete casting, and curing processes, resulting in significant time, labor, and cost requirements. This study examines screw pile foundations as an alternative solution that addresses many of these challenges. Manufactured from high-strength steel, screw piles are installed by screwing them into the ground, transferring structural loads through a friction-based micropile mechanism. Their design is based on geotechnical conditions and target load capacities, with installation torque serving as a key design parameter. This paper examines a case study carried out in Germany. The study presents the selection and design of a screw pile foundation system for a tiny house constructed on soil characterized by a high groundwater level and low bearing capacity. Owing to these challenging ground conditions, a screw pile foundation solution was adopted. The use of screw piles enabled rapid installation without the need for concrete, formwork, or reinforcement works, allowing the superstructure construction to commence within a short period of time. Foundation designs were developed using geotechnical investigation data and further optimized through on-site tension and compression load testing.The results indicate that screw pile foundations offer a sustainable, cost-effective, and environmentally friendly alternative to conventional foundation systems while significantly reducing construction time and site disturbance.
Keywords: *micro pile, screw foundation, soil investigation, torque*

[1] (İnş. Yük. Müh., Polarkon A.Ş., hozcelik@polarkon.com)
[2] İnş. Yük. Müh., Polarkon A.Ş., alifaik@polarkon.com
[3] İnş. Yük. Müh., Polarkon A.Ş., oyuncu@polarkon.com
[4] İnş. Yük. Müh., Deutsche-Fundamentbau, muhammad.wared@deutsche-fundamentbau.com
[5] İnş. Müh., Polarkon A.Ş., egok@polarkon.com

1. GİRİŞ

İnşaat mühendisliğinde temel sistemleri, yapı yüklerinin zemine güvenli ve kontrollü bir şekilde aktarılmasını sağlayan en önemli yapısal elemanlardan biridir. Bir yapının güvenliği, servis ömrü ve performansı yalnızca üstyapı elemanlarına değil, aynı zamanda temel sisteminin doğru tasarlanmasına da bağlıdır. Bu nedenle temel türünün seçiminde zemin özellikleri, yeraltı su seviyesi, yapı yükleri, yapı yüksekliği ve kullanım amacı gibi birçok parametre dikkate alınmalıdır.

Temel sistemleri genel olarak sığ temeller ve derin temeller olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır (Das, 1990). Mütemadi, tekil ve radye temeller sığ temel sistemleri arasında yer almakta olup genellikle yeterli taşıma kapasitesine sahip zeminlerde tercih edilmektedir. Derin temeller ise kazıklı ve keson temeller gibi sistemlerden oluşmakta ve yüzey zeminlerinin taşıma gücünün yetersiz olduğu durumlarda kullanılmaktadır (Tomlinson, 1986). Bu sistemlerde yapı yükleri, daha derinde bulunan ve daha yüksek taşıma kapasitesine sahip zemin tabakalarına aktarılmaktadır.

Bununla birlikte, geleneksel temel sistemleri önemli dezavantajlara sahiptir. Kazı işlemleri zaman alıcı olup çevresel etkiler yaratmakta, toz oluşumuna ve saha bozulmalarına neden olmaktadır. Hafriyatın taşınması, yeni dolgu malzemesinin temini ve sıkıştırılması proje maliyetlerini artırmaktadır. Ayrıca kalıp ve donatı işçiliği, betonun dökülmesi ve yeterli dayanımı kazanması için gereken kür süreci, inşaat programında önemli zaman kayıplarına yol açabilmektedir. Bu durum, özellikle hızlı ve sürdürülebilir yapım yöntemlerine duyulan ihtiyacı artırmaktadır.

