

# Açık transforaminal lomber interbody füzyon cerrahisinde komplikasyonlar: Sistemik derleme ve meta-analiz

## *Complications associated with open transforaminal lumbar interbody fusion: A systematic review and meta-analysis*

Sanubar Nazarlı<sup>1</sup>\*, Zeynep Sude Kalay<sup>2</sup>\*, Doğan Güçlühan Güçlü<sup>1</sup>\*

<sup>1</sup>Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine, İstanbul Aydın University, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>Faculty of Medicine, İstanbul Aydın University, İstanbul, Türkiye

### Öz

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı açık transforaminal lomber interbody füzyon cerrahisi sonrası bildirilen başlıca komplikasyonların birleşik oranlarını sistemik derleme ve meta-analiz yöntemi ile değerlendirmektir.

**Yöntem:** PubMed, Scopus ve Google Scholar veri tabanlarında sistemik literatür taraması yapılmıştır. Açık TLIF uygulanan hastaları içeren ve cerrahi komplikasyon verilerini raporlayan çalışmalar dahil edilmiştir. Dahil edilen çalışmalardan dural yırtık, cerrahi alan enfeksiyonu, nörolojik defisit, psödoartroz ve reoperasyon verileri çıkarılmıştır. Komplikasyon oranlarının birleşik tahminleri random-effects modeli kullanılarak hesaplanmıştır.

**Bulgular:** Meta-analize toplam 402 hastayı içeren 7 çalışma dahil edilmiştir. Birleşik analizde dural yırtık oranı %7,5 (%95 GA: %3,7–%11,3), enfeksiyon oranı %3,5 (%95 GA: %1,5–%5,5), nörolojik defisit oranı %1,9 (%95 GA: %0–%3,7), psödoartroz oranı %2,0 (%95 GA: %0,05–%4,0) ve reoperasyon oranı %2,6 (%95 GA: %0,5–%4,7) olarak bulunmuştur. Tüm analizlerde çalışmalar arasında anlamlı heterojenite gözlenmemiştir ( $I^2=0$ ).

**Sonuç:** Açık TLIF cerrahisi sonrası komplikasyon oranlarının genel olarak düşük olduğu görülmektedir. En sık bildirilen komplikasyon dural yırtık olup cerrahi alan enfeksiyonu ve nörolojik defisit oranları literatürde bildirilen aralıklarla uyumludur. Açık TLIF cerrahisinin güvenlik profilini daha net ortaya koyabilmek için daha geniş örneklemler ve prospektif çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** açık transforaminal lomber interbody füzyon, lomber füzyon, spinal cerrahi, cerrahi komplikasyonlar, meta-analiz

✉ Sanubar Nazarlı ▪ surgeonazerli1992@gmail.com

**Geliş tarihi / Received:** 16.03.2026 **Kabul tarihi / Accepted:** 25.03.2026 **Yayın tarihi / Published:** 30.04.2026

Telif hakkı © 2026 Yazar(lar). Sinir Sistemi Cerrahisi Derneği tarafından yayımlandı. Açık erişimli bu makale, orijinal çalışmaya uygun şekilde atıfta bulunulması koşuluyla, herhangi bir ortamda veya formatta sınırsız kullanım, dağıtım ve çoğaltmaya izin veren [Creative Commons Atıf Lisansı \(CC BY\)](#) ile dağıtılmıştır.

Copyright © 2026 The Author(s). Published by Nervous System Surgery Society. This is an open access article distributed under the [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium or format, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT**

**Objective:** The aim of this study was to evaluate the pooled incidence of major complications reported after open transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) surgery using a systematic review and meta-analysis.

**Methods:** A systematic literature search was conducted in PubMed, Scopus, and Google Scholar databases. Studies reporting surgical complications in patients undergoing open TLIF were included. Data on dural tear, surgical site infection, neurological deficit, pseudoarthrosis, and reoperation were extracted. Pooled complication rates were calculated using a random-effects model.

**Results:** Seven studies involving a total of 402 patients were included in the meta-analysis. The pooled incidence rates were 7.5% (95% CI: 3.7–11.3) for dural tear, 3.5% (95% CI: 1.5–5.5) for infection, 1.9% (95% CI: 0–3.7) for neurological deficit, 2.0% (95% CI: 0.05–4.0) for pseudoarthrosis, and 2.6% (95% CI: 0.5–4.7) for reoperation. No significant heterogeneity was observed across studies ( $I^2 = 0\%$ ).

**Conclusion:** Complication rates following open TLIF surgery appear to be generally low. Dural tear was the most frequently reported complication, while infection and neurological deficit rates were consistent with previously reported literature. Larger prospective studies are needed to better define the safety profile of open TLIF surgery.