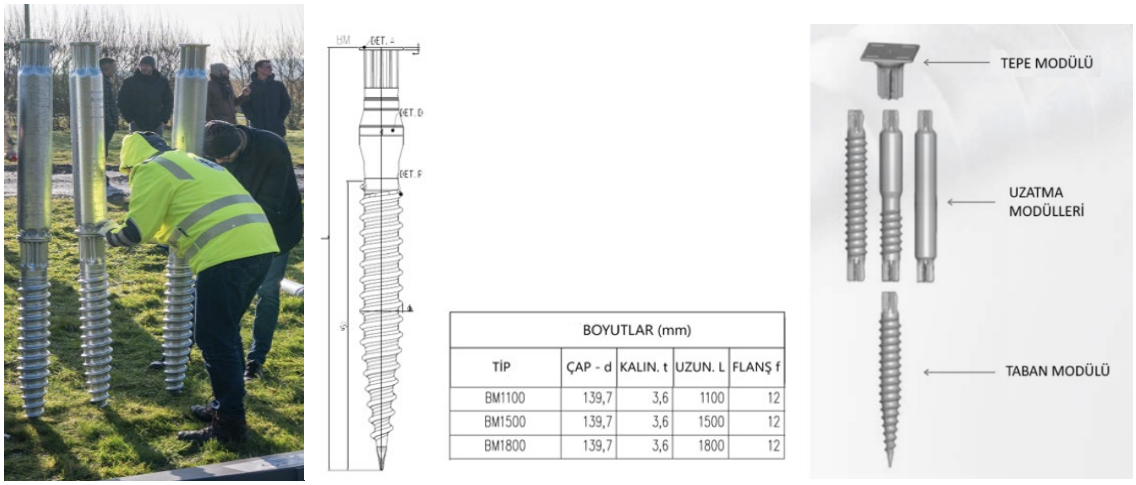
2. VİDA TEMEL SİSTEMİ

Vida kazıkları ilk olarak İrlandalı mühendis Alexander Mitchell tarafından yumuşak ve düşük taşıma kapasitesine sahip zeminlerde deniz fenerleri ile kıyı yapılarının temellendirilmesi amacıyla geliştirilmiştir (Rankine, 1907). İlk uygulama, 1838 yılında Thames Nehri'nin ağzında inşa edilen bir deniz fenerinin temel sisteminde gerçekleştirilmiştir (Perko, 2009). Ancak 20. yüzyılın başlarında buhar gücüyle çalışan kazık çakma ekipmanlarının yaygınlaşması sonucunda vida kazıklarının kullanımı azalmıştır. Buna karşın, 20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren özellikle enerji iletim hatları, telekomünikasyon direkleri ve altyapı projelerinde zemin ankrajı olarak yeniden yaygınlaşmaya başlamıştır.

İlk nesil vida kazıkları, alt kısmında tek ve büyük bir helisel plaka bulunan dökme veya dövme demir şaftlardan oluşmaktaydı. Bu tasarım sayesinde elemanlar çakılmak yerine zemine vidalanarak yerleştirilebilmekteydi. Günümüzde kullanılan modern vida kazıkları ise genellikle içi boş çelik boru kesitlerinden üretilmekte ve hidrolik tork motorları yardımıyla zemine uygulanmaktadır. Bu özellikleri sayesinde çok farklı zemin koşullarında kullanılabilmektedirler.

Modern sistemlerde geleneksel helisel plakaların yerini özel olarak tasarlanmış yivli geometriler almıştır. Ayrıca korozyon koruma sistemleri ve kurulum sırasında tork takibi gibi özellikler de uygulanmaktadır. Kurulum sırasında ölçülen tork değeri ile kazığın taşıma kapasitesi arasında doğrudan bir ilişki bulunması, sistemin performansının güvenilir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Hidrolik ekipmanlarla zemine vidalanan kazıkların yivleri, zemin içerisinde sürtünme ve direnç oluşturarak yüklerin güvenli bir

şekilde taşınmasını sağlar. Taşıma kapasitesi, çoğunlukla zemin direnciyle ilişkili olan kurulum torku ölçümleriyle doğrulanmaktadır. Tipik vida kazığı detayları Şekil 1'de verilmiştir.



BOYUTLAR (mm)				
TİP	ÇAP - d	KALIN. t	UZUN. L	FLANŞ f
BM1100	139,7	3,6	1100	12
BM1500	139,7	3,6	1500	12
BM1800	139,7	3,6	1800	12

Şekil 1. Tipik vida detayları (Özçelik, 2025)

3. VİDA TEMEL TASARIMI

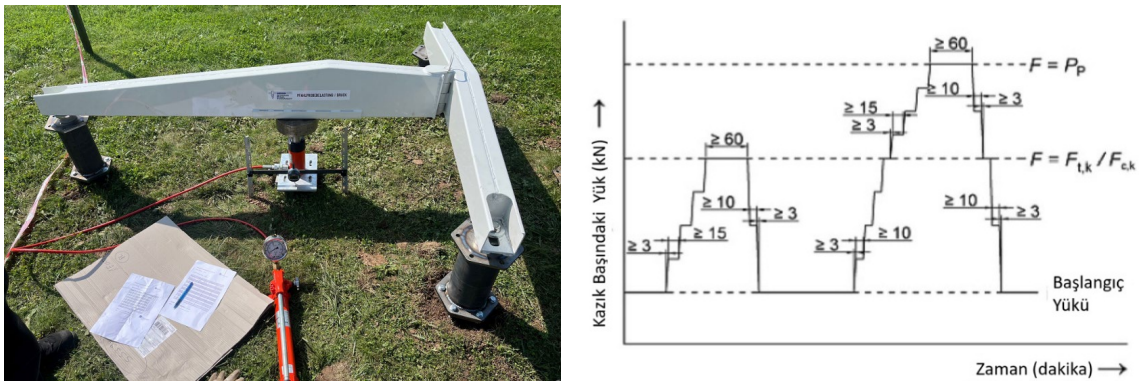
Vida temel sistemlerinin en önemli avantajlarından biri hızlı, ekonomik ve verimli bir uygulama olanağı sunmasıdır. Sistem, kazı yapılmasını gerektirmediği gibi su basman imalatı, kalıp ve donatı işçiliği ile beton dökümü gibi süreçleri de ortadan kaldırmaktadır. Kurulum tamamlandıktan hemen sonra yük taşımaya hazır hale gelmesi, inşaat süresinin önemli ölçüde kısalmasını sağlamaktadır. Bunun yanında vida temeller, çevresel sürdürülebilirlik açısından da önemli avantajlar sunmaktadır. %100 geri dönüştürülebilir olmaları, söküm sonrasında zeminde kalıntı bırakmamaları, beton temellere kıyasla daha düşük karbon emisyonuna sahip olmaları ve ilave zemin iyileştirme veya rehabilitasyon çalışmalarına ihtiyaç duymamaları, bu sistemi çevre dostu bir temel çözümü haline getirmektedir. Ayrıca uygulama sırasında zemine verilen zarar minimum düzeyde olup herhangi bir yalıtım ihtiyacı oluşturmaz (Özçelik, 2025).