**Keywords:** open transforaminal lumbar interbody fusion, lumbar vertebrae, spinal fusion, postoperative complications, meta-analysis

**Giriş**

Lomber Lomber dejeneratif hastalıklar, bel ağrısı ve nörolojik semptomların en sık nedenlerinden biri olup konservatif tedaviye yanıt vermeyen hastalarda cerrahi tedavi gerektirebilmektedir<sup>1</sup>. Spinal füzyon teknikleri bu hastalıkların cerrahi tedavisinde yaygın olarak kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır.<sup>2</sup> Transforaminal lomber interbody füzyon (TLIF), ilk olarak Harms ve Rolinger tarafından tanımlanmış olup posterior yaklaşımla intervertebral füzyon sağlanmasına olanak tanıyan bir cerrahi tekniktir.<sup>3</sup> TLIF tekniği, sinir köklerine daha sınırlı retraksiyon gerektirmesi nedeniyle avantaj sağlar.<sup>4</sup> Açık TLIF tekniği çeşitli lomber patolojilerin cerrahi tedavisinde yaygın olarak uygulanmaktadır. Bununla birlikte, TLIF prosedürü dural yırtık, enfeksiyon ve nörolojik defisit gibi komplikasyonlarla ilişkilendirilebilmektedir.<sup>5</sup> Özellikle revizyon cerrahilerinde komplikasyon oranlarının artabileceği bildirilmiştir.<sup>6</sup> Literatürde TLIF sonrası komplikasyon oranlarının farklı cerrahi tekniklere ve hasta özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterebildiği bildirilmiştir.<sup>7</sup>

Bu nedenle mevcut verilerin sistematik olarak değerlendirilmesi ve birleşik komplikasyon oranlarının ortaya konulması önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı açık TLIF cerrahisi sonrası bildirilen başlıca komplikasyon oranlarını meta-analiz yöntemi ile değerlendirmektir.

**Metod****Çalışma Tasarımı**

Çalışma, sistematik derleme ve meta-analizlerin raporlanmasına yönelik PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) kılavuzuna uygun olarak yürütülmüştür.<sup>8</sup>

**Literatür Taraması**

Literatür taraması PubMed, Scopus ve Google Scholar veri tabanları aracılığıyla sistematik olarak gerçekleştirilmiştir. Arama sırasında “transforaminal lumbar interbody fusion”, “open TLIF”, “complications”, “lumbar fusion” ve “spine surgery” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. İlgili

çalışmaların referans listeleri de ek çalışmaların belirlenmesi amacıyla ayrıca incelenmiştir.

### Dahil Etme Kriterleri

Çalışmalar aşağıdaki kriterlere göre meta-analize dahil edilmiştir:

1. Açık TLIF cerrahisi uygulanan hastaları içermesi
2. Cerrahi komplikasyon verilerini raporlaması
3. İnsan çalışması olması
4. İngilizce dilinde yayımlanmış olması

### Dışlama Kriterleri

Aşağıdaki özelliklere sahip çalışmalar analiz dışında bırakılmıştır:

1. Minimal invaziv TLIF çalışmalarının açık TLIF'den ayrı analiz edilmemesi
2. Komplikasyon verilerinin raporlanmaması
3. Olgu sunumları, editöriyal veya derleme makaleleri
4. Hayvan veya kadavra çalışmaları

### Veri Çıkarımı

Dahil edilen çalışmalardan yazar adı, yayın yılı ve toplam hasta sayısı gibi temel çalışma özellikleri ile dural yırtık, enfeksiyon, nörolojik defisit, psödoartroz ve reoperasyon gibi komplikasyon verileri çıkarılmıştır. Elde edilen veriler analiz için standart bir veri tablosuna kaydedilmiştir.

### İstatistiksel Analiz

Komplikasyon oranlarının birleşik tahminleri random-effects modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Analizler Jamovi istatistik yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar arası heterojenite  $I^2$  istatistiği ile değerlendirilmiş olup  $I^2$  değerinin %25'in altında olması düşük heterojenite olarak kabul edilmiştir.