Vida temel sistemleri, geniş bir uygulama alanına sahip olup farklı yapı türleri için etkili bir temel çözümü sunmaktadır. Özellikle modüler çelik ve ahşap yapılar, tiny house uygulamaları, yaya üstgeçitleri, katener direkleri, trafik işaretleme sistemleri, güneş panelli otoparklar (carport), güneş enerjisi santralleri ve konteynerlerden oluşan şantiye veya kamp yerleşkeleri gibi yapıların temellendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Hızlı montaj imkânı, kazı gerektirmemesi, beton kullanımını ortadan kaldırması ve kurulumun hemen ardından yük taşıyabilmesi sayesinde bu sistemler, geleneksel temel yöntemlerine önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Ayrıca düşük çevresel etki, geri dönüştürülebilirlik ve sökülebilirlik gibi sürdürülebilirlik avantajları, vida temel sistemlerini geçici ve kalıcı yapı uygulamaları için cazip bir seçenek haline getirmektedir. Bu özellikleri sayesinde hem altyapı hem de üstyapı projelerinde ekonomik, hızlı ve çevre dostu bir temel çözümü sunmaktadır (Özçelik, 2025).

Vida temel tasarımı, temel prensipleri bakımından mini kazık tasarımına benzemektedir. Tasarım çalışmaları, Alman Geoteknik Derneği tarafından yayımlanan “Recommendations

on Piling (EA-Pfähle, 2013)" dokümanı, EN 1997-1/2 (Eurocode 7, 2007) hükümleri ve saha sondajlarından elde edilen veriler esas alınarak gerçekleştirilmektedir.

Her proje öncesinde, uygulama sahasında Şekil 2'de gösterilen "T" şeklindeki deney düzeneği kullanılarak vida kazıklar üzerinde basınç ve çekme yükleme deneyleri yapılmaktadır. Bu deneylerde hidrolik kriko ve yer değiştirme ölçüm sistemi kullanılmakta olup, yükleme işlemleri en az iki çevrim halinde gerçekleştirilmektedir (Özçelik, 2025).



Şekil 2. Vida Kazık Üzerinde Yapılan Yükleme Deneyi ve Yük-Zaman Diyagramı (Özçelik, 2025)

Kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminlerde kullanılan prefabrike betonarme ve öngermeli beton çakma kazıklara ilişkin çeşitli özellikler için ampirik değerler Tablo 1-6'da sunulmuştur. Söz konusu tablolar, EA-Pfähle (2013) içerisinde yer alan Tablo 3.1 ve Tablo 5.1-5.5'ten uyarlanarak bu çalışmaya aktarılmıştır.

Vida kazıkları üzerinde gerçekleştirilen yükleme deneylerinden elde edilen sonuçlar, bu tablolarda verilen ampirik değerlerle karşılaştırılarak tasarımın doğruluğu ve güvenilirliği kontrol edilmektedir. Gerektiği durumlarda, tasarım kriterlerinin sağlanabilmesi amacıyla vida kazığı boyları ve helis çaplarında gerekli revizyonlar yapılmaktadır.

Tablo 1. Kazık temellerde kullanım için yeraltı suyu üzerindeki kohezyonsuz zeminlerde bağıl yoğunluklar ve penetrasyon dirençleri arasındaki ilişkiler için korelasyon değerleri, EA PFähle (2013), Tablo 3.1

Bağıl Yoğunluk D	Yoğunluk Endeksi I_D	Açıklama	Penetrasyon Dirençleri		
			q_c [MN/m²] CPT	N_{30} BDP	N_{10} DPH
< 0,15	< 0,15	Çok gevşek	< 5,0	< 7	< 4
0,15 ... 0,30	0,15 ... 0,35	Gevşek	5,0 ... 7,5	7 ... 15	4 ... 9
0,30 ... 0,50	0,35 ... 0,65	Orta yoğun	7,5 ... 15,0	14 ... 30	8 ... 18
0,50 ... 0,70	0,65 ... 0,85	Yoğun	15,0 ... 25,0	23 ... 50	14 ... 30
> 0,70	> 0,85	Çok yoğun	> 25	> 50	> 25

Tablo 2. Kohezyonsuz zeminlerde prefabrike, betonarme ve öngermeli beton çakma kazıkların karakteristik uç direnci qbk için ampirik veri aralıkları, EA PFähle (2013), Tablo 5.1

Göreceli kazık başı oturması s/D_{eq}	Kazık uç direnci $q_{b,k}$ [kN/m²]		
	ortalama CPT koni direnci q_c [MN/m²]		
	7,5	15	25
0,035	2 200 – 5 000	4 000 – 6 500	4 500 – 7 500
0,100	4 200 – 6 000	7 600 – 10 200	8 750 – 11 500
Ara değerler için doğrusal enterpolasyon yapılabilir.			