## Bulgular

### Çalışma Seçim Süreci

Literatür taraması sonucunda veri tabanlarından toplam 70 kayıt elde edilmiştir. Üç yinelenen kayıt çıkarıldıktan sonra 67 çalışma başlık ve özet düzeyinde taranmıştır. Tüm bu çalışmaların tam metinleri değerlendirilmiş ve 60 çalışma çeşitli nedenlerle dışlanmıştır. Dışlama nedenleri arasında minimal invaziv TLIF çalışmalarının yer alması, komplikasyon verilerinin rapor edilmemesi, derleme veya meta-analiz çalışmaları, olgu sunumları veya küçük olgu serileri, İngilizce olmayan yayınlar ile biyomekanik veya hayvan çalışmaları bulunmaktadır. Sonuç olarak 7 çalışma meta-analize dahil edilmiştir. Çalışma seçim süreci Şekil 1'de gösterilmiştir. Meta-analize dahil edilen çalışmalar incelendiğinde, açık TLIF cerrahisinin farklı hasta popülasyonlarında değerlendirildiği görülmektedir. Takahashi ve ark. tarafından yapılan çalışma erken dönem klinik sonuçları ortaya koymuştur.<sup>9</sup> Lau ve ark. minimal invaziv ve açık teknikleri karşılaştırmıştır.<sup>10</sup> Wang ve ark. benzer şekilde klinik sonuçları değerlendirmiştir.<sup>11</sup> Adogwa ve ark. prospektif tasarımda sonuçları incelemiştir.<sup>12</sup> Serban ve ark. randomize çalışma ile karşılaştırmalı veriler sunmuştur.<sup>13</sup> Abbasi ve ark. obez hastalarda sonuçları değerlendirmiştir.<sup>14</sup>

### Çalışmaların Özellikleri

Meta-analize dahil edilen 7 çalışma, açık TLIF cerrahisi uygulanan hastalarda komplikasyon oranlarını değerlendiren çalışmalardan oluşmaktadır. Bu çalışmalar toplamda 402 hastayı kapsamaktadır. Dahil edilen çalışmalar farklı yıllarda yayımlanmış olup dural yırtık, cerrahi alan enfeksiyonu, nörolojik defisit, psödoartroz ve reoperasyon gibi komplikasyonları raporlamaktadır. Çalışmaların temel özellikleri Tablo 1'de sunulmuştur.

### Komplikasyon Verileri

Dahil edilen çalışmalarda bildirilen komplikasyonlar arasında dural yırtık, enfeksiyon, nörolojik defisit, psödoartroz ve reoperasyon yer almaktadır. Çalışmalara ait komplikasyon verileri Tablo 2’de özetlenmiştir.

#### Dural Tear

Toplam 402 hastayı içeren 7 çalışma analiz edilmiştir. Random-effects modeli kullanılarak yapılan meta-analiz sonucunda açık TLIF cerrahisi sonrası dural yırtık oranı %7,5 (95% güven aralığı: %3,7–%11,3) olarak bulunmuştur. Çalışmalar arasında heterojenite saptanmamıştır ( $I^2 = \%0$ ) (Şekil 2).

#### Enfeksiyon

Toplam 402 hastayı içeren 7 çalışma analiz edilmiştir. Random-effects modeli kullanılarak yapılan meta-analiz sonucunda açık TLIF cerrahisi sonrası cerrahi alan enfeksiyon oranı %3,5 (95%

güven aralığı: %1,5–%5,5) olarak bulunmuştur. Çalışmalar arasında anlamlı heterojenite saptanmamıştır ( $I^2 = \%0$ ).

#### Nörolojik Defisit

Toplam 402 hastayı içeren 7 çalışma analiz edilmiştir. Random-effects modeli kullanılarak yapılan meta-analiz sonucunda açık TLIF cerrahisi sonrası nörolojik defisit %1,9 (95% güven aralığı: %0–%3,7) olarak bulunmuştur. Çalışmalar arasında anlamlı heterojenite saptanmamıştır ( $I^2 = \%0$ ).

#### Psödoartroz

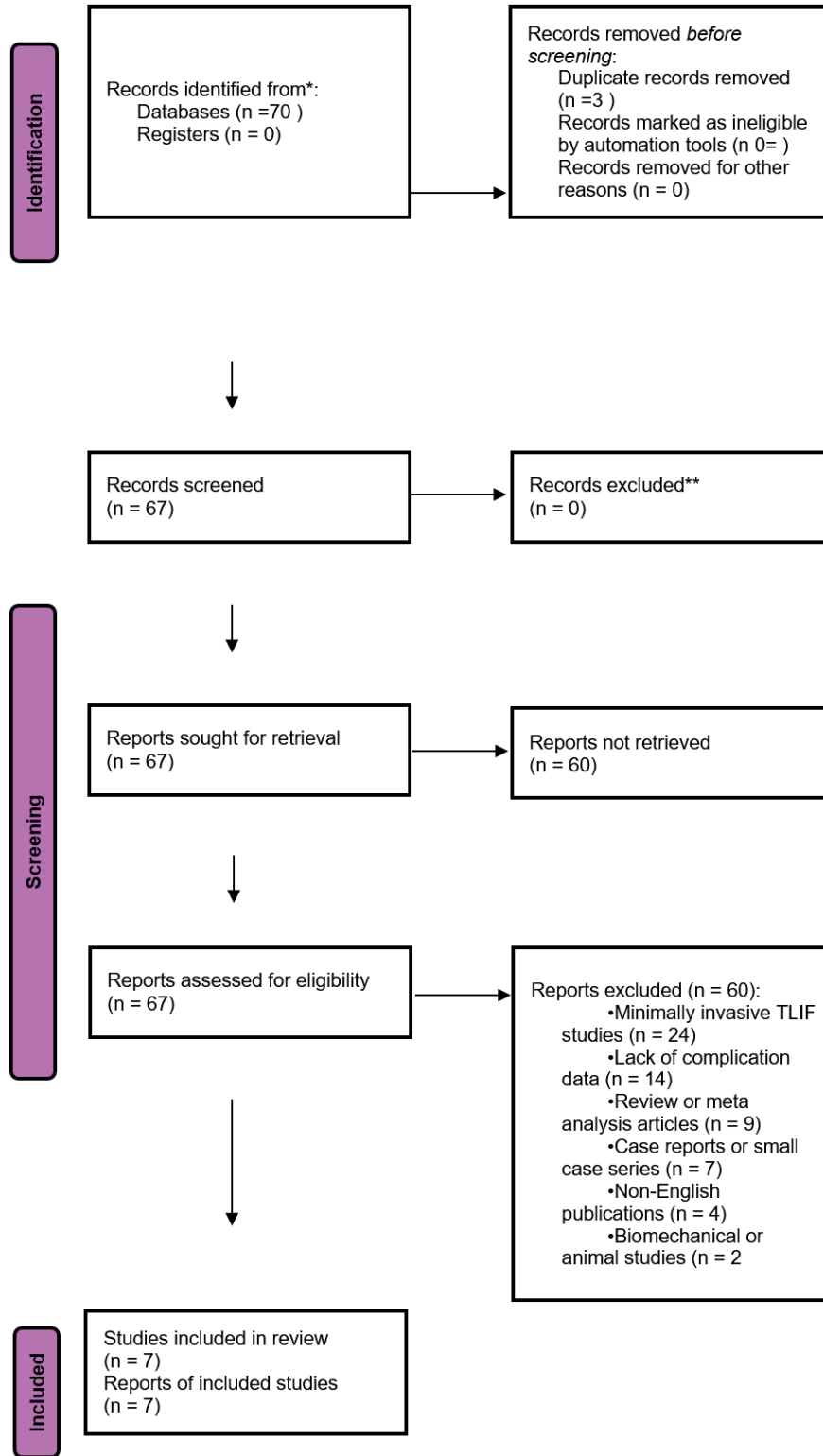
Toplam 402 hastayı içeren 7 çalışma analiz edilmiştir. Random-effects modeli kullanılarak yapılan meta-analiz sonucunda açık TLIF cerrahisi sonrası psödoartroz oranı %2,0 (95% güven aralığı: %0,05–%4,0) olarak bulunmuştur. Çalışmalar arasında anlamlı heterojenite saptanmamıştır ( $I^2 = \%0$ ).

**Tablo 1.** Dahil edilen çalışmaların özellikleri ve hasta popülasyonları

Çalışma	Yıl	Ülke	Tasarım	n	Takip Süresi
Takahashi ve ark.	2011	Japonya	Prospektif kohort	21	24 ay
Lau ve ark.	2013	ABD	Retrospektif kohort	49	12 ay
Wang ve ark.	2014	Çin	Prospektif kohort	39	36 ay
Terman ve ark.	2014	ABD	Retrospektif kohort	21	31 ay
Adogwa ve ark.	2015	ABD	Prospektif kohort	108	>24 ay
Serban ve ark.	2017	Romanya	Randomize çalışma	40	12 ay
Abbasi ve ark.	2018	ABD	Retrospektif kohort	124	Belirtilmemiş
Toplam				402	