Tablo 3. Kohezyonsuz zeminlerde prefabrike, betonarme ve öngermeli beton çakma kazıkların karakteristik yüzey sürtünmesi qs,k için ampirik veri aralıkları, EA PFähle (2013), Tablo 5.2

Oturma	Kazık yüzey sürtünmesi $q_{s,k}$ [kN/m²]		
	ortalama CPT koni direnci q_c [MN/m²]		
	7,5	15	25
s_{sg}*	30 – 40	65 – 90	85 – 120
$s_{sg} = s_g = 0{,}1\ D_{eq}$	40 – 60	95 – 125	125 – 160
Ara değerler için doğrusal enterpolasyon yapılabilir			

Tablo 4. Kohezyonlu zeminlerde prefabrike, betonarme ve öngermeli beton çakma kazıkların karakteristik kazık uç direnci qb,k çin ampirik veri aralıkları, EA PFähle (2013), Tablo 5.3

Göreceli kazık başı oturması s/D_{eq}	Kazık uç direnci $q_{b,k}$ [kN/m²]		
	Drenajsız kayma mukavemeti $c_{u,k}$ [kN/m²]		
	100	150	250
0,035	350 – 450	550 – 700	800 – 950
0,100	600 – 750	850 – 1 100	1 150 – 1 500
Ara değerler için doğrusal enterpolasyon yapılabilir			

Tablo 5. Kohezyonlu zeminlerde prefabrike, betonarme ve öngermeli beton çakma kazıkların karakteristik yüzey sürtünmesi qs,k, için ampirik veri aralıkları, EA PFähle (2013), Tablo 5.4

Oturma	Kazık yüzey sürtünmesi $q_{s,k}$ [kN/m²]		
	drenajsız kayma mukavemeti $c_{u,k}$ [kN/m²]		
	60	150	250
s_{sg}*	20 – 30	35 – 50	45 – 65
$s_{sg} = s_g = 0{,}1D_{eq}$	20 – 35	40 – 60	55 – 80
Ara değerler için doğrusal enterpolasyon yapılabilir			

Tablo 6. Prefabrik çakma kazıkların uç direnci ve yüzey sürtünmesi için ηb veya ηs model faktörlerinin Tablo 2 ve Tablo 5'teki değerlere göre uyarlanması, EA PFähle (2013), Tablo 5.5

Kazık tipi		η_b	η_s
Betonarme ve öngermeli		1,00	1,00
Steel section[1)] ($h \leq 0{,}50$ m and $h/b_F \leq 1{,}5$)	$s = 0{,}035 \cdot D_{eq}$	$0{,}61 - 0{,}30 \cdot h/b_F$	0,60
	$s = 0{,}10 \cdot D_{eq}$	$0{,}78 - 0{,}30\ h/b_F$	
Çift çelikli kesit		0,25	0,60
Açık uçlu çelik boru ve kutu profil ($0{,}3$ m $\leq D_b \leq 1{,}60$ m)		$0{,}95 \cdot e^{-1{,}2 \cdot D_b}$	$1{,}1 \cdot e^{-0{,}63 \cdot D_b}$
Kapalı çelik uçlu boru	($D_b \leq 0{,}80$ m)	0,80	0,60
[1)] h = çelik kiriş kesit yüksekliği, b_F = çelik kiriş flanş genişliği, D_b= taban plakasının çapı			

4. UYGULAMA ALANLARI VE SAĞLADIĞI FAYDALAR

Vida temel sistemleri; hafif çelik veya ahşap modüler yapılar (tiny house), yaya ve servis üstgeçitleri, katener direkleri, trafik işaretleme ve sinyalizasyon sistemleri, güneş panelli otoparklar (carport), güneş enerjisi santralleri (GES), konteyner tipi şantiye yerleşkeleri ve kamp alanları gibi çeşitli üstyapıların temel uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Hızlı montaj imkânı sunmaları, kazı ve beton kullanımını en aza indirmeleri, çevresel etkilerinin düşük olması ve gerektiğinde sökülerek farklı alanlarda yeniden kullanılabilmeleri nedeniyle bu sistemler önemli avantajlar sağlamaktadır. Ayrıca, geleneksel temel sistemlerine kıyasla daha düşük karbon ayak izi oluşturmaları, bu teknolojinin sürdürülebilirlik açısından da tercih edilmesini sağlamaktadır (Özçelik, 2026). Belirtilen özellikleri sayesinde vida temeller, geçici veya kalıcı birçok yapı için ekonomik, sürdürülebilir ve uygulanabilir bir temel çözümü olarak öne çıkmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Muhtelif Vida Temel uygulamaları (Tiny House, üst geçit, katener direkleri)

Vida temeller, özellikle güneş panelli otopark (carport) sistemlerinin temellendirilmesinde geleneksel betonarme temellere kıyasla önemli teknik ve operasyonel avantajlar sunmaktadır. Bu tür sistemler genellikle mevcut ve aktif olarak kullanılan açık otopark alanlarında kurulmakta olup, uygulama sahalarının büyük bölümü asfalt kaplama ile kaplıdır. Geleneksel temel çözümlerinde, öncelikle asfalt kaplamanın kesilmesi (Şekil 4a), ardından kazı çalışmalarının gerçekleştirilmesi, kalıp ve donatı imalatlarının tamamlanması (Şekil 4b), beton dökümü, kür sürecinin beklenmesi, dolgu ve sıkıştırma işlemlerinin

yapılması ve son olarak asfalt kaplamanın onarılması veya yenilenmesi gerekmektedir (Şekil 4c).