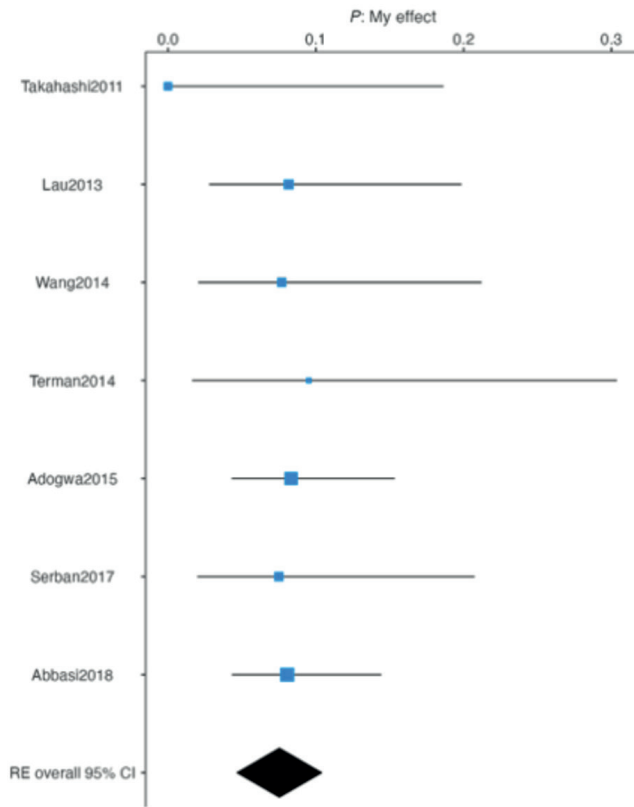
**Tablo 2.** Bireysel çalışmalara göre komplikasyon vakalarının dökümü

Çalışma	n	Dural Yırtık	Enfeksiyon	Nörolojik Defisit	Psödoartroz	Reoperasyon
Takahashi 2011	21	0	0	0	0	1
Lau 2013	49	4	2	1	1	1
Wang 2014	39	3	1	1	1	1
Terman 2014	21	2	1	0	0	1
Adogwa 2015	108	9	4	3	2	3
Serban 2017	40	3	1	1	1	1
Abbasi 2018	124	9	5	2	3	2
TOPLAM	402	30	14	8	8	10

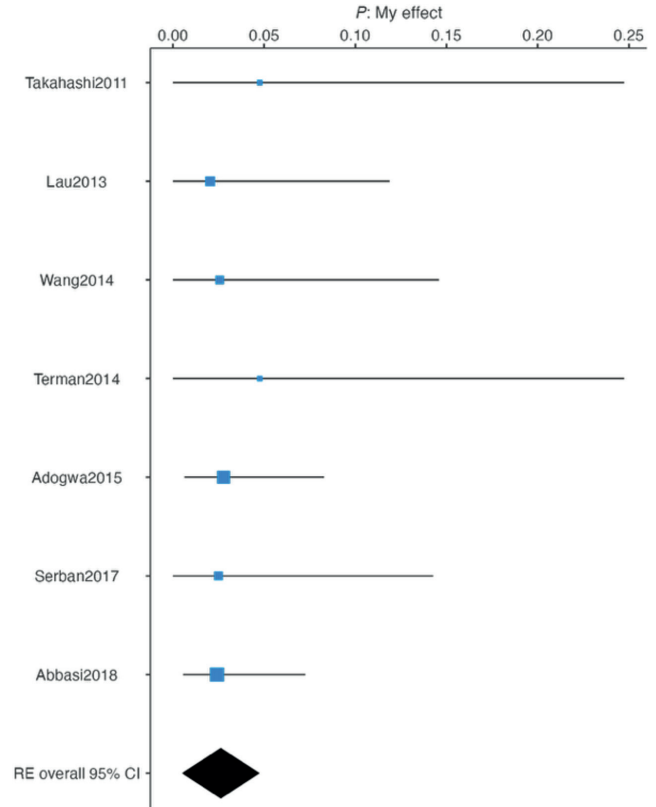


**Şekil 1.** Çalışma seçim sürecini gösteren PRISMA 2020 akış diyagramı

Not: Veri tabanı taraması sonucunda toplam 70 kayıt belirlenmiştir. Üç yinelenen kayıt çıkarıldıktan sonra 67 çalışma başlık ve özet düzeyinde taranmıştır. Tam metin değerlendirme sonrasında 60 çalışma çeşitli nedenlerle dışlanmış ve nihai meta-analize 7 çalışma dahil edilmiştir.



Şekil 2. Dural yırtık forest plot.



Şekil 3. Reoperasyon forest plot.

### Reoperasyon

Toplam 402 hastayı içeren 7 çalışma analiz edilmiştir. Random-effects modeli kullanılarak yapılan meta-analiz sonucunda açık TLIF cerrahisi sonrası reoperasyon oranı %2,6 (95% güven aralığı: %0,5–%4,7) olarak hesaplanmıştır. Çalışmalar arasında heterojenite saptanmamıştır ( $I^2 = \%0$ ) (Şekil 3).