Bu işlemler uygulama süresini uzatmakta ve otopark kullanımını kısıtlamaktadır. Buna karşılık, vida temel sistemleri mevcut asfalt kaplamada yalnızca sınırlı müdahale gerektirmekte, kazı ve beton imalatlarını büyük ölçüde ortadan kaldırmakta ve temel montajının çok kısa sürelerde tamamlanmasına olanak sağlamaktadır. Bu sayede otoparkın hizmet dışı kalma süresi minimuma indirilmekte, işletme faaliyetlerindeki kesintiler azaltılmakta ve proje uygulama süreci önemli ölçüde hızlandırılmaktadır. Ayrıca, sökülebilir ve yeniden kullanılabilir özellikleri sayesinde vida temeller sürdürülebilirlik açısından da geleneksel temel sistemlerine göre önemli avantajlar sunmaktadır.



(a) (b) (c)

Şekil 3. Betonarme temelli otopark yapım aşamaları (Özçelik, 2026)

Buna karşılık vida temel uygulamalarında, zemin koşullarına bağlı olarak yalnızca sınırlı bir yüzey hazırlığı yapılmakta; gerekli durumlarda asfalt kaplama karot ile delinmekte veya parke taşları sökülmektedir. Ardından vida temeller mekanik ekipmanlarla zemine vidalanmakta (Şekil 5a), taşıyıcı sistem elemanları monte edilmekte (Şekil 5b) ve güneş panelli otopark sisteminin kurulumu tamamlanmaktadır. Uygulama sonrasında zemin kısa sürede eski haline getirilebilmektedir (Şekil 5c). Bu sayede vida temel sistemleri, uygulama süresinin kısaltılması, saha operasyonlarının azaltılması, mevcut kaplamaların korunması ve işletme kesintilerinin en aza indirilmesi açısından geleneksel temel çözümlerine göre önemli avantajlar sağlamaktadır.



(a) (b) (c)

Şekil 5. Vida temel uygulaması (Özçelik, 2026)

5. UYGULAMA ÖRNEĞİ

Almanya'da gerçekleştirilen bu projede, vida temel sistemi kullanılarak inşa edilen bir tiny house yapısı incelenmiştir. Çalışmada, yüksek yeraltı su seviyesi ve düşük taşıma kapasitesine sahip zemin koşulları nedeniyle vida temel sisteminin tercih edilme nedenleri ve tasarım süreci detaylı olarak ele alınmıştır. Proje kapsamında, vida temel uygulaması sayesinde önemli ölçüde maliyet avantajı ve zaman tasarrufu sağlanarak yapı başarıyla tamamlanmıştır.

5.1 Tiny House Uygulaması ve Zemin Koşulları

Proje, ahşap taşıyıcı sisteme sahip bir tiny house (modüler konut) yapısının temel tasarımını kapsamaktadır. Yapı sahasında gerçekleştirilen zemin etüt çalışmaları sonucunda, mevcut zemin koşullarının geleneksel sığ temel sistemlerinin uygulanmasına uygun olmadığı belirlenmiştir. Zemin profilinde, yüzeyden yaklaşık 3,50 m derinliğe kadar USCS sınıflandırmasına göre OL ve PT grubunda yer alan organik zemin tabakaları tespit edilmiştir. Bu tabakalar, düşük taşıma gücü ve önemli düzeyde sıkışabilirlik özellikleri nedeniyle yapı yüklerinin güvenli bir şekilde taşınması açısından elverişsiz koşullar oluşturmaktadır.

Zemin araştırmaları, taşıyıcı özelliğe sahip ana birimin yaklaşık 3,50 m derinlikten itibaren başlayan orta sıkı siltli kum (SM) tabakalarından oluştuğunu göstermiştir. Bununla birlikte, yeraltı su seviyesinin yüzeyden yaklaşık 1,10 m derinlikte bulunması, kazı çalışmaları ve sığ temel uygulamalarını hem teknik hem de ekonomik açıdan daha karmaşık hale getirmiştir. Bu koşullar altında, yapı yüklerinin zayıf ve sıkışabilir üst tabakaları geçerek daha derindeki taşıyıcı zeminlere aktarılabilmesi amacıyla vida temel sistemi tercih edilmiştir.

Tasarım sürecinde vida temellerin boyutları, yerleşim planı ve gömülme derinlikleri, yapı yükleri ile zemin parametreleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Vida temeller, taşıyıcı siltli kum tabakasına girecek şekilde projelendirilmiş ve böylece oturma riskleri minimize edilirken yeterli taşıma kapasitesi sağlanmıştır. Ayrıca sistemin kazı gerektirmemesi, yüksek yeraltı su seviyesinden kaynaklanabilecek uygulama zorluklarını ortadan kaldırmış; beton kullanımına ihtiyaç duyulmaması sayesinde inşaat süresi önemli ölçüde kısalmış ve maliyet avantajı elde edilmiştir. Sonuç olarak, vida temel sistemi bu proje özelinde hem mühendislik performansı hem de uygulama verimliliği açısından başarılı ve sürdürülebilir bir çözüm olarak değerlendirilmiştir.

Proje sahasındaki zemin koşulları değerlendirildiğinde, geleneksel geoteknik mühendisliği yaklaşımları kapsamında uygulanabilecek çözüm; öncelikle yüksek yeraltı su seviyesinin drenaj ve su kontrol yöntemleri ile düşürülmesini, ardından düşük taşıma gücüne ve yüksek sıkışabilirliğe sahip organik zemin tabakalarının yaklaşık 3,50 m derinliğe kadar kazılarak sahadan uzaklaştırılmasını gerektirmekteydi. Bu işlemi takiben, kazı alanının uygun mühendislik özelliklerine sahip granüler dolgu malzemeleri ile tabakalar halinde doldurulması, gerekli sıkıştırma işlemlerinin gerçekleştirilmesi ve son aşamada sığ temel sisteminin inşa edilmesi öngörülmekteydi. Ancak bu yaklaşım, hem yüksek miktarda kazı ve dolgu yapılmasını hem de yeraltı suyunun kontrol altına alınmasına yönelik ilave uygulamaları gerektirdiğinden, proje bütçesinde önemli bir maliyet artışına neden olacak ve yapım süresini önemli ölçüde uzatacaktı.

Ayrıca, organik zeminlerin kazılarak uzaklaştırılması sırasında yeraltı suyu kaynaklı stabilite problemlerinin ortaya çıkma riski bulunmakta, bu durum ise ek mühendislik önlemleri ve sürekli saha kontrolü gerektirmekteydi. Özellikle modüler ve hafif yapı niteliğindeki tiny house uygulamaları açısından değerlendirildiğinde, böylesine kapsamlı bir zemin iyileştirme çalışmasının teknik açıdan mümkün olmakla birlikte ekonomik açıdan sürdürülebilir bir çözüm olmadığı görülmüştür.

5.2 Ön Tasarım

Temel sisteminin boyutlandırılması sürecinde, sahada gerçekleştirilen Konik Penetrasyon Deneyi (CPT) sonuçları ile üstyapıdan temele aktarılacak tasarım yükleri birlikte değerlendirilmiştir. Elde edilen geoteknik veriler, yüzeyden itibaren yaklaşık 3,50 m derinliğe kadar devam eden organik zeminlerin taşıma kapasitesinin yapı yüklerini güvenli şekilde karşılamak için yetersiz olduğunu ortaya koymuştur. Buna karşılık, bu tabakaların altında yer alan orta sıkı siltli kum (SM) biriminin, vida kazıkların yük aktarımı açısından uygun bir taşıyıcı ortam sağladığı belirlenmiştir.

CPT verilerinden elde edilen koni direnci değerleri ile üretici firma tarafından önerilen ampirik tasarım yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilen ön hesaplamalar sonucunda, proje yüklerini güvenli bir emniyet katsayısı ile taşıyabilecek kazık boyunun yaklaşık 5,9 m olması gerektiği belirlenmiştir. Hesaplamalarda hem helislerin uç taşıma kapasitesine katkısı hem de kazık şaftı boyunca gelişen çevresel sürtünme etkileri dikkate alınmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda uygulama kolaylığı ve imalat standartları göz önüne alınarak tasarım kazık boyu yaklaşık 6,0 m olarak seçilmiştir.

Tasarımın temel amacı, yüklerin düşük taşıma gücüne sahip organik zemin tabakalarına aktarılmasını önleyerek, orta sıkı siltli kum tabakasında güvenli bir yük transfer mekanizması oluşturmaktır. Bu kapsamda helislerin tamamının taşıyıcı tabaka içerisinde çalışması hedeflenmiş ve kazıkların yeterli ankraj derinliğine ulaşması sağlanmıştır.

Seçilen yaklaşık 6,0 m uzunluğundaki vida kazıklar sayesinde, üstyapı yüklerinin zayıf ve yüksek sıkışabilirlik gösteren yüzeysel organik zeminlerden bağımsız olarak daha derindeki taşıyıcı tabakalara aktarılması mümkün olmuş, böylece olası diferansiyel oturma riskleri önemli ölçüde azaltılmıştır. Ayrıca bu tasarım yaklaşımı, kazı derinliklerini ve saha hazırlık çalışmalarını minimuma indirerek uygulama sürecini hızlandırmış, yüksek yeraltı su seviyesinin neden olabileceği inşaat zorluklarını ortadan kaldırmış ve proje için ekonomik açıdan verimli bir temel çözümü sunmuştur. Tasarım sonucunda belirlenen kazık geometrisi ve yerleşimi, hem nihai taşıma gücü hem de servis yükleri altındaki performans kriterlerini karşılayacak şekilde optimize edilmiştir.