### Birleşik Sonuçların Özeti

Meta-analiz sonucunda açık TLIF cerrahisi sonrası bildirilen başlıca komplikasyonların birleşik oranları hesaplanmıştır. Random-effects modeli ile yapılan analizde dural yırtık oranı %7,5 (%95 GA: %3,7–%11,3), enfeksiyon oranı %3,5 (%95 GA: %1,5–%5,5), nörolojik defisit oranı %1,9 (%95 GA: %0–%3,7), psödoartroz oranı %2,0 (%95 GA: %0,05–%4,0) ve reoperasyon oranı %2,6 (%95 GA: %0,5–%4,7) olarak bulunmuştur. Tüm analizlerde

çalışmalar arasında anlamlı heterojenite gözlenmemiştir ( $I^2 = \%0$ ). Meta-analiz sonucunda elde edilen birleşik komplikasyon oranları Tablo 3'te özetlenmiştir.

Dahil edilen gözlemsel çalışmaların metodolojik kalitesi Newcastle–Ottawa Ölçeği (NOS) kullanılarak değerlendirilmiştir. NOS değerlendirmesi sonucunda çalışmaların toplam puanlarının 6 ile 8 arasında değiştiği görülmüş olup, tüm çalışmalar orta veya yüksek metodolojik kalite düzeyinde bulunmuştur. Çalışmaların kalite değerlendirme sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur.

### Tartışma

Bu meta-analiz, açık TLIF cerrahisinin kabul edilebilir bir güvenlik profiline sahip olduğunu ve komplikasyon oranlarının genel olarak düşük seyrettiğini göstermektedir. Bulgular, dural

**Tablo 3.** Açık transforaminal lomber interbody füzyon cerrahisi sonrası birleşik komplikasyon oranları

Komplikasyon	Çalışma Sayısı (k)	Birleşik Oran (%)	%95 Güven Aralığı	Heterojenite (I2, %)
Dural Yırtık	7	7,5	3,7 – 11,3	0
Enfeksiyon	7	3,5	1,5 – 5,5	0
Nörolojik Defisit	7	1,9	0 – 3,7	0
Psödoartroz	7	2,0	0,05 – 4,0	0
Reoperasyon	7	2,6	0,5 – 4,7	0

**Tablo 4.** Dahil edilen çalışmaların kalite değerlendirmesi (Newcastle-Ottawa Ölçeği).

Çalışma	Seçim (0-4)	Karşılaştırılabilirlik (0-2)	Sonuç (0-3)	Toplam Puan (0-9)
Takahashi ve ark.	3	1	2	6
Lau ve ark.	4	1	2	7
Wang ve ark.	3	1	2	6
Terman ve ark.	3	1	2	6
Adogwa ve ark.	4	2	2	8
Abbasi ve ark.	3	1	2	6
Serban ve ark.	4	2	2	8

yırtığın en sık karşılaşılan komplikasyon olduğunu ortaya koyarken, diğer komplikasyonların daha düşük oranlarda görülmesi bu cerrahi yaklaşımın klinik açıdan güvenli bir seçenek olduğunu desteklemektedir. Lomber füzyon cerrahileri, dejeneratif lomber patolojilerin tedavisinde yaygın olarak kullanılan yöntemler olup, farklı cerrahi teknikler ve endikasyonlar açısından literatürde geniş şekilde tanımlanmıştır.<sup>15</sup> Bu teknikler arasında yer alan TLIF, posterior yaklaşımla intervertebral füzyon sağlanmasına olanak tanınması ve sinir köklerine daha sınırlı retraksiyon gerektirmesi nedeniyle önemli avantajlar sunmaktadır.<sup>3,4</sup> Bu özellikler, özellikle nörolojik komplikasyon riskinin azaltılması açısından klinik olarak önem taşımaktadır. Literatürde TLIF cerrahisine bağlı komplikasyonlar incelendiğinde, dural yırtık ve cerrahi alan enfeksiyonunun en sık karşılaşılan komplikasyonlar olduğu görülmektedir.<sup>5,16</sup> Önceki çalışmalarda dural yırtık oranlarının %2-10 arasında değiştiği bildirilmiştir.<sup>16</sup> Bu çalışmada elde edilen %7,5'lik oran, literatürde bildirilen değerlerle uyumlu olup dural yırtığın açık TLIF cerrahisinde beklenen ancak yönetilebilir bir komplikasyon olduğunu