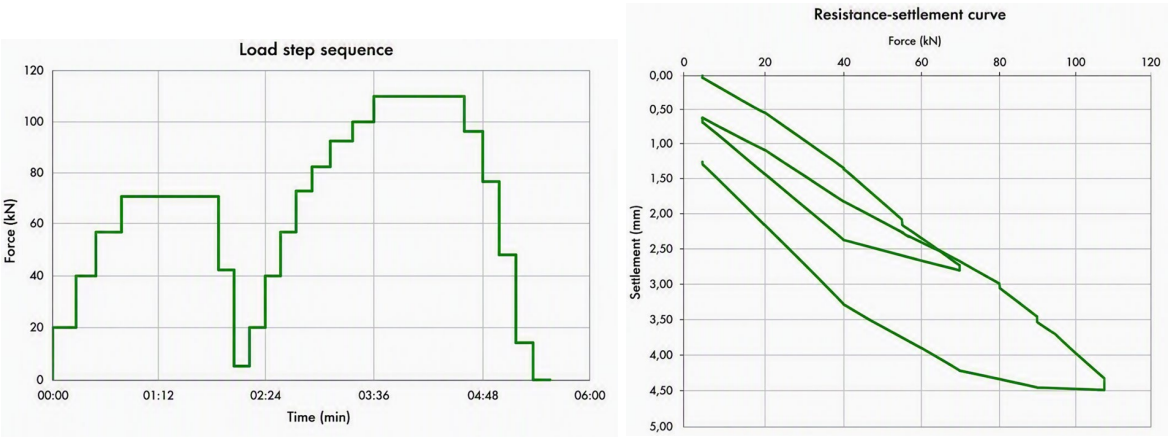
5.3 Vida Kazık Yükleme Testi

Vida kazıkların tasarımı EN 1997-1 (Eurocode 7), DIN 1054 ve EN ISO 22477-1 standartlarına göre gerçekleştirilmiştir. Tasarımın doğrulanması amacıyla yapılan ilk yükleme testinde, 71 kN tasarım yükü ve yaklaşık 14 mm maksimum deplasman kriteri esas alınmıştır. Ancak deplasman sınırı, gerekli kapasiteye ulaşılamadan 40 kN yük seviyesinde aşıldığından test başarısız olmuştur. Bu sonuç, standart vida kazık konfigürasyonunun mevcut zemin koşullarında yeterli performans sağlayamadığını göstermiştir.

İkinci denemede, kazığın taşıma kapasitesini artırmak amacıyla daha geniş helis kanatlara sahip bir güçlendirme elemanı kullanılmıştır (Şekil 6). Yükleme testi sonucunda gerekli 9.100 Nm montaj torku aşılmış ve 9.150 Nm değerine ulaşılmıştır. Maksimum yük 105 kN olarak ölçülürken, deplasman yalnızca 4,50 mm olarak gerçekleşmiştir. İki yükleme çevrimi boyunca elde edilen yükleme ve deplasman sonuçları Şekil 7'de sunulmuştur.



Şekil 6. Güçlendirme elemanı (booster) ve uç vida kazığı (sağ)



Şekil 7. Zamana bağlı yükleme aşamaları ve oluşan deplasmanlar

Test edilen vida kazığın nihai gömülme derinliği yaklaşık 7,0 m olup, bu değer ön tasarım aşamasında öngörülen uzunluktan yaklaşık 1,0 m daha fazladır. Yükleme testlerinden elde edilen sonuçlar doğrultusunda, gerekli minimum montaj torkunun sağlanması koşuluyla, proje kapsamında kullanılacak vida kazıklar için minimum kazık boyu 4,0 m olarak belirlenmiştir.

Yükleme testleri ve saha doğrulamaları sonucunda, uzunlukları 4,3-7,0 m arasında değişen toplam 21 adet vida kazık uygulanmıştır. Sahadaki zemin heterojenliği nedeniyle montajlar tork izleme sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiş, böylece her kazığın yeterli taşıma kapasitesine sahip tabakaya ulaştığı gerçek zamanlı olarak doğrulanmıştır.



Şekil 8. Tamamlanan tiny house grubu

Geleneksel temel çözümleri kullanılması durumunda yaklaşık 6 ila 8 hafta sürmesi öngörülen temel imalatı, farklı uzunluklardaki 21 adet vida kazığın montajı ile yalnızca bir gün içerisinde tamamlanmıştır. Temel sisteminin tamamlanmasını takiben ertesi gün tiny house modüllerinin montajına başlanmış ve üstyapı imalatları hızlı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Kısa sürede tamamlanan yapı grubu kullanıma alınmıştır (Şekil 8). Bu sonuçlar, vida temel sistemlerinin zayıf zemin koşullarında hem yapım süresinin kısaltılması hem de uygulama maliyetlerinin azaltılması açısından önemli avantajlar sağladığını göstermektedir.

6. SONUÇLAR

Bu çalışmada, vida temel sistemlerinin temel tasarım prensipleri, uygulama alanları, mühendislik açısından sağladığı avantajlar ve sürdürülebilir yapı uygulamalarındaki yeri ele alınmış; sistemin performansı Almanya'da gerçekleştirilen bir tiny house projesi üzerinden değerlendirilmiştir. İncelenen proje sahasında, yüzeyden itibaren yaklaşık 3,50 m derinliğe kadar devam eden düşük taşıma kapasitesine ve yüksek sıkışabilirliğe sahip organik zemin tabakaları ile yüksek yeraltı su seviyesi bulunması nedeniyle geleneksel sığ temel çözümlerinin uygulanması teknik ve ekonomik açıdan uygun görülmemiştir. Bu koşullar altında, yapı yüklerinin zayıf yüzey zeminlerini aşarak daha derinde yer alan taşıyıcı siltli kum tabakalarına aktarılması amacıyla vida temel sistemi tercih edilmiş ve başarılı bir şekilde uygulanmıştır.

Proje kapsamında gerçekleştirilen geoteknik değerlendirmeler ve CPT verilerine dayalı tasarım çalışmaları sonucunda, vida kazıkların taşıyıcı zemin tabakalarına yeterli gömülme derinliği sağlayacak şekilde projelendirilmesiyle güvenli yük transferi elde edilmiştir. Böylece, kapsamlı kazı çalışmaları, zemin değiştirme uygulamaları ve yeraltı suyu kontrolüne yönelik ilave mühendislik önlemlerine duyulan ihtiyaç büyük ölçüde ortadan kaldırılmıştır. Vida temel sistemi, yüklerin doğrudan taşıyıcı tabakalara aktarılmasına olanak sağlayarak zorlu zemin koşullarının neden olabileceği geoteknik riskleri etkin bir şekilde azaltmıştır.

Sistemin en önemli avantajlarından biri, uygulama sırasında beton dökümü, kalıp kurulumu ve donatı imalatı gibi geleneksel temel yapım süreçlerine gerek duyulmamasıdır. Vida temellerin mekanik ekipmanlar yardımıyla kısa sürede monte edilebilmesi, inşaat süresinin önemli ölçüde kısalmasını sağlamış; buna bağlı olarak işçilik, ekipman ve saha organizasyonu maliyetlerinde kayda değer tasarruf elde edilmiştir. Özellikle hafif çelik,

ahşap ve modüler yapı sistemlerinde, hızlı kurulum gereksinimlerinin karşılanmasında vida temel teknolojisinin önemli avantajlar sunduğu görülmüştür.

Bunun yanında, vida temel sistemleri gerektiğinde sökülebilir ve yeniden kullanılabilir özellikleri sayesinde döngüsel ekonomi yaklaşımını destekleyen bir temel çözümü olarak öne çıkmaktadır. Uygulama sırasında çevresel etkilerin sınırlı olması, sistemin karbon ayak izinin geleneksel temel yöntemlerine kıyasla daha düşük olmasına katkı sağlamaktadır. Mevcut zemine minimum müdahale ile uygulanabilmesi ise hem çevresel sürdürülebilirlik hem de saha operasyonlarının verimliliği açısından önemli avantajlar sunmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma vida temel sistemlerinin özellikle yüksek yeraltı su seviyesine sahip, düşük taşıma gücü gösteren veya kalın zayıf zemin tabakalarının bulunduğu sahalarda güvenli, hızlı, ekonomik ve sürdürülebilir bir temel alternatifi olduğunu ortaya koymaktadır. İncelenen tiny house projesi, vida temellerin yalnızca geoteknik performans açısından değil, aynı zamanda uygulama süresi, maliyet etkinliği ve çevresel sürdürülebilirlik açısından da başarılı sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bu nedenle vida temel sistemlerinin, gelecekte artan modüler yapı uygulamaları ve sürdürülebilir inşaat yaklaşımları kapsamında daha yaygın kullanım potansiyeline sahip olduğu değerlendirilmektedir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu bildirinin yazılması için gerekli teknik veri ve uygulama örneği konusunda destekleri için Winkelmann Construction'a ve Marta Dominiak'a teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

Das, Braja M. (1990), "Principles of Foundation Engineering", PWS-KENT Publishing Co., pp 120, 211, 422, 523

DIN 1054 : Subsoil - Verification of the safety of earthworks and foundations - Supplementary rules to DIN EN 1997-1

DIN EN 12699/2015/7 D : Execution of special geotechnical works - Displacement piles

EA-Pfähle, "Recommendations on Piling", Edited by German Geotechnical Society, 2013, Wiley Ernst&Sohn

EN ISO 22477-1 : 2018, Geotechnical investigation and testing — Testing of geotechnical structuresPart 1: Testing of piles: static compression load testing

EN 1997-1/2 : Eurocode 7 - Geotechnical design - Part 1/2: Ground investigation and testing

Özçelik, Hakan (2025), "Yenlikçi Bir Zemin Çözümü, Vida Temel Sistemi", 10. Geoteknik Sempozyumu, Kasım 2025, Kocaeli

Özçelik, Hakan (2026), "Yenlikçi Bir Zemin Çözümü, Vida Temel Sistemi", Şantiye : İnşaat, Yapı ve Mimarlık Dergisi, Sayı 415, Ocak-Şubat 2026, Sayfa 110-112

Rankine, W. J. Macquorn, (1907), "A Manual of Civil Engineering", Charles Griffin London, pp. 605, 766.

Perko, Howard A. (2009), "Helical Piles: A Practical Guide to Design and Installation", John Wiley and Sons

Tomlinson, M.J. (1986), "Foundation Design and Construction", Longman Scientific and Technical, 1986, pp 342,506.