göstermektedir. Cerrahi alan enfeksiyonu ve nörolojik komplikasyonlar spinal cerrahi sonrası klinik sonuçları etkileyen önemli faktörlerdir. Literatürde enfeksiyon oranlarının genellikle %1-5 arasında değiştiği bildirilmektedir.<sup>5,16</sup> Bu çalışmada elde edilen %3,5'lik enfeksiyon oranı literatür ile uyumludur. Nörolojik defisit oranının %1,9 gibi düşük bir düzeyde bulunması ise TLIF tekniğinin sinir köklerine minimal retraksiyon gerektiren yapısı ile açıklanabilir.<sup>4</sup> Bu bulgular, açık TLIF cerrahisinin nörolojik açıdan güvenli bir yöntem olduğunu desteklemektedir. Psödoartroz ve reoperasyon oranları, cerrahi başarının uzun dönem göstergeleri arasında yer almaktadır. Literatürde psödoartroz gelişiminin cerrahi teknik, implant özellikleri ve hasta faktörlerinden etkilendiği bilinmektedir.<sup>17</sup> Bu çalışmada psödoartroz oranının %2,0 olarak bulunması, açık TLIF cerrahisinin başarılı füzyon oranları sağlayabildiğini düşündürmektedir. Benzer şekilde düşük reoperasyon oranı (%2,6), klinik sonuçların genel olarak tatmin edici olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada tüm analizlerde istatistiksel heterojenite gözlenmemiştir ( $I^2 = \%0$ ); ancak bu bulgu dikkatle yorumlanmalıdır.

Dahil edilen çalışma sayısının sınırlı olması ve olay sayılarının düşük olması, çalışmalar arası gerçek varyasyonun istatistiksel olarak ortaya konulamamasına neden olmuş olabilir. Bu nedenle heterojenitenin bulunmaması, gerçek klinik heterojenitenin olmadığı anlamına gelmeyebilir.

Bu çalışmanın önemli bir güçlü yönü, yalnızca açık TLIF cerrahisine ait verilerin analiz edilmesi ve minimal invaziv tekniklerin dışlanmasıdır. Bu yaklaşım, açık TLIF'e özgü komplikasyon profilini daha net değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Ayrıca dahil edilen çalışmaların metodolojik kalitesinin orta ve yüksek düzeyde olması, elde edilen bulguların güvenilirliğini artırmaktadır. Bununla birlikte çalışmanın bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. Dahil edilen çalışmaların çoğunun retrospektif tasarıma sahip olması potansiyel seçim yanlılığına neden olabilir. Ayrıca toplam hasta sayısının sınırlı olması ve çalışmalar arasında hasta popülasyonları ile takip süreleri açısından farklılıklar bulunması, sonuçların genellenebilirliğini kısıtlayabilir. Bunun yanı sıra, düşük olay sayıları bazı analizlerde istatistiksel gücün sınırlı kalmasına yol açmış olabilir.

### **Kısıtlılıklar**

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle meta-analize dahil edilen çalışmaların önemli bir kısmı retrospektif tasarıma sahip olup bu durum potansiyel seçim yanlılığına yol açabilir. Ayrıca dahil edilen çalışmaların hasta popülasyonları, cerrahi teknik detayları ve takip süreleri arasında farklılıklar bulunması sonuçların genellenebilirliğini sınırlandırabilir. Bununla birlikte meta-analize dahil edilen çalışma sayısının ve toplam hasta sayısının nispeten sınırlı olması da çalışmanın bir diğer kısıtlılığıdır. Gelecekte daha geniş hasta serilerini içeren prospektif ve çok merkezli çalışmaların yapılması açık TLIF cerrahisinin komplikasyon profilini daha net ortaya koyabilir.

### **Sonuç**

Bu meta-analiz açık TLIF cerrahisi sonrası komplikasyon oranlarının genel olarak düşük olduğunu göstermektedir. En sık bildirilen komplikasyon dural yırtık olup cerrahi alan enfeksiyonu, nörolojik defisit ve reoperasyon oranları literatürde bildirilen aralıklarla uyumludur. Açık TLIF cerrahisinin güvenlilik profilini daha iyi ortaya koyabilmek için daha geniş örneklemli ve prospektif çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

### **Etik kurul onayı**

Bu çalışma, daha önce yayınlanmış çalışmalara dayanan bir sistematik derleme ve meta-analizdir. Doğrudan insan veya hayvan denek yer almadığı için etik kurul onayı gerekmemiştir.

### **Yazarlık katkısı**

Çalışma konsepti ve tasarımı: SN, ZSK; veri toplama: ZSK; sonuçların analizi ve yorumlanması: SN, ZSK, DGG; makaleyi hazırlama: ZSK, DGG. Yazar(lar) sonuçları gözden geçirmiş ve makalenin son halini onaylamıştır.

### **Finansman**

Yazar(lar), çalışmanın herhangi bir finansal destek almadığını beyan etmiştir.

### **Çıkar çatışması**

Yazar(lar) herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

### **Ethical approval**

This study is a systematic review and meta-analysis based on previously published studies. Since no human or animal subjects were directly involved, ethics committee approval was not required.

## Author contribution

Study conception and design: SN,ZSK; data collection: ZSK; analysis and interpretation of results: SN,ZSK,DGG; draft manuscript preparation: ZSK,DGG. The author(s) reviewed the results and approved the final version of the article.

## Source of funding

The authors declare the study received no funding.

## Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

## Kaynakça

1. Tormenti MJ, Maserati MB, Bonfield CM, et al. Perioperative surgical complications of transforaminal lumbar interbody fusion: a single-center experience. *J Neurosurg Spine* 2012; 16: 44-50. [\[Crossref\]](#)
2. Kaiser MG, Eck JC, Groff MW, et al. Guideline update for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 1: introduction and methodology. *J Neurosurg Spine* 2014; 21: 2-6. [\[Crossref\]](#)
3. Harms J, Rolinger H. A one-stager procedure in operative treatment of spondylolistheses: dorsal traction-reposition and anterior fusion (author's transl). *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1982; 120: 343-347. [\[Crossref\]](#)
4. de Kunder SL, van Kuijk SMJ, Rijkers K, et al. Transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) versus posterior lumbar interbody fusion (PLIF) in lumbar spondylolisthesis: a systematic review and meta-analysis. *Spine J* 2017; 17: 1712-1721. [\[Crossref\]](#)
5. Selznick LA, Shamji MF, Isaacs RE. Minimally invasive interbody fusion for revision lumbar surgery: technical feasibility and safety. *J Spinal Disord Tech* 2009; 22: 207-213. [\[Crossref\]](#)
6. Khan IS, Sonig A, Thakur JD, Bollam P, Nanda A. Perioperative complications in patients undergoing open transforaminal lumbar interbody fusion as a revision surgery. *J Neurosurg Spine* 2013; 18: 260-264. [\[Crossref\]](#)
7. Kim CH, Easley K, Lee JS, et al. Comparison of minimally invasive versus open transforaminal interbody lumbar fusion. *Global Spine J* 2020; 10: 143S-150S. [\[Crossref\]](#)
8. Arya S, Kaji AH, Boermeester MA. PRISMA Reporting guidelines for meta-analyses and systematic reviews. *JAMA Surg* 2021; 156: 789-790. [\[Crossref\]](#)
9. Murrad K, Al Harbi Y, Alsabbagh LM, Alwehaibi K, Al Salhi R, Awwad W. Clinical outcomes of the transforaminal lumbar interbody fusion technique among patients with low back pain showing type 1 modic changes on MRI. *Cureus* 2024; 16: e61745. [\[Crossref\]](#)
10. Hu ZX, Han J, Sun YF, Tian XL. Comparison of percutaneous endoscopic lumbar discectomy vs. minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of single-segment lumbar disc herniation: a meta-analysis. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2022; 26: 6678-6690. [\[Crossref\]](#)
11. Wu AM, Hu ZC, Li XB, et al. Comparison of minimally invasive and open transforaminal lumbar interbody fusion in the treatment of single segmental lumbar spondylolisthesis: minimum two-year follow up. *Ann Transl Med* 2018; 6: 105. [\[Crossref\]](#)
12. Phan K, Rao PJ, Kam AC, Mobbs RJ. Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion for treatment of degenerative lumbar disease: systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J* 2015; 24: 1017-1030. [\[Crossref\]](#)
13. Hartmann S, Lang A, Lener S, Abramovic A, Grassner L, Thomé C. Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion: a prospective, controlled observational study of short-term outcome. *Neurosurg Rev* 2022; 45: 3417-3426. [\[Crossref\]](#)
14. Tang T, Wan B, Zhang X, Zhang A. Impact of obesity on outcomes of minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion surgeries: a systematic review and meta-analysis. *World Neurosurg* 2024; 185: e835-e849. [\[Crossref\]](#)
15. Mobbs RJ, Phan K, Malham G, Seex K, Rao PJ. Lumbar interbody fusion: techniques, indications and comparison of interbody fusion options including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF. *J Spine Surg* 2015; 1: 2-18. [\[Crossref\]](#)
16. Chrastil J, Patel AA. Complications associated with posterior and transforaminal lumbar interbody fusion. *J Am Acad Orthop Surg* 2012; 20: 283-291. [\[Crossref\]](#)
17. Zhang M, Liu X, Wang G, Liu H, Zhu F, Mou H. Risk factors associated with cage retropulsion after lumbar interbody fusion. *Turk Neurosurg* 2024; 34: 274-282. [\[Crossref\]](#)